

**MAGDALENA GRUDZIŃSKA****KAZIMIERA ZGÓRSKA**Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Oddział w Jadwisinie  
Zakład Przetwórstwa i Przechowalnictwa Ziemniaka

## Wpływ zabiegu rekondycjonowania na zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka

### Effect of reconditioning on decrease of the content of reducing sugars in tubers of some potato cultivars

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania zabiegu rekondycjonowania na zmiany zawartości cukrów redukujących w wybranych odmianach bulw ziemniaka oraz ustalenie zależności między zawartością cukrów redukujących w bulwach ziemniaka po zbiorze i po zabiegu rekondycjonowania. Badania prowadzono na pięciu odmianach ziemniaka jadalnego: Finezja, Flaming, Jelly, Oman i Wiarus. Ziemniaki przechowywano w temperaturach 3°C, a następnie poddawano je rekondycjonowaniu w temperaturze 15°C przez okres 7 i 14 dni. Badania prowadzono w trzech terminach: po zbiorze i po 3 i 7 miesiącach przechowywania. Oznaczano zawartość cukrów redukujących. Ziemniaki badanych odmian cechowały się niską zawartością cukrów redukujących po zbiorze. Przechowywanie bulw wszystkich odmian ziemniaka w niskiej temperaturze powodowało akumulację cukrów redukujących. Najwyższe obniżenie zawartości cukrów redukujących uzyskano w bulwach odmian Flaming i Jelly niezależnie od czasu przechowywania bulw oraz czasu prowadzenia zabiegu rekondycjonowania. Wykazano istotną zależność między zawartością cukrów redukujących w ziemniakach po zbiorze a obniżeniem zawartości cukrów redukujących po zabiegu rekondycjonowania ( $r = 0,90$ ).

**Słowa kluczowe:** cukry redukujące, odmiana, przechowywanie, rekondycjonowanie, ziemniak

The aim of the study was estimation of the influence of reconditioning of tubers of some potato cultivars on the content of reducing sugars and determination of relationship between the levels of the reducing sugars after harvest and after reconditioning. Tubers of the cultivars Finezja, Flaming, Jelly, Oman and Wiarus were stored at 3°C and reconditioned at 15°C for 7 and 14 days. The reducing sugars content was determined after harvest and after 3 and 7 months of storage. In all cultivars concentration of the sugars was low after harvest and increased in storage. The highest effect of reconditioning on decrease of the reducing sugars concentration was observed in the cultivars Flaming and Jelly, independently on the storage time or duration of the reconditioning treatment. A significant positive correlation ( $r = 0.90$ ) has been stated between the levels of the reducing sugars after harvest and after reconditioning.

**Key words:** cultivars, reconditioning, reducing sugar, potato, storage

## WSTĘP

W praktyce ziemniaki do produkcji produktów smażonych przechowywane są w temperaturze 6–8°C. W tym zakresie temperatur akumulacja cukrów redukujących jest ograniczona, ale wzmożone są procesy fizjologiczne bulw, co w konsekwencji prowadzi do przedwczesnego starzenia się ziemniaków (Sowa-Niedziałkowska, Zgórska, 2005).

Przechowywanie bulw ziemniaka w niskich temperaturach (3–5°C) ogranicza proces oddychania, transpiracji i kiełkowania, ale w znaczący sposób prowadzi do akumulacji cukrów redukujących (Sowokinos, 2007; Sowa-Niedziałkowska, Zgórska, 2005). Badania Claassen i in. (1992) dowodzą, że wzrost zawartości cukrów redukujących może być nawet kilkukrotny. Przyczyną jest uaktywnienie się enzymu inwertazy katalizującej rozkład sacharozy do glukozy i fruktozy.

Zbyt wysoka zawartość cukrów redukujących (powyżej 0,25%) prowadzi do brunatnego zabarwienia produktów smażonych. Podczas procesu smażenia cukry redukujące wchodzi w reakcję z wolnymi aminokwasami (reakcja Maillarda) (Copp i in., 2000; Grudzińska, Zgórska, 2008), w wyniku której tworzą się związki o brunatnym zabarwieniu i powstają szkodliwe dla zdrowia akrylamidy (Pedreschi i in., 2005; Hebeisen i in., 2005). Ciemne produkty są gorzkie, a ich barwa jest niepożądana.

Jedną z metod ograniczających zawartość cukrów redukujących w ziemniakach jest przechowywanie bulw w niskich temperaturach i poddanie ich zabiegowi rekondycjonowania. Proces ten polega na przeniesieniu surowca na okres od 7 do 14 dni do temperatury 15–20°C.

Zdaniem Sowokinos (2007) podwyższenie temperatury przywraca stan fizjologiczny błon i prowadzi do syntezy skrobi z cukrów prostych. Wynikiem tego jest obniżenie zawartości cukrów redukujących w surowcu od 20% do 87% (Frydecka-Mazurczyk, Zgórska, 2000).

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania zabiegu rekondycjonowania na zmiany zawartości cukrów redukujących w wybranych odmianach bulw ziemniaka oraz ustalenie zależności między zawartością cukrów redukujących w bulwach ziemniaka po zbiorze i po zabiegu rekondycjonowaniu.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2008–2009 i 2009–2010. Materiałem doświadczalnym było pięć odmian ziemniaka jadalnego: Flaming — odmiana bardzo wczesna, Oman — odmiana wczesna, Finezja i Wiarus — odmiany średnio wczesne, oraz Jelly odmiana średnio późna.

Ziemniaki do doświadczenia uprawiano na polu doświadczalnym IHAR Oddział w Jadwisinie. Stosowano nawożenie organiczne gorczyca (15,4 t/ha), a pod gorczycę zastosowano nawożenie azotem 42,5 kg/ha oraz nawożenie mineralne P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 42 kg/ha, K<sub>2</sub>O — 145 kg/ha, N — 94 kg/ha. W okresie wegetacji przeprowadzono takie same zabiegi agrotechniczne jakie stosowane są na plantacjach produkcyjnych.

Ziemniaki bezpośrednio po zbiorze (III dekada września) umieszczano w doświadczalnej przechowalni w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę 15°C, przy wilgotności względnej 90–95%,
- w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano do temperatury 3°C, zachowując taką samą wilgotność.

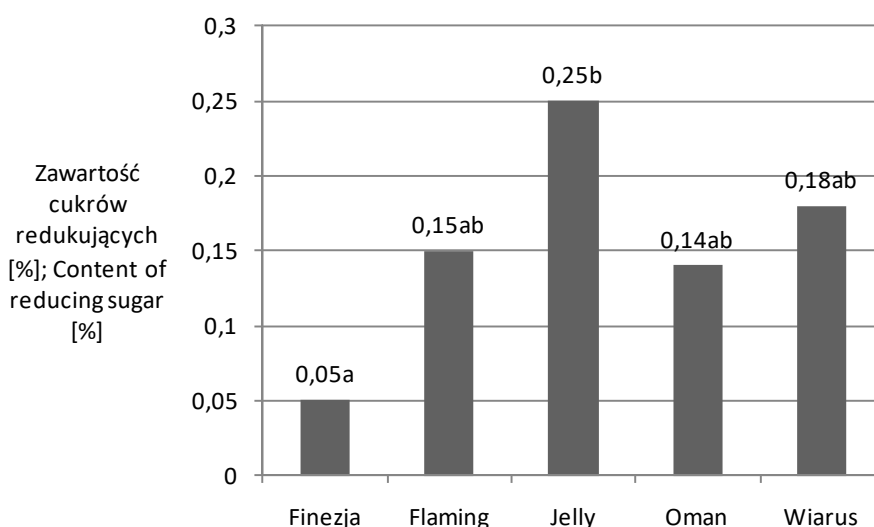
Po 3 i 7 miesiącach przechowywania bulw w niskiej temperaturze (3°C) pobierano próby (około 20 kg) z każdej odmiany i poddawano je zabiegowi rekondycjonowania w temperaturze 15°C przez okres 7 i 14 dni.

Do analiz pobierano po około 20 bulw z każdej odmiany i z każdego terminu badań (po zbiorze, 3 i 7 miesiącach przechowywania oraz po rekondycjonowaniu). W próbach oznaczano zawartość cukrów redukujących metodą DNP (Talbert i Smith, 1987).

Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono przy użyciu analizy wariancji ANOVA oraz analizy regresji liniowej w modelu  $R^2$ . Do testowania różnic między wartościami średnimi przy poziomie istotności  $p < 0,05$  wykorzystano test Tukeya oraz do obliczenia najmniejszej istotnej różnicy NIR stosowano test t-Studenta.

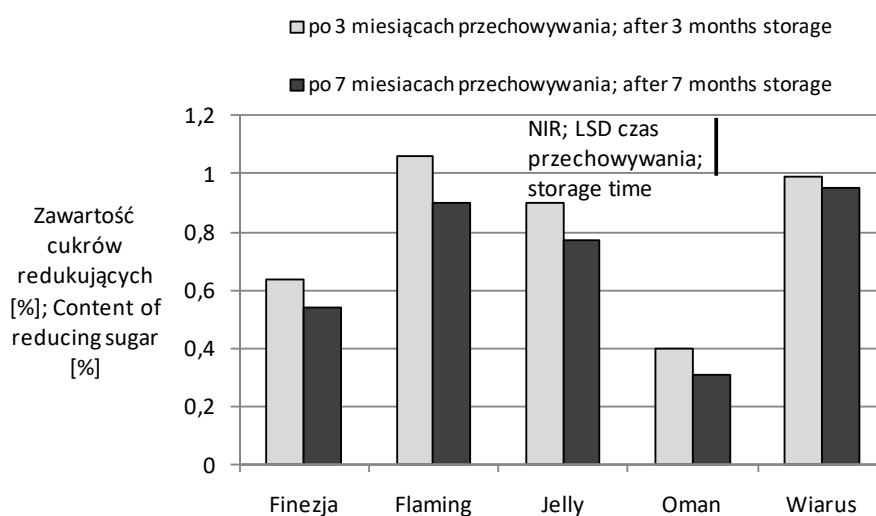
#### WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 1 przedstawiono zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka po zbiorze. Najmniejszą zawartością cukrów cechowały się ziemniaki odmiany Finezja, a największą odmiany Jelly (0,25%). Zawartość cukrów redukujących w bulwach wszystkich odmian nie przekraczała 0,25%, czyli poziomu wymaganego przez producentów frytek i przetworów suszonych.



Rys. 1. Zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka po zbiorze  
Fig. 1. Reducing sugars content in potato tubers of the tested cultivars after harvest

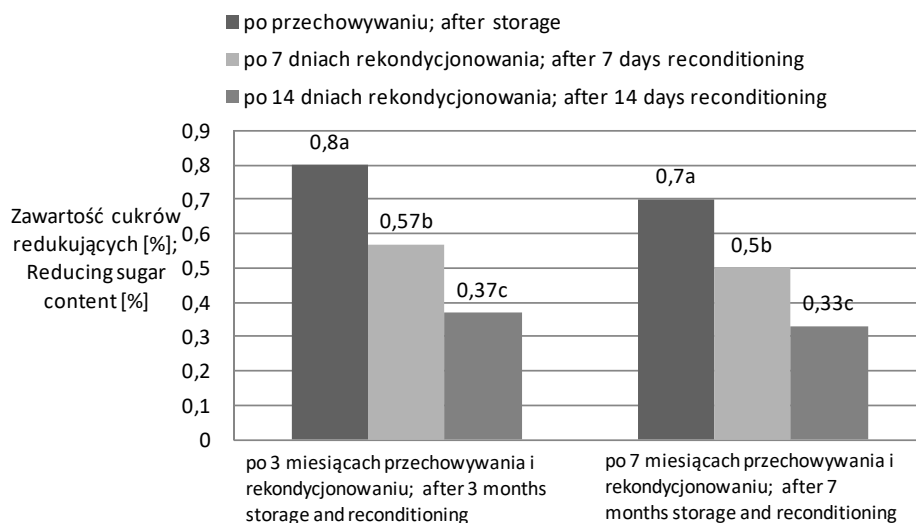
Po 3 miesiącach przechowywania bulw w temperaturze 3°C obserwowano zwiększenie zawartości cukrów w ziemniakach wszystkich odmian (rys. 2). Wysoki poziom tych związków utrzymywał się przez cały okres przechowywania. Przyczyną akumulacji cukrów redukujących w bulwach przechowywanych w niskich temperaturach jest zwiększona aktywność inwertazy, która katalizuje rozkład sacharozy do cukrów prostych (Cottrel, 1993; Nourian i in., 2003). Podobne wyniki badań prezentowane są w pracach Claassena i in. (1992), Frydeckiej-Mazurczyk, Zgórskiej (2000) oraz Kaaber i in. (2001). Autorzy dowodzą, że w pierwszych miesiącach przechowywania bulw ziemniaka w niskich temperaturach (3–4°C) wzrost zawartości cukrów redukujących może być nawet kilkukrotny, utrzymujący się przez cały okres przechowywania. Uppal (1995) oraz Peshin (2000) tłumaczą to aktywnością inwertazy, która jest największa w pierwszych miesiącach przechowywania bulw.



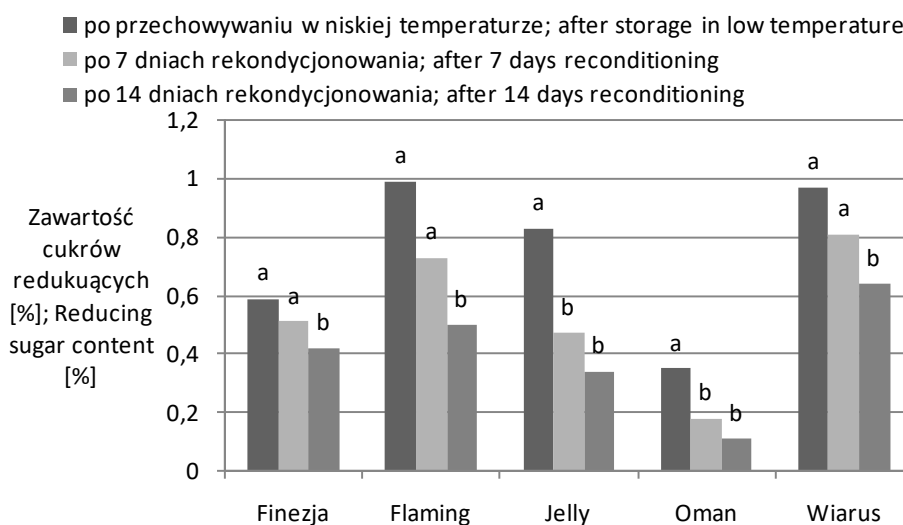
**Rys. 2. Zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka po przechowywaniu w temperaturze 3°C przez 3 i 7 miesięcy**

**Fig. 2. Reducing sugar content in potato tubers of the tested cultivars after 3 and 7 months of storage at 3°C**

Zabieg rekondycjonowania powodował zmniejszenie koncentracji cukrów w ziemniakach wszystkich odmian, niezależnie od czasu prowadzenia zabiegu (rys. 3). Dłuższy czas rekondycjonowania (14 dni) był efektywniejszy, gdyż poziom tych związków obniżył się o około 50%. Podobne wyniki przedstawili Kuzunori i in. (2003), którzy wykazali, że największe obniżenie zawartości cukrów redukujących w wyniku zabiegu rekondycjonowania uzyskuje się między 10 a 15 dniem prowadzenia zabiegu w temperaturze około 15°C.



**Rys. 3. Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka po 3 i 7 miesiącach przechowywania w niskiej temperaturze oraz po rekondycjonowaniu (średnia 4 odmiany, 2 lata)**  
**Fig. 3. Reducing sugar content in potato tubers after 3 and 7 months of storage at low temperature and after reconditioning (average for 4 cultivars, 2 years)**



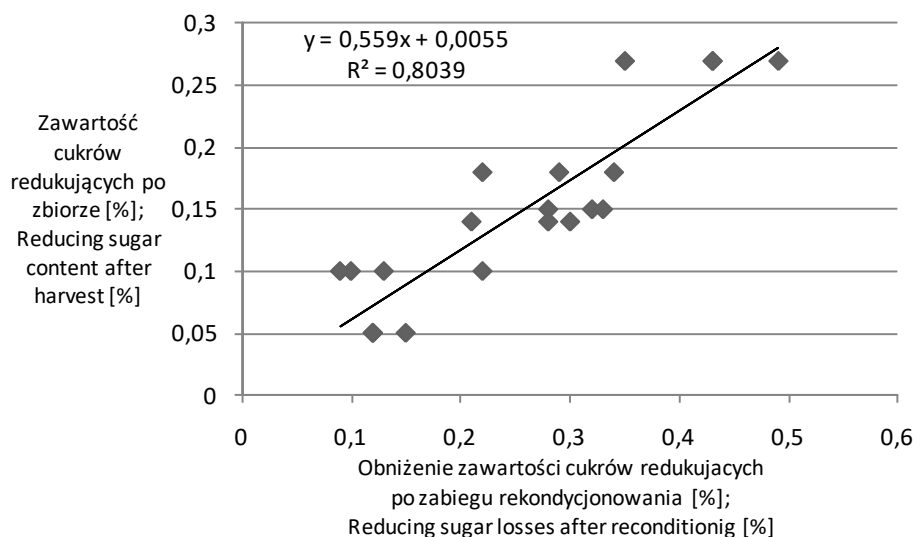
**Rys. 4. Zawartość cukrów redukujących w bulwach 5 odmian ziemniaka po przechowywaniu w niskiej temperaturze oraz po rekondycjonowaniu (średnia 2 lata)**  
**Fig. 4. Reducing sugar content in 5 potato cultivars after storage in low temperature and after reconditioning (average for 2 years)**

Efekt rekondycjonowania zależał od odmiany i czasu prowadzenia zabiegu. Ziemniaki odmian Oman i Jelly po 7 dniach rekondycjonowania osiągnęły istotne obniżenie zawartości cukrów redukujących, natomiast odmian Finezja, Flaming i Wiarus wymagały 14 dniowego rekondycjonowania (rys. 4).

Siedmiodniowy okres rekondycjonowania bulw odmiany ziemniaka Oman był wystarczający do obniżenia zawartości cukrów redukujących do poziomu pożądanego (poniżej 0,25%).

Wysoka skuteczność zabiegu rekondycjonowania czyli obniżenie zawartości cukrów redukujących do odpowiednio niskiego poziomu jest cechą odmianową co wykazali również inni autorzy (Claassen i in., 1992; Sowokinos 2007; Grudzińska, Zgórska, 2010).

Efekt rekondycjonowania zależał od zawartości cukrów redukujących w bulwach po zbiorze (rys. 5). Im większa była zawartość cukrów po zbiorze tym zabieg rekondycjonowania był skuteczniejszy, gdyż powodował większe zmniejszenie zawartości tych związków. Podobne zależności przedstawił Samotus (1974).



**Rys. 5. Zależność między zawartością cukrów redukujących w ziemniakach po zbiorze i po zabiegu rekondycjonowaniu**

**Fig. 5. Correlation between reducing sugar content in potato tubers after harvest and after reconditioning**

## WNIOSKI

1. Niezależnie od czasu przechowywania bulw oraz czasu prowadzenia zabiegu rekondycjonowania najwyższe obniżenie zawartości cukrów redukujących uzyskano w ziemniakach odmian Flaming i Jelly.

2. Wykazano istotną zależność między zawartością cukrów redukujących w ziemniakach po zbiorze, a zawartością cukrów redukujących w ziemniakach po zabiegu rekondycjonowania.

## LITERATURA

- Claassen P. A. M., Van Calker M. H., Marinus J. 1992. Accumulation of sugars in microtubers of potato node cuttings (cv. Kennebec) during cold storage. *Potato Res.* 35: 191 — 194.
- Cottrell J. E., Duffus C. M., Paterson L., Mackay G. R., Allison M. J., Bain H. 1993. The effect of storage temperature on reducing sugar concentration and the activities of three amylolytic enzymes in tubers of the cultivated potato. *Solanum tuberosum* L. *Potato Res.* 36: 107 — 117.
- Copp L. J., Blenkinsop R. W., Yada R. Y., Marangoni A. G. 2000. The relationship between respiration and chip color during long – term storage of potato tubers. *Am. J. Potato Res.* 77: 279 — 287.
- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K. 2000. Wpływ zabiegu rekondycjonowania na jakość bulw ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR* 214: 313 — 319.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2008. Wpływ zawartości cukrów w bulwach ziemniaka na barwę chipsów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (60): 107 – 115.
- Grudzińska M., Zgórska K. 2010. Wpływ efektywności zabiegu rekondycjonowania wybranych odmian bulw ziemniaka na barwę frytek, *Nauka, Przym.*, Technol. 4: 2 — 17.
- Hebeisen T., Ballmer T., Guthapfel N., Torche J. M., Reust W. 2005. Suitable potato varieties reduce acrylamide formation in processed products and dishes, 16<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17–22, Bilbao, Spain 2005: 496 — 500.
- Kaaber L., Bråthen E., Martinsen B. K., Shomer I. 2001. The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. *Potato Res.* 44: 153 — 163.
- Kazunori H., Ken-ichi K., Mochihumi M., Hiroshi K. 2003. Sugar and starch contents of processing potatoes during reconditioning. *Food Preservation Science* 29: 95 — 100.
- Nourian F., Ramaswamy H. S., Kushalappa A. C. 2003. Kinetics of quality changes associated with potatoes stored at different temperatures, *Lebensm. – Wiss. u. – Technol.* 36: 49 — 65.
- Pedreschi F., Moyano P., Kaack K., Granby K. 2005. Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Res. International* 38: 1 — 9.
- Peshin A. 2000. Influence of storage temperature on invertase activity and sugar content in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers, *Indian J. Plant Physiology* 5: 297 — 299 (abst.).
- Putz B. 2004. Reduzierende Zucker in Kartoffel, *Kartoffelbau* 5: 188 — 192.
- Samotus B., Niedźwiedz M., Kołodziej Z., Leja M., Czajkowska B. 1974. Storage and reconditioning of tubers of Polish potato varieties and strains. 2. Changes in sugar level in potato tubers of different varieties and strains during reconditioning of cold-stored potatoes, *Potato Res.* 17: 82 — 96.
- Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K. 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka, *Pamiętnik Puławski* 139: 233 — 243.
- Sowokinos J. R. 2007. The canon of potato science: carbohydrate metabolism. *Potato Res.* 50: 367 — 370.
- Talburtt W. F., Smith O. 1987. *Potato Processing* (4 ed.) AVI Van Nonstrand Reinhold Company, New York.
- Uppal D. S. 1995. Free sugars and inverters activity in stored potato tubers. *Journal of the Indian Potato Association* 22(1/2) (abst.).
- Zgórska K., Czerko Z. 2006. Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskich temperaturach — metodą ograniczającą zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 547 — 556.