

MAGDALENA GRUDZIŃSKA, KAZIMIERA ŻGÓRSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin  
Oddział w Jadwisinie

## WPLYW EFEKTYWNOŚCI ZABIEGU REKONDYCJONOWANIA WYBRANYCH ODMIAN BULW ZIEMNIAKA NA BARWĘ FRYTEK

**Streszczenie.** Badania prowadzono na pięciu odmianach ziemniaka jadalnego: ‘Oman’, ‘Gracja’, ‘Tajfun’, ‘Niagara’, ‘Syrena’. Bulwy badanych odmian przechowywano w temperaturach 3, 5 i 8°C, a następnie poddawano je rekondycjonowaniu w temperaturze 20°C przez 14 dni. Badania prowadzono w dwóch terminach: po zbiorze oraz po siedmiu miesiącach przechowywania. Oznaczano zawartość cukrów redukujących. Jasność frytek oceniano metodą obiektywną w systemie CIE L\*a\*b\*. Bulwy wszystkich badanych odmian cechowały się małą zawartością cukrów redukujących po zbiorze oraz po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 8°C. Wysoką efektywnością i skutecznością zabiegu rekondycjonowania charakteryzowały się bulwy odmiany ‘Oman’. Ziemniaki tej odmiany można przechowywać w niskich temperaturach z zastosowaniem zabiegu rekondycjonowania. Produkt smażony wykonany z tych bulw miał odpowiednią barwę. Ziemniaki odmiany ‘Gracja’ można przechowywać w temperaturze 5°C bez zastosowania rekondycjonowania.

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

### Wstęp

Ziemniaki jadalne, a zwłaszcza przeznaczone do przetwórstwa na produkty smażone – frytki – nie mogą zawierać więcej niż 0,25% cukrów redukujących. Podczas smażenia cukry redukujące (glukoza, fruktoza) wchodzi w reakcję z wolnymi aminokwasami (reakcje Maillarda) w jej wyniku tworzą się związki o brunatnym zabarwieniu i powstają szkodliwe dla zdrowia akrylamidy (HEBEISEN i IN. 2005, TAJNER-CZOPEK i IN. 2008). Ciemne produkty są gorzkie, a ich barwa jest niepożądana, co dyskwalifikuje odmianę w przetwórstwie.

Przechowywanie bulw ziemniaka w niskich temperaturach (3-5°C) ogranicza proces oddychania, transpiracji i kiełkowania, ale w znaczący sposób prowadzi do akumulacji cukrów redukujących (RASTOVSKI i VAN ES 1981, SOWOKINOS 2007, SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA i ZGÓRSKA 2005, ZGÓRSKA i CZERKO 2006, GROZA i IN. 2006, GRUDZIŃSKA 2008).

W praktyce ziemniaki do produkcji frytek są przechowywane 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 i ZGÓRSKA 2005). W celu ograniczenia tych zmian stosowane są chemiczne środki hamujące te procesy. W większości krajów europejskich stosowanie inhibitorów wzrostu kiełków w przechowalniach ziemniaków jadalnych jest niedozwolone, a w przechowalniach ziemniaków przeznaczonych na przetwory spożywcze ograniczone (KLEINKOPF i IN. 2003, PUTZ 2004).

Jedną z metod ograniczających zawartość cukrów redukujących bez zastosowania środków chemicznych jest przechowywanie bulw w niskich temperaturach i poddanie ich zabiegowi rekondycjonowania w temperaturze powyżej 10°C. Od wielu lat prowadzi się liczne badania, zarówno za granicą, jak i w Polsce, nad możliwością zmniejszenia zawartości cukrów redukujących za pomocą tego zabiegu (IRITANI i WELLER 1977, FRYDECKA-MAZURCZYK i ZGÓRSKA 2000, DEMEULEMEESTER i IN. 2005, ZGÓRSKA i CZERKO 2006). Wyniki tych badań wskazują, że nie zawsze uzyskuje się zmniejszenie zawartości cukrów redukujących do pożądanego poziomu.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu efektywności zabiegu rekondycjonowania badanych odmian ziemniaka na barwę frytek oraz ustalenie kierunku zmian zawartości cukrów redukujących w bulwach przechowywanych w niskich temperaturach, a następnie po rekondycjonowaniu.

## **Material i metody**

Materiałem do badań było pięć odmian ziemniaka jadalnego: odmiany wczesne 'Oman' i 'Gracja', odmiana średniowczesna 'Tajfun', odmiany średniopóźne 'Niagara' i 'Syrena'.

Ziemniaki uprawiano na polu doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział w Jadwisinie w latach 2008-2009.

Bulwy badanych odmian bezpośrednio po zbiorze przechowywano w doświadczalnej przechowalni przez siedem miesięcy w temperaturach 3, 5 i 8°C przy wilgotności względnej powietrza 90-95%.

Do badań pobierano mniej więcej po 10 kg ziemniaków z każdej odmiany bezpośrednio po zbiorze oraz po siedmiu miesiącach przechowywania z każdej kombinacji temperaturowej. Ziemniaki, które były przechowywane przez okres siedmiu miesięcy w temperaturach 3 i 5°C, poddawano zabiegowi rekondycjonowania przez 14 dni w temperaturze 20°C.

W bulwach ziemniaka po zbiorze, po siedmiu miesiącach składowania w temperaturze 3, 5 i 8°C oraz po wykonaniu zabiegu rekondycjonowania oznaczano zawartość cukrów redukujących metodą dwunitrofenolową (TALBURT i SMITH 1987).

Do sporządzania frytek pobierano po 10 bulw w każdym terminie badań, z każdej kombinacji temperaturowej oraz po rekondycjonowaniu.

Frytki wykonywano w następujący sposób: bulwy myto, wycinano z nich słupki (10 mm × 10 mm) wzdłuż osi stolon-wierzchołek, następnie osuszano na bibule i smażyło w głębokim oleju w temperaturze 180°C przez 3 min.

Jasność produktu smażonego oznaczano metodą obiektywną w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  z użyciem chromometru Minolta CR-300. Wyniki otrzymane z oznaczenia jasności wyrażano współczynnikiem jasności  $L^*$  ( $L^* > 60$  – barwa odpowiednia,  $L^* < 60$  – barwa nieodpowiednia).

Istotność zróżnicowania wpływu badanych czynników określano z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji (test F-Snedecora) dla modelu stałego w układzie niezależnym. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) stosowano test t Studenta.

## Wyniki i dyskusja

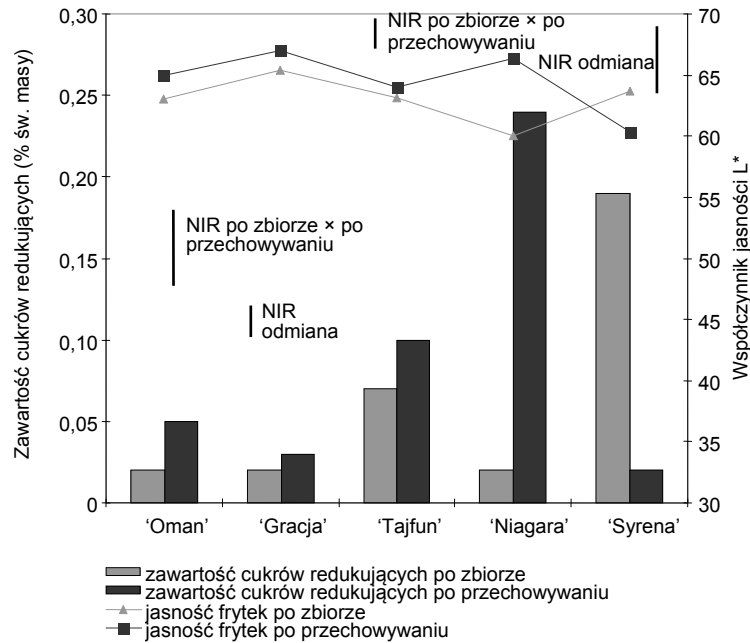
Na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat wielu autorów (MAZZA 1983, NELSON i SOWOKINOS 1983, SOWOKINOS i PRESTON 1988, MACKAY i IN. 1990, RODRIGUEZ-SAONA i WROLSTAD 1997, PUTZ 2004, ZGÓRSKA i CZERKO 2006) wykazało istotną korelację pomiędzy zawartością cukrów redukujących w bulwach a barwą frytek. Im większa jest zawartość cukrów w bulwach, tym ciemniejsza jest barwa produktu smażonego.

Na rysunku 1 przedstawiono zawartość cukrów redukujących w bulwach bezpośrednio po zbiorze i po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 8°C oraz jasność frytek. Małą zawartością cukrów redukujących bezpośrednio po zbiorze oraz po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 8°C cechowały się bulwy odmian 'Oman', 'Gracja' oraz 'Tajfun'. Barwa frytek wykonanych z tych odmian była najjaśniejsza. Istotnie większą zawartością sacharydów redukujących oraz ciemniejszą barwą produktu cechowały się frytki uzyskane z bulw odmiany 'Syrena' po zbiorze oraz odmiany 'Niagara' po siedmiu miesiącach składowania. We wszystkich badanych bulwach ziemniaka, zarówno po zbiorze, jak i po składowaniu w 8°C, zawartość cukrów redukujących nie przekroczyła wartości 0,25%. Jasność frytek wykonanych z tych bulw była odpowiednia (współczynnik jasności  $L^* > 60$ ).

Po siedmiu miesiącach przechowywania bulw w niskich temperaturach obserwowano istotne zwiększenie zawartości cukrów redukujących (rys. 2).

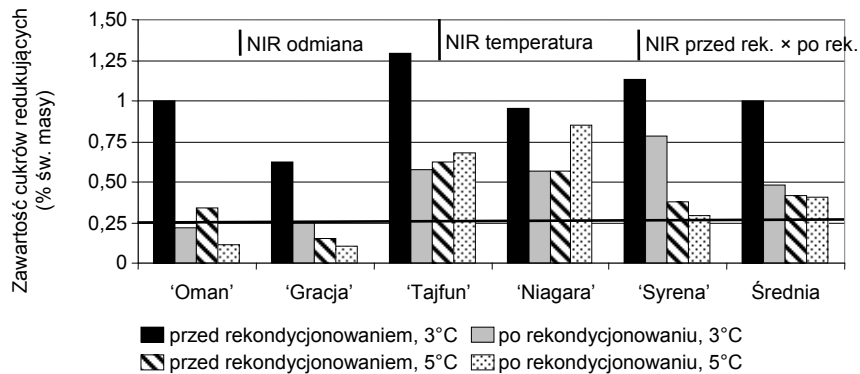
Duże nagromadzenie się zawartości cukrów redukujących nastąpiło w ziemniakach składowanych w temperaturze 3°C niezależnie od odmiany. Największą zawartością omawianego składnika stwierdzono w bulwach odmian 'Tajfun', 'Syrena' oraz 'Oman' (od 1 do 1,3%).

Przyczyną procesu tworzenia się cukrów redukujących w bulwach ziemniaka przechowywanych w niskich (3-5°C) temperaturach jest uaktywnienie się enzymu inwertazy, która katalizuje rozkład sacharozy do cukrów prostych (COTTRELL i IN. 1993, NOURIAN i IN. 2003). DUBLESSIS i IN. (1996), RICHARDSON i IN. (1990), udowodnili, że maksymalna aktywność enzymu i czas jego działania zależą od temperatury przechowywania. W temperaturze 3-4°C jego aktywność jest istotnie większa niż w temperaturze 8-10°C. Istnieją jednak odmiany bulw ziemniaka, które pomimo przechowywania



Rys. 1. Zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka po zbiorze i po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 8°C oraz barwa frytek

Fig. 1. Reducing sugars content in potato tubers tested varieties after harvest and after seven months of storage at 8°C and colour of French fries



Rys. 2. Zawartość cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 3 i 5°C przed zabiegiem i po zabiegu rekondycjonowania

Fig. 2. Reducing sugars content in potato tubers tested varieties after seven months of storage at 3 and 5°C before and after reconditioning

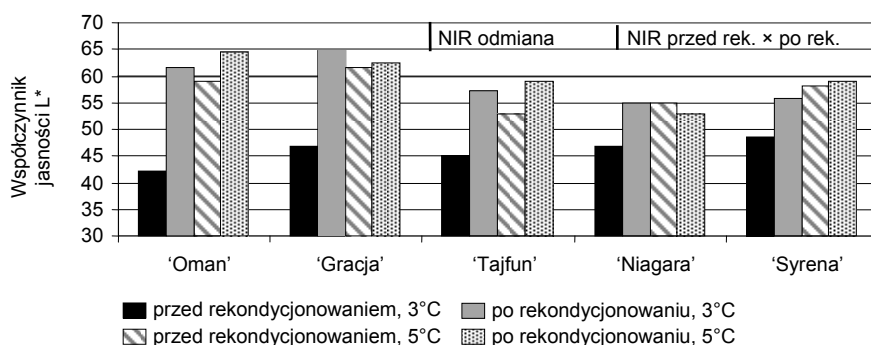
w niskich temperaturach nie nagromadzają omawianego składnika. Są to odmiany typu 4°C (PEREIRA i IN. 1995, PUTZ 2004). W literaturze światowej nazywane są *cold storage* (CLAASSEN i IN. 1992, EDWARDS i IN. 2002, HERTOĞ i IN. 1997). Do takich odmian należy ‘Gracja’, która niezależnie od temperatury przechowywania miała najniższy wśród badanych odmian poziom cukrów redukujących.

Po wykonaniu zabiegu rekondycjonowania bulw składowanych w temperaturze 3°C zauważono, że największą efektywnością zastosowanego zabiegu cechowały się ziemniaki odmian ‘Oman’ i ‘Tajfun’ (zmniejszenie zawartości cukrów redukujących odpowiednio o 0,78% i 0,71%). W pozostałych odmianach zawartość cukrów redukujących po rekondycjonowaniu kształtowała się na poziomie 0,35-0,38%.

W bulwach odmiany ‘Niagara’ przechowywanych w temperaturze 5°C po rekondycjonowaniu obserwowano istotny wzrost zawartości cukrów redukujących. Przyczyną tego mogło być intensywne kiełkowanie ziemniaków oraz transpiracja w czasie rekondycjonowania. Zarówno kiełkowanie ziemniaków, jak i nadmierna transpiracja prowadzą do utraty turgoru bulw. Zjawisko to w literaturze nazywane jest *scenescensweetening* (RASTOVSKI i VAN ES 1981). Okres zabiegu rekondycjonowania (14 dni) dla tej odmiany był za długi, a temperatura (20°C) zbyt wysoka.

Skuteczność zastosowanego zabiegu zauważono jedynie w bulwach odmian ‘Oman’ i ‘Gracja’.

Jasność frytek wykonanych z bulw odmiany ‘Oman’ przechowywanych w niskich temperaturach po zabiegu rekondycjonowania była odpowiednia. Jasną barwą cechowały się także frytki wykonane z ziemniaków odmiany ‘Gracja’ przechowywanych w 3°C po rekondycjonowaniu. Bulwy odmiany ‘Gracja’ przechowywane w 5°C nie wymagały zastosowania zabiegu rekondycjonowania przy produkcji frytek (rys. 3).



Rys. 3. Jasność frytek wykonanych z bulw badanych odmian ziemniaka po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 3 i 5°C przed zabiegiem i po zabiegu rekondycjonowania

Fig. 3. Brightness of French fries made from potato tubers tested varieties after seven months of storage at 3 and 5°C before and after reconditioning

## Wnioski

1. Małą zawartością cukrów redukujących po zbiorze oraz po siedmiu miesiącach przechowywania w temperaturze 8°C cechowały się bulwy wszystkich badanych odmian

2. Dużą efektywnością i skutecznością zabiegu rekondycjonowania charakteryzowały się bulwy odmiany 'Oman'. Ziemniaki tej odmiany można przechowywać w niskich temperaturach z zastosowaniem zabiegu rekondycjonowania. Produkt smażony wykonany z tych bulw miał odpowiednią jasność.

3. Ziemniaki odmiany 'Gracja' można przechowywać w temperaturze 5°C bez konieczności rekondycjonowania.

4. Nieodpowiednio dobrane parametry procesu rekondycjonowania mogą doprowadzić do zwiększenia zawartości cukrów redukujących.

## 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.
- DEMEULEMEESTER K., VANDEBURIE S., CLAYSSE L., GOEMINNE M., DE PROFT M., DEMEULEMEESTER M., 2005. Cold storage and reconditioning of processing potatoes as an alternative for chemical sprout suppressants. W: 16<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17-22, Bilbao, Spain 2005. Abstracts of Papers and Posters. 390-394.
- DUBLESSIS P.M., MARANGONI A.G., YADA R.Y., 1996. A mechanism for low temperature induced sugar accumulation in stored potato tubers: the potential role of the alternative pathway and invertase. *Am. Potato J.* 73: 483-493.
- EDWARDS CH.G., ENGLAR J.W., BROWN CH.R., PETERSON J.C., SORENSEN E.J., 2002. Changes in color and sugar content of yellow-fleshed potatoes stored at three different temperatures. *Am. J. Potato Res.* 79: 49-53.
- FRYDECKA-MAZURCZYK A., ZGÓRSKA K., 2000. Wpływ zabiegu rekondycjonowania na jakość bulw ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 214: 313-319.
- GROZA H.J., BROWER B.D., STEVENSON W.R., SOWOKINOS J.R., GLYNN M.T., PELOQUIN S.J., BUSSAN A.J., JIANG J., 2006. Chipping potato variety with level of resistance to cold sweetening. *Am. J. Potato Res.* 3: 259-267.
- GRUDZIŃSKA M., 2008. Wpływ warunków przechowywania ziemniaka na jednolitość barwy frytek. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 530: 335-342.
- HEBEISEN T., BALLMER T., GUTHAPFEL N., TORCHE J.M., REUST W., 2005. Suitable potato varieties reduce acrylamide formation in processed products and dishes. W: 16<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17-22, Bilbao, Spain 2005. Abstracts of Papers and Posters. 496-500.
- HERTOG M.L.A.T.M., PUTZ B., TIJSKENS L.M.M., 1997. The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: experimental data described, using a physiological based, mathematical model. *Potato Res.* 40: 69-78.

- 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. *Am. Potato J.* 54: 395-404.
- KLEINKOPF G.E., OBERG N.A., OLSEN N.L., 2003. Sprout inhibition in storage: Current status, new chemistries and natural compounds. *Amer. J. Potato Res.* 80: 317-327.
- MACKAY G.R., BROWN J., TORRANCE C.J.W., 1990. The processing potential of tubers of the cultivated potato, *Solanum tuberosum* L. after storage at low temperature. 1. Fry colour. *Potato Res.* 33: 211-218.
- MAZZA G., 1983. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long – term storage. *Am. Potato J.* 60: 145-159.
- NELSON D.C., SOWOKINOS J.R., 1983. Yield and relationships among tuber size, sucrose and chip color in six potato cultivars on various harvest dates. *Am. Potato J.* 60: 949-958.
- NOURIAN F., RAMASWAMY H.S., KUSHALAPPA A.C., 2003. Kinetics of quality changes associated with potatoes stored at different temperatures. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 36: 49-65.
- PEREIRA A. DA S., TAI G.C.C., YADA R.Y., COFFIN R.H., SOUSA-MUCHADO V., 1995. Genetic advance for chip colour on potatoes. *Euphytica* 84: 133-138.
- PUTZ B., 2004. Reduzierende Zucker in Kartoffel. *Kartoffelbau* 5: 188-192.
- RASTOVSKI A., VAN ES A., 1981. Storage of potatoes. Pudoc, Wageningen.
- RICHARDSON D.L., DAVIES H.A., MACKAY G.R., 1990. Invertase activity and its relation to hexose accumulation in potato tubers. *J. Exp. Bot.* 41: 95-99.
- RODRIGUEZ-SAONA L.E., WROLSTAD R.E., 1997. Influence of potato composition on chip color quality. *Am. Potato J.* 74: 87-106.
- SHERMAN M., ERWING E.E., 1983. Small tuber studies of sugar accumulation in potatoes. *Am. Potato J.* 60: 321-327.
- SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA G., ZGÓRSKA K., 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. *Pam. Puław.* 139: 233-243.
- SOWOKINOS J.R., 1978. Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage live of potatoes. *Am. Potato J.* 55: 333-344.
- SOWOKINOS J.R., 2007. The canon of potato science: carbohydrate metabolism. *Potato Res.* 50: 367-370.
- SOWOKINOS J.R., PRESTON D.A., 1988. Maintenance of potato processing quality by chemical maturity monitoring (CMM). *Minn. Agric. Exp. Stn. Stn. Bull.* 586: 1-11.
- TAJNER-CZOPEK A., KITA A., LISIŃSKA G., 2008. Zawartość akryloamidów w frytkach w zależności od temperatury i czasu smażenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 530: 371-379.
- TALBURT W.F., SMITH O., 1987. Potato processing. AVI Van Nonstrand Reinhold, New York.
- ZGÓRSKA K., CZERKO Z., 2006. Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskich temperaturach – metodą ograniczającą zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 511: 547-556.

#### THE INFLUENCE OF RECONDITIONING EFFECTIVENESS OF POTATO TUBERS OF SELECTED CULTIVARS ON COLOUR OF FRENCH FRIES

**Summary.** The experiment was carried out on five potato cultivars: ‘Oman’, ‘Gracja’, ‘Tajfun’, ‘Niagara’, ‘Syrena’. The tubers were stored at 3, 5 and 8°C and reconditioned at 20°C for 14 days. The investigations were carried out in two periods: after harvest and seven months of storage. Reducing sugar contents were determined after harvest and seven months of storage at 3, 5 and

8°C and reconditioned. Colours of French fries were estimated using objective method in system CIE L\*a\*b\*. Low content of reducing sugar after harvest and storage at 8°C were observed in all tested potato tubers of all cultivars. High efficiency and effectiveness of the reconditioning process were observed in tubers of 'Oman' cultivar. Potatoes of that cultivar can be stored at low temperatures using reconditioning. Colours of French fries made from 'Oman' cultivar after reconditioning were appropriate. Potato cultivar 'Gracja' can be stored at 5°C without reconditioning. The colours of French fries made from this cultivar was appropriate.

**Key words:** potato, cultivar, storage, reconditioning, reducing sugars, colour of French fries

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Magdalena Grudzińska, Zakład Przetwórstwa i Przechowalnictwa Ziemniaka, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, Oddział w Jadwisinie, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock, Poland, e-mail: m.grudzinska@ihar.edu.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*9.02.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*Grudzińska M., Zgórska K., 2010. Wpływ efektywności zabiegu rekondycjonowania wybranych odmian bulw ziemniaka na barwę frytek. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #17.*