



Examenvak en niveau	<b>scheikunde vwo</b>
Naam kandidaat	
Examenummer	
Examencommissie	
Datum	
Vorbereidingstijd	<b>20 minuten</b>
Titel voorbereidingsopdracht	<b>Bacterie vreet furfural</b>

## Instructie

Bestudeer bijgevoegde voorbereidingsopdracht. Uw mondeling examen begint straks met een gesprek over deze casus.

Ter voorbereiding op uw examen kunt u:

- de inhoud van de casus kort samenvatten;
- nagaan bij welke onderwerpen, die u voor dit vak heeft bestudeerd, de casus aansluit;
- de vakspecifieke begrippen die u tegenkomt omcirkelen en zorgen dat u de betekenis van deze begrippen kunt geven;
- als er vragen onder de casus staan, deze voor uzelf beantwoorden.

## Hulpmiddelen

Bij deze voorbereidingsopdracht mag u gebruik maken van:

- een Binas
- een woordenboek

Het is toegestaan op de voorbereidingsopdracht aantekeningen te maken.

Aan het eind van de voorbereidingstijd haalt een van de examinatoren u op.

## Casus

### Bacterie vreet furfural

In Delft is een bodem bacterie ontdekt die prima gedijt op furfural en 5-hydrxymethylfurfural (HMF). Dankzij de genen van die bacterie kun je straks gehydrolyseerde biomassa zuiveren voordat je die verder vergist tot bio-ethanol of andere producten, zo suggereren Frank Koopman, Nick Wierckx, Han de Winde en Harald Ruijssenaars in PINAS.

Die furanaldehyden zijn toxische afbraakproducten van suikers, leggen Ruissenaars en De Winde uit. Ze ontstaan in kleine hoeveelheden wanneer je lignocellulosehoudende biomassa behandelt met zuur om die suikers vrij te maken. Een bedrijf als Avantium probeert zelfs biomassa langs chemische weg helemaal in furanics om te zetten. Maar geef je de voorkeur aan een fermentatieproces, dan zitten de aldehyden alleen maar in de weg. Ze remmen de groei van de meeste gisten en bacteriën en dus ook hun productie van ethanol of chemicaliën.

Cupriavidus basilensis HMF 14 biedt uitkomst. “We hebben haar zelf geïsoleerd uit grond op HMF als substraat. De soort was al eerder beschreven, maar dat hij dit kan verteren is nieuw.” De HMF 14 – stam blijkt zelfs zó gespecialiseerd dat hij suikers niet eens kan afbreken. “Dat triggerde ons om hem te gebruiken als ontgifter”. Hij eet alle rommel uit het hydrolysaat op, ook de aromatische verbindingen de organische zuren, zodat je een vrij schone suikermix overhoudt.

Inmiddels hebben ze in Delft het furfuralmetabolisme doorgrond en zijn de verantwoordelijke genen al tot expressie gebracht in het “huisbeest” *Pseudomonas putida*, dat zich beter leent voor een industrieel proces. “Het werkt zeer waarschijnlijk ook in andere soorten”, vertellen de onderzoekers. “De heilige graal is één microorganisme, dat hydrolysaat ontgift en vergist.

### Vragen

Als je biomassa afbreekt door middel van hydrolyse, dan vormen zich ook toxische afbraakproducten van suikers.

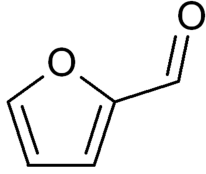
1 Wat betekent toxisch?

2 Wat doen die toxische producten tijdens het erop volgende fermentatieproces ?

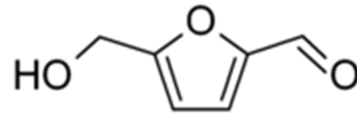
De toxische producten zijn furanaldehydes.

3 Teken de karakteristieke groep van een aldehyde.

In Delft heeft men een bacterie ontdekt die prima gedijt op de furanaldehydes furfural en HMF.



Furfural



HMF

Cellulosehoudend materiaal wordt bij hydrolyse omgezet in onder andere glucose. Uit glucose kan onder andere HMF ontstaan. De bacterie moet vóór de vergisting de gehydrolyseerde biomassa zuiveren.

- 4 Geef de reactievergelijking van de hydrolysereactie van cellulose.
- 5 Geef de reactievergelijking van de reactie waarbij uit glucose HMF ontstaat.  
Gebruik molecuulformules.

Na de zuivering van de gehydrolyseerde biomassa vergist men de glucose tot bio-ethanol.

- 6 Geef de vergistingsreactie in een reactievergelijking met molecuulformules weer.

Het grote voordeel van de nieuw ontdekte bacterie is zijn specifieke taak als "ontgifter".

- 7 Licht het specifieke aspect toe.

Na nader onderzoek heeft men de verantwoordelijke genen in een andere bacterie tot expressie gebracht.

- 8 Waarom heeft men dat gedaan ?
- 9 Naar welke andere soort bacterie is men nog op zoek ?