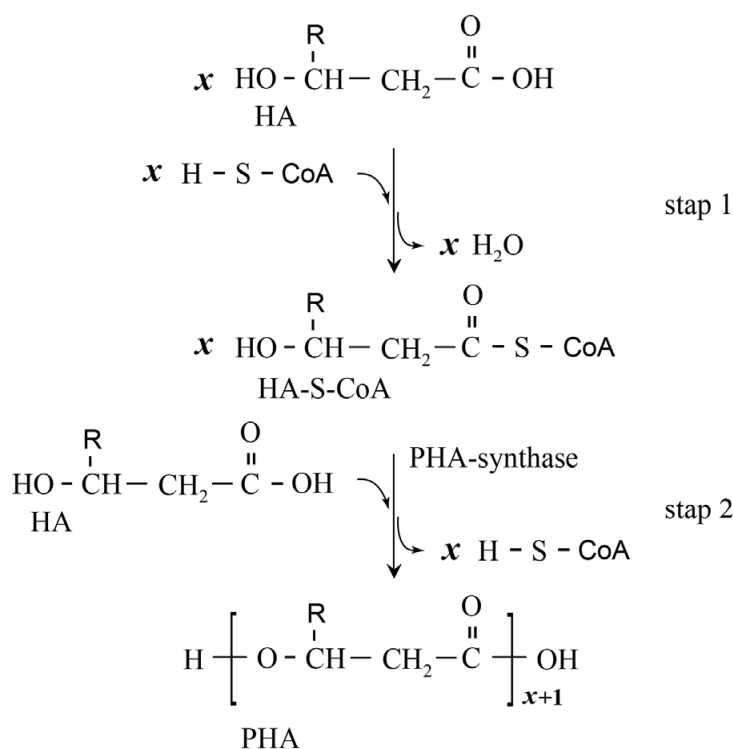


Bacteriële polymeren

PHA is de verzamelnaam van polyesters die door bacteriën worden gevormd. Deze polyesters worden door de bacterie gebruikt als reservestof. In de bacterie worden eerst allerlei voedingsstoffen omgezet tot een groep stoffen, hier aangeduid met HA. In de eerste stap van de productie van PHA wordt een molecuul van een HA gekoppeld aan het S-atoom van de biologische hulpstof 'co-enzym-A' (H-S-CoA). Het gevormde HA-S-CoA wordt vervolgens onder invloed van het enzym PHA-synthase omgezet tot een polyester. Beide stappen van dit proces zijn in figuur 1 weergegeven.

figuur 1



In de structuur van een molecuul van een HA kan onder andere de groep R variëren. Hierdoor kunnen vele soorten PHA worden gevormd. De systematische naam van een polyester zoals PHA wordt gevormd door 'poly-' gevolgd door de systematische naam van het monomeer.

3p 14 Geef de systematische naam van het polymeer waarin $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5$.

Bij de vorming van PHA door PHA-synthase wordt telkens een nieuwe eenheid HA gekoppeld aan het zich vormende polymeer. Het blijkt dat hierbij een molecuul HA-S-CoA op een specifieke manier georiënteerd is in het enzym. Dit is op de uitwerkbijlage bij vraag 16 weergegeven.

Deze oriëntatie wordt onder andere mogelijk doordat een atoomgroep van het HA-S-CoA een elektrostatische interactie heeft met de negatief geladen restgroep van een cysteïne-eenheid $\sim\text{Cys}^-$ in de peptidketen van PHA-synthase.

- 2p **15** Leg uit welke interactie/binding aanwezig is tussen een atoomgroep van HA-S-CoA en $\sim\text{Cys}^-$.

De weergegeven oriëntatie is voorwaarde voor de nucleofiele aanval van $\sim\text{Cys}^-$ op het molecuul HA-S-CoA. Hierbij wordt een eenheid HA gekoppeld aan de eiwitketen en komt een deeltje $[\text{S-CoA}]^-$ vrij.

- 4p **16** Maak op de uitwerkbijlage het mechanisme compleet.
- Teken in de twee omkaderde delen de ontbrekende delen van de aminozuureenheden Phe en Cys^- .
 - Teken alleen bij de reeds getekende atomen de niet-bindende elektronenparen.
 - Geef met pijlen weer hoe elektronenparen worden verplaatst tijdens deze reactie.

De bacteriën zetten voedingsstoffen via meerdere routes om in HA-S-CoA. Bij sommige routes blijven (delen van) de moleculen van de voedingsstof intact. Daardoor is het mogelijk om de R-groep in het PHA te wijzigen door de voeding van de bacteriën te wijzigen.

Een onderzoeksgroep is er in geslaagd om de bacteriën copolymeren te laten maken. Het bleek mogelijk om zowel willekeurige (random)-copolymeren als blok-copolymeren te verkrijgen. Om dit voor elkaar te krijgen, gaf men twee soorten voeding aan de bacteriën.

In experiment 1 werden de twee voedingsstoffen tegelijkertijd aangeboden, in experiment 2 werden de twee voedingsstoffen afwisselend aangeboden.

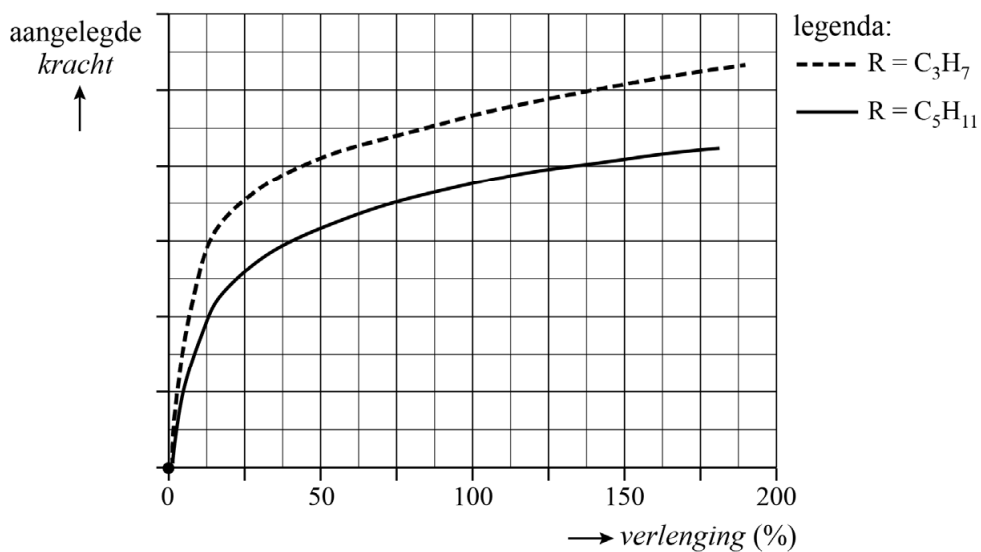
- 2p **17** Leg uit in welk experiment men een blok-copolymeer heeft verkregen. Gebruik hierbij Binas-tabel 66F of ScienceData-tabel 11.1.3.

De bacteriën produceren PHA als korrels. De onderzoekers hebben platte stroken van gelijk formaat gemaakt van verschillende monsters PHA-korrels.

- 2p 18 Leg uit of deze PHA's tot de thermoplasten of tot de thermoharders behoren.

Deze stroken zijn vervolgens onderworpen aan een trekproef. Hierbij wordt gemeten hoeveel langer een strook PHA wordt afhankelijk van de aangelegde kracht. In figuur 2 zijn de meetresultaten opgenomen van twee soorten PHA met verschillende R-groepen.

figuur 2



- 2p 19 Verklaar het verschil in meetresultaat tussen beide polymeren.
- Gebruik hierbij begrippen op microniveau.
 - Neem aan dat de gemiddelde ketenlengte van beide polymeren gelijk is.