



## Vad är svårt för elever att förstå om *fotosyntes och cellandning?*

Fotosyntesen och cellandningen är komplicerade processer som är svåra att förstå för elever. Undervisningen måste med nödvändighet innebära förenklade förklaringar, men risken är att förenklingar leder fel.

### Fotosyntes $\leftrightarrow$ Cellandning

De kemiska summaformlerna för fotosyntes och cellandning ser ju likadana ut fast tvärtom. Innebär det att reaktionerna är omvändbara? Nej, de båda reaktionsserierna har inte någon som helst likhet med varandra.

#### Fotosyntesen

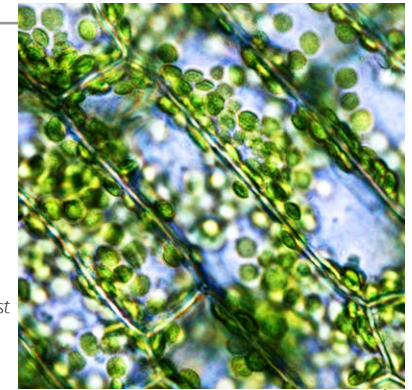
Fotosyntesen består av två delar med vardera ett stort antal delreaktioner. Tidigare kallades den första reaktionsserien ljusreaktion eftersom den kräver solenergi, men den bör kallas fotosynering. Den andra har kallats mörkerreaktion men ett bättre namn är Calvinykeln. Denna reaktionsserie pågår hela dygnet även när det är ljust och beteckningen mörkerreaktion är därför inte lämplig.

Forskning pågår fortfarande för att förstå alla processer som ingår i fotosyntesen och hur man kan tillämpa kunskaperna genom att utvinna energi från cyanobakterier och alger eller genom artificiell fotosyntes.

#### Cellandning = inre andning

I biologiundervisning används ofta begreppet cellandning alternativt inre andning som beteckning för de tre delreaktionerna glykolysen, citronsyracykeln och andningskedjan (elektrontransportkedjan). Dessa processer pågår under hela dygnet och är oberoende av om det är ljust eller mörkt. I vetenskapliga sammanhang innebär begreppet cellandning endast andningskedjan.

Alla organismer, med undantag av vissa bakterier, som lever i syrefria miljöer, har cellandning.



Celler av vattenpest (Elodea canadensis) med synliga kloroplaster

### Växter: fotosyntes + cellandning

Det är bara växter, alger och cyanobakterier som har fotosyntes, samt några grupper av bakterier med en ursprunglig form av fotosyntes.

Fotosyntesen och cellandningen sker på helt olika ställen i växtcellen, fotosyntesen i kloroplasterna och cellandningen i cellplasman och mitokondrierna.

För växterna och andra grupper med fotosyntes gäller att energin i de energirika ämnen som bildas under fotosyntesen måste bli tillgänglig. Organismer som inte har fotosyntes måste istället äta energirika ämnen. Oavsett om organismer har fotosyntes eller ej frigörs energin i de energirika ämnena genom de tre processerna i cellandningen – förutsatt att syre finns tillgängligt.

Energien behövs för att vi exempelvis ska kunna röra oss och för att vi ska kunna tillverka kemiska ämnen. Det sker genom att de energirika ämnena från fotosyntesen stegvis bryts ner under cellandningens olika reaktionssteg och överförs till främst ATP, som blir ett lättillgängligt energiförråd. Till cellandningen behövs syre och som avfallsämne bildas koldioxid och vatten.

Bilder som visar hur syrgas och koldioxid bildas och används i ett förenklat ekosystem visar ofta inte växternas cellandning. Det gör att det blir svårt att förstå betydelsen av de båda processerna.



Många har säkert testat att göra ett slutet ekosystem och förundrats av att växterna kan klara sig så länge. Om man lyckas kan de efter hand öka enormt i volym. Det borde ju innebära att behållaren väger mer. Eller? Behållarens vikt är givetvis samma som från början, inget har ju tillkommit eller avgivits. Försöket är en bra utgångspunkt för diskussioner kring hur fotosyntesen och cellandningen fungerar!



Klyvöppning  
i blad från  
ampellijsa

# April 2019



Måndag      Tisdag      Onsdag      torsdag      Fredag      Lördag      Söndag

v. 14

Harald, Hervor	1	Gudmund, Ingemund	2	Ferdinand, Nanna	3	Marianne, Marlene	4	Irene, Irja	5	Vilhelm, William	6	Irma, Irmelin	7
----------------	---	-------------------	---	------------------	---	-------------------	---	-------------	---	------------------	---	---------------	---

v. 15

Nadja, Tanja	8	Otto, Ottilia	9	Ingvar, Ingvor	10	Ulf, Ylva	11	Liv	12	Artur, Douglas	13	Tiburtius	14
--------------	---	---------------	---	----------------	----	-----------	----	-----	----	----------------	----	-----------	----

v. 16

Olivia, Oliver	15	Patrik, Patricia	16	Elias, Elis	17	Valdemar, Volmar	18	Olaus, Ola	19	Amalia, Amelie	20	Anneli, Annika	21
----------------	----	------------------	----	-------------	----	------------------	----	------------	----	----------------	----	----------------	----

v. 17

Allan, Glenn	22	Georg, Göran	23	Vega	24	Markus	25	Teresia, Terese	26	Engelbrekt	27	Ture, Tyra	28
--------------	----	--------------	----	------	----	--------	----	-----------------	----	------------	----	------------	----

v. 18

Tyko	29	Mariana	30		1		2		3		4		5
------	----	---------	----	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

## Fotosyntes och cellandning i praktiken

I artikeln *Fotosyntes och cellandning. Hur hänger det ihop?* i Bi-lagan nr 1 2017 skriver vi om laborationer som eleverna genomförde under Sverige-finalen vid uttagningen till EUSO (European Union Science Olympiad). Laborationerna och de teoretiska uppgifterna är avsedda för elever som går i åk 9 eller åk 1 på gymnasiet. De praktiska uppgifterna handlade om att

- tillverka mikroskopiska preparat och titta på klyvöppningar.
- studera bildning av syrgas i små bitar av spenatblad.
- visa klorofyllets fluorescens i UV-ljus.
- studera fotosyntes och cellandning i två försöksserier där provrören innehöll maggots och/eller gröna växter. Den ena serien fick stå ljusst över natten och den andra mörkt.

På hemsidan, i anslutning till detta nummer, finns laborationsbeskrivningarna tillsammans med de teoretiska uppgifterna som eleverna skulle besvara. Det är många kluriga uppgifter med anknytning till fotosyntes och cellandning. Testa gärna att kombinera praktiska och teoretiska prov vid bedömning av elevernas förmågor.