

# Undersökning av fotosyntesen

– Lärarguide

## Dean Madden

Laborationen är återgiven och översatt med tillstånd från NCBE, University of Reading, UK. Det har skett efter att Dean Madden har avlidit i januari 2017.



Laborationen i sin helhet omfattas av ovanstående rättigheter enligt [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**KORRESPONDENS:**  
NCBE@reading.ac.uk  
www.ncbe.reading.ac.uk

## UTRUSTNING OCH MATERIAL

### Följande behövs för varje elev eller arbetsgrupp:

#### Utrustning som finns i NCBE's kit

Instruktioner för eleverna

- 10 cm<sup>3</sup> spruta
- 7 cm<sup>3</sup> Bijou-burkar med lock (9)

#### Finns i kittet men behöver prepareras

- Vätekarbonatindikator, späds från den koncentrerade lösningen som finns i NCBEs kit, ~ 60 cm<sup>3</sup>
- Natriumalginatlösning, 3% ~ 3 cm<sup>3</sup>
- *Scenedesmus quadricauda* kultur, koncentrerad, 3 cm<sup>3</sup>
- (preparerad från 50 cm<sup>3</sup> av den ursprungliga kulturen)

#### Eventuellt

- Färgade eller neutrala täthetsfilter
- (Rött, grönt, blått, ND 0.3, 0.5 och 0.6 (ND = neutral density filters, se mer om dem längre fram) klippt i 70 x 40 mm remsor (att vira runt bijou-flaskorna)

#### Utrustning och material som *inte* är inkluderat i kittet

- Lampa med små fluorescerande punktljus eller 18 W låg-energi lampa ger bra resultat (motsvarar en äldre 100 W lampa)
- 100 cm<sup>3</sup> bägare, 2 st
- Tesil
- Stav att röra med
- Permanent markeringspenna
- Linjal (t.ex 1 m)
- Millimeterpapper
- Kalciumkloridlösning, 1,5% om man använder vattenfritt CaCl<sub>2</sub>; 2% om man använder CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O, ~100 cm<sup>3</sup>
- Destillerat eller avjoniserat vatten, ~100 cm<sup>3</sup>
- Kolorimeter och kyvetter eller en klassuppsättning standardlösningar, som preparerats och beskrivs nedan.

#### Eventuellt

- Genomskinlig tejp
- Sax

## TIDER OCH PREPARATION

### Odling av alger

Algerna skall odlas ungefär 3–4 veckor och därefter lämnas att sedimentera över en natt innan laborationen.

### Natriumalginatlösningen

Natriumalginat behöver lite tid för att lösas upp, lösningen skall därför helst prepareras dagen innan laborationen äger rum. Idealiskt är att lämna alginatlösningen över en natt för att lösas och då helst över en elektrisk omrörare. Stora volymer kan man lösa upp i en blandare. Var varsam med temperaturen, alltför hög temperatur kan försvaga natriumalginatets kedjor genom depolymerisering. Om du vill förvara natriumalginatlösningen mer än ett par dagar, så bör den autoklaveras. För att förebygga alltför stor depolymerisation av alginatet bör du öka pH på lösningen till 7-8 innan autoklaveringen.

### Det praktiska arbetet

Immobiliserade alger kan prepareras av eleverna på 15–20 minuter. Det tar ytterligare 20–30 minuter att ställa i ordning experimentet och därefter 1–2 timmar för indikatorn att ändra färg.

## INKÖPSSTÄLLEN

Ett "Photosynthesis kit" kan köpas från NCBE – National Center for Biotechnology Education ([www.ncbe.reading.ac.uk](http://www.ncbe.reading.ac.uk))

Visst material kan hittas via Bioresurscentrums hemsida ([www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se)).

### Kolorimeter

En lämplig elevkolorimeter är CO7500 från Biochrom Ltd, 22 Cambridge Science Park, Milton Road, Cambridge, CB4 0FJ, UK. [www.biochrom.co.uk](http://www.biochrom.co.uk). Denna kolorimeter avläses digitalt, den är enkel att använda, pålitlig, robust och resultaten är repeterbara.

Ett billigt alternativ är Mystrica Colorimeter som man kan köpa från Mystrica Ltd ([www.mystrica.com](http://www.mystrica.com)). Båda kolorimeterna levereras med mjukvara och kan kopplas till datorer.

### Filter

Färgade och neutrala täthetsfilter för att studera effekten av olika våglängder och ljusintensitet kan köpas från Lee Filters, Central Way, Walworth Industrial Estate, Andover SP10 5AN, UK. [www.leefilters.com](http://www.leefilters.com).

### Alger

*Scenedesmus quadricauda* och andra alger kan köpas från Sciento, 61 Bury Old Road, Whitefield, Manchester M45 6TB, UK ([www.sciento.co.uk](http://www.sciento.co.uk)). Denna firma säljer även media för odling av alger.

## ODLING AV ALGER

- 2 dm<sup>3</sup> klar, färglös PET flaska
  - Luftpump för akvarium
  - Luftrör och "luftsten" för akvarium
  - Propp för flaskan, t.ex. av ull eller plastskum
  - Lågtemperaturlampa, t.ex. 18 W lågenergilampa (jämförbar med äldre 100W lampa), 2 st.
  - Anrikat algmedium, 1 dm<sup>3</sup>
- a. Tillsätt 1,5 g av det anrikade mediet till 1 dm<sup>3</sup> destillerat vatten i en 2 dm<sup>3</sup> PET-flaska och skaka om så att det löser sig. *Visst överskottspulver faller ut, vilket är normalt och kommer att utnyttjas av algerna när de lösta näringsämnen är slut.*
  - b. Ympa flaskan med algerna
  - c. Sätt in ett luftningsrör så att kulturen kan luftas med en luftpump. *Detta tillför extra löst koldioxid och gör att algerna cirkulerar.*
  - d. Tillslut flaskan löst med en bomullspropp. Belys kulturen med klart ljus medan den gro. *Små fluorescerande smala ljus eller 18W lågenergilampor ger bra resultat. Bästa resultatet får man om övrigt ljus i laboratoriet är minimerat.*

### VARNING!

Ställ inte varma lampor i närheten av kulturen. Referera också till Säkerhetsföreskrifterna.

## VÄTEKARBONATINDIKATORN

### 1. Framställ vätekarbonatindikatorn

#### Receptet ger 1 dm<sup>3</sup> av en 10x stamlösning

- Kresolrött, 0,1g
- Thymolblått, 0,2g
- Natriumvätekarbonat (natriumbikarbonat, NaHCO<sub>3</sub>), 0,85g
- Etanol, 20 cm<sup>3</sup>
- Nykockt destillerat vatten, ca 1 dm<sup>3</sup>

#### Notera

Vätekarbonatindikatorn är mycket känslig för förändringar i pH och det är viktigt att först skölja allt glas med lite av indikatorn innan den användes.

1. Lös upp 0,1 g kresolrött och 0,20 g thymolblått i 20 cm<sup>3</sup> etanol.
2. Lös upp 0,85 g natriumvätekarbonat i 200 cm<sup>3</sup> nykockt (och därför CO<sub>2</sub>-fritt) destillerat vatten.
3. Tillsätt etanollösningen med kresolrött och thymolblått och späd ut till 1 dm<sup>3</sup> med nykockt destillerat vatten.

Vid användning skall denna stamlösning spädas med nio volymer nykockt, destillerat vatten och pH skall justeras till 7,4. Lösningen skall vara ordentligt luftad innan användningen, så att den är klart röd i färgen.

## 2. Framställning av standardlösningar för visuell bestämning av pH

Om man inte har tillgång till en kolorimeter för kvantitativa bestämningar kan färgförändringar av indikatorn vara ett semikvantitativt medel genom att jämföra dem med en serie färgade, buffrade lösningar. Lösningar mellan pH 7,6 - 9,2 kan tillverkas med hjälp av buffrad borsyre-borax buffert.

- 7 cm<sup>3</sup> bijouburkar med lock, 9 st
  - Borsyra, 12,4 g
  - Natrium tetraborat dekahydrat (Borax, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10 H<sub>2</sub>O), 19,5g
  - 4,5 cm<sup>3</sup> vätekarbonat indikatorlösning från stamlösningen
1. Lös borsyran i 1 dm<sup>3</sup> destillerat eller avjoniserat vatten.
  2. Lös borax i 1 dm<sup>3</sup> destillerat eller avjoniserat vatten. (OBS! Ej samma som borsyrelösningen).
  3. Nio olika pH indikatorer framställs genom att till 25 cm<sup>3</sup> av borsyrelösningen tillsätta den volym boraxlösning som visas i tabellen nedan och späda till 100 cm<sup>3</sup> med destillerat eller avjoniserat vatten.
  4. Tillsätt 4,5 cm<sup>3</sup> av vardera av de preparerade lösningarna i var sin liten burk och märk dem med det pH de har.
  5. Alldeles innan lektionen tillsätts 0,5 cm<sup>3</sup> av stamlösningen av vätekarbonat-indikatorlösningen till vardera burk. Jämför ditt resultat med färgerna i "standard"burkarna.

<b>Boraxlösning, ml</b>	1,00	1,55	2,45	3,60	5,70	8,70	15,00	29,50	57,50
<b>pH</b>	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2

## Felsökning

Eftersom natriumalginatlösningen är svår att lösa upp, kan det vara bra att lämna den över en natt. Om du skall pröva andra aktiviteter och använda buffertlösningar så tänk på att undvika de som innehåller fosfat, citrat eller EDTA, eftersom dessa orsakar att alginatmatrixen löses upp. Om du vill återvinna algerna från alginatkulorna kan du använda 50 mM natriumcitrat eller fosfatbuffert vid pH 7 för att lösa kalciumalginatgelen.

## INKÖPSSTÄLLEN

### NCBE/SAP photosynthesis kit

En låda med material som kan användas vid denna laboration finns att köpa från National Centre for Biotechnology Education, University of Reading. Earley Gate, Reading RG6 6AU, UK. [www.ncbe.reading.ac.uk](http://www.ncbe.reading.ac.uk)

### Natriumalginat

Kan köpas från olika säljare av kemikalier. Det används också vid mattillverkning, och kan eventuellt också köpas från matindustrin även om viskositeten kan variera. Det behöver därför eventuellt testas innan man använder det till skollaboration.

### Kolorimeter

En lämplig elevkolorimeter är CO7500 från Biochrom Ltd, 22 Cambridge Science Park, Milton Road, Cambridge, CB4 0FJ, UK. [www.biochrom.co.uk](http://www.biochrom.co.uk). Denna kolorimeter avläses digitalt, den är enkel att använda, pålitlig, robust och resultaten är repeterbara.

### Filter

Färgade och neutrala täthetsfilter för att studera effekten av olika våglängder och ljusintensitet kan köpas från Lee Filters, Central Way, Walworth Industrial Estate, Andover SP10 5AN, UK. [www.leefilters.com](http://www.leefilters.com). Färgerna i tabellen är användbara i denna laboration. Lee filters website har information om varje filters egenskaper. Observera att flera lager av ett enkelt neutralt täthetsfilter kan användas för att reducera ljusmängden.

### Alger

*Scenedesmus quadricauda* och andra alger kan köpas från Sciento, 61 Bury Old Road, Whitefield, Manchester M45 6TB, UK. Denna firma säljer även media för odling av alger.

## TILLKÄNNAGIVANDEN

Laborationen har utvecklats av Debbie Eldridge från King Egbert School, Sheffield. Arbetet publicerades 2004: Eldridge D. A novel Approach to photosynthesis practicals. School Science Reviews 85 (312), 37-45. Hon tilldelades ett stipendium för detta ändamål genom Schoolteacher Fellowship, som fondrats av Science and Plants for Schools (SAPS) och Robinson

College, Cambridge. SAPS är understött av Gatsby Charitable Foundation.

Den här versionen av laborationen utvecklades av Dean Madden vid National Centre for Biotechnology, University of Reading, UK genom Volvox-projektet, som understöddes av Europakommissionens 6:e ramprogram.