

Srednja ekonomsko-poslovna šola Koper

C-vitamin v citrusih

Raziskovalna naloga

Področje: kemija

Mentorica:
Andreja Marzi, univ. dipl. kemik

Avtorici:
Zala Birsa,
Melissa Brivitulo

Koper, marec 2024

Kazalo vsebine

1	Uvod.....	6
2	Hipoteze	6
3	Teoretični del: o citrusih in C-vitaminu.....	7
3.1	Citrusi.....	7
3.2	C-vitamin.....	7
3.2.1	Na kakšen način lahko vnašamo C-vitamin v organizem?	7
3.2.2	Vpliv C-vitamina na človeka	8
3.2.3	Metode določanja C-vitamina.....	8
3.2.4	Izbrana metoda.....	8
4	Metoda dela.....	9
4.1	Eksperimentalni del.....	9
4.2	Laboratorijski pribor	9
4.3	Merilni instrumenti.....	9
4.4	Kemikalije	9
4.5	Zaščitna oprema	10
4.6	Vzorci citrusov	10
4.7	Potek dela	10
4.7.1	Priprava reagentov	10
4.7.2	Priprava vzorcev za titracijo	11
4.7.3	Titracija.....	11
4.7.4	Izračun faktorja F	11
4.7.5	Izračun mase askorbinske kisline v vzorcu soka	11
4.7.6	Za izračun mase v 100 mL soka citrusa.....	11
5	Rezultati	15
5.1	Laboratorijsko delo	15
5.1.1	Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih pomarančah	16
5.1.2	Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih pomarančah.....	17
5.1.3	Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih limonah.....	18
5.1.4	Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih limonah.....	19
5.1.5	Količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov	20
6	Razprava in zaključek	21
6.1	Zaključki glede laboratorijskega dela in ugotovite iz poskusov	21
6.2	Nadaljnje raziskovanje	22
	Viri literature.....	23
	Viri slik	23

Kazalo slik

Slika 1: Kemijska formula C-vitamina	7
Slika 2: Enačba reakcije med askorbinsko kislino in DCPIP	8
Slika 3: Pripravljeni reagenti (raztopine DCPIP, standardne askorbinske in fosforjeve(V) kisline).....	12
Slika 4: Vzorci sokov citrusov	12
Slika 5: Dodajanje titranta DCPIP v bireto	12
Slika 6: Pipetiranje vzorca soka citrusa v erlenmajerice	13
Slika 7: Pripravljanje vzorcev za titriranje.....	13
Slika 8: Titriranje vzorcev	13
Slika 9: Barva vzorca v ekvivalentni točki	14
Slika 10: Delovna površina.....	14

Kazalo grafov

Graf 1: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih pomarančah	16
Graf 2: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih pomarančah	17
Graf 3: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih limonah	18
Graf 4: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih limonah.....	19
Graf 5: Količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov	20

Kazalo tabel

Tabela 1: Kemikalije in piktogrami	10
Tabela 2: Količina C-vitamina v sokovih citrusov	15
Tabela 3: Faktorji za izračun količine C-vitamina.....	16
Tabela 4: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih pomarančah	16
Tabela 5: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih pomarančah.....	17
Tabela 6: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih limonah.....	18
Tabela 7: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih limonah.....	19
Tabela 8: Količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov	20

POVZETEK

Kemija je bila vedno eden najinih najljubših predmetov, zato sva se odločili, da nadgradiva znanje in narediva raziskovalno nalogo. Za temo raziskovanja sva si izbrali ugotavljanje količine askorbinske kisline, poznane tudi kot C-vitamin, v citrusih, ker sva vedeli, da bodo izsledki tega raziskovanja koristni in uporabni v vsakdanjem življenju.

Količino C-vitamina sva določali s titracijo z DCPIP.

Želeli sva raziskati, kako na enostaven način zaužiti dovolj C-vitamina, predvsem v zimskih mesecih, ko je treba še bolj krepiti imunski sistem. Vedeli sva, da so na slovenski Obali ugodni pogoji za gojenje citrusov, kar še bolj poudari njihovo uporabnost in pomembnost. Zato sva za eksperimente tudi izkoristili najine doma pridelane limone. Sicer pa je tudi v trgovinah široka ponudba različnih citrusov.

Z raziskovanjem, ki je temeljilo na kemijskih poskusih, sva ugotavljali, katera vrsta citrusov vsebuje največ C-vitamina in ali se količina le tega spreminja glede na zrelost sadežev ter glede na to, ali je sadje domače in ekološko pridelano, ali uvoženo.

Ugotovili sva, da zrelost različnih vrst citrusov različno vpliva na količino C-vitamina ter da je več C-vitamina v domačem ekološkem sadju.

Glede na rezultate bi dnevno potrebo po C-vitaminu zadostili že z dvema zrelima pomarančama in tremi do štirimi zrelimi limonami.

Ključne besede: vitamin C – askorbinska kislina, citrusi, titracija, DCPIP, imunski sistem

SUMMARY

Chemistry has always been one of our favorite subjects, so we decided to upgrade our knowledge and do a research project. We chose the determination of the amount of ascorbic acid, also known as vitamin C, in citrus fruits as the research topic, because we knew that the results of this research would be useful and applicable in the everyday life. The amount of vitamin C was determined by titration with DCPIP.

We wanted to research how to easily, comfortably consume enough vitamin C, especially in the winter, when the immune system needs to be strengthened even more. We knew that the Slovenian coast has favorable conditions for growing citrus fruits, which emphasizes their usefulness and importance even more. That's why we also used our home-grown citrus fruits for experiments. Otherwise, there is also a wide range of different citrus fruits in stores.

Through research based on chemistry experiments, we found out, which type of citrus contains the most vitamin C and whether its amount varies depending on the ripeness of the fruit and whether the fruit is organic and home-grown or imported.

We found out that the ripeness of different types of citrus has a different effect on the amount of vitamin C and that there is more vitamin C in home-grown organic fruit.

According to the results, the daily need for vitamin C could be met with two ripe oranges and three to four ripe lemons.

Key words: vitamin C – ascorbic acid, citrus fruits, titration, DCPIP, immune system

ZAHVALE

Zahvaljujeva se profesorici Andreji Marzi za spodbude in napotke pri delu in izdelavi raziskovalne naloge.

Zahvaljujeva se tudi Srednji ekonomsko-poslovni šoli Koper, ki je omogočila nakup potrebne opreme za izvedbo poskusov.

1 Uvod

Jeseni in pozimi sva zasledili, da se na različnih področjih veliko poudarja pomembnost C-vitamina. S prebiranjem literature sva se naučili, da ima pomembno vlogo v prehrani, predvsem za ohranjanje zdravja s krepitvijo obrambne sposobnosti telesa in podporo metabolizmu ter pri psihičnih in fizičnih obremenitvah. Ugotovili sva tudi, da ga naravno najdemo tudi v naši koži, kjer ima pomembno nalogo pri celjenju aken, nastajanju kolagena, povečanju barierne funkcije kože in zmanjševanju izgube vlage, ščiti pred poškodbami UV sevanja in preprečuje nastanek starostih peg in ga zato uporabljamo tudi v kozmetiki.

Odločili sva se narediti raziskovalno nalogo v povezavi z njim, ki bi doprinesla koristne rezultate za vsakdanje življenje, in sicer z raziskovanjem količine C-vitamina v citrusih. Človeško telo C-vitamin, kot zgoraj navedeno, potrebuje za normalno delovanje in krepitev telesa. Pomembno je, da telo zaščitimo predvsem v zimskih mesecih, ko je tveganje za okužbe in bolezni večje. Preprost način za zagotavljanje dovoljšne količine C-vitamina v telesu je, da uživamo veliko citrusov, ki dozoriijo ravno pozimi. Mednje spadajo limone, grenivke, pomela, mandarine, klementine, limete, pomaranče idr.. Midve sva za vzorce izbrali sadje, ki je v času eksperimentiranja zrelo tudi pri nas, domače pomaranče in limone pa prav na našem vrtu.

Med prebiranjem literature nisva nikjer zasledili, da bi obstajale raziskave, ki bi razločevali količino C-vitamina glede na to, ali je bilo sadje ekološko in domače ali pa uvoženo. Zato sva se osredotočili predvsem na raziskovanje vpliva te lastnosti ter vpliv zrelosti sadeža na količino C-vitamina.

Zanimalo naju je:

- kateri citrusni sadeži vsebujejo največjo količino C-vitamina,
- ali zrelost sadeža vpliva na količino C-vitamina v citrusih,
- ali je količina C-vitamina različna v domačem ali uvoženem sadju.

Najin cilj je bil dobiti odgovore na ta vprašanja preko raziskovalnega dela, ki je temeljilo na kemijskih poskusih.

2 Hipoteze

Pred začetkom eksperimentiranja sva si zastavili naslednje hipoteze:

Hipoteza 1: Zrele pomaranče vsebujejo več C-vitamina kot nezrele.

Hipoteza 2: Domače ekološke pomaranče vsebujejo več C-vitamina kot uvožene.

Hipoteza 3: Zrele limone vsebujejo več C-vitamina kot nezrele.

Hipoteza 4: Domače ekološke limone vsebujejo več C-vitamina kot uvožene.

Hipoteza 5: Največ C-vitamina vsebujejo pomaranče.

Hipoteza 6: Najmanj C-vitamina vsebujejo limone.

Pri hipotezah 1 in 3 sva primerjali zrelost domačih pomaranč in limon.

Pri hipotezah 2 in 4 sva primerjali le zrele domače in uvožene pomaranče in limone.

Pri hipotezah 5 in 6 sva primerjali količino C-vitamina med zreliimi uvoženimi pomarančami, limonami, grenivkami in mandarinami.

3 Teoretični del: o citrusih in C-vitaminu

3.1 Citrusi

»Citrusi so najbolj razširjen rod agrumov iz družine rutičevk (Rutaceae). Pridelujejo jih predvsem za sveže sadje in predelavo v sok. Domovina citrusov je severovzhodna Azija, od koder se je gojenje razširilo širom po svetu. Sočni sadeži, ki jih danes uživamo predvsem v zimskem času, zrastejo na grmih ali drevesih rastlinskih vrst, ki so nastale s križanjem primarnih vrst citrusov.« (<https://www.prehrana.si/clanek/602-citrusi>)

»Citrusi sodijo med neklimatekterno sadje, saj njihove hranilne vrednosti po obiranju ni več mogoče izboljšati. Zato je treba obiranje opraviti, ko sta zrelost in kakovost najboljši.

Ta kategorija sadja z visoko vsebnostjo kislin in C-vitamina vsebuje številne vrste in veliko več podvrst. Ker je mogoče vrste citrusov zlahka križati med vrstami in zaradi klonskih variacij je zelo težko natančno določiti število vrst.« (<https://www.sciencedirect.com>)

»Strokovnjaki menijo, da so izvorni citrusi le trije: mandarina, pomelo in citróna. Med križane citruse pa uvrščajo vse ostale vrste: pomaranča, limona, limeta, grenivka, klementina, bergamotka, kinoto, kumkvat, in kombava.« (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Citrus>)

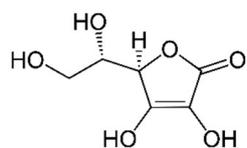
»Prvotno so citruse gojili za pridobivanje dišečih eteričnih olj, tako iz cvetov kot oplodja. Danes pa jih gojimo tudi za prehrano. Predvsem v zimskem času cenimo citruse zaradi vsebnosti vitamina C.« (<https://www.prehrana.si/clanek/602-citrusi>)

3.2 C-vitamin

»Vitamin C (askorbinska kislina; $C_6H_8O_6$) je vodotopen vitamin. Vitamin C je najpomembnejši antioksidant v ekstracelularni tekočini. Organizem varuje pred reaktivnimi prostimi radikali.

Pomanjkanje askorbinske kisline povzroči skorbut, tj. napako pri nastanku vezivne beljakovine kolagena.

Nahaja se v veliki večini svežega sadja, kot so agrumi ter jagodičevje in zelenjavi, kot so kisló zelje, paprika, grah, paradižnik, brstični ohrovt itd.« (https://sl.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C).



Slika 1: Kemijska formula C-vitamina

3.2.1 Na kakšen način lahko vnašamo C-vitamin v organizem?

Mnoge živali lahko vitamin C sintetizirajo same, človek, opice in morski prašički pa ga moramo v telo vnesti s hrano ali prehranskimi dopolnili ter dodatki.

Dnevne potrebe po vitaminih se pri ljudeh razlikujejo in so odvisne od stanja metabolizma posameznika, od starosti ter spola. Tako je priporočena dnevna doza vitamina C za odrasle okoli 100 mg na dan, nosečnice naj bi zaužile 110 mg, doječe matere 150 mg in kadilci vsaj 150 mg na dan. Mnogi strokovnjaki priporočajo, da naj bi se zaradi dokazano pozitivnih učinkov za zdravje, priporočena dnevna doza povečala na 200 mg na dan.

»Vitamin C lahko dobimo s hrano v dveh oblikah, in sicer kot askorbinsko kislino, ki je močan reducent, in v oksidirani obliki kot dehidroaskorbinsko kislino. Čeprav se vitamin C nahaja v

telesnih tekočinah večinoma v reducirani obliki, sta askorbinska kislina, tako kot dehidroaskorbinska kislina, biološko aktivni in se v organizmu v encimsko kataliziranih reakcijah oksidacije in redukcije eden v drugega pretvarjata.« (https://sl.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C)

»Pri vitaminu C je potrebno upoštevati, da je izredno občutljiv na zunanje dejavnike, kot so toplota (nad 10 °C), svetloba in kisik. S prekomerno toplotno obdelavo se lahko iz živila izgubi tudi do 50 % prvotne vsebnosti vitamina C, s kuhanjem v vodi pa tudi več! Blansiranje (kuhanje v vreli tekočini) povzroči zmanjšanje vitamina C za 25-35 %. Rezanje, lupljenje in podobna mehanska obdelava prav tako zelo zmanjšajo vsebnost vitamina v živilu zaradi delovanja encimov. Zelenjavo in sadje režemo na večje kose in sicer tik pred uporabo oz. uživanjem. Izogibajmo se mletju in pasiranju, oziroma takšne kaše in sokove zaužijmo takoj po pripravi.« (<https://www.lekarnar.com/clanki/podrobneje-o-vitaminu-c>)

3.2.2 Vpliv C-vitamina na človeka

- Pomemben je pri tvorbi kolagena ter tako omogoča normalno delovanje žil, kosti, hrustanca, dlesni, kože in zob,
- prispeva k zmanjševanju utrujenosti in izčrpanosti,
- ima vlogo pri delovanju imunskega sistema,
- povečuje absorpcijo železa.

»V kolikor telo ne dobi zadosti vitamina C dnevno, se pogosteje pojavljajo modrice, krvavitve dlesni, slabo celjenje ran, izpadanje zob, pojavijo se bolečine v sklepih in okužbe.« (<https://www.lekarnar.com/clanki/podrobneje-o-vitaminu-c>)

3.2.3 Metode določanja C-vitamina

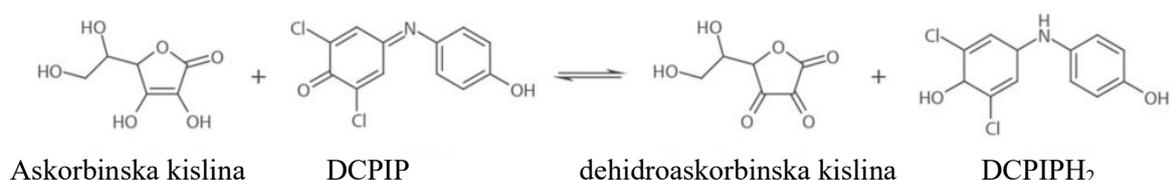
Pri izbiri metode dela za eksperimentalni del najine raziskovalne naloge sva pregledali več virov in med njimi izbrali postopek, ki je predstavljen v nadaljevanju.

Za določanje vitamina C je mogoče uporabiti številne metode, kot so spektrofotometrija (merjenje absorpcije svetlobe pri prehodu skozi raztopino vzorca), elektroforeza (ioni oz. električno nabiti koloidni delci potujejo v električnem polju), tekočinska kromatografija HPLC (kjer gre za ločevanje in določanje neke komponente raztopljene v topilu – mobilni fazi – ki potuje skozi kromatografsko kolono s stacionarno fazo) in titracija.

3.2.4 Izbrana metoda

Odločili pa sva se za oksidacijsko-redukcijsko titracijsko metodo z diklorofenolindofenolom (DCPIP), pri kateri se askorbinska kislina v vzorcu oksidira v dehidroaskorbinsko kislino, modro indofenolno barvilo pa se reducira v brezbarvno spojino.

Slika 2: Enačba reakcije med askorbinsko kislino in DCPIP



Titracija je postopek, pri katerem odmerjeni množini raztopljenega vzorca počasi dodajamo raztopino titranta znane koncentracije, dokler reakcija ni končana. Konec reakcije predstavlja ekvivalentna točka.

V najinem poskusih jo je bilo mogoče zaznati, ko se je vzorec pri titriranju z DCPIP obarval v rožnato barvo, ki je bila obstojna vsaj 10 sekund.

Askorbinska kislina je močan reducent in kot tako jo lahko določimo s titracijo z oksidanti. Kot močan oksidant sva v najinem primeru uporabili raztopino diklorofenolindofenol-a (DCPIP). Istočasno je ta raztopina služila kot indikator, s katerim sva opazovali spremembo barve vzorcev.

4 Metoda dela

4.1 Eksperimentalni del

Za potrebe najine raziskovalne naloge sva uporabili naslednje metode:

- pregled literature,
- laboratorijsko delo.

Literaturo sva zbrali na spletu, kjer se je največkrat pojavljala titracija z jodom. Večinoma sva se opirali na postopek, objavljen na spletni strani Royal society of chemistry, ki sva ga prilagodili najinim vzorcem.

Ko sva zbrali vso literaturo, sva naredili koncept najinega raziskovanja. Kot temeljno metodo najinega raziskovanja sva postavili laboratorijsko delo, ki je temeljilo na titracijah. Natančno sva določili postopek poskusov in pripravili laboratorijski pribor.

Laboratorijsko delo sva opravili v šoli, v kabinetu kemije.

4.2 Laboratorijski pribor

Za poskuse sva potrebovali :

- merilne bučke; 100 mL, 250 mL, 500 mL,
- erlenmajerice; 250 mL, 300 mL,
- birete; 25 mL, 50 mL,
- merilne pipete; 10 mL, 20 mL,
- čaše; 100 mL,
- stojalo in prižeme,
- kovinske žličke,
- puhalko z deionizirano vodo,
- stekleno palčko,
- lije,
- cedilo,
- Pasteurjeve pipete.

4.3 Merilni instrumenti

Za tehtanje sva uporabili laboratorijsko tehtnico znamke Santorius.

4.4 Kemikalije

V poskusih sva uporabili naslednje kemikalije:

Kemikalija	Piktogrami za nevarne lastnosti
L-askorbinska kislina (s)	/
Fosforjeva(V) kislina H ₃ PO ₄ (l)	
Diklorofenolindofenol (DCPIP) (s)	

Tabela 1: Kemikalije in piktogrami

4.5 Zaščitna oprema

Pri delu sva uporabili naslednjo zaščitno opremo:

- halja,
- rokavice.

4.6 Vzorci citrusov

S titriranjem sva določili količino C-vitamina v osmih vzorcih citrusov. Izbrali sva naslednje vzorce:

- domača nezrela pomaranča,
- domača zrela pomaranča,
- domača nezrela limona,
- domača zrela limona,
- uvožena zrela pomaranča,
- uvožena zrela limona,
- uvožena zrela grenivka,
- uvožena zrela mandarina.

4.7 Potek dela

4.7.1 Priprava reagentov (glej sliko 2)

4.7.1.1 Priprava titranta DCPIP

V manjši čaši sva natančno natehtali 0,04 g trdnega DCPIP in dodali nekoliko deionizirane vode. Sprva nehomogeno zmes sva mešali s stekleno palčko toliko časa, dokler se DCPIP ni popolnoma raztopil.

Homogeno raztopino sva nato prelili v merilno bučko in s puhalko dolili deionizirano vodo do oznake za 100 mL.

4.7.1.2 Priprava raztopine standardne askorbinske kisline

Ponovno sva v manjši čisti čaši natančno odtehtali 0,25 g askorbinske kisline in jo raztopili v manjši količini deionizirane vode. Zmes sva kvantitativno prenesli v 250 mL merilno bučko in dopolnili z vodo do oznake.

4.7.1.3 Priprava fosforjeve kisline

V novo čašo sva odtehtali 5 g fosforjeve(V) kisline (H_3PO_4) in ponovno dodali manjšo količino deionizirane vode ter premešali, da se je kislina raztopila.

Nato sva jo prelili v merilno bučko s prostornino 500 mL in dolili deionizirano vodo do oznake.

4.7.2 Priprava vzorcev za titracijo

4.7.2.1 Priprava vzorca s standardno raztopino askorbinske kisline

V erlenmajerico sva odpipetirali določeno prostornino pripravljene fosforjeve kisline (glej 4.7.1.3) in askorbinske kisline (glej 4.7.1.2) ter ju nežno premešali s krožnimi gibi. Prostornine le teh so navedene v tabeli 3.

4.7.2.2 Priprava slepega vzorca:

V drugo erlenmajerico sva odpipetirali določeno prostornino pripravljene fosforjeve kisline (glej 4.7.1.3), ki nama je služila kot slep vzorec (glej tabelo 3).

4.7.2.3 Priprava vzorca s sokom citrusa

Najprej sva oželi posamezen vzorec sadeža citrusa.

Iztisnjeni sok sva še precedili skozi fino cedilo, da sva odstranili moteče trdne delce, ki bi lahko ovirali natančnost poskusov.

Na enak način sva pripravili sokove vseh vzorcev citrusov.

4.7.3 Titracija

V bireto sva nalili titrant - raztopino DCPIP (glej 4.7.1.1) in pričeli s titracijo.

Najprej sva titrirali vzorec s standardno raztopino askorbinske kisline (glej 4.7.2.1) do spremembe barve iz brezbarvne v rožnato.

Nato sva titrirali slepi vzorec.

Vzorci sokov sva titrirali v treh paralelkah. V posamezno erlenmajerico sva odpipetirali določeno prostornino soka in fosforjeve kisline (glej 4.7.1.3). Prostornine le teh so navedene v tabeli 2.

4.7.4 Izračun faktorja F

Faktor F pomeni, koliko mg askorbinske kisline predstavlja poraba 1mL DCPIP.

Faktor sva izračunali vsakokrat znova, ob vsaki novi pripravi reagentov.

Faktorji so zbrani v tabeli 3.

Formula za izračun faktorja F v mg/mL:

$$F = \frac{V (\text{stand. ask. kisline v mL}) \times c (\text{ask. kisline v } \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{V (\text{poraba DCPIP za stand. ask. k. v mL}) - V (\text{poraba za slepo v mL})} \times 1000$$

4.7.5 Izračun mase askorbinske kisline v vzorcu soka

$$m = V (\text{poraba DCPIP za vzorec soka}) \times \text{faktor } F$$

4.7.6 Za izračun mase v 100 mL soka citrusa

Za izračun mase v 100 mL soka pa ustrezno pomnožimo zgornji račun.

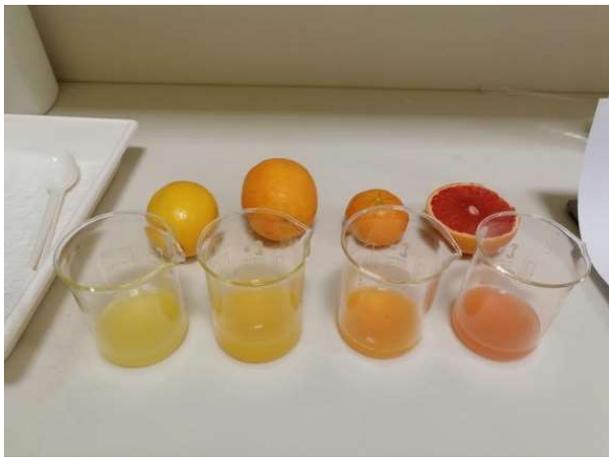
Tako sva dobili primerljive podatke o vsebovanih količinah C-vitamina za posamezno vrsto citrusa. Rezultate sva vpisali v tabelo 2.

C - vitamin v citrusih

V nadaljevanju sva priložili nekaj fotografij, ki so nastale med potekom raziskovalne naloge.



Slika 3: Pripravljene reagenti (raztopine DCPIP, standardne askorbinske in fosforjeve(V) kisline)



Slika 4: Vzorci sokov citrusov



Slika 5: Dodajanje titranta DCPIP v bireto

C - vitamin v citrusih



Slika 6: Pipetiranje vzorca soka citrusa v erlenmajerice



Slika 7: Pripravljanje vzorcev za titranje



Slika 8: Titranje vzorcev

C - vitamin v citrusih



Slika 9: Barva vzorca v ekvivalentni točki



Slika 10: Delovna površina

5 Rezultati

5.1 Laboratorijsko delo

Vsak vzorec citrusov sva titrirali v treh paralelkah.

Da sva lahko določili količino C-vitamina v posameznih vzorcih sokov citrusov, sva morali narediti tudi slepi vzorec (titriranje le fosforjeve kisline) in standardni vzorec (v katerem je namesto vzorca soka citrusa raztopljena le askorbinska kislina), saj sva ju potrebovali za izračun faktorja, ki je pomemben za izračun količine C-vitamina v vzorcih sokov citrusov. Vsak dan, ko sva delali poskuse, sva na novo naredili ta dva vzorca, saj sva vsak dan na novo pripravili standardno raztopljeno askorbinske kisline in titrant DCPIP.

Rezultati vseh najinih poskusov so zbrani v spodnji tabeli:

datum poskusa	vzorec			poraba DCPIP			faktor F	masa askorbinske kisline v vzorcu soka	masa askorbinske kisline v 100 mL soka
	vrsta citrusa	V [sok vzorca citrusa]	V [raztopina H ₃ PO ₄]	V1 [mL]	V2 [mL]	V3 [mL]			
22.12.23	nezrela domača pomaranča	10 mL	25,0 mL	18,35	18,25	17,25	1	8,004 mg	80,04 mg
12.1.24	zrela domača pomaranča	5,0 mL	12,5 mL	15,1	15,0	15,0	3	2,348 mg	46,96 mg
24.1.24	zrela uvožena pomaranča	2,5 mL	7,5 mL	7,1	7,2	7,5	4	1,41 mg	56,39 mg
22.12.23	nezrela domača limona	5,0 mL	12,5 mL	7,3	7,1	7,2	1	3,212 mg	64,24 mg
11.1.24	zrela domača limona	5,0 mL	12,5 mL	4,1	4,1	4,0	2	2,013 mg	40,26 mg
24.1.24	zrela uvožena limona	2,5 mL	7,5 mL	2,6	3,0	2,8	4	0,543 mg	21,73 mg
24.1.24	zrela uvožena mandarina	2,5 mL	7,5 mL	5,3	5,5	5,3	4	1,048 mg	41,90 mg
24.1.24	zrela uvožena grenivka	2,5 mL	7,5 mL	5,0	5,0	5,0	4	0,97 mg	38,8 mg

Tabela 2: Količina C-vitamina v sokovih citrusov

C - vitamin v citrusih

FAKTOR		slep vzorec		standardni vzorec			poraba DCPIP [mL]	
številka	vrednost [mg/mL]	V [H ₃ PO ₄]	c [H ₃ PO ₄]	V [H ₃ PO ₄]	V [askorbinska kislina]	c [askorbinska kislina]	slep vzorec	standardni vzorec
1	0,440	17,5 mL	50000 mg/L = (5%)	12,5 mL	5 mL	1000 mg/L	1,05	12,4
2	0,495			7,5 mL	2,5 mL		0,2	10,3
3	0,156	0,7					32,7	
4	0,194	10 mL		7,5 mL	2,5 mL		0,7	13,6

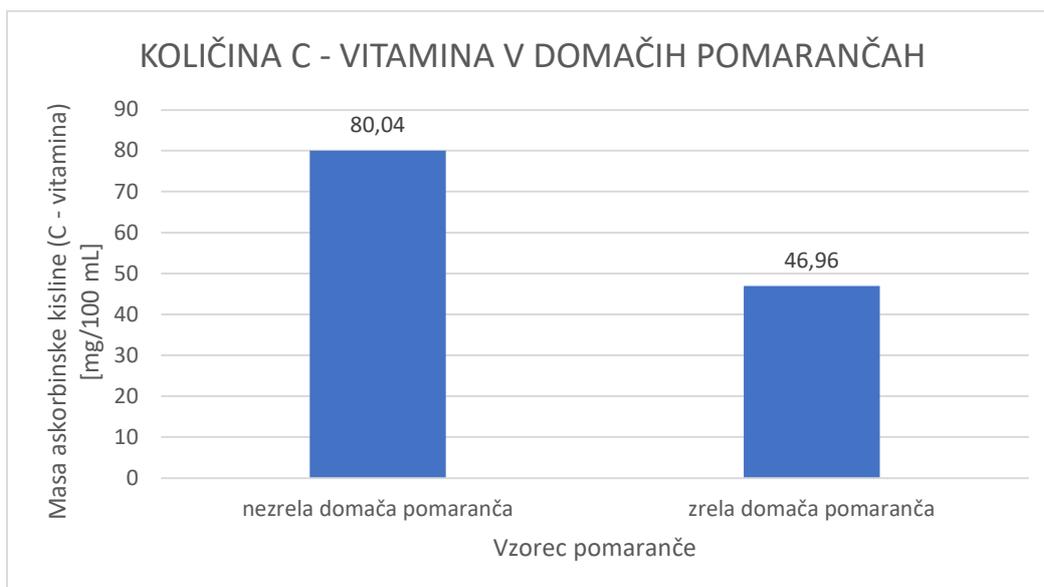
Tabela 3: Faktorji za izračun količine C-vitamina

5.1.1 Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih pomarančah

V spodnji tabeli so prikazani podatki za količino C-vitamina v domačih pomarančah.

VRSTA CITRUSA	nezrela domača pomaranča	zrela domača pomaranča
masa askorbinske kisline (C - vitamina) v 100 mL soka	80,04 mg	46,96 mg

Tabela 4: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih pomarančah



Graf 1: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih pomarančah

Iz rezultatov je razvidno, da je več C-vitamina v nezreli pomaranči, in sicer za 70%.

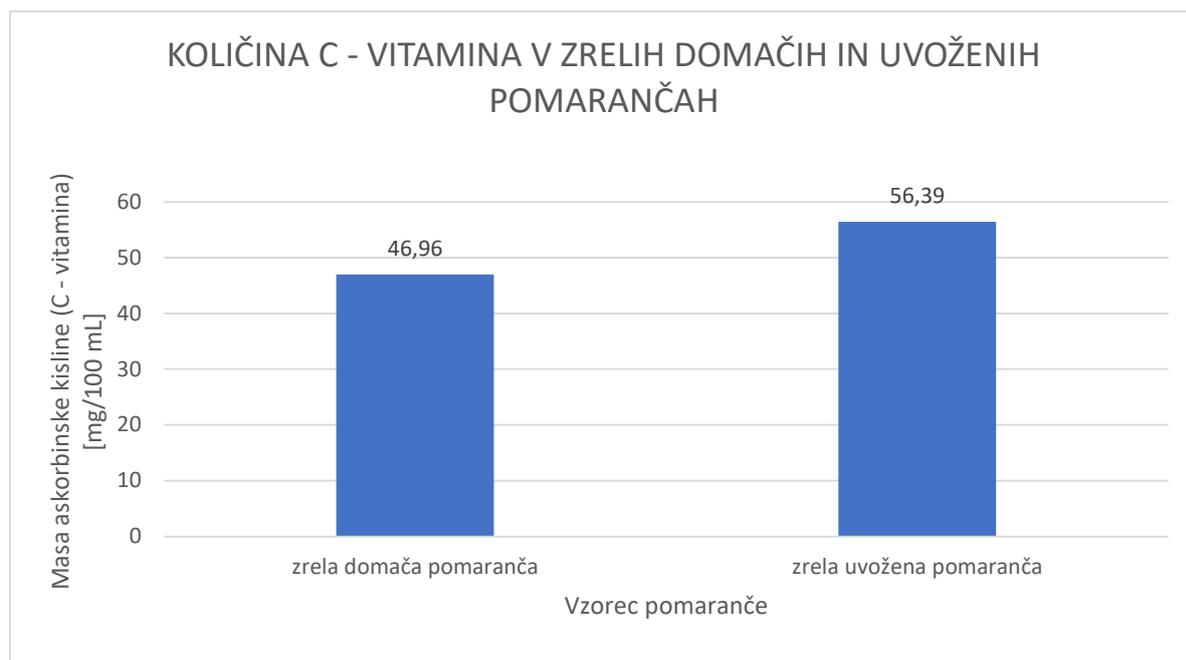
C - vitamin v citrusih

5.1.2 Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih pomarančah

V spodnji tabeli je prikazana količina C-vitamina v zrelih ekoloških, doma pridelanih pomarančah in zrelih uvoženih pomarančah.

VRSTA CITRUSA	zrela domača pomaranča	zrela uvožena pomaranča
masa askorbinske kisline (C - vitamina) v 100 mL soka	46,96 mg	56,39 mg

Tabela 5: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih pomarančah



Graf 2: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih pomarančah

Rezultati kažejo, da je več C-vitamina vseboval vzorec uvožene pomaranče, za približno 20 %.

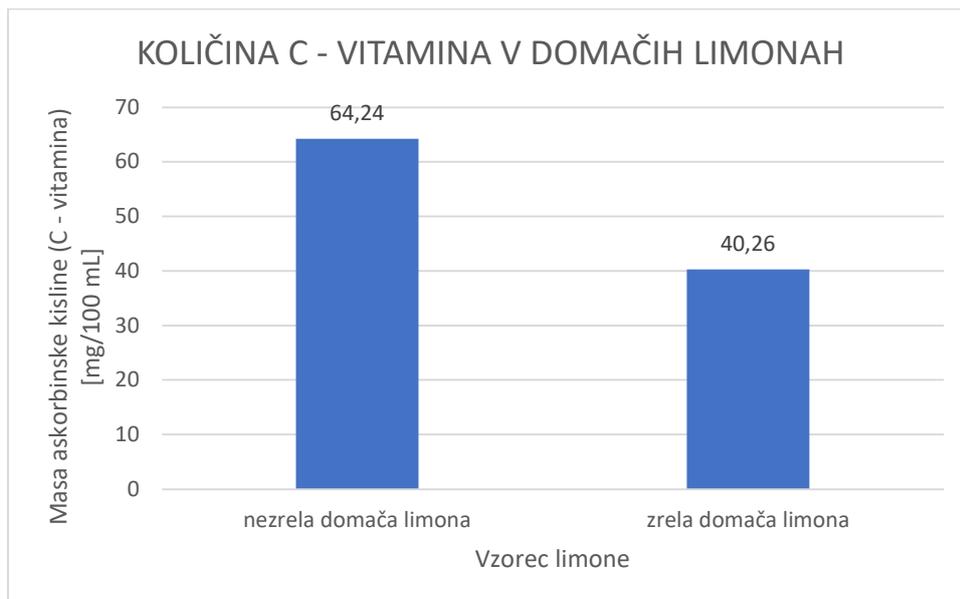
C - vitamin v citrusih

5.1.3 Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih limonah

V spodnji tabeli so prikazani podatki za količino C-vitamina v domačih limonah.

VRSTA CITRUSA	nezrela domača limona	zrela domača limona
masa askorbinske kisline (C - vitamina) v 100 mL soka	64,24 mg	40,26 mg

Tabela 6: Količina C-vitamina v nezrelih in zrelih domačih limonah



Graf 3: Količina C – vitamina v nezrelih in zrelih domačih limonah

Tudi pri limonah lahko vidimo, da je v nezrelih plodovih več C-vitamina kot v zrelih, in sicer za 60 %.

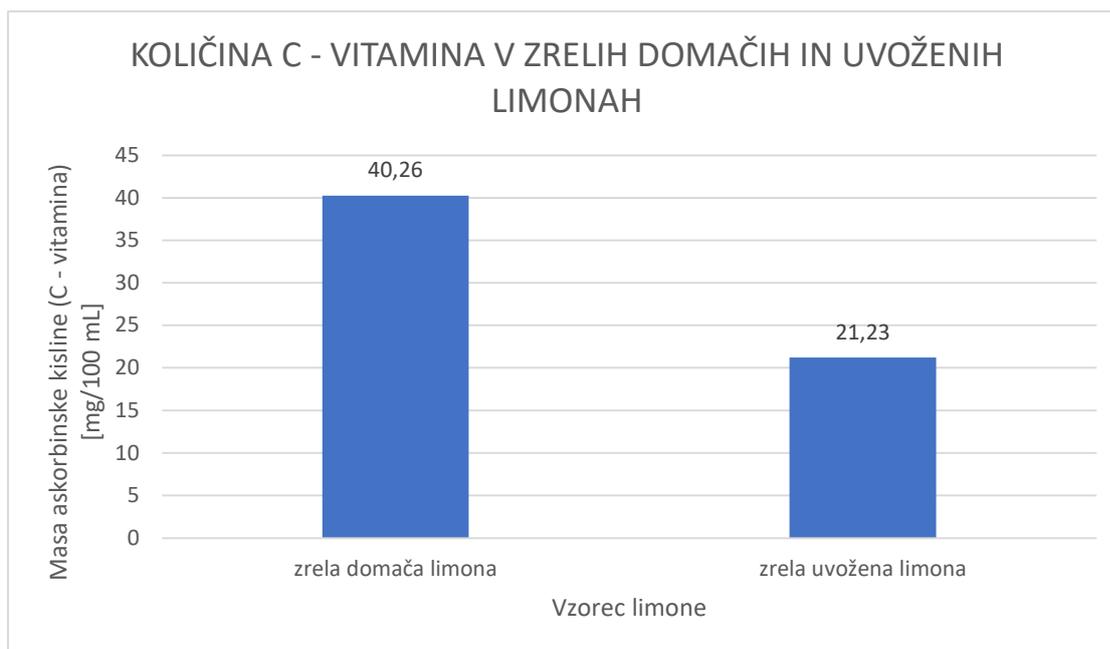
C - vitamin v citrusih

5.1.4 Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih limonah

V spodnji tabeli je prikazana količina C-vitamina v zrelih ekoloških, doma pridelanih limonah in zrelih uvoženih limonah.

VRSTA CITRUSA	zrela domača limona	zrela uvožena limona
masa askorbinske kisline (C - vitamina) v 100 mL soka	40,26 mg	21,23 mg

Tabela 7: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih limonah



Graf 4: Količina C-vitamina v zrelih domačih in uvoženih limonah

Iz rezultatov je razvidno, da je vzorec domače ekološke limone vseboval skoraj dvakrat večjo količino C-vitamina kot vzorec uvožene limone.

C - vitamin v citrusih

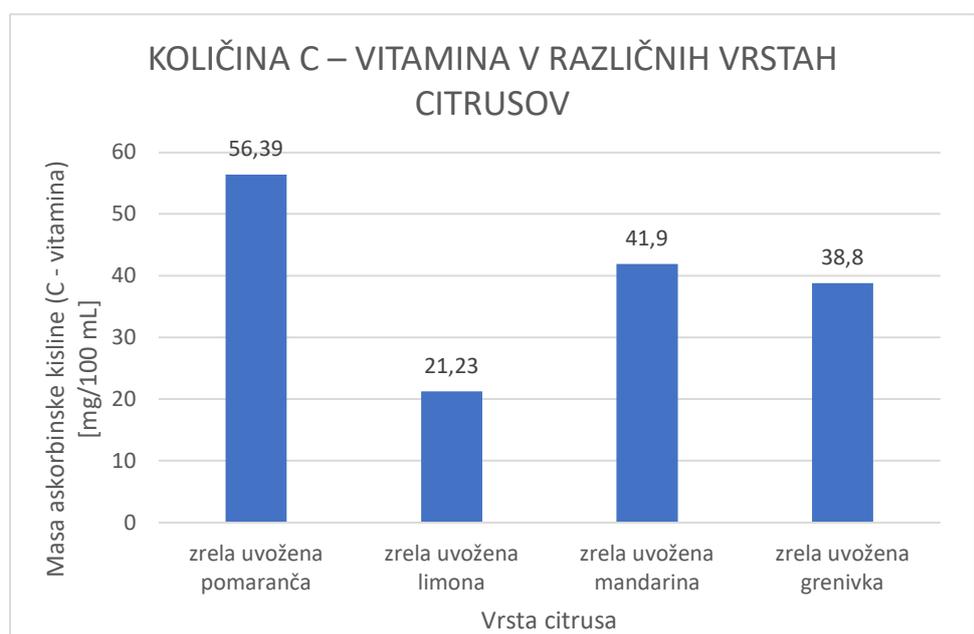
5.1.5 Količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov

V spodnji tabeli je prikazana količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov.

Ker nisva imeli vzorcev domačih ekoloških mandarin in grenivk, sva primerjali vzorce zrelih uvoženih citrusov, da sva zagotovili enake pogoje za primerjavo.

VRSTA CITRUSA	zrela uvožena pomaranča	zrela uvožena limona	zrela uvožena mandarina	zrela uvožena grenivka
masa askorbinske kisline (C - vitamina) v 100 mL soka	56,39 mg	21,23 mg	41,9 mg	38,8 mg

Tabela 8: Količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov



Graf 5: Količina C-vitamina v različnih vrstah citrusov

Iz rezultatov je razvidno, da največ C-vitamina vsebuje pomaranča, najmanj pa limona.

6 Razprava in zaključek

6.1 Zaključki glede laboratorijskega dela in ugotovite iz poskusov

Iz opravljenih poskusov sva ugotovili naslednje:

Hipotezo 1 (»Zrele pomaranče vsebujejo več C-vitamina kot nezrele.«) sva ovrgli, saj sva ugotovili, da več C-vitamina vsebujejo nezrele pomaranče.

Predvidevali sva, da je askorbinske kisline več v bolj zrelem sadju, kar potrjuje tudi literatura. Med prebiranjem dodatne literature sva našli raziskavo, ki ugotavlja, da med zrelostjo citrusov in vsebnostjo C-vitamina obstaja povezava, ki pa ni enaka za vse vrste citrusov.

Za pomaranče velja, da z zrelostjo narašča vsebnost askorbinske kisline oz. C-vitamina.

Hipotezo 2 (»Domače ekološke pomaranče vsebujejo več C-vitamina kot uvožene.«) sva zaradi rezultatov poskusa ovrgli.

Sklicujoč se na zgornjo raziskavo, bi lahko sklepali, da so bile uvožene pomaranče bolj zrele kot domače in so zato vsebovale večjo količino C-vitamina.

S prehranskega vidika lahko poreklo nima velikega vpliva na vsebnost C-vitamina, znano pa je, da so uvožena živila dodatno kemično tretirana kot ekološko in domače pridelana zaradi potreb logistike.

Hipotezo 3 (»Zrele limone vsebujejo več C-vitamina kot nezrele.«) sva prav tako ovrgli, saj so rezultati pokazali, da več C-vitamina vsebujejo nezrele limone. Rezultate bi lahko utemeljili kot pri hipotezi 1, le da omenjena raziskava ugotavlja, da imajo zrele limone najmanj C-vitamina.

Hipotezo 4 (»Domače ekološke limone vsebujejo več C-vitamina kot uvožene.«) lahko potrdiva, saj se je vzorec ekološke domače limone vseboval skoraj dvakrat večjo količino C-vitamina.

Hipotezo 5 (»Največ C-vitamina vsebujejo pomaranče.«) sva potrdili, saj je največ C-vitamina res vsebovala pomaranča.

Hipotezo 6 (»Najmanj C-vitamina vsebujejo limone.«) lahko prav tako potrdiva, saj je najmanj C-vitamina v limoni.

Glede na rezultate bi dnevno potrebo po C-vitaminu zadostili že z dvema zrelima pomarančama in tremi do štirimi zrelimi limonami.

S tem lahko zaključiva, da je s prehranskega vidika glede na vsebnost C-vitamina najbolje uživati zrele pomaranče in ne prezrele limone, seveda pa ne smemo izključevati tudi drugih citrusov, kot na primer mandarine in grenivke, ki so vsebovale približno enako količino C-vitamina, ter drugih vrst sadja in zelenjave.

V procesu raziskovanja sva uživali in se zabavali, obenem pa širili znanje kemije ter pridobili izkušnje z izvajanjem laboratorijskih poskusov.

Veliko časa sva porabili za iskanje pravih razmerij med količino vzorca in fosforjeve kisline, da se izogneva preveliki porabe titranta (DCPIP) pri določanju ekvivalentne točke. Njegova

nabavna cena je kar draga, zato sva želeli biti ekonomični. Tudi literatura, ki sva jo uporabljali, ni bila dovolj jasna, zato sva imeli pri določitvi ekvivalentne točke na začetku veliko težav. A uspelo nama jih je odpraviti in lahko sva začeli titrirati tudi vzorce citrusov (pred tem sva delali le s standardno raztopino askorbinske kisline).

Pri eksperimentiranju sva bili omejeni tudi s časom in številom meritev, sicer bi lahko naredili več poskusov z enakimi vzorci, da bi dobili bolj verodostojne rezultate. Pri zaznavanju ekvivalentne točke pa nama je delo oteževala tudi rahla obarvanost vzorcev nekaterih citrusov (npr. pomaranča, mandarina in rdeča grenivka).

A z izkušnjami in velikim številom poskusov sva izostrili zaznavanje odtenkov obarvanja vzorca in s tem natančneje določali ekvivalentne točke pri titraciji.

6.2 Nadaljnje raziskovanje

Pri nadaljnjem raziskovanju bi lahko raziskali količino C-vitamina tudi v drugih citrusih ali ostalem sadju in zelenjavi. Raziskali bi lahko količino C-vitamina v različnih delih nekega citrusa, npr. ali tudi lupina vsebuje C-vitamin ter ali je večja količina C-vitamina v stisnjenem soku citrusa ali v pulpi citrusa, saj lupine citrusov uporabljamo v kulinariki kot arome, citruse pa pogosto uživamo kot cele sadeže, le da jih olupimo.

Viri literature

- Podrobneje o vitaminu C, Pustišek N., Lekarnar.com, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: <https://www.lekarnar.com/clanki/podrobneje-o-vitaminu-c>
- Vitamin C, 2022, Wikipedija prosta enciklopedija, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: https://sl.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C
- Citrusi, 2021, Prehrana.si, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: <https://www.prehrana.si/clanek/602-citrusi>
- Citrus, 2023, Wikipedija prosta enciklopedija, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Citrus>
- Dichlorophenolindophenol, 2023, WikipediA The Free Encyclopedia, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: <https://en.wikipedia.org/wiki/Dichlorophenolindophenol>
- Phosphoric acid, 2024, WikipediA The Free Encyclopedia, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: https://en.wikipedia.org/wiki/Phosphoric_acid
- Vitamin C content of cabbage student challenge sheet, Royal society of chemistry, dostopno 10.3.2024 na spletni strani: <https://edu.rsc.org/download?ac=529313>
- <https://www.sciencedirect.com>, dostopno 10.3.2024
- Comparative Assessment of the Effect of Ripening Stage on the Vitamin C Contents of Selected Fruits Grown within Nsukka Axis of Enugu State, 2017, International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB), dostopno 10.3.2024 na spletni strani: https://ijeab.com/upload_document/issue_files/19%20IJEAB-MAR-2017-16-Comparative%20Assessment%20of%20the%20Effect%20of%20Ripening%20Stage%20on%20the%20Vitamin%20C.pdf

Viri slik

Slika 1: https://sl.wikipedia.org/wiki/Vitamin_C

Slika 2: <https://www.metrohm.com/en/discover/blog/2023/history-and-analysis-of-vitamin-c-ascorbic-acid.html#titration>

Piktogrami nevarnih lastnosti:

https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/SL/Safety/SymbolsOfHazard_SL.htm

Fotografije 3 - 10 so narejene s strani avtoric raziskovalne naloge.