

ŠOLSKI CENTER CELJE  
SREDNJA ŠOLA ZA KEMIJO, ELEKTROTEHNIKO IN RAČUNALNIŠTVO  
POT NA LAVO 22, CELJE



**DOLOČANJE SPEKTRA POMARANČNEGA SOKA PRI RAZLIČNIH  
TEMPERATURNIH OBDELAVAH**

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtor:  
Filip Rezar

Mentorica:  
Aleksandra Ferenc, dipl. inž. kem. tehnol.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2023

ŠOLSKI CENTER CELJE  
SREDNJA ŠOLA ZA KEMIJO, ELEKTROTEHNIKO IN RAČUNALNIŠTVO  
POT NA LAVO 22, CELJE



**DOLOČANJE SPEKTRA POMARANČNEGA SOKA PRI RAZLIČNIH  
TEMPERATURNIH OBDELAVAH**

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtor:  
Filip Rezar

Mentorica:  
Aleksandra Ferenc, dipl. inž. kem. tehnol.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2023

## Kazalo vsebine

<b>1</b>	<b>POVZETEK</b> .....	5
<b>2</b>	<b>ZAHVALA</b> .....	6
<b>3</b>	<b>UVOD</b> .....	7
<b>4</b>	<b>TEORETIČNI DEL</b> .....	8
4.1	Teoretične osnove preučevanega vzorca .....	8
4.2	Teoretične osnove metode dela - spektrofotometrija .....	9
4.3	Teoretične osnove metode dela – pipetiranje in razredčevanje .....	11
4.4	Teoretične osnove metode dela – filtracija pod znižanim tlakom .....	11
<b>5</b>	<b>EKSPERIMENTALNI DEL</b> .....	12
5.1	Potrebščine.....	12
5.2	Varnost pri delu in skrb za okolje .....	12
5.3	Postopki dela.....	12
<b>6</b>	<b>MERITVE IN IZRAČUNI</b> .....	16
<b>7</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA</b> .....	23
7.1	REZULTATI ZA STANDARDNE RAZTOPINE .....	23
7.2	REZULTATI ZA KOMERCIALNE VZORCE POMARANČNEGA SOKA .....	25
7.3	RAZPRAVA O DOBLJENIH REZULTATIH .....	27
<b>8</b>	<b>ZAKLJUČEK</b> .....	30
<b>9</b>	<b>LITERATURA</b> .....	31
9.1	VIRI ZA BESEDILO .....	31
9.2	VIRI ZA SLIKE .....	31

## Kazalo tabel

Tabela 1:	Inventar, potreben za izvedbo vaje .....	12
Tabela 2:	Naprava in aparature za izvedbo vaje .....	12
Tabela 3:	Temperature in volumni za pripravo standardnih raztopin .....	16
Tabela 4:	Meritve za pomarančni sok pri – 15 °C.....	17
Tabela 5:	Meritve za pomarančni sok pri 20 °C (levo) in svež pomarančni sok (desno) .....	18
Tabela 6:	Meritve za pomarančni sok pri 40 °C (levo) in pomarančni sok pri 60 °C (desno) .....	19
Tabela 7:	Meritve za pomarančni sok pri 80 °C (levo) in pomarančni sok pri 100 °C (desno) .....	20
Tabela 8:	Meritve za pomarančni sok proizvajalca Dana (levo) in pomarančni sok proizvajalca Rio d'oro (desno).....	21
Tabela 9:	Meritve za pomarančni sok blagovne znamke Tuš.....	22

## Kazalo grafov

Graf 1: Pomarančni sok obdelan pri -15 °C .....	23
Graf 2: Pomarančni sok, obdelan pri 20 °C .....	23
Graf 3: Pomarančni sok, neobdelan .....	24
Graf 4: Pomarančni sok, obdelan pri 40 °C .....	24
Graf 5: Pomarančni sok, obdelan pri 60 °C .....	24
Graf 6: Pomarančni sok, obdelan pri 80 °C .....	25
Graf 7: Pomarančni sok, obdelan pri 100 °C .....	25
Graf 8: Pomarančni sok, proizvajalca Rio d'oro .....	26
Graf 9: Pomarančni sok, blagovne znamke Tuš .....	26
Graf 10: Pomarančni sok, proizvajalca Dana .....	26
Graf 11: Primerjalni graf za določanje toplotne obdelave pomarančnega soka Dana .....	27
Graf 12: Primerjalni graf za določanje toplotne obdelave pomarančnega soka Rio d'oro .....	27
Graf 13: Primerjalni graf za toplotno obdelavo pomarančnega soka blagovne znamke Tuš .....	28

## Kazalo slik

Slika 1: Pomarančni sok in pomaranče.....	8
Slika 2: Spektrofotometer Shimadzu UV – vis.....	9
Slika 3: Halogenska svetilka.....	10
Slika 4: Devterijeva svetilka.....	10
Slika 5: Kvarčna kiveta.....	10
Slika 6: Celice za kivete v spektrofotometru .....	10
Slika 7: Nastavek za pipetiranje.....	11
Slika 8: Merilna pipeta, volumna 1 ml.....	11
Slika 9: Razredčevanje pomarančnega soka .....	13
Slika 10: Aparatura za filtracijo pod znižanim tlakom .....	13
Slika 11: Termostatiranje v vodni kopeli .....	14
Slika 12: Segrevanje nad gorilnikom .....	14
Slika 13: Celice v spektrofotometru .....	14
Slika 14: Spektrofotometer v delovanju.....	14
<i>Slika 15: Pomarančni sok rio d'oro .....</i>	<i>15</i>
Slika 16: Pomarančni sok Dana .....	15
Slika 17: Pomarančni sok Tuš .....	15

## **1 POVZETEK**

V raziskovalni nalogi je prikazana spektrofotometrična analiza sveže iztisnjene pomarančnega soka pri različnih temperaturnih obdelavah ter spektrofotometrična analiza komercialnih vzorcev pomarančnega soka, različnih cenovnih in kakovostnih razredov.

Sveže iztisnjen pomarančni sok smo najprej termično obdelali, nato pa izvedli oziroma opravili spektrofotometrično analizo, na sobno temperaturo ohlajenemu soku.

Po opravljenih analizah pomarančnega soka s trgovskih polic smo ugotovili, da se sokovi različnih prodajalcev in različnih cenovnih razredov, razlikujejo glede na kakovost in toplotno obdelavo sokov. S spektrofotometrično analizo lahko določimo oziroma dokažemo, če so bili sokovi skladiščeni pri nizkih temperaturah ali pa celo zamrznjeni za daljši obstoj. Nekateri vzorci sokov nižjega cenovnega razreda so bili močno termično obdelani (na embalaži proizvajalec omenja pasterizacijo, dejanska obdelava pa je bila pri 100 °C). Spekter soka višjega cenovnega razreda je bil najbolj podoben spektru svežega pomarančnega soka, tudi termična obdelava je bila izvedena tako, da je sok ohranil kar največ možnih koristnih snovi in hkrati kakovost, ki jo kupci omenjenih izdelkov zahtevamo.

Na podlagi spektrofotometričnih analiz lahko dejanske vzorce primerjamo s standardi in določujemo toplotno obdelavo soka (velikokrat se razlikuje od dejanske), pa tudi vsebnost nekaterih vitaminov in drugih snovi, ki jih spektrofotometer zazna in na grafu izriše kot vrhove.

## **2 ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorici Aleksandri Ferenc, za pomoč in strokovno podporo pri izvedbi raziskovalne naloge. Ves čas je bila na voljo za morebitna vprašanja, z mano je delila tudi svoje mnenje in koristne nasvete, brez katerih raziskovalna naloga zagotovo ne bi bila na takšnem nivoju, kot je sedaj. Prav tako se zahvaljujem tudi šolskemu centru Celje, ki mi je omogočil uporabo šolskega laboratorija in naprav, potrebnih za izvedbo naloge.

### 3 UVOD

Za omenjeno temo sem se odločil, ker se mi zdi zelo zanimiva, njeni izsledki pa nam lahko koristijo tudi v vsakdanjem življenju. S svojo nalogo želim naslovniku predstaviti delovanje spektrofotometrične metode, vplive temperature na sveže iztisnjen pomarančni sok ter dokazati oziroma preveriti toplotno obdelavo komercialnih vzorcev pomarančnega soka, ki jih lahko najdemo na trgovskih policah. S to vrsto analize lahko preverimo, če se proizvajalci držijo napisanega o njihovem pomarančnem soku, ali se toplotno obdelava razlikuje od napisane (npr. piše, da je sok hladno stiskan, zato da se poveča njegova vrednost).

Zgoraj omenjeno smo določali na podlagi spektrofotometričnih meritev. Spektrofotometrija je kvalitativna analizna metoda, pri kateri merimo absorbanco svetlobe, ki potuje skozi raztopino vzorca pri različnih valovnih dolžinah. Gre za metodo, ki ima razširjeno uporabo, veliko občutljivost, natančnost in enostavno uporabo. Deluje na podlagi osnovnega načela, in sicer da vsaka kemična snov absorbira ali prepušča svetlobo v določenem območju valovnih dolžin. S spektrofotometrično analizo lahko določamo ogromno parametrov. Na podlagi vrhov, ki jih podajo vitamini in minerali kot standardi, lahko primerjamo dobljene spektre še pri raztopinah sadnega soka in s tem ugotovimo katere snovi in koliko omenjenih snovi vsebuje neki določen sadež. Primerjamo lahko tudi razlike, ki se pojavijo s toplotno obdelavo pri različnih temperaturah.

Pri izvedbi naloge ni bilo treba uporabiti nobenih kemikalij (strupenih ali kako drugače škodljivih), prav tako z izvedbo nisem škodil okolju in organizmom, kar je po mojem mnenju velik plus moje raziskovalne naloge, saj menim, da se, če to ni nujno potrebno, uporabi kemikalij raje izognimo.

V sklopu raziskovalne naloge želim predstaviti tudi delovanje pomembne aparature - spektrofotometra, ki je potrebna za izvedbo omenjene naloge in na čim bolj enostaven in dostopen način opisati njeno delovanje. Gre za napravo, ki se uporablja za merjenje absorbance, spektra in še mnogih drugih parametrov na podlagi sevanja svetlobe različnih valovnih dolžin. Za svoje delovanje uporablja svetlobo v ultravijoličnem območju (valovne dolžine od 185 do 400 nm) in svetlobo v vidnem območju (valovne dolžine od 400 do 700 nm). Pri merjenju spektra pomarančnega soka bomo uporabili valovne dolžine od 200 do 700 nm in pri tem opazovali absorbanco ter njeno spreminjanje.

Vsako raziskovalno delo potrebuje hipoteze oziroma trditve, ki jih raziskovalec postavi na začetku in predstavljajo njegovo vodilo skozi raziskovanje. Po izvedeni raziskavi pa je njegova naloga še, da hipoteze potrdi ali zavrne. Moje hipoteze so bile:

- 1. Sorazmerno s toplotno obdelavo pomarančnega soka, se spreminja tudi spekter**
- 2. Skladiščenje v zamrzovalniku bo imelo na sveže iztisnjen pomarančni sok večji vpliv kot prekuhanje soka pri 100 °C**
- 3. S pomočjo spektra lahko določamo toplotno obdelavo komercialnih vzorcev**

## 4 TEORETIČNI DEL

### 4.1 Teoretične osnove preučevanega vzorca

Osnovna surovina za izdelavo pomarančnega soka so pomaranče (glej **slika 1**). Pomaranče so tropski sadež, okrogle oblike in oranžne barve. Rastejo na območjih tropskega in subtropskega toplotnega pasu, pri temperaturah od 15 do 30 °C. Pomaranče rastejo na drevesih, ki jih imenujemo pomarančevci. Gre za rastline, ki običajno zrastejo med 3 in 10 metrov visoko, v nekaterih primerih tudi do 15 metrov. Drevo ima zaokroženo in kompaktno krošnjo.



Slika 1: Pomarančni sok in pomaranče

Sadež pomaranča je sestavljen iz več plasti. Prva, zunanja plast ali zunanja lupina, služi kot zaščita in hkrati vsebuje žleze z veliko eteričnega olja. Druga plast ali notranja skorja sledi prvi plasti. Je značilno belo obarvana in ima strukturo gobastega tkiva. V notranjosti pomaranče pa imamo še meso ali pulpo, ki poleg manjših količin eteričnega olja, vsebuje celotno količino soka, ki ga ima pomaranča. V pomarančni pulpi so raztopljeni tudi različni minerali (baker, kalij), vitamini (A, C, B<sub>6</sub>), folna kislina, maščobe, sladkorji, ogljikovi hidrat, beljakovine in prehranske vlaknine. Na okus pomaranče vpliva predvsem razmerje med kislinami in sladkorjem v samem sadežu. Kot vsi ostali sadeži, iz skupine citrusov, ima tudi pomaranča značilen kiselkast priokus. Njen pH je med 2,9 in 4. Več kot 87 % vse tekoče vsebine pomaranče predstavlja voda. V pomaranči so poleg omenjenega prisotne še mnoge druge bioaktivne snovi, kot so na primer flavonoidi in karotenoidi, ki dajejo njeno značilno oranžno obarvanje, ter številne hlapne organske snovi, kot so aldehydi, estri in terpeni, ki dajejo aromo.

Pomarančni sok je značilna, vsem poznana tekočina, ki nastane z ožemanjem pomaranč. Vsebuje ogromno koristnih snovi. Z enim kozarcem (2,5 dl) soka zaužijemo tolikšno količino vitamina C, kot ga naš organizem potrebuje za celoten dan. Vsebuje zelo malo beljakovin in ogromno kalcija ter je brez maščob. Vsebuje tudi veliko kalija in vitamina B, ki poleg zagotavljanja imunske odpornosti lahko pomagata tudi pri preprečevanju nastajanja raka.



Vitamin A je eden izmed vitaminov, ki ga najdemo v pomarančnem soku. Gre za skupino sorodnih maščobotopnih spojin, ki so zelo koristne za naše telo. V našem telesu se shranjuje v predvsem v jetrih (kar 90 % vsega vitamina A v telesu). V živilih živalskega izvora se nahaja v obliki retinola, v živilih rastlinskega izvora pa se pojavlja v obliki karotenoidov. Pri spektrofotometričnih analizah so njegovi vrhovi vidni pri valovnih dolžinah okoli 325 nm.

Vitamin C je vodotopen vitamin, ki ga najdemo predvsem v citrusih in drugih vrstah sadja in zelenjave. Igra ključno vlogo v bioloških procesih, skrbi za odpornost in delovanje celotnega organizma. Sodeluje pri tvorbi kolagena, zmanjšuje utrujenost, ima ključno vlogo pri absorpciji nekaterih hranil, hkrati pa je soodgovoren je za zdrav živčni sistem ter obrambo celic. Naše telo omenjenega vitamina ne more samostojno proizvajati, prav tako ga ne moremo skladiščiti, zato ga izločamo z urinom (treba ga je vnašati vsak dan sproti). Pri spektrofotometričnih analizah so njegovi vrhovi vidni pri valovnih dolžinah med 255 in 265 nm.

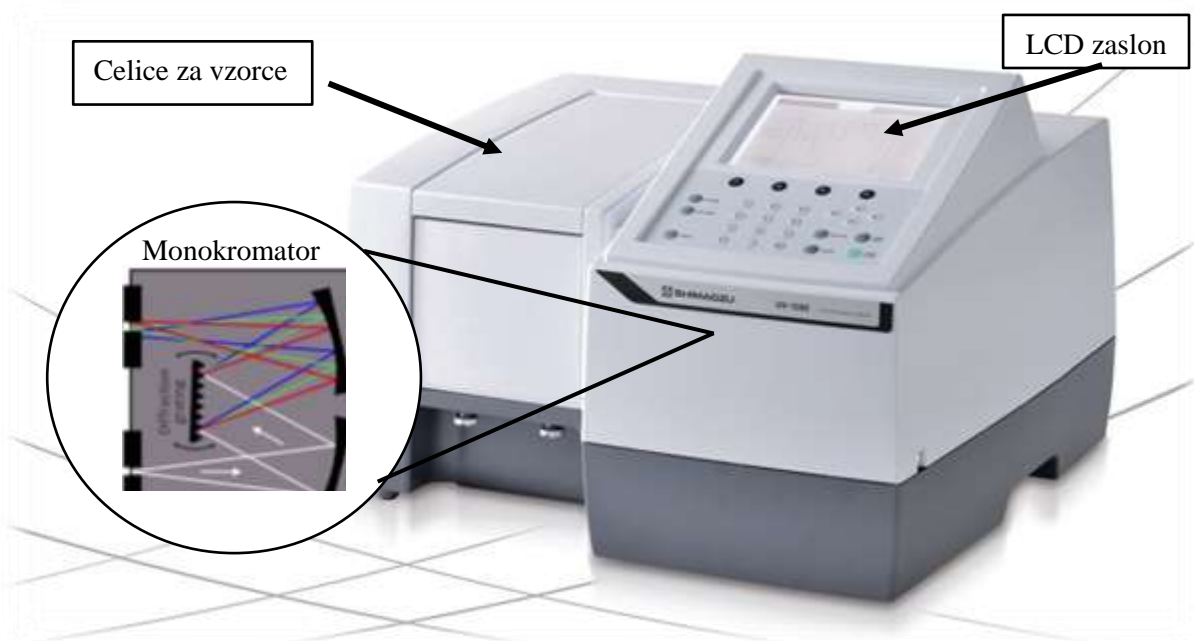
V pomaračnem soku lahko s spektrofotometrično analizo določujemo tudi vsebnost kumarina in karotenoidov. Zastopanost kumarina zaznamo pri valovnih dolžinah med 410 in 470 nm, medtem ko vrhove karotenoidov zaznavamo pri valovnih dolžinah med 400 in 550 nm.

Cilj eksperimentalnega dela je izmeriti spekter pomarančnega soka pri valovnih dolžinah od 200 do 700 nm ter med seboj primerjati vplive toplotne obdelave na sestavine pomarančnega soka. Na podlagi grafov in izvedenih meritev komercialnih vzorcev smo ugotovili, kakšna je bila predelava omenjenih vzorcev pomarančnega soka glede na kakovostni in cenovni razred.

#### 4.2 Teoretične osnove metode dela - spektrofotometrija

Spektrofotometrija je kvantitativna analizna metoda za določevanje količine svetlobe, ki jo vzorec neke snovi prepusti skozi ali pa jo absorbira (vsrka). Svetloba različnih valovnih dolžin potuje skozi vzorec, detektor pa nato prepuščeno svetlobo pretvori in na zaslonu poda vrednost svetlobe, ki jo je vzorec vsrkal.

Naprava, s katero izvajamo spektrofotometrične meritve, se imenuje spektrofotometer (**slika 2**). Nudi nam skeniranje vzorca pri valovnih dolžinah od 190 do 1100 nm. Gre za sodobno, natančno in kompleksno napravo, ki je sestavljena iz: devterijeve in halogenske žarnice, detektorja, LCD zaslona z gumbi, monokromatorja in celic (držal) za vzorce.



Slika 2: Spektrofotometer Shimadzu UV – vis

Za določanje absorbance sta v spektrofotometru na voljo dve žarnici – devterijeva (**slika 4**) in halogenska žarnica (prikazana na **sliki 3**). Obe omenjeni sta potrebni zato, da lahko zagotavljata daljši spekter in merjenje absorbance pri valovnih dolžinah od 190 do 1100 nm. Svetlobo, ki jo ti dve žarnici oddajata, imenujemo bela svetloba, za merjenje spektra pa potrebujemo mavrično svetlobo. V spektrofotometru imamo zato monokromator. Gre za optično napravo, ki belo svetlobo s pomočjo sistema leč in optičnih prizem razdeli na frakcije mavrične svetlobe. Z izbiro določene valovne dolžine se spremeni kot, pod katerim pada bela svetloba na prizmo in s tem monokromator prepusti naprej točno določeno barvo svetlobe, ki ustreza zahtevani valovni dolžini.



Slika 3: Halogenska svetilka



Slika 4: Devterijeva svetilka

Pred izvajanjem meritev moramo spektrometer nastaviti na ničlišče. V ta namen v našem primeru uporabimo destilirano vodo, ki nam predstavlja »vzorec«, ki je nevtralen. Spektrofotometer pri merjenju vzorca (pomarančnega soka) namreč primerja delež prepuščene svetlobe v referenčnem vzorcu oziroma destilirani vodi in dele prepuščene svetlobe v vzorcu pomarančnega soka. Absorbanco destilirane vode pred začetkom merjenja nastavimo na ničlo zato, da lahko na podlagi zgoraj opisanega sistema, aparat določi absorbanco svetlobe v vzorcu.

Vzorec za analizo nalijemo v kiveto (glej **slika 5**). Kiveta je majhna, steklena ali plastična, epruveti podobna posoda v obliki kvadra. Po dve nasproti ležeči stranici sta gladki in se uporabljata za meritev (skozi njuno gre svetlobni žarek), drugi dve stranici pa sta hrapavi in sta namenjeni temu, da se jih lahko dotaknemo, ko je treba kiveto namestiti v aparat. Na levi strani aparata je prostor (na **sliki 6**), kamor vstavimo kivete. Gre za komplet 6 prostorov, ki imajo ob straneh luknjo, da omogočijo prehod svetlobe. Na enkrat lahko v aparat vstavimo več vzorcev hkrati. S pomočjo gumbov pa lahko po končani meritvi zamenjamo celico in nastavimo merjenje naslednjega vzorca v vrsti, ne da bi pri tem bilo treba aparat ponovno odpreti.



Slika 5: Kvarčna kiveta



Slika 6: Celice za kivete v spektrofotometru

### 4.3 Teoretične osnove metode dela – pipetiranje in razredčevanje

Pipetiranje je postopek, pri katerem s pomočjo polnilne pipete prenesemo točno določeno količino nekega vzorca iz na primer iz ene čaše v drugo. Pri tem uporabljamo nastavek za pipetiranje (slika 7), ki nam omogoča nastanek vakuumu, s pomočjo katerega lahko nato posrkamo tekočino navzgor po stekleni cevki – pipeti.



Slika 7: Nastavek za pipetiranje

Pipeta (prikazana na sliki 8) je dolga, steklena cevka, ki jo uporabljamo za odmerjanje natančnega volumna neke tekočine. Poznamo dve vrsti pipet, in sicer polnilne in merilne pipete, ki so umerjene pri 20 °C.



Slika 8: Merilna pipeta, volumna 1 ml

Razredčevanje je postopek, ki ga navadno izvajamo v merilnih bučkah (prikazane na sliki 8). Določeno količino vzorca, s pomočjo pipete ali birete, prenesemo v merilno bučko in ga razredčimo do oznake. S tem spremenimo koncentracijo vzorca. Poenostavljeno pri razredčevanju spreminjamo količino vode v neki snovi, vzorcu ali raztopini. Uporabimo ga tudi takrat, ko želimo iz predhodne raztopine pripraviti več raztopin različnih koncentracij, ki so manjše od prvotne, s pomočjo razredčevanja pa se izognemo ponovni pripravi osnovne raztopine, ki je lahko pri malih količinah topljenca za samo pripravo problematična.

Pri vaji smo morali pomarančni sok razredčiti z destilirano vodo v razmerju 1 : 9, pri čemer smo v merilni bučki zmešali 1 delež pomarančnega soka in 9 deležev destilirane vode. Za spektrofotometrično analizo je bil namreč čisti pomarančni sok preveč koncentriran in moten, zato se pri analizi graf ni izrisal, kot bi se moral (vrhovi spektra nisi bili več vidni). S postopnim razredčevanjem smo ugotovili, kakšno mora biti razmerje med pomarančnim sokom in destilirano vodo, da bomo po končanih meritvah dobili spekter, ki ga bo aparat lahko posnel.

### 4.4 Teoretične osnove metode dela – filtracija pod znižanim tlakom

Če želimo filtrirati raztopine, ki niso zelo bistre in bi za filtracijo po standardni metodi (lij in filter papir) porabili preveč časa, lahko uporabimo filtracijo pod znižanim tlakom. Pri tem uporabimo nučo (erlenmajerica, ki ima steklen izliv) in Büchnerjev lij. Sestavljeno aparaturo nato priklopimo na vodno črpalko in pričnemo s filtriranjem raztopine pod znižanim tlakom. Filtracija poteka bistveno hitreje kot po klasični metodi. Ko se pore na filtrirnem papirju zapolnijo, ga preprosto zamenjamo in postopek ponovimo. Pri spektrofotometrični analizi je pomembno, da je vzorec bister ter predvsem to, da ne vsebuje usedljivih delcev (notranji deli pomaranče).

## 5 EKSPERIMENTALNI DEL

### 5.1 Potrebščine

Za opravljanje vaje smo potrebovali inventar, ki je naveden v **tabeli 1**. Za izvedbo vaje smo potrebovali tudi nekatere naprave in aparature, ki so našteje v **tabeli 2**.

Tabela 1: Inventar, potreben za izvedbo vaje

Inventar	Volumen	Količina
čša	150 ml	5x
čša	50 ml	2x
merilna bučka	10 ml	3x
polnilna pipeta	1 ml	1x
polnilna pipeta	10 ml	1x
merilna pipeta	5 ml	1x
kvarčna kiveta	/	2x
nuča	250 ml	1x
urno steklo	/	1x
laboratorijsko stojalo	/	1x
kapalka	/	2x
plastična posodica (za zamrzovanje)	/	1x
Büchnerjev lijak	/	1x
filtrirni obroč	/	1x
nož	/	1x
ožemalnik citrusov	/	1x
trinožno stojalo + keramična mrežica	/	1x
termometer (razpon do 50 °C)	/	1x
termometer (razpon do 250 °C)	/	1x
filter papir za hitro filtracijo	/	paket

Tabela 2: Naprava in aparature za izvedbo vaje

Naprava / aparatura
gorilnik
avtomatski pipetor
vodna črpalka
spektrofotometer
zamrzovalnik

### 5.2 Varnost pri delu in skrb za okolje

Pri izvajanju vaje nismo uporabili nobenih kemikalij, le pomarančni sok in demineralizirano vodo, ki za okolje nista škodljiva. Med opravljanjem vaje smo ves čas uporabljali zaščitno laboratorijsko haljo. Pri posameznih delih vaje smo poleg halje uporabljali še zaščitna očala, saj lahko pri filtraciji pod znižanim tlakom pride do razbitja oz. poka stekla presesalne buče ali keramične nuče, ki bi se lahko zgodilo zaradi napake v materialu in nizkega tlaka. Zaščitna očala smo uporabljali tudi pri segrevanju pomarančnega soka.

### 5.3 Postopki dela

Za izvedbo vaje smo potrebovali sveže iztisnjen sok iz pomaranč. Pomaranče najprej prerežemo na polovico in jih s pomočjo ožemalnika citrusov dobro ožamemo, da dobimo največji izkoristek pomarančnega soka. Najprej omenjeni sok precedimo skozi cedilnik ter se s tem

znebimo večji koščkov pomaranč, ki bi nam lahko otežili nadaljnje delo (zapolnili fine pore na filter papirju in upočasnili nadaljnjo filtracijo).

Precejen pomarančni sok moramo še prefiltrirati pod znižanim tlakom. Nučo, v katero smo predhodno že vstavili Büchnerjev lij, priklopimo na vodno črpalko in odpremo pipo (s tem ustvarimo podtlak). V omenjeni lij položimo filter papir za hitro filtracijo (MN 640 w, premer papirja -  $\varnothing = 70 \text{ mm}$ ) in z večkratnim menjavanjem filter papirja (sok vsebuje sluzaste delce, ki hitro zapolnijo pore in ustavijo filtracijo) prefiltriramo sveže iztisnjen pomarančni sok, kar je razvidno na **sliki 10**.

Pomarančni sok je treba pred samo spektrofotometrično analizo tudi razredčiti (s snemanjem spektra na spektrofotometru, smo ugotovili, kakšno mora biti razmerje med destilirano vodo in pomarančnim sokom, da lahko na grafu izmerimo celoten spekter). S pomočjo polnilne pipete prenesemo 1 ml pomarančnega soka iz čaše v 10 ml merilno bučko, ki jo razredčimo do oznake z destilirano vodo – razmerje 1 : 9. Razredčevanje prikazuje **slika 9**.



*Slika 9: Razredčevanje pomarančnega soka*



*Slika 10: Aparatura za filtracijo pod znižanim tlakom*

Merilne bučke s tako pripravljenimi raztopinami pomarančnega soka za približno 10-15 minut izpostavimo termični obdelavi v vodni kopeli. Čašo, volumna 100 ml, napolnimo z vodo ter jo postavimo na stojalo nad gorilnik. V čašo postavimo merilno bučko, napolnjeno z raztopino pomarančnega soka, ki smo jo predhodno vpeli v laboratorijsko stojalo. V vodo namestimo tudi termometer, s katerim bomo spremljali spreminjanje temperature. Ko se voda v čaši segreje do željene temperature plamen gorilnika zmanjšamo in temperaturo vzdržujemo nekje 10-15 minut. Raztopino soka, ki ga je potrebno segreti do  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  pa termično obdelamo v čaši, volumna 50 ml, kjer je zmes 5 ml pomarančnega soka in 45 ml destilirane vode, s segrevanjem nad gorilnikom (prikazano na **sliki 11**). Čašo po tem, ko raztopino segrejem do  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , pokrijemo z urnim steklom, da bi preprečili izparevanje raztopine in s tem spremembo sestave. Pomarančni sok izpostavimo tudi temperaturi –  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Razredčeno raztopino prelijemo v plastično posodico z zamaškom in jo 1 teden pustimo v zamrzovalniku. Pred izvajanjem meritev na spektrofotometru raztopino vzamemo iz zamrzovalnika in počakamo, da se ponovno utekočini – odmrzne.





Slika 11: Termostatiranje v vodni kopeli



Slika 12: Segrevanje nad gorilnikom

Po končani izvedbi vseh omenjenih postopkov pričnemo s spektrofotometrično analizo omenjenih raztopin. Prižgemo spektrofotometer, ki je prikazan na **sliki 14** in počakamo, da se naprava segreje in samodejno preveri delovanje. Na zaslonu zberemo meritev spektra ter nastavimo valovno dolžino od 200 do 700 nanometrov, absorbanco pa od 0 do 4,000. V prvo celico vstravimo kiveto z destilirano vodo, ki nam s postopkom nastavi ničlišče za analizo. Kiveto dobro speremo z vzorcem, jo nato ponovno napolnimo z vzorcem in dobro obrišemo s staničevino (pazimo, da se ne dotikamo gladke, prozorne stranice). Kiveto previdno vstavimo v 2. celico, kar je razvidno na **sliki 13** in z gumbom pričnemo z izvajanjem meritve. Med merjenjem se nam izriše graf (**slika 14**), ki ga po končani analizi shranimo na USB ključek in ga nato na računalniku pretvorimo v excel.



Slika 13: Celice v spektrofotometru



Slika 14: Spektrofotometer v delovanju

Po končani meritvi standardov izmerimo še absorbanco treh različnih vzorcev – enega višjega kakovostnega razreda (**slika 16**) in dveh nižjega kakovostnega razreda (**sliki 15 in 17**). Pred samo spektrofotometrično obdelavo vzorce sokov najprej prefiltriramo pod znižanim tlakom po zgoraj opisanem postopku. Dobljene prefiltrirane raztopine nato ustrezno razredčimo (razmerje 1 : 9) z destilirano vodo in pričnemo z merjenjem na spektrofotometru po zgoraj opisanem postopku. Dobljene krivulje absorbance v odvisnosti od valovne dolžine pretvorimo v računalniško obliko in uredimo v excelu. Primerjamo jih z grafi oziroma krivuljami, ki smo jih dobili s standardi in določimo, kakšna naj bi bila predelava komercialnih vzorcev sokov. Preverimo lahko tudi, kakšno predelavo naj bi izvedel proizvajalec in če se je ta zares držal tega, kar je tudi napisal. Na koncu pa med seboj primerjamo še kakovostni in cenovni razred vzorcev ter na podlagi vseh parametrov določimo, kateri sok je najboljši, najbolj kakovosten in najdražji ter kateri najmanj kakovosten in najcenejši, ter opredelimo vlogo kakovosti pri ceni pomarančnega soka.



Slika 15: Pomarančni sok rio d'oro



Slika 16: Pomarančni sok Dana



Slika 17: Pomarančni sok Tuš

## 6 MERITVE IN IZRAČUNI

Za natančno izvedbo analize je bilo potrebno izmeriti tudi nekatere parametre. V **tabeli 4** so prikazani volumni, ki smo jih potrebovali za pripravo raztopin in temperature, ki so jim bile raztopine pomarančnega soka izpostavljene.

Tabela 3: Temperature in volumni za pripravo standardnih raztopin

	TEMPERATURA	VOLUMEN SOKA	VOLUMEN RAZTOPINE
<b>STANDARD 1</b>	- 15 °C	5 ml	50 ml
<b>STANDARD 2</b>	20 °C	1 ml	10 ml
<b>STANDARD 3</b>	22 °C (sobna temp.)	1 ml	10 ml
<b>STANDARD 4</b>	40 °C	1 ml	10 ml
<b>STANDARD 5</b>	60 °C	1 ml	10 ml
<b>STANDARD 6</b>	80 °C	1 ml	10 ml
<b>STANDARD 7</b>	100 °C	5 ml	50 ml

\* čas izpostavljenosti temperaturam je pri vseh standardih enak in sicer 15 minut

Za pripravo zgoraj opisanih raztopin je bilo treba izračunati volumne vode in pomarančnega soka glede na ugotovljeno razmerje. S praktičnimi poskusi in postopnim redčenjem smo ugotovili, da mora biti razmerje med pomarančnim sokom in destilirano vodo 1 : 9. Potrebne volumne lahko izračunamo s križnim računom in sicer:

$$\begin{array}{l}
 10 \text{ ml} \dots\dots\dots 10 \text{ delov} \\
 \diagdown \quad \diagup \\
 x \text{ ml} \dots\dots\dots 1 \text{ del}
 \end{array}$$

$V_{\text{merilne bučke}} = 10 \text{ ml}$  (10 del)  
 $V_{\text{pomarančnega soka}} = ?$  (1 del)  
 $V_{\text{destilirane vode}} = ?$  (9 delov)

$$\begin{array}{l}
 x = \frac{10 \text{ ml} \times 1 \text{ del}}{10 \text{ delov}} \\
 x = 1 \text{ ml} = 1 \text{ del}
 \end{array}$$

S pomočjo križnega računa smo izračunali volumen 1 dela. Na podlagi tega lahko izračunamo volumen pomarančnega soka, ki predstavlja 1 del, kar pomeni, da je njegov volumen 1 ml. Prav tako lahko izračunamo tudi volumen destilirane vode, ki predstavlja 9 delov, kar pomeni, da je njen volumen 9 ml. Če povečamo skupni volumen lahko po danem postopku za isto razmerje izračunamo nove volumne.

Npr.

$$\begin{array}{l}
 50 \text{ ml} \dots\dots\dots 10 \text{ delov} \\
 \diagdown \quad \diagup \\
 x \text{ ml} \dots\dots\dots 1 \text{ del}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x = \frac{50 \text{ ml} \times 1 \text{ del}}{10 \text{ delov}} \\
 x = 5 \text{ ml} = 1 \text{ del}
 \end{array}$$



Pri spektrofotometrični analizi smo dobili naslednje vrednosti absorbanca pri valovnih dolžinah od 700 do 200 nm. Omenjene meritve smo potrebovali tudi za izris grafa, ki prikazuje spekter pomarančnega soka. V **tabelah 5, 6, 7 in 8** so prikazane meritve absorbanca za standarde, v **tabelah 9 in 10** pa za vzorce pomarančnega soka pri omenjenih valovnih dolžinah. Spektrofotometer je v času merjenja izpisal vrednosti absorbanca za vsake 0,5 nm. Zaradi ogromne količine podatkov sem naredil ožji izbor meritev – od 700 do 400 nm po 20 nm razlike, nato do 350 po 10 nm razlike in od 350 do 250 nm po 5 nm razlike.

*Tabela 4: Meritve za pomarančni sok pri – 15 °C*

<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>	<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>
700	0,403	335	2,946
680	0,422	330	3,279
660	0,441	325	3,445
640	0,463	320	3,516
620	0,486	315	3,456
600	0,51	310	3,349
580	0,538	305	3,468
560	0,568	300	3,512
540	0,601	295	3,822
520	0,642	290	3,912
500	0,682	285	3,843
480	0,722	280	3,88
460	0,764	275	3,871
440	0,809	270	3,914
420	0,896	265	3,926
400	0,968	260	3,935
390	1,063	255	3,979
380	1,212	250	3,93
370	1,433	240	4
360	1,774	230	3,984
350	2,206	220	3,969
345	2,424	210	3,89
340	2,734	200	3,924

Tabela 5: Meritve za pomarančni sok pri 20 °C (levo) in svež pomarančni sok (desno)

<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>	<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>
700	0,33	700	0,314
680	0,344	680	0,327
660	0,359	660	0,341
640	0,375	640	0,357
620	0,393	620	0,374
600	0,412	600	0,393
580	0,434	580	0,414
560	0,457	560	0,436
540	0,482	540	0,458
520	0,513	520	0,488
500	0,544	500	0,518
480	0,574	480	0,546
460	0,607	460	0,577
440	0,64	440	0,61
420	0,685	420	0,653
400	0,755	400	0,72
390	0,823	390	0,785
380	0,929	380	0,886
370	1,087	370	1,038
360	1,336	360	1,275
350	1,656	350	1,577
345	1,833	345	1,749
340	2,018	340	1,923
335	2,192	335	2,078
330	2,306	330	2,205
325	2,385	325	2,27
320	2,42	320	2,313
315	2,427	315	2,311
310	2,453	310	2,345
305	2,532	305	2,425
300	2,763	300	2,644
295	3,128	295	3,011
290	3,492	290	3,444
285	3,705	285	3,714
280	3,899	280	3,675
275	3,871	275	3,806
270	3,831	270	3,854
265	3,925	265	3,859
260	3,93	260	3,958
255	3,987	255	3,945
250	3,99	250	3,958
240	3,991	240	3,97
230	4	230	3,98
220	3,972	220	3,92
210	3,81	210	3,889
200	3,899	200	3,969

Tabela 6: Meritve za pomarančni sok pri 40 °C (levo) in pomarančni sok pri 60 °C (desno)

Valovna dolžina [nm]	Absorbanca	Valovna dolžina [nm]	Absorbanca
700	0,345	700	0,351
680	0,359	680	0,366
660	0,374	660	0,382
640	0,391	640	0,399
620	0,409	620	0,417
600	0,428	600	0,437
580	0,45	580	0,458
560	0,473	560	0,481
540	0,498	540	0,505
520	0,529	520	0,537
500	0,56	500	0,569
480	0,59	480	0,6
460	0,623	460	0,635
440	0,656	440	0,669
420	0,7	420	0,713
400	0,769	400	0,786
390	0,836	390	0,854
380	0,939	380	0,96
370	1,094	370	1,121
360	1,338	360	1,372
350	1,649	350	1,694
345	1,827	345	1,874
340	2,006	340	2,061
335	2,169	335	2,24
330	2,291	330	2,372
325	2,374	325	2,433
320	2,425	320	2,489
315	2,435	315	2,509
310	2,461	310	2,529
305	2,53	305	2,592
300	2,762	300	2,819
295	3,149	295	3,172
290	3,554	290	3,629
285	3,702	285	3,853
280	3,885	280	3,858
275	3,785	275	3,958
270	3,913	270	3,933
265	3,895	265	3,959
260	3,957	260	3,989
255	3,961	255	3,983
250	3,969	250	4
240	3,968	240	4
230	3,949	230	3,988
220	3,942	220	3,923
210	3,882	210	3,931
200	3,854	200	3,943

Tabela 7: Meritve za pomarančni sok pri 80 °C (levo) in pomarančni sok pri 100 °C (desno)

<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>	<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>
700	0,373	700	0,378
680	0,389	680	0,394
660	0,405	660	0,41
640	0,422	640	0,427
620	0,441	620	0,447
600	0,461	600	0,467
580	0,483	580	0,49
560	0,507	560	0,513
540	0,532	540	0,538
520	0,565	520	0,571
500	0,597	500	0,605
480	0,629	480	0,639
460	0,664	460	0,677
440	0,701	440	0,718
420	0,746	420	0,767
400	0,82	400	0,845
390	0,888	390	0,918
380	0,994	380	1,032
370	1,153	370	1,212
360	1,402	360	1,491
350	1,722	350	1,852
345	1,902	345	2,057
340	2,096	340	2,282
335	2,255	335	2,486
330	2,387	330	2,629
325	2,45	325	2,786
320	2,514	320	2,88
315	2,532	315	2,931
310	2,569	310	3,002
305	2,64	305	3,068
300	2,859	300	3,309
295	3,264	295	3,615
290	3,66	290	3,848
285	3,775	285	3,88
280	3,895	280	3,851
275	3,854	275	3,9
270	3,816	270	3,818
265	3,938	265	3,978
260	3,917	260	3,973
255	3,972	255	3,99
250	3,998	250	3,987
240	3,965	240	4
230	3,971	230	3,988
220	3,928	220	3,969
210	3,916	210	3,894
200	3,932	200	3,965

Tabela 8: Meritve za pomarančni sok proizvajalca Dana (levo) in pomarančni sok proizvajalca Rio d'oro (desno)

Valovna dolžina [nm]	Absorbanca	Valovna dolžina [nm]	Absorbanca
700	0,233	700	0,36
680	0,247	680	0,38
660	0,262	660	0,402
640	0,278	640	0,426
620	0,296	620	0,453
600	0,316	600	0,481
580	0,339	580	0,514
560	0,364	560	0,551
540	0,392	540	0,59
520	0,428	520	0,643
500	0,472	500	0,706
480	0,519	480	0,772
460	0,573	460	0,847
440	0,626	440	0,922
420	0,684	420	1
400	0,775	400	1,124
390	0,852	390	1,229
380	0,968	380	1,381
370	1,137	370	1,606
360	1,378	360	1,92
350	1,654	350	2,301
345	1,803	345	2,473
340	1,956	340	2,73
335	2,088	335	2,907
330	2,198	330	3,088
325	2,286	325	3,228
320	2,324	320	3,288
315	2,357	315	3,5
310	2,403	310	3,521
305	2,475	305	3,536
300	2,653	300	3,671
295	2,889	295	3,701
290	3,295	290	3,696
285	3,609	285	3,718
280	3,726	280	3,742
275	3,723	275	3,718
270	3,628	270	3,772
265	3,772	265	3,762
260	3,643	260	3,769
255	3,723	255	3,754
250	3,668	250	3,733
240	3,717	240	3,77
230	3,756	230	3,722
220	3,242	220	3,513
210	1,923	210	2,379
200	1,022	200	1,561

Tabela 9: Meritve za pomarančni sok blagovne znamke Tuš

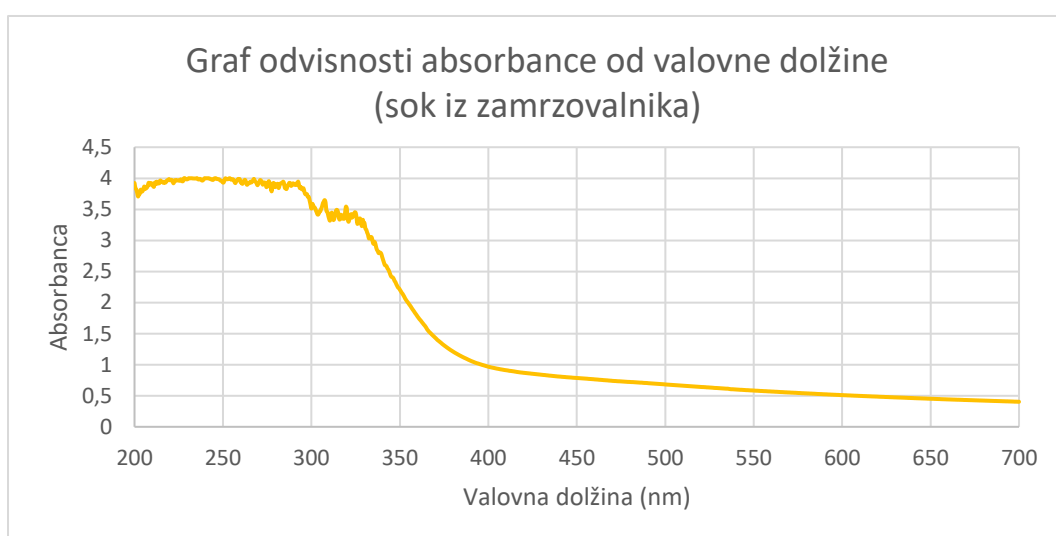
<b>Valovna dolžina [nm]</b>	<b>Absorbanca</b>
700	0,303
680	0,32
660	0,338
640	0,359
620	0,381
600	0,407
580	0,435
560	0,467
540	0,501
520	0,548
500	0,605
480	0,664
460	0,731
440	0,797
420	0,866
400	0,973
390	1,062
380	1,191
370	1,38
360	1,655
350	1,965
345	2,141
340	2,314
335	2,477
330	2,637
325	2,769
320	2,866
315	2,866
310	3,018
305	2,942
300	3,185
295	3,415
290	3,638
285	3,694
280	3,596
275	3,786
270	3,692
265	3,722
260	3,755
255	3,702
250	3,682
240	3,739
230	3,673
220	3,423
210	2,053
200	1,465

## 7 REZULTATI IN RAZPRAVA

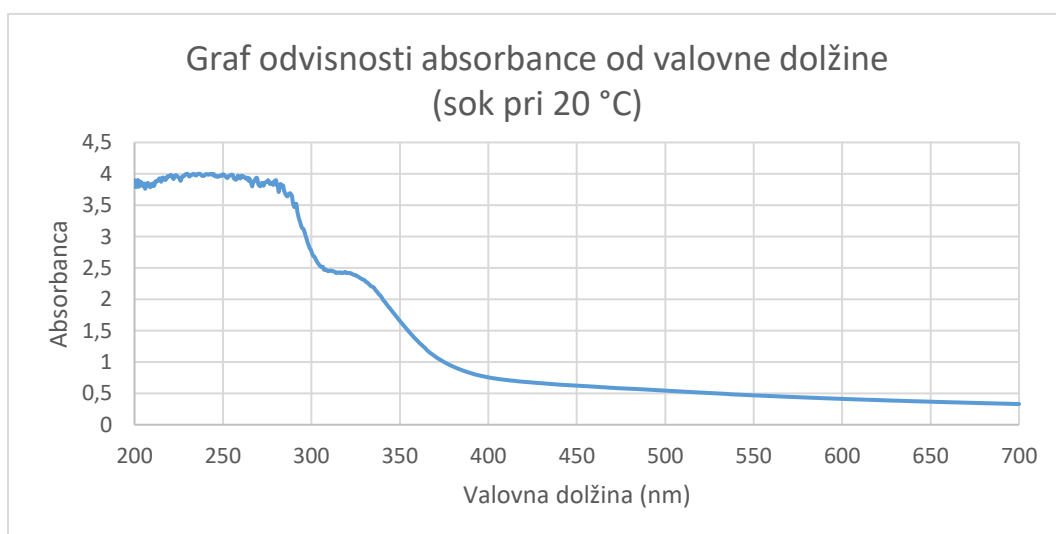
Po opravljeni analizi, nam je spektrofotometer izrisal graf, ki smo ga nato pretvorili v računalniško obliko ter ga s pomočjo USB ključka prenesli na računalnik. Grafi prikazujejo odvisnost absorbanca od valovne dolžine. V **podpoglavju 5.1** so podani grafi za standardne raztopine (sveže iztisnjene soka), v **podpoglavju 5.2** pa grafi raztopin komercialnih vzorcev pomarančnega soka. V naslednjem oziroma zadnjem **podpoglavju 5.3** pa sledi razprava o rezultatih, razlaga dobljenih grafov in primerjava standardov ter vzorcev.

### 7.1 REZULTATI ZA STANDARDNE RAZTOPINE

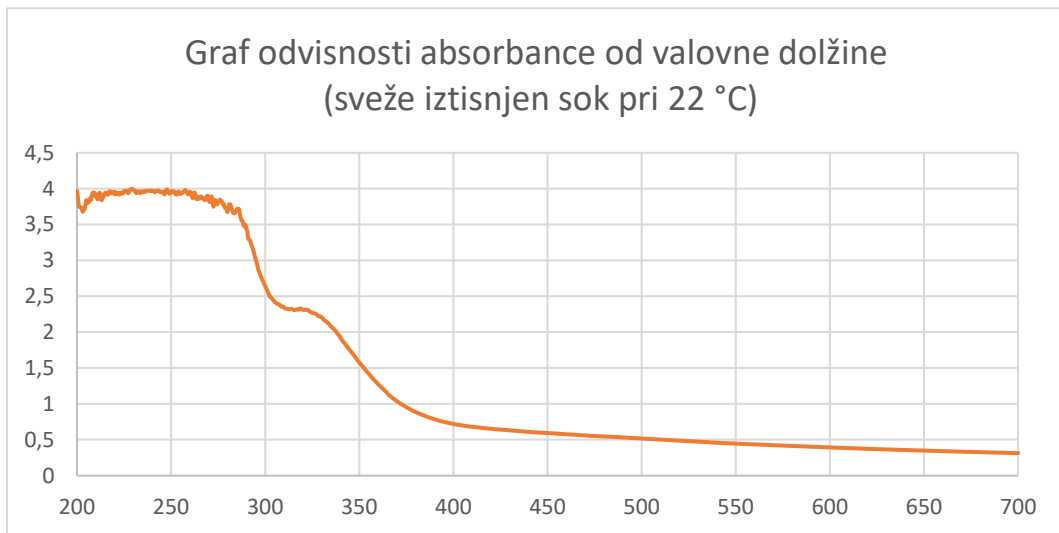
Za osnovo pri določanju toplotne obdelave komercialnih vzorcev smo potrebovali tako imenovane standarde, ki nam jih predstavljajo raztopine sveže iztisnjene pomarančnega soka, ki smo ga ustrezno obdelali pri različnih temperaturah. Grafi spodaj prikazujejo spektre teh raztopin.



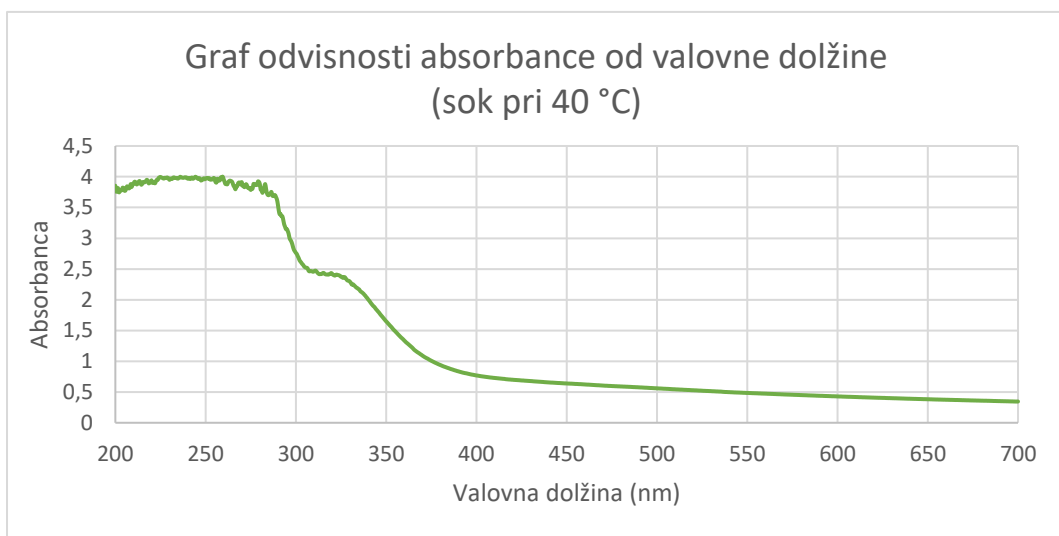
Graf 1: Pomarančni sok obdelan pri -15 °C



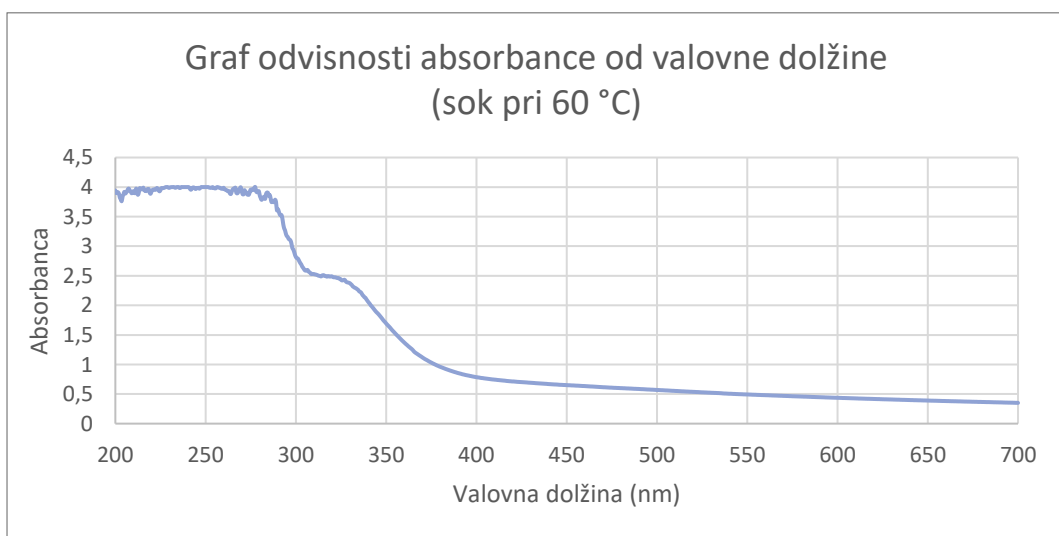
Graf 2: Pomarančni sok, obdelan pri 20 °C



*Graf 3: Pomarančni sok, neobdelan*

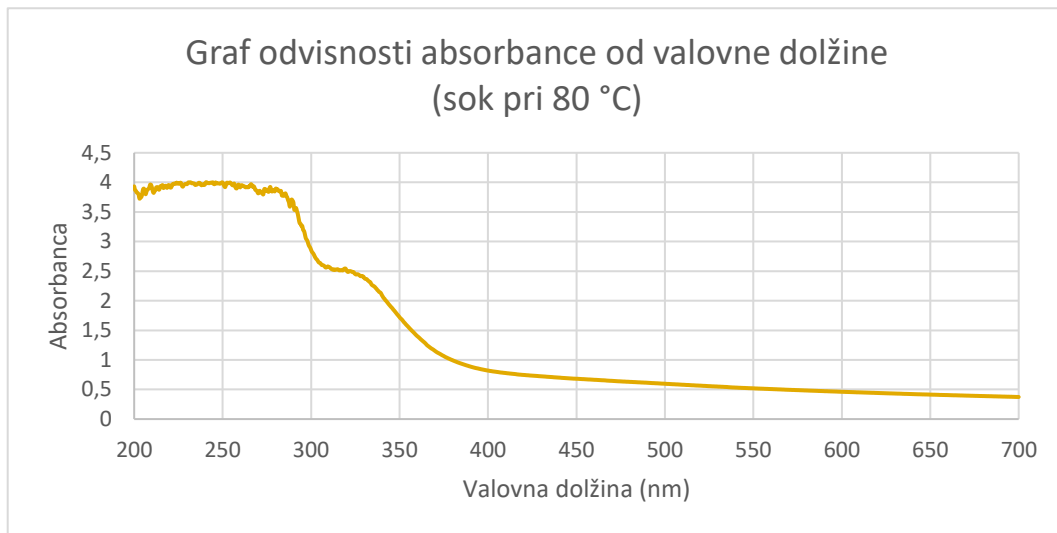


*Graf 4: Pomarančni sok, obdelan pri 40 °C*

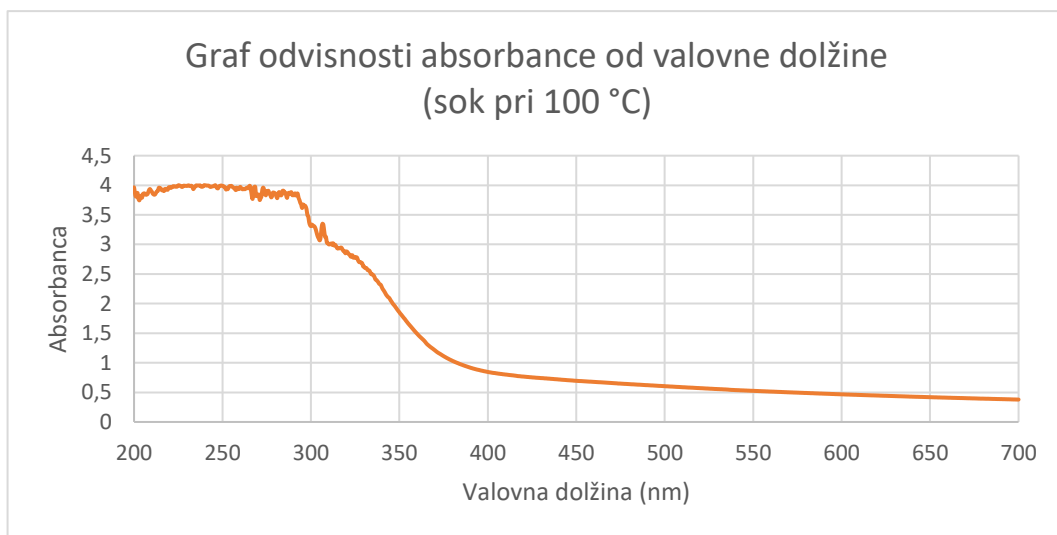


*Graf 5: Pomarančni sok, obdelan pri 60 °C*





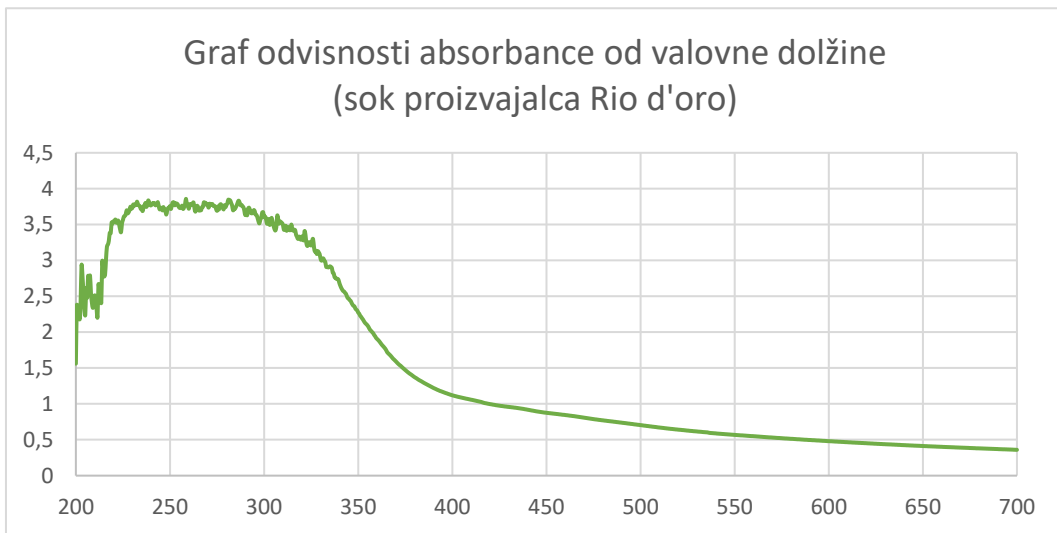
*Graf 6: Pomarančni sok, obdelan pri 80 °C*



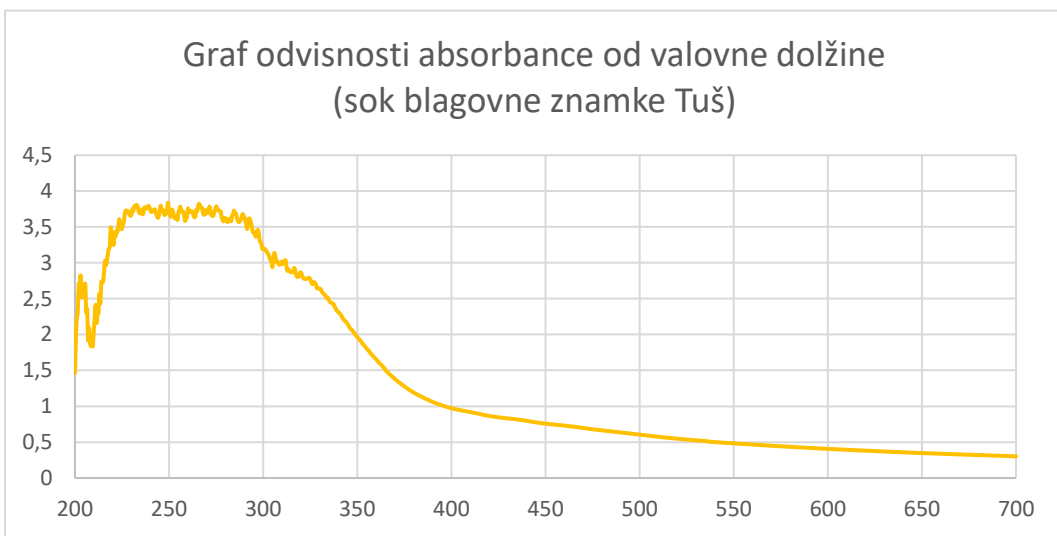
*Graf 7: Pomarančni sok, obdelan pri 100 °C*

## 7.2 REZULTATI ZA KOMERCIALNE VZORCE POMARANČNEGA SOKA

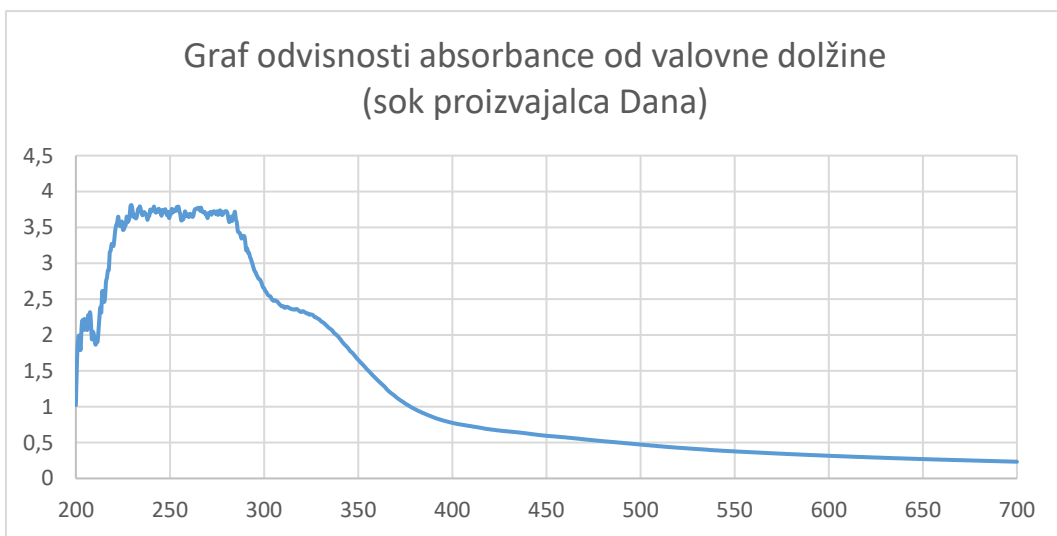
Spekter smo določali tudi komercialnim pomarančnim sokovom, ki jih lahko najdemo na trgovskih policah trgovin. Njihove grafe smo primerjali z grafi naših standardov in na podlagi podobnosti določali toplotno obdelavo omenjenih vzorcev sokov. Spodaj so prikazani grafi treh vzorcev, različnih kakovostnih in cenovnih razredov.



*Graf 8: Pomarančni sok, proizvajalca Rio d'oro*



*Graf 9: Pomarančni sok, blagovne znamke Tuš*

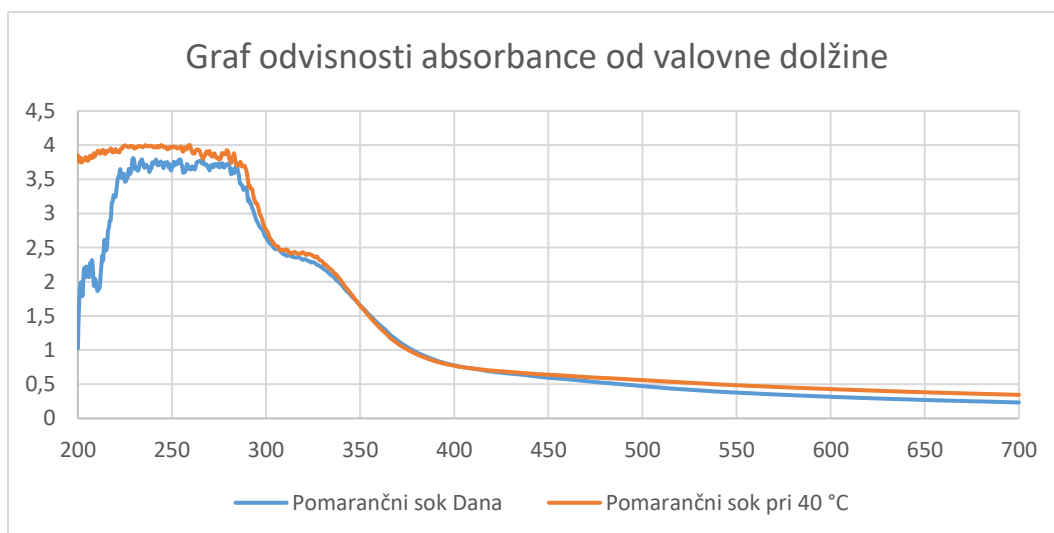


*Graf 10: Pomarančni sok, proizvajalca Dana*

### 7.3 RAZPRAVA O DOBLJENIH REZULTATIH

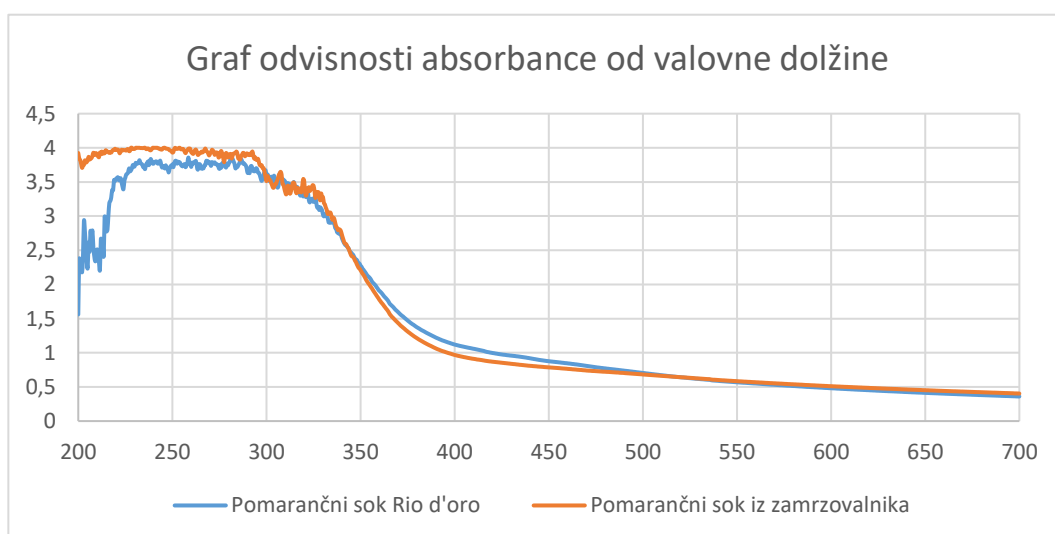
Po opravljenih spektrofotometričnih analizah pomarančnega soka smo med seboj primerjali dobljene krivulje spreminjanja absorbance pri različnih valovnih dolžinah od 700 do 200 nm. Na podlagi omenjenih grafov je bilo treba med seboj primerjati grafe komercialnih vzorcev s tistimi, ki so nam predstavljali standardne raztopine.

Ugotovili smo, da je pomarančni sok proizvajalca Dana najmanj toplotno obdelan, njegova toplotna obdelava pa je bila skrbno načrtovana, saj se pri sami obdelavi vsebnost različnih snovi v soku ni drastično zmanjšala. Glede na krivuljo je sok najbolj podoben krivulji soka pri 40 °C. Gre za sok višjega cenovnega in hkrati tudi kakovostnega razreda.



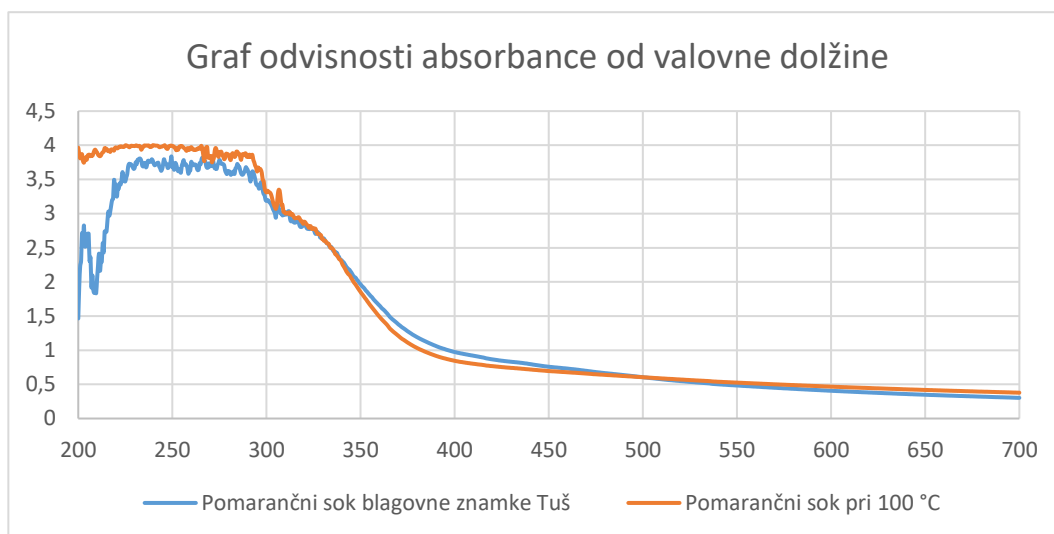
Graf 11: Primerjalni graf za določanje toplotne obdelave pomarančnega soka Dana

Pomarančni sok proizvajalca Rio d'oro je sok srednjega cenovnega razreda. Toplotna obdelava ni mogoče natančno določiti, je pa bil sok zagotovo skladiščen pri temperaturah, nižjih od 0 °C (graf omenjenega vzorca je bil namreč najbolj podoben standardu iz zamrzovalnika). Pri sami toplotni predelavi se je zmanjšala tudi vsebnost nekaterih učinkovin kot na primer vitamina A.



Graf 12: Primerjalni graf za določanje toplotne obdelave pomarančnega soka Rio d'oro

Pomarančni sok blagovne znamke Tuš je sok srednjega do nizkega cenovnega razreda. Njegova obdelava naj bi bila pri 78 – 80 °C, glede na spektrofotometrično analizo pa je bil sok obdelan krepko nad omenjeno mejo, in sicer pri vrelišču – 100 °C. S tem se je zmanjšala tudi vsebnost mnogih koristnih snovi, ki bi jih sok lahko vseboval pri obdelavi z nižjo temperaturno mejo.



*Graf 13: Primerjalni graf za toplotno obdelavo pomarančnega soka blagovne znamke Tuš*

S spektrofotometrično analizo smo določali tudi vsebnost nekaterih vitaminov in drugih snovi. Vsebnost vitamina A v spektru pomarančnega soka zaznamo kot vrh pri valovnih dolžinah med 325 in 350 nm. Prisotnost omenjenega vitamina zaznamo pri standardih, obdelanih pri 20 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C in pri svežem soku. Pri obdelavi v zamrzovalniku in prekuhanju pri 100 °C pa vrha za omenjeni vitamin ni bilo. Vitamini so namreč termično neobstoje snovi, zato se pri ekstremnih temperaturah (zelo visokih ali zelo nizkih) uničijo. Določali bi lahko tudi vsebnost karotenoidov, kumarina in vitamina C. Ker pa je bil sam vzorec za analizo razredčen, vsebnost omenjenih snovi v pomarančnem soku pa že tako zelo nizka, se na grafu niso videli oziroma jih ni bilo mogoče zaznati. Omenjene snovi bi lahko določili z natančnejšo analizo in z večjim številom meritev. Namen moje naloge ni bil določevanje vsebnosti vitaminov in drugih koristnih snovi v pomarančnem soku, zato analize nismo spremenili in se usmerili v določanje omenjenega, je pa tukaj tudi ena izmed možnosti za nadgradnjo moje raziskovalne naloge.

Z izvedbo svoje raziskovalne naloge sem dokazal, da se absorbanca pomarančnega soka spreminja z naraščanjem/padanjem temperature pri toplotni obdelavi, ter da se vsebnost nekaterih termično nestabilnih snovi, kot so vitamini, močno spremeni z ekstremno obdelavo pri zelo visokih ali zelo nizkih temperaturah. Veliko koristnih snovi je možno zaznati pri valovnih dolžinah od 200 do 300 nm, kjer je na grafu viden zgoščen prikaz podatkov. Za določanje le-teh pa je treba spekter merjenja prilagoditi in nastaviti valovno dolžino na 200 do 300 nm.

Na spektrofotometrične meritve v veliki meri vpliva tudi izbira kivetete. Ker smo spekter merili pri valovnih dolžinah med 200 in 700 nm in so naše meritve vključevale tudi UV svetlobo, je bilo treba izbrati tudi temu primerno vrsto kivetete. Za analizo sem uporabil kvarčno kiveteto, ki nam omogoča merjenje valovne dolžine tudi pri UV spektru svetlobe. Ob uporabi klasične kivetete je merjenje spektra potekalo do valovne dolžine 300 nm, nato pa je krivulja začela hitro naraščati in padati, kar je bil dokaz, da izbira kivetete ni bila ustrezna za naš vzorec in izbrano valovno dolžino.

Kot vsaka raziskovalna naloga, ima tudi moja možnosti izboljšav in nadgradnje. Za točnost in jamčenje dobljenih rezultatov bi lahko izvedli več ponovitev in s tem dosegli ponovljivost, ki jo takšno delo od nas zahteva. Tudi merjenje spektra bi lahko omejili na ožje merilno območje (od 200 do 400 nm), povečali število meritev in s tem dosegli natančnejše določanje vrhov in s tem tudi lepše in bolj točne spektre. Določevanje spektra bi lahko razširili še na druge analizne postopke in preverili ali na vrhove vpliva vsebnost določenih vitaminov. Prav tako bi lahko vitamine določali kvantitativno, z jodometrično reakcijo. Kot nadgradnja pa bi lahko meritve spektrov izvedli še na drugih sadežih in dobljeno primerjali med seboj.

## 8 ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga je bila zares zabavna in poučna. Čeprav na prvi pogled morda ni videti zanimivo in s svojim naslovom ne pritegne posameznika, gre za zelo zanimivo tematiko in hkrati nekakšne vrste problematiko. Skozi opravljanje vaje sem se s pomočjo mentorice naučil in osvojil različne metode dela na spektrofotometru. Meritve komercialnih vzorcev pomarančnega soka sem primerjal s tako imenovanimi standardi sveže iztisnjene in nato termično obdelanega soka in ugotovil, da nam proizvajalci večkrat prikrivajo resnico o predelavi pomarančnega soka, ki ga prodajajo. Največ učinkovin in hkrati najbolj učinkovito toplotno obdelavo je imel vzorec soka višjega cenovnega razreda. Termična obdelava sokov nižjega cenovnega razreda pa je bila pri približno 100 °C, glede na deklaracijo pa naj bi bil sok obdelan pri 78 – 80 °C. Eden izmed vzorcev pa je bil skladiščen celo pri temperaturah, nižjih od 0 °C, saj se je njegova krivulja na grafu najbolj ujemala z grafom pomarančnega soka pri -15 °C. V prihodnosti bi lahko omenjeno raziskovalno nalogo tudi nadgradili. Vzorcem pomarančnega soka bi lahko določali vsebnost več vitaminov in mineralov tako kvalitativno kot tudi kvantitativno. Prav tako bi lahko opazovali v kolikšni meri obdelava pri višjih temperaturah vpliva na vsebnost koristnih in nekoristnih snovi v pomarančnem soku.

Hipotezo, da se sorazmerno s toplotno obdelavo spreminja tudi spekter pomarančnega soka potrjujem. Skozi izvedbo raziskovalne naloge sem namreč dokazal, da je bil posnet spekter sokov pri različnih temperaturnih obdelavah različen in da se je spreminjal sorazmerno s toplotno obdelavo.

Drugo hipotezo moram zavrniti, saj je iz dobljenih rezultatov razvidno, da je imelo skladiščenje pomarančnega soka v zamrzovalniku manjši vpliv na njegov spekter (v primerjavi z neobdelanim sokom) kot pa pri tistem, ki je bil prekuhan pri 100 °C.

Zadnjo hipotezo pa lahko potrdim, saj sem z raziskovalnim delom določil spektre tako imenovanim standardnim raztopinam ter na podlagi dobljenih meritev določil še toplotno obdelavo komercialnih vzorcev, glede na cenovni razred pomarančnega soka.

## 9 LITERATURA

Pri pisanju raziskovalne naloge sem si pomagal tudi z podatki iz literature, svoje poročilo pa obogatil s številnim slikovnim gradivom. Pod točko 7.1 so prikazani viri za besedilo, pod točko 7.2 pa viri za slike.

### 9.1 VIRI ZA BESEDILO

- Wikipedija. Monokromator (online). (uporabljeno 28. 12. 2022)  
**Dostopno na naslovu:** <https://hr.wikipedia.org/wiki/Monokromator>
- Sanolabor. Vitamin – c (online). (uporabljeno 19. 12. 2022)  
**Dostopno na naslovu:** <https://www.sanolabor.si/sredisce-boljsega-pocutja/vitamin-c>
- Prehrana. Pomaranča (online). (uporabljeno 28. 12. 2022)  
**Dostopno na naslovu:** <https://www.prehrana.si/clanek/605-pomaranca>
- Prehrana. Vitamin – a (online). (uporabljeno 23. 12. 2022)  
**Dostopno na naslovu:** <https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/vitamini/vitamin-a>
- Wiradutaintersains. UV – vis spectrophotometer (online). (uporabljeno 19. 12. 2022)  
**Dostopno na naslovu:** <https://wiradutaintersains.co.id/product/shimadzu-uv-vis-spectrophotometer-uv-1280/>
- Nature. Spectroscopic investigation of orange juice (online). (uporabljeno 23. 11. 2022)  
**Dostopno na naslovu:** <https://www.nature.com/articles/s41598-022-11471-7>
- <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ay/c6ay01480a>  
(uporabljeno 23. 11. 2022)

### 9.2 VIRI ZA SLIKE

- Slika 1: [Pomarančni-sok-je-bolj-zdrav-od-sadeža-01.jpg](#)
- Slika 2: [uv-1280.jpg](#), [maxresdefault.jpg](#)
- Slika 3: [halogen\\_lamp\\_600x600.jpg](#)
- Slika 4: [1200px-Deuterium\\_arc\\_lamp.jpg](#)
- Slika 5: [394.jpg](#)
- Slika 8: [pipeta\\_graduada\\_sorologica\\_capp\\_em\\_ps\\_esteril\\_1ml\\_amarela\\_30\\_unidades\\_2311\\_1\\_20\\_190530111430.png](#)
- Slika 15: <https://s7g10.scene7.com/is/image/aldi/202203090022>
- Slika 16: <https://www.dana.si/wp-content/uploads/DANA-1L-pomaranca100-brez-podlageCMYK.jpg>

## IZJAVA\*

Mentor/-ica Aleksandra Ferenc v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Določanje spektra pomarančnega soka pri različnih temperaturnih obdelavah, katere avtor/-ica je Filip Rezar:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 21. 3. 2023



Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

\*

### POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.