

INFLUENCE OF VEGETABLE FAT AND STORAGE CONDITIONS TO STABILITY OF CHOCOLATES

UTJECAJ BILJNE MASTI I UVIJETA ČUVANJA NA STABILNOST ČOKOLADE

SKRABAL, Svjetlana; MARCETIC, Helena; ERGOVIC RAVANCIC, Maja & OBRADOVIC, Valentina

Abstract: "Fat bloom" on the surface of chocolate products is one of the most significant problems of the confectionery industry. The glossy surface of the chocolate first becomes cloudy, while later white-gray coatings appear as the form of surface fat crystals. This paper researched the effect of vegetable fat (CBE) and storage conditions (temperature and relative humidity) on the appearance of "grayling". A tristimulus chromameter was used to monitor the color change of the surface of the chocolate. The results of the research have shown that the addition of vegetable fat increases the intensity of "grayling" of chocolate and increases its sensitivity to temperature oscillations.

Key words: chocolate, fat bloom, vegetable fat

Sažetak: "Cvjetanje masti" na površini čokoladnih proizvoda jedan je od značajnijih problema konditorske industrije. Sjajna površina čokolade najprije postaje mutna, da bi kasnije došlo do pojave bjelkasto-sive prevlake uslijed oblikovanja kristala masti na površini. U ovome radu je ispitivan utjecaj dodatka biljne mast (CBE) i promjena uvjeta čuvanja (temperatura i relativna vlažnost zraka) na pojavu „sivljenja“. Za praćenje promjene boje površine čokolade, korišten je tristimulusni kromametar. Rezultati istraživanja su pokazali da se dodatkom biljne masti povećava intenzitet „sivljenja“ čokolade te se povećava njena osjetljivost na temperaturne oscilacije.

Ključne riječi: čokolada, cvjetanje masti, biljna mast



Authors' data: Svjetlana Škrabal, dr.sc., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, sskrabal@vup.hr; Helena Marčetić, dipl. ing., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, hmarcetic@vup.hr; Maja Ergović Ravančić, dr.sc., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, mergovic@vup.hr; Valentina Obradović, dr.sc., Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, Požega, vobradovic@vup.hr

1. Uvod

Čokolada je visokovrijedna namirnica koja osim osnovnih hranjivih sastojaka sadrži i niz bioaktivnih sastojaka za koje je dokazan pozitivan učinak na ljudsko zdravlje. Zbog velikog izbora različitih čokoladnih proizvoda na tržištu te sve većih zahtjeva potrošača za kvalitetom proizvoda koje konzumiraju, sve se više pažnje posvećuje unaprjeđenju postupka proizvodnje prehrambenih proizvoda pa tako i čokolade. Tehnologija kakaovih proizvoda proučava postupke prerade kakaovog zrna, proizvodnju kakaove mase, kakaovog maslaca, proizvodnju čokoladne mase, čokolade i čokoladnih proizvoda. Čokolada (čokoladna masa) je homogeni proizvod dobiven posebnim tehnološkim postupkom, obradom šećera s jednim ili više ovih sastojaka: kakaovog loma, kakaove mase, kakaovog praha i kakaovog maslaca s dopuštenim dodatcima ili bez njih [1]. „Sivljenje“ površine čokoladnih proizvoda jedan je od značajnijih problema konditorske industrije. Ta pojava utječe na senzorska svojstva, kao što su izgled i tekstura, te se takav proizvod smatra nepoželjnim od strane potrošača. Sjajna površina čokolade najprije postaje mutna, da bi kasnije došlo do pojave bjelkasto - sive prevlake uslijed oblikovanja kristala masti na površini [2].

Upravo stoga pojava sivljenja površine čokoladnih proizvoda još se naziva „cvjetanje masti“. Iako se ova pojava intenzivno istražuje već neko vrijeme, mehanizam njenog nastajanja još nije u potpunosti razjašnjen. Pretpostavlja se da do „sivljenja“ dolazi razdvajanjem faza kakaovog maslaca i nakupljanjem kristala veličine 4 do 5 μm na površini što čokoladi daje sivkasti izgled. To je praćeno i polimorfnom transformacijom kristala kakaovog maslaca (stabilnog βV oblika u βVI , te nestabilnih oblika u βV) [3]. Do pojave „sivljenja“ površine čokoladnih proizvoda može doći iz različitih razloga: nepravilno temperiranje, prebrzo hlađenje nakon temperiranja, dodatak masti nekompatibilnih s kakaovim maslacem, korištenje masti s niskim udjelom čvrste faze, previsoke temperature čuvanja i/ili fluktuacije temperature tijekom čuvanja. Za sivljenje čokolade koje se javlja tijekom skladištenja karakterističan je rast malih kristala na površini i unutar proizvoda nakon određenog perioda [4]. Uslijed oscilacija temperature tijekom skladištenja, bile one i vrlo male, u čokoladi dolazi do promjena na kristalima masti pri čemu nastaju novi polimorfni oblici. Površina čokolade osjetljivija je na promjene temperature od unutrašnjosti. Porastom temperature povećava se udio tekuće masti koja biva potiskivana prema površini čokolade. Kasnijim sniženjem temperature ne kristalizira sva tekuća mast, nego jedan dio ostaje tekuć unutar čokolade.

Osim toga, površina čokolade postaje porozna te tekuća mast nesmetano izlazi na površinu čokolade gdje pod određenim uvjetima kristalizira. Pravilno zapakirane čokolade otpornije su na sivljenje od nezapakiranih [5]. Cilj ovoga rada je proučiti utjecaj dodatka biljne masti (kakomaslac ekvivalenta) kao djelomične zamjene kakaovom maslacu, te utvrditi utjecaj uvjeta čuvanja na pojavu "sivljenja" površine čokolade. Posljedica "cvjetanja masti" je promjena boje površine čokolade koja u tom slučaju postaje sivkasta do bijela, što u svakom slučaju smanjuje prihvatljivost

proizvoda od strane potrošača. Pored promjene boje i sjaja proizvoda, kao posljedica nepravilnog skladištenja nastupaju i određene promjene teksture što također utječe na kvalitetu proizvoda.

2. Eksperimentalni dio

U svrhu istraživanja i proučavanja pojave sivljenja čokolade, pripravljene su četiri mliječne čokolade različitoga sastava, te je proučavan utjecaj sastava i temperature tijekom skladištenja pri relativnoj vlažnosti zraka 65 %, na pojavu „sivljenja“ površine pripremljenih mliječnih čokolada. Čokolade su pripremljene standardnim postupkom proizvodnje u Tvornici „Zvečevo“ (Tablica 1). Pripravljene mliječne čokolade čuvane su tijekom 55 dana pri sljedećem temperaturnom režimu: 12 sati pri 20 °C i 12 sati pri 29 °C, pri relativnoj vlažnostima zraka 65 %.

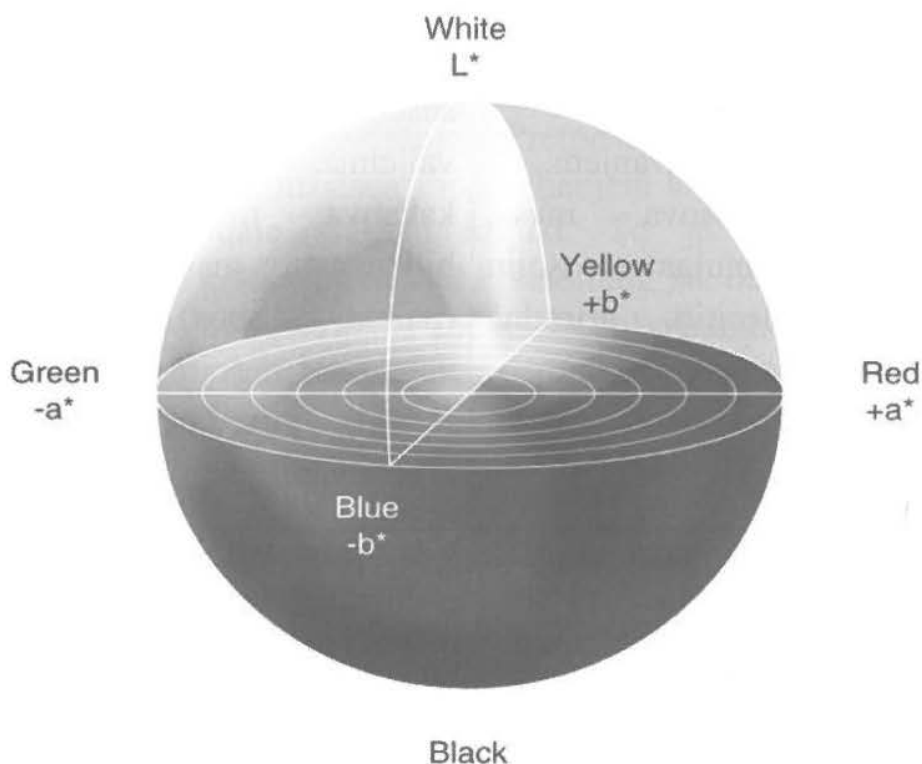
Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
šećer, kakaov maslac, punomasno mlijeko u prahu sušeno na valjcima, kakaova masa, emulgator sojin lecitin, prirodna aroma vanilije	sastojci: šećer, kakaov maslac, punomasno mlijeko u prahu sušeno raspršivanjem, kakaova masa, emulgator sojin lecitin, prirodna aroma vanilije	šećer, kakaov maslac, punomasno mlijeko u prahu sušeno na valjcima, kakaova masa, biljna mast (palma, shea), emulgator sojin lecitin, prirodna aroma vanilije	šećer, kakaov maslac, punomasno mlijeko u prahu sušeno raspršivanjem, kakaova masa, biljna mast (palma, shea), emulgator sojin lecitin, prirodna aroma vanilije)

Tablica 1. Sastojci priređenih uzoraka čokolada s pripadajućim brojem uzorka

Primjenom tristimulusnog kromametra mjerena je boja gornje površine mliječne čokolade tijekom skladištenja. Obradom rezultata utvrđena je ukupna promjena boje i promjena indeksa izbjeljivanja. Priređeni uzorci mliječnih čokolada čuvani su tijekom 55 dana u rashladnom inkubatoru s kontrolom vlage Climacell, Medical Intertrade d.o.o. u kontroliranim uvjetima: 12 sati pri 20 °C te 12 sati pri 29 °C pri relativnoj vlažnosti 65 %. Svakih 5 dana mjerena je boja gornje površine mliječne čokolade primjenom tristimulusnog kromametra Konica Minolta CR-600 (Slika 1).



Slika 1. Uređaj za mjerenje boje površine čokolade Konica Minolta



Slika 2. Prikaz načina očitavanja boje u Lab sustavu

Ovaj tip kromametra mjeri reflektiranu svjetlost s površine predmeta. Predmet se postavlja na otvor mjerne glave određenog promjera. U otvoru se nalazi ksenonska lučna svjetiljka koja pulsiranjem svjetlost baca okomito na površinu predmeta. Svjetlost se reflektira, a takvu svjetlost mjeri šest jako osjetljivih silikonskih fotoćelija. Podatke zapisuje računalo i izražava ih u pet različitih sustava (X,Y,Z; Yxy; Lab; Hunter Lab). 1976. godine CIE preporučuje Lab sustav boje kao ujednačen

prostor boja, koji daje upotrebljivu mjeru za numeričko određivanje razlika boja. Osi a^* i b^* tvore ravninu bojanih tonova, a u ishodištu koordinatnog sustava nalaze se nekromatske boje. Os L^* , koja je okomita na osi a^* i b^* , predstavlja svjetlinu. Lab sustav daje približne vrijednosti kao i ljudsko oko te je stoga i korišten u ovome radu (Slika 2). L^* vrijednosti kreću se od 0 do 100 te daju ocjenu je li nešto tamno ili svijetlo. Ukoliko je $L^* = 0$, predmet je crn, a ako je $L^* = 100$, onda je bijel. a^* vrijednost može biti pozitivna ili negativna. Pozitivne vrijednosti ukazuju na crvenu, a negativne na zelenu boju. b^* vrijednost također može biti pozitivna ili negativna. Ako je vrijednost pozitivna, rezultat je žuta boja, a ako je negativna, plava [4]. Na osnovi izmjerenih vrijednosti izračunati su indeks izbjeljivanja (WI) i vrijednost ukupne promjene boje (ΔE) prema slijedećim formulama [6]:

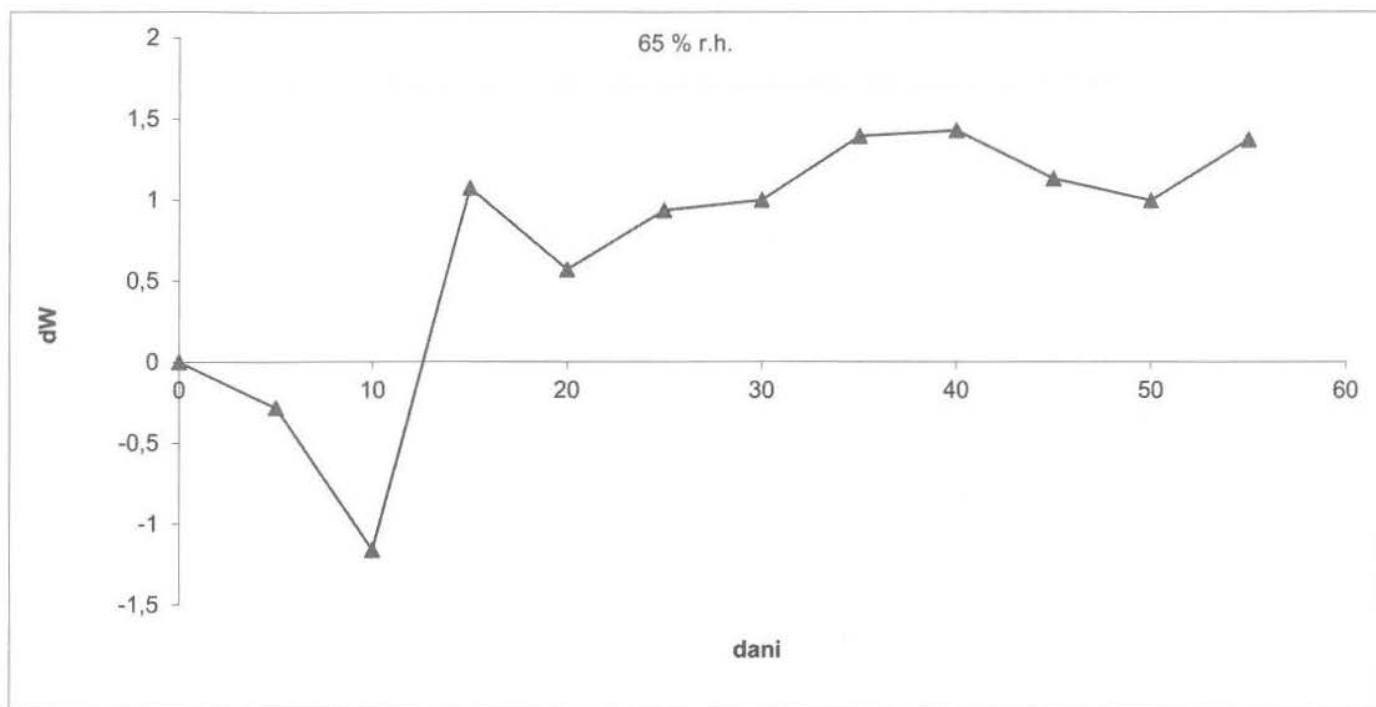
$$WI = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{0,5} \quad (1)$$

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

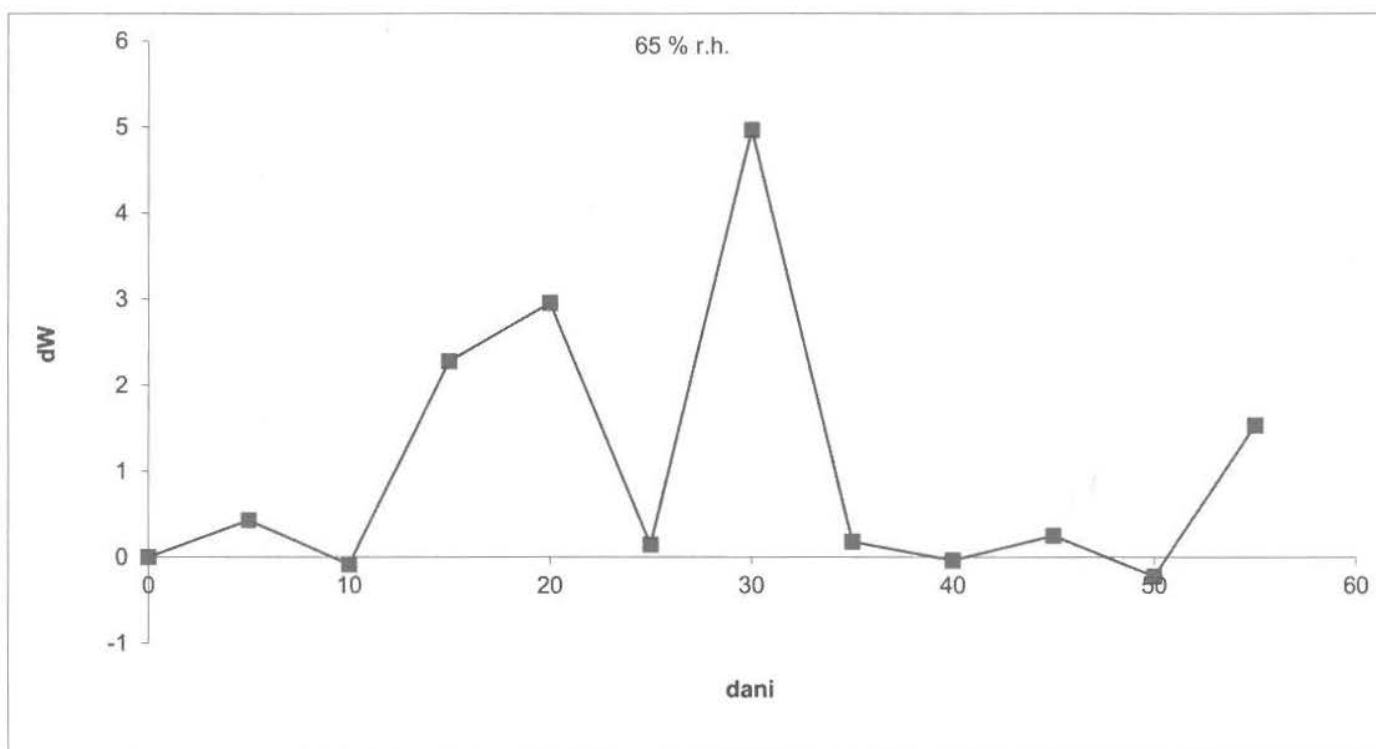
3. Rezultati i rasprava

dan	Uzorak 1		Uzorak 2		Uzorak 3		Uzorak 4	
	WI	ΔE	WI	ΔE	WI	ΔE	WI	ΔE
0	35,56		35,95		38,02		34,76	0,68
5	35,28	1,20	36,38	0,46	38,41	2,01	35,24	1,03
10	34,40	1,37	35,86	0,37	38,49	2,11	35,56	2,93
15	36,63	1,96	38,23	2,68	38,97	2,04	37,75	3,14
20	36,13	1,79	38,90	3,86	39,97	2,63	37,96	1,89
25	36,49	2,09	36,10	0,60	38,93	2,25	36,68	3,18
30	36,56	2,08	40,91	6,31	40,52	3,36	38,01	3,01
35	36,95	2,47	36,13	0,46	40,30	3,30	37,76	1,00
40	36,99	2,43	35,91	0,57	39,70	2,77	35,77	2,08
45	36,69	2,32	36,20	0,81	40,77	3,23	36,76	3,97
50	36,56	2,18	35,73	0,88	40,94	3,53	38,59	4,41
55	36,93	2,27	37,48	2,91	41,30	3,73	38,95	

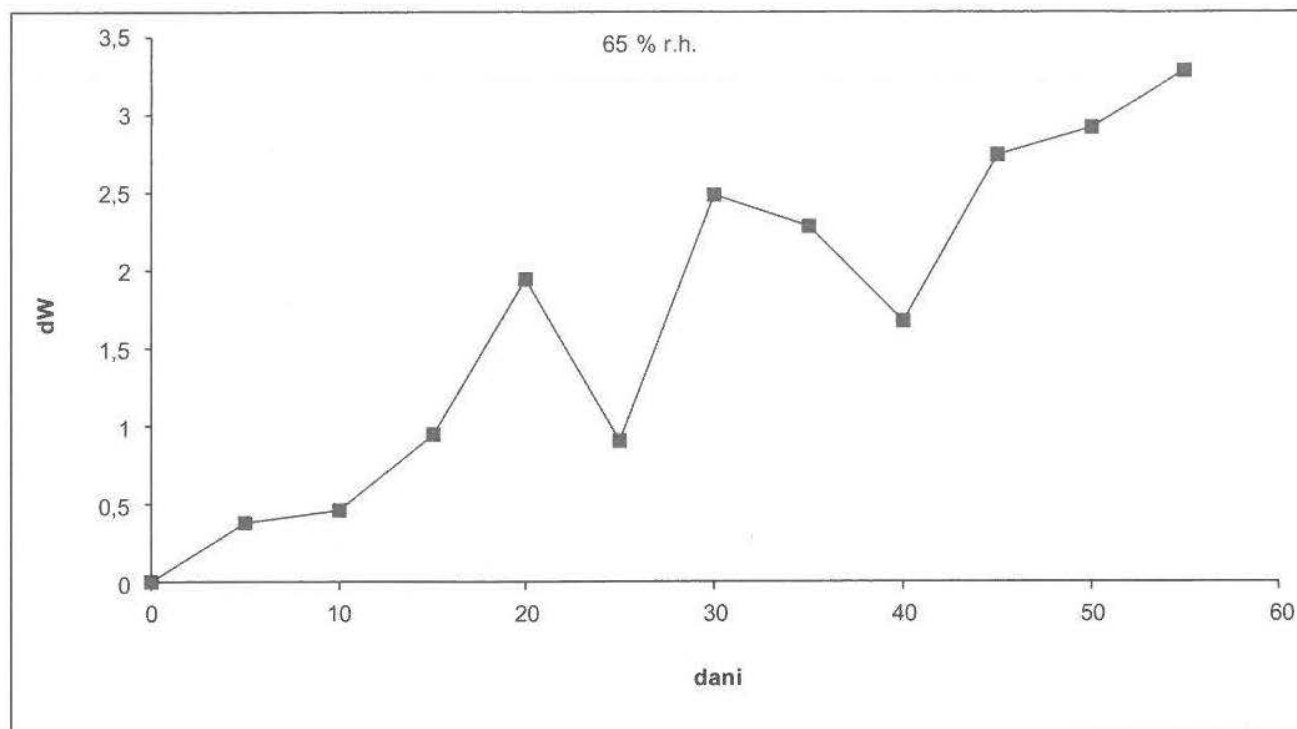
Tablica 2. Utjecaj vlažnosti zraka na pojavu „sivljenja“ gornje površine mliječnih čokolada čuvanih u temperaturnom režimu 20 °C/12 h – 29 °C/12 h.



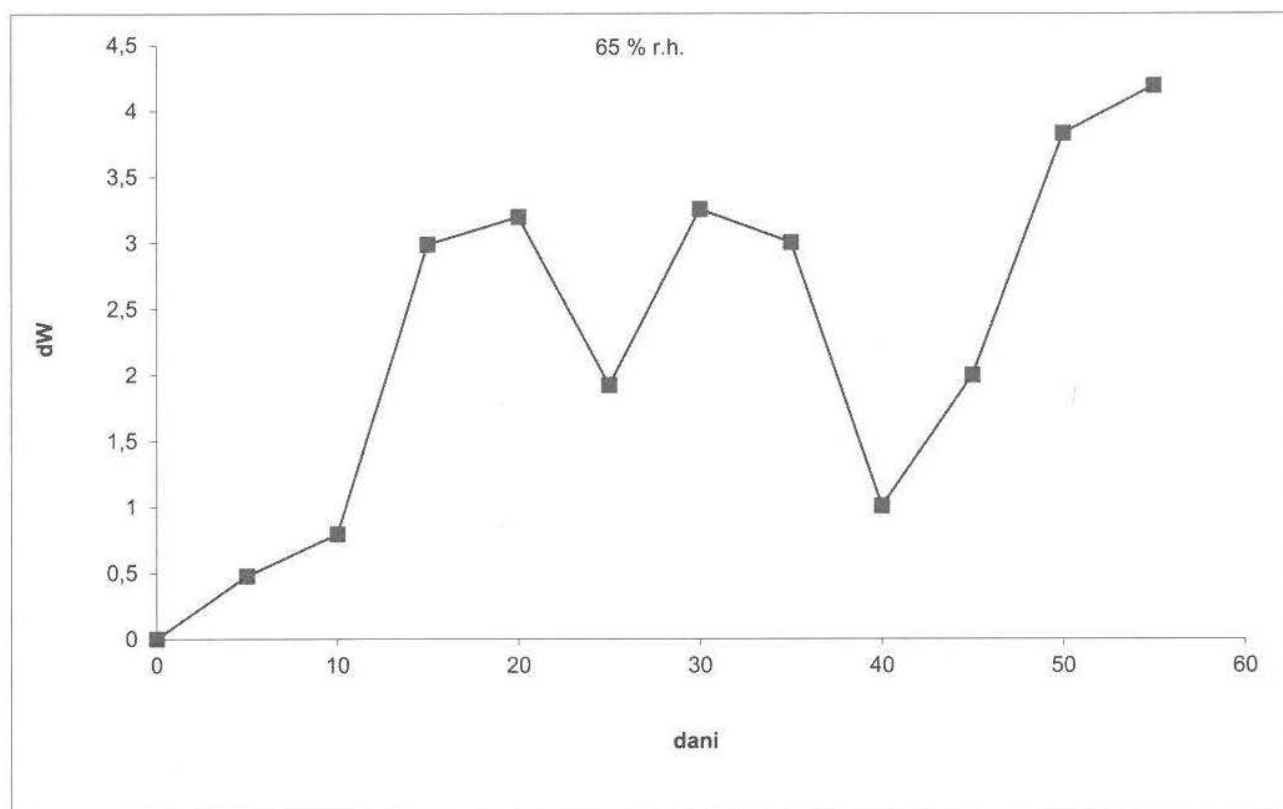
Slika 3. Izbjeljivanje gornje površine mliječne čokolade uzorak 1



Slika 4. Izbjeljivanje gornje površine mliječne čokolade uzorak 2



Slika 5. Izbjeljivanje gornje površine mliječne čokolade uzorak 3



Slika 6. Izbjeljivanje gornje površine mliječne čokolade uzorak 4

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj različitih tipova mlijeka u prahu, biljne masti i uvjeta skladištenja na pojavu „sivljenja“ mliječne čokolade. Da bi se izazvalo „sivljenje“, uzorci su skladišteni pri temperaturnim uvjetima: 12 sati pri 20 °C, zatim 12 sati pri 29 °C tijekom 55 dana, pri sljedećim relativnoj vlažnosti 65 % r. h. Rezultati istraživanja prikazani su tablicom 2 i slikama 3 do 6. U tablici 2 te na slici 3 prikazani su rezultati „sivljenja“ gornje površine čokolade (uzorak 1) proizvedene iz šećera, kakaovog maslaca, kakaove mase, punomasnog mlijeka u prahu sušenog na valjcima, te lecitina uz dodatak arome vanilije. Mlijeko u prahu sušeno na valjcima sadrži 60 do 90 % slobodne mliječne masti [7]. Pajin i Jovanovic [8] ustanovile su da dodatak mliječne masti usporava pojavu „sivljenja“ čokolade, pa se time može objasniti i ova stabilnost čokolada na pojavu „sivljenja“. Ukoliko se umjesto mlijeka u prahu sušenog na valjcima u proizvodnji mliječne čokolade koristi mlijeko u prahu proizvedeno sušenjem raspršivanjem (Slika 4) promjene su evidentnije. Pri relativnoj vlažnosti zraka 65% indeks izbjeljivanja gornje površine (WI) kretao se oko 38,77. Na gornjoj površini čokolade do naglog skoka vrijednosti WI dolazi 30. dana (s 36,10 na 40,91), pri čemu promjena indeksa izbjeljivanja ΔW raste s 0,15 na 4,96. Ovaj rezultat u skladu je s rezultatima istraživanja V. Briones i J. Agulguilera [6]. Keough i suradnici ustanovili su da je udio slobodne mliječne masti u mlijeku u prahu proporcionalan udjelu proteina [9].

Kako je mlijeko bogato i proteinima i šećerom dolazi i do Maillardovih reakcija (reakcija proteina sa šećerima) čime se smanjuje udio proteina u mlijeku. Posljedica toga je i smanjeni udio slobodne mliječne masti, a time i smanjena stabilnost čokolade na pojavu „sivljenja“. Kada je za proizvodnju čokolade uz mlijeko u prahu sušeno raspršivanjem upotrijebljena i biljna mast, iz rezultata (tablica 2, uzorak 3 i 4, slike 5 i 6) je vidljivo je da na kraju skladištenja „sivljenje“ gornje površine čokolade mnogo izraženije od „sivljenja“ gornje površine čokolade proizvedene s mlijekom u prahu sušenim raspršivanjem bez dodatka biljne masti. ΔW gornje površine čokolade s mlijekom sušenim raspršivanjem proizvedenim uz dodatak biljne mast, na kraju skladištenja je 4,19 u odnosu na 1,53 čokolade proizvedene s mlijekom u prahu sušenim raspršivanjem bez dodatka biljne masti. Usporedbom rezultata prikazanih u tablici 5 i 6 i na slikama 5 i 6 vidljiv je utjecaj dodatka biljne masti na „sivljenje“ površine mliječne čokolade koja sadrži mlijeko u prahu proizvedeno na valjcima. Intenzitet „sivljenja“ čokolade bez i s biljnom masti znatno je uočljiviji, tj. intenzitet „sivljenja“ puno je izraženiji kada čokolada sadrži biljnu mast. Promjena indeksa izbjeljivanja (ΔW) gornje površine čokolade koja sadrži biljnu mast je izražena već nakon 30 dana skladištenja ($\Delta W = 2,50$), što je do kraja skladištenja utjecalo na ukupnu promjenu boje $\Delta E = 3,73$. Istovremeno, čokolade bez dodatka biljne masti ostale su prilično stabilne tijekom proučavanih uvjeta skladištenja. Razlog tome je najvjerojatnije u činjenici da iako je trigliceridni sastav temperirajućih masti, koje se dodaju kakaovom maslacu, sličan trigliceridnom sastavu kakaovog maslaca, on nije identičan, pa uslijed razlike u sastavu dolazi do induciranja sivljenja [7].

4. Zaključak

Oscilacije temperature tijekom skladištenja imaju značajan utjecaj na pojavu „sivljenja“ površine mliječne čokolade. Mlijeko u prahu proizvedeno sušenjem na valjcima pozitivno djeluje na sprječavanje „sivljenja“ površine mliječne čokolade, pri čemu intenzitet djelovanja ovisi o slobodnoj mliječnoj masti – što je njen udio viši, veća je i inhibicija „sivljenja“. Dodatkom biljne masti povećava se intenzitet „sivljenja“ mliječne čokolade, te se povećava njena osjetljivost na temperaturne oscilacije. Vrste i svojstva sirovina imali su značajan utjecaj na stabilnost čokolada prema sivljenju. Pri skladištenju čokolade treba naročito voditi brigu ukoliko u sirovinskom sastavu čokolade pored kakaovog maslaca postoji i neka druga mast.

5. Literatura

- [1] *Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima*, «Narodne novine» broj 73/05.
- [2] Beckett, S. T. (1999). *Industrial chocolate manufacture and use, 3rd edition, Blackwell science.*
- [3] Bricknell, J. i Hartell, R.W. (1998). Relation of fat bloom in chocolate to polymorphic transition of cocoa butter. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 1609-1615, 1998.
- [4] Van Malssen, K., Peschar, K., Brito, C., Schenk, H. (1996). Real time x-ray powder diffraction investigation on cacao butter. III. Direct β -crystallization of cacao butter: Occurrence of a memory effect. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73, 1225 – 1322.
- [5] Lonchamp, P. i Hartel, R.W. (2004). Fat bloom in chocolate and compound Coatings. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106, 241-274.
- [6] Briones, V., Aguilera, J.M. (2005). Image analysis of changes in surface color of chocolate. *Food Research International*, 38, 87-94.
- [7] Lipp, M. C., Simoneau, F., Ulberth, E., Anklam, C., Crews, P., Bereton, W. De Greyt, W. Schwack, Wiedmaier, C. (2001). Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14, 399 – 408.
- [8] Pajin, B., Jovanovic, O. (2005). Influence of high-melting milk fat fraction on quality and fat bloom stability of chocolate. *European Food Research and Technology*, 200, 389 – 394.
- [9] Keogh, M.K., Murray, C.A., O' Kennedy, B.T. (2003). Effects of selected properties of ultrafiltered spray – dried milk powders on some properties of chocolate. *Int. Dairy J.*, 13, 719-726.