

Amilografsko ispitivanje smjesa za proizvodnju čajnog peciva s dodatkom pogača bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje

Čuljak, Jaka

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:109:528259>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Jaka Čuljak

**AMILOGRAFSKO ISPITIVANJE SMJESA ZA PROIZVODNJU ČAJNOG
PECIVA S DODATKOM POGAČA BUNDEVE, LJEŠNJAKA I INDUSTRIJSKE
KONOPLJE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2017.

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, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda
Tema rada: je prihvaćena na X. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2016./2017. održanoj 13. srpnja 2017..
Mentor: izv. prof. dr. sc. *Marko Jukić*
Pomoć pri izradi: Ana Šušak, dipl. ing., stručni suradnik

AMILOGRAFSKO ISPITIVANJE SMJESA ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA S DODATKOM POGAČA BUNDEVE, LJEŠNJAKA I INDUSTRIJSKE KONOPLJE

Jaka Čuljak, 350-DI

Sažetak: Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna odmašćenim pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje na amilografske pokazatelje kvalitete smjese za proizvodnju čajnog peciva. Ispitivanje je provedeno s dodacima pogača u udjelima od 20, 40 i 60 %, a navedene smjese koristile su se i u proizvodnji čajnog peciva prema standardnoj AACC (American Association of Cereal Chemists) metodi 10-50D. Rezultati amilografskih ispitivanja uspoređeni su s promjenama fizikalnih svojstava čajnog peciva (širina, visina, faktor širenja i volumen čajnog peciva). Dobiveni rezultati su pokazali da zamjena dijela pšeničnog brašna pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje značajno utječe na većinu promatranih amilografskih i fizikalnih pokazatelja kvalitete. Postoji statistički značajna korelacija između debljine čajnog peciva i početne temperature želatinizacije, maksimalne viskoznosti i opadanja viskoznosti. Faktor širenja čajnog peciva u korelaciji je s početnom temperaturom želatinizacije, a vidljiva je i statistički značajna korelacija između rezultata povratnog efekta i volumena čajnog peciva.

Ključne riječi: čajno pecivo, pogače bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje, amilografsko ispitivanje

Rad sadrži: 45 stranica
16 slika
31 tablica
41 literaturna referenca

Jezik izvornika: Hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

1.	prof. dr. sc. Daliborka Koceva Komlenić	predsjednik
2.	izv. prof. dr. sc. <i>Marko Jukić</i>	član-mentor
3.	doc. dr. sc. Jasmina Lukinac Čačić	član
4.	prof. dr. sc. <i>Jurislav Babić</i>	zamjena člana

Datum obrane: 29. rujna 2017.

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 Technology
Subdepartment of grain processing technologies
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 of Food Technology Osijek Council at its session no. X held on July 13, 2017.
Mentor: *Marko Jukić*, PhD, associate prof.
Technical assistance: *Ana Šušak*, dipl. ing., expert associate

AMYLOGRAPHIC EVALUATION OF COOKIE FLOUR MIXTURES WITH ADDITION OF DEFATTED PUMPKIN, HAZELNUT AND INDUSTRIAL HEMP CAKE

Jaka Čuljak, 350-DI

Summary: The aim of this study was to investigate the effect of replacing part of wheat flour (20, 40 and 60 %) with defatted pumpkin, hazelnut and industrial hemp cake on amylographic indicators of quality of flour mixtures for cookie production. Cookies were produced according to the AACC (American Association of Cereal Chemists) 10-50D method. Results of amylographic evaluation were compared with changes of cookie physical parameters (width, thickness, spread factor and volume).

Based on the results of research carried out in this paper it can be concluded that replacing part of wheat flour with defatted pumpkin, hazelnut and industrial hemp cake has significant influence on majority of the observed amylographic and physical parameters. There was a statistically significant correlation between the cookie thickness and the pasting temperature, peak viscosity and breakdown. Cookie spread factor correlated with pasting temperature and significant correlation between setback and volume of cookies was also noticed.

Key words: cookie, defatted pumpkin, hazelnut and industrial hemp cake, amylographic evaluation

Thesis contains: 45 pages
16 figures
31 tables
41 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | | |
|----|---|--------------|
| 1. | <i>Daliborka Koceva Komlenić</i> , PhD, full prof. | chair person |
| 2. | <i>Marko Jukić</i> , PhD, associate prof. | supervisor |
| 3. | <i>Jasmina Lukinac Čačić</i> , PhD, assistant prof. | member |
| 4. | <i>Jurislav Babić</i> , PhD, full prof. | stand-in |

Defense date: September 29, 2017

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

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Jukiću na velikoj pomoći i savjetima prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Posebno zahvaljujem prof. dr. sc. Daliborki Koceva Komlenić, jer mi je bila podrška dok sam strahovala hoću li sve stići na vrijeme.

Zahvaljujem i Ani Šušak, dipl. ing. za strpljivost i pomoć prilikom izrade eksperimentalnog dijela u laboratoriju.

Posebna zahvala mojim roditeljima, koji su mi bili podrška tijekom čitavog školovanja, što su bili uz mene u sretnim i manje sretnim trenucima, i koji su zaslužni za sve što sam danas.

Hvala cijeloj rodbini i prijateljima, što su bili uz mene kad mi je to bilo potrebno.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. PŠENIČNO BRAŠNO	4
2.1.1. Škrob	7
2.1.2. Enzimi	9
2.2. BUČA ILI BUNDEVA	11
2.3. LJEŠNJAK	12
2.4. INDUSTRIJSKA KONOPLJA	14
2.5. ČAJNO PECIVO	16
2.6. AMIOGRAFSKO ISPITIVANJE SVOJSTAVA BRAŠNA	17
3. EKSPERIMENTALNI DIO	21
3.1. ZADATAK	22
3.2. MATERIJALI	22
3.3. METODE	22
3.3.1. Određivanje reoloških svojstava Mikro Visko-Amilografom	22
3.3.2. Proces proizvodnje čajnog peciva	23
3.3.3. Ispitivanje fizikalnih svojstava čajnog peciva	24
3.3.4. Statistička obrada rezultata	25
4. REZULTATI	26
4.1. REZULTATI AMIOGRAFSKOG ISPITIVANJA	27
4.2. REZULTATI FIZIKALNIH ISPITIVANJA ČAJNOG PECIVA	32
4.3. KORELACIJSKA MATRICA DOBIVENIH REZULTATA ISPITIVANJA	36
5. RASPRAVA	37
6. ZAKLJUČCI	41
6. LITERATURA	43

1. UVOD

U ovom radu ispitivan je utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje na amilografske pokazatelje kvalitete smjesa za proizvodnju čajnog peciva. Ispitivanje je provedeno na Brabenderovom Mikro Visko-Amilografu.

Čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog masnog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masnoće, računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode. Brašno je glavni sastojak za pripravu čajnog peciva. Brašno ne doprinosi uvelike okusu, osim ako sadrži posije, no značajno doprinosi teksturi pečenog čajnog peciva, njegovoj čvrstoći i obliku. Brašno s malim postotkom proteina, čiji je gluten slab i nerastezljiv koristi se za proizvodnju keksarskih proizvoda.

Buča, obična lijeska i industrijska konoplja su biljke koje se koriste za dobivanje ulja postupkom prešanja. Nakon prešanja, kao nusproizvod zaostaje pogača koja se koristi u prehrambenoj industriji za proizvodnju različitih proizvoda. Pogača buče sadrži oleinsku i linolnu masnu kiselinu. Bogata je aminokiselinom triptofan, a sadrži i određeni udio fenolnih spojeva. Pogača lješnjaka sadrži određenu količinu zaostalog ulja koje se ne uspijeva istisnuti tijekom samog procesa prešanja. Takva pogača često se koristi kao stočna hrana, ali i u proizvodnji ekstrudiranih proizvoda. Pogača industrijske konoplje koristi se u prehrambenoj industriji, ali i kao kvalitetna stočna hrana. Suha tvar pogače konoplje sadrži proteine, ugljikohidrate, vlagu i pepeo.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PŠENIČNO BRAŠNO

Pšenično brašno je proizvod koji se dobiva procesom mljevenja pšenice. Kemijski spojevi koji su najzastupljeniji u zrnu pšenice su bjelančevine, lipidi, vlakna i mineralne tvari. Zrno pšenice izgrađeno je od endosperma, omotača i klice. Tehnološkim procesom mljevenja pšeničnog zrna kao proizvod nastaje pšenično brašno različitih tipova i pšenične posije (Arendt i Zannini, 2013).

Pšenica je jednogodišnja biljaka iz porodice trava (*Poaceae*), rod *Triticum*. Poznato je više vrsta, međutim za proizvodnju brašna najznačajnije su tri vrste:

- *Triticum aestivum* (meko pšenica),
- *Triticum compactum* (patuljasta pšenica),
- *Triticum durum* (tvrda pšenica).

Brašno koje se dobiva mljevenjem meke pšenice upotrebljava se za proizvodnju kruha, tjestenine te u konditorskoj industriji. Brašno dobiveno mljevenjem patuljaste pšenice upotrebljava se za proizvodnju kolača, vafla i lisnatog tijesta. U proizvodnji čajnih peciva najčešće se upotrebljava pšenično brašno T-400 i T-550. Granulacija brašna vrlo je važna značajka. Brašna sa finijim česticama imaju veću specifičnu površinu i posljedično veću sposobnost upijanja vode. S druge strane, čestice brašna veće granulacije i brašna s niskim udjelom proteina imaju manju sposobnost upijanja vode (Gavrilović, 2011). Najkvalitetnija sirovina na bazi brašna za proizvodnju tjestenine je krupica tvrde pšenice.

Prema Pravilniku o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta, mlinski proizvodi od pšenice proizvedeni mljevenjem krušne pšenice (*Triticum aestivum*) ili tvrde pšenice (*Triticum durum*) su: brašna raznih tipova, krupica, proizvodi iz cijelog zrna, prekrupa, klica i posije za ljudsku prehranu (MPŠVG, 2005).

Iz središnjih dijelova endosperma postupkom mljevenjem pšenice dobiva se bijelo brašno T-400 i T-550. Takvi tipovi brašna u odnosu na brašno T-850 sadrže manji udio mineralnih tvari i nižeg su postotka izmeljavanja, sadrže veći udio škroba, imaju manji udio celuloze i masti, manji udio nutritivno vrijednih proteina, te formiraju gluten boljih svojstava. Zbog dobrih svojstava glutena i slabe enzimske aktivnosti, tijesto dobiveno od brašna T-400 i T-550 je rastezljivo, elastično i stabilno (Đaković, 1997).

Brašno je glavni sastojak za pripremu čajnog peciva. Ne doprinosi uvelike okusu, osim ako sadrži posije, no značajno doprinosi teksturi pečenog čajnog peciva, njegovoj čvrstoći i obliku. Brašno s malim postotkom proteina, čiji je gluten slab i nerastezljiv se koristi se za proizvodnju keksarskih proizvoda. To su vrste brašna s udjelom proteina nižim od 9 %, dok brašno s proteinskim udjelom višim od 9,5 % obično stvara probleme prilikom proizvodnje keksa. Važno je znati, ako je visok udio pepela u brašnu, funkcija glutena neće biti optimalna i sredina keksa može posiviti. Kvaliteta brašna može se poboljšati do određenih granica, dodatkom aditiva i tehnikama procesiranja kako bi se udovoljili potrebni zahtjevi za kvalitetom. Vrlo je važna i granulacija brašna, a izbor brašna prema granulometrijskom sastavu ovisi o sirovinskom sastavu tijesta i načinu mehaničke obrade. Keksarski proizvodi se peku do niskog konačnog udjela vlage jer se smatra da se na taj način čuva energija tijesta. Željena granulacija brašna za proizvodnju keksa je oko 50 μm s manje od 10 % čestica većih od 130 μm (Manley, 2000).

Najznačajniji sastojci navedeni u Tablici 1, koji utječu na kvalitetu brašna tijekom tehnološke prerade su voda, proteini, škrob, masti, pentozani i šećeri. Prosječni kemijski sastav brašna za određeni stupanj izmeljavanja brašna dobiven je mljevenjem različitih smjesa pšenice (Đaković, 1997).

Tablica 1 Prosječni kemijski sastav različitih tipova pšeničnog brašna izražen u % (Đaković, 1997.)

Pšenično brašno tip	T-400	T-550	T-850	T-1100	T-1600
Stupanj izmeljavanja	40-50	64-71	76-79	82-85	90-95
Škrob	84,2	81,8	78,4	78,2	66,0
Proteini	11,7	12,3	13,0	13,3	14,8
Lipidi	1	1,2	1,5	1,9	2,3
Vlakna	3,7	3,7	4,2	4,9	10,9
Pepeo	0,41	0,55	0,81	1,05	1,7

Voda je vrlo važan faktor održivosti brašna. Kako raste sadržaj vlage, smanjuje se apsorpcijska sposobnost brašna (Žeželj, 2005). Sadržaj vode u brašnu je ograničen propisima i prema Pravilniku o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta iznosi najviše 15 %.

Šećeri koji se nalaze u pšeničnom brašnu su: fruktoza, glukoza, rafinoza, maltoza, saharoza, glukofruktozan, melobioza. Količina šećera, posebno maltoze, se znatno povećava pri klijanju zrna (Auerman, 1988). Ugljikohidrati imaju važnu ulogu u procesu stvaranja boje kore sudjelovanjem u Maillardovim reakcijama i reakcijama karamelizacije. Ukupni sadržaj šećera u pšeničnom brašnu iznosi oko 1 %, pri čemu između različitih tipova brašna nema značajnije razlike, ukoliko je odstranjena klica u kojoj se nalazi najveći dio šećera (Žeželj, 2005).

Pšenica sadrži značajne količine žućkastih pigmenata karotenoida. Glavni pigmenti su ksantofilni pigment lutein i njegovi esteri, s manjim udjelima (2-12 %) β -karotena. Flavoni poput tricina i razgradni produkti klorofila su također prisutni. Međutim, pšenice različitog podrijetla, uvjeta uzgoja i sorte daju brašna s različitim sadržajem pigmenata. Pigmenti su nositelji boje različitog kemijskog sastava. Procjena boje brašna provodi se na temelju spektrofotometrijskog mjerenja ekstrakata, pomoću β -karotena kao standarda. (Cornell i Hoveling, 1998)

Mineralne tvari brašna čine fosfor, kalcij, magnezij, klor, kalij, dok su ostali elementi zastupljeni u tragovima (Žeželj, 2005). Najviše minerala nalazi se u omotaču zrna i aleuronskom sloju, a najmanje u endospermu. Razlika u udjelu mineralnih tvari u pojedinim dijelovima zrna služi za određivanje tipa brašna i dokazivanje porijekla brašna. Određivanje udjela mineralnih tvari u brašnu provodi se metodom spaljivanja uzorka nakon čega zaostaje bijeli prah, koji predstavlja pepeo. Pepeo čine oksidi natrija, kalija, fosfora i dr. (Ugarčić-Hardi i sur., 2009) koja su bogatija mineralnim tvarima imaju i veću nutritivnu vrijednost (Anglani, 1998)

Lipidi brašna uglavnom se sastoje od triglicerida nezasićenih masnih kiselina, a njihova prisutnost može dovesti do užglosti brašna. Uz trigliceride, prisutni su i fosfolipidi, lipoproteini i glikolipidi (Žeželj, 2005). Masti su koncentrirane u klici, dok su ostali dijelovi zrna znatno siromašniji.

Proteini brašna su isti kao i proteini pšenice, tj. to su albumini, globulini, glijadini i prolamini. Proteini, tj. gluten, su direktno odgovorni za formiranje strukture tijesta.

Vlakna su jako važna s obzirom na prehranu, iako se u ljudskom organizmu ne reapsorbiraju. To su celuloza, hemiceluloza, lignin, pentozani.

Vitamini su u brašnu zastupljeni u vrlo malim količinama. Najviše ima vitamina B-skupine, manje tokoferola, dok je sadržaj ostalih vitamina zanemariv.

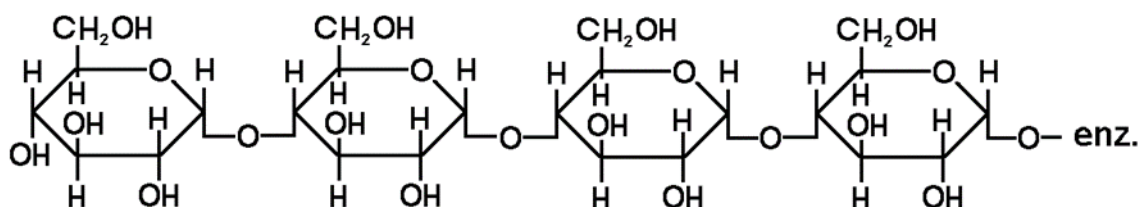
Škrob i enzimi su također važni sastojci o kojima će biti rečeno više u daljnjem tekstu.

2.1.1. Škrob

Škrob (lat. *Amylum*) je visokomolekularni ugljikohidrat, polisaharid s općom formulom $(C_6H_{10}O_5)_n$, koji je izgrađen od međusobno povezanih molekula (jedinica) D-glukoze povezanih α -1,4 glikozidnom vezom. Škrob je bijeli ili žućkasto bijeli prah koji se sastoji od sitnih zrnaca. Škrob zauzima najveći udio u masi brašna, oko 70 % (Auerman, 1988). Pšenična škrobna zrnca su okruglog oblika i veličine od 5 do 50 μm (Kalušderski i Filipović, 1998). Na osobine tijesta utječu sadržaj škroba u brašnu, veličina škrobnih zrnaca i stupanj njihove oštećenosti. Sitnija i oštećena škrobna zrna, mogu apsorbirati više vode (Auerman, 1988). Netopljiv je u hladnoj vodi, alkoholu i eteru, dok u vrućoj vodi daje gustu koloidnu otopinu (škrobno ljepilo), koja ohlađena daje želatinoznu masu. Djelovanjem kiselina i enzima može se potpuno razgraditi do glukoze, uz međuprodukte dekstrine i maltozu.

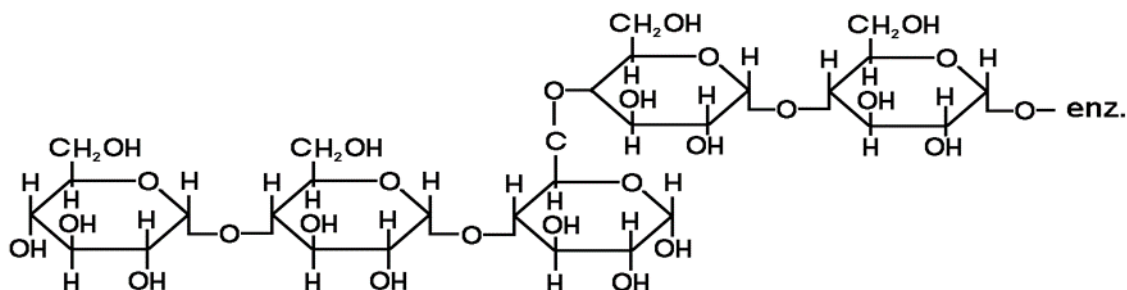
Škrob sadržava dva građom različita ugljikohidrata iste formule, a to su amiloza i amilopektin.

Amiloza (Slika 1) je ravnolančasta molekula s 25 do 1 000 glukoznih jedinica, u kojem su jedinice glukoze povezane α -1,4 glikozidnim vezama.



Slika 1 Kemijska struktura amiloze (web 1)

Amilopektin (Slika 2) je razgranati polimer s više od 3 000 glukoznih jedinica. Glukoza je povezana α -1,4 glikozidnim vezama, s tim da 4-5% ostataka glukoze imaju i α -1,6 glikozidnu vezu, što osigurava točke grananja (Velagić-Habul, 2010).



Slika 2 Kemijska struktura amilopektina (web 1)

Amiloza i amilopektin radijalno se „slažu“ u škrobnu granulu, čiji oblik i veličina ovise o botaničkom podrijetlu škroba. Amiloza u škrobu najčešće zauzima udio od 20-30 %, no postoje i škrobovi koji sadrže manje od 15 % amiloze (tzv. voštani škrobovi) ili više od 40 % amiloze (tzv. visokoamilozni škrobovi). Osim amiloze i amilopektina u škrobnoj molekuli se nalazi i vrlo mali udio lipida, koji su vezani na površini granule ili u komplekse s amilozom, te proteina, koji se uglavnom nalaze u sastavu enzima (BeMiller i Whistler, 2009). Škrob je produkt fotosinteze biljaka. Primarni proizvod fotosinteze jest glukoza, ali ona se kondenzira u netopljivi škrob kako se osmotski tlak u stanici ne bi povećao. Preko noći škrob se postupno razgrađuje i transportira u druga tkiva te se tamo izgrađuju zrnca rezervnog škroba (u amiloplastima). Tijekom klijanja sjemenke i zrenja voća dolazi taj se škrob razgrađuje, te se nastali produkti koriste kao izvor energije i ugljika. Taj škrob je i glavni izvor ugljikohidrata i energije u ljudskoj prehrani (Eliasson, 2004). Škrob se industrijski proizvodi izoliranjem iz biljnih materijala – najčešće kukuruza, tapioke, pšenice, dok manji udio zauzima proizvodnja iz krumpira i riže. Ekstrahirani škrob iz biljaka prerađuje se i koristi se u različite svrhe, u prehrambenoj i tekstilnoj industriji, kao apsorvent u industriji polimera, u kemijskoj i farmaceutskoj industriji. Nakon što je podvrgnut fermentaciji može se koristiti za dobivanje etanola, piva, likera, alkoholnih pića, te kao zaslađivač – fruktozni sirup i sredstvo za stabilizaciju (Velagić-Habul, 2010). Nativni škrob, kakav se dobije izoliranjem, ima vrlo ograničenu primjenu u industriji zbog ograničenja u svojstvima – to su najprije problemi sa želatinizacijom i retrogradacijom, stabilnošću tijekom miješanja pri visokim temperaturama i u kiselim uvjetima, pa se provodi modificiranje škroba fizikalnim, kemijskim ili enzimskim postupcima, odnosno njihovom kombinacijom (BeMiller i Whistler, 2009).

U kemijske postupke modifikacije škroba ubrajaju se esterifikacija, eterifikacija, kationizacija, oksidacija i umrežavanje te kombinacije navedenih postupaka.

2.1.2. Enzimi

Enzimi su biokemijski katalizatori koji u vrlo malim količinama utječu na ubrzanje određenih biokemijskih procesa, a pri tome se sami ne mijenjaju. Pšenica i pšenično brašno sadrže u značajnijem udjelu amilolitičke enzime koji sudjeluju u razgradnji škroba, proteolitičke koji sudjeluju u razgradnji proteina i enzim lipooksigenazu koji je aktivator oksidacije.

Amilolitički enzimi razgrađuju škrob na manje složene molekule. Nativni amilolitički enzimi pšenice su α -amilaza i β -amilaza. α -amilaza ne napada škrobne granule, ona hidrolizira oštećene škrobne granule umjerenom brzinom, a želatinizirani škrob znatno brže. Ovaj enzim hidrolizira α -1,4-glikozidne veze u molekuli škroba u određenim točkama stvarajući glukozu i maltozu iz amiloze (Jelača, 1972).

β -amilaza cijepa škrobne lance na maltozne jedinice s nereducirajućih krajeva škrobnih lanaca. Djeluje na amilozu tako da je potpuno hidrolizira u maltozu, a djelovanjem na amilopektin dobije se amiloza i oko 40% dekstrina. Djelovanjem amilaza na škrob smanjuje se viskoznost škrobnog gela, gubi se kapacitet škroba da daje plavu boju u reakciji s jodom, nestaju reducirajuće grupe i formiraju se maltoza i dekstrin u formi oligosaharida različite dužine lanaca. Granule škroba koje su hidrolizirane bubre u suspenziji i gube sposobnost dvojnog prelamanja polarizirane svjetlosti. One dispergiraju, a zatim se otapaju. Ovaj proces se ubrzava s porastom temperature i radi se o procesu želatinizaciji (Jelača, 1972).

Proteolitički enzimi brašna procesom hidrolize razlažu bjelančevine u njihovoj peptidnoj vezi i nazivaju se proteinaze. To su enzimi koji degradiraju kompleks proteina i njihove produkte u jednostavnije molekule, odnosno cijepaju proteine u manje složene jedinice kao što su polipeptidi, peptoni, te na način da hidroliziraju njihove peptidne veze. Nastale jednostavnije proteinske komponente dalje se hidroliziraju pomoću peptidaza u aminokiseline, koje su osnovne jedinice strukture proteina. Djelovanje proteinaze na gluten i tijesto izaziva jako omekšanje, smanjenje elastičnosti i povećanje žitkosti. (Jelača, 1972)

Proteolitički enzimi se najčešće smatraju nepoželjnim u brašnu jer mogu smanjiti sposobnost tijesta da zadrži plinove nastale tijekom fermentacije. Međutim, njihova prisutnost u tijestu je

poželjna ako je gluten jak, nedovoljno rastezljiv ili krhak. Na taj se način pri preradi vrlo jakog pšeničnog brašna, primjenom preparata s izraženom proteolitičkom aktivnošću ubrzava omekšanje tijesta skraćivanjem glutenskih lanaca i tako se poboljšavaju njegove fizičke osobine (rastezljivost). Nadalje se poboljšava volumen proizvoda i struktura sredine. Određena količina ovih enzima potrebna je radi stvaranja nekih produkata razgradnje proteina koji će zajedno s dekstrinima iz brašna formirati melanoide, spojeve odgovorne za boju kore proizvoda na bazi brašna.

Posljedice prekomjerne prisutnosti proteolitičkih enzima očituju se razgradnjom glutena koji tada gubi sposobnost zadržavanja plina. Proteinaze, koje se nalaze u pšeničnom zrnu, uglavnom su papain i fermenti njegovog tipa, sa optimumom djelovanja na pH od 4,0 do 5,5 i oko 45 °C. Papain može biti u oksidiranom (-S-S-) i reducirajućem (-SH) obliku. Hidrolitičku aktivnost posjeduje samo reducirani oblik, pa zbog toga njihovo djelovanje može doći do izražaja samo u slučaju ako su u aktivnom (-SH) obliku, ili ako postoje aktivatori.

Proteolitička razgradnja proteina koja dovodi do manjih ili većih promjena u stanju pšeničnog glutena, zavisi od sljedećih faktora:

- podložnosti bjelančevina enzimskoj razgradnji;
- prisutnosti fermenta, njihove vrste i koncentracije;
- prisustva aktivatora, odnosno inhibitora fermenta;
- okolnih utjecaja: temperature i vlažnosti tijesta, pH i dr. (Đaković, 1980).

Lipooksigenaza je enzim koji katalizira oksidaciju nezasićenih masnih kiselina u hidroperokside uz prisutnost kisika iz zraka. Lipooksigenaza je učinkovito sredstvo za bijeljenje, gdje kao aktivator oksidacije uništava žute pigmente u endospermu pšenice (Auerman, 1979). Lipooksigenaza utječe na oksidaciju -SH skupina proteina i aktivatora proteolize čime se popravljaju fizičke osobine glutena. Upotrebljava se u pekarskoj industriji kao aktivator oksidacije i sredstvo za bijeljenje pigmenata brašna. U pekarstvu se koristi u količini od 0,5 do 1,0 % računato na brašno. Optimalni uvjeti za njihovo djelovanje u pšeničnom brašnu je vrijednost pH od 7,2 do 8,2 i temperaturni raspon od 36 do 40 °C (Jelača, 1972).

2.2. BUČA ILI BUNDEVA

Buča (lat. *Cucurbita pepo* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka puzave stabljike ili loze, a pripada porodici *Cucurbitaceae* (tikvovke), rod *Cucurbita*. Podrijetlom je iz Amerike. Plodovi i sjemenka nekih vrsta su jestivi. Karakterističan proizvod je bučino ulje. Buča se može podijeliti prema više karakteristika. Prema stabljici buče se dijele na: *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata* i *Cucurbita mixta*. Plodovi prema obliku mogu biti okrugli, eliptični, izduženi, spljošteni ili kruškoliki. Boja kore ploda varira od tamno zelene do svijetlo žute, a može biti glatka ili naborana tj. rebrasta, a meso ploda od jarko žute do tamno narančaste boje (Jacobo- Valenzuela i sur., 2011). Stabljika buče je rebrasta, dugačka, bodljikava, razgranata i puzava, dužine do 12 m ili kratka bokorasta s viticama. Na Slici 3 prikazan je plod buče gdje se u unutrašnjosti nalaze sjemenke s celuloznom ljuskom.



Slika 3 Buča ili bundeva (web 2)

Plod se razvija iz podrasle plodnice i cvjetišta, veličine od 15 do 50 cm. Iz plodova zrelih buča vadi se placenta sa sjemenkom koje se međusobno razlikuju po veličini, debljini i boji. Bučine sjemenke su eliptičnog, spljoštenog, duguljastog, ovalnog oblika s jasno izraženim rubom te čine 1-3 % ploda. Sjemenka je blijedo žute, bijele ili svijetlo smeđe boje kod sorti s ljuskom, a kod golice ili beskorke je zelena, maslinasto zelena ili sivkasto zelena te je ona prikladna za proizvodnju bučinog ulja. Danas se intenzivnije uzgajaju beskorke, jer sadrže više ulja i proteina, a manje celuloze od obične bučine koštice s ljuskom (Jacobo- Valenzuela i sur., 2011).

Ulje se dobiva postupkom prešanja sjemenke buče, a pogača zaostala nakon prešanja je vrijedan nusproizvod koji se koristi u prehrambenoj industriji. Sadrži oko 598 g/kg sirovih proteina. Bučina koštica ima 42,15 % ulja i 5,76 % vode (Kalšan, 2017). Kalšan (2015) je u istom radu došla do zaključka da je prosječni udio ulja u pogači buče 37,15 %. Pogača sadrži masne kiseline: oleinsku (50,4 %) i linolnu (29,9 %). Bogata je aminokiselinom triptofan, a sadrži i određeni udio fenolnih spojeva (Zdunczyk sur., 1999). Odmašćena pogača buče sadrži više fenolnih kiselina nego sama sjemenka, koje su također lakše dostupne u slobodnom obliku, te ih je lakše ekstrahirati (Peričin i sur., 2009).

2.3. LJEŠNJAK

Obična lijeska (lat. *Corylus avellana* L.) je biljka koja pripada porodici *Betulaceae* i karakterističan je za područje Europe i zapadne Azije. Grmolika je biljka koja doseže visinu od 3-8 m, a može narasti do čak 15 m. Plod koji se naziva lješnjak je orašasto voće koje sazrijeva u malim grozdovima, oko 1-5 komada u svakom. Plod je sa svih strana zaobljen, žuto-smeđe boje sa malo bljeđim urezom na sredini. Najveći svjetski proizvođači lješnjaka, koji osiguravaju gotovo cjelokupnu količinu lješnjaka na svjetskom tržištu su Italija, Turska i Španjolska. Zahvaljujući svojoj velikoj popularnosti diljem svijeta, obični lješnjak zastupljen je u brojnim proizvodima i receptima.

Lješnjaci su izrazito bogati bjelančevinama, te mono- i polinezasićenim mastima, koje čine daleko najveći udio u njegovim ukupnim masnoćama. Značajan su izvor piridoksina (vitamin B6) i tiamina (vitamin B1), kao i manjih količina ostalih vitamina B skupine. Odličan je izvor nutrijenata, poput vlakana, vitaminima E i folne kiseline (vitamin B9), a predstavlja i dobar izvor minerala, kao što su magnezij, mangan, fosfor, željezo i bakar.

Plod lješnjaka se sastoji od čvrste i drvenaste ljuske (perikarpa) i jestive jezgre. Nakon sušenja ploda lješnjaka, jezgra odlazi u daljnju preradu, dok ljuska ostaje kao nusproizvod. Jezgra lješnjaka se najviše koristi u prehrambeno prerađivačkoj industriji za proizvodnju čokolade i srodnih proizvoda, sladoleda, bombona, keksa i peciva (Labell, 1992; Köksal i Okay, 1996).

Dosadašnjim istraživanjima utvrđeni su brojni pozitivni učinci na zdravlje, koji se pripisuju aminokiselinskom sastavu proteina zbog visokog udjela arginina, zatim specifičnom sastavu masnih kiselina ulja i visokom sadržaju vrijednih komponenti poput β -sitosterola, tokoferola

(vitamin E), piridoksina (vitamin B6), kao i magnezija, željeza, bakra i selen. Osnovni kemijski sastav jezgre lješnjaka prikazan je u Tablici 2.

Tablica 2 Osnovni kemijski sastav jezgre lješnjaka (Dimić, 2005)

Komponenta	Srednja vrijednost (%)	Raspon vrijednosti (%)
Voda	4,8	3,8 – 15,7
Proteini	14,1	11,6 – 15,7
Ulje	61,5	53,7 – 66,3
Bezdušične tvari	17,6	13,9 – 18,6
Pepeo	2,0	1,7 – 2,4

S obzirom na visoke nutritivne vrijednosti lješnjaka, njegove ugodne arome, u svijetu se bilježi sve veća potražnja i potrošnja istog, jer su potrošači sve više orijentirani na konditorske proizvode u kojima se nalaze lješnjaci, te sve više raste prodaja upravo takvih proizvoda.

Plodovi lješnjaka sadrže 55-70,3 % masnoće, od čega su to pretežno nezasićene masne kiseline poput oleinske (82 %) i linolinska (11 %), glicerida masnih kiselina: stearinska (4 %), palmitinska (3 %) i miristinska, te mješovitih glicerida navedenih masnih kiselina (Miljković, 1991). Ovi udjeli masnih kiselina također pridonose povoljnom utjecaju na zdravlje čovjeka, posebice na lipide plazme (Kole, 2011).

Lješnjak sadrži do 14 % ugljikohidrata, od čega se 4-10 % odnosi na šećere. Sadržaj proteina kreće se od 12 – 18 %, a prevladavaju konilin i glutein te u manjoj mjeri albumin i prolamin. Hidrolizom proteina nastaju aminokiseline, a posebno esencijalne. Lješnjak sadrži i mineralne tvari, od kojih najviše magnezij, kalcij, kalij i fosfor (Miljković, 1991).

Prilikom prešanja, kao nusproizvod zaostaje pogača koja sadrži određenu količinu zaostalog ulja koje se ne uspijeva istisnuti tijekom samog procesa prešanja. Pogača koja se dobije na ovakav način često se koristi kao stočna hrana, ali i u proizvodnji ekstrudiranih proizvoda. Dobivena pogača je također, vrlo bogata proteinima, prehranbenim vlaknima te mineralnim tvarima (Zubr, 1997). Prema istraživanjima Rota (2015) prosječan udio ulja u pogači nakon prešanja je 11,96 %.

2.4. INDUSTRIJSKA KONOPLJA

Konoplja (lat. *Cannabis sativa* L.) je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka podrijetlom iz ravnice središnje Azije oko Aralskog i Kaspijskog jezera (Mandekić, 1946). Proizvodnja se najviše proširila početkom 16. do 19. stoljeća kada se na seljačkim gospodarstvima koristila kao jedna od sirovina za proizvodnju raznih tkanina, užadi, mreža. U to vrijeme, konoplja je bila vrlo važan materijal za opremu brodova, konja i vojnika.

Kao ljekovito sredstvo spominje se 2737. godine pr. Kr. u narodnoj medicini Kine. Prva tkaonica lana i konoplje u Hrvatskoj otvorena je 1728. godine u Ozlju. Tako je konoplja stoljećima, uz lan bila naša glavna prediva biljka te je bila prerađivana u platno (Pospišil, 2013). Danas njezine blagodati nisu prepoznate zbog zakonske regulative koja strogo propisuje kontrolu uzgoja industrijske konoplje (NN 107/01 Zakon o suzbijanju zlouporabe opojnih droga).

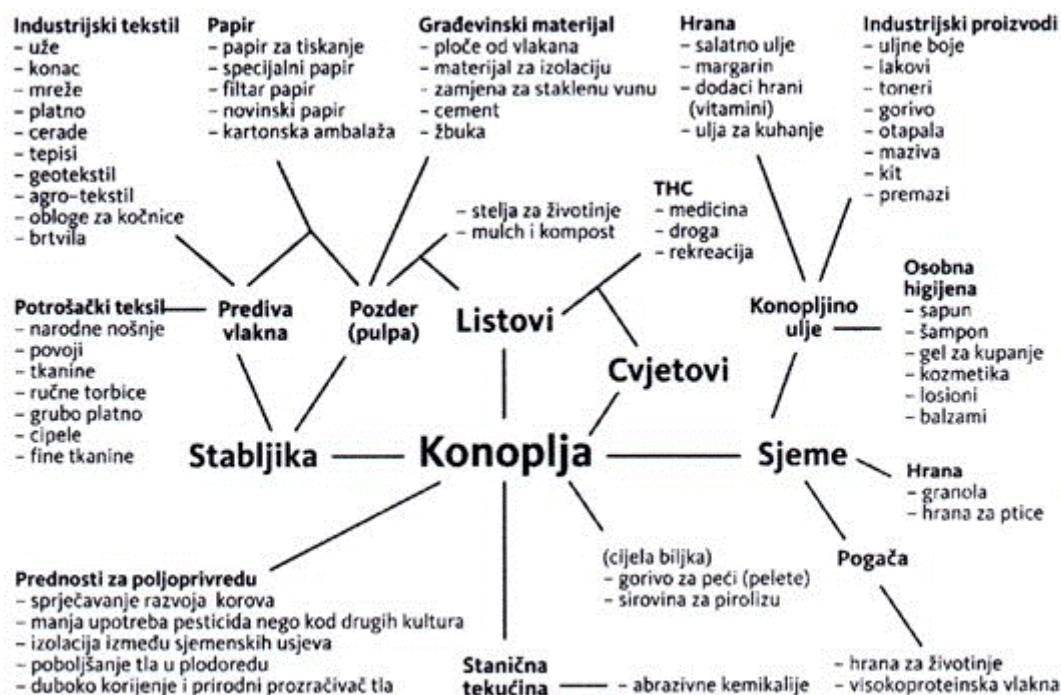
Tablica 3 Sastav masnih kiselina konopljinog ulja

MASNE KISELINE	ULJE KONOPLJE (% od ukupnih)		
	Callaway i Pate (2009)	Leizer i sur. (2000)	Wilkerson (2008)
Palmitinska (C16:0)	5,00	5,00-7,00	6,00
Stearinska (C18:0)	2,00	1,00-2,00	2,00
Oleinska (18:0)	9,00	8,00-12,00	12,00
Linolna (C18:2 ω 6)	56,00	52,00-62,00	58,00
α -linolenska (C18:3 ω 3)	22,00	12,00-25,00	20,00
γ -linolenska (C18:4 ω 6)	4,00	3,00-4,00	1,80
Arahinska (C20:0)	-	0,39-0,79	-
Eikosenoinjska (C20:1)	-	0,51	-
Polinezasićene masne kiseline	84,00	-	-
Omjer ω -3/ ω -6	1:2,55	1:2,85	1:2,90

Po sastavu masnih kiselina, konopljino ulje pripada skupini najkvalitetnijih jestivih ulja u kojem dominiraju linolna, oleinska, α -linolenska i palmitinska kiselina (Bernji i sur., 2005). Ulje se dobiva procesom prešanja, nakon kojeg kao nusproizvod nastaje pogača, koja se koristi kao kvalitetna

stočna hrana. Prema Aladiću (2015) sjemenka konoplje sadrži u prosjeku 33,34 % ulja, a prosječan udio ulja u pogači nakon hladnog prešanja je 10,33 %. Suha tvar pogače konoplje sadrži proteine (32,7 %), ugljikohidrate (44 %), vlagu (9,9 %) pepeo (6,4 %). Pogača konoplje sadrži istu nutritivnu vrijednost kao i pogača uljane repice. Također je prikladna alternativa sojinoj sačmi budući da daje slična svojstva rasta stoke (Eriksson, 2007). Sve veći je interes korištenja u svrhu obogaćivanja ekstrudiranih proizvoda i dobivanja proteinskog praha budući da je lako probavljiva, sadrži visoko kvalitetne bjelančevine, esencijalne aminokiseline, vlakna, minerale. U Tablici 3 naveden je sastav masnih kiselina konopljinog ulja.

Osim za ulje, upotrebljava se kao hrana za ptice i ribe. Oljušteno sjeme sve više nalazi primjenu u makrobiotičkoj prehrani i u proizvodnji visokoproteinske hrane za ljude. Po kvaliteti, proteini sjemena konoplje mogu se usporediti s bjelančevinama bjelanjka jaja (Mediavilla i Steinemann, 1997; Callaway, 2004). Ovisno o sorti, klimatskim uvjetima, geografskom području i godini uzgoja konopljinu sjeme sadrži 25 – 38 % ulja, 22 % proteina, 16 % celuloze, 5 % ugljikohidrata i 19 % mineralnih tvari pri 9 % vode (Bernji i sur., 2005).



Slika 4 Suvremena upotreba konoplje (Pospišil, 2013)

Stabljika konoplje upotrebljava se za proizvodnju celuloze, papira te ekološkog građevinskog materijala. Također se može koristiti za proizvodnju biogoriva kao što su peleti, tekuća goriva i plin (Pospišil, 2013). Od cijele biljke konoplje može se izraditi više od 25 000 različitih proizvoda (**Slika 4**) (Small i Marcus, 2002).

2.5. ČAJNO PECIVO

Čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog masnog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masnoće, računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode (Pravilnik NN 73/05). To je tradicionalni proizvod koji se i danas može praviti u domaćinstvima. U industrijskim uvjetima oblikovanje, pečenje i pakiranje su većinom kontinuirane aktivnosti dok se vaganje sastojaka i zamjes tijesta obično provodi u serijama.

Postoje dvije vrste zamjesa tijesta za čajno pecivo: tvrdi i meki. Razlika između ova dva zamjesa je određena u količini vode koja se dodaje da bi tijesto imalo zadovoljavajuću kvalitetu za rukovanje tijekom izrade proizvoda. Tvrdi zamjes tijesta ima više vode i relativno malo masnoće (i šećera). Tijesto je čvrsto, tvrdo i rastezljivo (može se rastezati, a da ne dođe odmah do pucanja). Meka tijesta sadrže manje vode i relativno visoke udjele masti i šećera. Takvo tijesto lako puca, što znači da mu je rastezljivost mala (Manely, 2000). Tijesto za čajno pecivo se poslije kratkog zamjesa oblikuje, zbog čega se naziva još i kratko tijesto. Oblikovanje tijesta za čajno pecivo može se provesti na više načina.

Obzirom na način oblikovanja čajna peciva se mogu podijeliti na nekoliko podskupina:

- prešano čajno pecivo,
- rezano čajno pecivo,
- oblikovano (formirano) čajno pecivo, i
- dresirano (istisnuto) čajno pecivo.

Svaka od ovih podskupina čajnih peciva razlikuje se po izgledu. Površina čajnog peciva može biti glatka do jako hrapava, sjajna ili bez sjaja, no ono što im je zajedničko su sirovine. Sirovine u sastavu tijesta za čajno pecivo su prvenstveno u funkciji reoloških svojstava tijesta predviđenog za određenu mehaničku obradu, dok su funkcionalna svojstva sirovina povezana s kvalitetom sirovina. Sirovine se mogu podijeliti u dvije skupine: osnovne i dodatne sirovine. Osnovne sirovine

su brašno, voda, mast i šećer. Kvaliteta šećera i masnoća je jako važna, s obzirom na visoke količine koje sadrži tijesto za čajno pecivo. Pokazalo se da je gluten od male važnosti, stoga su kvaliteta proteina brašna i općenito kvaliteta brašna od male važnosti. Ipak, zbog poželjne što veće sposobnosti upijanja vode preporučljivo je koristiti kvalitetna brašna. Tehnološka kvaliteta namjenskog brašna razlikuje se obzirom na podgrupu čajnog peciva prema granulaciji. Za prešano čajno pecivo koristi se slabo poluoštro do poluoštro brašno, za formirano čajno pecivo poluoštro s manjim udjelom oštrog brašna, za rezano čajno pecivo oštro i za istisnuto čajno pecivo glatko brašno. Veličina kristala šećera je važan parametar koji određuje teksturu pečenih čajnih peciva. Dodatne sirovine su sredstva za narastanje koja značajno utječu na promjenu pH sredine tijesta i na formiranje strukture proizvoda tijekom pečenja. Osim sredstava za narastanje, od dodatnih sirovina u proizvodnji čajnih peciva koriste se različiti aditivi, jaja i med koji značajno utječu na reološka svojstva tijesta ovisno o udjelu u sastavu (Gavrilović, 2011).

O recepturi za pojedino čajno pecivo ovisi koje sirovine će se upotrijebiti. Na tržištu je dostupna velika količina različitih vrsta čajnih peciva, bilo da je riječ o čajnim pecivima s dodacima, čajnim pecivima s preljevima od kaka, čokolade ili šećernim preljevima. Postoje čajna peciva koja su punjena različitim vrstama punila, ukrašena ili dorađena (Manley, 2000).

2.6. AMILOGRAFSKO ISPITIVANJE SVOJSTAVA BRAŠNA

Za viskoznost i želatinizacijsku sposobnost suspenzije brašna i vode važni su udio škroba, veličina škrobnih granula i stupanj njihovog oštećenja te omjer amiloze i amilopektina. Viskoznost se mijenja promjenom temperature, koncentracije i napona smicanja. Na osnovu promjene viskoznosti mjeri se amilolitička aktivnost brašna, odnosno dobivaju se podaci o želatinizaciji škroba.

Reološka svojstva pasti kao i promjena viskoznosti škrobne suspenzije prate se pomoću kontinuiranih automatskih viskozimetara i to *Brabenderovog amilografa*, *Micro Viscoamilografa* i *Rapid Viskoanalyzer (RVA)* (Grgić, 2015).

Mikro Visko-Amilograf

Mikro Visko-Amilograf (**Slika 5**) predstavlja najrazvijeniji tip već prihvaćenog i u praksi dokazanog amilografa koji je osim za ispitivanje brašna pogodan i za ispitivanje različitih vrsta škrobova. Mikro Visko-Amilograf je rotacijski viskozimetar koji mjeri viskoznost u određenom vremenu.

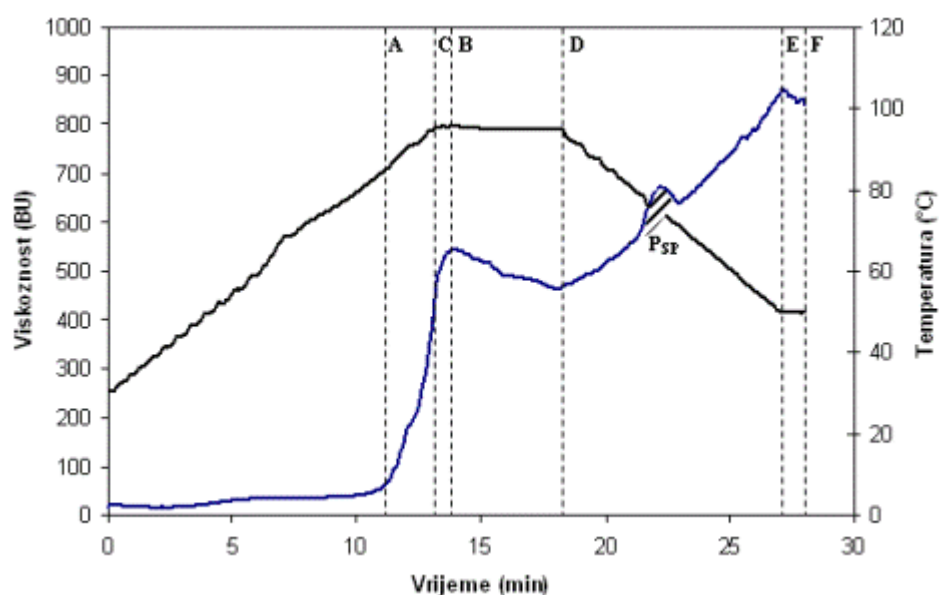


Slika 5 Mikro Visko-Amilograf (web 3)

Mjerenje se vrši pri:

- određenoj temperaturi,
- ravnomjernom povećanju temperature,
- ravnomjernom snižavanju temperature.

Princip mjerenja bazira se na zagrijavanju suspenzije vode i škroba, odnosno vode i brašna pod kontroliranim uvjetima. Pritom se nastala brzina vrtnje pretvara u elektronički signal i putem specijalnog programa zapisuje i vrednuje. Aktualne mjerne vrijednosti prikazuju se istovremeno i numerički i grafički. Uređaj se pokreće isključivo s računalom, koje upravlja odvijanjem postupka i bilježi vrijednosti (Kaluderski i Filipović, 1998).



Slika 6 Mikro visko-amulogram (web 4)

Na temelju rezultata dobije se mikro visko-amulogram (Slika 8) iz kojeg se očitavaju:

- A – početna temperatura želatinizacije (°C)
- B – temperatura maksimuma (°C)
- B – maksimalna viskoznost (BU)
- C – viskoznost na početku prvog zadržavanja temperature, odnosno na kraju zagrijavanja temperature (BU)
- D – viskoznost na početku hlađenja (BU)
- E – viskoznost na kraju hlađenja (BU)
- R – viskoznost na kraju drugog zadržavanja temperature (BU).

Iz navedenih vrijednosti izračunavaju se i sekundarni parametri:

- B-D – opadanje viskoznosti (BU);
- E-D – povratni efekt (BU).

Prednosti ovog uređaja su te što se koristi manja količina uzorka (5-15 g) u odnosu na amilograf (80 g), a režimi se mogu podešavati prema potrebi, npr. ako je veća brzina promjene temperature, skraćeno je vrijeme ispitivanja.

Uređaj se koristi u prehrambenoj industriji - za mjerenje karakteristika zgrušavanja i želiranja škroba i proizvoda koji sadrže škrob. Osim toga koristi se i u kemijskoj, kozmetičkoj, tekstilnoj industriji i u proizvodnji ljepila za mjerenje industrijskog škroba, tekućina, pasta (Kaluderski i Filipović, 1998).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je ispitati utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske pogače (u udjelima 20, 40 i 60 %) na amilografske pokazatelje kvalitete smjese za proizvodnju čajnog peciva i fizikalna svojstva čajnog peciva (širina, visina, faktor širenja i volumen).

3.2. MATERIJALI

Materijali korišteni u istraživanju su:

- Bijelo oštro pšenično brašno TIP-550 („Podravka d.d.“, Koprivnica, 2017.), nabavljeno u lokalnoj trgovini;
- Pogača bundeve – nusproizvod dobiven prešanjem sjemenki bundeve u svrhu dobivanja ulja;
- Pogača lješnjaka – nusproizvod dobiven prešanje plodova lješnjaka u svrhu dobivanja ulja;
- Pogača industrijske konoplje – nusproizvod dobiven prešanjem sjemenki industrijske konoplje u svrhu dobivanja ulja.

3.3. METODE

3.3.1. Određivanje reoloških svojstava Mikro Visko-Amilografom

Metoda za ispitivanje brašna još nije standardizirana, te se analiza provodi prema preporuci proizvođača. Uzorci se pripremaju tako da se prvo na osnovi određenog udjela vode u brašnu korigiraju mase uzoraka brašna i potrebnog dodatka vode. Korekcija je rađena na prethodno određeni udio vode u brašnu (12,72 % za ispitivanja suspenzija sa dodatkom pogače bundeve i lješnjaka; 12,34 % za ispitivanja suspenzija sa dodatkom pogače industrijske konoplje). Ukupna masa uzorka treba biti 115 g. Prema formuli (1), a pomoću zadanog udjela vode u brašnu/dodatku, te zadanom udjelu dodatka u smjesi izračunate su mase vode i dodatka potrebne za ispitivanje.

$$\text{Udio vlage smjese (\%)} = (\text{udio vlage A} \times \text{udio sastojka A}) + (\text{udio vlage B} \times \text{udio sastojka B}) \quad (1)$$

U Erlenmeyer-ovu tikvicu se stavi točno odvagana količina brašna i dodatka, te se doda ona količina vode do mase od 115 g, a suspenzija se dobro promiješa. Nakon što je dobivena homogena suspenzija, iz tikvice se suspenzija stavi u mjernu posudu uređaja koja se potom stavlja u ležište Mikro Visko-Amilografa. Na mjernu glavu se pričvrsti mjerno tijelo i spusti u najniži položaj i započinje ispitivanje u zadanim uvjetima.

Praćeno je nekoliko parametara: početna temperatura želatinizacije, temperatura maksimuma, maksimalna viskoznost, opadanje viskoznosti i povratni efekt.

3.3.2. Proces proizvodnje čajnog peciva

Čajna peciva korištena u izradi ovog diplomskog rada oblikovana su i pečena prema recepturi opisanoj u AACC 10-50D metodi (AACC, 2000a) od sirovina kupljenih u lokalnoj trgovini, te od nusprodukata zaostalih nakon prešanja sjemeni/plodova bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje, odnosno njihove pogače.

Materijal za izradu čajnog peciva:

- 64,0 g shortening-a (margarin) – (udio shortening-a se smanjuje s obzirom na udio masti u pojedinom dodatku)
- 65,0 g šećera
- 2,1 g NaCl
- 2,5 g NaHCO₃
- 33,0 g otopine glukoze (8,9 g glukoze otopiti u 150 cm³ destilirane vode)
- 16,0 g vode
- 225,0 g brašna (ili smjese brašna sa 20, 40 i 60 % dodatka)

Proces proizvodnje čajnog peciva:

Odvagani margarin, šećer, sol i NaHCO₃ se stavljaju u posudu za miješanje, te se miješaju najsporijom brzinom tijekom 3 minute. Svake minute se sastojci trebaju sastrugati sa stjenke posude. Zatim se dodaju otopina glukoze i destilirana voda i miješa 1 minutu najsporijom brzinom, te još jednu minutu srednjom brzinom. Zatim se doda ukupna količina brašna i miješa

tijekom dvije minute najsporijom brzinom pri čemu se svakih 30 sekundi sastojci trebaju sastrugati sa stjenki posude. Tijesto se zatim skupi ručno i okruglo oblikuje, stavi u PVC vrećicu i u hladnjak tijekom 30 do 60 minuta. Nakon što je tijesto ohlađeno, prvo se vrši vaganje ukupne mase. Nakon vaganja tijesto je potrebno razvaljati valjkom za tijesto na debljinu 7 mm u dva poteza valjka za tijesto (naprijed-nazad), izrezati okrugle oblike tijesta promjera 60 mm (~35 g). Potrebno je oblikovati po 6 komada tijesta iz svakog zamjesa. Oblikovano tijesto se peče 10 minuta pri 205 °C (AACC, 2000a).

3.3.3. Ispitivanje fizikalnih svojstava čajnog peciva

Širina, debljina i faktor širenja čajnog peciva određeni su prema AACC metode 10-50D. Nakon pečenja keks se hladi 30 minuta i važe te se mjere širina i debljina. Dužina se mjeri na način da se 6 komada poredaju jedan do drugoga i izmjeri, nakon čega se svaki komad zarotira za 90 ° i ponovno izmjeri dužina. Dijeljenjem sa 6 dobije se prosječna širina čajnog peciva. Debljina se mjeri tako da se 6 komada poreda jedan na drugi i izmjeri ukupna visina, nakon čega se ponovno poredaju nasumično jedan na drugi te se ponovno provede mjerenje. Dijeljenjem sa 6 dobije se prosječna debljina čajnog peciva. Faktor širenja keksa (engl. spread factor) je izračunat kao omjer promjera i visine keksa x 10.



Slika 7 Uređaj za mjerenje volumena čajnog peciva VolScan Profiler (web 5)

Volumen čajnog peciva određen je pomoću uređaja Volscan Profiler (**Slika 7**). Volscan Profiler laser na osnovi skeniranja uzorka mjeri volumen u vremenu manjim od 60 sekundi. Umjesto samog volumena kao kod klasične metode određivanja pomoću sjemenki, Volscan Profiler ima mogućnost automatski izračunati nekoliko odgovarajućih parametara kao što su visina, širina, dužina i težina. On također omogućava brzu trodimenzionalnu digitalizaciju kruha (web 5).

3.3.4. Statistička obrada rezultata

Dobiveni rezultati su prikazani kao srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija. Analiza varijance (one-way ANOVA), Fisher-ov LSD test najmanje značajne razlike (eng. Least significant difference) i korelacijska matrica dobivenih podataka provedeni su upotrebom programa Statistica 7 i Microsoft Office Excel 2010.

4. REZULTATI

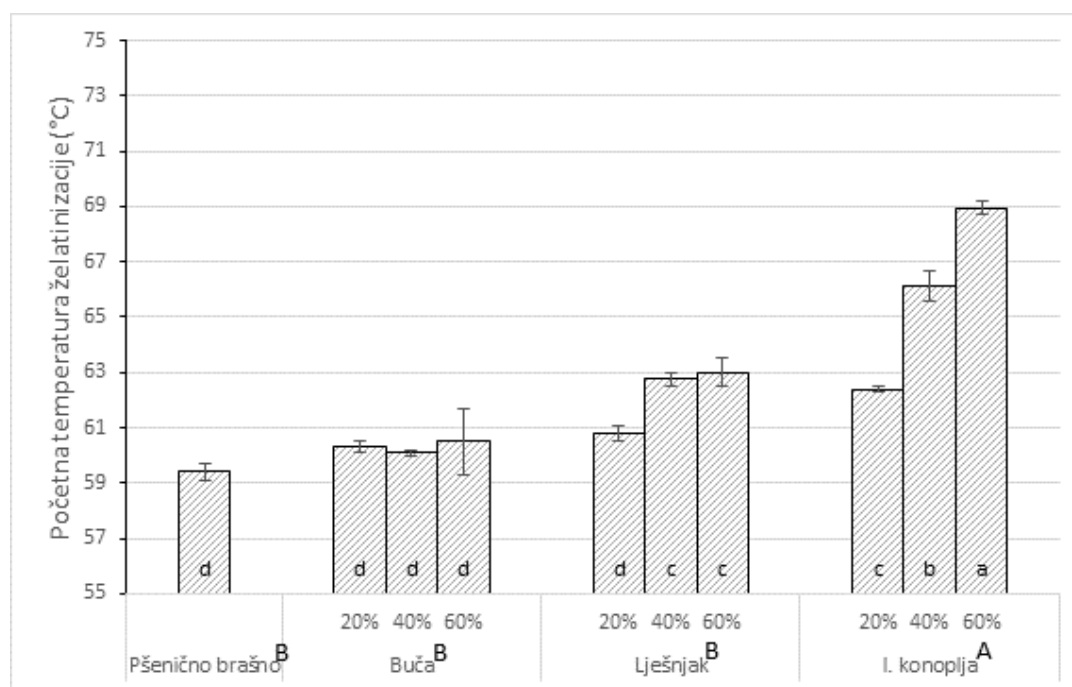
4.1. REZULTATI AMIOLOGRAFSKOG ISPITIVANJA

Tablice 4, 5 i 6. Analiza varijance za parametar Početna temperatura želatinizacije (°C)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	115,44	38,48	11,4269	0,0003*
Pogreška	16	53,88	3,36		
Ukupno	19	169,32			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	47,63	15,87	2,0878	0,1421
Pogreška	16	121,68	7,60		
Ukupno	19	169,32			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	164,61	18,29	38,7912	< 0,0001*
Pogreška	10	4,71	0,47		
Ukupno	19	169,32			



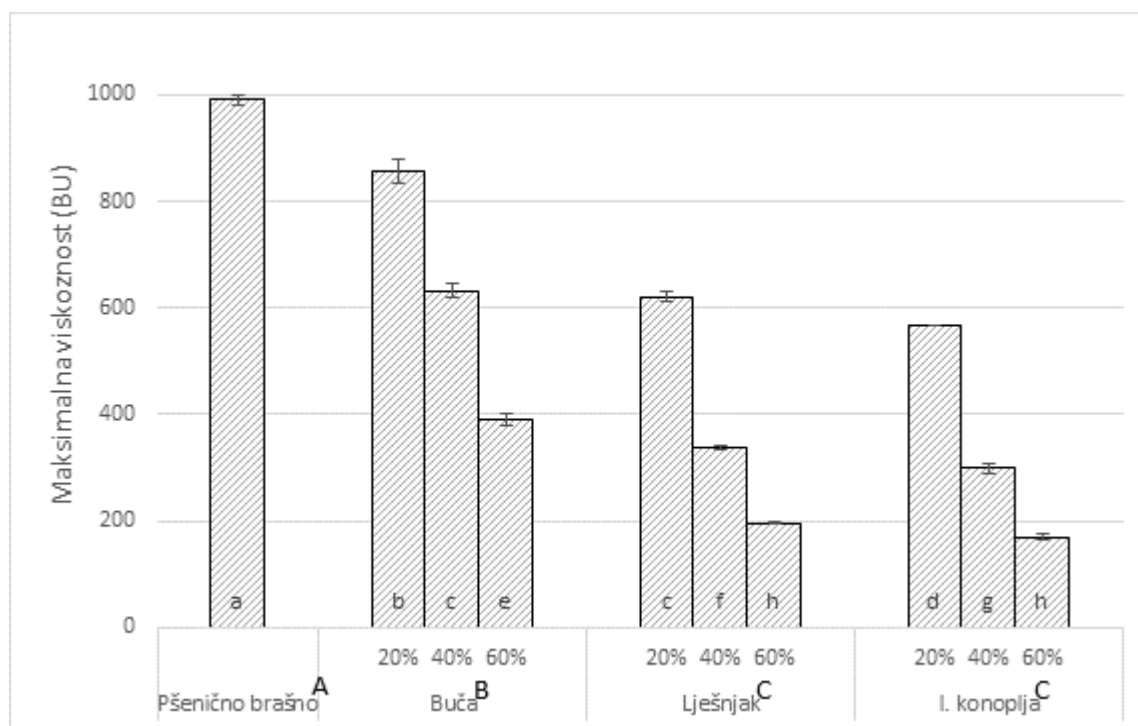
Slika 8 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na početnu temperaturu želatinizacije (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 7, 8 i 9. Analiza varijance za parametar Maksimalna viskoznost (BU)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	797884,25	265961,41	7,4466	0,0024*
Pogreška	16	571451,50	35715,71		
Ukupno	19	1369335,75			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	1082232,25	360744,08	20,1039	< 0,0001*
Pogreška	16	287103,50	17943,96		
Ukupno	19	1369335,75			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	1366999,25	151888,80	650,0698	< 0,0001*
Pogreška	10	2336,50	233,65		
Ukupno	19	1369335,75			



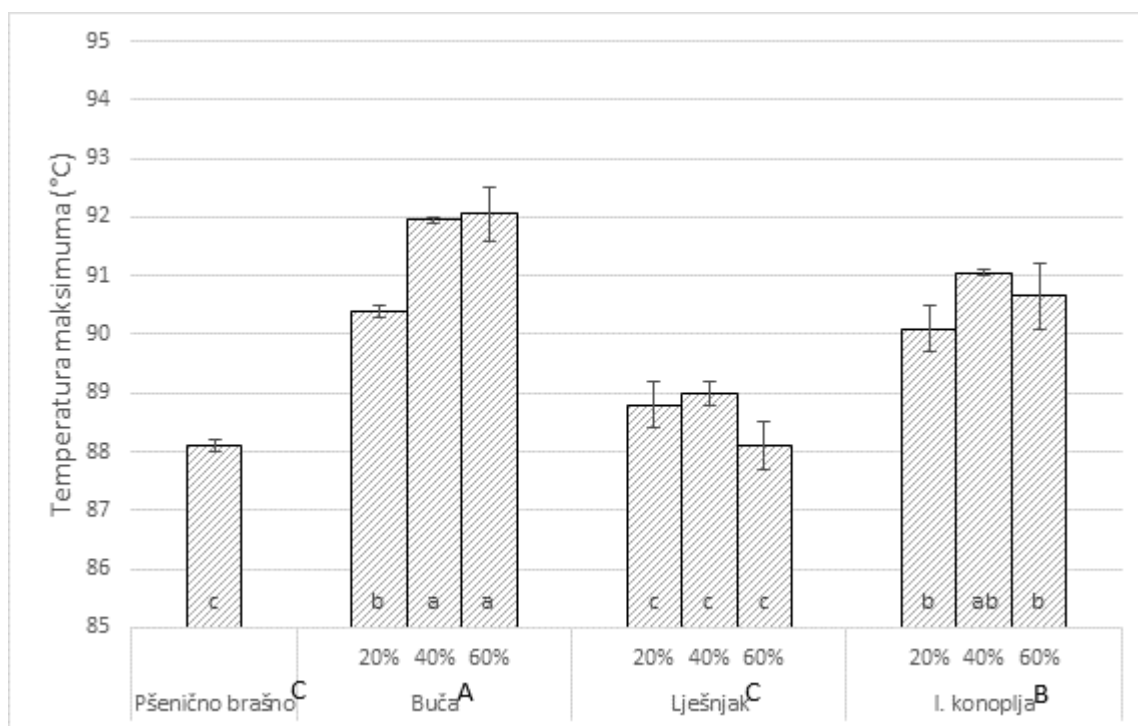
Slika 9 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na maksimalnu viskoznost (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 10, 11 i 12. Analiza varijance za parametar Temperatura maksimuma (°C)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	33,48	11,16	24,3751	< 0,0001*
Pogreška	16	7,32	0,45		
Ukupno	19	40,81			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	10,63	3,54	1,8789	0,1739
Pogreška	16	30,18	1,88		
Ukupno	19	40,81			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	38,71	4,30	20,4825	< 0,0001*
Pogreška	10	2,10	0,21		
Ukupno	19	40,81			



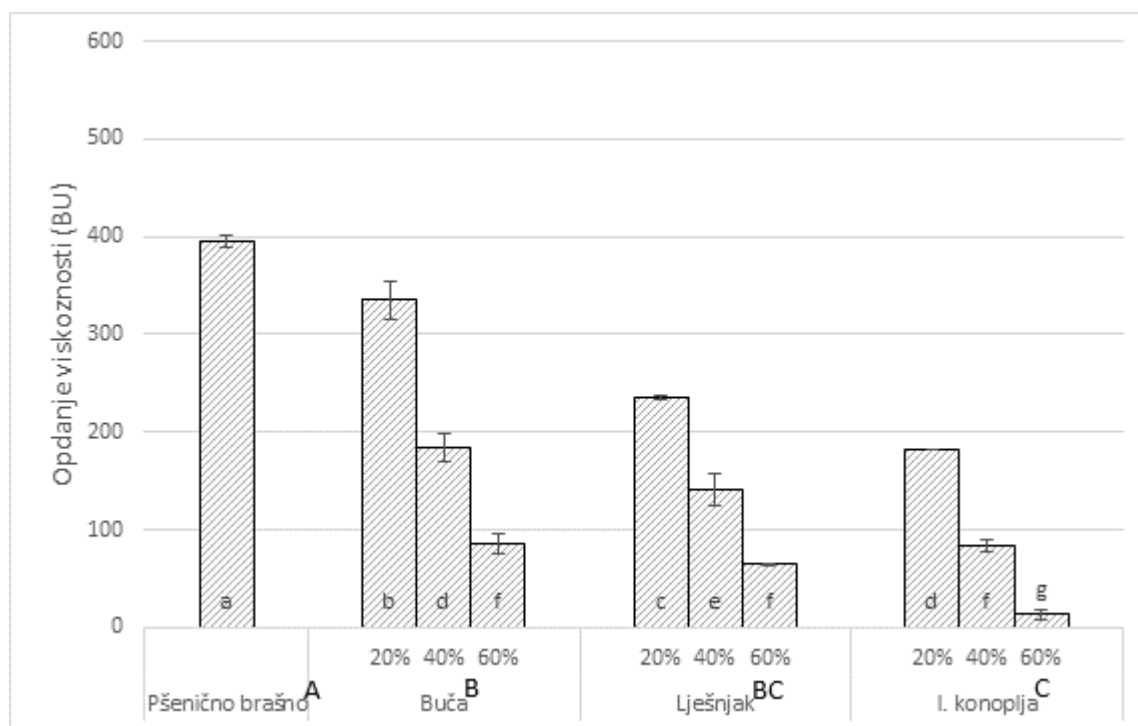
Slika 10 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na temperaturu maksimuma (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 13, 14 i 15. Analiza varijance za parametar Opadanje viskoznosti (BU)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	146661,78	48887,26	6,3335	0,0049*
Pogreška	16	123501,16	7718,82		
Ukupno	19	270162,95			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	228345,45	76115,15	29,1228	< 0,0001*
Pogreška	16	41817,50	2613,59		
Ukupno	19	270162,95			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	267985,45	29776,16	136,7447	< 0,0001*
Pogreška	10	2177,50	217,75		
Ukupno	19	270162,95			



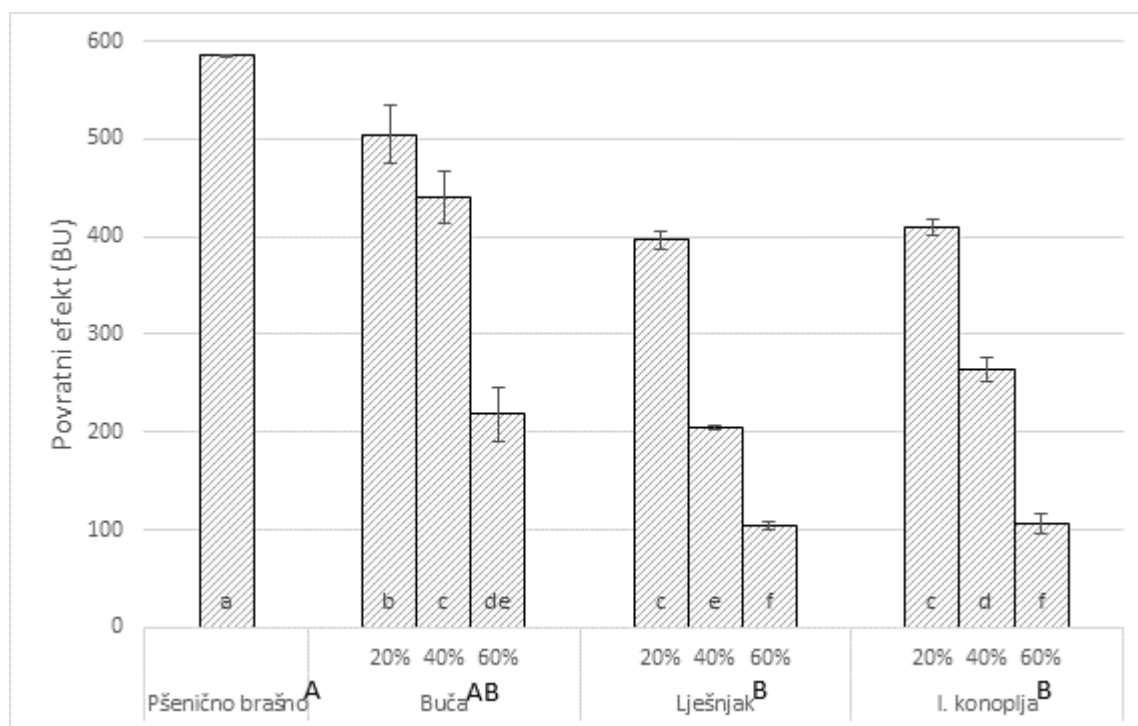
Slika 11 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na opadanje viskoznosti (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 16, 17 i 18. Analiza varijance za parametar Povratni efekt (BU)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	232603,53	77534,51	4,4889	0,0181*
Pogreška	16	276361,66	17272,60		
Ukupno	19	508965,20			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	412596,20	137532,06	22,8342	< 0,0001*
Pogreška	16	96369,00	6023,06		
Ukupno	19	508965,20			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	503512,20	55945,80	102,5964	< 0,0001*
Pogreška	10	5453,00	545,30		
Ukupno	19	508965,20			



Slika 12 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na povratni efekt (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

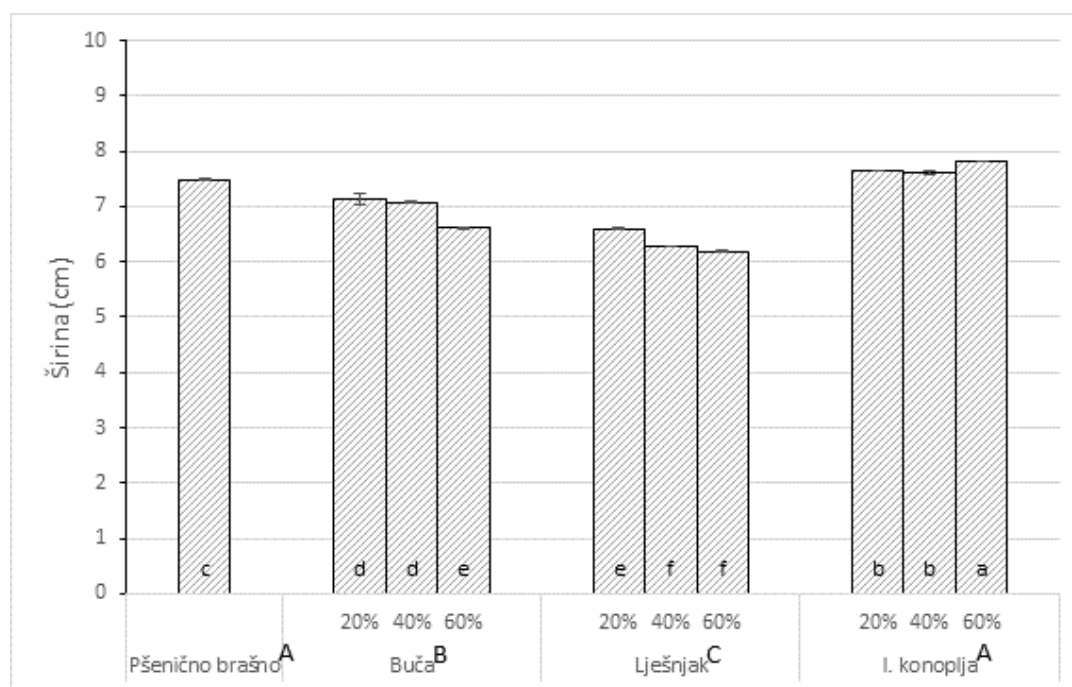
4.2. REZULTATI FIZIKALNIH ISPITIVANJA ČAJNOG PECIVA

Tablice 19, 20 i 21. Analiza varijance za parametar Širina čajnog peciva (cm)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	5,8472	1,9491	52,6493	< 0,0001*
Pogreška	16	0,5923	0,0370		
Ukupno	19	6,4395			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	0,6316	0,2105	0,5800	0,6366
Pogreška	16	5,8079	0,3630		
Ukupno	19	6,4395			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	6,4137	0,7126	275,8566	< 0,0001*
Pogreška	10	0,0258	0,0026		
Ukupno	19	6,4395			



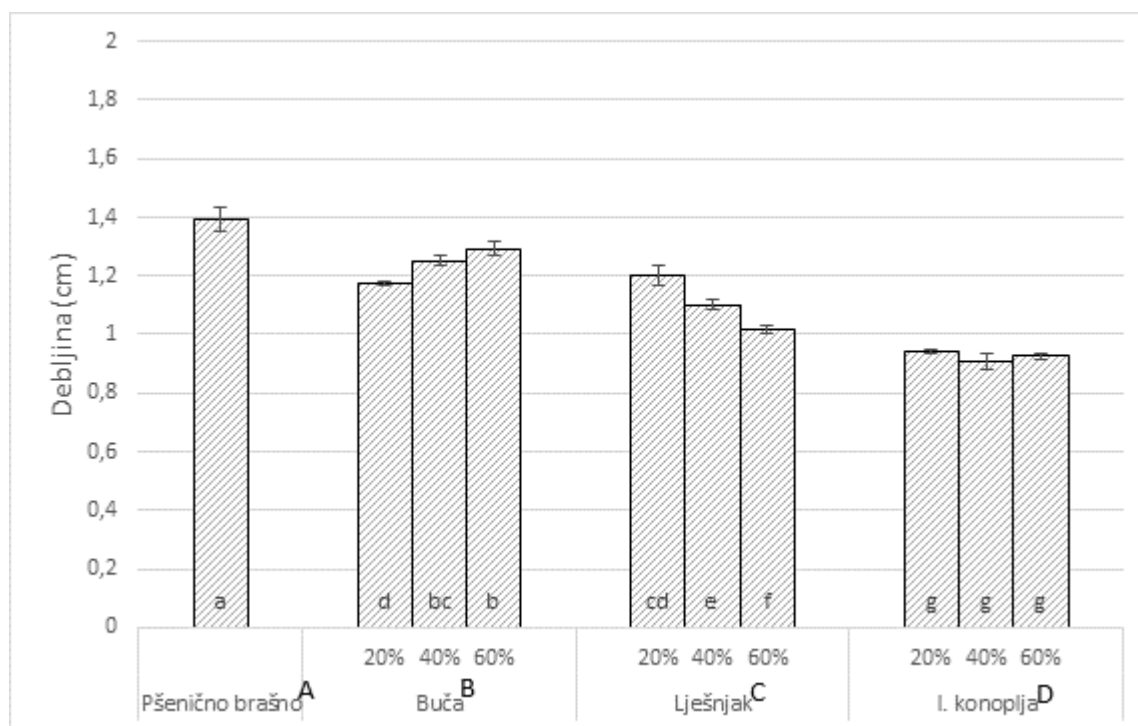
Slika 13 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na širinu čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 22, 23 i 24. Analiza varijance za parametar Debljina čajnog peciva (cm)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	0,4618	0,1539	41,6936	< 0,0001*
Pogreška	16	0,0591	0,0037		
Ukupno	19	0,5209			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	0,1664	0,0555	2,5045	0,0961
Pogreška	16	0,3544	0,0222		
Ukupno	19	0,5209			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	0,5106	0,0567	55,2012	< 0,0001*
Pogreška	10	0,0103	0,0010		
Ukupno	19	0,5209			



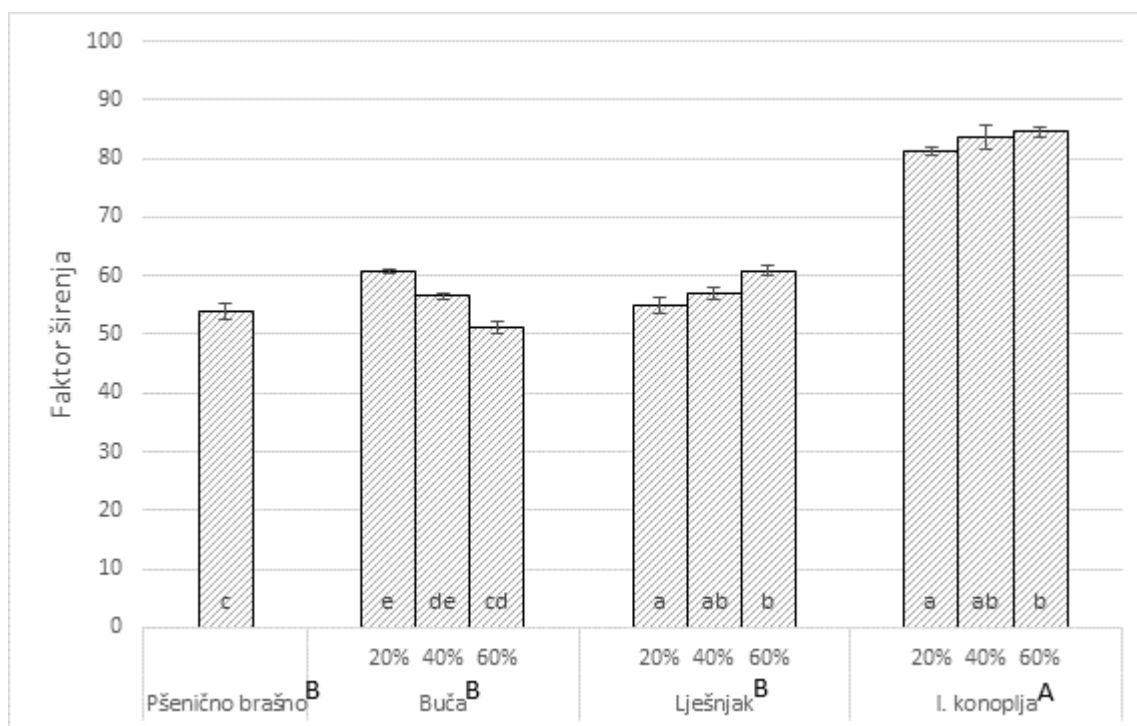
Slika 14 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na debljinu čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 25, 26 i 27. Analiza varijance za parametar Faktor širenja čajnog peciva

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	3018,76	1006,25	98,9162	< 0,0001*
Pogreška	16	162,76	10,17		
Ukupno	19	3181,52			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	250,81	83,60	0,4564	0,7164
Pogreška	16	2930,70	183,16		
Ukupno	19	3181,52			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	3156,41	350,71	139,6498	< 0,0001*
Pogreška	10	25,11	2,51		
Ukupno	19	3181,52			



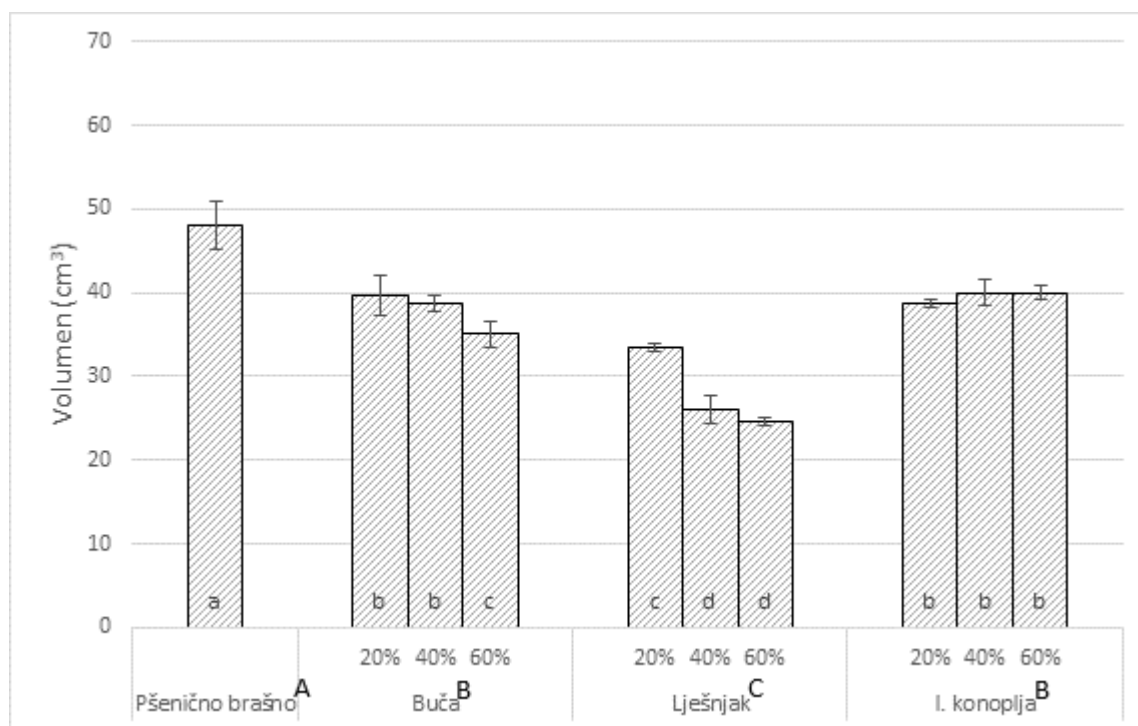
Slika 15 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na faktor širenja čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

Tablice 28, 29 i 30. Analiza varijance za parametar Volumen čajnog peciva (cm³)

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta dodatka	3	1145,42	381,80	40,3901	< 0,0001*
Pogreška	26	245,77	9,45		
Ukupno	29	1391,20			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Udjel dodatka	3	521,20	173,73	5,1920	0,0061
Pogreška	26	870,00	33,46		
Ukupno	29	1391,20			

Izvor varijacije	Stupnjevi slobode	Suma kvadrata	Srednji kvadrat odstupanja	$F_{\text{rač}}$ - vrijednost	P - vrijednost
Vrsta*udjel dodatka	9	1315,86	146,20	38,8161	< 0,0001*
Pogreška	20	75,33	3,76		
Ukupno	29	1391,20			



Slika 16 Utjecaj dodatka pogača buče, lješnjaka i industrijske konoplje na volumen čajnog peciva (prikazani podaci su srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

4.3. KORELACIJSKA MATRICA DOBIVENIH REZULTATA ISPITIVANJA

Tablice 31. Pearson-ovi koeficijenti korelacije (r) između promatranih parametara ispitivanja čajnog peciva

	Širina (cm)	Debljina (cm)	Faktor širenja	Volumen (cm ³)
Početna temperatura želatinizacije (°C)	0,3919	-0,8341*	0,8257*	-0,0679
Maksimalna viskoznost (BU)	0,2056	0,6950*	-0,4373	0,6024
Temperatura maksimuma (°C)	0,3131	-0,0608	0,2113	0,2554
Opdanje viskoznosti (BU)	0,1114	0,6545*	-0,4567	0,4962
Povratni efekt (BU)	0,3084	0,5863	-0,3056	0,6486*

*Označeni koeficijenti linearne korelacije (r) su statistički značajni ($p < 0,05$)

5. RASPRAVA

U ovom diplomskom radu prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja zamjene dijela pšeničnog brašna pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje na amilografske pokazatelje kvalitete smjese za proizvodnju čajnog peciva. Ispitivanje se provodilo s dodacima pogača u udjelima 20, 40 i 60 %, a navedene smjese su se koristile za izradu čajnog peciva prema standardnoj AACC metodi 10-50D. Određivani su sljedeći amilografski parametri: početna temperatura želatinizacije, temperatura maksimuma, maksimalna viskoznost, opadanje viskoznosti i povratni efekt. Dobiveni rezultati uspoređeni su sa promjenama fizikalnih svojstava čajnog peciva: širina, visina, faktor širenja i volumen.

Iz rezultata analize varijance prikazanih u **Tablicama 4, 5 i 6** vidljivo je da na početnu temperaturu želatinizacije postoji statistički značajan utjecaj ($p < 0,05$) vrste dok udjel samog dodatka nema utjecaja.

Slika 8 prikazuje utjecaj dodatka pogača na početnu temperaturu želatinizacije. Iz rezultata Fisher-ovog LSD testa najmanje značajne razlike može se zaključiti kako kod smjese za proizvodnju čajnog peciva od čistog pšeničnog brašna, zatim onog s dodatkom buče i lješnjaka ne postoji statistički značajna razlika, dok dodatak industrijske konoplje značajno povećava početnu temperaturu želatinizacije pri čemu je značajan i utjecaj udjela dodatka industrijske konoplje.

Iz **Tablica 7, 8 i 9** vidljivo je da vrsta i udjel dodatka imaju statistički značajan utjecaj na maksimalnu viskoznost pri čemu se može zaključiti da je utjecaj udjela dodatka značajniji od utjecaja vrste dodatka.

Ukupno gledajući vrstu dodatka, može se zaključiti da najveću maksimalnu viskoznost imaju uzorci s pšeničnim brašnom dok se dodatkom pogače buče, lješnjaka i industrijske konoplje maksimalna viskoznost smanjuje. Najveće smanjenje maksimalne viskoznosti primijećeno je kod dodatka lješnjaka i industrijske konoplje i to najznačajnije kod dodataka u količini od 60 % (**Slika 9**). Smanjenje maksimalne viskoznosti upotrebom navedenih dodataka može se objasniti ukupnim smanjenjem količine škroba u smjesama.

Iz rezultata analize varijance za parametar Temperatura maksimuma može se zaključiti da vrsta dodatka i interakcija vrste i udjela imaju značajan utjecaj dok sam udjel dodataka nema statistički značajan utjecaj na navedeni parametar ispitivanja (**Tablice 10, 11 i 12**).

Na **Slici 10** iz prikazanih dijagrama vezanih za utjecaj različitih dodataka u različitim omjerima na temperaturu maksimuma vidljivo je da se smjese od čistog pšeničnog brašna i smjese s dodatkom

pogače lješnjaka statistički značajno ne razlikuju dok dodatak pogače buče i industrijske konoplje značajno povećava temperaturu maksimuma.

Analizom varijance za parametar Opadanje viskoznosti, iz **Tablica 13, 14 i 15** može se zaključiti kako i vrsta i udio dodatka imaju statistički značajan utjecaj na opadanje viskoznosti pri čemu je značajniji utjecaj udjela dodatka. Svi dodaci značajno smanjuju opadanje viskoznosti, a to je najviše izraženo pri dodatku industrijske konoplje. Također, povećanjem udjela dodataka značajno se smanjuju vrijednosti parametra Opadanje viskoznosti (**Slika 11**).

Najveću vrijednost za parametar Opadanje viskoznosti ima smjesa za proizvodnju čajnog peciva od čistog pšeničnog brašna, a najnižu vrijednost smjesa s dodatkom pogače industrijske konoplje u udjelu od 60 %.

Slično kao i kod parametra Opadanje viskoznosti, i vrsta i udio dodatka imaju statistički značajan utjecaj na parametar Povratni efekt pri čemu je značajniji utjecaj udjela dodatka. Svi dodaci značajno smanjuju povratni efekt, a najmanje vrijednosti izmjerene su za uzorke sa 60 % dodatka.

Analizom varijance utvrđeno je da vrsta dodatka ima značajan utjecaj na širinu čajnog peciva dok samo povećanje udjela nema utjecaja (**Tablice 19,20 i 21**).

Na **Slici 13** dijagramom su prikazani rezultati utjecaja dodatka različitih vrsta pogača u različitim omjerima na širinu čajnog peciva. Prema rezultatima, može se zaključiti kako se čajna peciva od čistog pšeničnog brašna i sa dodatkom pogače industrijske konoplje statistički značajno ne razlikuju, i imaju najviše vrijednosti širine čajnog peciva. Slijedi pecivo sa dodatkom pogače buče sa nešto nižim vrijednostima, i statistički značajnom razlikom u odnosu na prethodne. Najmanju širinu imalo je čajno pecivo s dodatkom pogače lješnjaka.

Rezultati analize varijance za debljinu čajnog peciva prikazani su u **Tablicama 22, 23 i 24**. Prema rezultatima, može se zaključiti kako vrsta dodatka ima statistički značajan utjecaj na debljinu čajnog peciva, dok udio dodatka nema statistički značajan utjecaj. Rezultati prikazani dijagramom na **Slici 16** pokazuju koliki je utjecaj pojedinog dodatka, odnosno njegovog udjela na debljinu čajnog peciva. Čajna peciva od čistog pšeničnog brašna, te ona s dodatkom svih vrsta pogača međusobno se statistički značajno razlikuju. Najvišu vrijednost za navedeni parametar imaju čajna peciva od čistog pšeničnog brašna. Slijedi čajno pecivo sa dodatkom pogače buče, zatim peciva s dodatkom pogače lješnjaka dok najmanju debljinu ima čajno pecivo s dodatkom industrijske konoplje.

Analizom varijance za parametar Faktor širenja čajnog peciva može se zaključiti kako vrsta dodatka ima statistički značajan utjecaj na faktor širenja čajnog peciva, dok udio dodatka nema statistički značajan utjecaj (**Tablice 25, 26 i 27**). Iz rezultata Fisher-ovog LSD testa najmanje značajne razlike vidljivo je da jedino dodatak industrijske konoplje ima pozitivan utjecaj na faktor širenja čajnog peciva (**Slika 15**).

Iz **Tablica 28, 29 i 30** je vidljivo da vrsta i udjel dodatka imaju statistički značajan utjecaj na maksimalnu viskoznost pri čemu se može zaključiti da je utjecaj vrste dodatka značajniji od utjecaja udjela dodatka. Svi dodaci statistički značajno smanjuju volumen čajnog peciva, a najmanje vrijednosti su imali uzorci s dodatkom lješnjaka (**Slika 16**).

U **Tablici 31** prikazana je korelacijska matrica Pearson-ovih koeficijenata korelacije (r) između promatranih parametara ispitivanja čajnog peciva. Iz rezultata se može zaključiti kako niti jedan amilografski parametar ne korelira sa širinom čajnog peciva ($p < 0,05$). Postoji statistički značajna korelacija između debljine čajnog peciva i početne temperature želatinizacije, maksimalne viskoznosti i opadanja viskoznosti. Porastom početne temperature želatinizacije, debljina čajnog peciva se smanjuje dok se rastom maksimalne viskoznosti i opadanja viskoznosti debljina povećava. Faktor širenja čajnog peciva u korelaciji je s početnom temperaturom želatinizacije, a vidljiva je i statistički značajna korelacija između rezultata povratnog efekta i volumena čajnog peciva.

6. ZAKLJUČCI

Zamjena dijela pšeničnog brašna pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje značajno utječe na većinu promatranih amilografskih pokazatelja kvalitete smjesa za proizvodnju čajnog peciva.

Dodatak pogače industrijske konoplje značajno povećava početnu temperaturu želatinizacije pri čemu je značajan i utjecaj udjela dodatka industrijske konoplje dok dodatak pogače buče i lješnjaka nema značajan utjecaj.

Vrsta i udjel dodatka imaju statistički značajan utjecaj na maksimalnu viskoznost pri čemu se može zaključiti da je utjecaj udjela dodatka značajniji od utjecaja vrste dodatka što se može objasniti ukupnim smanjenjem količine škroba u smjesama.

Dodatak pogača buče i industrijske konoplje povećava temperaturu maksimuma.

Svi upotrijebljeni dodaci značajno smanjuju opadanje viskoznosti i povratni efekt.

Zamjena dijela pšeničnog brašna pogačama bundeve, lješnjaka i industrijske konoplje značajno utječe na fizikalne pokazatelje kvalitete čajnog peciva. Širina čajnog peciva se smanjuje dodatkom pogače buče i lješnjaka, faktor širenja povećava se dodatkom pogače industrijske konoplje dok na smanjenje debljine i volumena utječu svi upotrijebljeni dodaci.

Postoji statistički značajna korelacija između debljine čajnog peciva i početne temperature želatinizacije, maksimalne viskoznosti i opadanja viskoznosti. Faktor širenja čajnog peciva u korelaciji je s početnom temperaturom želatinizacije, a vidljiva je i statistički značajna korelacija između rezultata povratnog efekta i volumena čajnog peciva.

6. LITERATURA

- AACC 10-50D, Baking Quality of Cookie Flour, Approved Methods of the Association of Cereal Chemists, 10th ed. AACC, St. Paul, MN, 2000.
- Aladić K: Optimizacija procesa ekstrakcije konopljinog (*Cannabis sativa* L.) ulja superkritičnim CO₂ iz pogače nakon hladnog prešanja. *Doktorska disertacija*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2015.
- Anglani, C.: Wheat minerals – A review. *Plant Foods for Human Nutrition* 52. 177-186, 1998.
- Arendt, E. K., Zannini, E.: Cereal grains for the food and beverage industries, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 2013
- Auerman, L.J. (prevod): Tehnologija pekarske proizvodnje, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1988.
- BeMiller, J. N.; Whistler, R. L.: Starch: Chemistry & Technology, 3rd Ed. *Academic Press*, SAD, Kanada, UK, 2009.
- Bernji J, Dimić E, Romanić R: Konoplja-potencijalna sirovina za hladno ceđena ulja. U *Zbornik radova 46. savetovanje Proizvodnja i prerada uljarica sa međunarodnim učešćem*, str. 127-137. Tehnološki fakultet Novi Sad, Petrovac na moru, 2005.
- Callaway JC: Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140:65 -72, 2004.
- Cornell, H. J., Hoveling A. W.: Wheat chemistry and utilization, Technomic Publishing Company, Inc. 1998.
- Dimić E: Hladno ceđena ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 99-101, 2005.
- Đaković Lj: Pšenično brašno. Tehnološki fakultet, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1997.
- Đaković Lj.: Pšenično brašno, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1980.
- Eliasson, A.-C.: Starch in Food. *Woodhead Publishing Ltd.*, Eng 2004.
- Eriksson M: Hempseed cake as a protein feed for growing cattle. Department of Animal Environment and Health, Swedish University, 2007.
- Gavrilović M.: Tehnologija konditorskih proizvoda. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad, 2011.
- Jacobo-Valenzuela N, Marostica-Junior MR, Zauzeta-Morales JJ, Gallegos-Infante JA: Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs. Cehualca. *Food Research International* 44: 2587-2593, 2011.

- Jelača, S.L.: Kemija i tehnologija pšenice, Zavod za tehnologiju žita i brašna, Novi Sad, 1972.
- Kaluđerški G, Filipović N: Metode ispitivanja kvalitete žita, brašna i gotovih proizvoda. Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1998.
- Köksal AI, Okay Y: Effects of different pellicle removal applications on the fruit quality of some important hazelnut cultivars. *Acta Horticulturae*, 445:327-335, 1996.
- Kole C: Wild Crops Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- Labell FM: Hazelnut supply flavour and crunch. *Food Processing*, 53:52-54, 1992.
- Mandekić V: Konoplja i lan. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 1946.
- Manley D: Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. *Woodhead publishing Limited*, 2000.
- Mediavilla V, Steinemann S: Essential oil of Cannabis sativa L. strains. *Journal of the International Hemp Association*, 4(2): 80-82, 1997.
- Miljković I: Suvremeno voćarstvo, Nakladni zavod „Znanje“, Zagreb, 1991.
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH: *Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima*, NN br. 73/2005.
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH: *Pravilnik o keksima i keksima srodnim proizvodima*, NN br. 73/05
- NN 107/01 Zakon o suzbijanju zlouporabe opojnih droga
- Peričin D, Krimer V, Trivić S, Radulović L: The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry*, 113, 450–456, 2009.
- Pospišil M: Ratarstvo II dio- industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec, 2013.
- Small E, Marcus D: Hemp: A New Crop with New Uses for North America. U *Trends in new crops and new uses*, str. 284–326. Whipkey A. ASHS Press, Alexandria, 2002.
- Ugarčić-Hardi, Ž, Koceva Komlenić, D, Jukić, M, Kuleš, A.: Sirovine biljnog podrijetla - žitarice, leguminoze i uljarice, Upute za laboratorijske vježbe (interna skripta), Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2009.

Velagić-Habul E.: „Hemija hrane“, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2010.

Web 1: <https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%A0krob> (4.9.2017.)

Web 2: <http://nutricionizam-balans.com/web/buca-bucine-sjemeke-i-bucino-ulje/> (4.9.2017)

Web 3: <https://kazan.all.biz/en/micro-visko-amilograf-small-viskograf-for-g5433011#.WaRw3ChJbIU> (28.8.2017.)

Web 4: http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_proizvodnje_i_prerade_brasna/inzenjerstvo/TPPB_5_pekarstvo_reologija_16_17.pdf (28.8.2017.)

Web 5: <https://www.stablemicrosystems.com/> (18.9.2017.)

Zdunczyk Z, Minakowski D, Frejnagel S, Flis M: Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed cake , soybean meal and casein. *Nahrung*, 43(6), 392–395, 1999.

Zubr J: Oil – seed Crop: Camelina Sativa. *Industrial Crops and Products*, 6:113-119, 1997.

Žeželj, M.: Tehnologija žita i brašna: prerada brašna, Glas javnosti, Beograd, 2005.