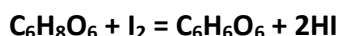


Vitamiin C sisalduse määramine keedetud kartulis

Vitamiin C ehk askorbiinhape on organismile eluliselt vajalik vesilahustuv vitamiin. Vitamiin C aitab omastada rauda ning tagab sidekoe normaalse kasvu ja taastumise. Ühtlasi on see vitamiin ka antioksüdant, hoides ära soovimatuid oksüdatsioonireaktsioone rakkudes ning seeläbi tervist kahjustava ja vananemist kiirendava oksüdatiivse stressi kujunemist organismis. Vitamiin C leidub põhiliselt mitmetes puu- ja köögiviljades. Askorbiinhappe ebapüsivuse tõttu võib selle sisaldus toiduainetes seismise ning töötlemise käigus langeda, mistõttu on vajalik selle sisalduse korduv määramine. Askorbiinhapet leidub kõige rohkem puu- ja köögiviljades. Kuigi kartulimugulad sisaldavad seda suhteliselt mõõdukalt, on kartul siiski tänu laiale levikule ja suurtele päevas söödavatele kogustele väga tähtis askorbiinhappe allikas. Vitamiin C määramiseks toiduainetes võib kasutada jodomeetrilist tiitrimist.

Tiitrimine on meetod aine kontsentratsiooni määramiseks lahuses. Tiitrimine põhineb uuritavas lahuses sisalduva aine reaktsioonil teises, teadaoleva kontsentratsiooniga lahuses leiduva ainega. Eksperimendi käigus määratakse lahuste ruumalad, mille juures on ainete vaheline reaktsioon lõpuni kulgenud. Reaktsiooni lõppemine tuvastatakse harilikult lahuse värvuse muutuse järgi, sageli lisatakse selle esile kutsumiseks uuritavale lahusele indikaatorit. Reageerinud lahuste ruumalade ning teadaoleva lahuse kontsentratsiooni järgi on võimalik välja arvutada uuritava aine sisaldus uuritavas lahuses.

Jodomeetrilise tiitrimise käigus reageerib askorbiinhape joodiga järgmise võrrandi kohaselt:

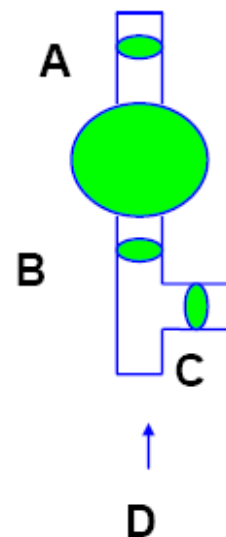


Reaktsiooni lõpp tuvastatakse tärglise lahuse abil, mis on siinjuures indikaatoriks. Kui kogu askorbiinhape on joodiga ära reageerinud, põhjustab tärglist sisaldavasse uuritavasse lahusesse lisatud, reageerimata jääv jood lahuse värvumise sinakaks. Jood moodustab tärglisega värvilise kompleksühendi.



Pipetipumba kasutamise õpetus

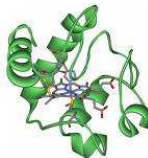
- 1) Aseta pipett pipetipumba avasse **D**.
- 2) Ava sulgur **A** ja vajuta pumba balloonest õhk välja.
- 3) Aseta pipeti ots lahusesse, mida on vaja uurimiseks kindel ruumala võtta, ava sulgur **B** ja täida vaakumi jõul pipett lahusega. Kui vedeliku nivoo jõuab soovitud ruumala märgist paar sentimeetrit kõrgemale, sulge sulgur **B**.
- 4) Sulguri **C** ettevaatliku avamise ja sulgemisega lase vedelikusammal ehk meniski alumine punkt täpselt kriipsu peale. Jälgi, et pipeti sellesse ossa, kuhu on võetud uuritav lahus, ei jääks õhumulli!
- 5) Aseta pipeti ots sellesse anumasse, millesse tuleb mõõdetud lahus viia nõnda, et pipeti ots toetuks anuma seinale vastu ja pipett ei oleks seejuures kaldu (vertikaalne asend).
- 6) Ava sulgur **C**. Uuritav vedelik voolab pipetist anumasse. Pärast vedeliku väljavoolamist hoia pipetti veel mõned sekundid nõu seinale vastas. Seejärel võta pump pipeti küljest lahti.



Tähelepanu! Kasuta pumpa nii, et uuritav vedelik sinna sisse ei pääseks.

Töö käik

1. Koori keedetud kartul plastnoaga. Kaalu 60...65 grammi kooritud kartulit 500 ml topsi. Kirjuta tüki täpne mass protokollis. Koored võid jätta papptaldrikule.
2. Tambi topsis paiknev kartulitükk sobiva abivahendiga võimalikult ühtlaseks massiks. Puhasta abivahend noaga nii, et kaalutud kartulist midagi kaotsi ei läheks.
3. Lisa tambitud kartulimassile pipeti abil 5 ml soolhappe (HCl) lahust (lahuse kontsentratsioon on $0,04 \text{ mol/dm}^3$). Happelise keskkonna loomine on vajalik, et vältida askorbiinhappe oksüdeerumist õhuhapniku toimel.
4. Lisa segule mõõtsilindriga võimalikult täpselt 195 ml destilleeritud vett, kallates ürita ka tampimiseks kasutatud abivahendilt kartulijäänused segusse loputada. Vee taset mõõtsilindris võid korrigeerida Pasteuri pipetiga. Sega segu puupulgaga hoolikalt mitu korda läbi. Selle töö käigus eeldame, et kogu kartulis sisalduv



askorbiinhape lahustub lisatud vedelikus. Jäta segu seisma, kuni moodustuvad kaks selgesti eristuvat kihti – selgem vedelik peal ning sogasem suspensioon anuma põhjas. Kuna kihistumine võib võtta aega kuni 30 minutit, vasta samal ajal küsimustele! Ülemine kiht võib jääda kergelt häguseks, kuid põhiline kartulimass peab jääma alumisse kihti.

5. Mõõda pipetiga 20 ml vedelikku selle ülemisest kihist koonilisse kolbi. Jälgi, et alumisest kihist ei satuks pipetti kartulimassi, mis võiks pipeti ummistada!

6. Lisa Pasteuri pipetiga umbes 1 cm^3 tärklise lahust.

7. Aseta kolb büreti alla ja märgi protokollis tabelisse büreti algnäit. Võta büreti näit alati võimalikult täpselt, soovitatav $0,02 \text{ ml}$ täpsusega (viimast kohta hinda silma järgi).

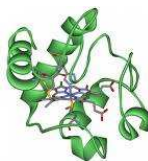
8. Ava aeglaselt büreti kraan ja tilguta kolbi joodi lahust, samal ajal kolvi sisu ettevaatlikult ringikujuliste liigutustega loksutades (jälgi, et lahust ei pritsiks kolvi seintele ega kolvist välja). Kuna tiitrimiseks kuluv joodi lahuse ruumala on väike, tuleb juba tiitrimise alguses tiitrida tilkhaaval. Lõpeta tiitrimine kohe, kui vedelik on värvunud sinakaks ja värvus püsib vähemalt 5 sekundit. Segu värvumine sinakaks näitab, et reaktsioon on lõppenud ning vedelikus on joodi rohkem, kui kulus reaktsioonile askorbiinhappega. Värvuse muutuse paremaks nägemiseks võib tiitrimise ajal kolvi alla asetada valge paberilehe.

9. Märgi üles büreti lõppnäit. Jälgi, et lõppnäit oleks loetud samal viisil nagu algnäit. Lõpp- ja algnäidu vahest arvuta tiitrimiseks kulunud joodilahuse ruumala.

10. Korda tiitrimist, kuni saad kolm $0,1 \text{ cm}^3$ täpsusega kokkulangevat tiitrimiseks kulunud joodilahuse ruumala tulemust või tee maksimaalselt viis katset. Loputa iga tiitrimise järel kolbi paar korda väikese koguse destilleeritud veega.



Keemia



Kood:

Eesti loodusteaduste olümpiaadi eksperiment 2009

Katsetuste protokoll

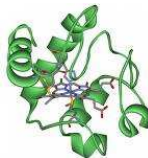
Kartulitüki mass on g

Katse nr	Büreti algnäit	Büreti lõppnäit	Kulunud lahuse ruumala
1			
2			
3			
4			
5			
Keskmine ruumala			

1. Arvuta kolme kõige paremini kokkulangeva tulemuse põhjal askorbiinhappe kontsentratsioon vedelikus nelja komakoha täpsusega ühikutes millimooli kuupdetsimeetri kohta (mmol/dm^3).

Joodilahuse kontsentratsioon on $3,3 \text{ mmol}/\text{dm}^3$ ($0,0033 \text{ mol}/\text{dm}^3$).

Askorbiinhappe kontsentratsioon kartulist saadud lahuses on mmol/dm^3



Kood:

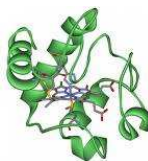
2. Arvuta askorbiinhappe sisaldus milligrammides keedetud kartuli 100 g kohta. Vastus anna ühe komakoha täpsusega. Askorbiinhappe molaarmass on 176,14 g/mol.

Vitamiin C sisaldus keedetud kartulis on

, mg/100 g kartulis

3. Täiskasvanud inimese soovituslik päevane vitamiin C vajadus WHO¹ järgi on 45 mg. Kui palju peaks inimene saanud tulemuse põhjal süüa päevas kartulit, et rahuldada päevane vitamiin C vajadus?

¹ World Health Organisation – Maailma Tervishoiuorganisatsioon



Kood:

Eesti loodusteaduste olümpiaadi eksperiment 2009

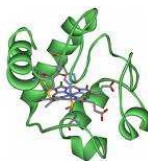
4. Nii askorbiinhappe reaktsioon joodiga kui ka vitamiin C antioksidatiivne toime tugineb askorbiinhappe ühele üldisele omadusele. Milline omadus see on? Tõmba õigele vastusele ring ümber.

- Happelisuus
- Redutseeriv toime
- Suur molekulmass
- Aluselisus
- Oksüdeeriv toime

5. Selgita, millisel põhimõttel toimib askorbiinhape antioksidandina.

6. On teada, et askorbiinhappe sisaldus kartulites on eri kartulisortides erinev. Kuidas võiks askorbiinhappe kõrgem sisaldus kartulis mõjutada selle säilivusaega tuginedes askorbiinhappe keemilistele omadustele. Põhjenda vastust!

7. Kas askorbiinhappe kontsentratsioon kartulis on tegelikult suurem või väiksem korrektse tiitrimise käigus eksperimentaalselt määratud sisaldusest? Põhjenda vastust!



8. Miks tuleb askorbiinhappe määramisel arvutustes kasutada vähemalt kolme tiitrimise keskmist väärtust?

9. Pane kirja vähemalt kolm selles eksperimendis kirjeldatud kartuli töötlemise meetodikast lähtuvat võimalikku vea allikat äsja teostatud vitamiin C sisalduse määramisel.

10. Millist tingimust peab täitma tiitrimisel kasutatav reaktsioon? Tõmba õigele vastusele ring ümber.

- ✓ Reaktsioon peab olema kiire
- ✓ Reaktsioon peab olema aeglane
- ✓ Reaktsioon peab toimuma gaaside eraldumiseta
- ✓ Vähemalt üks reaktsiooni lähteaine peab olema värviline
- ✓ Reaktsioon peab toimuma vesilahuses

11. Vitamiin C äärmuslik puudus organismis põhjustab skorbuuti. Skorbuudi tundemärgid ilmnevad tavaliselt siis, kui vitamiin C sisaldus organismis langeb alla 300 milligrammi. Kui inimene ei tarbi üldse vitamiini C, kaob iga päev tema organismist ligikaudu 2,9 % vitamiin C kogusest. Kui palju aega kulub organismis vitamiin C taseme langemiseks 1000-lt milligrammilt 300 milligrammini, kui inimene ei saa toiduga askorbiinhapet? Vastus anna päeva täpsusega. Ürita ülesanne lahendada võimalikult ratsionaalselt.



Keemia



Kood:

Eesti loodusteaduste olümpiaadi eksperiment 2009

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's answer to the question.

12. Skitseeri organismis sisalduva vitamiin C koguse muutumise funktsiooni graafik (joonista graafiku kuju) vitamiini täieliku mittetarbimise korral: x-teljele kanna aeg ja y-teljele vitamiin C sisaldus organismis.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw a graph showing the change in vitamin C content over time.