

EWA KOTIUK¹, BARBARA SAWICKA², MAŁGORZATA KARWOWSKA³

¹Zakład Żywienia Człowieka

Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej

Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie

²Pracownia Towaroznawstwa Produktów Roślinnych

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

³Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ZMIANY LEPKOŚCI ORAZ WYRÓŹNIKÓW BARWY MUSZTARDY W CZASIE PRZECHOWYWANIA

Streszczenie. Oceniano lepkość dynamiczną i barwę w systemie CIE L*a*b* trzech rodzajów musztardy: a) delikatesowej, b) kremskiej, c) ostrej – wyprodukowanych w trzech wersjach: z gorzycy białej cv. ‘Barka’ i sarepskiej cv. ‘Małopolska’, z gorzycy białej cv. ‘Borowska’ i sarepskiej cv. ‘Małopolska’ oraz z gorzycy białej cv. ‘Bamberka’ i sarepskiej cv. ‘Małopolska’. Badania przeprowadzono w Wytwórni Octu i Musztardy w Parczewie w 2007 roku w dwóch terminach: tuż po wyprodukowaniu i po trzech miesiącach przechowywania w temperaturze około 18°C, w trzech powtórzeniach. Surowiec do produkcji musztardy pozyskano z doświadczenia polowego przeprowadzonego w tym samym roku w środkowowschodniej Polsce, w układzie bloków zrandomizowanych, na glinie pylastej lekkiej klasy bonitacyjnej IVb. Do badań pobrano próbki musztardy w ilości 15-30 g. Oznaczono w nich lepkość dynamiczną – za pomocą lepkościomierza firmy Brookfield oraz barwę – w systemie CIE L*a*b*, z zastosowaniem spektrofotometru sferycznego X-Rite 8200. Badany wyrób charakteryzował się niewielką płynnością, stąd jego duża lepkość. Lepkość była zmienna w zależności od rodzaju musztardy, jak również od właściwości odmianowych gorzycy wykorzystanej do produkcji. Należałoby podjąć dalsze badania mające na celu analizę ilościową substancji żelujących w poszczególnych odmianach gorzycy. Barwa również ulegała zmianom w czasie przechowywania i była uzależniona od rodzaju musztardy oraz od zastosowanej w jej składzie odmiany gorzycy białej.

Słowa kluczowe: musztarda, przechowywanie, barwa w systemie CIE L*a*b*, lepkość dynamiczna

Wstęp

Cechy organoleptyczne i fizyczno-chemiczne musztardy są uwarunkowane, w głównej mierze, jej składem recepturowym (HEMINGWAY 1995, SAWICKA i KOTIUK

2006). Badania, jakie przeprowadzili CUI i IN. (1993), BROWN i IN. (1999), ESKIN i IN. (1999) oraz AGNIHOTRI i KAUSHIK (2003) wskazują na istotny wpływ składu chemicznego nasion gorczycy, podstawowego surowca do produkcji musztardy, na jakość wyrobu gotowego. W związku z różnorodnością dostępnych na rynku odmian gorczycy istnieje konieczność wytypowania takich, które zapewniają stałą jakość produktu finalnego. Ważna jest też stabilność tych cech w czasie przechowywania wyrobu.

Celem badań była ocena lepkości oraz wyróżników barwy musztardy w czasie przechowywania w zależności od jej rodzaju oraz zastosowanej w składzie recepturowym odmiany gorczycy.

Material i metody

Materiał do badań stanowiły trzy rodzaje musztardy wyprodukowane w Wytwórni Octu i Musztardy w Parczewie w 2007 roku: a) delikatesowa, b) kremka, c) ostra, wykonane w trzech wersjach: z zastosowaniem gorczycy białej cv. 'Barka' i sarepskiej cv. 'Małopolska', gorczycy białej cv. 'Borowska' i sarepskiej cv. 'Małopolska' oraz gorczycy białej cv. 'Bamberka' i sarepskiej cv. 'Małopolska'. Surowiec do produkcji musztardy pochodził z doświadczenia łanowego przeprowadzonego w 2007 roku w Motwicy, w układzie bloków zrandomizowanych, na glebie o składzie granulometrycznym gliny pylastej lekkiej klasy bonitacyjnej IVb.

Do oceny musztardy pobrano próby produktu w ilości 15-30 g i wykonano oznaczenia w dwóch terminach: po wyprodukowaniu i po trzech miesiącach przechowywania w temperaturze 18°C. Produkt przechowywano w miejscu zacienionym. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, w trzech powtórzeniach. Oznaczono lepkość dynamiczną oraz barwę musztardy. Lepkość produktu określono z użyciem lepkościomierza firmy Brookfield, serii DV-II+, oraz systemu Helipath z zastosowaniem wrzeciona T-C (nr 93) i prędkości obrotowej 10 obr/min, w temperaturze 20°C. Pomiar parametrów barwy w systemie CIE L*a*b* wykonywano metodą odbiciową z użyciem spektrofotometru sferycznego 8200 Series (X-Rite) z oprogramowaniem X-Rite Color Master. Jako źródło światła stosowano standardowy oświetlacz D₆₅ z obserwatorem kolorymetrycznym o polu widzenia 10°. Wyniki wyrażano w jednostkach systemu CIE L*a*b*, gdzie: L* – jasność barwy, a* – chromatyczność w zakresie czerwono-zielonym, b* – chromatyczność w zakresie żółto-niebieskim. Całkowitą zmianę barwy musztard w czasie przechowywania wyliczono ze wzoru:

$$\Delta E^* = \{[\Delta L^*]^2 + [\Delta a^*]^2 + [\Delta b^*]^2\}^{0,5}$$

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem F Fischera-Snedecora, a oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano testem porównań wielokrotnych (testem Rzetelnie Istotnej Różnicy – skrót ang. HSD) Tukeya (TRĘTOWSKI i WÓJCIK 1988). Statystyczne opracowanie wyników badań wykonano za pomocą programu SAS Enterprise Guide.

Wyniki

Lepkość dynamiczna musztardy, wyrażająca stosunek naprężeń ścinających do szybkości ścinania, oznaczana w temperaturze 20°C, zmieniała się w zależności od reakcji odmianowych surowca i rodzaju musztardy. Największą lepkością cechowała się musztarda kremka wyprodukowana z nasion gorczycy cv. 'Barka', najmniejszą zaś – ostra wykonana z cv. 'Borowska' (tab. 1). Mogło to wynikać z ilości substancji regulujących lepkość produktu, zawartych w poszczególnych odmianach. Największą różnicę w lepkości między odmianami gorczycy wykorzystanymi do produkcji musztardy stwierdzono w musztardzie kremkiej – tuż po wyprodukowaniu między odmianą 'Barka' i 'Borowska', a po trzymiesięcznym okresie przechowywania – między odmianami 'Bamberka' i 'Borowska'. Wzrost lepkości w czasie przechowywania po zastosowaniu w składzie recepturowym gorczycy białej cv. 'Borowska' nastąpił w musztardzie kremkiej i ostrej, po zastosowaniu zaś gorczycy białej cv. 'Barka' – w musztardzie ostrej i delikatesowej. Udział gorczycy białej cv. 'Bamberka' sprzyjał wzrostowi wartości tej cechy w czasie przechowywania w musztardzie delikatesowej i jej spadkowi w musztardzie ostrej.

Tabela 1. Lepkość dynamiczna musztard (Pa·s)
Table 1. Dynamic viscosity of mustards (Pa·s)

Termin oznaczenia	Rodzaj musztardy								
	kremka			ostra			delikatesowa		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Po wyprodukowaniu	23,0	50,1	47,6	20,6	32,0	47,3	28,1	24,7	39,4
Po trzech miesiącach przechowywania	23,9	29,8	47,9	21,6	38,0	43,6	26,8	27,2	42,9
NIR ($\alpha \leq 0,05$)	1,4			1,8			1,1		

A – gorczyca biała cv. 'Borowska', B – gorczyca biała cv. 'Barka', C – gorczyca biała cv. 'Bamberka'.

Jasność barwy musztardy, określona przez parametr L^* , była uzależniona od rodzaju produktu, a co się z tym wiąże, od proporcji gorczycy białej (o jasnych nasionach) i sarepskiej (o ciemnej barwie okrywy nasiennej). Najjaśniejszą barwę, zarówno po wyprodukowaniu, jak i po trzech miesiącach przechowywania, uzyskała musztarda delikatesowa (we wszystkich trzech wersjach), najciemniejszą zaś – ostra. Im większa jest wartość opisywanego parametru, tym jaśniejszą barwę ma produkt. Istotne okazało się również współdziałanie rodzaju musztardy i odmiany gorczycy jako surowca do produkcji tego wyrobu, na zmiany wartości parametru L^* w czasie. Większość analizowanych prób pociemniała po trzech miesiącach od wykonania pierwszej oceny, jedynie w przypadku musztardy ostrej z udziałem gorczycy białej odmiany 'Barka' oraz delikatesowej wyprodukowanej na bazie gorczycy białej odmiany 'Borowska' nastąpiło pojaśnienie produktu (tab. 2).

Tabela 2. Zmiany jasności (L^*) barwy musztard w czasie przechowywania
Table 2. Changes of the lightness (L^*) of colour of mustards during storage

Termin oznaczenia	Rodzaj musztardy								
	kremaska			ostra			delikatesowa		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Po wyprodukowaniu	58,23	57,97	56,61	52,33	49,73	54,04	60,45	65,24	63,19
Po trzech miesiącach przechowywania	57,99	57,70	56,51	51,15	51,10	53,37	65,72	59,31	62,24
NIR ($\alpha \leq 0,05$)	0,99			0,85			1,01		

A – gorczyca biała cv. ‘Borowska’, B – gorczyca biała cv. ‘Barka’, C – gorczyca biała cv. ‘Bamberka’.

Wartość parametru a^* , będąca miarą udziału barw od zielonej (wartości poniżej zera) do czerwonej (wartości powyżej zera), zmieniała się w zależności od rodzaju musztardy (tab. 3). Wartości tego wyróżnika barwy były uwarunkowane współdziałaniem właściwości odmianowych gorczycy białej oraz rodzajem musztardy. W większości badanych prób stwierdzono wzrost wartości parametru a^* ocenianego po trzech miesiącach od wyprodukowania, co wskazuje na wzrost brązowienia produktu. Jedynie w musztardzie delikatesowej z udziałem gorczycy białej odmiany ‘Borowska’ nastąpił spadek wartości badanego wyróżnika barwy.

Tabela 3. Zmiany parametru a^* barwy musztard w czasie przechowywania
Table 3. Changes of the a^* parameter of mustards during storage

Termin oznaczenia	Rodzaj musztardy								
	kremaska			ostra			delikatesowa		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Po wyprodukowaniu	4,27	5,33	5,42	6,80	7,10	6,87	5,50	3,90	4,33
Po trzech miesiącach przechowywania	5,47	5,38	6,96	7,51	7,63	7,45	4,50	5,91	5,22
NIR ($\alpha \leq 0,05$)	0,32			0,29			0,22		

A – gorczyca biała cv. ‘Borowska’, B – gorczyca biała cv. ‘Barka’, C – gorczyca biała cv. ‘Bamberka’.

Wartości parametru b^* barwy musztardy ulegały istotnym zmianom w zależności od właściwości odmianowych użytego surowca i były największe w musztardzie kremskiej z udziałem cv. ‘Borowska’, a najmniejsze – w musztardzie ostrej wyprodukowanej z tej samej odmiany gorczycy białej. Istotny wzrost parametru b^* po trzech miesiącach przechowywania nastąpił w musztardzie delikatesowej z udziałem gorczycy białej cv. ‘Borowska’ i cv. ‘Bamberka’ (tab. 4).

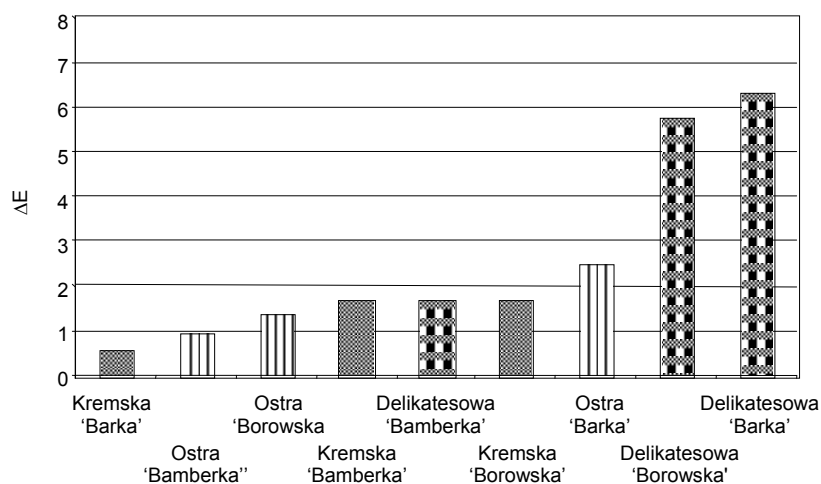
Po przeanalizowaniu wartości całkowitej zmiany barwy (ΔE^*) można stwierdzić, iż fluktuacja barwy w badanych rodzajach produktów w czasie okazała się zróżnicowana

Tabela 4. Zmiany parametru b* barwy musztard w czasie przechowywania
Table 4. Changes of the b* parameter of mustards during storage

Termin oznaczenia	Rodzaj musztardy								
	kremaska			ostra			delikatesowa		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Po wyprodukowaniu	37,00	35,94	35,31	24,73	27,16	25,99	26,41	27,69	26,45
Po trzech miesiącach przechowywania	38,12	35,45	35,86	24,65	25,18	26,18	28,40	26,80	27,45
NIR ($\alpha \leq 0,05$)	1,17			1,12			0,98		

A – gorczyca biała cv. ‘Borowska’, B – gorczyca biała cv. ‘Barka’, C – gorczyca biała cv. ‘Bamberka’.

w zależności od rodzaju zastosowanego surowca (rys. 1). Najślabszym tempem ciemnienia, a w związku z tym wartością najbardziej zbliżoną do próbki ocenianej w pierwszym terminie, mieszczącej się w granicach ΔE^* od 0 do 1, odznaczały się musztardy kremaska wyprodukowana z cv. ‘Barka’ oraz ostra wyprodukowana z cv. ‘Bamberka’. Największą wartością ΔE^* odznaczała się musztarda delikatesowa uzyskana zarówno z odmiany gorczycy białej ‘Barka’, jak i ‘Borowska’ (rys. 1).



Rys. 1. Całkowita zmiana barwy (ΔE^*) musztard po przechowywaniu
Fig. 1. Total colour change (ΔE^*) of mustards after storage

Dyskusja

Musztarda jest mało płynna i stąd bardzo lepka. Cechę tę opisuje opór przepływu cieczy. Lepkość dynamiczna określa się czasami jako bezwzględną lepkość. Lepkość dynamiczna analizowanych rodzajów musztardy zmieniała się w zależności od rodzaju

musztardy, zastosowanego surowca, jak również podlegała zmienności w czasie przechowywania. Według producenta maszyn do produkcji musztardy lepkość standardowego wyrobu, ocenianego w temperaturze 20°C, powinna wynosić 25-35 Pa·s (NOWE TECHNOLOGIE... 1992). Głównymi czynnikami decydującymi o lepkości produktów zawierających gorczycę są naturalne substancje o charakterze hydrokoloidów, obecne głównie w nasionach gorczycy białej, głównym zaś składnikiem rozpuszczalnego w wodzie śluzu gorczycy jest związek 1,4-β-D-glukan (CUI i IN. 1993). Grubość, tekstura i stabilność właściwości żółtego śluzu gorczycy (YMM) oraz jego zdolność tworzenia żeli w bardzo niewielkim stężeniu, w obecności galaktomannanów (LBG) może, zdaniem CUI i IN. (2006), umożliwiać jego wielostronne zastosowanie w przemyśle żywności. RANEY i RAKOW (1999), po wykonaniu badań nad wyselekcjonowaniem odmian gorczycy białej o zwiększonej zawartości substancji żelujących w nasionach, stwierdzili, że wśród przebadanych odmian odmiana 'Viscount' kumuluje więcej substancji żelujących niż odmiana 'Ochre'. HEMINGWAY (1995) podaje, iż gorczyca sarepska zawiera niewielkie ilości substancji żelujących, podczas gdy gorczyca biała – znaczne. GERHARDS i WALKER (1997) dowiedli, iż naturalne substancje żelujące znajdujące się w nasionach gorczycy mogą wykazywać zróżnicowane właściwości reologiczne w zależności od stopnia przetworzenia nasion. Ich zdaniem substancje żelujące wyizolowane z nietkniętych nasion lub odseparowanych otrąb działają podobnie jak hydrokoloidy: zwiększają znacząco lepkość roztworu przy małej koncentracji; te właściwości są utracone w wyniku przetworzenia nasion. Substancje żelujące uzyskane z przetworzonych nasion zwiększają lepkość tylko nieznacznie. Zmiana właściwości reologicznych gorczyczych substancji żelujących może być związana ze zmianą struktury, w czasie procesu przetwarzania, z liniowej na globularną. Reologiczne właściwości musztardy są zależne od wielkości cząstek stałych, zawieszonych w fazie wodnej. Cechy te mogą być modyfikowane poprzez stopień zmielenia w czasie przetwarzania (BORUSEWICZ i YU 1996). Czynniki modyfikującymi właściwości reologiczne produktu, w opinii JUSZCZAKA i IN. (2004), mogą być również: zawartość suchej masy produktu, obecność frakcji olejowej oraz dodatek substancji zagęszczających. Zdaniem tychże autorów istnieje zależność między właściwościami fizyczno-chemicznymi i reologicznymi musztard. Zawartość suchej masy jest skorelowana z powierzchnią histerezy tiksotropii i współczynnikiem B modelu Weltmansa. Wymienieni autorzy stwierdzili również relatywnie dużą wartość współczynnika korelacji liniowej pomiędzy zawartością suchej masy a lepkością plastyczną Cassone'a, podobnie jak pomiędzy zawartością suchej masy a płynięciem w modelu Hershela-Bulkleya. Reologiczne właściwości musztard wskazują na ich nieniuutonowski, pseudoplastyczny i tiksotropowy charakter.

W przeprowadzonych badaniach parametry barwy, oceniane w systemie CIE $L^*a^*b^*$, zmieniły się w czasie przechowywania w zależności od rodzaju musztardy oraz właściwości odmianowych surowca, na co brakuje jednak potwierdzenia w literaturze.

Wnioski

1. Lepkość musztardy była zmienna w zależności od jej rodzaju oraz właściwości odmianowych gorczycy wykorzystanej do produkcji. Należałoby podjąć dalsze badania,

mające na celu analizę ilościową substancji żelujących w poszczególnych odmianach gorczycy.

2. Barwa również ulegała zmianom w czasie przechowywania i również zależała od rodzaju musztardy oraz od zastosowanej w składzie recepturowym odmiany gorczycy białej.

Literatura

- AGNIHOTRI A., KAUSHIK N., 2003. Towards nutritional quality improvement in Indian mustard (*Brassica juncea* [L.] Czern and Coss) var. *Pusa Bold*. W: Proceedings of the Eleventh International Rapeseed Congress, Copenhagen, Denmark, 6-10 July. Vol. 2. Red. M. Sorensen, J.C. Sorensen, S. Sorensen, N.B. Muguerza. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen: 501-503.
- BORUSEWICZ G.H., YU H., 1996. Back extrusion method for determining properties of mustard slurry. *J. Food Eng.* 27: 259-265.
- BROWN J., DAVIS J.B., BROWN A.P., ERICKSON D.A., SEIP L., 1999. Developing canola-quality cultivars of yellow mustard (*Sinapis alba* L.). W: 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia. 26-29.09. [<http://www.regional.org.au/au/gcirc/4/280.htm>].
- CUI W., ESKIN N.A.M., BILIADERIS C.G., 1993. Chemical and physical properties of yellow mustard (*Sinapis alba* L.) mucilage. *Food Chem.* 46: 169-176.
- CUI W., ESKIN N.A.M., WU Y., DING S., 2006. Synergisms between yellow mustard mucilage and galactomannans and applications in food products – a mini review. *Adv. Colloid Interface Sci.* 128-130: 249-256.
- ESKIN N.A.M., LIU H., CUI W., 1999. Properties and potential of mustard mucilage as an ice cream stabilizer. Department of Foods and Nutrition, University of Manitoba, Winnipeg, Canada. [<http://ift.confex.com/ift/99annual/techprogram/abstracts/4674.htm>].
- GERHARDS CH., WALKER F., 1997. Rheological properties of mucilage isolated from raw and from processed mustard. *Nahrung Food* 41, 2: 96-100.
- HEMINGWAY J.S., 1995. The mustard species: condiment and food ingredient use and potential as oilseed crops. W: Brassica oilseeds: production and utilization. Red. D.S. Komber, D.I. McGregor. CAB International, Wallingford, UK: 373-383.
- JUSZCZAK L., WITCZAK M., FORTUNA T., BANYŚ A., 2004. Rheological properties of commercial mustards. *J. Food Eng.* 63: 209-217.
- NOWE TECHNOLOGIE i maszyny do produkcji musztardy. 1992. Maszynopis. Fryma, Rheinfelden, Switzerland.
- RANEY J.P.H., RAKOW G., 1999. Selection for increased seed mucilage content in yellow mustard. W: 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia. 26-29.09. [<http://www.regional.org.au/au/gcirc/4/79.htm>].
- SAWICKA B., KOTIUK E., 2006. Evaluation of health safety of mustards in the aspect of obligatory norms. *Acta Sci. Pol. Technol. Alim.* 5, 2: 165-177.
- TRĘTOWSKI J., WÓJCIK A., 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSR-P, Siedlce.

CHANGES OF VISCOSITY AND COLOUR PARAMETERS OF MUSTARD DURING STORAGE

Summary. Rheological properties and colour of mustards were being assessed directly after producing and after three months of storage. The evaluation of the dynamic viscosity and the colour of the mustard in the CIE L*a*b* system was carried out in three kinds of the mustard: a) delicates, b) kremska, c) sharp, produced in three versions: from the white mustard cv. 'Barka' and sarepska cv. 'Małopolska', white mustard cv. 'Borowska' and sarepska cv. 'Małopolska' and white mustard cv. 'Bamberka' and sarepska cv. 'Małopolska'. The conducted research was carried out twice: right after producing and after three months of the storage in 18°C, in three repetitions, at the Manufacturing Company of Vinegar and Mustard in Parczew, in 2007. The raw material of the mustard was acquired from experimental field, conducted the same year, in middle-eastern Poland, in the layout of randomized blocks, to light silty clay, of evaluation IVb class. For examinations, testers of the mustard were taken in the amount of 15-30 g. Dynamic viscosity was indicated with the viscosimeter of the Brookfield company, colour in the CIE L*a*b* system applying the spherical X-Rite 8200 spectrophotometer. Mustard viscosity varied depending on its type, as well as the characteristics of the cultivars used to produce mustard. Further research should be undertaken in order to conduct quantitative analysis of gelling agents in the different varieties of mustard. Colour also fluctuated during storage and it was dependent on the type of mustard, as well as the variety of white mustard used in its composition.

Key words: mustard, storage, colour in the CIE L*a*b* system, dynamic viscosity

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Ewa Kotiuk, ul. Dębowa 3, 21-200 Parczew, Poland, e-mail: ewakotiuk@wp.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

29.03.2010

Do cytowania – For citation:

*Kotiuk E., Sawicka B., Karwowska M., 2010. Zmiany lepkości oraz wyróżników barwy musztardy w czasie przechowywania. *Nauka Przym. Technol.* 4, 3, #40.*