

ÖVNING

Lärrarhandledning

Avslöja fotosyntesens pigment

I havet finns alger av olika färg. Alla nyttjar de solljus med olika våglängd för sin fotosyntes. Med detta försök kan du avslöja att de också innehåller grönt klorofyll.



SYFTE

Förstå pigmentens roll i fotosyntesen och att även alger med annan färg än grön är viktiga primärproducenter.

TIPS

Övningen kan kombineras med en kromatografiövning, där man separerar och identifierar de olika pigmenten. Se t.ex. [här](#) på Bioresurs webb.

DETTA ÄR VAD DU BEHÖVER:

- Färska eller frysta brunalger*
- Glasskålar som tål hett vatten
- Kranvatten
- Möjlighet att koka vatten
- Vitt papper

*Brunalger växer i havsvatten. Plocka till exempel [blåstång](#) (flerårig, kan plockas även på vintern, så länge det är isfritt), [sudare](#) eller [smalskägg](#) (ettåriga, kan plockas under sommar och tidig höst). Det går bra att samla in dem under säsong och lägga i frysen, för att kunna göra försöket under vintern.

Torkade brunalger som kan köpas i handeln lämpar sig tyvärr inte, eftersom de vanligtvis redan har förlorat sitt bruna pigment i beredningen. Eleverna kan ha stött på brunalgen wakame (*Undaria pinnatifida*), som ofta serveras i misosoppan på sushirestauranger. Den är då grön (så detta försök har på sätt och vis redan gjorts på den).

Försöket fungerar inte lika bra med rödalger. En del av de röda pigmenten släpper, men inte alla, och klorofyllet framträder inte tydligt.

Även en grönalg som [grönslick](#) kan användas, då den ofta är överväxt av små kiselalger, som innehåller samma vattenlösliga pigment (fukoxantin) som brunalger, och då ser hela grönslicken brungul ut. Grönslick kan plockas även i sötvatten. Överväxta, bruntonade exemplar hittar man lättast på sensommaren.

GÖR SÅ HÄR

- Fövärm en skål med kokhett vatten.
- Ställ skålen på ett vitt papper (så syns färgerna bra).
- Fyll skålen med nytt kokhett vatten och lägg i brunalgen. Använd de övre delarna av skotten. Där sker det mesta av fotosyntesen (=de är rika på klorofyll) och de har ofta mindre påväxt av andra alger.
- Vad händer med färgen?



Brunalgen blåstång innan (t.v.) och efter (t.h.) att den doppats i hett vatten. Algens bruna, vattenlösliga pigment (fukoxantin) har läckt ut i vattnet. Kvar är det gröna, fettlösliga klorofyllet.



Brunalgen smalskägg innan (t.v.) och efter (t.h.) att den doppats i hett vatten. Algens bruna, vattenlösliga pigment (fukoxantin) har läckt ut i vattnet. Kvar är det gröna, fettlösliga klorofyllet.

BAKGRUND OCH BEGREPP

FOTOSYNTES

Process där alger, växter och cyanobakterier använder solljus för att omvandla koldioxid och vatten till kemiskt bunden energi i form av kolhydrater. Som restprodukt bildas syrgas. Den fotosyntetiserande organismen använder sedan kolhydraterna som byggstenar för sin tillväxt och som energi för alla sina livsprocesser.

Förenklad kemisk formel för fotosyntesen: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{ljus} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

PRIMÄRPRODUCENTER

Organismer som bygger biomassa från oorganiska ämnen genom fotosyntesen – eller genom kemosyntes, som en del bakterier och arkéer gör. De utgör därmed grunden i ekosystemet, och alla andra organismer är beroende av dem. Primärproducenterna kan ”föda sig själva”, de är autotrofa (av grekiskans *auto* (själv) och *trophe* (näring)). Till de fotosyntetiserande primärproducenterna hör växter, alger och cyanobakterier. Utöver biomassa bildar de också syre, som nästan alla organismer (inklusive de själva) behöver för att leva.

ANTENNPIGMENT

För att fånga in solljuset till fotosyntesen använder primärproducenterna flera olika pigment, så kallade antennpigment.

Det viktigaste är klorofyll *a*, som finns hos alla primärproducenter som utför fotosyntes. Utöver klorofyll *a* finns flera andra pigment som hjälper till att samla in solljuset, så kallade accessoriska pigment. Ett av dem är klorofyll *b*, som finns hos alla växter, inklusive grönalger.

De gröna klorofyllmolekylerna absorberar framför allt det röda ljuset, som har längst våglängd och inte tränger ner så långt i vattnet.

FLORA AV PIGMENT

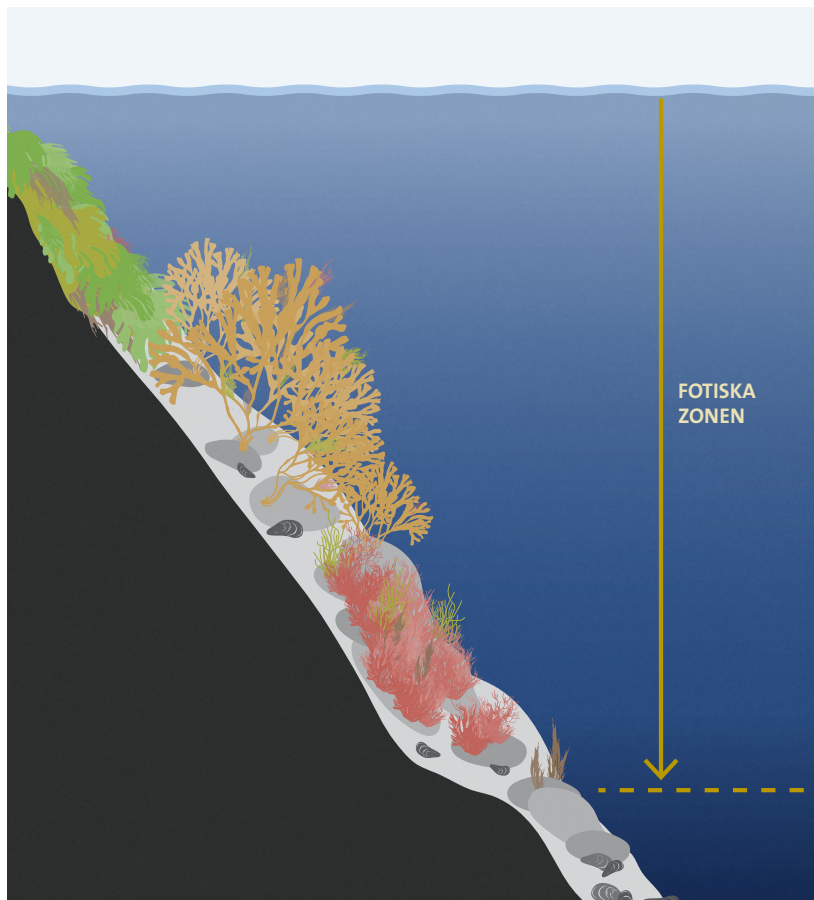
Alger och cyanobakterier har en lång evolution i havet, vilket har gett en hel flora av olika antennpigment och en stor variation av pigmentsammansättning hos olika taxonomiska grupper. Många pigment är så specifika för vissa växtplanktongrupper, att man kan identifiera vilka plankton som finns i ett vattenprov, med hjälp av spektrofotometri. Det är i många fall lättare än traditionell mikroskopering, t.ex. när det gäller mycket små plankton (piko- och nanoplankton), och för arter som lätt förstörs av det ämne (formalin) som används för att fixera planktonprover inför mikroskopering.

Alla alger innehåller flera olika pigment. Här är ett urval (utöver klorofyll) av dem, som är karaktäristiska för olika grupper:

Cyanobakterier (blågröna alger) får sin blågröna färg från det blå pigmentet **fykocyanin**, som absorberar rött ljus.

Brunalger och kiselalger innehåller **fukoxantin**, ett brunt pigment som framför allt absorberar blågrönt och gulgrönt ljus, som har lite kortare våglängd och därför tränger längre ner i vattnet.

Rödalger får sin röda färg från **fykoerytrin**, en grupp röda pigment som absorberar det gröna och blå ljuset, som har kortast våglängd, och tränger allra längst ner i klart vatten. I Östersjön tränger dock det blå ljuset inte ner så långt, på grund av den stora mängden humusämnen i vattnet. Dessa gulbruna ämnen förs ut till havet från land, och de absorberar mycket av det blå ljuset. De är också anledningen till att Östersjön vanligen ser lite mindre blått ut än andra hav, utan får en nyans av gulbrunt.



Algernas uppsättning av olika pigment bidrar till deras förmåga att kunna växa på olika djup. Under den fotiska zonen, dit inget solljus når, kan inga alger växa.

UTNYTTJA LJUSET

De många partiklarna och lösta ämnena i Östersjöns vatten (växtplankton, humus m.m.) gör att det blir förhållandevis mörkt, och det är en konkurrensfördel att kunna utnyttja det lilla ljus som finns, dels genom att ha mycket pigment, dels genom att ha en bred palett av pigment och därmed kunna utnyttja olika våglängder.

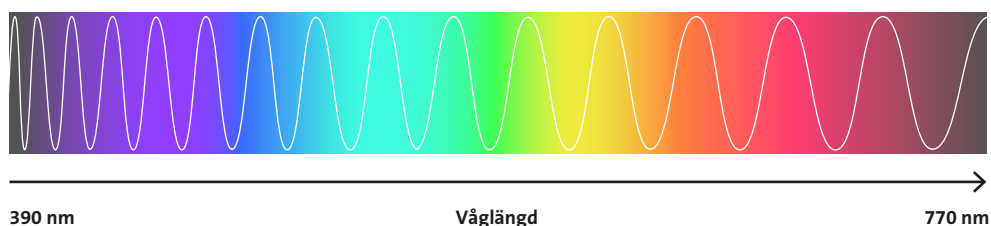
Att algsamhället på djupare vatten domineras av rödalger beror delvis på att rödalger har pigment som tillåter dem att fånga in tillräckligt med ljus till fotosyntesen även på större djup.

Men den art som klarar att växa allra djupast i Östersjön är faktiskt en fintrådig brunalg, [ishavstofs](#). Den växer ända ner till den fotiska zonens nedre gräns.

Ovanför rödalgssamhället växer vanligen ett bälte som domineras av stora, fleråriga brunalger (blåstång och i de södra delarna av Östersjön även [sågtång](#)). Mindre brun-, grön- och rödalger växer ofta på de stora brunalgernas grenar.

Högst upp, i skvalpzonen, växer fintrådiga, ettåriga alger av olika färg. Där är förmågan att snabbt etablera sig och växa till en avgörande konkurrensfördel. I de fall det finns ett bälte som domineras av grönalger (t.ex. av grönlick), är det vanligtvis där, nära ytan. Grönalgernas pigmentuppsättning liknar landväxternas, och absorberar effektivast det röda ljuset, som inte kan tränga så långt ner. Men det finns grönalger som går på större djup, t.ex. [bergborsting](#) och [grov borsttråd](#). De klarar det genom att innehålla väldigt mycket klorofyll, och blir mörkt gröna – att jämföra med landväxter som växer skuggigt!

Det synliga ljusets strålningsspektrum



Solljuset består av UV-strålning, synligt ljus och infraröd strålning. Det synliga ljuset har våglängder på runt 400–700 nanometer, från violett till rött. Ljus av olika våglängd tränger olika långt ner i vatten. I rent vatten tränger ljus med kortast våglängd längst ner. I Östersjöns vatten finns dock stora mängder gulbruna humusämnen, som förts dit från land, och som absorberar mycket av det kortvågiga, blå ljuset.

ATT DISKUTERA

1. Varför blir algen grön?

Svar: Det bruna pigmentet fukoxantin, som alla brunalger innehåller, är vattenlösligt och läcker snabbt ut ur cellerna när cellväggarna skadas av det heta vattnet. Då blir det gröna klorofyllet synligt, som också finns i brunalger. Klorofyll är fettlösligt, och stannar kvar i cellerna.

Även kiselalger innehåller fukoxantin, och en grönslick som ser brun ut för att den är överväxt av många små kiselalger, blir också grön, när kiselalgernas bruna pigment läckt ut.

2. Vad är ”nyttan” med olika antennpigment?

Svar: Ljus har olika våglängd och med olika pigment kan ljus från flera delar av det elektromagnetiska spektret samlas in till fotosyntesen. Ljus av olika våglängd tränger olika långt ner i vattnet, och gulbruna och röda pigment tillåter alger att växa på större djup och ändå kunna samla in tillräckligt med ljus till fotosyntesen.

En del röda pigment skyddar också alger och växter på land från skadlig UV-strålning.

3. Varför blir grönalger (t.ex. grönslick) mörkare gröna när de växer i näringsrikt vatten, och även där det är skuggigt?

Svar: I näringsrikt vatten finns gott om kväve som behövs för att bygga klorofyll. Där bildar grönalgen mycket klorofyll för att det är lätt och ”billigt” och blir därför också grönare. Där det är skuggigt bildar grönalger mer klorofyll för att lyckas samla in tillräckligt med ljus för fotosyntesen. Detsamma gäller växter på land!

Grönalger som växer djupt (t.ex. bergborsting och grov borsttråd) bildar också mer klorofyll och är därför mörkare gröna än t.ex. en grönslick som växer nära ytan.

KOPPLING TILL LÄROPLANER

GYMNASIET (LGY11)

Centralt innehåll som övningen passar för:

- Biologi 1
 - Ekosystemens struktur, samt populationers storlek, samhällens artrikedom och artsammansättning samt faktorer som påverkar detta. (Tillgången på solljus och antennpigmentens betydelse för fotosyntetiserande organismer i havet.)
 - Genomförande av experiment och observationer samt formulering och prövning av hypoteser i samband med dessa.
- Biologi 2
 - Livsprocesser och regleringen av dem, till exempel fotosyntes.
 - Samband mellan evolution och organismernas funktionella byggnad och livsprocesser. (Hur evolutionen gett en hel flora av olika antennpigment som optimerar infångandet av solljus till fotosyntesen under olika ljusförhållanden.)
- Naturkunskap 1a1, 1a2, 1b, 2
 - Naturvetenskapliga arbetsmetoder och förhållningssätt; observationer, experiment, hur man ställer frågor som går att undersöka naturvetenskapligt.
- Naturkunskap 2
 - Evolutionens mekanismer och organismers utveckling. Hur livets villkor och ekologi kan studeras på olika nivåer. (Hur evolutionen gett en hel flora av olika antennpigment som optimerar infångandet av solljus till fotosyntesen under olika ljusförhållanden.)
- Fysik 1a, 1b2
 - Orientering om elektromagnetisk strålning. (Det synliga ljusets strålningsspektrum och vattnets absorption av olika våglängder.)

ÅK 7–9 (LGR22)

Centralt innehåll som övningen passar för:

- Biologi
 - Livets mångfald och evolutionens mekanismer. Arvsmassans egenskaper och förhållandet mellan arv och miljö. (Hur evolutionen gett en hel flora av olika antennpigment som optimerar infångandet av solljus till fotosyntesen under olika ljusförhållanden.)
 - Lokala och globala ekosystem. Sambanden mellan populationer och tillgängliga resurser. (Ljustillgångens inverkan på havets algsamhällen.)

- Fotosyntes. (Vidga förståelsen av fotosyntetiserande primärproducenter till att också inkludera havets alger. Antennpigmentens roll i fotosyntesen.)
- Experiment. Formulering av undersökningsbara frågor, utförande, värdering av resultat och dokumentation med bilder och rapporter.
- Fysik
 - Elektromagnetisk strålning, hur ljus breder ut sig. (Det synliga ljusets strålningsspektrum och vattnets absorption av olika våglängder.)