Praćenje promjena teksturalnih svojstava vafel proizvoda tijekom skladištenja

Budetić, Fedra

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:085934

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Fedra Budetić

PRAĆENJE PROMJENA TEKSTURALNIH SVOJSTAVA VAFEL PROIZVODA TIJEKOM SKLADIŠTENJA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za tehnologije prerade žitarica
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Hvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda
Tema rada je prihvaćena na X. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 14. srpnja 2015.
Mentor: izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*

Praćenje promjena teksturalnih svojstava vafel proizvoda tijekom skladištenja

Fedra Budetić, 189 - DI

Sažetak:
Cilj ovog rada bio je usporediti kvalitativne parametre između četiri vrste vafel proizvoda (s punjenjem od lješnjaka, limuna i naranče, čokolade te kakaa i mlijeka). Svi proizvodi u ovom radu proizvedeni su u industrijskim uvjetima,a tijekom proizvodnje praćeni su različiti parametri kvalitete vafel proizvoda. Nakon pakiranja uzorci su skladišteni u odgovarajućim uvjetima i praćene su promjene teksturalnih svojstava vafel proizvoda svaki mjesec tijekom godine dana.
Rezultati su pokazali da su sva korištena brašna za proizvodnju vafel listova bila ujednačene kvalitete, a svi izmjereni parametri bili su u okviru predviđenih proizvodnih vrijednosti.
Čvrstoća i žilavost se povećavaju kod svih vafel proizvoda tijekom skladištenja i to u najvećoj mjeri do četvrtog ili petog mjeseca skladištenja kada se manje-više ustaljuju. Hrskavost se smanjuje kod svih proizvoda tijekom skladištenja uslijed povećanja vlage, odnosno aktiviteta vode samog vafel lista u proizvodima i to gotovo linearno tijekom svih mjeseci skladištenja.
Svi analizirani vafel proizvodi pokazuju trend promjene teksturalnih svojstava tijekom skladištenja, ali one nisu izražene u tolikoj mjeri da bi bile primjetne za potrošača te se u velikoj mjeri sva senzorski značajna svojstva zadržavaju do kraja predviđenog roka upotrebe.

Ključne riječi: vafel proizvodi, vijek trajanja, analiza teksture

Rad sadrži: Slika: 9
Stranica: 59
Tablica : 33
Literarnih referenci: 20

Jezik izvornika: Hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1.	izv. prof.dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić*	predsjednik
2.	izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*	član-mentor
3.	doc. dr. sc. *Krešimir Mastanjević*	član
4.	dr. sc. *Mirela Lučan*	zamjena člana

Datum obrane: 7. listopada 2016.
Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of food technologies
Subdepartment of cereal technology
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Technology of pasta and biscuit production
Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. X. held on July 14, 2015.
Mentor: *Marko Jukić, PhD, associate prof.*

Textural properties of wafer products during storage

Fedra Budetić, 189 – DI

Summary:
The aim of this study was to compare qualitative parameters between four types of wafer products (with the filling of hazelnut, lemon and orange, chocolate and cocoa and milk). All products in this study are produced in industrial conditions, and during production quality parameters of wafer products were evaluated. After packaging, the samples are stored under appropriate conditions and the texture properties of wafer products were analysed each month during the year.
The results showed that all of the flour used in producing the wafer had uniform quality, and all measured parameters were within the predicted production values.
Hardness and toughness are increased in all wafer products during storage and to the fullest extent by the fourth or fifth month of storage when they are more or less stabilized. Crispness decreases in all products during storage almost linearly during all months of storage due to increased moisture andwater activity of the wafer.
All analysed wafer products showed some changes of textural properties during storage, but they are not expressed to the extent that would be noticeable to the consumer and all relevant sensor properties has been retained by the expiration date.

Key words: wafer products, shelf-life, texture analyse

Thesis contains: Figures: 9
Pages: 59
Tables: 33
References: 19

Original in: Croatian

Defense committee:

1.	*Daliborka Koceva Komlenić*, PhD, associate prof.	chair person
2.	*Marko Jukić*, PhD, associate prof.	supervisor
3.	*Krešimir Mastanjević*, PhD, assistant. prof.	member
4.	*Mirela Lučan*, PhD	stand-in

Defense date: October 7, 2016.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Jukiću na predloženoj temi, stručnim savjetima i pomoći kod izrade i pisanja rada.

Zahvaljujem se svim djelatnicima tvornice Karolina d.o.o. Osijek; Tvornica keksa, vafla i slanica koji su mi omogućili istraživanje. Hvala im na pristupačnosti i velikoj pomoći.

Također zahvaljujem Indiri Kosović dipl. ing. znan. novak na velikoj pomoći i ugodnom društvu tijekom izvršavanja eksperimentalnog dijela rada u laboratoriju.

Zahvaljujem svojim kolegama na suradnji, nesebičnoj pomoći, savjetima i druženju tijekom studiranja.

Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima, bratu, dečku, najboljoj prijateljici, kumovima i najbližim prijateljima koji su me podržavali kroz sve godine studiranja, radovali se mojim uspjesima i bili uz mene kada je to bilo najpotrebnije.

Ovaj rad posvećujem svojoj majci!

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. VAFEL PROIZVODI 4

2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU VAFEL PROIZVODA 4

2.2.1. Brašno 4

2.2.2. Proteini 6

2.2.3. Lipidi 7

2.2.4. Šećeri 8

2.2.5. Voda 8

2.2.6. Sredstva za narastanje 9

2.2.7. Ostali dodaci 10

2.3. PROCES PROIZVODNJE VAFEL LISTA 12

2.3.1. Izrada tijesta 13

2.3.2. Pečenje i oblikovanje 14

2.3.3. Kvalitetna svojstva vafel lista 20

2.3.4. Hlađenje i rezanje 22

2.4. TEKSTURA 22

3. EKSPERIMENTALNI DIO 25

3.1. ZADATAK 26

3.2. MATERIJALI I METODE 26

3.2.1. Proces proizvodnje vafel proizvoda 29

3.2.2. Ispitivanje parametara kvalitete vafel proizvoda 29

3.2.3. Ispitivanje teksturalnih svojstava vafel proizvoda 30

3.2.4. Statistička obrada rezultata 33

4. REZULTATI I RASPRAVA 35

4.1. REZULTATI PRAĆENJA KVALITETE VAFEL PROIZVODA 36

4.2. TEKSTURALNI PROFIL VAFEL PROIZVODA TIJEKOM SKLADIŠTENJA 40

5. ZAKLJUČCI 57

6. LITERATURA 59

1. UVOD

Vafli se razlikuju od bilo koje druge vrste keksa, kako po svom obliku tako i po proizvodnji. Mogu biti u obliku tankih listova, reljefni,cjevasti, u obliku stošca i drugih oblika. U svim slučajevima izrađeni su od mekog tijesta i peku se brzo, između dvije vruće metalne površine (ploče). Listovi su pravilnog oblika, s dvije reljefne površine koje povećavaju čvrstoću vafel lista. Debljina vafel lista je obično 2–5 mm. Na tržištu je najveća zastupljenost ravnih vafel listova iako postoji sve veći interes za cjevaste vafel štapiće, a postoje i mala specijalizirana tržišta za male okrugle pločice ili valjkaste vafle.

Količina vode koja je potrebna da bi se dobilo tijesto pogodne konzistencije tijesta ovisit će o sposobnosti upijanja brašna. Najbolje je koristiti brašno od slabe do srednje jačine.

Napolitanke imaju vrlo blag okus koji ovisi o kvaliteti ulja ili masti i odsutnosti užeglosti. Istraživanja pokazuju da uključivanje male količine kakaa ili šećera pomaže u stabiliziranju okusa i daju duži vijek trajanja. Upotreba mlijeka u prahu ili reducirajućih šećera pridonose posmeđivanju prilikom pečenja.

Vafli raznih boja mogu se dobiti dodavanjem boja u tijesto.

Raznolikost keksa je velika i razlikuje se ne samo u upotrjebljenim sastojcima već i u načinu proizvodnje. Vafli su proizvodi dobiveni pečenjem rijetkog tijesta. Kao sirovine koriste se pšenično brašno T-500, masnoće, voda, šećer i drugi dozvoljeni dodaci. Rijetko tijesto ima najmanji viskozitet od svih tijesta u proizvodnji keksa, i važno je da bude ujednačen prilikom oblikovanja, jer je onda i protok tijesta kroz cijev ujednačen. Konzistencija tijesta ovisi o sirovinskom sastavu i potrošnji mehaničkog rada pri miješanju. Tekstura vafla ne ovisi samo o količini i kakvoći upotrjebljenih sastojaka, već i o uvjetima zamjesa i obrade, pečenja, kalupa za pečenje i hlađenja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. VAFEL PROIZVODI

Prema Pravilniku o keksima i keksima srodnim proizvodima (NN 73/2005) vafel list je proizvod dobiven pečenjem tekućeg tijesta. Prema strukturi vafel list može biti hrskav ili mekan, a po obliku može biti ravan, reljefni, cjevasti (holipe) ili drugih oblika. Mekan vafel list sadrži najmanje 10 % vode u gotovom proizvodu. Vafel proizvod je proizvod koji se sastoji od vafel listova i punjenja, a po obliku može biti ravan, reljefni, cjevasti (holipe) ili drugih oblika.

Pojam vafla se najčešće veže uz tanak, hrskavi tip biskvita. Vafli su vrlo specijalizirani tip biskvita kod kojih je potrebna specijalna oprema za proizvodnju. Vafel listovi se formiraju pečenjem između parova zagrijanih metalnih ploča (kalupa) koje na unutrašnjoj strani imaju uzorak koji vafel list poprima prilikom pečenja. Vafel proizvodi mogu biti punjeni i/ili preliveni raznim okusima. Mogu biti u raznim oblicima: oblik stošca (koristi se kao držač sladoleda), reljefni cjevasti ili oblik izdubljenje kugle (zdjelica). Takvi tipovi sadrže veću količinu šećera, masti i jaja što olakšava formiranje u razne oblike odmah nakon pečenja i prije hlađenja. Većina vafel proizvoda je bazirana na proizvodnji velikih vafel listova. Vafel ploče su pečene od vrlo jednostavne smjese koja sadrži vrlo malo ili ništa šećera, a neutralnog su okusa i mirisa, otvorene strukture u samoj unutrašnjosti (Manley, 2000.).

2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU VAFEL PROIZVODA

2.2.1. Brašno

Tehnološka kvaliteta brašna, prehrambena vrijednost, kemijski sastav i zdravstveno stanje određuje se nizom kemijskih, fizikalnih, mikrobioloških, reoloških i drugih analitičkih metoda.
U proizvodnji vafel lista pšenično brašno je sastojak koji određuje kvalitetu vafel lista a time i kvalitetu vafel proizvoda (Đaković, 1997.).
Tijesto za vafel izrađuje se sa brašnom kvalitetne grupe B2 i C1, sa sposobnosti upijanja vode od 55 do 58%, sa slabom enzimskom aktivnosti i vrlo finom granulacijom. Brašno sadrži između 8 i 10 % proteina slabih kvalitetnih svojstava. Proteini slabih kvalitetnih svojstava osiguravaju gustoću i viskoznost tijesta za vafel list koji sadrži veliki udio slobodne vode. Brašno s manje od 8 % proteina utječe na manju čvrstoću vafel lista i veću lomljivost. Ako su proteini tijesta kvalitetni, u tijestu mogu naknadno bubriti i povećavati gustoću i viskoznost tijesta od odležavanja do oblikovanja, otežavaju transport, a prilikom doziranja ulijeva se veća masa tijesta u kalup za pečenje. Pri tome dobiveni vafel list ima povećanu masu, čvrst je, staklast i lomljiv. U slučaju korištenja brašna sa kvalitetnim

proteinima, u zamjes se dodaje manji udio pšeničnog ili kukuruznog škroba. Mješavina brašna i škroba zahtjeva manji udio vode za predviđenu gustoću tijesta. Škrob djeluje povoljno na elastičnost vafel lista (smanjuje deformacije–savijanje kutova). U razvoju su novi postupci proizvodnje vafel listova s visokim udjelom škroba.

Brašno sa slabom enzimskom aktivnošću u tijestu za vafel list zadržava stabilnu gustoću i viskoznost od zamjesa do oblikovanja. U fazi pečenja, škrob enzimski slabo aktivnog brašna postiže optimalnu viskoznost u trenutku izlijevanja, a do kraja pečenja potpuno dehidratizirani škrobni gel postaje važan sastojak strukture vafel lista. Za to vrijeme se smanjuje gustoća i viskoznost tijesta. U fazi pečenja, viskoznost u trenutku izlijevanja je smanjena, a vafel list s nedovoljno razvijenom strukturom je žilav i ima smanjenu masu.

Za održavanje gustoće i viskoznosti tijesta za vafel list, od zamjesa do pečenja, vrlo je važna granulacija brašna. Granulometrijski sastav brašna za vafel list sastoji se od fino usitnjenih čestica od kojih 70 % čini propad kroz sito veličine otvora od 80 μm i oko 10 do 15 % čini ostatak na situ veličine otvora od 120 μm. Tijekom zamjesa fine granule brzo hidratiziraju, mehanički oštećena škrobna zrna primaju više vode, doprinose gustoći, ali su kao i enzimima oštećen škrob, sklone hidrolizi. Malo krupnije granule škroba sporije hidratiziraju. U prisutnosti samo fino usitnjenih čestica, viskoznost tijesta za vafel list bi se smanjivala u vremenskom periodu do pečenja. Prisutnost granula brašna iznad 120 μm doprinosi održavanju viskoznosti tijesta, jer tijekom bubrenja stvaraju krupnije agregate.

Fina granulacija brašna ubrzava kinetiku hidratacije i formiranje tijesta. Velika specifična površina čestica brašna u vodenoj fazi, u uvjetima mehaničkog rada, u određenom vremenskom intervalu, formira glatko tijesto, a dobiveni vafel list ima odgovarajuću kvalitetu. Neodgovarajuća granulacija brašna utječe tako da se dobije oštar vafel list koji je sklon pucanju. Zbog toga je važno uzeti u obzir odnos između granulacije i stupnja mehaničke oštećenosti škroba i izabrati brašno čija će reološka svojstva zadovoljiti zahtjeve u slučaju fine usitnjenosti (Manley, 2000.).

Kemijski sastav pšenice i brašna

Brašno se dobiva procesom mljevenja pšeničnog zrna. U zrnu pšenice glavne skupine kemijskih spojeva su ugljikohidrati, proteini, lipidi, vlakna i mineralne tvari. Endosperm, omotač i klica čine strukturu zrna pšenice. Tehnološkim postupkom mljevenja omotač daje posije, a endosperm brašno (Arendt i Zannini, 2013.).

Tablica 1 Prosječni kemijski sastav pšeničnog zrna (Koehler i Wieser, 2013.)

SASTAV	%
Proteini (Nx6,25)	11,3
Lipidi	1,8
Ugljikohidrati	59,4
Prehrambena vlakna	13,2
Minerali	1,7
Voda	12,6

Voda, proteini, škrob, masti, pentozani i šećeri su najznačajniji sastojci, koji utječu na kvalitetu brašna tijekom tehnološke prerade. Prosječni kemijski sastav brašna za određeni stupanj izmeljavanja dobiven je mljevenjem različitih smjesa pšenice (Đaković, 1997.).

Tablica 2 Prosječni kemijski sastav brašna (%) kod različitog stupnja izmeljavanja (Đaković, 1997.)

	% izmeljavanja			
	50	70	80	94-100
Minerali	0,46	0,62	0,80	1,7
Proteini	10,7	12,2	13,0	13,5
Lipidi	1,1	1,5	1,8	2,3
Vlakna	0,1	0,2	0,3	2,1
Škrob i šećeri	84	81	81	73

2.2.2. Proteini

Proteini su složeni kemijski spojevi velike molekulske mase i glavna komponenta za određivanje kvalitete brašna u pšeničnom zrnu. U zrnu pšenice su različito zastupljeni. U omotaču zrna pšenice ih ima oko 15%, dok je u klici udjel proteina između 17–27%. U endospemu, ovisno o vrsti pšenice, ima 5-16% proteina, iako unutar endosperma udjeli proteina rastu od centra prema aleuronskom sloju. (Hoseney, 1994.).

Proteini pšenice, odnosno proteini brašna, sastoje se od albumina, globulina, prolamina (glijadin) i glutelina (glutenin). Albumini i globulini čine 15–20% ukupnih proteina pšenice. Glijadin i glutenin se nazivaju proteinima glutena i čine 80–85% ukupnih proteina pšenice. Zahvaljujući prolaminu i glutelinu pšenica se razlikuje od ostalih žitarica (Gavrilović, 2003.).

2.2.3. Lipidi

Lipidi su tvari koje su po fizikalnim svojstvima slične mastima, u brašnu ih ima 1,5–2,5%. Njihova funkcionalna svojstva u brašnu su od posebnog značaja za tehnološku kvalitetu. Lipide brašna čine: trigliceridi, fosfolipidi i glikolipidi. Fosfolipidi povoljno utječu na gluten koji pri tome zadržava više plinova u tijestu, a pri tome sam proizvod dobiva veći volumen i bolju strukturu. Glikolipidi i fosfolipidi se povezuju s proteinima i škrobom brašna, te utječu na njihovu pokretljivost i savitljivost (Gavrilović, 2003.).

Biljna mast

Biljna mast se pri zamjesu tijesta za vafel list homogeno raspodjeljuje, a emulgator lecitin djeluje na stabilnost emulzije vodene i masne faze u tijestu. Ovi dodaci sprječavaju lijepljenje oblikovanog tijesta u kalupu (Manley, 2000.).

Tijekom zamijesa tijesta važan je redoslijed dodavanja masnoće i vode. Istovremeno dodavanje masnoće i vode brašnu doprinosi optimalnom razvoju tijesta. Masnoća se raspodjeljuje te vodi omogućava pristup i hidrataciju proteina i škroba. S razvojem topline tijekom zamjesa, dio masnoće s obzirom na plastična svojstva (pogotovo „shortening“) sporo prelazi u tekuću fazu, što povoljno utječe na proces hidratacije. No, ako masnoća nije dovoljno plastična otapa se rastom topline tijekom zamjesa. Tekuća faza se raspoređuje po površini čestica brašna te tako sprječava vodu da dođe u kontakt s brašnom, a time je usporeno bubrenje proteina glutena. Zahvaljujući ulozi pecive masnoće poboljšavaju se svojstva viskoelastičnog sustava tijesta u keksarstvu. Ono dobiva mekšu konzistenciju, zahtjeva manju energiju tijekom zamijesa te se lakše mehanički obrađuje. U tijestu je masnoća u kontaktu s enzimima brašna, sredstvima za narastanje, kiselinama i drugim sirovinama i manjom ili većom količinom vode. Upravo zato je tijesto sredina u kojoj može doći do kemijske promjene masti u procesima hidrolize ili oksidacije. Posljedica toga je kvarenje masnoće te istovremeno kvarenje samog proizvoda. Kako bi se spriječilo neželjeno kvarenje proizvoda, masnoća treba imati potrebnu stabilnost i sposobnost održivosti tijekom čitavog tehnološkog procesa proizvodnje i trajnosti vafel proizvoda i drugih srodnih proizvoda. Kemijska svojstva masnoće se tijekom zamjesa, obrade i pečenja ne smiju mijenjati (Gavrilović, 2003.).

2.2.4. Šećeri

Pod nazivom šećer često se misli na saharozu dobivenu iz šećerne repe ili šećerne trske. Saharoza je nereducirajući disaharid, kojemu su glavne jedinice glukoza i fruktoza. Glukoza i fruktoza međusobno su povezane karbonilnim skupinama (Afoakwa, 2010.).

Uobičajeno je da sirovi šećer sadrži 95% saharoze dok se u konzumnom rafiniranom šećeru nalazi približno 99,8% saharoze. Konzumni bijeli šećer sadrži najmanje 99,6% saharoze (Mićić, 1976.).

Saharoza smanjuje osmotsku aktivnost vode, proteini glutena sporije bubre pa je proces oblikovanja tijesta sporiji. Tijekom zamjesa se pojavljuju jaki otpori, što se može vidjeti farinogramom. Prisutnost saharoze u udjelu 15–30% na brašno u tijestu utječe na dobivanje manje količine izdvojenog glutena. Ako je u tijestu udio vlage ispod 25% preferira se upotreba šećera u prahu, čija je maksimalna veličina čestica 100 μm. Prednost šećera u prahu je brže otapanje tijekom zamijesa tijesta. Fino samljeveni šećer u prahu, sa česticama maksimalne veličine od 30 μm upotrebljava se pri izradi masnih punjenja, jer masna punjenja ne smiju biti pjeskovita prilikom žvakanja. Prisustvo saharoze usporava bubrenje škroba, povećava pokretljivost tijesta, odnosno smanjuje viskoznost tijesta.

Ukupna količina šećera kao i zastupljenost pojedinog šećera u pšenici mijenja se ovisno o sorti pšenice kao i o uvjetima razvoja te se povećava kada zbog povećane vlage pšenica počne klijati pa dolazi do hidrolize škroba pod utjecajem enzima. Udio šećera u klici je 16,2–16,9% dok je ukupni udio šećera u omotaču 5% (Gavrilović, 2003.).

2.2.5. Voda

Voda za piće prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće je sva voda koja je u svom izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje ili pripremu hrane kao i voda koja se koristi u proizvodnji, preradi te konzerviranju proizvoda ili tvari namijenjenih za konzumaciju ljudi (MPŠVG, NN 47/08). Za potrebe tehnološke proizvodnje određenih proizvoda voda mora biti bezbojna bez okusa i mirisa.

Voda u brašnu može biti slobodna i vezana. Slobodna voda se nalazi među granulama škroba i lako se izdvaja. Udio slobodne vode u tijestu regulira visoko-elastična svojstva tijesta. Vezana voda se nalazi u kapilarama i vezana je kapilarnim silama (Gavrilović, 2011.).

Udio vode u brašnu tijekom skladištenja je važan, jer pri povišenom udjelu pogoduje razvoju mikroorganizama i insekata. Udjel vode u brašnu je 13–14% (Gavrilović, 2003.).

Tijesto za vafel list sadrži od 62 do 65 % vode.Tijekom zamjesa, djelovanjem energije miješanja, sastojci brašna hidratiziraju u dodiru sa dijelom vode, strukturiraju se proteini i veoma brzo se

formira škrobna i proteinska faza. Istovremeno nastaje vodeni omotač od slobodnog dijela vode u suspenziji škroba i micelarnih prostora glutena, slabi njihovo povezivanje u guste agregate i formira se tijesto u kojem se obje faze homogeno rasprostiru. Koliko je ostalo slobodne vode, to ovisi o tehnološkoj kvaliteti brašna i količini upotrijebljene vode. Količina slobodne vode regulira gustoću tijesta. Temperatura vode za zamjes tijesta za vafel list je od 14 do 16 °C. U fazi pečenja tijesta za vafel list u zatvorenom kalupu, voda prelazi u paru pod tlakom i u tim uvjetima se formira struktura vafel lista (Manley, 2000.).

2.2.6. Sredstva za narastanje

Kod proizvodnje keksa i srodnih proizvoda, kao aditivi upotrebljavaju se kemijska i biokemijska sredstva za narastanje tijesta. Biokemijsko sredstvo za narastanje tijesta je pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae)*, dok najčešće upotrebljavana kemijska sredstva su amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat (Gavrilović, 2003.).

Uloga natrijevog hidrogenkarbonata je nautralizacija slabo kisele sredine tijesta, sprječavanje ljepljenja tijesta, poboljšanje širenja dozirane količine tijesta u kalupu i utjecaj na rumenu boju proizvoda. Preostali dio natrijevog hidrogenkarbonata se tijekom pečenja termički razlaže, a plinovi se pridružuju vodenoj pari. Iako je mali dio plinova u odnosu na količinu vodene pare u fazi pečenja, natrijev hidrogenkarbonat se smatra obaveznim dodatkom, jel povoljno utječe na dobivanje ispravnog oblika, porozne strukture i odgovarajuće čvrstoće vafel lista. Prilikom ispitivanja utjecaja jaja (4, 8 i 12 g/100 g brašna) i sojinog brašna (1, 2,5 i 5 g/100 g brašna) bez dodatka natrijevog hidrogenkarbonata na kvalitetu vafel lista, utvrđeno je da se ne dobiva kvalitetan vafel list kao što se dobiva pri dodatku natrijevog hidrogenkarbonata (Manley, 2000.).

Natrijev hidrogenkarbonat (natrijev bikarbonat, $NaHCO_3$) je glavni sastojak praškova za narastanje tijesta. Dodaje se pri izradi tijesta da bi vafel list dobio određenu poroznost i šupljikavost. Glavna funkcija mu je neutralizacija i podešavanje pH, kako bi se spriječilo lijepljenje tijesta za površine kalupa za pečenje, a ne da djeluje kao sredstvo za narastanje tijesta. Primarno narastanje uzrokuje vodena para koja nastaje isparavanjem vode prilikom pečenja (Hoseney, 1994.).

Osim natrijevog hidrogenkarbonata postoje još neka sredstva za narastanje kao što je kalijev hidrogenkarbonat i amonijev hidrogenkarbonat (Gavrilović, 2003.).

2.2.7. Ostali dodaci

Uloga ostalih dodataka npr. soli, jest korekcija okusa proizvoda, dok je uloga ostalih sirovina dobivanje homogenog tijesta, formiranje boje, reguliranje ravnoteže relativne vlažnosti, svježine i zaokruženja arome proizvoda. To su emulgatori (među kojima lecitin), prerađevine od mlijeka, invertni šećer, sladni ekstrakt, aroma, vanilin-šećer, neki začini. Poželjni su u tijestu za keksarske proizvode, jer sa svojstvima emulgiranja povećavaju volumen, usporavaju migraciju masti i zadržavaju svježinu proizvoda (Gavrilović, 2003.).

Kuhinjska sol

Kuhinjska sol ili natrij klorid (NaCl) se dodaje tijestu zbog poboljšavanja okusa. Kuhinjska sol je bez mirisa,a kristalizira u obliku bezbojnih kockastih kristalića. Suha tvar kuhinjske soli sadrži 96,5–99,5% NaCl, kalcijev i magnezijev klorid (čine sol higroskopnom), natrij-sulfat, magnezij-sulfat, kalcij-sulfat, i sadrži do 5% vode. Kvaliteta kuhinjske soli podliježe zahtjevima za čistoćom i ispravnošću. Dodaje se u količini od 1 do 2,2% u odnosu na količinu brašna (Kovačević, 1991.).

Kakao prah

Kakao je proizvod dobiven od očišćenih, oljuštenih i prženih kakaovih zrna, koji sadrži najmanje 20% kakaovog maslaca, računato na suhu tvar i najviše 9% vode.

Postoje dvije osnovne vrste kakao praha: prirodni i "dutched" kakao (na nizozemski način - dobiven pomoću otopine kalijevog karbonata). Kakao prah je proizvod dobiven mljevenjem kakao-pogače, koja može biti proizvedena dopuštenim sredstvima alkaliziranog kakao-loma ili kakao-mase tj. zrna kakaa su natopljena u toplu alkalnu otopinu kalijevog karbonata. Kakao prah dobiven na takav način je tamnije i crvenije boje. Taj prah se lakše topi u vodi, ima manju gorčinu i veću pH vrijednost. pH vrijednost prirodnog kakaa je od 5,2 do 6, a "dutched" kakao ima pH vrijednost od 6,8 do 8,8 što ovisi o količini apsorbirane otopine. Ovim postupkom moguće je dobiti kakao prah tamnije ili čak crne boje koji se koristi za bojanje tijesta za biskvite. Kakao prahovi koji se koriste za osnovnu upotrebu koriste se u tijestima, kremama za biskvite ili kao baza za premaze i imaju između 9–12% masti, ali mogu imati i više. Kakao se koristi zbog boje ali i okusa, pa je potrebna analiza okusa. Najčešće se prodaje kao fino samljeveni prah sa maksimalnim udjelom vlage od 5%. Veći udjeli vlage mogu dovesti do stvaranja plijesni tijekom skladištenja. Kakao prah je prirodno higroskopan i potrebno ga je čuvati u spremnicima otpornima na vlagu.

Uvjeti za skladištenje kakao praha:

- vlažnost treba biti za 50% manja od relativne vlažnosti
- temperatura bi trebala biti konstantna, i između 15 i 18 °C, ne viša od 20 °C
- udaljenost od snažnih mirisa (začini, sir, amonijak)

Pod ovim uvjetima kakao se može držati godinama (Manley, 2000.).

Lješnjak

Lješnjak je plod lijeske (*Corylus*) koja raste kao divlja, ali i kultivirana. Komercijalno se iskorištavaju plemenite sorte plantažirane kao grmovi. Imaju bijelu, čvrstu, staklastu jezgru uljastog okusa, omotanu tankom kožicom koja se nalazi u ljusci. Svježa jezgra prije prženja sadrži 4–7% vlage, a poslije prženja najviše 2% vlage (Matasović, 1997.).

Lješnjaci se često koriste u pečenju. Posebno su popularni u europskim i mediteranskim zemljama gdje se najvećim dijelom uzgajaju (najviše Turska i Italija) ali nisu popularni u Americi. Mogu se koristiti cijeli (u iznimnim slučajevima), prženi ili kao vrlo rafinirana pasta u kremama za biskvite. Postotak masti je otprilike 63,5% (Mccance i Widdowson, 1991.).

Voćeu prahu

Voće se dosta upotrebljava zbog svoje nježne arome, finog okusa i visoke prehrambene vrijednosti koju mu daju njegovi sastojci: šećer, proteini, vitamini, voćne kiseline, aromatske tvari, mineralne tvari i enzimi.

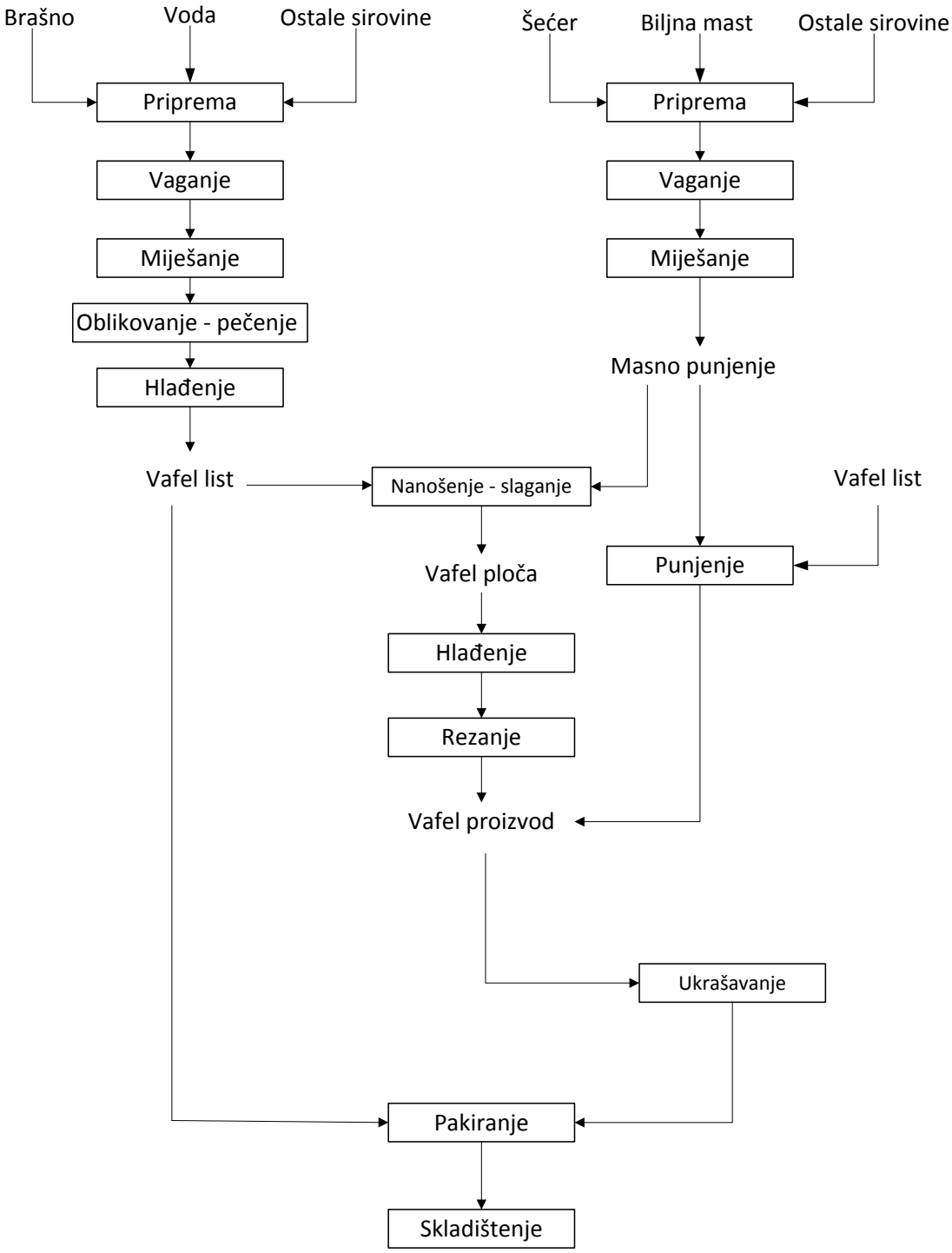
Limun je plod limunova stabla *Citrus limonum Risso*, najviše uspjeva u mediteranskim zemljama. Sadrži najviše limunske kiseline, vitamina i eteričnih ulja.

Naranča je plod zelenog stabla *Citrus aurantium L.*, seviljska ili kisela naranča. Bogat sadržaj pektina i tvari arome čini naranču dobrim izborom za marmelade i prirodne arome, te za kandiranje (natapanje cijelih ili dijelova plodova sa gustim šećernim sirupom).

Od poluproizvoda voća najčešće se upotrebljavaju kore limuna i naranče, koja se kandira, reže i usitnjava na komadiće iste veličine, suši se i upotrebljava kao korpus. Kora agruma je bogata eteričnim uljima, pa tako kora naranče sadrži 0,3–2,1% eteričnih ulja, a kora limuna 1,5–2,0% eteričnih ulja. Gorki okus kore potječe od glikozida (u kori naranče ih ima 2,03%).

Voće u prahu se dobiva sušenjem voćnih sokova ili voćnog mesa (pulpe) u vakuum-sušarama, a sadrži minimalno 95% suhe tvari i 5% vlage (Matasović, 1997.).

2.3. PROCES PROIZVODNJE VAFEL LISTA



Slika 1 Tehnološki proces proizvodnje vafel proizvoda (Gavrilović, 2011.)

Vafli ili vafel proizvodi su posebna grupa keksu srodnih proizvoda koja se sastoji od vafel lista premazanog ili punjenog s masnim punjenjem. Osim vafel lista proizvodi se i slatki vafel različitog oblika koji isto može biti punjen masnim punjenjem. Pored masnog punjenja, koriste se i neke bombonske mase za premazivanje ili punjenje vafla.

Sirovine se izvažu i pripreme, tijesto se zamjesi miješanjem sastojka u homogenu suspenziju-emulziju, koja je dovoljno stabilna da do trenutka oblikovanja zadrži nepromijenjenu gustoću. Tijesto se oblikuje u kalupu uređaja za pečenje, peče se, izlazi iz kalupa, hladi se i čuva u odgovarajućim uvjetima do pakiranja ili obrade. Tijesto za slatki vafel se proizvodi na isti način (Gavrilović, 2011.).

2.3.1. Izrada tijesta

Izrada rijetkog tijesta odvija se automatskom regulacijom i doziranjem sirovina, miješanjem i prebacivanjem dobivene mase u spremnik. Sirovine, osim vode, natrij hidrogenkarbonata i brašna se dodaju u miješalicu i miješaju. Tijekom miješanja se dodaje voda i otopina natrij hidrogenkarbonata, a na kraju miješanja se dodaje brašno. Potrebna količina brašna se ne dodaje odjednom, jer pri miješanju nastaju aglomerati i suspenzija nije homogena (Ugarčić-Hardi, 1999.). Tipični postotak krutih sastojaka u smjesi je 33–40%, većinom oko 35% (Manley, 2000.).

Tijesto se nakon izrade mora procijediti kako bi se odvojile grudice i dobila homogena suspenzija. Ako se koristi turbomikser, sve se sirovine dodaju istovremeno, miješaju se 2–3 minute nakon čega se dobije homogena suspenzija tijesta. Tijesto se može izrađivati u brzohodnoj miješalici sa mješačem koji postiže brzinu od 270 do 350 okretaja u minuti (o/min), dok se u suvremenijim pogonima koristi turbomikser sa brzinom od 1400 o/min (Ugarčić-Hardi, 1999.).

Miješanje smjese

Proces miješanja mora postići homogenizaciju sastojaka kao i bubrenje brašna. Komercijalna vremena miješanja mogu biti 2,5–6 minuta (Pritchard i Wade, 1972.).

Pritchard (1973.) je postavio da je 4 minute minimalno vrijeme koje je potrebno kako bi se postigla homogenost čak i s najboljim mikserima. Moderni mikseri često prave dobar zamjes u 3 minute. Kod sporijih miksera dolazi do formiranja glutena u niti (konce) i grudice u zamjesu što se kod visoko-smičnih miksera ne događa. Neka istraživanja su pokazala da se formiranje niti (konaca) glutena događa prilikom predugog miješanja, dok druga istraživanja govore da se formiranje događa zbog prevelikog udjela proteina (Pritchard i Stevens, 1973.).

Proces miješanja bi trebao početi odmah poslije ubacivanja svih sastojaka u mikser. Takav način smanjuje mogućnost nastanka grudica. Korištenje vrlo hladne vode smanjuje jačinu (žilavost) niti zbog duljeg vremena raspodjele prije nego što je protein hidratiziran i uspije se formirati u gluten. Odmah nakon miješanja smjesa ima veliku količinu zraka u sebi i može imati male izbočine na sebi zbog nepotpunog miješanja (Manley, 2000.).

Aeracija je najbitnija u proizvodnji vafla. Mjehurići zraka nastaju tijekom miješanja smjese. Većina mjehurića izađe iz smjese prije nego što se smjesa doda u kalup za pečenje. Ako ima premalo ili previše mjehurića zraka u smjesi, postoji mogućnost da se gustoća smjese promjeni tijekom korištenja što bi utjecalo na težinu pečenog vafel lista. Iskustvo je pokazalo da pažnju treba usmjeriti na konzistenciju smjese i udio amonijevog bikarbonata što je dobar način za kontrolu raspodjele smjese i težinu vafel lista.Natrijev bikarbonat utječe na krajnju pH vrijednost vafla i utjecat će na promjenu boje tijekom pečenja. Idealni pH vafel lista je 6,8–7,4 (Manley, 2000.).

Viskoznost smjese

Promjene u viskoznosti smjese imaju utjecaja na više od jednog faktora. Guste smjese imaju velike količine krutih tvari i ne razlijevaju se dobro po kalupu nakon istiskivanja. Zbog toga se na kalup mora staviti veći volumen kako bi bilo dovoljno smjese za cijeli vafel list. Takav vafel je teži, čvršći i deblji. Tok guste smjese na ploču se može povećati dodavanjem amonijevog bikarbonata, pri čemu plin gura smjesu prema rubovima ploče. Smjesa se dovodi na otvorenu vrelu ploču, a želatinizacija se događa trenutno pri dodiru smjese sa pločom. To se može vidjeti na donjem dijelu vafel lista kao linija. Što je veći broj linija to je smjesa imala manju gustoću (Manley, 2000.).

2.3.2. Pečenje i oblikovanje

Pečenje je najvažniji dio procesa i on je mehaniziran. Ploče za pečenje su postavljene na nosače ili same daju potporu jedna drugoj, i povezane su zajedno pri čemu formiraju lanac. Lanac ploča kontinuirano kruži kroz izoliranu komoru (pećnicu) gdje se zagrijavaju direktno pomoću plinskih plamenika ili zasebno sa električnim grijačima (koji se nalaze na pločama). Nosači moraju davati potporu pločama i držati ih u odgovarajućoj ravnoteži zbog tlaka koji stvara para tijekom procesa pečenja. Na izlazu iz automata za pečenje, ploče se otvaraju i iz njih izlazi pečeni vafel list. Odmah nakon izlaska pečenog vafel lista na ploču se nanosi nova smjesa za pečenje.

Kako tehnika napreduje tako se dužina lanca i broj kalupa stalno povećava. Tako da se danas može koristiti i do 120 kalupa u jednom postrojenju. Najčešći broj kalupa je 72–96, ali u starijim postrojenjima vrlo često je broj kalupa 60, 45 i 30.

Smjesa se stavlja u kalup pomoću prskalica i pumpa se naizmjenično kako bi se dobio jednaki volumen smjese na svakoj ploči za pečenje. Smjesa se izbacuje kroz 22 otvora na cijevi, a količina je podešena kako bi se ploče napunile odgovarajućom količinom smjese, dozvoljavajući pri tome minimalno istiskivanje kroz otvore za paru. Da bi uzorak i debljina listova bila jednaka po cijeloj površini, ploče sastrane imaju pregrade koje se spajaju kada je par ploča zatvoren prilikom pečenja. Para mora imati prostor za izlazak pa zato postoje mali otvori koji su urezani u pregrade. Veličina i broj rupa je vrlo važna za kvalitetu vafla.

Smjesa za pečenje se stavlja u linijama preko donje ploče i prilikom zatvaranja i spajanja sa gornjom pločom vrlo brzo dolazi do stvaranja pare. Para pomaže da se smjesa jednolično raspodjeli u prostor između ploča, a višak pare i smjese izlazi kroz otvore na pregradama. Višak smjese koji izađe ne koristi se za prodaju, a bezvrijedan je čak i kao hrana za životinje. Trošak sastojaka kao rezultat gubitka (otpada) može biti 4–8% na dobro postavljenoj peći (ali pošto je vlaga u otpadu oko 30%, sama težina otpada izgleda kao puno veći gubitak nego što je u stvarnosti). Ako peć nije dobro postavljena gubitak na nekim pločama može biti čak i 15 %.

Debljina vafla je proporcionalna razmaku između dvije ploče. Taj razmak je postavljen već ranije od proizvođača opreme. Čak i za mala podešenja razmaka potrebna je vrlo velika inženjerska vještina. Ploče se spajaju na okvire nosača posebnim vijcima da bi ostale paralelne. Sile koje djeluju tijekom pečenja (mogu biti do 1,2 bara) zahtijevaju vrlo snažne vijke i grubu povezanost. Upravo iz tog razloga su podešenja vrlo zahtjevna (Manley, 2000.).

Brzina pečenja

Vrijeme pečenja može biti između 1,5–3 minute, pri čemu je 2 minute prosječno vrijeme pečenja. U velikim postrojenjima velika pažnja se pridonosi mehanici, a najbrža efektivna brzina je 55 vafla po minuti. Većina peći, a čak i u novijim postrojenjima je 60% ove brzine, koja daje 33 vafla po minuti. Smetnje prilikom izbacivanja vafla iz kalupa su lijepljenja koja mogu nastati zbog većeg udjela vode i lijepljenja zbog zagorenih vafel listova.

Ako je raspodjela topline preko ploča nejednaka, pukotine mogu nastati u vafel listu dok je još u kalupu. Inače, listovi se bez problema izbacuju iz kalupa nakon što se otvore. Nakon izbacivanja iz kalupa, listovi odlaze na transporter koji na sebi ima lagane plastične užadi što omogućuje hlađenje vafel lista sa obje strane istovremeno. Mala količina komprimiranog zraka može biti korištena kao pomoć pri izbacivanju vafel listova, na način da prođe uz rub kalupa kako bi ga izdignuo s donje ploče

i dopustio mu da se izbaci. Isti princip koristi se tijekom raspodjele smjese, pri čemu se tijesto u cijevi potiskuje pomoću komprimiranog zraka.

Često se može dogoditi da komadići koji ostanu zalijepljeni za gornju ploču padnu na donju ploču na koju se dodaje nova smjesa. Ako se ti komadići ne očiste postanu dio novog vafel lista kao vrlo tvrdo područje koje nije ugodno za jesti, a može i oštetiti žicu za rezanje vafel proizvoda(Manley, 2000.).

Izgled ploča za pečenje

Površine ploča na sebi imaju uzorak, a najčešći je V uzorak različitih dubina. Kako bi se vafel pločama dala maksimalna jačina, urezi na gornjoj ploči su najčešće pod kutom od 45°. Dubina ureza može biti od 0,3 do 0,8 mm, a najčešće je od 0,5 do 0,8 mm. Dubina uzorka mora biti povezana sa prosječnom debljinom vafla (debljina je određena samim razmakom između ploča) i sa minimalnom debljinom vafel lista.

Šuplji vafli su pečeni na pločama koje imaju vrlo velika udubljenja i ispupčenja. Tako formirane šupljine se mogu napuniti kremom i zatim se izbijaju iz kalupa.

Ploče za pečenje mogu biti raznih dimenzija, a najčešće se koriste ploče dimenzija 470 x 290 mm (težina vafel lista je 50–56 g). Ploče srednje veličine koje se ponekad koriste imaju dimenzije 370 x 240 mm i 470 x 350 mm. Sve je češće korištenje „Jumbo“ ploča čije su dimenzije 700 x 350 mm (težina vafel lista je oko 90 g). Što su ploče veće to je veća efikasnost uređaja za pečenje ali je potrebna veća preciznost i bolje održavanje. Ploče veće od „Jumbo“ imaju manju efikasnost prilikom proizvodnog postupka zbog dužeg vremena pečenja i težeg izdvajanja vlage iz središta vafel lista (Manley, 2000.).

Čišćenje peći za pečenje vafla

Dio održavanja peći za pečenje vafla je potreba za čišćenjem površina ploča. Naslage zagorenog ulja i šećera se povećavaju, površina ploča tamni i na taj način se stvaraju problemi tijekom izbacivanja vafel lista iz kalupa. Pod strogim uvjetima pečenja s receptima s malom količinom šećera, čišćenje je potrebno nakon otprilike 1000 sati rada. Dakako, ovaj će interval biti smanjen ako su se dogodile poteškoće kao npr. zagorjeli vafel listovi zbog previsokih temperatura ili neodstranjeni zalijepljeni vafel listovi ili njihovi dijelovi.

Ako se smjesa dodaje na već zalijepljeni vafel, nastaje tzv. „duplanje“. Nastala „duplanja“ ili „troduplanja“ stvaraju velike pritiske na vijke i ležajeve ploča za pečenje, a mogu stvoriti i trajne poremećaje na pločama za pečenje zbog čega je potrebna intervencija inženjera.

Savjete i tehnike čišćenja ploča daju proizvođači peći. Osnovno čišćenje bi se trebalo sastojati od četkanja ploča na kraju svakog proizvodnog ciklusa, sa četkom (od vrlo tvrdih vlakana) tijekom procesa hlađenja ploča. Treba biti oprezan sa četkama zato što se može oštetiti ili potpuno ukloniti sloj ulja koji se nalazi na pločama, a koji služi za lakše izbacivanje vafel listova iz kalupa. Agresivnije i temeljito čišćenje najčešće se vrši otopinom sode bikarbone, ali i ostale metode poput korištenja kuglica krutog ugljik dioksida mogu biti efektivne.

Tipična tehnika čišćenja je stavljanje ploča od sintetičke spužve natopljene u sodu bikarbonu (otopina 8–10%), između svake ploče dok su još tople (ali ne vruće) na kraju proizvodnog ciklusa. Ploče se tako ostavljaju na nekoliko sati ili preko noći nakon čega se spužve uklanjaju i pažljivo peru s vodom. Nakon što su ploče očišćene, jedna do dvije runde vafel listova se bacaju. Prilikom pranja posebna pažnja mora biti usmjerena prema tome da otopina sode bikarbone ne uđe u ležajeve jer će oštetiti površine ležajeva i maziva koja se koriste za ležajeve (Marley, 2000.).

Održavanje ploča za pečenje

Ploča koja nije podešena može biti stalni izvor problema jer se zbog nje mogu konstantno stvarati zagoreni ili nedovoljno pečeni vafel listovi. Nedovoljno pečeni ili prepečeni vafli će nastati ako temperature ploča nisu stalne. Automatska kontrola temperature u peći je teška jer pozicija termometra može biti nepristupačna. Temperature površine ploča ovise o kondukciji topline kroz debele metalne ploče.

Prilikom stabilne proizvodnje ravnoteža može biti ostvarena između jačine plamena (pritiska plina) ili dovedene električne struje, ali ako proizvodnja stane (ako je dovod smjese iz nekog razloga zaustavljen) može doći do odgode sve dok se ponovno ne uspostavi stabilno stanje. Zbog toga lanac u peći nikada ne smije biti zaustavljen dok se nije ohladio. Isto tako, ako je dovod smjese za jednu ili dvije ploče zaustavljen, cijeli proizvodni ciklus treba biti zaustavljen kako bi se spriječila neravnoteža između ploča.

Eksperimenti su pokazali da će jednom kalupu kojem je dozvoljeno da prođe bez dodatka smjese, biti potrebno od 4 do 5 prolaza kroz peć kako si se vratio na standardno stanje njegovih susjednih ploča, nakon što je smjesa ponovno dodana. Vafel list iz takvog kalupa imati će drugačiju boju i udio vlage u usporedbi sa drugim vafel listovima. Razmak između ploča je temeljna postavka i ona se određuje kada se postrojenje postavlja, a sve naknadne promjene zahtjevaju stručno znanje inženjera (Marley, 2000.).

Brzina zatvaranja ploče

Velike razlike u izvedbi procesa je istražio Pritchard (1973.) uspoređujući moderna postrojenja s vrlo brzim mehanizmima za zatvaranje ploča za pečenje i starijih mehanizama gdje je operacija zatvaranja ploča sporija. Starije peći su izrađene na način da je kraća strana ploča spojena na pokretnu traku, međutim kako se povećavao broj ploča ovaj princip je promijenjen tako da duža strana ploča bude spojena na pokretnu traku. Takva preinaka je zahtijevala brže zatvaranje kalupa kako bi se mogli držati jedan pored drugoga i zato što je linearna brzina postrojenja veća. Neočekivano, promjena u brzini zatvaranja ploča dovela je do različite kvalitete vafla od iste smjese. Brže zatvaranjedaje manje težine i tanje vafle (Pritchard i Stevens, 1973.).

Odzračivanje pare

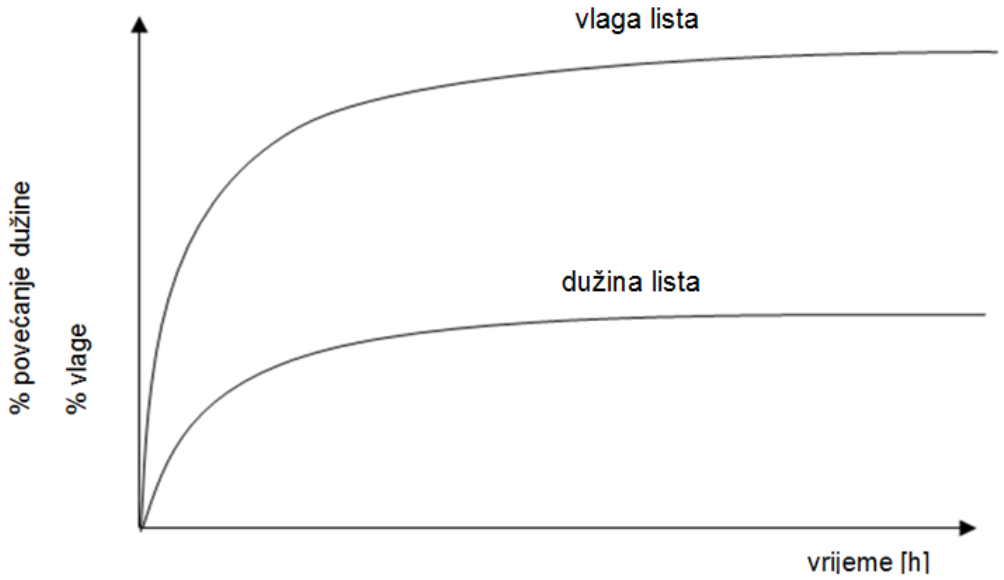
Velika područja za odzračivanje pare dopuštaju velike gubitke smjese, ali pomažu kod gubitka vlage, dok za razliku od toga, mala područja za odzračivanje pare kontroliraju gubitke i ravnomjerno nanošenje smjese, ali dopuštaju stvaranje velikih tlakova pare. Veliki tlakovi pare stvaraju dodatni napor na ležajeve i mogu dovesti do loših učinaka na podešenja kalupa (Marley, 2000.).

Rukovanje suhim vafel listom

Vafel listovi prije punjenje su vrlo krhki zbog čega je potrebno što manje rukovanje s njim.**Slika 2** pokazuje kako je širenje vafel lista povezano s dodatnim upijanjem vlage. U nekim atmosferskim uvjetima upijanje vlage može biti brže. Nejednako prikupljanje vlage u listu uzrokovatće savijanje tako da bi vafli cijelo vrijeme trebali imati jednaku cirkulaciju zraka s obje strane lista ili bi trebali biti zatvoreni u kutije otporne na vlagu.

U praksi se vafli slažu jedan na drugi prije daljnje obrade iako to nije najbolji način, ali je važno napomenuti da je savijanje vafla gotovo neizbježno. Savijanje se može dogoditi kada bilo koji dio vafel lista primi vlagu, zbog toga listovi sa nejednakom raspodjelom vlage ne bi smjeli biti punjeni ili prekriveni čokoladom sve dok se vlaga jednako ne raspodjeli (Marley, 2000.).

Uzimajući u obzir **Sliku 2** možemo zaključiti da što je bolje izjednačavanje vlage s atmosferskim zrakom to će biti manje promjene u obliku vafla. To načelo se inače koristi u kontroli stanja.



Slika 2 Promjene u vafel listu izloženog uvjetima relativne vlažnosti od 55% (Marley, 2000.)

Punjeni vafel „sendviči“ tzv. bleteri koji su napravljeni od vafla sa različitim sadržajem vlage će se ponekad savijati ili razdvojiti tijekom izjednačavanja udjela vlage. Zbog toga bi se vafli različitog udjela vlage trebali spajati s velikim oprezom.Jednakost vlage unutar listova je važna ali većina sistema za hlađenje ne daje dovoljno vremena da se ova radnja završi u potpunosti. Zbog toga je dobro pečenje i održavanje peći neophodno.Vlažnost u pečenim vafel listovima će biti između 1–2% i važno je da razlika u udjelu vlage bude što je moguće niža: unutar ± 0,45% (Marley, 2000.).

Nanošenje punjenja

Punjenja (kreme) za vafle su sličnog sastava onima za ostale biskvite, osim što se često dodaje jedan dio mljevenih vafel listova (5–10% je prihvatljivo) iz ekonomskih razloga. Vezanje između vafel lista i kreme je poboljšano ako se stavlja topla krema, dok hladnije kreme nisu poželjne.Krema ili karamela može biti dodana na listove pomoću valjka umočenog u kremu ili pomoću dozatora u obliku tankog filma (Marley, 2000.).

Slaganje bletera

Slaganje bletera obično ide na način da se stavlja 3 ili 4 vafel lista sa 2 ili 3 sloja kreme. Odabir broja vafel listova i slojeva punjenja je po želji proizvođača. Kada je bleter složen, a prije hlađenja, prolazi ispod valjka velikog promjera koji vrši pritisak kako bi se krema što bolje spojila s vafel listom. Pri tome pritisak ne smije biti prevelik da ne bi došlo do istjecanja velikih količina punjenja ili do pucanja vafel listova. Udio kreme u bleteru je uglavnom oko 70%. Cijena punjenja je veća od cijene vafel listova zbog čega se težina bletera mora redovito provjeravati (vagati). Većina pogona ima ugrađenu kontrolnu vagu kako bi se svaki bleter mogao izvagati odmah nakon slaganja. Kontrolne vage mogu detektirati razlike u težini od otprilike ± 0,5 g (Marley, 2000.).

2.3.3. Kvalitetna svojstva vafel lista

Kvaliteta vafla je određena prema njegovoj težini, boji površine i udjelu vlage. Tekstura i hrskavost su najčešće povezani sa jednim ili više tih faktora, ali osnovne razlike u debljini vafla će odrediti unutarnju strukturu. Razlike u recepturi će imati mali utjecaj na okus, ali će imati utjecaj na raspodijeljenost smjese i promjenu boje vafel lista tijekom pečenja. Tijekom izbacivanja vafla iz kalupa od velike važnosti je ljepljivost koja je povezana s količinom šećera u recepturi, udjelu vlage i površinskom izgledu vafel ploča. Vafli upijaju vlagu iz atmosfere vrlo brzo nakon pečenja i hlađenja pri čemu se prošire za otprilike 0,2 % u svakom smjeru (duljina, širina i visina) za svakih 1% povećanja udjela vlage.

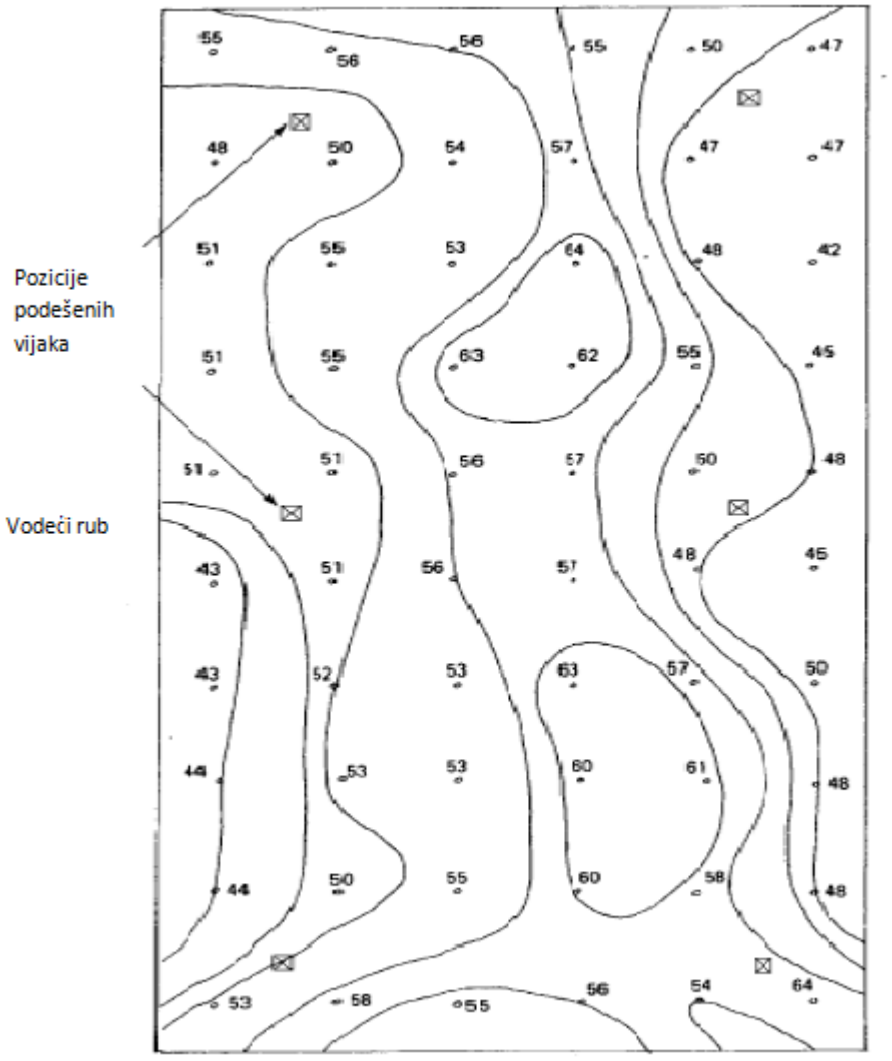
Kontrola stanja vafla inače sadrži dodavanje vlage vaflu pomoću skladištenja u vlažnoj prostoriji ili prolaskom kroz vlažnu komoru, a u neki slučajevima može biti poprskan vodom. Kontrola stanja često sadrži povećanje udjela vlage na 4% pomoću vlažne komore temperature 35–60 °C i relativne vlažnosti 60–90%. Prosječno potrebno vrijeme u komori je 16–20 minuta (Manley, 2000.).

Težina i vlaga vafel listova

Na težinu i vlagu vafel lista utječu promjene u sastavu smjese i viskoznosti. Veće težine vafel lista će davati čvršće vafle, dok će vafel listovi manje težine biti mekši i krhki. Važno je da svi vafel listovi moraju biti potpuni (bez nedostataka na kutovima) i moraju biti podjednake težine. Funkcija kontrole postrojenja je da osigura da prosječna težina bude jednaka standardnoj i da su razlike u težini što manje. Razlike u težini se mogu dogoditi zbog nejednake raspodijeljenosti smjese na listovima koji

imaju nepravilnosti i pukotine po sebi, ili zbog nejednake postavke razmaka između ploča za pečenje. Teži vafel listovi imaju blijedu boju i vlažniji su, za razliku od lakših.

Mjerenje vlage na traci pruža korisnu tehniku za promatranje prosječne i međusobne kvalitete vafel listova. Mjerenje se može vršiti pomoću infracrvenog optičkog senzora za vlagu pri čemu nije potrebno rukovanje s vafel listovima. Takav uređaj ima najbolju performansu, ako je tok vafel listova neprekidan tj. da nema velikih razmaka između listova, pri čemu nema velikih razlika u očitavanju. Instrument skenira površinu svakog vafel lista, a rezultati se pokazuju na monitoru. Infracrveni optički senzor se može koristiti i kao alat za istraživanje da bi se prikazala količina vlage prisutna unutar cijelog vafel lista. **Slika 3** prikazuje jednu od takvih mapa (Manley, 2000.).



Slika 3 Primjer mape za vlagu konstruirane pomoću 60 očitavanja s infracrvenim senzorom vlage nasvježe pečenom vafel listu (Manley, 2000.)

Takvo praćenje vlage može se koristiti kako bi se kontrolirala proizvodnja i kako bi se znalo kada se samostalni kalupi moraju ponovno podesiti, ili kada postoji problem nejednakosti topline u peći.

2.3.4. Hlađenje i rezanje

Hlađenje

Hlađenje bletera se obično odvija konvekcijskim hladnim zrakom temperature 10–12 °C. Važnost zraka se mora održavati što je niže mogućom jer hlađenjem dolazi do povećavanja udjela vlage vafel lista.

Ponekad, nejednaka vlažnost može biti posljedica lošeg skladištenja prije premazivanja čokoladom ili predugo hlađenje poslije punjenja. Predugim hlađenjem dolazi do formiranja malih kapljica vode (rose) kada vafli izađu iz hladnjaka na temperaturu postrojenja (Manley, 2000.).

Rezanje

Ohlađene ploče (bleteri) su rezani na veličinu pogodnu za jelo: kvadratiće, pravokutnike itd. Bleteri prolaze zasebno ili u malim hrpama kroz setove zategnutih žica, oštrica ili kružnih pila. Prave se dva reza pod kutevima od 90° jedan nasuprot drugome,a nastali komadi vafla su spremni za pakiranje, skladištenje ili premazivanje čokoladom. Prilikom rezanja često se stvaraju veliki viškovi, pogotovo odrezani rubovi. Viškovi mogu biti iskorišteni poslije mljevenja, u velikom broju krema za vafle (Manley, 2000.).

2.4. TEKSTURA

Tekstura je vrlo važno svojstvo koje utječe na procesiranje i rukovanje proizvodom, na vijek trajnosti proizvoda te na prihvatljivost proizvoda od strane potrošača. Tekstura se može opisati kao skupina fizikalnih svojstava koji se mogu odrediti osjetilom dodira, a u vezi su s deformacijom, dezintegracijom i tečenjem hrane pod utjecajem sile. U prehrambenoj industriji je vrlo važno kontinuirano pratiti teksturalna svojstva kako bi se postigla konzistentnost tijekom proizvodnje te poboljšala sama kvaliteta proizvoda, odnosno kako bi se zadovoljili zahtjevi potrošača u pogledu teksture proizvoda. Tekstura proizvoda ovisi o kemijskim vezama unutar samog proizvoda, tj. uslijed promjena tih veza kao što su mehaničke deformacije, jer se time mijenja i tekstura samog proizvoda.

Osnovna svojstva teksture kod vafel proizvoda su čvrstoća, hrskavost, odnosno lomljivost i otpor žvakanju koji se u negativnom smislu može očitovati kao žilavost proizvoda.

Čvrstoća je mehaničko obilježje teksture povezano sa silom potrebnom da se postigne određeno izobličenje proizvoda ili prodiranje u proizvod. U ustima se ona opaža stiskanjem proizvoda između zubi ili između jezika i nepca. Razina čvrstoće odgovara pridjevima mekan, čvrst i tvrd. Drugo bitno mehaničko obilježje teksture vafel proizvoda je lomljivost. To je obilježje koje se odnosi na stupanj do kojeg se tvar može izobličavati prije nego se slomi ili pukne i potrebna sila da se slomi proizvod u mrvice ili komadiće. Ona se procjenjuje naglim stiskanjem proizvoda između sjekutića ili prstiju. Pridjev koji opisuje lomljivost vafel proizvoda je hrskavost. Vafel proizvodi upijaju vlagu iz zraka i/ili nadjeva, odnosno punjenja te vremenom gube hrskavost. Gubitak hrskavosti može se opisati kao brz neuravnotežen dvosmjerni prijenos mase, gdje vanjski vafel listovi upijaju vlagu iz zraka, a unutrašnji iz kreme kojom je punjen proizvod. Poželjno svojstvo vafel proizvoda je što duže zadržavanje hrskavosti tijekom skladištenja proizvoda, ali i nakon otvaranja pakiranja.

Hrskavost se osim senzorskim metodama može mjeriti i instrumentalno. Instrumentalne tehnike u odnosu na senzorske metode su objektivnije, daju točne nedvosmislene vrijednosti, ponovljive su i ekonomičnije. U literaturi se često može naći da se hrskavost proizvoda i promjena hrskavosti obroka mjeri uz pomoć analizatora teksture. Analizator teksture radi na principu mjerenja promjene sile potrebne za kompresiju uzoraka u određenom vremenu. Hrskavost se očitava iz dobivenih rezultata koji predstavljaju broj pikova na krivulji ovisnosti sile o vremenu kompresije.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je usporedba kvalitativnih parametara između četiri vrste vafel proizvoda-napolitanki (s punjenjem od lješnjaka, limuna i naranče, čokolade te kakaa i mlijeka). Svi proizvodi u ovom diplomskom radu napravljeni su u tvorničkim uvjetima u Tvornici keksa, vafla i slanica Karolina d.o.o. Osijek. Tijekom proizvodnje praćeni su sljedeći parametri: masa i vlaga vafel listova, masa i debljina bletera, % punjenja, specifična težina kreme, temperature fila i vlaga gotovog proizvoda. Tijekom godine dana skladištenja u kontroliranim uvjetima (sobna temperatura, bez prisutnosti svijetla i vlage) praćene su promjene teksturalnih svojstava vafel proizvoda svakih mjesec dana na uređaju za mjerenje teksture TA.XT Plus (*Stable Micro Systems, UK*) u Istraživačkom laboratoriju Katedre za tehnologije prerade žitarica i Centru za kvalitetu mesa Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek.

3.2. MATERIJALI I METODE

Za izradu vafel lista korišteni su:

-voda

-vodena otopina soli i natrijevog hidrogenkarbonata

-brašno T-550

-natrijev hidrogenkarbonat

-kukuruzni škrob

-biljna mast

Spremnik automatski prebacuje masu do spremnika pored automata za pečenje.

PEČENJE VAFEL LISTA–FRANZ HAAS TIP SWAK 64G

-automatsko doziranje tijesta u spremnike pored automata,

-postaviti čisti i suhi nalijevač tijesta,

-provjeriti sa malo tijesta da li su kalupi postigli radnu temperaturu,

-uključiti pumpu za tijesto kada je postignuta temperatura za pečenje,

-na komadnoj ploči podesiti sljedeće parametre:

- temperatura pečenja,
- vrijeme pečenja/brzina stroja,
- temperatura tijesta,
- nalijevanje tijesta/brzina pumpe: ovisno koji automat koristimo,

- masa vafel lista,
- debljina vafel lista,
- vlaga vafel lista.

Vafel list treba biti pravilan, bez oštećenja, karakteristične i ravnomjerne boje po cijeloj površini.

PRIPREMA KREME ILI PUNJENJA–TURBO MIXERI HAAS

Ovisno o temperaturi okoline, temperaturu sustava grijanja cijevi za transport kreme potrebno je postaviti od 34 do 42 °C, miksere od 22 do 37 °C, plastifikatore i cijevi za transport masti od 22 do 34 °C. Sve sirovine se dodaju ručno u miksere.

Sirovine za proizvodnju mliječne kreme:

-biljna mast za kreme i oblatne,

-obrano mlijeko u prahu,

-glukoza,

-aroma vanilije,

-mljeveni šećer.

Sirovine za proizvodnju kakao kreme:

-biljna mast za kreme i oblatne,

-vafel mrvice,

-dextroza,

-nemasni kakao prah 12%,

-aroma vanilije,

-mljeveni šećer.

NANOŠENJE KREME – FRANZ HAAS TBK 2.0

- postavljanje fotoćelija za doziranje fila na automatski/ručni rad,

-pokretanje transportnih traka za mazanje,

-podešavanje brzine valjka za mazanje,

-na glavama za mazanje namješta se debljina nanosa fila na vafel list (s obje strane glava za mazanje nalaze se vijci za namještanje)

-fotoćelije uz transportne trake aktiviraju „kalibrator“ koji određuje potisak vafel lista na fil i debljinu bletera.

BLETERI ZA VAFEL PROIZVODE:

- lješnjak vafel proizvod: 4 vafel lista + 3 reda lješnjak fila,
- voćni (limun-naranča) vafel proizvod: 4 reda vafel lista + 3 reda voćnog fila,
- čokoladni vafel proizvod: 4 vafel lista + 3 reda kakao fila,
- vafel proizvod s kakao i mliječnim punjenjem: 4 vafel lista + 2 reda bijelog fila + srednji red kakao fil.

(Svaki automat ima dvije glave za mazanje–za svijetli i za tamni fil)

HLAĐENJE BLETERA – SPIRALNI HLADNJAK FRANZ HAAS SPK 100

-podešavanje željene temperatute: 8 do 9 °C,

-podešavanje brzine hladnjaka,

-vrijeme zadržavanja u hladnjaku: 13–15 minuta.

REZANJE BLETERA – REZAČ FRANZ HAAS VAWDK

-podešavanje željenog broja blokova za rezanje (ovisno o proizvodu),

-podešavanje brzine rezača.

PAKIRANJE VAFEL PROIZVODA

JEDINIČNO PAKIRANJE VAFEL PROIZVODA–STROJ ZA PAKIRANJE SPS FALCON SERVO SX

Kod ovog stroja ne koristi se traka za lako otvaranje.

JEDINIČNO PAKIRANJE VAFEL PROIZVODA–PAKERICA AUOCOTURIER 04.GT

Kod ovog stroja paketić ima traku za lako otvaranje i takvi proizvodi se dodatno pakiraju u kartonsku kutiju.

Vafel proizvodi se kod jednog i drugog stroja prvo pakiraju u foliju (upotrjebljena folija ovisni o neto masi proizvoda) i nakon toga se slažu na paletu.

Termoprinterom se na prazan prostor printa:

- neto–ovisno o pakiranju,
- datum roka trajanja–dan, mjesec, godina (d.d.m.m.gggg.),
- lot broj i vrijeme,
- u prazan prostor po potrebi se printaju i kompletni tekstovi deklaracija.

3.2.1. Proces proizvodnje vafel proizvoda

Sastojci za zamjes se cjevovodima dovode u spremnik za vafel tijesto. Sa malom količinom tijesta provjerava se da li su kalupi postigli radnu temperaturu (temperatura pečenja nakon paljenja postiže se nakon 45–60 min). Kada se postigne temperatura pečenja uključuje se pumpa za tijesto i korigiraju se parametri prema potrebi (temperatura pečenja, vrijeme pečenja/brzina stroja i nalijevanje tijesta/brzina pumpe ovise o korištenom automatu za pečenje).

Pečeni vafel list se nakon otvaranja kliješta oslobađa s ploča pomoću mlaznica zraka za struganje, detektira se fotoćelijama i transportira do uređaja za hlađenje listova.

Transportna traka dovodi vafel listove u neprekidnom nizu prema glavi za mazanje gdje se krema pomoću pneumatskog noža (u tankom sloju) skida sa valjka za mazanje i nanosi na vafel list. Važno je namjestiti debljinu nanosa kreme na glavama za mazanje.

Razina kreme u spremnicima mjeri se fotoćelijom i automatski se dozira u spremnik. Na kontrolnoj ploči se određuje broj namazanih listova i kombinacija mazanja krema (ako postoji više od jedne kreme). Brzina valjka se korigira po potrebi, a ukoliko dođe do nakupljanja vafel listova uključi se pražnjenje kreme.

Namazani vafel list odlazi u spiralni slagač gdje se formira bleter koji se transportnom trakom prolazi kroz potiskivač gdje se potiskuje na određenu visinu (koja se može korigirati u koliko je to potrebno). Bleter transportnom trakom odlazi u spiralni hladnjak na hlađenje (8–15 °C).

Nakon hlađenja bleteri se transportiraju do rezača na kojem se namješta željeni broj blokova za rezanje (ovisi o proizvodu).

Nakon rezanja izrezani bleteri se transportnom trakom odvode do pakerice (uređaj za pakiranje). Provjera mase proizvoda vrši se na kontrolnoj vagi, a proizvod prolazi i kroz metal detektor.

3.2.2. Ispitivanje parametara kvalitete vafel proizvoda

Masa vafel listova i masa bletera (g)

- mase vafel listova i bletera mjere se na analitičkoj vagi
- mjerenje mase provodi se svaki sat, po potrebi i češće

Vlaga vafel listova i vlaga gotovog proizvoda (%)

- usitni se jedan vafel list (uzima se srednji dio i vrhovi lista) i određuje se vlaga na vlagomjeru

- usitni se 50–100 g proizvoda (uzima se proizvod sa linije, poslije hlađenja i rezanja, a prije pakiranja) i određuje se vlaga na vlagomjeru
- mjerenje vlage vafel lista provodi se svaka dva sata, a mjerenje vlage gotovog proizvoda provodi se dva puta u smjeni

Debljina bletera (mm)

- debljina se mjeri ravnalom u milimetrima
- mjerenje se provodi svaki sat, po potrebi i češće

Specifična težina kreme (g/l)

- posudom određenog volumena uzima dio kreme iz spremnika i na analitičkoj vagi se mjeri težina
- temperatura fila i specifična težina kreme mjere se u isto vrijeme, dva puta u smjeni

Temperatura fila (°C)

- mjerenje se vrši termometrom koji se uranja u spremnik sa kremom
- temperatura fila i specifična težina kreme mjere se u isto vrijeme, dva puta u smjeni

% punjenja

- izračunava se formulom:

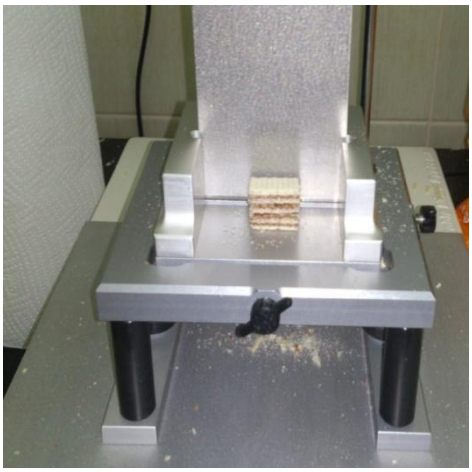
  % punjenja = masa bletera – masa vafel listova (5 komada) / masa bletera

3.2.3. Ispitivanje teksturalnih svojstava vafel proizvoda

Za analizu teksturalnih svojstava vafel proizvoda svakih mjesec dana tijekom skladištenja do predviđenog vijeka trajanja (godina dana za sve proizvode i 10 mjeseci za proizvode s kakao i mliječnim punjenjem) korišten je uređaj TA.XT Plus (*Stable Micro Systems, UK*), a dobiveni podaci analizirani su pomoću Texture Exponent 32 softera (verzija 3.0.5.0.). Računalni program Texture Exponent 32 softer putem krivulje prezentira kompresiju uzorka u određenom vremenu. Teksturalni profil vafel proizvoda procijenjen je putem dobivenih vrijednosti za čvrstoću, hrskavost i žilavost.
Na **Slikama 4 i 5** prikazan je izgled uređaja TA.XT. Plus. Uzorci vafel proizvoda analizirani su savijanjem/lomljenjem uzoraka koji su podvrgnuti kompresiji.



Slika 4. Analizator teksture TA.XT Plus s opremom za savijanje/lomljenje uzoraka

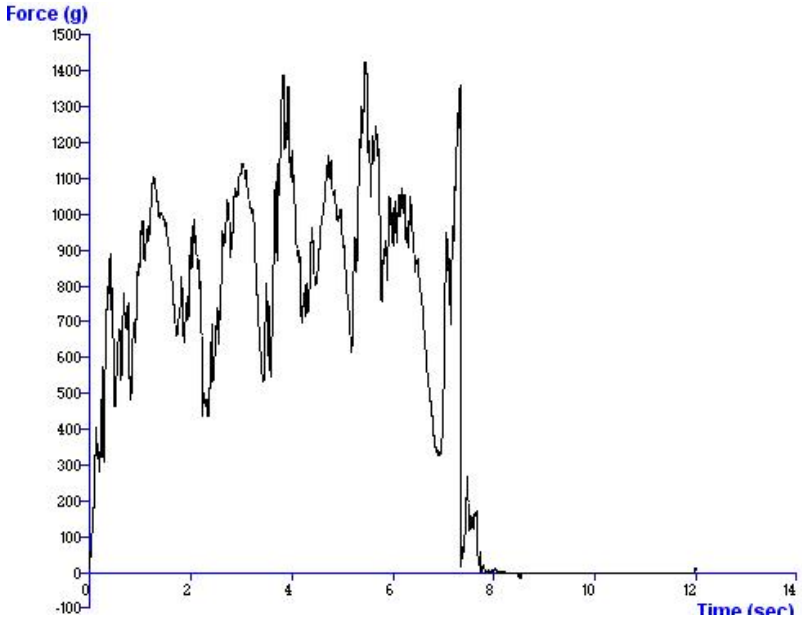


Slika 5. Analizator teksture TA.TX Plus s nastavkom za mjerenje teksture vafel proizvoda

Uzorci vafel proizvoda postavljaju se na bazu s prorezom i presijecaju pomoću noža prema sljedećim parametrima:

- brzina prije mjerenja: 1,5 mm/s,
- brzina mjerenja: 2 mm/s,
- brzina poslije mjerenja: 10 mm/s,
- dubina prodiranja: 17 mm,
- sila potrebna za početni signal: 10 g,

Računalni program zapisuje krivulju promjene sile potrebne za kompresiju uzorka u određenom vremenu prema parametrima podešenim prije eksperimenta.



Slika 6. Tipična krivulja ispitivanja vafel proizvoda pomoću analizatora teksture

Iz dobivenih podataka očitavaju su sljedeći podaci:

- čvrstoća – kao maksimalna visina najvećeg pika izražena u gramima (g),
- hrskavost – predstavlja ju broj pikova koji se pojavljuju na krivulji ovisnosti sile o vremenu kompresije,
- žilavost – površina ispod kompresijske krivulje (kg s)

Sva ispitivanja su provedena u najmanje šest ponavljanja.

3.2.4. Statistička obrada rezultata

Dobiveni rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standadna devijacija. Analiza varijance (one-way ANOVA) i Fisher-ov LSD test najmanje značajne razlike (eng. *Least significant difference*) provedeni su upotrebom programa Statistica 8 i Microsoft Office Excel 2010.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. REZULTATI PRAĆENJA KVALITETE VAFEL PROIZVODA

Tablica 3 Parametri kvalitete brašna za izradu vafel proizvoda

		Vlaga (%)	Vlažni gluten (%)	Upijanje vode (%)	Stupanj omekšanja (FJ)	Kvalitetna grupa	Otpor tijesta za 5 min (EJ)	Rastezljivost (mm)	Max. otpor (EJ)	Granulacija
Proizvod	Preporučeni vijek trajanja (mjeseci)	**max 15**	**22-27**	**53-60**	**70-120**	**B2, C1**	**200-400 (135 min)**	**120-180**	**300-600 (135 min)**	**>132µ : max 1,5**
Lješnjak	12	13,93	24,1	59,2	90	B2	250	147	350	>132µ : 0,73
Limun/ naranča	12	13,93	24,1	59,2	90	B2	250	147	350	>132µ : 0,73
Čokolada 1	12	13,7	24,1	58,6	85	B2	250	147	350	>132µ : 0,56
Čokolada 2	12	14,36	24,1	58,9	75	B2	250	147	350	>132µ : 0,68
Kakao/ mlijeko 1	10	14,36	24,1	58,9	75	B2	250	147	350	>132µ : 0,68
Kakao/ mlijeko 2	10	14,36	24,1	58,9	75	B2	250	147	350	>132µ : 0,68

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

Tablica 4 Parametri kvalitete vafel proizvoda s punjenjem od lješnjaka

Masa vafel listova (g)	Vlaga vafel listova (%)	Masa bletera (g)	Debljina bletera (mm)	% punjenja	Specifična težina kreme (g/l)	Temperatura fila (°C)	Vlaga gotovog proizvoda (%)
81-85	**0,9-1,6**	**1480-1540**	**16-17**	**71-75**	**1000-1200**	**35-38 °C**	**0,6-2,0**
82,2	1,20	1510	16,6-17	72,8	1135	35,3	0,66
83,2	0,95	1492	16,5-17	72,2	1120	35,2	0,64
83,6	0,95	1505	16,5-17				
84,4		1513	16,1-16,3	72,2			
83,6	0,98	1508	16,0-16,0	72,1	1167	35,6	
83,6	1,06	1510	16,0-16,0	72,5	1181	35,5	0,65
83,8	1,01	1512	16,0-16,0				0,67
83,9	1,01	1515	16,5-17				
84,0	1,05	1512	16,8-17				
84,0	1,00	1509	16,5-17	72,2	1166	35,2	0,67

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

Tablica 5 Parametri kvalitete vafel proizvoda s voćnim (limun/naranča) punjenjem

Masa vafel listova (g)	Vlaga vafel listova (%)	Masa bletera (g)	Debljina bletera (mm)	% punjenja	Specifična težina kreme (g/l)	Temperatura fila (°C)	Vlaga gotovog proizvoda (%)
81-85	**0,9-1,6**	**1480-1540**	**16-17**	**71-75**	**1000-1200**	**35-44 °C**	**0,6-2,0**
82,4	0,96	1538	16,2-17	73,2			
83,6		1527	16,8-17	72,8	1050	41,3	0,38
83,0	0,90	1504	16,8-17	72,4			0,58
83,4	1,12	1507	16,8-17	72,1			0,42
82,7		1526	16,8-17	72,4			
83,6	1,25	1503	16,8-17	72,3	1048	35,2	0,60
84,2		1499	16,8-17				0,65
84,0	1,10	1515	16,8-17				
84,4	1,20	1518	16,8-17				
82,2	1,00	1510	16,8-17	72,6	1067	35,1	0,64

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

Tablica 6 Parametri kvalitete vafel proizvoda s čokoladnim punjenjem 1 (200 g)

Masa vafel listova (g)	Vlaga vafel listova (%)	Masa bletera (g)	Debljina bletera (mm)	% punjenja	Specifična težina kreme (g/l)	Temperatura fila (°C)	Vlaga gotovog proizvoda (%)
81-85	**0,9-1,6**	**1480-1510**	**16-17**	**71-75**	**1000-1200**	**35-38 °C**	**0,6-2,0**
83,4	0,89	1498	16,5-17	72,1	1074	35	0,6
83,2	1,01	1508	16,5-17				
82,4	1,20	1510	16,5-17				
82,2	1,31	1501	16,2-16,8	72,6	1064	35,5	0,74
80®	1,00	1502	16,8-17				
80®	1,11	1510	16,8-17	72,3	1040	35	0,62
81,4	1,15	1488	16,8-17				
81,2	1,00	1495	16,5-16,8	72,6	1040	35,2	0,81
83,8	1,22	1505	16,5-16,8				
83	1,36	1509	16,1-16,9	72,3	1067	35,1	0,64

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

Tablica 7 Parametri kvalitete vafel proizvoda s čokoladnim punjenjem 2 (840 g)

Masa vafel listova (g)	Vlaga vafel listova (%)	Masa bletera (g)	Debljina bletera (mm)	% punjenja	Specifična težina kreme (g/l)	Temperatura fila (°C)	Vlaga gotovog proizvoda (%)
81-85	**0,9-1,6**	**1480-1510**	**16-17**	**71-75**	**1000-1200**	**35-38 °C**	**0,6-2,0**
83,2	0,95	1500	17-17	72,3	1065	35,3	0,60
83,6	0,93	1510	16,8-17				
83,4	0,93	1493	16,8-17	72,2	1143	34,80®	0,72
82,6	1,05	1503	16,8-17			35,2	0,74
83,3	1,10	1498	16,8-17	72,3	1104	35,2	0,62
83,0	1,05	1505	16,8-17				
83,4	1,07	1503	16,8-17				
83,0	1,02	1500	16,8-17	72,6	1040	35,2	0,78
82,5	1,25	1505	16,5-16,8				
83,0	1,20	1509	16,1-16,5	72,3			0,64

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

Tablica 8 Parametri kvalitete vafel proizvoda s kakao i mliječnim punjenjem 1 (430 g)

Masa vafel listova (g)	Vlaga vafel listova (%)	Masa bletera (g)	Debljina bletera (mm)	Temperatura transporta fila (°C)	Specifična težina kreme (g/l)		Temperatura miksera (°C)	Vlaga gotovog proizvoda (%)
					Kakao	Mlijeko		
46-49	**0,6-1,5**	**750-760**	**14-15**	**34-42**	**830-960**	**630-740**	**22-37 °C**	**0,6-2,0**
46-48		755-760	14,0-14,4	41-41			36	
46-48	0,90	750-755	14,0-14,4	41-41	880	700	36	1,03
46-48	0,97		14,0-14,4	41-41			36	
46-48		760-750	14,0-14,4	41-41			36	
47-48,5		755-760	14,4-14,4	41-41	940	770®		1,05
47-48	0,78	750-760	14,0-14,5	40-41			36	1,06
47-48	0,82	760-755	14,0-14,5	40-41	920	710	36	
47-48	0,82	750-760	14,0-14,5	40-41			36	
47-48		760-765	14,0-14,5	40-41			36	
47-48	1,00	760-755	14,0-14,5	40-41			36	

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

Tablica 9 Parametri kvalitete vafel proizvoda s kakao i mliječnim punjenjem 2 (200 g)

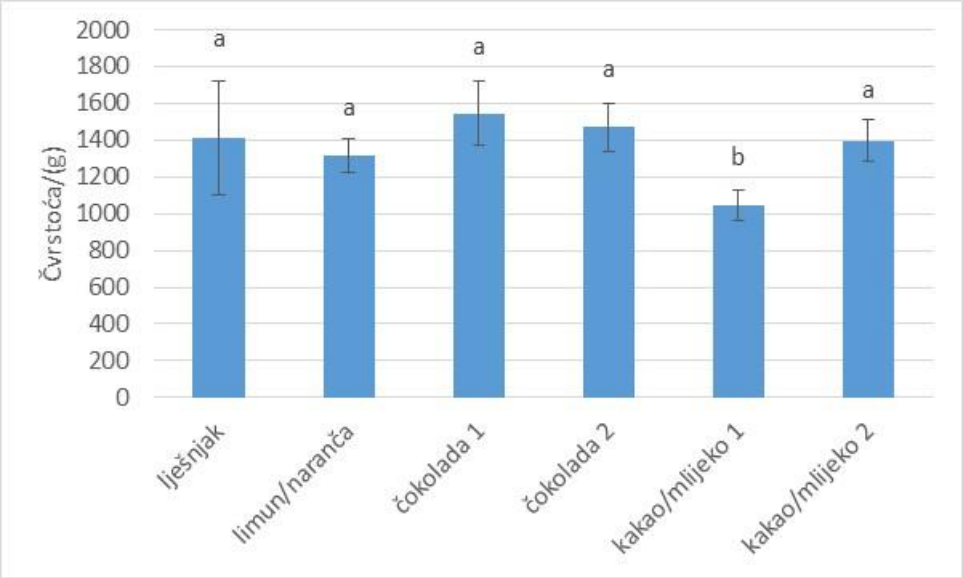
Masa vafel listova (g)	Vlaga vafel listova (%)	Masa bletera (g)	Debljina bletera (mm)	Temperatura transporta fila (°C)	Specifična težina kreme (g/l)		Temperatura miksera (°C)	Vlaga gotovog proizvoda (%)
					Kakao	Mlijeko		
46-49	**0,6-1,5**	**745-755**	**14-15**	**34-42**	**830-960**	**630-740**	**22-37 °C**	**0,6-2,0**
46-47	1,03	750-755	14,0-14,3	38-41			30	
46,5-48	0,82	750-745	14,0-14,3	38-41	900	710	30	1,07
46-48	0,89	755-760	14,0-14,3	38-40			30	
46-48	1,19	755-760	14,0-14,3	38-40	940	740	30	1,10
46-48	1,00	755-755	14,0-14,3	38-40			30	1,11
46-48	1,12	750-750	14,0-14,3	38-40			30	1,07
46-48,5	1,23	750-755	14,0-14,3	38-40			30	
46-48,5	1,18	750-755	14,0-14,3	38-40	860	670		1,06
46-48	0,92	750-750		38-40			30	
46-48	1,13	745-750	14,0-14,3	38-40			30	

*podebljane vrijednosti predstavljaju preporučene kvalitativne parametre

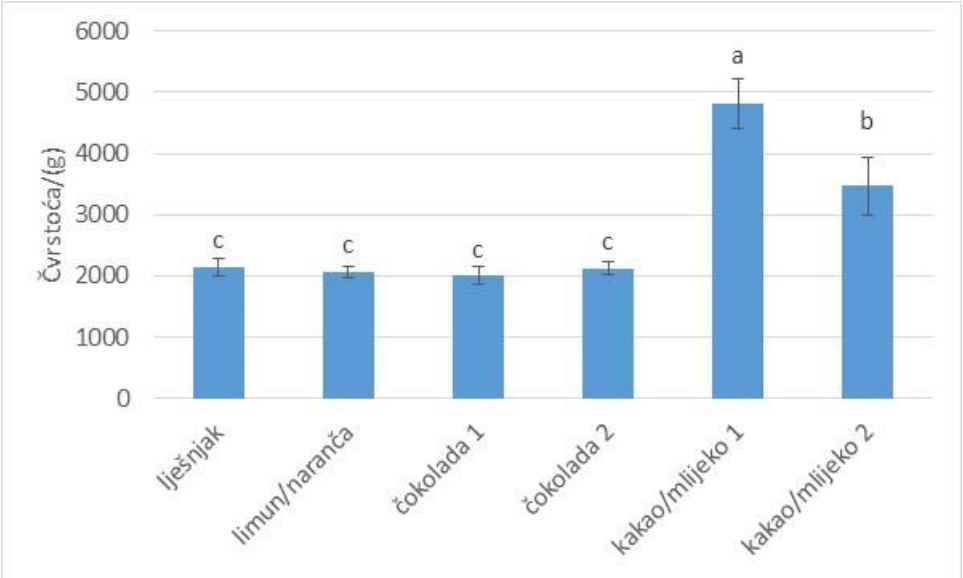
U **Tablici 3** prikazani su podaci parametara kvalitete brašna koje se koristilo za industrijsku proizvodnju vafel listova koji su korišteni u proizvodnji napolitanki s različitim punjenjima. Vidljivo je da su sva korištena brašna bila ujednačene kvalitete, a sve vrijednosti su se kretale u granicama preporučenih vrijednosti za proizvodnju vafla. Sva brašna bila su B2 kvalitetne grupe s udjelom glutena od 24,1 %.

U **Tablicama 4–9** prikazani su parametri kvalitete vafel listova i vafel proizvoda koji su se pratili tijekom proizvodnje. Gotovo svi izmjereni parametri bili su u okviru predviđenih proizvodnih vrijednosti. Vlaga vafel listova kretala se u granicama od 0,89 do 1,2 %,a vlaga gotovog proizvoda bila je najmanja kod napolitanki s voćnim punjenjem (0,38–0,65 %), a najveća kod vafel proizvoda s kakao i mliječnim punjenjem gdje je u pravilu bila iznad 1 %. Napolitanke s kakao i mliječnim punjenjem imale su i najmanju specifičnu težinu kreme (kakao krema od 860 do 940 g/l, a mliječna krema 670 do 770 g/l). Najveću specifičnu težinu kreme imali su proizvodi s punjenjem od lješnjaka (1120–1181 g/l).

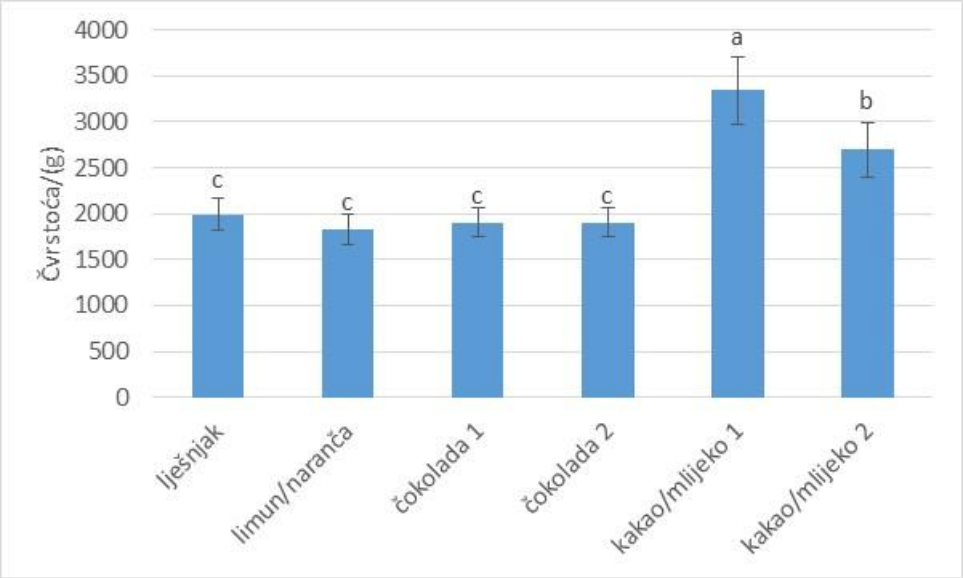
4.2. TEKSTURALNI PROFIL VAFEL PROIZVODA TIJEKOM SKLADIŠTENJA



Slika 7 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na čvrstoću napolitanki nakon mjesec dana skladištenja (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

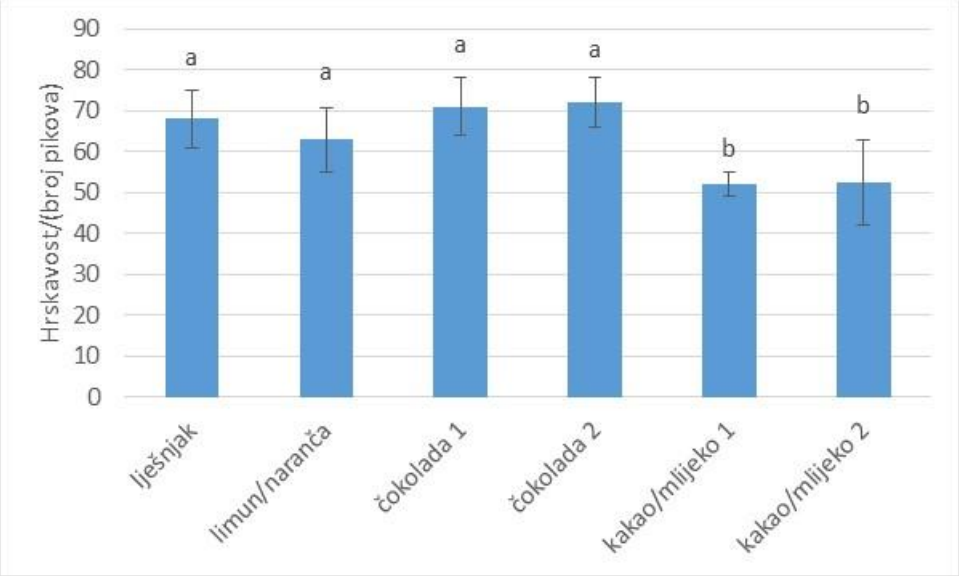


Slika 8 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na čvrstoću napolitanki na kraju predviđenog roka upotrebe(prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

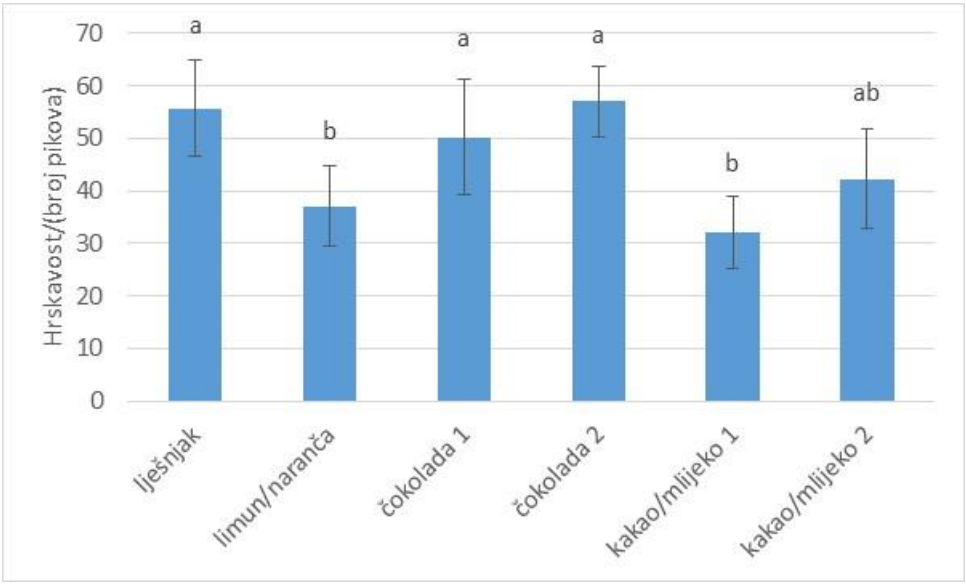


Slika 9 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na prosječnu čvrstoću napolitanki tijekom predviđenog vremena upotrebe (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

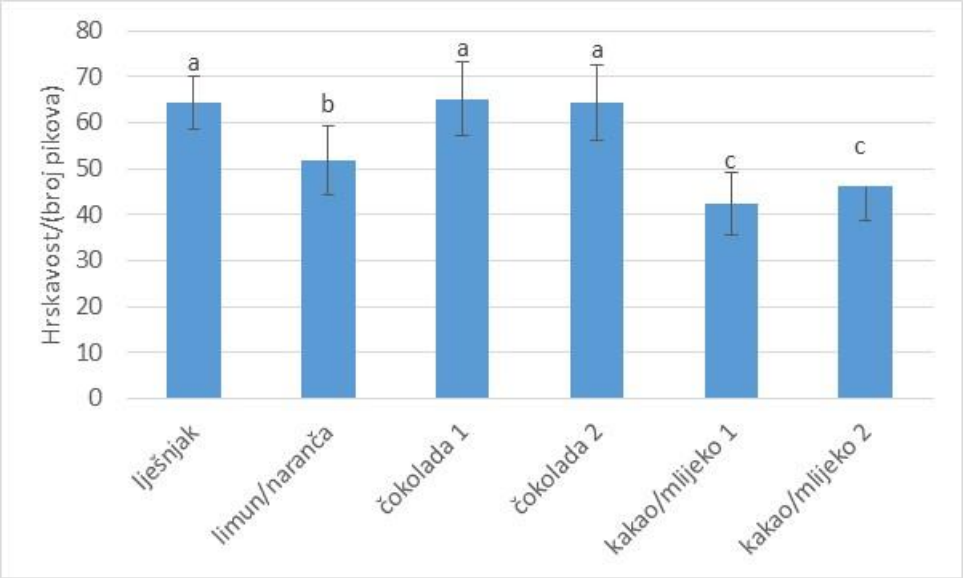
Slike 7–10 prikazuju utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na čvrstoću napolitanki. Na samom početku skladištenja (mjesec dana) najmanju čvrstoću imali su vafel proizvodi s kakao i mliječnim punjenjem u pakiranju od 430 g, dok između ostalih proizvoda nije bilo statistički značajne razlike (**Slika 7**), a to se može objasniti i s najvećim početnim udjelom vlage u ovakvoj vrsti proizvoda. Ako se u obzir uzme istek vremena predviđenog za upotrebu vidljivo je da u tom slučaju najveću čvrstoću imaju upravo proizvodi s kakao i mliječnim punjenjem (**Slika 8**), a isti slučaj je i ako se promatra prosječna vrijednost za čvrstoću napolitanki tijekom cijelog predviđenog vremena upotrebe (**Slika 9**).



Slika 10 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na hrskavost napolitanki nakon mjesec dana skladištenja (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

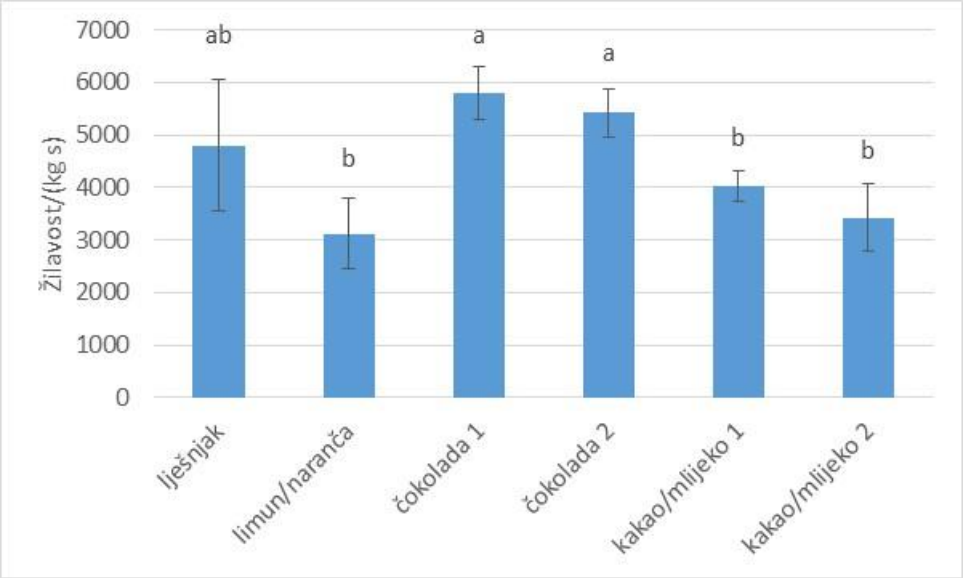


Slika 11 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na hrskavost napolitanki na kraju predviđenog roka upotrebe (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

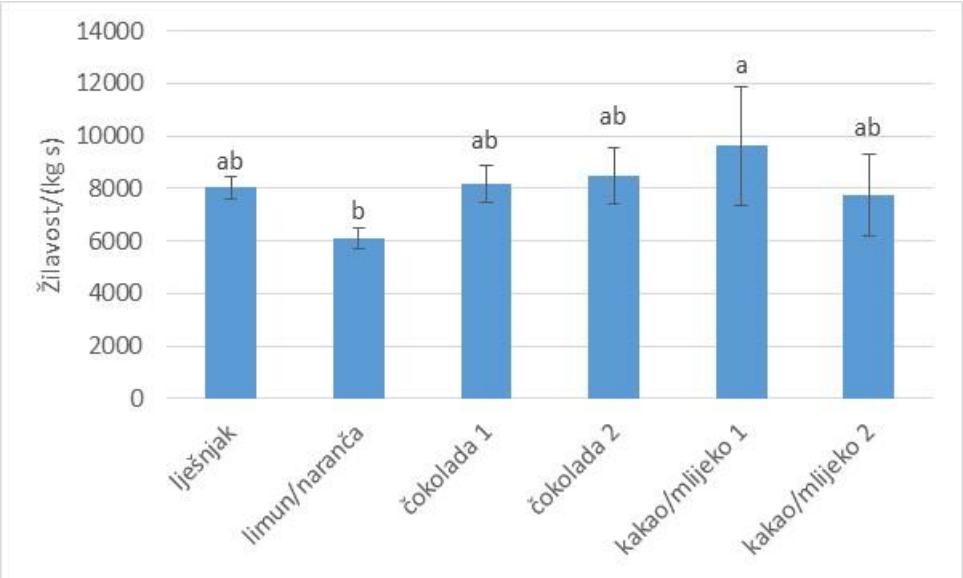


Slika 12 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na prosječnu hrskavost napolitanki tijekom predviđenog vremena upotrebe(prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

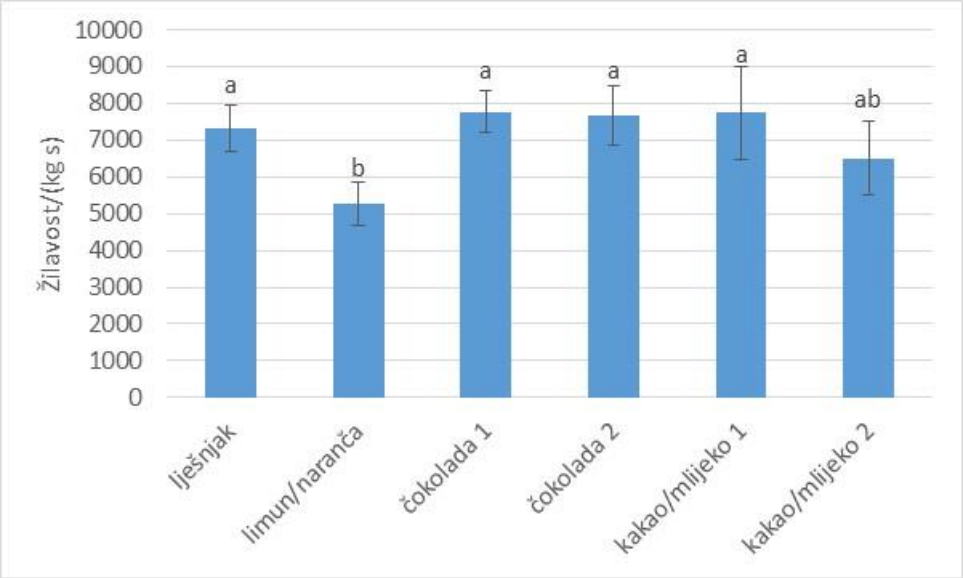
Slike 10–12 prikazuju utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na hrskavost napolitanki. Karakteristično za vafel proizvode je da vremenom gube poželjno svojstvo hrskavosti uslijed primanja vlage, bilo iz okoline, bilo iz samog punjenja. Napolitanke s kakao i mliječnim punjenjem imale su najmanju hrskavost na početku i na kraju skladištenja, kao i najmanju prosječnu hrskavost tijekom cijelog skladištenja što se također može objasniti najvećom početnom vlagom ovih proizvoda. Tijekom skladištenja hrskavost je dosta opala kod napolitanki s voćnim punjenjem, iako je početna vlaga proizvoda bila dosta niska. To se eventualno može objasniti recepturom punjenja koje ne sadrži čokoladu koja inače predstavlja značajnu barijeru od prelaska vlage iz punjenja u vafel list.



Slika 13 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na žilavost napolitanki nakon mjesec dana skladištenja (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

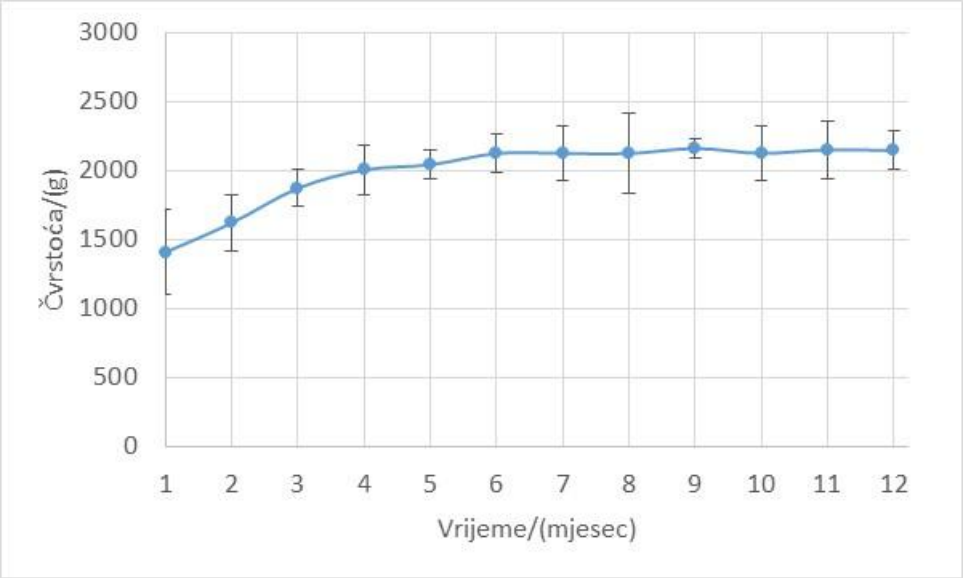


Slika 14 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na žilavost napolitanki na kraju predviđenog roka upotrebe (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

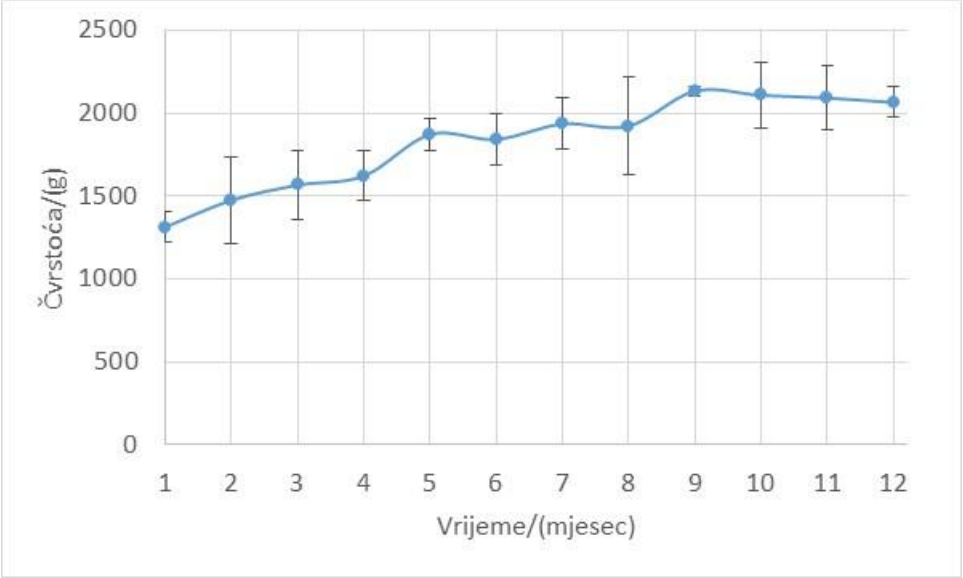


Slika 15 Utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na prosječnu žilavost napolitanki tijekom predviđenog vremena upotrebe (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite (p<0,05) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

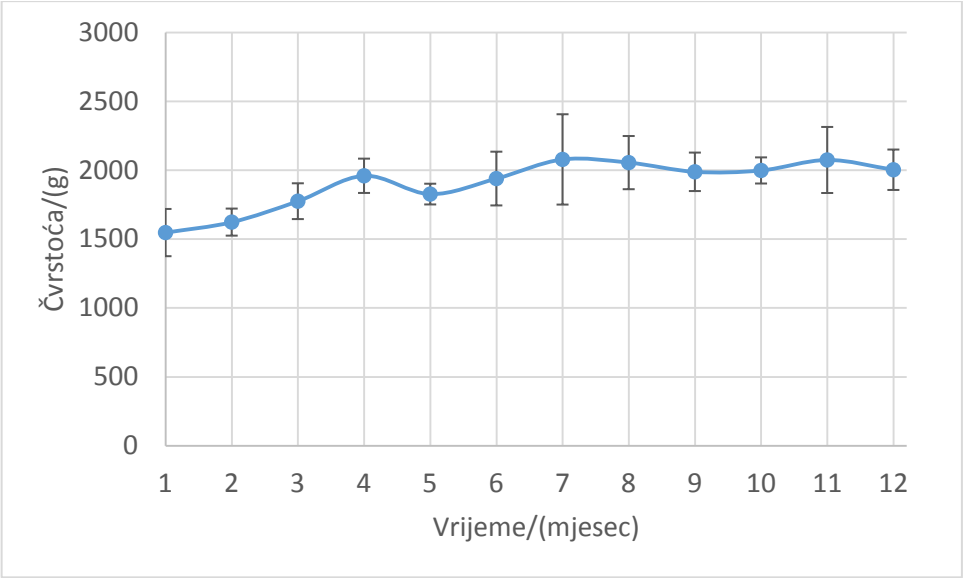
Slike 13–15 prikazuju utjecaj vrste upotrijebljenog punjenja na žilavost napolitanki. Analogno gubitku hrskavosti, vafel proizvodi vremenom postaju žilaviji, odnosno povećava se njihov otpor prema žvakanju. Napolitanke s voćnim (limun/naranča) punjenjem kao i napolitanke s kakao i mliječnim punjenjem imale su statistički najmanju žilavost na početku skladištenja. Žilavost se tijekom skladištenja izjednačila kod svih proizvoda osim kod napolitanki s voćnim punjenjem koje su zadržale dosta nisku razinu žilavosti.



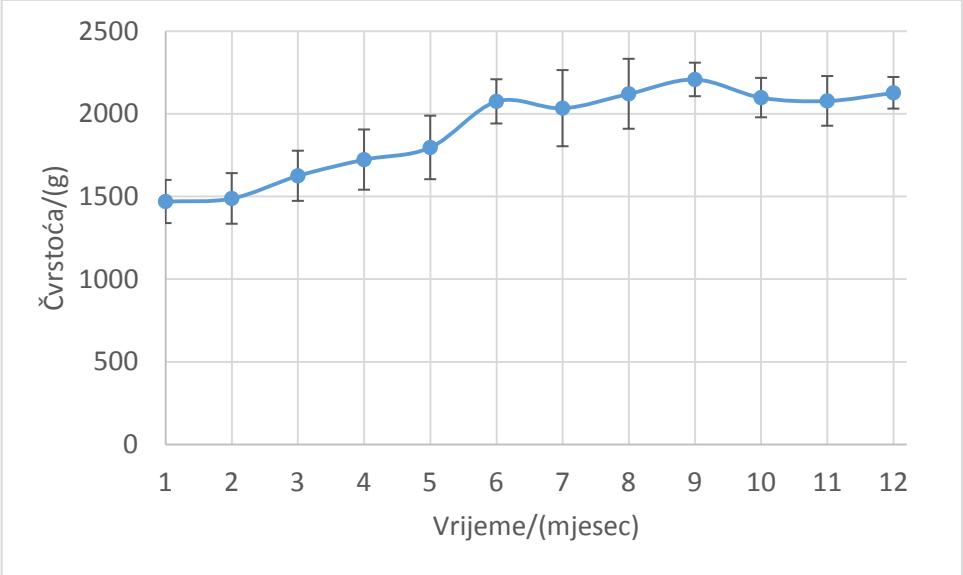
Slika 16 Čvrstoća napolitanki s punjenjem od lješnjaka tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



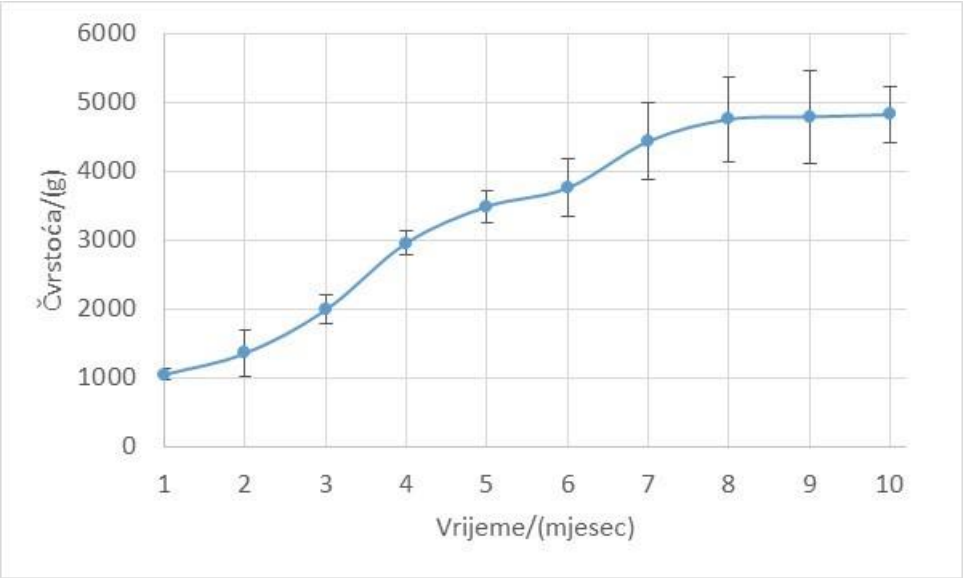
Slika 17 Čvrstoća napolitanki s voćnim (limun/naranča) punjenjem tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



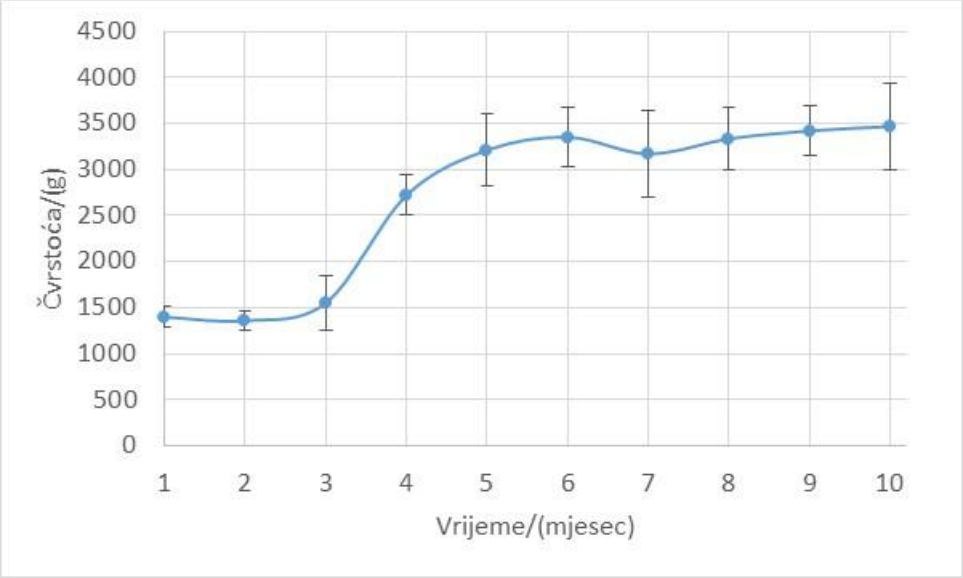
Slika 18 Čvrstoća napolitanki s čokoladnim punjenjem (pakiranje 200 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



Slika 19 Čvrstoća napolitanki s čokoladnim punjenjem (pakiranje 430 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



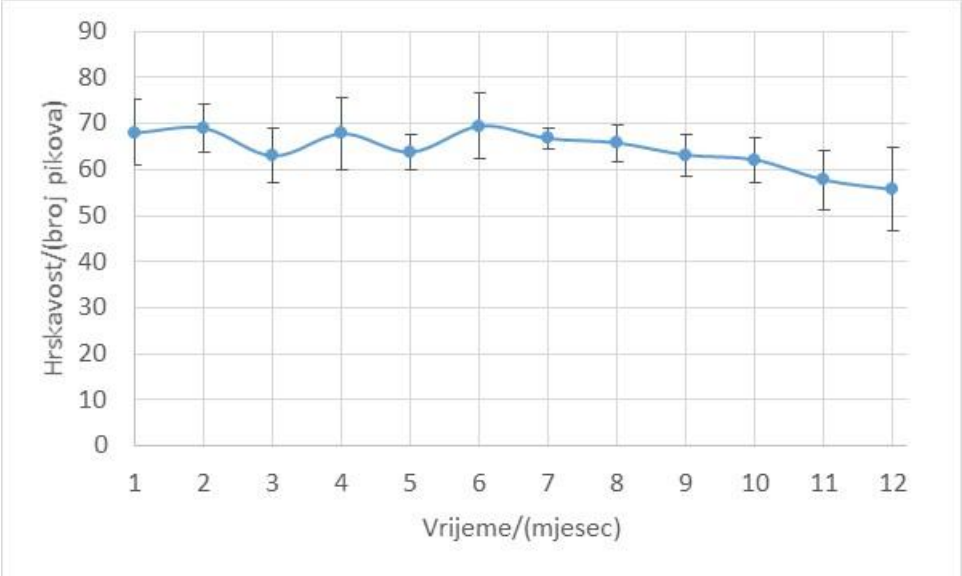
Slika 20 Čvrstoća napolitanki s kako i mliječnim punjenjem (pakiranje 430 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



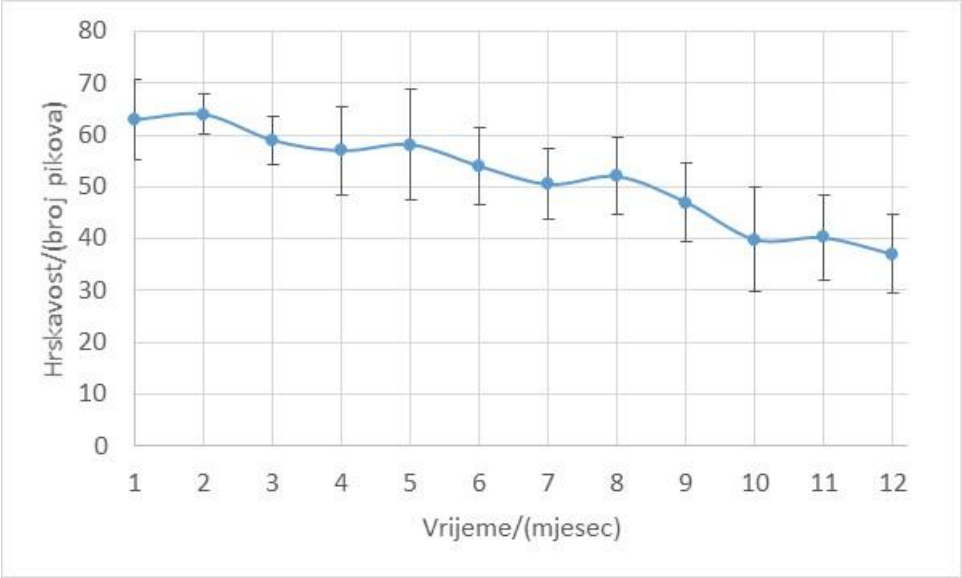
Slika 21 Čvrstoća napolitanki s kako i mliječnim punjenjem (pakiranje 200 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Slike 16–21 prikazuju promjenu čvrstoće vafel proizvoda tijekom skladištenja u razdoblju predviđenom za upotrebu. Vidljivo je da se čvrstoća povećava kod svih proizvoda tijekom skladištenja

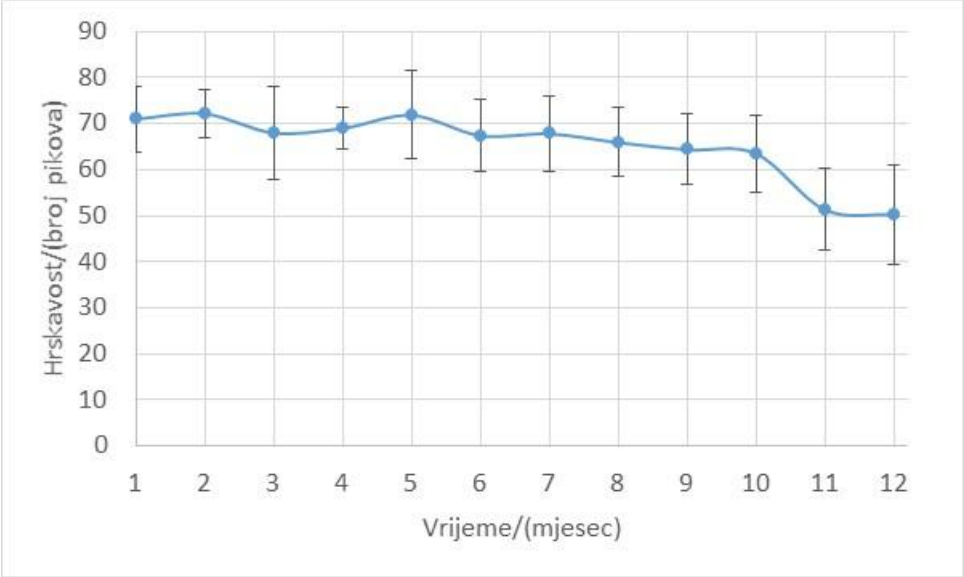
i to u najvećoj mjeri do petog mjeseca skladištenja kada se manje-više ustaljuje. Najveće povećanje čvrstoće pokazali su vafel proizvodi s kako i mliječnim punjenjem (**Slike 20–21**). Samo povećanje čvrstoće određeno na ovaj način analizatorom teksture ne mora značiti da je ono i senzorski značajno jer se ovom metodom mjeri najviši pik dobiven kompresijom uzorka, a on ne mora biti reprezentativan za cijeli presjek proizvoda. Zbog toga se za ocjenu teksturalnog profila vafel proizvoda kao bitniji atributi u obzir trebaju uzeti hrskavost i žilavost jer su ovi parametri odraz kvalitete cijelog presjeka proizvoda.



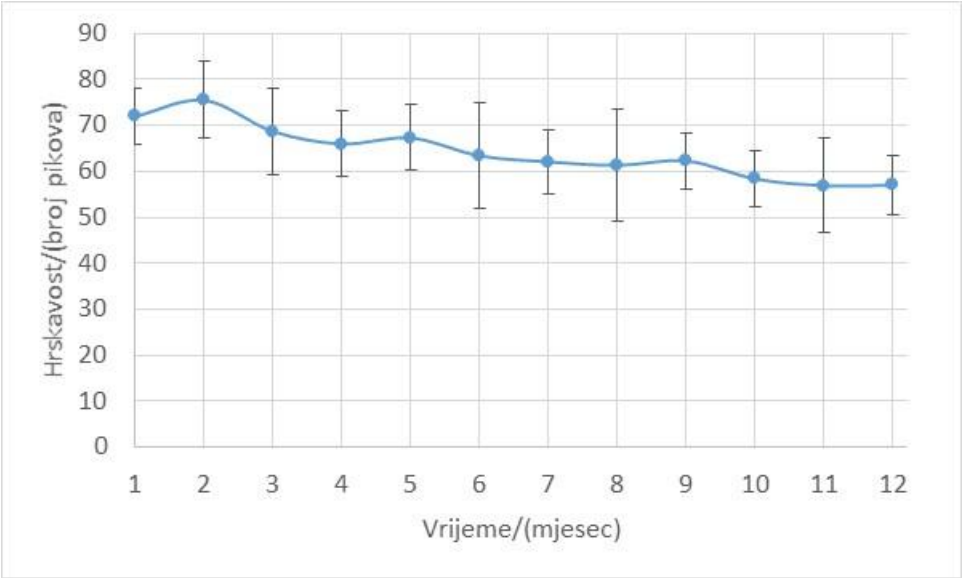
Slika 22 Hrskavost napolitanki s punjenjem od lješnjaka tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



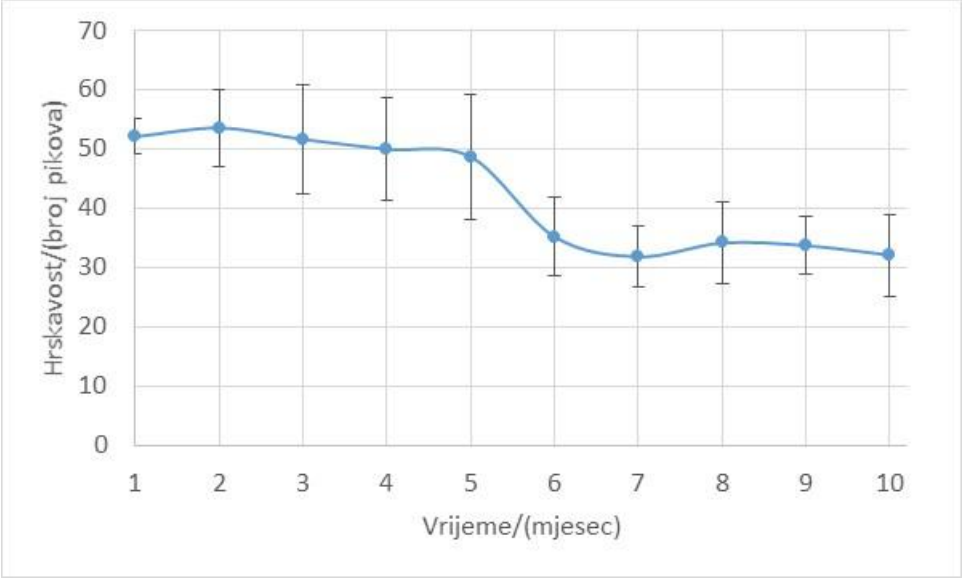
Slika 23 Hrskavost napolitanki s voćnim (limun/naranča) punjenjem tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



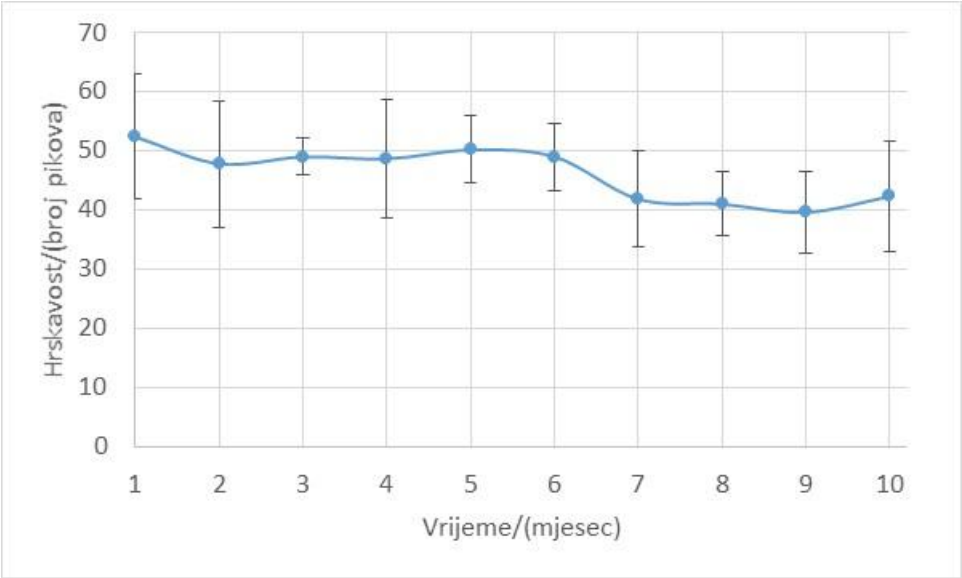
Slika 24 Hrskavost napolitanki s čokoladnim punjenjem (pakiranje 200 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



Slika 25 Hrskavost napolitanki s čokoladnim punjenjem (pakiranje 430 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)

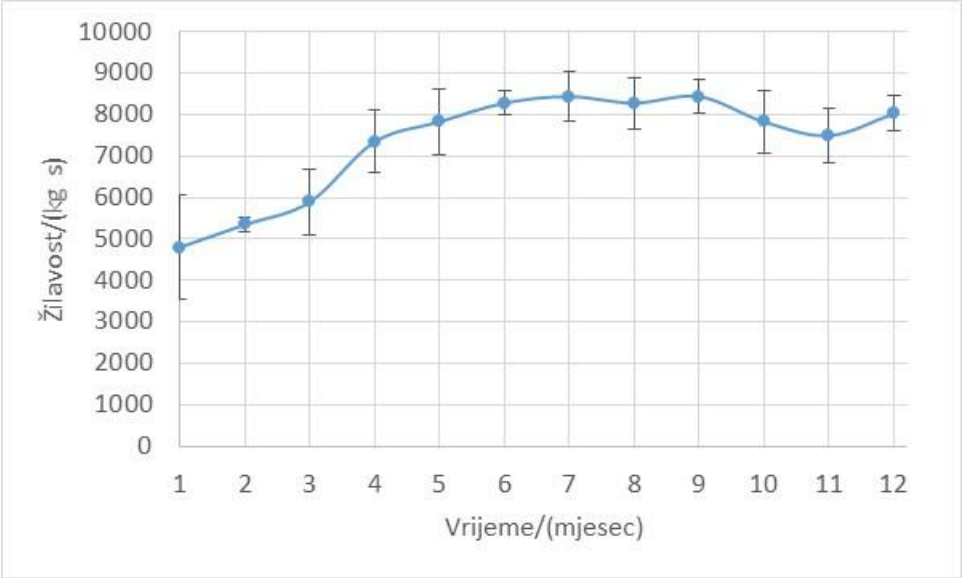


Slika 26 Hrskavost napolitanki s kako i mliječnim punjenjem (pakiranje 430 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)

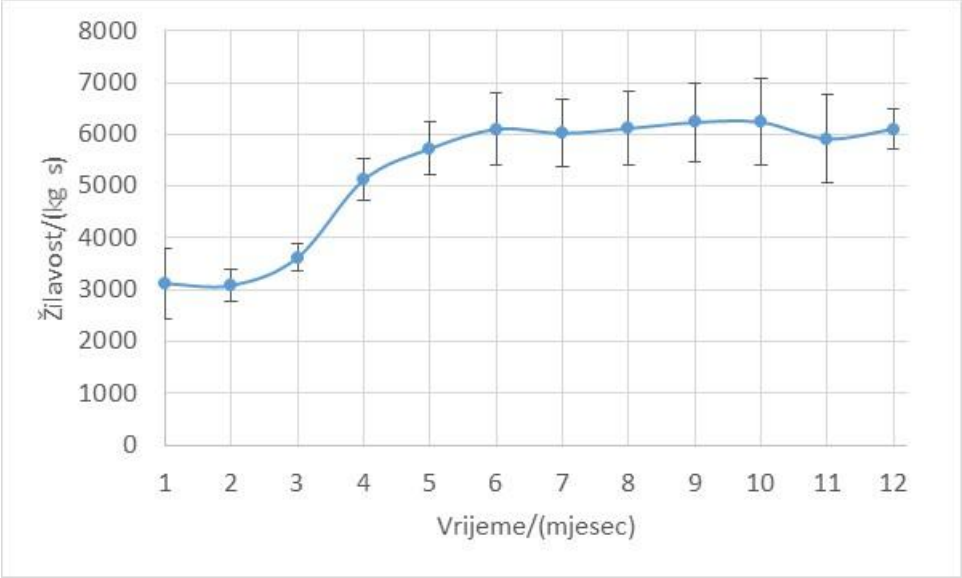


Slika 27 Hrskavost napolitanki s kako i mliječnim punjenjem (pakiranje 200 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)

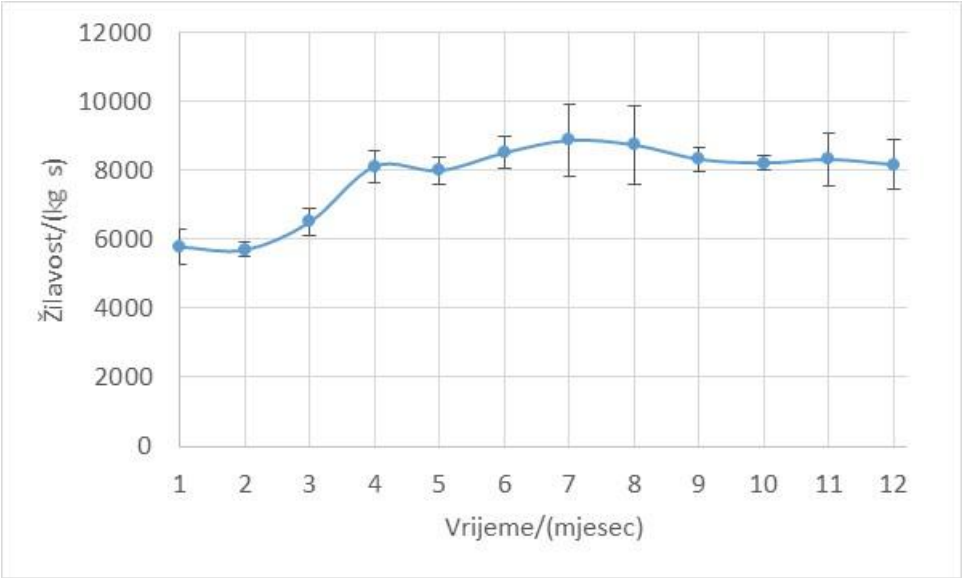
Slike 22–27 prikazuju promjenu hrskavosti vafel proizvoda tijekom skladištenja u razdoblju predviđenom za upotrebu. Hrskavost predstavlja broj pikova koji se pojavljuju na krivulji ovisnosti sile o vremenu kompresije dobivene analizom teksture. Vidljivo je da se hrskavost smanjuje kod svih proizvoda tijekom skladištenja uslijed povećanja vlage, odnosno aktiviteta vode samog vafel lista u proizvodima i to gotovo linearno tijekom svih mjeseci skladištenja. Svi vafel proizvodi, iako pokazuju trend smanjenja hrskavosti, zadržavaju u velikoj mjeri ovo senzorski značajno svojstvo do kraja predviđenog roka upotrebe.



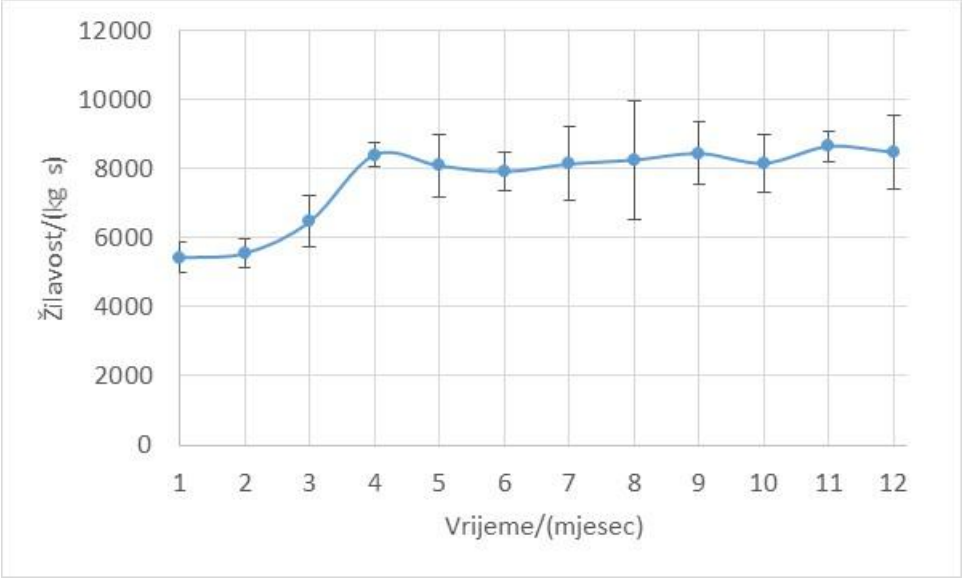
Slika 28 Žilavost napolitanki s punjenjem od lješnjaka tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



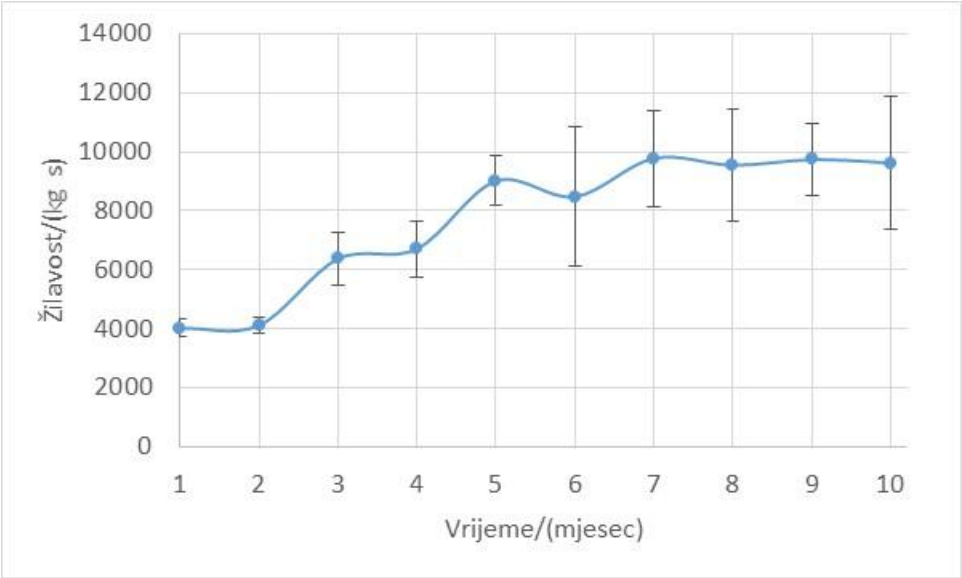
Slika 29 Žilavost napolitanki s voćnim (limun/naranča) punjenjem tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



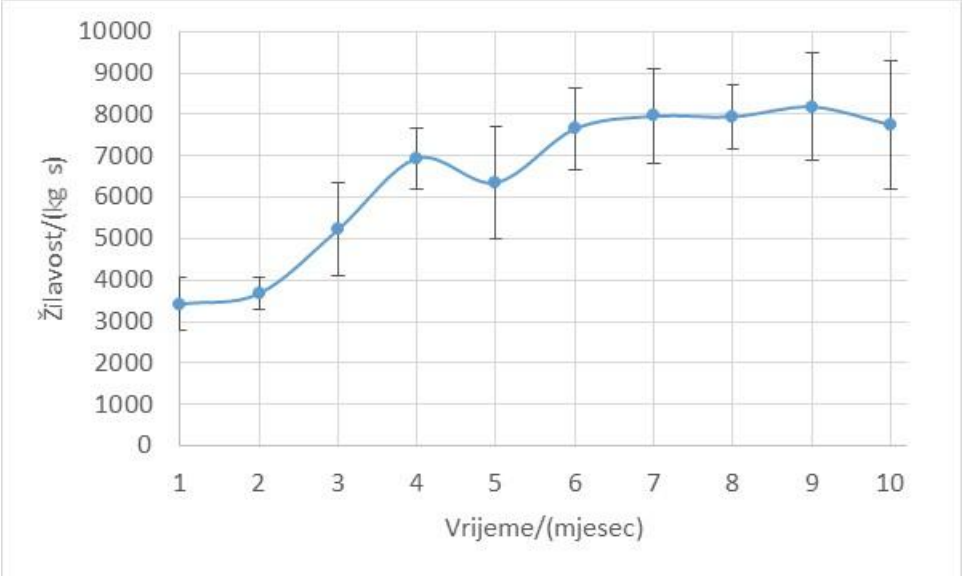
Slika 30 Žilavost napolitanki s čokoladnim punjenjem (pakiranje 200 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



Slika 31 Žilavost napolitanki s čokoladnim punjenjem (pakiranje 430 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



Slika 32 Žilavost napolitanki s kako i mliječnim punjenjem (pakiranje 430 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)



Slika 33 Žilavost napolitanki s kako i mliječnim punjenjem (pakiranje 200 g) tijekom predviđenog roka upotrebe od 12 mjeseci (prikazani podaci su srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Slike 28–33 prikazuju promjenu žilavosti vafel proizvoda tijekom skladištenja u razdoblju predviđenom za upotrebu. Žilavost se izražava kao površina ispod kompresijske krivulje ovisnosti sile

o vremenu kompresije dobivene analizom teksture. Vidljivo je da se žilavost povećava kod svih proizvoda tijekom skladištenja, a u najvećoj mjeri do četvrtog mjeseca skladištenja kada se u većoj ili manjoj mjeri ustaljuje. Samo povećanje žilavosti također se javlja kao posljedica povećanja sadržaja vlage u vafel listu, ali ono nije izraženo u tolikoj mjeri da bi bilo značajno primjetno za potrošača.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

Sva korištena brašna za proizvodnju vafel listova bila su ujednačene kvalitete, a sve vrijednosti su se kretale u granicama preporučenih vrijednosti za proizvodnju vafla.

Vlaga vafel listova kretala se u granicama od 0,89 do 1,2 %, a vlaga gotovog proizvoda bila je najmanja kod napolitanki s voćnim punjenjem (0,38–0,65 %), a najveća kod vafel proizvoda s kakao i mliječnim punjenjem gdje je u pravilu bila iznad 1 %.

Čvrstoća i žilavost se povećavaju kod svih vafel proizvoda tijekom skladištenja i to u najvećoj mjeri do četvrtog ili petog mjeseca skladištenja kada se manje-više ustaljuju.

Hrskavost se smanjuje kod svih proizvoda tijekom skladištenja uslijed povećanja vlage, odnosno aktiviteta vode samog vafel lista u proizvodima i to gotovo linearno tijekom svih mjeseci skladištenja.

Svi analizirani vafel proizvodi pokazuju trend promjene testuralnih svojstava tijekom skladištenja, ali one nisu izražene u tolikoj mjeri da bi bile primjetne za potrošača te se u velikoj mjeri sva senzorski značajna svojstva zadržavaju do kraja predviđenog roka upotrebe.

6. LITERATURA

Afoakwa EO: Chocolate Science and Technology, Wiley-Blackwell, UK, 2010.

Arendt EK, Zannini E: Cereal grains for the food and beverage industries, Woodhead Publishing Limited, CambridgeJ, UK

Đaković Lj: Pšenično brašno. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1997.

Gavrilović M: Tehnologija konditorskih proizvoda. Univerzitetski udžbenik, Novi Sad, 2003.

Gavrilović M: Tehnologija konditorskih proizvoda. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad, 2011.

Hoseney RC: Principles of cereal scince and tehnology, AACC, Inc.St. Paul Minesota, USA, 1994.

Koehler P, Wieser H: Chemistry of Cereal Grains. u Handbook of Sourdough Biotechnology, Gobbetti, M., Gänzle M. (ur.), Springer, New York, 2013.

Kovačević MB: Savremeno pekarstvo. Izdavačko poduzeće "Cvetnik", Novi Sad, 1991.

Lukinac Čačić J: Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja. Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2012.

Manley D: Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. Woodhead publishing Limited, 2000.

Matasović D: Poznavanje prehrambene robe. Školska knjiga, Zagreb, 1997.

Mccance, Widdowson: The composition of foods. Royal Soc. Of Chem., London, 1991.

Mićić B: Osnovi pekarstva. Poslovno udruženje proizvođača hleba i peciva, Beograd, 1976.

MPŠVG. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, NN br. 47/2008.

Pravilnik o keksima i keksima srodnim proizvodima, NN 73/2005.

Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, NN 117/03, 130/03, 48/04, 2004/047/2008.

Priručnik o poboljšivačima i ostalim sirovinama za pekarstvo i slastičarstvo. TIM ZIP d.o.o, Biblioteka Kruh za život, Zagreb, 2007.

Pritchard PE, Stevens DJ: The Influence of Processing Variables on the Properties of Wafer Sheets, FMBRA Report No. 56., 1972.

Pritchard PE, Wade P: Development of a Test Baking Procedure for Wafer Sheets, FMBRA Report No. 53., 1972.

Ugarčić-Hardi Ž: Tehnologija tjestenine i keksa (interna skripta). Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 1999.