

Tenzij anders vermeld, is er sprake van standaardomstandigheden:
 $T = 298\text{ K}$ en $p = p_0$.

Kwaliteitscontrole voor straight whiskey

‘Straight whiskey’ is whiskey die minimaal twee jaar is gerijpt op eikenhouten vaten. De vaten worden eerst van binnen gebrand, waarbij door thermolyse onder andere karamel wordt gevormd. Straight whiskey heeft daarom een karakteristieke bruine kleur. Whiskey die minder lang is gerijpt, is lichter van kleur. Om deze whiskey dezelfde luxe uitstraling te geven als straight whiskey, wordt vaak de kleurstof E-150 toegevoegd aan het eindproduct. E-150 is een mengsel van verschillende stoffen dat wordt verkregen door thermolyse van sacharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) bij $200\text{ }^\circ\text{C}$.

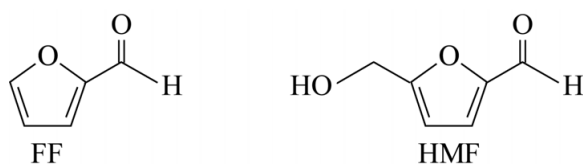
Als eerste reageren hierbij de OH-groepen die zijn gebonden aan de C-atomen die in de ringen direct naast de etherbinding tussen de beide ringen van sacharose liggen. Onder afsplitsing van een molecuul water wordt een nieuwe etherbinding gevormd. De ontstane stof is isosachrosan.

Op de uitwerkbijlage is de vergelijking van de omzetting van sacharose tot isosachrosan onvolledig weergegeven.

- 2p 1 Maak op de uitwerkbijlage deze vergelijking compleet. Gebruik structuurformules zoals op de bijlage.

Een straight whiskey is wat betreft de kleur niet te onderscheiden van een whiskey waaraan E-150 is toegevoegd. Om toch onderscheid te kunnen maken is een test ontwikkeld. Deze test richt zich op de aanwezigheid van de stoffen furfural (FF) en 5-hydroxymethylfurfural (HMF) die tijdens de thermolyse van het eikenhouten vat ontstaan. De schematische structuurformules van FF en HMF zijn in figuur 1 weergegeven.

figuur 1



In eikenhout komt behalve cellulose ook de polysacharide xylaan ($\text{H}-(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n-\text{OH}$) voor. Tijdens de thermolyse van het eikenhout wordt HMF gevormd uit cellulose, terwijl FF wordt gevormd uit xylaan. Het enige bijproduct van de vorming van FF uit xylaan is water.

- 3p 2 Geef de vergelijking van de vorming van FF uit xylaan. Gebruik hierbij molecuulformules.

Op de uitwerkbijlage is de laatste reactiestap van het mechanisme van de vorming van HMF weergegeven.

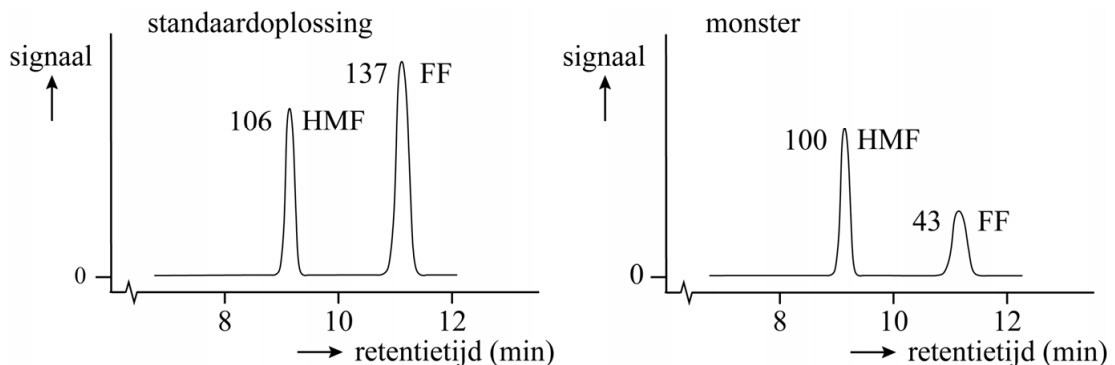
- 2p **3** Maak op de uitwerkbijlage het mechanisme compleet.
- Geef voor de pijl alle niet-bindende elektronenparen weer.
 - Geef voor de pijl met pijlen weer hoe elektronenparen worden verplaatst tijdens de omzetting.

In straight whiskey ligt de molverhouding van HMF en FF in het gebied $2,0 < \frac{\text{HMF}}{\text{FF}} < 2,6$.

In whiskey waar E-150 aan is toegevoegd, is deze verhouding anders. Dit geeft de mogelijkheid om te controleren of een whiskey eventueel onterecht als straight whiskey wordt verkocht.

Hiertoe bepaalt men met behulp van chromatografie de verhouding tussen HMF en FF. Aangezien de detector een verschillende gevoeligheid kent voor FF en HMF wordt eerst een chromatogram gemaakt met een standaardoplossing. Deze standaardoplossing bevat de stoffen HMF en FF in de molverhouding 1 : 1. In figuur 2 zijn het chromatogram van de standaardoplossing en dat van een monster whiskey weergegeven. Naast elke piek is het relatieve piekoppervlak genoteerd.

figuur 2



Dit onderzoek kon op twee manieren worden uitgevoerd:

- 1 een apolaire stationaire fase gecombineerd met een polaire mobiele fase;
- 2 een polaire stationaire fase gecombineerd met een apolaire mobiele fase.

- 3p **4** Leg uit met behulp van figuur 1 en figuur 2 welke manier is gebruikt in deze bepalingen.
- 3p **5** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal de molverhouding $\frac{\text{HMF}}{\text{FF}}$ in het monster. Gebruik figuur 2.
 - Geef aan of het monster afkomstig kan zijn van een straight whiskey.