

# Teksturalna i senzorna svojstva krem proizvoda sa saharozom i maltitolom

Marko M. Petković<sup>1</sup>, Biljana S. Pajin<sup>2</sup>, Jelena M. Tomić<sup>3</sup>, Aleksandra M. Torbica<sup>3</sup>, Zita I. Šereš<sup>2</sup>, Danica B. Zarić<sup>4</sup>, Dragana M. Šoronja Simović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AD Čokolend, Paraćin, Srbija

<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

<sup>3</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad, Srbija

<sup>4</sup>IHS Tehno experts d.o.o, Istraživačko–razvojni centar, Beograd, Srbija

## Izvod

Kakao krem proizvodi su konditorski namazi proizvedeni na bazi šećera, biljne masti, kakao praha, lešnika i mleka u prahu. Osnovne karakteristike ovog proizvoda su: dobra mazivost u širokom temperaturnom intervalu – od sobne do temperature hladnjaka, bogat kremast čokoladni ukus sa blagom aromom prženog lešnika, homogena glatka struktura bez pojave izdvajanja ulja i dobra oksidativna stabilnost. Nedostatak ovih proizvoda je njihova relativno velika energetska vrednost (2300 kJ/100 g). Poslednjih godina mazivi krem proizvodi redukovane energetske vrednosti postali su veoma omiljeni među potrošačima i proizvođačima. Potrošači obično konzumiraju ove proizvode želeći da zadovolje potrebu za slatkim ukusom, bez nepotrebnog unosa kalorija ili ugrožavanja zdravlja (karijes zuba, gojaznost ili dijabetes). Jedan od načina proizvodnje mazivih krem proizvoda redukovane energetske vrednosti jeste zamena šećera (saharoze) adekvatnim zaslađivačem. Maltitol (šećerni alkohol) je niskoenergetski poliol (10 kJ/g), sposoban da kvalitativno i kvantitativno zameni saharozu. Mazive krem proizvode sa maltitolom, kao i sa kombinacijom maltitola i saharoze, proizvedenih pri različitim temperaturnim parametrima i brzinama obrtanja mešača kugličnog mlina, karakterišu teksturalne i reološke osobine gotovo identične osobinama mazivih kremova sa saharozom. Mazivi krem proizvodi sa maltitolom imaju za oko 15% nižu energetska vrednost u odnosu na isti proizvod sa saharozom.

**Ključne reči:** mazivi krem proizvodi, maltitol, saharoza, brzina obrtanja mešača, senzorne osobine.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

Podizanjem svesti potrošača o pravilnom i zdravom načinu ishrane nameće se potreba za razvojem novih i obogaćivanjem postojećih prehrambenih proizvoda. Prateći svetske trendove prehrambena industrija se uspešno uključuje u razvoj tzv. funkcionalne hrane – hrane sa pozitivnim uticajem na ljudsko zdravlje [1,2] ili proizvoda redukovane energetske vrednosti [3,4]. U tom smislu sve veća pažnja se poklanja primeni maltitola kao jednom od niskoenergetskih zaslađivača u proizvodnji različitih vrsta konditorskih proizvoda.

Mazivi krem proizvodi, u ovom istraživanju, proizvedeni su mlenjenjem praškastih komponenata (saharozu, maltitol i mleko u prahu) sa biljnom mašću [5]. Gotovo identične reološke osobine preporučile su maltitol kao adekvatnu alternativu saharozu u čokoladnim i kakao krem proizvodima [6].

Saharozu, kao jedna od esencijalnih komponenata svih krem proizvoda, treba da sadrži minimalni udeo vlage (0,02–0,05%) u cilju sprečavanja formiranja aglomerata u fazi homogenizovanja mase [7]. Smatra se da

Prepiska: J.M. Tomić, Institut za prehrambene tehnologije, Univerzitet u Novom Sadu, Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija.

E-pošta: [jelena.tomic@fins.uns.ac.rs](mailto:jelena.tomic@fins.uns.ac.rs)

Rad primljen: 2. septembar, 2011

Rad prihvaćen: 14. novembar, 2011

NAUČNI RAD

UDK 663.914.5:66.02

Hem. Ind. 66 (3) 385–394 (2012)

doi: 10.2298/HEMIND110902094P

voda migrira na površinu kristala šećera, formirajući tanak film sirupa koji povećava viskozitet. Povećanje sadržaja vode sa 0,1% na 2% uslovljava povećanje viskoziteta i prinosa napona kakao proizvoda. Smanjenje uticaja vlage na viskozne osobine mazivog krem proizvoda, može se postići dodatkom masti [8].

Maltitol (E 965) je beli kristalni prah bez stranog mirisa i ukusa. Energetska vrednost maltitola (kao i svih poliola) je 10 kJ/g, koja je u odnosu na energetska vrednost saharoze (16 kJ/g) značajno niža. Preterano konzumiranje poliola može izazvati laksativan efekat [9]. Preporučeni maksimalni dnevni unos maltitola je 50 g, dok organizam iskoristi svega 10% energije unete maltitolom [10,11]. Maltitol je poliol koji prilikom konzumiranja u ustima izaziva blagi efekat hlađenja sa fizičko-hemijskim karakteristikama sličnih saharozu tako da zamenom saharoze maltitolom nije potrebno menjati procesne parametre proizvodnje mazivih kremova. Step slatkosti maltitola iznosi 0,75–0,9 [12,13]. Proizvodnja kakao proizvoda sa zaslađivačima umesto saharoze dovodi do promene njihovih reoloških karakteristika. Maltitol povećava prinostni napon, izomalt plastični viskozitet, a ksilitol tečljivost ovih proizvoda [14].

Masti, kao jedan od osnovnih sastojaka krem proizvoda 25–40%, predstavljaju značajnu sirovinu koja dik-

tira ponašanje krem proizvoda u toku prerade kao i kvalitet gotovog proizvoda. Problemi koji se mogu javiti tokom proizvodnje ove vrste proizvoda su vezani za kristalizaciju prisutne masti (definiše čvrstoću proizvoda), ukupno reološko ponašanje krema (mazivost) i tendenciju migracije masti na površinu proizvoda [15,16]. Prednost mekših mazivih krem proizvoda je u povoljnijem sastavu masne faze (niži sadržaj zasićenih i trans masnih kiselina). S druge strane masna faza sa niskim sadržajem čvrstih triglicerida otežava proizvodnju ove vrste proizvoda zbog male brzine kristalizacije.

Lecitin je emulgator koji pomaže da kontinualna masna faza što efikasnije obloži površinu čvrstih čestica. U proizvodima koji sadrže kontinualnu masnu fazu emulgatori utiču na kristalizaciju masti, služe kao regulatori viskoziteta i ograničavaju polimorfne transformacije masne faze. Kako višefazni prehrambeni proizvodi imaju tendenciju za razdvajanjem faza, koja je sa tehnološkog aspekta nepoželjna, pravilnom upotrebom i izborom emulgatora utiče se na formiranje stabilnog krajnjeg proizvoda [17,18]. Optimalna količina lecitina u krem proizvodima je 0,5%. Dodatak lecitina u količini većoj od 0,5% povećava vrednosti prinosnog napona uz istovremeno smanjenje plastičnog viskoziteta [19].

Raspodela veličina čvrstih čestica u krem proizvodima značajno utiče na viskozitet i prinosni napon. Viskoizitet i prinosni napon se znatno smanjuju sa povećanjem prosečne veličine čestica u rasponu od 2 na 50  $\mu\text{m}$ , pri konstantnom sadržaju masti i emulgatora [20]. Po američkim standardima optimalan granulometrijski sastav čvrstih komponenata u čokoladi i krem namazima je u intervalu 30–33  $\mu\text{m}$  dok su preporučene mak-

simalne veličine čestica od 50  $\mu\text{m}$ . Optimalan granulometrijski sastav po evropskim standardima iznosi 20–23  $\mu\text{m}$  sa maksimalnim veličinama čestica od 35–40  $\mu\text{m}$  [21]. Veći prečnik čestica od optimalnih direktno utiče na teksturu proizvoda izazivajući osećaj peskovitosti prilikom njegovog konzumiranja čime postaje neprihvatljiv od strane konzumenata.

Cilj ovog rada je ispitivanje mogućnosti potpune ili delimične zamene saharoze sa zaslađivačem (maltitolom) u proizvodnji mazivog krem proizvoda, kroz određivanje senzornih i teksturalnih karakteristika. Primenom statističkih metoda odnosno metodologije nelinearnih regresionih jednačina, u toku obrade rezultata, matematički su definisani uticaji pojedinih faktora na svojstva krem proizvoda.

## EKSPERIMENTALNI DEO

### Materijal

Sirovinski sastav analiziranih mazivih kremova je: saharoza (Crvenka AD, Srbija), matitol (Cargill, Germany), palmina mast (Loders Croklaan, Malaysia), kakao prah (Bary Calebaut), sojino brašno (Soja protein AD, Srbija), punomasno mleko u prahu (Polsero, Poljska), lecitin (Soja protein AD, Srbija), i aroma (prirodno-identična aroma lešnika i vanile, Curt Georgi, Nemačka).

### Metode

*Plan eksperimenta.* Mazivi krem proizvodi su proizvedeni u laboratorijskom kugličnom mlinu, pri procenim parametrima temperature (30, 35 i 40 °C) i brzine obrtanja mešača (30, 40 i 50 obrt/min). Plan eksperimen-

<i>Uzorci krem proizvoda sa saharozom</i>										S
Temperatura (°C)	30			35			40			
Brzina mlevenja (o/min)	30	40	50	30	40	50	30	40	50	
<i>Uzorci krem proizvoda sa maltitolom</i>										M
Temperatura (°C)	30			35			40			
Brzina mlevenja (o/min)	30	40	50	30	40	50	30	40	50	
<i>Uzorci krem proizvoda sa 70% saharoze i 30% maltitola</i>										SM
Temperatura (°C)	30			35			40			
Brzina mlevenja (o/min)	30	40	50	30	40	50	30	40	50	
<i>Uzorci krem proizvoda sa 70% maltitola i 30% saharoze</i>										MS
Temperatura (°C)	30			35			40			
Brzina mlevenja (o/min)	30	40	50	30	40	50	30	40	50	

Slika 1. Plan eksperimenta.  
Figure 1. Experiment plan.

menta prikazan je na slici 1.

*Proizvodnja mazivih kremova u kugličnom mlinu.* Uzorci krem proizvoda proizvedeni su u laboratorijskom kugličnom mlinu sa homogenizatorom, kapaciteta 5 kg, domaćeg proizvođača. Otopljenjnoj biljnoj masti sa lecitinom, dodaju se sve praškaste sirovine i masa se homogenizuje 30 min. Prečnik kuglica u mlinu je 9,1 mm. Masa kuglica u mlinu je 30 kg. Kuglični mlin je snabdeven sistemom za recirkulaciju mase, čija brzina je 10 kg/h. Unutrašnji prečnik kugličnog mlina je 0,125 m, a visina 0,31 m. Zapremina prostora za kuglice i masu u mlinu kapaciteta 5 kg je 0,0152 m<sup>3</sup>. Kakao krem masa se u kugličnom mlinu izrađuje 150 min. Eksperimentalni uzorci (50 g) zatvoreni su termovarom u belim plastičnim čašama, i skladišteni na temperaturi od 25 °C.

*Određivanje teksture.* Određivanja teksturalnih svojstava izvedena su na aparatu Texture analyser TE32

proizvođački specificiranom metodom TA Chocolate spread\_SPRD2\_SR. Čvrstoća je prikazana kao porast sile do postizanja maksimalne dubine prodiranja.

*Određivanje senzornih osobina.* Senzorna analiza uzoraka, rađena je sedam dana nakon stabilizacije uzoraka. Metodom bodovanja petočlana komisija je ocenila od 1 do 5 ocenila sledeće parametre kvaliteta: spoljašnji izgled, struktura, žvakanje, ukus i miris (tabela 1). Dobijene ocene pomenutih parametara pomnožene su određenim koeficijentom važnosti i na osnovu zbira bodova definisana kategorija kvaliteta. Kategorije kvaliteta su: odličan (O), vrlo dobar (VD), dobar (D), dovoljan (D), nedovoljan (N).

Primenom QDA (Qualitative Data Analyses) metode jasnije su sagledani najvažniji kvalitativni parametri ispitivanih krem proizvoda.

Tabela 1. Ocena senzornog kvaliteta krem proizvoda metodom bodovanja  
Table 1. Sensory evaluation of spreads quality using the scoring procedure

Faktor kvaliteta	Ocena	Faktor značaja	Opisna svojstva senzornog kvaliteta
Oblik, boja, površina	5	0.6	Optimalna svojstva-glatka, sjajna površina, besprekorna karakteristična boja
	4		Neznatno odstupanje u odnosu na optimalna svojstva
	3		Odstupanje od oblika, slabija boja, na površini ogrebotine, vazdušni mehurići, neznatna oštećenja ambalaže
	2		Jače odstupanje od oblika, boja neujednačena siva ili beličasta, veliki broj vazdušnih mehurića, oštećenje ambalaže
	1		Deformisan oblik, površina siva ili bela, jače oštećena, izdvajanje masne faze, oštećenja ambalaže
	0		Mikrobiološki kvar
Tekstura	5	0.8	Struktura homogena, tekstura glatka, čvrstoća odgovarajuća, meka maziva konzistencija
	4		Neznatno odstupanje od čvrstoće
	3		Pojava vazdušnih mehurića u masi, neodgovarajuća čvrstoća
	2		Grubozrnasta tekstura, neodgovarajuća čvrstoća
	1		Grubozrnasta tekstura, nehomogena struktura, slaba mazivost
	0		Mikrobiološki kvar
Žvkljivost	5	1.0	Svojstvena žvkljivost, topivost u ustima
	4		Sporija topivost, mazivost
	3		Slaba peskovitost, mazivost
	2		Spora topivost, peskovitost, lepljenje
	1		Spora topivost, jaka peskovitost, lepljenje
	0		
Ukus	5	1.0	Svojstven, zaokružen, aromatičan. Postojan određeni vremenski period
	4		Svojstven, slabije zaokružen, aromatičan
	3		Svojstven, slabije zaokružen, slabije aromatičan
	2		Gorak, nije zaokružen
	1		Netipičan, strani ukus, na užeglo
	0		
Miris	5	0.6	Svojstven, zaokružen, aromatičan. Postojan određeni vremenski period
	4		Svojstven, slabije zaokružen, aromatičan
	3		Svojstven, slabije zaokružen, slabije aromatičan
	2		Nije svojstven, kiselkast, ustajao
	1		Netipičan, strani miris, na užeglo
	0		Mikrobiološki kvar (plesnivost)

**Statistička obrada.** Rezultati ispitivanja teksturalnih i senzornih karakteristika obrađeni su testiranjem statističke značajnosti srednjih vrednosti primenom t-testa na pragu značajnosti od 95% ( $\alpha = 0,05$ , programski paket Statistica 8.0 i Origin 6.1). Regresionom analizom eksperimentalnih vrednosti matematički je definisan uticaj nezavisnih promenljivih ( $x$  – temperatura,  $y$  – brzina obrtanja mešača) na zavisne promenljive ( $z$  – čvrstoća, kategorije kvaliteta). Odzivna funkcija  $z$  definisana je regresionom jednačinom (matematičkim modelom) sledećeg oblika:

$$z = b_0 + b_1x + b_2y + b_{11}x^2 + b_{12}xy + b_{22}y^2 \quad (1)$$

gde su:  $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{12}$  i  $b_{22}$  koeficijenti regresije.

Koeficijenti regresije  $b_1$  i  $b_2$  pokazuju linearni efekat nezavisnih promenljivih  $x$  i  $y$  na zavisno promenljivu  $z$ ,  $b_{11}$  i  $b_{22}$  kvadratni efekat, dok  $b_{12}$  ukazuje na linearnu interakciju nezavisno promenljivih [22].

## REZULTATI I DISKUSIJA

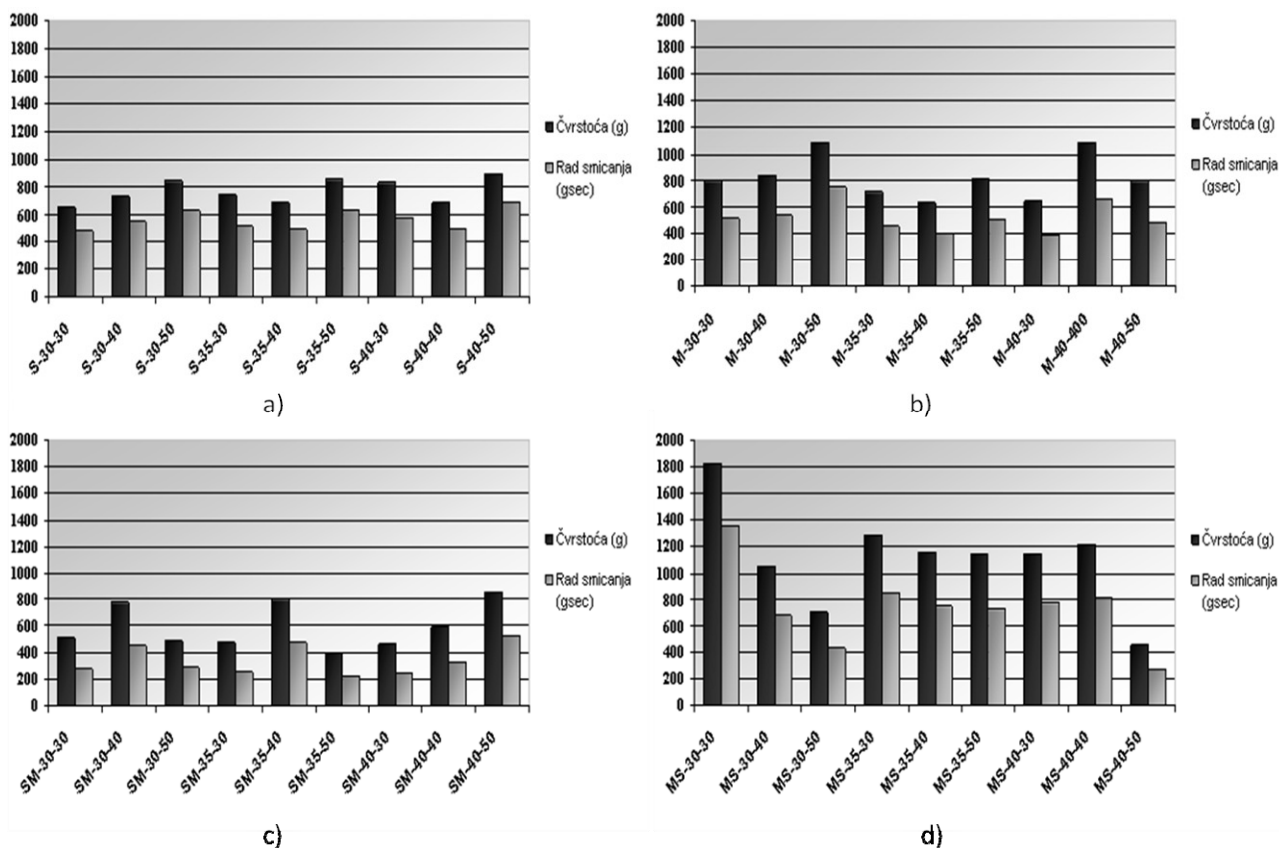
### Teksturalne karakteristike

Krive, dobijene određivanjem teksturalnih karakteristika uzoraka kakao krem proizvoda omogućavaju definisanje sledećih parametara: čvrstoća, odnosno maksimalna sila na krivoj zavisnosti sile od vremena, i

rad smicanja, određen površinom ispod krive, koji definiše mazivost uzorka.

Uticaj brzine obrtanja mešača kugličnog mlina, temperature proizvodnje i sirovinskog sastava na vrednosti čvrstoće i rada smicanja ispitivanih uzoraka krem proizvoda, prikazani su grafički na slici 2.

Posmatrajući vrednosti čvrstoće i rada smicanja za uzorke krem proizvoda sa 100% saharoze i 100% maltitola (slike 2a i 2b), uočljiv je jače izražen uticaj brzine obrtanja mešača u odnosu na uticaj temperature na oba navedena parametra. Povećanje brzine obrtanja mešača utiče na povećanje čvrstoće krem proizvoda bez obzira na sirovinski sastav. Povećanje temperature dovodi do blagog povećanja čvrstoće i opadanja mazivosti ispitivanih uzoraka. Više temperature omogućavaju bolje oblaganje čvrstih čestica masnom kontinulanom fazom, a time i veću strukturiranost i kompaktnost ovih složenih sistema. Najveće promene vrednosti čvrstoće i rada smicanja, kao posledice povećanja temperature proizvodnje na 40 °C, pokazuju uzorci krem proizvoda sa saharozom proizvedeni pri maksimalnoj brzini mlevenja, dok su za uzorke krem proizvoda sa maltitolom te promene uočene pri brzini obrtanja mešača od 40 obrt/min. U odnosu na uzorke krem proizvoda sa 100% saharoze, uzorci sa 100% maltitola, pri istim parametrima proizvodnje, pokazuju više vrednosti čvrstoće, kao



Slika 2. Uticaj temperature i brzine obrtanja mešača na čvrstoću i rad smicanja.

Figure 2. Effect of temperature and mixer speed rotation on the firmness and shear work.

posledica veće čvrstoće kristala maltitola u odnosu na kristale saharoze.

Vrednosti čvrstoće i rada smicanja za uzorke krem proizvoda dobijenih kombinacijom maltitola i saharoze variraju (slike 2c i 2d). Uzorci krem proizvoda sa 70% saharoze i 30% (slika 2c) maltitola pri temperaturama od 30 i 35 °C gotovo da nemaju razlike u vrednostima ispitivanih parametara, čije maksimalne vrednosti se javljaju pri brzini od 40 obrt/min. Na temperaturi proizvodnje od 40 °C sa povećanjem brzine obrtanja mešača očekivano rastu i vrednosti čvrstoće i rada smicanja kod svih ispitanih uzoraka.

Kod uzoraka krem proizvoda sa 70% maltitola i 30% saharoze (slika 2d) javljaju se izvesna odstupanja u odnosu na ostale ispitivane uzorke. Naime, pri najmanjoj temperaturi i brzini obrtanja mešača dobijeni uzorak krem proizvoda ima najveće vrednosti čvrstoće i rada smicanja, odnosno najmanju mazivost. S druge strane maksimalne vrednosti proizvodnih parametara imaju suprotan efekat kod ove grupe uzoraka. Vrednosti čvrstoće i rada smicanja uzoraka koji se nalaze između ovih ekstrema ne zavise od primenjene temperature i brzine obrtanja mešača. Variranje vrednosti čvrstoće kod ove grupe uzoraka krem proizvoda je posledica nehomogene strukture (usled prisustva maltitola) i loše kompaktnosti sistema maltitol/saharozna i palmirnih masti.

Uopšte posmatrano, uzorci krem proizvoda u kojima je maltitol zastupljeniji, kao posledica veće čvrstoće njegovih kristala u odnosu na kristale saharoze, imaju veću čvrstoću (tvrdoću) (slika 2). Kod ovih uzoraka porast temperature i brzine obrtanja mešača uslovljava blagi porast čvrstoće i smanjenje mazivosti. Primena viših procesnih parametara omogućuje dobijanje sitnijih čvrstih čestica čija veća specifična površina doprinosi boljem suspendovanju i zadržavanju masne (kontinu-

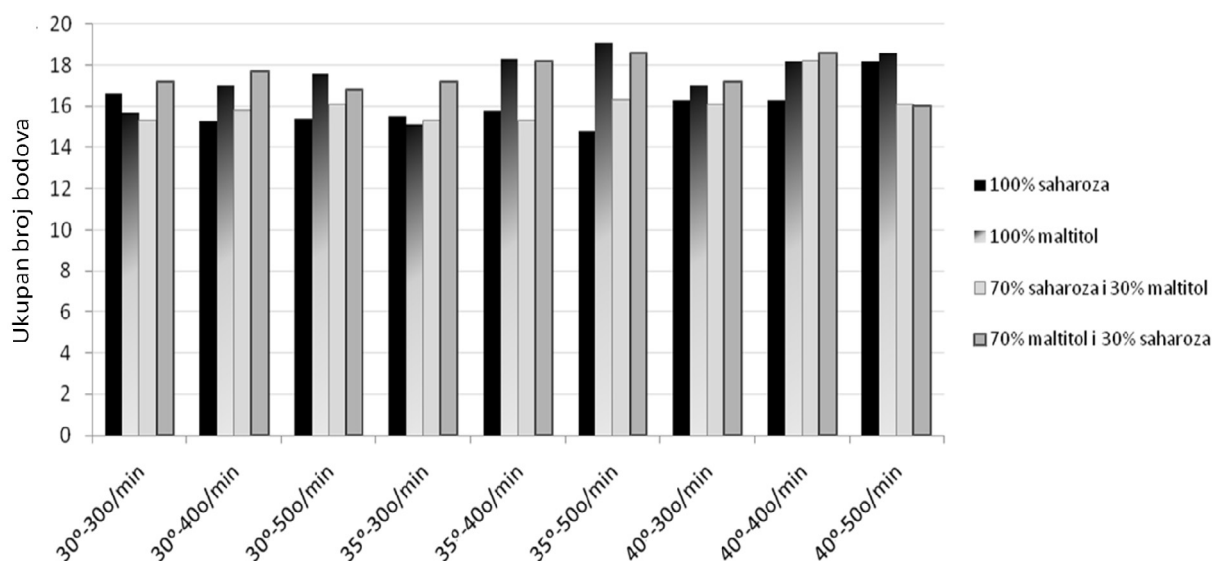
alne) faze u strukturi krema. Uzorci krem proizvoda sa saharozom i maltitolom, proizvedeni pri maksimalnoj brzini obrtanja mešača, pri porastu temperature pokazuju najveće promene kada je u pitanju rad smicanja.

### Senzorne karakteristike

Na slici 3 prikazan je uticaj procesnih parametara na ukupan broj bodova za senzorni kvalitet ispitivanih krem proizvoda. Uzorci krem proizvoda sa 100% saharoze, proizvedeni na temperaturi od 40 °C i maksimalnoj brzini obrtanja mešača, imaju odlične senzorne osobine (glatku i sjajnu površinu, homogenu i postojanu strukturu, meku mazivu konzistenciju, i svojstven miris i ukus). Porast brzine obrtanja mešača (na temperaturama 30 i 35 °C) pogoršava senzorne osobine krem proizvoda bez obzira na sirovinski sastav. Porast temperature ima suprotan efekat. Analizirajući rezultate uzoraka krem proizvoda sa 100% maltitola (M), može se primetiti da se sa porastom temperature i broja obrtanja mešača postižu odlične senzorne osobine. Identično ponašanje karakteriše i uzorke krem proizvoda sa 70% maltitola i 30% saharoze, kod kojih je dualni uticaj procesnih parametara naglašeniji, dajući veći broj uzoraka sa odličnim senzornim svojstvima. Uticaj brzine obrtanja mešača je dominantniji, kad su u pitanju uzorci sa 70% saharoze i 30% maltitola. Porast ovog parametra uslovljava je i bolje senzorne osobine ovih proizvoda.

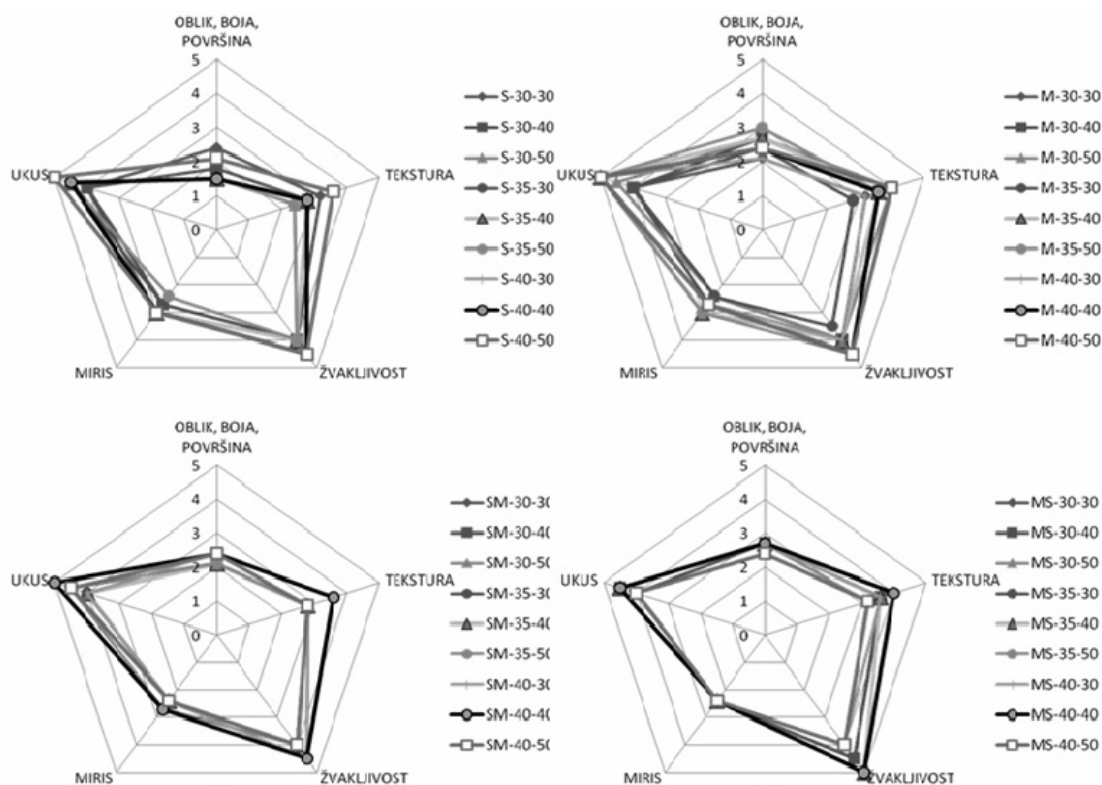
Na slici 4 prikazan je QDA dijagram senzorne ocene ispitivanih uzoraka krem proizvoda.

Porast temperature proizvodnje, kod svih uzoraka krem proizvoda, uslovljava poboljšanje senzornog kvaliteta, pre svega ukusa i žvkljivosti. Uzorci krem proizvoda kod kojih je maltitol dominantniji (M i MS uzorci), bez obzira na primenjenu temperaturu, imaju bolju strukturu i spoljašnji izgled u odnosu na ostale ispitane



Slika 3. Ukupan broj bodova za senzorni kvalitet ispitivanih krem proizvoda.

Figure 3. The total score for the sensory quality of the tested spreads.



Slika 4. Uticaj temperature i brzine obrtanja mešača na senzorni kvalitet krem proizvoda (QDA metoda).

Figure 4. The influence of temperature and mixer speed rotation on the sensory quality of spreads (QDA method).

uzorke, kod kojih dolazi do migracije masne faze na površinu, a kada je u pitanju struktura – oseća se slaba peskovitost.

Međutim, dodavanje maltitola ima negativan efekat kada je u pitanju aroma uzoraka odnosno uzorci mazivih kremova sa maltitolom imaju slabije izraženu aromu.

#### Statistički pregled teksturalnih i senzornih osobina

Uticaj temperature i brzine obrtanja mešača na čvrstoću krem proizvoda prikazani su grafički na slici 5, u vidu konturnih dijagrama, primenom regresione jednačine (1), pri čemu odzivna funkcija  $z$  predstavlja vrednost čvrstoće, a nezavisno promenljive  $x$  i  $y$  temperatura proizvodnje, odnosno brzine obrtanja mešača.

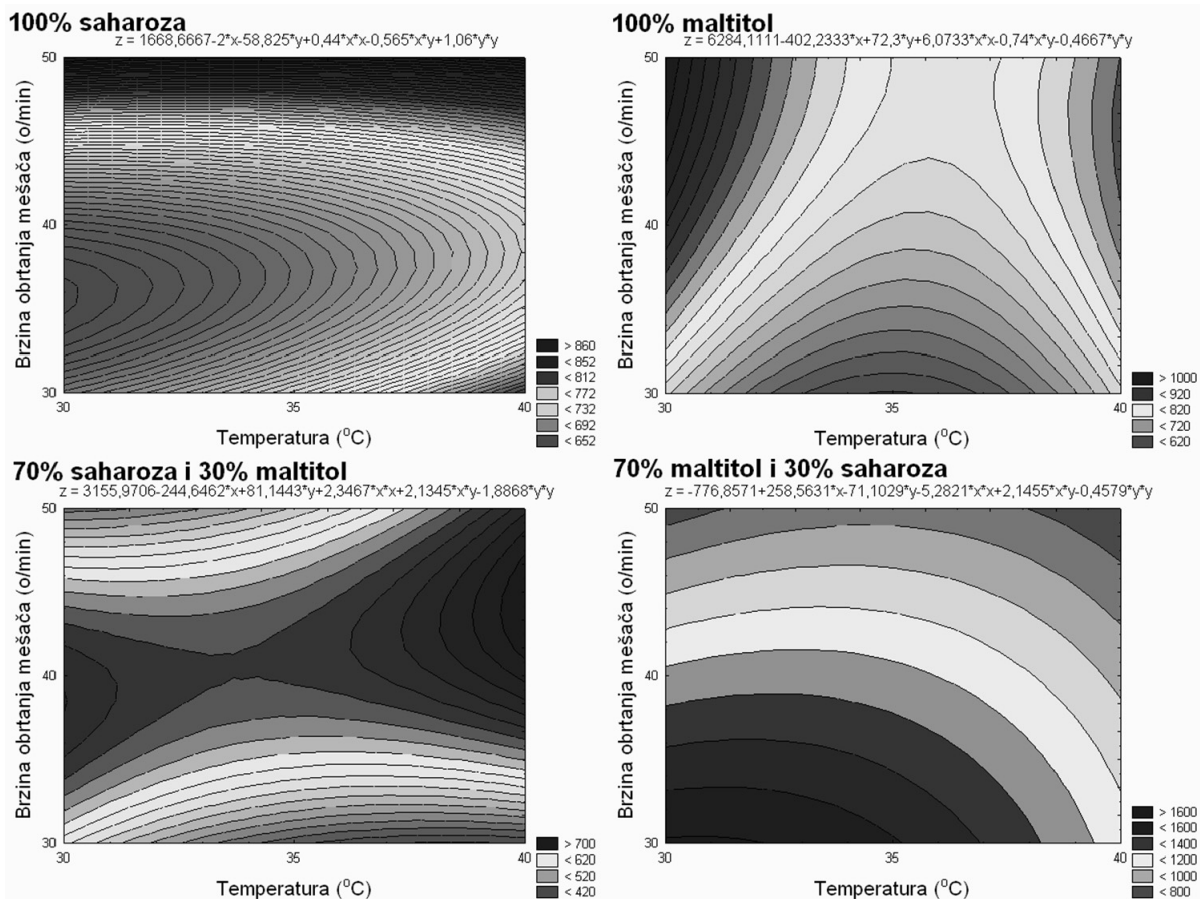
Dobijeni rezultati za uzorke krem proizvoda sa saharozom, ukazuju da na čvrstoću uticaj imaju i temperatura i brzina obrtanja mešača. Pri svim primenjenim temperaturama proizvodnje, svi ispitivani uzorci krem proizvoda imaju najveće vrednosti čvrstoće pri maksimalnoj brzini obrtanja mešača. Posmatrajući vrednosti čvrstoće na temperaturi od 30 °C može se zapaziti da se sa povećanjem brzine do maksimalne vrednosti povećava i iznos čvrstoće za oko 30%. Dominantni uticaj brzine obrtanja mešača potvrđuje i vrednost regresionog koeficijenta  $b_{22}$  koja je veća u odnosu na ostale regresione koeficijente.

Statistička obrada rezultata dobijenih ispitivanjem teksturalnih karakteristika krem proizvoda sa maltitolom pokazuje da se sa povećanjem brzine obrtanja mešača povećava čvrstoća i taj uticaj je najizraženiji na temperaturi od 30 °C. Najveću vrednost čvrstoće ima uzorak krem proizvoda proizveden pri minimalnoj temperaturi i maksimalnoj brzini obrtanja mešača.

Kod uzoraka krem proizvoda sa kombinacijom zaslađivača, rezultati statističke obrade pokazuju jaku korelaciju nezavisnih promenljivih definisanu i vrednostima regresionog koeficijenta  $b_{12}$  koja je veća u odnosu na ostale regresione koeficijente. Posmatrajući konturni dijagram za uzorke sa 70% saharoze i 30% maltitola može se zapaziti da pri većim vrednostima temperature i brzine obrtanja mešača se povećava čvrstoća krem proizvoda. Generalno, veće vrednosti čvrstoće nisu poželjne jer uslovljavaju manju mazivost krem proizvoda.

Dijagram zavisnosti čvrstoće za uzorke sa 70% maltitola i 30% saharoze od nezavisnih parametara potvrđuje prisustvo suprotnog trenda promene zavisno promenljive, gde povećanje vrednosti nezavisnih promenljivih smanjuje čvrstoću ovih krem proizvoda. Najveću vrednost čvrstoće pokazuje uzorak krem proizvoda proizveden na minimalnoj vrednosti temperature i brzine obrtanja mešača.

Statistička obrada rezultata pokazuje da je dati oblik funkcionalne zavisnosti za sve ispitivane uzorke odgovarajući i da se primenom odabrane regresione jedna-



Slika 5. Uticaj temperature i brzine obrtanja mešača na čvrstoću i rad smicanja (konturni dijagram).  
 Figure 5. Effect of temperature and mixer speed rotation on the firmness and work of shear (contour plot).

čine može predvideti ponašanje čvrstoće krem proizvoda pri promeni temperature i brzine obrtanja mešača. Vrednosti koeficijenata determinacije ( $R$ , 0,77–0,92) između temperature proizvodnje i brzine obrtanja mešača ukazuje na međusobno dobru interakciju ovih veličina i njihov uticaj na čvrstoću gotovog proizvoda.

Uticaj temperature i brzine obrtanja mešača na senzorne karakteristike krem proizvoda prikazani su grafički na slici 6, u vidu konturnih dijagrama, primenom regresione jednačine (1), pri čemu odzivna funkcija  $z$  predstavlja ukupan broj ponderisanih bodova, a nezavisno promenljive  $x$  i  $y$  temperature proizvodnje, odnosno brzine obrtanja mešača.

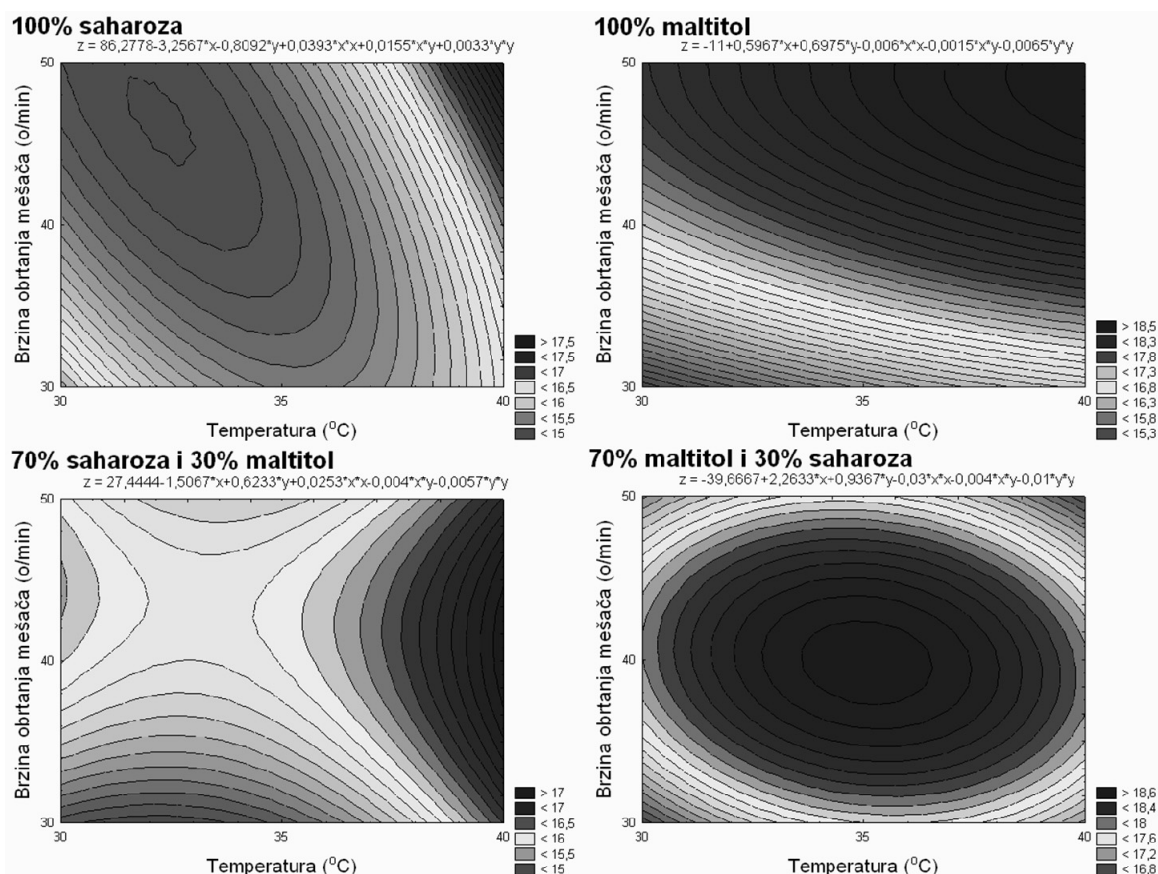
Statističkom obradom podataka predstavljenih konturnim dijagramom uočava se da se optimalan senzorni kvalitet dobija pri maksimalnim vrednostima temperature i brzine mlevenja.

Kod uzoraka krem proizvoda sa maltitolom jače je izražen uticaj povećanja brzine mlevenja na senzorni kvalitet od povećanja temperature. Povećanje brzine mlevenja dovodi do poboljšanja kvaliteta odnosno dobijanje proizvoda odličnog senzornog kvaliteta.

Posmatrajući konturni dijagram za uzorke sa 70% saharoze i 30% maltitola može se zaključiti da temperatura ima izraženiji uticaj na senzorni kvalitet proizvoda, pri čemu uzorci proizvedeni na 40 °C pokazuju bolja senzorna svojstva bez obzira na primenjenu brzinu. Iako regresioni koeficijenti nisu statistički značajni, najveći uticaj ima linearni koeficijent brzine obrtanja mešača.

Obradom rezultata senzorne analize za uzorke sa 70% maltitola i 30% saharoze utvrđeno je da minimalne i maksimalne vrednosti obe nezavisne promenljive imaju za posledicu opadanje odzivne vrednosti odnosno smanjenje ukupnog senzornog kvaliteta proizvoda. Optimalan senzorni kvalitet se nalazi na sredini ispitivanog intervala temperature proizvodnje i ispitivanog intervala brzine obrtanja mešača.

Na osnovu analize varijanse uz rizik greške  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ), procenjuje se da usvojena regresiona jednačina (model), za sve ispitivane uzorke, u celini statistički značajno definiše zavisnost senzornog kvaliteta od nezavisnih parametara, a vrednosti koeficijenata determinacije ( $R$ , 0,74–0,93) između posmatranih nezavisno promenljivih ukazuju na međusobno dobru interakciju



Slika 6. Uticaj temperature i brzine obrtanja mešača na senzorni kvalitet ispitivanih krem proizvoda (konturni dijagram).  
 Figure 6. Effect of temperature and mixer speed rotation on the sensory quality of tested cream products (contour plot).

ovih veličina i njihov uticaj na senzorni kvalitet gotovog proizvoda

Uopšte posmatrano, može se zaključiti da je uticaj brzine obrtanja mešača više izražen kod svih uzoraka krem proizvoda, pri čemu povećanje ovog parametra doprinosi poboljšanju senzornog kvaliteta. Najbolji senzorni kvalitet pokazuju uzorci sa maltitolom kao i uzorci sa smešom zaslađivača gde dominira sadržaj maltitola.

#### Energetski i ekonomski pregled mazivih kremova sa maltitolom

Ovaj aspekt izuzetno je važan za industrijsku proizvodnju krem proizvoda sa šećernim supstitutima (npr. maltitolom) i njihovom komercijalnom upotrebom. Tehnologija proizvodnje maltitola je potpuno definisana i zahtevna, i predstavlja osnovni razlog zbog koga je maltitol 6–8 puta skuplji na tržištu u odnosu na saharozu. Visoka cena koštanja proizvodnje maltitola prouzrokuje 60–80% veću cenu finalnog krem proizvoda, u odnosu na krem sa saharozom, i predstavlja osnovni ograničavajući razlog industrijske proizvodnje maltitola. Drugi razlog jeste relativno visoka energetska vrednost kremova sa maltitolom, koja je za oko 15% niža od energetske vrednosti kremova sa saharozom (energetska vrednost saharoze je 16,7 kJ/g, a maltitola

10 kJ/g). Međutim, ako se uzme u obzir činjenica da se maltitol u organizmu resorbuje u količini od 10%, uz njegov udeo u kremovima do 50%, računski se može pokazati da mazivi kremovi sa maltitolom daju i do 35% manju energetska vrednost u odnosu na kremove sa saharozom.

#### ZAKLJUČAK

– Čvrstoća mazivih kremova raste sa porastom brzine obrtanja mešača, bez obzira na vrstu upotrebljenog zaslađivača. Povećanje temperature slabije utiče na porast čvrstoće u odnosu na brzinu obrtanja mešača kugličnog mlina.

– Zamenom saharoze maltitolom, povećava se čvrstoća krem proizvoda kao posledica tvrdoće kristala maltitola.

– Brzina obrtanja mešača ima veći uticaj na povećanje čvrstoće i rada smicanja nego vrsta zaslađivača pri temperaturama proizvodnje od 35 i 40 °C.

– Mazivi krem proizvodi sa 100% maltitola i krem proizvodi sa 70% maltitola i 30% saharoze, bez obzira na temperaturu proizvodnje, pokazuju najbolje senzorne osobine.



– Najbolje senzorne osobine imaju uzorci proizvedeni pri maksimalnoj brzini obrtanja mešača (50 obrt/min) i višim temperaturama (35 i 40 °C).

– Sa porastom temperature, bez obzira na vrstu korišćenog zaslađivača, poboljšani su žvkljivost i ukus mazivih kremova.

– Mazivi krem proizvodi sa maltitolom (M) i kombinacijom maltitola i saharoze (MS) imaju slabije naglašenu aromu i manje sladak ukus, kao posledicu manjeg stepena slatкости maltitola u odnosu na saharozu, kao i sekundarnih senzornih osobina maltitola a to su pomalo gorak i blago kiseo (voćni) ukus.

– Statistička obrada podataka potvrđuje da je izabrana regresiona jednačina (model), bez obzira na vrstu mazivog krema, adekvatna odnosno na osnovu nje se mogu predvideti teksturalne i senzorne osobine mazivih krem proizvoda, u funkciji temperature i brzine obrtanja mešača.

– Energetska vrednost mazivih kremova sa maltitolom je za oko 15% niža u odnosu na kremove sa saharozom.

#### Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Projekat TR 31014).

#### LITERATURA

- [1] M. Petković, Uticaj namenskog kvaliteta brašna različitih sorti pšenice na kvalitet brašeno-konditorskih proizvoda, diplomski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2006.
- [2] D. Zarić, Optimizacija parametara proizvodnje čokolade sa sojinim mlekom u kugličnom mlinu, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2011.
- [3] R.O. Herrman, A.H. Strengold, R. H. Warland, Consumer's shift towards lower fat diary products, Department of agricultural and rural sociology, Pennsylvania State University, University Park, PA, 1990.
- [4] L. Bobroff, The benefits of healthful snacking, <http://www.fldoe.org/nutrition/teachers/SnackSmart/pdf/04-HealthfulSnacking.pdf>, 2004.
- [5] "FIG. SCG", No. 1/2005. Regulations on quality and other requirements for cocoa products, chocolate products, products similar to chocolate and cream products.
- [6] H. Farzahnmehr, S. Abbasi, Effects of inulin and bulking agents on some physicochemical, textural and sensory properties of milk chocolate, *J. Texture Stud.* **40** (2009) 536–553.
- [7] S.T. Beckett, *Science of Chocolate*, 2<sup>nd</sup> ed., RSC Publishing, Cambridge, 2008.
- [8] H.D. Tscheuschner, D. Wünsche, Rheological properties of chocolate masses and the influence of some factors, In: P. Sherman (Ed.), *Food Texture and Rheology*, New York, Academic press, 1979, pp. 355–368.
- [9] FIG. GAZETTE, No. 56/2003, 4/2004 - No., 5/2004 - corr. and 16/2005. Regulation on the quality and conditions of use of additives in food and other requirements for additives and their mixtures.
- [10] K. Kato, A.H. Moskowitz, Maltitol, in: *Alternative Sweeteners*, O.L. Nabors (Ed.), New York, Marcel Dekker, 2001, pp. 283–295.
- [11] C.R. Gomes, F.Z., Vissotto, A.L. Fadini, E.V. Faria, A.M. Luiz, Influence of different bulk agents on rheological and sensory characteristics of diet and light chocolate, *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **27** (2007) 614–623 (in Portuguese).
- [12] D. Fritz, *Formulation and Production of Chewing and Bubble Gum*, Kennedy's Publications Ltd., London, UK, 2006, pp. 47–73, 119–132, 133–155, 157–193, 197–204.
- [13] A.L. Nelson, *Sweeteners: Alternative*, St. Paul, MN, USA, 2000, pp. 39–59.
- [14] A. Sokmen, G. Gunes, Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate, *Lebensm. Wiss. Technol.* **39** (2006) 1053–1058A.
- [15] B. Ron, G. Hyldig, L. Wiendberg, K. Qvist K, A. Laustsen, Predicting sensory properties from rheological measurements of low-fat spreads, *Food Qual Prefer* **9–4** (1998) 187–196.
- [16] I. Chronakis, S. Kasapis, A rheological study on the application of carbohydrate-protein in compatibility to the development of low fat commercial spreads, *Carbohydr. Polym.* **28** (1995) 367–373.
- [17] G.L. Hasenhuettl, R.W. Hartel, *Food Emulsifiers and Their Applications*, 2nd ed., Springer Science, NY, USA, 2008, pp. 284–305.
- [18] I. Radujko, B. Pajin, Z. Šereš, J. Jurić, D. Zarić, Eržebet Hartig, Uticaj nove generacije emulgatora na toplotne i kristalizacione osobine namenskih masti za konditorske proizvode, *Uljarstvo* **40** (2009) 49–52.
- [19] E.O. Afoakwa, A. Paterson, M. Fowler, Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate—a review, *Trends Food. Sci. Technol.* **18** (2007) 290–298.
- [20] E.O. Afoakwa, A. Paterson A, M. Fowler M, Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate, *Eur. Food Res. Technol.* **226** (2008) 1259–1268.
- [21] M.S. Jeffery, Key functional properties of sucrose in chocolate and sugar confectionary, *Food Technol.* **3** (1993) 137–147.
- [22] O. Radočaj, E. Dimić, L.L. Diosady, V. Vujasinović, Optimizing the texture attributes of a fat-based spread using instrumental measurements, *J. Texture Stud.* (2011) 394–403.

**SUMMARY****TEXTURAL AND SENSORY PROPERTIES OF SPREADS WITH SUCROSE AND MALTITOL**

Marko M. Petković<sup>1</sup>, Biljana S. Pajin<sup>2</sup>, Jelena M. Tomić<sup>3</sup>, Aleksandra M. Torbica<sup>3</sup>, Zita I. Šereš<sup>2</sup>, Danica B. Zarić<sup>4</sup>, Dragana M. Šoronja Simović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*AD Čokolend, Paraćin, Serbia*

<sup>2</sup>*University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia*

<sup>3</sup>*University of Novi Sad, Institute of Food Technology, Novi Sad, Serbia*

<sup>4</sup>*IHS Tehno experts d.o.o., Development and Research Center, Belgrade, Serbia*

(Scientific paper)

Spreads are confectionery products based on sugar, vegetable fat, cocoa powder, milk powder and other ingredients. Basic properties of these products are good spreadability in wide temperature range (from ambience to fridge temperature), rich creamy chocolate taste, and homogenous smooth structure without oil phase migration. The undesirable attribute of these products is their relatively high energy value (2300 kJ/100 g). In recent years, cocoa cream products with reduced energy values have become very popular among consumers and today they are present in the assortment of many confectionery manufacturers. One way to produce spreads with reduced energy value is the replacement of sugar (sucrose) with adequate sweetener. Maltitol is a low-energy polyol capable to qualitatively and quantitatively replace sucrose. Cocoa spreads with maltitol and with the combination of maltitol and sucrose (produced at different temperatures and mixer rotation speeds) have similar texture and rheological properties compared to the spreads with sucrose. The spreads with maltitol have about 15% lower energy value in comparison to the same product with sucrose.

*Keywords:* Spreads • Maltitol • Sucrose • Mixer rotation speed • Sensory properties