

# Određivanje vitamina C u voćnim sokovima

---

**Mutvar, Mihaela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:431798>

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

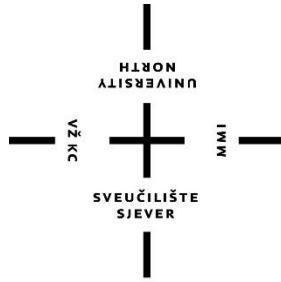
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





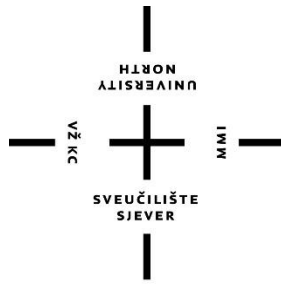
# Sveučilište Sjever

**Završni rad br. 82/PREH/2024**

## **Određivanje vitamina C u voćnim sokovima**

**Mihaela Mutvar, 0336056862**

Koprivnica, listopad 2024. godine



# Sveučilište Sjever

**Odjel za Prehrambenu tehnologiju**

**Završni rad br. 82/PREH/2024**

## **Određivanje vitamina C u voćnim sokovima**

### **Student**

Mihaela Mutvar, 0336056862

### **Mentor**

Ivana Dodlek Šarkanj, dipl.ing.preh.teh.

Koprivnica, listopad 2024. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel prehrambene tehnologije

STUDIJ Prehrambena tehnologija

PRISTUPNIK Mihaela Mutvar

MATIČNI BROJ 0336056862

DATUM 24.09.2024.

KOLEGIJ Kontrola kakvoće i sigurnosti hrane

NASLOV RADA Određivanje vitamina C u voćnim sokovima

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Determination of vitamin C in fruit juices

MENTOR Ivana Dodlek Šarkanj

ZVANJE dipl.ing.preh.teh., predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

- izv.prof.dr.sc. Bojan Šarkanj, predsjednik
- doc.dr.sc. Dunja Šamec, član
- Ivana Dodlek Šarkanj, ing.preh.teh.,pred., mentorica
- izv.prof.dr.sc. Natalija Uršulin-Trstenjak, zamjenski član
- 

## Zadatak završnog rada

BROJ 82/PREH/2024

OPIS

Vitamin C prisutan je u voću i povrću, te je vrlo snažan antioksidans, ujedno je sastojak brojnih suplemenata. U svježem voću i povrću nalazi se najveća koncentracija vitamina C, njihovom obradom dolazi do smanjenja njegove koncentracije. Topljiv je u vodi, fotosenzibilan i podložan je oksidaciji. U ovome radu detaljno je obuhvaćen proces proizvodnje voćnog soka od sirovine do konačnog proizvoda. Količina vitamina C u voćnim sokovima određena je titracijom korištenjem otopine 2,6-diklorfenol-infofenola plave boje.

ZADATAK URUČEN 24.09.2024.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



*Zahvaljujem se mentorici Ivani Dodlek Šarkanj dipl.ing.preh.teh. na pruženoj prilici za mentorstvo, iznimnoj podršci, strpljenju i pomoći tijekom provođenja eksperimentalnog dijela rada.*

*Zahvaljujem se roditeljima, sestri i prijateljima za njihovu stalnu prisutnost, motivaciju i podršku tijekom studiranja.*

## Sažetak

Cilj završnog rada bio je analizirati sadržaj vitamina C u sedam uzoraka voćnih sokova, te izmjeriti pH vrijednost voćnog soka „Preško“ i usporediti je s ostalim komercijalnim sokovima. U radu je obuhvaćen cjelokupan proces proizvodnje jabučnog soka u obrtu „Preško“, počevši od prijema sirovina pa do finalnog proizvoda.

Vitamin C je određen titracijom korištenjem otopine 2,6-diklorfenol-indofenola plave boje, dok je pH vrijednost izmjerena pomoću pH metra. Kod analiziranih uzoraka vitamin C u soku od jabuke se kretao u rasponu od 0,45 mg/100 mL do 2,12 mg/100 mL, dok je u soku od naranče iznosio 49,94 mg/100 mL.

Najveći udio vitamina C pronađen je u soku od naranče te iznosi 49,94 mg/100 mL. Raspon dobivenih rezultata za pH vrijednost kretao se u rasponu od 2,9 do 3,3., a najveći pH izmjeren je u soku od naranče i iznosi 3,9.

**Ključne riječi:** proizvodnja soka od jabuke, „Preško“, vitamin C, voće, titracija

## Summary

The aim of the thesis was to analyze the vitamin C content in seven samples of fruit juices, as well as to measure the pH value of the "Preško" fruit juice and compare it with other commercial juices. The work encompassed the entire production process of apple juice in the "Preško" workshop, starting from the reception of raw materials to the final product.

Vitamin C was determined by titration using a solution of 2,6-dichlorophenol-indophenol, which is blue in color, while the pH value was measured using a pH meter. In the analyzed samples, the vitamin C content in apple juice ranged from 0.45 mg/100 mL to 2.12 mg/100 mL, while in orange juice, it was 49.94 mg/100 mL.

The highest vitamin C content was found in orange juice, amounting to 49.94 mg/100 mL. The range of obtained results for pH values varied from 2.9 to 3.3, with the highest pH measured in orange juice at 3.9.

**Keywords:** apple juice production, "Preško", vitamin C, fruit, titration

## Popis korištenih kratica

<b>CIP</b>	CIP sustav ( <i>eng. Cleaning in place</i> )
<b>COP</b>	COP sustav ( <i>eng. Cleaning out of place</i> )
<b>DNA</b>	deoksiribonukleinska kiselina ( <i>eng. Deoxyribonucleic acid</i> )
<b>L-AA</b>	$\alpha$ -askorbinska kiselina ( <i>eng. L-Ascorbic acid</i> )
<b>DHAA</b>	dehidroaskorbinska kiselina ( <i>eng. Dehydroascorbic acid</i> )
<b>IAA</b>	izoaskorbinska kiselina
<b>RDA</b>	Preporučeni dnevni unos ( <i>eng. Recommended Dietary Allowances</i> )
<b>HPLC</b>	Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti ( <i>eng. High-performance liquid chromatography</i> )



# Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	TEORIJSKI DIO .....	3
2.1.	Proizvodnja soka od jabuke u obrtu „Preško “ .....	3
2.2.	Higijena pogona .....	13
2.3.	Vitamin C .....	15
2.4.	Pregled metoda vitamina C .....	17
2.4.1.	Spektrofotometrijska metoda .....	17
2.4.2.	Metoda titracije bojom .....	17
2.4.3.	Jodometrijska metoda .....	17
2.4.4.	Jodimetrijska metoda .....	18
2.4.5.	Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).....	18
2.4.6.	Mikro – fluorometrijska metoda .....	18
2.4.7.	Enzimatska metoda .....	19
2.4.8.	Voltametrijska metoda .....	19
3.	EKSPERIMENTALNI DIO .....	20
3.1.	Zadatak rada .....	20
3.2.	Materijali i metode .....	20
3.2.1.	Određivanje askorbinske kiseline .....	21
3.2.2.	Određivanje pH vrijednosti.....	21
4.	REZULTATI .....	22
5.	RASPRAVA.....	25
6.	ZAKLJUČAK.....	26
7.	LITERATURA .....	28
	POPIS SLIKA.....	30
	POPIS TABLICA .....	31



# 1. UVOD

Jabuka pripada među najzastupljenije i najčešće konzumirane voćke u svijetu, zbog čega se ubraja u najpopularnije vrste voća (Slika 1.1.). Važan su izvor fitokemikalija i antioksidansa u ljudskoj prehrani. U usporedbi s ostalim voćem, sadrže male količine bjelančevina i masti, ali su bogate topivim vlaknima, posebno pektinom. Količina šećera i organskih kiselina u jabukama varira ovisno o sorti, a visok omjer šećera i kiselina posebno je važan za preradu i konzumaciju [1].



Slika 1.1. Idared, izvor: <https://rasadnik-franceskija.com.hr/proizvod/jabuka-idared/>

Postupak dobivanja voćnog soka putem prešanja i pasterizacije osigurava optimalno očuvanje hranjivih tvari, kao što su vitamini, minerali i enzimi. Za razliku od sokova napravljenih iz koncentrata, proizvedeni sok se sastoji isključivo od 100% voća, bez dodatka vode, konzervansa ili aditiva. U proizvodnji soka upotrebljavaju se različite sorte jabuka koje su postigle tehnološku zrelost, a prednost je mogućnost korištenja plodova koji nisu pogodni za prodaju u svježem obliku zbog veličine ili oštećenja (primjerice, zbog tuče). Proizvodnja sokova iz svježeg voća posebno je pogodna za sorte s čvrstom strukturom jer prešanjem pod visokim pritiskom omogućuje dobar prinos, u rasponu od 65% do 80%. Primjerice, za proizvodnju jednog litra soka od jabuke potrebno je između 1,25 i 1,5 kg jabuka [2].

U soku od jabuke posebno je važno naglasiti prisutnost vitamina C koji pripada esencijalnim vitaminima. Dodatkom vitamina C u sok nastoji se spriječiti oksidacija soka, čime se nastoji očuvati svježina i boja soka. Vitamin C treba svakodnevno unositi u organizam kako

bi se spriječile razne bolesti, uključujući prehlade, srčane probleme, dijabetes, arteriosklerozu i rak. Osim što pomaže u razvoju kostiju i zuba, vitamin C poboljšava apsorpciju željeza i potiče proizvodnju kolagena [3,4].

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Proizvodnja soka od jabuke u obrtu „Preško“

Prešaonu voća i povrća „Preško“ (Slika 2.1.), osnovala je obitelj Mutvar Damir i Karmenka 2005. godine u Domašincu. Inspirirani ljepotom voćnjaka u Međimurskoj županiji i okolici, pokreću vlastitu proizvodnju voćnih sokova.

Kad je obrt osnovan proizvodnja voćnih sokova prvih pet godina je u dvorištu obiteljske kuće. Iz godine u godinu obrt „Preško“ je postupno rastao i privlačio veći broj zadovoljnih kupaca što je dovelo do proširenja proizvodnog kapaciteta. Naime, 2010. godine proizvodnja se premješta u Poduzetničku zonu u Domašinec - Turčišće. Posjed se prostire na 3840 m<sup>2</sup>, uključujući proizvodni prostor od 500 m<sup>2</sup>. Ova promjena omogućila je da proizvode efikasnije i više proizvoda.

U razdoblju od gotovo dvadeset godina postojanja, obrt „Preško“ sudjelovao je na raznim voćarskim sajmovima gdje predstavljaju proizvod kupcima te educiraju ih o procesima proizvodnje i o učincima djelovanja prirodnog soka na zdravlje čovjeka.

Većinu posla i danas obavljaju sami uz pomoć kćeri Mihaele, a također imaju i jednu zaposlenicu.



Slika 2.1. Prešaona voća i povrća "Preško", izvor: Autor

„Prema Pravilniku o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju (NN 48/2013), voćni sok je proizvod koji se dobiva od jestivog dijela voća pri čemu su boja, aroma i okus tipični za voće od kojeg potječe“ [5].

Prvi korak koji omogućuje proizvodnju soka od jabuke započinje berbom jabuka. Vrijeme i način berbe ovise o sorti i tipu voća [1]. Jabuke moraju biti zdrave, dovoljno zrele te bez većih površinskih oštećenja. Ne smiju sadržavati pljesni i trulež što doprinosi neugodnom mirisu i okusu i mikrobiološkoj nestabilnosti u konačan proizvod [6]. Stupanj zrelosti ploda izravno utječe na sadržaj suhe tvari te aromatskih spojeva što ima utjecaj na senzorska svojstva ploda i na količinu soka koji se dobiva. Prezrele jabuke otežano se cijede i mogu izgubiti kiselinske komponente poput vitamina C, što smanjuje njihovu konzumnu vrijednost. S druge strane, nedovoljno zrele jabuke sadrže manje šećera i više škroba, što rezultira manjom količinom soka i lošijom konačnom kvalitetom proizvoda [1].

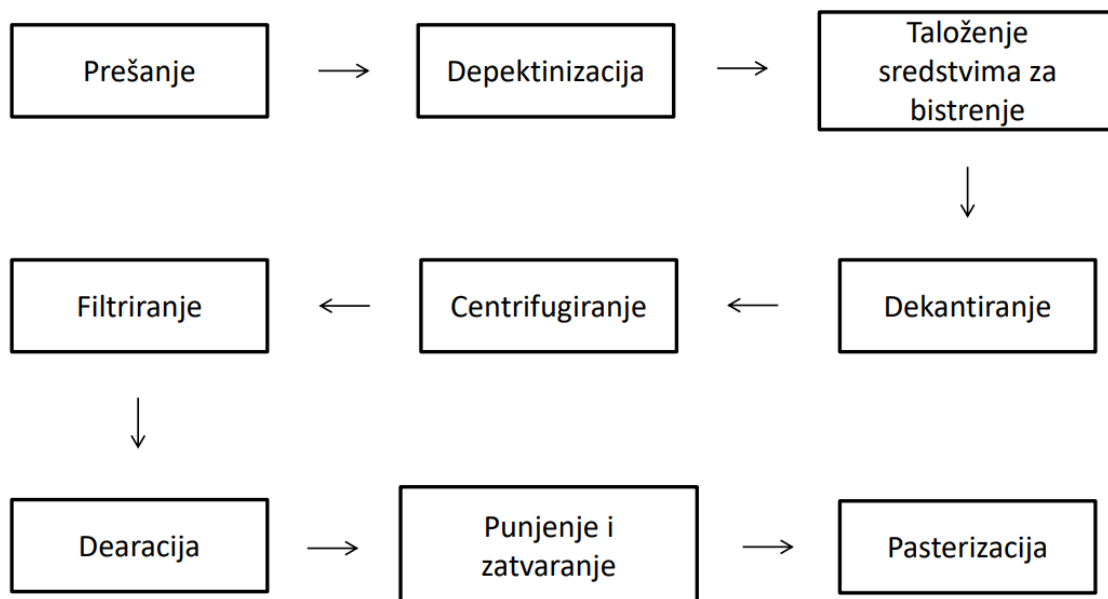
Prvi korak u proizvodnji soka od jabuke je pranje gdje se uklanjaju sve nečistoće i prljavštine poput zemlje, lišća, kamenja i grančica. Pranje se može provoditi u dvije faze: grubo i fino pranje. Tijekom grubog pranja voće se pere u uređaju s mjhurićima zraka, dok se tijekom finog pranja ispiru pod tuševima kako bi se uklonile sve tvari s površine voća koje su ostale nakon prvog pranja [1].

Zatim slijedi proces usitnjavanja tj. mljevenja jabuka te prešanje. Cilj mljevenja je prerezati plod kako bi se povećala specifična površina, što olakšava postupak cijedenja soka. Kod prešanja (Slika 2.2.) izdvaja se sok iz čvrstih dijelova voća. Operacija prešanja je ključna u proizvodnji soka od jabuke jer direktno utječe na kvalitetu i količinu dobivenog soka, a time i na ekonomičnost cijelog procesa proizvodnje [1].

Nakon prešanja slijedi proces bistrenja. Depektinizacijom, dodaju se pektolitički enzimi pri temperaturi od 50-55°C kako bi se razgradile netopljive pektinske tvari. Cilj je smanjiti viskoznost kaše te omogućiti lakše odvajanje soka. Taloženje se postiže dodavanjem sredstva poput želatine, bentonita, kiselsola, tanina i polivinilpirolidona [6,7,8].

Nadalje, sok se podvrgava procesima dekantiranja, centrifugiranja i filtriranja. Filtracijom se uklanjaju finije čestice mutnoće pomoću pločastog filtera ili membranske filtracije kako bi se dobio bistar sok [1,7,8].

U završnoj fazi slijede procesi deaeracije, pasterizacije te punjenje soka u odgovarajuću ambalažu. Deaeracija se provodi kako bi se uklonio kisik iz soka čime se sprječava promjena boje, dok se pasterizacija provodi kako bi se produžio vijek trajanja proizvoda [6,8].



Slika 2.2. Proizvodnja soka od jabuke [7]

Proces proizvodnje jabučnog soka u obrtu “Preško” započinje dopremanjem jabuka u sanduk za voće i povrće u tzv. „boks paletama“ na prihvatnu rampu. Zatim se sanduk s voćem podiže i automatski voće pada u usipni koš (Slika 2.3.). Nakon toga slijedi proces pranja. Prije usipavanja voća u usipni koš vrši se selekcija voća koje nije prihvatljivo za daljnju preradu, primjerice trule jabuke ili druge materije poput lišća ili grančica koje se odlažu u posebne kante za otpad.



Slika 2.3. Usipavanje jabuka, izvor: Autor

Pranje voća (Slika 2.4.) ključan je korak u proizvodnji jer površina jabuke može biti kontaminirana mikroorganizmima, može sadržavati nečistoće te ostatke zaštitnih sredstava [1].

Automatski sustav omogućava konstantan protok čiste vode, dok se prljava voda izbacuje van, - time se postiže temeljito čišćenje jabuka i očuvanje visokih higijenskih standarda.





Slika 2.4. Uređaj za pranje i mljevenje jabuka, izvor: Autor

Nakon pranja slijedi faza usitnjavanja voća koja se obavlja pomoću mlina čekićara (Slika 2.5.). Mlin je namijenjen usitnjavanju jabuka na manje milimetarske komadiće nepravilnog oblika. Usitnjavanjem voća razbija se tkivo i oštećuju stanice kako bi se sok lakše mogao izdvojiti i iscijediti [1].



Slika 2.5. Usitnjavanje jabuka pomoću mlina čekićara, izvor: Autor

Kaša koja je nastala prilikom mljevenja jabuka pada u tračnu prešu (Slika 2.6.) koja se neprekidno rotira. Valjci na tračnoj preši dizajnirani su tako da najprije lagano istisnu sok iz kaše, zatim srednje i na kraju najviše. Stalna rotacija tračne preše omogućuje optimalno cijedenje soka te odvajanje soka od tropa. Sok se sakuplja u posebnom spremniku, dok se trop koji je nusprodukt cijedenja, sakuplja u sanducima smještenoj iza preše. Taj dio procesa osigurava maksimalno iskorištavanje sirovine te minimiziranje otpada.



Slika 2.6. Tračna preša, izvor: Autor

Sok koji je odvojen od tropa prebacuje se u kacu gdje je smještena potopna pumpa (Slika 2.7.). Uz pomoć potopne pumpe sok se prebacuje u inox bačvu (Slika 2.8.) napravljenu od nehrđajućeg čelika, materijala koji ima visoku otpornost na koroziju.



Slika 2.7. Slijevanje soka u kacu, izvor: Autor

Inox materijal građen od nehrđajućeg čelika koji je otporan na rast bakterija i mikroorganizama, što doprinosi očuvanju higijene i sigurnosti proizvoda. Njegova otpornost čini ga idealnim materijalom za kontakt sa sokovima, jer ostaje čist i sjajan u normalnim atmosferskim uvjetima. Ako ne nastupi značajna kemijska reakcija poput oksidacije ili korozije između čelika i soka, materijal će ostati netaknut dok će sok biti zaštićen od zagađenja metalnim česticama ili korozivnim produktima [9].



Slika 2.8. Sok u inox bačvama, izvor: Autor

Slijedi proces bistrenja tj. taloženja soka, koji ima važnu ulogu u proizvodnji soka jer omogućuje odvajanje čvrstih čestica i taloga od samog soka. Nakon 12 sati, kada taloženje završi čisti sok prelazi na filtraciju dok se talog odbacuje.

Bitno je istaknuti da se u procesu proizvodnje koristi vitamin C, tj. L-askorbinska kiselina. Ovaj vitamin djeluje kao antioksidans te pomaže u očuvanju boje. Nadalje, voćarski enzimi su također važni za proizvodnju soka od jabuke jer dodatkom enzima sok postaje bistar tijekom cijelog postupka proizvodnje [1].

Nakon taloženja, sok se pomoću potopne pumpe prebacuje u drugu inox bačvu, dok se talog odvodi u kanalizaciju. Za filtraciju soka koristi se dijatomejska zemlja. Ona ima visoku oštrinu pročišćavanja zahvaljujući posebnoj raspodjeli veličine čestice. Upotrebom ovog proizvoda postiže se željena čistoća i bistrina soka, čime se kupcima odnosno potrošačima osigurava vrhunski proizvod [10]. Nakon dodatka dijatomejske zemlje sok se filtrira pomoću pločastog filtera. Filtriranje 200 litara soka u prosjeku traje između 10 i 12 minuta. Nakon filtriranja sok se prebacuje s filtera u treću inox bačvu i kreće na pasterizaciju.

Pasterizacija ima važnu ulogu u procesu proizvodnje soka jer deaktivira i uništava potencijalno štetne mikroorganizme. Zbog visoke temperature sok je stabilan te siguran za konzumiranje [11]. Pasterizacija se provodi u inox kotlu u kojem se nalazi 120 litara vode, koja se zagrijava pomoću četiri plinska grijača. Proces pasterizacije odvija se na temperaturi od 84°C i traje otprilike 14 sekundi. Pomoću frekventne pumpe sok odlazi u pasterizator gdje prolazi kroz spiralnu cijev prema punionici (Slika 2.9.).

Automatski punjač precizno dozira sok u bocu od 1L kako bi se održala dosljednost proizvoda. Punjenje po litri soka u prosjeku traje oko 14 sekundi. Sustav za zatvaranje boca automatski koristi čepove koji jamče hermetičko zatvaranje, pridonoseći tako očuvanju kvalitete soka. Nakon što su boce zatvorene, stavljaju se otprilike 30 sekundi vodoravno zbog dezinfekcije čepova.



Slika 2.9. Punionica, izvor: Autor

Sok se zatim stavlja u uspravan položaj i prolazi kroz proces hlađenja pod tuševima (Slika 2.10.). Brzim hlađenjem soka koje traje 10 minuta smanjuje se temperatura soka čime se osigurava njegova higijenska ispravnost i produžava rok trajanja. Hlađenje pomoću tuševa omogućuje ravnomjerno i brzo snižavanje temperature soka uz stalni kontakt s hladnom vodom, sprečavajući termičke nejednakosti poput pregrijavanja u određenim dijelovima soka.



Slika 2.10. Hlađenje soka pod tuševima, izvor: Autor

Nakon hlađenja, boce se pakiraju u kartonsku kutiju čiji je proizvodni kapacitet 12L (Slika 2.11.). Pakiranjem u kartonske kutije olakšava se transport i skladištenje proizvoda.

Sok je potrebno skladišti na suhom i hladnom mjestu kako bi se očuvala kvaliteta proizvoda [1].



Slika 2.11. Sok u kartonskoj kutiji, izvor: Autor

## 2.2. Higijena pogona

Vizualni izgled proizvodnog pogona reflektira standarde i kulturu poduzeća, a ima snažan utjecaj na posjetitelje, inspektore te cjelokupnu percepciju poduzeća. Održavanje čistoće i urednosti radnog prostora sugerira visoke razine higijene, organiziranosti i profesionalizma, što je bitno ne samo za inspekcije, već i za izgradnju povjerenja kod klijenata i poslovnih partnera [12].

U proizvodnom pogonu ključno je prepoznati različite vrste prljavštine, poput masti, ulja, proteina, škroba i drugih tvari kako bi ih se pravilno uklonilo. Oprema za proizvodnju hrane održava se primjenom postupaka čišćenja i dezinfekcije [12,13].

Najčešće korišteni načini čišćenja su ručno čišćenje, čišćenje pjenom, sprejevima i zamagljivanjem. Koriste se kisela i alkalna sredstva za čišćenje, dezinfekcijska sredstva na bazi klora, CIP i COP sustav [12].

Kod ručnog čišćenja koriste se krpe, četke ili mopovi. Primjenjuje se u manjim područjima, na opremi koja nije vodootporna ili koja zahtijeva rastavljanje [12].

Čišćenje pjenom je metoda koja se koristi za čišćenje većih prehrambenih postrojenja. Pjenasti pokrivač izbacuje se iz mlaznice te se pritom pjena nanosi u ravnomjernom sloju. Posebno je pogodna za čišćenje velikih površina kao što su podovi, zidovi, pokretne trake i proizvodna oprema [12].

Sprej se preporučuje u slučajevima kada svojstva pjenjenja nisu presudna za učinkovitost čišćenja. Metoda može biti skuplja zbog potrošnje kemikalija i sporija u proizvodnji pjene [12].

Zamagljivanje koristi komprimirani zrak ili drugu opremu za stvaranje fine maglice dezinfekcijskog sredstva koja se u zraku zadržava dovoljno dugo da uništi mikroorganizme prisutne u tom prostoru. Zamagljivanje se ne smije koristiti kao glavna metoda dezinfekcije, već treba biti kombinirana s drugim metodama [12].

Kisela sredstva za čišćenje koriste se prilikom odstranjivanja anorganskih nečistoća i naslaga od kamenca. U prehrambenoj industriji, nitratna i fosforna kiselina su česta, ali zahtijevaju oprez zbog njihove nagrizajuće prirode i opasnosti od iritacija [14].

Alkalna sredstva, poput NaOH i KOH, koriste se za čišćenje masti i proteinskih onečišćenja. Djeluju kao emulgatori, saponifikatori i sprječavaju nastajanje kamenca. Zbog teškog ispiranja kombiniraju se s oksidansima i mogu imati baktericidni učinak [14].

Dezinfekcijska sredstva poput tekućeg klora, hipoklorita i kloramina imaju širok spektar djelovanja, uništavaju membrane i DNA mikroorganizama. Njihova učinkovitost ovisi o koncentraciji, a prednosti su dostupnost, niska cijena i minimalno zaostajanje na površinama, osobito na nehrđajućem čeliku [14].

CIP sustavi se koriste u industriji sokova, mlijeka i piva za čišćenje teško dostupnih prostora poput tankova i cijevi. Kombiniraju kemijska sredstva i mlaz tekućine za učinkovito čišćenje. Prednosti uključuju manji utrošak vode, brže čišćenje i automatizaciju, dok su nedostaci visoki troškovi i nefleksibilnost [15].

COP sustav obuhvaća demontažu opreme i premještanje u područje za čišćenje. Pranje traje 30-40 minuta, a sušenje se obavlja zračnom strujom ili cijedenjem. COP je učinkovitiji od ručnog pranja, ali zahtijeva više radne snage u manjim pogonima [15].

Sredstva za čišćenje moraju biti odvojena od hrane kako bi se spriječio rizik od križne kontaminacije hrane [15].



### 2.3. Vitamin C

Vitamin C (Slika 2.12.) uključuje spojeve s biološkom aktivnošću sličnoj L-askorbinskoj kiselini (L-AA), poput oksidacijskih produkata kao što je dehidroaskorbinska kiselina, (DHAA), izomera poput izoaskorbinske kiseline (IAA), estera poput askorbil palmitat i sintetskih oblika poput 6-deoksi-L-AA i 2-fosfat-L-AA [16].

Bijela je krutina bez mirisa, topljiva u vodi. Osim u vodi, otapa se i u alkoholu, dok nije topiv u eteru i kloroformu [17]. Prirodno je prisutan u mnogobrojnom voću i povrću. Sadržaj kiseline u voću i povrću varira ovisno o sorti, klimatskim uvjetima, izloženosti suncu i tretmanima nakon berbe [18].

Voće s najvišim sadržajem vitamina C uključuje agrume, jagode, kivi, mango, marelice dok povrće bogato vitaminom C obuhvaća papriku, zelenu salatu, kupus, kelj, rajčicu, krumpir [17,19].

Preporučeni dnevni unos (RDA) vitamina C je 75 mg/dan za žene i 90 mg/dan za muškarce dok trudnice, dojilje i pušači trebaju veću količinu vitamina C zbog povećanih potreba organizma [16]. Skorbut nastaje zbog nedostatka vitamina C, a simptomi se mogu razviti nakon 8 do 12 tjedana. U početnim fazama javljaju se simptomi poput gubitka apetita, gubitka mase, umora i razdražljivosti. Daljnjim napredovanjem bolesti, tijekom 1 do 3 mjeseca mogu se pojaviti ozbiljni problemi poput anemije, bolova u kostima i mišićima, oticanja. Problemi s desnim postaju izraženiji, što može dovesti do gubitka zuba.

Zacjeljivanje rana se usporava, a osoba može imati poteškoće s disanjem. Osim fizičkih simptoma, prisutne su i promjene raspoloženja, uključujući depresiju i razdražljivost. Skorbut je danas rijedak, ali se javlja kod ljudi s poremećajima u prehrani, restriktivnim dijetama, prekomjernom konzumacijom alkohola i droga te pušača [20].

Toksičnost askorbinske kiseline je rijetka jer se lako izbacuje iz organizma, ali dnevne doze veće od dva grama mogu uzrokovati ozbiljne gastrointestinalne tegobe, kao što su bol i peckanje prilikom mokrenja, osip, dijareja i bolovi u trbuhu. Čak i redovito uzimanje nekoliko grama vitamina C može izazvati proljev kod nekih pojedinaca. Osobe s poremećajem nagomilavanja željeza trebaju izbjegavati visoke doze vitamina C zbog rizika od trovanja željezom. Također, oni koji su skloni bubrežnim kamencima trebaju se suzdržati od uzimanja suplemenata vitamina C, jer se askorbinska kiselina može pretvoriti u oksalat. Simptomi trovanja vitaminom C obuhvaćaju mučninu, proljev, glavobolju, grčeve u želucu i žgaravicu [20].

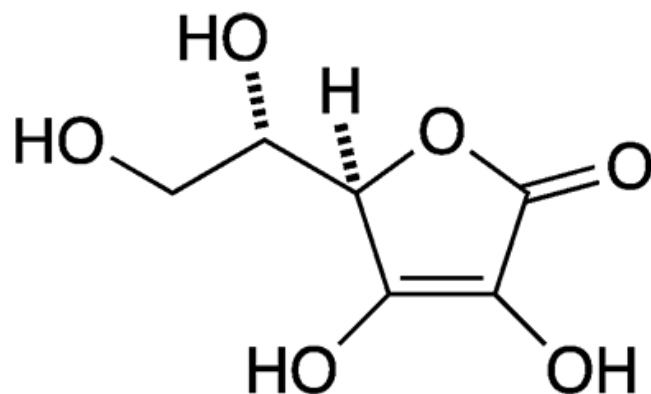
Vitamin C danas je dostupan u obliku tableta, kapsula ili praha, gdje L-askorbinska kiselina dolazi u čistom obliku ili kao sol, poput kalcijevog ili natrijevog askorbata [17].

Smatra se jednim od najosjetljivijih nutrijenata na toplinu, često djelujući kao pokazatelj za gubitak drugih važnih hranjivih tvari. Njezina razgradnja može biti brza ili spora, ovisno o različitim čimbenicima kao što su temperatura, pH, prisutnost enzima, kisika i svjetlost [8].

Tijekom obrade, kuhanja i skladištenja podložan je kemijskim i enzimatskim procesima oksidacije. Kao posljedica toga, količina vitamina C u hrani može se smanjiti za vrijeme pripreme i skladištenja. Smanjenje njegove koncentracije ovise o duljini i načinu pohrane [4].

Osim što djeluje kao enzimski kofaktor za sintezu kolagena, noradrenalina, potiče i apsorpciju željeza. Važan je za razvoj zdravih kostiju, zubi, ligamenta i krvnih žila. Nadalje, koristi se u liječenju dijabetesa, raka, prehlade, bolesti srca te ateroskleroze [4].

Dodaje se kao hranjiva tvar ili antioksidans. Vrlo je snažan antioksidans jer štiti proteine, masti i DNA od oksidacije. Nadalje, dodaje se i u voćne sokove, napitke s okusom voća, smoothie te proizvode na bazi žitarica i mlijeka. Kako bi se spriječilo posmeđivanje soka uzrokovana oksidacijom, dodaje se askorbinska kiselina. Ova tvar pomaže u očuvanju boje i svježine soka smanjujući učinke oksidacije. Kao antioksidant, askorbinska kiselina štiti sok od kvarenja i održava njegov estetski izgled, čime produžuje njegov rok trajanja i poboljšava kvalitetu [4,11].



Slika 2.12. Vitamin C

## **2.4. Pregled metoda vitamina C**

Određivanje vitamina C može se vršiti različitim tehnikama, kao što su UV spektrofotometrija, tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC), metoda titracije bojom, jodometrijska titracija, jodimetrijska titracija, enzimatske metode, fluorometrija i voltometrija [21].

### **2.4.1. Spektrofotometrijska metoda**

UV spektrofotometrija često se koristi za određivanje askorbinske kiseline zbog svoje sposobnosti apsorpcije UV zraka i jednostavnosti korištenja. Ova metoda primjenjuje se za analizu vitamina C u tabletama, voćnim sokovima, kao i u čvrstom voću i povrću. Jedna od pouzdanih tehnika za mjerenje ukupnog vitamina C je metoda 2,4-dinitrofenil hidrazina (2,4-DNPH), koja podrazumijeva reakciju između 2,4-DNPH i askorbinske kiseline. U ovom postupku, askorbinska kiselina se oksidira u dehidroaskorbinsku kiselinu uz pomoć bromne vode i octene kiseline. Nakon tri sata reakcije, dodaje se 85%  $H_2SO_4$  kako bi se formirala obojena otopina, čija se apsorpcija zatim mjeri UV spektrofotometrom [21].

### **2.4.2. Metoda titracije bojom**

Titracija bojom, poznata kao metoda diklorfenolindofenola (DCPIP) temelji se na titraciji askorbinske kiseline s DCPIP-om, pri čemu se boja mijenja iz plave u bezbojnu. Uzorci hrane ekstrahiraju se s metafosfornom kiselinom i podešavaju na pH 1,2 prije titracije DCPIP-om. U ovoj redoks reakciji, askorbinska kiselina se oksidira u dehidroaskorbinsku kiselinu, a boja se reducira. Završna točka titracije karakterizirana je ružičastom bojom zbog viška nereducirane boje. Ova metoda je pogodna za analizu svježih sokova i multivitamina, no može biti otežana kod intenzivno obojenih ekstrakata [21].

### **2.4.3. Jodometrijska metoda**

Vitamin C može se odrediti jodometrijskom titracijom koristeći oksidante poput kalijevog jodata, kalijevog permanganata i kalijevog dikromata, koji imaju veće potencijale redukcije od joda. Tijekom titracije, kalijev jodat se dodaje otopini askorbinske kiseline u prisutnosti kalijevog jodida, što rezultira oslobađanjem joda. Jod potom reagira s askorbinskom

kiselinom, čime nastaje dehidroaskorbinska kiselina. Preostali jod titrira se natrijevim tiosulfatom uz dodatak škroba kao indikatora, a plava boja nestaje na kraju titracije [21].

#### **2.4.4. Jodimetrijska metoda**

Reakcija pretvorbe joda u jodid je reverzibilna i ima potencijal redukcije od približno 0,54 V. Jodimetrijske titracije primjenjuju se za određivanje koncentracije redukcijskih sredstava, kao što je askorbinska kiselina, koja se titrira otopinom joda uz dodatak škroba kao indikatora. Tijekom titracije, jod se reducira u jodid dok se askorbinska kiselina oksidira u dehidroaskorbinsku kiselinu. Na kraju, višak joda formira plavo-crni kompleks sa škrobom, što označava završnu točku titracije [21].

#### **2.4.5. Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC)**

Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC) postaje sve popularnija zbog brzine, selektivnosti, specifičnosti i jednostavne pripreme uzoraka. Ključni koraci uključuju pripremu i ekstrakciju uzoraka, a najčešće se koristi metafosforna kiselina koja stabilizira L-askorbinsku kiselinu i inhibira neželjene reakcije. Tekući uzorci se analiziraju direktnim injiciranjem u HPLC nakon razrjeđivanja. HPLC metoda se često koristi u istraživanjima i prehrambenoj industriji zbog visoke preciznosti mjerenja askorbinske kiseline i dehidroaskorbinske kiseline [21].

#### **2.4.6. Mikro – fluorometrijska metoda**

U mikro – fluorometrijskoj metodi uzorci hrane se ekstrahiraju u otopinu metafosforne kiseline, pri čemu se askorbinska kiselina oksidira u dehidroaskorbinsku kiselinu uz pomoć aktivnog ugljena (Norita). Alikvoti reagiraju s o-fenilenediaminom, stvarajući fluorescentni kinoksalinski derivat koji fluorescira na 430 nm kada se aktivira na 350 nm. Za svaki uzorak hrane priprema se prazni uzorak dodavanjem borove kiseline [21].

#### **2.4.7. Enzimatska metoda**

Enzim askorbat oksidaza katalizira pretvorbu askorbinske kiseline u dehidroaskorbinsku kiselinu, koja zatim reagira s o-fenilenediaminom, stvarajući 2,2-anhidrokinoksalin. Apsorbancija ovog spoja se mjeri na 358 nm UV spektrofotometrom, a porast apsorbancije ukazuje na količinu oksidirane askorbinske kiseline [21].

#### **2.4.8. Voltametrijska metoda**

Voltametrijske tehnike su ključne za određivanje koncentracija askorbinske kiseline u tragovima. Elektrokemijske metode nude prednosti poput ekološke prihvatljivosti, brzog odziva, jednostavne opreme, niskih troškova i visoke osjetljivosti. Mjerenje struje nastale oksidacijom ili redukcijom na elektrodi provodi se primjenom varijabilnog potencijala [21].

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Zadatak rada

Cilj istraživanja bio je odrediti askorbinsku kiselinu sa 2,6-diklorfenol-indofenolom i izmjeriti pH vrijednost voćnog soka „Preško“ i usporediti sa ostalim komercijalnim sokovima.

#### 3.2. Materijali i metode

Prilikom analize koristilo se sedam uzoraka soka, kupljenih u trgovačkim lancima te su prikazani u **Tablici 1**.

**Tablica 1** Analizirani uzorci sokova, izvor: Autor

ŠIFRE UZORAKA	SVOJSTVA UZORAKA
S1	100% prirodni sok od jabuke, bistri voćni sok bez dodanog šećera i konzervansa. Pasteriziran.
S2	sok od jabuke. Proizveden od koncentriranoga voćnog soka jabuke.
S3	sok od jabuke, prirodno mutan 1l. EKOPROIZVOD. 100% prirodan
S4	sok od jabuke, vitamin C. 100% voće, bez dodanih šećera, sladila, vode i umjetnih boja. Pasteriziran.
S5	sok od naranče od koncentriranog soka (99,5%), sok od acerole od koncentriranog soka (0,5%). Udio voća: 100%
S6	sok od jabuke od koncentriranog soka, vitamin C. Pasteriziran.
S7	HR Nektar od jabuke od koncentriranog soka jabuke, sa sladilima. Smanjene energetske vrijednosti za 40% - smanjen udio šećera. Udio voća: najmanje 50%. Pasteriziran.

### 3.2.1. Određivanje askorbinske kiseline

Za određivanje vitamina C primijenjena je oksidometrijska titracija, koja se temelji na redukciji primijenjenog reagensa i oksidaciji askorbinske kiseline u dehidroaskorbinsku kiselinu. Plava otopina 2,6-diklorfenol-indofenola se reducira do bezbojne otopine uz pomoć askorbinske kiseline [22].

Potrebno je pripremiti otopinu 2,6 diklorfenol-indofenol, smjesu metafosforne i octene kiseline i standardnu otopinu askorbinske kiseline [23]. Za pripremu otopine 2,6-diklorfenol-indofenol, u odmjernu tikvicu od 1000 mL otopi se 0,25 g natrijeve soli 2,6 diklorfenol-indofenola u 150 mL vruće vode. Kako bi se osigurala stabilnost, dodaje se 0,042 g natrijeva dikarbonata. Nakon hlađenja, smjesa se dopunjuje vodom do oznake [23].

Priprema smjese metafosforne i octene kiseline radi se tako da se u 250 mL tikvicu dodaje se 100 mL destilirane vode, 20 mL glacijalne octene kiseline i 5 mL metafosforne kiseline, a zatim se sve promiješa i dopuni destiliranom vodom do 250 mL [23].

Kod pripreme standardne otopine askorbinske kiseline, u odmjerenu tikvicu od 50 mL otopi se 0,05 g askorbinske kiseline te se nadopuni sa smjesom metafosforne i octene kiseline do 50 mL [23].

Za standardizaciju otopine 2,6-diklorfenol-indofenola, u Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL pipetira se 5 mL smjese metafosforne i octene kiseline i 2 mL standardne otopine askorbinske kiseline. Titracija se provodi pomoću otopine 2,6-diklorfenol indofenola sve dok ne dođe do postizanja stabilne ružičaste boje koja treba ostati vidljiva otprilike 15 sekundi. Za slijepu probu dodaje se 7 mL smijese metafosforne i octene kiseline te se titrira otopinom 2,6-diklorfenol indofenola [23].

Za titraciju uzorka u Erlenmayerovu tikvicu dodaje se 5 mL smjese metafosforne i octene kiseline i 2 mL otopine uzorka. Titrira se otopinom 2,6-diklorfenol indofenola do pojave ružičaste boje koja treba biti stabilna oko 15 sekundi, a postupak se ponavlja tri puta [23].

### 3.2.2. Određivanje pH vrijednosti

pH vrijednost definira se kao „negativni logaritam koncentracije vodikovih iona u otopini“. Prikazuje se na pH ljestvici od 0-14 gdje kisele otopine imaju pH niži od 7, lužnate otopine pH viši od 7, te neutralne otopine imaju pH 7 [24]. Pri određivanju pH vrijednosti koristio se pH metar tako da se elektroda uroni u uzorak pri temperaturi od 20 °C te se očita pH vrijednost.

## 4. REZULTATI

Cilj rada bio je utvrditi sadržaj vitamina C u različitim voćnim sokovima i usporediti sa sokom iz proizvodnje. Analizirani sokovi su različitih brendova uključujući i „Preško“. Za analizu uzoraka koristila se metoda određivanja askorbinske kiseline sa 2,6-diklorfenol-indofenol te se odredila pH vrijednost pomoću pH metra.

Prije upotrebe, otopinu 2,6-diklorfenol-indofenola potrebno je standardizirati koristeći standardnu otopinu askorbinske kiseline te je potrebno izračunati titar, koji predstavlja utrošak askorbinske kiseline po 1 mL 2,6 -diklorfenol-indofenola [23].

Izračun vrijednosti titra 2,6-diklorfenol-indofenola prema jednadžbi:

$$F = \frac{A}{(Z-B)} = \frac{2 \text{ mg}}{(15 \text{ mL} - 0,05 \text{ mL})} = 0,1338 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} \quad (1)$$

$$A = \left( \frac{50 \text{ mg Vit C}}{50 \text{ mL}} \right) \cdot 2 \text{ mL} = 2 \text{ mg}$$

gdje je:

F – titar (mg/mL)

A – količina askorbinske kiseline u volumenu titrirane standardne otopine (mg)

Z – količina 2,6-diklorfenol-indofenola utrošena za titraciju standardne otopine askorbinske kiseline (mL)

B – količina 2,6-diklorfenol-indofenola utrošena za titraciju slijepe probe (mL)

Nakon toga, na uzorcima sokova provedena je titracija kako bi se odredio sadržaj askorbinske kiseline prema jednadžbi:

$$C = (X - B) \cdot \left( \frac{F}{E} \right) \quad (2)$$

gdje je:

C – masa askorbinske kiseline ( $\frac{\text{mg}}{\text{mL}}$ )

X – volumen 2,6-diklorfenol-indofenola utrošenog za titraciju otopine uzorka (mL)

B – količina 2,6-diklorfenol-indofenola utrošena za titraciju slijepe probe (mL)



F – titar 2,6-diklorfenol-indofenola (mg askorbinske kiseline za standardizaciju 1 mL indofenola)

E – volumen uzorka (2 mL)

Sadržaj askorbinske kiseline u sokovima izračunava se pomoću zadane jednadžbe, a rezultati su prikazani u **Tablici 2**.

**Tablica 2** Udio askorbinske kiseline u sokovima, izvor: Autor

OZNAKA UZORKA	Udio askorbinske kiseline u sokovima (mg/100 mL)
S1	0,56
S2	0,45
S3	0,78
S4	1,23
S5	49,94
S6	0,56
S7	2,12

Iz rezultata je vidljivo da se u sokovima od jabuke udio askorbinske kiseline kreće u rasponu od 0,45 do 2,12 mg/100 mL. Najveći udio askorbinske kiseline pronađen je u uzorku S7 nektar od jabuke od koncentriranog soka jabuke, sa sladilima. Smanjene energetske vrijednosti za 40%, pasteriziran ima smanjen udio šećera i sadrži najmanje 50% udjela voća. Podjednak udio askorbinske kiseline nalazi se u uzorcima S1 i S6. U soku od naranče, uzorak S5 sadrži najveći udio askorbinske kiseline 49,94 mg/100 mL. U usporedbi uzoraka, uzorak S6 sadrži istu količinu askorbinske kiseline kao uzorak S1. U odnosu na S1, uzorak S2 sok od jabuke koji je proizveden od koncentriranoga voćnog soka jabuke ima najmanji udio askorbinske kiseline, dok sok od naranče od koncentriranog soka (99,5%), sok od acerole od koncentriranog soka (0,5%) čiji je udio voća: 100% sadrži najveći udio (S5).

Odredila se i pH vrijednost sokova na temelju uzoraka te su njihove vrijednosti prikazane u **Tablici 3.**

**Tablica 3** pH vrijednost sokova, izvor: Autor

<b>OZNAKA UZORKA</b>	<b>pH vrijednost sokova</b>
S1	3,3
S2	3,4
S3	2,9
S4	3,4
S5	3,9
S6	3,6
S7	3,2

Prema dobivenim podacima može se zaključiti da se pH vrijednost sokova kreće u rasponu od 2,9 do 3,9. Najniža pH vrijednost pronađena je u uzorku S3 dok je najviša pH vrijednost pronađena u uzorku S5. Uzorci S1, S2, S4, S6 i S7 imaju rezultat koji su relativno slični. Kada se uspoređuje uzorak S1 s drugim uzorcima, uzorak S3 ima najniži pH, dok uzorak S5 ima najviši pH.

## 5. RASPRAVA

Svrha završnog rada bila je odrediti sadržaj askorbinske kiseline i pH vrijednost u soku „Preško“ i usporediti sa kupovnim proizvodima.

Za određivanje askorbinske kiseline koristila se titracija s plavom obojenom otopinom 2,6-diklorfenol-indofenol, a dobiveni rezultati izraženi su kao mg askorbinske kiseline/100 mL soka te su prikazani u **Tablici 2**. U analiziranim uzorcima soka od jabuke, udio askorbinske kiseline kretao se u rasponu od 0,45 mg/100 mL do 2,12 mg/100 mL. U analiziranom uzorku soka od naranče udio askorbinske kiseline iznosi 49,94 mg/100 mL što je značajno više nego u sokovima jabuke. U istraživanju Varming i sur. određivali su sadržaj vitamina C u sokovima od jabuke čija se vrijednost vitamina C kretala u rasponu od 1 mg/100 mL do 34 mg/100 mL. Prema tom istraživanju, sadržaj vitamina C u soku od jabuka bio je manji od 1 mg/100 mL, što je usklađeno s rezultatima u uzorcima S1, S2, S3 i S6. Uzorci S4 i S7 sadrže više od 1 mg/100 mL vitamina C, ali se još uvijek uklapaju u raspon istraživanja [25]. U istraživanju Gliszczyńska-Świgło i sur. određivali su sadržaj vitamina C u soku od naranče čija se vrijednost vitamina C kretala u rasponu od 15 mg/100 mL do 45 mg/100 mL. Prema dobivenim rezultatima, uzorak S5 pokazuje odstupanje od rezultata prikazanih u tom istraživanju [26]. U usporedbi s uzorkom S1, koji sadrži 0,56 mg/100 mL askorbinske kiseline, uzorak S6 ima istu količinu. Uzorak S2 pokazuje niži sadržaj askorbinske kiseline u odnosu na uzorak obrta „Preško“ S1“, dok uzorci S3, S4, S5 i S7 sadrže veće količine askorbinske kiseline u odnosu na isti uzorak S1.

pH vrijednost određena je pomoću pH metra te su dobivene vrijednosti prikazane u **Tablici 3**. Rezultati su se kretali u rasponu od 2,9 do 3,3. Dobivena vrijednost u uzorku S1 iznosi 3,3, u uzorku S2 3,4, u uzorku S3 2,9, u uzorku S4 3,4, u uzorku S5 3,9, u uzorku S6 3,6 i u uzorku S7 3,2. Najmanja pH vrijednost pronađena je u uzorku S3 dok je najveća pH vrijednost pronađena u uzorku S5. Prema literaturi, pH u soku od jabuke kreće se u rasponu od 3,0 do 4,5 [27]. U odnosu na dostupnu literaturu, uzorak S3 pokazuje odstupanja od predviđenih rezultata, dok su uzorci S1, S2, S4, S6 i S7 u skladu s literaturnim podacima. U odnosu na uzorak S1 s pH 3,3, uzorci S3 i S7 imaju niži pH, dok uzorci S2, S4, S5 i S6 imaju viši pH.

## 6. ZAKLJUČAK

Proces proizvodnje soka od jabuke u obrtu „Preško“ obuhvaća ključne faze poput pranja jabuka, usitnjavanja, cijeđenja, filtracije i pasterizacije soka. Upotreba inox bačvi osigurava higijensku ispravnost i sigurnost soka. Filtracija pomoću dijatomejske zemlje doprinosi boljoj čistoći i bistrini proizvoda, dok pasterizacija služi za deaktivaciju i uništavanje potencijalnih mikroorganizama.

U eksperimentalnom dijelu, određena je količina askorbinske kiseline u sedam uzoraka voćnih sokova od jabuke i naranče koristeći 2,6-diklorfenol-indofenol, te izmjerena pH vrijednost soka pomoću pH metra. Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti:

1. Udio vitamina C kreće se u rasponu kao i kod drugih istraživanja za sok od jabuke od 1 mg/100 mL do 34 mg/100 mL, dok se u soku od naranče kreće u rasponu od 15 mg/100 mL do 45 mg/100 mL.
2. Najveći udio vitamina C imao je sok od naranče u uzorku S5, a zatim slijede uzorci od jabuke S7, S4, S3. U uzorcima S1 i S6 nalazi se podjednak udio vitamina C dok je u uzorku S2 najmanji udio vitamina C. U usporedbi s uzorkom S1 obrt „Preško“, uzorak S6 ima istu količinu, dok uzorak S2 sadrži manje, a uzorci S3, S4, S5 i S7 više askorbinske kiseline. Dobiveni rezultati u soku od jabuke su u skladu sa literaturom, dok za sok od naranče rezultat ima nešto više vrijednosti u odnosu na literaturu.
3. Najmanja pH vrijednost zabilježena je kod uzorka S3, a slijede uzorci S7, S1. U uzorcima S2 i S4 izmjeren je jednak pH, te slijedi uzorak S6. Najveći pH izmjeren je u uzorku S5. Većina rezultata odgovara podacima iz literature, osim uzorka S3 koji pokazuje odstupanje u odnosu na literaturu. U usporedbi uzorka S1 s ostalim uzorcima, uzorak S3 pokazuje najniži pH, dok uzorak S5 ima najviši pH.
4. Askorbinska kiselina je stabilnija u kiselim okruženjima, što je razlog zašto mnogi sokovi imaju niži pH, čime se pomaže očuvanju vitamina C.

# Sveučilište Sjever

UNIVERSITY  
NORTH

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

## IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MIHAELA MUTVAR (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ODREĐIVANJE VITAMINA C U VOĆNIM SOKOVIMA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Mihaela Mutvar  
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## 7. LITERATURA

- [1] C. M. Galanakis: Valorization of Fruit Processing By-products, Elsevier, 2020.
- [2] S. Voća, J. Šic Žlabur, M. Skendrović Babojelić, M. Boić, A. Galić: Fizikalno-kemijska svojstva soka različitih sorti jabuka, Pomologia Croatica, br. 3-4, 2020, str.133-145.
- [3] K. Čunčić: Određivanje vitamina C u soku od jabuke, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, 2014.
- [4] M. Feszterová, M. Mišiaková, M. Kowalska: Bioactive Vitamin C Content from Natural Selected Fruit Juices, App. Sci, br.13, ožujak 2023, str. 3624
- [5] Pravilnik o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju br. 48/2013. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_04\\_48\\_941.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_04_48_941.html) (dostupno 20.07.2024.)
- [6] P.R. Ashurst: Production and Packaging of Non-Carbonated Fruit Juices and Fruit Beverages, Blackie,Glasgow, 1995.
- [7] P. Predrag, Predavanja iz kolegija Tehnologija proizvoda od voća i povrća, Odjel za prehrambenu tehnologiju, Sveučilište Sjever, Koprivnica, 2024. [https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/9639821/mod\\_resource/content/0/10.%20Seminar-15-4-2024.pdf](https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/9639821/mod_resource/content/0/10.%20Seminar-15-4-2024.pdf) (dostupno 18.7.2024.)
- [8] T. Lovrić, V. Piližota: Konzerviranje i prerada voća i povrća, Nakladni Zavod Globus, Zagreb, 1994.
- [9] E. Partington: Stainless Steel in the Food & Beverage Industry, Euro Inox, Brussels, 2006.
- [10] Becogur 3500 Diatomaceous Earth, Coarse – FLTR, <https://fltr.com.au/wp-content/uploads/2021/03/BECOGUR-3500-FLTR-PurpleEngineering.pdf>,dostupno: 20.07.2024.
- [11] P. Srša: Tehnologija proizvodnje sokova od jabuke na OPG Hažić, Završni rad, Veleučilište u Križevcima, Križevci, 2023.
- [12] Cleaning and Disinfection in Food Processing Operations, [https://safefood360.com/wp-content/uploads/whitepaper/Cleaning\\_and\\_Disinfection\\_in\\_Food\\_Processing\\_Operations.pdf](https://safefood360.com/wp-content/uploads/whitepaper/Cleaning_and_Disinfection_in_Food_Processing_Operations.pdf), dostupno: 02.08.2024.
- [13] A. M. Blažević: Ispitivanje higijenskih navika radnika u proizvodnji prehrambenih proizvoda, Završni rad, Veleučilište u Požegi, Požega, 2019.
- [14] D. Šubarić, J. Babić, Đ. Ačkar: Higijena i sanitacija, Interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet, 2012.

- [15] E. Karahmet, A. Toroman, S. Hamidović: Higijena i sanitacija pogona u prehrambenoj industriji, Poljoprivredni- prehrambeni fakultet Sarajevo, Sarajevo, 2017.
- [16] V. Spínolaa, E. J. Llorent-Martínez, P. C. Castilhoa: Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation, *Journal of Chromatography A*, 2014.
- [17] M. Andrijević: Usporedba sadržaja vitamina C u svježem, kuhanom i zamrznutom voću i povrću, Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Osijek, 2017.
- [18] J. Kolniak-Ostek, J. Oszmianski, A. Wojdyło: Effect of L-ascorbic acid addition on quality, polyphenolic compounds and antioxidant capacity of cloudy apple juices, *European Food Research and Technology*, 2013.
- [19] M. Majstorović: Vitamin C kao antioksidans i prooksidans, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Osijek, 2021.
- [20] C. Maligec: Određivanje i usporedba sadržaja vitamina C u odabranom voću i voćnim prerađevinama, Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Osijek, 2021.
- [21] S. Raman, A. Sehrawat, R. Upadhyay, S. Singh, A. Verma, A. Shreya Jain, K. Pooja Raizada, A. Siddhu, A. Aggarwal: Different Methods Used For Determination of Vitamin C: A Review, *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, br. 9, 2023, str.56-66
- [22] Manual of methods of analysis of foods: Fruit and vegetable products, Fssai, New Delhi, 2016. [https://fssai.gov.in/upload/uploadfiles/files/Manual\\_Fruits\\_Veg\\_25\\_05\\_2016.pdf](https://fssai.gov.in/upload/uploadfiles/files/Manual_Fruits_Veg_25_05_2016.pdf), dostupno 27.07.2024.
- [23] Skripta za vježbe Osnove znanosti o hrani, Sveučilište u Splitu Kemijsko – tehnološki fakultet, 2015./2016.
- [24] N. Bolf, H. Dorić, N. Bolf (ur.): Mjerna i regulacijska tehnika: Mjerenje i regulacija pH (I. dio), *Kemija u industriji*, br. 64, 2015, str. 578-580
- [25] C. Varming, M. A. Petersen, T. B. Toldam-Andersen: Ascorbic acid contents in Danish apple cultivars and commercial apple juices, *LWT - Food Science and Technology*, 2013.
- [26] I. Klimczak, M. Małecka, M. Szlachta, A. Gliszczyńska-Świgło: Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2007.
- [27] C. Jolicoeur: Acidity and pH of apple juice, <http://www.cjoliprsf.ca/Documents/Acidity-pH.pdf>, dostupno 24.08.2024.

## POPIS SLIKA

Slika 1.1. Idared, izvor: <a href="https://rasadnik-franceskija.com.hr/proizvod/jabuka-idared/">https://rasadnik-franceskija.com.hr/proizvod/jabuka-idared/</a> .....	1
Slika 2.1. Prešaona voća i povrća "Preško", izvor: Autor .....	3
Slika 2.2. Proizvodnja soka od jabuke [7] .....	5
Slika 2.3. Usipavanje jabuka, izvor: Autor .....	6
Slika 2.4. Uređaj za pranje i mljevenje jabuka, izvor: Autor .....	7
Slika 2.5. Usitnjavanje jabuka pomoću mlina čekićara, izvor: Autor .....	8
Slika 2.6. Tračna preša, izvor: Autor .....	9
Slika 2.7. Slijevanje soka u kacu, izvor: Autor .....	10
Slika 2.8. Sok u inox bačvama, izvor: Autor .....	10
Slika 2.9. Punionica, izvor: Autor .....	12
Slika 2.10. Hlađenje soka pod tuševima, izvor: Autor .....	12
Slika 2.11. Sok u kartonskoj kutiji, izvor: Autor .....	13
Slika 2.12. Vitamin C .....	16



## **POPIS TABLICA**

<b>Tablica 1</b> Analizirani uzorci sokova, izvor: Autor .....	20
<b>Tablica 2</b> Udio askorbinske kiseline u sokovima, izvor: Autor .....	23
<b>Tablica 3</b> pH vrijednost sokova, izvor: Autor .....	24