

5 vwo deel B  
uitwerkingen  
Biologie voor jou

**bvj**

Uitwerkingen thema 11 Planten

## **MALMBERG**

© Malmberg 's-Hertogenbosch

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave (met uitzondering van de bijlagen) mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

# 11 Planten

**ORIËNTATIE**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Zijn planten intelligent? | 4 |
|---------------------------|---|

**BASISSTOF**

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1 Bouw, groei en ontwikkeling | 5  |
| 2 Transport in planten        | 8  |
| 3 Stofwisseling               | 12 |
| 4 Voortplanting               | 17 |
| 5 Reageren op de omgeving     | 22 |

**SAMENHANG**

|        |    |
|--------|----|
| Acacia | 27 |
|--------|----|

**AFSLUITING**

|               |    |
|---------------|----|
| Examenopgaven | 29 |
|---------------|----|

# Oriëntatie Zijn planten intelligent?

1

Planten als zonnedauw (*Drosera*) en blaasjeskruid (*Utricularia*) kunnen insecten vangen en verteren.

Leg uit waarom je deze planten niet volledig autotroof kunt noemen.

Je kunt deze planten niet volledig autotroof noemen, omdat ze wel doen aan fotosynthese, maar zich voor hun eiwitvoorziening ook met dierlijke eiwitten / aminozuren voeden.

2

Vergelijk de regeling bij planten met de regeling bij mensen.

Wat zijn de overeenkomsten?

Overeenkomsten op het gebied van regeling zijn dat bij planten net als bij mensen trage reacties (door signaalstoffen) en snelle reacties (door elektrische signalen) voorkomen.

3

Welke symbiotische relatie wordt beschreven in de zin: 'in ruil voor sachariden maken sommige schimmels anorganische stoffen uit de bodem opneembaar voor de wortels van planten'.

Hier is sprake van mutualisme.

4

Waarom speelt evolutie bij planten waarschijnlijk een grotere rol dan bij mensen?

Bij planten speelt evolutie waarschijnlijk een grotere rol dan bij mensen, omdat planten langer bestaan en veel meer tijd hebben gehad om te evolueren dan mensen.

5

Planten hebben volgens Vincent Merckx geen gevoel zoals mensen en ook geen geheugen. Het kruidje-roer-me-niet reageert wel anders op een onschuldige val en het heftig heen en weer schudden tijdens het onderzoek.

Wat wordt hiermee aangetoond?

Hiermee wordt aangetoond dat de plant op een onschuldige val anders reageert dan op het heftig heen en weer schudden.

# 1 Bouw, groei en ontwikkeling

## KENNIS

1

Jotte heeft tien jaar geleden op 1 m hoogte haar naam in de stam van een boom gekerfd. Deze boom groeit in de lengte met een snelheid van 12 cm per jaar.

a Hoe hoog verwacht je dat haar naam nu in de stam van de boom staat? Leg je antwoord uit.  
De ingekerfde naam staat nog steeds op 1 m hoogte. Lengtegroei vindt alleen plaats in de punten van een stengel of wortel.

b De jaarringen in een boomstam zijn niet alle even dik (zie afbeelding 8).  
Wat bepaalt de dikte van een jaarring?

De dikte van een jaarring wordt bepaald door de milieumomstandigheden (de biotische en abiotische factoren, vooral de weersomstandigheden). Een brede jaarring duidt op gunstige milieumomstandigheden. Er is dan veel groei.

c Een takje had een jaar geleden een diameter van 5 mm. Afgelopen jaar is er een laagje houtweefsel van 1,1 mm dikte gevormd. Wat is nu de diameter van het takje?

De diameter is nu iets meer dan 7,2 mm. Een tak is rond. Daarom komt er aan beide kanten 1,1 mm aan houtweefsel bij. Daarnaast wordt er ook nog een beetje bastweefsel gevormd, waardoor de diameter  $5,0 \text{ mm} + 2 \times 1,1 \text{ mm} + \text{beetje bastweefsel} = \text{iets meer dan } 7,2 \text{ mm}$  is.

d In een boomstam wordt de diameter van de cambiumring net boven het wortelstelsel vergeleken met de diameter van de cambiumring 3 m boven het wortelstelsel.

Zijn de diameters gelijk of verschillend? Leg je antwoord uit.

De diameters zijn verschillend. De diameter van de cambiumring net boven het wortelstelsel is groter, omdat de cambiumring 3 m boven het wortelstelsel later is gevormd. Daardoor is de diameter kleiner.

2

a Chloroplasten en mitochondria zijn beide betrokken bij de omzetting van energie.  
Beschrijf het verschil in energieomzetting tussen beide organellen.

Chloroplasten zetten lichtenergie om in chemische energie. Mitochondria leggen chemische energie vast in ATP.

b Welke plastide speelt een belangrijke rol bij het lokken van dieren? Leg je antwoord uit.

Een chromoplast speelt een belangrijke rol bij het lokken van dieren. Chromoplasten geven kleur aan bloemen. Gekleurde bloemen lokken dieren.

## INZICHT

3

Hoe komt het dat het cambium bij de diktegroei niet scheurt?

Het cambium vormt niet alleen cellen naar binnen en naar buiten toe, maar ook naar links en rechts. Daardoor groeit de cambiumring in doorsnede.

4

Met behulp van een houtboor werd een kern geboord uit een nog levende boom. Van deze kern is een schematische tekening gemaakt (zie afbeelding 10).

a Bij welke nummers bevinden zich jaargrenzen?

Jaargrenzen bevinden zich bij de nummers 2 en 6.

b De jaarring tussen deze jaargrenzen is in 2024 gevormd.

Bij welk nummer bevindt zich de jaarring die in 2023 is gevormd?

De jaarring die in 2023 is gevormd, bevindt zich bij nummer 7.

c In welke richting bevindt zich het midden van de stam? En in welke richting bevindt zich het cambium?

Het midden van de stam bevindt zich in richting Q en het cambium bevindt zich in richting P.

5

Dendrochronologen zijn wetenschappers die hout dateren aan de hand van jaarringen. Leg uit dat het voor dendrochronologen belangrijk is dat voor het bepalen van de leeftijd van een boom het wortelstelsel nog aan de stam zit.

In de stam net boven het wortelstelsel zijn jaarringen vanaf het eerste jaar aanwezig.

6

Aan de breedte van een jaarring kun je zien onder welke omstandigheden hij is gevormd. Dikke en dunne groeilagen, vertaald naar goede en minder goede milieumomstandigheden, vormen samen een soort streepjescode. De omstandigheden zijn ieder jaar anders, waardoor er een uniek jaarringpatroon ontstaat. Door de jaarringen van hout van levende bomen, dode bomen, hout dat aanwezig is in historische gebouwen, enzovoort, allemaal bij elkaar te zetten, kun je een groeikalender maken die duizenden jaren kan teruggaan (zie afbeelding 11).

Vroeger werd er op houten panelen geschilderd. Soms is het moeilijk te achterhalen of het geschilderde werk origineel is of na de dood van de kunstenaar is vervalst.

Leg uit hoe een dendrochronoloog dit soms wel kan bepalen.

Aan de jaarringen van het houten paneel kun je bepalen wanneer de boom is gekapt. Als dit na het overlijden van de kunstenaar is gebeurd, moet het werk wel van een vervalser zijn.

7

Bomen en struiken groeien sneller als de temperatuur hoger is.

Hoe kan dendrochronologie een bijdrage leveren aan klimaatonderzoek?

Aan de hand van de dikte van een jaarring van verschillende bomen kun je afleiden of het een warm of koud jaar was. Door van verschillende bomen de gemiddelde dikte per jaar te berekenen, ontstaat een beeld van koude en warme perioden.

8

Door groei van een plant neemt het gewicht toe. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt in de toename van drooggewicht en versgewicht. Het drooggewicht van een plant is het gewicht nadat water is onttrokken aan de plant. Het versgewicht van een plant is het gewicht inclusief water.

- a Etioleren is een vorm van tuinbouw waarbij planten zoals witlof en asperge (zie afbeelding 12) zich in het donker ontwikkelen.

Neemt bij tuinbouw in het donker het versgewicht van de planten toe? En het drooggewicht? Leg je antwoord uit.

Bij planten die in het donker staan, neemt alleen het versgewicht toe. Het drooggewicht neemt niet toe, doordat er geen fotosynthese plaatsvindt.

- b In het donker vindt er bij witlof en aspergeplantjes meer celstrekking plaats dan in het licht. Bij welke planten neemt het versgewicht het snelst toe: bij witlofplanten die in het licht groeien of bij witlofplanten die in het donker groeien? Leg je antwoord uit.

Bij witlofplanten die in het donker groeien neemt het versgewicht het snelst toe. Deze planten nemen veel water op voor de celstrekking.

- c Wanneer witlof boven de grond komt, wordt het groen. Leg dat uit.

De cellen van witlof dat in het donker opgroeit bevatten geen chloroplasten, maar alleen etioplasten. Door blootstelling aan licht ontstaan uit etioplasten chloroplasten. Die geven het witlof een groene kleur.

## Context Dendrochronoloog

9

Esther Jansma is naast dendrochronoloog ook bijzonder hoogleraar in de paleo-ecologie. Zoek op wat paleo-ecologie inhoudt.

Paleo-ecologie onderzoekt de samenhang van fossiele organismen met elkaar en hun omgeving. Hiermee kun je ecosystemen in het verleden reconstrueren en dit zorgt voor een beter begrip van de invloed van de mens op het milieu.

10

In 2014 werd er voor de kust van Nederland een scheepswrak gevonden, met aan boord een jurk uit de zeventiende eeuw. Doordat dit een van de weinig overgebleven jurken van die tijd was, werd het wrak door veel verschillende wetenschappers onderzocht, waaronder dendrochronologen.

Leg uit hoe dendrochronologisch onderzoek een bijdrage kan leveren aan informatie over dit wrak.

Dit scheepswrak bestond grotendeels uit hout. Met behulp van dendrochronologisch onderzoek kun je vaststellen wanneer de boot is gemaakt. Je kunt dan ook vaststellen wanneer de boot ongeveer is gezonken.

11

Esther Jansma kan uit de jaarringen van hout uit archeologische vindplaatsen afleiden wanneer er gunstige en ongunstige tijden voor bomen in Nederland waren.

Leg uit dat ze daarmee indirect ook kan afleiden of boeren een goede of slechte oogst hadden.

Als de omstandigheden voor bomen gunstig/ongunstig waren, waren ze dat over het algemeen ook voor gewassen. Er is een grote kans dat er tegelijkertijd dus een goede/slechte oogst was.

12

a Geef twee argumenten waarom het beroep van dendrochronoloog een geschikt beroep voor je zou kunnen zijn. Denk daarbij aan jouw capaciteiten en je interesses.

Eigen antwoord.

b Geef twee argumenten waarom het beroep van dendrochronoloog geen geschikt beroep voor je zou kunnen zijn. Denk daarbij aan jouw capaciteiten en je interesses.

Eigen antwoord.

## 2 Transport in planten

### KENNIS

13

Een afgesneden stengel van een witte anjer wordt in een bakje met water gezet waaraan een rode kleurstof is toegevoegd. Na een uur heeft de bloem roodachtige stippen gekregen.

Via welk transportvat is de rode kleurstof in de bloembladeren terechtgekomen?

De rode kleurstof is via de houtvaten in de bloembladeren terechtgekomen.

14

Een tuinder snijdt in de vroege ochtenduren bloemen af, die op de markt worden verkocht. Bij het snijden ziet hij dat een klein druppeltje vocht aan het oppervlak van de achtergebleven stengel verschijnt.

Leg uit waarom dit druppeltje vocht verschijnt.

Dit druppeltje vocht ontstaat door worteldruk aan het oppervlak van de achtergebleven stengel.

15

a Een plantencel met een osmotische potentiaal van  $-0,6$  MPa en een waterpotentiaal van  $0$  MPa wordt ondergedompeld in gedestilleerd water.

Wat is de drukpotentiaal van de cel?

$$\psi_w = \psi_s + \psi_p$$

$$0 = -0,6 \text{ MPa} + \psi_p$$

$$\psi_p = 0,6 \text{ MPa}$$

b Als je de cel in een bekerglas met een oplossing van  $-0,2$  MPa waterpotentiaal legt, wat is dan de drukpotentiaal bij evenwicht?

$$\psi_w = \psi_s + \psi_p$$

$$-0,2 \text{ MPa} = -0,6 \text{ MPa} + \psi_p$$

$$\psi_p = 0,6 \text{ MPa} - 0,2 \text{ MPa} = 0,4 \text{ MPa}$$

16

In de winter wordt zout op de wegen gestrooid.

Leg uit hoe dit de waterpotentiaal van de berm beïnvloedt.

Het strooizout komt ook in de berm terecht. De osmotische waarde van de grond neemt daardoor toe en dus neemt de waterpotentiaal af.

17

Een maisplant wordt na ongeveer vier maanden geoogst. Gedurende deze maanden heeft de plant minstens  $60$  L water opgenomen. Toch weegt de maisplant veel minder dan  $60$  kg.

a Wat is er met het grootste deel van het opgenomen water gebeurd?

Het grootste deel van het opgenomen water is door de maisplant verdampt.

b Geef twee andere processen waarvoor water in de maisplant is gebruikt.

Twee andere processen waarvoor water in de maisplant is gebruikt, zijn fotosynthese en het transport van stoffen. Verder is water een belangrijke bouwstof (onder andere voor cytoplasma en vacuolevocht).

c Bij mais wordt het watertransport 's nachts voornamelijk veroorzaakt door worteldruk.

Leg uit hoe dat komt.

's Nachts vindt er bijna geen verdamping van water uit bladeren plaats, doordat vrijwel alle huidmondjes zijn gesloten. De worteldruk zorgt dan voor het watertransport.

18

De grote bonte specht maakt in sommige bomen met een gladde schors kleine gaatjes van enkele millimeters diep (zie afbeelding 20). Daaruit drinkt de specht het boomsap.

- a Welke twee groepen stoffen naast water bevat dit boomsap?

Dit boomsap bevat voedingszouten en koolhydraten (sacharose).

- b Uit welk delen van de stam is dit vocht afkomstig?

Dit vocht is afkomstig uit de houtvaten en bastvaten.

## INZICHT

19

Afbeelding 21 is een schematische tekening van twee cellen van een wortel.

Welke cel is een endodermiscel? Leg uit waaraan je dit kunt zien.

Cel 2 is een endodermiscel. Deze cel bevat veel mitochondriën. Die zijn nodig voor het vrijmaken van de energie die nodig is voor het actief transport van voedingszouten naar de centrale cilinder.

20

Een plantencel wordt in zuiver (gedestilleerd) water gelegd. De turgor in de cel is 0,3 MPa en de osmotische druk van de opgeloste deeltjes in de cel is -0,163 MPa.

Leg met behulp van een berekening uit hoe het water zich verplaatst.

$$\psi_w = \psi_s + \psi_p$$

Voor zuiver water:  $\psi_w = 0$  MPa

Voor de plantencel:  $\psi_w = \psi_s + \psi_p = -0,163 + 0,3 = 0,137$  MPa

Water verplaatst zich van een hoge naar een lage waterpotentiaal, dus water stroomt uit de cel naar het zuivere water.

21

Een analist gebruikt bladluizen bij een onderzoek naar de samenstelling van bastvatsap.

Bladluizen zuigen bastvatsap uit planten. Wanneer het lichaam van de bladluis wordt gescheiden van de zuigbuis (die in het blad achterblijft), wordt via de zuigbuis bastvatsap naar buiten geperst.

- a Bladluizen zitten vooral aan de onderzijde van bladeren tegen de nerven en op stengels (zie afbeelding 22).

Leg uit waarom ze vooral op deze plaatsen zitten. Gebruik hiervoor **BiNaS** tabel 81E en 91A.

Bladluizen zitten vooral aan de onderzijde van de bladeren tegen de nerven en op stengels, omdat ze daar het gemakkelijkst sap uit een bastvat kunnen zuigen (zie **BiNaS** tabel 91a).

Bastvaten liggen in de nerven aan de onderkant.

- b Bladluizen zuigen meer bastvatsap op dan ze nodig hebben voor hun suikervoorziening. Ze persen via de anale opening overtollig suikervocht weg. Dit verschijnsel hangt samen met hun eiwitvoorziening. Leg dat uit met behulp van tabel 1.

Bastvatsap bevat veel meer sacharose dan eiwitten en aminozuren. Voor hun eiwitvoorziening moeten bladluizen een bepaalde hoeveelheid bastvatsap opnemen. De overmaat aan sacharose die ze hiermee binnenkrijgen, persen ze weg via hun achterlijf.

22

Onderzoeker Marcello Malpighi voerde in de zeventiende eeuw een ringwondproef uit, waarbij hij in de zomer een stuk bast rondom een takje van een boom wegsneed (zie afbeelding 23). Als gevolg hiervan verdikte het weefsel boven de ring zich.

- a Malpighi voerde de ringwondproef ook uit in de winter.

Vond er wel of geen verdikking boven de ring plaats? Leg je antwoord uit.

In de winter vond er geen verdikking plaats. Er zijn geen bladeren, waardoor de boom ook geen assimilatieproducten kan vormen. Hierdoor kan er ook geen nieuw weefsel worden gevormd.

- b Kunnen water en zouten uit de bodem blad P bereiken? Leg je antwoord uit.

Water en zouten uit de bodem kunnen blad P bereiken. Dit transport vindt plaats via houtvaten en die zijn niet weggesneden.

- c Leg uit waardoor het weefsel boven de ring zich verdikt en onder de ring niet.

Water en assimilatieproducten worden via de bastvaten naar beneden getransporteerd. Bij de ringwond zijn de bastvaten weggesneden, waardoor zich aan de bovenkant van de ringwond water en assimilatieproducten ophopen en groei van hout- en bastweefsel wordt gestimuleerd.

- d Fruittelers maken soms ringwonden in takken van fruitbomen. Ze krijgen daardoor grotere vruchten. Leg dat uit.

Doordat fruittelers ringwonden maken in takken van fruitbomen, kunnen assimilatieproducten niet uit deze takken worden afgevoerd. Deze producten worden dan opgeslagen in de vruchten aan die takken. De vruchten worden daardoor groter.

23

Friederike Wagner onderzoekt al jaren de relatie tussen het aantal huidmondjes in een blad en de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht. Het is bekend dat het aantal huidmondjes per oppervlakte-eenheid omgekeerd evenredig is met de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht.

- a Geef hiervoor een verklaring.

Bij een hoge CO<sub>2</sub>-concentratie kan een plant gemakkelijker CO<sub>2</sub> opnemen en de plant kan daardoor met minder huidmondjes toe.

- b In afbeelding 24 is het theoretisch verband tussen de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht en het aantal huidmondjes per mm<sup>2</sup> weergegeven.

Welke grafieklijn geeft dit verband correct weer?

Lijn R geeft dit verband correct weer. Lijn R laat een omgekeerd evenredig verband zien. Het aantal huidmondjes per mm<sup>2</sup> neemt met een factor 2 af als de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht met een factor 2 toeneemt.

24

Bloeding bij planten

Naar: Nederlandse Biologie Olympiade 2013, vraag 7.

In de Verenigde Staten en in Canada wordt in het voorjaar, als de knoppen uitlopen, sap van de suikeresdoorn (*Acer saccharum*) gewonnen. Het suikerrijke vocht wordt verwerkt tot esdoornsiroop (zie afbeelding 25).

Een toerist koopt in de zomer van 2024 esdoornsiroop die is gemaakt van sap dat in het voorjaar van 2024 is gewonnen.

- a Wanneer is de koolstof voor de suikermoleculen in deze siroop door fotosynthese vastgelegd?

De koolstof voor de suikermoleculen in de siroop is vastgelegd in 2023.

- b Via welke vaten is het vocht met de suikermoleculen naar buiten gestroomd?

Het suikerhoudende sap wordt vanuit de wortels, waar het tijdelijk is opgeslagen, via de houtvaten mee naar boven genomen, onder andere naar de uitlopende knoppen. Het stroomt dus via de houtvaten naar buiten.

## Context Modificatie van rijst voor voedselzekerheid

25

- a Bij veel planten liggen de huidmondjes voornamelijk aan de onderzijde van de bladeren. Wat is hiervan het voordeel?  
De zon schijnt over het algemeen op de bovenkant van een blad. Doordat de huidmondjes aan de onderzijde liggen, vindt er minder verdamping plaats.
- b Als de turgor in sluitcellen afneemt, sluit het huidmondje. Leg uit dat dit functioneel is voor de plant.  
Een plant verliest via een huidmondje water. Verliest een plant meer water dan dat hij binnenkrijgt, dan verliezen de cellen in de plant, waaronder de sluitcellen, ook meer water en neemt de turgor af. Daardoor sluit het huidmondje zich, waardoor de plant minder water verliest.
- c Planten kunnen bij hoge temperaturen last krijgen van hittestress. Ze kunnen dan moeilijk hun warmte kwijt, waardoor celprocessen minder goed verlopen. Via water kunnen planten warmte afvoeren.  
Welke planten hebben bij langdurige droogte meer last van hittestress: planten met een hoge of lage huidmondjesdichtheid? Leg je antwoord uit.  
Planten met een hoge huidmondjesdichtheid hebben eerder last van hittestress. Ze verliezen meer water, waardoor hun huidmondjes eerder sluiten. Daardoor kunnen ze minder warmte kwijt. Planten met een lage huidmondjesdichtheid hebben minder snel last van hittestress. Ze houden water beter vast onder droge omstandigheden, waardoor ze meer water overhouden om af te koelen.

26

- a Waarom zijn de resultaten van dit onderzoek ook belangrijk voor andere voedingsgewassen?  
Alle voedingsgewassen op het land bezitten huidmondjes. Huidmondjes helpen planten om hun waterverbruik te reguleren, dus deze studie is belangrijk voor andere gewassen die gevolgen ondervinden van klimaatverandering.
- b Welk aanvullend onderzoek moet nog worden gedaan, voordat je de genetisch gemanipuleerde rijst mag verkopen aan consumenten?  
Er moet bijvoorbeeld nog meer onderzoek worden gedaan naar de duurzaamheid, veiligheid en andere eigenschappen van rijstrassen.

### 3 Stofwisseling

#### KENNIS

27

In afbeelding 31 zie je de doorsnede van een blad.

- a De meeste bladeren hebben een groot gaswisselingsoppervlak. Leg dat uit met behulp van afbeelding 31.

In het blad bevinden zich intercellulaire ruimten en luchtholten waar veel cellen met hun celwanden aan grenzen. Daar bevindt zich het grootste deel van het gaswisselingsoppervlak.

- b Leg uit dat een groot gaswisselingsoppervlak gunstig is voor de fotosynthese.

Het grote oppervlak is gunstig, want door een groot gaswisselingsoppervlak kan veel diffusie (van  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  en  $\text{H}_2\text{O}$ ) plaatsvinden. Dat bevordert de fotosynthese.

- c Welke stoffen geeft een plant overdag onder normale omstandigheden af aan de lucht via de huidmondjes?

Onder normale omstandigheden geeft een plant water en zuurstof af.

- d Leg uit dat het overdag sluiten van de huidmondjes de groei van planten beperkt.

Als de huidmondjes zijn gesloten, kan een plant geen koolstofdioxide opnemen. Hierdoor kan er minder koolstofassimilatie plaatsvinden en worden er minder assimilatieproducten gevormd. Een plant zal hierdoor minder snel groeien.

28

In afbeelding 30 zie je het absorptiespectrum van chlorofyl en de fotosyntheseactiviteit bij verschillende golflengten.

- a Bij welke twee golflengten liggen de pieken in het absorptiespectrum van chlorofyl?

De pieken in het absorptiespectrum van chlorofyl liggen bij 450 nm en 680 nm.

- b Chlorofyl wordt ook wel 'bladgroen' genoemd. Leg het verband uit tussen het absorptiespectrum van chlorofyl en de naam 'bladgroen'.

Groen licht wordt door chlorofyl vrijwel geheel teruggekaatst. Dit licht zie je als je naar groene planten kijkt. Vandaar de naam 'bladgroen'.

29

- a Bekijk het diagram in afbeelding 32.

Bij welke verlichtingssterkte ligt in dit experiment het compensatiepunt bij de plant? Leg je antwoord uit.

Het compensatiepunt ligt bij 2 lux. Bij deze verlichtingssterkte wordt er bij de aerobe dissimilatie 200 mL zuurstof per uur verbruikt en wordt er bij de fotosynthese 200 mL zuurstof per uur geproduceerd.

- b In het diagram van afbeelding 32 zijn vier punten weergegeven met P, Q, R en S.

Tussen welke punten is de lichtsterkte de beperkende factor voor fotosynthese?

Tussen de punten P en R is de lichtsterkte beperkend voor de fotosynthese.

30

Ook dieren slaan overvloedige glucose op in de vorm van een polysacharide.

Met welke polysacharide bij dieren is zetmeel te vergelijken?

Zetmeel is bij dieren te vergelijken met glycogeen.

31

Fruittelers van appels, peren en pruimen passen in de maanden mei en juni vruchtdunning toe. Hierbij wordt een deel van de vruchten vroegtijdig verwijderd van de fruitboom (zie afbeelding 34). Dit wordt gedaan om grotere vruchten te oogsten, zonder dat de totale productie te veel daalt. Grotere vruchten leveren de teler meer geld op.

- a Leg uit waardoor vruchten aan een fruitboom na vruchtdunning groter worden.  
Doordat de assimilatieproducten die de fruitboom maakt over een kleiner aantal vruchten wordt verdeeld, kunnen de vruchten groter worden.
- b Niet alle beschikbare koolhydraten gaan naar het fruit. Leg dat uit.  
Een deel van de koolhydraten wordt gebruikt voor groei en ontwikkeling van de boom (dus ook voor andere delen) en een deel wordt gedissimileerd voor het verkrijgen van energie.
- c Bij vruchtdunning worden twintig tot dertig bladeren per vrucht aan dezelfde tak aangehouden. Als er bijvoorbeeld vijftig bladeren aan een tak zitten, laat de fruitteler twee vruchten groeien. Eventuele overige vruchten worden verwijderd.  
Leg uit waarom wordt gekeken naar het aantal bladeren per vrucht aan dezelfde tak.  
In bladeren vindt fotosynthese plaats waarbij glucose wordt gevormd. De sacharose die uit de glucose wordt gevormd, wordt via de bastvaten vervoerd naar vruchten aan dezelfde tak.

## INZICHT

32

Klimaatverandering heeft naast alle negatieve effecten ook positieve effecten op planten.

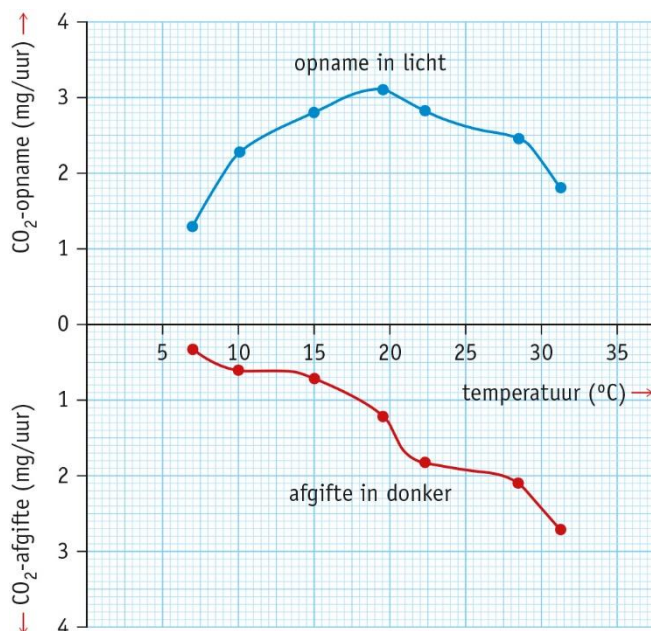
- a Leg uit hoe de toename van een bepaald broeikasgas voordelig kan zijn voor een plant.  
Meer CO<sub>2</sub> in de lucht kan de intensiteit van de fotosynthese verhogen en dus zorgen voor meer groei bij planten.
- b Wetenschappers waarschuwen dat een verdere stijging van broeikasgassen geen onbeperkte toename van plantengroei betekent.  
Leg uit waarom de groei op een bepaald moment niet verder toeneemt.  
Op een bepaald moment is CO<sub>2</sub> niet meer de beperkende factor, maar zijn er andere factoren die de groei beperken, bijvoorbeeld licht, water, de hoeveelheid chlorofyl, de hoeveelheid huidmondjes, temperatuur.
- c Onder invloed van milieuomstandigheden kunnen fenotypen van planten verschillen, dat geldt bijvoorbeeld voor de hoeveelheid huidmondjes per oppervlakte-eenheid. Dat aantal is omgekeerd evenredig met de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht.  
Is de dichtheid van huidmondjes in bladeren per oppervlakte-eenheid de laatste tweehonderd jaar over het algemeen toe- of afgenomen? Leg je antwoord uit.  
De dichtheid van huidmondjes in bladeren is per oppervlakte-eenheid afgenomen. Door toename van de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht zijn er minder huidmondjes nodig om voldoende koolstofdioxide op te kunnen nemen.

33

In een experiment wordt de invloed van de temperatuur op de intensiteit van de fotosynthese onderzocht. De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 35.

- a Geef in een diagram het verband weer tussen de hoeveelheid opgenomen  $\text{CO}_2$  in het licht en de temperatuur. Geef in hetzelfde assenstelsel ook het verband weer tussen de hoeveelheid afgegeven  $\text{CO}_2$  in het donker en de temperatuur.

Zie onderstaande afbeelding.

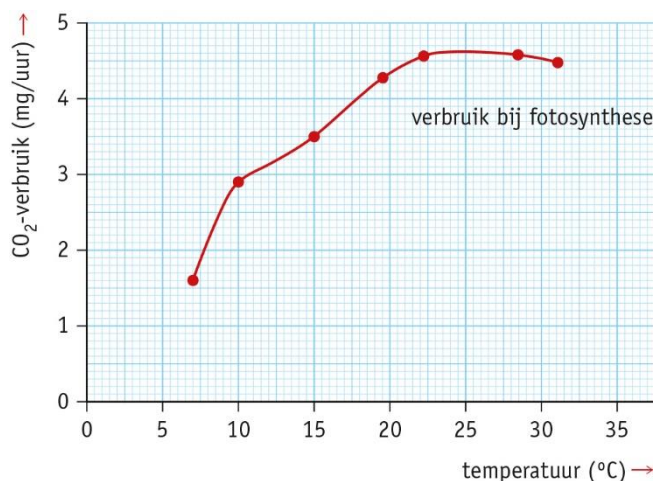


- b Geef in een diagram het verband weer tussen de hoeveelheid  $\text{CO}_2$  die bij de fotosynthese wordt verbruikt en de temperatuur.

Bereken eerst de  $\text{CO}_2$ -productie bij de verschillende temperaturen:

- bij 7 °C: 1,6 mg/uur
- bij 10 °C: 2,9 mg/uur
- bij 15 °C: 3,5 mg/uur
- bij 19 °C: 4,3 mg/uur
- bij 22 °C: 4,6 mg/uur
- bij 28 °C: 4,6 mg/uur
- bij 31 °C: 4,5 mg/uur

Zet deze meetpunten uit in een diagram, op de y-as zet je het  $\text{CO}_2$ -verbruik in mg/uur en op de x-as de temperatuur. Voorbeeld:



- c De conclusie van het experiment ontbreekt. Geef aan wat de conclusie is en of je de hypothese moet aannemen of verwerpen.

Je moet de hypothese verwerpen, de intensiteit van de fotosynthese is (bij deze plant) het grootst bij een temperatuur tussen 22 en 28 °C, daarboven neemt de intensiteit niet meer toe.

34

In de winter is de luchtkwaliteit in een schoollokaal vaak niet al te best. Niet verwonderlijk met soms dertig personen in een relatief kleine en sterk verwarmde ruimte. Een docent biologie heeft daarom veel planten in zijn lokaal staan, volgens hem verbeteren die de luchtkwaliteit.

Geef twee mogelijke manieren waarop planten de luchtkwaliteit in het lokaal kunnen verbeteren.

- De planten verminderen de hoeveelheid CO<sub>2</sub> en geven O<sub>2</sub> af.
- De planten verhogen de luchtvochtigheid door verdamping van water.

35

Bepaalde bomen hebben zonnebladeren en schaduwbladeren. Zonnebladeren hebben zich ontwikkeld uit knoppen waarop veel licht viel en schaduwbladeren uit knoppen in de schaduw. In een experiment wordt bij een beuk bij beide typen bladeren het verband bepaald tussen de verlichtingssterkte en de opname of afgifte van koolstofdioxide. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 36.

- a Welke grafieklijn in afbeelding 36 hoort bij het zonneblad: de rode of de gestippelde blauwe? Leg je antwoord uit.

De rode lijn geeft de afgifte van koolstofdioxide van zonnebladeren weer. Bij een toenemende verlichtingssterkte vindt in zonnebladeren meer fotosynthese plaats dan in schaduwbladeren. Bij een toenemende verlichtingssterkte is de CO<sub>2</sub>-opname door zonnebladeren groter dan die door schaduwbladeren.

- b Is bij verlichtingssterkte P de zuurstofproductie in de twee typen bladeren gelijk? Leg je antwoord uit.

Nee, de CO<sub>2</sub>-opname door beide typen bladeren is bij P gelijk, maar de zonnebladeren geven door dissimilatie in het donker meer CO<sub>2</sub> af. Hierdoor is de intensiteit van de fotosynthese bij punt P in de zonnebladeren groter dan bij schaduwbladeren.

- c Is een verlichtingssterkte van 10 mW/cm<sup>2</sup> een beperkende factor voor de fotosynthese in zonnebladeren? En in schaduwbladeren?

Een verlichtingssterkte van 10 mW/cm<sup>2</sup> is alleen een beperkende factor voor de fotosynthese in zonnebladeren. Bij schaduwbladeren stijgt de opname van CO<sub>2</sub> bij een toenemende verlichtingssterkte niet meer, bij zonnebladeren wel.

## Context Fotosynthese verbeteren voor voedsel en brandstof

36

Hoe kan optimalisatie van het fotosyntheseproces bijdragen aan vermindering van het voedseltekort, zonder het milieu extra te belasten?

Bij optimalisatie van het fotosyntheseproces kan een gewas een groter deel van het zonlicht gebruiken om koolstofdioxide om te zetten in glucose. Meer glucose kan zorgen voor meer voortgezette assimilatie en een toename van de biomassa van het gewas. Dat levert dus meer voedsel op, terwijl er geen extra landbouwgrond nodig is.

37

Voor optimalisatie van het fotosyntheseproces wordt onder andere gebruikgemaakt van veredeling en genetische manipulatie.

- a Leg uit hoe onderzoekers met behulp van veredeling gewassen met een meer optimale fotosynthese kunnen verkrijgen.

Er wordt binnen een gewas geselecteerd op planten met allelen die zorgen voor een hogere fotosynthese-intensiteit. Die leveren bij gelijke omstandigheden een grotere biomassa op. Deze planten worden onderling verder gekruist (liefst totdat je homozygote planten overhoudt).

- b Noteer een voorbeeld van een gen dat onderzoekers genetisch zouden kunnen manipuleren om de fotosynthese te optimaliseren.

Onderzoekers zouden bijvoorbeeld genen voor de aanleg en bouw van chloroplasten en genen voor enzymen die zijn betrokken bij de fotosynthese kunnen manipuleren.

38

Er wordt onderzoek gedaan naar de intensiteit van de fotosynthese per gewassoort. Gewassen met een hogere fotosynthese-activiteit zou je meer kunnen inzetten voor de voedselproductie. Welke factoren moeten in ieder geval gelijk zijn om de intensiteit van de fotosynthese tussen verschillende soorten gewassen te kunnen vergelijken?

De kleur licht en de hoeveelheid licht, CO<sub>2</sub>, water en voedingszouten, de temperatuur en de biomassa.

39

Leg uit dat zowel kunstmatige fotosynthese als optimalisatie van de natuurlijke fotosynthese direct kan bijdragen aan een vermindering van het versterkte broeikaseffect.

Zowel bij kunstmatige fotosynthese als bij een geoptimaliseerde natuurlijke fotosynthese wordt er meer koolstofdioxide uit de lucht opgenomen. Door vermindering van dit broeikasgas in de atmosfeer neemt het versterkte broeikaseffect af.

## 4 Voortplanting

### KENNIS

40

Welk stadium van de levenscyclus duurt bij een zaadplant het langst: het haploïde of diploïde stadium?

Het diploïde stadium duurt het langst: het grootste deel van de levenscyclus is een plant diploïd. Alleen de geslachtscellen zijn haploïd.

41

De delen van een bloem kun je schematisch weergeven in de vorm van een bloemdiagram. Een leerling heeft van een bepaalde bloemsoort vier verschillende bloemdiagrammen getekend (zie afbeelding 45). Haar medeleerlingen doen hierover de volgende uitspraken:

- Medeleerling 1: 'De bloemen B, C en D zijn eenslachtige bloemen.'
  - Medeleerling 2: 'Bloem C is een mannelijke bloem.'
  - Medeleerling 3: 'Alleen bloem C kan stuifmeelkorrels produceren.'
- a Geef per leerling aan of de gedane uitspraak juist of onjuist is.

1 juist

2 juist

3 onjuist

- b Sommige bloemen kunnen zichzelf bestuiven.

Welke bloem uit afbeelding 45 kan dit? Licht je antwoord toe.

Bloem A kan zichzelf bestuiven, omdat deze tweeslachtige bloem zowel meeldraden als een stamper heeft. Stuifmeelkorrels kunnen op de stempel van de eigen bloem terecht komen.

- c Is de dochterplant die ontstaat door zelfbestuiving genetisch identiek aan de moederplant? Leg je antwoord uit.

Nee, er vindt geslachtelijke voortplanting plaats waarbij twee geslachtscellen versmelten. De geslachtscellen zijn weliswaar afkomstig van dezelfde plant, maar bevatten ieder een bepaalde willekeurige helft van de erfelijke eigenschappen van de moederplant. De kans dat de dochterplant genetisch identiek is aan de moederplant is hierdoor nihil.

42

Twee veelvoorkomende manieren van verspreiding van stuifmeelkorrels zijn verspreiding door de wind en verspreiding door dieren. De bouw van bloemen is aangepast aan de manier van verspreiding.

Kruis in de tabel op de volgende pagina aan of een kenmerk hoort bij een bloem die zich door de wind laat bestuiven (zie afbeelding 46.1) of bij een bloem die zich door insecten laat bestuiven (zie afbeelding 46.2).

| Bloemen                                                             | Windbestuiving | Insectenbestuiving |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|
| Bevatten nectarkliertjes                                            |                | X                  |
| Hebben grote meeldraden en stempels die vaak buiten de bloem hangen | X              |                    |
| Hebben stempel en meeldraden in de bloem zitten                     |                | X                  |
| Hebben vaak felgekleurde kroonbladeren                              |                | X                  |
| Hebben vaak groene, kleine kroonbladeren                            | X              |                    |
| Produceren licht stuifmeel                                          | X              |                    |
| Produceren ruw en kleverig stuifmeel                                |                | X                  |
| Produceren veel stuifmeel                                           | X              |                    |
| Zijn vaak geurend                                                   |                | X                  |

43

Als een tulpenkweker een bepaald ras met de gewenste eigenschappen heeft gekweekt (zie afbeelding 47), gebruikt hij de tulpenbollen van deze tulpen en niet de zaden voor de verdere teelt.

Noem een voordeel en een nadeel van het gebruik van tulpenbollen.

Voordeel: alle tulpen hebben hetzelfde genotype en dus de gewenste eigenschappen.

Nadeel: door een gebrek aan genetische variatie hebben deze tulpen bij veranderende omstandigheden (bijvoorbeeld ziekten en plagen) minder overlevingskansen.

## INZICHT

44

Bij appels ontstaat het vruchtvlees uit de bloembodem (zie afbeelding 48). Een kweker wil de kwaliteit van de appels van ras R verbeteren. Hij bestuift daartoe appelbomen van ras R met stuifmeel van appelbomen van ras S. Door deze kruising ontstaan er appels aan de appelbomen van ras R.

- a Hebben cellen in het vruchtvlees van deze appels door de kruising een ander genotype dan cellen in het vruchtvlees van appels van voorgaande jaren? Leg je antwoord uit.

Nee, het genotype is gelijk aan dat van cellen in het vruchtvlees van appels van voorgaande jaren. Het vruchtvlees ontstaat uit de bloembodem van appelbloemen, zonder dat er geslachtelijke voortplanting heeft plaatsgevonden. Het genotype van deze cellen wordt bepaald door de ouderplant.

- b Wat moet de kweker doen om appels van een verbeterde kwaliteit te kunnen oogsten?

De kweker moet bomen kweken uit de zaden (pitten) van de appels die na kruising zijn ontstaan. De appels die aan deze bomen ontstaan, hebben een ander genotype.

45

Weefselkweek is een vorm van klonen.

Leg uit waarom planten die zijn verkregen uit weefselkweek aantrekkelijk zijn voor wetenschappelijk onderzoek.

Door weefselkweek kun je snel veel genetisch identieke planten kweken voor het uitvoeren (en herhalen) van wetenschappelijke experimenten.

46

Planten hebben diverse evolutionaire aanpassingen voor een zo optimaal mogelijke bestuiving. Windbloemen en insectenbloemen verschillen daardoor veel van elkaar.

Leg uit waardoor windbloemen over het algemeen veel meer stuifmeelkorrels produceren dan insectenbloemen.

De kans dat een stuifmeelkorrel door windbestuiving op de stamper van een bloem van dezelfde soort terechtkomt, is vele malen kleiner dan bij bestuiving door insecten. Bij windbestuiving is er sprake van toeval, bij insectenbestuiving is de bestuiving veel gericht, omdat de insecten bloemen bezoeken voor nectar.

47

Zaden kunnen door zowel biotische als abiotische factoren worden verspreid. De verspreiding is essentieel voor het voortplantingssucces van een plant.

Geef een voorbeeld van aanpassingen bij zaden waardoor de zaadverspreiding door dieren wordt bevorderd. Licht je antwoord toe.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Zaden kunnen zijn omgeven door een vrucht. Dat lokt dieren. Nadat de dieren de vrucht met het zaad hebben gegeten, poepen ze het zaad weer uit. Als de omstandigheden juist zijn, kan het zaad ontkiemen.
- Zaden kunnen weerhaakjes of een plakmiddel hebben. Hierdoor blijven ze aan de vacht van dieren hangen. Zo liften ze mee naar een andere plek. Als de omstandigheden juist zijn, kan het zaad ontkiemen.

48

De paardenbloem heeft een goudgele bloem die na rijping van de vruchten verandert in een witte pluizenbol (zie afbeelding 49).

- a Leg met behulp van afbeelding 49 uit dat deze transformatie van de bloem functioneel is voor de plant.

Doordat de witte pluizen zich gemakkelijk laten meevoeren met de wind, wordt de verspreiding van de zaden gestimuleerd.

- b Sommige mensen hebben last van hooikoorts, een allergie die wordt veroorzaakt door stuifmeelkorrels van bomen, grassen of kruiden. Uit een onderzoek blijkt dat veel mensen denken dat de witte pluïesjes van de paardenbloem hooikoorts veroorzaken.

Leg uit of deze veronderstelling juist of onjuist is.

De witte pluïesjes bevatten de zaden van de plant en dus niet de stuifmeelkorrels die hooikoorts veroorzaken. De veronderstelling is dus onjuist.

49

Lees de volgende twee hypothesen:

- 1 Bestuiving door dieren is voorbehouden aan landplanten; bestuiving in water gebeurt door middel van waterstromen.

- 2 Dierlijke bestuiving is bij landplanten ongeveer 140 miljoen jaar geleden ontstaan.

Door de ontdekking van een zeepissebed (zie afbeelding 50) die de zeewiersoort *Gracilaria gracilis* helpt bij de voortplanting, zijn beide hypothesen mogelijk onjuist.

Onderzoekers brachten in beeld dat de zeepissebedden spermatia (niet-beweeglijke, mannelijke voortplantingscellen) oppakken van het zeewieroppervlak van mannelijke planten en deze vervolgens afleveren bij de reproductieve delen van vrouwelijke planten. *Gracilaria gracilis* bestaat al meer dan 800 miljoen jaar.

Beargumenteer of je de hypothesen op grond van bovenstaande informatie kunt verwerpen.

- Aanname 1 kun je verwerpen. Uit het onderzoek blijkt dat er bestuiving door dieren in water plaatsvindt.
- Aanname 2 kun je niet verwerpen. *Gracilaria gracilis* bestaat weliswaar al 800 miljoen jaar, maar wanneer de bestuiving van het zeewier door de zeepissebed is ontstaan, blijkt niet uit dit onderzoek.

50

Plantenwetenschappers hebben een gen geïdentificeerd waarmee een plant vruchtbare zaden kan maken zonder eerst te worden bestoven door de wind of insecten. Deze 'maagdelijke' vorm van zaadproductie heet apomixis en komt in de natuur zelden voor: van de geschatte driehonderdduizend verschillende plantensoorten op de wereld is slechts 0,1% hiertoe in staat. Voorbeelden van planten die hiertoe soms overgaan zijn paardenbloemen, bramen en verschillende grassoorten.

Dat deze vorm van zaadproductie in de plantenwereld zo zeldzaam is, komt waarschijnlijk doordat het proces ingewikkeld is. Ondanks de onbevuchte eicel dient er toch een zaad tot ontwikkeling te komen, mét reservevoedsel en een kiem met diploïde cellen. Het ontdekte gen lijkt hiervoor te zorgen.

- a Activatie van het betreffende gen voorkomt een bepaald proces in een van de voortplantingsorganen van een plant.

Wat wordt er precies geremd? Leg je antwoord uit.

Activatie van het betreffende gen remt de meiose in de stamper. Dit is nodig, zodat de eicel diploïd blijft en vervolgens kan uitgroeien tot een vruchtbaar zaad.

- b Als je dit ontdekte gen succesvol in landbouwgewassen kunt inbouwen, kan dit volgens de onderzoekers een revolutie in de plantenveredeling betekenen.

Geef hiervoor een argument.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Als dit mogelijk is, kun je heel gemakkelijk en snel genetisch identieke nakomelingen van landbouwgewassen met bepaalde gewenste eigenschappen krijgen (en dit ook blijven herhalen bij volgende generaties).
- Deze vorm van voortplanting door onbevuchte zaden is veel efficiënter voor het behouden van gewenste eigenschappen in een landbouwgewas dan voortplanting door middel van bevruchte zaden (ook al wordt er gekruist met geselecteerde planten).

## Context De bestuivers van de nacht

51

Bloemen die overdag worden bestoven, hebben vaak felle kleuren en een sterke geur.

Nachtbloemen zijn vaak bleek van kleur, maar ruiken vaak nog sterker.

Leg dit uit.

Bloemen die overdag worden bestoven, lokken insecten met hun felle kleur en hun geur. In het donker heeft het lokken van insecten met kleur geen zin, dus worden insecten gelokt met (een sterke) geur.

52

Voor de bestuiving van de avondkoekoeksbloem (*Silene latifolia*) is vooral één soort nachtvlinder, de silene-uil (*Hadena bicruris*), verantwoordelijk. Maar het bezoek van de silene-uil kan ook nadelig uitpakken voor de bloem. De vrouwtjes kunnen tijdens hun bezoek eitjes in de bloem leggen. De rupsen die uit de eitjes komen eten de zaden van de plant op.

De avondkoekoeksbloem beschikt over een afweermechanisme tegen de rups, maar dat gebruikt hij niet als er geen andere soorten bestuivers zijn.

Geef hiervoor een verklaring.

Als de plant vooral afhankelijk is van de silene-uil voor de bestuiving (en dus voortplanting), is hij erbij gebaat dat de vlinder zich kan voortplanten, ook al gaat dit ten koste van enkele zaden. Het is dus beter om dan het afweermechanisme niet te gebruiken.

53

Plantensoorten kunnen zijn aangepast aan verschillende bestuivende insecten, en andersom. Zo hebben planten die door pijlstaarten (*Sphingidae*, nachtvlinderfamilie) met een zeer lange roltong worden bestoven, vaak een lange bloembuis. De pijlstaart kan met zijn lange roltong goed bij de nectar komen.

- a Welk ander voordeel heeft het voor de pijlstaart dat deze plantensoorten zo'n lange bloembuis hebben?

Andere bestuivers kunnen niet of minder goed bij de nectar komen of zijn minder goed aangepast, waardoor de pijlstaart minder concurrentie om voedsel heeft.

- b Sommige planten en insecten zijn zo aan elkaar aangepast dat een bepaalde insectensoort nog maar één soort plant bestuift.

Welk voordeel kan dit voor een plant opleveren?

Doordat een insectensoort maar één plantensoort bezoekt, is de kans groter dat stuifmeelkorrels bij een bloem van dezelfde soort terechtkomen en er dus bevruchting optreedt. Hierdoor is de kans op voortplanting groter.

54

Leg uit dat het voor de biodiversiteit van planten belangrijk is dat nachtvlinders beter beschermd worden.

Nachtvlinders behoren tot de belangrijkste bestuivers. Daarom is het voor het behoud van verschillende plantensoorten belangrijk om nachtvlinders beter te beschermen.

## 5 Reageren op de omgeving

### KENNIS

55

Denise is dol op kamerplanten, haar vensterbanken staan er vol mee (zie afbeelding 55). Ze draait haar kamerplanten af en toe om te voorkomen dat ze scheefgroeien. Leg uit waarom ze dat doet.

Kamerplanten in een vensterbank groeien in de richting van het licht. Aan de belichte zijde wordt de aanmaak van het groeihormoon auxine geremd, waardoor er meer celstrekking plaatsvindt aan de schaduwzijde en de stengel aan deze zijde meer groeit. Door de planten af en toe te draaien, voorkomt Denise dus dat ze scheefgroeien.

56

Leg uit dat het in de natuur functioneel is dat planten naar het licht toe groeien.

Licht is nodig voor de fotosynthese, maar de hoeveelheid licht kan beperkt zijn (bijvoorbeeld door concurrentie met andere planten). Door in de richting van het licht te groeien, kan de plant het meeste licht opvangen en meer aan fotosynthese doen.

57

In de klas wordt een experiment uitgevoerd met een horizontaal geplaatste wortel en een horizontaal geplaatste stengel.

Drie leerlingen doen de volgende uitspraken:

- leerling 1: 'De auxineconcentratie is bij de horizontaal geplaatste wortel het hoogst aan de onderzijde.'
- leerling 2: 'De auxineconcentratie is bij de horizontaal geplaatste stengel het hoogst aan de onderzijde.'
- leerling 3: 'Er vindt negatieve geotropie in de wortel plaats.'

Geef per leerling aan of de gedane uitspraak juist of onjuist is.

1 juist

2 juist

3 onjuist

58

Bananen die je in Nederland koopt, zijn in het land van herkomst groen geplukt (zie afbeelding 56). Voordat ze in de supermarkt liggen, worden bananen in een zogenaamde rijpkamer gerijpt.

Aan welk gas worden de bananen in de rijpkamer blootgesteld?

In de rijpkamer wordt (gecontroleerd) etheen aan de bananen toegevoerd.

59

- a Als je onrijpe appels en peren in een fruitschaal legt waar al een rijpe banaan in ligt, zullen ze sneller rijpen (zie afbeelding 57). Leg uit hoe dit komt.

Het gasvormige etheen dat de banaan afgeeft, stimuleert ook de rijping van de appels en peren.

- b Als de rijping van het fruit in de fruitschaal eenmaal is begonnen, kan het heel snel gaan, doordat de etheenproductie alleen maar verder wordt gestimuleerd. Voor je het weet heb je een schaal met overrijp fruit.

Hoe noem je een dergelijk terugkoppelingsproces?

Hier is sprake van positieve terugkoppeling.

60

Cactussen zijn woestijnplanten. Om te kunnen overleven, heeft de cactus verschillende aanpassingen. De bladeren van cactussen zijn tot naalden of stekels geëvolueerd (zie afbeelding 59).

- a Geef twee voorbeelden van bescherming die de naalden bieden.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- De naalden zijn klein, waardoor ze nauwelijks water verdampen (voorkomt uitdroging).
- De naalden bevatten geen huidmondjes, waardoor ze nauwelijks water verdampen (voorkomt uitdroging).
- De naalden beschermen tegen vraat.

- b Andere aanpassingen bij cactussen zijn de lange wortels waarmee ze water opnemen als het regent en de dikke stengels waarin ze water kunnen opslaan. Sommige mensen denken dat je om te kunnen overleven in de woestijn heel goed cactussap zou kunnen drinken. Maar dit is geen goed idee, want de cactus heeft zich hier vaak al tegen gewapend met naalden. Hoe kan een cactus zich hier nog meer tegen wapenen?

Cactussap is vrijwel altijd giftig, zodat dieren het cactussap niet zullen drinken.

- c Onder welke vorm van afweer valt deze vorm van bescherming?

De productie van gifstoffen valt onder chemische afweer.

61

Er zijn veel planten die stoffen aanmaken die niet lekker, ziekteverwekkend of dodelijk zijn voor herbivoren. De taxus bijvoorbeeld, beschermt zich tegen vraat door een middel dat de celdeling stillegt. Het gif, ook wel bekend als taxine, is sterk genoeg om grote grazers te doden. Alle delen van de taxus zijn giftig, op het vruchtvlees van de vrucht na. De zaden zijn het meest giftig.

Leg dit uit.

De zaden zijn het nageslacht van de taxus. Door de zaden het best te beschermen tegen vraat, stelt de taxus zijn voortplanting veilig.

## INZICHT

62

De bananenteelt wordt bedreigd door twee verwoestende schimmelziekten die zowel in Azië, Afrika als in Zuid-Amerika voorkomen. Het overgrote deel van de geteelde bananen bestaat uit Cavendish-bananen (zie afbeelding 60.1). Dit bananenras kan zich alleen ongeslachtelijk voortplanten en is gevoelig voor de schimmels. Daardoor kunnen de schimmels zich gemakkelijk verspreiden. De schimmels worden ook steeds ongevoeliger voor chemische bestrijdingsmiddelen. Complete plantages worden aangetast, dus onderzoekers werken hard aan de ontwikkeling van resistente bananenrassen.

Leg uit waarom onderzoekers hierbij gebruikmaken van wilde bananenrassen die zich wel geslachtelijk kunnen voortplanten (zie afbeelding 60.2).

De Cavendish-bananen zijn ontstaan door ongeslachtelijk voortplanting en zijn genetisch identiek. Alle planten van dit ras zijn dus niet resistent tegen de schimmels. Onder wilde bananenplanten is veel meer genetische variatie. Er is een kans dat er wilde bananenplanten zijn die wel resistent zijn tegen de schimmels. Door deze te kruisen met andere rassen, kunnen onderzoekers proberen een resistent bananenras te ontwikkelen.

63

Charles Darwin toonde aan dat de lengtegroei van stengels en wortels vanuit de stengeltoppen wordt geregeld. Toch duurde het nog tot 1928 voordat de Nederlandse bioloog Went ontdekte waaruit deze beïnvloeding bestaat. In afbeelding 61 staan vier experimenten beschreven.

- a Formuleer de onderzoeksvraag en de conclusie voor experiment 1.  
De onderzoeksvraag voor experiment 1 is: Wordt de lengtegroei van de stengel van een haverkiemplantje vanuit de stengeltop geregeld?  
De conclusie van experiment 1 is: De lengtegroei van de stengel van een haverkiemplantje wordt vanuit de stengeltop geregeld.
- b Went veronderstelde dat in de uiterste top van een stengel een stof wordt geproduceerd die de lengtegroei regelt.  
Ondersteunen de resultaten van experiment 2 deze veronderstelling? Leg je antwoord uit.  
Ja, de resultaten van experiment 2 ondersteunen deze veronderstelling. Uit dit experiment blijkt dat de lengtegroei stopt als er geen stoffen vanuit de top naar de rest van de stengel kunnen gaan. Kunnen er wel stoffen vanuit de top naar de stengel gaan, dan gaat de lengtegroei door.
- c Waarom voerde Went experiment 3 uit?  
Went voerde experiment 3 uit om aan te tonen dat de lengtegroei wordt geregeld door een signaalstof uit de top. De stof diffundeert in het agarblokje. Na terugplaatsing van het agarblokje diffundeert de stof naar de stengel.
- d Beschrijf de controleproef die bij experiment 3 hoort.  
Bij de controleproef van experiment 3 moet je een agarblokje op een stengel zetten waarvan de top is weggesneden. Op dat agarblokje moet geen top zijn geplaatst.
- e Waarom voerde Went experiment 4 uit?  
Went voerde experiment 4 uit om aan te tonen dat auxine de groei van een plant naar het licht toe bevordert.

64

Bij CAM-planten (CAM = *Crassulacean Acid Metabolism*) gaan de huidmondjes 's nachts open en overdag dicht. Bekende CAM-planten zijn cactussen, vetplanten, bromelia-soorten en dikbladige orchideeën (zie afbeelding 62). In deze planten wordt in het donker CO<sub>2</sub> vastgelegd in de vorm van appelzuur. In het licht wordt CO<sub>2</sub> weer uit dit appelzuur vrijgemaakt en gedeeltelijk verbruikt bij de fotosynthese.

- a Wordt bij CAM-planten het openen van de huidmondjes bevorderd door een lage of een hoge CO<sub>2</sub>-druk in de bladeren? Leg je antwoord uit.  
Het openen van de huidmondjes wordt bevorderd door een lage CO<sub>2</sub>-druk in de bladeren. In het donker wordt CO<sub>2</sub> vastgelegd in appelzuur, daardoor gaat de CO<sub>2</sub>-druk in de bladeren omlaag. De huidmondjes gaan dan open.
- b Wat zijn kenmerken van het milieu waarin je CAM-planten vooral aantreft? Leg je antwoord uit.  
CAM-planten tref je vooral in warme, droge streken aan. In deze streken is de verdamping uit de bladeren te groot als de huidmondjes overdag open zijn.
- c Het gevormde appelzuur wordt opgeslagen in de vacuolen van de bladcellen en heeft daardoor invloed op de turgor van deze cellen.  
Is de turgor van bladcellen van een CAM-plant aan het eind van een dag in het licht lager dan, gelijk aan of hoger dan aan het eind van de nacht?  
Aan het eind van een dag in het licht is de turgor van bladcellen van een CAM-plant lager dan aan het eind van de nacht. 's Nachts wordt appelzuur gevormd, waardoor de osmotische waarde van het vacuolevocht toeneemt. Overdag wordt het appelzuur weer afgebroken.

65

Veel mensen hebben een voorkeur voor minder rijpe bananen. Op internet circuleren filmpjes waarin mensen tips geven om te voorkomen dat bananen snel rijp worden. Een van die tips is om de bovenkant van de banaan in een stuk plasticfolie te wikkelen (zie afbeelding 63).

Zet een experiment op waarmee je kunt controleren of deze tip klopt en geef aan bij welk resultaat je dit kunt concluderen.

Voor dit experiment heb je meerdere even grote trossen bananen nodig die niet zijn beschadigd aan de bovenkant. Verdeel een gelijk aantal trossen bananen over twee groepen. Bij de ene groep wikkel je de bovenkant van elke tros bananen in een stuk plasticfolie (onderzoeksgroep). Deze trossen leg je vervolgens in een schaal bij kamertemperatuur (zonder ander fruit). In een andere kamer leg je de andere trossen bananen in een schaal, zonder plasticfolie (controlegroep). Alle andere omstandigheden, zoals licht, vochtigheid en temperatuur zijn gelijk. Elke dag beoordeel je de bananen op rijpheid.

Als de trossen bananen waarvan de bovenkant met plasticfolie luchtdicht is afgesloten minder snel rijpen dan de andere trossen, kun je concluderen dat de tip klopt.

## Context Koortsige planten

66

Waarom is onderzoek naar de rol van etheen bij overstromingen maatschappelijk relevant? Leg je antwoord uit.

Klimaatverandering leidt onder andere tot meer overstromingen. Om in de toekomst verlies van landbouwgewassen te beperken, is het nuttig om landbouwgewassen te ontwikkelen die beter tegen overstromingen kunnen.

67

Waarom is een snelle overlevingsrespons in planten bij een overstroming noodzakelijk voor de overleving?

Planten kunnen in het licht niet lang zonder koolstofdioxide, aangezien dan de fotosynthese en dus ook de assimilatie wordt belemmerd. Ze zullen dus snel actie moeten ondernemen.

68

Een aardappelveld dat onder water loopt is binnen 24 uur verwoest.

Bedenk een voorbeeld van een snelle overlevingsstrategie die een landplant bij een overstroming zou kunnen toepassen.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Het onderdrukken van de stofwisseling (om minder energie te verbruiken).
- Een versnelde groei van bijvoorbeeld stengels en bladeren om contact met de lucht te herstellen (de snorkelrespons).

69

De onderzoekers bepaalden het salicylzuurgehalte in donkere plekken op planten.

Beredeneer of ze een verhoging of verlaging van het salicylzuurgehalte vonden.

Ze vonden een verhoging. Salicylzuur wordt aangemaakt bij infecties en zorgt voor een stijging van de temperatuur.

70

Volgens Dominique Van Der Straeten is de ontdekking van koorts bij planten belangrijk voor de landbouw. Doordat je vroegtijdig kunt zien dat een plant is geïnfecteerd, hoeft je minder chemische bestrijdingsmiddelen te gebruiken en komt de productie niet in gevaar.

Leg uit dat dit inderdaad het geval is.

Een teler kan de zieke plant verwijderen voordat hij andere planten kan besmetten.

# Samenhang Acacia

1

Vul in de tabel de volgende begrippen in bij het juiste organisatieniveau.

Kies uit: *Afrikaanse savanne – antilopen – blad – ethyleen – giraffe – mieren – olifant – tannine.*

| Organisatieniveau | Begrip             |
|-------------------|--------------------|
| Systeem aarde     |                    |
| Ecosysteem        | Afrikaanse savanne |
| Populatie         | antilopen, mieren  |
| Organisme         | giraffe, olifant   |
| Orgaanstelsel     |                    |
| Orgaan            | blad               |
| Cel               |                    |
| Molecuul          | ethyleen, tannine  |

2

Leg uit waarom planten signaalstoffen gebruiken om informatie over te brengen.

Planten kunnen zich niet verplaatsen. Via signaalstoffen kunnen ze toch afstanden overbruggen om informatie over te brengen.

3

Sommige acacia's produceren gom. Dat is een plakkerige stof die vrijkomt wanneer de bast wordt beschadigd.

Wat kan de functie van gom zijn?

De functie van gom kan bescherming zijn. Gom kan fungeren als een beschermende barrière, waardoor plantenweefsels worden beschermd tegen beschadiging of infectie.

4

Een giraffe die bladeren van acacia's eet, loopt tegen de wind in naar de volgende acacia. Leg uit waarom de giraffe dit doet.

Een acacia waarvan wordt gegeten produceert etheen en tannine. Etheen wordt met de wind mee vervoerd en waarschuwt op die manier andere acacia's voor vraat. Deze maken dan veel tannine, waardoor de bladeren niet meer lekker smaken. Etheen bereikt maar weinig acacia's die in de richting staan waar de wind vandaan komt, waardoor het tanninegehalte in deze acacia's veel lager is.

5

De bescherming door mieren kan ook problemen opleveren voor de acacia. Wanneer acacia's door bijen worden bestoven, moeten de mieren op afstand worden gehouden om te voorkomen dat bijen niet bij het stuifmeel kunnen komen. Er zijn sterke aanwijzingen dat alleen de jonge bloemen van acacia's een geurstof afgeven waarmee ze de mieren op afstand houden. Jonge bloemen bevatten over het algemeen veel stuifmeelkorrels.

- a Beschrijf een onderzoeksplan waarmee je deze hypothese zou kunnen toetsen. Gebruik hierbij twee groepen van acacia's met oude bloemen.

Je hebt minimaal twee groepen acacia's met bloemen nodig.

Breng in een groep acacia's de geur van jonge bloemen over op de oude bloemen en breng in de andere groep acacia's de geur van oude bloemen over op andere oude bloemen. Houd alle andere omstandigheden gelijk.

Bekijk het gedrag van de mieren bij beide groepen behandelde bloemen.

- b Welk resultaat ondersteunt de hypothese?

Als de mieren bij de oude bloemen met de geur van jonge bloemen op afstand worden gehouden of ontwijkingsgedrag vertonen, ondersteunt dit de hypothese.

6

Met minder voedsel en huisvesting stopt de mier (*Crematogaster mimosae*) met het aanvallen van indringers en begint hij met het verzorgen van sapzuigende insecten.

Leg uit waardoor het ten koste gaat van de acaciaplant als de mieren sapzuigende insecten verzorgen.

Sapzuigende insecten boren de bastvaten aan waar organische stoffen zoals glucose in worden vervoerd. De aanwezigheid van meer sapzuigende insecten gaat dus ten koste van de acaciaplant.

# Examenopgaven

## Huidmondjes in de middeleeuwen

1

Zal de gemeten huidmondjesdichtheid bij het herbariummateriaal hoger of lager zijn dan toen de bladeren vers waren? En op welke wijze wordt de huidmondjesdichtheid uitgedrukt zodat hiervoor wordt gecorrigeerd?

A

Herbariummateriaal is gedroogd. Daardoor zijn de cellen kleiner, maar het aantal cellen en huidmondjes verandert niet. Gedroogd bladoppervlak bevat daardoor per mm<sup>2</sup> meer huidmondjes.

Daarom wordt de huidmondjesdichtheid gecorrigeerd door het aantal huidmondjes te delen door het totaal aantal cellen (aantal epidermiscellen + aantal huidmondjes). Daarmee elimineer je de factor oppervlakte.

2

Geef twee redenen waarom het aantal huidmondjes niet nul kan zijn.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- het watertransport / (regulatie van) verdamping
- opname van CO<sub>2</sub>
- opname van zuurstof ('s nachts)
- afgifte van zuurstof

per juiste reden 1p

## Kas vol koolstofdioxide

3

- Noteer twee andere abiotische factoren die dan beperkend kunnen zijn voor de opbrengst van de planten.
- Beschrijf hoe een onderzoeker die beschikt over een aantal experimenteerkassen kan onderzoeken welke van de twee genoteerde factoren beperkend is.

Voorbeelden van juiste factoren:

- licht
- water
- voedingsstoffen
- temperatuur

voor twee juiste factoren 1p

Uit de beschrijving moet blijken dat:

- als controleproef in een kas tomaten worden gekweekt bij een CO<sub>2</sub>-concentratie van 1000 ppm (of meer) 1p
- in twee (of meer) andere kassen hetzelfde wordt gedaan onder dezelfde omstandigheden, maar dat in de ene kas een van de beperkende factoren wordt verhoogd en dat in de andere kas de andere genoteerde beperkende factor wordt verhoogd 1p

Opmerking

Als je antwoordt dat de genoteerde beperkende factoren worden verlaagd in plaats van verhoogd (met een verder juist antwoord), krijg je het derde scorepunt.

4

Waarin verschilt de door de telers gebruikte term productie van tomaten in een kas van het begrip NPP in dezelfde kas? Noteer twee aspecten.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- de 'productie' betrekking heeft op alleen de vruchten van de plant / de NPP betrekking heeft op de (tomaten)planten als geheel 1p
- bij 'productie' het versgewicht wordt gebruikt / de NPP het drooggewicht / de biomassa / het gewicht aan organische stof omvat 1p

5

Leg uit waardoor de CO<sub>2</sub>-opname van de planten op een warme zomerse dag wordt beperkt.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- door de warmte te veel water verdampt uit de planten / het te droog wordt 1p
- (waardoor) de huidmondjes sluiten (en de CO<sub>2</sub>-opname vermindert) 1p

Opmerkingen

Als je antwoordt dat de bladeren mogelijk verdorren waardoor diffusie niet meer mogelijk is, krijg je in totaal 1 scorepunt.

Als je antwoordt dat bij grote hitte de enzymen van de fotosynthese onwerkzaam worden waardoor de plant geen CO<sub>2</sub> verbruikt, krijg je 2 scorepunten.

6

Leg uit hoe de plant hierdoor de lagere CO<sub>2</sub>-dosering kan compenseren.

Gebruik in je antwoord een van de factoren: diffusieoppervlak, concentratieverschil of diffusieafstand.

Voorbeelden van een juiste uitleg:

- Als er meer huidmondjes zijn, is het totale diffusieoppervlak groter, waardoor (per tijdseenheid) meer CO<sub>2</sub> het blad in kan diffunderen.
- Als er meer huidmondjes zijn, is de afstand tussen een huidmondje en (fotosynthetiserende) cellen gemiddeld kleiner, zodat CO<sub>2</sub> sneller wordt opgenomen.

Voor het noemen van de juiste verandering van het diffusieoppervlak of de diffusieafstand met een juiste omschrijving van het gevolg daarvan: verbetering van de diffusie van CO<sub>2</sub>: 1p