

Sylwia PRZYBYLSKA, Robert IWAŃSKI, Grzegorz TOKARCZYK

WPLYW DODATKU CUKRU I SOLI KUCHENNEJ NA BARWĘ PRZECIERU MARCHWIOWEGO PODCZAS STERYLIZACJI

THE INFLUENCE OF TABLE SALT AND SUGAR AGENT ON THE COLOUR OF CARROT PULP DURING STERILIZATION

Katedra Technologii Żywności, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI, 71–459 Szczecin

Abstract. The influence of table salt and sugar on colour changes of fresh and sterilized (115°C and 121°C by 15, 30, 45, 60, 75, 90 min heating time) carrot pulps was tested. Independently from used agent, the changes in parameters L^* , a^* and b^* increased with the temperature and heating time. They were expressed by the decrease of redness and lightness and the increase of yellowness. The 60–90 min heating time was differed significantly at $p \leq 0.05$ in comparison to 15–45 min heating time in all tested variants. Sugar was more effective in colour and β -carotene stability in product. It was also taken as the better additive in the sensory evaluation.

Słowa kluczowe: barwa, cukier, marchew, sól kuchenna, sterylizacja.

Key words: carrot, colour, sterilization, sugar, table salt.

WSTĘP

Pomarańczowe zabarwienie marchwi i jej przetworów uwarunkowane jest obecnością β -karotenu (Desobry i in. 1998; Delgado-Vargas i Paredes-López 2003). Zawartość tego barwnika w świeżym surowcu kształtuje się od 6 do 11 mg \cdot 100 g⁻¹ (Wilska-Jeszka 1994; Zadernowski i Oszmiański 1994). Zachowanie naturalnej barwy w przetworach marchwiowych jest trudne, ponieważ decydują o niej nie tylko produkty powstałe w wyniku rozkładu samego β -karotenu, ale i produkty degradacji innych składników żywności (Bontovits 1981; Mauron 1981; Archana i in. 1995; Pither 2003). W większości procesów technologicznych, a szczególnie podczas sterylizacji, barwa marchwi ulega pogorszeniu. Zmiany jej są wskaźnikiem przemian chemicznych, które prowadzą do powstania w produkcie również innego smaku i zapachu (Horubała 1996; Waszkiewicz-Robak 1999). Zasadniczymi przemianami β -karotenu w produktach marchwiowych poddanych obróbce termicznej są procesy utleniania i zmiany w konfiguracji przestrzennej (Simon i Lindsay 1983; Bao i Chang 1994; Korczak 2000; Shi i Le Maguer 2000; Delgado-Vargas i Paredes-López 2003).

Z uwagi na istotną rolę jaką odgrywa barwa w jakości produktów marchwiowych, dąży się nie tylko do wypracowania prawidłowej techniki procesu sterylizacji, ale i do stosowania surowców pomocniczych ograniczających niepożądane jej zmiany.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu dodatku cukru i soli kuchennej na zmiany barwy przecierów marchwiowych przed i po sterylizacji. Założono, że skorelowanie zmian między parametrem barwy a^* oraz b^* a zawartością β -karotenu pozwoli ocenić jakość badanych produktów.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badanym była marchew (*Daucus carota*) odmiany późnej 'Perfekcja', pobierana do doświadczeń w okresie jesiennym (2005 r.) z gospodarstwa rolno-warzywnego z okolic Szczecina.

Świeżą marchew, po dostarczeniu do laboratorium, poddano wstępnej ocenie jakościowej wg PN-R-75358:1984. Następnie surowiec myto, obierano, krojono w kostkę i rozdrabniano do postaci przecieru w urządzeniu „Kitchen Aid Portable Applicances” (USA) (wyposażonym w przystawkę streiner). Z tak otrzymanego przecieru sporządzono następujące warianty:

I wariant: bez dodatku cukru i soli kuchennej, tzw. wariant kontrolny,

II wariant: z dodatkiem cukru (drobnej granulacji KD, odpowiadający PN-A-74850:1996, pochodzący z Cukrowni Szczecin) stosowany w stężeniu 1% na 100 g świeżej masy przecieru,

III wariant: z dodatkiem soli kuchennej (drobnokrystalicznej, klasy I, wyprodukowanej przez Janiskoda SA, zgodnie z PN-C-84081-2:1998) stosowanej w stężeniu 0,8% na 100 g świeżej masy przecieru.

Przecier marchwiowy (w ilości 3 kg na każdą wersję) mieszano z dodatkami i bez dodatków w kutromikserze „Stephan” dwa razy przez jedną minutę, przy maksymalnych obrotach (2890 min⁻¹). Tak przygotowane warianty badano jako tzw. próbki surowe (przed sterylizacją), a pozostałe pakowano do puszek okrągłych cylindrycznych 0,15 (o średnicy 99,9 mm, wysokości 26 mm) i zamykano na zamykarce rotacyjnej typu AZ-1 (Polska) i poddawano sterylizacji.

Steryлизację przecierów w skali laboratoryjnej prowadzono w dwóch temperaturach $T = 115$ i 121°C w autoklawach poziomych (o pojemności komory 20 l) typu ASL firmy SMS (Polska), przy ciśnieniu 0,18 i 0,21 MPa, zgodnie z formułą: $A + B + C/T$, w której $A = 15$ min; $B = 15, 30, 45, 60, 75$ i 90 min; $C = 15$ min. Po sterylizacji ochłodzone puszki z przecierem do temperatury ok. 20°C składowano w temperaturze $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ i pobierano do analiz codziennie w ciągu jednego tygodnia.

Doświadczenia dla wszystkich prób przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

W badanych próbkach oznaczano:

- barwę metodą obiektywną na aparacie typu HunterLab, model D25, firmy Hunter Associates Laboratory, Inc (USA), wyposażonym w lampę kwarcowo-halogenową. Stosowano obserwator kolorymetryczny o polu widzenia 10° , przy geometrii układu $45^{\circ}/0^{\circ}$. Pomiary parametrów barwy L^* , a^* , b^* wykonano na próbkach o średnicy 60 mm i grubości

1,2 mm w świetle odbitym w pięciu powtórzeniach. Przed każdym pomiarem aparat kalibrowano na wzorcu bieli (C-6544), którego parametry stanowią punkt odniesienia wszystkich dokonywanych analiz.

- barwę metodą subiektywną (wizualną) w skali 5-punktowej, przeprowadzoną przez pięcioosobowy zespół pracowników Katedry Technologii Żywności Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, dobrze przygotowanych do realizacji tego typu zadań.
- zawartość β -karotenu w ekstraktach heksanowych, przygotowanych zgodnie z PN-A-75101/12:1990. Pomiar absorpcji β -karotenu dokonywano na aparacie „Thermo Spectronic” (Anglia) typu Helios Gamma, przy długości fali 450 nm w trzech powtórzeniach. Na podstawie otrzymanych odczytów i współczynników absorpcji $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ (2500), zawartość β -karotenu wyliczano ze wzoru Daviesa (1976) (w mg \cdot 100 g⁻¹ masy surowca).

Dodatkowo w przecierach marchwiowych przed i po sterylizacji oceniono organoleptycznie smak i zapach zgodnie z wymaganiami PN-ISO-6658:1998.

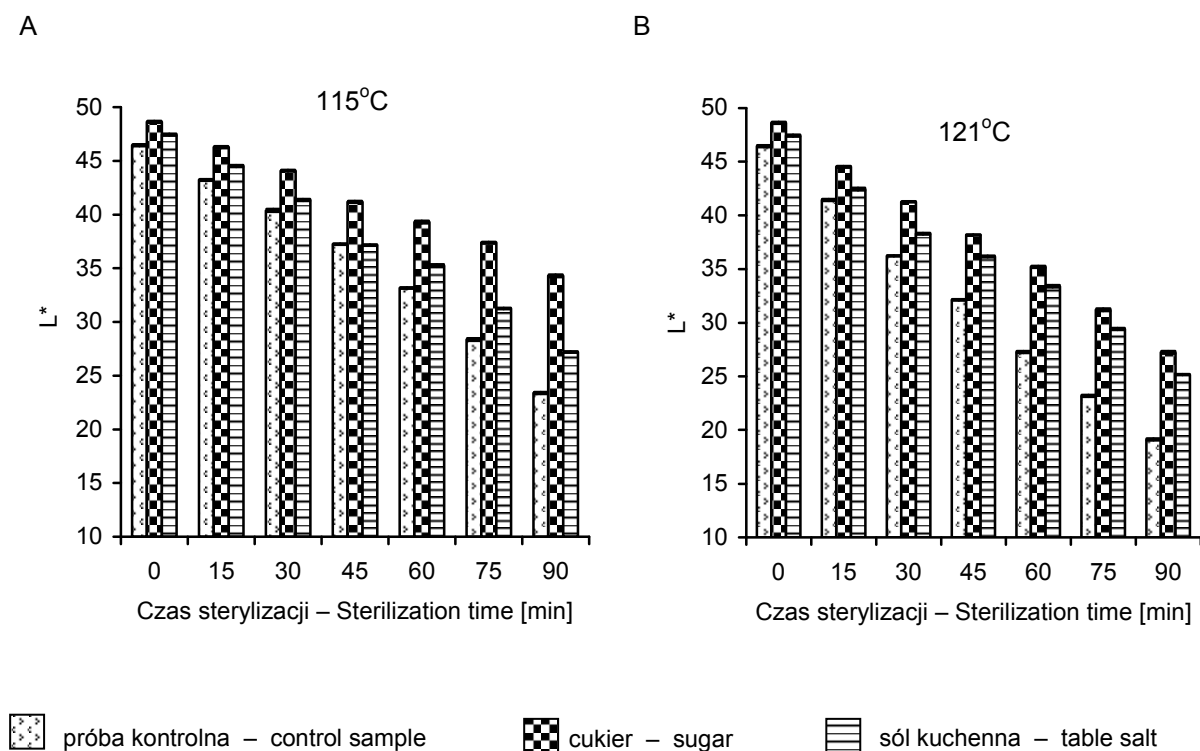
Metody statystyczne

Wyniki opracowano za pomocą programów MS Office Excel[®] oraz Statistica[®] 8,0 PL. Istotność różnic oznaczono testem Kurskala-Walisa przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ dla porównań wielu prób niezależnych.

WYNIKI

Obiektywna ocena barwy przecierów marchwiowych przed sterylizacją i po sterylizacji

Przeciery marchwiowe bez dodatku (próbka kontrolna) i z dodatkiem cukru i soli kuchennej wykazywały zmiany w parametrach barwy L^* , a^* i b^* wraz ze wzrostem czasu i temperaturą sterylizacji. Generalnie zmiany te wyrażały się spadkiem jasności i czerwoności barwy oraz wzrostem jej żółtości. W przecierze marchwiowym bez dodatków, stanowiącym wariant kontrolny, wartość parametru L^* obniżyła się po sterylizacji w temperaturze 115°C o 50%, a w temperaturze 121°C o 59% w porównaniu z próbką nieogrzewaną. W przypadku próbek z dodatkiem cukru i soli kuchennej wartość parametru L^* przed sterylizacją była odpowiednio o 5 i 2% wyższa w porównaniu z nieogrzewanym wariantem kontrolnym (bez dodatków). Po obróbce termicznej spadek jasności barwy w przecierach z dodatkiem cukru i soli kuchennej był mniejszy niż w próbkach kontrolnych (bez ich dodatku). W przecierze marchwiowym po ogrzewaniu w temperaturze 115°C z dodatkiem cukru wartość parametr L^* obniżyła się o 29%, a z solą kuchenną o 43% w stosunku do nieogrzewanych próbek kontrolnych z tymi dodatkami. W przypadku obróbki termicznej przecierów marchwiowych w temperaturze 121°C z dodatkiem cukru i soli kuchennej straty w jasności barwy wzrosły odpowiednio o 44 i 47% (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany parametru L* w przecierach marchwiowych z dodatkiem cukru i soli kuchennej oraz bez ich dodatku (próba kontrolna) przed sterylizacją i po sterylizacji w temperaturze 115°C (A) i 121°C (B) w czasie 15, 30, 45, 60, 75, 90 min

Fig. 1. The L* parameter changes in carrot pulps with sugar and table salt addition and without (control sample) before and after 115°C (A) and 121°C (B)/ 15, 30, 45, 60, 75, 90 min sterilization

Z przedstawionych danych statystycznych wynika, że wydłużający się czas ogrzewania istotnie wpływał na zmiany jasności barwy. Stwierdzono, że obróbka termiczna próbek z dodatkiem cukru i soli kuchennej w czasie do 45 min nie powodowała tak istotnych zmian w wartości parametru L* w porównaniu z wariantem kontrolnym (z tymi dodatkami, przed sterylizacją), jak ogrzewanie ich w temperaturze od 60 do 90 min (tab. 1).

Podobną tendencję zmian, jak w przypadku jasności barwy, wykazywały przecieri marchwiowe bez dodatku i z dodatkiem cukru oraz soli kuchennej w parametrze a*. Przed sterylizacją w przecierze marchwiowym (bez dodatków) czerwoność barwy kształtowała się na poziomie 37,1, podczas gdy w próbkach z dodatkiem cukru i soli kuchennej wzrosła odpowiednio do 40,2 i 38,6. Obróbka termiczna spowodowała spadek wartości parametru a* we wszystkich próbkach, niezależnie od dodatku wraz ze wzrostem czasu i temperaturą sterylizacji. W przecierze kontrolnym (bez dodatków), ogrzewanym w temperaturze 115°C wartość parametru a* obniżyła się o 54%, a w temperaturze 121°C o dalsze 66% w stosunku do próbki przed sterylizacją. Porównując z kolei zmiany w czerwoności barwy w przecierach z dodatkiem cukru i soli kuchennej, zauważono mniejsze straty w wartościach parametru a* niż w próbie kontrolnej (bez ich dodatku).

Tabela 1. Średnie parametry barwy (wraz z odchyleniami standardowymi) w przecierach marchwiowych z dodatkami i bez dodatków, przed i po sterylizacji w temperaturze 115 i 121°C w czasie od 15 do 90 min

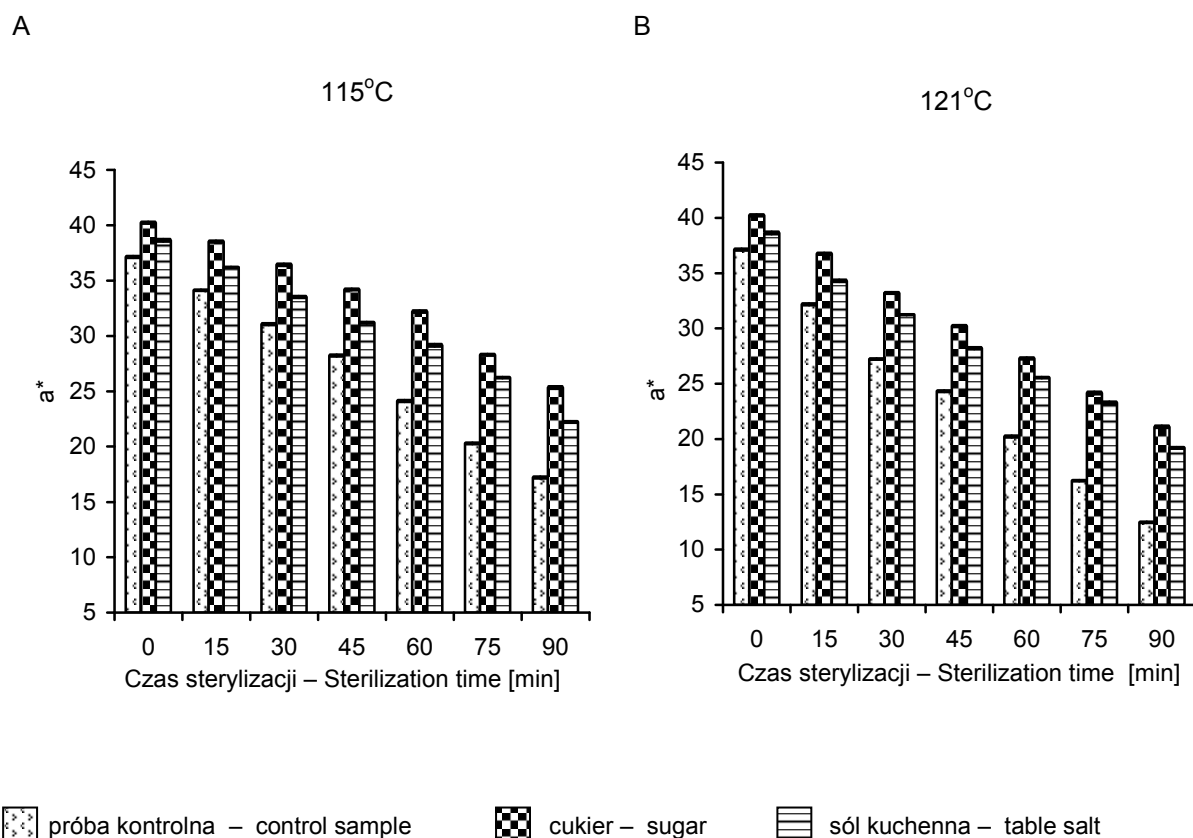
Table 1. Mean values (with standard deviation) of the colour parameters in carrot pulps with and without addition – before and after 115°C and 121°C/15–90 min sterilization

Czas sterylizacji Sterilization time [min]	Próba kontrolna (bez dodatku) Control sample (without addition)			Cukier Sugar			Sól kuchenna Table salt		
	parametry barwy – colour parameters								
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Sterylizacja w temperaturze 115°C – Sterilization at 115°C									
0	46,4 ±0,089	37,1 ±0,084	30,3 ±0,152	48,6 ±0,084	40,2 ±0,084	31,4 ±0,100	47,4 ±0,089	38,6 ±0,114	31,2 ±0,071
15	43,2 ±0,084	34,1 ±0,055	33,6 ±0,114	46,3 ±0,084	38,5 ±0,084	32,9 ±0,055	44,5 ±0,084	36,2 ±0,045	33,5 ±0,071
30	40,4 ±0,130	31,1 ±0,089	35,2 ±0,084	44,1 ±0,084	36,4 ±0,084	33,7 ±0,089	41,4 ±0,089	33,5 ±0,084	34,5 ±0,084
45	37,2 ±0,055	28,2 ±0,084	37,2 ±0,084	41,2 ±0,084	34,2 ±0,071	35,2 ±0,084	37,2 ±0,055	31,2 ±0,071	37,2 ±0,055
60	33,2 ±0,055	24,1 ±0,084	39,2 ±0,084	39,3 ±0,122	32,2 ±0,100	37,2 ±0,084	35,2 ±0,114	29,2 ±0,114	38,5 ±0,084
75	28,4 ±0,114	20,3 ±0,084	42,4 ±0,084	37,4 ±0,084	28,3 ±0,071	38,1 ±0,114	31,3 ±0,055	26,2 ±0,055	40,4 ±0,055
90	23,4 ±0,084	17,1 0,084	44,5 ±0,084	34,3 ±0,122	25,3 ±0,114	40,1 ±0,084	27,2 ±0,071	22,2 ±0,084	42,5 ±0,055
Sterylizacja w temperaturze 121°C – Sterilization at 121°C									
0	46,4 ±0,089	37,1 ±0,084	30,3 ±0,152	48,6 ±0,084	40,2 ±0,084	31,4 ±0,100	47,4 ±0,089	38,6 ±0,114	31,2 ±0,071
15	41,4 ±0,084	32,2 ±0,084	35,4 ±0,084	44,5 ±0,084	36,7 ±0,089	33,3 ±0,152	42,4 ±0,114	34,3 ±0,100	34,2 ±0,110
30	36,2 ±0,055	27,2 ±0,055	38,2 ±0,055	41,3 ±0,055	33,2 ±0,071	36,2 ±0,071	38,3 ±0,084	31,2 ±0,055	37,5 ±0,055
45	32,1 ±0,055	24,3 ±0,084	40,4 ±0,084	38,2 ±0,055	30,2 ±0,084	38,5 ±0,084	36,2 ±0,084	28,2 ±0,084	39,3 ±0,089
60	27,3 ±0,089	20,2 ±0,084	43,2 ±0,071	35,2 ±0,084	27,3 ±0,084	40,2 ±0,084	33,4 ±0,100	25,6 ±0,055	41,2 ±0,071
75	23,2 ±0,084	16,2 ±0,055	45,4 ±0,089	31,2 ±0,122	24,2 ±0,114	42,3 ±0,084	29,4 ±0,084	23,3 ±0,110	43,2 ±0,045
90	19,1 ±0,084	12,5 ±0,055	48,2 ±0,084	27,2 ±0,114	21,1 ±0,100	44,5 ±0,114	25,2 ±0,055	19,2 ±0,071	45,1 ±0,089

■ różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$ – statistically significantly differences at $p \leq 0.05$.

W sterylizowanym w temperaturze 115°C przecierze marchwiowym z dodatkiem cukru, wartość parametru a^* obniżyła się o 37%, a z dodatkiem soli kuchennej o 42% w stosunku do nieogrzewanych próbek kontrolnych (bez ich dodatku). W przypadku obróbki termicznej przecierów marchwiowych z tymi dodatkami w temperaturze 121°C straty w czerwoności barwy dla próbek z dodatkiem cukru wzrosły odpowiednio do 48%, a z solą kuchenną do 50% (rys. 2).

Biorąc pod uwagę otrzymane dane statystyczne, zauważono, że czas obróbki termicznej przecierów marchwiowych z dodatkiem cukru i soli kuchennej do 45 min nie wpływał istotnie na zmiany parametru a^* w porównaniu z nieogrzewaną próbką kontrolną (z ich dodatkiem). Natomiast istotne różnice w zmianie tego parametru stwierdzono w próbkach z dodatkiem cukru i soli kuchennej po czasie sterylizacji od 60 do 90 min.

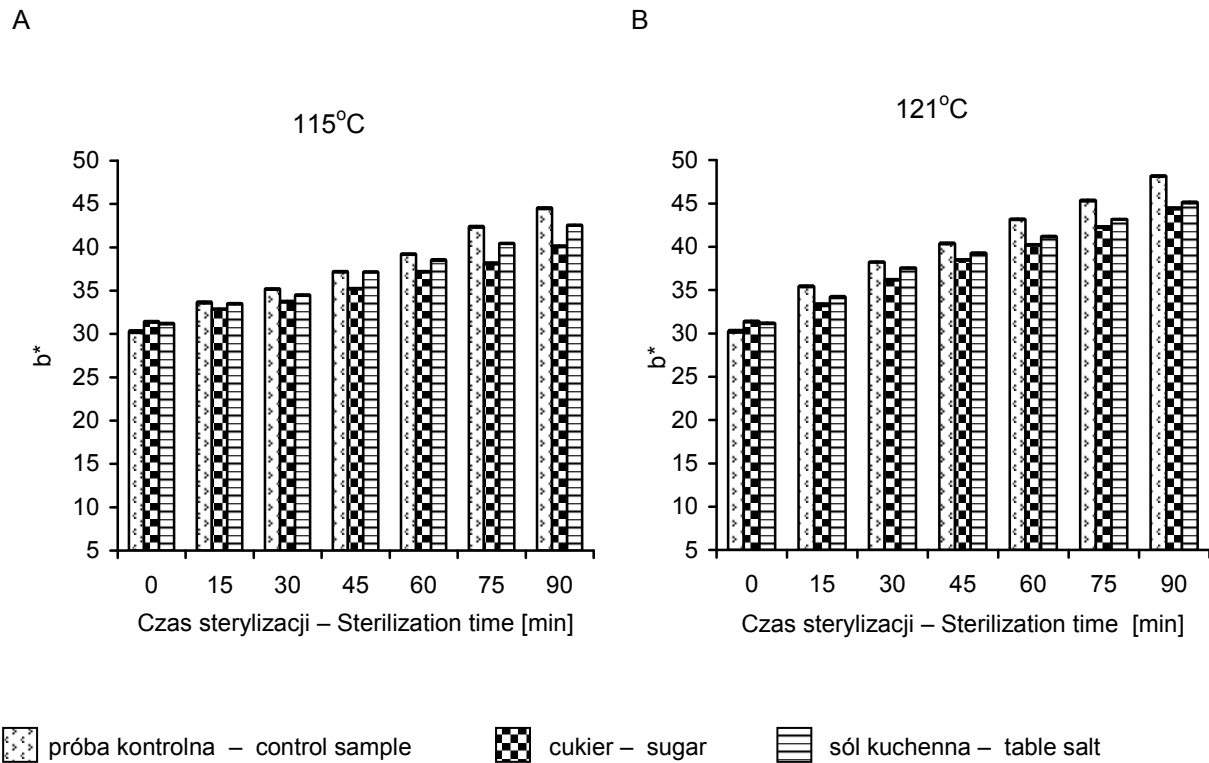


Rys. 2. Zmiany parametru a^* w przecierach marchwiowych z dodatkiem cukru i soli kuchennej oraz bez ich dodatku (próbka kontrolna) przed sterylizacją i po sterylizacji w temperaturze 115°C (A) i 121°C (B) w czasie 15, 30, 45, 60, 75, 90 min

Fig. 2. The a^* parameter changes in carrot pulps with sugar and table salt addition and without (control sample) before and after 115°C (A) and 121°C (B)/ 15, 30, 45, 60, 75, 90 min sterilization

Z kolei wartości parametru b^* w odróżnieniu od parametru a^* i L^* w przecierach marchwiowych bez dodatku i z dodatkiem cukru i soli kuchennej zwiększały się wraz z czasem i temperaturą sterylizacji. Największym wzrostem żółtości barwy charakteryzowała się próbka kontrolna (bez dodatków). Po obróbce termicznej w temperaturze 115°C wartość parametru b^* dla tej próby zwiększyła się o 32%, a w temperaturze 121°C o 37% w stosunku do nieogrzewanego wariantu kontrolnego (bez dodatków). Natomiast w przecierze marchwiowym przed sterylizacją z dodatkiem cukru i soli kuchennej wartość parametru b^* wzrosła z 30,3 (próbka kontrolna – bez ich dodatków) do 31,3. Po obróbce termicznej w temperaturze 115°C próbki z dodatkiem cukru i soli kuchennej charakteryzowały się wzrostem wartości parametru b^* odpowiednio o 22 i 27%, a w temperaturze 121°C o 29 i 31% w porównaniu z nieogrzewanymi próbkami kontrolnymi (z ich dodatkiem).

W przypadku parametru b^* zanotowano również jak w pozostałych wskaźnikach barwy L^* i a^* istotne jego zmiany dla próbek obrabianych termicznie przez najdłuższy czas (od 60 do 90 min).



Rys. 3. Zmiany parametru b^* w przecierach marchwiowych z dodatkiem cukru i soli kuchennej oraz bez ich dodatku (próbka kontrolna) przed sterylizacją i po sterylizacji w temperaturze 115°C (A) i 121°C (B) w czasie 15, 30, 45, 60, 75, 90 min

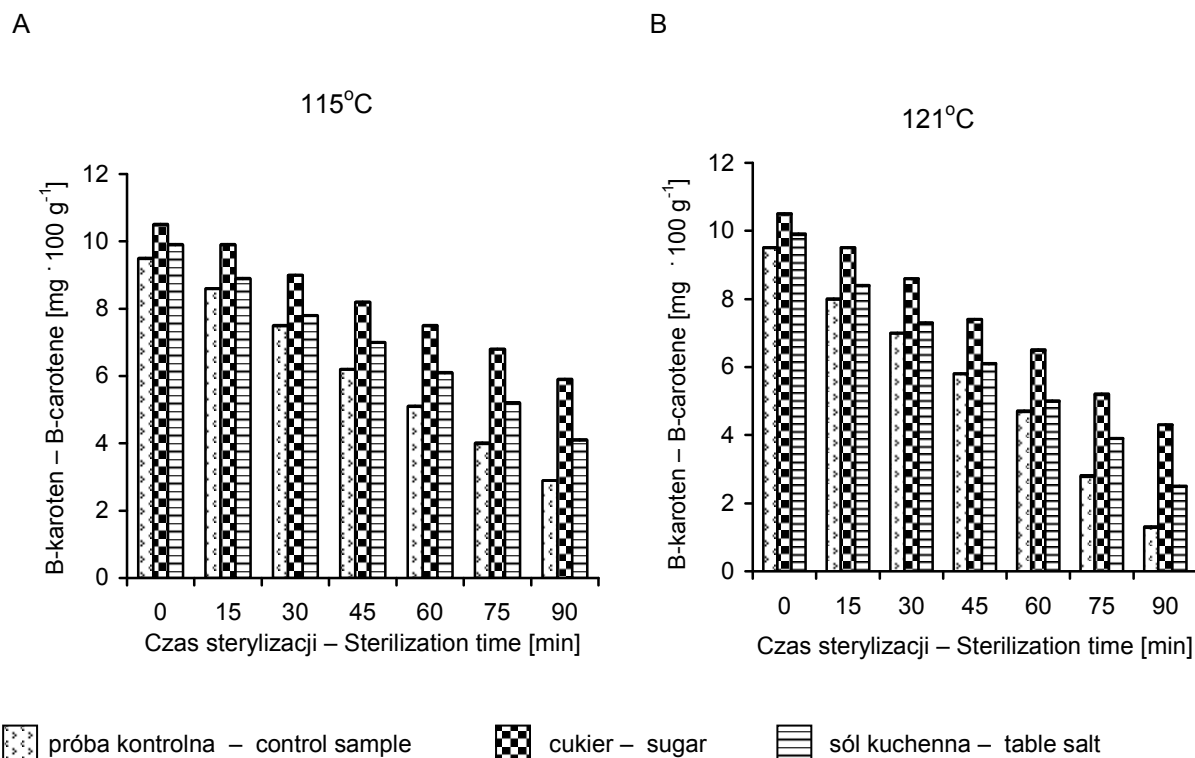
Fig. 3. The b^* parameter changes in carrot pulps with sugar and table salt addition and without (control sample) before and after 115°C (A) and 121°C (B)/ 15, 30, 45, 60, 75, 90 min sterilization

Zawartość β -karotenu w przecierach marchwiowych przed sterylizacją i po sterylizacji

Przeciery marchwiowe po obróbce termicznej bez dodatku i z dodatkiem cukru i soli kuchennej charakteryzowały się spadkiem zawartości β -karotenu w stosunku do próbek wyjściowych (przed ogrzewaniem). Niezależnie od zastosowanego dodatku, straty w zawartości barwnika zwiększały się wraz ze wzrostem temperatury i czasem sterylizacji. Największe ubytki β -karotenu stwierdzono dla próbek ogrzewanych od 60 do 90 min.

W przypadku próbek nieogrzewanych, najniższą zawartością β -karotenu (9,5 mg na 100 g) charakteryzowała się próbka kontrolna (bez dodatków). Dla porównania w przecierach marchwiowych z dodatkiem cukru zawartość barwnika była wyższa i wynosiła 10,5, a z dodatkiem soli kuchennej 9,9 mg na 100 g (rys. 4). Po sterylizacji w temperaturze 115°C straty β -karotenu w przecierze marchwiowym stanowiącym próbkę kontrolną (bez dodatków) wzrosły do 69%, a w temperaturze 121°C do 86% w stosunku do wariantu nieogrzewanego. Mniejsze ubytki β -karotenu niż próbka kontrolna (bez dodatków), po obróbce termicznej, wykazywały przeciery z dodatkiem cukru i soli kuchennej. W przypadku przecieru marchwiowego z dodatkiem cukru ogrzewanego w temperaturze 115°C straty β -karotenu

wzrosły do 44%, a z dodatkiem soli kuchennej do 59% w stosunku do próbek kontrolnych (z tymi dodatkami) przed sterylizacją. Z kolei podwyższenie temperatury sterylizacji do 121°C spowodowało dalsze ubytki barwnika w przecierach z dodatkiem cukru do 59%, a z dodatkiem soli kuchennej do 75% (rys. 4).



Rys. 4. Zawartość β -karotenu w przecierach marchwiowych z dodatkiem cukru i soli kuchennej i bez ich dodatku (próba kontrolna) przed sterylizacją i po sterylizacji w temperaturze 115°C (A) i 121°C (B) w czasie 15, 30, 45, 60, 75 i 90 min

Fig. 4. The β -carotene content in carrot pulps with sugar and table salt addition and without (control sample) before and after 115°C (A) and 121°C (121)/ 15, 30, 45, 60, 75, 90 min sterilization

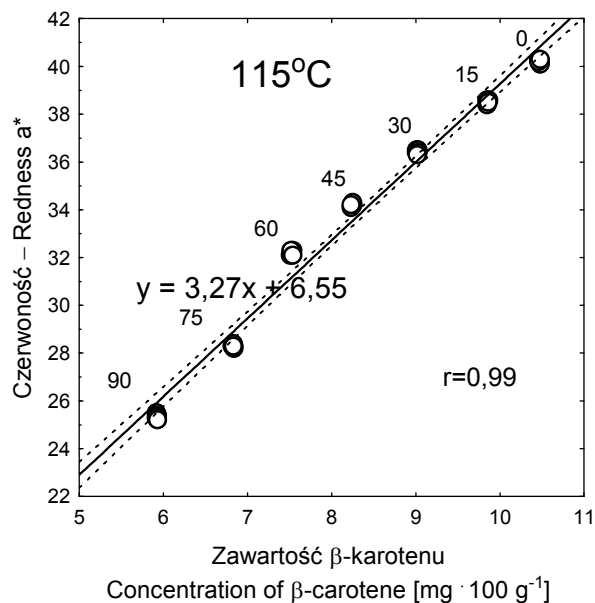
Porównując wpływ obu dodatków na zawartość β -karotenu, stwierdzono, że dodatek cukru powodował w ogrzewanych przecierach marchwiowych mniejszy o 15% ubytek tego barwnika niż dodatek soli kuchennej. Na tej podstawie przyjęto, że cukier wykazywał wyższą aktywność w stabilizowaniu β -karotenu niż sól kuchenna.

Statystyczna analiza wyników ($p \leq 0,05$) wykazała natomiast istotną zależność korelacyjną między zawartością barwnika w ogrzewanych w temperaturze 115 i 121°C próbkach z dodatkiem cukru (rys. 5) i soli kuchennej (rys. 6) a parametrami barwy a^* i b^* .

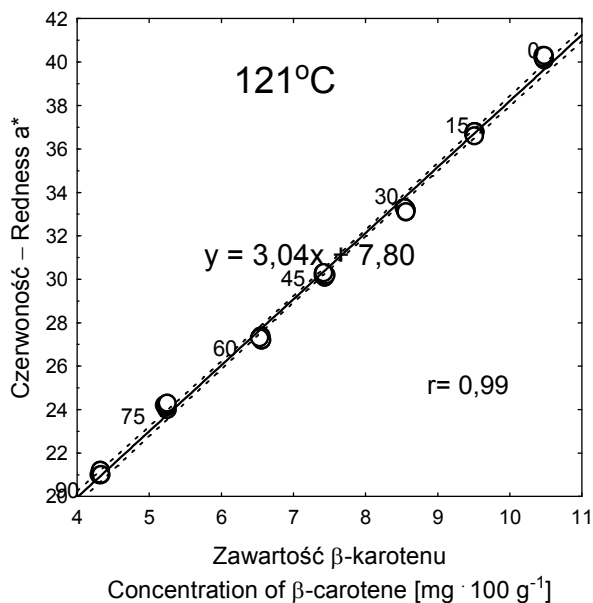
Ocena sensoryczna barwy, smaku i zapachu przecierów marchwiowych przed sterylizacją i po sterylizacji

Ocena wybranych wyróżników jakościowych (barwy, smaku i zapachu) w przecierach marchwiowych wykazała dosyć znaczne ich zróżnicowanie w zależności od zastosowanego dodatku, czasu i temperatury obróbki cieplnej.

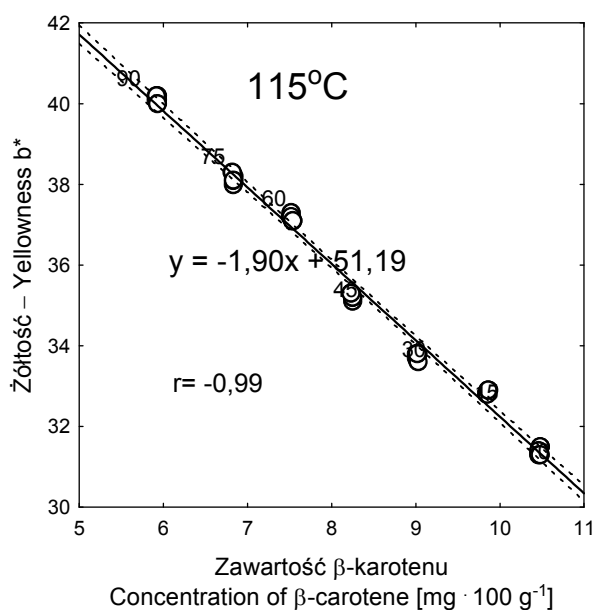
A



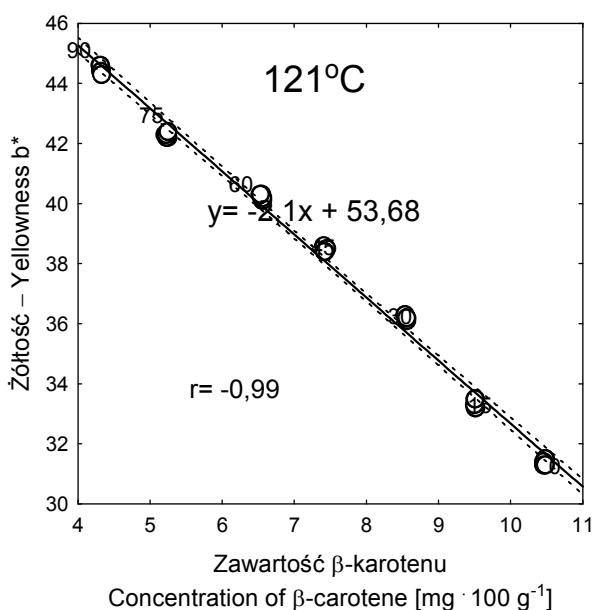
B



C

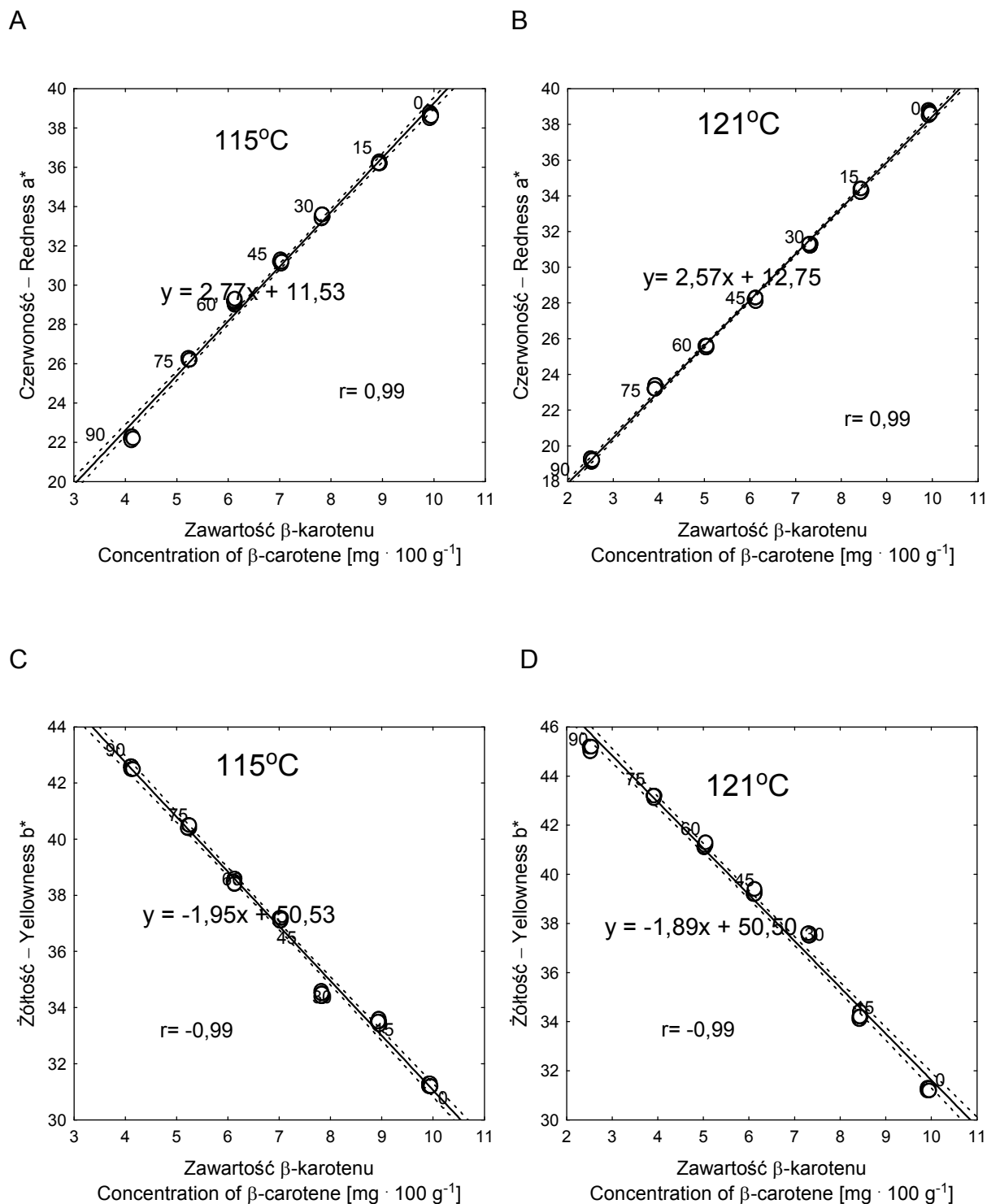


D



0, 15, 30, 45, 60, 70, 90 – czas sterylizacji – sterilization time [min]

Rys. 5. Zależność między zawartością β -karotenu a parametrami barwy a^* (A, B) i b^* (C, D) w przecierach marchwiowych z dodatkiem cukru przed sterylizacją i po sterylizacji w temperaturze 115 i 121°C
Fig. 5. The correlations between of β -carotene concentration and colour parameters a^* (A, B) and b^* (C, D) in the carrot pulps with sugar before and after 115°C and 121°C sterilization



0, 15, 30, 45, 60, 70, 90 – czas sterylizacji – sterilization time [min]

Rys. 6. Zależność między zawartością β-karotenu a parametrami barwy a* (A, B) i b* (C, D) w przecierach marchwiowych z dodatkiem soli kuchennej przed sterylizacją i po sterylizacji w temperaturze 115 i 121°C

Fig. 6. The correlations between of β-carotene concentration and colour parameters a* (A, B) and b* (C, D) in the carrot pulps with table salt before and after 115°C and 121°C sterilization

Badane próbki z dodatkiem cukru pod względem ocenianych cech zarówno przed, jak i po sterylizacji wypadły najlepiej (od 5 do 4,5 pkt). Przeciery marchwiowe z dodatkiem cukru ogrzewane do 45 min nie wykazywały statystycznie istotnych różnic w barwie, w smaku i w zapachu w stosunku do nieogrzewanej próby kontrolnej (z jego dodatkiem). W ocenie konsumenckiej próbki z dodatkiem cukru charakteryzowały się jednolitą, pomarańczową barwą, typową dla wyrobu oraz słodkim smakiem i intensywnym zapachem marchwi. Natomiast wyższe czasy sterylizacji (od 60 do 90 min) powodowały w produkcie z dodatkiem cukru istotne ($p \leq 0,05$) zmiany sensoryczne badanych wyróżników. W ocenie punktowej uzyskały one noty w zakresie od 3,4 do 1,2 pkt.

W przypadku próbek z dodatkiem soli kuchennej oceniana pożądalność badanych wyróżników była nieco niższa niż przy próbkach z dodatkiem cukru (od 4,8 do 4,0 pkt). Przeciery z dodatkiem soli kuchennej, podobnie jak próbki z dodatkiem cukru, nie różniły się statystycznie istotnie pod względem barwy, smaku i zapachu przed i po ogrzewaniu do 45 min. Zdecydowanie istotne różnice w wyróżnikach, badanych przecierów z dodatkiem soli kuchennej, zauważono dopiero po 60, 75 i 90 min ich sterylizacji. Średnie noty uzyskane dla ocenianych cech w przecierach marchwiowych (ogrzewanych od 60 do 90 min) z dodatkiem soli kuchennej były zbliżone i kształtowały się na poziomie od 2,8 do 1,2 pkt.

Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono również, że przeciery marchwiowe bez dodatków stanowiące wariant kontrolny charakteryzowały się największymi zmianami ocenianych wyróżników. Jakość tych produktów już po 30 min sterylizacji różniła się statystycznie istotnie z próbką nieogrzewaną (z 4,4 obniżyła się do 3,6 pkt). Szczególnie wyraźne zmiany zaobserwowano w barwie tych próbek, która była mniej intensywnie pomarańczowa, jak barwa próbek z dodatkiem cukru i soli kuchennej. Wydłużenie czasu obróbki termicznej od 45 do 90 min powodowało w próbkach kontrolnych (bez dodatków) dalszy spadek barwy pomarańczowej i wzrost barwy brunatnożółtej oraz zanik typowego smaku i zapachu w ogrzewanych wyrobach.

DYSKUSJA

Długotrwała obróbka termiczna w wysokiej temperaturze wpływa niekorzystnie na cechy żywieniowe i sensoryczne marchwi, w tym szczególnie na jej barwę. Potwierdza to celowość kontroli zmian barwy w produktach marchwiowych poddanych ogrzewaniu (Biller i in. 2005). W praktyce przemysłowej bardzo ważne jest właściwe przeprowadzenie procesu sterylizacji, od której zależy zarówno jakość, jak i bezpieczeństwo tych wyrobów. Dobór odpowiednich parametrów ogrzewania (czas trwania i temperatura) ma w tym zakresie podstawowe znaczenie (Pither 2003). Zastosowanie takich dodatków jak cukier czy sól kuchenna może również w pewnym stopniu poprawić trwałość barwy sterylizowanych produktów marchwiowych. Jak wykazali Jarczyk i Berdowski (1999) dodatek cukru i soli kuchennej do

przetworów owocowo-warzywnych działa ochronnie na obecne w nich związki barwne. Według Korczaka (2000), cukier i sól kuchenna zmniejszają ilość tlenu w produkcie, wobec czego ograniczają straty barwników karotenoidowych, które są szczególnie wrażliwe na jego działanie i tym samym polepszają barwę wyrobu. Shi i in. (1999) wykazali również, że roztwór cukru, pokrywający powierzchnię rozdrobnionych pomidorów, suszonych osmotycznie, wpływa ochronnie na bogaty w nie barwnik karotenoidowy – likopen.

Z przeprowadzonych badań wynika, że niezależnie od stosowanego dodatku (cukier i sól kuchenna) decydujący wpływ na zmiany barwy i ubytki β -karotenu w przecierze marchwiowym miał czas i temperatura ogrzewania. Jak twierdzą Milicua i in. (1991) oraz Oszmiański i Sożyński (2001) obróbka cieplna niszczy wiązanie białko–karotenoid, wobec czego β -karoten staje się bardziej podatny na destrukcyjne procesy chemiczne zachodzące pod wpływem światła, z udziałem tlenu, jonów metali i enzymów. Pod wpływem działania podwyższonej temperatury barwnik ten ulega izomeryzacji geometrycznej do formy „cis”, co prowadzi do rozjaśnienia barwy produktu (Marx i in. 2003). Według Abbatemarco i Ramaswamy (1995) wzrost czasu i temperatura obróbki termicznej zmieniają intensywność barwy pomarańczowej w marchwi apertyzowanej. Zdaniem autorów, wyższa temperatura procesu powoduje wyraźne pociemnienie barwy wyrobu i przejście jej z pomarańczowej do żółtobrunatnej. Zmiany barwy produktów marchwiowych, poddanych sterylizacji w kierunku brunatnym, spowodowane mogą być również reakcjami Maillarda (Pither 2003).

Analizując uzyskane dane w niniejszej pracy, zauważono, że sterylizacja przecierów marchwiowych z dodatkami, prowadzona do 45 min, nie wpływała istotnie na barwę oraz straty β -karotenu. Podobnie oceniane wyróżniki jakościowe (smak i zapach) w ogrzewanych przez 45 min wyrobach marchwiowych z dodatkami nie różniły się statystycznie istotnie od próbek surowca wyjściowego (przed sterylizacją). Z kolei wydłużenie czasu sterylizacji od 60 do 90 min powodowało już wyraźnie istotne zmiany zarówno w barwie, w zawartości β -karotenu, jak i w smaku i zapachu badanych produktów marchwiowych.

Biorąc natomiast pod uwagę wpływ obu dodatków na jakość przecierów marchwiowych, stwierdzono, że zarówno cukier jak i sól kuchenna wykazywały działanie ochronne na barwę, jak i stabilność β -karotenu. W przypadku jednak dodatku cukru jego wpływ na trwałość barwy badanych wyrobów był większy niż soli kuchennej.

Niezależnie od dodatku, wraz ze wzrostem czasu i temperaturą ogrzewania, następował w przecierach marchwiowych spadek jasności barwy L^* oraz parametru a^* (udział barwy czerwonej), natomiast zwiększały się wartości parametru b^* (udział barwy żółtej). Podobną tendencję zmian w obiektywnych parametrach barwy L^* , a^* i b^* wykazywały sterylizowane przecieri marchwiowe będące przedmiotem badań Abbatemarco i Ramaswamy (1995).

Analizując zmiany jasności barwy po obróbce termicznej, stwierdzono mniejszy jej spadek w przecierach z dodatkiem cukru i soli kuchennej niż w próbkach kontrolnych (bez ich dodatku). W przecierze marchwiowym po ogrzewaniu w temperaturze 115°C z dodatkiem

cukru wartość parametru L^* obniżyła się o 29%, a z solą kuchenną o 43% w stosunku do nieogrzewanych próbek kontrolnych z tymi dodatkami. W przypadku obróbki termicznej przecierów marchwiowych w temperaturze 121°C z dodatkiem cukru i soli kuchennej straty w jasności barwy wzrosły odpowiednio o 44 i 47%. Porównując z kolei zmiany w czerwoności barwy w próbkach z dodatkiem cukru i soli kuchennej, zauważono mniejsze jej straty niż w wariacie kontrolnym (bez ich dodatku). W sterylizowanym w temperaturze 115°C przecierze marchwiowym z dodatkiem cukru wartość parametru a^* obniżyła się o 37%, a z dodatkiem soli kuchennej o 42% w stosunku do nieogrzewanych próbek kontrolnych (bez ich dodatku). Po obróbce termicznej w temperaturze 121°C straty w czerwoności barwy badanych próbek wzrosły odpowiednio: z dodatkiem cukru o 48%, a z solą kuchenną o 50%. Z kolei wartości parametru b^* w przecierze sterylizowanym w temperaturze 115°C z dodatkiem cukru wzrosły o 22%, a z dodatkiem soli kuchennej o 27% w porównaniu z nieogrzewanymi próbkami kontrolnymi (z ich dodatkiem). Podwyższenie temperatury do 121°C powodowało dalszy wzrost żółtości w barwie próbek – odpowiednio z dodatkiem cukru do 29% i z solą kuchenną do 31%.

W przypadku zawartości β -karotenu największe jego straty, niezależnie od dodatku, obserwowano w przecierach marchwiowych ogrzewanych w czasie od 60 do 90 min. Po sterylizacji w temperaturze 115°C ubytki barwnika w przecierze marchwiowym stanowiącym próbkę kontrolną wzrosły do 69%, a w temperaturze 121°C do 86% w stosunku do wariantu nieogrzewanego. Mniejsze straty β -karotenu, niż w próbce kontrolnej po obróbce termicznej, wykazywały przecieri z dodatkiem cukru (44 i 59%) i soli kuchennej (59 i 75%).

Porównując wpływ obu dodatków na zawartość tego barwnika, stwierdzono, że dodatek cukru powodował w ogrzewanych przecierach marchwiowych o 15% mniejszy jego ubytek niż dodatek soli kuchennej. Na tej podstawie przyjęto, że cukier efektywniej wpływał na stabilność β -karoten niż sól kuchenna.

Badania przeprowadzone przez innych autorów również wykazały w sterylizowanych przecierach marchwiowych ok. 65-procentowe straty β -karotenu oraz 56-procentowe w przecierach dla dzieci i 45-procentowe w sokach marchwiowych ogrzewanych w temperaturze 110°C (Balla 1979; Olunlesi i Lee 1979; Chen i in. 1995).

Uzyskane w niniejszej pracy dane eksperymentalne potwierdziły również przydatność zarówno wskaźnika a^* , jak i b^* do szacowania zmian między jakością a zawartością β -karotenu w ogrzewanych przecierach marchwiowych. Zmiany obu parametrów były odpowiednio mocno skorelowane z zawartością barwnika: żółtość ($-0,99$) a czerwoność ($0,99$). Spadek parametru a^* wraz z czasem i temperaturą ogrzewania wiązał się jednoznacznie z osłabieniem barwy pomarańczowej i wzrostem barwy żółto-brunatnej w badanych wyrobach. Jak twierdzi Desobry i in. (1998) sterylizacja obniża czerwoność barwy produktów marchwiowych, która wiąże się z degradacją β -karotenu i tworzeniem się cis-izomerów. Wyznaczenie korelacji pozwoliło potwierdzić, że istnieje wysoka

współzależność pomiędzy spadkiem czerwoności barwy a wzrostem ubytku barwnika w analizowanych przecierach marchwiowych. W przypadku parametru b^* , jego wzrost wraz z czasem i temperaturą ogrzewania świadczył o daleko posuniętych zmianach barwy wyrobu, spowodowanych degradacją β -karotenu. Zmiany wskaźnika b^* były mocno skorelowane ze spadkiem zawartości barwnika. Powyższą zależność potwierdziły również badania Humphriesa i in. (2004). Zdaniem autorów, istnienie korelacji pomiędzy parametrem b^* a zawartością β -karotenu może wskazywać o przydatności parametru b^* jako wskaźnika do określenia zmian koncentracji barwnika będącego prekursorem witaminy A.

WNIOSKI

1. Wraz ze wzrostem czasu i temperaturą ogrzewania w przecierach marchwiowych, niezależnie od zastosowanego dodatku, następował spadek jasności L^* oraz parametru a^* , natomiast zwiększały się wartości parametru b^* .
2. Dodatek cukru wykazywał lepszy efekt ochronny na barwę, stabilność β -karotenu oraz smak i zapach przecierów marchwiowych przed sterylizacją i po sterylizacji niż dodatek soli kuchennej.
3. Dłuższe czasy sterylizacji (od 60 do 90 min) istotnie wpływały na zmiany parametrów barwy (L^* , a^* i b^*), zawartość β -karotenu oraz sensorykę wyrobu (smak i zapach).
4. Wysokie korelacje pomiędzy parametrem a^* (0,99) i parametrem b^* (-0,99), a zawartością β -karotenu potwierdzają możliwość wykorzystania ich jako wskaźników w ocenie jakości ogrzewanych przecierów marchwiowych.

PODZIĘKOWANIE

Autorzy składają serdeczne podziękowanie Panu prof. dr. hab. inż. Edwardowi Kołakowskiemu za pomoc i cenne wskazówki przy pisaniu niniejszej pracy.

PIŚMIENNICTWO

- Abbatemarco C., Ramaswamy H.S.** 1995. End-over-end processing of canned vegetables: Effects on texture and color. *Food Res. Instl.* 27, 327–334.
- Archana G.N., Prakash J., Asha M.R., Chand N.** 1995. Effect of processing on pigments of certain selected vegetables. *J. Food Quality* 18, 91–101.
- Balla F.** 1979. Studies on vitamin contents of foods in the Hungarian canned foods industry. *Konservn. Paprikaipar* 1, 33–36.
- Bao B., Chang K.C.** 1994. Carrot pulp chemical composition, colour, and water holding capacity as affected by blanching. *J. Food Sci.* 59, 1159–1161.
- Biller E., Wierzbicka A., Póltorak A.** 2005. Wpływ obróbki termicznej na zmiany parametrów barwy na przykładzie marchwi. *Inż. Rol.* 9, 7–12.

- Bontovits L.** 1981. The effect of processing technologies on colour changes in tomato. *Acta Aliment.*, 10.
- Chen B.H., Peng H.Y., Chen H.E.** 1995. Changes of carotenoids, color and vitamin A contents during processing of carrot juices. *J. Agric. Food Chem.* 43, 1912–1918.
- Davies B.H.** 1976. *Chemistry and biochemistry of plant pigments.* Academic Press, London–New York–San Francisco, 2.
- Delgado-Vargas F., Paredes-López O.** 2003. *Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses.* CRP Press LLC. Boca Raton, London–New York–Washington, D.C.
- Desobry S.A., Netto F.M., Labuza T.P.** 1998. Preservation of β -carotene from carrots. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 38, 381–396.
- Humphries J.M., Graham R.D., Mares D.J.** 2004. Application of reflectance colour measurement to the estimation of carotene and lutein content in wheat and triticale. *J. Cereal Sci.* 40, 151–159.
- Horubała A.** 1996. Zmiany barwy soków owocowych w procesach technologicznych ich otrzymania i przechowywania. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.* 8, 31–34.
- Jarczyk A., Berdowski J.B.** 1999. *Przetwórstwo Owoców i Warzyw.* WSiP, Warszawa.
- Korczak J.** 2000. *Witaminy a praktyka kulinarna [w: Witaminy].* Red. J. Gawęcki. WAR, Poznań.
- Lee C.Y.** 1986. Changes in carotenoid content of carrots during growth and post-harvest storage. *Food Chem.* 20, 285–293.
- Marx M., Stuparic M., Schieber A., Carle R.** 2003. Effect of thermal processing on trans-cis-isomerization of β -carotene in carrot juices and carotene-containing preparations. *Food Chem.* 83, 609–617.
- Mauron J.** 1981. The Maillard reaction in food: Critical review from the nutritional standpoint. *Prog. Food Nutr. Sci.* 5.
- Milicua J.C., Jurrasow J.L., De Las Rivas J., Ibarondo J., Gomez R.** 1991. Isolation of yellow carotenoprotein from carrot. *Phyto. Chem.* 30, 1535–1540.
- Olunlesi A.T., Lee C.Y.** 1979. Effect of thermal processing on the stereoisomerization of major carotenoids and vitamin A value of carrots. *Food Chem.* 4, 311–318.
- Oszmiański J., Sożyński J.** 2001. *Przewodnik do ćwiczeń z technologii przetwórstwa owoców i warzyw.* AWA, Wrocław.
- Pither R.J.** 2003. Quality changes during canning. *Encycl. Food Sci. Nut.* 1111, 845–851.
- PN-R-75358.** 1984. Ocena jakości marchwi świeżej.
- PN-A-75101/12.** 1990. Oznaczanie zawartości karotenoidów.
- PN-ISO-6658.** 1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
- Simon P.W., Lindsay R.C.** 1983. Effect of processing upon objective and sensory variables of carrot. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 108, 928–931.
- Shi J., Le Maguer M.** 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40, 1–42.
- Shi J., Le Maguer M., Kakuda Y., Liptay A.** 1999. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Res. Intl.* 32, 15–21.
- Waszkiewicz-Robak B.** 1999. *Barwniki [w: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna].* Red. F. Świdorski. WNT, Warszawa.
- Wilska-Jeszka J.** 1994. *Barwniki [w: Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności].* Red. Z.E. Sikorski. WNT, Warszawa.
- Zadernowski R., Oszmiański J.** 1994. *Wybrane zagadnienia z przetwórstwa owoców i warzyw.* ART, Olsztyn.