Utjecaj mikrovalnog zračenja na hlapljive komponente kaše od višnje s dodatkom šećera

Šimunić, Helena

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:109:583773

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

Helena Šimunić

UTJECAJ MIKROVALNOG ZRAČENJA NA HLAPLJIVE KOMPONENTE KAŠE OD VIŠNJE S DODATKOM ŠEĆERA

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad 2017.

TEMELJNA DOKUMETACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra prehrambeno inženjerstvo
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij prehrambenog inženjerstva

Znanstveno područje:	Biotehničke znanosti
Znanstveno polje:	Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet:	Procesi u prehramebnoj tehnologiji
Tema rada	je prihvaćena na III. izvanrednoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2016./ 2017. održanoj 3. srpnja 2017.
Mentor:	izv. prof. dr. sc. *Anita Pichler*

Utjecaj mikrovalnog zračenja na hlapljive komponente kaše od višnje s dodatkom šećera

Helena Šimunić, 316- DI

Sažetak: U ovom radu je istražen utjecaj mikrovalnog zračenja na stabilnost hlapljivih komponenata u kaši od višnje s dodatkom šećera (saharoze i trehaloze). Određivanje kvantitativnog udjela aromatičnih sastojaka kaše od višnje provedeno je primjenom instrumentalne plinske kromatografije i mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME). U kašama od višnje identificirana su dvadeset i dva aromatična sastojka koji su podijeljeni u četiri skupine: terpeni, karbonilni spojevi, alkoholi i esteri. Najveći dio svih aromatičnih sastojaka prisutan je u svježoj kaši višnje bez dodataka, dok je u ostalim uzorcima došlo do većih ili manjih gubitaka aromatičnih sastojaka. Dodatkom šećera trehaloze u kombinaciji sa dodatkom hidrokoloida guara postignuto je najveće zadržavanje ukupne arome, dok je tretiranje uzoraka mikrovalnim zračenjem, pasterizacijom i skladištenje dovelo do značajnog gubitka hlapljivih komponenata.

Ključne riječi: kaša višnje, mikrovalovi, šećeri, hidrokoloidi

Rad sadrži:
43 stranice
12 slika
6 tablica
1 dijagram
1 prilog
48 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

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

1.	prof. dr. sc. *Mirela Kopjar*	predsjednik
2.	izv. prof. dr. sc. *Anita Pichler*	član- mentor
3.	prof. dr. sc. *Nela Nedić Tiban*	član
4.	izv. prof. dr. sc. *Natalija Velić*	zamjena člana

Datum obrane: 05.10.2017.

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 Technologies
Subdepartment of Food Engineering
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate study of Food Engineering
Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Processes in food industry
Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty od Food Technology Osijek at its extraordinary session no. III. held od July 3, 2017.
Mentor: *Anita Pichler*, PhD, associate prof.

The influence of microwave radiation on the volatile component of sour cherry puree with the addition of sugar

Helena Šimunić, 316- DI

Summary: In this paper the influence of microwave radiation on the stability of volatile components in sour cherry puree with the addition of sugar (sucrose and trehalose) is investigated. Determination of the quantitative content of aromatic ingredients of sour cherry puree was carried out using instrumental gas chromatography and solid phase microextraction (SPME). Twenty two aromatic compounds were identified in sour cherry puree and divided into four groups: terpenes, carbonyl compounds, alcohols and esters. Most of all aromatic ingredients are present in fresh cherry juice without additives, while in other samples larger or smaller losses of aromatic constituents have occurred. Addition of trehalose sugar in combination with addition of guar hydrocolloid resulted in the greatest retention of the total aroma, while microwave radiation treatment, pasteurisation and storage resulted in significant loss of volatile components.

Key words: sour cherry puree, microwave, sugars, hydrocolloids

Thesis contains:
43 pages
12 figures
6 tables
1 diagram
1 supplements
48 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1. *Mirela Kopjar*, PhD, prof. — chair person
2. *Anita Pichler*, PhD, associate prof. — Supervisor
3. *Nela Nedić Tiban*, PhD, prof. — Member
4. *Natalija Velić*, PhD, associate prof. — stand- in

Defense date: 05.10.2017.

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 izv. prof. dr. sc. Aniti Pichler na predloženoj temi diplomskog rada te na stručnoj pomoći tijekom rada na eksperimentalnom dijelu i svim savjetima tijekom izrade rada.

Veliko hvala mojem mužu i obitelji na konstantnoj podršci, žrtvovanju i razumijevanju tijekom mog studiranja.

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. Višnja 4

2.1.1. Kemijski sastav višnje 5

2.2. Tvari arome 9

2.2.1. Tvari arome višnje 9

2.2.2. Stabilnost arome 10

2.2.3. Biosinteza aromatičnih sastojaka arome 11

2.2.4. Utjecaj procesa prerade na aromatične sastojke 11

2.3. Voćne kaše 12

2.4. Sredstva za zaslađivanje 13

2.4.1. Saharoza 14

2.4.2. Trehaloza 14

2.5. Hidrokoloidi 16

2.5.1. Guar guma 17

2.5.2. Ksantan 17

2.6. Analiza spojeva arome 18

2.6.1. Plinska kromatografija 18

2.6.2. Spektrofotometrija masa 21

2.7. Mikrovalno zračenje 25

2.7.1. Primjena mikrovalova 25

2.7.2. Utjecaj mikrovalova 26

2.8. Pasterizacija 27

3. EKSPERIMENTALNI DIO 28

3.1. Zadatak 29

3.2. Materijali i metode 29

3.2.1. Priprema kaše višnje 29

3.2.2. Analiza spojeva arome 30

4. REZULTATI I RASPRAVA 32

4.1. Tablični prikaz analizom dobivenih rezultata 33

4.2. Rezultati 36

5. ZAKLJUČCI 38

6. LITERATURA 40

Popis oznaka, kratica i simbola

SPME	Solid Phase Microextraction (mikroekstrakcija na čvrstoj fazi)
GC	Plinska kromatografija
GC/MS	Plinska kromatografija sa maseno-selektivnim detektorom
PDMS	Polidimetil-siloksan
SAH	Saharoza
TREH	Trehaloza
XS	Xsantan
G	Guar
Kaša	Kaša višnje
kaša.MV	kaša višnje + mikrovalovi
kaša.PT	kaša višnje + pasterizacija
SAH.MV	kaša višnje i saharoze + mikrovalovi
SAH.PT	kaša višnje i saharoze + pasterizacija
TREH.MV	kaša višnje i trehaloze + mikrovalovi
TREH.PT	kaša višnje i trehaloze + pasterizacija

1. UVOD

Višnja (lat. Prunus cerasus L.) je drvo iz porodice Rosaceae, a pripada rodu Prunus. Prema obliku ploda pripada u skupinu koštičavog voća. Nastala je križanjem domaće trešnje i divljih kiselih vrsta.

Zbog posebnih unutarnjih svojstava ploda, višnja se s pravom naziva plemenitom voćnom vrstom. Bogata je antioksidansima, vitaminima A, C, E i folnom kiselinom, mineralima kalijem, magnezijem, željezom i vlaknima.

Njezina najveća važnost je u prerađivačkoj industriji. Uglavnom se koristi za preradu sokova, džemova, rakija, vina, kompota, te kao nadjev za konditorske proizvode, a manje se konzumira u svježem stanju

Također plod višnje ima jaka antiupalna svojstva čime je korisna za smanjivanje boli kod gihta i upale mišića, osteoartritisa i reumatoidnog artritisa te sprječava kardiovaskularne bolesti i snižava LDL kolesterol. Istraživanja potvrđuju da dvadeset višanja dnevno ili koncentrat te količine višanja imaju isti učinak na oslobađanje od boli kao aspirin.

Predmet istraživanja ovog rada je poluproizvod višnje – kaša, koja je osnova u proizvodnji mnogih gotovih proizvoda na bazi višnje kao što su preljevi, sokovi i dr., s dodatkom šećera (saharoze i trehaloze) i hidrokoloida (guar guma i ksantan).

Cilj ovog rada je istražiti utjecaj mikrovalnog zračenja na zadržavanje hlapljivih komponenata u kaši višnje s dodatkom šećera. Također se pratio i utjecaj pasterizacije i skladištenja na aromatične sastojke.

Rezultati istraživanja su pokazali da dodani šećeri i hidrokoloidi imaju značajan utjecaj na aromu kaše od višnje.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Višnja

Višnja (lat. *Prunus cerasus* L.) je drvo iz porodice *Rosaceae,* a pripada rodu *Prunus (***Slika 1**). U tu skupinu ubrajamo i trešnju (lat. *Prunus avium* L.), šljivu (lat. *Prunus domestica* L.), breskvu (lat. *Prunus persica* L.), nektarinu (lat. *Prunus reticulata* L.) i marelicu (lat. *Prunus armerniaca* L.). Prema obliku ploda višnja se ubraja u koštičavo voće (Kantoci, 2008.).

Današnje poznate sorte višanja potječu od divlje višnje čije je porijeklo iz Azije, Kavkaza i jugoistočne Europe (Kantoci, 2008). Sorte višanja su podjeljenje u tri glavne skupine ovisno o navikama stabla i karakteristikama ploda: Kentish višnja, morellos i maraska (Miličević i sur., 2014). Postoji ukupno 29 sorti višanja, od kojih je 23 aktivno, a 6 neaktivno (Web 1).

Drvo višnje može narasti od 4- 10 m priliko čega ide u širinu. Razvoj ploda traje 2-3 mjeseca (Web 2). Plod višnje je oporog i kiselkastog okusa, te svijetlo ili tamno crvene boje koja potječe od antocijana, polifenolnih flavonoida koji su odgovorni za crvenu, ljubičastu ili plavu boju voća, a najviše su koncentrirani u koži (Pedisić i sur., 2007.).

Višnja se uglavnom koristi u industriji za preradu sokova, džemova, rakija, vina, kompota, te kao nadjev za konditorske proizvode, a manje se konzumira u svježem stanju (Web 1).

U današnje vrijeme se sve više govori o pozitivnom utjecaju višnje na ljudski organizam s obzirom da je bogata antioksidansima, vitaminima, mineralima, folnom kiselinom te ugljikohidratima. Konzumiranje višnje utječe na kardiovaskularni sustav tako što smanjuje razinu kolesterola u krvi, smanjuje rizik od pojave ateroskleroze, upalne procese i ublažava bolove te pomaže i kod spavanja jer je prirodni izvor hormona melatonina. Također osobe oboljele od dijabetesa mogu jesti višnju u neograničenim količinama, jer sadrži vrlo malo sećera.

Najpoznatija sorta u Hrvatskoj je maraska (*Prunus cerasus* ili *Cerasus Marasca).* Maraska je autohtona dalmatinska sorta gdje se i najviše uzgaja. Najpopularniji proizvod od višnje marakse je zadarski liker Maraschino, koji se pravi po autentičnoj recepturi iz 16. stoljeća (Pedisić i sur., 2007.).



Slika 1 Višnja (*Prunus cerasus L.*) (Web 3)

2.1.1. Kemijski sastav višnje

Kemijski sastav se izražava kao udio sadržaja suhe tvari i vode. U sastav suhe tvari ulaze ugljikohidrati (škrob, šećeri, celuloza, itd.), masti, bjelančevine, mineralne tvari, vitamini, pektinske tvari, organske i mineralne kiseline, taninske tvari, tvari arome i boje.

Pomoću kemijskog sastava dobivamo predodžbu o energetskoj i prehrambenoj vrijednosti namirnice te organoleptičkim svojstvima. Na osnovu kemijskog sastava određuje se koji će se tehnološki postupci upotrebljavati pri preradi i konzerviranju (Kerekeš, 2015.).

Plod višnje velike je prehrambene vrijednosti, bogat je vitaminima A, C i K, te folnom kiselinom (vitamin B9), mineralima (kalij, kalcij, fosfor, magnezij, natrij), sekundarnim metabolitima (antocijani, β- karoten, melatonin) te s njima povezanom visokom antioksidativnom aktivnošću, što je vidljivo iz **Tablice 1** (Milinović i sur., 2012.).

Jakobek (2007.) je utvrdila da višnja ima veću antioksidacijsku aktivnost u odnosu na malinu, trešnju i jagodu, ali puno manju nego aronija, borovnica, crni ribiz i kupina.

Tablica 1 Prosječni kemijski sastav višnje (Web 4)

Sastojak	Mjerna jedinica	Količina
Energetska vrijednost	kcal	50,00
Ukupno bjelančevina	g	1,00
Ukupno ugljikohidrata	g	12,18
Ukupno masti	g	0,30
Prehrambena vlakna	g	1,60
Voda	g	86,13
Fruktoza	g	3,51
Vitamin A		1283,00
Folati	mcg	8,00
Vitamin C	mg	10,00
Vitamin K	mcg	2,10
Mg	mg	9,00
P	mg	15,00
K	mg	173,00
Na	g	3,00
Ca	mg	16,00

2.1.1.1. Šećeri

Šećeri zajedno s kiselinama predstavljaju osnovnu komponentu u formiranju okusa proizvoda. Najvažniji šećeri u voću su glukoza, fruktoza i saharoza.

Glukoza je monosaharid, koja se u voću nalazi slobodna i vezana na polisaharide, oligosaharide i druge organske tvari kao što su proteini i masti.

Fruktoza je u voću prisutna kao dio složenih šećera, saharoze, rafinoze i inulina. Oko 1,3 do 1,7 puta je slađa od saharoze, a komercijalno se najviše proizvodi izomerizacijom glukoznog sirupa koji se dobiva hidrolizom škroba. Zbog cijene, slatkoće i funkcionalnih svojstava koja pozitivno utječu na aromu i stabilnost proizvoda fruktoza se sve više upotrebljava u proizvodnji prehrambenih proizvoda, naročito napitaka. Osim kao sladilo, fruktoza se koristi i kao konzervans u različitim voćnim proizvodima.

Saharoza je nereducirajući šećer sastavljen od molekula glukoze i fruktoze povezanih glikozidnom vezom. Ima vrlo visoku energetsku vrijednost, a može služiti i kao konzervans ukoliko se nalazi u određenoj koncentraciji (Pichler, 2011.).

U **Tablici 2** možemo vidjeti da plod višnje sadrži veći udio invertnog šećera, dok se saharoza nalazi u manjim količinama i to svega 0,6%.

Tablica 2 Udio šećera u višnjama (%) (Niketić- Aleksić, 1982.)

Invertni šećer	Saharoza	Ukupni šećer
7,8	0,6	6,9- 12,5

2.1.1.2. Kiseline

Kiselost voća potječe od organskih kiselina i njihovih soli. Najzastupljenije kiseline su jabučna, limunska i vinska, dok su u manjim količinama zastupljene oksalna, mravlja, salicilna, benzojeva, itd.

Sadržaj kiselina u voću se kreće od 0,2 do 1,2%, a kiselost izražena preko pH vrijednosti iznosi 3,5. Vrijednost pH služi često i kao mjerilo zrelosti voća. Prema pH vrijednosti voće se dijeli na slabo kiselo (pH > 5), srednje kiselo (pH od 5 – 4,5), kiselo (pH od 4 – 3,5) te jako kiselo (pH < 3,5) (Web 5).

Prema tome višnje ubrajamo u jako kiselo voće (**Tablica 3**).

Tablica 3 Udio kiselina u višnjama (%) (Niketić- Aleksić, 1982.)

Ukupne kiseline	pH
0,8- 1,9	3,3

2.1.1.3. Vitamini

Vitamini su esencijalni organski mikronutrijenti koje ljudski organizam ne može sam sintetizirati, već ih mora uzimati putem hrane. Iako su potrebni u vrlo malim količinama, imaju ogroman utjecaj na zdravlje ljudi.

Danas je poznato 13 vitamina, a prema topljivosti dijele se na vitamine topljive u mastima (vitamini A, D, E i K) i vitamine topljive u vodi (vitamini B-skupine i vitamin C). Vitamini pokazuju niz kemijskih i funkcionalnih sličnosti, a djeluju kao koenzimi, antioksidansi (vitamini E i C) ili imaju hormonsku aktivnost (vitamini D i A) (Vranešić Bender i Krstev, 2008.).

Višnja je bogat izvor vitamina i to vitamina C, kojeg ima u najvećim količinama, zatim vitaminom A, K i vitaminima B- kompleksa (tiamin- B_1, riboflavin- B_2, niacin- B_3, folna kiselina- B_9) (**Tablica 4**).

Tablica 4 Količina vitamina (mg/ 100 g) (Vračar, 2001.)

Vitamin C	B_1 tiamin	B_2 riboflavin	B_3 niacin	B_9 folat	Vitamin K
12,0	0,05	0,06	0,4	0,08	0,02

2.1.1.4. Mineralne tvari

Mineralne tvari prisutne u tijelu u osnovi se dijele na makroelemente (prisutni u količini većoj od 5 g) i mikroelemente ili minerale u tragovima (prisutni u količini manjoj od 5 g).

Sadržaj mineralnih tvari u svježem voću se kreće od 0,3 – 0,8%. Određuje se potpunim spaljivanjem namirnice pri čemu se dobije pepeo s odgovarajućim sadržajem mineralnih tvari (Kerekeš, 2015.).

U **Tablici 5** možemo vidjeti da se u pepelu višnje nalaze kalij, natrij, kalcij, magnezij, fosfor.

Tablica 5 Količina mineralnih tvari (mg/ 100g) (Zlatković, 2003.)

K	Na	P	Mg	Ca
256	20	15	26	37

2.1.1.5. Prehrambena vlakna

Prema definiciji prehrambena vlakna su biljne tvari koje su neprobavljive za enzime probavnog sustava, uključujući tvari stanične stjenke biljaka (celuloza, hemiceluloza, pektin i lignin) kao i međustanične polisaharide kao što su gume i sluzi.

Prema topljivosti u vodi, vlakna se dijele na netopljiva i topljiva. U netopljiva ubrajamo celulozu, hemicelulozu i lignin, a u topljiva pektin, beta-glukane, gume i sluzi (Gaćina, 2014.).

Prehrambena vlakna pospješuju funkciju gastrointestinalnog sustava i pridonose redovitoj defakciji. Osim toga, pokazalo se da neke vrste vlakana snizuju LDL-kolesterol, štite od kardiovaskularnih bolesti i karcinoma debelog crijeva. Također, vlakna su se pokazala korisnima pri tretiranju nepodnošenja glukoze i reguliranju tjelesne mase.

Preporuke za unos prehrambenih vlakana su 38 g za muškarce dobi do 50 godina, a 25 g za žene dobi do 50 godina. Muškarci stariji od 50 godina trebali bi zbog smanjenog unosa energije u ovoj životnoj dobi unositi 30 g, a žene 21 g (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

Višnje su bogat izvor vlakana, osobito pektina. Količina pektina u višnji iznosi 0,24- 0,54% (Šic Žlabur i sur., 2016.).

2.1.1.6. Tvari boje

Pod pojmom boja podrazumijeva se ljudska percepcija obojenih materijala - crveno, zeleno, plavo, itd. Bojilo je bilo koja tvar, bilo prirodnog ili sintetskog porijekla, koja emitira boju. Hrana je obojena zbog svoje sposobnosti da reflektira ili emitira različitu količinu energije pri valnim dužinama koje stimuliraju retinu oka (Kopjar, 2007.).

Tvari boje su vrlo značajna kvalitativna svojstva voća jer pruža informacije o identitetu, kvaliteti i aromi. Primarna uloga boje je određivanje zrelosti voća i mikrobiološkog kvarenja. Za boju su odgovorni pigmenti koji se nalaze u plastidima u protoplazmi stanice (Kerekeš, 2015.).

Antocijani pripadaju flavonoidnoj grupi polifenola. Antocijani su glikozilirani polihidroksi i polimetoksi derivati 2-fenilbenzopirilium kationa, odnosno flavilium kationa. Glavni dio antocijana je njegov aglikon, flavilium kation, koji sadrži konjugirane dvostruke veze odgovorne za absorpciju svijetla pri valnim duljinama oko 500 nm, što omogučava pigmentu da se ljudskom oku čini crvenim. Aglikoni se nazivaju antocijanidini (Pichler, 2011.).

Antocijanini pripadaju skupini flavonoida. Oni su biljni pigmenti topivi u vodi, a cvijeću, voću i povrću daju plavu, purpurnu i crvenu boju. Po svom kemijskom sastavu su glikozidi

antocijanidina s karakterističnom kemijskom strukturom flavonoida. Postoji šest osnovnih antocijanidina: cijanidin, delfinidin, pelargonidin, peonidin, petunidin i malvidin, a vezanjem šećera na ove osnovne antocijanidine nastaju molekule antocijanina (Jakobek, 2007.).

U višnjama su od biljnih pigmenata najviše zastupljeni antocijani i to u količini od 569 do 858 mg/L, i antocijanini uglavnom (oko 80%) sastavljeni od spojeva cijanidina. Glavna komponenta antocijanina je cijanidin-3-glukozil-rutinozid, koji daje 60-70% ukupnog sadržaja antocijana, dok je drugi glavni pigment cijanidin-3-rutinozid koji čini 25-33%. Također su pronađeni i cijanidin-3-sohorozid, cijanidin-3-glukozid, peonidin-3-glukozid i peonidin-3-rutinozid (Szalóki-Dorkó i sur., 2015.).

2.2. Tvari arome

Aroma potječe od grčke riječi i ima značenje mirodija, mirisna biljka. Aroma prehrambenih proizvoda bitan je čimbenik kvalitete jer označava ukupni utisak doživljen konzumiranjem hrane i pića (Kerekeš, 2015.).

Ukupna aroma voća i povrća rezultat je interakcije svih spojeva od kojih je sastavljena. Na nju tako utječu i prisutne masti, ugljikohidrati, bjelančevine i voda. Ipak specifičnost arome rezultat je prisutnosti drugih brojnih vrsta spojeva kao što su: alkoholi, esteri, aldehidi, ketoni, laktoni, eterična ulja, terpeni, kiseline, različiti heterociklički spojevi (pirazini, piroli, piridini) i dr. (Web 6).

Aromatične tvari nastaju tokom zrenja i dozrijevanja voća iz prekursora arome. Taj se proces odvija u stanju fiziološkog funkcioniranja bez oštećenja, ali i nakon oštećenja tkiva, kada nastupaju enzimske reakcije. Arome se razvijaju i tokom tehnološkog postupka ili termičke obrade kao što su pasterizacija i sterilizacija. Mogu nastati i kao rezultat manje ili više složenih enzimskih procesa u voću. Prirodne voćne arome su vrlo osjetljive i lako hlapljive pri povišenim temperaturama te mogu biti promjenjene ili izgubljene tokom procesa prerade. Izvor prirodnih prehrambenih aroma i njihovih prekursora nalazi se u biljnom tkivu voća (Web 6.).

2.2.1. Tvari arome višnje

Identificirano je više od 100 hlapljivih komponenata kao nositelja arome višnje. Kemijske tvari koje pridonose aromi ovog voća su uglavnom karbonili, alkoholi, kiseline, esteri i terpeni.

Najdominantniji spojevi odgovorni za aromu su aldehidi: heksanal, benzaldehid i trans-2-heksenal. Heksanal i trans-2-heksenal karakterizira zelena nota i predstavljaju više od 30% ukupnih aromatičnih sastojaka, dok benzaldehid čini oko 15% (S. J. Simmonds; R. Preedy, 2015.).

U skupinu ketona koji se nalaze u višnji ubrajaju se: 2-butanon, 6-metil-5-hepten-2-on, te 2-propanon.

Alkoholi koji su zastupljeni u višnji su: 1-heksanol, fenilmetanol,1-oktanol, fenetilalkohol (S. J. Simmonds; R. Preedy, 2015.).

2.2.2. Stabilnost arome

Stabilnost arome u različitim prehrambenim proizvodima je od velikog značenja zbog toga što se ona povezuje s kvalitetom i prihvatljivošću proizvoda, a vrlo se teško kontrolira. Proizvodnja i skladištenje, ambalažni materijali i sami sastojci hrane obično izazivaju modifikaciju sveukupne arome tako što se smanjuje intenzitet spojeva arome ili dolazi do stvaranja nepoželjnih spojeva. Spojevi arome zbog svoje različitosti tvore vrlo kompleksne sisteme. Oni koji su topljivi u vodi stabilniji su u ugljikohidratima, a netopljivi u lipidima.

Mnogo je čimbenika koji utječu na kvalitetu arome u hrani, npr. fizikalno-kemijska svojstva, koncentracija i interakcije hlapljivih spojeva arome s drugim sastojcima hrane. Kako bi se smanjila degradacija arome i spriječio gubitak tijekom procesiranja i skladištenja, od velikog je značenja enkapsulirati hlapljive sastojke (Kopjar, 2007.).

Enkapsulacija je tehnika pomoću koje se materijal ili smjesa materijala oblaže ili “zarobljava” unutar drugog materijala ili sistema. Materijal koji se oblaže naziva se aktivni materijal, a materijal kojim se oblaže naziva se ljuska, nosač ili enkapsulat. Enkapsulacijom se može zadržati aroma u prehrambenom proizvodu tijekom skladištenja, mogu se zaštititi spojevi arome od nepoželjnih interakcija sa sastojcima hrane, minimalizirati interakcije između spojeva arome, te se može zaštititi aroma od reakcija izazvanih svietlom i/ili oksidacijom (Pichler, 2011.).

Interakcije između spojeva arome i drugih sastojaka matriksa hrane imaju vrlo važnu ulogu u percepciji arome prehrambenih proizvoda. Škrob i njegovi derivati imaju vrlo široku primjenu kao aditivi (stabiliziraju, zgušnjavaju, poboljšavaju strukturu) ili kao nosači arome. Fundamentalno razumijevanje aroma-škrob interakcija je vrlo korisno kako bi se poboljšalo zadržavanje arome u proizvodima, ali i za razvoj novih nosača za enkapsulaciju arome (Kopjar, 2007.).

2.2.3. Biosinteza aromatičnih sastojaka arome

Tvari arome se nalaze u biljnim plodovima u vakuolama, u voću citrusa se nalaze u kori, u jabuka, kruškama u pokožici, dok se u mesu voća nalaze u manjim koncentracijama.

Aroma voća može nastati prirodnim putem ili tokom prerade. Aromatične tvari zrelih, zdravih i neoštećenih plodova voća nazivaju se primarne tvari arome. Nastaju kao sekundarni produkti metabolizma biljaka, a stvaraju se djelovanjem enzima tokom zrenja i dozrijevanja biljnog tkiva iz prekursora arome. Biosinteza tvari arome uključuje metabolizam sinteze i razgradnje tj. anaboličke i kataboličke procese u tkivima biljaka (Web 6).

Prema Büchin-u biosinteza aromatičnih tvari teče od glukoze preko pirogrožđane kiseline Krebsovim ciklusom do alkohola i kiselina. U slijedećoj fazi nastaju esteri i drugi složeni spojevi karakteristični za pojedine aromatične komplekse.

Aroma je složena smjesa hlapljivih spojeva sa vodom, vodenom parom ili inertnim plinom koja daje nezamjenjivu čulnu karakteristiku određene vrste i sorte voća. Pojedine sorte i vrste voća međusobno se razlikuju po čulnom utisku mirisa i okusa zbog različitih koncentracija i količinskih odnosa pojedinih sastojaka arome koji formiraju ukupnu aromu. Koncentracija nije mjerilo i aromatične dominantnosti jer neki spojevi prisutni u manjim udjelima utječu mnogo više na ukupnu aromu nego spojevi prisutni u većim udjelima. Stoga se smatra da je dominantnost nekog spoja u aromi više posljedica njegove kemijske strukture nego koncentracije jer je primjećeno da se spojevi u tragovima ističu kao nositelji karakteristične arome za pojedino voće (Web 7).

2.2.4. Utjecaj procesa prerade na aromatične sastojke

Aromatične tvari koje nastaju tijekom transporta, prerade i skladištenja sirovina i gotovih proizvoda, kao posljedica hidrolitičkih i oksidacijskih promjena aromatičnih sastojaka, nazivaju se sekundarne tvari arome i utječu na aromu proizvoda. Kao posljedica mehaničkog oštećenja plodova dolazi do aktiviranja enzimskih sustava koji djelovanjem na prekursore arome daju aromatične tvari. To je vidljivo kod lukovičastog povrća kao što je bijeli luk, gdje se aroma stvara aktivnošću enzima alinaze na supstrat alin pri čemu nastaje alicin, pirogrožđana kiselina i amonijak. Pirogrožđana i oleinska kiselina su prekursori arome u banani (Web 6).

Termička obrada hrane provedena na visokim temperaturama duže vrijeme može dovesti do stvaranja nositelja promjene arome i boje. Mogu nastati nepoželjni produkti Maillard-ovih reakcija ili karbonilni spojevi nastali Streckerovom razgradnjom aminokiselina. Preradom plodova sastojci arome prelaze u sok te se tako razrijeđuju ili enzimski razgrađuju, pa se dobiva utisak smanjenja ukupne arome u odnosu na aromu sirovine.

Sastav aroma također se razlikuje ovisno o njihovom nastanku. Tako su naprimjer, arome nastale termičkom obradom namirnica bogatije heterocikličkim spojevima od onih nastalih enzimskom hidrolizom (Web 6).

2.3. Voćne kaše

Voćna kaša (**Slika 2**) je poluproizvod dobiven pasiranjem svježeg voća ili pulpe, te konzerviranjem sumpornim dioksidom, pasterizacijom ili zamrzavanjem. Kaša je ujednačene konzistencije i ne smije sadržavati ostatke kore, cijele koštice ili komade koštica ili neke druge krute primjese. Prema udjelu suhe tvari ocjenjuje se kvaliteta kaše. Najčešći postupak konzerviranja kaše je pasterizacija ili zamrzavanje.

Pasterizirana kaša je poluproizvod dobiven iz svježeg voća pasiranjem. Voće se prethodno mora oprati, probrati i usitniti. Usitnjena voćna masa podvrgava se toplinskoj obradi u izmjenjivaču topline pri temperaturi od 90–95˚C zbog inaktivacije enzima, uništenja mikroorganizama i omekšavanja tkiva. Sve to olakšava pasiranje na pasirkama pri čemu se uklone nejestivi dijelovi voća. Dobivena kaša se puni u prethodno pasterizirane limenke ili cisterne. Ako se kaša namjerava zamrzavati, nakon toplinske obrade se mora ohladiti na 30˚C. Prije zamrzavanja u samim uređajima kaša se može tretirati otopinom limunske kiseline ili askorbinske kiseline što utječe na poboljšanje okusa i na bolje očuvanje organoleptičkih svojstava tijekom skladištenja. Kaša se zamrzava u obliku blokova, oblaže folijom od polietilena te skladišti na -18°C do daljnje prerade (Lovrić i Piližota, 1994.).



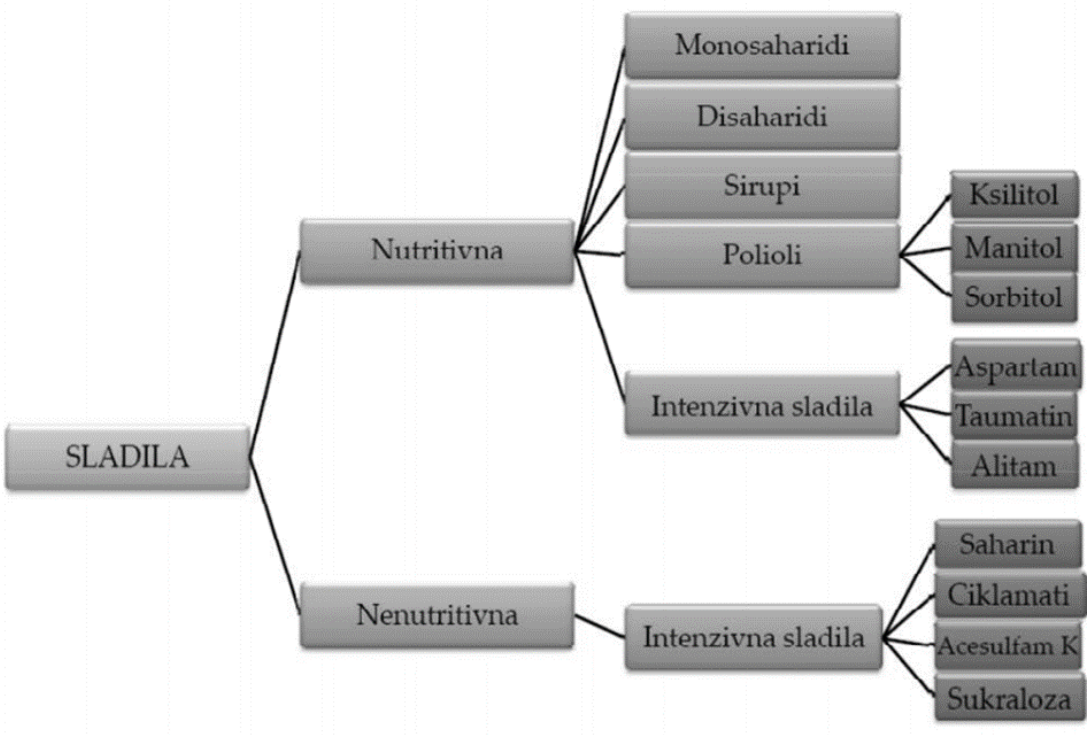
Slika 2 Kaša od višnje (Web 8)

2.4. Sredstva za zaslađivanje

Zaslađivači ili sladila su tvari koje izazivaju osjet slatkoće, zbog čega se dodaju hrani i pićima kao zamjena za šećer.

Tvari za zaslađivanje dijele se na:

- *Zamjene za šećer*: supstance manje ili isto slatke kao saharoza, s približnom ili nižom kalorijskom vrijednošću u odnosu na istu količinu šećera. Metabolički put razgradnje u organizmu razlikuje se od saharoza, što je i jedan od razloga njihove primjene. Izvorno su sastojci biljaka ili se dobijaju iz prirodnih sirovina.
- *Umjetna sladila*: neka se dobijaju sintetskim putem, a neka se nalaze kao izvorni sastojci u biljkama i nekoliko su desetaka puta slađi od šećera (Web 9). U **Dijagramu 1** možemo vidjeti podjelu sladila prema energetskoj vrijednosti.



Dijagram 1 Podjela sladila prema energetskoj vrijednosti (Web 10)

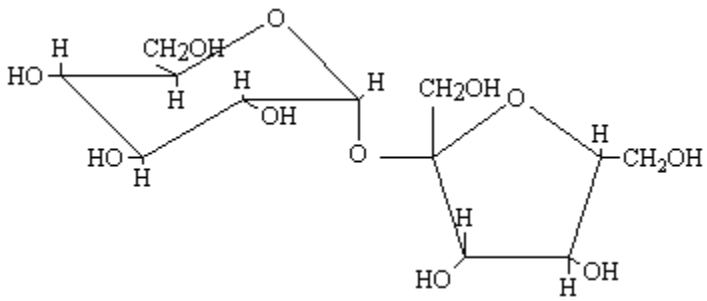
Prirodna sladila, osim energetske vrijednosti, povećavaju i sadržaj suhe tvari te se stoga najviše koriste u industriji. Pri višim koncentracijama mogu djelovati inhibitorno na neke mikroorganizme. Umjetna sladila se upotrebljavaju samo u proizvodnji niskoenergetske hrane i hrane namijenjene dijabetičarima jer nemaju značajna tehnološka i fiziološka

svojstva. Sredstva za zaslađivanje pozitivno utječu na punoću, gustoću i viskoznost proizvoda (Kerekeš, 2015.).

2.4.1. Saharoza

Saharoza je, prema IUPAC-u (1990.), disaharid kemijske formule $C_{12}H_{22}O_{11}$ i molekulske mase 342,303 g/mol, a sastoji se od α-D-glukoze i β-D-fruktoze (**Slika 3)**. Dvije hidroksilne skupine na molekuli međusobno su povezane u obliku etera te je stoga saharoza nereducirajući šećer. Saharoza je dobro topljiva u vodi, a netopljiva u većini organskih otapala. Tako, mala količina primjesa smanjuje topljivost saharoze, dok veća količina povečava njenu topljivost. Djelovanjem kiselina dolazi do razgradnje saharoze na glukozu i fruktozu (Šubarić i sur., 2011.).

Saharoza je prije svega sladilo, zatim i sredstvo za konzerviranje brojnih prehrambenih proizvoda, a podjednako se upotrebljava u prehrambenoj industriji i kućanstvima. Ima ugodan sladak okus, a u organizmu se potpuno i brzo resorbira (Pichler, 2011.).



Slika 3 Strukturni prikaz molekule saharoze (Šubarić i sur., 2011.)

2.4.2. Trehaloza

Trehaloza, kao i saharoza, je nereducirajući disaharid s istom kemijskom formulom ($C_{12}O_{11}H_{22}$), ali različitom strukturom. Trehaloza se sastoji od dvije molekule glukoze vezane α-1,1- glikozidnom vezom (**Slika 4**). To je jedan od najstabilnijih poznatih šećera, čija glikozidna veza ima nisku slobodnu energiju aktivacije čime se dobije velika otpornost trehaloze na hidrolizu (Komes i sur., 2003.).

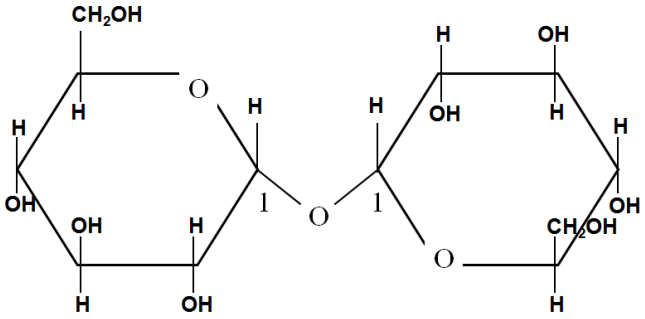
Ovaj disaharid ima slatkoću oko 40 – 45 % slatkoće saharoze, jer se smatra da samo jedna molekula glukoze zauzima vezno mjesto na receptoru okusa za slatko.

Pregledom utjecaja trehaloze u živim sistemima dobije se uvid u moguće pozitivno djelovanje trehaloze na svojstva prehrambenih i medicinskih proizvoda (Kopjar, 2007.).

Moderni izvori hrane mogu sadržavati značajne količine trehaloze, kao npr. med (0,1- 1,9 %), pivski (0,01-5 %) i pekarski (15-20 %) kvasac, a time i većina proizvoda kod kojih se koristi kvasac. Komercijalno uzgajane gljive sadrže 8-12 % trehaloze. Trehaloza je također izolirana i iz mnogih sjemenjača, kao što je suncokret. Koncentracija trehaloze u prirodnim izvorima varira zbog različitih eksperimentalnih uvjeta, analitičkih metoda i životnog ciklusa analiziranog organizma.

Trehaloza je prehrambeni sastojak s jedinstvenim svojstvima koja ju čine vrlo korisnim sastojkom s širokom primjenom u formuliranju proizvoda i njihovom procesiranju. Primarno se može koristiti kao zamjena za saharozu kako bi se postigao više balansirani okus ili kako bi se poboljšao profil okusa. Trehaloza je nereducirajući šećer tako da ne podliježe Maillardovim reakcijama posmeđivanja (Kopjar, 2007.).

Pri povišenim temperaturama je otporna na kiselinsku hidrolizu i ne podliježe karamelizaciji. Može se koristiti kao dodatak u proizvodnji napitaka, kaša i punila, nutritivnih pločica, dehidratiranog voća i povrća, slatkiša, itd. (Kopjar, 2007.).



Slika 4 Strukturni prikaz molekule trehaloze (Web 12)

2.5. Hidrokoloidi

Hidrokoloidi su dugolančani polimeri koji se upotrebljavaju u prehrambenoj industriji za poboljšanje konzistencije tekuće i polutekuće hrane. Pri tom njihovo djelovanje može biti ovisno o upotrijebljenoj vrsti i udjelu, temperaturi, tehnološkim uvjetima proizvodnje, udjelu i sastavu suhe tvari, kemijskom sastavu, itd. Dodani u različitim kombinacijama i u različitim fazama proizvodnje njihovo djelovanje može biti različitog intenziteta i konačnog učinka.

Vrsta upotrijebljenog hidrokoloida u velikoj mjeri određuje konzistenciju, teksturalna i reološka svojstva hrane, bez utjecaja na njenu nutritivnu vrijednost i senzorska svojstva. Aktivnost hidrokoloida može ovisiti o međudjelovanju samih hidrokoloida kao i o njihovom međudjelovanju s ostalim sastojcima hrane (Herceg i sur., 1999.).

Prema porijeklu hidrokoloide dijelimo na (Philips i Williams, 2000.):

- hidrokoloide biljnog porijekla (pektin, guar, brašno sjemenki rogača, gumiarabika, celuloza, škrob),
- hidrokoloidi životinjskog porijekla (želatina, kazeinat, proteini sirutke, citozan),
- proizvodi mikroorganizama (ksantan, gellan, dextran),
- morske alge (karagen, alginati, agar).

Pri odabiru hidrokoloida ovisno o učinku koji se želi postići u pojedinim prehrambenim proizvodima, potrebno je voditi računa o sljedećim čimbenicima:

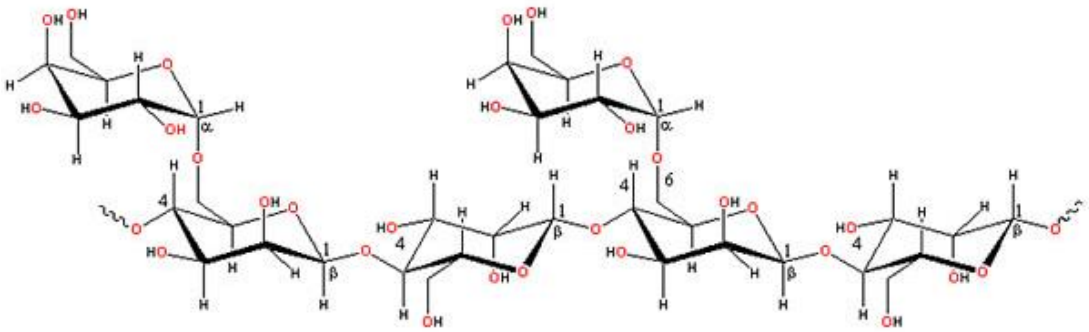
- topljivost ili disperzibilnost i utjecaj pH i temperature,
- sposobnost želiranja i utjecaju temperature, koncentracije i pH,
- elektrokemijskom ponašanju i njegovim emulgirajućem djelovanju i stabilnosti proizvoda,
- spojivosti s drugim sastojcima u prehrambenom proizvodu,
- stabilnosti prema pH, temperaturi i mehaničkom naprezanju,
- slaganju s drugim koloidima,
- djelovanju na miris okus i boju,
- važećim propisima i normama za odgovarajuće proizvode,
- otpornosti prema djelovanju mikroorganizama i
- cijeni (Šubarić, 1994.).

2.5.1. Guar guma

Guar je vlaknasta tvar iz sjemena mahunarke *Cyamopsis tetragonobola* koja se najviše rabi u industrijskoj pripremi gotove ili polugotove hrane. Guar je polisaharid izgrađen od galaktoze i manoze u omjeru 1:2 sa prosječnom molekulskom masom 1 do 2 milijuna što možemo vidjeti na **Slici 5** (Reiner, 2008.).

Najčešće služi kao pojačivač okusa i sredstvo koje spriječava topljenje sladoleda. Upotrebljava se u proizvodnji mlinskih i pekarskih proizvoda, keksa, kolača, tjestenine, kuhanih, polutrajnih i trajnih kobasica, u desertima na bazi voća i povrća, raznim umacima, bezalkoholnih osvežavajućih pića, juha, snack-proizvoda te hrane za dojenčad i malu djecu (Web 12).

Guar također pospješuje zdravlje tako što snižava ukupni i LDL-kolesterol te trigliceride u krvi, a donekle snižava i koncentraciju glukoze u krvi te poboljšava probavu. (Reiner, 2008.).

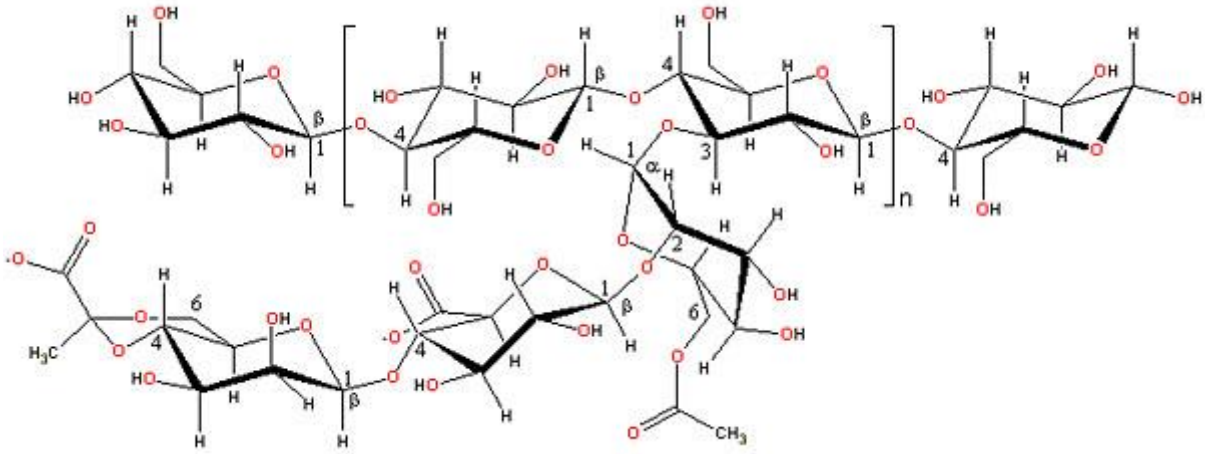


Slika 5 Kemijska struktura guar gume (Web 12)

2.5.2. Ksantan

Ksantan je prirodni polisaharid koji se dobiva fermentacijom kukuruznog šećera pomoću bakterija roda Xanthomonas (**Slika 6**). Koristi se kao sredstvo za zgušnjavanje i želiranje u hrani, a označava se brojem E 415. Ne može se metabolizirati u ljudskom organizmu, stoga se ubraja u prehrambena vlakna. Djelomično se metabolizira u crijevu, a u prevelikim dozama može djelovati laksativno.

Ksantan bubri u vodenoj otopini, čime povećava viskoznost medija. Stoga se koristi kao zgušnjivač u mliječnim proizvodima, umacima, majonezi, senfu, itd. Osim toga, ksantan se koristi u brojnim kozmetičkim proizvodima, kao što su losioni, šamponi, pasta za zube, tekući sapuni i maskare za oči (Web 13).



Slika 6 Kemijska struktura ksantana (Web 14)

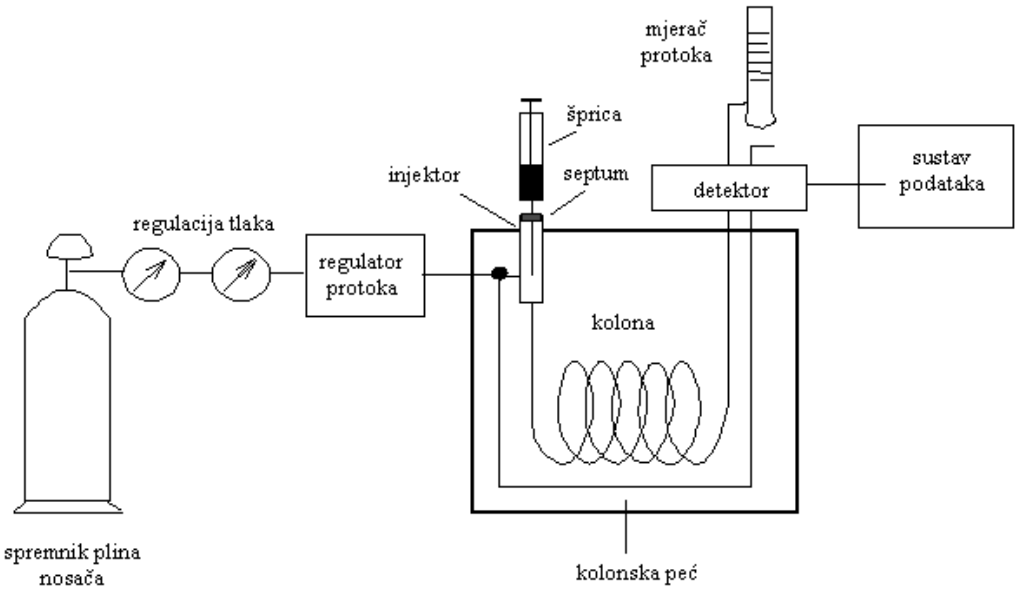
2.6. Analiza spojeva arome

2.6.1. Plinska kromatografija

Kromatografija je fizikalna metoda separacije u kojoj se sastojci raspodjeljuju između dviju faza, od kojih je jedna nepokretna (stacionarna faza), dok se druga kreće u određenom smjeru (pokretna faza). Uzorak je otopljen u pokretnoj fazi (tekućina, plin, fluid pri superkritičnim uvijetima) i kreće se uzduž nepokretne faze koja može biti u koloni ili na ravnoj plohi. Izumio ju je i imenovao ruski botaničar Mikhail Tswett početkom 20. stoljeća. On je ovu tehniku upotrijebio za razdvajanje biljnih pigmenata kao što su klorofili i ksantofili propuštajući otopinu ovih pigmenta kroz staklenu kolonu punjenu fino granuliranim kalcijevim karbonatom. Odjeljene vrste pigmenata pokazale su se kao obojene vrpce na koloni, na osnovu čega je odabrano i ime za metodu (od grčki *chroma* = boja i *graphein* =pisati) (Web 15).

Plinska kromatografija (GC) je separacijska tehnika kod koje je pokretna faza plin (plin nosioc). Uzorak se injektira na početak kromatografske kolone, gdje isparava. Eluiranje se vrši pomoću protoka inertnog plina kao mobilne faze. Odvajanje sastojaka na GC koloni uvjetovano je razlikom u njihovoj hlapivosti. Plin nosioc, za razliku od mobilne faze u drugim tipovima kromatografije, nema interakcija s analiziranim komponentama već služi isključivo kao transportno sredstvo (Web 15).

Uređaj u kom se vrši proces kromatografiranja naziva se plinski kromatograf (**Slika 7**).



Slika 7 Shematski prikaz plinskog kromatografa (Web 16)

Odvajanje komponenata smjese, metodom plinske kromatografije, može se provesti na dva osnovna načina:

- diferencijalna adsorpcija na adsorbensu (plinska adsorpcijska kromatografija - GSC) i
- diferencijalno otapanje ili razdjeljivanje u odgovarajućoj selektivnoj tekućini nanesenoj na veliku površinu u tankom sloju (plinska tekućinsko-razdjelna kromatografija - GLC) (Pichler, 2011.).

Poznate su tri kromatografske tehnike odjeljivanja: frontalna, istiskivanje i eluiranje (ispiranje), koje se mogu primijeniti kod oba načina odvajanja komponenata smjese.

Eluiranje je glavna tehnika plinske kromatografije zato što se kolona kontinuirano regenerira s inertnim plinom nositeljem. Određena količina ispitivane smjese uvodi se strujom inertnog plina (plin nositelj) u kromatografsku kolonu. Prolaskom kroz kolonu, smjesa se razdjeljuje između nepokretne faze i struje plina nositelja (pokretna faza). Plin nositelj ispire iz kolone pojedine frakcije, pa su sastojci na taj na olakšano kvalitativno i kvantitativno određivanje komponenata (Moslavac, 2003.).

2.6.1.1. Plin nositelj

Kao plin nosioc, obzirom na to da on mora biti kemijski inertan, koriste se helij, dušik i vodik. Izbor plina nosioca najcešće je određen tipom detektora koji se upotrebljava (Web 15).

Vrlo je važno da plin nositelj bude pročišćen od nečistoća koje bi mogle dovesti do lošeg funkcioniranja uređaja, povečati razinu smetnji i kontaminaciju detektora, stoga se često posebno instaliraju uređaji za pročišćavanje plina (Pichler, 2011.).

Protoci plina se obično reguliraju pomoću dvostupanjskog regulatora tlaka na plinskoj boci i regulatorom tlaka postavljenim na samom uređaju (Web 15).

2.6.1.2. Uređaj za unošenje uzorka (injektor)

Kako bi rezultati analize bili zadovoljavajući uzorak koji se unosi u sustav za analizu mora biti odgovarajuće veličine i unešen kao „čep“ plina. Sporo unošenje (injektiranje) uzoraka rezultira slabim razdvajanjem komponenata uzorka. Najčešće se primjenjuje injektiranje uzorka pomoću mikrošprice za injektiranje plinskog ili tekućeg uzorka kroz silikonsku gumu (dijafragmu, septum) u područje neposredno na početku kolone gdje dolazi do rasprskivanja i isparavanja uzorka. Kako bi isparavanje uzorka bilo potpuno temperatura ovog prostora trebala bi biti za cca 50°C viša od temperature vrelišta najslabije hlapive komponente u uzorku (Web 15).

2.6.1.3. Kromatografske kolone

Kromatografske kolone koje se primjenjuju u plinskoj kromatografiji variraju od 2 do 50 m u duljini, a kako bi se mogle smjestiti u termostatiranu peć obično su u namotima promjera 10-30 cm.

Kako bi se postiglo razdvajanje komponenata potrebno je kontrolirati temperaturu kolone, što se postiže njezinim smještanjem u termostatiranu peć, a optimalna temperatura za svaku pojedinačnu analizu ovisi točki vrelišta uzorka te željenom stupnju separacije komponenata prisutnih u uzorku. Temperatura jednaka ili nešto viša od prosječne točke vrelišta uzorka obično daje zadovoljavajuće rezultate i vremena analize u rasponu 2-30 minuta. No ukoliko je raspon točki vrelišta komponenata uzorka širok analiza se provodi uz programsko vođenje temperature, pri čemu se temperatura analize povisuje od početka prema kraju njezinog trajanja (Web 15).

Osnovni zahtjev koji se postavlja na kromatografsku kolonu je dobra selektivnost. Selektivnost kolone ovisi o izboru odgovarajućeg krutog nosača, načinu punjenja kolone, vrsti i količini selektivne tekućine. Za dobro razdvajanje uzorka u GC najvažniji uvjet je dobar izbor selektivne tekućine koja mora biti:

- selektivna i dobro otapalo za sve sastojka uzorka,
- nehlapiva,

- termički stabilna i kod povišenih temperatura i
- kemijski inertna prema sastojcima uzorka koji se analizira (Moslavac, 2003.).

2.6.1.4. Detektori

Kao detektor u plinskoj kromatografiji može poslužiti svaki uređaj koji na osnovu nekog kemijskog ili fizikalnog svojstva izeluirane komponente registrira njenu prisutnost u plinu nositelju. Uređaj mora pokazati brz odziv na male promjene koncentracije sastojaka za vrijeme njihove eluacije iz kromatografske kolone (Moslavac, 2003.).

Detekcija se može temeljiti na:

- toplinskoj vodljivosti,
- plamenoj ionizaciji,
- radioaktivnoj ionizaciji,
- fotoionizaciji,
- kemijskim reakcijama,
- elektrolitičkoj vodljivosti,
- IR i UV spektrofotometriji,
- spektrometriji masa,
- nuklearnoj magnetskoj rezonanciji, itd. (Web 15).

Detektori u plinskoj kromatografiji obzirom na selektivnost mogu biti:

- univerzalni – daju odziv za svaki sastojak u eluatu osim za čistu mobilnu fazu (detektor toplinske vodljivosti (TCD)),
- selektivni – daju odziv samo na određene grupe komponenata u eluatu (plameno-ionizacijski detektor (FID), alkalijski plameno-ionizacijski detektor (AFID), detektor zahvata elektrona (ECD), fotoionizacijski detektor (PID), plameno fotometrijski detektor (FPD) i detektor elektrolitičke vodljivosti (ELCD) (Web 15).

2.6.2. Spektrofotometrija masa

Spektroskopija označava mjerenje elektromagnetskog zračenja koje neke tvari na određenoj valnoj duljini emitiraju ili adsorbiraju. Spektrometri su uređaji koji daju određene podatke o molekularnoj strukturi.

Spektrometar masa sastoji se od sustava za uvođenje uzorka, ionskog izvora, masenog analizatora i detekcijskog sustava. U uređaju se molekule uzorka bombardiraju sa snopom

elektrona što rezultira ionizacijom zbog kidanja kemijskih veza, pri čemu nastaje niz različitih iona i fragmenata karakterističnih za pojedinu molekulu. Nastali se ioni u analizatoru masa razdvajaju djelovanjem magnetskog i električnog polja prema njihovom odnosu mase i naboja, to omogućava mjerenje njihove relativne količine iona.

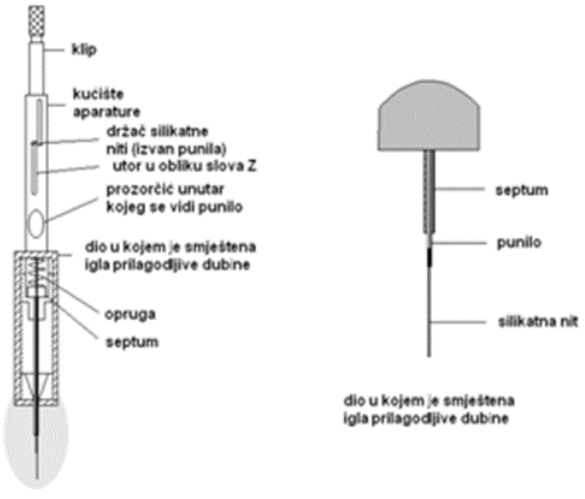
Svaka vrsta iona ima određenu masu i naboj, tj. odnos m/e što predstavlja karakterističnu veličinu za tu vrstu iona. Naboj e=1 predstavlja vrijednost za većinu iona te je odnos m/e masa iona. Niz iona se tako analizira da se dobije signal za svaku vrijednost odnosa m/e. Intenzitet dobivenog signala pokazuje relativnu količinu iona koji taj signal daje. Najveći signal se zove osnovni signal čiji se intenzitet označava sa 100, a intenzitet ostalih signala izražava se prema njemu (Young i sur., 1996.).

Spektar masa predstavlja dijagram koji pokazuje relativne intenzitete signala za različite vrijednosti odnosa m/e i karakterističan je za određeni spoj. S obzirom da svaki kemijski spoj daje karakterističan maseni spektar koji služi za njegovu identifikaciju, kod analize smjese s više komponenti svaka od njih će dati svoj spektar, a ukupni spektar smjese će biti rezultat linearnog zbrajanja komponenata (Young i sur., 1996.).

2.6.2.1. SPME analize

Osnove SPME tehnike ili mikroekstrakcije na čvrstoj fazi su postavljene na Waterloo Sveučilištu (Ontario, Kanada) 1989. godine. Arthur i Pawliszyn (1990.) su prvi primjenili SPME uređaj.

Osnovni dio SPME uređaja predstavlja tzv. SPME igla, koja podsjeća na kromatografsku, ali se razlikuje u tome što je unutar igle smještemo 1 cm dugo vlakno, koje je napravljeno od odgovarajućeg polimera nanešenog na nosač od otopljenog SiO_2 (**Slika 8**) (Đurović, 2011.).



Slika 8 SPME aparatura (Gyorgy i Karoly, 2004.)

Proces mikroekstrakcije se zasniva na preraspodjeli analita između ekstrakcijskog medija (vlakna) i matriksa uzorka, odnosno na selektivnoj sorpciji ciljanih analita u aktivnom sloju vlakna i direktnoj desorpciji u injektoru kromatografa (Đurović, 2011.).

2.6.2.2. Postupak SPME analize

Postupak SPME analize sastoji se od nekoliko koraka, s osnovnim principom mikro-ekstrakcije analita iz otopine pomoću igle. Prije same analize vlakno je uvučeno u metalnoj cijevi SPME igle. Nakon razbijanja septuma boce u koju je prethodno bio postavljen određeni volumen uzorka, vlakno se ekstrahira iz metalne zaštite, tj. izlaže uzorku spuštanjem igle. Nakon određenog vremena, vlakno sa analitima se opet uvlači u iglu, koja se izvlači iz boce. Sorbirani analiti se desorbiraju sa vlakna uvođenjem SPME igle u injektor kromatografskog sustava. (Đurović, 2011.).

2.6.2.3. Karakteristike SPME tehnike

U usporedbi sa ostalim ekstrakcijskim tehnikama, SPME metoda zahtijeva znatno kraće vrijeme analize. Na primjer, za određivanje sadržaja organoklornih pesticida u hrani na SPE (ekstrakcija na čvrstoj fazi) treba 2-3 h, a za SPME 0,5-1 h po uzorku. Također, SPME tehnika zahtijeva male količine uzorka za rad te ne zahtijeva upotrebu organskih otapala (Đurović, 2011.).

2.6.2.4. Punila

Danas je u upotrebi tridesetak različitih tipova punila (različite vrste polimera i njihove debljine), tako da je pri izboru punila za rad potrebno uzeti u obzir nekoliko faktora: molekulsku masu, strukturu i polarnost molekula analita, polarnost punila, mehanizam ekstrakcije, granicu detekcije i opseg linearnosti koji se žele postići. Da bi određeni aktivni sloj vlakna ekstrahirao određene spojeve iz danog matriksa, mora imati mnogo veći afinitet prema danim analitima nego što to ima matriks (Đurović, 2011.).

Najčešća punila su sa slojem polidimetil- siloksana (PDMS), sa slojem poliakrilata, kao i različite kombinacije PDMS/ Carboxen, PDMS/ DVB, Carbowax/ divinilbenzen i dr. Nepolarna punila s PDMS- om vrlo su djelotvorna za molekule male i srednje molekulske težine, neovisno jesu li polarne ili nepolarne te se stoga najčešće upotrebljavaju (Pichler, 2011.).

2.6.2.5. Utjecaj soli

Osjetljivost SPME tehnike značajno se mijenja povećanjem koncentracije soli. Sol može utjecati na četiri različita načina na promatrane aromatične sastojke:

- kod većine sastojaka adsorpcija se povećava s povećanjem koncentracije soli (etil-butanoat, benzaldehid, linalool, neral),
- adsorpcija sastojaka se poveća na početku, a potom kod veće koncentracije soli prestaje (etil-acetat, geraniol),
- na početku se adsorpcija poveća, a onda se povećanjem koncentracije soli smanjuje (etil-kapronat, kapronska kiselina) i
- adsorpcija se smanjuje povećanjem koncentracije soli (limonen) (Kerekeš, 2015.).

2.7. Mikrovalno zračenje

Postojanje mikrovalova predvidio je još 1864. Maxwell u svojim jednadžbama. Mikrovalovi su dio elektromagnetskog zračenja frevencije oko 2450 MHz u frekvencijskom rasponu od 1 GHz do 300 GHz, što ih svrstava u obitelj valova kojima se prenose radijiski i televizijski signali. Mikrovalovi su radio valovi od 0,3 do 300 GHz (Puharić, 2016.; Blekić i sur., 2011.).

Ako se u prostoru gdje prolazi mikroval nađe elektrizirana čestica, ona će se pokrenuti pod djelovanjem mikrovala na račun njegove energije, a val će oslabiti za toliko izgubljene energije. Energija koju mikroval posjeduje može u biološkome tkivu pokrenuti slobodne elektrizirane čestice (elektrone i ione) i polarizirane čestice, ali ne može sam izvršiti ionizaciju, niti razbiti molekule i time promijeniti kemijski sastav sredine kroz koju prolazi. Zbog toga mikrovalovi se svrstavaju u neionizirajuće elektromagnetsko zračenje (Puharić, 2016.).

Karakteristike mikrovalova su to da se obijaju od metala, prolaze kroz papir, staklo i plastiku te u hrani zagrijavaju vodu. Radiovalovi u rasponu frekvencija od oko 2,5 GHz imaju zanimljivo svojstvo, a to je da ih voda, masti i šećeri konvertiraju direktno u gibanje, a ono se pretvara u toplinu (Blekić i sur., 2011.).

2.7.1. Primjena mikrovalova

Najjednostavniji primjer korištenja mikrovalova u prehrambenoj industriji je mikrovalna pećnica. Danas su mikrovalne pećnice sve češće sastavni dio kuhinjske opreme i korisna su dopuna pripremanju hrane na klasičan način. Mikrovalovi se koriste u prehrambenoj industriji, ne samo za pečenje, zagrijavanje, sušenje, odmrzavanje, blanširanje, dehidraciju, već i za druge operacije, kao što su pasterizacija i sterilizacija mnogih vrsta namirnica.

Mikrovalne pećnice rade na principu energije mikrovalova- elektromagnetskog zračenja koje nastaje kao fizikalni fenomen koji se pojavljuje protokom električne struje kroz vodič. Zbog visokih temperatura koje postiže, koristi se pri proizvodnji čipsa, sušenju i prženju kave i kikirikija, a kad se otkrilo da brzo suši papir i kožu, našla je i širu primjenu (Blekić i sur., 2011.).

Mikrovalovi se mogu koristiti i sa svrhom inaktivacije mikroorganizama, što predstavlja mikrovalnu pasterizaciju.

U novije vrijeme razvijena je brza i pouzdana analitička metoda ekstrakcije koja također koristi mikrovalove, a naziva se mikrovalna ekstrakcija. Mikrovalna ekstrakcija se često

primjenjuje za analizu tragova organskih spojeva kod krutih uzoraka. Također se primjenjuje za ekstrakciju prirodnih spojeva kao što su flavanoidi i kofein, te polifenolnih spojeva iz čaja i sjemenki grožđa (Blekić i sur., 2011.).

2.7.2. Utjecaj mikrovalova

Klasične postupke zagrijavanja karakterizira proces vođenja topline sa površine zagrijane namirnice prema unutrašnjosti. To je naročito izraženo kod namirnica čvrste ili pastozne konzistencije, koje su općenito slabi vodiči topline. Radi toga, toplina sporo prelazi u unutrašnjost namirnice, nejednoliko se raspoređuje i dolazi do pregrijavanja vanjskih površina.

Termički tretman namirnica često izaziva nepoželjne organoleptičke promjene. To se posebno odnosi na termički osjetljive namirnice kao što su mlijeko i mlječni proizvodi. Stoga se primjenjuje mikrovalno zračenje u svrhu poboljšanja kvalitete pojedinih proizvoda (Taboršak, 1983.).

Mikrovalovi imaju ograničen energetski potencijal pa ne uzrokuju promjene u strukturi tvari, njihove molekule titraju i međusobno se taru što uzrokuje samo porast temperature, a taj je efekt iskorišten u mikrovalnim pećnicama za kuhanje i sušenje (Blekić i sur., 2011.).

Mikrovalovima se također postižu i bolja iskorištenja u tehnološkom procesu (randmani).

Osnovne prednosti mikrovalnog zagrijavanja namirnica u odnosu na klasične postupke zagrijavanja bile bi:

- mogućnost skraćenja procesa zagrijavanja 3 do 10 puta ovisno o načinu rada. Kod sušenja može se postupak skratiti za 10 do 30 puta, a kod odmrzavanja 20 do 60 puta,
- nema inercije pri zagrijavanju što omogućava potpuno automatiziranje i fino reguliranje procesa pomoću mikroprocesora,
- postiže se visoki stupanj iskorištenja energije u svim slučajevima pravilne primjene,
- oscilacije randmana u toku procesa su minimalne, a randmani su često znatno veći, naročito u procesima kuhanja i odmrzavanja,
- značajno su smanjeni gubici topline u okolini, tj. radna okolina se zagrijava znatno manje (mikroklimatski uvjeti),
- postiže se baktericidno djelovanje,
- moguće su uštede masti i ulja pri raznim kulinarskim obradama,
- veće očuvanje prehrambene vrijednosti (sastava) namirnica, naročito vitamina,

- veće mogućnosti izrade proizvoda s novim svojstvima,
- poboljšanje higijensko-sanitarnih uvjeta rada zaposlenog osoblja,
- mogućnost boljeg iskorištenja električne energije (Taboršak, 1983.).

2.8. Pasterizacija

Termički tretman jedan je od najzastupljenijih tehnoloških operacija u tehnologiji prerade voća. Pasterizacija je postupak izlaganja namirnica temperaturama do 100 ºC. Dobila je ime po francuskom kemičaru Louis Pasteur-u koji je prvi primjenio ovu metodu.

Različite bioprocese kataliziraju enzimi, mikrobne, biljne i životinjske stanice. Nepoželjni mikroorganizmi najčešće se uklanjaju postupcima pasterizacije (djelomične sterilizacije) i sterilizacije. Pod pojmom pasterizacija podrazumijeva se postupak kojim se bitno smanjuje koncentracija mikroorganizama prisutnih u materijalu ili opremi koja se podvrgava ovom postupku, a da se pritom bitno ne mijenjaju sastav, okus i prehrambena vrijednost namirnice. Međutim svakim toplinskim tretmanom dolazi do degradacijskih procesa u hrani, kao što je gubitak vitamina, pigmenata i sl. Pasterizacija se najčešće koristi u svrhu konzerviranja svježeg voća ili poluproizvoda pri čemu se dobiju kvalitetniji proizvodi.

Pasterizacija se najčešće primjenjuje za mlijeko, ali i za sokove, marmelade, kompote, pivo, vino, itd. (Levaj, 2013.; Trontel i sur., 2010.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Zadatak

Zadatak rada je ispitati utječe li mikrovalno zračenje na zadržavanje hlapljivih komponenata u kaši od višnje s dodatkom šećera. U tu svrhu priredit će se kaše od višnje bez dodataka i s dodatkom 10% saharoze ili trehaloze. Navedeni uzorci bit će podvrgnuti pasterizaciji i mikrovalnom zračenju. U njima će se odrediti sadržaj hlapljivih komponenata te će se isti usporediti međusobno, ali i s netretiranim, početnim uzorkom kaše od višnje bez dodataka. Određivanje kvantitativnog udjela aromatičnih sastojaka provest će se primjenom instrumentalne plinske kromatografije i mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME). U radu će biti korišten plinski kromatograf tvrtke Agilent 7890 B s maseno-selektivnim detektorom Agilent 5977A.

3.2. Materijali i metode

3.2.1. Priprema kaše višnje

Kaše od višnje su pripremljene s dodatkom šećera saharoze ili trehaloze, te hidrokoloida (guar i xsantan) u različitim kombinacijama prema unaprijed određenoj recepturi.

U istraživačkom laboratoriju sirovine (kaša višnje, šećeri, hidrokoloidi) za pripremu kaša od višnje bile su pomiješane prema sljedećoj recepturi:

- kaša višnje (kaša),
- kaša višnje i 50 % saharoze (SAH),
- kaša višnje i 50 % trehaloze (TREH)
- kaša višnje, 50 % saharoze i 0,6 % guara (G.SAH),
- kaša višnje, 50 % trehaloze i 0,6 % guara (G.TREH),
- kaša višnje, 50 % saharoze i 0,6 % xsantana(XS.SAH),
- kaša višnje, 50 % trehaloze i 0,6 % xsantana (XS.TREH).

Pripremljene kaše (kaša, SAH i TREH) podvrgnute su procesima konzerviranja mikrovalova te pasterizaciji te su na taj način dobiveni slijedeći uzorci:

- kaša višnje + mikrovalovi (kaša.MV),
- kaša višnje + pasterizacija (kaša.PT),
- kaša višnje i 10 % saharoze + mikrovalovi (SAH.MV),
- kaša višnje i 10 % saharoze + pasterizacija (SAH.PT),
- kaša višnje i 10 % trehaloze + mikrovalovi (TREH.MV),

- kaša višnje i 10 % trehaloze + pasterizacija (TREH.PT).

Aromatični spojevi ispitivani su u svježe pripremljenim uzorcima, ali i u skladištenim uzorcima na temperaturi 25°C kroz mjesec dana.

Dodaci:

- saharoza,
- trehaloza, M = 342,3 g/mol – Merck (Njemačka),
- guar , SIGMA-ALDRICH CHEMIE (Njemačka),
- xsantan, SIGMA-ALDRICH CHEMIE (Njemačka).

3.2.2. Analiza spojeva arome

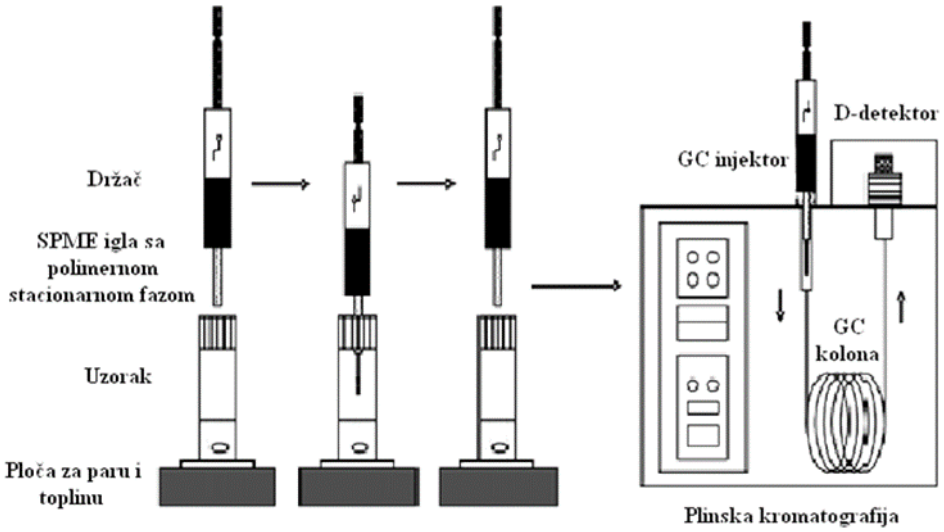
Priprema uzorka za analizu:

Prilikom pripreme uzorka korištena je tehnika mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME) za koju je neophodna SPME aparatura. Osnova SPME aparature je igla unutar koje se na polimernu stacionarnu fazu adsorbiraju aromatični sastojci. U radu je za pripremu uzoraka korišteno punilo od polidimetilsiloksana-divinilbenzena (polimerna stacionarna faza) debljine 65 μm.

Postupak:

U bočicu od 10 mL odvaže se 5 g uzorka kaše višnje. Doda se 1 g NaCl radi bolje adsorpcije aromatičnih sastojaka. U bočicu se ubaci magnet te se hermetički zatvori teflonskim čepom. Bočica se postavi u posudu s vodom te se, uz stalno miješanje uzorka magnetskom miješalicom, aromatični sastojci adsorbiraju na polimernu stacionarnu fazu (unutar igle). Prije samog ispuštanja igle u nadprostor uzorka, uzorak se 10 minuta miješa na vodenoj kupelji (25 °C) radi zasićenja nadprostora sa svrhom što bolje adsorpcije aromatičnih sastojaka. Adsorpcija se provodi na temperaturi od 25 °C (vodena kupelj) u trajanju od 25 minuta. Po završetku adsorpcije igla s adsorbiranim sastojcima odmah se stavlja u injektor plinskog kromatografa te slijedi njihova toplinska desorpcija (**Slika 9**).

Određivanje kvantitativnog udjela aromatičnih sastojaka kaša višnje provedeno je primjenom instrumentalne plinske kromatografije. U radu je korišten plinski kromatograf tvrtke Agilent 7890 B s maseno-selektivnim detektorom Agilent 5977 A.



Slika 9 Korištenje SPME holdera za uzorkovanje i analizu

Uvjeti rada plinskog kromatografa:

Parametri ekstrakcije:

temperatura ekstrakcije: 25 °C,

vrijeme ekstrakcije: 25 min,

tip mikroekstrakcijske igle: 65 μm PDMS/DVB (Supelco).

GC – MS analitički uvjeti:

kolona: HP-5; 60 m x 0,25 mm x 0,25 μm (Agilent),

početna temperatura: 40 °C (5 min),

temperaturni gradijent: 4 °C/ min,

plin nosač: helij (čistoće 6,0) s protokom 1 mL/ min pri 40 °C,

konačna temperatura: 230 °C,

temperatura injektora: 250 °C,

temperatura detektora: 280 °C,

desorpcija uzorka u injektor: 5 min.

U prvih pola minute kromatografske analize korišten je splitless mod, a nakon toga split mod

4. REZULTATI I RASPRAVA

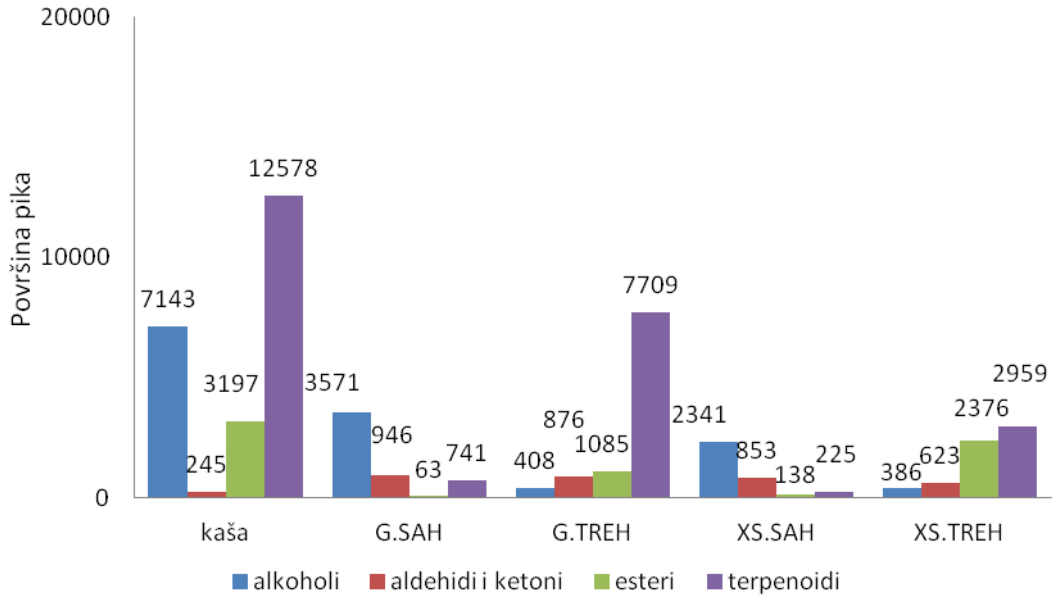
4.1. Tablični prikaz analizom dobivenih rezultata

Određivani su odabrani sastojci arome:

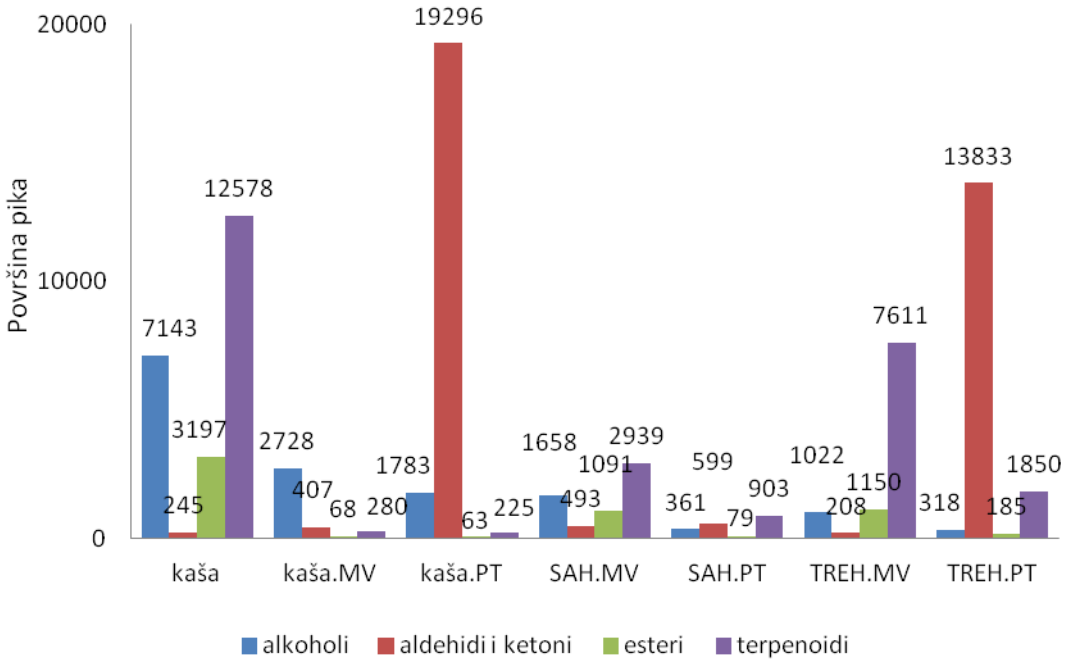
Tablica 6 Aromatični sastojci identificirani u kašama višnje

Sastojak	RT*
Aldehidi i ketoni	
2-butanon	1,75
Heksanal	4,54
Benzaldehid	4,81
6-metil-5-hepten-2-on	5,37
2,4-heptadienal	6,02
Esteri	
Etilacetat	1,45
3-metilbutilacetat	3,18
Etil-kaproat	5,68
Etil-kaprat	28,68
Alkoholi	
1-heksanol	3,06
Fenilmetanol	6,69
1-oktanol	7,82
Fenetilakohol	9,32
Terpeni	
Limonen	6,55
Linalol	8,84
Terpineol	8,99
Kamfor	10,46
1-Borneol	11,27
Lavandulol	11,35
Eugenol	20,78
α-jonon	21,99
β-jonon	24,35

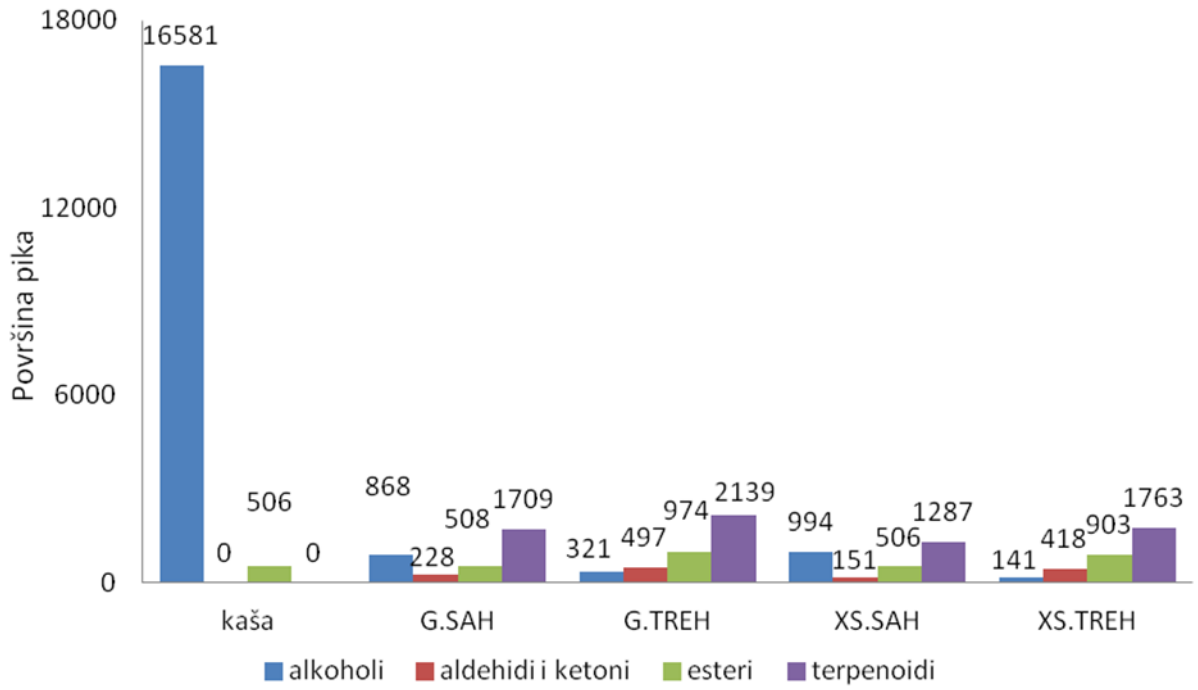
* vrijeme zadržavanja aromatičnih sastojaka (retencijsko vrijeme) (min)



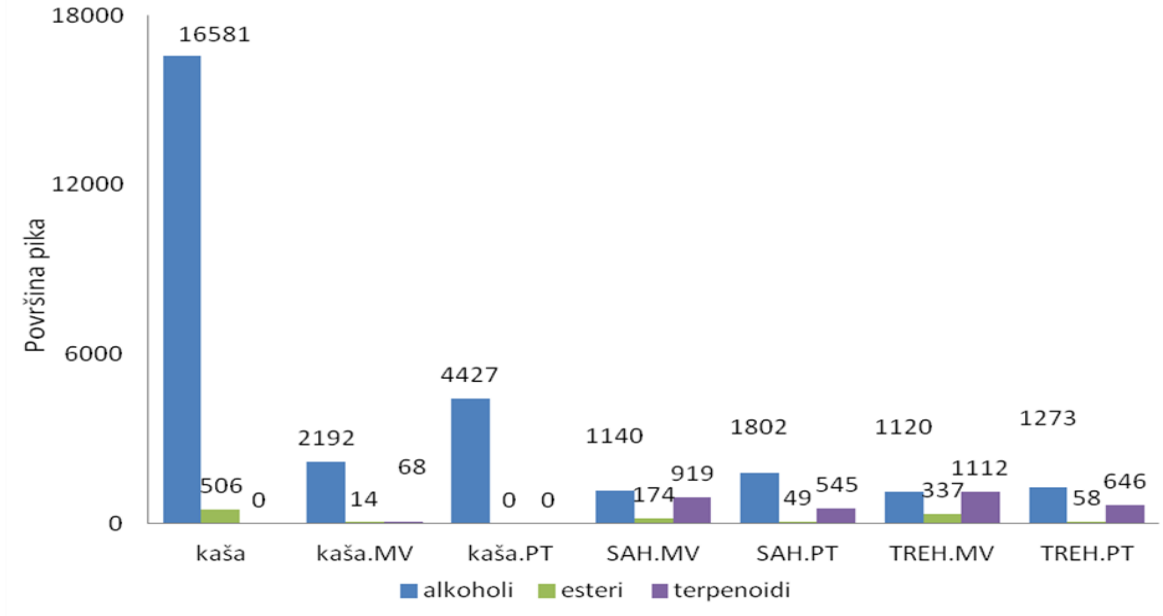
Slika 10 Zadržavanje alkohola, karbonilnih spojeva, estera i terpenoida u svježoj kaši višnje te kašama višnje sa dodatkom šećera i hidrokoloida G.SAH, G.TREH, XS.SAH i XS.TREH



Slika 11 Zadržavanje alkohola, karbonilnih spojeva, estera i terpenoida u kaši višnje te kašama višnje sa dodatkom šećera (SAH, TREH) podvrgnutim mikrovalnom zračenju te pasterizaciji



Slika 12 Zadržavanje alkohola, karbonilnih spojeva, estera i terpenoida u skladištenim uzorcima: kaše višnje te kašama višnje sa dodatkom šećera i hidrokoloida G.SAH, G.TREH, XS.SAH i XS.TREH



Slika 13 Zadržavanje alkohola, karbonilnih spojeva, estera i terpenoida u skladištenim uzorcima: kaši višnje te kašama višnje sa dodatkom šećera (SAH, TREH) podvrgnutim mikrovalnom zračenju te pasterizaciji

4.2. Rezultati

Rezultati istraživanja dodataka šećera (saharoze, SAH; i trehaloze, TREH) i hidrokoloida (xsantan, XS; i guar, G) na zadržavanje pojedinih aromatičnih sastojaka različitih kaša od višnje su prikazani na **Slikama 10- 13.**

Kao što se može vidjeti u **Tablici 6** u kašama višnje identificirano je ukupno dvadeste dva aromatična sastojka. Radi boljeg prikaza i uočavanja razlika u zadržavanju pojedinih identificiranih aromatičnih sastojaka, sastojci su podijeljeni u četiri skupine. To su aldehidi i ketoni, esteri, alkoholi i terpeni.

Najveći dio svih aromatičnih sastojaka prisutan je u svježoj kaši višnje, dok je u ostalim pripremljenim uzorcima došlo do većih ili manjih gubitaka aromatičnih sastojaka.

Terpenoidi i esteri

U **Tablici 6** prikazani su aromatični sastojci identificirani u kašama višnje te se može vidjeti veliki broj terpenoida prisutnih u njima. Jononi prisutni u kašama daju notu ljubičastog cvijeća, linalol i limonen notu citrusa, a eugenol notu klinčića. Na **Slikama 10-13** prikazani su rezultati sadržaja odabranih terpenoida i estera u uzorcima sa dodatkom šećera (pojedinačno i u smjesama), šećera i hidrokoloida. Iz rezultata na **Slici 10** vidi se da dodatkom šećera trehaloze u kašu višnje u kombinaciji sa hidrokoloidima dolazi do povećanja sadržaja terpenoida i estera u odnosu na kašu višnje sa dodatkom šećera saharoze. Najveći sadržaj ovih spojeva zabilježen je u svježoj kaši višnje.

Na **Slici 11** prikazan je utjecaj dodatka šećera na zadržavanje terpenoida i estera u kašama podvrgnutim mikrovalnom zračenju i pasterizaciji te se iz rezultata može vidjeti da mikrovalnim zračenjem i pasterizacijom dolazi do smanjenja navedenih spojeva. Međutim, dodatak trehaloze imao je najveći utjecaj na očuvanje sadržaja terpenoida i estera u odnosu na saharozu pri mikrovalnom zračenju ili pasterizaciji.

Što se tiče utjecaja dodatka šećera (SAH, TREH) i hidrokoloida (G, XS) na sadržaj terpenoida i estera u skladištenim uzorcima (**Slika 12**) vidi se da trehaloza zadržava najviše terpenoida i estera u odnosu na uzorke sa dodatkom šećera trehaloze bez obzira o kojem se hidrokoloidu radi.

U skladištenim uzorcima prethodno podvrgnutim mikrovalnom zračenju i pasterizaciji vidi se da dolazi do značajnog gubitka aromatskih spojeva, ali se trehaloza i ovdje pokazala kao dodatak s boljim učinkom zadržavanja terpenoida i estera u uzorcima (**Slika 13**).

Karbonilni spojevi

Iz skupine karbonilnih spojeva u radu je ispitivano djelovanje dodataka na 2-butanon, heksanal, benzaldehid, 6-metil-5-hepten-2-on i 2,4-heptadienal. Benzaldehid je hlapljivi aromatični spoj, odgovoraan za tipičnu aromu višnje. Može se sintetizirati iz aminokiseline, fenilalanina. Navedeni sastojci zadržani su u svim kašama višnje, osim u skladištenim uzorcima prethodno podvrgnutim mikrovalnom zračenju ili pasterizaciji. Na **slikama 10-13** prikazano je zadržavanje karbonilnih spojeva u kaši višnje sa dodatkom šećera (pojedinačno ili u smjesama sa hidrokoloidima) izraženo u površinama pikova. Karbonilni sastojci su u približno istom sadržaju zadržani u kašama višnje sa dodatkom šećera (SAH i TREH) (**Slika 10**). Dodatak bilo koje kombinacije dodanog šećera doprinio je povećanju sadržaja karbonilnih sastojaka u odnosu na početnu kašu višnje.

U kaši višnje te kašama sa dodatkom šećera izloženim mikrovalnom zračenju ili pasterizaciji došlo je do gubitka sadržaja karbonilnih spojeva. Najveće zadržavanje ostvarila je trehaloza u odnosu na početnu kašu višnje (**Slika 11**).

Smjesa šećera i hidrokoloida također je utjecala na sadržaj karbonilnih sastojaka u skladištenim uzorcima. Najmanje zadržavanje uočeno je kod dodatka saharoze i xsantana, a najveće kod dodatka trehaloze i guara (**Slika 12**). Dodatak niti jednog šećera u kašu višnje nije zadržao karbonilne spojeve u skladištenim uzorcima podvrgnutim mikrovalnom zračenju te pasterizaciji (**Slika 13**).

Alkoholi

Općenito, sadržaj alkohola u svim pastama je značajno manji u odnosu na svježu kašu višnje (**Slika 10**). Dodatak šećera SAH i TREH podjednako utječe na smanjenje sadržaja alkohola u odnosu na početnu kašu.

Alkoholi su u najvećoj količini zadržani u kaši višnje bez dodatka šećera i hidrokoloida pri mikrovalnom zračenju i pasterizaciji. Kaša višnje s dodatkom TREH imala je najmanji sadržaj alkohola što se može vidjeti na **Slici 11**.

U skladištenim uzorcima najveći utjecaj na smanjenje sadržaja alkohola imala je trehaloza u odnosu na saharozu sa bilo kojim hidrokoloidom (**Slika 12**).

Gore navedeno smanjenje sadržaja alkohola u uzorcima sa trehalozom dalo je iste rezultate u skladištenim uzorcima podvrgnutim mikrovalnom zračenju te pasterizaciji (**Slika 13**).

5. ZAKLJUČCI

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

- Najviše aromatičnih sastojaka je ostalo prisutno u svježoj kaši višnje, dok je u ostalim uzorcima došlo do promijene u količini aromatičnih sastojaka.

- Najveći utjecaj na zadržavanje aromatičnih sastojaka u kašama višnje je imala trehaloza u kombinaciji sa bilo kojim hidrokoloidom te je u nekim slučajevima došlo i do povećanja aromatičnih sastojaka.

- Trehaloza se također pokazala najbolja u očuvanju hlapljivih komponenata prilikom tretiranja kaša višnje mikrovalnim zračenjem i pasterizacijom. Tretmani mikrovalnim zračenjem i pasterizacijom doveli su do smanjenja koncentracije hlapljivih komponenata u kašama.

- Skladištenjem, također, dolazi do gubitka aromatičnih sastojaka. Kombinacijom skladištenja i mikrovalnog zračenja te pasterizacije, kaša višnje dolazi do značajnog gubitka svih sastojaka arome, dok dodatak niti jednog šećera nije uspio zadržati aldehide i ketone u uzorcima.

- S obzirom da trehaloza ima najbolju sposobnost zadržavanja hlapljivih aromatičnih molekula odgovornih za karakterističnu aromu voća, postoji mogućnost primjene istih u razvoju novih proizvoda ili pak poboljšanju postojećih proizvoda s ciljem poboljšanja kvalitete.

6. LITERATURA

Arthur CL, Pawliszyn J: Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. *Analytical Chemistry* 62: 2145-2148, 1990.

Blekić M, Režek Jambrak A, Chemat F: Mikrovalna ekstrakcija bioaktivnih spojeva. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 3: 32- 47, 2011.

Đurović R: Mikroekstrakcija u čvrstoj fazi (SPME) u određivanju ostataka pesticida u uzorcima zemljišta. *Pestic. fitomed.* 26: 177–184, 2011.

Gaćina N: Alternativne sirovine prehrambenih vlakana. U *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku,* 123-130. Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, 2014.

Gyorgy V, Karoly V: Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. *Journal of Mass Spectrometry* 39: 233-254, 2004.

Herceg Z, Hegedušić V, Rimac S, Šimundić B: Utjecaj dodatka hidrokoloida na reološka svojstva ultrafiltrirane kisele i slatke sirutke. *Mljekarstvo* 49: 139- 152, 1999.

Jakobek L: Karakterizacija polifenola u voću i njihov utjecaj na antioksidacijsku aktivnost voća. *Doktorski rad.* Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2007.

Kantoci D: *Koštičavo voće,* 2008. https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiJwNGPlp7WAhXKVhoKHcmoDUoQFgg4MAI&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F241687&usg=AFQjCNGN3_Xl2wr7T3iTJMNOXBKqG0rbZg [05.09.2017.]

Kerekeš A: Utjecaj dodatka šećera i hidrokoloida na aromatski profil pasta od maline. *Diplomski rad.* Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2015.

Komes D, Lovrić T, Kovačević Ganić K, Gracin L: Study of Trehalose Addition on Aroma Retention in Dehydrated Strawberry Puree. *Food Technology and Biotechnology* 41: 2, 2003.

Kopjar M: Utjecaj dodataka trehaloze na kvalitetu paste od jagode. *Doktorski rad.* Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2007.

Levaj B, Dragović-Uzelac V, Delonga K, Kovačević Ganić K, Banović M, Bursać Kovačević D: Polyphenols and Volatiles in Fruits of Two Sour Cherry Cultivars, Some Berry Fruits and Their Jams. *Food Technology and Biotechnology* 48: 538–547, 2010.

Lovrić T, Piližota V: Poluproizvodi od voća i povrća, U *Konzerviranje i prerada voća i povrća*, 80- 82. Nakladni Zavod Globus, Zagreb, 1994.

Milinović B, Jelačić T, Halapija Kazija D, Čiček D, Vujević P: Fenološka, pomološka i fizikalna svojstva 13 sorti višnje (Prunus cerasus L.) posađenih u D. Zelini. *Pomologia Croatica* 18: 1-4, 2012.

Moslavac T: Koncentriranje model otopina alkohola, estera i aldehida reverznom osmozom. *Doktorski rad.* Prehrambeno tehnološki fakultet u Osijeku, Osijek, 2003.

Niketić- Aleksić G: *Tehnologija voća i povrća.* Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1982.

Pedisić S, Levaj B, Dragović- Uzelac V, Kos K: Physicochemical Composition, Phenolic Content and Antioxidant Activity of Sour Cherry cv. Marasca During Ripening. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 72: 295-300, 2007.

Philips GO, Williams PA: *Handbook of hydrocolloids*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, Engleska, 2000.

Pichler A: Utjecaj dodataka i skladištenja na kvalitetu, reološka i termofizikalna svojstva paste od maline. *Doktorski rad.* Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2011.

Puharić I: Mikrovalovi i njihove primjene. *Završni rad.* Odjel za fiziku, Osijek, 2016.

Reiner Ž: Uloga prehrane u prevenciji i terapiji kardiovaskularnih bolesti. *Medicus* 17: 93-103, 2008.

S. J. Simmonds M, R. Preedy V: *Nutritional composition of fruit cultivars.* Academic Press, 2015. https://books.google.de/books?id=r4bVBQAAQBAJ&pg=PA141&lpg=PA141&dq=aromatic+components+of+cherry&source=bl&ots=9gMCaRta8k&sig=nu9TwzGN9vt5bb3XFpcxBqGEJKc&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjQ6bzz3ovWAhVCYVAKHVefDI8Q6AEIVzAL#v=onepage&q=aromatic%20components%20of%20cherry&f=false [08.09.2017.]

Szalóki-Dorkó L, Végvári G, Ladányi M, Ficzek G, Stéger-Máté M: Degradation of Anthocyanin Content in Sour Cherry Juice During Heat Treatment. *Food Technology and Biotechnology* 53: 354–360, 2015.

Šic Žlabur J, Voća S, Dobričević N: *Kvaliteta voća, povrća i prerađevina – priručnik za vježbe.* Agronomski fakultet Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.

Šubarić D: Proučavanje promjena reoloških svojstava smjesa hidrokoloida i škrobova pri niskim temperaturama. *Magistarski rad.* Zagreb, 1994.

Šubarić D, Babić J, Ačkar Đ: *Proizvodnja šećera.* Prehrambeno- tehnološki fakultet, Osijek, 2011. http://studenti.ptfos.hr/Diplomski_studij/Tehnologija_ugljikohidrata_i_konditorskih_proizvoda/TEHNOLOGIJA%20UGLJIKOHIDRATA/SECER%20SKRIPTA.pdf [09.09.2017.]

Taboršak N, Anić N, Anić K: Primjena toplinske energije mikrovalova u prehrambenoj industriji. *Prehrambeno biotehnološki institut* 3: 174- 177, 1983.

Trontel A, Penava A, Sučević J, Slavica A, Brnčić M, Rimac Brnčić S: Primjena ultrazvuka u inovativnim visoko-učinkovitim bioprocesima. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 5: 106- 113, 2010.

Vračar O LJ: *Priručnik za kontrolu kvaliteta svežeg i prerađenog voća, povrća i pečurki i osvežavajućih bezalkoholnih pića.* Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2001.

Vranešić Bender D, Krstev S: Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka*. Medicus* 17: 19- 25, 2008.

Young H, Gilbert J M, Murray S H, Ball R D: Causal Effects of Aroma Compounds on Royal Gala Apple Flavours. *Journal of the Science of Food Agriculture* 71: 329-336, 1996.

Zlatković B: *Tehnologija prerade voća i povrća*. Beograd, 2003.

https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/visnja-34/ [05.09.2017.] - Web 1

http://allahovaapoteka.blogspot.de/2013/05/bismillah-ljekovitost-visnje.html [05.09.2017.] - Web 2

https://www.mygardeninsider.com/uploads/2011/10/6596_10.jpg [06.09.2017.]- Web 3

http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/vocne-vrste/visnja/hranjiva-vrijednost-visnje [06.09.2017.] - Web 4

https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/hemijski-sastav-voca [06.09.2017.]- Web 5

https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/aromaticne-tvari-voca-i-povrca [06.09.2017.] - Web 6

http://www.academia.edu/7186471/Aroma_1_ [08.09.2017.]- Web 7

https://www.google.de/search?q=ka%C5%A1a+od+vi%C5%A1nje&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFg4Hsz5_WAhWIaFAKHSt1C9oQ_AUICygC&biw=1366&bih=662#imgrc=ZBxNm0gYhqDkvM: [07.09.2017.]- Web 8

https://sh.wikipedia.org/wiki/Sladila [11.09.2017.]- Web 9

http://studenti.ptfos.hr/Preddiplomski_studij/Sirovine_biljnog_podrijetla/J_BABIC-KONDITORI/SECERNA%20REPA+TRSKA.pdf [10.09.2017.]- Web 10

https://www.intechopen.com/books/carbohydrates-comprehensive-studies-on-glycobiology-and-glycotechnology/carbohydrate-metabolism-in-drosophila-reliance-on-the-disaccharide-trehalose [09.09.2017.]- Web 11

http://www.lghemija.co.rs/Proizvod.asp?intProizvodID=253 [09.09.2017.]- Web 12

https://de.wikipedia.org/wiki/Xanthan [09.09.2017.]- Web 13

http://www.lghemija.co.rs/Proizvod.asp?intProizvodID=272 [09.09.2017.]- Web 14

http://studenti.ptfos.hr/Preddiplomski_studij/Kontrola_kakvoce_hrane/predavanja/III%20PARC%20ISPIT/Kromatografske%20metode.pdf [09.09.2017]- Web 15

http://free-zg.t-com.hr/Svjetlana_Luterotti/09/091/0912.htm [09.09.2017.]- Web 16