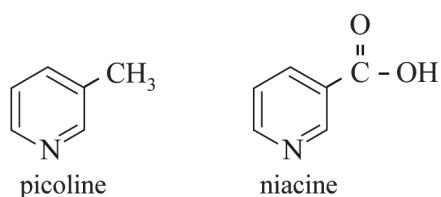


Niacine

Niacine (vitamine B3) is een vitamine die van belang is voor het functioneren van een groot deel van de enzymsystemen in het lichaam. Er bestaan productieprocessen om niacine uit goedkope fossiele grondstoffen te produceren. In de eerste stap van zo'n proces wordt picoline gevormd. In de tweede stap wordt picoline omgezet tot niacine. De structuurformules van picoline en niacine zijn in figuur 1 weergegeven.

figuur 1

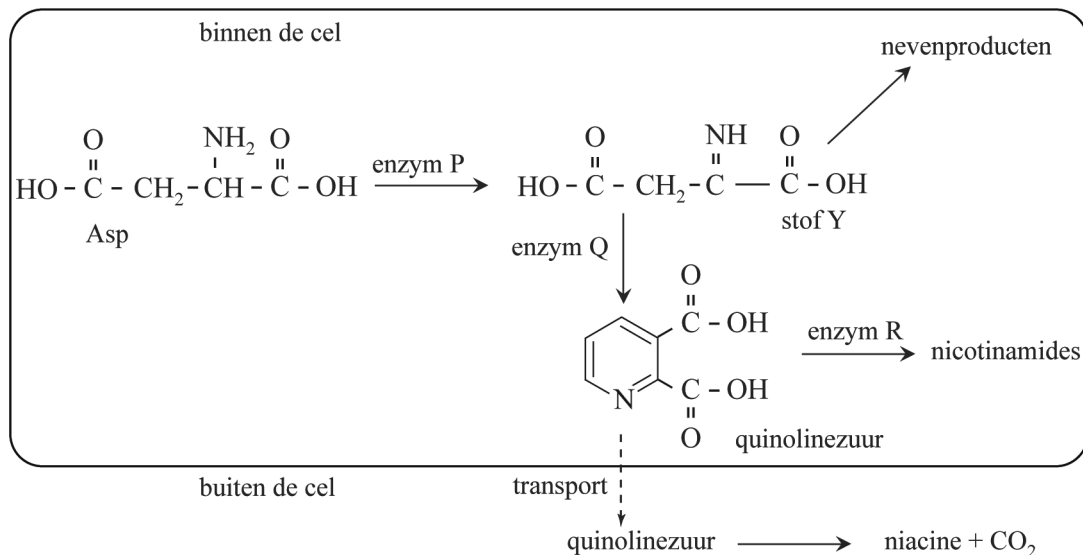


In de eerste stap wordt picoline gemaakt uit propanal, prop-2-enal en ammoniak. Prop-2-enal is een aldehyde met molecuulformule $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$. In deze reactie worden behalve picoline ook water en nog één andere stof gevormd.

- 4p **14** Geef de vergelijking van deze vorming van picoline. Gebruik structuurformules voor de organische deeltjes.

Niacine kan ook worden gemaakt op basis van de stof quinolinezuur waarbij wordt gebruikgemaakt van micro-organismen. Om de productie van quinolinezuur in het micro-organisme zo hoog mogelijk te maken, hebben onderzoekers genetisch gemodificeerde micro-organismen gekweekt. Als gevolg van de modificatie scheiden deze micro-organismen meer quinolinezuur uit. In figuur 2 is deze biosynthese schematisch weergegeven. Binnen de cel zijn drie enzymen (P, Q en R) betrokken bij de vorming van quinolinezuur.

figuur 2



Stof Y wordt door enzym Q omgezet tot quinolinezuur. Stof Y reageert echter ook snel en zonder hulp van enzymen tot allerlei nevenproducten. De snelheid van iedere enzymatische omzetting in dit proces wordt bepaald door de concentratie van het betrokken enzym.

In de genetisch gemodificeerde micro-organismen waren de concentraties van de enzymen P, Q en R afwijkend.

Hierbij waren er twee doelstellingen:

- 1 zo min mogelijk andere stoffen dan quinolinezuur produceren;
- 2 zo veel mogelijk quinolinezuur per tijdseenheid produceren.

Bij een presentatie van het onderzoek gebruikten de onderzoekers een tabel waaruit blijkt hoe de concentratie van elk enzym moest veranderen om beide doelstellingen te realiseren. Op de uitwerkbijlage is deze tabel onvolledig weergegeven.

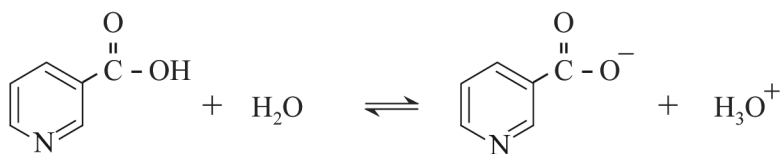
- 2p **15** Zet in de tabel op de uitwerkbijlage achter elk enzym een kruisje in de juiste kolom. Elke kolom moet hierbij één kruisje bevatten.

Alle stoffen in figuur 2 reageren in de molverhouding 1:1. In figuur 2 is ook aangegeven dat een deel van het gevormde quinolinezuur de cel verlaat. Bij een van de proeven werd zo een oplossing met daarin 5,5 g quinolinezuur verkregen. Het quinolinezuur werd vervolgens door de onderzoekers omgezet tot niacine. Hierbij werd 3,8 g niacine gevormd.

- 3p **16** Bereken het rendement van deze omzetting.

Halverwege de twintigste eeuw is ontdekt dat niacine ook kan worden toegepast als geneesmiddel. Uit onderzoek naar de werking van niacine bleek dat het zuurrest-ion van niacine aan een receptoreiwit bindt. Niacine is een zwak zuur. In water treedt het evenwicht uit figuur 3 op.

figuur 3



De pH in de vloeistof rondom het receptoreiwit is zodanig, dat **meer** dan 90% van alle niacine-deeltjes voorkomt als zuurrest-ion. De waarde van de K_z van niacine bij de heersende omstandigheden is $1,3 \cdot 10^{-5}$.

- 4p **17** Bereken de pH waarbij 90% van alle niacine-deeltjes voorkomt als zuurrest-ion. **Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.**
- 2p **18** Leg uit of de pH van de vloeistof rondom het receptoreiwit hoger of lager is dan de berekende waarde.

In figuur 4 is een gedeelte van de coderende streng van het menselijk DNA weergegeven, beginnend bij de base met nummer 1072. De code voor het receptoreiwit begint bij de base met nummer 1. In het weergegeven gedeelte bevindt zich het stopcodon voor het receptoreiwit.

figuur 4

↓ 1072
CTGGGCCCAACCTCTCCTTAAATAACCATGCCA...

- 2p **19** Bepaal met behulp van figuur 4 het aantal aminozuureenheiten in de eiwitketen van het receptoreiwit.
- 4p **20** Teken met behulp van figuur 4 de structuurformule van het uiteinde van de eiwitketen van het receptoreiwit. Dit gedeelte moet bestaan uit de laatste twee aminozuureenheiten.