

ZMIANY WYBRANYCH CECH JAKOŚCI BULW ZIEMNIAKA W CZASIE PRZECHOWYWANIA

Kazimiera Zgórska, Magdalena Grudzińska

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Jadwisinie
Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemiaka
Jadwisin, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock
e-mail: k.zgorska@ihar.edu.pl

Streszczenie. Badania miały na celu określenie zmian zawartości suchej masy, skrobi, cukrów redukujących (glukoza + fruktoza) i sumy cukrów (glukoza + fruktoza + sacharoza) w bulwach 19 odmian ziemniaka w czasie przechowywania (lata 2006-2011). Analizy składników chemicznych oraz ocenę ciemnienia miąższu bulw surowych i po ugotowaniu prowadzono po zbiorze oraz po 7 miesiącach przechowywania w temperaturach 5°C i 8°C. Poziom badanych składników zależał od odmiany i temperatury przechowywania. Zawartość suchej masy, cukrów redukujących i sumy cukrów zwiększała się w czasie przechowywania. Wykazano zależności między zawartością cukrów redukujących po zbiorze a ich akumulacją w czasie przechowywania oraz między zawartością skrobi a zawartością cukrów redukujących. Bulwy odmiany Miłek, Benek i Marlen miały niską zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów po przechowywaniu w temperaturach 5 i 8°C. Wysoką zawartością sumy cukrów (> 1%) cechowały się odmiany Bellarosa, Roxana i Zagłoba. Intensywność ciemnienia miąższu bulw surowych wzrastała po przechowaniu. Wszystkie badane odmiany charakteryzowały się bardzo małym i małym ciemnieniem bulw po ugotowaniu. Temperatura przechowywania nie wpływała istotnie na tę cechę.

Słowa kluczowe: ziemniak, jakość, temperatura przechowywania

WSTĘP

Bulwy ziemniaka przeznaczone do konsumpcji i przetwórstwa na cele spożywcze powinny cechować się dobrymi cechami morfologicznymi (kształt, regularność zarysu kształtu, głębokość oczek, barwa i wygląd skórki). Cechy te w małym stopniu uzależnione są od środowiska. Dużo większym zmianom ulegają cechy wewnętrzne bulw, które decydują o jakości ziemniaka jadalnego.

Mimo wieloletniej oceny prowadzonej na etapie hodowli, ocena niektórych cech weryfikowana jest dopiero w warunkach produkcyjnych (Pawlak 2002, Zimnoch-Guzowska i Flis 2006). Do ważniejszych cech wpływających na jakość ziemniaka jadalnego należy zaliczyć zawartość suchej masy i skrobi, skłonność do ciemnienia miąższu bulw surowych po ugotowaniu, zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów oraz typ kulinarny (Lisińska 2006, Zgórska i in. 2006, Murnice i in. 2011).

Typ kulinarny bulw określa ich wartość użytkową. Wiele badań (Kaaber i in. 2001, Van Dijk i in. 2002, Weber i Haase 2005, Thybo i in. 2006) wskazują na wysoce istotne zależności między typem kulinarnym (zwięzłością miąższu po ugotowaniu), a zawartością suchej masy i skrobi w bulwach. Bulwy o mniejszej zawartości obu składników najczęściej należą do typu sałatkowego, a o większej zawartości do typu średniozwięzłego lub mączystego. Zawartość skrobi w suchej masie bulw waha się od 60-80% (Murnice i in. 2011, Zgórska 2001). Z tego względu przeprowadzono wiele badań nad wpływem substancji nieskrobiowych na konsystencję ziemniaków gotowanych i produktów smażonych. Rytel i in. (2006) stwierdzili, że zarówno zawartość skrobi jak i lignin, pektyn i hemicelulozy wpływają na konsystencję bulw.

W czasie przechowywania bulw, zwłaszcza w wyższych temperaturach, zwiększa się zawartość suchej masy. Jest to związane z ubytkiem wody w procesie transpiracji, w wyniku czego zmienia się konsystencja bulw po ugotowaniu (Kaaber i in. 2001, Zgórska i in. 2006, Murnice i in. 2011).

Następną ważną cechą jest zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach. Zawartość tych składników oraz ich akumulacja w czasie przechowywania zależy od odmiany, dojrzałości bulw, temperatury w czasie zbioru, temperatury w czasie pierwszego etapu przechowywania (dojrzewanie fizjologiczne) i temperatury w czasie długotrwałego przechowywania (Knowles i in. 2009, Zgórska i Sowa-Niedziałkowska 2005). Wg Thompsona i in. (2008) zawartość cukrów redukujących i ich nagromadzenie w czasie przechowywania zależą od zawartości skrobi w bulwach – im niższa zawartość tego składnika, tym wyższy poziom cukrów redukujących.

Przechowywanie bulw w niskich temperaturach (4-5°C) ogranicza kiełkowanie, utratę turgoru, natomiast zwiększa nagromadzenie cukrów redukujących i sumy cukrów. Wyższa temperatura (8°C) ogranicza zawartość cukrów, jednakże po przechowywaniu obserwuje się pogorszenie jakości bulw spowodowane utratą turgoru oraz zwiększeniem skłonności do ciemnienia miąższu (Mozolewski i Wieczorek 2002, Zgórska i Sowa-Niedziałkowska 2005).

Cukry redukujące są substratami reakcji Maillarda (reakcja karbonylowo-aminowa), w wyniku której powstają brunatne związki w produktach z ziemniaka poddawanych obróbce termicznej, takiej jak smażenie i suszenie. Badania ostat-

nich lat dowodzą, że w wyniku tej reakcji powstają niebezpieczne dla zdrowia akrylamidy (Amrein i in. 2003, Tajner-Czopek i in. 2008). Zawartość sumy cukrów powyżej 1% w świeżej masie bulw (glukoza + fruktoza + sacharoza) wpływa na zmianę smaku ziemniaków (Zgórska i in. 2006).

Celem badań przeprowadzonych w latach 2005-2011 było określenie zmian zawartości suchej masy, skrobi, cukrów redukujących, sumy cukrów oraz ciemnienia miąższu bulw surowych i po ugotowaniu nowych odmian ziemniaka w czasie przechowywania w zróżnicowanej temperaturze.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach prowadzonych w sezonach przechowalniczych 2005/2006-2008/2011 uwzględniono 19 odmian ziemniaka. Wykaz wszystkich odmian przedstawiono w tabeli 1. Każda z odmian była badana przez 3 sezony przechowalnicze.

Tabela 1. Wykaz badanych odmian
Table 1. List of investigated cultivars

Odmiany Cultivars	Rok rejestracji Register year	Lata uprawy Growing season
Bardzo wczesne i wczesne – Very early and early		
Oman	2005	2006, 2007, 2008
Bellarosa, Ewelina, Miłek, Owacja, Justa	2006	2007, 2008, 2009 2008, 2009, 2010
Aruba, Cyprian, Flaming	2007	2008, 2009, 2010
Średnio wczesne do późnych – Medium early to late		
Cekin, Tajfun	2004	2005, 2006, 2007
Agnes, Marlen, Roxana, Jelly, Medea	2005	2006, 2007, 2008
Benek	2006	2007, 2008, 2009
Finezja, Zagłoba	2007	2008, 2009, 2010

Badane odmiany do ścisłych doświadczeń przechowalniczych rozmnażano na polu doświadczalnym IHAR-PIB Oddział w Jadwisinie na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego.

Przedplonem była gorczyca biała w dawce $15,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, pod której uprawę zastosowano nawożenie azotem w dawce $42,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dawki nawożenia mineralnego ustalono na podstawie oceny zasobności gleby, wynosiły one odpowiednio: P – $42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, K – $99,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i N – $92 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Po zbiorze próby bulw badanych odmian umieszczono w doświadczalnej przechowalni IHAR-PIB Jadwisin na 14 dni w temperaturze 15°C (dojrzewanie fizjologiczne, korkowacenie skórki, zabliznianie ran). Po tym okresie temperaturę komór przechowalniczych obniżano stopniowo do 5°C i 8°C , czyli do temperatury wymaganej w długotrwałym przechowywaniu.

Po zbiorze oraz 7 miesiącach przechowywania bulw wykonano następujące analizy i oceny:

- zawartość suchej masy (metoda suszarkowa – dwustopniowe suszenie),
- zawartość skrobi metodą Ewersa (Zgórska 2001),
- zawartość cukrów redukujących i ogółem (Talbert i Smith 1987),
- ciemnienie enzymatyczne miazgi ziemniaczanej – skala duńska 9-stopniowa: 9 – barwa jasna, 1 – barwa ciemna (Roztropowicz i in. 1999),
- ciemnienie nieenzymatyczne bulw – skala duńska 9-stopniowa: 9 – barwa jasna, 1 – barwa ciemna (Roztropowicz i in. 1999).

Istotność wpływu badanych czynników na analizowane cechy określono przy zastosowaniu n-czynnikowych analiz wariancji, stosując test F – Fishera Snedecora dla modelu stałego. Do obliczeń korelacji posłużono się analizą wariancji w regresji (program własny IHAR-PIB Jadwisin).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Wyniki badań wykazały istotne zróżnicowanie odmian pod względem zawartości suchej masy (tab. 2). Wyższą zawartością suchej masy (powyżej 20%) cechowały się odmiany Aruba, Finezja, Tajfun, Benek, Justa, Marlen, Agnes i Oman, a najmniejszą Medea, Roxana i Zagłoba. Zawartość suchej masy nie zależała od wczesności odmian. W grupie o wyższej zawartości tego składnika były zarówno odmiany wczesne, jak i średnio wczesne. Najmniejszą zawartością suchej masy cechowały się odmiany późne o długim okresie wegetacji Medea i Zagłoba, oraz średniowczesna Roxana.

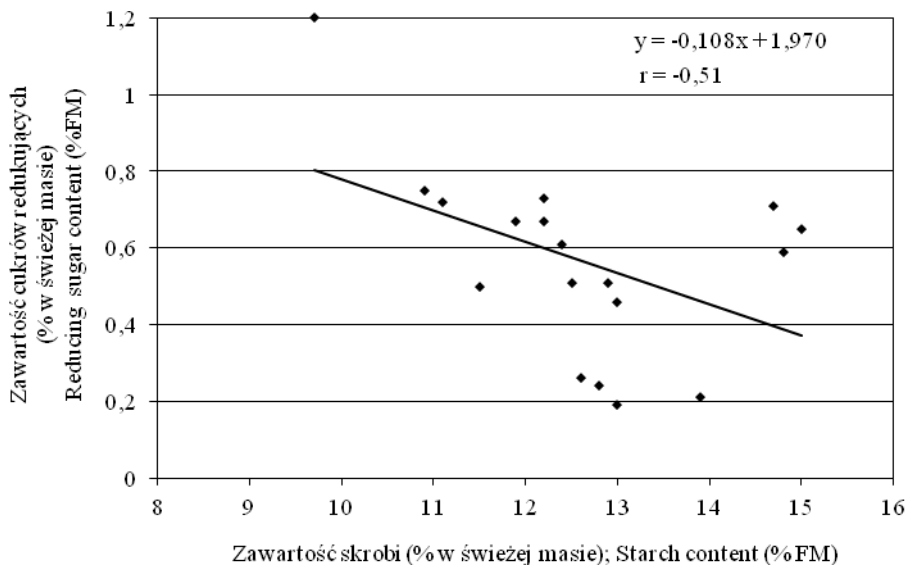
Wyniki badań wykazały, że zawartość suchej masy jest cechą odmianową niezależną od wczesności odmian pod warunkiem, że zbiór przeprowadzony jest w pełni dojrzałości technologicznej (Blenkisop i in. 2002, Zgórska i in. 2006, Mur-nice i in. 2011).

Tabela 2. Zawartość suchej masy i skrobi po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w temperaturach 5°C i 8°C (średnie z 3 lat badań)**Table 2.** Dry matter and starch content in potato tubers after harvest and after 7 months of storage at temperature of 5°C and 8°C (mean for 3 years investigation)

Odmiana Cultivar	Zawartość suchej masy Dry matter content (%)			Zawartość skrobi Starch content (%)		
	po zbiorze after harvest	po przechowywaniu after storage		po zbiorze after harvest	po przechowywaniu after storage	
		5°C	8°C		5°C	8°C
Aruba	22,5	22,8	23,6	15,7	13,0	15,3
Finezja	21,6	21,9	23,1	14,8	15,0	15,8
Tajfun	21,4	21,8	22,5	16,3	14,7	15,3
Benek	21,2	21,9	22,6	13,4	13,9	14,0
Justa	20,8	21,5	21,8	12,1	12,2	13,2
Marlen	20,5	20,9	21,1	12,4	13,0	12,8
Agnes	20,4	20,7	21,4	12,8	12,5	13,0
Oman	20,2	20,7	20,9	13,6	12,6	12,9
Bellarosa	19,8	20,4	21,5	12,9	11,1	13,5
Milek	19,7	21,9	22,6	12,3	12,8	13,6
Cekin	19,7	19,9	20,7	12,7	12,9	13,2
Owacja	19,7	20,3	21,4	12,5	12,2	13,2
Ewelina	19,4	19,6	21,8	12,3	11,5	13,8
Jelly	19,1	19,5	20,9	13,6	11,9	12,5
Cyprian	19,1	20,0	21,1	11,6	12,4	12,6
Flaming	19,1	20,5	22,7	13,6	14,8	15,7
Medea	17,8	18,7	19,4	12,9	11,9	12,1
Roxana	17,6	18,9	19,4	11,9	10,7	10,9
Zagłoba	17,2	18,4	20,3	11,3	11,1	11,8
Średnio Mean	19,8	20,5	21,5	12,9	12,7	13,4
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivar	1,2	1,4	1,4	0,8	0,9	0,9
NIR _{0,05} temperatura przechowywania LSD _{0,05} Storage temperature		0,8			n.i. – n.s.	

Po siedmiomiesięcznym przechowywaniu zmiany zawartości suchej masy zależały zarówno od odmiany, jak i temperatury przechowywania. Większość odmian cechowała się mniejszymi zmianami suchej masy w bulwach – wzrost od 1,0 do 5,0% po przechowaniu w temperaturze 5°C i od 4,9 do 9,4 w 8°C (tab. 2). Największy przyrost suchej masy obserwowano w bulwach odmian Miłek, Ewelina, Cyprian, Flaming, Roxana i Zagłoba po przechowaniu w temperaturze 8°C (od 10,5 do 18,8%). Zwiększenie udziału suchej masy w świeżej masie bulw związane jest z utratą wody w wyniku transpiracji i oddychania. Obniżenie zawartości wody prowadzi do obniżenia turgoru bulw i ich jakości, a szczególnie do zwiększenia ciemnienia enzymatycznego bulw i zmianę typu kulinarnego (Kaaber i in. 2001, Zgórska i Sowa-Niedziałkowska 2005, Murnice i in. 2011).

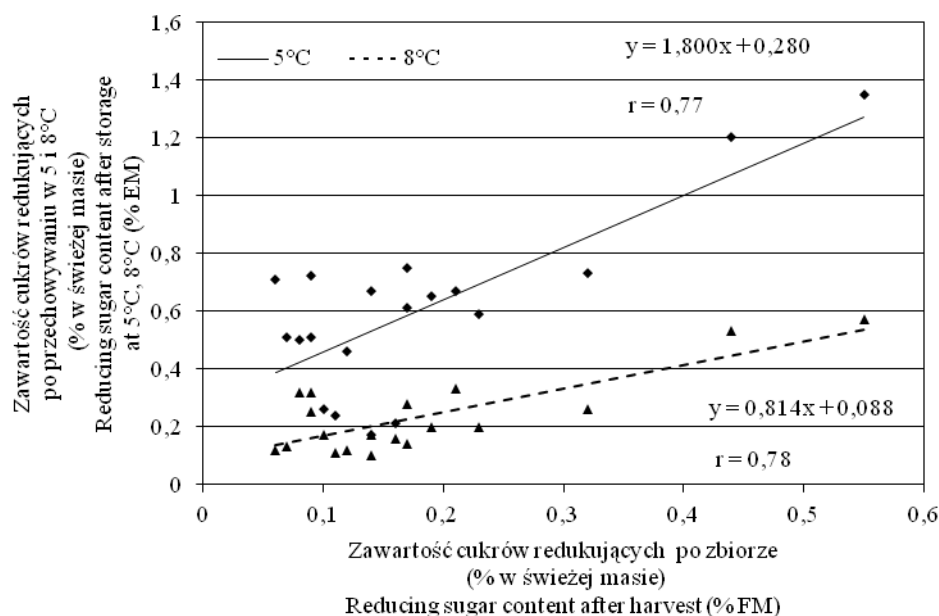
Po siedmiomiesięcznym przechowywaniu zmiany zawartości skrobi zależały od odmiany. Temperatura przechowywania nie miała istotnego wpływu na poziom tego składnika, obserwowano jednak zwiększenie zawartości skrobi w bulwach przechowywanych w 8°C (tab. 2). W czasie przechowywania zachodzą procesy biochemiczne związane z oddychaniem i zmianami zawartości skrobi. Przechowywanie bulw w niskiej temperaturze powoduje zwiększoną akumulację cukrów. Stwierdzono, że zawartość cukrów redukujących w bulwach zależy od zawartości skrobi (rys. 1).



Rys. 1. Zależność pomiędzy zawartością skrobi i cukrów redukujących
Fig. 1. Correlation between starch content and reducing sugar

Im wyższa zawartość skrobi, tym niższy poziom cukrów w bulwach. Podobne zależności zostały przedstawione w pracy przeglądowej Thompsona i in. (2008).

Badania własne wykazały zależność między zawartością cukrów redukujących w bulwach po zbiorach, a ich zawartością po przechowywaniu zarówno w temperaturze 5°C jak i 8°C (rys. 2).



Rys. 2. Zależność między zawartością cukrów redukujących po zbiorach i po przechowywaniu w temperaturach 5°C i 8°C

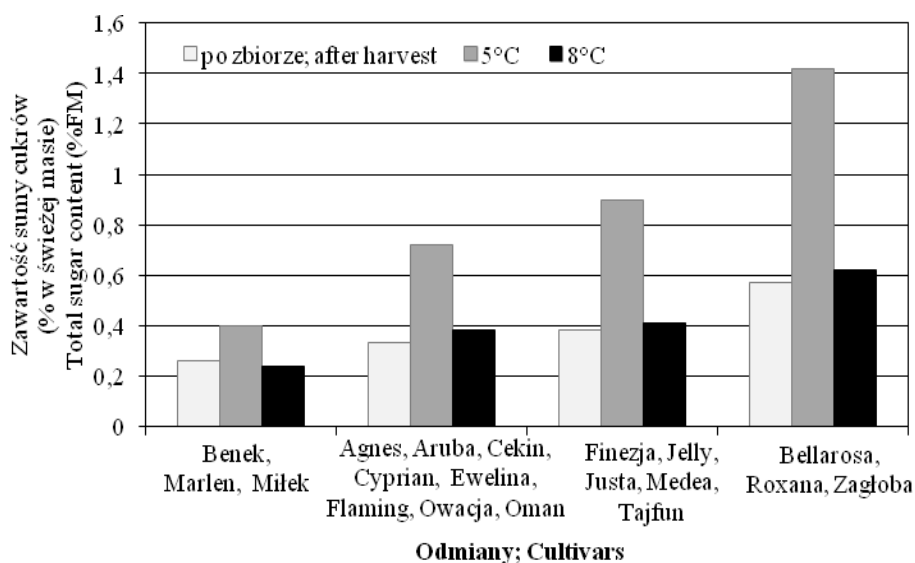
Fig. 2. Correlation between reducing sugars content after harvest and their accumulation after storage at temperature of 5°C and 8°C

Przechowywanie bulw w niskich temperaturach powoduje zwiększoną akumulację cukrów redukujących – glukoza + fruktoza (Zgórska i in. 2006, Thompson i in. 2008, Knowles i in. 2009). Intensywność nagromadzenia tych związków zależy od odmiany. Na rysunku 3 przedstawiono zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 5°C i 8°C. Wyodrębniono 5 grup odmian różniących się poziomem cukrów redukujących oraz ich akumulacją. W grupie odmian o niskiej zawartości tych związków są odmiany: Benek, Miłek i Marlen. Intensywną akumulacją cukrów redukujących cechują się odmiany: Zagłoba i Roxana, a ich poziom nawet po przechowaniu w wysokiej temperaturze przekracza graniczne wartości

dla odmian przydatnych do przetwórstwa na cele spożywcze (dopuszczalna zawartość 0,15-0,50% w zależności od produktu).

Ważną cechą określającą przydatność odmian do bezpośredniej konsumpcji i do przetwórstwa na sałatki, kostkę mrożoną, produktów pasteryzowanych i sterylizowanych jest zawartość sumy cukrów (glukoza + fruktoza + sacharoza), bowiem bulwy zawierające powyżej 1% tych związków mają słodki smak (Zgórska i in. 2006, Lisińska 2006).

Badane odmiany podzielono na cztery grupy, a jako kryterium przyjęto akumulację tych związków w bulwach przechowywanych w 5°C – I grupa – do 0,40%; II grupa – do 0,75%; III grupa – do 1%; IV grupa > 1%. Większość odmian po przechowaniu w 5°C cechowała się odpowiednim poziomem sumy cukrów i dlatego mogą one być przechowywane w niższej temperaturze ograniczającej kiełkowanie, zmiany zawartości suchej masy i konsystencji miąższu. Wysoką zawartością sumy cukrów (> 1%) cechowały się odmiany: Bellarosa, Roxana i Zagłoba. Wystąpił tu efekt intensywnej akumulacji cukrów w niskich temperaturach tzw. „cold sweetening” (Sowokinos 1978, Knowles i in. 2009, Zgórska i in. 2006).



Rys. 3. Zawartość sumy cukrów w bulwach ziemniaka po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 5°C i 8°C (średnia z 3 lat badań)

Fig. 3. Content of total sugar in potato tubers after harvest and after 7 months storage at 5°C and 8°C (mean 3 years investigation)

Tabela 3. Ciemnienie miąższu bulw surowych i po ugotowaniu po zbiorze i po 7 miesiącach przechowywania w temperaturze 5°C i 8°C (średnia z 3 lat badań)**Table 3.** Darkening of raw tuber flesh and after cooking of potato tubers after harvest and after 7 months storage at 5°C and 8°C (mean – 3 years investigation)

Odmiana Cultivar	Ciemnienie – Darkening					
	bulw surowych po 1 godz. raw tubers after 1 h			bulw ugotowanych po 2 godz. cooked tubers after 2 h		
	po zbiorze after harvest	po przechowywaniu after storage		po zbiorze after harvest	po przechowywaniu after storage	
		5°C	8°C		5°C	8°C
Cekin	6,0	5,7	4,7	7,8	7,8	7,8
Tajfun	6,6	6,3	5,7	7,5	7,5	7,3
Agnes	6,3	5,0	4,7	7,8	7,5	7,3
Jelly	6,7	5,3	5,0	8,1	7,9	7,4
Marlen	6,0	5,7	4,7	8,0	7,5	7,4
Medea	5,3	4,7	4,3	7,8	7,2	7,5
Oman	6,3	5,3	4,7	7,5	7,3	7,3
Roxana	6,0	4,3	4,3	7,6	7,6	7,6
Bellarosa	5,3	4,3	4,0	7,9	7,3	7,1
Benek	5,3	5,0	5,0	7,9	7,4	7,3
Ewelina	5,3	4,7	4,0	7,6	7,5	7,4
Milek	5,0	4,3	4,3	7,5	7,5	7,3
Owacja	5,7	3,7	3,7	8,2	7,8	8,0
Aruba	4,5	3,5	2,5	7,0	7,0	6,9
Cyprian	4,5	4,0	4,0	7,7	7,4	7,0
Finezja	5,5	3,5	3,5	7,3	7,5	7,0
Flaming	5,5	4,5	4,5	7,8	7,7	7,0
Justa	5,5	4,5	4,0	7,3	7,2	7,2
Zagłoba	6,0	3,5	3,5	8,0	7,9	7,6
Średnia – Mean	5,6	4,6	4,3	7,7	7,5	7,3
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}						
odmiana – cultivar		0,5			n.i. – n.s.	
temperature – temperature		n.i. – n.s.			n.i. – n.s.	
termin x temp. – time x temp.		0,8			n.i. – n.s.	

Cechami determinującymi jakość odmian do bezpośredniej konsumpcji i do przetwórstwa są: ciemnienie miąższu bulw surowych (ciemnienie enzymatyczne) i po ugotowaniu (ciemnienie nieenzymatyczne). W wyniku prac hodowlanych uzyskano znaczny postęp i większość noworejestrowanych odmian jadalnych cechuje się bardzo małą lub małą skłonnością do ciemnienia (Pawlak 2002, Zimnoch-Guzowska i Flis 2006). W tabeli 3 przedstawiono wyniki badań ciemnienia miąższu bulw badanych odmian. Ocenę intensywności ciemnienia enzymatycznego przeprowadzono po 1 godzinie od czasu uzyskania miazgi ziemniaczanej.

Po zbiorze większość odmian cechowała się małą podatnością bulw na ciemnienie miąższu surowego. Bulwy odmian Aruba i Cyprian wykazywały intensywniejsze ciemnienie enzymatyczne i uzyskały oceny 4,5 (graniczna ocena dla ziemniaków jadalnych ≥ 5 – tab. 3). Po przechowywaniu obserwowano intensywniejsze ciemnienie bulw wszystkich odmian. Do intensywnie ciemniejących należały odmiany: Owacja, Aruba, Finezja i Zagłoba (oceny poniżej 4). Temperatura przechowywania nie miała istotnego wpływu na zwiększenie intensywności ciemnienia enzymatycznego, aczkolwiek było ono większe po przechowywaniu w 8°C, co związane było z utratą turgoru i kiełkowaniem bulw.

Ciemnienie miąższu bulw po ugotowaniu nie zależało istotnie od temperatury przechowywania. Bulwy odmian: Jelly, Marlen, Owacja i Zagłoba bezpośrednio po zbiorze cechowały się bardzo małym ciemnieniem (oceny 8,0-8,2). Pozostałe odmiany wykazywały małą skłonność do ciemnienia (oceny od 7,0 do 7,9).

WNIOSKI

1. Zawartość suchej masy, cukrów redukujących i sumy cukrów w bulwach badanych odmian ziemniaka zależała od odmiany i temperatury przechowywania.
2. Wykazano istotne zależności między zawartością cukrów redukujących po zbiorach a ich akumulacją w czasie przechowywania (korelacja zgodna) oraz między zawartością skrobi i zawartością cukrów redukujących – im wyższa zawartość skrobi tym niższy poziom cukrów.
3. Intensywność ciemnienia miąższu bulw surowych zależała od odmiany i czasu przechowywania.
4. Wszystkie odmiany cechowały się bardzo małą skłonnością do ciemnienia bulw po ugotowaniu. Temperatura przechowywania nie miała wpływu na tę cechę.
5. Większość badanych odmian przeznaczonych do konsumpcji i przetwórstwa na konserwy, sałatki i produkty mrożone może być przechowywana w temperaturze 5°C.

PIŚMIENNICTWO

- Amrein T.M., Bachmann S., Noti A., Bidermann M., Barbosa M.F., Biedermann-Brems S., 2003. Potential of acrylamide formation, sugars, free asparagine in potatoes. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5556-5560.
- Blenkisp R.W., Copp L.J., Yada R.Y., Marangoni A.G., 2002. Changes in composition parameters of tubers of potato during low-temperature storage and their relationship processing quality. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4545-4553.
- Kaaber L., Martinsen B.K., Bra E., Shomer J., 2002. Browning inhibition and textural changes of pre-peeled potatoes. *Lebensmittelwiss. Technol.*, 35, 326-531.
- Knowles N.R., Diskill J.E.P., Knowles L.O., 2009. Sweetening response of potato tubers of different maturity to conventional and nonconventional storage temperature regime. *Postharvest Biol. and Technol.*, 52, 49-61.
- Lisińska G., 2006. Wartość technologiczna i konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 81-94.
- Mozolewski W., Wieczorek J., 2002. Wpływ nawożenia azotem na ciemnienie enzymatyczne i nieenzymatyczne po zbiorze i w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 484, 393-400.
- Murnice I., Karklina D., Galoburda R., Santare D., Skrabule I., Costa H.S., 2011. Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato varieties depending on traditional cooking methods. *J. of Food Composition and Analysis*, 24, 699-710.
- Pawlak A., 2002. Perspektywiczne kierunki hodowli a konkurencyjność krajowych odmian jadalnych. W: *Produkcja i rynek ziemniaków jadalnych*. Chotkowski J. (red.), Wieś Jutra, Warszawa, 49-61.
- Praca zbiorowa pod red. Roztropowicz S. 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. *IHAR Jadwisin*, 45-46.
- Rytel E., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G., 2006. Konsystencja ziemniaków gotowanych i produktów smażonych w zależności od zawartości polisacharydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 594-601.
- Tajner-Czopek K.A., Kita A., Lisińska G., 2008. Zawartość akryl amidu we frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 530, 371-379.
- Talbert W.H., Smith O., 1987. *Potato Processing*. IV wyd. AVI Nonstrand Reinhold Company, New York.
- Thompson A.L., Love S.L., Sowokinos J.R., Thornton M.K., Shock C.C., 2008. Review of the sugar end disorder in Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Am. J. Pot. Res.*, 85, 375-386.
- Thybo A.K., Christansen J., Kaack K., Petersen M.A., 2006. Effect of cultivars, wound healing and storage on sensory quality and chemical components in pre-peeled potatoes. *Lebensmittelwiss. Technol.*, 39, 166-176.
- Van Dijk C., Fischen M., Beekhuizen J.G., Stolle-Smits M., 2002. Texture of cooked potatoes (*Solanum tuberosum*). I. Relationship between dry matter content, sensory-perceived texture and near infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 5082-5088.
- Weber L., Haase N.U., 2005. Ways to identify cooking behaviour of single potato lots 16th Trien. *Conf. of EAPR. Abstr. Of Papers, Bilbao, Spain 17-22 VII*, 354-356.
- Zgórska K., 2001. Oznaczanie zawartości skrobi w bulwach ziemniaka. W: *Monografie i rozprawy naukowe IHAR Radzików*, 10a, 113-116.

- Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M., 2006. Wpływ warunków przechowywania na niektóre cechy kulinarne i technologiczne bulw wybranych odmian ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 511, 567-578.
- Zgórska K., Sowa-Niedziałkowska G., 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany jakościowe zachodzące w bulwach ziemniaka w czasie ich długotrwałego przechowywania. *Pamiętnik Puławski*, 139, 327-336.
- Zimnoch-Guzowska E., Flis B., 2006. Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 23-36.

CHANGES IN SELECTED QUALITY PARAMETERS OF POTATO TUBERS DURING STORAGE

Kazimiera Zgórska, Magdalena Grudzińska

Plant Breeding and Acclimatization Institute – NRI,
Department of Storage and Processing of Potato, Division Jadwisin
Jadwisin, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock, Poland
e-mail: k.zgorska@ihar.edu.pl

Abstract. The purpose of this work was to determine the changes of dry matter, reducing sugar, total sugar in potato tuber of 19 cultivars during storage seasons from 2006 to 2011. After harvest and 7-month storage at temperature of 5°C and 8°C, the samples were taken for laboratory analyses and darkening tests. The content of chemical compounds depended mostly on the cultivars and temperature of storage. Dry matter, reducing and total sugars increased during storage. Correlation between reducing sugar content after harvest and their accumulation after storage and between starch content and reducing sugar content was found. The tubers of cv. Miłek, Benek and Marlen had a low reducing and total sugar content after storage at 5°C and 8°C. The Bellarosa, Roxana and Zagłoba cultivars showed high concentration of total sugars (> 1%) after storage at 5°C. Intensity of enzymatic darkening increased during storage. All of the investigated cultivars were characterised by very low and low after-cooking darkening after harvest and storage. The influence of storage temperature was not significant.

Keywords: potato, quality, storage temperature