

Fosfietbemesting in strijd tegen onkruid

Sinds het ontstaan van de landbouw strijden boeren tegen onkruid: planten die zonlicht, voedingsstoffen en water 'wegkopen' van de geteelde gewassen. Naast de bekende methoden van onkruidbestrijding is er nu een nieuwe methode ontwikkeld: uithongeren.

De soorten die door landbouwers als onkruid worden gezien zijn voornamelijk pioniersoorten. Door bepaalde eigenschappen van pioniersoorten komen deze soorten veel voor op akkers.

- 1p 14 Noteer zo'n kenmerkende eigenschap van pioniersoorten en licht toe dat een pioniersoort door deze eigenschap veel kan vóórkomen op akkers.

In de reguliere landbouw is het toedienen van herbiciden (onkruidbestrijdingsmiddelen) de meest gebruikte methode om groei van onkruid tegen te gaan. Herbiciden worden ingedeeld op hun werking. Zo zijn er bijvoorbeeld fotosysteem-II-remmers (PSII-remmers).

PSII-remmers verstoren de lichtreactie doordat het elektronentransport in fotosysteem II wordt geblokkeerd.

Drie beweringen over fotosysteem II zijn:

- 1 Fotosysteem II bevindt zich op het buitenmembraan van chloroplasten.
- 2 Een blokkade van het elektronentransport in fotosysteem II leidt tot een verminderde splitsing van water.
- 3 Een remming van fotosysteem II zal leiden tot een remming van de donkerreactie.

- 2p 15 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende bewering **juist** of **onjuist** is.

Er zijn ook herbiciden die het enzym EPSPS remmen. Een plant heeft dit enzym nodig om aromatische aminozuren te synthetiseren. Het biotechnologisch bedrijf Monsanto introduceerde de EPSPS-remmer glyfosaat onder de naam Roundup. Gebruik van dit middel is toegenomen nadat Monsanto genetisch gemodificeerde landbouwgewassen op de markt bracht waarin resistentie tegen glyfosaat was ingebouwd.

In planten zonder glyfosaat-resistentie zorgt glyfosaat voor een remming van bijna alle stofwisselingsprocessen.

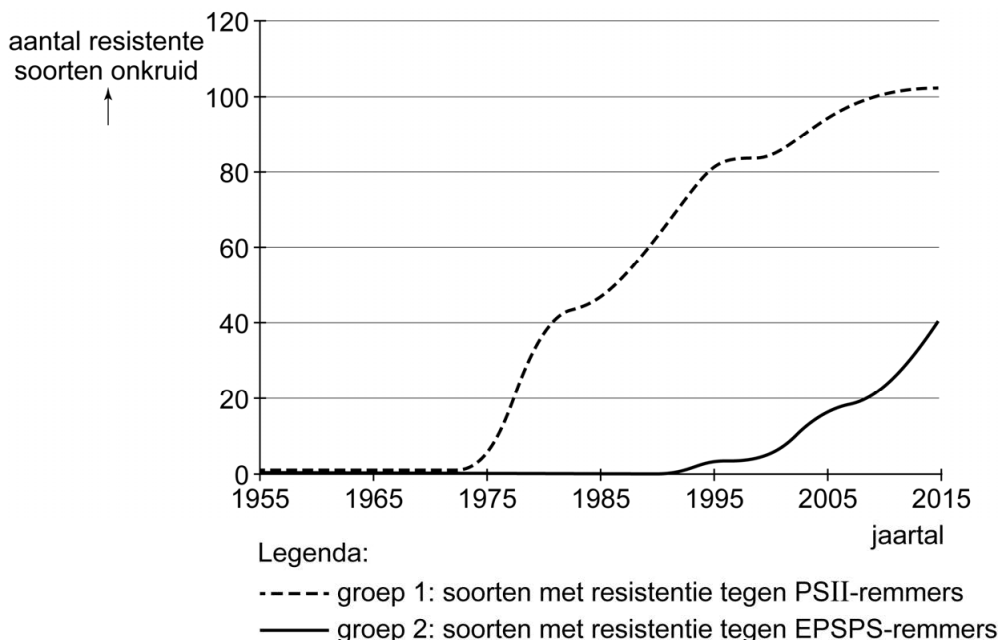
- 1p 16 Verklaar deze remming.

Glyfosaat is schadelijk voor organismen die in water leven. De concentratie glyfosaat die aanwezig is in het oppervlaktewater, is echter laag. Uit een onderzoek blijkt dat de halveringstijd van glyfosaat in het aquatisch milieu 7 tot 14 dagen is.

- 1p 17 Licht toe of deze informatie erop wijst dat glyfosaat een persistent bestrijdingsmiddel is.

Gebruik van pesticiden leidt – als gevolg van evolutie – tot ontwikkeling van resistentie bij onkruidsoorten. In het diagram in afbeelding 1 is de ontwikkeling van resistentie tegen de beschreven herbiciden bij onkruidsoorten in de VS weergegeven.

afbeelding 1



In afbeelding 1 is te zien dat steeds meer onkruidsoorten resistentie hebben ontwikkeld tegen een van beide typen herbiciden. De resistenties bij verschillende soorten binnen één groep zijn een voorbeeld van analogie.

1p **18** Licht dit toe.

Om het resistentieprobleem te omzeilen hebben wetenschappers gezocht naar een andere aanpak om onkruid te bestrijden. Voor de assimilatie van fosforhoudende organische stoffen kunnen planten alleen fosfaat (PO_4^{3-}) gebruiken. Deze stof is een van de hoofdbestanddelen van kunstmest. Fosfor in de vorm van fosfiet (PO_3^{3-}) kan door plantencellen wel worden opgenomen via de fosfaat-transportenzymen, maar kan niet worden gebruikt voor assimilatieprocessen. Als een landbouwgewas zo kan worden aangepast dat het gewas fosfiet wel kan benutten, zou het een groot voordeel hebben ten opzichte van onkruid.

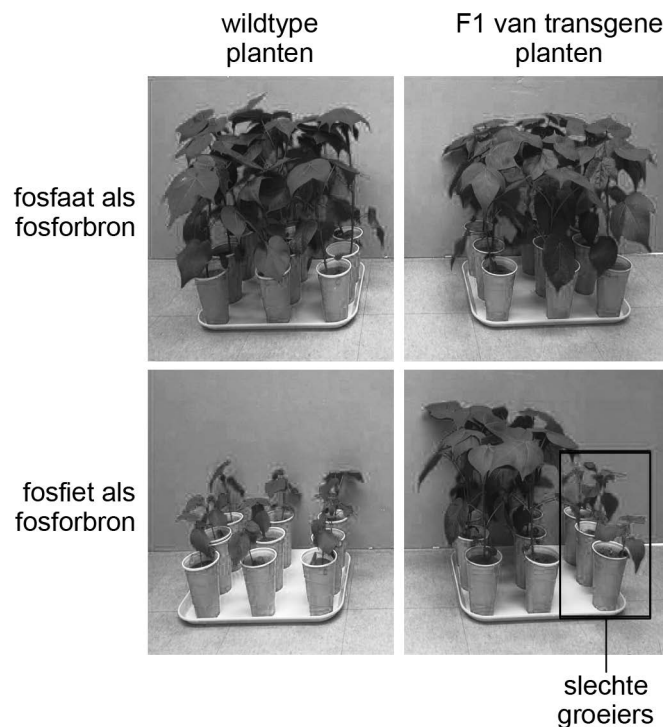
Enkele organische stoffen zijn:

- 1 chlorofyl
- 2 NADH
- 3 RNA

2p **19** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende stof **wel** of **geen** fosfor bevat.

Amerikaanse onderzoekers zijn erin geslaagd het bacteriële *ptxD*-gen in te bouwen in een chromosoom van katoenplanten (*Gossypium sp.*). Dit gen codeert voor een enzym dat de oxidatie van fosfiet tot fosfaat katalyseert. Transgene planten, waarin de expressie van het *ptxD*-gen was vastgesteld, werden onderling gekruist. De zaden uit deze kruisingen werden na kieming opgekweekt. Een gedeelte kreeg hierbij fosfaat als fosforbron, een ander gedeelte kreeg fosfiet. Als controle werden wildtype katoenplanten op dezelfde manier gekweekt. Uit de resultaten (afbeelding 2) werd duidelijk dat door het inbrengen van het *ptxD*-gen de planten fosfiet als fosforbron konden gebruiken.

afbeelding 2

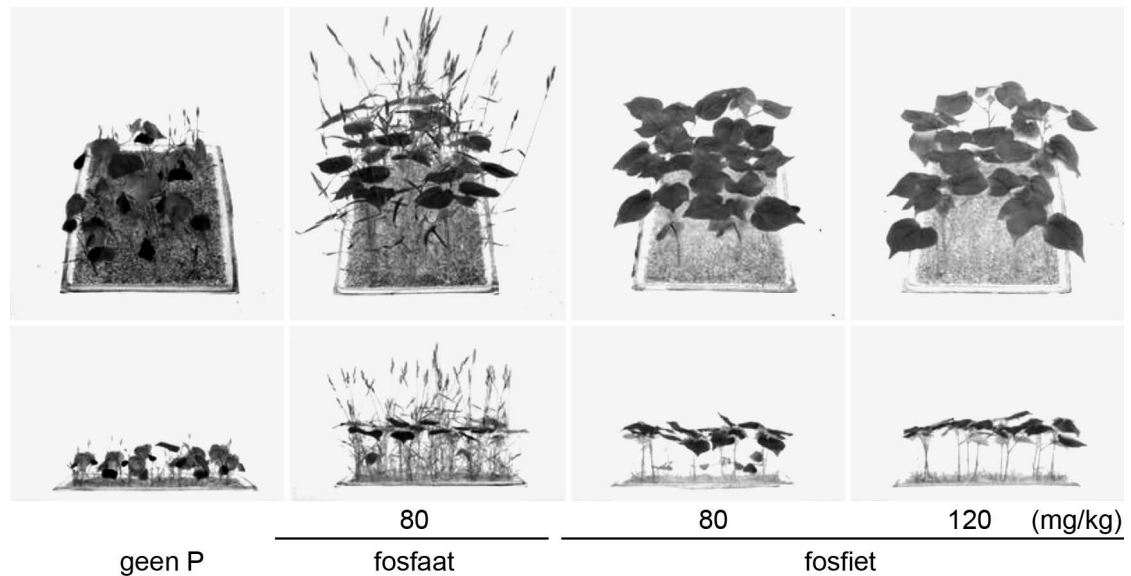


In de F1 van de transgene planten met fosfiet als fosforbron, komt een groep slechte groeiers voor.

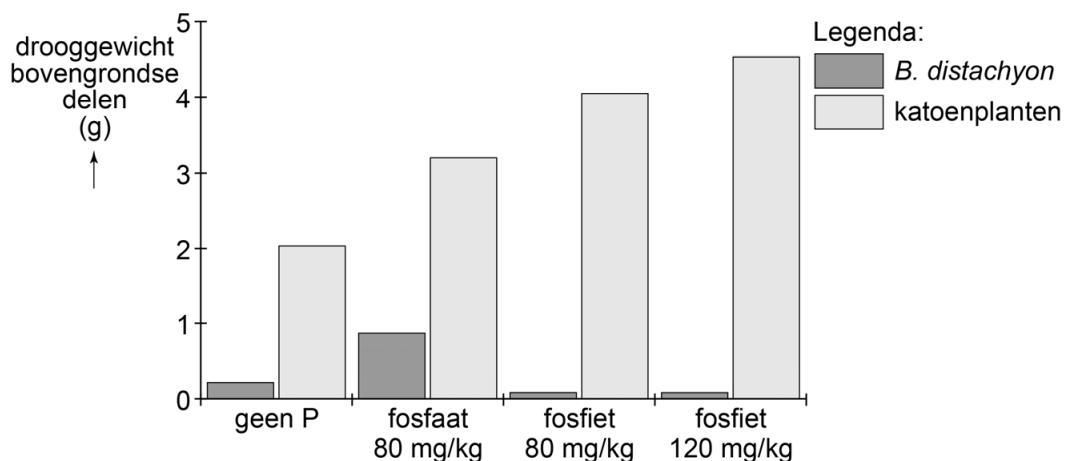
2p **20** Leg uit hoe het komt dat er in de F1 een groep slechte groeiers is.

In een vervolgsperiment werden zaden van transgene katoenplanten ingezaaid, samen met zaden van het grasachtige onkruid *Brachypodium distachyon*. De planten werden opgekweekt in een proefopstelling met een bodem zonder fosforbron, in een proefopstelling met een bodem met fosfaat, en in twee proefopstellingen met bodems met verschillende hoeveelheden fosfiet. In afbeelding 3 zijn de planten te zien na zes weken (gezien vanaf schuin-boven en vanaf de zijkant). In afbeelding 4 is het totale drooggewicht na zes weken van de bovengrondse delen van drie representatieve planten uit elke proefopstelling weergegeven.

afbeelding 3



afbeelding 4



Een milligram fosfiet bevat meer fosfor dan een milligram fosfaat, maar dit is niet voldoende om het verschil in groei van de transgene katoenplanten op de proefopstellingen met fosfaat (80 mg/kg) en fosfiet (80 mg/kg) te verklaren.

- 2p 21
- Geef de oorzaak van het verschil in nettoproductie van *B. distachyon* in deze twee proefopstellingen.
 - Geef de voornaamste oorzaak van het verschil in nettoproductie van de transgene katoenplanten in deze twee proefopstellingen.

Om fosfiet in de akkerbouw toe te passen als effectieve onkruidbestrijdingsmethode zal de bemesting moeten worden aangepast. Na de oogst moet met fosfiet bemest worden en moet de stikstofvoorraad worden aangevuld.

Twee manieren om de stikstofvoorraad aan te vullen zijn:

- drijfmest (urine en uitwerpselen van vee) uitrijden
- groenbemesting toepassen door er vlinderbloemigen te laten groeien die in symbiose leven met knolletjesbacteriën, en die vervolgens onder te ploegen

2p **22** Beredeneer dat:

- drijfmest niet geschikt is als aanvulling op fosfietbemesting in de strijd tegen onkruid.
- groenbemesting niet toepasbaar is.

Als gevolg van kunstmestgebruik in de landbouw komt veel fosfaat in het oppervlaktewater, wat leidt tot algenbloei.

1p **23** Beargumenteer of algenbloei zal optreden bij gebruik van fosfiet in plaats van fosfaat.