

## Cyanobacteriën in hete bronnen

Milieubiologen zijn wereldwijd zeer geïnteresseerd in de natuurlijke kringlopen van organische en anorganische stoffen, en de organismen die daar een rol in spelen. Het ontdekken van organismen die een bepaald type afval kunnen verwerken of juist een bepaalde stof kunnen produceren, zijn mogelijke uitkomsten van dergelijk onderzoek.

In het Amerikaanse Yellowstone National Park werd de stikstofkringloop in heetwaterbronnen (geisers) onderzocht. Aan de rand van sommige geisers bevindt zich een microbiële mat die bestaat uit aan elkaar gekitte bacteriën in een laag van wel een centimeter dik. In deze microbiële mat zijn de tientallen soorten bacteriën voor hun stofwisseling van elkaar afhankelijk. Een dergelijke stofwisselingseenheid wordt wel 'community metabolism' genoemd. Biologen onderzochten onder andere de stofwisseling van eencellige bacteriën van het geslacht *Synechococcus*. Deze foto-autotrofe bacteriën leven in het bovenste groene laagje (slechts 1 mm dik) van de microbiële mat. Foto-autotrofe bacteriën zijn verantwoordelijk voor de primaire productie van deze ecosystemen. Overdag vindt in deze bacteriën zowel fotosynthese als aërobe dissimilatie plaats. In het donker schakelen ze over op een totaal andere stofwisseling: de reductie van stikstofgas en anaërobe dissimilatie.

Stikstofgas wordt door *Synechococcus* bacteriën omgezet in stikstofverbindingen die nodig zijn bij de groei.

- 2p 26 Welke stikstofverbinding wordt of welke stikstofverbindingen worden door deze bacteriën het eerst gevormd uit stikstofgas?

- A  $\text{NH}_3$
- B  $\text{NO}_2^-$  en  $\text{NO}_3^-$
- C  $\text{N}_2\text{O}$
- D aminozuren

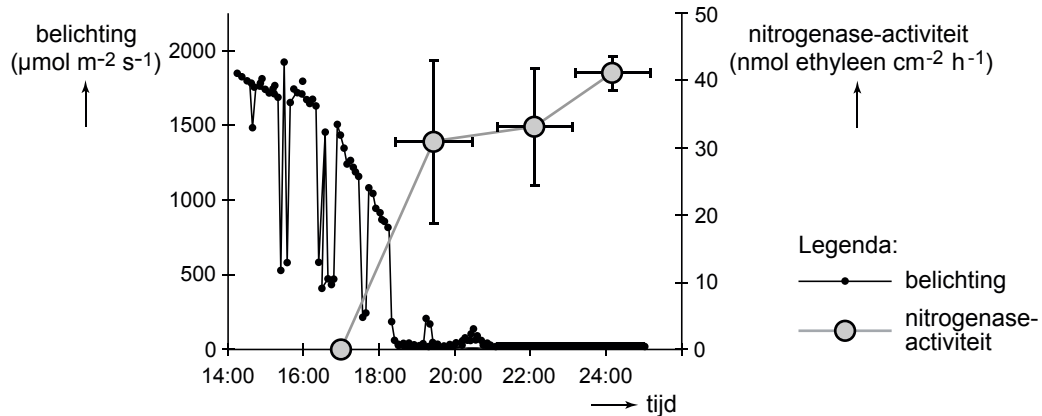
In een bacterie worden allerlei organische stikstofverbindingen aangetroffen die nodig zijn voor de opbouw van de desbetreffende bacterie. Zo worden verschillende aminozuren gebruikt als bouwstof van de eiwitten in de flagel.

- 4p 27
- Noem twee andere organische stikstofverbindingen die deel uit kunnen maken van een bacterie. Zet ze onder elkaar op je antwoordblad.
  - Vermeld bij beide de naam van een bestanddeel van een bacterie waarin deze organische stikstofverbinding voorkomt.

Bij het omzetten van stikstofgas in organische stikstofverbindingen is het nitrogenase-complex betrokken. Het nitrogenase-complex in *Synechococcus* bacteriën werkt uitsluitend onder anaërobe omstandigheden. Dit enzymcomplex wordt door de bacterie dagelijks gevormd op basis van de transcriptieproducten van verschillende genen, de nif-genen.

Op vier tijdstippen is de nitrogenase-activiteit in de bacteriën onderzocht. Het onderzoeksresultaat is weergegeven in het diagram van afbeelding 1. Daarbij is ook de belichting (fotonenstraling 400-700 nm) gegeven.

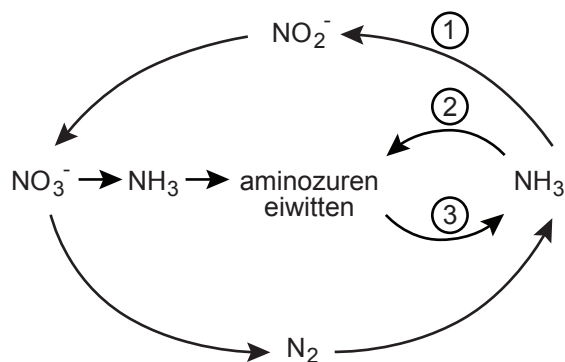
**afbeelding 1**



2p 28 Geef een verklaring voor het starten van de nitrogenase-activiteit na 18.00 uur.

In afbeelding 2 is schematisch een aantal omzettingen weergegeven, zoals die zich kunnen afspelen in het community metabolism van de microbiële matten. Enkele omzettingen zijn aangegeven met een cijfer.

**afbeelding 2**



2p 29 Welke van deze omzettingen kan of welke kunnen onder anaërobe omstandigheden worden uitgevoerd?

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

Zodra het donker wordt start de omzetting van glycogeen in de *Synechococcus* bacteriën. Het daarbij gevormde acetyl-CoA kan niet op de gebruikelijke manier worden verwerkt. Het wordt omgezet in acetaat, waarvan de hoeveelheid tijdelijk toeneemt in de microbiële mat.

- 2p **30** Welke twee processen zijn op dat moment tot stilstand gekomen?
- A glycolyse en decarboxylering
  - B glycolyse en melkzuurgisting
  - C citroenzuurcyclus en melkzuurgisting
  - D citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering

Samenlevingsverbanden van verschillende prokaryoten in extreme milieu's kwamen in het verleden veel meer voor. Er zijn veel fossiele resten van microbiële matten, waarin ook sediment is vastgelegd, gevonden.

- 2p **31** Hoe oud zullen de oudste fossiele microbiële matten zijn?
- A 3,5 miljoen jaar oud
  - B 35 miljoen jaar oud
  - C 350 miljoen jaar oud
  - D 3,5 miljard jaar oud

---

**Bronvermelding**

*Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.*