

Waldemar Żyngiel, Halina Kolenda

## WPŁYW PARAMETRÓW UTRWALANIA TECHNIKĄ WYSOKICH CIŚNIEŃ NA JAKOŚĆ I TRWAŁOŚĆ SOKÓW Z MARCHWI

Katedra Technologii i Organizacji Żywienia Akademii Morskiej w Gdyni  
Kierownik: prof. nadzw. dr hab. inż. H. Kolenda

*Surowe soki przecierowe z marchwi utrwalono techniką wysokich ciśnień (HPP). Zbadano wpływ parametrów procesu kompresji na kształtowanie się badanych wskaźników chemicznych w czasie przechowywania utrwalonych soków.*

Hasła kluczowe: soki z marchwi, technologia wysokociśnieniowa (HPP), parametry procesu kompresji, wskaźniki chemiczne.

Key words: carrot juices, high pressure processing (HPP), compression parameters, chemical factors.

Zainteresowanie żywnością minimalnie przetworzoną spowodowane jest nowym spojrzeniem na rodzaj produktów żywnościowych oferowanych na rynku, wynika też ze wzrostu świadomości i edukacji społeczeństwa w zakresie zasad racjonalnego żywienia oraz profilaktyki związanej z zagadnieniami ochrony zdrowia i środowiska (5, 6, 7, 8).

Nowoczesne, alternatywne technologie utrwalania żywności są w głównej mierze oparte na koncepcji „minimalnego przetwarzania”. Zaletą żywności utrwalonej metodą HPP (High Pressure Processing) jest wysoka jakość zdrowotna i trwałość oraz zachowanie naturalnych walorów odżywczych i sensorycznych w porównaniu z produktami utrwalonymi metodami klasycznymi (2, 9). Warunkiem przydatności i potencjalnego wykorzystania technologii wysokociśnieniowej do utrwalania żywności jest ustalenie takich parametrów procesu kompresji, które nie powodują obniżenia wartości odżywczej i cech sensorycznych produktu oraz zachowują jego jakość i trwałość (2, 3, 4, 9, 15).

Celem pracy było określenie wpływu parametrów utrwalania metodą HPP oraz czasu przechowywania na zmiany wybranych wskaźników chemicznych w analizowanych sokach przecierowych z marchwi.

### MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były soki surowe przecierowe i soki przecierowe utrwalone techniką wysokich ciśnień, uzyskane z wybranych odmian świeżej marchwi jadalnej. Próby surowych soków przecierowych z marchwi utrwalono metodą HPP z zastosowaniem zróżnicowanych parametrów procesu kompresji (ciśnienie/czas/tempe-

ratura): 350 MPa/20'/20°C, 350 MPa/20'/40°C, 400 MPa/20'/20°C, 400 MPa/20'/40°C, 500 MPa/10'/20°C, 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C. Utrwalone soki przechowywano w temperaturze 4±6°C przez okres 3 miesięcy. Analizy wybranych wskaźników chemicznych w sokach surowych oraz sokach utrwalonych techniką wysokich ciśnień na każdym etapie badań wykonano zgodnie z wymaganiami PN i PN-EN.

Zakres analiz chemicznych obejmował oznaczenie: zawartości suchej substancji [PN-EN-12145:2001], popiołu ogólnego [PN-EN 1135:1999], poziomu kwasowości czynnej [PN-EN 1132:1999], kwasowości ogólnej [PN-EN 12147:2000], zawartości ekstraktu ogólnego [PN-EN 12143:2000], zawartości sacharydów ogółem oraz zawartości sacharydów redukujących metodą kolorymetryczną wg *Talburta* i *Sowokinosa* w modyfikacji IHAR, zawartości karotenoidów ogółem [PN-EN 12136:2000]. Analizy chemiczne wykonano w trzech równoległych powtórzeniach.

W przeprowadzonej analizie statystycznej wyników badań odnośnie wpływu parametrów procesu HPP oraz czasu przechowywania na kształtowanie się wartości średnich badanych wskaźników chemicznych w sokach z marchwi, zastosowano test analizy wariancji jednoczynnikowej. Po stwierdzeniu istotnego wpływu danego czynnika na badany wskaźnik chemiczny przeprowadzono analizę post hoc za pomocą testu rozsządnej istotnej różnicy (RIR) *Tukeya*. W analizie statystycznej odnośnie występowania efektu wspólnego (specyficznej interakcji) wpływu parametrów procesu utrwalania i czasu przechowywania na kształtowanie się wartości średnich wskaźników chemicznych w badanych sokach zastosowano test analizy wariancji dwuczynnikowej (1, 12). Obliczenia i analizy statystyczne wykonano z wykorzystaniem oprogramowania StatSoft Statistica 6.0 PL oraz Microsoft Excel 2003 PL.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

### Wpływ parametrów procesu HPP na wartości wskaźników chemicznych w badanych sokach

We wszystkich utrwalonych sokach z marchwi stwierdzono obniżenie się wartości średnich kwasowości czynnej w stopniu zależnym od zastosowanych parametrów procesu HPP. Wyższe obniżenie się średniej wartości pH stwierdzono w sokach utrwalonych w wyższej temperaturze procesu kompresji: 350 MPa/20'/40°C i 400 MPa/20'/40°C, niższy stopień zmian pH odnotowano w sokach utrwalonych przy wyższym ciśnieniu: 600 MPa/10'/20°C i 500 MPa/20'/20°C. W badanych sokach stwierdzono podobny stopień wzrostu wartości średnich kwasowości ogólnej dla większości zastosowanych parametrów procesu HPP. Zmiany zawartości ekstraktu ogólnego były zróżnicowane w zależności od zastosowanych parametrów procesu HPP, wyższe obniżenie się wartości średnich ekstraktu stwierdzono w sokach utrwalonych przy 350 MPa/20'/40°C i 500 MPa/20'/20°C, a niższe w sokach utrwalonych przy 500 MPa/10'/20°C. We wszystkich analizowanych sokach z marchwi odnotowano obniżenie się zawartości sacharydów ogółem, wyższy stopień zmian badanych sacharydów odnotowano w sokach utrwalonych w wyższej temperaturze: 350 MPa/20'/40°C i 400 MPa/20'/40°C, a niższy w sokach utrwalonych przy wyższym ciśnieniu: 600 MPa/10'/20°C i 500 MPa/20'/20°C. Zaobserwowano wzrost zawartości sacharydów

redukujących we wszystkich utrwalonych sokach, gdzie wyższy stopień zmian badanych sacharydów stwierdzono w sokach utrwalonych w wyższej temperaturze: 350 MPa/20'/40°C i 400 MPa/20'/40°C, a niższy w sokach poddanych kompresji przez krótszy okres czasu: 500 MPa/10'/20°C i 600 MPa/10'/20°C (2, 4, 10, 11).

Analiza statystyczna wyników badań wykazała, że parametry procesu utrwalania miały istotny wpływ na kształtowanie się zmian zawartości sacharydów ogółem i karotenoidów ogółem w badanych sokach z marchwi (tab. I).

Tab e l a I. Analiza statystyczna wpływu parametrów procesu utrwalania metodą HPP na wskaźniki chemiczne badanych soków przecierowych z marchwi

Tab l e I. Statistical analysis of the influence HPP parameters on selected chemical factors in the researched carrot juices

Badany wskaźnik chemiczny	Wartość statystyki $F^*$	Istotność testu*
Sucha substancja	0,517	0,639
Popiół ogólny	0,108	0,995
Kwasowość czynna	1,230	0,301
Kwasowość ogólna	0,107	0,995
Ekstrakt ogólny	0,918	0,487
Sacharydy ogółem	3,389*	0,005*
Sacharydy redukujące	1,894	0,093
Karotenoidy ogółem	15,050*	0,000*

\* Wartość krytyczna statystyki testowej  $F_{(6, 73; 0,05)} = 2,226$ ; Istotność na poziomie  $p = 0,05$

W przeprowadzonej analizie statystycznej post hoc istotne statystyczne różnice w średniej zawartości sacharydów ogółem stwierdzono między sokami utrwalonymi przy 350 MPa/20'/40°C, a 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C oraz między sokami utrwalonymi przy 400 MPa/20'/40°C, a 600 MPa/10'/20°C. Soki utrwalone przy wyższym ciśnieniu: 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C, charakteryzowały się istotnie niższym stopniem obniżenia się średniej zawartości sacharydów ogółem w porównaniu z sokami utrwalonymi w wyższej temperaturze: 350 MPa/20'/40°C i 400 MPa/20'/40°C. Istotnie wyższe obniżenie się średniej zawartości karotenoidów ogółem stwierdzono w sokach utrwalonych przy wyższym ciśnieniu w procesie kompresji: 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C (4, 10, 11, 13, 14).

Wpływ czasu przechowywania na wartości wskaźników chemicznych w badanych sokach

W czasie przechowywania utrwalonych soków przecierowych z marchwi zaobserwowano systematyczne obniżanie się kwasowości czynnej, zawartości ekstraktu ogólnego, sacharydów ogółem i karotenoidów ogółem oraz systematyczny wzrost kwasowości ogólnej i zawartości sacharydów redukujących (2, 4, 10, 13, 14).

Przeprowadzona analiza statystyczna post hoc za pomocą testu rozsądnej istotnej różnicy (RIR) *Tukeya* wykazała, że czas przechowywania miał istotny wpływ na obniżanie się wartości średnich kwasowości czynnej, zawartości ekstraktu ogólnego, sacharydów ogółem i karotenoidów ogółem oraz wzrost wartości średnich kwaso-

wości ogólnej i zawartości sacharydów redukujących w badanych sokach z marchwi (tab. II).

Table II. Analiza statystyczna wpływu czasu przechowywania na wskaźniki chemiczne badanych soków przecierowych z marchwi

Table II. Statistical analysis of the influence storage time on selected chemical factors in the researched carrot juices

Badany wskaźnik chemiczny	Wartość statystyki $F^*$	Istotność testu*
Sucha substancja	0,484	0,694
Popiół ogólny	0,599	0,618
Kwasowość czynna	82,969*	0,000*
Kwasowość ogólna	54,000*	0,000*
Ekstrakt ogólny	84,981*	0,000*
Sacharydy ogółem	33,667*	0,000*
Sacharydy redukujące	50,665*	0,000*
Karotenoidy ogółem	5,564*	0,000*

\* Wartość krytyczna statystyki testowej  $F_{(3, 76; 0,05)} = 2,725$ ; Istotność na poziomie  $p = 0,05$

Współdziałanie parametrów utrwalania metodą HPP i czasu przechowywania w efekcie wspólnym na zmiany wartości wskaźników chemicznych w badanych sokach

Istotnym zagadnieniem przy ocenie jakości i trwałości soków przecierowych z marchwi utrwalonych metodą jest uwzględnienie wszystkich czynników wpływających na zmiany analizowanych wskaźników chemicznych. Na podstawie analizy statystycznej istotne różnice spowodowane współdziałaniem badanych czynników stwierdzono w przypadku kwasowości czynnej, zawartości sacharydów ogółem i karotenoidów ogółem (tab. III).

Table III. Analiza statystyczna interakcji wpływu parametrów procesu utrwalania i czasu przechowywania na wskaźniki chemiczne badanych soków przecierowych z marchwi

Table III. Statistical analysis of the interaction HPP parameters and storage time on selected chemical factors in the researched carrot juices

Badany wskaźnik chemiczny	Wartość statystyki $F^*$	Istotność testu*
Sucha substancja	0,412	0,979
Popiół ogólny	0,290	0,997
Kwasowość czynna	2,852*	0,002*
Kwasowość ogólna	0,419	0,977
Ekstrakt ogólny	0,977	0,498
Sacharydy ogółem	2,238*	0,012*
Sacharydy redukujące	1,330	0,209
Karotenoidy ogółem	2,278*	0,011*

\*Wartość krytyczna statystyki testowej  $F_{(18, 52; 0,05)} = 1,806$ ; Istotność na poziomie  $p = 0,05$

W sokach utrwalonych metodą HPP przy wyższym ciśnieniu: 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C odnotowano niższy stopień zmian pH w czasie okresu przechowywania. Zawartość sacharydów ogółem obniżyła się w istotnym stopniu w sokach utrwalonych przy wyższej temperaturze: 350 MPa/20'/40°C i 400 MPa/20'/40°C, niższy stopień zmian badanych sacharydów stwierdzono w sokach utrwalonych przy wyższym ciśnieniu: 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C. Istotnie wyższe obniżanie się zawartości karotenoidów ogółem zaobserwowano w przechowywanych sokach z marchwi utrwalonych przy wyższym ciśnieniu: 500 MPa/20'/20°C i 600 MPa/10'/20°C.

## WNIOSKI

1. Zastosowanie metody HPP wpływa korzystnie na zachowanie trwałości i wybranych cech jakości utrwalonych soków przecierowych z marchwi przechowywanych do miesiąca w warunkach chłodniczych.
2. Poziom analizowanych wskaźników chemicznych kształtował się w zależności od zastosowanych parametrów procesu HPP i czasu przechowywania utrwalonych soków z marchwi.
3. Stwierdzono występowanie efektu wspólnego we wpływie parametrów procesu utrwalania i czasu przechowywania na stopień zmian kwasowości czynnej, zawartości sacharydów ogółem i karotenoidów ogółem w badanych sokach.

W. Żyngiel, H. Kolenda

### THE INFLUENCE OF HIGH PRESSURE PROCESSING PARAMETERS ON QUALITY AND STABILITY OF PRESERVED CARROT JUICES

#### Summary

Alternative food preservation technologies are largely based on the concept of "minimal processing" which aims to maintain natural nutritional and sensory properties of food. High pressure processing (HPP) as one of the emerging technologies in food processing and preservation offers the great opportunity of producing high quality food, greater safety and with increased shelf-life when compared to conventional methods.

The object of researches was to determine the influence of HPP parameters on quality and stability of preserved carrot juices from various carrot varieties and to specify the changes of analyzed chemical factors in pressurized carrot juices during storage period. Raw carrot juices were pressure processed due to the established compression parameters, stored at 4±6°C for up to 3 months and analyzed at regular monthly intervals. The statistical analysis showed that noticed changes of selected chemical factors in pressurized carrot juices were dependent of established compression parameters and storage time of researched juices.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Aczel A.D.*: Statystyka w zarządzaniu. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2000; 388-421. – 2. *Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano P.M.* (Eds.): Novel Food Processing Technologies. CRC Marcel Dekker, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., 2005. – 3. *Butz P., Tauscher B.*: Emerging technologies: chemical aspects. *Food Res. Int.*, 2002; 35: 279-284. – 4. *Butz P., Fernandez Garcia A., Lindauer R., Dieterich S., Bognar A., Tauscher B.*: Influence of ultra high pressure processing on fruit and

vegetable products. *J. Food Eng.*, 2003; 56: 233-236. – 5. *Butz P., Needs E.C., Baron A., Bayer O., Geisel B., Gupta B., Oltersdorf U., Tauscher B.*: Consumer attitudes to high pressure food processing. *Food, Agri. & Environment*, 2003; 1: 30-34. – 6. *Cardello A.V.*: Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: effects on product liking. *Appetite*, 2003; 40: 217-233. – 7. *Cardello A.V., Schutz H.G., Leshner L.L.*: Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. *Inn. Food Sci. & Emerging Technol.*, 2007; 8: 73-83. – 8. *Deliza R., Rosenthal A., Silva A.L.S.*: Consumer attitude towards information on non conventional technology. *Trends Food Sci. Technol.*, 2003; 14: 43-49. – 9. *Deliza R., Rosenthal A., Abadio F.D.B., Silva C.H.O., Castillo C.*: Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. *J. Food Eng.*, 2005; 67: 241-246. – 10. *Houska M., Strohalm J., Kocurova K., Totusek J., Lefnerova D., Riska J., Vrchotova N., Fiedlerova V., Holasova M., Gabrovska D., Paulickova I.*: High pressure and foods – fruit/vegetable juices. *J. Food Eng.*, 2006; 77: 386-398.

11. *Kim Y.-S., Park S.-J., Cho Y.-H., Park J.*: Effects of combined treatment of high hydrostatic pressure and mild heat on the quality of carrot juice. *J. Food Sci.*, 2001; 9: 1355-1360. – 12. *Lomnicki A.*: Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1999. – 13. *Soysal C., Soylemez Z., Bozoglu F.*: Effect of high hydrostatic pressure and temperature on carrot peroxidase inactivation. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004; 218: 152-156. – 14. *Tedjo W., Eshtiaghi M.N., Knorr D.*: Impact of supercritical carbon dioxide and high pressure on lipoxygenase and peroxidase activity. *J. Food Sci.*, 2000; 8: 1284–1287. – 15. *Torres J.A., Velazquez G.*: Commercial opportunities and research challenges in the high pressure processing of foods. *J. Food Eng.*, 2005; 67: 95-112.

Adres: 81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87.