

*Iwona Ścibisz, Stanisław Kalisz, Marta Mitek*

## ZAWARTOŚĆ HYDROKSYMETYLOFURFURALU ORAZ FURFURALU W DŻEMACH BORÓWKOWYCH\*

Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie  
Kierownik: dr hab. *M. Mitek*, prof. SGGW

*Zbadano wpływ temperatury gotowania oraz rodzaju dodanego cukru na tworzenie się hydroksymetylofurfuralu (HMF) oraz furfuralu podczas produkcji dżemów borówkowych. Dżemy gotowano w temperaturze 65°C i 100°C. Wyprodukowano cztery produkty, które w składzie różniły się rodzajem dodanego sacharydu. Zawartość HMF, furfuralu oraz cukrów w dżemach oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej.*

Słowa kluczowe: dżem, HMF, furfural, obróbka termiczna, cukier.  
Key words: jam, HMF, furfural, thermal treatment, sugar.

Dżemy otrzymane z owoców kolorowych są cenionymi przez konsumentów produktami ze względu na atrakcyjną barwę, smakowitość oraz wysoką wartość żywieniową. Podczas otrzymywania dżemów tworzą się jednak produkty reakcji Maillarda takie jak hydroksymetylofurfural (HMF) oraz furfural, które wpływają negatywnie na jakość przetworów. Według *Gentry i Roberts* (1) reakcja powstawania HMF podczas ogrzewania cydrów przebiega zgodnie z kinetyką zerowego rzędu i na jej tempo wpływa temperatura procesu oraz pH produktu. Na zawartość HMF w dżemach wpływać może także rodzaj sacharydu, który dodawany jest w produkcji. Badania wykazały, że podczas pieczenia ciastek dodatek glukozy zwiększa szybkość powstawania HMF w porównaniu do produktów gdzie w recepturze wykorzystano sacharozę (2). Również badania przeprowadzone na winach oraz sokach winogronowych udowodniły, że obecność fruktozy przyspiesza tempo powstawania HMF w porównaniu do glukozy (3, 4).

Produkty poddawane obróbce termicznej mogą zawierać także furfural. Badania modelowe wykazały, że na zawartość furfuralu oprócz temperatury prowadzenia procesu termicznego wpływ ma także obecność kwasu askorbinowego (5). Związane jest to prawdopodobnie z beztlenową degradacją kwasu askorbinowego podczas której powstaje furfural (6). Celem pracy było określenie wpływu temperatury gotowania, a także rodzaju i ilości użytego sacharydu na powstawanie HMF oraz furfuralu w dżemach otrzymanych z owoców borówki.

---

\* Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2007-2010 jako projekt badawczy nr N N312 1832 33.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły dżemy otrzymane z owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) odmiany Patriot. Zakres pracy obejmował wyprodukowanie czterech rodzajów dżemów o zróżnicowanym składzie pod względem rodzaju i stężenia cukrów. Dżemy gotowane były w kotle otwartym (w temp. 100°C) oraz w wyparce (w temp. 65°C). Do produkcji przetworów wykorzystano sacharozę, fruktozę oraz syrop glukozowo-fruktozowy, a także pektynę niskometylowaną oraz kwas cytrynowy. Recepturę dżemów opracowano na podstawie składu chemicznego owoców oraz założeń technologicznych, które dotyczyły wsadu owoców (450 g na 1 kg dżemu) ekstraktu końcowego produktów (dżemy niskosłodzone – 38%, dżemy wysokosłodzone – 60%) oraz kwasowości ogólnej dżemów (1,2%).

W dżemach oznaczono zawartość HMF oraz furfuralu metodą HPLC (7), a także podstawowy skład chemiczny otrzymanych przetworów: zawartość ekstraktu metodą refraktometryczną, kwasowość ogólną metodą potencjometryczną, pH oraz zawartość sacharozy, fruktozy, glukozy z metodą HPLC (8). Wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji. Dla porównania średnich wykorzystano test *t-Tukey'a*, przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ . Średnie oznaczone tą samą literą oznaczają przynależność do tej samej lub wspólnej klasy.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W celu scharakteryzowania dżemów wykonano oznaczenia ich podstawowego składu chemicznego (tab. I). Zawartość ekstraktu i kwasowość była zbliżona do wartości założonych w recepturze. Dżemy uzyskane podczas gotowania w kotłach otwartych charakteryzowały się stosunkowo wysoką zawartością cukrów bezpośrednio redukujących, a niską sacharozy, w porównaniu do jej ilości dodanej. Sacharoza dodawana do przetworów mogła ulec częściowej inwersji, w wyniku której powstała mieszanina równej ilości glukozy i fruktozy. Inwersja ta zachodzi intensywnie w środowisku kwaśnym oraz w wysokiej temperaturze (9).

Dżemy z dodatkiem fruktozy zawierały niewielką ilość sacharozy (0,1-0,2 g/100 g), co związane było z niską zawartością tego cukru w owocach borówek. Według *Kader* i współpr. (10) zawartość sacharozy w owocach borówek wysokich kształtuje się na poziomie od 0,15 do 1,0 g/100 g.

Zawartość HMF w badanych dżemach borówkowych wahała się w szerokim zakresie od 0,14 do 0,42 mg/100 g dżemu (ryc. 1). Podobną ilość HMF (0,3 mg/100 g) oznaczono w dżemie truskawkowym zakupionym na rynku norweskim (11). Wyższe zawartości HMF (1,35 mg/100 g) notowano w hiszpańskich dżemach komercyjnych w badaniach przeprowadzonych przez *Rada-Mendoza* i współpr. (7). Należy jednak zauważyć, że większość badanych we wspomnianej pracy dżemów była wysokosłodzona, co mogło wpłynąć na ilość HMF jaka powstała podczas produkcji. Ponadto badania wykazują, że na zawartość HMF w produktach mogą

wpływać warunki oraz czas ich przechowywania (12). W niniejszej pracy dżemy analizowano bezpośrednio po produkcji, co mogło wpłynąć na otrzymanie niższych zawartości HMF w porównaniu do dżemów komercyjnych zakupionych na rynku, które mogły być długo przechowywane w wysokiej temperaturze.

Tabela 1. Podstawowy skład chemiczny dżemów

Table 1. Basic chemical composition of jams

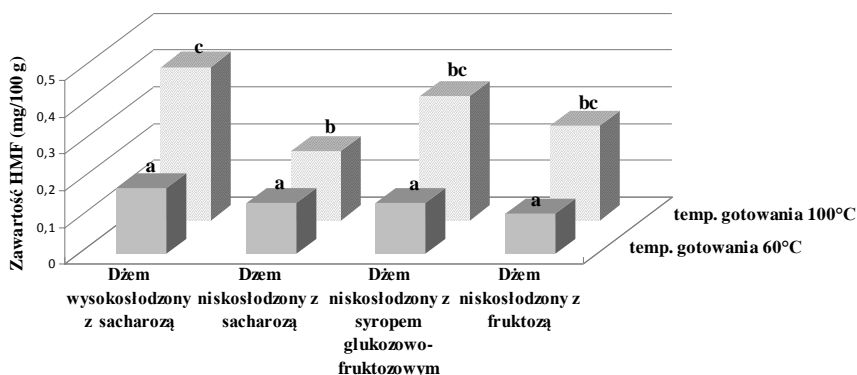
	Temperatura gotowania	Ekstrakt	Kwasowość ogólna [g/100 g]	pH	Zawartość sacharydów [g/100 g]		
					Glukoza [g/100 g]	Fruktoza [g/100 g]	Sacharoza [g/100 g]
					x±SD	x±SD	x±SD
Dżem wysokosłodzony z dodatkiem sacharozy	65°C	59,9±1,7	1,3±0,5	2,3±0,5	25,2±1,3	23,2±1,5	7,9±0,4
	100°C	59,4±1,6	1,2±0,4	2,4±0,34	27,2±0,8	26,0±1,2	1,9±0,2
Dżem niskosłodzony z dodatkiem sacharozy	65°C	37,8±0,9	1,3±0,2	2,3±0,4	15,4±1,0	13,9±0,9	3,8±0,2
	100°C	37,5±0,9	1,2±0,3	2,3±0,4	17,0±0,5	16,1±0,7	1,6±0,2
Dżem niskosłodzony z dodatkiem syropu glukozowo-fruktozowego	65°C	37,9±0,9	1,2±0,4	2,3±0,3	16,0±0,7	14,9±0,9	4,5±0,3
	100°C	37,9±0,3	1,2±0,3	2,4±0,3	16,2±0,5	16,0±0,8	3,3±0,3
Dżem niskosłodzony z dodatkiem fruktozy	65°C	37,8±0,6	1,2±0,2	2,4±0,4	2,2±0,1	33,2±1,4	0,1±0,01
	100°C	37,6±0,6	1,2±0,2	2,3±0,3	2,2±0,1	32,8±1,6	0,1±0,01

X – średnia zawartość, SD – odchylenie standardowe.

W pracy obserwowano wpływ temperatury gotowania dżemów na zawartość HMF. Istotnie wyższą zawartością charakteryzowały się dżemy otrzymane w kotle otwartym w porównaniu do produktów gotowanych w wyparce próżniowej. Podobnie w modelowych badaniach przeprowadzonych na puree brzoskwiiniowym udowodniono, że temperatura oraz czas ogrzewania wpływa na zawartość HMF (9).

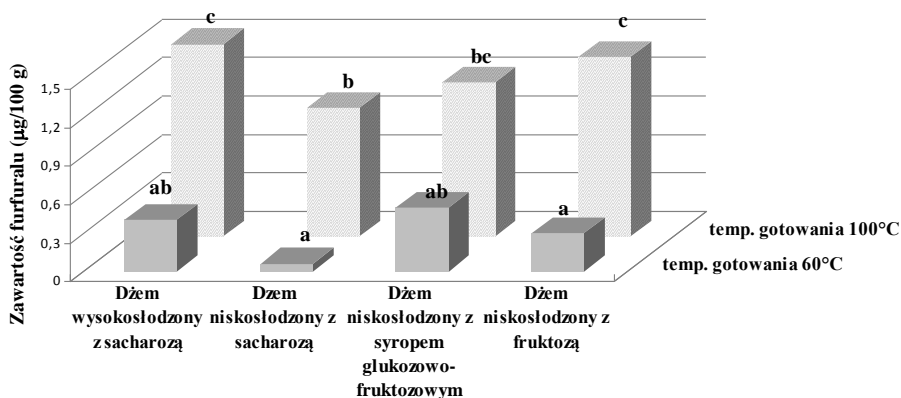
W niniejszej pracy wykazano także istotny wpływ ilości dodanej sacharozy na zawartość HMF w dżemach gotowanych w temp. 100°C. Dżem wysokosłodzony charakteryzował się najwyższą zawartością HMF. Istotnego wpływu dodatku sacharydów nie obserwowano natomiast w dżemach gotowanych w temp. 65°C. Podobne wyniki badań uzyskano w badaniach modelowych prowadzonych przez *Chen* i współpr. (13). Wykazano, że w podczas ogrzewania zakwaszonych (pH 2,6-3,2) roztworów fruktozy w temp. 95°C ilość tworzącego się HMF jest tym wyższa, im wyższe jest stężenie sacharydu. Podobnie jak w niniejszej pracy takiej zależności nie obserwowano podczas ogrzewania roztworów cukrów w niższej temperaturze.

W otrzymanych dżemach oznaczono zawartość furfuralu, którego średnia ilość wynosiła jedynie 0,9  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  produktu (ryc. 2). Niska zawartość witaminy C w dżemach mogła mieć wpływ na powstanie tak małych ilości furfuralu, który może powstawać jako jeden z produktów podczas beztlenowej degradacji kwasu L-askorbinowego. W pracy nie obserwowano istotnego wpływu temperatury gotowania oraz rodzaju dodanego sacharydu na zawartość furfuralu w badanych dżemach.



Ryc. 1. Zawartość HMF w otrzymanych dżemach.

Fig. 1. The content of HMF in jams.



Ryc. 2. Zawartość furfuralu w badanych dżemach.

Fig. 2. The content of furfural in jams.

## WNIOSKI

1. Na zawartość HMF w dżemach niskosłodzonych istotny wpływ ma temperatura gotowania. Dżemy otrzymane w kotle otwartym charakteryzują się prawie dwukrotnie wyższą zawartością HMF w porównaniu do produktów gotowanych w temp. 65°C pod zredukowanym ciśnieniem.

2. Rodzaj oraz stężenie sacharydów istotnie wpływa na ilość HMF w dżemach gotowanych w kotle otwartym. Najwyższą zawartością HMF wyróżniał się dżem wysokosłodzony gdzie jako substancji słodzącej wykorzystano sacharozę.

3. Podczas produkcji dżemów powstają niewielkie ilości furfuralu, które nie zależą od temperatury gotowania dżemów oraz od rodzaju i stężenia dodanych sacharydów.

I. Ścibisz, S. Kalisz, M. Mitek

## THE CONTENT OF HYDROXYMETHYLFURFURAL AND FURFURAL IN BLUEBERRY JAM

## Summary

The influence of boiling temperature and the type of saccharides on furfural and hydroxymethylfurfural (HMF) formation was studied during blueberry jam production. The jams were boiled at different temperatures (65°C and 100°C) and four different products were prepared by varying the type of sugars. High pressure liquid chromatography technique was used for the determination of HMF, furfural and sugars content.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Gentry T.S., Roberts J.S.*: Formation kinetics and application of 5-hydroxymethylfurfural as a time-temperature indicator of lethality for continuous pasteurization of apple cider. *Innovat. Food Sci. Emerg. Tech.*, 2004; 5: 327-333. – 2. *Gökmen V., Açar Ö.C., Serpen A., Morales F.J.*: Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008; 226: 1031-1037. – 3. *Kroh L.W.*: Caramelisation in food and beverages. *Food Chem.*, 1994; 51 (4): 373-379. – 4. *Göğüş F., Bozkurt H., Eren S.*: Kinetics of Maillard Reactions between the major sugars and amino acids of boiled grape juice. *Lebensm-Wiss. u. Technol.*, 1998; 31: 196-200. – 5. *Murata M., Shinoda Y., Homma S.*: Browning of model orange juice solution and changes in the components. *Inter. Cong. Series*, 2002; 459-460. – 6. *Gasik A.*: Kwas askorbinowy – właściwości i zastosowanie w technologii żywności. *Przem. Spoż.*, 1990; 7: 352-357. – 7. *Rada-Mendoza M., Olano A., Villamiel M.*: Determination of hydroxymethylfurfural in commercial jams and in fruit based infant food. *Food Chem.*, 2002; 79: 513-516. – 8. *Agblevor F.A., Murden A., Hames B.R.*: Improved method of analysis of biomass sugars using high-performance liquid chromatography. *Biotechn. Lett.*, 2004; 26 (15): 1207-1211. – 9. *Garza S., Ibarz A., Pagan J., Giner J.*: Non-enzymatic browning in peach puree during heating. *Food Res. Inter.*, 1999; 32: 335-343. – 10. *Kader F., Rovel B., Girardin M., Metche M.*: Fractionation and identification of the phenolic compounds of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chem.*, 1996; 55 (1): 35-40.

11. *Husøy T., Haugen M., Murkovic M., Jobstl D., Stølen L.H., Bjellaas T., Rønningborg C., Glatt H., Alexander J.*: Dietary exposure to 5-hydroxymethylfurfural from Norwegian food and correlation with urine metabolites of short-term exposure. *Food Chem. Toxic.*, 2008; 46: 3697-3702. – 12. *Rada-*

*Mendoza M., Sanz M.L., Olano A., Villamiel M.:* Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food Chem.*, 2004; 85: 605-609. – 13. *Chen S.L., Yang D.J., Chen H.Y., Liu S.C.:* Effect of hot acidic fructose solution on caramelisation intermediates including colour, hydroxymethylfurfural and antioxidant activity changes. *Food Chem.*, 2009; 114: 582-588.

Adres: 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c.