# Usporedba tradicionalnog i industrijskog postupka proizvodnje džema od smokve i aronije

**Tavra, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:504307

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

*Repository / Repozitorij:*

Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

# USPOREDBA TRADICINALNOG I INDUSTRIJSKOG POSTUPKA PROIZVODNJE DŽEMA OD SMOKVE I ARONIJE

## DIPLOMSKI RAD

IVAN TAVRA

Matični broj: 120

Split, listopad 2016.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI STUDIJ KEMIJSKE TEHNOLOGIJE

SMJER: MEDITERANSKE KULTURE

# USPOREDBA TRADICINALNOG I INDUSTRIJSKOG POSTUPKA PROIZVODNJE DŽEMA OD SMOKVE I ARONIJE

## DIPLOMSKI RAD

IVAN TAVRA

Matični broj: 120

Split, listopad 2016.

**UNIVERSITY OF SPLIT**

FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

GRADUATE STUDY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

ORIENTATION: MEDITERRANEAN CULTURE

# COMPARISON OF THE TRADITIONAL AND INDUSTRIAL PROCESSING OF FIG AND ARONIA JAM

## THESIS

IVAN TAVRA

Parent number: 120

Split, October 2016**.**

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Sveučilište u Splitu**
**Kemijsko-tehnološki fakultet**
**Diplomski studij kemijske tehnologije; smjer Mediteranske kulture**

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti
**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija
**Tema rada:** je prihvaćena na 4. sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko-tehnološkog fakulteta
**Mentor:** Doc. dr. sc. Ivana Generalić Mekinić
**Pomoć pri izradi**: Dr. sc. Zlatka Knezović, Dipl. ing. Sanja Luetić

**USPOREDBA TRADICINALNOG I INDUSTRIJSKOG POSTUPKA PROIZVODNJE DŽEMA OD SMOKVE I ARONIJE**

Ivan Tavra, 120

**Sažetak:**
Mediteranska prehrana posljednjih je godina prepoznata kao zlatni standard pravilne prehrane, a otkriveni su brojni povoljni učinci takve prehrane na zdravlje. Teme ovog diplomskog rada bila je usporedba tradicionalnog i industrijskog postupka proizvodnje džema od smokve i aronije. Kod tradicionalne pripreme smo koristili klasične dodatke kao pektin, šećer i limunsku kiselinu, dok smo kod industrijske pripreme koristili preparat Džemfix. Analizirane su homogenizirane sirovine smokve i aronije, te gotovi proizvodi. Parametri koji su određivani su količina ukupnih polifenola, suha tvar uzoraka te određivanje prisustva i količine konzervansa, a u konačnici je urađena usporedba navedenih parametara kod proizvoda dobivenog tradicionalnim i industrijskim postupkom.

**Ključne riječi:** smokva, aronija, džem, ukupni polifenoli, konzervansi

**Rad sadrži:** 36 stranica, 8 slika, 3 tablice, 18 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Sastav Povjerenstva za obranu:**

1. Doc. dr. sc. Ivica Blažević - predsjednik
2. Dr. sc. Franko Burčul - član
3. Doc. dr. sc. Ivana Generalić Mekinić - član - mentor

**Datum obrane:** 27. listopada 2016.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku** pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta Split, Ruđera Boškovića 35.

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

**BACHELOR THESIS**

**University of Split**
**Faculty of Chemistry and Technology Split**
**Graduate Study of Chemical Technology; Course: Mediteranean cultures**

| | |
|---|---|
| **Scientific area:** | Biotechnical sciences |
| **Scientific field:** | Food Technology |
| **Thesis subject** | was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology, session no. 4. |
| **Mentor:** | Assistant proffesor Ivana Generalić Mekinić, Research associate |
| **Technical assistance:** | Ph. D. Zlatka Knezović, Dipl. ing. Sanja Luetić |

**COMPARISON OF THE TRADITIONAL AND INDUSTRIAL PROCESSING OF FIG AND ARONIA JAM**

Ivan Tavra, 120

**Abstract:**
In last few years Mediterranean diet became a gold standard of the proper diet habits, due to its beneficial effects on human health. The aim of this study was to compare the traditional and commercial fig and aronia jam production processes. The traditional procedure includes pectin, sugar and citric acid addition, while for the industrial preparation Džemfix is used. Homogenized raw materials, fig and aronia, were analyzed, as well as the final products - jams. The analysis included total polyphenol content, draw matter of the samples and preservatives, and finally, the results for traditional and commercial jams were compared.

**Keywords:** fig, aronia, jam, total polyphenols, preservatives

**Thesis contains:** 36 pages, 8 figures, 3 tables, 18 references

**Original in:** Croatian

**Defence committee:**

1. Ivica Blažević, PhD, assistant prof. — chair person
2. Franko Burčul, PhD — member
3. Ivana Generalić Mekinić, PhD, assistant prof . — supervisor

**Defence date:** October 27th 2016

**Printed and electronic (pdf format) version of** thesis is deposed in Library of Faculty of Chemistry and Technology Split, Ruđera Boškovića 35.

*Završni rad je izrađen u Zavodu za prehrambenu tehnologiju i biotehnologiju, Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom doc. dr. sc. Ivane Generalić Mekinić, u razdoblju od ožujka do listopada 2016. godine.*

*Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Ivani Generalić Mekinić na ukazanom povjerenju, vodstvu, pomoći i strpljenju pri izradi ovog rada.*
*Zahvaljujem se nastavnom zavodu za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije.*
*Također, hvala ekipi u Rosmarinusu, te onim prijateljima i kolegama koji su tu kad je potrebno.*

*Najveće hvala mojoj obitelji na podršci tijekom života, školovanja i pisanja ovog diplomskog rada.*

# ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Zadatak diplomskog rada je bio pripraviti džem od smokve i aronije prema tradicionalnoj i industrijskoj recepturi te uraditi analizu sirovina i gotovih proizvoda. Parametri koji su ispitivani kod analize sirovina smokve i aronije su količina ukupnih polifenola, te analiza prisustva i određivanje količine konzervansa, dok je kod finalnog proizvoda ispitivana količina ukupnih polifenola, suha tvar i konzervansi.

# SAŽETAK

Mediteranska prehrana posljednjih je godina prepoznata kao zlatni standard pravilne prehrane, a otkriveni su brojni povoljni učinci takve prehrane na zdravlje. Teme ovog diplomskog rada bila je usporedba tradicionalnog i industrijskog postupka proizvodnje džema od smokve i aronije. Kod tradicionalne pripreme smo koristili klasične dodatke kao pektin, šećer i limunsku kiselinu, dok smo kod industrijske pripreme koristili preparat Džemfix. Analizirane su homogenizirane sirovine smokve i aronije, te gotovi proizvodi. Parametri koji su određivani su količina ukupnih polifenola, suha tvar uzoraka te određivanje prisustva i količine konzervansa, a u konačnici je urađena usporedba navedenih parametara kod proizvoda dobivenog tradicionalnim i industrijskim postupkom.

**Ključne riječi:** smokva, aronija, džem, ukupni polifenoli, konzervansi

## ABSTRACT

In the last few years Mediterranean diet became a golden standard of the proper diet habits, due to its beneficial effects on human health. The aim of this study was to compare the traditional and commercial fig and aronia jam production processes. The traditional procedure includes pectin, sugar and citric acid addition, while for the industrial preparation Džemfix is used. Homogenized raw materials, fig and aronia, were analyzed, as well as the final products - jams. The analysis included total polyphenol content, draw matter of the samples and preservatives, and finally, the results for traditional and commercial jams were compared.

**Keywords:** fig, aronia, jam, total polyphenols, preservatives

# SADRŽAJ

1. OPĆI DIO.....1

1.1. MEDITERANSKA PREHRANA.....1

1.1.1. Obilježja mediteranske prehrane.....1

1.1.2. Znanstvena istraživanja.....2

1.2. SMOKVA.....3

1.2.1. Povijest i rasprostranjenost.....3

1.2.2. Opis biljke.....5

1.2.3. Kemijski sastav i ljekovitost.....6

1.2.4. Uzgoj smokve.....7

1.2.5. Znanstvena istraživanja.....7

1.3. ARONIJA.....8

1.3.1. Povijest i rasprostranjenost.....8

1.3.2. Opis biljke.....9

1.3.3. Kemijski sastav i ljekovitost.....11

1.3.4. Znanstvena istraživanja.....12

1.4. PROIZVODNJA DŽEMA.....13

1.4.1. Obilježja želiranih proizvoda.....13

1.4.2. Šećer.....14

1.4.3. Pektin.....14

1.4.4. Organske kiseline.....14

1.5. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE DŽEMA.....16

1.5.1. Odvajanje peteljke i otkoščavanje.....16

1.5.2. Dodavanje pektina i kiseline.....17

1.5.3. Ambalaža i pakiranje.....17

1.5.4. Skladištenje.....18

2. EKSPERIMENTALNI DIO.....19

2.1. KEMIKALIJE I UREĐAJI.....19

2.2. PREDOBRADA I PRIPREMA SIROVINA.....20

2.2.1. Ukuhavanje voćne mase.....22

2.2.2. Pakiranje i ambalaža.....23

2.3. ODREĐIVANJE SADRŽAJA UKUPNIH POLIFENOLA UV/VIS SPEKTROFOTOMETRIJOM (Folin-Ciocalteu metoda).....25

2.4. ODREĐIVANJE SUHE TVARI REFRAKTOMETROM.....26

2.5. ODREĐIVANJE KONZERVANSA – BENZOJEVE I SORBINSKE KISELINE.....26

3. REZULTATI.....29

3.1. REZULTATI ODREĐIVANJA UKUPNIH FENOLA.....30

3.2. REZULTATI ODREĐIVANJA SUHE TVARI.....30

3.3. REZULTATI ODREĐIVANJA PRISUTNOSTI KONZERVANSA.....31

4. RASPRAVA.....32

5. ZAKLJUČAK.....34

6. LITERATURA.....35

# 1. OPĆI DIO

## 1.1. MEDITERANSKA PREHRANA

Hrana je svaka tvar ili proizvod koji prerađen, djelomično prerađen ili neprerađen je namijenjen konzumaciji ili se može opravdano očekivati da će ga ljudi konzumirati. Hrana je nužna za svakog čovjeka jer opskrbljuje njegov organizam građom i energijom, a odabir načina prehrane i sastava hrane odražava sastav tijela svakog pojedinca. Ljudsko tijelo sadrži u prosjeku oko 60% vode, 18% masti, 16% bjelančevina, 5,2% minerala, 0,7% ugljikohidrata, te vitamine u tragovima. Idealna ili standardna tjelesna masa (težina) je ona najpodobnija obzirom na visinu, dob, spol i građu tijela (1).

Osiguranje pravilne prehrane predstavlja složeni proces koji uključuje različite segmente kao što je poljoprivredna proizvodnja, prehrambena tehnologija, te brojne druge ekonomske, socijalne, kulturne i demografske čimbenike. Niti jedna osoba ni populacijska skupina ne koristi sve raspoložive izvore prehrambenih i nutritivno vrijednih tvari, no da bi jedan njihov izvor postao hrana također ovisi o nizu socijalnih, religijskih i ekonomskih čimbenika.

### 1.1.1. Obilježja mediteranske prehrane

Mediteransku prehranu odlikuje nutricionistički model koji se na području Sredozemlja zadržao već nekoliko stoljeća. Osnovne namirnice u ovom sustavu su maslinovo ulje, žitarice i mahunarke, svježe ili sušeno voće i povrće, umjerene količine ribe, mliječnih proizvoda i mesa, te razni prilozi i začini, uz pratnju vina.

Mediteranska prehrana posljednjih je godina prepoznata kao zlatni standard pravilne prehrane, a otkriveni su brojni povoljni učinci takve prehrane na zdravlje čovjeka. Ovaj način prehrane ima obilježja slična vegetarijanskoj prehrani, bogatoj omega-3 masnim kiselinama, vlaknima, vitaminima B skupine, i raznovrsnim antioksidansima, a siromašnoj zasićenim mastima.

Mediteranska kuhinja je zdrava zbog više elemenata, ne samo zbog maslinovog ulja i češnjaka ili zato što se jede riba umjesto crvenog mesa. Mediteransku prehranu odlikuje konzumacija više raznolikih obroka, obično bogatih žitaricama te svježim ili kuhanim povrćem i voćem. Hrana koja se konzumira je izuzetno bogata vlaknima a, a svježe voće i povrće koje je temelj ovog načina prehrane najbolji su izbor vitamina i minerala. U mediteranskoj prehrani se ne pretjeruje s mesom koje obiluje zasićenim mastima, a prednost se obično daje bijelome mesu (kunić, perad), dok se crveno rjeđe konzumira. Rajčica, paprika, češnjak i luk osnova su mediteranske prehrane, kao i svježi začini ljekovite biljke kao što su ružmarin, kadulja, mažuran, itd. Čaša crnog vina na dnevnoj bazi, također se smatra pravom mjerom zdravlja (2).

### 1.1.2. Znanstvena istraživanja

Mediteransku prehranu prvi put je opisala američka liječnica Ancel Keys u Salernu (Italija) 1945. godine, ali je ovaj pojam postao općeprihvaćen i priznat tek 1990-ih nakon tzv. "Studije sedam zemalja" koja je dokazala svojevrstan paradoks jer su se stanovnici Sredozemlja, iako obilno konzumiraju masnoće, pokazali otporniji na kardiovaskularne bolesti, od recimo stanovnika SAD-a (3). Novi pregled znanstvenih istraživanja ukazuje da je mediteranska prehrana još korisnija nego se smatralo. Podaci iz 12 međunarodnih studija objavljeni u časopisu *British Medical Journal* još su jednom ukazali na prednosti mediteranske prehrane.

Nakon Keysa brojne znanstvene studije potvrdile su da je za brojne pozitivne učinke mediteranske prehrane odgovoran visok unos vlakana, ribe, voća i povrća te maslinova ulja, te da su osobe koje slijede takav način prehrane imaju manji rizik od oboljenja od koronarnih bolesti.

Osim zaštite od kardiovaskularnih bolesti, pokazalo se da mediteranska prehrana ima preventivno djelovanje i na druge degenerativne bolesti. Taj se učinak ne pripisuje isključivo bogatstvu antioksidansa nego i brojnim drugim tvarima i navikama koje utječu na sniženje masnoća u krvi i krvnog tlaka, te imaju protuupalo, imunostimulirajuće i antikarcinogeno djelovanje.

Studija provedena u Kanadi objavljena u *Journal of Nutrition* pokazuje da prihvaćanje osnovnih principa Mediteranske prehrane ne znači ujedno i povećanje troškova jer istodobno dok se povećava trošak za voće, povrće, mahunarke, orašaste plodove, sjemenke, maslinovo ulje i ribu, smanjuju se troškovi za crveno meso, rafinirane žitarice, slatkiše i brzu hranu.

Studija objavljena u britanskom časopisu *Medical Journal* koja se temelji na istraživanju provedenom među 75 000 Europljana od 60 godina i više, pokazala je da je prehrana koja se temelji na voću, povrću, mahunarkama, žitaricama, ribi i maslinovu ulju povezana s duljim životnim vijekom. Studija je obuhvatila 1 547 299 ispitanika i njeni rezultati pokazuju da osobe koje slijede model mediteranske prehrane imaju 9% nižu stopu smrtnosti, 6% nižu učestalost pojave različitih oblika karcinoma, 9% manju smrtnost zbog kardiovaskularnih bolesti, 13% nižu učestalost pojave Alzheimerove i Parkinsonove bolesti (4).

## 1.2. SMOKVA

### 1.2.1. Povijest i rasprostranjenost

Smokva, lat. *Ficus carica*, je biljka koja pripada porodici *Moraceae* (dudovi), a za koju se vjeruje da potječe iz Sirije i Palestine, s obala Crnog mora. Danas su zemlje Sredozemlja (Grčka, Italija, Portugal, Španjolska i Turska) najveći uzgajivači, proizvođači i prerađivači smokava.

Ficus je ime za smokvu, drvo i plod kod Rimljana, pretpostavlja se da je riječ uzeta od Feničana; gr. *Sykon* dovodi se u vezu s smokvom. Caricus iz Karije, pokrajina u Maloj Aziji.

Već tisućljećima smokve su sastavne namirnice mediteranske prehrane, a o njenoj starosti govore i biblijski zapisi u kojima pojam smokve simbolizira život, mir, blagostanje i plodnost. To je hrana pustinjaka i sveto drvo mnogih predaja. Prema rimskom vjerovanju pod smokvom su rođeni Romul i Rem, a Adam i Eva su od listova smokve načinili sebi pregače. U nekim se zemljama od mliječnog soka mlade smokve pravi posebna vrsta sira namijenjenog dojiljama koje su ostale bez mlijeka. List smokve predstavlja simbol požude i spolnosti. Smokva je i danas veoma cijenjeno voće(5).

Smatra se da je smokva bila jedna od prvih biljaka koje su bile kultivirane za ljudsku prehranu, a danas je poznato preko tisuću različitih vrsta smokve. Smokve se mogu konzumirati svježe ili suhe, od njih se može raditi pekmez, koristi se u kozmetičkim pripravcima. Višani od smokava rade svoju tradicionalnu slasticu hib (6).

### 1.2.2. Opis biljke

Smokva raste kao samonikla biljka ili se pak uzgaja. To je listopadno drvo ili grm koje dostiže promjer od preko 1,5 m sa širokom razgranatom krošnjom. Kora smokve je pepeljasto siva, svijetla i glatka, obiluje gustim mliječnim sokom kao i svi ostali dijelovi biljke. Listovi su naizmjenični, polimorfni, kožasti, s gornje strane hrapavi, s donje strane malo pahuljasto dlakavi. Tamno-zeleni listovi imaju peteljke duge 3-6 cm. Vršni pupovi su jajoliki s dugim ušiljenim vrhom s 2-3 zelenkaste ljuske, a bočni pupovi su okruglasti i do 0,5 cm dugi sa više ljuski. Brojni cvjetovi su jednospolni, iznimno dvospolni, vrlo su maleni na kratkim stapkama. Dijele se na 3 vrste, muški sa tri prašnika, ženski s tučkom i ženski sterilni. Korijenski sustav je dobro razvijen i prilagođava se terenu. Plodovi smokve nastaju iz čitavih ženskih cvatova, oblikom su kruškoliki, mesnati, često različite veličine, na površini goli, u zrelom stanju najčešće žuti, smeđi, ljubičasti ili potpuno tamni (7).

*Slika 1. List i plod smokve* (8)

Pravi plodovi smokve su sitne tvrde orašice, vrlo sočne i vrlo slatke. Sjeme je sitno, posijano u proljeće počinje klijati kroz 30 dana. Smokva se rijetko razmnožava iz sjemena već uglavnom reznicama, povaljenicama i kalemljenjem.

Oprašivanje smokve vrši se kaprifikacijom, pomoću osica iz vrste *Blastophaga grossorum* i *Blastophaga psenes* koje prenose polen s muških cvjetova divlje smokve. Danas je poznato oko 50 kultiviranih vrsta smokve.

### 1.2.3. Kemijski sastav i ljekovitost

Smokva je od davnina poznata po svojim ljekovitim svojstvima. Suhe smokve su bogati izvor minerala, osobito kalcija, fosfora, magnezija, mangana, bakra i željeza. Omjer kalcija i fosfora je idealan za njihovu najbolju apsorpciju pa stoga se suhe smokve smatraju odličnom hranom koja izgrađuje kosti i održava ih jakima. U 100 grama svježe smokve ima 17,5 mg magnezija, dok jednaka količina sušenih plodova sadrži tri puta veće količine magnezija. koji je jedan od ključnih čimbenika koji organizam štite od stresa. Smokve sadrže proteolitički enzim ficin. Tvrde smokve daju mlijeko koje se nalazi u plodu i grančicama, to mlijeko uklanja otekline na nožnim prstima i bradavice. Ne stvara naviku, ne izaziva grčeve, a kao i šljiva predstavlja mjeru zaštite od raka crijeva. Njezino osnovno djelovanje je laksativno, posebno kod lakše opstipacije. Plodovi se upotrebljavaju svježi, osušeni ili u rakiji, a listovi i sok drveta za liječenje različitih bolesti, od tvrde stolice, kožnih oboljenja, bolesti u predjelu usta i ždrijela, epilepsije, bolova u trbuhu, upale mjehura i menstrualnih tegoba. Smokve također sadrže uravnoteženi sastav vitamina, a zahvaljujući ugljikohidratima energetski su vrlo kalorične. Smokve sadrže do 80% vode, a istovremeno su voće s najvišom razinom prirodnih šećera (60%), pa su bogat izvor energije. Visoke koncentracije glukoze i fruktoze u smokvi predstavljaju zdraviju zamjenu za bijeli (industrijski) šećer. U smokvama su identificirane razne fitokemikalije - polifenoli, kumarini, benzaldehidi, koje su pokazale određenu biološku aktivnost. U narodnoj medicini smokva se koristi protiv zatvora, zubobolje, oteklina, tumora, kašlja, bradavica, upale grla, čireva i gnojnih apscesa. U narodnoj medicini čaj od smokava se koristi protiv bolesti grla, dišnih organa, jetre, žučnih kamenaca i mjehura, te pospješuje rad probavnih organa. Smokva ima nizak sadržaj masnoća i visok sadržaj vlakana (više od bilo kojeg drugog voća ili povrća). Svježe i suhe smokve sadrže puno pektina, topivog vlakna koje može

smanjiti kolesterol u krvi. Smokva sadrži triptofan koji pomaže kvalitetan san i pomaže da mozak ispravno iskoristi glukozu, pospješujući dobru cirkulaciju.

Suhe smokve izvrstan su izvor brojnih nutrijenata i ujedno praktičan i nutritivno vrijedan obrok za sportaše, rekreativce i profesionalce, a u kombinaciji s orašastim plodovima mogu poslužiti kao idealan međuobrok (9).

### 1.2.4. Uzgoj smokve

Smokva je suptropska biljka kojoj je optimalna nadmorska visina za rast oko 400 m. Smokva se smrzava pri -10 do -22°C s tim da su starije bilkvalitetan plod biljka treba dosta svijetla. Radi ravnomjernog rasta, bubrenja i veličine plodova, treba je navodnjavati od srpnja do kolovoza. Smokva najbolje podnosi lakša i propusna zemljišta, bogata karbonatima. Prije branja, potrebno je pustiti smokve da potpuno sazru na stablu. Kod svježih smokava treba tražiti zrele primjerke koji su meki na dodir i ispuštaju ugodan, slatkasti miris (10).

### 1.2.5. Znanstvena istraživanja

Smokve su do danas bile predmet brojnih znanstvenih istraživanja. Kao dobar izvor prehrambenih vlakana, minerala i polifenola, razmatraju se kao namirnica sa pozitivnim utjecajem na zdravlje i kao pomoć u prevenciji i liječenju različitih bolesti. Znanstveno je potvrđeno da smokva spada u najbogatije biljne izvore kalcija i vlakana. Prema USDA (engl. *United State Department of Agriculute*) podacima, suhe smokve su najbogatije vlaknima, bakrom, manganom, magnezijem, kalijem, kalcijem i vitaminom K, vezano za ljudske potrebe. Sadrže i manje količine drugih visokovrijednih nutrijenata, imaju laksativno svojstvo i sadrže mnoge antioksidanse. kao što su polifenoli (11).

Smokve sadrže i biljne sterole, koji povoljno djeluju na razinu kolesterola u krvi. Biljni steroli (poput stigmasterola i lanosterola sadržanih u smokvama) vežu se na molekule kolesterola u crijevima i tako ometaju njegovu apsorpciju. U jednom istraživanju, konzumiranjem 40 grama suhih smokava značajno je povećan antioksidativni kapacitet krvne plazme. U smokvama su također pronađeni i spojevi s dokazanim antikarcinogenim djelovanjem - benzaldehid i kumarini.

## 1.3. ARONIJA

### 1.3.1. Povijest i rasprostranjenost

Aronija je biljka iz roda listopadnih grmova porodice dudovki (*Moraceae*). U Europu je dospjela iz Sjeverne Amerike gdje su tamošnji Indijanci njene plodove sušili i upotrebljavali za zimske pogače. Kako plodovi aronije dugo vremena ostaju na grmu i ne kvare se, Indijanci su plodove sušili i mljeli, pa su isti bili hrana za zimu, te lijek protiv želučanih i crijevnih tegoba. Osim zrelih plodova, kao lijek su upotrebljavali i listove i koru aronije. Ljeti su sušili listove i koru, pripremali su čaj, koji su koristili kao sredstvo za zaustavljanje krvarenja iz rana. U Europi je aronija privukla pažnju zbog svog izgleda zbog kojeg je 1972. g. dobila nagradu Kraljevskog vrtlarskog udruženja u Engleskoj. U Europi se prvi put spominje 1816., a sve do početka dvadesetog stoljeća uzgajana je isključivo kao ukrasni grm (12).

Prvu uzgojnu sortu aronije stvorio je ruski biolog i pomolog Ivan Vladimirovič Mičurin početkom prošlog stoljeća, a prve uzgojne površine su bile posađene 1946. u Altajskoj oblasti današnje Rusije nakon 10 godina probnog uzgoja. Godine 1969. je tamo pod aronijom bilo oko 1000 ha. Uzgoj u Zapadnoj Europi započinje nekih 15, 20 godina prije nego u SAD, prije svega u Danskoj, Finskoj i Švedskoj. Danas su najveći uzgajivači i proizvođači aronije Rusija, Poljska, Češka i Slovačka. U Hrvatskoj se biljka uzgaja oko 7 godina, no broj proizvođača stalno raste, uz napomenu da se biljka intenzivno kod nas uzgaja na svega oko 20 ha.

### 1.3.2. Opis biljke

Aronija se oprašuju pčelama i vjetrom, a u jesen listovi aronije mijenjaju boju u crvenu. Listovi aronije su jednostavni, poredani naizmjenično, cvjetovi su mali, sastoje se od pet latica i pet čašičnih listića.

Aronija raste u obliku grma visine i do dva metra, plodovi su joj bobice koje zbog gorkog okusa nisu jestive svježe (osim crvenoplodne aronije), ali se koriste u pripremi vina, džema, čaja, sirupa, kompota, likera, itd. Razlikujemo tri vrste aronije, od kojih je *Aronia melanocarpa* najpopularnija i najčešće se uzgaja u Europi. Vrste aronije su sljedeće:

- Crvenoplodna aronija (lat. *Aronia arbutifolia*): karakterizira je crveni plod čije su bobice najmanje od svih triju vrsta aronije – širine od 4 do 10 mm. Grm je srednje nizak (2 do 4 m); maksimalno naraste do 6 metara. Cvjeta bijelim ili svijetlo-ružičastim cvjetovima širine oko 1 cm. Listovi, koji se mogu upotrijebiti za čaj, široki su od 5 do 8 cm. Plodovi ove vrste aronije konzumiraju se pretežito sirovi zahvaljujući izvanrednom okusu.

- Ljubičastoplodna aronija (lat. *Aronia prunifolia*): iako neki stručnjaci tvrde da je ova vrsta aronije ustvari hibrid nastao kombinacijom crnoplodne i crvenoplodne aronije, većina je navodi kao zasebnu vrstu. Karakterizira je tamnoljubičasti plod, čija boja ponekad prelazi i u crnu. Bobice su širine od 7 do 10 mm. Period cvjetanja ljubičastoplodne aronije je od travnja do srpnja.

Crnoplodna aronija (lat. *Aronia melanocarpa*): Karakteriziraju je plodovi crne boje koji su, u prvom razdoblju rasta, crveni, no kasnije potamne. Bobice su veličine od 6 do 9 mm. Grm joj je nizak, najniži od svih triju vrsta aronije – naraste od 1 do maksimalno 3 metra. Listovi su široki oko 6 cm, a bijeli cvjetovi crnoplodne aronije široki su oko 1,5 cm. Ova se vrsta aronije najčešće konzumira prerađena. *Aronia melanocarpa* prozvana je „supervoćem“, čiji se svi sastavni dijelovi od lišća, sjemenki, soka i ljuske mogu upotrijebiti u prehrani odnosno prirodnoj medicini. Zahvaljujući tome što jako dobro podnosi zimu i mraz, te temperature do minus 47 stupnjeva ova aronija je dospjela i do Rusije i Sibira. Ekstremno niske temperature na njoj ne ostavljaju nikakve posljedice. Sibirska aronija ili lat. *Aronia melanocarpa* ima vrlo visok postotak polifenola, vitamina C, E i beta-karotena što je čini jednom od najjačih poznatih i ispitanih antioksidanasa (13). Od svih vrsta aronije upravo se *Aronia melanocarpa* smatra najkvalitetnijom. Poznatija je još i kao divlja sorta, obično po grozdu nosi samo 10 do 15 bobica koje su i do tri puta zdravije od plodova kultiviranih sorti.

*Slika 2. Crnoplodna aronija* (14)

### 1.3.3. Kemijski sastav i ljekovitost

Aronija se naziva i namirnicom budućnosti jer ima dokazana ljekovito svojstva zbog kojih krajem sedamdeset godina prošlog stoljeća počinje njen intenzivan uzgoj pa se danas uzgaja diljem Europe. Američki Indijanci od davnina je poznaju ljekovitost aronije te su njene svježe plodove koristili kod želučanih problema i proljeva, gripa i prehlada, a od listova aronije su radili čaj za cijeljenje rana. Sama činjenica da je aronija jedina biljka koja je preživjela nuklearnu katastrofu u Černobilu mnogo govori o njezinim svojstvima.

Aronija dokazano djeluje u prevenciji malignih oboljenja. Dok s jedne strane uništava stanice tumora, s druge strane svojim antioksidativnim djelovanjem štiti zdrave stanice u organizmu, pa je idealna hrana tijekom liječenja kemoterapijom. Pripravci aronije uspješno liječe kožne bolesti i alergije, pa nije rijetka njena upotreba u proizvodnji kozmetičkih preparata. Aronija pospješuje cirkulaciju, pa se preporučuje osobama sa kardiovaskularnim problemima, a zahvaljujući tome što jača krv, njezina se konzumacija preporučuje kod slabokrvnosti. Aronija je pogodna i za dijabetičare, osobe koje pate od proširenih vena te za očuvanje vida. Kao jak antioksidans, zaslužna je za održavanje mladalačkog izgleda budući da sprečava bore i strije (15).

### 1.3.4. Znanstvena istraživanja

Brojna istraživanja su pokazala da aronija sadrži najviše antioksidanasa od svog ostalog bobičastog voća. Aronija se često koristi u prevenciji srčanih oboljenja, ali dobro služi i u terapiji kardiovaskularnih bolesti. Primijećeno je značajno smanjenje krvnog tlaka u pacijenata koji su konzumirali aroniju, pa se stoga ona smatra odličnom alternativom konvencionalnim metodama suvremene medicine. Antioksidansi prisutni u plodovima aronije ublažavaju tegobe s dijabetesom, pa se za dijabetičare preporuča što češća konzumacija aronije. Narodna medicina poznavala je pripravke od bobičastog voća kojima su se liječili probavni problemi poput dijareje i zatvora, a suvremena istraživanja pokazuju da tanin koji sadrži aronija i slične bobice sprečava upale probavnoga trakta. Antocijanini iz imaju pozitivan učinak na kvalitetu sjemene tekućine kod muškaraca. O učincima aronije na neplodnost još predstoje istraživanja, no ako znamo da aronija pospješuje opće stanje organizma (16).

## 1.4. PROIZVODNJA DŽEMA

### 1.4.1. Obilježja želiranih proizvoda

Prije bilo kakve prerade voća i proizvodnje prerađevina od voća potrebno je poznavati tehnološke značajke voća koje koristimo, a to su kemijski sastav, stupanj zrelosti, iskorištenje i mehanički sastav.

Džem, marmelada i žele ubrajaju se u grupu želiranih proizvoda. Navedeni proizvodi imaju karakterističnu gel konzistenciju koja se postiže dodavanjem pektina. Da bi se postigla takva konzistencija osim pektina potrebna su još kiselina (povoljna pH vrijednost) i šećer. Voće prirodno sadrži sve ove sastojke, ali ne u dovoljnim količinama da bi samim kuhanjem došlo do procesa želiranja. Pojedine vrste voća sadrže više ili manje kiselina, šećera i pektinskih tvari, a da bi proizvod dobro želirao potrebno je dobro poznavati kemijski sastav voća, uvjete želiranja i svojstava pektina.

Tri osnovna elementa pravilnog procesa želiranja su kiselost, prisutnost šećera i pektina. Svi ovi sastojci se jednim dijelom osigurani sirovinom, ali se redovno i dodaju u svrhu želiranja kako bi se postigle optimalne vrijednosti kiselosti pH 2,8 do 3,2, koncentracija šećera iznad 50% i potrebna količina visokoesterificiranog pektina.

Za želiranje značajno je da sirovina ima što veću količinu pektina, jer se time osigurava uspješnije želiranje i sa manjim dodatkom pektina. Sadržaj kiselina je isto tako važna komponenta i sirovine i gotovog proizvoda. Stoga se za proizvodnju želiranih proizvoda obično biraju vrste i sorte sa što većim sadržajem pektina i kiselina.

Džem se proizvodi od svježih, smrznutih ili polupreradenih cijelih plodova voća i za razliku od marmelade, gdje je cijela masa jednolična, kod džema ostaju cijeli komadi voća koji moraju biti jasno vidljivi. Radi poboljšanja boje džema u postupku proizvodnje dopušteno je dodavati do 5% voćnih sokova ili drugih vrsta voća, računato na količinu voćne mase pripremljene za preradu. Svježe voće mora biti jako dobre kvalitete, prethodno temeljito oprano i probrano. Plodovi namijenjeni proizvodnji džema moraju biti potpuno zreli sa razvijenim sortnim karakteristikama i zdravi (17).

### 1.4.2. Šećer

U proizvodnji džemova obično se kao šećer koristi saharoza, a može se koristiti i šećerni sirup, glukoza, glukozni sirup, dekstroza, dekstrozni sirup, fruktoza, itd. Glukozni i glukozno-fruktozni sirup koji se mogu koristiti kao zamjena, i do 30%, a koriste se zbog sprječavanja kristalizacije.

Potrebna količina šećera zavisi o stupnju zrelosti voća, sadržaju kiselina i šećera u voću te samom tipu proizvoda koji se proizvodi. Šećer se dodaje nakon prethodne pripreme voća u smjesu koja se kuha u duplikatoru.

### 1.4.3. Pektin

Pektinske tvari su sve tvari bogate poligalakturonskom kiselinom, visokog stupnja polimerizacije i različitog stupnja esterifikacije. Tijekom procesa zrenja i dozrijevanja ploda količina pektina u plodu se u pravilu smanjuje što dovodi do smanjenja čvrstoće ploda. Pektin se prirodno nalazi u voću a osnovna mu je tehnološka značajka sposobnost želiranja. U proizvodima od voća koje je siromašno pektinom u postupku proizvodnje želiranih proizvoda može se dodati industrijski pektin koji se obično proizvodi od sjemenih loža i otpadnih dijelova kiselih sorata jabuka. Pektin ne samo da pomaže učvršćivanju želiranih proizvoda, što je kod džemova manje važno nego li kod marmelade, već je zaslužan i za kristalno staklasti prozirni izgled tih proizvoda i njihovu lijepu strukturu.

### 1.4.4. Organske kiseline

Osim pektina u proizvodnji želiranih proizvoda dodaju se limunska i jabučna kiselina, a rjeđe i vinska. Udio kiselina u džemu se kreće od 0,8 do 1%. Uloga prisutnih kiselina je da snize pH na vrijednost koja je optimalna za stvaranje želirane strukture.

Kiseline također poboljšavaju okus proizvoda i imaju konzervirajući efekt jer snižavaju pH na vrijednosti koje onemogućavaju razvoj patogenih bakterija.

L-askorbinska kiselina (vitamin C) djeluje također i kao stabilizator boje, jer se lakše oksidira od tvari boje koje se nalaze u voću, pa time sprječava njihovu oksidaciju. Količina vitamina C koja se smije dodati u proizvod nije ograničena, ali se obično dodaje do 0,5 grama po kilogramu proizvoda. U džemove je dozvoljeno dodavati i prirodne biljne arome.

## 1.5. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE DŽEMA

Džem je želirani proizvod dobiven ukuhavanjem svježeg, zamrznutog ili poluprerađenog voća, uz dodatak šećera, pektina i kiseline. Džem mora sadržati uočljive cijele plodove ili komade plodova, tako da se po njima može prepoznati vrsta voća od koje je džem napravljen. Tehnološki proces proizvodnje džemova sastoji se od pripreme voća i ukuhavanja voćne mase i šećera uz dodatak pektina i kiselina. Strane primjese i oštećeno voće se moraju ukloniti, a plodovi se prije postupka prerade moraju dobro oprati. Pored nečistoća, pranjem se uklanjaju mehaničke nečistoće i rezidue pesticida korištenih u zaštiti biljke.

### 1.5.1. Odvajanje peteljke i odkoštičavanje

Koštice iz plodova voća se izdvajaju iz ploda pomoću uređaja sa valjcima. Uređaj se sastoji od dva valjka od nehrđajućeg čelika. Jedan valjak je nazubljen, a drugi je obložen inertnom gumom. Plodovi se propuštaju između valjaka i uslijed pritiska pucaju i raspadaju se. Zbog razlike u gustoći koštice se odvajaju od ostatka ploda (mesa). Ovi uređaji imaju veliki kapacitet, a kvaliteta rada je sasvim zadovoljavajuća. Uz sjemenke (koštice) kod koštuničavog voća, kod jabičastog voća se uklanja i sjemena loža, a krupno voće često se mora oljuštiti i prepoloviti ili usitniti na manje komade.

Pripremljeno voće ukuhava se u vakuum uparivaču. Korištenje vakuuma omogućava korištenje nižih temperatura kuhanja čime se čuvaju visoko vrijedne bioaktivne tvari voća. Pripremljeni plodovi se kuhaju u vakuum uparivaču, gdje im se dodaje šećer i ostali sastojci, te se smjesa kuha na temperaturi od oko 55-60°C.

### 1.5.2. Dodavanje pektina i kiseline

Pektin i kiseline se dodaju u masu pred kraj kuhanja, kada je skoro postignuta potrebna suha tvar smjese (preko 50%). Kuhanje se nastavlja, ali pri normalnom tlaku, a na samom kraju procesa masa se zagrijava do ključanja da bi se obavila pasterizacija. Ukoliko se ne bi osigurala viša temperatura u konačnici postupka pripreme džema, morala bi se izvršiti pasterizacija proizvoda poslije punjenja u ambalažu.

Pri računanju potrebne količine kiseline i pektina treba uzeti u obzir količinu koja se unosi sa voćem odnosno količinu koja je prisutna u samoj sirovini. Pektin koji se dodaje priprema se neposredno prije dodavanja u masu prethodnim miješanjem sa saharozom. Na jedan gram pektina dodaje se oko pet do sedam grama šećera. U ovu smjesu može se dodati malo tople vode kako bi se miješanje sastojaka olakšalo. Količina dodatnog pektina ovisi o njegovim karakteristikama odnosno stupnju želiranja.

### 1.5.3. Ambalaža i pakiranje

Suha tvar džema provjerava se refraktometrom. Kada se postigne potrebna suha tvar kuhanje mase se prekida. Džem se ispušta iz vakuum aparata i direktno ili preko prihvatnog posuđa puni u čistu, steriliziranu i suhu ambalažu. Džem se nalijeva vruć u ambalažu. Temperatura mase pri punjenju ne bi smjela biti ispod 80°C, jer u slučaju nižih temperatura može doći do pojave pljesnjivosti na površini proizvoda. Kao ambalaža za džem najčešće se koriste staklenke i limenke. Staklenke se koriste za komercijalna pakiranja za široku potrošnju, dok se limenke koriste za pakiranje džema namijenjenog industriji. Također, džem namijenjen ugostiteljskim objektima pakira se u plastičnu ambalažu male zapremine (25 do 30 g). Za pakiranje u ovu ambalažu džem mora biti posebno pripremljen zbog načina punjenja i odmjeravanja. Plodovi moraju biti izrezani na vrlo sitne komade kako bi činili homogenu masu sa želiranim tekućim djelom.

### 1.5.4. Skladištenje

Pripremljen džem se ne mora nužno skladištiti pri nižim temperaturama. Razlog je taj što džem sadrži veliku količinu šećera ($a_w$ vrijednost se kreće od 0,82-0,94). Upravo zbog toga je džem otporan na kvarenje i nije ga neophodno sterilizirati već je dovoljno primjeniti postupak pasterizacije.

Velikom broju mikroorganizama odgovara okolina unutar područja osmotskog pritisaka. Visoka koncentracija šećera dovodi do izvlačenja vode iz stanice u njenu okolinu, zbog čega mikroorganizam dehidrira i inhibiraju se metaboličke reakcije. Pri niskim $a_w$ vrijednostima razvoj najvećeg broja bakterija je inhibiran, ali neke pljesni i kvasci mogu rasti i pri velikim koncentracijama šećera i relativno niskim $a_w$ vrijednostima. Da bi se uklonile kserotolerantne gljive iz proizvoda, džem se tijekom procesa proizvodnje zagrijava na temperature iznad 80°C, a najčešći uzrok kvarenja džema je loše zatvaranje ambalaže (18).

# 2. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu ovog rada se pripravljao džem od sirovina aronije i smokve i to tradicionalnim postupkom priprave te industrijskim postupkom uz dodatak Džemfix preparata. Nakon pripreme uzoraka usporedila se kvaliteta proizvoda na način da se provela analiza sljedećih parametara:

1. količine ukupnih polifenola;
2. udio suhe tvari;
3. analiza prisustva i određivanje količine konzervansa.

## 2.1. KEMIKALIJE I UREĐAJI

**Kemikalije**

- Metanol, Merck, Darmstadt, Njemačka
- Kaveinska kiselina, Fluka, Buchs, Švicarska
- Folin-Ciocalteu-ov fenolni reagens, Fluka, Buchs, Švicarska
- Natrijev karbonat, Kemika, Zagreb, Hrvatska
- Metanol (HPLC), Fluka, Buchs, Švicarska
- Dikalijev hidrogenfosfat, Kemika, Zagreb, Hrvatska
- Fosfatna kiselina, Kemika, Zagreb, Hrvatska
- Kalij sorbat, Merck, Darmstadt, Njemačka
- Natrij benzoat, Merck, Darmstadt, Njemačka

**Uređaji**

- Tekućinski kromatograf visokog učinka Agilent 1200 s DAD detektorom imsustavom za obradu podataka i autosamplerom
- Kromatografska kolona za HPLC, tipa reverzno fazna (RF) s RP C 18 stacionarnom fazom
- Spektrofotometar, UV/VIS 920
- Refraktometar po Abbe-u
- pH- metar, WTW InoLab 720
- Ultrazvučna kupelj, Iskra, Sonis 4GT
- TKA sustav za pročišćavanje vode, GenPure Ultrapure water system

## 2.2. PREDOBRADA I PRIPREMA SIROVINA

Prije samog ukuhavanja voćne mase potrebno je uraditi predobradu sirovina koja uključuje njihovo pranje, inspekciju te uklanjanje peteljki i stranih primjesa (nečistoće ili truli plodovi). Druga faza je homogeniziranje sirovine tj. mljevenje nakon čega je ista spremna za daljnji proces, odnosno ukuhavanje.

*Slika 3. Očišćena smokva*

(vlastita fotografija zabilježena: 30.08.2016.)

*Slika 4. Očišćena aronija*

(vlastita fotografija zabilježena: 30.08.2016.)

Džemfix je želirno sredstvo za ukuhavanje voća. U ovom radu koristio se Džemfix Extra (Dr. Oetker), koji sadrži dekstrozu, amidirani pektin, limunsku kiselinu, sorbinsku kiselinu, te biljnu masnoću. Svi sastojci su otisnuti na poleđini ambalaže.

*Slika 5. Deklaracija proizvoda Džemfix*

(vlastita fotografija zabilježena: 29.08.2016.)

Pektin se prirodno nalazi u voću a osnovna mu je tehnološka vrijednost sposobnost želiranja. Limunska kiselina poboljšava okus džema i ima konzervirajući efekt jer snižava pH na vrijednosti koje onemogućavaju razvoj patogenih bakterija.

U proizvodnji džema obično se kao šećer koristi saharoza, a može se koristiti i šećerni sirup, glukoza, glukozni sirup, dekstroza, dekstrozni sirup, fruktoza, itd. Šećer ima i ulogu konzervansa, a dodaje se nakon prethodne pripreme voća u smjesu koja se kuha.

### 2.2.1. Ukuhavanje voćne mase

Postupci proizvodnje džema postupkom ukuhavanja voćne mase tradicionalnom i industrijskom metodom uz dodatak Džemfix-a se međusobno razlikuju. Za tradicionalni postupak potrebno je, nakon pripreme sirovine ukuhati voćnu masu uz dodavanje pektina, šećera i limunske kiseline. Jedna količina šećera se dodaje odmah, dok se drugi dio šećera dodaje kada temperatura smjese naraste na 70°C. Pri toj temperaturi dodaje se i limunska kiselina. Nešto prije postizanja temperature od 80°C dodaje se pektin koji se prethodno pomiješa sa šećerom i malom količinom vode. Voćna masa u konačnici mora postići temperaturu od 90°C kako bi bili sigurni da je proizvod sačuvan od kvarenja.

Industrijskom metodom se, prije samog ukuhavanja dodaje Džemfix uz malu količinu šećera. Potom se voćna masa stavlja na jaku vatru uz stalno miješanje, a preostali šećer se dodaje kada temperatura smjese dosegne 70°C. Nakon toga nastavlja se s ukuhavanjem otprilike tri minute, nakon čega je smjesa spremna za razlijevanje u ambalažu.

*Slika 6. a) početna faza ukuhavanja b) završna faza ukuhavanja*

(vlastita fotografija zabilježena: 30.08.2016.)

### 2.2.2. Pakiranje i ambalaža

Džem se ulijeva u ambalažu vreo, a temperatura mase bi pri punjenju trebala biti oko 90°C. U slučaju nižih temperatura može doći do pojave pljesnivosti na površini džema. Prilikom izrade ovog džema koristimo staklenu ambalažu, koju nakon punjenja ostavimo da se stabilizira 24 h, te dobijemo gotov proizvod.

*Slika 7. Džem u staklenci*

(vlastita fotografija zabilježena: 30.08.2016.)

## 2.3. ODREĐIVANJE SADRŽAJA UKUPNIH POLIFENOLA UV/VIS SPEKTROMETRIJOM (Folin-Ciocalteu metoda)

Ukupni fenoli određeni su spektrofotometrijskom metodom po Folin-Ciocalteu. Ova metoda se bazira na dodavanju FC reagensa u uzorak i praćenju nastanka plavog obojenja. Nereducirani FC reagens je žute boje, međutim u reakciji fenolnim spojevima se oksidira i postaje plav zbog nastanka volfram i molibden oksida. Intenzitet nastalog obojenja se mjeri pri 765 nm.

**Postupak određivanja:**

Izvagati 10 g uzorka džema u čašu i otopiti u 70 mL deionizirane vode. Alikvot od 100 mL prenijeti u odmjernu tikvicu od 10 mL, razrijediti s 4 mL destilirane vode. Dodati 0,5 mL Folin-Ciocalteu reagensa i promiješati, te nakon 3 minute dodati 1 mL zasićene otopine natrijevog karbonata. Otopine se nadopune destiliranom vodom do oznake i ostave u mraku 1 sat, nakon čega im se mjeri apsorbancija pri 725 nm, uz slijepu probu kao referentnu.

**Izrada kalibracijskog pravca**

Kalibracijski pravac za standard se izrađuje testirajući standardne otopine kaveinske kiseline koncentracije 10, 30, 50, 80, 100 i 120 µg/10 mL. U tikvice od 10 mL doda se po 1 mL pripremljenih otopina standarda, potom 5 mL destilirane vode i 0,5 mL Folin-Ciocalteu reagensa i sve protrese. Nakon 3 minute doda se 1 mL zasićene otopine natrijevog karbonata, nadopuni s vodom do oznake i ostavi u mraku 1 sat, nakon čega se mjeri apsorbancija otopina pri 725 nm, uz slijepu probu kao referentnu.

**Izračun:** $$Polifenoli_{(kao\ kaveinska\ kis)}(mg/kg) = \frac{E \times V_1}{m \times V_2}$$

E = očitani µg/10 mL polifenola s kalibracijskog pravca

R = razrjeđenje

m = masa uzorka (g)

## 2.4. ODREĐIVANJE SUHE TVARI REFRAKTOMETROM

**Postupak određivanja:**

Prije početka analize uzorak je potrebno homogenizirati, te prizmu refraktometra održavati na temperaturi oko 20°C. Refraktometar se baždari pomoću destilirane vode [ ($n_D$) pri 20°C je 1,3330].

Suha tvar u uzorku se određuje tako da se na prizmu nanese kap homogeniziranog uzorka, te se direktno očita postotak suhe tvari sa skale refraktometra**.**

## 2.5. ODREĐIVANJE KONZERVANSA – BENZOJEVE I SORBINSKE KISELINE

**A) Matične otopine standarda natrij benzoata i kalij sorbata:**

**Matična otopina natrij benzoata:**

Izvagati 100 mg (točnošću na 0,1 mg) natrij benzoata u odmjernu tikvicu od 100 mL, otopiti i nadopuniti vodom do oznake.

**Matična otopina kalij sorbata:**

Izvagati 100 mg (točnošću na 0,1 mg) kalij sorbata u odmjernu tikvicu od 100 mL, otopiti i nadopuniti vodom do oznake.

**Otopina standarda natrij benzoata i kalij sorbata, radni standard**

Pipetirati po 1 mL matičnih otopina natrij benzoata i kalij sorbata u odmjernu tikvicu od 10 mL, te nadopuniti vodom do oznake. Otopinu pripremiti dnevno.

**B) Priprava standardnih otopina za izradu kalibracijskog pravca:**

**Standardna otopina I:**

Pipetirati po 10 mL matičnih otopina natrij benzoata i kalij sorbata u odmjernu tikvicu od 100 mL, te nadopuniti vodom do oznake.

**Standardna otopina II:**

Pipetirati po 5 mL matičnih otopina natrij benzoata i kalij sorbata u odmjernu tikvicu od 100 mL, te nadopuniti vodom do oznake.

**Standardna otopina III:**

Pipetirati po 1 mL matičnih otopina natrij benzoata i kalij sorbata u odmjernu tikvicu od 100 mL, te nadopuniti vodom do oznake.

**C) Priprava Carezz otopine:**

**Carezz otopina I:**

Otopiti 15 g kalij heksacijanoferata (II) u odmjernoj tikvici od 100 mL u vodi.

**Carezz otopina II:**

Otopiti 30 g cink sulfata hepta hidrata u odmjernoj tikvici od 100 mL u vodi.

**D) Priprava mobilne faze**

**Otopina fosfatne kiseline, 5%-tna**

Pažljivo pipetirati 6 mL fosfatne kiseline u odmjernu tikvicu od 100 mL, koja već sadrži 80 mL vode te nadopuniti do oznake.

**Otopina fosfatnog pufera, pH=6,7**

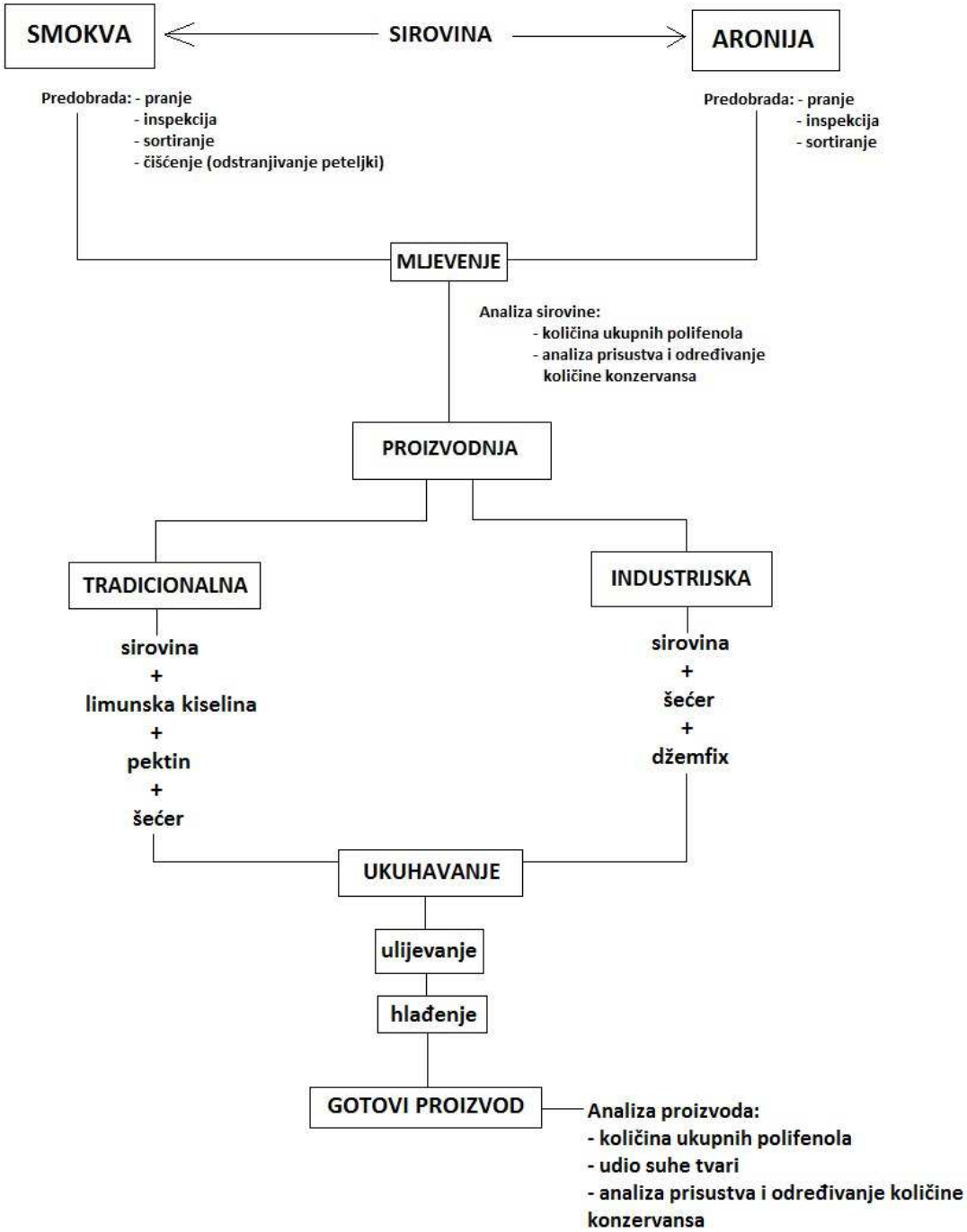
Otopiti 5,23 g dikalij hidrogen fosfata u odmjernoj tikvici od 1 L, nadopuniti vodom do oznake. Sa 5%-tnom fosfatnom kiselinom namjestiti pH otopine na 6,7. Otopinu profiltrirati kroz sustav za filtriranje mobilne faze s filterom veličine pore 0,45 µm, te osloboditi od zraka u ultrazvučnoj kupelji tijekom 5 min.

Otopina fosfatnog pufera : metanol = 92:8. Obje sastavnice mobilne faze filtrirati kroz sustav za filtriranje mobilne faze s filterom veličine pore 0,45 µm, te osloboditi od zraka u ultrazvučnoj kupelji tijekom 5 min.

**Priprema uzoraka:**

Izvagati, s točnošću 1 mg, 10 do 20 g homogeniziranog uzorka u izvaganu Erlenmeyer tikvicu od 100 mL. Dodati oko 60 mL vode i staviti u ultrazvučnu kupelj tijekom 20 minuta. Ohladiti otopinu na sobnu temperaturu i potom joj dodati 2 mL Carrez otopine I. Nakon što se sadržaj dobro izmješa doda se 2 mL Carrez otopine II. Smjesa se pažljivo promješa i ostavi na sobnoj temperaturi 10 minuta. Nadopuniti vodom do mase cca 100 g, nakon čega se filtrira kroz membranski filter veličine pore 0,45 µm.

# 3. REZULTATI




*Slika 8. Prikaz postupka proizvodnje džemova i korištenih analiza*

### 3.1. Rezultati određivanja ukupnih polifenola

*Tablica 1. Rezultati određivanja sadržaja ukupnih polifenola u uzorcima aronije i smokve te u džemu pripravljenom tradicionalnim i industrijskim postupkom*

| | **UZORAK** | **Ukupni polifenoli (mg KE/kg)** |
|---|---|---|
| Sirovina | aronija | 4001 |
| | smokva | 878 |
| Finalni proizvod | tradicionalni džem | 2493 |
| | 'industrijski' džem | 2215 |

### 3.2. Rezultati određivanja suhe tvari

*Tablica 2. Rezultati određivanja sadržaja suhe tvari u džemovima aronije i smokve pripravljenom tradicionalnim i industrijskim postupkom*

| **UZORAK** | **Suha tvar (%)** |
|---|---|
| tradicionalni džem | 73,5 |
| 'industrijski' džem | 65,8 |

### 3.3. Rezultati određivanja prisutnosti konzervansa

*Tablica 3. Rezultati određivanja prisutnosti konzervansa u džemovima aronije i smokve pripravljenom tradicionalnim i industrijskim postupkom*

| | **UZORAK** | **Benzojeve kiseline (Na- benzoat)** | **Sorbinske kiseline (K-sorbat)** |
|---|---|---|---|
| Sirovina | aronija | 6,60 mg/kg | <1,5 mg/kg |
| | smokva | <1,7 mg/kg | <1,5 mg/kg |
| Finalni proizvod | tradicionani džem | <1,7 mg/kg | <1,5 mg/kg |
| | 'industrijski' džem | <1,7 mg/kg | 420,03 mg/kg |

# 4. RASPRAVA

Cilj ovog diplomskog rada je usporedba tradicionalnog i industrijskog postupka proizvodnje džema od smokve i aronije. Naglasak rada bio je na tehnologiji proizvodnje, gdje kod tradicionalnog postupka se koriste klasični dodaci kao pektin, šećer i limunska kiselina, dok kod industrijskog postupka proizvodnje se dodaje želirno sredstvo, u našem slučaju Džemfix. Parametri koji su određivani kod analize sirovina smokve i aronije su količina ukupnih polifenola, te prisustvo i određivanje količine prisutnih konzervansa, dok je analiza gotovog proizvoda uključivala ispitivanje količine ukupnih polifenola, analizu prisustva i određivanje količine konzervansa te suhu tvar.

Sadržaj ukupnih polifenola u sirovinama (aroniji i smokvi) kao i u njima pripadajućim džemovima proizvedenim tradicionalnim i industrijskim postupkom određen je korištenjem Folin-Ciocalteu metode. Iz rezultata prikazanih u tablici 1 vidljivo je da je količina ukupnih polifenola u aroniji bila 4001 mg ekvivalenata kaveinske kiseline (KE)/kg, dok je u smokvi udio fenola bio znatno niži i iznosio je 878 mg KE/kg. Također, ukupni polifenoli su određivani i u finalnom proizvodu gdje je u džemu proizvedenom prema tradicionalnoj proceduri sadržaj ukupnih polifenola bio 2493 mg KE/kg, dok u industrijskom džemu je pronađeno 2215 mg KE/kg.

Rezultati određivanja suhe tvari u proizvedenim džemovima prikazani su u tablici 2 iz koje je vidljivo da udio suhe tvari u tradicionalnom džemu iznosi 73,5%, a u industrijskim putem proizvedenom 65,8%.

U uzorcima sirovina, ali i džemovima koji su od njih pripravljeni je istražena i prisutnost konzervansa odnosno sadržaja benzoata i sorbata i to primjenom HPLC tehnike. Kao standard za kalibraciju HPLC metode korištene su čiste otopine Na-benzoata i K-sorbata, međutim u finalnom izračunu je količina benzoata i sorbata izražena preko benzojeve i sorbinske kiseline i to u mg spoja po 1 kg uzorka. Rezultati istraživanja prikazani su u tablici 3.

Iz dobivenih rezultata u sirovinama i džemu vidljivo je da aronija jedina sadrži benzoate, i to u koncentraciji od 6,60 mg/kg benzojeve kiseline, dok u ostalim uzorcima

prisutnost benzojeve kiseline nije potvrđena odnosno iznosi manje od granice detekcije i kvantifikacije (<1,7 mg/kg).

Prisutnost sorbinske kiseline je potvrđena kod industrijskog džema iznosi 420,03 mg/kg, dok je kod smokve to <1,7 mg/kg.

# 5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata dobivenih u ovom radu možemo zaključiti da:

- džem od smokve i aronije proizveden tradicionalnim postupkom ima veći sadržaj fenolnih spojeva nego li džem proizveden industrijskim postupkom;
- suha tvar u džemu proizvedenom tradicionalnim postupkom je veća nego li u džemu proizvedenim industrijskim postupko;.
- U uzorku aronije prisutni su benzoati koji se tijekom postupka prerade razgrađuju, dok je sorbinska kiselina dokazana u uzorku industrijskog džema, a potječe iz dodanog komercijalnog sredstva za želiranje.

# 6. LITERATURA


1. Internetska nutricionistička enciklopedija: definicija hrane, http://definicijahrane.hr/definicija/hrana/ (Pristupljeno: 03.05.2016.)

2. Wikipedija: mediteranska prehrana, https://hr.wikipedia.org/wiki/Mediteranska_prehrana (Pristupljeno: 06.05.2016.)

3. The American Society for Clinical Nutrition: Mediterranean diet and public health: personal reflections, http://ajcn.nutrition.org/content/61/6/1321S.short (Pristupljeno: 07.05.2016.)

4. Vitamini.hr: Mediteranska prehrana - zdrava, ukusna, privlačna, http://www.vitamini.hr/4825.aspx (Pristupljeno: 08.05.2016.)

5. Kislev, Mordechai E.; Hartmann, Anat & Bar-Yosef, Ofer (2006a): Early Domesticated Fig in the Jordan Valley. Science 312(5778): 1372. doi:10.1126/science.1125910

6. Kislev, Mordechai E.; Hartmann, Anat & Bar-Yosef, Ofer (2006b): Response to Comment on "Early Domesticated Fig in the Jordan Valley". Science 314(5806): 1683b. doi:10.1126/science.1133748 PDF fulltext

7. Lev-Yadun, Simcha; Ne'eman, Gidi; Abbo, Shahal & Flaishman, Moshe A. (2006): Comment on "Early Domesticated Fig in the Jordan Valley". Science 314(5806): 1683a. doi:10.1126/science.1132636 PDF fulltext

8. https://zacini.files.wordpress.com/2012/09/dscn3807.jpg, (Pristupljeno: 07.01.2016.)

9. Vinson, Joe A. (1999): Functional food properties of figs. Cereal Foods World 44(2): 82-87. PDF fulltext

10. Uzgoj smokava: Tehnološki uvjeti proizvodnje, http://www.opcina-starigrad.hr/HTML/Uzgoj_smokve.html (Pristupljeno: 17.05.2016.)

11. Vinson, Joe A.; Zubik, Ligia; Bose, Pratima; Samman, Najwa & Proch, John (2005): Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. J. Am. Coll. Nutr. 24(1): 44-50. PMID 15670984 PDF fulltext

12. Mandica Siroglavić: Aronija (Aronia melanocarpa /Michx./ Elliott) - rasprostranjenost, morfologija i biologija

13. OPG Lesjak: Vrste aronije, http://www.aronia-melanocarpa.net/vrste-aronije.php (Pristupljeno: 08.06.2016.)

14. http://mojaaronija.com/wp-content/uploads/2014/01/za%C5%A1tita-aronije-1024x768.jpg , (Pristupljeno: 07.01.2016.)

15. Vecernji list: Najzdravija biljka na svijetu – aronija, http://www.vecernji.hr/zdravlje/najzdravija-biljka-na-svijetu-aronija-614709 (Pristupljeno: 09.06.2016.)

16. Hrvatski fokus: Aronija, http://www.hrvatski-fokus.hr/index.php/znanost/14787-aronija (Pristupljeno 11.06.2016.)

17. Tehnologija hrane : Tehnologija proizvodnje džema, marmelade i želea, http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-dzema-marmelade-i-zelea (Pristupljeno 12.06.2016.)

18. Tehnologija hrane : Tehnologija proizvodnje džema, http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-dzema-marmelade-i-zelea (Pristupljeno 12.06.2016.)