

SVETLOĆA BOJE POVRŠINE POKAZATELJ KVALITETA ČOKOLADE

Olga LJ. Jovanović, Vjera S. Pribiš, Biljana S. Pajin, Aleksandra M. Torbica

U radu su dati rezultati ispitivanja primene tristimulusnog kolorimetra za merenje svetloće boje na površini čokolade. Uzorci čokolade su pripremljeni laboratorijski, primenom klasičnog i modifikovanog postupka pretkristalizacije. Rezultati merenja su potvrdili uticaj temperature pretkristalizacije na svetloću površine, u oba postupka. Najveće vrednosti za svetloću, izražene u jedinicama po Hunter-u su dobijene pri temperaturi pretkristalizacije od 28°C. U intervalu od 28 do 30°C razlike u vrednostima za svetloću su male. Vrednosti za svetloću dobijene pomoću tristimulusnog kolorimetra pokazuju dobro slaganje sa senzornom ocenom.

KLJUČNE REČI: *kvalitet čokolade, svetloća, tristimulusni kolorimetar*

UVOD

Hemijsko-fizičke i senzorne karakteristike koje čine kvalitet čokolade su rezultat kompleksnog delovanja velikog broja faktora od sirovinskog sastava, preko tehnološkog postupka proizvodnje do skladištenja i čuvanja proizvoda. Fizičke i senzorne karakteristike čokolade su u velikoj meri određene toplotnim osobinama (topljenje i očvršćavanje) masne faze (1). Takođe, veliki je broj radova koji se bave ispitivanjem odnosa strukture masti, ili proizvoda koji sadrže masti i fizičkih i senzornih osobina. Promena strukture masti, s vremenom, čak i pri konstantnoj temperaturi usled polimorfnih transformacija dovode do promene kvaliteta proizvoda - starenje proizvoda (2). Promena sjaja površine čokolade u toku stajanja je posledica kristalne transformacije kakao-maslaca iz V- u VI-polimorfni oblik i smatra se prirodnim fenomenom koji se može usporiti, ali ne i zaustaviti (3). Takođe je ustanovljeno da je gubitak sjaja usko vezan za narušavanje strukture površine. U trenutku gubljenja sjaja, površina postaje gruba, neravna ispucala (4). S obzirom na to da polimorfne transformacije kakao-maslaca direktno utiču na kvalitet čokolade, neophodan je pravilan izbor temperaturno-vremenskog režima u fazi tehnološkog procesa pretkristalizacije i

Dr Olga LJ. Jovanović, doc., dr Vjera S. Pribiš, vanr. prof., dipl. ing Biljana S. Pajin, asistent, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1, Jugoslavija; Dipl. ing. Aleksandra M. Torbica, tehnolog "Večić Chocolate" d.o.o., 21000 Novi Sad, Đ. Magaraševića26, Jugoslavija.

hlađenja-očvršćavanja čokolade. Samo stabilni V-polimorfni kristalni oblik daje optimalni kvalitet čokolade: dobar sjaj površine, odgovarajuću čvrstoću na sobnoj temperaturi, karakterističan lom, otpornost na otiske prstiju, otpornost na temperaturne promene bez promene sjaja i čvrstoće, usko područje topljenja, dobru topivost i oslobađanje arome pri žvakanju, dobru otpornost na sivljenje (5-10).

Boja i sjaj površine čokolade u rutinskoj kontroli, obično se određuje vizuelno pri senzornoj oceni kvaliteta čokolade. U skladu sa opštim nastojanjima da se senzorne ocene objektiviziraju instrumentalnim metodama poznati su rezultati primene optičkih metoda za merenje boje i svetloće boje površine čokolade (2; 10-15).

Zadatak ovog rada je ispitivanje primene tristimulusnog fotoelektričnog kolorimetra za merenje svetloće boje površine čokolade kao pokazatelja njenog kvaliteta.

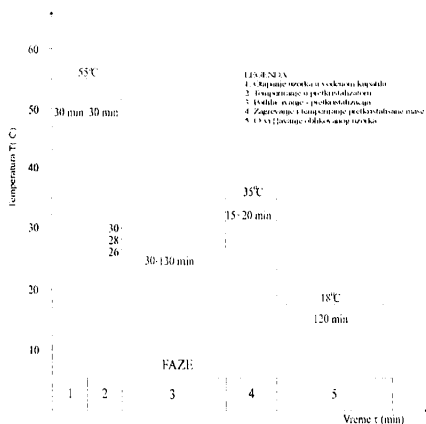
EKSPERIMENTALNI DEO

Materijal i metode rada

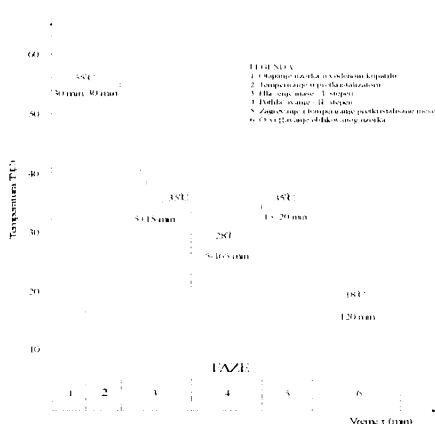
Čokoladna masa. Uzorak korišćen za ispitivanje proizveden je u fabrici "Soko Štark" iz Beograda. Uzorak je uzet na kraju faze končiranja. Sadržaj masti u čokoladnoj masi je 34,4 % s.m.

Ubrzivač kristalizacije. Hidrogenovana biljna mast (tristearin) tačke topljenja 77-78°C, komercijalnog naziva Dynasan 118, proizvođač "Hüls" iz Nemačke.

Postupak rada. Primenjena je laboratorijska metoda pripreme čokolade. Primenjeni su klasični postupak pretkristalizacije-Postupak K (Sl. 1) i modifikovani klasični postupak sa intermedijalnim hlađenjem-Postupak M (Sl. 2). I u jednom i drugom slučaju dodavan je ubrzivač kristalizacije Dynasan 118 u koncentraciji 0,5 i 1,0% računato na masu uzorka.



Slika 1. Šema temperaturno - vremenskog programa pretkristalizacije po klasičnom postupku i uz pripremu uzorka na temperaturi 55°C



Slika 2. Šema temperaturno vremenskog programa pretkristalizacije po modifikovanom klasičnom postupku sa intermedijalnim hlađenjem i pripremom na 55°C

Ocena kvaliteta.

- 1) Senzorne karakteristike laboratorijski pripremljenih uzoraka čokolade su određene metodom bodovanja (16). Ukupan zbir ponderisanih bodova je 20, ocene za kvalitetne faktore od 1 do 5, faktori značaja određeni u skladu sa namenom ispitivanja.
- 2) Boja i svetloća boje na površini čokolade su određeni tristimulusnom kolorimetrijom pomoću uređaja MOM Color 100 (13). Rezultati merenja su izraženi u sistemu po Hunteru.

Plan eksperimenta. Eksperimenti su sprovedeni po faktorskom planu 3^2 pri čemu je istovremeno varirana temperatura pothlađivanja (TP) i koncentracija ubrzivača kristalizacije (cD) prema matričnom planu datom u tabeli 1.

Tabela 1. Matrični plan eksperimenata

Nezavisno promenljive	Kod	Nivoi variranja			Interval variranja
		+1	0	-1	
Temperatura pothlađivanja TP (°C)	X ₁	30	28	26	2
Koncentracija Dynasana 118 cD (%)	X ₂	1,0	0,5	0	0
Funkcija odziva : a) Rezultati određivanja senzornih karakteristika b) Svetloća boje površine					

Statistička obrada rezultata.

Rezultati merenja obrađeni su po metodologiji odzivnih površina (Response Surface methodology) primenom programa RSM-2 (17). Odzivne površine su crtane pomoću programa Statgraphic V.4.1. (18). Odzivna površina po ovoj metodi definisana je polinomom sledećeg oblika:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_1^2 + B_4X_2^2 + B_5X_1X_2$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Podaci o senzornoj oceni laboratorijski pripremljenih uzoraka čokolade, primenom klasičnog postupka pretkristalizacije dati su u tabeli 2 i primenom modifikovanog klasičnog postupka u tabeli 3.

Rezultati ispitivanja su pokazali da nema većih razlika u senzornom kvalitetu uzoraka čokolade. Ipitivani uzorci su u kategoriji odličnog ili vrlo dobrog senzornog kvaliteta. Imaju odgovarajući oblik, tamnosmeđu boju, sjajnu i glatku površinu, karakterističan školjkast prelom, dobru topivost pri žvakanju. Izuzetak čini uzorak čokolade dobijen iz čokoladne mase pretkristalisane na temperaturi pothlađivanja 30°C, koji je pri žvakanju tvrd, sporo se otapa i slabo maže u ustima. Veće razlike se javljaju u oceni strukture. Sa porastom koncentracije Dynasana 118 struktura postaje grublja, neujednačena, sadrži vazdušne mehuriće. Prema senzornoj oceni, temperatura pothlađivanja nema većeg uticaja na kvalitet strukture.

Tabela 2. Rezultati senzorne ocene čokolade pripravljene po klasičnom postupku pretkristalizacije - Postupak K

Faktor kvaliteta	Faktor značaja	Temperatura pothlađivanja - TP (°C)								
		26			28			30		
		Koncentracija Dynasana 118 (%)								
		0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0
Oblik	0,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Boja	0,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Sjaj	0,8	3,2	3,2	3,2	4,0	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Površina	0,4	2,0	1,6	1,6	2,0	1,6	1,2	1,6	2,0	2,0
Prelom	0,6	3,0	2,4	2,4	3,0	2,4	2,4	3,0	2,4	1,8
Struktura	0,8	4,0	3,2	2,4	4,0	3,2	3,2	4,0	3,2	2,4
Žvakanje	0,6	2,4	2,4	3,0	3,0	2,4	3,0	1,8	3,0	2,4
Zbir bodova		18,6	16,8	16,6	20,0	16,8	17,0	17,6	17,8	15,8
KATEGORIJA		O	VD	VD	O	VD	VD	O	O	VD
KVALITETA										
O - odličan, VD - vrlo dobar										
Kategorije kvaliteta:		Zbir bodova:								
Odličan		17,6-20								
Vrlo dobar		15,2-17,5								
Dobar		13,2-15,1								
Dovoljan ali još prihvatljiv		11,2-13,1								
Ne odgovara		<11,2								

Tabela 3. - Rezultati senzorne ocene čokolade pripravljene po modifikovanom klasičnom postupku pretkristalizacije - Postupak M

Faktor kvaliteta	Faktor značaja	Temperatura pothlađivanja - TP (°C)								
		26			28			30		
		Koncentracija Dynasana 118 (%)								
		0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0
Oblik	0,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Boja	0,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Sjaj	0,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Površina	0,4	1,6	1,6	1,6	2,0	1,6	1,2	2,0	2,0	1,6
Prelom	0,6	2,4	1,8	2,4	3,0	3,0	1,8	2,4	2,4	2,4
Struktura	0,8	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,2
Žvakanje	0,6	2,4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Zbir bodova		17,6	17,6	19,0	20,0	19,6	18,0	19,4	19,4	18,2
KATEGORIJA		O	O	O	O	O	O	O	O	O
KVALITETA										
O - odličan										
Kategorije kvaliteta:		Zbir bodova:								
Odličan		17,6-20								
Vrlo dobar		15,2-17,5								
Dobar		13,2-15,1								
Dovoljan ali još prihvatljiv		11,2-13,1								
Ne odgovara		<11,2								

Svi ispitivani uzorci čokolade pripravljeni po Postupku M su u kategoriji odličnog senzornog kvaliteta. Pri tome samo je uzorak čokolade pripremljen iz čokoladne mase bez dodatka Dynasana 118 i pretkristaliziran na temperaturi pothlađivanja 28°C, ocenjen maksimalnim zbirom bodova. Ovaj uzorak čokolade ima odgovarajući oblik i boju, staklasto sjajnu, glatku površinu, školjkasti prelom, ujednačenu strukturu i dobru topivost pri žvakanja. Svi ostali ispitivani uzorci čokolade imaju slabiji kvalitet površine, naročito donje, zbog prisustva vazdušnih mehurića i ravan prelom.

Senzornom ocenom nije utvrđena bitnija razlika boje i svetloće ispitivanih uzoraka čokolade. Svi uzorci, bez obzira na primenjeni postupak pretkristalizacije i koncentraciju Dynasana 118 imaju karakterističnu smeđu boju i odgovarajuću svetloću površine.

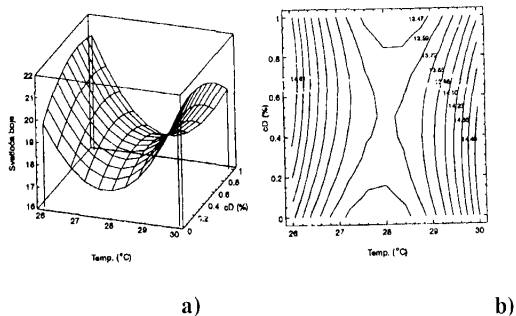
Rezultati merenja boje i svetloće na tristimulusnom fotoelektričnom kolorimetru, prikazani u tabeli 4, takođe pokazuju da se boja kod svih uzoraka čokolade nalazi u crvenonarandžastom delu spektra i da je kod uzoraka koji pokazuju najveći sjaj učešće žutog tona i čistoća boje najmanja. Zastupljenost crvenog i žutog tona kod uzoraka pripremljenih po klasičnom postupku pretkristalizacije se povećava sa porastom koncentracije Dynasana 118 na temperaturi 28 i 30°C, dok je na temperaturi pothlađivanja 26°C ova zavisnost manje izražena.

Kod uzoraka čokolade pripremljenih po modifikovanom klasičnom postupku pretkristalizacije, zastupljenost crvenog i žutog tona je najmanja kod uzorka čokolade pripremljenih na temperaturi pothlađivanja 30°C i dodatku 0,5% Dynasana 118, dok je najmanja razlika između pokazatelja za boju i sjaj površine utvrđena kod uzoraka čokolade pripremljenih na temperaturi pothlađivanja 28°C.

Tabela 4. Rezultati merenja boje i svetloće na površini čokolade

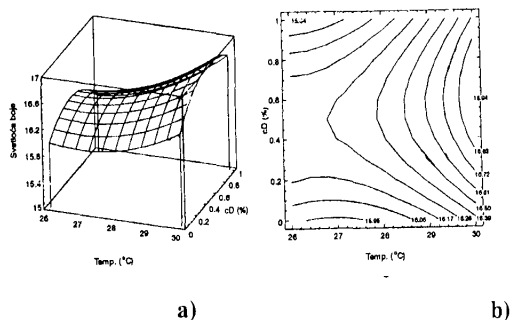
	POSTUPAK K			POSTUPAK M		
	Dynasan 118 cD (%)					
	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0
TP=26°C						
x ₁	3,09	2,96	3,1	2,83	2,8	2,85
x ₂	0,38	0,37	0,37	0,35	0,32	0,33
y	2,98	2,81	2,93	2,69	2,6	2,68
z	2,47	2,33	2,37	2,15	1,99	2,08
a _{HU}	5,67	6,12	6,23	5,9	6,32	6,02
b _{HU}	3,6	3,49	3,77	3,7	3,96	3,92
l _{HU}	17,26	16,76	17,11	16,4	16,12	16,37
X	0,39	0,39	0,4	0,4	0,4	0,4
Y	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34
Y(%)	2,98	2,81	2,93	2,69	2,6	2,68
DTD (nm)	601	601	601	597	597	597
~ (%)	24,6	24,6	26,2	28,9	28,9	28,9
W/TA	-0,57	-0,54	-0,76	-0,79	-1,06	-0,99
TP=28°C						
x ₁	2,67	3,2	2,97	2,9	2,89	2,89
x ₂	0,27	0,39	0,33	0,36	0,34	0,34
y	2,42	3,03	2,73	2,74	2,7	2,71
z	1,79	2,48	2,09	2,2	2,09	2,09
a _{HU}	6,51	6,35	6,73	6,18	6,33	6,21
b _{HU}	4,06	3,73	4,06	3,7	3,96	3,92
l _{HU}	15,55	17,4	16,52	16,55	16,43	16,46
X	0,41	0,4	0,41	0,4	0,4	0,4
Y	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34
Y(%)	2,42	3,03	2,73	2,74	2,7	2,71
DTD (nm)	597	601	597	601	597	597
~ (%)	31,6	26,2	31,6	26,2	28,9	28,9
W/TA	-1,2	-0,69	-1,11	-0,77	-1,02	-0,98
TP=30°C						
x ₁	3,45	3,28	3,28	2,84	3,3	2,99
x ₂	0,45	0,42	0,37	0,39	0,44	0,36
y	3,41	3,13	3,05	2,67	3,24	2,82
z	2,93	2,63	2,36	2,12	2,75	2,21
a _{HU}	5,38	6,37	6,74	6,68	5,58	6,22
b _{HU}	3,51	3,57	4,21	3,74	3,54	3,95
l _{HU}	18,46	17,69	17,46	16,34	18,0	16,79
X	0,38	0,39	0,4	0,4	0,38	0,4
Y	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,34
Y(%)	3,41	3,13	3,05	2,67	3,24	2,82
DTD (nm)	601	601	597	601	601	597
~ (%)	19,7	24,6	28,9	26,2	19,7	28,9
W/TA	-0,3	-0,48	-1,15	-0,83	-0,4	-0,97

U cilju objektivizacije ocene za svetloću boje ispitivanih uzoraka čokolade pripremljenih primenom klasičnog i modifikovanog klasičnog postupka pretkristalizacije, na bazi izmerenih vrednosti za svetloću boje na gornjoj površini čokolade, izračunata je funkcionalna zavisnost između svetloće po Hunter-u, temperature pothlađivanja i koncentracije ubrzivača kristalizacije Dynasana 118. Rezultati u obliku 3D-dijagrama i konturnog dijagrama su dati na slici 3 i 4.



Slika 3. Svetloća boje (L_{HU}) na površine čokolade u zavisnosti od temperature pothlađivanja (T_p) i koncentracije Dynasana 118 (cD) - Postupak K
a) 3D-dijagram b) konturni dijagram

Rezultati prikazani na slici 3 pokazuju da se vrednosti za svetloću boje površine ispitivanih uzoraka čokolade kreću u relativno uskom intervalu od 16 do 18 jedinica i zavise prvenstveno od temperature pothlađivanja, dok koncentracija Dynasana 118 nema većeg uticaja.



Slika 4. Svetloća boje (L_{HU}) na površine čokolade u zavisnosti od temperature pothlađivanja (T_p) i koncentracije Dynasana 118 (cD) - Postupak M
a) 3D-dijagram b) konturni dijagram

Na prikazanim dijagramima se vidi da se vrednosti za svetloću boje površine uzoraka čokolade pripremljenih primenom modifikovanog klasičnog postupka pretkristalizacije, takođe kreću u intervalu od 16 do 18 jedinica kao i kod uzoraka pripremljenih primenom klasičnog postupka pretkristalizacije. Međutim kod primene ovog postupka, merenjem svetloće boje pomoću tristimulusnog fotokolorimetra utvrđeno je da dodatak ubrzivača kristalizacije ima veći uticaj na svetloću boje površine čokolade od temperature pothlađivanja.

ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata u ovom radu moe se zaključiti da primenjena metoda određivanja boje i svetloće boje na površini čokolade pomoću MOM Colora 100 daje korisne podatke za ocenjivanje kvaliteta čokolade. U postavljenom eksperimentu rezultati merenja su potvrdili zadovoljavajuću objektivnost senzorne ocene boje i svetloće boje, s obzirom na to da ljudsko oko zapaža razliku u svetloći samo veću od 1 do 1,5 Hunter-ovih indeksnih jedinica. Ocenjivanje boje preko više izmerenih parametara daje mogućnost šire primene metode za objektivno ocenjivanje kvaliteta čokolade.

LITERATURA

1. Jeffry, S.M.: The Effect of Cocoa Butter Origin, Milk Fat and Lecithin Levels on the Temperability of Cocoa Butter Systes, Mfg Confectioner **71** (1991) (6), 76-82.
2. Full, A.N., Y. Reddy, S.P. Dimick and R.G. Ziegleder: Physical and Senzory Properties of Milk Chocolate Formulated with Anhydrous Milk Fat Fractions, Journal of Food Science **61** (1996) (5), 1068-1084.
3. Ziegleder, R.G.: Bloom and Tempering-Some Principles on Bloom Formation, "Schoco-Technik 94", International ZDS- Fachtanung, sic-14, Koln, (1994).
4. Reade, G.M.: Cooling Process, the Nature Rate of Solidification of Chocolate, The Manufacturing Confectioner **65** (1985), (1) 59-65.
5. Dimick, S.P. and R.T. Davis: Solidification of Cocoa Butter, The Manufacturing Confectioner **66** (1986) (6), 123-128.
6. Jovanović, O., Đ. Karlović and J. Jakovljević: Chocolate Pre-crystallization: A Rewiew, Acta Alimentaria, **24** (1996), (3) 225-239.
7. Fincke, H.:Handbuch der Kakaoerzeugnisse, Springer Verlag, Berlin (1965), 329.
8. Wille, L.R. and S.E. Lutton: Polymorphism of Cocoa Butter.J.Am.Oil.Chem.Soc., **43** (1966), 491-496.
9. Zigleder, G.: Grunlagen der Vorkristallisation. "Schoco-Technik 92", International ZDS-Fachtanung, sic-12, Solingen (1992).
10. Voltz, M. and T.S. Becket: Senzory of Chocolate, Manufacturing Confectioner **77** (1997) (2), st. 49-53..
11. Cook, K.R.: Chocolate production and Use, Books for Industry Inc., New York, 1972.
12. Hachiya, I., T. Koyano, and K. Sato: Seeding Effect on Slidification Behaviour of Cocoa Butter and Dark Chocolate, I. Kinetics of Solidification, J.Am.Oil.Chem.Soc., **66** (1989), 1757-1762.
13. Jovanović, O.: Kinetika kristalizacije kakao-maslaca i čokoladne mase, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, 1996.
14. Brickell, J. and W.R. Hartel: Relation of Fat Bloom in Chocolate to Polymorphic Transition of Cocoa Butter, J.Am.Oil. Chem.Soc., **75** (1998), (11) 1609-1615.
15. Hunter, R.: New Reflectometer and Its Use for Whiteness Measurement, Journal of the Optical Society of America **50** (1960), (1) 40-48.
16. Analyse sensorielle-Methodologie-Guid generale, ISO 6658: 1985.
17. Walker, C.E. and M.A. Parkhurst: Response Surface Analysis of Bake-Labdate a Personal Computer, Cereal Foods World **29** (1984), 662-670.
18. STATGRAFICS STSC, (1986/87): Inc. Software Publishing Group Rockville, MD.

WHITENESS OF SURFACE AS CHOCOLATE QUALITY FACTOR

Olga L.J. Jovanović, Vjera S. Pribiš, Biljana S. Pajin, Aleksandra M. Torbica

This paper deals with application of tristimulus colorimeter for whiteness measurement. Chocolate samples are prepared by classical and modified laboratory methods of precrystallization. Obtained results have proved the influence of precrystallization temperature on whiteness, in both methods. The highest value of whiteness, according to Hunter, is obtained at precrystallization temperature is of 28°C. In the range from 28 to 30°C whiteness values have shown small differences. Values of whiteness obtained from tristimulus colorimeter show good compatibility with sensory evaluation.

Prispeo 31. januara 2000.

Prihvaćen 17. jula 2000.