

Zveza za tehnično kulturo Slovenije (ZOTKS)
»Srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2025«
59. srečanje

**PRIMERJAVA VSEBNOSTI VITAMINA C V ŠUMEČIH
TABLETAH IN POMARANČAH**

Raziskovalno področje: kemija

Raziskovalna naloga

Avtorica: Neli Zorc
Mentorica: Karin Hvalec, mag. prof. kem. in bio.
Šola: OŠ Martina Konšaka, Maribor

Maribor, 2025

KAZALO VSEBINE

KAZALO SLIK.....	4
KAZALO TABEL.....	5
POVZETEK	6
ABSTRACT	7
ZAHVALA	8
1. UVOD	9
1.1 Družbena odgovornost	9
1.2 Opis raziskovalnega problema	10
1.3 Hipoteze	10
1.4 Raziskovalne metode.....	10
2 TEORETIČNI DEL: VITAMIN C	11
2.1 Zgradba vitamina C	11
2.2 Izomeri	12
2.3 Topnost	12
2.4 Uporaba vitamina C	12
2.5 Viri vitamina C	13
2.6 Priporočljivi vnosi vitamina C	13
2.7 Šumeče tablete.....	14
2.7.1 Sestava šumečih tablet	15
2.7.2 Najpogostejše vrste šumečih tablet	15
2.8 Osnove varstva pri delu.....	16
3 EKSPERIMENTALNO DELO	17
3.1 Določanje vsebnosti vitamina C z jodometrično titracijo	17
3.1.1 Priprava jodove raztopine in škrobnega indikatorja.....	17
3.2 Izvedba eksperimenta	18
3.2.1 Priprava aparature za titracijo	18
3.2.2 Priprava vzorcev.....	19
4 REZULTATI.....	20
4.2 Jodometrična titracija	20
4.2.1 Pred segrevanjem	20
4.2.2 Po segrevanju do 70 °C	22
5 RAZPRAVA IN UGOTOVITVE	24

5.1 Ovrednotenje hipotez	24
6 ZAKLJUČEK.....	26
7 LITERATURA	27

KAZALO SLIK

Slika 1: Strukturna formula askorbinske kisline (Wikipedija, prosta enciklopedija, 2022).....	11
Slika 2: Izomeri vitamina C; A L-askorbinska kislina, B eritorbinska kislina in C D-askorbinska kislina (Doseděl in drugi, 2021).....	12
Slika 3: Šumeče tablete vitamina C (lasten vir)	15
Slika 4: Shema reakcije askorbinske kisline z molekulo joda (Kowalska, 2023).....	17
Slika 5: Aparatura za titracijo (Rudarska.hr, 2025).....	18
Slika 6: Raztopina šumeče tablete (lasten vir)	20
Slika 7: Preskok barve v temno modro pri jodometrični titraciji (lasten vir)	21

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vsebnost vitamina C v nekaterih živilih (na 100 g živila) (NIJZ, 2015)	13
Tabela 2: Priporočljivi dnevni vnosi vitamina C po starosti (NIJZ, 2015)	14
Tabela 3: Porabe jodove raztopine pri titraciji določanja vsebnosti vitamina C pri sobni temperaturi	21
Tabela 4: Porabe jodove raztopine pri titraciji določanja vsebnosti vitamina C pri 70 °C	22

POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo preučevali značilnosti in pomen vitamina C. Ugotovili smo, da je vitamin C eden od najpomembnejših vitaminov za človeka, ki je na voljo v številnih živilih, pa tudi kot prehransko dopolnilo. Ima zaščitno funkcijo, ki je še posebej pomembna v obdobjih obolevnosti. Je poceni način zaščite pred okužbami in raznimi boleznimi, tudi rakom.

V eksperimentalnem delu naloge smo z jodometrično titracijo določali vsebnost vitamina C v prehranskem dopolnilu – šumečih tabletah in v pomarančnem soku. Ugotovili smo, da s šumečimi tabletami dosežemo več kot dvakratni priporočen dnevni odmerek vitamina C, medem ko bi za dosego priporočenega dnevnega odmerka vitamina C morali zaužiti več kot 1,5 litra pomarančnega soka. Prav tako smo ugotovili, da je vitamin C v šumečih tabletah temperaturno bolj obstojen od vitamina C v pomarančnem soku. Nadalje sklenemo, da so šumeče tablete ustrezen in ugoden način zagotavljanja priporočenega dnevnega vnosa vitamina C za človeka.

ABSTRACT

In the research paper, we studied the characteristics and importance of vitamin C. We found that vitamin C is one of the most important vitamins for humans, available in many foods, as well as as a dietary supplement. It has a protective function, which is especially important during periods of illness. It is a cheap way to protect against infections and various diseases, including cancer. In the experimental part of the paper, we used iodometric titration to determine the content of vitamin C in a dietary supplement - effervescent tablets and in orange juice. We found that with effervescent tablets we achieve more than twice the recommended daily dose of vitamin C, while to achieve the recommended daily dose of vitamin C we would have to consume more than 1.5 liters of orange juice. We also found that vitamin C in effervescent tablets is more temperature-resistant than vitamin C in orange juice. We further conclude that effervescent tablets are an appropriate and affordable way to ensure the recommended daily intake of vitamin C for humans.

ZAHVALA

Zahvaljujem se moji mentorici za vse nasvete, podporo in potrpežljivost med pripravo te raziskovalne naloge, saj je brez nje ne bi mogla končati. Prav tako pa se tudi zahvaljujem svojim staršem za podporo in pomoč ob pisanju teoretičnega dela.

1. UVOD

Vitamin C ali askorbinska kislina je eden najpogostejših in bistvenih vitaminov. Je vodotopen vitamin in majhna molekula, ki je po zgradbi podobna glukozi. Je naravno prisoten v nekaterih živilih, dodan drugim, in je na voljo kot prehransko dopolnilo. Zaradi njegove zaščitne vloge je dodajanje vitamina C še posebej pomembno v obdobjih povečane obolevnosti, kot so sezonski prehladi. Znanstveniki in raziskovalci vsak dan odkrivajo nove funkcije vitamina C, ki že dolgo velja za enega najcenejših načinov zaščite pred okužbami, zastrupitvami, avtoimunskimi boleznimi ter razvojem raka. Čeprav se v našem telesu ne sintetizira naravno, ga lahko pridobimo z uživanjem hrane, bogate z vitaminom C (Doseděl in drugi, 2021).

Vitamin C ima ključno vlogo pri zaščiti telesa pred oksidativnim stresom, tvorbi kolagena in krepitvi imunskega sistema. Najdemo ga v svežem sadju, zlasti v citrusih, pa tudi v različnih prehranskih dopolnilih, kot so šumeče tablete. Namen te raziskave je primerjati vsebnost vitamina C v pomarančah in v šumečih tabletah ter oceniti učinkovitost obeh virov (Doseděl in drugi, 2021).

1.1 Družbena odgovornost

Z izvedeno raziskovalno nalogo smo ugotavljali, ali šumeče tablete z vitaminom C zadoščajo potrebam po dnevnem vnosu vitamina C in ali je bolj smiselno posegati po pomarančnem soku, da zadostimo priporočenemu dnevnemu vnosu.

Z uravnoteženo uporabo vitamina C se zmanjša verjetnost bolezni, kar lahko zmanjša obremenjenost zdravstvenega sistema. Odgovorna raba vključuje tudi zavedanje, da imajo nekateri ljudje omejen dostop do kakovostnih prehranskih dodatkov, zato smo želeli preveriti vsebnost vitamina C v cenovno ugodnih šumečih tabletah. K družbeni odgovornosti prispeva tudi uporaba embalaže, da se izogibamo nepotrebni plastiki ali da se izbirajo proizvajalci, ki upoštevajo okoljske standarde. K temu želimo usmeriti širšo javnost, da uporabljamo naravne vire vitamina C iz lokalnih, trajnostnih virov (npr. sadje in zelenjava).

1.2 Opis raziskovalnega problema

V naši raziskovalni nalogi želimo ugotoviti vsebnost vitamina C v svežem izbranem sadju, pomaranči, ter to vrednost primerjati z vsebnostjo vitamina v eni šumeči tableti. Vprašanja, ki so se nam pojavila:

1. Ali ena šumeča tableta zadostuje dnevni količini priporočenega odmerka?
2. Kakšne so vrednosti vitamina C v pomaranči?
3. Kako temperatura vpliva na obstojnost vitamina C v svežem sadju in v šumečih tabletah?

1.3 Hipoteze

Na podlagi raziskovalnih vprašanj smo si zastavili naslednje hipoteze:

H1: Zaužitje ene šumeče tablete z vitaminom C zadostuje količini dnevnega priporočenega odmerka.

H2: Vrednost vitamina C v svežem iztisnjem soku pomaranče je višja kakor v eni šumeči tableti.

H3: Vitamin C v sveže iztisnjem soku pomaranč je obstojnejši pri 70 °C v primerjavi s šumečimi tabletami.

1.4 Raziskovalne metode

Na spletu smo zbrali informacije o različnih načinih določanja vsebnosti vitamina C. Odločili smo se, da v raziskovalni nalogi uporabimo eksperimentalno metodo, opisano v nadaljevanju.

Ena izmed eksperimentalnih metod za določanje koncentracije vitamina C v raztopini je jodometrična titracijska metoda, pri kateri jod povzroči oksidacijo askorbinske kisline, jod pa se reducira v jodidne ione. Definicijo in potek dela smo našli na spletni strani Inštituta Jožefa Štefana, modul *Kemija v kmetijstvu: Določanje količine vitamina C v hrani*. V eksperimentalnem delu je metoda natančneje opisana.

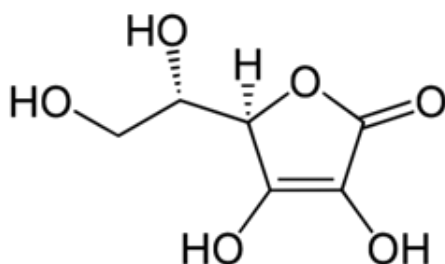
2 TEORETIČNI DEL: VITAMIN C

Vitamin C, imenovan tudi askorbinska kislina, se naravno pojavlja predvsem v vseh vrstah sadja in zelenjavi, včasih se nahaja v izdelkih živalskega izvora, čeprav v njih najpogosteje le v sledovih. Ta vitamin je vključen v številne pomembne presnovne poti, vendar pa se v človeškem telesu ne sintetizira (pomanjkanje L-gulonolaktonoksidaze encim), zato ga moramo vnesti s hrano. Dobro uravnotežena prehrana zagotavlja vnos zadostne količine askorbinske kisline s hrano. Vitamin C je eden najbolj priljubljenih antioksidantov. Zaradi svojih antioksidativnih lastnosti je ta vitamin odgovoren za zaščito pred srčno-žilnimi boleznimi, ščiti pa tudi telesne celice pred oksidativnim stresom (Kujawińska in drugi, 2022).

2.1 Zgradba vitamina C

Vitamin C ali L-askorbinska kislina je bela kristalna snov kiselkastega okusa in brez vonja. V zraku je dobro obstojna, vendar topna v vodi. Po količini je ljudje od vseh vitaminov potrebujemo največ. Je eden izmed najpomembnejših in najbolj raziskanih vitaminov (Kennedy, 1992).

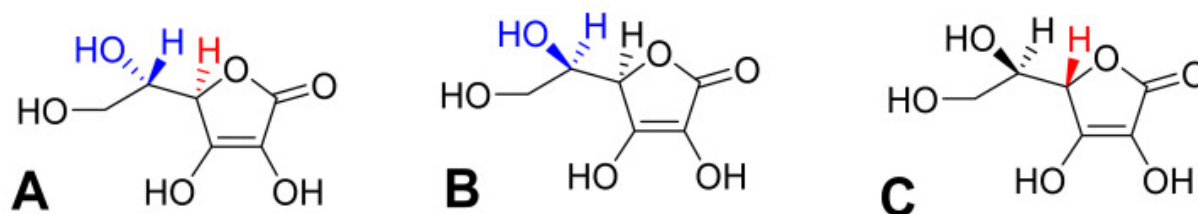
Vitamin C je organska spojina z molekulsko formulo $C_6H_8O_6$. Sestavlja jo ena sama molekula, imenovana askorbinska kislina ali askorbat, sestavljena je iz šestih atomov ogljika, osmih atomov vodika in šestih atomov kisika, povezanih s kemijskimi vezmi (Saul, 2020). Slika 1 prikazuje strukturno formulo askorbinske kisline.



Slika 1: Strukturna formula askorbinske kisline (Wikipedija, prosta enciklopedija, 2022)

2.2 Izomeri

Vitamin C obstaja v dveh izomernih oblikah: L-askorbinska kislina in D-askorbinska kislina. Biološko aktivna oblika, ki jo najdemo v naravi in jo uporabljajo živi organizmi, je L-askorbinska kislina (Dosedel in drugi, 2021). Slika 2 prikazuje izomere vitamina C.



Slika 2: Izomeri vitamina C; A L-askorbinska kislina, B eritorbinska kislina in C D-askorbinska kislina (Dosedel in drugi, 2021)

2.3 Topnost

Vitamin C je občutljiv na zrak, temperaturo, svetlobo in je topen v vodi. Najbolj stabilen je v suhi obliki. V vodnih raztopinah je vitamin C izpostavljen številnim reakcijam razgradnje, ki vplivajo na njegovo obstojnost in so odvisni od vrednosti pH, temperature, prisotnosti kisika, kovinskih ionov železa (Fe) ter bakra (Cu) in encimov (Kennedy, 1992). Tudi svetloba vpliva na razgradnjo vitamina C (Kennedy, 1992). V raziskovalni nalogi smo preverjali, katerega vitamina C po segrevanju do 70 °C ostane več.

2.4 Uporaba vitamina C

Vitamin C ima pomembno vlogo pri krepitvi imunskega sistema. Deluje kot močan antioksidant, ki ščiti bele krvne celice pred poškodbami, ki jih povzročajo prosti radikali. Poleg tega spodbuja proizvodnjo belih krvnih celic, kot so limfociti in fagociti, ki so ključne za boj proti okužbam. Vitamin C tudi povečuje proizvodnjo protiteles, ki pomagajo nevtralizirati tuje snovi, kot so bakterije in virusi (Saul, 2020).

Vitamin C je pomemben za zdravje kože, saj pomaga pri sintezi kolagena, beljakovine, ki je ključna za strukturo kože. Močna in zdrava koža deluje kot učinkovita pregrada proti patogenom. Poleg tega vitamin C podpira delovanje fagocitov, ki uničujejo patogene, in povečuje proizvodnjo interferonov, beljakovin, ki se borijo proti virusom (Saul, 2020).

Vitamin C pomaga tudi pri zmanjševanju vnetja, kar podpira uravnotežen imunski odziv, in pospešuje celjenje ran s spodbujanjem sinteze kolagena ter tvorbo novega tkiva. Zadostna količina vitamina C v prehrani je ključna za ohranjanje močnega in učinkovitega imunskega sistema ter preprečevanje bolezni, kot je skorbut (Saul, 2020).

2.5 Viri vitamina C

Vitamin C je prisoten v številnih živilih, predvsem v svežem sadju in zelenjavi. Citrusi: pomaranče, limone, grenivke, mandarine in limete imajo veliko količino vitamina C. Jagodičevje: jagode, maline, borovnice in robide prav tako vsebujejo visoke količine vitamina C. Je pa tudi veliko drugega sadja in zelenjave, npr. kivi, paprika, brokoli (ta ima zelo veliko vitamina C ter drugih hranilnih snovi), brstični ohrovt, špinača in listnata zelenjava, paradižnik ter njegovi izdelki in tropsko sadje (ananas, mango, papaja, guava) (NIJZ, 2015). Vsebnost vitamina C v posameznih živilih na 100 gramov živila prikazuje Tabela 1.

Tabela 1: Vsebnost vitamina C v nekaterih živilih (na 100 g živila) (NIJZ, 2015)

<i>Živilo</i>	<i>vsebnost vitamina C [v mg]</i>
črni ribez	117
pomaranče	50
paprika	139
brstični ohrovt	114
brokoli	97
kivi	71
jagode	64
limone	53

2.6 Priporočljivi vnosi vitamina C

Vitamin C je vodotopen vitamin, kar pomeni, da se raztaplja v vodi in se presežek hitro izloči z urinom, zato je pomembno, da ga redno uživamo s hrano. Priporočeni dnevni vnos vitamina C se razlikuje glede na starost, spol in zdravstveno stanje posameznika, vendar je splošno

priporočilo za odrasle približno 65–90 mg na dan. Kadilci potrebujejo dodatnih 35 mg vitamina C na dan zaradi povečane oksidativne obremenitve. Nosečnice do 4. meseca nosečnosti pa 110 mg (NIJZ, 2015).

V Tabeli 2 so predstavljeni priporočljivi dnevni vnosi vitamina C po starosti.

Tabela 2: Priporočljivi dnevni vnosi vitamina C po starosti (NIJZ, 2015)

<i>Starost</i>	<i>mg/dan</i>
0–4 mesecev	50
4–12 mesecev	55
1–4 leta	15
4–8 let	60
4–7 let	70
7–10 let	70
10–13 let	90
13–15 let	100
15–65+ let	100

2.7 Šumeče tablete

Šumeče ali karbonatne tablete so tablete, ki se raztopijo v vodi in sprostijo ogljikov dioksid. Ogljikov dioksid nastane z reakcijo spojine, ki vsebuje bikarbonat (lahko je natrijev bikarbonat ali magnezijev bikarbonat), s kislino, kot je citronska kislina ali vinska kislina. Obe spojini sta v tableti v obliki prahu in začeta reagirati takoj, ko se raztopita v vodi (Ipci in drugi, 2016).

Šumeče tablete so narejene s stiskanjem sestavin v obliki praškov v gosto maso. Za uporabo jih spustimo v vodo, v kateri se raztopijo, in nastane raztopina. Sestavine, ki so v prahu, so prav tako pakirane in prodane kot šumeči praški (Ipci in drugi, 2016).

Obstaja veliko različnih vrst šumečih tablet. Ko izvedemo kakršne koli poskuse, je tudi pomembno vedeti kemijsko zgradbo, saj kemijska zgradba vpliva na potek reakcije, torej koliko ogljikovega dioksida se bo izločilo (Ipci in drugi, 2016).

2.7.1 Sestava šumečih tablet

Za primerjavo vsebnosti vitamina C smo izbrali šumeče tablete znamke Mivolis, kupljene v DM drogeriji (Slika 3). Iz posodice smo izpisali sestavine šumeče tablete. Ena šumeča tableta naj bi vsebovala 240 mg vitamina C. Zraven te sestavine so v eni tableti še prisotne citronska kislina, natrijev hidrogenkarbonat, sorbitol, arome, rdeča pesa v prahu, koruzni škrob, sladila in barvilo – riboflavin.

2.7.2 Najpogostejše vrste šumečih tablet

Najpogosteje v lekarnah in trgovinah opažamo naslednje šumeče tablete:

- kalcij (protivnetno in protialergijsko delovanje, zvišuje odpornost organizma);
- magnezij (pospešuje delovanje mišic in živcev, ugodno vpliva na presnovo);
- vitamin C (krepi imunski sistem, pospešuje absorpcijo) – prikazuje jih Slika 3;
- koencim Q10 (naravni antioksidant, sodeluje pri procesih nastajanja energije v celicah).



Slika 3: Šumeče tablete vitamina C (lasten vir)

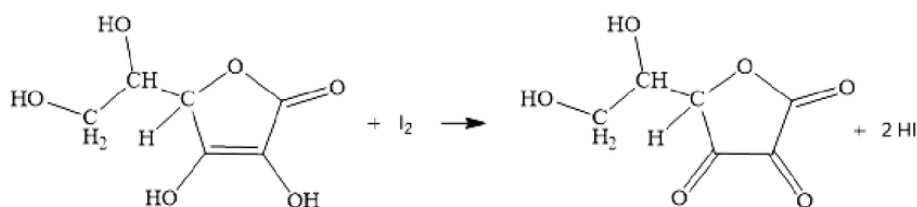
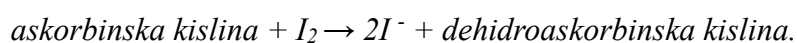
2.8 Osnove varstva pri delu

Pri eksperimentalnem delu s kemikalijami v kemijski učilnici oziroma doma moramo upoštevati temeljna načela varstva pri delu. Uporabljati moramo zaščitno haljo, rokavice in zaščitna očala. Dolgi lasje morajo biti speti. Prostor mora biti dovolj osvetljen. Na dosegljivem mestu mora biti škatla s prvo pomočjo in vir tekoče vode. S kemijskimi pripomočki ravnamo skrajno previdno. Kemikalije imamo spravljene v označenih posodicah. Prav tako tudi vmesne produkte shranjujemo v zaprtih in označenih stekleničkah. Delo opravljamo pod nadzorom odrasle osebe (mentorja).

3 EKSPERIMENTALNO DELO

3.1 Določanje vsebnosti vitamina C z jodometrično titracijo

Eksperimentalna metoda, s pomočjo katere smo določali koncentracije vitamina C, je bila redoks reakcija pri titraciji z jodom. Ko v vzorec raztopine z vitaminom C dodamo jod, ta povzroči oksidacijo askorbinske kisline v dehidroaskorbinsko kislino, jod pa se reducira v jodidne ione, kot prikazuje Slika 4:



Slika 4: Shema reakcije askorbinske kisline z molekulo joda (Kowalska, 2023)

Jod se reducira do jodida, dokler je prisotna askorbinska kislina. Ko se vsa askorbinska kislina oksidira, začne odvečni jodid reagirati s škrobnim indikatorjem in tvori kompleks temno modre barve. Takrat dosežemo končno točko titracije (Inštitut Jožef Štefan, 2025).

3.1.1 Priprava jodove raztopine in škrobnega indikatorja

Obe raztopini smo pripravili v skladu z navodili *Instituta Jožefa Štefana, Kemija v kmetijstvu; Določanje količine vitamina C v hrani*.

a) Priprava jodove raztopine

Za pripravo 0,011 M jodove raztopine smo v 100 mL čašo zatehtali 2 g kalijevega jodida in 0,3 g joda, dodali nekaj mililitrov destilirane vode ter mešali nekaj minut. Pripravljeno raztopino smo prelili v 100 mL merilno bučko, pri tem pa pazili, da smo z destilirano vodo iz čaše sprali vse ostanke. Z destilirano vodo smo dopolnili do oznake.

b) Priprava škrobnega indikatorja

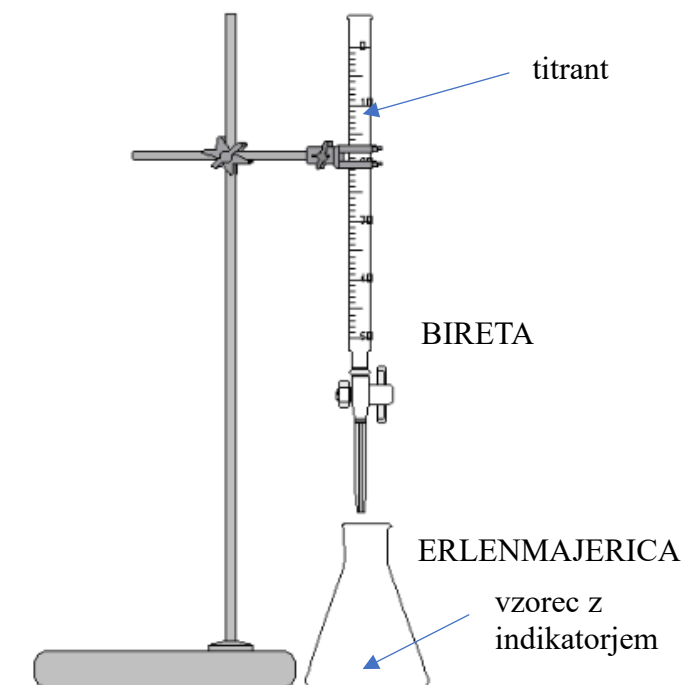
V čašo smo zatehtali 0,25 g topnega škroba in prelili s 50 mL skoraj vrele vode. Raztopino smo mešali, dokler se ves škrob ni raztopil. Vsebino smo pred uporabo ohladili.

3.2 Izvedba eksperimenta

Z jodometrično titracijo smo ugotavljali maso vitamina C v pripravljenih vzorcih in jih primerjali z rezultati na spletu in z vsebnostjo vitamina C, zapisano na embalaži izdelka.

3.2.1 Priprava aparature za titracijo

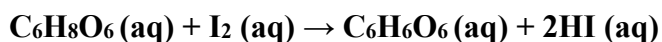
Bireto vpremo v stojalo in jo napolnimo 0,011 M jodovo raztopino, katere koncentracijo natančno poznamo. Pod bireto postavimo erlenmajerico, v katero smo odpipetirali 20 mL vzorca askorbinske kisline (vzorca 1 in 2, opisana v poglavju 3.2.2). V čašo dodamo nekaj kapljic škrobnega indikatorja, pripravljenega po postopku b) iz poglavja 3.1.1. Iz birete previdno po kapljicah spuščamo standardno jodovo raztopino (pripravljeno po postopku a) iz poglavja 3.1.1) do preskoka barve indikatorja v čaši. Iz porabe jodove raztopine z znano koncentracijo lahko matematično določimo koncentracijo kisline v preiskovanem vzorcu.



Slika 5: Aparatura za titracijo (Rudarska.hr, 2025)

Maso vitamina C v posameznem vzorcu nato izračunamo na osnovi množine snovi.

Kemijska enačba:



Iz reakcije ugotovimo, da je množinsko razmerje med askorbinsko kislino in jodom 1:1, zato iz reakcije sledi:

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = n(\text{I}_2)$$

Za izračun molarne koncentracije mi je na pomoč priskočila mentorica in mi predstavila potrebne postopke za izračun.

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) \cdot V(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = c(\text{I}_2) \cdot V(\text{I}_2)$$

Enačba za izračun molarne koncentracije vitamina C v vzorcu:

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = c(\text{I}_2) \cdot V(\text{I}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) / V(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$$

Enačba za izračun masne koncentracije vitamina C v vzorcu:

$$\gamma (\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$$

3.2.2 Priprava vzorcev

1. vzorec – šumeča tableta: eno šumečo tableto z vitaminom C (znamke Mivolis, kupljene v drogeriji DM) smo raztopili v 100 mL destilirane vode.

2. vzorec – sveže iztisnjen pomarančni sok: sveže iztisnjen sok pomaranč smo prefiltrirali čez gazo, da niso vsebovali nobenih vlaken. Skozi gazo smo jih večkrat splahnili z destilirano vodo. Iztisnili smo 100 mL svežega pomarančnega soka.

Od vsakega vzorca smo 20 mL odpipetirali v erlenmajerico in dodali škrobni indikator.

4 REZULTATI

4.2 Jodometrična titracija

Jodometrično titracijo smo izvedli z obema vzorcema, svežim pomarančnim sokom in raztopino šumeče tablete, pred segrevanjem in po segrevanju do 70 °C. Vsak vzorec smo titriral dvakrat. Za izračun smo uporabili povprečje obeh titracij, izračunano po spodnji enačbi:

$$\bar{V} = ((V1 + V2))/2$$



Slika 6: Raztopina šumeče tablete (lasten vir)

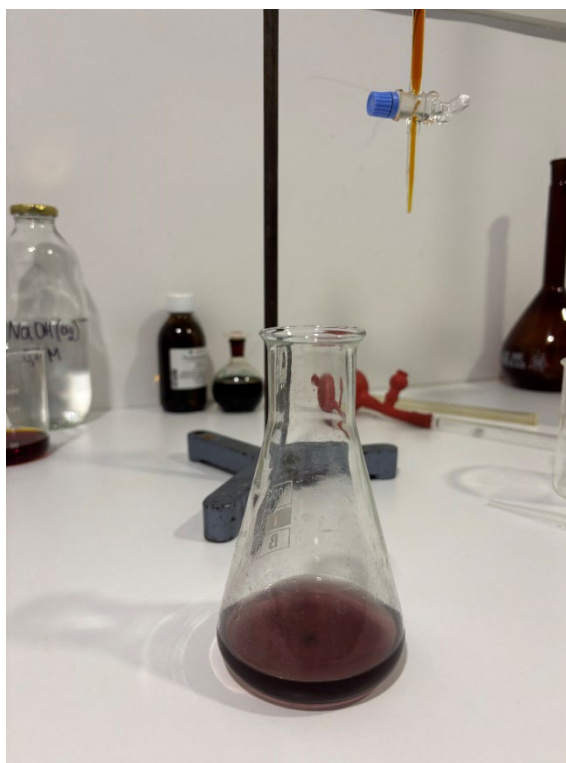
4.2.1 Pred segrevanjem

Vsebnost vitamina C smo najprej preverjali v obeh vzorcih pri sobni temperaturi. Tabela 3 prikazuje rezultate porabe jodove raztopine pri titraciji.

Tabela 3: Porabe jodove raztopine pri titraciji določanja vsebnosti vitamina C pri sobni temperaturi

	Svež pomarančni sok	Šumeča tableta
V_1	6,9 mL	23,5 mL
V_2	6,7 mL	23,2 mL
$V_{(povp.)}$	6,8 mL	23,35 mL

Slika 7 prikazuje obarvanje po jodometrični titraciji.



Slika 7: Preskok barve v temno modro pri jodometrični titraciji (lasten vir)

Izračun:

$$M_{C_6H_8O_6} = 176,12 \text{ g/mol}$$

$$V_{p.soka} = 20 \text{ mL}$$

$$C_{j.raztopine} = 0,011 \text{ M}$$

Sveži pomarančni sok:

$$20 \text{ mL} \cdot c_1 = 0,011 \text{ M} \cdot 6,8 \text{ mL}$$

$$c_1 = \frac{0,011 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0068 \text{ L}}{0,020 \text{ L}} = 0,00374 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\gamma = c_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} = 0,00374 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 176,12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,6586 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 65,86 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Šumeča tableta

$$20 \text{ mL} \cdot c_1 = 0,011 \text{ M} \cdot 23,35 \text{ mL}$$

$$c_1 = \frac{0,011 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,02335 \text{ L}}{0,020 \text{ L}} = 0,0128 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\gamma = c_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} = 0,0128 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 176,12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,2618 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 226,18 \frac{\text{mg}}{\text{šumečo tableto}}$$

4.2.2 Po segrevanju do 70 °C

Oba vzorca smo segrevali do 70 °C, ponovno odpipetirali po 20 mL in izvedli jodometrično titracijo. Tabela 4 prikazuje porabo jodove raztopine pri titraciji ob določanju vsebnosti vitamina C.

Tabela 4: Porabe jodove raztopine pri titraciji določanja vsebnosti vitamina C pri 70 °C

	Svež pomarančni sok	Šumeča tableta
V ₁	6,1 mL	21,5 mL
V ₂	5,7 mL	21,9 mL
V _(povp.)	5,9 mL	21,7 mL

Izračun:

$$M_{C_6H_8O_6} = 176,12 \text{ g/mol}$$

$$V_{p.soka} = 20 \text{ mL}$$

$$c_{j.raztopine} = 0,011 \text{ M}$$

Sveži pomarančni sok:

$$20 \text{ mL} \cdot c_1 = 0,011 \text{ M} \cdot 5,9 \text{ mL}$$

$$c_1 = \frac{0,011 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0059 \text{ L}}{0,020 \text{ L}} = 0,003245 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\gamma = c_{C_6H_8O_6} \cdot M_{C_6H_8O_6} = 0,003245 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 176,12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,5715 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 57,15 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Šumeča tableta

$$20 \text{ mL} \cdot c_1 = 0,011 \text{ M} \cdot 21,7 \text{ mL}$$

$$c_1 = \frac{0,011 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,0217 \text{ L}}{0,020 \text{ L}} = 0,0119 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\gamma = c_{C_6H_8O_6} \cdot M_{C_6H_8O_6} = 0,0119 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 176,12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,1019 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 210,2 \frac{\text{mg}}{\text{šumečo tableto}}$$

5 RAZPRAVA IN UGOTOVITVE

Ugotovili smo, da je bila vsebnost vitamina C v sveže iztisnjenem pomarančnem soku pred segrevanjem 65,86 mg/L, medtem ko je po segrevanju znašala 57,15 mg/L.

Vsebnost vitamina C v šumečih tabletah je znašala 226,18 mg na šumečo tableto pred segrevanjem, po segrevanju pa 210,2 mg na šumečo tableto. Na deklaraciji šumečih tablet je zapisano, da vsebujejo 240 mg vitamina C na tableto. Ugotovili smo, da prihaja do rahlega odstopanja, saj šumeče tablete vsebujejo 94,2 % predvidene količine vitamina C.

Prav tako smo ugotovili, da se tako pri pomarančnem soku kot pri šumečih tabletah s segrevanjem vsebnost vitamina C zmanjšuje. S tem smo dokazali, da povišanje temperature vpliva na stabilnost vitamina C v raztopini, ki je posledično podvržen reakcijam razgradnje. Ugotovili smo, da po segrevanju do 70 °C v pomarančnem soku ostane 86,77 % začetne vsebnosti vitamina C, v šumečih tabletah pa 92,93 % vitamina C, kar pomeni, da je vitamin C v šumečih tabletah bolj obstojen kot v pomarančnem soku.

5.1 Ovrednotenje hipotez

H1: Zaužitje ene šumeče tablete z vitaminom C zadostuje količini dnevnega priporočenega odmerka.

Ugotovili smo, da je vsebnost vitamina C v eni šumeči tableti 226,18 mg. Priporočen dnevni vnos vitamina C znaša 100 mg/dan za odraslega človeka (NIJZ, 2015), kar pomeni, da z eno šumečo tableto dosežemo 226,18 % priporočenega dnevnega vnosa vitamina C. Prvo hipotezo posledično potrjujemo.

H2: Vrednost vitamina C v svežem iztisnjenem soku pomaranče, je višja kakor v eni šumeči tableti.

Vsebnost vitamina C v pomarančnem soku je 65,86 mg/L, medtem ko je v šumeči tableti 226,18 mg vitamina C. Da bi zaužili enako količino vitamina C iz pomarančnega soka, bi morali zaužiti 3,43 litra pomarančnega soka, da bi dosegli priporočen dnevni vnos vitamina C iz pomarančnega soka pa 1,52 litra soka. Drugo hipotezo zavračamo.

H3: Vitamin C v sveže iztisnjenem soku pomaranč je obstojnejši pri 70 °C v primerjavi s šumečimi tabletami.

Ugotovili smo, da so šumeče tablete po segrevanju ohranile 92,93 % vitamina C, medtem ko je pomarančni sok ohranil 86,77 % vitamina C. Tretjo hipotezo zavračamo.

6 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo ugotavljali vsebnost vitamina C v šumečih tabletah in v pomarančnem soku. Izvedli smo jodometrično titracijo, za namen katere smo si najprej pripravili standardno jodovo raztopino in škrobov indikator. Vzorce smo si pripravili z raztapljanjem šumeče tablete v vodi in pa s stiskanjem svežega pomarančnega soka. Vsak vzorec smo dvakrat titrirali pred segrevanjem, torej na sobni temperaturi in dvakrat po segrevanju do 70 °C.

Ugotovili smo, da je vsebnost vitamina C v eni šumeči tableti 226,18 mg, kar zadostuje 226,18 % priporočenega dnevnega vnosa vitamina C za odraslo osebo. Pomarančni sok vsebuje 65,86 mg/L vitamina C, posledično ugotavljamo, da bi morali zaužiti 1,52 litra soka, da bi zadostili priporočenemu dnevemu vnosu vitamina C. Preverjali smo tudi temperaturno stabilnost vitamina C tako v šumečih tabletah kot v soku. Ugotovili smo, da je vitamin C stabilnejši v šumečih tabletah, saj ohrani 92,93 % svoje začetne vrednosti, medtem ko v soku ohrani 86,77 % svoje začetne vrednosti.

Menimo, da smo dosegli namen zastavljene raziskovalne naloge, saj smo na podlagi pridobljenih rezultatov overili vse tri hipoteze. Prvo hipotezo, ki se je glasila »Zaužitje ene šumeče tablete z vitaminom C zadostuje količini dnevnega priporočenega odmerka.«, smo potrdili, medtem ko smo drugo: »Vrednosti vitamina C v pomarančah so višje kot v šumečih tabletah.« in tretjo: »Vitamin C v sveže iztisnjenem soku pomaranč je obstojnejši pri 70 °C v primerjavi s šumečimi tabletami.« ovrgli.

7 LITERATURA

Doseděl, M. in drugi. (2021). Vitamin C-Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, and Determination. *Nutrients*, 13(2), p. 615.

Ipci, K., Öktemer, T., Birdane, L., Altintoprak, N., Muluk, N.B., Passali, A.L., Bellussi, L., Mladina, R., Pawankar, R. in Cingi, C. (2016). Effervescent tablets: a safe and practical delivery system for drug administration. *ENT Updates*, 6(1), pp. 46-50.

Inštitut Jožef Štefan. (2025). *Določevanje količine vitamina C v hrani*. Pridobljeno 20.1.2025 na: http://tehnologije.ijs.si/wp-content/uploads/2020/06/STEM4YouthKemijavKmetijstvu_SI_final_dijaki.pdf.

Kennedy, J.F., Rivera, Z.S., Lloyd, L.L., Warner, F.P. in Jumel, K. (1992). l-Ascorbic acid stability in aseptically processed orange juice in TetraBrik cartons and the effect of oxygen. *Food Chemistry*, 45(5), pp. 327-331.

Kowalska, M.K. (2023). The reaction between vitamin C and iodine. *Applied Sciences*, 13(6), p. 3624.

Kujawińska, M., Kawulok, I., Szczyrba, A. in Grot-Nigowska, M. (2022). Vitamin C content in orange juices obtained by different methods. *Journal of Education Health and Sport*, 12(6), pp. 253-267.

NIJZ. (2015). *Ocena tveganja za zdravje ljudi v povezavi z uživanjem prehranskih dopolnil, ki vsebujejo 1000 ali več mg vitamina C v dnevni odmerku*. Pridobljeno 20.1.2025 na: https://nijz.si/wp-content/uploads/2015/02/vitamin_c_0.pdf.

Rudarska.hr (2025). *Neutralizacija*. Pridobljeno 20.1.2025 na: <http://www.rudarska.hr/wp-content/uploads/2018/02/Vjezba-21-Neutralizacija.pdf>.

Saul, D.S.. (2020). *Izvrstno naravno zdravilo vitamin C*. Ljubljana: ARA založba d.o.o.

Wikipedija, prosta enciklopedija. (2022). *Vitamin C*. Pridobljeno 15.1.2025 na: https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C.