

## Zeeslak doet aan fotosynthese

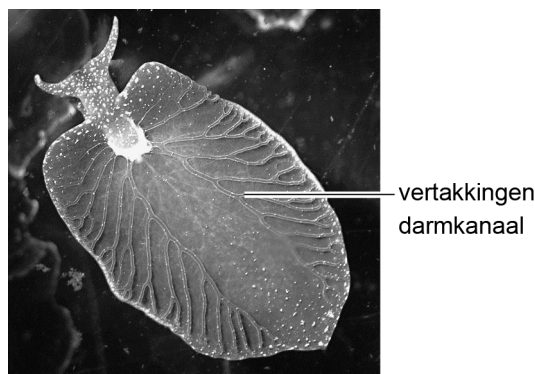
Dieren die in symbiose leven met planten zijn al lang bekend. De groene zeeslak *Elysia chlorotica* (afbeelding 1) gaat nog een stapje verder en gebruikt alleen de chloroplasten van de alg *Vaucheria litorea*.

Nadat jonge slakjes van deze algen hebben gegeten, worden de chloroplasten opgenomen door cellen van hun darmkanaal. De slakken hoeven de rest van hun leven niet meer te eten, omdat de chloroplasten in ieder geval zes maanden blijven functioneren.

Eenmaal in de slak delen de chloroplasten niet meer. Ze worden ook niet via de eitjes doorgegeven aan de nakomelingen van de slak.

Doordat de slak een gen (PsbO) van de alg bezit, blijven de chloroplasten lange tijd werkzaam. In de loop van de evolutie heeft de slak dit gen op nog onbekende wijze overgenomen van de alg. Deze 'horizontale genoverdracht' stelt de slak misschien wel in staat verder te evolueren tot een volledig autotroof dier.

afbeelding 1

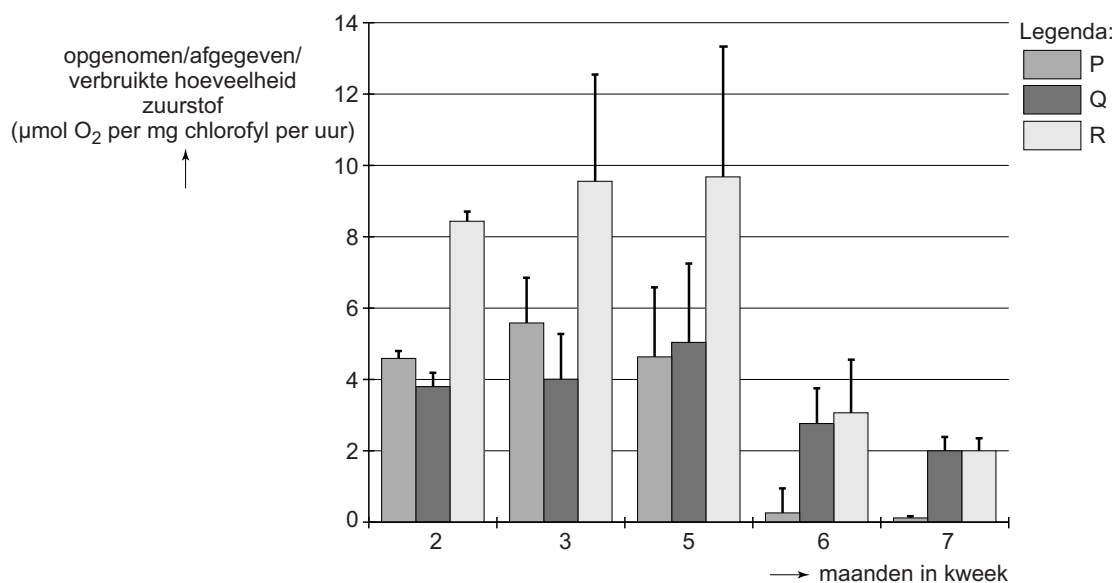


Bij een relatie zoals die tussen de alg *V. litorea* en de slak *E. chlorotica* spreekt men van kleptoplastie (*klepto* is Grieks voor stelen, *plastie* staat voor plastiden) en niet van symbiose.

- 1p 13 Waarom is symbiose in dit geval geen juiste term?
- 2p 14 Door welk transportmechanisme zijn de chloroplasten vanuit het darmlumen in de darmwandcellen van de slak terechtgekomen?
- A door middel van endocytose
  - B via een porie-eiwit in het celmembraan
  - C met behulp van een transportenzym in het celmembraan

Onderzoekers hebben de veranderingen van de intensiteit van de dissimilatie en de fotosynthese in de loop van het leven van *E. chlorotica* onderzocht. Volwassen zeeslakken werden uit hun natuurlijke omgeving gehaald en enkele maanden in kweek gehouden, in water zonder algen. Bepaald werden de bruto en netto fotosyntheseactiviteit, en de dissimilatie-activiteit. Deze gegevens zijn weergegeven in afbeelding 2.

**afbeelding 2**



2p 15 Welke gegevens worden met P, Q en R in de legenda van afbeelding 2 aangeduid?

	P	Q	R
A	bruto fotosynthese	netto fotosynthese	dissimilatie
B	bruto fotosynthese	dissimilatie	netto fotosynthese
C	netto fotosynthese	bruto fotosynthese	dissimilatie
D	netto fotosynthese	dissimilatie	bruto fotosynthese
E	dissimilatie	bruto fotosynthese	netto fotosynthese
F	dissimilatie	netto fotosynthese	bruto fotosynthese

Metingen die verricht kunnen worden aan de opname of afgifte van gassen door *E. chlorotica* betreffen:

- 1 zuurstof in het licht;
- 2 zuurstof in het donker;
- 3 koolstofdioxide in het licht;
- 4 koolstofdioxide in het donker.

- 2p 16 Welke van deze metingen is minimaal nodig om de intensiteit van de dissimilatie van *E. chlorotica* te bepalen, als je ervan uitgaat dat de dissimilatie van de slak constant is gedurende een etmaal?
- A meting 1 of meting 2
  - B meting 1 of meting 3
  - C meting 2 of meting 3
  - D meting 2 of meting 4

Het chloroplastgenoom bevat zo'n 10% van alle genen die betrokken zijn bij de fotosynthese in de chloroplast. De overige genetische informatie is aanwezig in het slakgenoom. Voor een deel zijn dit genen die al voor de kleptoplastie in DNA van de slak aanwezig waren. Andere genen zijn waarschijnlijk door horizontale genoverdracht van het chloroplast-DNA naar het kern-DNA van de slak verhuisd.

Bepaalde eiwitten hebben zowel een functie in de fotosynthese als in andere stofwisselingsprocessen.

- 3p 17 – Welk enzym speelt zowel in de oxidatieve fosforylering als in de lichtreactie een belangrijke rol?
- Welk proces wordt door dit enzym gekatalyseerd?
  - Waardoor wordt de energie voor dit proces geleverd?

Het slakgenoom bevat fotosynthesegenen van de alg, zoals het PsbO-gen. Het eiwit dat gecodeerd wordt door het PsbO-gen, houdt mangaan op zijn plaats in een onderdeel van fotosysteem II.

- 2p 18 Welke reactie wordt door dit mangaan-eiwitcomplex direct mogelijk gemaakt?
- A absorptie van fotonen
  - B reductie van NADP<sup>+</sup> in NADPH
  - C transport van H<sup>+</sup> over het thylakoïdmembraan
  - D vrijmaken van elektronen uit water

- 2p 19 Waar in de cellen van de slak vindt de transcriptie van het P<sub>sb</sub>O-gen plaats? En waar de translatie?

	transcriptie	translatie
A	in de kern	in de kern
B	in de kern	aan het ruw endoplasmatisch reticulum
C	in de chloroplast	aan het ruw endoplasmatisch reticulum
D	in de chloroplast	in de chloroplast

Horizontale genoverdracht komt ook bij bacteriën voor. Zo wordt bijvoorbeeld antibioticaresistentie verspreid.

Twee processen zijn:

- 1 Plasmiden met een resistentiegen zijn na celdeling in beide dochtercellen te vinden;
- 2 Plasmiden met een resistentiegen worden door conjugatie tussen bacteriën uitgewisseld.

- 2p 20 Bij welk of bij welke van deze processen is sprake van horizontale genoverdracht?
- A bij geen van deze processen  
 B alleen bij proces 1  
 C alleen bij proces 2  
 D bij beide processen

Ooit heeft er horizontale genoverdracht van de alg *V. litorea* naar de zeeslak *E. chlorotica* plaatsgevonden, waarna overgedragen genen in de slak tot expressie kwamen.

In de loop van de evolutie is een populatie ontstaan van groene *E. chlorotica* zeeslakken die allen dit alg-DNA bevatten.

- 2p 21 Beschrijf het evolutieproces waardoor dit alg-DNA, na een eenmalige genoverdracht, nu in alle zeeslakken van de soort *E. chlorotica* voorkomt.

Door horizontale genoverdracht is het genotype van *E. chlorotica* veranderd.

- 2p 22 Beschrijf twee andere processen die kunnen leiden tot variatie in genotypen binnen een soort.