

## Zilte landbouw

De landbouw in Nederland maakt voornamelijk gebruik van zoet water. Ecoloog Arjen de Vos van het Zilt Proefbedrijf op Texel test de zouttolerantie van gangbare landbouwgewassen. Zijn er gewassen die tegen zouter water kunnen?

Een groot deel van Nederland ligt aan de kust en heeft daardoor met binnensijpelend zeewater en brak grondwater te maken. De meeste plantensoorten zijn gevoelig voor deze verzilting. De opgeloste zout-ionen rondom de wortels verstoren de wateropname waardoor de planten uitdrogen.

Bij gewassen die op zilte plaatsen groeien, bevat het bodemvocht rondom een wortelcel meer opgeloste deeltjes dan het vocht in de cel zelf. Als gevolg hiervan verandert de osmotische waarde van de wortelcellen.

- 2p 7 Is het bodemvocht dan hypertoon of hypotoon? En wordt tijdens het uitdrogen de osmotische waarde van de wortelcellen hoger of lager?

_____	_____
bodemvocht is	osmotische waarde wortelcellen
_____	wordt tijdens uitdrogen
_____	_____

- |   |           |       |
|---|-----------|-------|
| A | hypertoon | hoger |
| B | hypertoon | lager |
| C | hypotoon  | hoger |
| D | hypotoon  | lager |

Sommige droogtetolerante plantensoorten zijn ook zouttolerant. Om verdamping te kunnen beperken, hebben deze planten bepaalde aanpassingen.

Drie kenmerken van bladeren zijn:

- 1 het aantal huidmondjes per  $\text{cm}^2$
- 2 de dikte van de cuticula (waslaag)
- 3 de bladoppervlakte ten opzichte van de bladinhoud

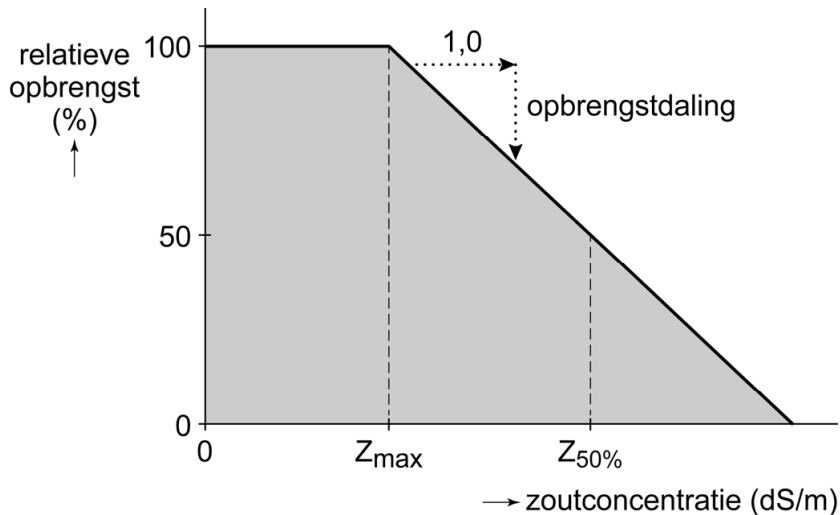
- 2p 8 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende kenmerk **groter** of **kleiner** moet zijn om verdamping te beperken.

Een teveel aan zoutionen verstoort de activiteit van enzymen in plantencellen. Veel zouttolerante planten slaan opgenomen ionen op in een bepaald deel van de cel. Hierdoor worden celprocessen niet verstoord.

- 1p 9 In welk deel van de cel worden de zoutionen opgeslagen?
- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| A | in de chloroplasten              |
| B | in de mitochondriën              |
| C | in de vacuole                    |
| D | in het endoplasmatisch reticulum |

Arjen de Vos zoekt naar landbouwgewassen die geschikt zijn voor de zilte teelt door gewassen te kweken bij verschillende zoutconcentraties van het bodemvocht. Voor het verwerken van de gegevens gebruikt hij een wiskundig model: er is een lineaire afname van de gewasopbrengst als de zoutconcentratie van het bodemvocht een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. Het model is weergegeven in afbeelding 1. Hierin is  $Z_{\max}$  de maximale zoutconcentratie waarbij er nog 100% gewasopbrengst is en  $Z_{50\%}$  de zoutconcentratie waarbij de gewasopbrengst 50% is. Als maat voor de zoutconcentratie gebruikt hij de geleidbaarheid van het bodemvocht, uitgedrukt in dS/m.

**afbeelding 1**



De Vos heeft van verschillende gewassen de  $Z_{\max}$  (in dS/m) en de opbrengstdaling (in % per 1,0 dS/m) bepaald. Een deel van de resultaten is weergegeven in tabel 1.

**tabel 1**

gewas	$Z_{\max}$ (dS/m)	opbrengstdaling (% per dS/m)
aardappel, Miss Mignonne	4	7
broccoli	6	6
rode ui	6	12
wortel, variëteit 101	3	9

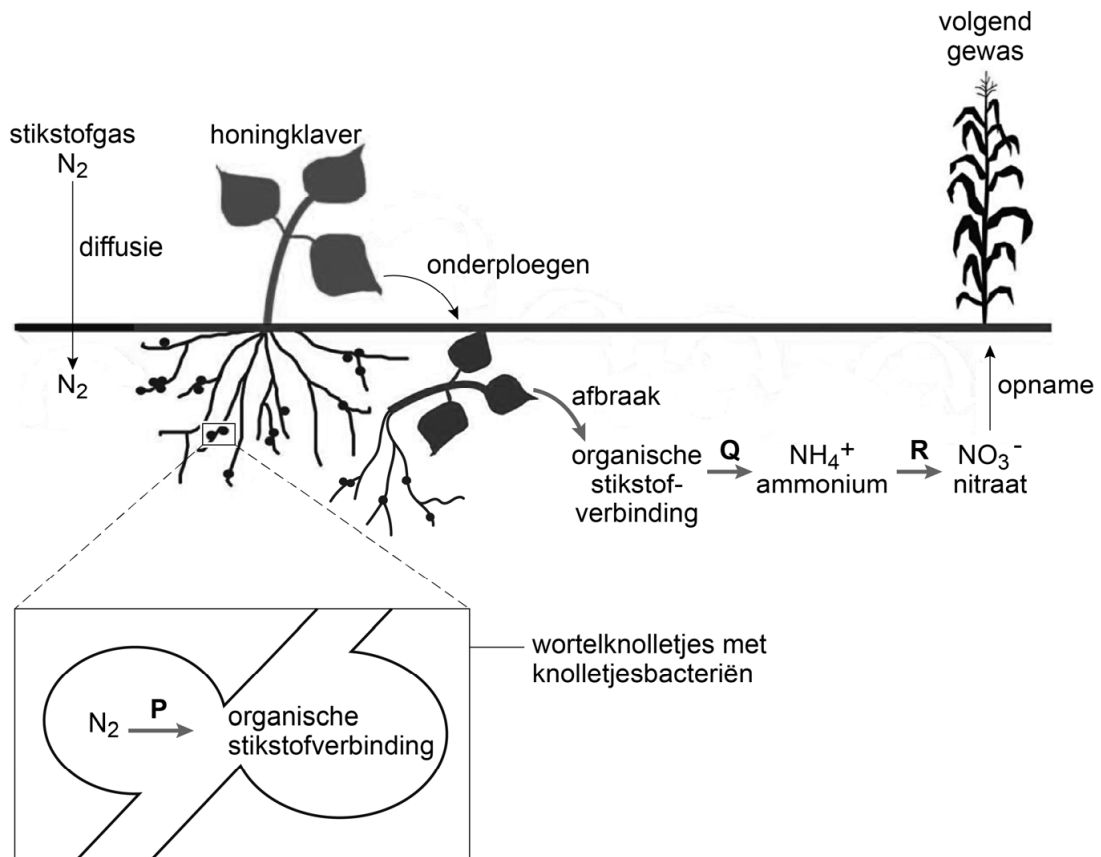
Voor verzilte gebieden is een gewas dat nog de helft opbrengt ten opzichte van normaal, al heel aantrekkelijk. Met de gegevens uit tabel 1 is te bepalen welk van de geteste gewassen de hoogste  $Z_{50\%}$  heeft.

2p 10 Welk gewas heeft de hoogste  $Z_{50\%}$ ?

- A aardappel, Miss Mignonne
- B broccoli
- C rode ui
- D wortel, variëteit 101

Op het Zilt Proefbedrijf heeft De Vos ook meegewerkt aan een onderzoek naar de zouttolerantie van knolletjesbacteriën. Knolletjesbacteriën leven in een symbiotische relatie met vlinderbloemige planten zoals honingklaver, die als een 'groenbemester' wordt gebruikt. Na het onderploegen van de honingklaverplanten komen – via een reeks processen – anorganische stikstofverbindingen in de bodem. Deze verbindingen kunnen door het volgend gewas opgenomen worden. Deze processen zijn weergegeven in afbeelding 2.

### afbeelding 2



In het schema in afbeelding 2 zijn met de pijlen P, Q en R processen uit de stikstofkringloop aangegeven waarbij stikstofverbindingen worden omgezet.

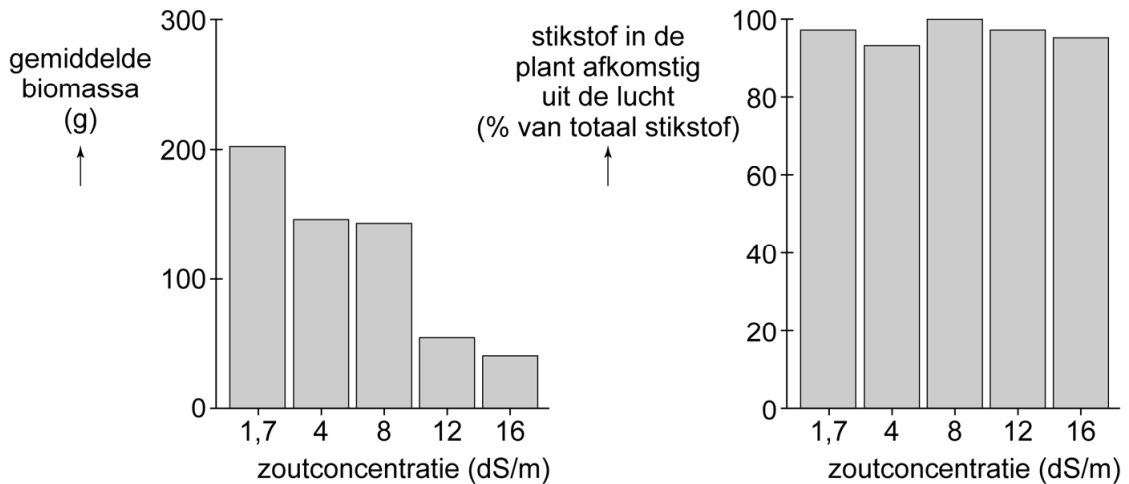
- 2p 11 Schrijf de letters P, Q en R onder elkaar en noteer erachter wat de naam is van het betreffende proces uit de stikstofkringloop.

Naast groenbemesting kan er ook gekozen worden voor het gebruik van kunstmest. Kunstmest is een mengsel van mineralen dat in de fabriek wordt gemaakt, onder andere uit gesteenten.

- 1p 12 Geef een argument waarom het gebruik van kunstmest minder duurzaam is dan het gebruik van groenbemers.

Op het Zilt Proefbedrijf werd op proefveldjes honingklaver gezaaid. Elk veldje werd bevloed met een bepaalde zoutoplossing. Er werden vijf verschillende zoutconcentraties getest. De zoutoplossingen werden gemaakt door regenwater (0 dS/m) en Waddenzeewater (35 dS/m) in verschillende verhoudingen te mengen. Na vier maanden werd de honingklaver geoogst en werd de biomassa van de planten bepaald. Ook werd van een stukje van de wortels het stikstofgehalte bepaald. De onderzoekers bepaalden welk percentage van de stikstof afkomstig is van stikstofgas uit de lucht aan de hand van de samenstelling van de stikstofisotopen. De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 3.

**afbeelding 3**



Naar aanleiding van de resultaten van de proef worden drie uitspraken gedaan:

- 1 Een hogere zoutconcentratie verhoogt de dissimilatie van honingklaver.
- 2 Honingklaver neemt stikstof vooral op via de bladeren.
- 3 De activiteit van knolletjesbacteriën is de beperkende factor voor de groei van honingklaver in zilte omstandigheden.

2p 13 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **wel** of **niet** een juiste conclusie is op basis van de gegevens in afbeelding 3.

#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.