

VÄRSKA GÜMNAASIUM
KAREL-SANDER KLJUZIN
11. KLASS

VÄRSKAS MÜÜDAVATE APELSINI TÄISMAHLADE JA VÄRSKELT PRESSITUD APELSINIMAHLA C-VITAMIINI SISALDUSE MÄÄRAMINE TIITRIMISEL

JUHENDAJA: ANNELI JÕGELA
KAASJUHENDAJA: JOANA JÕGELA

SISSEJUHATUS

Eesti elanikud on oma tarbimisharjumuste poolest muutunud järjest terviseteadlikumaks. Selle tendentsi üheks näitajaks on ka asjaolu, et järjest rohkem eelistatakse täismahlasid mahlajookidele. Erinevate Eesti mahlatootjate müüdavamate mahlade edetabeli tipus on apelsinimahl. (Mägi: 2016)

Täismahla peetakse tänapäeval pigem toiduks kui joogiks, sest ta on vitamiinide, mineraalainete jm poolest väga toitainerikas. Mahla juues saab katta oma päevase vitamiinivajaduse. Täiskasvanud inimese soovituslik päevane C-vitamiini kogus on 75 mg, kuid veelgi rohkem peaksid seda tarbima näiteks raske füüsilise töö tegijad ja sportlased. (Zilmer jt: 1999, lk 219) Tarbides päevas näiteks kaks klaasi (400 ml) apelsinimahla, saab organism isegi rohkem C-vitamiini, kui päevane vajadus ette näeb (Eesti Toiduliit: 2015).

Teema valik oli seotud peamiselt isikliku huviga antud valdkonna vastu, kuna spordiga tegeledes on väga oluline tervislik toitumine ja sealhulgas organismi vitamiinivajaduse tagamine.

Antud töö eesmärkideks olid:

- 1) tutvuda põhjalikumalt C-vitamiini olemuse ja biotoimega;
- 2) täiendada oma teadmisi mahlade kohta;
- 3) tutvuda tiitrimise kui kontsentratsiooni määramise meetodiga;
- 4) uurida kas pakendil märgitud C-vitamiini sisaldus langeb kokku tiitrimisel määratud sisaldusega;

- 5) määrata värskest pressitud apelsinimahla C-vitamiini sisaldus, et võrrelda seda jaemüügis olevate apelsinimahladega.

Töö eesmärkidest lähtuvalt tuli töötada läbi vastavasisuline kirjandus ja teostada praktiline töö apelsinimahlades C-vitamiini kontsentratsiooni määramiseks.

Uurimistöös püstitati järgmised hüpoteesid:

- 1) C-vitamiini sisaldus tiitrimisel on väiksem kui mahla pakendil märgitud C-vitamiini sisaldus;
- 2) enda pressitud mahla C-vitamiini sisaldus on suurem kui poes müüdavate mahlade C-vitamiini sisaldus.

Uurimistöo põhiosa esimeses peatükis antakse ülevaade vitamiinidest, mahladest ja tiitrimisest. Töö põhiosa teises osas tutvustatakse töö meetodikat ja kolmandas osas tiitrimise tulemusi ning analüüsitakse neid.

Töö autor avaldab tänu oma juhendajale Anneli Jõgelale ja kaasjuhendajale Joana Jõgelale.

SISUKORD

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	4
1.1. Vitamiinid.....	4
1.2. Vitamiinide liigitamine	4
1.3. C-vitamiin	5
1.4. Mahl	8
1.4.1. Täismahl.....	9
1.4.2. Toormahl.....	9
1.5. Tiitrimine.....	9
1.5.1. Nõuded tiitrimisel.....	10
1.5.2. Ülevaade meetodist.....	10
1.5.3. Tiitrimise liigid.....	10
2. METOODIKA	11
3. TULEMUSED JA ARUTELU	12
3.1. Vajalikud vahendid	12
3.2. Lahuste valmistamine.....	12
3.3. Töö käik.....	15
3.4. Kalibreerimislahused	16
3.5. Kalibreerimislahuste arvutused.....	17
3.6. Mahlade tiitrimine	20
3.7. Mahlades sisalduva C-vitamiini kontsentratsiooni parandatud tulemused.....	22
3.8. Pakenditel toodud ja tiitrimisel määratud C-vitamiini kontsentratsioonide võrdlus	23
KOKKUVÕTE	24
SUMMARY	25
KASUTATUD KIRJANDUS	26
LISAD	27
Lisa 1. Praktilises töös kasutatud mahlad Don Simon ja Cappy.....	27
Lisa 2. Tiitrimine	28
Lisa 3. Apelsinimahla tiitrimise alg- ja lõpplahus (enne ja pärast stõhhiomeetriapunkti saavutamist).....	29

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Vitamiinid

Vitamiinid on inimorganismile hädavajalikud madalmolekulaarsed bioaktiivsed (kindel toime teatud protsessile) orgaanilised toitained, mida organism omastab peamiselt eksogeenselt (Zilmer jt: 1999, lk 178). Tänapäeval tuntakse üle 20 vitamiini, neid tähistatakse ladina tähestiku alusel (Zilmer jt: 1996, lk 10). Vitamiinid kui koensüümid aitavad tagada organismi normaalse arengu ning toetavad erinevaid füsioloogilisi protsesse (Sünnimaa: 2000, lk 4). Vitamiinide vähesus ei põhjusta mitte ainult teatud kindlaid haigusi (nt skorbuut, B₁-avitamiinos), vaid nende pikemaajaline defitsiit võib olla ka mõne kroonilise haiguse põhjustajaks. Peamised vitamiiniallikad inimorganismi jaoks on toit, mikrofloora ja vitamiinipreparaadid. Vitamiinid on kõikidele elusolenditele vajalikud, sest neist sõltub organismi tervislik seisund. Inimorganism suudab sünteesida ainult kolme vitamiini: B₂, B₅ ja päikesekiirguse toimele ka D₂, seetõttu peamegi vajalikud vitamiinid omastama peamiselt toiduga. Inimkehas puuduvad vitamiinivarud, seega peame saama neid iga päev. Vitamiini vajadus ja kogus sõltub inimese vanusest, soost ja kehalisest aktiivsusest. Inimene peab sööma mitmekesiselt, kuna normaalseks elutegevuseks on vaja erinevaid vitamiine. Enamikke vitamiine saadakse nii taimsest kui loomsest toidust, kuid on vitamiine, mida saab omastataval kujul vaid loomsest toidust (D, B₁₂). Samuti vajab organism regulaarselt kõiki vitamiine, kuna mitme erineva vitamiini vahel võib esineda koostoime, mis tähendab, et ühe vitamiini puudus võib nõrgendada ka teise vitamiini toimet. (Zilmer jt: 1999, lk 178, 181)

1.2. Vitamiinide liigitamine

Vitamiinide klassifikatsiooni aluseks on võetud nende lahustuvus. Lahustuvuse alusel jaotuvad vitamiinid rasvlahustuvateks (tabel 1) ja vesilahustuvateks (tabel 2) (Zilmer jt: 1996, lk 10).

Tabel 1. Rasvlahustuvad vitamiinid (Allikas: Tervise Arengu Instituut: 2015)

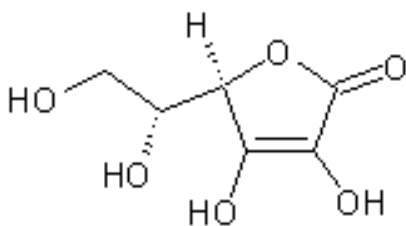
Vitamiini tähis	Vitamiini nimi	Parimad allikad
A	Retinool	Kala-, veise ja seamaks, või, muna, juustud
D	Kaltsiferool	Kalad, munakollane, maks
E	Tokoferool	Õlid (päevalille, rapsi), seemned, pähklid, mandlid, leib, avokaado, paprika, maks
K	Füllokinoon	Taimset päritolu toidud (eriti rohelistes köögiviljades)

Tabel 2. Vesilahustuvad vitamiinid (Allikas: Tervise Arengu Instituut: 2015)

Vitamiini tähis	Vitamiini nimi	Parimad allikad
B-grupi vitamiinid	Tiamiin, riboflaviin, niatsiin, nikotiinhape, nikotiinamiid, pantoteenhape, püridoksiin, biotiin, folaadid, foolhape, kobalamiin	Seemned, pähklid, nisuidud, pärm, sealiha, kaerahelbed, täisterapasta, leib, maapirn, astelpajumarjad, maks, kanaliha, täisterariis, lõhe, kaunviljad, kama, muna, kohupiim, kodujuust, seemned, banaan, lehtkapsas, spinat, peet, kaalikas, maasikad
C-vitamiin	Askorbiinhape	Puu-ja köögiviljad, marjad, kibuvits, astelpaju, paprika, mustsõstrad, murakad, maasikad, tsitruselised, sõstrad, kapsas, brokoli, porrulauk, kaalikas, tikrid, vaarikad, tomat, lillkapsas

1.3. C-vitamiin

C-vitamiin on vesilahustuv antioksüdant, mis on ka tuntud kui L-askorbiinhape ehk L-askorbaat.



Joonis 1. L-askorbiinhappe molekul

Erinevalt inimestest on enamik imetajaid võimelised ise C-vitamiini tootma, inimesed peavad askorbiinhapet saama toidust (Higdon: 2000). Juba 18. sajandil oldi teadlikud, et skorbuuti on võimalik ennetada, tarbides pidevalt aed- ja puuvilju. Eriti kõrgelt hinnati C-vitamiini allikana tsitruselisi, hinnas oli sidrunimahl. Esimest korda eraldati puhtal kujul C-vitamiin 1928. aastal kahe biokeemiku S. Zilva ja A. Szent-Györgyi poolt. (Zilmer jt: 1996, lk 53–54)

1.3.1. C-vitamiini biofunktsioonid

Vitamiin C on vajalik igemete, naha, kapillaaride, hammaste ja luude normaalseks talitluseks. C-vitamiini koensüümid aitavad tagada normaalse sidekoe funktsioneerimise ja haavade paranemise. Askorbiinhapet on vaja erinevate steroidide ja mediaatorite (nt adrenaliin) sünteesiks ning ka hüdroksüülimisprotsessides. Askorbiinhape täidab ka antioksidandi rolli, hoiab ära hemoglobiini oksüdeerumise, kõrvaldab E-vitamiini vaba radikaali ning takistab vitamiin A ja foolhappe oksüdatsiooni. (Zilmer jt: 1996, lk 54–55) C-vitamiin osaleb ka ravimite biotransformatsioonis, aidates kaasa Fe²⁺ imendumisele ja raua vabanemisele transferriniist. Vitamiin C on immuunsüsteemi tugevdaja. (Zilmer jt: 1999, lk 219)

1.3.2. C-vitamiini allikad

Parimateks C-vitamiini allikateks on puu- ja köögiviljad (nt tsitruselised, paprika, kapsas, brokoli, porrulauk, kaalikas, tomat, lillkapsas), marjad (nt kibuvits, astelpaju, mustsõstrad, murakad, maasikad, punased sõstrad, tikrid, vaarikad). Tabelis 3 on toodud C-vitamiini sisaldused mõnedes puu- ja köögiviljades. (Tervise Arengu Instituut: 2015)

Tabel 3. C-vitamiini sisaldus erinevates mahlades ning puu- ja köögiviljades (Higdon: 2000, TAI: 2017)

Toit/mahl	Kogus	C-vitamiini sisaldus (mg)
Mustsõstar	100 g, toorelt	120
Apelsinimahl	170 g	62–93
Greibimahl	170 g	62–70
Kiivi	üks vili (86 grammi)	91
Apelsin	üks keskmine vili	70
Greip	½ keskmist vilja	38
Maasikad	225 g	85
Tomat	üks keskmine vili	16
Punane paprika	115 g	95
Brokoli	115 g	51
Kartul	üks keskmine, küpsetatud	17
Spinat	225 g	8

Toidurasvades, lihas, teraviljades ja kommides C-vitamiin praktiliselt puudub. Eriti oluliseks C-vitamiini allikaks võivad olla konserveeritud apelsini- ja aedmaasikamahl. (Sünnimaa: 2000)

1.3.3. C-vitamiini päevane kogus

Vitamiinidel on oma konkreetne ja vajalik koht haiguste ravi komponendina ning nad omavad ka profülaktilist mõju. C-vitamiini minimaalne päevane kogus on 50–100 mg, ebatervislikes tingimustes võib organism vajada kuni 200 mg ning terapeutiline tase algab 250 mg. Kahte viimast astet saab määrata vaid kindlate uuringute alusel, nendes uuringutes kasutatakse patsiendi tervisenäitajaid. Tugeva füüsilise ja vaimse pingutuse korral askorbiinhappe vajadus kasvab. (Zilmer jt: 1999, lk 220)

1.3.4. C-vitamiini imendumine

Askorbiinhappe imendumine saab alguse suus ja maos, põhiline imendumine toimub peensooles passiivsel difusioonil. Imendumisel on väga oluline C-vitamiini kogus, sest mida suuremaks muutub vitamiini kogus, seda vähem sellest organismis imendub. 30–180 mg C-vitamiini manustamisel imendub organismis 80–90%, 2000 mg korral 40–50% ja 6000 mg korral 10–18%. Ülemäärased C-vitamiini kogused toovad endaga kaasa kõhulahtisuse, kuna imendumata jäänud C-vitamiin seob organismis vett. Askorbiinhappe imendumist takistavad alkohol, suitsetamine, stress, palavik, aspiriin, paratsetamool, söögisooda. (Zilmer jt: 1996, lk 54)

Menstruatsiooni ajal peaks C-vitamiini tarvitama 1,5–2 korda rohkem, sama kehtib ka krooniliste suitsetajate puhul. C-vitamiin võib olla ka üks efektiivne ravikomponent alkoholismi, gripi, stressi, bronhiidi, seljavalude, diabeedi jt haiguste korral. Askorbiinhapet peaks tarbima koos foolhappe, E-vitamiini, kaltsiumi ja magneesiumiga. Suurte dooside korral peab silmas pidama, et rasvlahustuvad C-vitamiini vormid imenduvad paremini. (Zilmer jt: 1999, lk 220)

Maksimaalse askorbiinhappe taseme saavutab organism 2–3 tundi pärast preparaadi manustamist. Veres esineb askorbiinhape vabana ning valkseotuna, rakkudesse transportides on askorbiinhape jätkuvalt valkseotud. Seitsekümmend viis kilo kaaluva inimese organismis on umbes 5000 mg C-vitamiini. Organismis leidub askorbiinhapet peamiselt maksas, neerupealistes, kopsudes ja rakkude vahelises vedelikus. Üleliigne C-vitamiin väljutatakse uriiniga 3–4 tunni jooksul. Suure koguse vee tarbimisel väljutatakse organismist rohkem C-vitamiini. (Zilmer jt: 1996, lk 54)

1.3.5. C-vitamiini defitsiit

Normaalse toitumise ja tervislike eluviiside korral C-vitamiini defitsiiti ei esine, kuna selle esinemine toiduainetes on väga lai. Vajalikku minimaalset C-vitamiini kogust sisaldavad paljud juur- ja puuviljad. C-vitamiini puudus võib tekkida suitsetajatel, alkohoolikutel ja inimestel, kes tarbivad antibiootikume. C-vitamiini kerge defitsiit avaldub igemete ja liigeste valuna, haavad ja luumurrud paranevad aeglasemalt ning kehale tekivad sinised laigud, kuna kapillaaride seinte läbilaskvus suureneb. (Zilmer jt: 1996, lk 55)

Tõsine C-vitamiini puudus jääb sajandite tagustesse aegadesse, kui C-vitamiini defitsiit võis viia potentsiaalse surmani, põhjuseks skorbuut. 18.sajandi lõpus oli Briti sõjavägi teadlik, et skorbuuti saab ära hoida apelsine ja sidruneid süües. Skorbuudi sümptomid on naha ja igemete veritsemine, aeglane haavade paranemine, verevalumite teke, hammaste ja juuste väljalangemine, liigeste valu ja turse. Sellised sümptomid on põhjustatud kollageeni sisaldavate veresoonte, sidekoe ja luude nõrgenemisest. Arenenud riikides on skorbuut haruldane, kuna haigust saab ära hoida, tarbides minimaalselt 10 milligrammi C-vitamiini päevas. (Higdon: 2000)

C-vitamiini puudus võib tekkida inimestel, kes põevad kilpnäärme- ja seedeelundkonna haigusi või reumat ning tarvitavad pikka aega ravimeid. Askorbiinhappe puudusele viitavad kiire väsimine, loidus, immuunsuse langus, suur külmatundlikkus, unisus või halb uni, söögiisu vähenemine, jalgade nõrkus, kahvatus, huulte ja küünte sinakaks tõmbumine. (Sünnimaa: 2000, lk 31)

1.4. Mahl

Mahla nime kandev toode peab olema sajaprotsendilise mahlasisaldusega ning sellele ei tohi olla lisatud magusaineid, säilitusaineid, kunstlikke lõhna- ja maitseaineid ega toiduvärve. Pakile kantud silt „100% mahl“ viitab sellele, et mahl on sama puhas kui vili, mida kasutati mahla valmistamisel. (Eesti Toiduliit: 2015)

Mahl eraldatakse erinevate tehnoloogiate abil puu- ja juurviljadest ning marjadest. Peamiselt müüakse poodides kontsentreeritud mahla, sest meil Eestis, nii nagu ka paljudes teistes riikides, ei kasva apelsine ega muid eksootilisi vilju. Kontsentreeritud mahla nimetatakse taastatud mahlaks, kuna esialgsest tootest eraldatakse suurem osa veest, mis hiljem lisatakse sihtriigis samas koguses tagasi, kuna vee transportimine ei ole majanduslikult kõige otstarbekam. (Tervise Arengu Instituut: 2013) Mõningates kauplustes on müügil ka apelsinimahl, mis valmistatakse kliendi soovil kohapeal olemasolevatest apelsinidest, hinnalt on see aga tunduvalt kallim (Eesti Toiduliit: 2015).

100% mahlad on väga vitamiinirikkad. Neis leidub sarnaselt värskete puuviljadega B-grupi vitamiine, A-vitamiini, C-vitamiini, P-vitamiini ja E-vitamiini. Lisaks sisaldavad täismahlad kaltsiumi, kaaliumi, magneesiumi, seleeni, rauda, fosforit ja paljusid muid organismile eluliselt vajalikke mineraalaineid. (Eesti Toiduliit: 2015) Eestimaalaste suurimad lemmikud pakimahlade seas on apelsini-, õuna- ja tomatimahl (Mägi: 2016).

1.4.1. Täismahl

Täismahla ehk 100-protsendilise mahla tunneb ära pakendile lisatud märke – 100% mahl – järgi. Maitselt ja koostiselt on täismahl toormahlale kõige lähedasem. Täismahlu valmistatakse kontsentraadist. Kontsentraati lahjendatakse veega kuni saavutatakse mahlale ette nähtud kuivainesisaldus. Täismahlale ei ole lisatud säilitusaineid ega suhkrut. Värskest pressitud mahla ja pakendatud täismahla peamine erinevus seisneb valmistamisviisis: pakimahla on eelnevalt kuumutatud ehk pastöriseeritud, et see paremini säiliks. Värskest pressitud mahla ei ole kuumutatud, seetõttu on selle säilivusaeg väga lühike. (Heinerman: 1999, lk 300)

1.4.2. Toormahl

Toormahl on naturaalse mahla erivorm. Toormahla ei ole kuumtöödeldud ning sellele ei ole lisatud teisi toiduaineid. Toormahlal on iseloomulik lõhn, värvus ja maitse. Naturaalsetes mahlades on happe ja suhkru tasakaal inimesele harjumatu, mistõttu juuakse neid harva veega lahjendamata. Toormahl sobib hästi toidu valmistamiseks. (Heinerman: 1999, lk 300)

1.5. Tiitrimine

Tiitrimine on meetod ainete/ionide/elementide sisalduse määramiseks lahuses. See põhineb analüüdi (tiitritav aine) reaktsioonil ainega, mille kontsentratsioon on täpselt teada (titrant). Reaktsiooni toimumisel tehakse kindlaks lahuste ruumalad kuni reaktsiooni ekvivalentpunktini, mil tavaliselt muutub uuritava lahuse värv või tekib sade. Kulunud või juurde tekkinud ruumalade kaudu on võimalik arvutada vajaliku aine sisaldus uuritavas lahuses. (Jõgela, J: 2016)

1.5.1. Nõuded tiitrimisel

Tiitrimisel on oluline silmas pidada, et teada peab olema:

- 1) mis on analüüdiks;
- 2) titrandi kontsentratsioon;
- 3) reaktsioonivõrrand, mis kirjeldab titrandi ja tiitritava aine vahelist moolsuhet;
- 4) mida oodata (lahuse värvuse, pH, elektrilise potentsiaali vm registreeritav muutus) (Tallinna Ülikool: 2014).

Tähelepanu tuleb pöörata:

- 1) mõõteriistade täpsusele;
- 2) büreti korrektsele kasutusele;
- 3) tiitrimisel kasutatavate laboritarvete ja kemikaalide puhtusele;
- 4) tulemuste usaldusväärsuse tõstmiseks tehakse paralleelkatseid (Tallinna Ülikool: 2014).

1.5.2. Ülevaade meetodist

Tiitrimisega saab määrata kindlaks aine kontsentratsiooni lahuses. Tiitrimises osaleb vähemalt kaks lahust, toimub tundmatu kontsentratsiooniga lahuse reaktsioon kindla kontsentratsiooniga lahusega. Kui tiitrimise lõpp-punkt on saavutatud, siis leitakse, mitu mooli titranti on kulunud. Reaktsioonivõrrandi alusel tehakse kindlaks mitu mooli uuritavat ainet sisaldus tiitrimislahuses. Võetakse arvesse lahjendused ning leitakse uuritava aine algkontsentratsioon lahuses. (Tallinna Ülikool 2014) Kontsentratsiooniühikuna on enamasti kasutusel molaarsus ehk molaarne kontsentratsioon (Lavõgina: 2016).

1.5.3. Tiitrimise liigid

Tiitrimise liigid jaotatakse keemilisteks, füsikokeemilisteks ja füüsikalisteks. Kuna antud töös kasutati ühte keemilise tiitrimise liikidest, siis antakse põhjalikum ülevaade nendest.

- 1) Happe-aluse tiitrimine. Põhineb H^+ ülekande reaktsioonil. Vastava indikaatori kasutamine sõltub selle pöördealast (nt fenoolftaleiin – pöördeala leeliselises piirkonnas või metüüloranž – pöördeala happelises piirkonnas).
- 2) Kompleksonomeetria. Analüüsitava metalliiooni kompleks indikaatoriga peab olema nõrgem vastava metalliiooni kompleksist kompleksooniga (tavaliselt EDTA ehk etüüleendiamiintetraatsetaat). Indikaatoriks on ligandi omadustega värvained, mis muudavad värvust seoses metalliioonide kontsentratsiooni muutumisega lahuses

- (metallokroomsed, nt eriookroomust). Kuna enamik indikaatoreid reageerib ka pH-muutusele, siis peab lahuse pH olema fikseeritud.
- 3) Sadestustitrimine. Kuna määratakse enamasti halogeniidioone (argentomeetria), siis peab indikaator (nt K_2CrO_4) andma Ag^+ -ga värvilise ühendi, mis tekib hõbedaioonide liia ilmumisel lahusesse (telliskivipunane Ag_2CrO_4). Ag^+ kompleks indikaatoriga peab olema nõrgem kui Ag^+Hal^- kompleks.
 - 4) Redokstitrimine. Indikaatoriteks on ained, mis muudavad värvust seoses potentsiaalimuutusega (sisaldavad ioone, mille oksüdatsiooniaste muutub vastavalt keskkonna potentsiaalile). Indikaatorina kasutatakse jodomeetias tärklis (annab joodiga tumesinise värvusega kompleksi).
 - 5) Potentsiomeetiline tiitrimine. Seisneb ionide sisalduse määramises ioniseeritavas lahuses. Põhineb ionselektiivse elektroodi potentsiaali muutusel sõltuvalt määratava iooni kontsentratsioonist lahuses.
 - 6) Fotomeetiline tiitrimine. Põhineb analüüdi/reaktiivide/reaktsiooniproductide neelduvuse sõltuvusel kontsentratsioonist UV-VIS piirkonnas. (Lavõgina: 2016)

2. METOODIKA

Uurimistöös püstitatud eesmärkide täitmiseks oli vaja läbi töötada teemakohane kirjandus ja tiitrimise kohta käiv tööjuhend. Praktiliseks tööks tuli muretseda vajalikud reaktiivid ja katsevahendid ning osta kõik Värskas müüdavad apelsini täismahlad.

Antud praktilise töö juhend on pärit Joana Jõgelalt, kes on Tartu Ülikooli loodus- ja täppiseaduste valdkonna magistrant ning keemia õpikoja eestvedaja. Töö eesmärk oli määrata Värskas müüdavate apelsini täismahlade C-vitamiini (keemilise ühendina L-askorbiinhappe) kontsentratsioon tiitrimismeetodil (mol/dm^3 ja mg/dm^3) ning võrrelda seda pakendil märgituga. Sellest lähtuvalt valiti tööks Värskas müüdavad mahlad, mille pakendil oli C-vitamiini kogus ära toodud. Müügil leiti kaks nõuetele vastavat apelsinimahla: *Don Simon* ja *Cappy*. Kuna sooviti uurida ka värskest pressitud apelsinimahla C-vitamiini sisaldust, siis oli vaja ka apelsine. Praktiline töö viidi läbi Värska Gümnaasiumi keemiaklassis 26.11.2016 ja 05.12.2016. Enamik laboritarbeid pärines keemiaklassi inventari hulgast (koonilised kolvid, Pasteur'i pipetid, keeduklaasid, mõõtesilindrid). Eesti Füüsika Seltsi poolt kingitusena kasutati analüütilist kaalu Scout Pro SPE123 (täpsus 0,001 g), büretti ja magnetsegajat koos magnetpulkadega.

Katsed viidi läbi redokstitrimise meetodil. Redokstitrimist kasutati, kuna uuritavaks ühendiks oli askorbiinhape. Askorbiinhape on redutseerija ning oksüdeeriva reagentiga (KIO_3 ja KI segu) on võimalik tema kontsentratsiooni määrata. Teisi orgaanilisi happeid, mis käituks joodi

keskkonnas nii nagu askorbiinhape, on apelsinimahlates piisavalt vähe. Teiseks võimalikuks meetodiks oleks olnud UV-Vis spektroskoopiaga neelduvuse mõõtmine, mille tulemusena saadakse teada kontsentratsioon. UV-Vis korral tuleb askorbiinhape siduda mõne teise ainega, mis teeb lahuse värviliseks, ning siis määrata kontsentratsioon. UV-Vis meetod on kindlasti kiirem analüüsimise seisukohast, aga nõuab proovi ettevalmistust ja seetõttu seda meetodit ei valitud. Mõõtmisel saadud andmeid analüüsiti MS Excel 2012 programmiga. Töös kujutatud molekulmudelid on koostatud programmiga ChemSketch (ACD/ Lab).

3.TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Vajalikud vahendid

- 1) Uuritav mahl (100 ml)
- 2) 0,002 M kaaliumjodaadi (KIO_3 - Lach-Ner) lahus (1 l)
- 3) 10% KI lahus (50 ml) (Lach-Ner)
- 4) 0,1 M HCl lahus (250 ml) (Lach-Ner)
- 5) 0,5% tärklise lahus (500 ml) (Lach-Ner)
- 6) mõõtesilindrid (10 ml ja 50/100 ml)
- 7) Pasteur'i pipett (tärklise lahuse mõõtmiseks - Lach-Ner)
- 8) kooniline kolb (250 ml)
- 9) bürett (25 ml)
- 10) magnetsegaja
- 11) magnetpulgad
- 12) kaal (Scout Pro)
- 13) statiiv

3.2. Lahuste valmistamine

Lahuste jaoks vajalikud ainekogused mõõdeti välja analüütilise kaaluga. Lahustina kasutati destilleeritud vett. Vajalikud lahusti kogused mõõdeti mõõtesilindriga (100 ml). Pärast täpseid mõõtmisi tehti valmis lahused, lahuseid segati põhjalikult.

3.2.1. 0,5% tärklise lahus (500 ml)

Vajalikku lahusekogust (25 ml) suurendati 20-kordselt sel põhjusel, et mõõtmisviga oleks võimalikult väike ning lahust jätkuks ka varukatseks, juhul, kui üks katsetest ebaõnnestub. Vajalik tärklisekogus leiti vastavusega:

100% – 500 g

0,5% – x (otsitav tärglise kogus grammides)

$$x = \frac{(500 \text{ g} * 0,5\%)}{100\%}$$

x = 2,5 g

0,5% tärglise lahuse jaoks võeti 497,5 ml destilleeritud vee kohta 2,5 g tärglist.

3.2.2. 10% kaaliumjodiidi (KI) lahus (500 ml)

Vajalikku lahusekogust (50 ml) suurendati 10-kordselt sel põhjusel, et mõõtmisviga oleks võimalikult väike ning lahust jätkuks ka varukatseks, juhul kui üks katsetest ebaõnnestub.

Vajalik kaaliumjodiidi kogus leiti vastavusega:

100% – 500 g

10% – x (otsitav kaaliumjodiidi kogus grammides)

$$x = \frac{(500 \text{ g} * 10\%)}{100\%}$$

x = 50 g

10% kaaliumjodiidi lahuse valmistamiseks võeti 450 ml destilleeritud vee kohta 50 g tahket kaaliumjodiidi.

3.2.3. 0,002 molaarne kaaliumjodaadi (KIO₃) lahus (1 l)

Molaarne kontsentratsioon (tähis – c) näitab seda, mitu mooli ainet (tähis – n) on ühes ruumalaühikus lahuses (tähis – V).

$$c = \frac{n}{V}$$

Antud põhivalemist avaldati:

$$n = c \times V$$

ja arvutati KIO₃ moolide arv:

$$n = 0,002 \text{ M} \times 1 \text{ l} = 0,002 \text{ mol}$$

Leiti KIO₃ molaarmass:

$$M(\text{KIO}_3) = 214 \text{ g/mol}$$

Kasutati avaldatud valemit kaaliumjodaadi massi saamiseks:

$$N = m \times M$$

$$N = 0,002 \text{ mol} \times 214 \text{ g/mol} = 0,428 \text{ g}$$

0,002 molaarse kaaliumjodaadi lahuse valmistamiseks võeti 1 l destilleeritud vee kohta 0,428 g kaaliumjodaati.

3.2.4. 0,1 M vesinikkloriidhappe (HCl) lahus (1 l)

Lähtudes alapeatükis 3.2.3. toodud valemite leiti vesinikkloriidhappe hulk moolides:

$$N = c \times V$$

$$N = 1 \text{ l} \times 0,1 \text{ M} = 0,1 \text{ mol}$$

Vastavusega leiti 100% vesinikkloriidhappe moolide arv:

$$0,1 \text{ mol} - 38\%$$

$$x \text{ mol} - 100\%$$

$$x = \frac{(0,1 \text{ mol} * 100\%)}{38\%}$$

$$x = 0,2634 \text{ mol}$$

Otsiti vesinikkloriidhappe massi:

$$m = n \times M$$

Arvutati välja vesinikkloriidhappe molaarmass:

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$

Arvutati välja vesinikkloriidhappe mass:

$$M = 0,2634 \text{ mol} \times 36,5 \text{ g/mol}$$

$$m = 9,61 \text{ g}$$

Kuna vesinikkloriidhappe on vedelik, tuli leida 9,61 g vesinikkloriidhappe hulk milliliitrites.

Selleks kasutati tiheduse põhivalemit: $\rho = \frac{m}{V}$, kus ρ on aine tihedus, m on aine mass ja V aine ruumala. Happe tihedus oli märgitud aine pudelil (1,18 g/ml).

Põhivalemist avaldati ruumala ja arvutati:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{9,61 \text{ g}}{1,18 \text{ g/ml}}$$

$$V = 8,2 \text{ ml}$$

1 l destilleeritud vee kohta võeti 8,2 ml vesinikkloriidhapet.

3.3. Töö käik

Büretti loputati 2–3 korda vähese koguse titrandiga [0,002 M kaaliumjodaadi (KIO_3) lahusega] ja kinnitati see statiivile. Bürett täideti titrandiga. Viimaste milliliitrite lisamiseks kasutati pipetti. Märjiti üles titrandi nivoo algnäit, oluline oli jälgida, et büretti ei jääks õhumulle. Mõõtesilindriga mõõdeti koonilisse kolbi 25 ml uuritavat mahla (kalibreerimislahuste puhul vastavat lahjenduslahust), 5 ml 10% KI lahust, 50 ml 0,1 M HCl lahust. Pasteur'i pipetiga lisati samasse kolbi umbes 3 ml tärglase lahust.

Alustati tiitrimist, lisades kolvis olevale proovile büretist aeglaselt titranti. Lahust segati magnetsegajal, kolbi asetatud magnetpulgaga. Lahust segati ringjate liigutustega kogu tiitrimise vältel. Tiitriti seni, kuni lahuse värvus muutus püsivalt siniseks. Titrandi nivoo lõppnäit büretis märjiti üles. Leiti tiitrimisele kulunud titrandi ruumala, lahutades titrandi lõppnäidust algnäit. Tiitrimist tehti neljas korduses. Enne uut tiitrimist pesti kolbi korralikult destilleeritud veega. Tulemuste põhjal arvutati aritmeetiline keskmine.

Kalibreerimislahuste puhul korrati sama protseduuri, kasutades mahla asemel vastava kontsentratsiooniga L-askorbiinhappe lahust. Iga kontsentratsiooniga tiitrimist teostati neljas korduses. Kordused tagavad tulemuse võimalikult väikese vea. Kalibreerimislahuste puhul märjatakse ära algnivoo ja lõppnivoo ning lahutades lõppnivoost algnivoo, saadakse vajalik kaaliumjodaadi ruumala. Võimalikult täpsete andmete saamiseks arvutatakse aritmeetiline keskmine ja standardhälve.

Standardhälve iseloomustab tulemuste hajuvust keskmise ümber. Standardhälbe saab, kui leida kõigi tulemuste erinevus keskmisest ning arvutada nende erinevuste keskmine. Seega näitab standardhälve erinevust üldisest keskmisest. Kui standardhälve on suur, tähendab see, et tulemused on üldisest keskmisest kaugel. Kui standardhälve on väike, siis on saadud tulemused keskmise lähedal. See tähendab, et mida väiksem on standardhälve, seda täpsemalt on mõõtmised teostatud. (Rootalu: 2014)

Standardhälvet arvutati järgmise valemi järgi:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n}}$$

kus s on standardhälve, x_i – mõõtmistulemus, m – mõõtmistulemuste keskmine väärtus, n – paralleelkatsete arv.

3.4. Kalibreerimislahused

Kalibreerimislahuste puhul tiitriti teadaolevate kontsentratsioonidega lahuseid. Redokstiitrimine ja tiitrimine üldiselt ei ole väga täpne meetod värvimuutuse tajumise tõttu ja seega aitab kalibreerimisgraafiku koostamine hilisemaid tiitrimise tulemusi parandada. Kalibreerimislahuste tiitrimised viidi läbi puhta L-askorbiinhappega. Kalibreerimislahuseid tiitriti samuti nagu mahlasid. Kalibreerimislahused valmistati alglahust kasutades. Esmalt kaaluti täpselt 1 g = 1000 mg L-askorbiinhapet, mis segati põhjalikult 1 l destilleeritud veega. Saadi L-askorbiinhappe alglahus.

$$C_a (\text{alglahus}) \times V_a = C \times V_1$$

$$C = m/l$$

$$V_1 = 200 \text{ ml}$$

$$C_a = 1000 \text{ mg/l l} = 1000 \text{ mg/l}$$

Tehti järgnevad lahjendused: 600 mg/l, 400 mg/l, 200 mg/l ning 100 mg/l sel põhjusel, et need ühtisid kõige paremini mahlades oleva C-vitamiini kontsentratsiooniga ning seeläbi oli mõõtevahemik ühtlaselt katsepunktidega täidetud.

Kalibreerimislahuste valmistamiseks tuli arvutada alglahuse ja vee ruumala. Eeldus oli teha iga lahjendust 200 ml (V_1). Leiti, mitu milligrammi ainet on vaja vastavasse lahjendusse.

$$(C/C_a) \times 200 \text{ ml} = \text{vastav aine kogus mg}$$

Milligrammid teisendati liitriteks:

$$V = \frac{m}{C}$$

$$V = \frac{120 \text{ mg/l}}{1000 \text{ mg/l}} = \text{vastav aine kogus l}$$

Leiti vajalik veekogus:

200 ml – vastava aine kogus = vee kogus.

Vastavad lahused on toodud tabelis 4.

Tabel 4. Kalibreerimislahused

Valmistatava lahuse kontsentratsioon (mg/l)	Alglahuse ruumala (ml)	H ₂ O ruumala (ml)
600	120	80
400	80	120
200	40	160
100	20	180

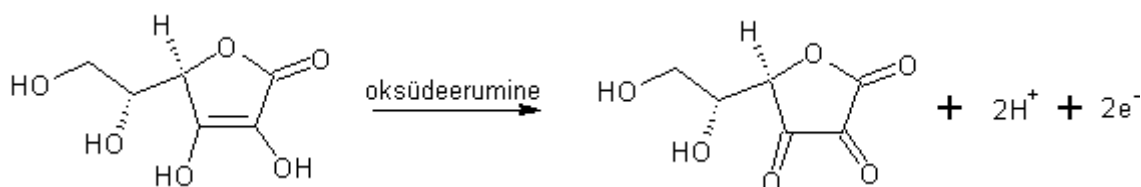
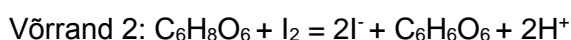
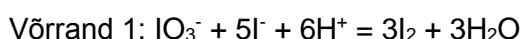
Tabelis 5 on välja toodud kalibreerimislahuste tiitrimisel kulunud titrandi kogused, kus arvutuste puhul kasutati tabelis 4 olevaid kontsentratsioone.

Tabel 5. Kalibreerimislahuste titrandi kulud milliliitrites.

Askorbiinhape (mg/l)	Katse 1	Katse 2	Katse 3	Katse 4	Keskmine titrandi kulu
600	11,90	12,30	12,15	12,10	12,11 ± 0,17
400	8,10	8,25	8,20	8,10	8,16 ± 0,08
200	4,15	4,25	4,05	4,05	4,13 ± 0,10
100	2,00	2,00	2,00	2,10	2,03 ± 0,05

3.5. Kalibreerimislahuste arvutused

Happelisele lahusele, mis sisaldab jodiidione (I^-), lisatakse jodaatioone (IO_3^-), (näidatud võrrandis 1). Jodaatioonide redutseerimisel ning jodiidioonide oksüdeerumisel tekib jood, mis oksüdeerib askorbiinhappe ($C_6H_8O_6$) dehüdroksüaskorbiinhappeks ($C_6H_6O_6$), (näidatud võrrandis 2). Jood redutseerub protsessi käigus jodiidiooniks.



Joonis 2. L - askorbiinhappe oksüdeerumine

Kuni lahuses on askorbiinhapet, ei teki joodilahuse lisamisel lahusesse vaba joodi. Kui kogu askorbiinhape on oksüdeerunud, tekib joodi ülejäägist tärklise juuresolekul sinine tärklise-joodi kompleks. Püsiva sinise värvuse teke on tiitrimise lõpp-punkti tähiseks. Arvutuslikult leitakse kõigepealt tekkinud I_2 moolide arv, kasutades valemit:

$$n(I_2) = C(IO_3^-) \times V(IO_3^-) \times 3$$

kus $n(I_2)$ tähistab joodi moolide arvu, $C(IO_3^-)$ kaaliumjodaadi molaarset kontsentratsiooni, $V(IO_3^-)$ kaaliumjodaadi ruumala ning arv 3 tuleb 1. võrrandi stöhhiomeetriast.

Teises reaktsioonvõrrandis on näha, et joodi moolide arvu ja askorbiinhappe moolide arvu suhted on üks ühele, mis tähendab, et $n(I_2) = n(C_6H_8O_6)$. Kõigepealt leitakse tekkinud I_2 moolide arv, kasutades valemit:

$$n(I_2) = C(IO_3^-) \times V(IO_3^-) \times 3$$

kus $n(I_2)$ tähistab joodi moolide arvu, $C(IO_3^-)$ kaaliumjodaadi molaarset kontsentratsiooni, $V(IO_3^-)$ kaaliumjodaadi ruumala ning 3 tuleb 1. võrrandi stöhhiomeetriast.

Analüüsidest teist reaktsioonivõrrandit, on näha, et joodi moolide arv ja askorbiinhappe moolide arv suhtuvad 1:1, mis tähendab, et $n(I_2) = n(C_6H_8O_6)$.

Leiti askorbiinhappe molaarne kontsentratsioon, kasutades valemit:

$$C(C_6H_8O_6) = n(C_6H_8O_6) / V(C_6H_8O_6)$$

kus $C(C_6H_8O_6)$ tähistab askorbiinhappe molaarset kontsentratsiooni, $n(C_6H_8O_6)$ askorbiinhappe moolide arvu ning $V(C_6H_8O_6)$ askorbiinhappe lahuse ruumala.

Et teada, mitu mg askorbiinhapet on liitris mahlas, tuleb askorbiinhappe kontsentratsioon korrutada selle molaarmassiga.

3.5.1. Kalibreerimislahuse valmistamine

Antud arvutuskäik on toodud lahjenduse 600 mg/l kohta, kõikide ülejäänud lahjenduste korral kasutati analoogset arvutuskäiku.

Leiti joodi moolide arv $n(I_2)$:

$$n(I_2) = C(IO_3^-) \times V(IO_3^-) \times 3$$

$$n(I_2) = 0,002 \text{ M} \times 12,11 \text{ ml} \times 3 = 0,0726 \text{ mmol}$$

Leiti askorbiinhappe molaarne kontsentratsioon: $n(C_6H_8O_6) / V(C_6H_8O_6)$

$$0,0726 \text{ mmol} / 25 \text{ ml} = 0,0029 \text{ mmol/ml}$$

Askorbiinhappe mg/l teisendamiseks tuleb askorbiinhappe kontsentratsioon korrutada tema molaarmassiga: $C(C_6H_8O_6) \times M$

$$M(C_6H_8O_6) = 176,12 \text{ mg/mmol}$$

$$0,0029 \text{ mmol/ml} \times 176,12 \text{ mg/mmol} = 0,5119 \text{ mg/ml}$$

Vastus teisendati g/l ühikusse:

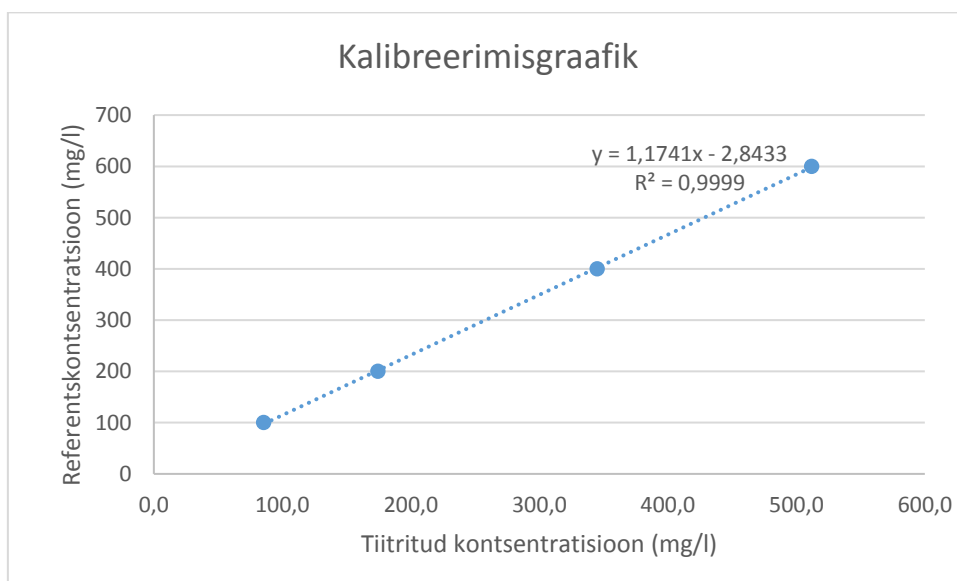
$$0,5119 \text{ mg/ml} \times 1000 = 512,0 \text{ mg/l}$$

Tulemused kanti tabelisse 6.

Tabel 6. Kalibreerimislahuste kontsentratsioonid

Askorbiinhappe kontsentratsioon (mg/l)	Keskmine titrandi kulu (ml)	n(I ₂) (mmol)	Askorbiinhappe kontsentratsioon (mmol/ml)	Askorbiinhappe kontsentratsioon (mg/ml)	Askorbiinhappe kontsentratsioon (mg/l)
600	12,11 ± 0,17	0,0726 ± 0,0010	0,0029 ± 0,00004	0,5119 ± 0,0070	512,0 ± 7,0
400	8,16 ± 0,08	0,0490 ± 0,0005	0,0019 ± 0,00002	0,3452 ± 0,0032	345,0 ± 3,2
200	4,13 ± 0,10	0,0248 ± 0,0006	0,0009 ± 0,00002	0,1745 ± 0,0040	174,4 ± 4,0
100	2,03 ± 0,05	0,0122 ± 0,0003	0,0004 ± 0,00001	0,0858 ± 0,0021	85,6 ± 2,1

Koostati graafik, kus ühel teljel on referentslahuse kontsentratsioon ja teisel tiitrimisel leitud kontsentratsioon (joonis 3). Lähendati katsepunkte sirge võrrandile ning saadi teada tõus ja vabaliige.



Joonis 3. Kalibreerimisgraafik

Tõusu ja vabaliiget kasutati hilisemate tulemuste parandamisel.

3.6. Mahlade tiitrimine

Mahlade tiitrimisel otsiti samuti titrandi kulu. Töö käik ja tulemuste arvutamine käis täpselt samuti nagu kalibreerimislahustega. Titrandi kulud on kajastatud tabelites 7, 8 ja 9.

Tabel 7. Mahla Don Simon titrandi kogused

Titrandi algnivoo (ml)	Titrandi lõppnivoo (ml)	V [KIO ₃ (ml)]
0,00	9,55	9,55
0,00	9,65	9,65
9,65	19,75	10,10
0,00	10,00	10,00

Tabel 8. Mahla Cappy titrandi kogused

Titrandi algnivoo (ml)	Titrandi lõppnivoo (ml)	V [KIO ₃ (ml)]
10,00	14,35	4,35
14,35	18,50	4,15
18,50	22,70	4,20
0,00	4,25	4,25

Tabel 9. Värskest pressitud apelsinimahla titrandi kogused

Titrandi algnivoo (ml)	Titrandi lõppnivoo (ml)	V [KIO ₃ (ml)]
8,70	17,60	8,90
0,00	8,55	8,55
8,55	16,60	8,05
0,00	8,40	8,40

Selgema ülevaate saamiseks tehti tabel, kus on välja toodud kõik katsed mahladega koos titrandi kulu aritmeetilise keskmisega (tabel 10).

Tabel 10. Mahlade tiitrimiseks kulunud titrandi ruumalad ning katsete aritmeetiline keskmine

Mahl	Katse 1 V [KIO ₃] (ml)]	Katse 2 V [KIO ₃] (ml)]	Katse 3 V [KIO ₃] (ml)]	Katse 4 V [KIO ₃] (ml)]	Aritmeetiline keskmine V [KIO ₃ (ml)]
Don Simon	9,55	9,65	10,10	10,00	9,83 ± 0,27
Cappy	4,35	4,15	4,20	4,13	4,21 ± 0,10
Värskelt pressitud apelsinimahl	8,90	8,55	8,05	8,40	8,48 ± 0,35

Tabelis toodud aritmeetilised keskmised olid vajalikud C-vitamiini kontsentratsiooni arvutamiseks mahlades.

3.6.1. Mahlade C-vitamiini kontsentratsiooni arvutamine Don Simon mahla näitel

Leiti joodi moolide arv $n(I_2)$ valemiga:

$$n(I_2) = C(IO_3^-) \times V(IO_3^-) \times 3$$

$$n(I_2) = 0,002 \text{ M} \times 9,83 \text{ ml} \times 3 = 0,0589 \text{ mmol}$$

Leiti askorbiinhappe molaarne kontsentratsioon valemiga:

$$C(C_6H_8O_6) = n(C_6H_8O_6) / V(C_6H_8O_6)$$

$$C(C_6H_8O_6) = 0,0589 \text{ mmol} / 25 \text{ ml} = 0,0023 \text{ mmol/ml}$$

Et saada teada, mitu mg askorbiinhapet on liitris mahlas, tuleb askorbiinhappe kontsentratsioon korrutada tema molaarmassiga, $C(C_6H_8O_6) \times M$

$$\text{Askorbiinhappe molaarmass } M(C_6H_8O_6) = 176,12 \text{ g/mol} = 176,12 \text{ mg/mmol}$$

$$m(C_6H_8O_6) = 0,0023 \text{ mmol/ml} \times 176,12 \text{ mg/mmol} = 0,4051 \text{ mg/ml}$$

$$\text{Vastus teisendati ühikusse g/l: } 0,4152 \text{ mg/ml} \times 1000 = 415,3 \text{ g/l}$$

Teiste mahlade korral kasutati analoogset arvutuskäiku nagu antud alapeatükis kirjeldati. Tulemused kanti tabelisse 11.

Tabel 11. Mahlades sisalduva C-vitamiini kontsentratsioonid

Mahl	Keskmine titrandi kulu (ml)	n(I ₂) (mmol)	Askorbiinhape kontsentratsioon (mmol/ml)	Askorbiinhape kontsentratsioon (mg/l)	Askorbiinhape kontsentratsioon (mg/ml)
Don Simon	9,83 ± 0,27	0,0590 ± 0,0016	0,0023 ± 0,00006	0,4153 ± 0,0113	415,3 ± 11,2
Cappy	4,21 ± 0,10	0,0253 ± 0,0006	0,0010 ± 0,00002	0,1778 ± 0,0042	177,8 ± 4,2
Värskelt pressitud apelsinimahl	8,48 ± 0,35	0,0509 ± 0,0021	0,0020 ± 0,00009	0,3584 ± 0,0149	358,2 ± 14,9

3.7. Mahlades sisalduva C-vitamiini kontsentratsiooni parandatud tulemused

Saadud kalibreerimisgraafikut (joonis 3) kasutati täpsemate tulemuste saamiseks mahlade C-vitamiini kontsentratsiooni arvutamisel. Joonisel 3 on toodud sirge, mille võrrand on $y = 1,1741x - 2,8433$. Võrrandis tähistab täht y tiitritud kontsentratsiooni ja täht x õiget kontsentratsiooni, 1,1741 tähistab tõusu ja -2,8433 vabaliiget. Mahlades sisalduva C-vitamiini täpsema kontsentratsiooni leidmiseks tuleb asendada võrrandis täht y mahlade esialgse C-vitamiini kontsentratsiooniga. Mahla Don Simoni esialgne C-vitamiini kontsentratsioon oli 415,3 mg/l, täpsem kontsentratsioon:

$$415,3 = 1,1741x - 2,8433$$

$$415,3 + 2,8433 = 1,1741x$$

$$418,1433 = 1,1741x \quad | :1,1741$$

$$x = 356,1$$

Kõikide ülejäänud lahjenduste korral kasutati sama arvutuskäiku nagu antud alapeatükis kirjeldatud. Tulemused kanti tabelisse 12.

Tabel 12. C-vitamiini parandatud kontsentratsioonid mahlades

Mahl	Esialgne askorbiinhappe kontsentratsioon + vabaliige (2,8433) (mg/l)	Esialgne askorbiinhappe kontsentratsioon + vabaliige/ tõus (1,1741) (mg/l)
Don Simon	418,4433	356,1
Cappy	180,7433	153,9
Värskelt pressitud apelsinimahl	361,2433	307,5

3.8. Pakenditel toodud ja tiitrimisel määratud C-vitamiini kontsentratsioonide võrdlus

Esiteks võrreldi kalibreerimislahuste tulemusi õige kontsentratsiooniga. Antud viga jäi vahemikku 13%–15%, mis on redokstiitrimise puhul väike viga.

Tabel 13. C-vitamiini kontsentratsioonide võrdlus

Mahl	Pakendil olev C-vitamiini kontsentratsioon (mg/l)	Tiitrimisel saadud C-vitamiini kontsentratsioon (mg/l)	Täpsem kontsentratsioon (mg/l)	Pakendi ja täpsema kontsentratsiooni erinevus (mg/l)
Don Simon	300	415,6	356,1	56,1
Cappy	120	177,9	153,9	33,9
Värskelt pressitud apelsinimahl	-	358,4	307,5	-

C-vitamiini kogus Don Simoni apelsinimahla pakendil oli 300 mg/l ning Cappy apelsinimahla pakendil 120 mg/l. Tiitrimiste ja täpsemate arvutuste tulemusena saadi Don Simoni C-vitamiini sisalduseks 356,4 mg/l, mida on 56,1 mg/l rohkem kui pakendil kirjas olev informatsioon väidab. Tiitrimise ja arvutuste järgselt oli C-vitamiini kogus Cappy apelsinimahlas 177,9 mg/l, ka siin on näha 33,9 mg/l erinevust pakendil oleva infoga.

KOKKUVÕTE

Uurimistöö „Värskas müüdavate apelsini täismahlade ja enda pressitud apelsinimahla C-vitamiini sisalduse määramine tiitrimisel“ teoreetilise osa eesmärkideks oli tutvuda C-vitamiini olemuse ja biotoimega, täiendada oma teadmisi mahlade kohta ja tutvuda tiitrimise kui kontsentratsiooni määramise ühe meetodiga. Need eesmärgid said täidetud töötades läbi erinevaid materjale töö teoreetilise osa kirjutamiseks, kus kõik nimetatud teemad ka käsitlemist leiavad. Töö teoreetiline osa andis palju vajalikku teavet praktilise töö tegemiseks.

Praktilise töö eesmärkideks oli uurida, kas pakendil märgitud C-vitamiini sisaldus langeb kokku tiitrimisel määratud sisaldusega, ja määrata värskelt pressitud apelsinimahla C-vitamiini sisaldus ning võrrelda seda täismahlade C-vitamiini sisaldusega.

Töös püstitati kaks hüpoteesi. Esimeseks hüpoteesiks oli, et C-vitamiini sisaldus tiitrimisel on väiksem kui pakendil märgitud C-vitamiini sisaldus. See hüpotees osutus vääraks, kuna selgus, et mõlema mahla puhul saadi tiitrimisel kõrgem tulemus (Cappy pakendil 120 mg/l, tiitrimisel 153,9 mg/l, Don Simon 300 mg/l, tiitrimisel 356,1 mg/l).

Teiseks hüpoteesiks oli, et enda pressitud apelsinimahla C-vitamiini sisaldus on suurem kui poes müüdavates apelsini täismahlades. See hüpotees osutus osaliselt tõseks. Tiitrimisel leiti, et enda pressitud mahla vitamiinisaldus oli 307,5 mg/l, mis on kõrgem kui Cappy mahlas, aga madalam kui Don Simon mahlas.

Kokkuvõtteks võib öelda, et kõik töös püstitatud eesmärgid saavutati ja töö tegemise käigus saadi palju uusi teadmisi C-vitamiinist ning omandati oskus määrata ainete kontsentratsiooni redokstiitrimise meetodil.

SUMMARY

C-vitamin concentration measured by titration method in pre-packaged orange juices sold in Värska and in freshly pressed orange juice

This practical research paper is put together with a purpose to study C-vitamin concentration in different orange juices sold in Värska and in freshly pressed orange juice. The results were found by titration method and one of the purposes of the research was to practice titration as a method of concentration measurement. Further purpose of this practical research was to understand more C-vitamin as a substance and its bioactivity.

The theoretical part of the study presents different background information, for example vitamins and their classification, C-vitamin and its functions and sources, juices and their classification and explanation of titration methodology.

The aim of the practical research was to measure whether the C-vitamin concentration on the juice packages is accurately marked and whether the values are correct. Furthermore, this study measured C-vitamin content in freshly pressed orange juice to compare the results with pre-packaged orange juice. The requirement for tested orange juices was that their C-vitamin concentration would be indicated on the package, therefore only two orange juices available in Värska grocery store qualified for the test - Cappy and Don Simon.

First hypothesis was that C-vitamin consistency found through titration method will be less than indicated on the package, meaning that markings on the package overestimate the C-vitamin content on the package juices. However, it was found that the hypothesis was wrong.

Second hypothesis was that C-vitamin concentration in freshly pressed orange juice is higher than in packaged juice. That turned out to be partly true since titration method showed freshly pressed juice C-vitamin concentration to be higher than Cappy juice but lower than in Don Simon juice.

To conclude, this paper contains theoretical part that supports strongly the practical part and practical research is documented and successfully presented on the paper.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Heinerman, J. 1999. Heinermani tervistavate mahlade entsüklopeedia. Tallinn: Ersen
- Higdon, J. 2000. Vitamin C. URL=<http://pi.oregonstate.edu/mic/vitamins/vitamin-C> (03.01.2017)
- Jõgela, Joana, suuliselt autorile, 15.11.2016
- Lavõgina, D. 2016. Tiitrimine. URL=http://tera.chem.ut.ee/~ivo/ak1/tiitrimine_ylevaade.pdf (12.01.2017)
- Eesti Toiduliit. 2015. Mahl 100% head looduselt. URL= <http://www.tunnetoitu.ee/100-mahl/> (27.10.2016)
- Mägi, M. Eesti elanike mahlaelistuste tipus troonivad täismahlad.
URL=<http://tarbija24.postimees.ee/3452077/eesti-elanike-mahlaelistuste-tipus-troonivad-taismahlad> (26.10.2016)
- Ott, R. & Pikksarv, A. & Talts, E. 1983. Keemia ülesannete kogu. Tallinn: Valgus
- Rootalu, K. 2014. Kirjeldav Statistika. URL=<http://samm.ut.ee/kirjeldav-statistika> (14.03.2017)
- Sünnimaa. 2000. Vitamiiniraamat. Tartu: Sünnimaa.
- Tallinna Ülikool. 2014. Mahtanalüüs.
URL=https://www.google.ee/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiQ_vWQjqLTAhWKDCwKHfpDDzkQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tlu.ee%2Fkeemia%2FAnal%25FC%25FCtiline%2520keemia%25201415S%2FMahtanalyys_%2520Kokkuvote.ppt&usg=AFQjCNFBj9xVL2PHtWlsnw0pBgeBfScpTw&sig2=yXtRaZde04UEOUP0Pawajg (04.02.2017)
- Tervise Arengu Instituut. 2013. Mahl, nektar, mahlajook - mis on mis?
URL=<http://toitumine.ee/artiklid/mahl-nektar-mahlajook-mis-on-mis> (19.02.2017)
- Tervise Arengu Instituut. 2015. C-vitamiin ehk askorbiinhape
URL=<http://toitumine.ee/energia-ja-toitainete-vajadused/vitamiinid/c-vitamiin> (04.02.2017)
- Tervise Arengu Instituut 2017. Toiduained vitamiin C ligikaudse sisalduse järgi kahanevas järjekorras. URL= <http://tap.nutridata.ee/24/showTOP/28> (03.09.2017)
- Zilmer, M. & Vihalemm, T. & Pulges, A. & Kokassaar, U. 1996. Vitamiinid. Tartu.
- Zilmer, M. & Karelson, E. & Vihalemm, T. 1999. Meditsiiniline biokeemia II. Tallinn: Avita.
- Zilmer, M. 2006. Inimorganismi biomolekulid ja metabolism. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.

LISAD

Lisa 1. Praktilises töös kasutatud mahlad Don Simon ja Cappy



Lisa 2. Tiitrimine



Lisa 3. Apelsinimahla tiitrimise alg- ja lõpplahus (enne ja pärast stöhhiomeetriapunkti saavutamist)

