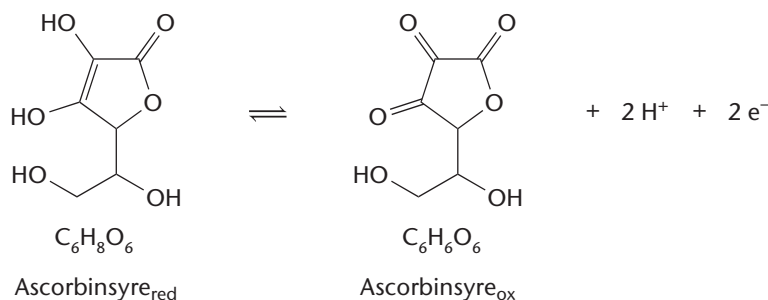




Bestemmelse af vitamin C i broccoli ved redoxtitrering

Menneskekroppen har brug for ascorbinsyre, også kaldet vitamin C, blandt andet for at danne bindevæv og vigtige signalstoffet i hjernen. Syren forbedrer også kroppens optagelse af jern og er en vigtig antioxidant, se figur 1.



Figur 1. Ascorbinsyre i sin reducerede og oxiderede form.

Kroppen kan ikke selv danne vitaminet, og det skal derfor tilføres med kosten. Den anbefalede daglige dosis for voksne mænd og kvinder er 75 mg/dag. De vigtigste kilder til vitamin C er frugt og grøntsager, men når de tilberedes, sker der et betydeligt tab af vitaminet. Tabet afhænger bl.a. af tilberedningstiden.

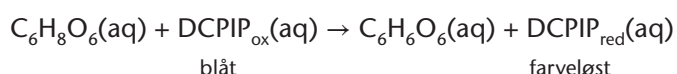
Ifølge fødevederedatabaser er indholdet af vitamin C i rå broccoli ca. 117 mg/100 g, se figur 2. I kogt broccoli er indholdet ca. 40 mg/100 g, så antioxidantens forsvinder tilsyneladende ved kogning.



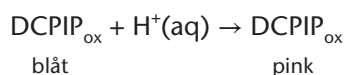
Figur 2. Rå broccoli.

I dette eksperiment er formålet at bestemme indholdet af vitamin C i rå og kogt broccoli samt i kogevandet. Både rå og kogt broccoli blendes og filtreres, og disse ekstrakter samt kogevand titreres efterfølgende ved en redoxtitrering. Der titreres med den kemiske forbindelse 2,6-dichlorphenolindophenol (DCPIP) der er blå i oxideret form og farveløst i reduceret form.

Titreringsreaktionen med vitamin C kan skrives således:



Det ses at vitamin C oxideres, mens DCPIP reduceres ved titreringen. DCPIP fungerer samtidig som indikator. Det skyldes at den oxiderede form af DCPIP kun er blå i neutral eller basisk opløsning, mens den er pink i sur opløsning:



En vitamin C opløsning gøres ekstra sur ved tilsætning af oxalsyre. Ved efterfølgende at tildryppe oxideret DCPIP skifter prøveopløsningen farve til pink i ækvivalenspunktet hvor alt vitamin C har reageret, og der derfor ikke sker yderligere reduktion af DCPIP.

I ækvivalenspunktet gælder:

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



For at kunne angive resultatet som et indhold af vitamin C i mg/100 g tilrettelægges eksperimentet så der først titreres på en vitamin C standardopløsning (500 mg/L) med en standardopløsning af DCPIP. Derved bestemmes hvor mange mg vitamin C der svarer til 1 mL DCPIP-opløsning. Derefter titreres de forskellige ekstrakter af broccoli.

Forsøgets kan varieres ved at vælge forskellige kogetider for broccoli.

Materialer

- 2,6-dichlorphenolindophenol – DCPIP(s) (Na^+ -saltet)
- Natriumhydrogencarbonat – NaHCO_3 (s)
- Oxalsyre(s)
- Ascorbinsyre(s)
- Paraffinolie(l)
- Demineraliseret vand
- Broccoli (100 g uden den store midterste stok pr. analyse der skal udføres)
- Vægt
- Skærebræt + kniv
- Gryde
- Stopur
- Si
- Blender
- Stativ + klemme
- Burette
- Magnet + magnetomrører
- Tragt + ostelærred (evt. filtrerpapir, men så tager det længere tid at filtrere)
- Målekolber (250 mL, 1000 mL)
- Konisk kolbe (100 mL)
- Måleglas (25 mL, 100 mL)
- Pipette (10 mL) + pipettesuger

Fremstilling af fælles reagenser

DCPIP-opløsning:

125 mg 2,6-dichlorphenolindophenol og 105 mg NaHCO_3 opløses i demineraliseret vand i 250 mL målekolbe. (Kræver lang tids omrøring og bør derfor fremstilles i forvejen. Holdbarheden er ca. 1 uge i køleskab.)

1 % oxalsyreopløsning:

10 g oxalsyre opløses i demineraliseret vand i 1000 mL målekolbe. (Oxalsyre sænker pH til et niveau, hvor ascorbinsyre er stabilt, og stoffet binder desuden metaller, som kan forstyrre analysen.). Lav 2 liter.

Standardopløsning af ascorbinsyre:

125 mg ascorbinsyre opløses i 1 % oxalsyre i 250 mL målekolbe. (Opløsningen har 1 dags holdbarhed.)



Sikkerhed

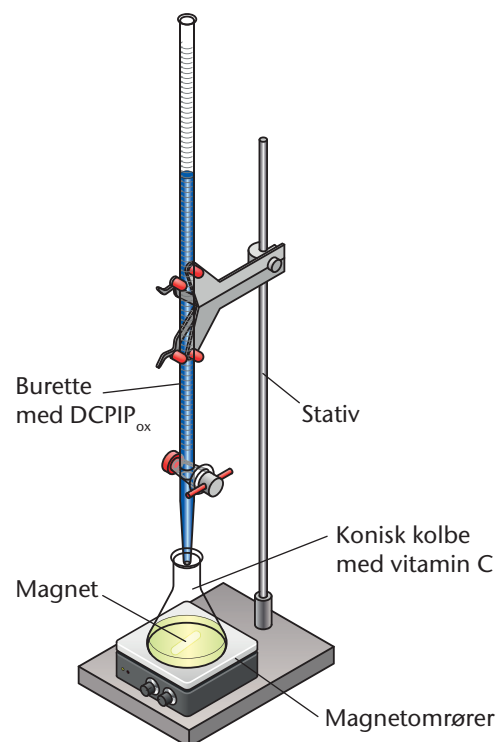
Der anbefales brug af sikkerhedsbriller når blender anvendes, da syreholdig varm væske kan sprøjte.

Fremgangsmåde

Først laves en fortitrering af en standardopløsning af ascorbinsyre:

1. Anbring burette i stativ. Fyld buretten med DCPIP-opløsning, og nulstil den.
2. Udtag med pipette 10,0 mL standardopløsning af ascorbinsyre og overfør til 100 mL konisk kolbe.
3. Put en magnet i kolben, og anbring den på en magnetomrører under buretten, se figur 3.
4. Titrer standardopløsningen i kolben med DCPIP indtil farveomslag (blivende svag lyserød farve).
5. Gentag evt. titreringen. Notér resultat $V(\text{DCPIP})_{\text{standard}}$ i tabel 1.

Så klargøres og titreres ekstrakter af broccoli. Det er vigtigt at titrering foretages hurtigt efter klargøring, da ascorbinsyre er ustabil og nemt oxideres, hvorved det ikke kan analyseres ved redoxtitrering.



Figur 3. Titreringsopstilling.

Kogt broccoli:

1. Hæld 400 mL vand i en gryde og opvarm til kogning.
2. Afvej og tilsæt 100,0 g broccoli (uden den midterste store stok).
3. Når vandet igen koger, holdes det i kog fra 3-20 minutter. (Her kan fx varieres fra gruppe til gruppe.)
4. Afdryp broccolien i si i 3 minutter, og gem koge vandet.
5. Overfør broccoli til blender. Tilsæt 100 mL 1 % oxalsyre samt 2-3 dråber paraffinolie.
6. Sæt låg på blender og blend i ca. 60 sek.
7. Overfør 50,0 g (antag det svarer til 25,0 g produkt) til 250 mL målekolbe. Fyld til mærket med 1 % oxalsyre, sæt prop på og omryst.
8. Filtrer opløsningen gennem tragt med 2 lag ostelærred.
9. Udtag 25,0 mL filtrat (antag det svarer til 2,5 g produkt) til titrering.
10. Titrer som anvist under titrering af standardopløsning af ascorbinsyre.
Notér resultat $V(\text{DCPIP})_{\text{kogt}}$ i tabel 1.

Kogevand:

1. Udtag 20,0 mL af kogevandet, og overfør til 50 mL målekolbe. Fyld til mærket med 1 % oxalsyre, sæt prop på og omryst.
2. Udtag 25,0 mL (svarende til 10,0 mL af den oprindelige opløsning) til titrering.
3. Titrer som anvist under titrering af standardopløsning af ascorbinsyre.
Notér resultat $V(\text{DCPIP})_{\text{kogevand}}$ i tabel 1.



KAPITEL 6 – REDOXREAKTIONER – NÅR ELEKTRONER ...

Bestemmelse af vitamin C i broccoli ved redoxtitrering

Side 4 af 4

I gang
med kemi

Rå broccoli:

- 100,0 g rå broccoli afvejes.
- Følg derefter vejledning pkt. 5-10 for kogt broccoli. Notér resultat $V(\text{DCPIP})_{\text{rå}}$ i tabel 1.

$V(\text{DCPIP})_{\text{standard}}$ (mL)	$V(\text{DCPIP})_{\text{kogt}}$ (mL)	$V(\text{DCPIP})_{\text{kogevand}}$ (mL)	$V(\text{DCPIP})_{\text{rå}}$ (mL)

Tabel 1.

Efterbehandling

- Beregn massen af vitamin C i 10,0 mL standardopløsning, $m(\text{vit C})_{10 \text{ mL}}$.
Anfør beregninger, og notér resultatet i tabel 2 i enheden mg.
- Beregn massen af vitamin C, der svarer til 1 mL DCPIP-opløsning, $m(\text{vit C})_{1 \text{ mL DCPIP}}$.
Anfør beregninger, og notér resultatet i tabel 2 i enheden mg.
- Beregn indholdet af vitamin C i 2,5 g rå broccoli, og dernæst i 100 g rå broccoli, $m(\text{vit C})_{\text{rå}}$.
Anfør beregninger, og notér resultatet i tabel 2 i enheden mg/100 g.
- Beregn indholdet af vitamin C i 2,5 g kogt broccoli, og dernæst i 100 g kogt broccoli, $m(\text{vit C})_{\text{kogt}}$. Anfør beregninger, og notér resultatet i tabel 2 i enheden mg/100 g.
- Beregn indholdet af vitamin C i 10,0 mL kogevand, og dernæst i 400 mL som svarer til afkog fra 100 g broccoli, $m(\text{vit C})_{\text{kogevand}}$. Anfør beregninger, og notér resultatet i tabel 2 i enheden mg/100 g.
- Beregn det procentvise tab af vitamin C ved kogning. Anfør beregninger, og notér resultatet i tabel 2.

$m(\text{vit C})_{10 \text{ mL}}$ (mg)	$m(\text{vit C})_{1 \text{ mL DCPIP}}$ (mg)	$m(\text{vit C})_{\text{rå}}$ (mg/100 g)	$m(\text{vit C})_{\text{kogt}}$ (mg/100 g)	$m(\text{vit C})_{\text{kogevand}}$ (mg/100 g)	Tab af vit C (%)

Tabel 2.

- Sammenlign resultater for kogt broccoli og kogevand med andre gruppers resultater.
- Sammenlign resultater med de anførte tabelværdier for rå og kogt broccoli.
- Diskuter betydningen af kogetiden for bevarelse af vitamin C i produktet.
- Diskuter fejlkilder i eksperimentet både i forbindelse med titrering, men også ved fremstilling og anvendelse af opløsninger samt ved klargøring af broccoli.
- Lav en konklusion for eksperimentet. Tag herunder stilling til om formålet er opfyldt.