

ZMIANY SKŁADU CHEMICZNEGO BULW ZIEMNIAKA PODCZAS PRZECHOWYWANIA I ICH WPŁYW NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI CHIPSÓW

Barbara Krzysztofik

*Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

Krzysztof Sulkowski

TOP FARMS Glubczyce Sp. z o.o.

Streszczenie. Podczas przechowywania ziemniaków następuje zmiana składu chemicznego, polegająca m.in. na rozkładzie skrobi oraz zwiększeniu zawartości suchej masy w wyniku odparowania części wody co może powodować zmianę typu kulinarnego. Ziemniaki przeznaczone do przetwórstwa na wyroby smażone nie mogą zawierać więcej niż 0,15%-0,25% cukrów redukujących. Podczas procesu smażenia cukry redukujące wchodzi w reakcję z wolnymi aminokwasami, w wyniku której tworzą się związki o brunatnym zabarwieniu i powstaje szkodliwy dla zdrowia akrylamid. Uzyskane produkty są gorzkie, a ich barwa jest niepożądana. Oceniano jakości chipsów czyli tzw. defektów w zależności od: terminu zbioru, temperatury bulw oraz zawartości cukrów w bulwach po zbiorze i podczas przechowywania. Uzyskane wyniki potwierdzają wzrost zawartości suchej masy i cukrów redukujących oraz zmianę barwy chipsów.

Słowa kluczowe: ziemniak, przechowywanie, cukry, chipsy, barwa

Wprowadzenie

Ziemniaki przeznaczone na chipsy poza spełnieniem wymagań dotyczących ich wielkości, kształtu, powinny charakteryzować się odpowiednią zawartością suchej masy oraz cukrów redukujących. Zawartość suchej masy i cukrów redukujących zależy przede wszystkim od odmiany. Innym czynnikiem jest termin zbioru. Zbiór ziemniaków nie w pełni dojrzałych wiąże się z otrzymaniem bulw o podwyższonej zawartości cukrów a obniżonej zawartości suchej masy. Również podczas przechowywania ziemniaków następuje zmiana składu chemicznego, polegająca m. in. na rozkładzie skrobi i podwyższeniu zawartości cukrów redukujących. Natomiast utrata wody w wyniku transpiracji powoduje wzrost zawartości suchej masy, co wpływa na zmianę typu kulinarnego bulw (Mozolewski,

1999; 2000; Van Dijk i in., 2002; Zgórska i in., 2005b, 2006). Straty związane m.in. z oddychaniem w okresie długotrwałego przechowywania można ograniczyć poprzez obniżenie temperatury, ale to pociąga za sobą ryzyko podwyższenia w bulwach poziomu cukrów redukujących poza graniczną wartość, która decyduje o przydatności bulw do produkcji chipsów i ich jakości (Fydecka-Mazurczyk i Zgórska, 2000, 2002; Lisińska, 2000; Zgórska, 2003).

W praktyce ziemniaki do wyrobu 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 i 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 i 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.

Ziemniaki przeznaczone do przetwórstwa na wyroby smażone nie mogą zawierać więcej niż 0,15%-0,25% cukrów redukujących. Podczas procesu smażenia cukry redukujące wchodzi w reakcję z wolnymi aminokwasami (reakcja Maillarda), w wyniku których tworzą się związki o brunatnym zabarwieniu i powstaje szkodliwy dla zdrowia akrylamid (Copp i in., 2000; Grudzińska i Zgórska, 2008; Pedreschi i in., 2005; Hebeisen i in., 2005). Uzyskane produkty nadają gorzki smak, a ich barwa jest niepożądana.

Celem pracy była ocena zmian jakości chipsów czyli tzw. defektów w zależności od: terminu zbioru, temperatury bulw podczas zbioru i przechowywania oraz zawartości cukrów redukujących i cukrów ogółem w bulwach.

Material i metoda

Badania prowadzono podczas zbioru oraz w trakcie przechowywania dla każdej partii ziemniaków, która wynosiła 700 t, z komór o pojemności 3 tys. ton każda. Badaniem objęto dwie chipsowe odmiany ziemniaka (Saturna i VR808), dla których przeprowadzono badania w 12 terminach (2 terminy podczas zbioru i 10 terminów podczas przechowywania). Podczas zbioru oraz przechowywania badano temperaturę bulw oraz wilgotność powietrza, które to czynniki wpływają istotnie na zmiany zachodzące w bulwach ziemniaka. Pomiar zawartości suchej masy z wykorzystaniem hydrometru przeprowadzono dla prób o masie 3,63 kg w 5 powtórzeniach dla każdej partii ziemniaków. Pomiar zawartości cukrów ogółem, glukozy, cukrów zewnętrznych (na powierzchni obranej bulwy), cukrów wewnętrznych (na powierzchni plastra) przeprowadzono dla bulw i plasterów surowych za pomocą RQflex 10 Reflectometru (rys. 1). Metoda wykonania badań, ich zakres oraz użyte narzędzia pomiarowe były zgodne z zaleceniami firmy Frito Lay, będącej głównym odbiorcą ziemniaka. Do badań pobierano po 30 bulw z każdej partii ziemniaków, z których otrzymywano plastry o grubości 1,7 mm. Z każdej partii ziemniaków i dla danego terminu badań pobierano po 300 plasterów ziemniaka. Plastry po opłukaniu w zimnej wodzie przez

45 sekund, osączano i smażyło w oleju o temp. 177°C w czasie 3 min. (temperaturę i czas smażenia przyjęto zgodnie z metodyką zalecaną przez Frito Lay). Tak otrzymane próby stanowiły materiał do oceny barwy chipsów i defektów (wad) – ocenę prowadzono dla 100 g chipsów, każdej partii materiału, w świetle dziennym, porównując uzyskane chipsy z obowiązującym wzorcem w skali 10-cio stopniowej (1 – chipsy o jasnej barwie, 10 – chipsy o ciemnej barwie). Spośród wad wyodrębniono chipsy zazielenione, o niepożądanym barwie oraz z defektami zewnętrznymi i wewnętrznymi. Chipsy zazielenione o przebarwieniu na brzegach, powstały z bulw wystawionych na ekspozycję światła, które powoduje tworzenie się glikoalkaloidów – solaniny i chakoniny. Ich zawartość pogarsza ogólny wygląd, daje gorzki smak a chipsy nie są atrakcyjne dla konsumenta. Jako niepożądaną barwę zakwalifikowano powierzchnię chipsa o innym zabarwieniu (ciemny, brązowy, biały, szary, różowy, fioletowy) niezgodnym z wzorcem, które zaliczano do jednej wspólnej grupy. Jako defekty wewnętrzne uznano przebarwienia na chipsach zajmujące powierzchnię <50% i zlokalizowane tak, że nie stykały się z krawędzią chipsa. Do chipsów z defektami zewnętrznymi zaliczono te, których przebarwienia o różnych barwach wystąpiły na powierzchni <50% i stykały się z brzegiem chipsa.



Rysunek 1. RQflex 10 Reflectometer

Figure 1. RQflex 10 Reflectometer

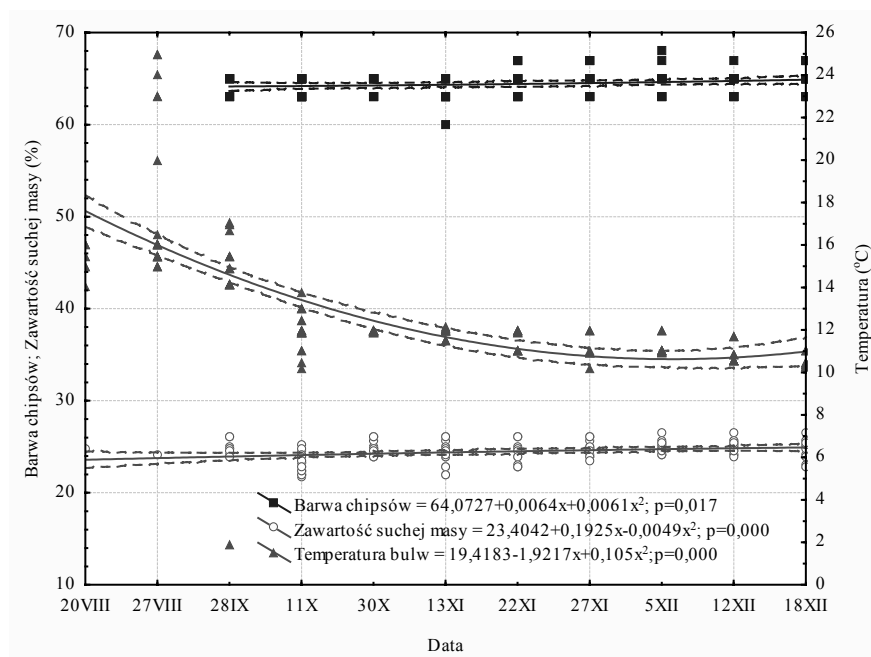
Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Wyznaczono krzywe zmian barwy chipsów w zależności od zawartości suchej masy i temperatury bulw, zawartości cukrów ogółem i glukozy, wielkości i rodzaju defektów chipsów w czasie przechowywania. Pomiedzy badanymi zmiennymi zaleznymi obliczono korelację na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki badań i ich analiza

Przeprowadzona analiza wyników wskazuje, że wilgotność powietrza w przechowalni utrzymywana była przez cały okres na poziomie wymaganym dla ziemniaków przeznaczonych na produkty smażone. Wraz z wydłużeniem okresu przechowywania wzrastała zawartość suchej masy bulw, która w przedziale od 20VIII (początek zbioru – pierwszy pomiar) do 18XII (ostatni pomiar) zmieniła się istotnie (rys. 2). W tym samym przedziale

czasu obniżyła się temperatura bulwy z 16 do około 10°C. Na zmianę barwy chipsów istotnie wpłynęła zmiana zawartości suchej masy co potwierdzają wyniki analizy korelacji (tabela 1). Barwa chipsów była zmieniała się istotnie w czasie przechowywania bulw.

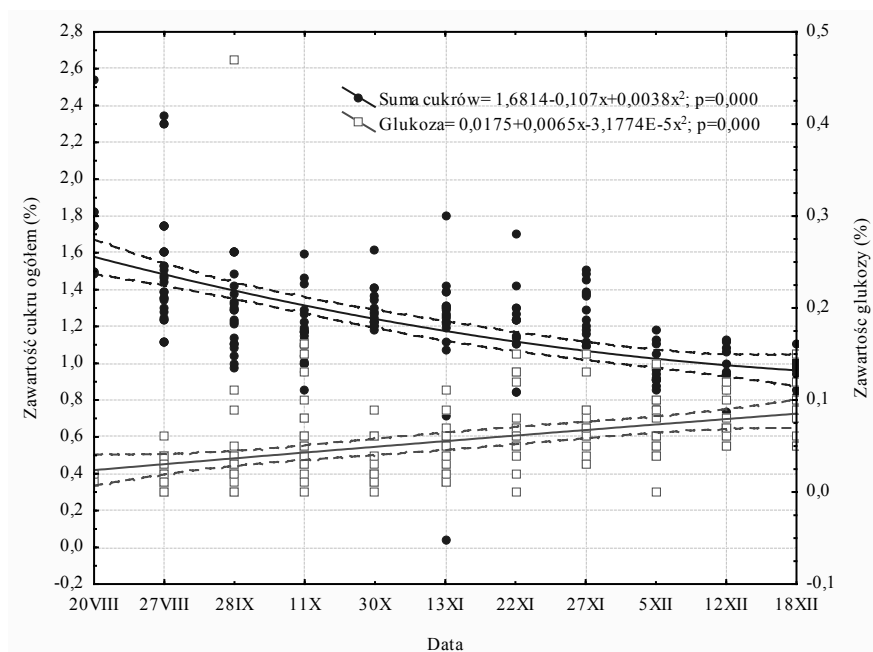
Analiza zmian zawartości cukrów ogółem w bulwach wskazuje, że od początku zbioru do końca okresu pomiarowego obniżał się istotnie ich poziom od wartości około 1,6 do niespełna 1%, natomiast istotnie wzrastał poziom glukozy (jako jeden ze składników cukrów redukujących) odpowiedzialnej za barwę chipsów (rys. 3).



Rysunek 2. Zmiana zawartości suchej masy i temperatury bulw oraz barwy chipsów w czasie zbioru i przechowywania

Figure 2. Change of the content of dry mass and temperature of tubers and colour of crisps during crops and storage

Zawartość glukozy w bulwach w ostatnim terminie pomiaru nie przekroczyła 0,1% co oznacza, że poziom cukrów redukujących nie przekraczał 0,2%, czyli mieścił się w zakresie wymagań stawianych dla bulw przeznaczonych na produkty smażone (rys. 3). Barwa chipsów była istotnie zależna od zawartości cukrów ogółem i glukozy co potwierdzają wyniki korelacji. Wyższe współczynniki korelacji odnotowano dla barwy chipsów w zależności od zawartości glukozy.

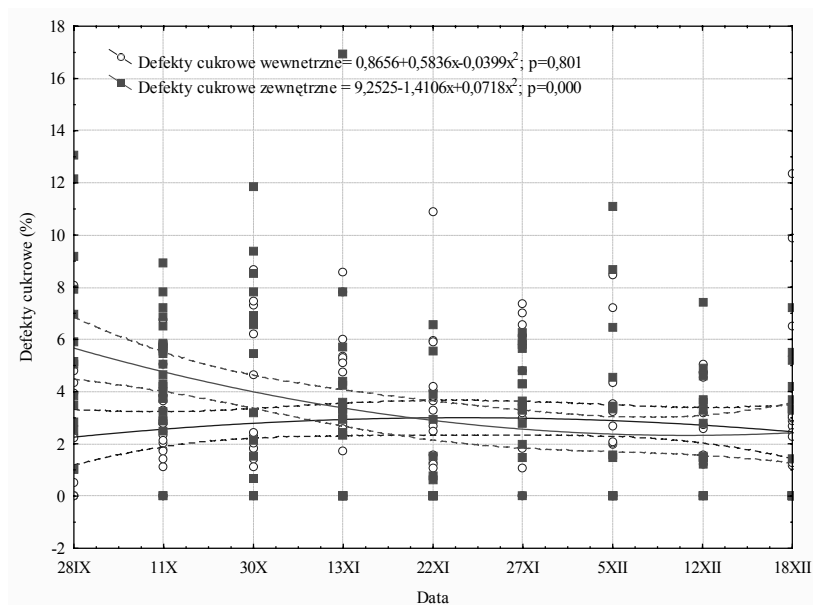


Rysunek 3. Zmiana zawartości cukrów ogółem i glukozy w bulwach ziemniaka w czasie zbioru i przechowywania

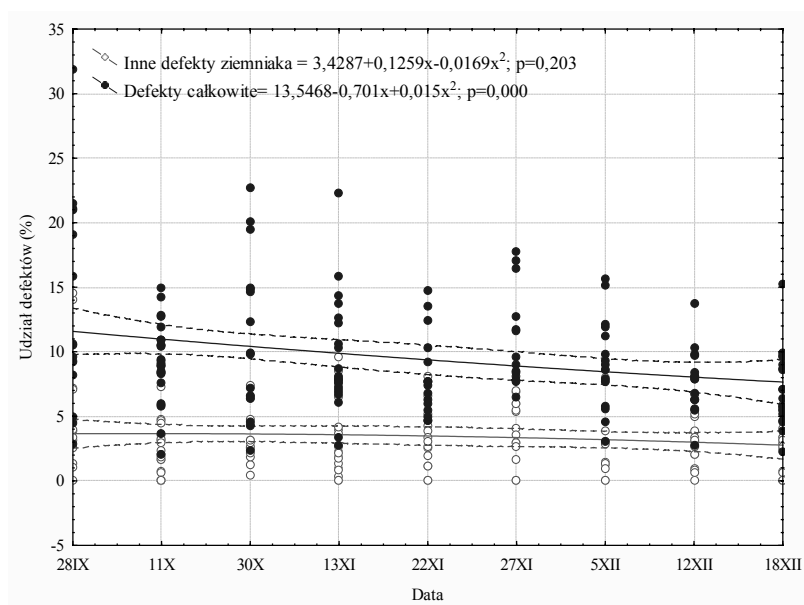
Figure 3. Change of the total content of sugars and glucose in potato tubers during crop and storage

Otrzymane chipsy nie posiadały defektów wynikających z zazielenienia bulw. Natomiast analiza zawartości cukrów wskazuje, że ich wartość kształtowała się na poziomie od 0% do 17%, a średnie wartości dla defektów cukrowych zewnętrznych wynoszą w pierwszym okresie pomiarowym (podczas zbioru) od 6 do niespełna 2% w ostatnim okresie pomiarowym (18XII) (rys. 4), wartość ich zmieniała się istotnie w czasie. Ilość wewnętrznych defektów cukrowych nie zmieniała się istotnie w czasie zbioru i przechowywania, na początku i końcu okresu pomiarowego wynosiły około 2% natomiast najwyższe wartości odnotowano pomiędzy 22-27XI (około 3%). Pomiedzy barwą chipsów a defektami cukrowymi wewnętrznymi odnotowano istotną zależność korelacyjną.

Całkowita suma defektów cukrowych oraz innych (zmiany w mięszu), zmieniała się istotnie w czasie (rys. 5). Wyższe wartości defektów odnotowano w bulwach po zbiorze (około 12%), natomiast po przechowywaniu średnie wartości defektów całkowitych były na poziomie około 7,5%. Odnotowano istotne zależności korelacyjne pomiędzy barwą chipsów a innymi defektami, oraz między całkowitymi defektami a defektami cukrowymi (tabela 1).



Rysunek 4. Wartość defektów cukrowych w chipsach w czasie zbioru i przechowywania
 Figure 4. Value of sugar defects in crisps during harvest and storing



Rysunek 5. Wartość defektów ogółem w chipsach w czasie zbioru i przechowywania
 Figure 5. Total value of defects in crisps during harvest and storing

Analiza pozostałych zależności korelacyjnych wskazuje, że temperatura bulwy istotnie wpływa na wzrost defektów cukrowych zewnętrznych, innych defektów, sumę cukrów, sumę defektów.

Uzyskane wyniki i ich analiza wskazują, że wraz z okresem przechowywania zmienia się skład chemiczny bulw ziemniaka (wzrasta zawartość suchej masy i cukrów redukujących co wpływa na jakość produktów smażonych uzyskanych z bulw ziemniaka (Mozolewski, 1999, 2000; Van Dijk i in., 2002; Zgórska i in., 2005b, 2006).

Tabela 1

Wyniki analizy korelacji pomiędzy badanymi parametrami

Table 1

Results of correlation analysis between the researched parameters

Badane parametry	Suma cukrów (%)	Zawartość glukozy (%)	Barwa chipsów	Temperatura bulw (°C)	Defekty cukrowe wewnętrzne (%)	Defekty cukrowe zewnętrzne (%)	Inne defekty (%)	Suma defektów (%)
Suma cukrów (%)								
Zawartość glukozy (%)	0,003							
Barwa chipsów	-0,164*	-0,290*						
Temperatura bulw (°C)	0,291*	-0,089	-0,116					
Defekty cukrowe wewnętrzne (%)	0,051	0,284*	-0,378*	-0,012				
Defekty cukrowe zewnętrzne (%)	0,048	0,038	-0,087	0,221*	-0,054			
Inne defekty (%)	0,089	-0,202*	0,258*	0,177*	-0,160*	-0,130		
Suma defektów (%)	0,121	0,077	-0,135	0,263*	0,473*	0,615*	0,423*	
Sucha masa bulw (%)	-0,122	-0,008	-0,436*	-0,032	-0,147	-0,062	0,393*	0,106

*zależność korelacyjna istotna na poziomie $\alpha=0,05$

Wnioski

1. W okresie od zbioru i podczas przechowywania bulwy ziemniaka odnotowano wzrost zawartości suchej masy i cukrów redukujących oraz zmianę barwy chipsów.
2. Barwa chipsów była istotnie zależna od defektów cukrowych wewnętrznych, innych defektów oraz zawartości suchej masy. Wraz ze wzrostem zawartości suchej masy chipsy przyjmowały ciemniejszą barwę.
3. Pomiedzy temperaturą bulwy a zawartością cukrów ogółem, sumą defektów, odnotowano istotne zależności korelacyjne
4. Wraz ze wzrostem zawartości glukozy istotnie zmieniała się barwa chipsów oraz wzrastała wielkość defektów cukrowych.

Literatura

- 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.
- 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.
- Grudzińska, M.; Zgórska, K. (2008). Wpływ zawartości cukrów w bulwach ziemniaka na barwę chipsów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (60), 107 – 115.
- Hertog, M.L.A.; Putz, B.; Tijskens, L.M.M.; Hak, P.S. (1997). On the effects of temperature and senescence on the accumulation of reducing sugars during storage of potato tubers. *Post Harvest Biology and Technology* 10, 67-79.
- Lisińska, G. (2000). Czynniki surowcowe i technologiczne kształtujące jakość przetworów ziemniaczanych. *Mat. Konf. Nauk. "Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie". Polonica Zdrój, 8-11 V 2000*, 51-57.
- Mottram, D.S.; Wedzicha, B.L.; Dodson, A.T. (2002). Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 419, 448-449.
- Mozolewski, W. (1999). Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa w zależności od czasu przechowywania. *Ziemniak jadalny i do przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. IHAR, Konferencja Naukowa Radzików 23-25 luty*, 89-91.
- Mozolewski, W. (2000). Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa w zależności od czasu przechowywania. Cz. I. Wpływ czasu przechowywania ziemniaków na przydatność do wyrobu chipsów. *Biuletyn IHAR*, 213, 261-266.
- Sowokinos, J.R.; Shock, C.C.; Stieber, T.D.; Eldredge, E.P. (2000). Compositional and enzymatic changes associated with sugar-end defect in Russet Burbank potatoes. *American J. of Potato Res.* 77, 47-56.
- Sowokinos, J.R. (2002). Allele and isozyme patterns of UDP-glucose pyrophosphorylase as a marker for cold-sweetening resistance in potatoes. *American J. Potato Res.* 78, 57-64.
- Van Dijk, C.; Fischer, 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.
- Zimnoch-Guzowska, E.; Flis, B. (2006). Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. z. 511 cz. 1*, 23-36.
- Zgórska, K. (2003). Przydatność odmian ziemniaka do przetwórstwa na cele spożywcze. *Ziemniak nowe wyzwania. Agro Serwis, IHAR, Stowarzyszenie Polski Ziemniak*, Warszawa, 35-38.

- Zgórska, K. (2005). Zmiany cech technologicznych bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Ziemniak Polski* 4, 26-28.
- 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. z. 511 cz. II*, 567-578.
- Zgórska, K.; Fydecka-Mazurczyk, A. (2000). Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR*, 201, 239-251.
- Zgórska, K.; Fydecka-Mazurczyk, A. (2002). Zmiany jakościowe w bulwach w czasie przechowywania i obrotu, w: *Produkcja i rynek ziemniaków jadalnych*. Chotkowski J, *Wieś Jutra*, 202-211.

CHANGES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF POTATO TUBERS DURING STORAGE AND THEIR IMPACT ON THE SELECTED PROPERTIES OF CRISPS

Abstract. During storage of potatoes, a change of the chemical composition occurs, which consists in inter alia decomposition of starch and increase of dry mass content as a result of evaporation of the part of water which may cause a culinary change. Potatoes designated for processing into fried products cannot contain more than 0.15-0.25% of reducing sugars. During the process of frying, reducing sugars react with elemental amino acid as a result of which, they form compounds of dark colour and a hazardous for health acrylamide is formed. The obtained products are bitter and their colour is undesirable. Quality of crisps, that is, defects in relation to the following was assessed: time limits of crops, temperature of tubers and sugar content in tubers after crops and during storage. The obtained results confirm the increase of dry mass and reducing sugar content and the change of colour of crisps.

Key words: potatoes, storing, sugars, crisps, colour

Adres do korespondencji:

Barbara Krzysztofik; e-mail: barbara.krzysztofik@ur.krakow.pl
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków