

REKONDYCJONOWANIE BULW PRZECHOWYWANYCH W NISKIEJ TEMPERATURZE – METODA OGRANICZAJĄCA ZAWARTOŚĆ CUKRÓW W BULWACH ZIEMNIAKA

Kazimiera Zgórska, Zbigniew Czerko

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka,
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Wstęp

Przechowywanie bulw ziemniaka w niskiej temperaturze (4°C) powoduje ograniczenie procesów oddychania, transpiracji i kiełkowania (ubytki naturalne), natomiast wpływa na akumulację cukrów redukujących i sacharozy w bulwach [RASTOVSKI, VANES 1981; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 2002; SOWOKINOS 2001; PUTZ 2004].

Ziemniaki przeznaczone do przetwórstwa nie mogą zawierać więcej niż 0,15–0,50% cukrów redukujących w zależności od kierunku użytkowania [PUTZ 1997; DAMEULEMEESTER i in. 2005], gdyż związki te są substratem reakcji Maillarda (podczas smażenia, suszenia), w wyniku której następuje brązowienie produktów i powstają szkodliwe dla zdrowia akrylamidy [MOTTRAM i in. 2002].

Sacharydy rozpuszczalne (suma cukrów) wpływają z kolei na jakość ziemniaków do bezpośredniego spożycia, a zawartość ich powyżej 1% w świeżej masie nadaje im słodki smak.

Wyższe temperatury przechowywania 8–10°C ograniczają wprawdzie akumulację cukrów redukujących w bulwach, ale pogarszają inne cechy jakości bulw związane z utratą turgoru, kiełkowaniem i stratami skrobi [FRYDECKA-MAZURCZYK 1981/1982; WILTSHIRE, COBB 1996; COBB i in. 2000; SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA, ZGÓRSKA 2005]. Niekorzystne zmiany można ograniczyć stosując inhibitory wzrostu kiełków. Stosowanie tych środków w przechowalniach ziemniaków jadalnych w większości krajów europejskich jest niedozwolone, a w przechowalniach ziemniaków przeznaczonych na przetwory spożywcze ograniczone [PUTZ 2004; DAMEULEMEESTER i in. 2005].

Jedną z metod ograniczających zawartość cukrów bez stosowania środków hamujących kiełkowanie jest przechowywanie bulw w niskich temperaturach i poddanie ich zabiegowi rekondycjonowania w temperaturach powyżej 10°C.

Od przeszło czterdziestu lat prowadzi się liczne badania, zarówno zagranicą, jak i w Polsce nad możliwością zmniejszenia zawartości sacharydów wskutek zabiegu rekondycjonowania [m.in. LISIŃSKA 1973; SAMOTUS i in. 1974; IRITANI,

WELLER 1977; STOREY, BRIDDON 1993; FRYDECKA-MAZURCZYK, ZGÓRSKA 2000; DAMEULEMEESTER i in. 2005; ZGÓRSKA, CZERKO 2006].

Wyniki tych badań wskazują, że efektywność rekondycjonowania zależy zarówno od temperatury, odmiany jak i terminu wykonywania tego zabiegu. Ponadto nie zawsze uzyskuje się obniżenie zawartości sacharydów do odpowiedniego poziomu [MACKAY 1990; MAAG, REUST 1992; STOREY, BRIDDON 1993; WILLIAMS, COBB 1992; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 2002].

Celem przeprowadzonych badań w latach 2003/2004 i 2004/2005 było określenie:

- reakcji odmian na przechowywanie w niskich temperaturach (4°C),
- możliwości zmniejszenia cukrów przy pomocy zabiegu rekondycjonowania,
- optymalnej temperatury przechowywania i czasu rekondycjonowania.

Materiał i metody

Ziemiaki uprawiano w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie w latach 2003 i 2004. Przedplonem była gorczyca biała (24 t zielonej masy na ha), a nawożenie mineralne stosowano w ilości: 92 kg N·ha⁻¹, 92 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 140 kg K₂O·ha⁻¹.

Materiał doświadczalny stanowiły odmiany jadalne: Asterix (przydatna do przetwórstwa na frytki) i Andromeda, Żagiel (przydatne do przetwórstwa na sałatki, konserwy itp.).

Bulwy badanych odmian bezpośrednio po zbiorach umieszczano w doświadczalnej przechowalni w temperaturze ok. 15°C przy wilgotności względnej powietrza 90–95%. Po upływie dwóch tygodni (dojrzewanie, gojenie ran) temperaturę stopniowo obniżano do temperatury 4°C. Przed schładzaniem oznaczono zawartość cukrów redukujących i sumy cukrów (1 termin po zbiorze). W obu latach badań odpowiednią temperaturę przechowywania (4°C) osiągnięto około 10 listopada. Po miesiącu przechowywania w temperaturze 4°C, tj. 10 grudnia rozpoczęto badania zawartości cukrów redukujących i sacharozy w bulwach, które prowadzono w odstępach miesięcznych – do 17 kwietnia (5 terminów badań). Zabieg rekondycjonowania zastosowano w czasie, kiedy zawartość cukrów redukujących w bulwach odmiany Asterix przekroczyła poziom 0,25% w świeżej masie (dopuszczalna zawartość przy produkcji frytek), a sacharydów rozpuszczalnych w bulwach odmian Andromeda i Żagiel = 1% w świeżej masie (1% dopuszczalna zawartość w ziemniakach jadalnych).

Bulwy rekondycjonowano w temperaturach 10, 15 i 20°C przez okres 7 i 14 dni.

Zawartość cukrów redukujących oznaczano metodą dinitrofenolową [TALBURT, SMITH 1987] a sacharozy metodą antronową [SOWOKINOS 1978].

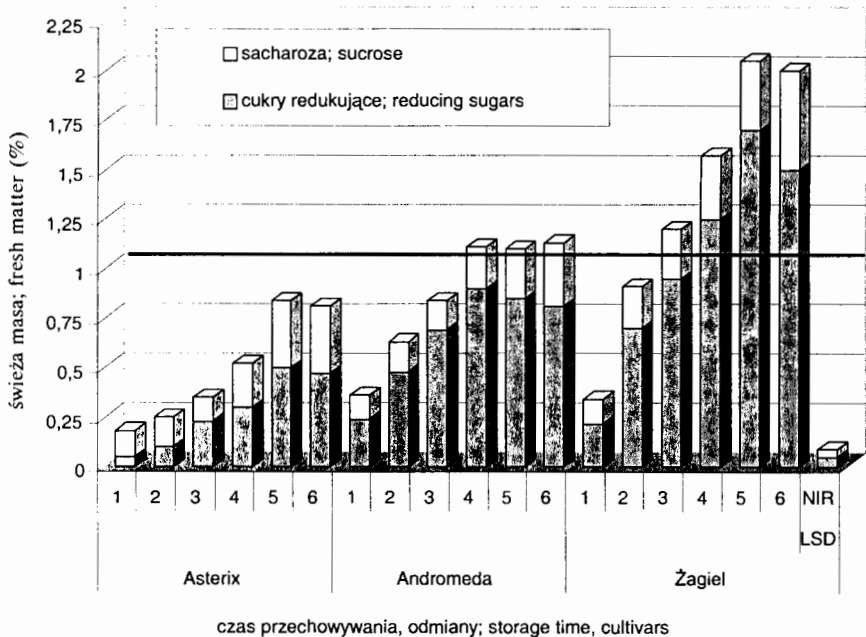
Ubytki masy bulw po rekondycjonowaniu określano wagowo – obliczano w procentach ubytki w zależności od czasu i temperatury zabiegu, w stosunku do masy bulw przed rekondycjonowaniem.

Istotność różnicowania wpływu badanych czynników określono przy zastosowaniu dwu lub trzyczynnikowej analizy wariancji test F-Senedecora dla modelu stałego w układzie niezależnym. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) stosowano test t-Studenta.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań przedstawiono jako średnie dane z dwóch lat prowadzenia doświadczeń, ze względu na nieistotność wpływu warunków klimatycznych okresu wegetacji na poziom cukrów redukujących i sacharozy w bulwach ziemniaka.

Zawartość cukrów po zbiorze i podczas przechowywania zależała od odmiany i czasu przechowywania. Bezpośrednio po zbiorze ziemniaki odmiany Asterix cechowały się najmniejszą zawartością cukrów redukujących (0,05%), a poziom tych związków w bulwach odmian Andromeda i Asterix był istotnie większy i miał wartość 0,23% w świeżej masie. Zawartość sacharozy w bulwach badanych odmian kształtowała się na tym samym poziomie (rys. 1).



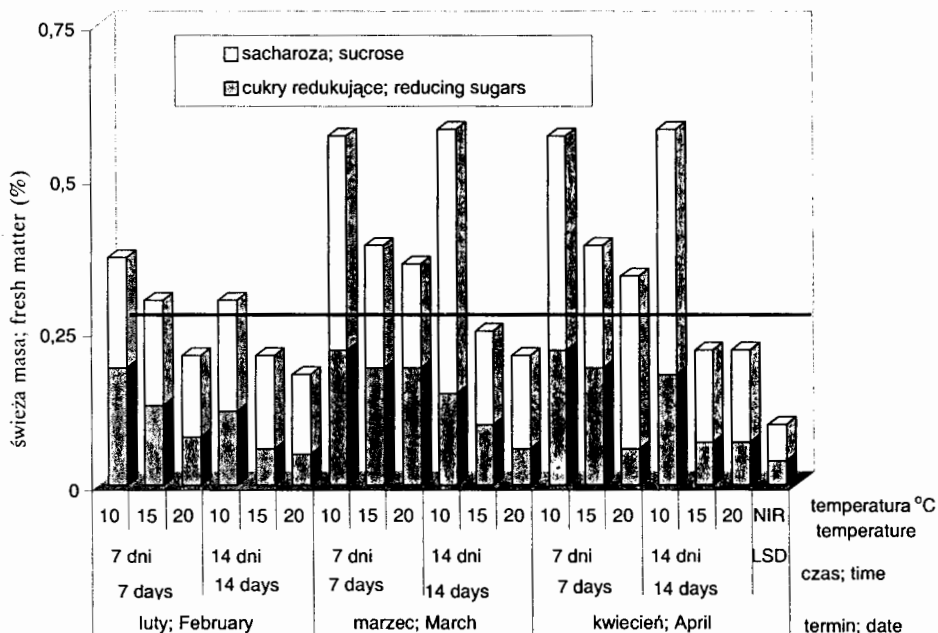
czas przechowywania, odmiany; storage time, cultivars	
1	po zbiorze; after harvest
2	10 grudzień; 10 December
3	12 styczeń; 12 January
4	14 luty; 14 February
5	15 marzec; 15 March
6	17 kwiecień; 17 April

Rys. 1. Zawartość cukrów w bulwach po zbiorze oraz podczas przechowywania w temperaturze 4°C

Fig. 1. Sugar content in potato tubers after harvest and during storage at 4°C

Po miesięcznym przechowywaniu bulw w temperaturze 4°C obserwowano zwiększenie zawartości sumy cukrów w bulwach wszystkich odmian, przy czym zmiany zawartości sacharozy były dużo mniejsze i zależały od odmiany. Istotny wzrost tego składnika w bulwach odmiany Żagiel obserwowano już w grudniu (II termin), natomiast w bulwach odmian Andromeda i Asterix w lutym (IV termin), co związane było z początkiem kiełkowania [ZGÓRSKA, SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA 2005].

Zawartość cukrów redukujących w bulwach odmiany Asterix przydatnej do produkcji frytek przekroczyła pożądaną wartość 0,25% w lutym i w tym też czasie rozpoczęto zabieg rekondycjonowania. Do końca sezonu przechowalniczego poziom cukrów w bulwach tej odmiany nie przekroczył wartości 1% (rys. 2).



Rys. 2. Zawartość cukrów w bulwach odmiany Asterix po 7 i 14 dniach zabiegu rekondycjonowania w temperaturze 10°, 15° i 20°C.

Fig. 2. Sugar content in tubers of Asterix cv. after 7 and 14 days of reconditioning at 10°, 15°, 20°C

Odmiany Andromeda i Żagiel charakteryzowały się intensywniejszą akumulacją sumy cukrów (glukoza + fruktoza + sacharoza), a zwłaszcza cukrów redukujących. Dopuszczalny poziom (1% w świeżej masie) dla odmian do bezpośredniego spożycia został przekroczony w styczniu – odmiana Żagiel i w lutym – odmiana Andromeda (rys. 1).

Zabieg rekondycjonowania powodował zmniejszenie koncentracji cukrów w bulwach wszystkich odmian.

Poziom zawartości tych związków zależał od temperatury, czasu i terminu prowadzenia zabiegu.

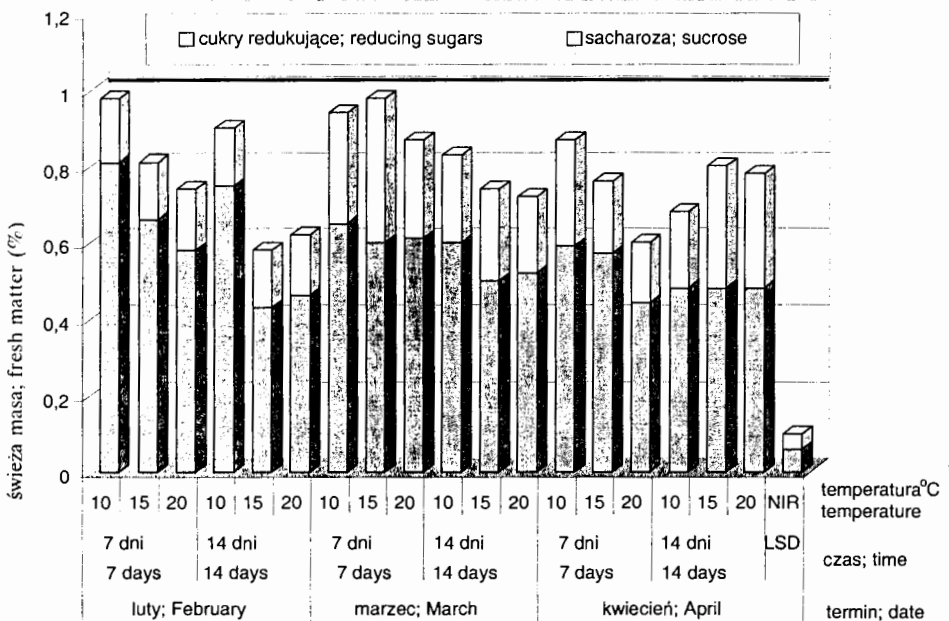
Bulwy odmiany Asterix w każdym terminie prowadzenia zabiegu niezależnie od temperatury osiągnęły odpowiednią zawartość cukrów redukujących. Wraz ze wzrostem temperatury i wydłużeniem czasu rekondycjonowania obniżał się poziom tych związków (rys. 2).

Zmniejszenie zawartości cukrów redukujących do poziomu wymaganego przez producentów frytek, po 7 dniach rekondycjonowania w temperaturze 10°C jest istotną informacją dla zakładów produkcyjnych. Krótkotrwały zabieg w tem-

peraturze możliwej do osiągnięcia (10–15°C) w przechowalniach produkcyjnych ogranicza bowiem straty naturalne masy bulw. Większość autorów prowadzących badania na ten temat stosowało wyższe temperatury (od 15 do 20°C) i dłuższy czas rekondycjonowania (14–21 dni), a efekty były zbliżone do prezentowanych w niniejszej pracy, gdzie przechowywano bulwy w temperaturze 10°C po przechowaniu bulw w temperaturze 4°C [IRITANI, WELLER 1977; STOREY, BRIDDON 1993; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 2002; DAMEULEMEESTER i in. 2005].

Odmiany Andromeda i Żagiel cechowały się intensywniejszym nagromadzeniem cukrów redukujących i sacharozy w bulwach przechowywanych w temperaturze 4°C, przy czym odmiany te różniły się istotnie pod tym względem.

Siedmiodniowy czas rekondycjonowania bulw odmiany Andromeda w temperaturze 10°C był wystarczający do obniżenia zawartości sumy cukrów do poziomu pożądanego – poniżej 1% w świeżej masie (rys. 3). W okresie wiosennym (kwiecień) 14 dniowe rekondycjonowanie bulw w temperaturach 15 i 20°C powodowało zwiększenie zawartości sacharozy. Związane to było z reakcją tej odmiany na wysokie temperatury i prawdopodobnie przyspieszonym tempem fizjologicznego starzenia [RASTOVSKI, VANES 1981; WILLIAMS, COBB 1996].

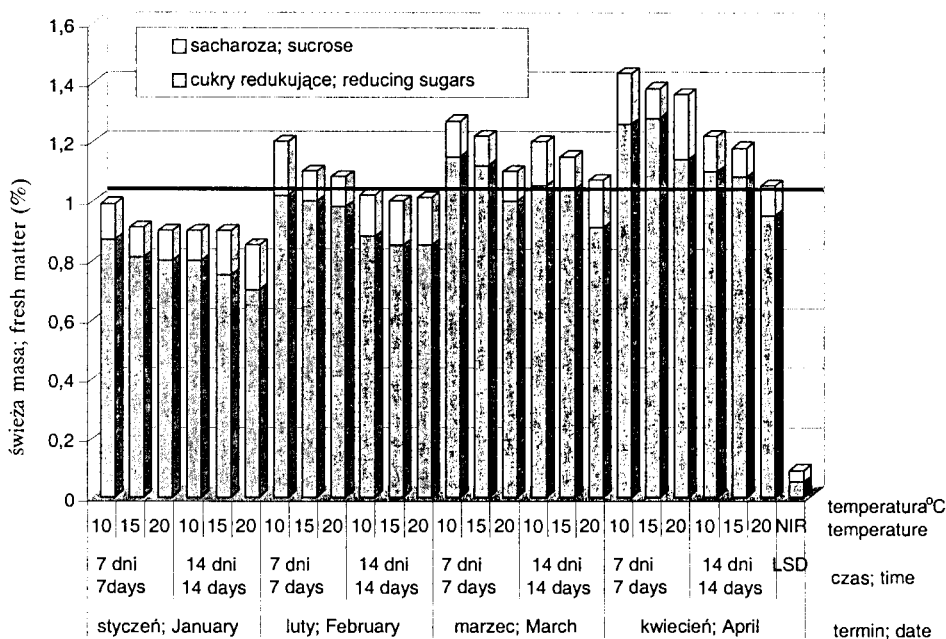


Rys. 3. Zawartość cukrów w bulwach odmiany Andromeda po 7 i 14 dniach zabiegu rekondycjonowania w temperaturze 10°, 15° i 20°C

Fig. 3. Sugar content in Andromeda cv. tubers after 7 and 14 days of reconditioning at 10°, 15°, 20°C

Rekondycjonowanie bulw odmiany Żagiel pozytywnie wpłynęło na zmniejszenie zawartości sumy cukrów niezależnie od temperatury i czasu prowadzenia

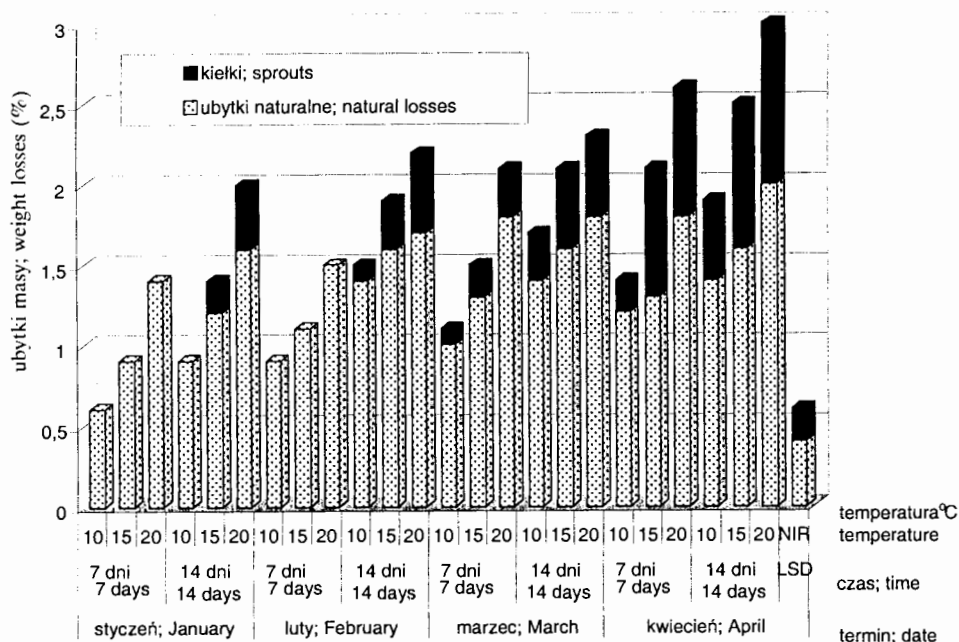
zabiegu, jedynie w styczniu (rys. 4). W lutym pożądaný poziom tych związków (poniżej 1%) uzyskano po 14 dniowym rekondycjonowaniu w temperaturach 15 i 20°C, natomiast w kwietniu niezależnie od temperatury prowadzenia zabiegu nie uzyskano pożądanego efektu. Związane to było głównie z poziomem cukrów redukujących w bulwach tej odmiany przed zabiegem rekondycjonowania. Tak wysoka zawartość tych związków nie została więc zużyta w reakcji oddychania. Wyniki te są zgodne z badaniami prowadzonymi przez wielu badaczy [m.in. WILLIAMS, COBB 1992; FRYDECKA-MAZURCZYK, ZGÓRSKA 2000].



Rys. 4. Zawartość sumy cukrów w bulwach odmiany Żagiel po 7 i 14 dniach zabiegu rekondycjonowania w temperaturze 10°, 15° i 20°C

Fig. 4. Sugar content in Żagiel cv. tubers after 7 and 14 days of reconditioning at 10°, 15°, 20°C

Ubytki masy bulw zależały od wszystkich badanych czynników tzn. czasu, temperatury i terminu rekondycjonowania (rys. 5). Nie wykazano istotnych różnic odmianowych i dlatego straty masy bulw spowodowane procesami oddychania, transpiracji i kiełkowania przedstawiono jako średnie z odmian. Ubytki naturalne zwiększały się wraz ze wzrostem temperatury i czasu rekondycjonowania. W styczniu i w lutym nie obserwowano ubytków spowodowanych kiełkowaniem po tygodniowym rekondycjonowaniu we wszystkich zastosowanych temperaturach. W okresie wiosennym (marzec, kwiecień) nastąpiło istotne zwiększenie strat masy bulw, a już siedmiodniowe rekondycjonowanie w temperaturze 10°C wpływało na straty spowodowane kiełkowaniem.



Rys. 5. Wpływ terminu, czasu i temperatury rekondycjonowania na ubytki naturalne (średnio dla 3 odmian)

Fig. 5. Effects of date, duration and temperature of reconditioning on natural weight losses (mean for 3 cultivars)

Wyniki przeprowadzonych badań wykazują, że nie można jednoznacznie określić optymalnego czasu i temperatury przechowywania dla wszystkich odmian. Badania prowadzone w IHAR Jadwisin na 20 odmianach wyraźnie wskazują, że odmiany cechujące się małą akumulacją cukrów redukujących w czasie przechowywania w temperaturach niskich można rekondycjonować w temperaturach 10–15°C przez okres od 7 do 14 dni [ZGÓRSKA, CZERKO 2006].

Wnioski

1. Badane odmiany różniły się istotnie pod względem akumulacji cukrów redukujących w bulwach w czasie przechowywania w temperaturze 4°C.
2. Krótkotrwały (7 dni) zabieg rekondycjonowania w temperaturze 10°C powoduje skuteczne zmniejszenie zawartości sumy cukrów w bulwach odmian Asterix i Andromeda.
3. Ubytki naturalne masy bulw zależą od czasu, temperatury i terminu rekondycjonowania i w okresie wiosennym osiągają najwyższą wartość.

Literatura

- COBB L.J., BLENKISOP R.W., YADA R.Y., MARANGONI A.Q. 2000. *The relationship between respiration and chipcolour during long term storage of potato tubers*. Amer. J. Potato Res: 279–287.
- DAMEULEMEESTER K., VANDEBURIE S., CLARYSSE L., GOEMINNE M., DE PROFT M., DAMEULEMEESTER M. 2005. *Cold storage and reconditioning of processing potatoes as an alternative for chemical sprout suppressants*. 16th Trien Conf. of the EAPR. Bilbao, Spain 17–22 VII, 96: 390–394.
- FRYDECKA-MAZURCZYK A. 1981/1982. *Oddychanie bulw ziemniaka w czasie wzrostu i przechowywania*. Ziemiak: 125–135.
- FRYDECKA-MAZURCZYK A., ZGÓRSKA K. 2000. *Wpływ zabiegu rekondycjonowania na jakość bulw ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Biul. IHAR 214: 313–219.
- IRITANI W.M., WELLER L.D. 1977. *Changes in sucrose and reducing sugar contents of Kennebec and Russet Burbank tubers during growth and post – harvest holding temperatures*. Amer. Potato J. 54: 395–404.
- LISIŃSKA G. 1973. *Przemiany cukry – skrobia w bulwach ziemniaczanych składowanych w różnych gazach*. Zesz. Nauk. WSR Wrocław 103: 61–70.
- MAAG W., REUST W. 1992. *Lagerung und rekonditionierung von Chipskartoffeln*. Kartoffelbau 10: 443–448.
- MACKAY G.R., BROWN J., TORRENCE C.J.W. 1990. *The processing potential of tuber of the cultivated potato after storage at low temperature*. Potato Res. 33: 211–218.
- MOTTRAM D.S., WEDZICHA B.L., DODSON A.T. 2002. *Acrylamide is formed in the Mailard reaction*. Nature 419: 448–449.
- PUTZ B. 1997. *Erste 4°C – Typen bei Kartoffeln aus deutschen Züchtung*. Granum-Verlag Detmold: 25–30.
- PUTZ B. 2004. *Reduzierende Zucker in Kartoffel*. Kartoffelbau 5: 188–192.
- RASTOVSKI A., VANĚS .A. (Red.) 1981. *Storage of Potatoes Puloc*. Wageningen: 82–98.
- SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA G., ZGÓRSKA K. 2005. *Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania ziemniaków*. Pam. Puławski 139: 233–243.
- SAMOTUS B., NIEDŹWIEDŹ 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*. Eur. Potato J. 17: 82–97.
- SOWOKINOS J.R. 1978. *Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes*. Am. Potato J. 55: 333–344.
- SOWOKINOS J.R. 2001. *Allele and isozyme patterns of UDP–glucose pyrophosphorylase as a marker for cold-sweetening resistance in potatoes*. Amer. J. Potato Res. 78: 57–64.
- STOREY R.M.J., BRIDDON A. 1993. *Reconditioning of varieties to improve processing quality*. 12th Trien. Conf. of the EAPR. Paris, France: 38–39.
- TALBURT W.F., SMITH O. 1987. *Potato processing* (4 wyd.). AVI Van Nonstrand Reinhold Company, New York.

WILLIAMS R., COBB A.H. 1992. *The relationship between storage temperature, respiration, reducing sugar content and reconditioning regime in stored potato tubers.* Aspects Appl. Biol. 33: 213–220.

WILTSHIRE J.J.J., COBB A.H. 1996. *A review of the physiology of potato tuber dormancy.* Ann. Appl. Biol. 129: 553–569.

ZGÓRSKA K., FRYDECKA-MAZURCZYK A. 2002. *Przydatność nowych polskich odmian do przetwórstwa spożywczego.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 347–354.

ZGÓRSKA K., SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA G. 2005. *Wpływ czynnika odmianowego na zmiany jakościowe w czasie długotrwałego przechowywania ziemniaków.* Pam. Puławski 139: 221–231.

ZGÓRSKA K., CZERKO Z. 2006. *Wpływ zabiegu rekondycjonowania na zawartość monosacharydów w bulwach ziemniaka i kolor produktów smażonych.* XXXVI Sesja Naukowa KNoŻ PAN. Gdynia (materiały w druku).

Słowa kluczowe: ziemniak, cukry redukujące, sacharoza, przechowywanie, rekondycjonowanie

Streszczenie

Badania prowadzono na trzech odmianach jadalnych: Asterix, Andromeda i Żagiel. Bulwy badanych odmian przechowywano w temperaturze 4°C, a następnie poddano je rekondycjonowaniu w temperaturach 10, 15 i 20°C przez 7 i 14 dni. Badania prowadzono w pięciu terminach (grudzień, styczeń, luty, marzec i kwiecień). Oznaczano następujące cechy: zawartość cukrów redukujących, sumy cukrów oraz ubytki masy bulw po rekondycjonowaniu.

Efekt rekondycjonowania zależał od odmiany, terminu i czasu prowadzenia zabiegu. Bulwy odmiany Asterix we wszystkich terminach prowadzenia zabiegu rekondycjonowania w temperaturze 10°C przez 7 dni osiągnęły odpowiedni poziom cukrów redukujących.

Bulwy odmiany Andromeda osiągnęły odpowiedni poziom sumy cukrów również w tych samych warunkach rekondycjonowania, a bulwy odmiany Żagiel taki poziom osiągnęły jedynie w styczniu. Odmiana ta wymaga wyższych temperatur i czasu rekondycjonowania. Czas i temperatura rekondycjonowania wpływały na ubytki masy bulw szczególnie w okresie wiosennym.

RECONDITIONING OF POTATO TUBERS STORED AT LOW TEMPERATURE – THE METHODS REDUCING TOTAL SOLUBLE SUGAR CONTENTS IN POTATO TUBERS

Kazimiera Zgórska, Zbigniew Czerko

Department of Potato Storage and Processing,
Plant Breeding and Acclimatization Institute, Research Division Jadwisin

Key words: potato, reducing sugars, sucrose, storage, reconditioning

Summary

Experiment was carried out on the table potato cultivars: Asterix, Andromeda i Żagiel. The tubers were stored at 4°C and reconditioned at 10°, 15° and 20°C for 7 and 14 days. The investigations were carried out in five periods (December, January, February, March and April).

Reducing sugars, total sugar contents and weight losses were determined after reconditioning. The effect of reconditioning was dependent on cultivars, time and date of treatment.

Asterix cv. tubers reconditioned in all terms at 10°C over 7 days reached appropriate level of sugars. Andromeda cv. tubers reached adequate total sugar contents under the same reconditioning conditions.

Żagiel tubers reached such a level only in January: this cultivar demands higher temperature and longer reconditioning duration.

Time and temperature of reconditioning influenced weight losses of the tubers especially in spring time.

Doc. dr hab. Kazimiera **Zgórska**
Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział Jadwisin
05-140 SEROCK
e-mail: k.zgorska@ihar.edu.pl