

## Schimmel beëindigde steenkooltijd

Recent is meer bekend geworden over de bouw van de houtafbrekende enzymen van witrotschimmels. Het ontstaan van deze enzymen betekende het einde van het steenkooltijdperk: de tijd waarin massale plantengroei plaatsvond, die na afsterven van de planten tot de vorming van steenkool heeft geleid. Onderzoek naar de werking van deze houtafbrekende enzymen uit de witrotschimmel kan een belangrijke rol gaan spelen bij de ontwikkeling van een nieuwe generatie biobrandstoffen.

Het ontstaan van houtafbrekende eigenschappen van schimmels valt samen met het einde van de geologische periode waarin de meeste van onze steenkoolvoorraden zijn gevormd.

1p 29 Welke geologische periode was dat?

Onderzoek aan de genetische code van een dertigtal schimmelsoorten bracht de informatie over de bouw van houtafbrekende enzymen aan het licht.

2p 30 Uit welk gegeven konden de onderzoekers de bouw van de houtafbrekende enzymen afleiden?

- A De ordening van de chromosomen in het karyogram van een schimmelcel.
- B De ordening van de genen op de chromosomen van een schimmelcel.
- C De volgorde van de aminozuren in de genen van een schimmelcel.
- D De volgorde van de nucleotiden in de genen van een schimmelcel.

De afbraak van hout is een complex proces. Cellulose en lignine vormen samen de belangrijkste bouwstenen van hout. Lignine en cellulose zijn moeilijk afbreekbaar; de afbraak vindt in verschillende stappen plaats. Het blijkt dat er witrotschimmels zijn die lignine kunnen afbreken en bruinrotschimmels die cellulose kunnen verteren.

1p 31 Waardoor stagneerde de vorming van steenkool door het gelijktijdig voorkomen van witrot- en bruinrotschimmels in de ecosystemen?

Tijdens het steenkooltijdperk nam het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer geleidelijk af.

2p 32 – Door welk proces daalde in het steenkooltijdperk het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer?  
– Waardoor kwam aan deze daling een eind door de aanwezigheid van zowel witrot- als bruinrotschimmels?

De kennis over de houtafbrekende enzymen en over de genen die daarvoor coderen, is economisch en milieutechnisch interessant voor de ontwikkeling van nieuwe productiemethoden voor biobrandstoffen. Biobrandstof uit houtige gewassen kan nu alleen gemaakt worden met behulp van fysische en chemische processen die veel energie kosten. Onder hoge druk en hoge temperatuur worden houtvezels afgebroken tot suikers. Dit kan volgens wetenschappers veel efficiënter worden uitgevoerd door gebruik te maken van de houtafbrekende enzymen uit de schimmels.

Er worden enkele mogelijkheden geopperd om de afbraak van houtvezels tot suikers toepasbaar te maken:

- 1 De schimmels kweken, de houtafbrekende enzymen uit de schimmelkweek isoleren en gebruiken om de houtvezels te verteren.
- 2 De schimmels op houtvezels kweken, zodat de vertering van de houtvezels door de schimmels plaatsvindt.
- 3 De genetische informatie voor de houtafbrekende enzymen in één schimmelsoort combineren en deze schimmel de houtvezels laten verteren.

2p 33 Welke mogelijkheid kan of welke mogelijkheden kunnen tot de gewenste productie van de suikers leiden?

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

Met behulp van gist kan uit suikers biobrandstof worden gemaakt.

2p 34 In welke van de onderstaande zinnen staat dit gewenste gistingsproces correct omschreven?

- A Onder aerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot koolstofdioxide en ethanol.
- B Onder aerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot zuurstof en ethanol.
- C Onder anaerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot koolstofdioxide en ethanol.
- D Onder anaerobe omstandigheden breken gistcellen suikermoleculen af tot zuurstof en ethanol.

2p 35 Leg uit waardoor de inzet van biobrandstof uit hout niet leidt tot een versterkt broeikas effect en het gebruik van de steenkoolvoorraden wel.