

Stikstofbindende bacteriën maken etheen

Planten halen hun voedingsstoffen uit de bodem en de lucht. Voedingsstoffen voor planten moeten onder andere het element stikstof bevatten. Zonder het element stikstof kunnen planten een bepaalde bouwstof niet aanmaken.

- 1p **18** Geef de naam van deze bouwstof die het element stikstof bevat.

Planten kunnen stikstofmoleculen uit de lucht niet opnemen of omzetten. Planten nemen daarom het element stikstof op in de vorm van stikstofhoudende verbindingen. Rondom de wortels van planten kunnen stikstofbindende bacteriën voorkomen. Deze bacteriën zijn in staat om bij kamertemperatuur stikstofmoleculen om te zetten tot ammoniakmoleculen (NH_3). Als mensen daarentegen ammoniak willen maken, dan gebeurt dat in fabrieken of laboratoria bij een temperatuur van ongeveer 500 °C.

- 2p **19** Geef de structuurformules van de stoffen stikstof en ammoniak.

- 2p **20** Leg uit hoe het mogelijk is dat in bacteriën de omzetting van stikstofmoleculen tot ammoniakmoleculen wel bij kamertemperatuur kan verlopen. Gebruik in je uitleg het begrip activeringsenergie.

Planten nemen geen ammoniakmoleculen op, maar ammonium-ionen. Ammoniak is een base. Als ammoniak reageert met water, ontstaan onder andere ammonium-ionen.

- 2p **21** Geef de vergelijking voor de reactie van ammoniak met water waarbij onder andere ammonium-ionen ontstaan.

Stikstofbindende bacteriën gebruiken sulfaat-ionen om het aminozuur methionine te maken. Wanneer de concentratie sulfaat laag is, kunnen sommige soorten bacteriën ook op een andere manier methionine maken. Als bijproduct wordt dan etheen gevormd. Onderzoekers hebben vastgesteld dat in deze bacteriën uiteindelijk een stof met de formule C_3H_8SO wordt omgezet tot etheen. Deze omzetting is een redoxreactie.

Een van de halfreacties is hieronder onvolledig weergegeven (halfreactie 1).



In deze halfreactie ontbreken H^+ -ionen en elektronen.

- 3p **22** Neem de onvolledige halfreactie 1 over en maak deze compleet.
- Zet H^+ en e^- aan de juiste kant van de pijl.
 - Maak de halfreactie kloppend.

De stof etheen kan problemen vormen bij het telen van gewassen. De etheen-concentratie in de bodem kan namelijk door aanwezigheid van een bacteriesoort, zoals *R. rubrum*, steeds hoger worden. Onderzoek heeft aangetoond dat de groei van plantenwortels wordt verstoord bij een etheen-concentratie die hoger is dan $0,1 \text{ cm}^3$ per m^3 grond. De onderzoekers hebben de etheenproductie van deze bacteriën gemeten in het laboratorium. Onder geschikte omstandigheden werd door de bacteriën in een reageerbuisje in 1 uur tijd $3 \cdot 10^{-2} \mu\text{mol}$ etheen gevormd.

Roos probeert zich voor te stellen wat het effect van deze hoeveelheid etheen is. Ze wil deze hoeveelheid vergelijken met de concentratie etheen waarbij de wortelgroei wordt verstoord. Ze berekent daarom het volume grond in dm^3 waarbij de wortelgroei net niet wordt verstoord door $3 \cdot 10^{-2} \mu\text{mol}$ etheen.

- 3p **23** Geef deze berekening van het volume grond in dm^3 . Ga ervan uit dat:
- het volume van 1 mol etheen 24 dm^3 is;
 - alle gevormde etheen gelijkmatig door de grond verspreid is en blijft.