

ZMIANY JAKOŚCI ZIEMNIAKÓW PRZECHOWYWANYCH W ATMOSFERZE PODWYŻSZONEGO STĘŻENIA CO₂¹

Zbigniew Czerko, Kazimiera Zgórska

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

Wstęp

W Polsce w ostatnich latach zwiększa się spożycie przetworów ziemniaczanych. Na rynku poszukiwany jest produkt o wysokiej jakości. W celu uzyskania dobrej jakości przetworzonego produktu potrzebny jest dobry, o jednolitych parametrach surowiec, od zbioru aż do końca sezonu przechowalniczego [HERTOG i in. 1997a; COPP i in. 2000].

Przechowalnie ziemniaków przeznaczone do magazynowania surowca do przetwórstwa budowane są najczęściej o dużej pojemności całkowitej oraz o wysokim składowaniu (do 5 m). Codzienna wymiana powietrza przez działanie systemu wentylacji utrzymuje odpowiedni poziom temperatury i stężenie CO₂ dochodzące do 1,3% [CZERKO 2004]. Podczas przechowywania występują okresy (kilkudniowe okresy bez wentylacji), gdzie stężenie CO₂ wzrasta nawet do 3,9% [BRIDDON i in. 1996]. Podwyższone stężenie CO₂ ma istotny wpływ na przebieg procesów życiowych, szczególnie oddychania. Wiele badań koncentrowało się na pomiarze CO₂ w przechowalni i wpływie podwyższonego stężenia CO₂ na barwę produktów smażonych [BURTON 1978; MAZZA, SIEMENS 1990; SCHOUTEN 1993; BRIDDON 1994; BRIDDON i in. 1996; VEERMAN 1996; WILTSHIRE, COBB 1996]. Wyniki badań wskazują na pogorszenie barwy produktów smażonych, jako następstwo zwiększenia zawartości glukozy i fruktozy w bulwach przechowywanych w atmosferze o stężeniu CO₂ powyżej 0,8%.

Ziemniaki przeznaczone na produkty smażone (czipsy i frytki) przechowywane są w zależności od odmiany w temperaturach 6–12°C [COPP i in. 2000; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 2000] ze względu na ograniczenie akumulacji monosacharydów. Akumulacja monosacharydów jest bowiem głównym parametrem określającym przydatność odmiany na produkty smażone [HERTOG i in. 1997b; RODRIGUEZ-SAONA i in. 1997; ZGÓRSKA, FRYDECKA-MAZURCZYK 2000; LISIŃSKA 2004; PUTZ 2004].

Celem pracy była ocena zmiany barwy produktów smażonych oraz kumulacji monosacharydów w ziemniakach 4 odmian przechowywanych w atmosferze o różnym stężeniu CO₂ – 0,1, 1,0, 3,0, 5,0%.

¹ Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Informatyzacji, jako projekt badawczy 2PO6 T 03828.

Metodyka

Do badań przeznaczono 4 odmiany: Asterix, Saturna, Tokaj i Monsun. Saturna, jako odmiana bardzo dobra do produkcji czipsów, a Asterix, Tokaj, Monsun przydatne do produkcji frytek i czipsów. Ziemniaki w roku 2005 uprawiano w tych samych warunkach na polach IHAR, Oddziału w Jadwisinie, według „Zasad dobrej praktyki rolniczej”. Nawożenie wynosiło: N – 92 kg·ha⁻¹, P – 40 kg·ha⁻¹, K – 117 kg·ha⁻¹.

W przechowalni zostały umieszczone 3 pojemniki, w których przechowywano ziemniaki w podwyższonym stężeniu CO₂ (1%, 3%, 5%). W warunkach kontrolnych umieszczono ziemniaki w przechowalni, gdzie stężenie CO₂ nie przekraczało 0,1% (0,06–0,08%). Założony poziom CO₂ utrzymywany był w pojemnikach w wyniku oddychania bulw oraz przez uzupełnienie CO₂ z butli ze sprężonym CO₂ regulowanym automatycznie przez urządzenie AirTech agro z dokładnością 5%.

Ziemniaki po osiągnięciu dojrzałości technologicznej zostały zebrane i umieszczone w przechowalni. Z poszczególnych odmian zostały przygotowane próby, które były umieszczone w pojemnikach z atmosferą o określonej koncentracji CO₂. Temperaturę w komorze z pojemnikami utrzymywano zgodnie z wymaganiami dla przetwórstwa – 8°C z zachowaniem okresu przygotowawczego (2 tygodnie – dojrzewanie w 15°C i 2 tygodnie obniżanie temperatury). Wilgotność była utrzymywana na poziomie od 95% do 98%.

Ocena ziemniaków była dokonywana na początku okresu przechowywania 28 IX 2005 r., a następnie co miesiąc w terminach: 15 X 2005 r., 16 XI 2005 r., 18 XII 2005 r., 16 I 2006 r., 15 II 2006 r., 15 III 2006 r.

W badanych terminach pobierano próby z każdej odmiany i kombinacji przechowywania. W momencie pobierania prób koncentracja CO₂ w pojemnikach destabilizowała się na kilka godzin. Do badań zawartości cukrów pobierano ćwiartki bulw (wzdłuż osi wierzchołek – stolon). Z pozostałej części wykrawano słupki o przekroju 10 x 10 mm (frytki) oraz plasterki o grubości 1,5 mm (czipsy).

Zawartość cukrów redukujących oznaczano metodą dinitrofenolową [TALBURY, SMITH 1987], a sacharozy metodą antronicową [SOWOKINOS 1978]. Spośród parametrów określających jakość czipsów, tj. barwa, smakowitość, zapach, konsystencja – barwa odgrywa największą rolę.

Barwę czipsów oznaczano przy pomocy tablic barw (Colour Card for Potato Chips IBVL Wageningen, (1 – ciemne, 9 – jasne), a frytek przy pomocy tablicy USDA (1 – jasne, 6 – ciemne).

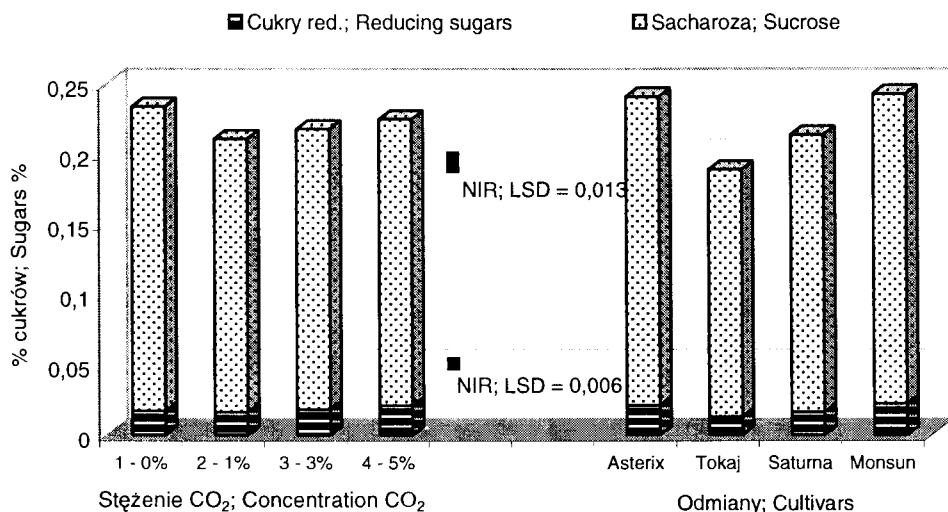
Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, a istotność weryfikowano testem t-Studenta.

Wyniki dyskusja

Cukry redukujące

Zawartość cukrów redukujących w bulwach była na niskim poziomie, niezależnie od długości okresu przechowywania i koncentracji CO₂. Ilość cukrów nie przekraczała wartości granicznej wymaganej w surowcu do produkcji czipsów (0,15%) i frytek (0,25%) [TALBURY, SMITH 1987; ZGÓRSKA, FRYDŁECKA-MAZURCZYK 2000; LISIŃSKA 2004].

Wyższą zawartością cukrów redukujących cechowały się bulwy wszystkich odmian przechowywanych w atmosferze o największej koncentracji CO_2 (5%). Nie wykazano istotnych różnic w poziomie tych związków w bulwach badanych odmian po przechowywaniu ich w atmosferze 0,1%, 1,0%, i 3,0% CO_2 (rysunek 1).



Rys. 1. Zawartość cukrów redukujących i sacharozy (%) w ziemniakach 4 odmian, przechowywanych w warunkach zróżnicowanego stężenia CO_2

Fig. 1. The content of reducing and sucrose (%) in potato tubers of 4 cultivars stored at different CO_2 concentrations

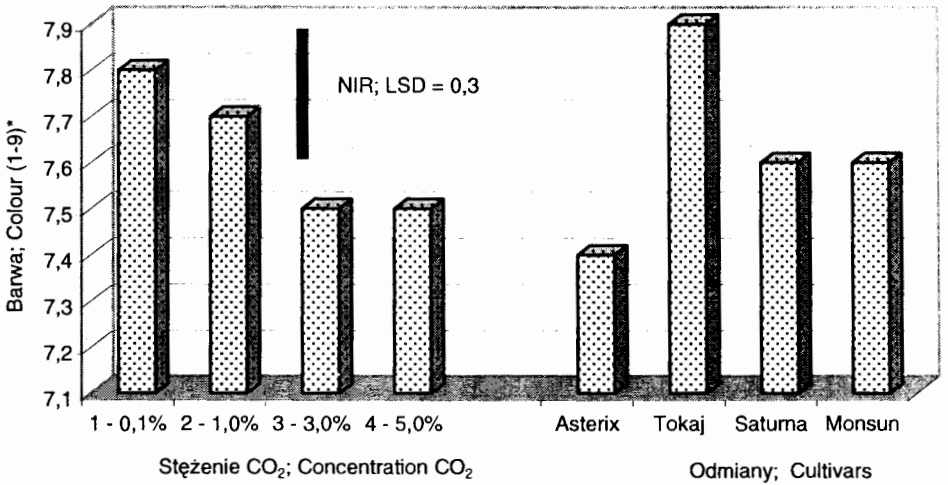
Zawartość cukrów redukujących w bulwach przez cały sezon przechowalniczy do 15 III 2006 r. utrzymywała się na tym samym poziomie. Niższy poziom tych związków w bulwach zanotowano 16 XI (po okresie dojrzewania fizjologicznego i uzyskania stałej temperatury 8°C), a wyższy pod koniec sezonu przechowalniczego. Różnice te jednak były nieistotne. Badane odmiany różniły się istotnie pod względem zawartości cukrów redukujących. Bulwy odmiany Tokaj zawierały najmniej tych związków, a istotnie wyższym poziomem cechowały się odmiany Asterix i Monsun.

Barwa czipsów

Czas przechowywania ziemniaków i koncentracja CO_2 nie miały istotnego wpływu na barwę czipsów, które z nich otrzymano. Czipsy cechowały się bardzo jasną barwą 7,5–7,9 (rys. 2 i 3).

Najjaśniejsze czipsy (7,8) otrzymano z bulw przechowywanych w środowisku o stężeniu 0,1% CO_2 , a nieznacznie ciemniejsze (7,5) przy koncentracji 3,0 i 5,0% CO_2 .

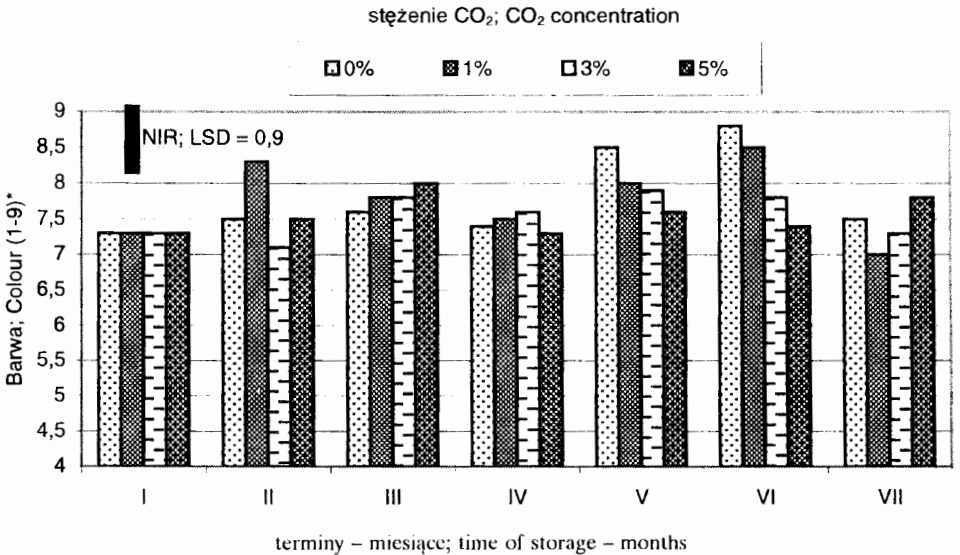
Na rysunku 4 przedstawiono barwę czipsów wyprodukowanych z bulw badanych odmian przechowywanych w środowisku o zróżnicowanej koncentracji CO_2 .



* Skala 1-9 (1 - ciemne, 9 - jasne); Scale 1-9 (1 - dark, 9 - pale)

Rys. 2. Barwa czipsów otrzymanych z ziemniaków przechowywanych w warunkach zróżnicowanego stężenia CO₂

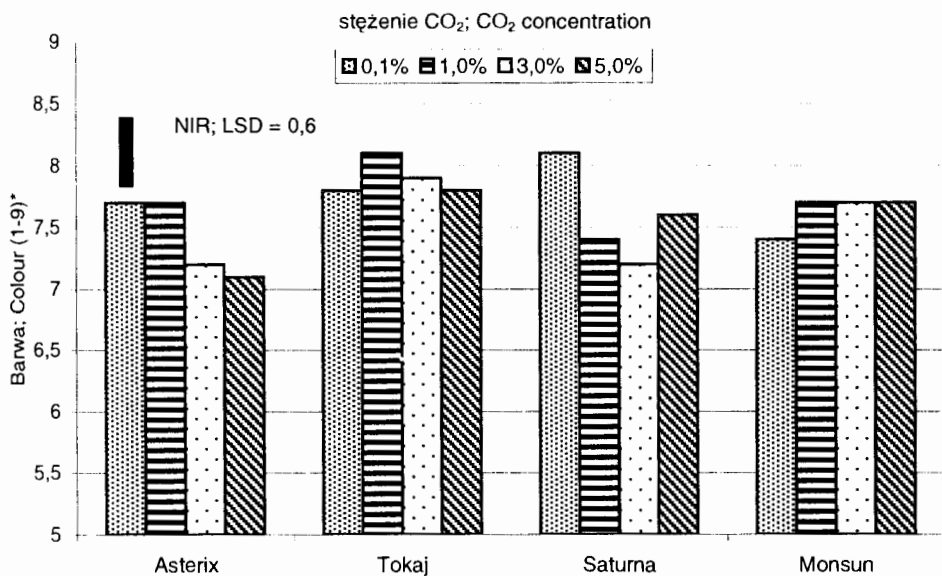
Fig. 2. Colour of chips obtained from the potatoes stored at different CO₂ concentration



* Skala 1-9 (1 - ciemne, 9 - jasne); Scale 1-9 (1 - dark, 9 - pale)

Rys. 3. Barwa czipsów otrzymanych z ziemniaków w zależności od czasu przechowywania w różnych stężeniach CO₂

Fig. 3. Colour of chips obtained from the potatoes depending on the duration of storage at various CO₂ concentrations



* Skala 1-9 (1 - ciemne, 9 - jasne); Scale 1-9 (1 - dark, 9 - pale)

Rys. 4. Barwa czipsów otrzymanych z ziemniaków 4 odmian, przechowywanych w warunkach zróżnicowanego stężenia CO₂

Fig. 4. Colour of potato chips obtained from 4 cultivars stored at different CO₂ concentrations

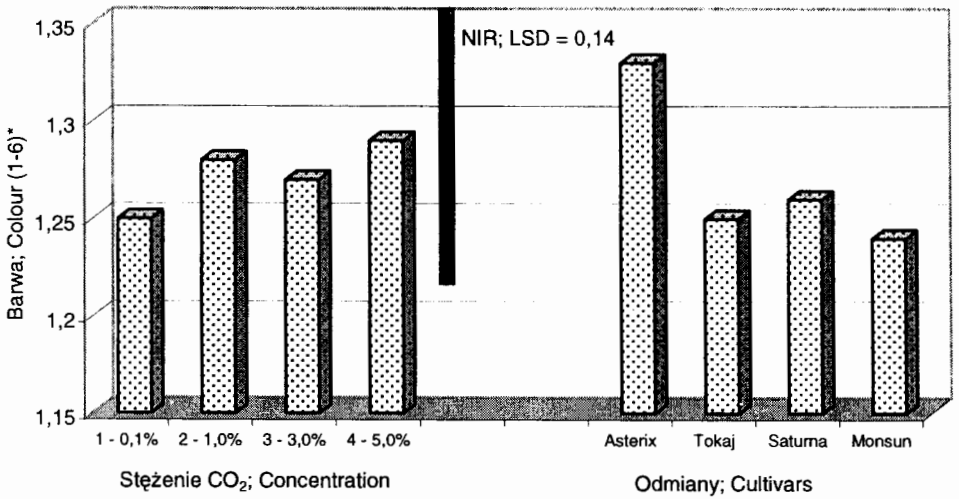
Zaobserwowano różnice odmianowe – najjaśniejszą barwę miały czipsy uzyskane z bulw odmiany Saturna, przechowywanej w stężeniu 0,1%; z bulw odmiany Asterix po przechowywaniu w atmosferze 0,1 i 1,0% CO₂, a z odmiany Monsun po przechowywaniu jej w atmosferze 1,0, 3,0, 5,0% CO₂.

Barwa frytek

Wszystkie badane odmiany były przydatne do produkcji frytek, niezależnie od długości okresu przechowywania i koncentracji CO₂.

Barwa frytek (średnia z 4 odmian) usmażonych z ziemniaków przechowywanych w atmosferze o stężeniu 0,1, 1,0, 3,0 i 5,0% CO₂ wynosiła 1,25–1,29 (w skali 1–6, gdzie: 1 – jasne, 6 – ciemne). Najjaśniejszą barwę frytek (1,25) uzyskano z ziemniaków przechowywanych w atmosferze o najmniejszym stężeniu CO₂, a najciemniejszą z ziemniaków o największym stężeniu CO₂, ale różnice te nie były istotne. Z 4 badanych odmian nieznacznie ciemniejsze frytki uzyskano z odmiany Asterix w porównaniu do pozostałych odmian (rys. 5).

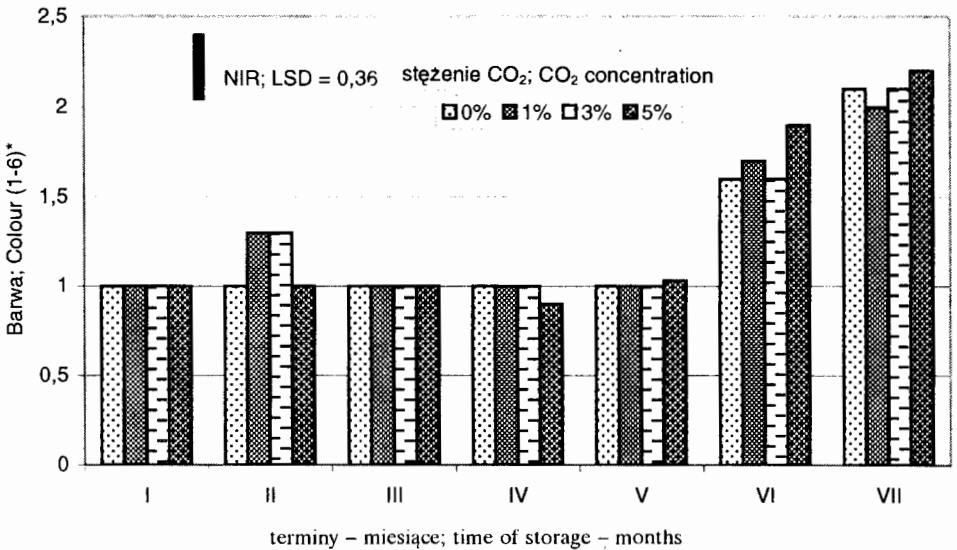
Warunki przechowywania bulw badanych odmian różnicowały barwę frytek z nich usmażonych. Frytki usmażone z odmiany Saturna najjaśniejsze były po przechowywaniu ziemniaków w atmosferze o stężeniu 0,1 i 1,0% CO₂, a najciemniejsze po przechowywaniu w stężeniu 5% CO₂. Barwa frytek uzyskanych z odmian Asterix, Tokaj i Monsun po przechowywaniu w atmosferze o stężeniu 0,1, 1,0, 3,0 i 5,0% CO₂ była na tym samym poziomie.



* Skala 1-6 (1 - jasne, 6 - ciemne); Scale 1-6 (1 - pale, 6 - dark)

Rys. 5. Barwa frytek otrzymanych z ziemniaków przechowywanych w warunkach zróżnicowanego stężenia CO₂

Fig. 5. Colour of french fries from the potatoes stored at different CO₂ concentrations

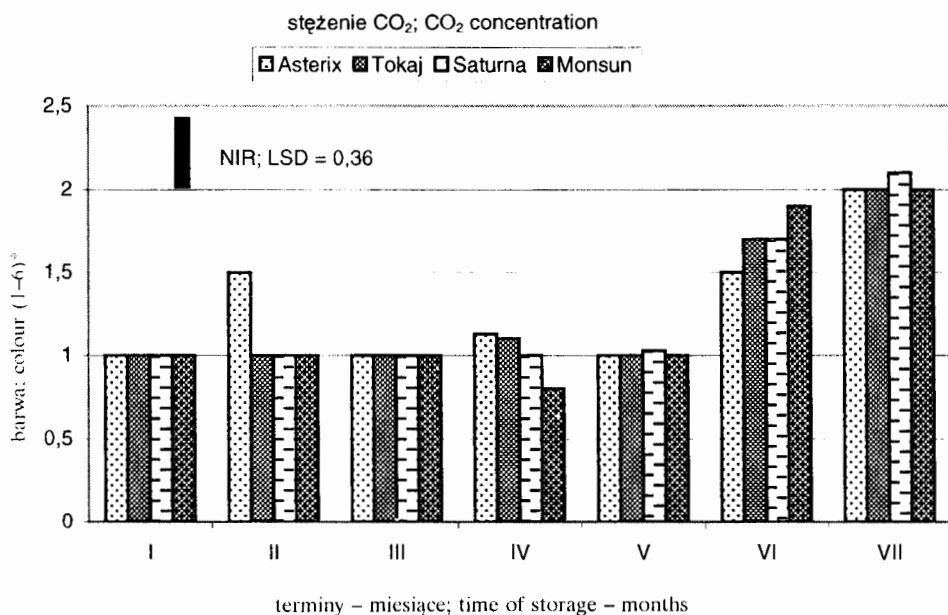


* Skala 1-6 (1 - jasne, 6 - ciemne); Scale 1-6 (1 - pale, 6 - dark)

Rys. 6. Barwa frytek otrzymanych z ziemniaków w zależności od czasu przechowywania w różnych stężeniach CO₂

Fig. 6. Colour of french fries from the potatoes depending on the time of storage and different concentrations of CO₂

Frytki uzyskane z ziemniaków po przechowywaniu trwającym około 6 miesięcy (15 III 2006 r.) miały ciemniejszą barwę (2,0–2,2) niż uzyskane z ziemniaków po 4 miesiącach przechowywania. Pogorszenie barwy frytek odnotowano po przechowywaniu ziemniaków we wszystkich badanych stężeniach CO₂ (rys. 6 i 7).



* Skala 1–6 (1 – jasne, 6 – ciemne); Scale 1–6 (1 – pale, 6 – dark)

Rys. 7. Barwa frytek otrzymanych z ziemniaków 4 odmian w różnych terminach przechowywania

Fig. 7. Colour of french fries obtained from 4 potato cultivars after different storage duration

Wielu autorów [BURTON 1978; MAZZA, SIEMENS 1990; SCHOUTEN 1993; BRIDDON 1994; BRIDDON i in. 1996; VEERMAN 1996; WILTSHIRE, COBB 1996] stwierdziło pogorszenie barwy produktów smażonych uzyskanych z ziemniaków przechowywanych w atmosferze o zwiększonym stężeniu CO₂. W badaniach tych wykorzystywane były różne odmiany, trudno więc porównać je z wynikami badań własnych. Odmiana Saturna, która jest powszechnie stosowana do produkcji czipsów, często jest badana pod kątem zmian jakości pod wpływem różnych czynników. W badaniach [BRIDDON i in. 1996] porównywano zmianę barwy produktów smażonych 3 odmian przechowywanych w atmosferze o podwyższonym stężeniu CO₂ do 3%. Z badanych odmian produkty smażone uzyskane z odmiany Saturna po przechowywaniu w atmosferze o stężeniu 3% CO₂ najbardziej zareagowały pogorszeniem barwy. W badaniach własnych także zaobserwowano pogorszenie barwy czipsów usmażonych z odmiany Saturna po przechowywaniu w podwyższonym stężeniu CO₂. U pozostałych odmian nie było tak wyraźnej reakcji. Oceniając reakcję odmian użytych do badań na podwyższenie stężenia CO₂ podczas przechowywania należy wziąć pod uwagę, że są to jedne z lepszych odmian nadających się do przetwórstwa.

Wnioski

1. Produkty smażone z ziemniaków odmian Asterix, Saturna, Tokaj i Monsun przechowywanych w temperaturze 8°C i w warunkach podwyższonego stężenia CO₂ od 0,1 do 5,0% miały odpowiednią barwę.
2. Obserwowano pogorszenie barwy czipsów uzyskanych z bulw odmiany Saturna i Asterix przechowywanych w atmosferze o podwyższonym stężeniu CO₂ (Saturna > 1,0%, a Asterix > 3,0%).
3. W miarę wydłużania okresu przechowywania ziemniaków barwa frytek z nich usmażonych pogorszyła się; najbardziej z bulw przechowywanych w atmosferze o wysokim stężeniu CO₂ (5%).

Literatura

- BURTON W.G. 1978. *Post harvest behaviour and storage of potatoes*, w: *Applied biology*. Vol. 3. T.H. Cooker (red.). Academic Press, New York: 86–228.
- BRIDDON A. 1994. *Controlled atmosphere storage of potatoes*. The post-harvest treatment of fruit and vegetables. VI International Conf. ECAP COST 1994, Oosterbeek, Holandia, 19–22X 1994: 91–94.
- BRIDDON A., CUNNINGTON A.C., STOREY P.M.J., JINA A. 1996. *Effect of carbon dioxide on processing quality of potato tubers*. 13th Trien Conf. of EAPR, Abstract of Conference Papers, Posters and Demonstrations, Veldhoven, Holandia, 14–19 VII 1996: 415–416.
- COPP L.J., BLENKISOP R.W., YAADA R.Y., MARANGONI A.G. 2000. *The relationship between respiration and chip colour during long term storage of potato tubers*. Amer. J. of Potato Res.: 279–287.
- CZERKO Z. 2004. *Zmiany stężenia CO₂ w dwóch typach przechowalni*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 439–446.
- HERTOG M.L.A., PUTZ B., TIJSKENS L.M.M. 1997a. *The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugars during storage of potato tubers*. Potato Res. 40: 69–78.
- HERTOG M.L.A., TIJSKENS L.M.M., HAK P.S. 1997b. *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. 2004. *Spożywcze przetwory ziemniaczane*. II Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”. Polanica Zdrój, 10–13 V 2004: 83–90.
- MAZZA G., SIEMENS A.J. 1990. *Carbon dioxide concentration in commercial potato storages and its effect on quality of tubers for processing*. Am. Potato J.: 121–132.
- SCHOUTEN S.P. 1993. *Influence of temperature and carbon dioxide content on sprout growth and fry colour of different potato cultivars*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service 71: 782–788.
- PUTZ B. 2004. *Reduzierende Zucker in Kartoffel*. Kartoffelbau 5: 188–192.

RODRIGUEZ-SAONA L.J., WROLSTAD R.E., PEREIRA C. 1997. *Modelling the contribution of sugars, ascorbic acid, chlorogenic acid and amino acids to non-enzymatic browning of potatochips*. J. Food Sci. 62: 1001–1006.

SOWOKINOS J.R. 1978. *Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes*. Am. Potato J. 55: 333–336.

TALBURT W.F., SMITH O. 1987. *Potato processing*. IV wyd. AVJ Van Nonstrand Reinhold Company, New York.

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

VEERMAN A. 1996. *The effect of increased CO₂ levels on fry colour during storage*. 13th Trien Conf. of EAPR, Abstract of Conference Papers, Posters and Demonstrations, Veldhoven, Holandia, 14–19 VII 1996: 419–420.

ZGÓRSKA K., FRYDECKA-MAZURCZYK A. 2000. *Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa*. Biul. IHAR 213: 239–251.

Słowa kluczowe: przechowywanie ziemniaków, stężenie CO₂, barwa czipsów i frytek

Streszczenie

Doświadczenie miało na celu ocenę zawartości cukrów redukujących w bulwach oraz barwę czipsów i frytek usmażonych z ziemniaków po przechowywaniu w atmosferze o podwyższonym stężeniu CO₂ do 1%, 3% i 5% i w temperaturze 8°C. Zawartość cukrów redukujących w ziemniakach badanych odmian po przechowywaniu w atmosferze o podwyższonym stężeniu CO₂ nie przekraczała 0,15%. Badano odmiany: Asterix, Saturna, Tokaj, Monsun.

Najwięcej cukrów redukujących miały ziemniaki przechowywane w atmosferze o stężeniu 5% CO₂. Barwa czipsów i frytek usmażonych z ziemniaków przechowywanych we wszystkich badanych stężeniach CO₂ była odpowiednia. Nieznacznie ciemniejszą barwę czipsów uzyskano z ziemniaków przechowywanych w atmosferze o podwyższonym stężeniu CO₂ do 5%. W miarę wydłużania okresu przechowywania ziemniaków barwa frytek z nich usmażonych pogarszała się, najbardziej z bulw przechowywanych w atmosferze o wysokim stężeniu CO₂ (5%).

CHANGING THE QUALITY OF POTATO TUBERS STORED AT INCREASED CO₂ CONCENTRATION

Zbigniew Czerko, Kazimiera Zgórska

Department of Potato Storage and Processing,

Plant Breeding and Acclimatization Institute, Research Division Jadwisin

Key words: potato storage, CO₂ concentration, colour of chips and french fries

Summary

The level of reducing sugars in tubers and the colour of fried potato products after tubers' storage at 8°C and differentiated CO₂ concentration (1, 3, 5%), were examined. The following cultivars were examined: Asterix, Saturna, Tokaj and Monsun.

The content of reducing sugars in tubers of tested potato cultivars – after storage in the atmosphere of risen CO₂ concentrations (1, 3, 5%) – was lower than 0.15%. The highest content of reducing sugars was found in tubers stored in atmosphere of 5% CO₂ concentration. The colour of fried products was acceptable for all potato cultivars stored under all CO₂ concentrations, however the potatoes stored at 5% CO₂ concentration showed slightly darker colour than the other. *Longer storage period caused worse colour of chips and french fries, specially from tubers stored under atmosphere with high CO₂ concentration (5%).*

Dr Zbigniew Czerko
Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Oddział w Jadwisinie
05-140 SEROCK
e-mail: z.czerko@ihar.edu.pl