

Glyfosaat

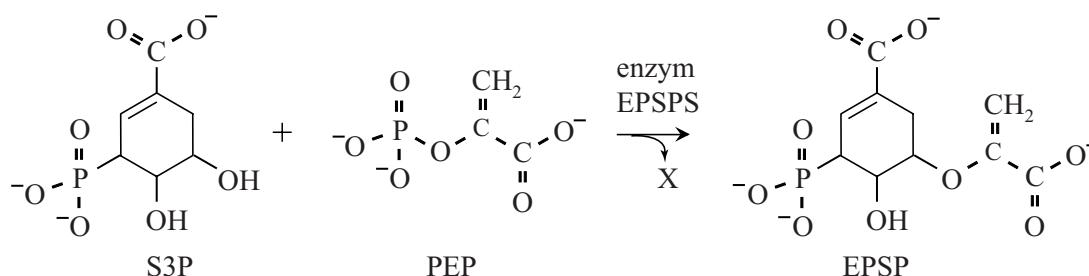
Glyfosaat (H_2Glyf) wordt wereldwijd op grote schaal gebruikt als onkruidverdelgingsmiddel. In water komt glyfosaat vooral voor in de vorm van Glyf^{2-} en HGlyf^- .

De K_z van HGlyf^- bedraagt $2,5 \cdot 10^{-6}$.

- 4p 12 Bereken hoeveel procent van glyfosaat aanwezig is als HGlyf^- bij $\text{pH} = 7,00$. Neem aan dat alleen HGlyf^- en Glyf^{2-} aanwezig zijn.

Het Glyf^{2-} blokkeert het enzym EPSPS in planten. Dit enzym speelt een belangrijke rol bij de aanmaak van aromatische aminozuren. EPSPS katalyseert de omzetting die is weergegeven in figuur 1.

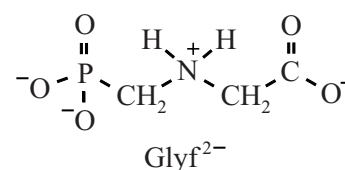
figuur 1



Bij deze omzetting ontstaat ook het deeltje X.

- 1p 13 Geef de formule van het deeltje X.

In het mechanisme van de omzetting uit figuur 1 neemt een koolstofatoom in het deeltje PEP eerst een H^+ -ion op. Het gevormde deeltje $\text{PEP}-\text{H}^+$ heeft sterke overeenkomsten met het deeltje Glyf^{2-} wat betreft ladingsverdeling. De structuurformule van Glyf^{2-} is hiernaast weergegeven. In de structuur van het deeltje $\text{PEP}-\text{H}^+$ heeft één C-atoom geen volledig oktet.



- 2p 14 Teken een mogelijke structuurformule van $\text{PEP}-\text{H}^+$.

De binding van glyfosaat aan EPSPS is onomkeerbaar, waardoor de aanmaak van aromatische aminozuren geheel tot stilstand komt.

Onderzoekers hebben een bacterie ontdekt die glyfosaat-resistent is.

De resistentie wordt veroorzaakt door een mutatie in de genetische code voor het enzym EPSPS. Het werkzame enzym dat in de bacterie aanwezig is, wordt aangeduid als CP4. In CP4 is op positie 100 een alanine-eenheid aanwezig, waar in EPSPS een glycine-eenheid aanwezig is.

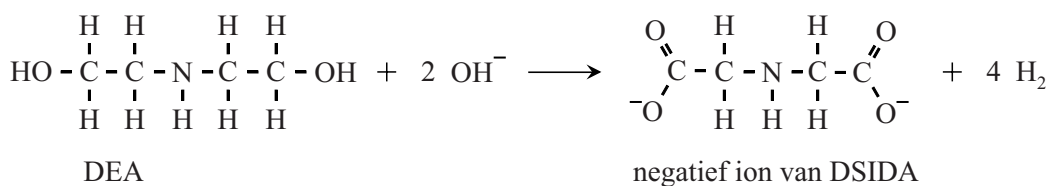
- 2p **15** Geef op de uitwerkbijlage de symbolen van het basenpaar waarin de genetische code voor CP4 verschilt van EPSPS.
Gebruik Binas-tabel 71G of ScienceData-tabel 16.9.

Om de wereldvoedselopbrengst te verhogen zijn veel gewassen tegenwoordig genetisch gemodificeerd, zodat met glyfosaat uitsluitend het onkruid wordt bestreden. Per jaar wordt ruim 650.000 ton glyfosaat geproduceerd. Het DEA-proces staat bekend als het meest 'groene' van de verschillende productiemethoden.

Dit proces start met de omzetting van DEA met natronloog tot DSIDA.

Deze reactie is weergegeven in figuur 2. DSIDA is een zout dat bestaat uit Na^+ -ionen en $\text{C}_4\text{H}_5\text{NO}_4^{2-}$ -ionen.

figuur 2



- 2p **16** Leg uit, aan de hand van formules uit figuur 2, of de omzetting van DEA tot DSIDA een zuur-basereactie is of een redoxreactie.

In een fabriek wordt glyfosaat geproduceerd in batches. Per batch wordt $8,3 \cdot 10^3$ kg DSIDA gevormd uit DEA.

De omzetting van DEA tot DSIDA heeft een rendement van 86,4%.

- 4p **17** Bereken de massa in kilogram natriumhydroxide die moet worden gebruikt per batch.