

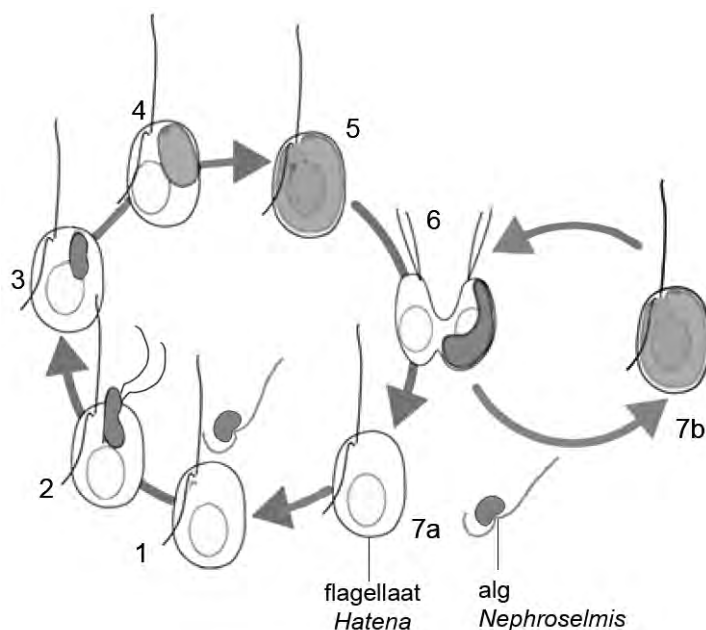
## Primaire en secundaire endosymbiose

Volgens de endosymbiosetheorie waren de voorlopers van chloroplasten ooit vrijlevende fotosynthetiserende prokaryoten, die een blijvende symbiose met andere cellen zijn aangegaan. Deze endosymbiose was een grote stap in de evolutie. Japanse onderzoekers die de eencellige *Hatena arenicola* bestuderen, vermoeden een secundaire endosymbiose in ontwikkeling.

In Japan is een in zee levende eencellige flagellaat (*Hatena*) ontdekt die een eencellige fotosynthetiserende alg (*Nephroselmis*) kan inbouwen. In afbeelding 1 is de levenscyclus van *Hatena* met als symbiont de alg *Nephroselmis* schematisch weergegeven:

- De alg *Nephroselmis* wordt door *Hatena* opgeslokt via een soort mondopening, die later verdwijnt (1-3).
- De chloroplast van de alg wordt daarna wel tien keer zo groot, terwijl de andere organellen zoals mitochondriën juist veel kleiner worden en de flagel (zweephaar) van de alg verdwijnt (4-5).
- Vanaf dat moment leeft de alg in symbiose met de inmiddels groene *Hatena* (5).
- Als zo'n autotrofe *Hatena* zich deelt (6), ontstaat er een kleurloze (7a) en een groene dochtercel (7b).
- De kleurloze heterotrofe dochtercel vormt een mondopening en kan daardoor weer een *Nephroselmis* alg opnemen (1-3).

afbeelding 1



In de geschiedenis van het leven op aarde heeft endosymbiose vermoedelijk een grote rol gespeeld. Chloroplasten in plantencellen zijn waarschijnlijk door endosymbiose ontstaan.

Enkele kenmerken van chloroplasten zijn:

- 1 omhuld door een dubbele membraan;
- 2 in bezit van eigen DNA;
- 3 in staat tot synthese van eiwitten.

2p 27 Welk van deze kenmerken is of welke zijn een aanwijzing dat chloroplasten door endosymbiose zijn ontstaan?

- A alleen 1
- B alleen 1 en 2
- C alleen 1 en 3
- D alleen 2 en 3
- E 1, 2 en 3

De onderzoekers vragen zich af of hier een eerste stadium van secundaire endosymbiose, namelijk endosymbiose van een eukaryoot, te zien is.

Door de onderzoekers is aan de opname van *Nephroselmis* door *Hatena* de naam secundaire endosymbiose gegeven. Er heeft namelijk al primaire endosymbiose van een ander organisme plaatsgevonden bij de voorouders van *Hatena*.

2p 28 Beschrijf deze primaire endosymbiose die bij de voorouders van *Hatena* heeft plaatsgevonden.

- Gebruik in je beschrijving de termen prokaryoot en eukaryoot
- en benoem het resultaat van deze primaire endosymbiose.

Onderzoekers beschouwen de gebeurtenissen die leiden tot een symbiose tussen *Hatena* en *Nephroselmis* (zie afbeelding 1) als een endosymbiose in ontwikkeling.

2p 29 – Beschrijf een gebeurtenis waaruit blijkt dat de endosymbiose vergevorderd is.  
– Beschrijf een gebeurtenis waaruit blijkt dat het nog geen volledige endosymbiose is.