
PLANTKRACHT

EEN LESSENSERIE OVER
PLANTENTEELT EN VEREDELING

**WERKBOEK
LEERLINGEN**

Inhoud

M1	De komkommerkwekerij.....	03
M2	Biologische gewasbescherming.....	09
M3	Tomaat op de tekentafel.....	21
M4	Snijbloemen business.....	37
M5	Moderne landbouw.....	61

Colofon

Lesmateriaal ontwikkeld door het Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI) in samenwerking met Plantum. Het materiaal (voor docenten en leerlingen) mag door docenten voor onderwijsdoeleinden in de eigen klas gebruikt worden met behoud van de bronverwijzing. Commercieel gebruik is uitdrukkelijk niet toegestaan.

Auteurs Tycho Malmberg, projectmanager communicatie & educatie bij het NIBI. Leen van den Oever, directeur NIBI. Nanja Stams, Plantum. Neem contact op met Tycho (malmberg@nibi.nl) voor vragen.

Beeldmateriaal Op het leeuwendeel van de afbeeldingen zit copyright. Afbeeldingen zijn afkomstig van Koppert Biological Systems, Enza Zaden, Florist en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). De afbeeldingen van PBL komen uit het rapport: *Wat natuur de mens biedt: ecosysteemdiensten in Nederland, maart 2010*.

Met dank aan Koppert Biological Systems, Enza Zaden, Planbureau voor de Leefomgeving, InHolland Delft, Machteld van Dijk (Het Nieuwe Lyceum Bilthoven), Peter Visser (CSG Dingstede Meppel), Michiel van Bennekom (SBW), Martine Kalisvaart (Beatrix College Tilburg), Marie Louise Goudeau (Laar & Berg Laren), Niki van Keulen, Sebastiaan Donders en Roos van Maanen en DLF.

Vormgeving A for Design

In deze lessenserie wordt vooral gewerkt met verwijzingen naar openbare bronnen. Voor zover gebruik wordt gemaakt van extern materiaal proberen wij toestemming te verkrijgen van eventuele rechthebbenden. Mocht u desondanks van mening zijn dat u rechten kunt laten gelden op materiaal dat is gebruikt, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen zodat wij het materiaal kunnen vervangen door ander materiaal uit een openbare bron of een beschikbare bron onder creative commons licentie. Voor opmerkingen ten aanzien van rechten of het expliciet geven van toestemming voor gebruik van materiaal of het verzoek om uw materiaal uit de lessenserie te schrappen kunt u contact opnemen met Tycho Malmberg via malmberg@nibi.nl.

Copyright Utrecht, januari 2018

Alle rechten voorbehouden. Geen enkele openbaarmaking of verveelvoudiging is toegestaan, zoals verspreiden, verzenden, opnemen in een ander werk, netwerk of website, tijdelijke of permanente reproductie, vertalen of bewerken of anderszins al of niet commercieel hergebruik. Als uitzondering hierop is beperkte openbaarmaking toegestaan mits uitsluitend bedoeld voor eigen gebruik of voor gebruik in het eigen onderwijs aan leerlingen onder vermelding van de bron.

Plantum
• • • •




MODULE

01

DE
KOMKOMMER-
KWEKERIJ

**PLANT
KRACHT**

zaden en planten voor de toekomst





Inleiding

Elke dag opnieuw bereiden mensen eten dat ze kopen in supermarkten en speciaalzaken. We eten elke dag twee ons groente, als het aan het voedingscentrum ligt.

De vraag is wie er voor zorgen dat de schappen in de winkels steeds weer vol liggen met prachtige komkommers, tomaten en kropen sla. In deze context verdiep je je in het leven van komkommerteler Jesse. Hij heeft 10 hectare 'glas' (kassen dus) in het Westland, vlak bij Delft, waar voornamelijk komkommers worden geteeld. Jesse heeft gestudeerd aan een 'groene' hbo en past zoveel mogelijk van zijn daar geleerde kennis toe om een smakelijk product optimaal te produceren.

Leerdoelen

Na dit hoofdstuk kun je antwoord geven op de volgende vragen:

- 1 Welke biologische kennis gebruik je bij de productie van kasgroente?
- 2 Wat zijn de belangrijkste abiotische factoren die de groei van planten beïnvloeden?
- 3 Wat zijn de belangrijkste biotische factoren die de groei van planten beïnvloeden?
- 4 Welke abiotische factoren beïnvloeden de ontkieming van zaden?
- 5 Hoe kan een teler van kasgroente zo optimaal mogelijk zijn gewas kweken, van zaad tot eindproduct, zoals komkommer of tomaat?
- 6 Welke maatregelen kan een teler treffen om zijn gewassen duurzaam te telen?

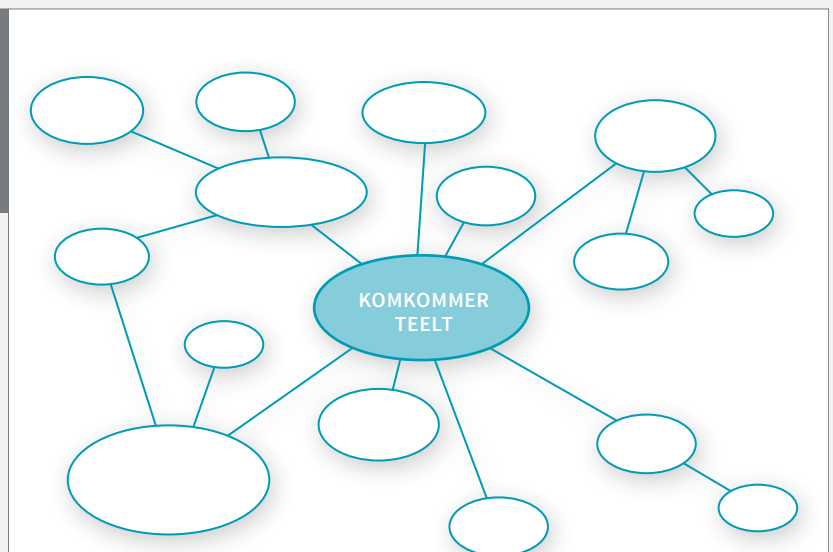
De komkommerkas

In deze opdracht gaan we aan de hand van informatie van websites kijken wat er voor nodig is om met succes komkommers te telen. We kruipen in de huid van de teler. Waarmee moet je allemaal rekening houden?

01 Opdracht

Maak een woordweb rondom plantenteelt en dan in dit geval van de komkommerplant. Welke biologische kennis heb je nodig om komkommerplanten te telen?

voorbeeld



02 Opdracht

Stel een tabel op waarin je onder elkaar opschrijft welke abiotische en biotische factoren er van toepassing zijn voor komkommerteelt en, in de tweede kolom, hoe deze de groei van de plant beïnvloeden.

voorbeeld

Abiotische factor	Hoe beïnvloedt deze factor de groei van de komkommerplant?
Biotische factor	Hoe beïnvloedt deze factor de groei van de komkommerplant?



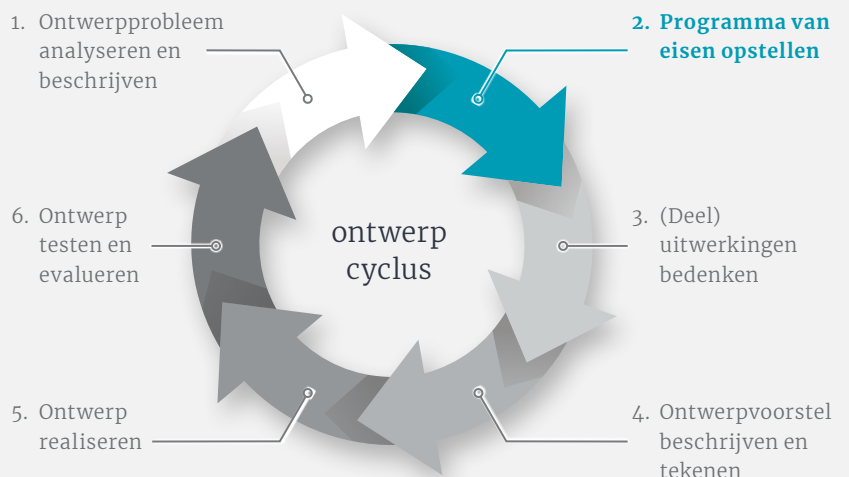
Deze energiebesparende ID Kas® heeft dubbelglas met een anti-reflectiecoating en bespaart wel 60% aan energie.

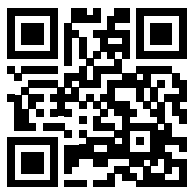
Bron: Technokas, De Lier

Jesse heeft zijn bedrijf met 10 hectare kassen overgenomen van zijn vader. Nu is het zo dat de helft van de kassen aan vervanging toe is. Jesse wil nieuwe kassen hebben die duurzamer zijn dan de huidige kassen.

03 Opdracht

Aan welke eisen moet een duurzame kas voldoen? Stel met behulp van opdracht 01 en 02 een programma van eisen op (onderdeel 2 van de ontwerpcyclus).





Wil je meer info?
Kijk dan eens op
www.kasalsenergiebron.nl

04 Opdracht

Nu de eisen bekend zijn, kun je het ontwerpprobleem gaan uitwerken. Een voorbeeld van een deelprobleem kan zijn: hoe zorg ik dat de planten voldoende licht krijgen?

Er zijn altijd meerdere mogelijkheden. Iedere ontwerper gebruikt zijn eigen creativiteit en heeft eigen ideeën om het ontwerpprobleem op te lossen.

Maak nu een ontwerp voor een duurzame kas.



Kiemen zijn populair als garnering bij restaurants en om salades te pimpen. Ze bevatten veel foliumzuur en magnesium.

Risicospreiding

Om een beetje aan risicospreiding te doen heeft Jesse een deel van zijn kas ingericht voor het kweken van rettichkiemen. Jesse heeft van zijn vaste zaadleverancier een nieuw type zaad gekregen dat mogelijk nog

sneller kiemt. Omdat Jesse dit nieuwe zaad nog niet goed kent gaat hij eerst onderzoeken hoe de zaden het beste groeien. Zijn zaadleverancier is ook nieuwsgierig naar de resultaten.

05 Opdracht

Maak een proefopzet naar aanleiding van bovenstaande tekst, met de belangrijkste variabelen die je wilt onderzoeken. Raadpleeg verschillende bronnen om te weten te komen op welke wijze zaden ontkiemen. Voor de proefopzet mag je gebruik maken van 5 verschillende omstandigheden om de zaden te laten kiemen (in 5 open of gesloten groeibakken).

06 Opdracht

Heb je de opzet van je kiemingsexperiment laten zien aan je docent? Dan kun je nu aan de slag met het uitvoeren van je onderzoek. Leg de resultaten vast, trek je conclusies. Formuleer tenslotte een goed kiemgroeiplan waarmee Jesse zijn zaadleverancier kan helpen.



Oogsten en bewaren

Teler Jesse houdt van het leveren van hoge kwaliteit. Zijn komkommers worden onder de beste omstandigheden geteeld. Het duurt natuurlijk wel even voordat de producten bij de consument op het bord komen. Jesse verpakt de komkommers in plastic zodat ze niet snel uitdrogen en de smaak goed blijft. Men beweert dat de komkommers op deze manier langer goed blijven. Maar is dat wel zo?

07 Opdracht

Onderzoek nu zelf hoe komkommers het beste bewaard kunnen worden. Gebruik voor het gemak 12 komkommers en geef deze een verschillende behandeling. Factoren die je kunt variëren: met/zonder seal, koel/warm, vochtig/droog. Laat de proefopzet controleren door een klasgenoot en/of je docent.

08 Opdracht

Maak met behulp van de resultaten uit het komkommerbewaar-experiment bewaartips voor de consument.

Conceptmap

Op de groene hbo waar Jesse heeft gestudeerd zijn ze het lesprogramma aan het herzien. Uiteraard vragen zij ex-leerlingen naar ervaringen in hun werk. Jesse krijgt de vraag om een conceptmap te maken van de concepten in de biologie die hij in zijn werk gebruikt.

09 Opdracht

Maak aan de hand van de opdrachten in deze eerste module een conceptmap. Bekijk ook je woordweb waar je mee gestart bent. Heb je veel bijgeleerd?

Gebruik de productieketen (zaad, kieming, groei, bestuiving, vruchtzetting, oogst en bederf) om een en ander te organiseren.

MODULE

02

BIOLOGISCHE
GEWAS-
BESCHERMING



**PLANT
KRACHT**

zaden en planten voor de toekomst



Inleiding

In het eerste hoofdstuk stond de komkommer-teler centraal die in zo'n kort mogelijke tijd zoveel mogelijk komkommers van goede kwaliteit wil produceren. Die komkommerplanten worden dan ook zo goed mogelijk verwend door de teler.

Jullie hebben uitgezocht wat de beste groeiomstandigheden zijn voor de komkommerplanten. Helaas heeft een teler niet alleen te maken met abiotische factoren als licht, water en voedingsstoffen die de groei van de planten beïnvloeden. Er zijn ook nog de biotische factoren zoals plaaginsecten. Plaaginsecten zorgen jaarlijks voor miljoenen euro's schade.

De meest duurzame manier om te voorkomen dat die insecten het gewas aanvallen is te zorgen dat de plant zelf weerstand biedt (resistent is). Plantenveredeling probeert dat onder andere te bereiken.

Leerdoelen

Na dit hoofdstuk kun je antwoord geven op de volgende vragen:

- 1 Wat is het verschil tussen biologische gewasbescherming en chemische gewasbescherming?
- 2 Wat zijn de voor- en nadelen van biologische gewasbescherming ten opzichte van chemische gewasbescherming?
- 3 Welke effecten kunnen er optreden als een langzaam afbrekend bestrijdingsmiddel (bijvoorbeeld DDT) terecht komt in de voedselketen?
- 4 Wat zijn de verschillen tussen de drie symbiotische relaties: parasitisme, mutualisme en commensalisme?
- 5 Hoe zet je een degelijk wetenschappelijk experiment op? Gebruikmakend van de wetenschappelijke cyclus: onderzoeksvraag, hypothese, experimentele opzet (materiaal en methoden) en conclusie.

Chemisch versus biologisch

Om plaaginsecten te bestrijden wordt bestrijdingsmiddel gespoten. Zo werden tot voor kort chemische beschermingsmiddelen met daarin fenbutatinoxide veelvuldig ingezet om spintmijt te bestrijden. Groot nadeel is dat spint steeds minder vatbaar werd voor het middel, de plaag werd resistent. Ook is het zo dat chemische beschermingsmiddelen vaak milieubelastend zijn

doordat ze bijvoorbeeld in het grondwater terecht kunnen komen. Bij biologische bescherming wordt een natuurlijke vijand van de plaag gebruikt om de plaag in toom te houden. Voorbeelden hiervan zijn sluipwespen, lieveheersbeestjes en roofmijten. Sommige van deze insecten zijn generalisten. Dat betekent dat ze verschillende plaaginsecten eten.



Met drones kunnen gewassen gerichter bespoten worden.

Bron: Smashtronics.co.za



De roofwants *Macrolophus caliginosus* wordt ingezet om witte vlieg te bestrijden.

Bron: Koppert Biological Systems / Bert Mans

10 Opdracht

1. Om plaaginsecten buiten de kas te houden zou het het beste zijn om de kas gesloten te houden. Maar met mooi weer gaan de kassen open. Leg uit waarvoor dat nodig is voor de komkommersplanten.
2. Zoek uit en noteer welke plaaginsecten er op komkommers voorkomen.
3. Zet achter de plaaginsecten hoe deze te bestrijden zijn.
4. Noem twee voordelen van chemische gewasbescherming en ook twee nadelen.
5. Noem twee voordelen van biologische gewasbescherming en ook twee nadelen.
6. Lees het infoblok "Chemisch versus biologisch". Wat is het voordeel voor de tuinder om voor een generalist te kiezen als biologische beschermer?



Jesse's observatie

'De bovenkant van het komkommerblad is aangetast met allemaal kleine gaatjes met grijze vlekjes. Ik zie nergens insecten lopen of opvliegen als ik een blad aanraak. Er zit geen spinrag aan de onderkant van het blad en er zitten ook geen eitjes op de onderkant.'

De plaag van teler Jesse

In de vorige module hebben we kennisgemaakt met komkommerteler Jesse. Op een zonnige ochtend inspecteert Jesse zijn komkommerplanten en ziet hij tot zijn schrik dat de bladeren zijn aangetast. Met zijn boerenverstand weet hij dat het waarschijnlijk gaat om een van de volgende plagen: trips, witte vlieg of spint.

11 Opdracht

Zoek uit met behulp van de factsheet "plagen" op de volgende pagina en aan de hand van de hiernaast beschreven observatie van Jesse met welke plaag hij waarschijnlijk te maken heeft.

12 Opdracht

Teler Jesse wil uitzoeken hoe hij deze plaag kan bestrijden. Hij wil zo milieuvriendelijk mogelijk te werk gaan. Help Jesse met het opzetten van een goed experiment waarmee hij kan testen met welke methode hij de plaag kan bestrijden.

Volg de stappen die onder het kopje "Practicum" staan.

Practicum

Bedenk nu in tweetallen een proefopzet waarmee je kunt uitvinden welk middel effectief is om de plaag van Jesse te bestrijden. Gebruik de lijst met materialen (zie hiernaast) om een opzet te maken.

Materialen

- 100 komkommerplanten
- 4 kassen van elk 30 x 10 meter
- Roofmijten
- Sluipwespen
- Beschermingsmiddel

1 Wat is je onderzoeksvraag?

2 Geef een korte omschrijving van de proefopzet.

3 Geef aan welke materialen je nodig hebt.

4 Geef een stapsgewijze beschrijving van wat je gaat doen en hoeveel tijd het gaat kosten.

5 Wat verwacht je dat er uit je proef zal blijken?

Factsheet plagen



Trips

Tripsen zijn kleine insecten die zich voeden met sappen uit de cellen van verscheidene soorten planten door gaatjes in de cel te prikken en de inhoud op te zuigen. Hierdoor ontstaan grijze vlekjes op het blad maar kunnen ook symptomen als misvorming en een groeiremming ontstaan bij de vruchten.

In kassen kan er jaarrond schade ontstaan. Buiten ontstaat de meeste schade in juni, juli en augustus. Zodra de populatie tripsen in een kas groot wordt kunnen gewassen zodanig aangetast worden dat de oogst mislukt.

Tripsen zijn zeer klein (kleiner dan 1 mm). Ze kunnen uit zelfbescherming de eieren van hun predator zoals de roofmijt opeten. De Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) ontwikkelt zich van ei tot volwassen insect in 6 stadia. Het vrouwtje (zie foto) legt haar eieren in het blad. Het aantal eieren dat ze kan leggen is afhankelijk van de temperatuur. De tripslarve kruipt na een aantal dagen uit het blad. Zij vervelt een keer en zal dan veranderen in een prepopstadium. Vanaf dit moment laat de tripsprepop zich op de grond vallen en ontwikkelt zich verder tot een popstadium en daarna tot een volwassen insect.

Witte vlieg

Witte vlieg (ook wel motluis) is een benaming voor soorten wantsachtige insecten die zich voeden op de onderkant van bladeren van planten.

Ze zijn niet al te groot (1-2 mm) en boren met hun snuit in de bladnerf om voedingsstoffen op te zuigen. Ook kunnen de bladeren slap gaan hangen omdat de cellen hun turgor verliezen. Ook scheiden ze honingdauw uit wat de groei van schimmels bevordert en de fotosynthese in het blad remt. Omdat witte vliegen in grote groepen samenleven kunnen ze een plant totaal te gronde richten. Het kan zo erg zijn dat wanneer iemand een blad aanraakt, een zwerm witte vliegen opvliegt waarna ze zich weer aan de onderkant van het blad vestigen.

Witte vlieg legt zijn eitjes op de onderkant van bladeren.

De eieren zijn bleekgeel van kleur en vlak voor de larven uitkomen worden ze donker.

Spint

Spint is de verzamelnaam voor een aantal soorten mijten die van planten leven. Omdat ze zo klein zijn (0,5 mm), zijn ze met het blote oog niet makkelijk zichtbaar. Spint komt (overdag) vooral voor aan de onderzijde van de bladeren.

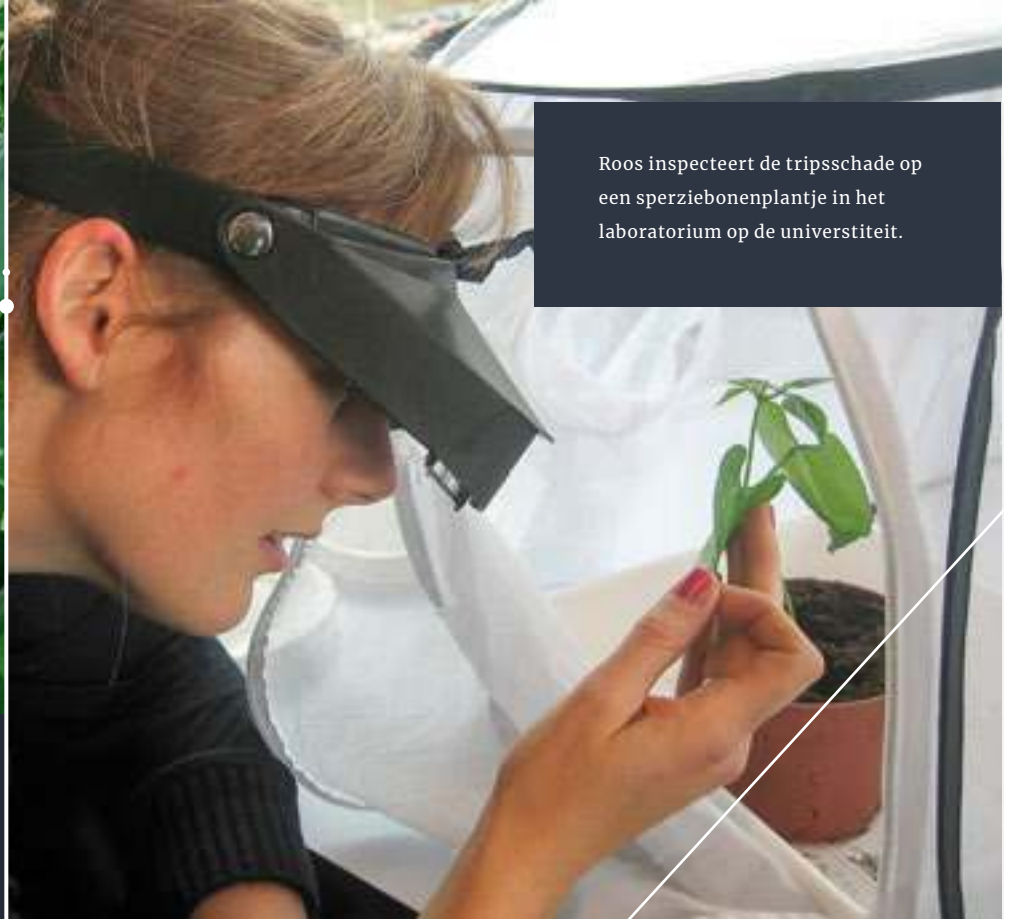
De spintmijt doorboort met zijn scherpe monddelen de bladeren. Het leegzuigen van de plantencellen veroorzaakt gele plekken op de bladeren. De spintmijten kunnen ook schade geven doordat de plant met spinrag wordt bedekt waardoor er minder zonlicht in de bladeren kan doordringen en de groei remt. Bij een ernstige aantasting vallen de bladeren af en worden de spinseldraden duidelijk zichtbaar.

Eieren worden in het algemeen afgezet aan de onderkant van het blad. Volwassen mijten kunnen op beschutte plaatsen overwinteren en kunnen bij lage temperaturen in diapause (winterrust) gaan. Vrouwtjes die in diapause zijn, hebben een oranje- of roodbruine kleur in plaats van hun gebruikelijke geelgroene kleur.

Bron: Strategie, LTO Glaskracht, UvA en Wikipedia.org

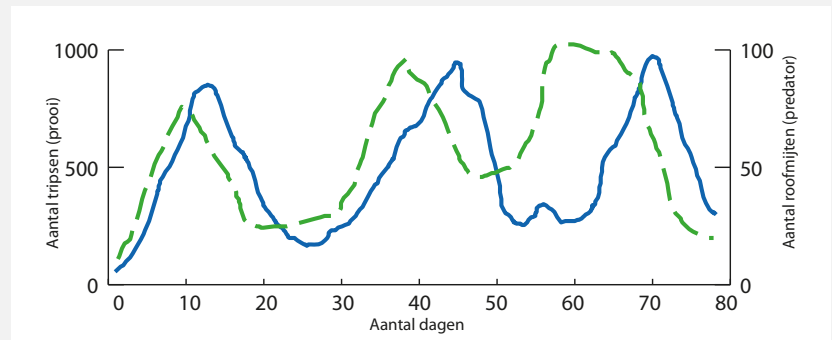


Roos inspecteert komkommerplanten in de proefkas.



Roos inspecteert de tripsschade op een sperziebonenplantje in het laboratorium op de universiteit.

Roos onderzoekt aan de universiteit de populatiedynamiek tussen de prooi, het plaaginsect trips, en de predator, de roofmijt *A. swirskii*. Zij heeft voor 80 dagen in de kas een experiment uitgevoerd waarbij ze dagelijks het aantal roofmijten en tripsen telde. De resultaten van dat experiment staan in onderstaande grafiek.



13 Opdracht

Geef de groene lijn het aantal roofmijten of het aantal tripsen aan? Leg je antwoord uit.

14 Opdracht

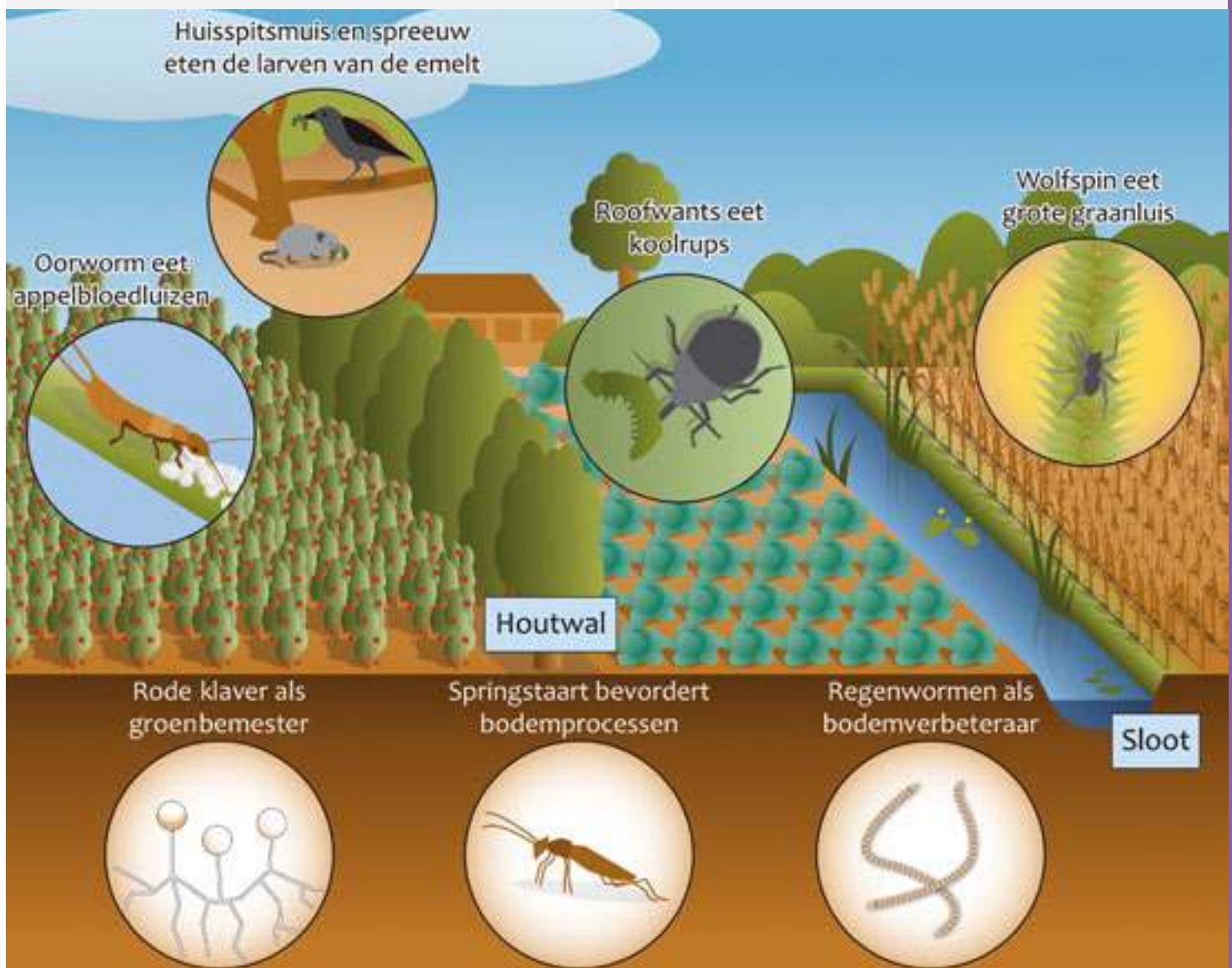
Leg in eigen woorden uit waardoor je een golvend patroon (oscillerend patroon) ziet in de populatiedynamiek. In de wiskunde ken je dit van de sinuslijn.

Natuur is geld waard: Ecosysteemdienst plaagbestrijding

Onze natuur bevat plagen zoals trips en rupsen die het leven van tuin- en akkerbouwers zuur maken. Gelukkig staan de boeren niet alleen in hun strijd tegen de plaagbeesten. Ze worden geholpen door de natuurlijke vijanden van de plaaginsecten zoals oorwurm of sluipwesp. Uit onderzoek is gebleken dat houtwallen en akkerranden een huis bieden voor deze biologische plaagbestrijders. Boeren doen er dus goed aan om deze zogeheten natuurelementen te cultiveren. Bijkomend voordeel is dat mensen deze natuurelementen mooi vinden om te zien.

Ook economisch lijkt er op het eerste gezicht een goed perspectief voor de biologische plaagbestrijding. De ontwikkelkosten ervan zijn relatief bescheiden. Internationale ervaringen leren dat het vinden en 'praktijkrijp maken' van een nieuwe natuurlijke vijand zo'n 2 miljoen euro kost. Het ontwikkelen van een nieuwe pesticide kost gemiddeld 150 miljoen euro. Daar komt bij dat zich vroeger of later resistentie opbouwt en een nieuw middel moet worden ontwikkeld.

Bron: Planbureau voor de Leefomgeving



In houtwallen, sloten en slootkanten komen dieren voor die kunnen dienen als bestrijders van plagen in de akkerbouw. Ondergronds zijn organismen zoals regenwormen actief om de bodem te verbeteren.

Natuurlijke plaagbestrijders zoals oorworm en roofwants zorgen voor een grotere opbrengst van gewassen. Ze leveren ons ecosysteemdiensten. Zo is de natuur geld waard.

Bron: Planbureau voor de Leefomgeving

In de afbeelding op pagina 15 staan organismen die nuttig zijn doordat ze bijvoorbeeld schadelijke organismen voor de plant opeten. Zo eet de oorworm schadelijke appelbloedluizen. De oorworm levert ons op deze manier een ecosysteemdienst.

15 Opdracht

Maak met de volgende organismen een voedselketen:
Spreeuw, oorworm, appelbloedluis, appelboom, buizerd, emelt (larve van langpootmug)

16 Opdracht

Vul met hulp van je voedselketen de onderstaande piramide in.



17 Opdracht

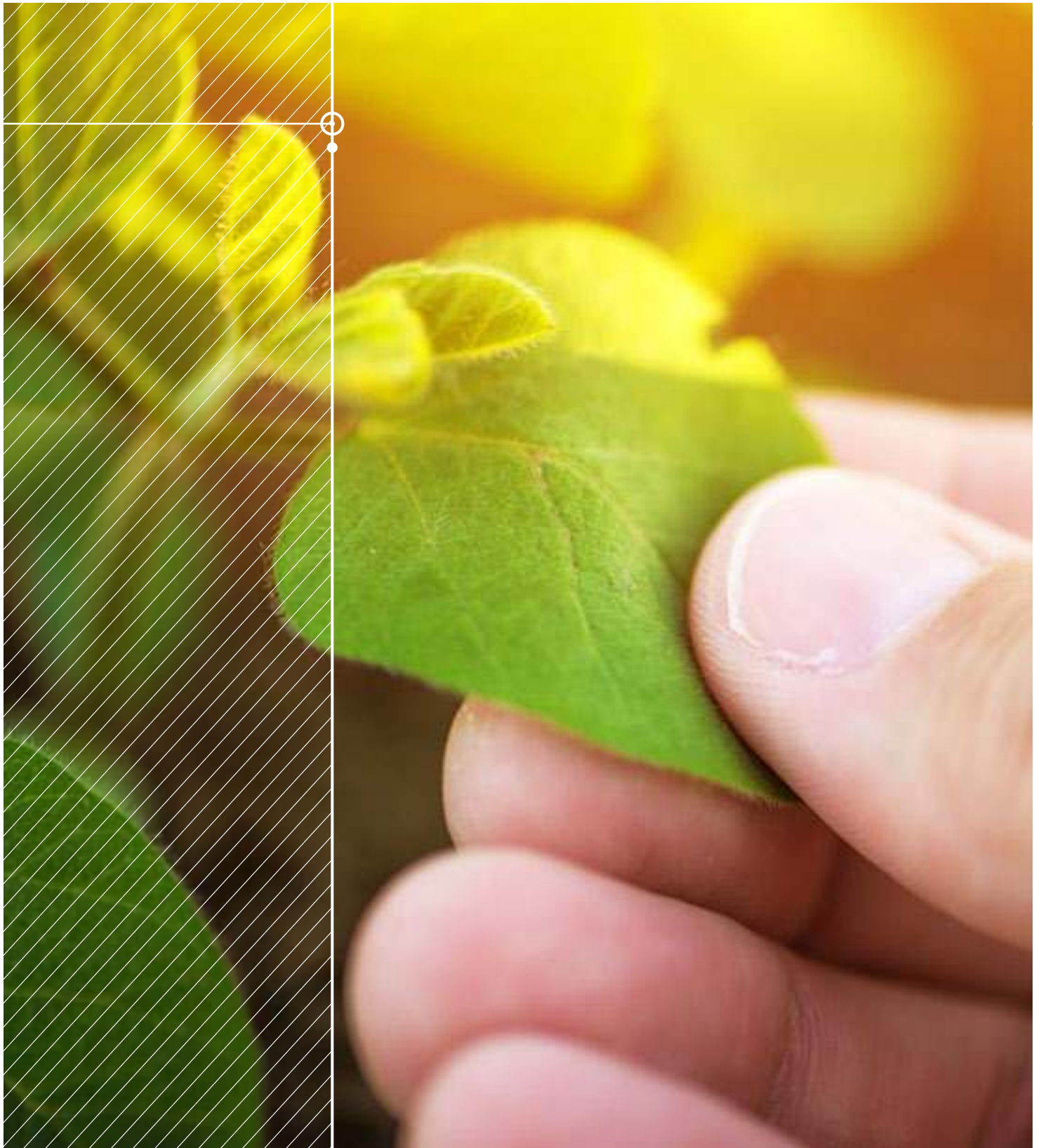
De dieren in de voedselketen leven met elkaar in dezelfde omgeving. Hoe noem je de symbiotische samenlevingsvorm tussen de appelbloedluis en de appelboom (kies uit mutualisme, commensalisme en parasitisme). Leg je antwoord uit.

18 Opdracht

Stel, de tuinder van de appelgaard is de appelbloedluis zat. Hij gebruikt een fles bestrijdingsmiddel die hij nog van zijn opa heeft gekregen. Het blijkt het middel DDT te zijn, een bestrijdingsmiddel dat langzaam afbreekt. Welke dieren krijgen dan de hoogste concentratie bestrijdingsmiddel binnen, de consumenten van de 1^e orde of die van de 3^e orde. Leg je antwoord uit.

19 Opdracht

Lees het artikel “Natuurlijke vijanden in groen gevecht” op pagina 19. In kassen is de bestrijding van plagen met natuurlijke vijanden heel normaal. Op open akkers wordt biologische bescherming nog veel minder toegepast en is spuiten met chemische beschermingsmiddelen nog gemeengoed. Waarom is dit zo? Geef twee redenen.



Verdiepingsstof

A. swirskii is een roofmijt die veel wordt gebruikt tegen witte vlieg en trips.

Stel je hebt een kas met 1.000 komkommerplanten en je hebt last van witte vliegen en van tripsen op je gewas. Je zet daarom *A. swirskii* uit.

20 Opdracht

Wat verwacht je dat er gebeurt als *A. swirskii* een voorkeur heeft voor trips boven witte vlieg in een kas?

21 Opdracht

Roofmijt *A. swirskii* eet ook wel spintmijt, maar toch kan hij planten met spintmijten niet geheel schoonvreten. Zoek uit hoe dat komt.

22 Opdracht

Om dagelijks 1.000 komkommerplanten te inspecteren om de populatiedichtheden van plaag en predator te meten is erg tijdrovend. Bedenk een methode hoe je toch behoorlijk betrouwbaar de populatiedichtheden zou kunnen bepalen in de kas.

Roofmijt *A. swirskii* heeft een trips-larve te pakken.





De sluipwesp legt haar eitjes in de rupsen van het groot koolwitje terwijl deze nog in het ei zitten. De sluipwesplarven eten de rupsen na het uitkomen van binnenuit op.

Foto: Nina Fatouros /
Bugsinthepicture.com

Natuurlijke vijanden in groen gevecht

Biologische bestrijding wint terrein. De bestrijding in de glastuinbouw komt volledig voor rekening van natuurlijke vijanden, zoals sluipwespen. Op het land en in de wetgeving verloopt dat proces moeizamer.

Door Maartje Kouwen

Biologische bestrijding is tienduizend keer zo effectief als chemische bestrijding en de kosten-batenverhouding is tien keer zo gunstig. Dat schrijft de Wageningse hoogleraar Joop van Lenteren in een wetenschappelijk tijdschrift. Hij laat zien dat het vinden van een nieuwe biologische bestrijder vaak succesvoller is dan het vinden van een chemische. Toch zijn er drieduizend keer zoveel chemische middelen getest en worden deze nog op grote schaal gebruikt.

Volgens Karel Bolckmans, entomoloog bij Koppert, is dat laatste alleen in de akkerbouw het geval. 'Het best bewaarde geheim van de glastuinbouw is dat de bestrijding al volledig biologisch is.' Koppert is een van de drie Nederlandse bedrijven die natuurlijke vijanden kweken. Bolckmans ziet het gebruik van biologische bestrijders stijgen: 'De laatste jaren is de vraag enorm toegenomen. Dat komt met name door druk van supermarkten en milieuoorganisaties om minder pesticiden te gebruiken.' Ook vanuit de Europese commissie en de Nederlandse overheid wordt de druk opgevoerd; zij streven naar een duurzame en veilige productie van voedselgewassen, waarin biologische bestrijding een grote rol kan spelen.

Dat kan op allerlei manieren. Het meest algemeen is het gebruik van natuurlijke vijanden die de plaagorganismen opeten. Ook het gebruik van feromonen of steriele mannetjes, waardoor de plaaginsecten zich niet meer voortplanten, valt onder biologische bestrijding.

Het is niet alleen milieuvriendelijk, ook voor de telers zelf zijn er voordelen, vertelt Bolckmans. Met name de resistentie die organismen na verloop van tijd ontwikkelen tegen chemische middelen is een probleem. Bolckmans: 'Bij de inzet van natuurlijke vijanden is daar geen sprake van.' Een ander voordeel is volgens hem de opbrengst: 'We horen vaak van telers dat de productie stijgt als ze overschakelen van chemische naar biologische bestrijding, met name bij paprika en rozen. Er is nog te weinig over bekend, maar chemische middelen komen de productie niet ten goede.'

'Dat beeld klopt niet', zegt Jo Ottenheim, secretaris van Nefyto, de branche organisatie van de agrochemische industrie. 'Over het algemeen ligt de productie van biologische teelt juist lager dan bij gebruik van synthetische gewasbeschermingsmiddelen.' Hij geeft toe dat de productie de eerste jaren na de overschakeling vaak nog goed is. 'De gewassen profiteren dan nog van de schone omgeving die in de periode ervoor is gecreëerd door de synthetische middelen.'

Toch is de bestrijding bij de teelt van tomaat, paprika, aubergine en komkommer in Noord-Europa en Noord-Amerika voor meer dan 90



Deze fluweelmijt, ook wel geluksspinnetje genoemd, heeft een bladluis te pakken.

Foto: Hans Smid / Bugsinthepicture.com

procent biologisch. Bolckmans verwacht dat het gebruik ook in andere delen van de wereld zal toenemen. Het gebruik van natuurlijke vijanden in de open lucht gaat nog moeizaam. Volgens Bolckmans is het vooral een economische kwestie. 'Gewassen op het land zijn veel minder waard. Het is voor boeren gewoon te duur om natuurlijke vijanden in te zetten.'

Verboden

Ottenheim beaamt dat, maar wijst ook op de werkzaamheid van middelen. 'Tegenwoordig werken gewasbeschermingsmiddelen heel gericht en zijn boeren verzekerd van het resultaat. Bij natuurlijke vijanden is het afwachten of het wel aanslaat.' Bovendien kun je de biologische bestrijders pas inzetten als de plaagorganismen al aanwezig zijn; anders gaan ze dood. Dan kan er dus al schade zijn ontstaan aan de gewassen.

Het is in Nederland feitelijk verboden dieren of eieren van dieren uit te zetten in de vrije natuur, door de Flora- en faunawet die sinds 2002 van kracht is. Daarvóór was er geen regelgeving en konden biologische bestrijders ongeremd worden toegepast. Op de honderdvijftig soorten die toen al in gebruik waren, is een risico-analyse uitgevoerd. 134 soorten doorstonden de test en kregen vervolgens vrijstelling. Wie nu een nieuwe soort wil toepassen, moet eerst ontheffing aanvragen.

Antoon Loomans, werkzaam bij de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), adviseert over het verstrekken hiervan. 'We analyseren vijf ecologische aspecten: de specificiteit, de vestiging, de verspreiding en de directe en indirecte effecten op niet-doelwitsoorten'. De grootste risico's zijn het overbrengen van ziekten, het zelf uitgroeien tot een plaag en het verdringen van andere soorten. Helemaal zeker dat een organisme geen schade oplevert, kun je nooit zijn, geeft Loomans toe. 'Ecologische systemen zijn zeer complex. Het is niet te voorspellen wat er exact gaat gebeuren. Maar als een soort de winter niet kan overleven of zich niet voorplant, dan is de kans dat hij zich vestigt minimaal.'

Ottenheim ziet het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen vooralsnog niet afnemen. Toch heeft Koppert-entomoloog Bolckmans goede hoop dat daarin verandering komt, 'Als we de lat steeds hoger leggen, wordt het moeilijker om chemische middelen te gebruiken. Dat is een proces dat de consument in gang moet zetten.'

Bron: Artikel uit Bionieuws

MODULE

03

TOMAAT
OP DE
TEKENTAFEL



**PLANT
KRACHT**

zaden en planten voor de toekomst





Inleiding

Je zou het misschien niet zeggen maar met tomaten wordt grof geld verdiend. Een kilo tomatenzaad is meer waard dan een kilo goud!

Een andere big business is die van de verwerkte groenten in kant-en-klaarmaaltijden en -salades. De schappen in supermarkten liggen vol met snelle maar gezonde maaltijden. Nu blijkt dat vocht in de gesneden groenten ervoor zorgt dat de boel sneller bederft. Een maaltijd die een dag langer vers blijft is waardevol want dan wordt er minder weggegooid wat geld kost en zonde is. Vandaar dat bedrijven die deze kant-en-klaarmaaltijden en -salades maken altijd op zoek zijn naar smaakvolle maar niet al te sappige tomaten.

Leerdoelen

Na dit hoofdstuk kun je antwoord geven op de volgende vragen:

- 1 Welke biologische kennis gebruik je om planten te veredelen?
- 2 Hoe worden planten veredeld?
- 3 Wat komt er allemaal bij kijken voordat er een nieuw groenteras is ontwikkeld en een veredelingsbedrijf nieuwe groentezaden kan verkopen?
- 4 Welke moderne verdelingsmethoden zijn er?
- 5 Wat is het verschil tussen fenotype en genotype?
- 6 Wat is het verschil tussen een dominant en een recessief overervende eigenschap?
- 7 Wat is een intermediair fenotype, ook wel incomplete dominantie genoemd?



Dankzij veredeling heeft de teler de keuze uit 1.400 tomatenrassen. Elk jaar komen zo'n 100 nieuwe rassen op de markt.

23 Opdracht

Iedere tomaat heeft unieke eigenschappen zoals smaak en grootte die zijn vastgelegd in de genen van de tomaat. In deze opdracht kruip je in de huid van een tomatenveredelaar. Jij vormt met een paar klasgenoten een veredelingsteam dat een nieuw tomatenras gaat ontwikkelen dat geschikt is voor kant-en-klaar maaltijden en -salades. Deze nieuwe tomaat moet niet teveel lekken als je hem doorsnijdt en bovenal lekker smaken.

In de supermarkt liggen cherrytomaatjes, vleestomaten, romatomaten, trostomaten, gewone tomaten en nog veel meer. Kortom een heleboel tomaten. Om een goede tomaat te veredelen die aan jouw wensen voldoet ga je eerst onderzoek doen aan tomaten die nu al te verkrijgen zijn.

Je gaat vijf verschillende tomatenrassen onderzoeken op de volgende eigenschappen: grootte, hokkigheid, smaak en lekgewicht.



Practicum

Voor het ontwikkelen van jullie nieuwe tomatenras ga je uit van bestaande tomatenrassen zoals de vleestomaat, cherrytomaat en trostomaat. In dit practicum gaan jullie deze rassen onderzoeken op een aantal eigenschappen. Noteer alle resultaten in een tabel.

Materialen

- 5 verschillende tomatentypen (in ieder geval trostomaat, cherrytomaat en vleestomaat)
- Plastic snijplank en mesje
- Vochtabsorberend papier (keukenrol of tissue)
- Weegschaal
- Blinddoeken

voorbeeld	Rassen	Grootte (diameter)	Hokkigheid	Smaak	Tomaat Gewicht (gram)	Tissue Gewicht (gram)		Lekgewicht / tomaatgewicht
						voor	na	% lekgewicht
	Trostomaat							
	Cherrytomaat							
	Vleestomaat							
	...							
	...							

1. Grootte

Maak een dwarsdoorsnede van de tomaat, zoals te zien is op de afbeelding hieronder.



Bedenk wat een mooie partjesgrootte is om in een salade en/of kant-en-klarmaaltijd te stoppen.

2. Hokkigheid

Noteer of de tomaat tweehokkig of meerhokkig is. Zie de afbeeldingen hiernaast.

3. Smaak

Vorm een smaakpanel met jouw groepje door geblinddoekt tomaten te proeven. Probeer de tomaten te sorteren op volgorde van zoetheid. Gebruik voor het gemak de volgende aanduidingen: matig zoet, zoet, en zeer zoet.

4. Lekgewicht

Weeg 5 tomaten en weeg 5 tissues en noteer het gewicht. Leg elke tomaat op een tissue. Snijd ze in acht even grote stukken. Doe dit door een dwars- en twee lengtedoorsnedes te maken. De cherrytomaat en de trostomaat mogen in vier stukken gesneden worden.



De tomaat boven is tweehokkig, de tomaat onder is meerhokkig.

Keer de partjes na 30 seconden om. Haal na nog eens 30 seconden de partjes weg. De prut die achterblijft wordt meegewogen als lekgewicht.

Weeg de tissues nu nog een keer. Het extra gewicht is het lekgewicht. Deel het uitlekgewicht door het gewicht van de tomaten. Je hebt nu het percentage lekgewicht.

24 Opdracht

Beargumenteer waarvoor de blinddoek nodig is.

25 Opdracht

Welk verband is er tussen lekgewicht en hokkigheid?

26 Opdracht

Welke grootte van de tomaat zal handig zijn voor gebruik in kant-en-klarmaaltijden en -salades?

27 Opdracht

Bedenk nu welke eigenschappen (fenotype) jullie nieuwe tomatenras moet hebben en noteer dit.

De drie belangrijkste eigenschappen van de tomatenrassen worden bepaald door de volgende allelen:

Tabel 3-1: Allelen van eigenschappen van tomaten.

Eigenschap	Allelen	Dominantie
Formaat	F = klein f = groot	klein (F-) is dominant over groot (ff)
Hokkigheid	H = tweehokkig h = meerhokkig	tweehokkig (H-) is dominant over meerhokkig (hh)
Suikergehalte	SL = laag suikergehalte SH = hoog suikergehalte S'S'' = matig suikergehalte (zoet)	incomplete dominantie: heterozygoten hebben een intermediair fenotype

28 Opdracht

Vul nu de tabel in zoals getoond op de volgende pagina met behulp van je tabel uit het practicum waarin je de fenotypes (eigenschappen) hebt beschreven en met Tabel 3-1 waarin de allelen en het bijbehorende fenotype staan beschreven.

Rassen	Eigenschap	Fenotype	Genotype
Trostomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
Cherrytomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
Vleestomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
...	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
...	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		

voorbeeld

29 Opdracht

Arceer of omcirkel in de bovenstaande tabel welke fenotypes gunstig zouden zijn voor je nieuwe tomatenras.

30 Opdracht

Bekijk de tabel en bepaal nu het genotype dat jouw tomaat moet hebben. Noteer dat.

31 Opdracht

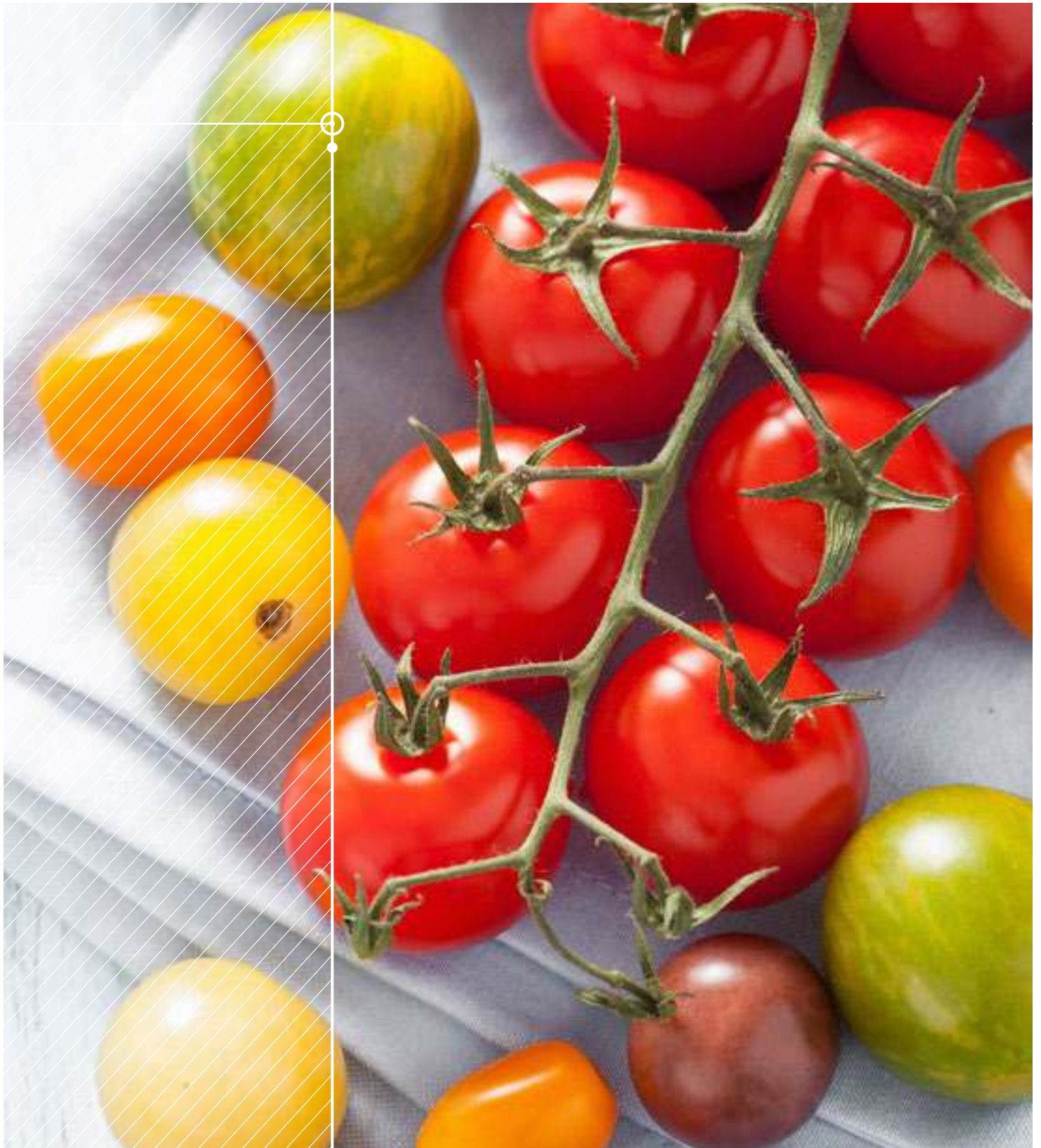
Nu is het de vraag hoe je deze eigenschappen kunt inkruisen. Bedenk wat het genotype moet zijn van de ouderplanten. Welke tomatenrassen zou jij gebruiken als ouderplanten?

32 Opdracht

Het veredelingsbedrijf dat de trostomaat heeft ontwikkeld, wil aan zijn klanten zaden verkopen die nagenoeg voor 100% dezelfde eigenschappen hebben. Bedenk of de ouderplanten van deze zaden homozygoot of juist heterozygoot zijn voor de gewenste eigenschappen. Licht je antwoord toe.

33 Opdracht

Wat moet een veredelaar doen om dergelijke ouderlijnen te krijgen?



Verdiepingsstof

34 Opdracht

Lees de tekst hieronder over moderne veredelingsmethoden die gebruikt worden in de plantenveredeling. Beschrijf in eigen woorden wat moleculaire merkers zijn en hoe deze de veredeling kunnen versnellen.

Moderne veredeling met moleculaire merkers

Plantenveredelaars maken veel gebruik van moleculaire merkers. Dat zijn kleine specifieke stukjes DNA in de plant die dicht bij een gen liggen, bijvoorbeeld schimmelresistentie. Heeft een plant dit bepaalde stukje DNA dan zal deze plant hoogstwaarschijnlijk ook de gewenste eigenschap hebben.

In het laboratorium kan je dan al bij de jonge plantjes snel zien welke wel of niet het gewenste stuk DNA hebben. Zo kan je een voorselectie maken, voordat de plant geheel volgroeid is. Dat scheelt een heleboel kasruimte en werk. Alleen de planten die door deze selectie heenkomen worden verder getest in het veld.

De techniek van moleculaire merkers heeft een grote impact gehad op de efficiëntie in veredeling. In de praktijk wordt merkergerstuurde selectie op grote schaal toegepast in de veredeling van nieuwe landbouw- en groenterrassen en is deze techniek in opkomst in de sierteelt. Het wordt onder andere toegepast bij de selectie van ziekteresistenties die het gevolg zijn van de aanwezigheid van één enkel gen of enkele genen. Ook bij het kruisen van een plantenras met wilde soorten biedt de merker-technologie grote voordelen. Na zo'n kruising moet de veredelaar het gros van de wilde eigenschappen weer kwijt zien te raken. Dat doet hij door een groot aantal keren terug te kruisen met het gecultiveerde ras. Moleculaire merkers vertellen hem welke planten naast het gewenste gen ook veel of weinig van de ongewenste wilde genen bevatten. Bij de veredeling is het een niet meer weg te denken hulpmiddel. De merker-technologie maakt het mogelijk de duur van de rasontwikkeling te verkorten van tien tot mogelijk zes generaties.

Links op de foto:
zaailingen van een wilde resistente
tomaat.

Rechts op de foto:
zaailingen van een kruising tussen
deze wilde tomaat en een modern,
vatbaar ras. In dit stadium
manifesteert de schimmelziekte zich
nog niet. Maar met moleculaire
merkers kan getoetst worden welke
planten het resistentiegen bevatten.

Foto: dr. Yuling Bai/WUR



Plantenveredeling met biotechnologie

Al honderden jaren maken landbouwers en wetenschappers nieuwe en verbeterde gewassen door ze te veredelen. Door kruising verenigen ze eigenschappen van twee verschillende planten in één plant. Uit de nakomelingen selecteren ze de planten met de interessantste combinatie van eigenschappen, en werken hiermee verder.

Tijdens het kruisen wisselen de planten DNA uit. De helft van het DNA van de ene plant wordt verenigd met de helft van het DNA van de andere plant. Zo ontstaan nakomelingen met een unieke combinatie van – gewenste én ongewenste – eigenschappen van de ouderplanten. Het is echter meestal de bedoeling om slechts één gewenst kenmerk over te dragen. Hiervoor is een intensief en jarenlang kruisingsprogramma nodig. Men selecteert de nakomelingen met de gewenste eigenschappen en kruist ze opnieuw met de oorspronkelijke, commercieel interessante plant. Dit proces herhaalt men 8 tot 10 keer met als resultaat een plant die zoveel mogelijk op de commercieel interessante plant lijkt en de gewenste nieuwe eigenschap bevat.

Zeer veel gewassen zijn het gevolg van dergelijke kruising en selectie, denk maar aan het graan waarmee we vandaag ons brood bakken. Het lijkt totaal niet meer op het graan waarmee onze voorouders ooit begonnen...



Met merkerselectie kan je het DNA van de tomatenkiemplantjes analyseren om te checken of de gewenste eigenschappen (smaak en schimmelresistentie) aanwezig zijn.

Het is niet nodig de planten op te kweken tot volwassen plant. Dit scheelt een heleboel tijd.

Moderne veredelingsmethoden

Met behulp van de moderne veredelingsmethoden kunnen veredelaars in één stap en heel gericht één kenmerk aan een plant toevoegen. Dat gebeurt door enkel het gewenste gen (of genen) te nemen en in het erfelijk materiaal van de plant in te bouwen. Op dit moment zijn herbicidetolerantie en insectresistentie de belangrijkste toepassingen, maar ook andere eigenschappen zoals een verbeterde weerstand tegen droogte worden onderzocht. Dit is genetische modificatie.

Modernere en veel preciezere methoden zijn nu in onderzoek, zoals het gebruik van CRISPR/Cas op planten (zie pagina 30). Daarbij kunnen vaak precies dezelfde nieuwe planten ontwikkeld worden als met reguliere methoden, maar veel sneller.

Wat is het verschil met klassieke veredeling?

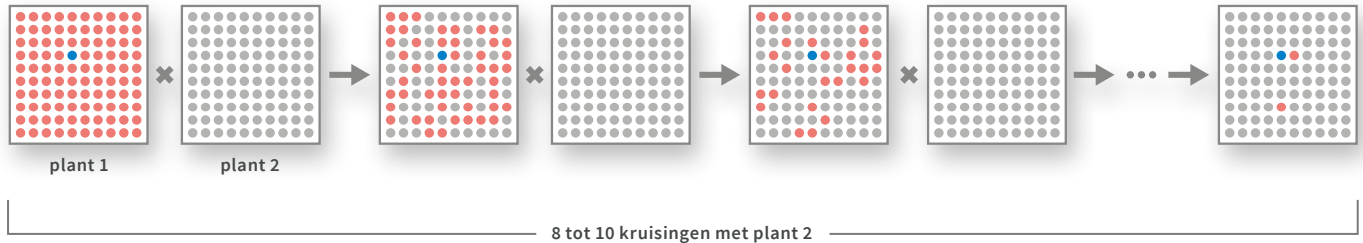
Het belangrijkste verschil tussen klassieke veredeling en moderne veredeling is dat je bij moderne veredeling heel gericht eigenschappen verandert, terwijl je bij klassieke verdeling via kruisingen altijd een heleboel eigenschappen krijgt die je niet wil hebben. Het kost dan weer heel veel terugkruisingen – en dus heel veel tijd – om zogeheten schone ouderlijnen te krijgen. Gelukkig kunnen veredelaars gebruik maken van merkerselectie waardoor het niet altijd meer nodig is om planten helemaal te laten volgroeien voor de volgende selectieronde.

Figuur 3-1: Veredeling met moderne veredelingsmethoden gaat veel sneller dan op de klassieke wijze

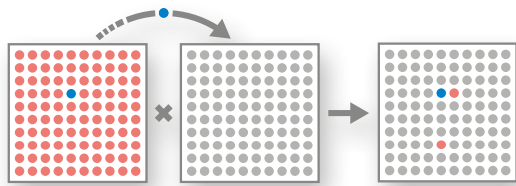
Bron: Vlaams Instituut voor Biotechnologie, www.vib.be

Klassieke veredeling

● Eigenschap uit plant 1 die men in plant 2 wil inbrengen



Genetische modificatie

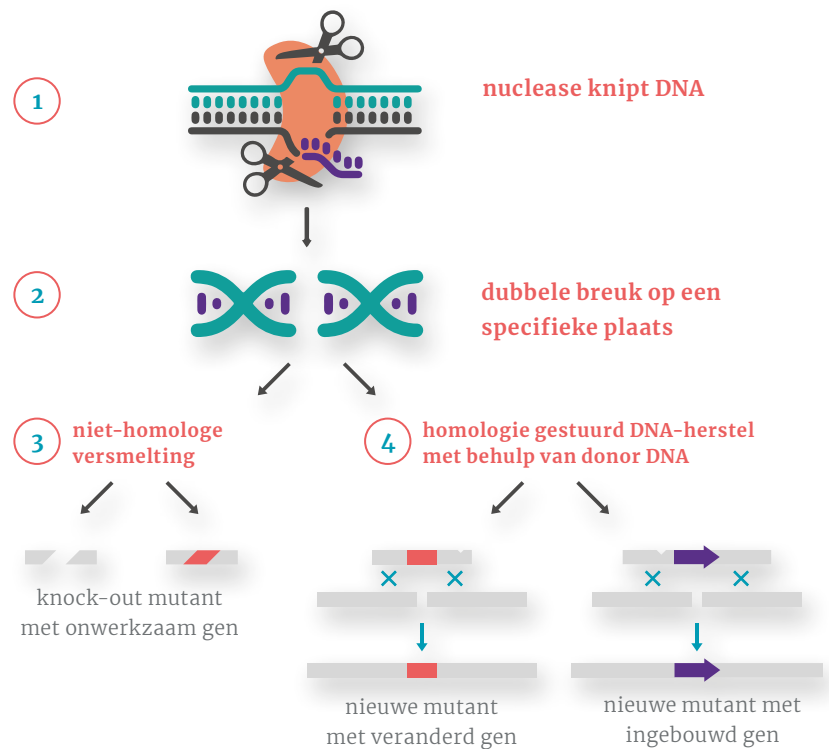


CRISPR/Cas

Met de CRISPR/Cas techniek kun je heel gericht het DNA veranderen. Hoofdrolspelers in de CRISPR/Cas methode zijn nuclease-enzymen, een soort moleculaire knipscharen.

- 1 Het Cas-enzym knipt heel gericht een stuk dubbelstrengs DNA open.
- 2 Wanneer het DNA doormidden geknipt wordt, zal het natuurlijk herstellingsmechanisme van een plant de breuk proberen te herstellen. Er kunnen nu twee dingen gebeuren (zie Figuur 3-2)
- 3 In het eerste geval worden de eindjes terug aan elkaar gezet via een proces dat in wetenschappelijk jargon niet-homologe versmelting van de uiteinden wordt genoemd (*non-homologous end joining*). Tijdens dit proces worden echter vaak fouten gemaakt waardoor een of meerdere DNA-bouwstenen verdwijnen of toegevoegd worden en er met andere woorden een of meerdere mutaties veroorzaakt worden. Op deze wijze kun je een bepaald gen uitschakelen (beter bekend als knock-out).
- 4 In het tweede geval kan de breuk hersteld worden met een stuk DNA dat aan de uiteinden een grote sequentie-overeenkomst (homologie) met de breuk vertoont. Dit wordt homologie-gestuurd DNA-herstel genoemd. Via deze methode kan dus een nieuw DNA-fragment ingebouwd worden of kan een fragment ingevoegd worden zodat de oorspronkelijke sequentie hersteld

Figuur 3-2: Moderne veredeling met CRISPR/Cas



wordt maar met een of meerdere doelbewuste fouten. Met beide herstellingsmechanismen wordt de originele DNA-code op een specifieke plaats veranderd en op dit principe is CRISPR/Cas gebaseerd. De meeste nucleasen knippen DNA op basis van een korte herkenningssequentie. Wanneer deze nucleasen zonder meer losgelaten worden op het planten-DNA zal het DNA op teveel plaatsen geknipt worden. Immers, hoe kleiner een sequentie, hoe groter de kans dat die sequentie door toeval aanwezig is in het DNA. Om een nuclease zijn knipfunctie enkel op een specifieke plaats te laten uitoefenen moet het ofwel een voldoende lange herkenningssequentie hebben ofwel gekoppeld worden aan een andere molecuul die zorgt voor de specificiteit.

Samengevat kunnen er met CRISPR/Cas drie typen mutaties worden aangebracht in de plant:

1. Een gen wordt uitgeschakeld en er ontstaat een zogeheten knock-out mutant. Knock-out mutanten worden gebruikt om de functie van bepaalde genen te onderzoeken.
2. Een mutant met een veranderd gen. Deze nieuwe mutant kan een nieuwe variëteit opleveren met een nieuwe eigenschap.
3. Een nieuwe mutant met een ingebouwd gen waarvan je de functie al weet. Met deze techniek kan je bijvoorbeeld een resistentiegen inbouwen tegen een plantenziekte.

In CRISPR/Cas staat CRISPR voor Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats en Cas voor CRISPR-associated. Het CRISPR/Cas systeem biedt van nature een bescherming tegen virussen doordat het Cas-enzym het virus DNA kapot knipt.

Cisgenese

Alle genetisch gemodificeerde planten die vandaag commercieel geteeld worden, zijn transgene planten. 'Trans' wijst op 'afkomstig van een andere groep'. Met behulp van genetische modificatie is in transgene gewassen een DNA-fragment toegevoegd afkomstig van een soort waar het gewas in kwestie niet mee kan kruisen; een narcisgen ingebouwd in een rijstplant bijvoorbeeld, om vitamine C in rijst te laten vormen. Andere voorbeelden van transgene gewassen zijn Bt-katoen met een ingebouwd *Bacillus thuringiensis*-gen om insect-resistentie te verkrijgen of Roundup Ready soja met een gen dat de plant resistent maakt tegen het herbicide Round-up.

Bij cisgenese wordt net zoals bij transgenese een extra eigenschap stabiel ingebouwd in het planten-DNA. Het grote verschil tussen trans- en cisgenese is de oorsprong van het DNA. Bij cisgenese is het extra DNA afkomstig uit een plant waar de acceptorplant (plant die het extra DNA ingebouwd krijgt) wel mee kan kruisen. 'Cis' slaat op 'binnen dezelfde kruisbare groep'. Een tomatengen in tomaat brengen bijvoorbeeld. Cisgenese beoogt het resultaat dat men met traditionele kruisingen kan verkrijgen maar op een veel snellere en efficiëntere manier. Een mooie toepassing van cisgenese is het ontwikkelen van een aardappel die resistent is tegen de aardappelziekte (Phytophthora). Wilde aardappelsoorten uit Mexico en de Andes bezitten genen die hen resistent maken tegen deze bij de ons alomtegenwoordige ziekte. De genen kunnen via kruisingen overgedragen worden naar onze consumptieaardappelen maar dit proces verloopt uiterst traag en moeizaam, vanwege dat de meeste aardappellrassen tetraploïde zijn. Met cisgenese kunnen de resistentiegenen in één stap ingebouwd worden in het DNA van onze Bintje- en Nicola-aardappelen zonder verlies van raseigenschappen. Dergelijke cisgene aardappelen worden momenteel ontwikkeld in België en Nederland.

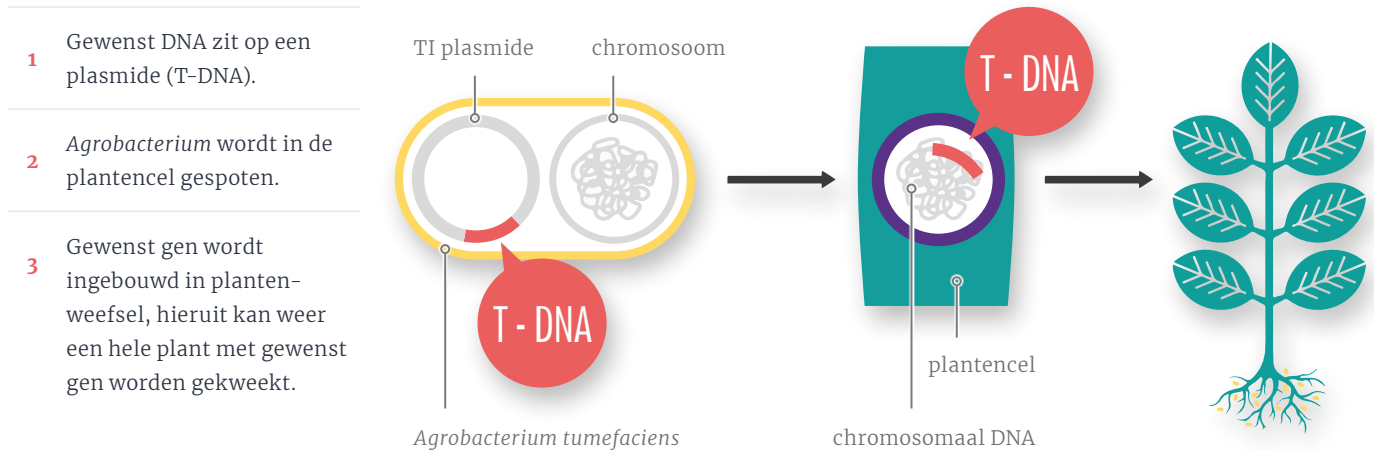
Om aan de definitie van cisgenese te voldoen moeten de genen die ingebracht worden ook voorzien zijn van hun oorspronkelijke regulatorische eenheden (o.a. promotoren); schakelaars die beslissen wanneer de genen aangeschakeld of uitgeschakeld worden en in welke mate. De volledige erfelijke informatie voor een bepaalde eigenschap wordt dus integraal overgenomen en het gen heeft identiek dezelfde sequentie zoals in de kruisbare plant waar het vandaan komt. Cisgene planten mogen geen soortvreemde selectiegenen bevatten. Zulke selectiegenen kunnen wel gebruikt worden tijdens het proces maar moeten nadien verwijderd worden uit het planten-DNA zodat de uiteindelijke plant enkel genen bevat van een kruisbare plant.

Bron: Vlaams Instituut voor Biotechnologie

Agro-infiltratie

Via *Agrobacterium* kan je een gewenst gen inbrengen in planten (zie Figuur 3-3 op pagina 33). De *Agrobacterium* is als het ware het paard van Troje dat het gewenste gen de plantencel inbrengt.

Figuur 3-3: Moderne veredeling met Agrobacterium



Agrobacterium kan echter ook ingezet worden om kortstondig bepaalde eiwitten te laten produceren. *Agrobacterium*-infiltratie of afgekort agro-infiltratie is een techniek waarbij *Agrobacterium* in plantenweefsel gespoten wordt (meestal in een of meerdere bladeren) zodat de bacteriën zich tussen de plantencellen kunnen verspreiden. Vervolgens brengt *Agrobacterium* het gen van interesse in een of meerdere plantencellen waar het kortstondig tot expressie komt en leidt tot de productie van het overeenkomstige eiwit. Het gen kan ingebouwd worden in het DNA van enkele plantencellen maar dat hoeft niet te gebeuren om tot de productie van het eiwit te leiden.

Agro-infiltratie kan gebruikt worden voor de productie van complexe moleculen zoals antilichamen, maar meestal wordt het gebruikt om snel planten te kunnen selecteren in een veredelingsprogramma.

CRISPR/Cas en de toekomst

De nieuwe verdelingsmethoden worden gebruikt in onderzoek, maar in Europa nog niet om nieuwe plantensoorten mee te ontwikkelen. Dat is deels omdat de methoden nog heel recent zijn, maar vooral ook omdat de regelgeving nog niet duidelijk is en het enorm duur is om het hele proces te doorlopen. Een universiteit kan dat niet betalen.

De techniek is veelbelovend om bijvoorbeeld nieuwe varianten van resistentiegenen te ontwikkelen, maar ook om – net als bij transgenese en cisgenese – hele genen in te brengen. De methode is relatief goedkoop, en de verwachting is dat deze techniek straks net zo gangbaar is als merke selectie (behalve als de wetgeving het te lastig maakt). Met deze nieuwe tool krijgen verdelers weer nieuwe mogelijkheden sneller nieuwe gewassen te verkrijgen. Gewassen die bijvoorbeeld minder chemische gewasbescherming nodig hebben of die beter toegerust zijn op klimaatverandering.

Transgene voedingsgewassen niet populair

In Europa worden er maar met mondjesmaat transgene gewassen toegelaten op de akker. Maar er worden wel schepenvol transgene mais en soja geïmporteerd, vooral als veevoer en heel veel katoen is gemaakt van GM-planten. Aangezien GM-teelt nauwelijks is toegestaan in Europa, is het ook niet verwonderlijk dat de meeste veredeling nog op de klassieke manier gaat. Maar er wordt wel veel techniek gebruikt om de eigenschappen sneller te kunnen selecteren. Zo is van de tomaat het genoom bekend en zijn er van een heleboel genen al bekend voor welke eigenschappen ze coderen. Het is dus makkelijker zoeken naar de speld in de hooiberg.

35 Opdracht

Zoals je hebt kunnen lezen zijn er verschillende methoden om nieuwe en sterkere rassen te ontwikkelen. Over een aantal van deze methoden bestaat discussie. Met name als het gaat om technieken waarmee transgene gewassen worden verkregen. Wat vind jij zelf van de verschillende methoden?

36 Opdracht

Lees de 3 casussen op de volgende pagina's. Het zijn allemaal toepassingen van moderne biotechnologie bij planten.

Kies een casus met een tweetal en verdiep je in de stof. Je gaat een presentatie voorbereiden waarin je antwoord geeft op de volgende vragen:

1. Welke technieken zijn er gebruikt (geef een korte beschrijving van de techniek en de biologische mechanismen waarbij je de volgende woorden moet gebruiken: gen, eiwit, DNA, erfelijke eigenschap).
2. Geef een korte beschrijving van de stand van zaken. Wordt de techniek veel toegepast? Wat zijn de ethische bezwaren? Kleven er risico's aan deze techniek?
3. Bij de ontwikkeling van je tomatenras zou je biotechnologie kunnen toepassen. Zou je dit doen? Waarom wel/niet? Onderbouw je mening met minimaal drie argumenten.
4. Ga ervan uit dat je deze technieken gaat inzetten. Welke eigenschap(en) in jouw tomatenras wil je dan verkrijgen?



Bron: Andrew Davies & Sue Bunnywell,
John Innes Centre, UK

Casus 1: Paarse tomaat

Onderzoekers van het John Innes Centre in Engeland, hebben, ondersteund door Wageningse onderzoekers, extra gezonde, paarse tomaten ontwikkeld. Dat schrijven zij in Nature Biotechnology. De tomaten zijn met behulp van genetische modificatie voorzien van twee genen uit een leeuwenbekje die nodig zijn om anthocyanen te maken. De tomaten bevatten daardoor anthocyanen, paarskleurige antioxidanten die we ook uit fruit kennen. De anthocyanen zijn een waardevolle aanvulling op de andere gezonde stoffen in tomaat, zoals lycopene. Het onderzoek liet zien dat de nieuwe paarse tomaten bij bepaalde kankergeroelige muizen inderdaad een extra bescherming bieden tegen de ontwikkeling van kanker.

Bron: Plant Research International, WUR

Casus 2: Roundup Ready Soja

Soja wordt op verschillende manieren verbouwd. Een van de varianten is Roundup Ready-soja. Roundup Ready-soja is een sojavarieant die immuun is gemaakt tegen het onkruidbestrijdingsmiddel Roundup (glyfosaat).

Bij gebruik van Roundup blijft deze sojaplant leven, terwijl al het onkruid dood gaat. Tegenwoordig is ruim 70 procent van alle soja wereldwijd genetisch gemodificeerd. In Argentinië en de Verenigde Staten is dat zelfs meer dan 90 procent. Wetenschappers denken dat genetische modificatie kan bijdragen aan een oplossing voor het wereldvoedselprobleem.

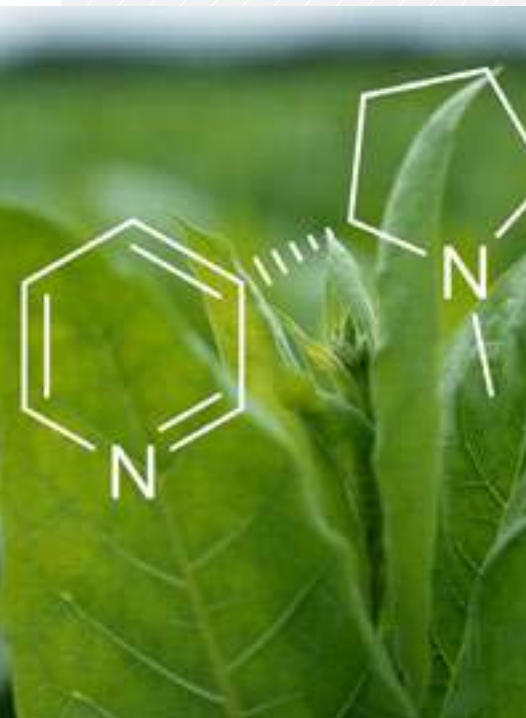
Tegenstanders vinden dat de effecten op voedselveiligheid en de natuur onvoldoende onderzocht zijn. Probleem is bijvoorbeeld dat genetisch gemodificeerde maisplanten andere planten kunnen 'besmetten'. Dat gebeurt bijvoorbeeld via het stuifmeel dat ze verspreiden. Hierdoor kan bijvoorbeeld een insectenresistentiegen overgedragen worden op niet-gemodificeerde gewassen die in de buurt staan en zich zo verspreiden.

Bron: Wereld Natuur Fonds

Casus 3: Farmagewassen

„Ober... er zit een medicijn in mijn soep.” Met deze grap opende een krantenartikel, toen in maart 2008 in Californië werd toegestaan dat genetisch veranderde rijst mocht worden verbouwd. Rijst die niet bestemd was om op te eten maar om er eiwitten uit te winnen om medicijnen van te maken. Deze manier van biotech bedrijven wordt *molecular farming* of *Pharmaceutical farming* genoemd. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen producten die na de oogst uit de plant gezuiverd moeten worden, en producten die als voedsel direct kunnen worden ingenomen (bijvoorbeeld bananen die een vaccin kunnen produceren).

Bron: Cogem/Trouw



Ebolamedicijn uit tabaksplanten

ZMapp is een experimenteel Ebola-medicijn dat bestaat uit monoklonale antilichamen. Deze antilichamen werden oorspronkelijk uit muizen gewonnen die met Ebola-eiwitten werden ingespoten. Deze antilichamen werden opgezuiverd en aangepast zodat ze beter lijken op menselijke antilichamen. De genetische informatie voor de productie van deze aangepaste antilichamen werd ingebracht in tabaksplanten (met behulp van agro-infiltratie) om zo de gewenste antilichamen te krijgen. Het medicijn ZMapp was geboren. De experimentele behandeling met ZMapp werd getest op achttien apen die besmet werden met Ebola. Alle apen genazen. Later zijn ook een aantal met Ebola besmette mensen genezen met dit experimentele medicijn. Het medicijn blijft experimenteel omdat het nog niet op grote schaal is getest en de werkzaamheid ook nog niet voor honderd procent is vastgesteld.

Bron: VIB/NIH

MODULE

04

SNIJBLOEMEN
BUSINESS

**PLANT
KRACHT**

zaden en planten voor de toekomst





Inleiding

Bij een feest of juist een trieste gelegenheid; een bosje bloemen kan nooit kwaad. Nederland staat bekend om de ontwikkeling, productie en handel van bloemen zoals tulpen, rozen, chrysanten en gerbera's. En met onze bloemen wordt heel veel geld verdiend. Het is dan ook echt een miljarden-industrie, vergelijkbaar met andere topindustrieën zoals de groentezaadveredeling of de creatieve industrie met onze Dutch designers en dj's.

In deze module staat de gerbera centraal. Een kleurrijke bloem die je in bijna elk boeket tegenkomt.

Leerdoelen

Na dit module kun je antwoord geven op de volgende vragen:

- 1 Welke biologische kennis heb je nodig om zoveel mogelijk bloemen van goede kwaliteit te produceren?
- 2 Hoe worden nieuwe variëteiten (rassen) verkregen?
- 3 Hoe worden bloemplanten veredeld?
- 4 Hoe worden bloemen vermenigvuldigd?
- 5 Zijn bloemen een mondiale business en een aanjager van de Nederlandse economie?
- 6 Welke soorten beroepen zijn er in de sierteelt?

Keten van bloemberoepen



Voordat je een bos bloemen kunt kopen gaat er heel wat aan vooraf. De **veredelaar** zorgt ervoor dat er nieuwe variëteiten met steeds weer nieuwe kleuren en vormen op de markt komen. De **vermeerderaar** zorgt ervoor dat er een heleboel plantjes met dezelfde eigenschappen komen en die vermeerderaar levert zijn planten dan weer aan de **teler** die er uiteindelijk bloemen uit teelt. De teler levert de bloemen aan de **veiling** en daar koopt de **bloemist** de bloemen in. En dan kan jij eindelijk je mooie bos bloemen kopen.



De bloemist

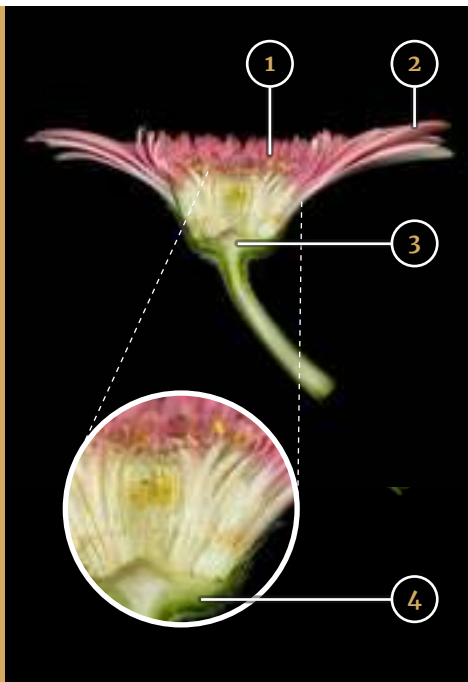
Als je een bos bloemen wilt kopen, ga je naar een bloemist bij jou in de buurt. Daar staan bloemen en planten genoeg! Jij wilt voor je oma natuurlijk een mooie bos die lang kan blijven staan. Om jou als klant te houden, wil de bloemist dat dan natuurlijk ook in de winkel hebben. Hier komt heel wat bij kijken!

Practicum

In opdracht van een bloemist ga je de houdbaarheid testen bij twee variëteiten gerbera's. Gebruik hiervoor onderstaand stappenplan:

- 1 Bloemen worden vaak met zakjes “bloemenvoeding” verkocht. Hierin zitten suikers en chloor. Beschrijf wat chloor en suikers doen met de bloem.
- 2 Ga de hypothesen die je bij stap 1 hebt opgeschreven onderzoeken. Geef een beschrijving van je experiment. Geef ook aan hoeveel bloemen je nodig hebt en hoe lang het experiment duurt.





De teler

De teler zorgt dat de bloemen verzorgd worden van klein kiemplantje tot het moment dat er geoogst moet worden. Hij of zij moet dus veel kennis bezitten over de groei en ontwikkeling van planten maar natuurlijk ook van de anatomie van de plant. De gerbera zou geen geheimen voor de teler meer moeten hebben.

37 Opdracht

Hiernaast staat een doorsnede van de gerberabloem. Wat weet jij nog van de anatomie van de bloem? Benoem de onderdelen van de gerbera.

Figuur 4-1: Bouw van een plant

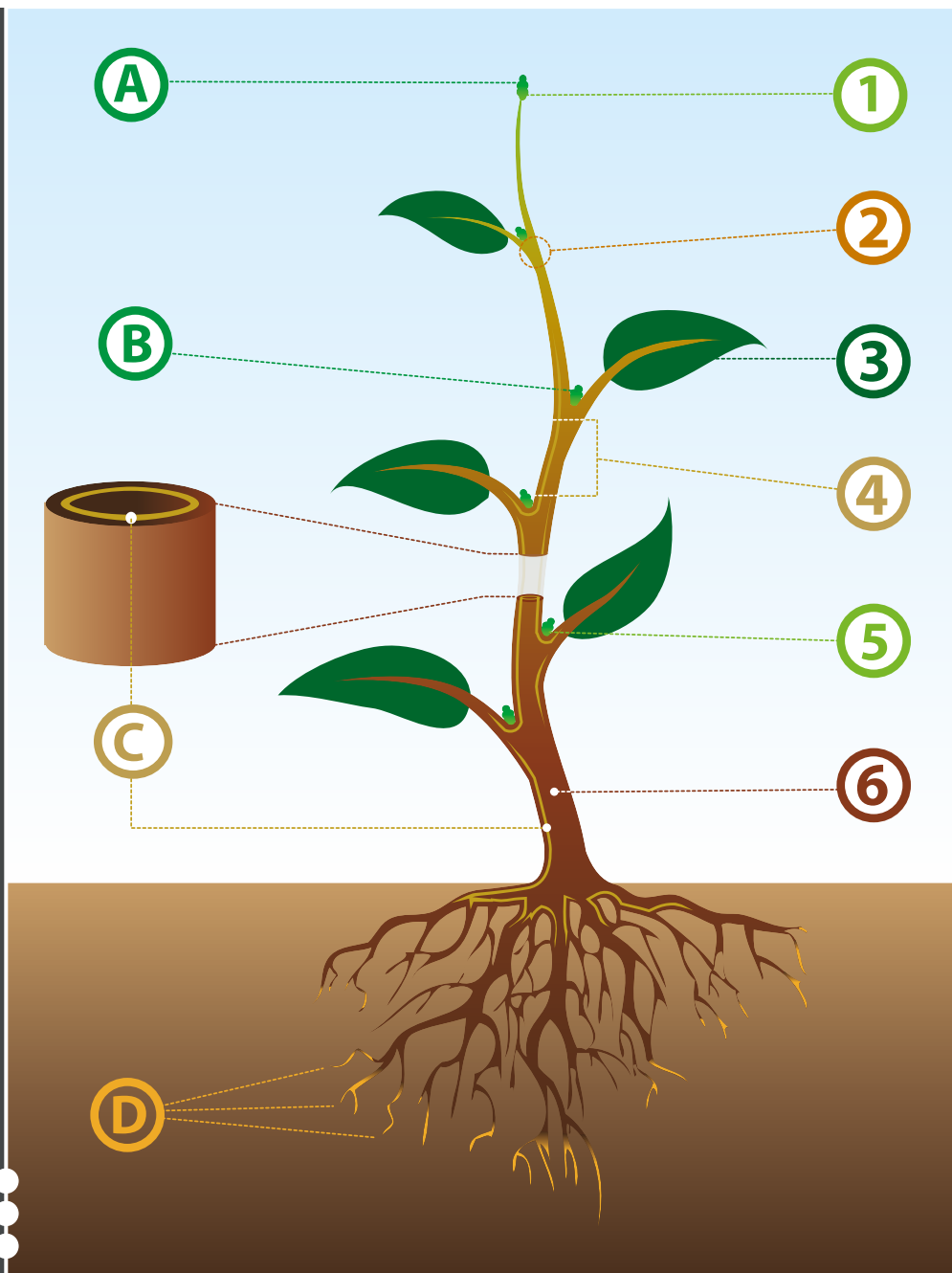
In deze schematische afbeelding van een plant zie je de volgende onderdelen:

1. eindknop
2. knoop
3. blad
4. internodium
5. okselknop
6. stengel

A, B, C en D zijn de meristemen van de plant.

Meristeem is te vergelijken met embryonaal weefsel dat nog niet gedifferentieerd is, hier vindt de groei plaats.

De meristemen in toppen van de stengels (A) en wortels (D) zorgen voor lengtegroei, terwijl het meristeem in de stengel (C), het zogeheten cambium, diktegroei geeft. In de okselknoppen (B) zitten ook meristemen waaruit zijtakken of bloemen kunnen groeien.



38 Opdracht

Bekijk Figuur 4-1 op pagina 40. Uit welke onderdelen kan een bloem groeien?

39 Opdracht

Kijk nog eens naar de conceptmap die je maakte in module 1 over de komkommerplant. Schrijf hieronder 3 abiotische en 2 biotische factoren op die de plantengroei beïnvloeden.

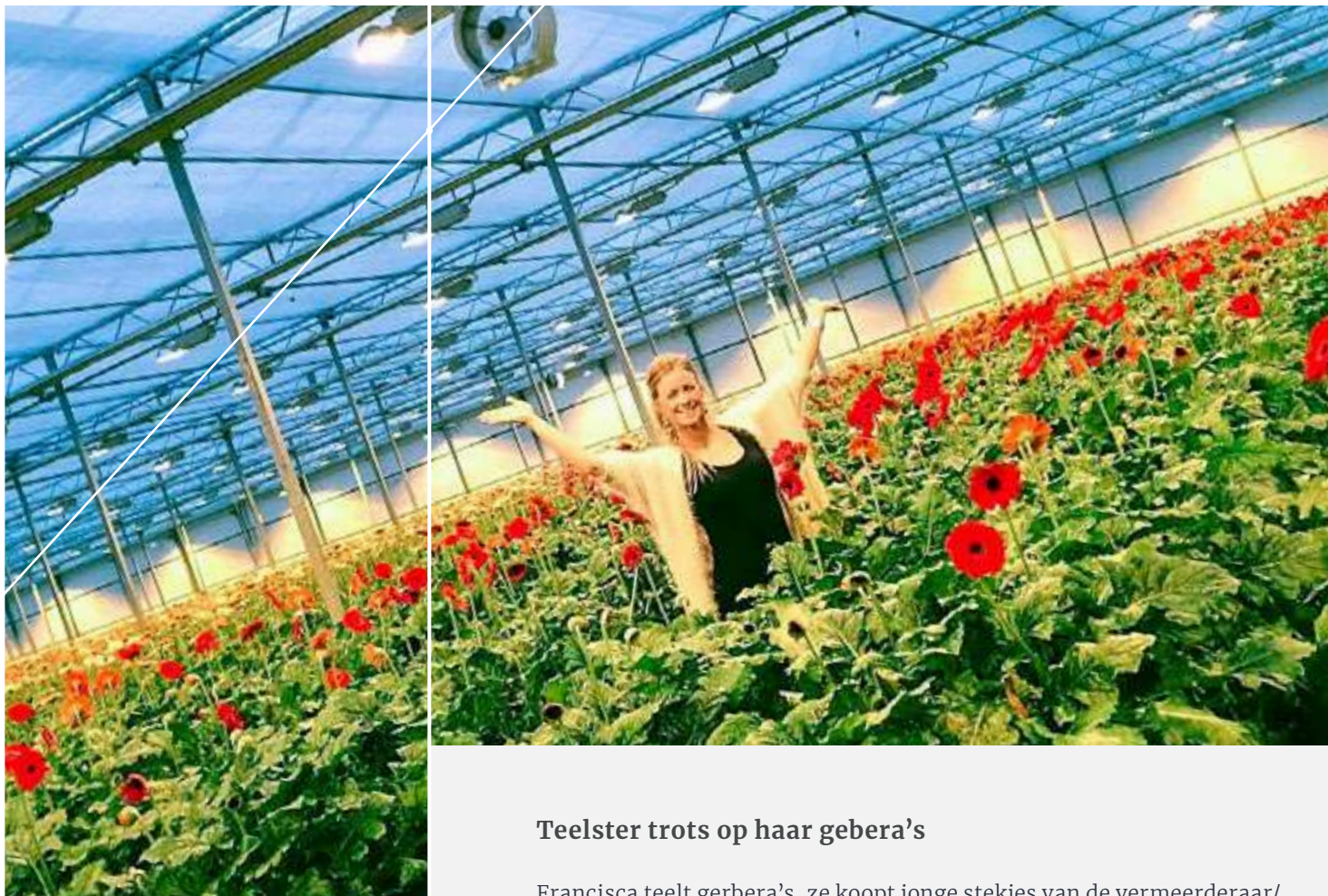
voorbeeld	Abiotische factoren	
	1.	
	2.	
	3.	
	Biotische factoren	
	1.	
2.		

40 Opdracht

Gerbera's hebben lange stelen. Om ze in de vaas te kunnen zetten moeten de stelen mooi lang zijn en goed stevig. Dat betekent dat er een goede verhouding moet zijn tussen groei in de top en in de rest van de plant. Wanneer krijg je langere stelen denk je, bij veel licht of bij weinig licht? En hoe zit het met de stevigheid. Wanneer krijg je de stevigste stelen, bij veel of bij weinig licht? Leg je antwoord uit.



Nog geen tien jaar geleden werden gerbera's met een ijzerdraadje eromheen verkocht omdat de stelen niet sterk genoeg waren. Dankzij veredeling is het ijzerdraadje niet meer nodig.



Teelster Francisca toont trots haar gerbera's.

Teelster trots op haar gebera's

Francisca teelt gerbera's, ze koopt jonge stekjes van de vermeerderaar/veredelaar en kan vanuit deze babyplanten bloemen telen. Francisca kan zo'n drie jaar met een plant doen. En ze haalt van een volwassen gerberaplant zo'n 100 bloemen per plant per jaar.

41 Opdracht

Francisca wil zoveel mogelijk bloemen van de plant af kunnen halen. En ook het hele jaar door gerbera's kunnen telen. Welke methoden gebruikt ze hiervoor? Wat kunnen telers doen met de onderstaande factoren? Schrijf op wat er gebeurt met de plantengroei zodra Francisca de factor vergroot/verkleint in de winter en zomer.

voorbeeld		Zomer		Winter	
	Methode	Vul in: meer/minder	Beschrijf wat er gebeurt met de groei	Vul in: meer/minder	Beschrijf wat er gebeurt met de groei
	Extra CO ₂ in de lucht stoppen				
	Lichtintensiteit				
	Verduisteren				
	Bemesting				
	Watergift				
	Verwarmen van de kas				

42 Opdracht

Geef Francisca advies over hoe de ideale omstandigheden in de kas eruit zouden moeten zien.

Groeien of bloeien

De meeste meerjarige bloemplanten investeren in het voorjaar, aan het begin van het groeiseizoen, in hun groei. En pas aan het einde van het groeiseizoen, in het najaar, maken de planten bloemen en investeren ze in de nakomelingen van de plant. Een gerbera is een kwantitatieve korte dagplant. Dat betekent dat bij geleidelijke overgang van langere naar kortere dagen de plant de groei stopt en gaat bloeien. Omdat telers het hele jaar door bloemen willen plukken van hun plant, beïnvloeden ze de daglengte gedurende de verschillende seizoenen. Als een gerberagewas jong aangeplant is in het voorjaar en de daglengte is langer dan 12 uur, gaan de telers verduisteren. Door korte dagomstandigheden te creëren gaat de gerberaplant eerder bloeien en kunnen ze eerder bloemen verkopen en zo neemt in de meeste gevallen de totale jaarproductie van de bloemen ook toe. Waar telers voor uit moeten kijken is dat ze niet te snel overschakelen op de bloei want dan kunnen ze later (bijvoorbeeld in de winter) problemen krijgen omdat de planten niet sterk genoeg zijn om weer nieuwe bloemen aan te maken.



“Sinds kort verduister ik de kas in het voorjaar en de zomer, om een daglengte te creëren van maximaal 11,5 uur”, zegt gerberateelster Francisca. “Bij die daglengte heb je de mooiste balans tussen knopaanleg en uitgroei tot een volwaardige bloem met voldoende lengte.”

Francisca heeft een onderzoeksrapport gelezen met de resultaten waarbij vier gerberarassen (Luna, Grizzly, Timo en Husky) zijn blootgesteld aan drie verschillende daglichtregimes (11,5, 16 en 20 uur) en twee verschillende lichtintensiteiten (5.750 lux en 10.000 lux).

Deze resultaten zijn opgenomen in Tabel 4-1 op pagina 44.

Tabel 4-1: Productie in aantal bloemen per vierkante meter per jaar

Daglengthe (uur)	Lichtniveau (lux)	Luna	Grizzly	Timo	Husky
11,5	5.750	625	550	671	630
11,5	10.000	666	693	744	690
16	5.750	595	511	590	606
16	10.000	606	573	664	672
20	5.750	547	542	561	625
20	10.000	591	577	652	688

43 Opdracht

Bekijk de tabel. Bij welke lichtintensiteit kun je de meeste bloemen per vierkante meter per jaar telen?

44 Opdracht

Teelster Francisca wil twee variëteiten telen, namelijk Grizzly en Husky. Check met de tabel of ze er goed aan doet om een daglichtregime van 11,5 uur te pakken.

45 Opdracht

Francisca haalt ongeveer 100 bloemen per jaar van een gerberaplant af. Ze heeft twee kassen met een oppervlakte van 160 m². Op een vierkante meter passen zo'n 6-8 planten. Reken uit hoeveel bloemen Francisca naar verwachting per jaar kan verkopen.

46 Opdracht

Het telen op 10.000 lux kost veel meer energie dan telen op 5.750 lux. Ga voor het gemak uit van 50% meer energieverbruik. Francisca heeft bij 5.750 lux een jaarrekening van 3.000 euro. Ze verkoopt de gerbera's voor 10 cent per stuk aan de veiling. Bereken of het de moeite loont voor Francisca om op 10.000 lux te gaan telen.

Biotische factoren

Naast de abiotische factoren waar Fransisca zelf veel invloed op kan uitoefenen, komen er ook biotische factoren kijken bij het telen van bloemen.

47 Opdracht

Fransisca inspecteert de planten en ziet dan dat een aantal planten is aangetast met de schimmel *Botrytis*. Zoek door middel van desk research uit wat Fransisca hier tegen kan doen.



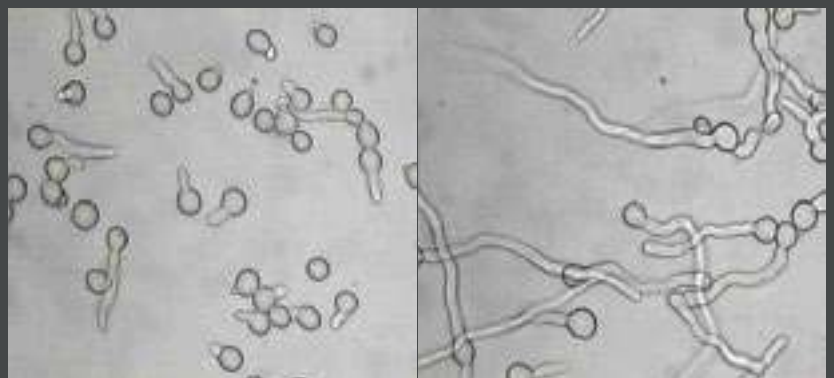
Aangetaste plant/bloem met *Botrytis*.

Botrytis

Botrytis, ook wel grauwe schimmel of *Botrytis*-rot genoemd, is een parasiet die zowel kiemplanten als blad, bloem, stengel en vrucht kan aantasten. Bij een hoge luchtvochtigheid of een nat gewas vindt de aantasting via kleine wondjes of afgevallen bloemen plaats en groeit de schimmel verder op afstervend en dood plantmateriaal. Van hier uit kan het ook levende planten aantasten.

Voor een geslaagde infectie zijn er twee belangrijke randvoorwaarden:

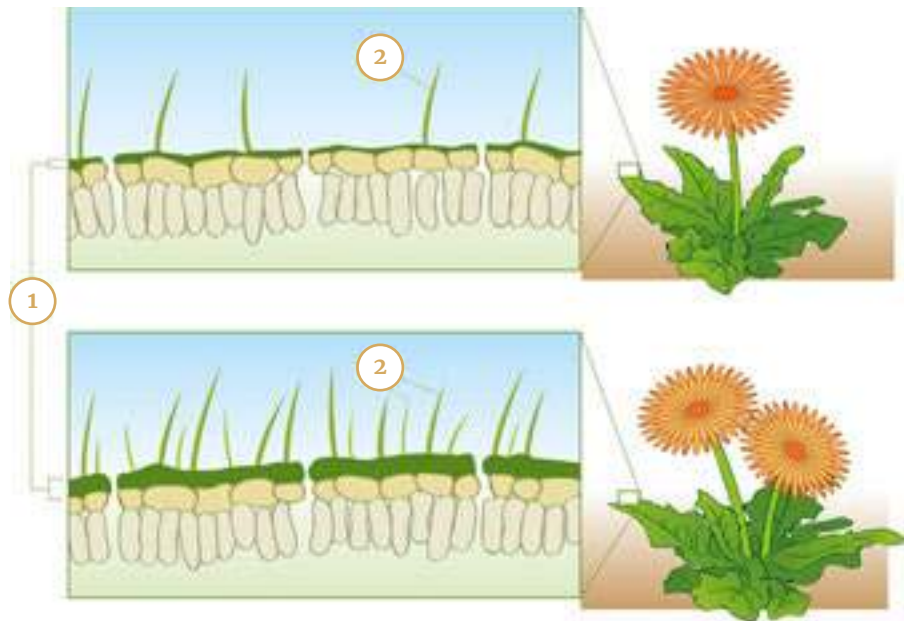
1. De rondzwevende spore dient terecht te komen op een geschikte infectieplaats. Hoe minder sporen in de kas, hoe kleiner de kans op een infectie.
2. De schimmelgroei start alleen als er voldoende vocht en voedingsstoffen op het plantoppervlak aanwezig zijn. Denk aan condens op de plant of plantensap dat via wonden in de plant vrijkomt of een hoge luchtvochtigheid (boven 95%).



Microscopische opname van kiemende *Botrytis*sporen.

Figuur 4-2: Gerbera's met verschillend blad

De onderste plant heeft een dikke cuticula ❶ en veel haren ❷ en de bovenste plant heeft een dunne cuticula met weinig haren.



Om te voorkomen dat haar gerbera's besmet worden met *Botrytis*, wil Francisca gebruik maken van een ras dat beter bestand is tegen deze schimmel. Hierboven zie je een voorbeeld van een verschil tussen twee plantenrassen.

48 Opdracht

Onze huid beschermt ons tegen indringers van buitenaf. Dit is bij planten ook het geval. Welk plantenras moet Francisca kiezen om haar bloemen beter te beschermen tegen *Botrytis*. Leg je antwoord uit.



Vermeerderaar

Waar een kweker zich vooral bezighoudt met de groei en kwaliteit van de planten die er geleverd worden, is er ook iemand die ervoor zorgt dat alle telers genoeg plantenmateriaal krijgen om mee te beginnen. Hiervoor moet je iets meer weten van de manier waarop planten hun eigen groei regelen. Wist je dat planten net als wij ook hormonen hebben?

Plantenhormonen

Gerbera's zijn bloemplanten en alle planten hebben net als dieren hormonen om processen zoals groei te regelen. Ze kunnen door meer of minder hormonen aan te maken reageren op veranderingen in de omgeving. Hoewel planten geen zenuwstelsel hebben, kunnen ze op die manier toch vrij snel reageren op uitwendige prikkels. Ieder signaal wordt met behulp van hormonen doorgegeven. Het zijn signaal-moleculen die op specifieke locaties in de plant worden gemaakt, in lage concentraties voorkomen en veranderende processen veroorzaken in doelcellen op andere locaties in de plant.

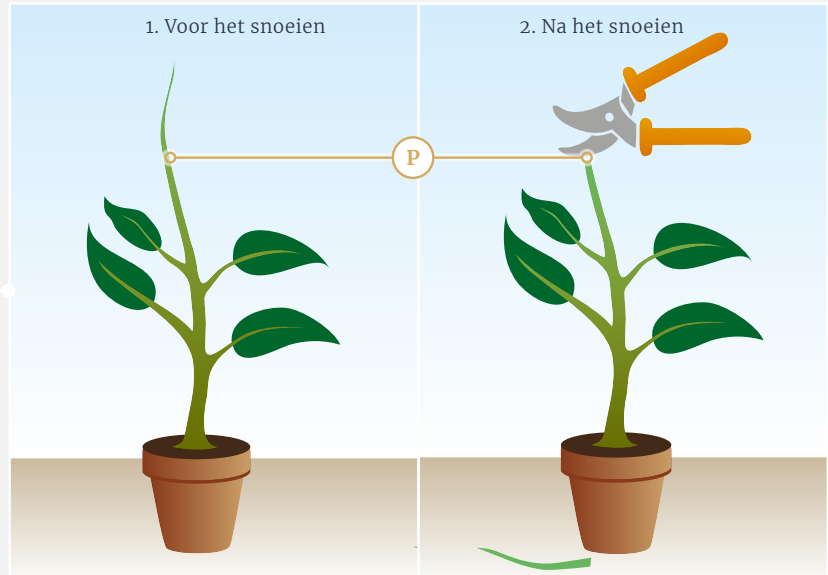
Apicale dominantie

Alle planten, dus ook gerbera's, zijn voor hun groei afhankelijk van licht. Planten strekken zich meestal met de hoofdstengel (topscheut) naar boven doordat deze stengel de groei van de zijtakken vanuit de okselknoppen onderdrukt. Zodra de topscheut afbreekt neemt een andere tak deze rol over. Dat is op de foto hier links ❶ van een eik goed te zien. In het topmeristeem wordt het hormoon auxine geproduceerd, dat ervoor zorgt dat de groei van zijtakken geremd wordt. Deze zogeheten apicale dominantie zorgt ervoor dat een plant naar het licht kan groeien en de plant niet laag en struikachtig wordt met allerlei korte zijtakjes.

49 Opdracht

Tuinders en mensen met groene vingers hebben het vaak over “snoeien is groeien”. Lees de tekst over apicale dominantie op de vorige bladzijde. Teken wat er gebeurt met de groei van de plant in situatie 2 na het snoeien in Figuur 4-3.

Figuur 4-3: Snoeien



50 Opdracht

Geef in Figuur 4-3 aan wat er gebeurt met de concentratie auxine in punt P na het snoeien.

51 Opdracht

Teken hoe de plant verder gaat groeien nadat het topmeristeem is weggesnoeid.

52 Opdracht

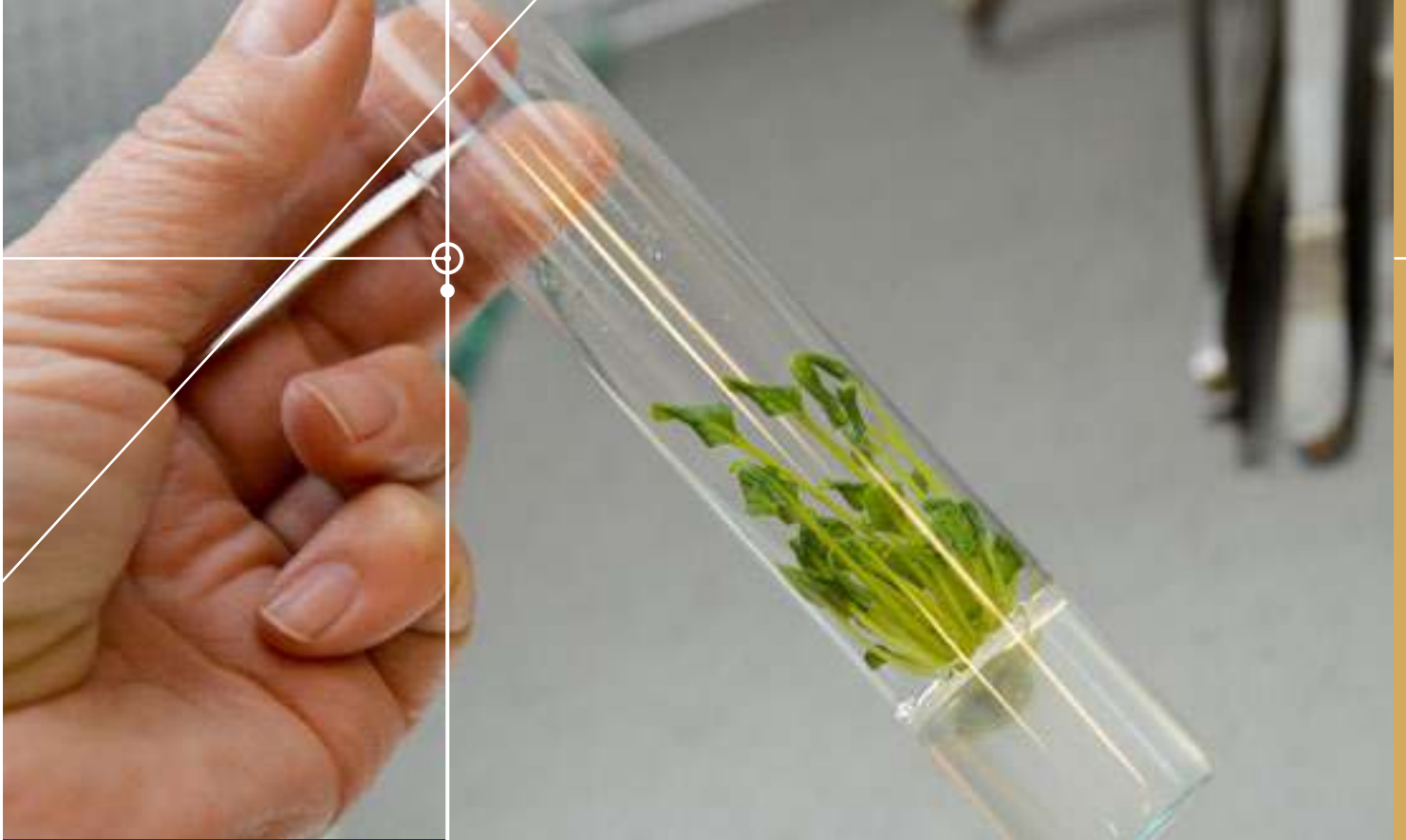
Een vermeerderaar kan van iedere zijtak een nieuw stekje maken. Als een vermeerderaar de plant ongestoord laat groeien kan hij ongeveer drie stekjes van een gerberaplant krijgen. Wat moet de vermeerderaar doen om er wel tien stekjes vanaf te krijgen?

53 Opdracht

Welke methoden kan je bedenken die een vermeerderaar kan gebruiken om zoveel mogelijk nieuwe plantjes te maken van een moederplant?

54 Opdracht

Wat denk je, zal de vermeerderaar ook gebruik maken van vermeerdering van de gewenste plant via zaad? Leg je antwoord uit waarom je denkt van wel/niet.



Plantje met scheuten.

Practicum

Elke plant is ooit begonnen als zaadje. De cellen in dit zaadje bevatten allemaal hetzelfde DNA met daarin de instructie om een nieuwe plant te vormen. Zodra het zaad gaat kiemen vermenigvuldigen de cellen en wordt het DNA gekopieerd. Maar hoe kan het dan dat de ene cel een blad wordt en de andere een wortel? Dit kan omdat de eerste cellen bestaan uit stamcellen. Het embryonale ontkiemende plantje bestaat voornamelijk uit niet gespecialiseerde stamcellen die nog uit kunnen groeien tot verschillende weefsels. In dit practicum ga je onderzoeken of ook gespecialiseerde cellen nog alles kunnen worden en wat de invloed van plantenhormonen hierop is.



Belangrijke tips vooraf!

Het grootste probleem bij weefselkweek is het groeien van bacteriën in plaats van plantmateriaal op je medium. Een goede ontsmetting van je materialen en schoon werken is dus heel belangrijk!

Via luchtbewegingen kunnen bacteriën en schimmels sneller in je medium terechtkomen. Loop dus alleen als het nodig is, praat zo min mogelijk (echt waar), wapper niet teveel met je handen, doe sieraden af en zorg dat je handen en de materialen van tevoren goed schoon zijn.

Benodigheden

- Plantmateriaal: stuk bloemkool en/of potgerbera
- Bekerglas van 200 of 250 ml
- 3x 200 ml steriel gedistilleerd / demi water
- 200 ml alcohol (80%) voor sterilisatie
- 500 ml alcohol (80%) voor dopen van bestek
- 200 ml chlooroplossing 1%
- 1 druppel afwasmiddel
- Pincet en scalpel
- Bunsenbrander
- 9 cultuurbuizen met medium per plantgewas
- 2 verpakkingen met gesteriliseerd papier (Entkast of downflow als die aanwezig is)
- Handschoenen, labjas en haarnetje
- Huishoudfolie



WERKWIJZE

1. Snijden van plantendelen voor ontsmetting



Let op!

Kies voor je weefselkweek een stuk bloemkool dat niet beschadigd of bruin is en/of een verse potgerbera die goed in het water heeft gestaan en een stevige stengel heeft.

Bloemkool

- Snijd/pluk de bloemkool in kleine roosjes (ongeveer 0,5 x 0,5 cm). Let op dat je bij het snijden de beschermende buitenlaag wel intact laat ❶. Maak ongeveer 20 roosjes, zodat je zeker genoeg hebt.

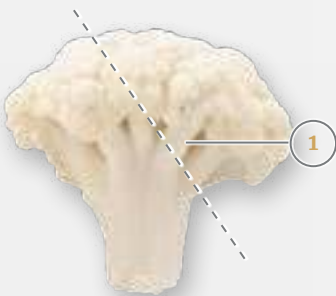
Gerbera

- Kies een bloem van de gerbera die nog niet zo oud is.
- Snijd/pluk alle kroonbladeren eraf.
- Snij met een scalpel de resterende stukken bloem van de bloembodem ❷ af.
- Pulk met je nagel de laatste restjes die nog heen en weer kunnen bewegen weg. Dit gaat als het goed is gemakkelijk, omdat de delen die eraf moeten nog los van elkaar zitten. Laat de laag eronder ❸ zo veel mogelijk onaangetast!
- Snij de bloembodem ook aan de onderkant, de kant van de steel, af tot je een blokje overhoudt.
- Spoel alle achtergebleven haren van de gerbera.



Let op!

Houd ten alle tijden de deksel op of boven je bekersglas. Kijk uit voor je kleren! Draag een labjas en voer de stappen eventueel uit in de zuurkast.



2. Ontsmettingsprocedure

Voer de stappen van de ontsmettingsprocedure apart uit voor je bloemkoolroosjes en voor je stukjes gerbera.

- Plaats de plantendelen in een bekeerglas van 250 ml met deksel (petrischaal).
- Voeg hier 200 ml 80% alcohol aan toe voor de eerste ontsmettingsstap om de vettige waslaag die planten hebben weg te wassen en eventuele luchtbellen weg te nemen. Laat het plantmateriaal 30 seconden staan.
- Giet de alcohol af. Zorg ervoor dat je maar een kleine opening maakt met je petrischaaldeksel! Zo verlies je geen plantmateriaal.
- Voeg nu 200 ml chlooroplossing toe.
- Steriliseer in chloor gedurende 30 minuten. Af en toe rustig rondzwenken.
- Giet de vloeistof weer voorzichtig af.
- Spoel na het steriliseren in chloor je plantendelen met steriel water. Gebruik hiervoor 3x nieuw steriel water en laat 1, 5 en 10 minuten staan voor je het afgiet.



Let op!

Het materiaal is nu steriel. Zorg dat het ook steriel blijft! Voer vanaf hier alle handelingen uit tussen gesteriliseerd papier.

Oefen de onderstaande stappen eerst “droog” met gewoon papier, zodat de kans op slagen vergroot wordt als je met het echte materiaal werkt.

3. Enten van weefselstukjes

- Maak het werkvlak schoon met 80% alcohol. **Houd de alcohol uit de buurt van open vuur!**
- Vouw het gesteriliseerde papier terwijl het nog in plastic zit in de lengte dubbel zodat het, als je het weer terug vouwt, een beetje omhoog staat, je kunt dan makkelijker je pincet eronder steken. Zorg dat de meest glimmende kant naar beneden ligt.
- Haal het papier uit de verpakking en leg het op een schone tafel.
- Steriliseer je pincet en scalpel door ze in alcohol te dopen, **even te laten uitdruppelen** en vervolgens af te branden in de vlam. Laat scalpel en pincet even afkoelen voordat je het tussen het papier legt, anders vliegt het papier in de fik!
- Pak met de geflambeerde en weer afgekoelde pincet een plantendeeltje. Houd dit meteen tussen het andere gesteriliseerd papier! En doe de deksel weer op het bekeerglas.

BLOEMKOOL

- Snijd met een geflambeerde scalpel een stukje van de steel af. Er ontstaat zo een vers wondvlak aan de onderkant.

GERBERA

- Snijd de gerbera bloembodem in vier stukken. Er ontstaat zo een vers wondvlak in het midden.

- Pak de buis met medium en houd hem horizontaal zodat de opening niet naar boven wijst. Ent één stukje plantmateriaal op het medium in het buisje door met het verse wondvlak voorzichtig in het medium te drukken.
- Steriliseer je pincet en scalpel en leg ze weer (als ze ‘uitgebrand’ zijn) tussen de eerste stapel gesteriliseerd papier. Haal van de andere stapel de bovenste paar blaadjes, die al gebruikt zijn, af. Herhaal bovenstaande stappen tot alle buisjes gevuld zijn.
- Maak de buisjes ten slotte goed dicht door vershoudfolie rond de rand van het afdekdopje te draaien.

4. Culturomstandigheden

Zet de buisjes weg bij een constante temperatuur van 21 °C, 12 uur belichting en zonder luchtstroom.

55 Opdracht

Houd de ontwikkeling van het plantmateriaal gedurende 2-6 weken bij met foto's en beschrijvingen.

Beantwoord de volgende vragen:

1. Kijk naar de bloemkoolproef. Welke verschillen zie je tussen de buisjes?
2. Kijk eventueel ook naar de gerberaproef. Zie je hier ook verschillen?
3. Het is mogelijk dat, in met name de gerberaproef, vooral schimmel en/of bacteriën te zien zijn. Hoe kan dat komen?
4. In het medium zitten groeihormonen, maar wat moet er nog meer in zitten?
5. Op YouTube staan veel time-lapse filmpjes. Die laten versneld zien wat er gebeurt. Zoek op de termen 'time lapse' & 'tissue culture'. Komen jouw resultaten in grote lijnen overeen met wat je op YouTube kan vinden?

As het gelukt is om bij zowel de gerbera als bij de bloemkool wortels en scheuten te laten groeien, zul je zien dat er verschil zit in de uiteindelijke resultaten. Elke plant heeft zijn eigen gevoeligheid voor samenstelling van het groeimedium en de hormonen. Als je hier een experiment mee wilt doen voor je eigen plant, kun je contact opnemen met PlantKracht. We zullen dan samen met jou de proefopzet bepalen en de nodige materialen toesturen.



De Veredelaar

Veredelaars staan aan de basis van alle eigenschappen die bloemen hebben. Net als in de fashion industrie komen er jaarlijks nieuwe variëteiten op de markt die er net weer anders uit zien. Wat iemand een mooie bos bloemen vindt, verschilt over de hele wereld. Zo zijn Nederlanders dol op minigerbera's die vaak in gemengde boeketten zitten en vinden Zuid-Amerikanen bossen met alleen grote gerbera's mooi. Nederlandse veredelaars zorgen dus voor veel verschillende variëteiten, ook wel rassen genoemd. Hoe doen ze dat?

Klassieke veredeling met populaties

In de sierteelt vindt de veredeling nog vaak op de klassieke manier plaats. Dat betekent dat er kruisingen gemaakt worden met ouderlijnen en dat dan de populatie nakomelingen geselecteerd wordt op de gewenste eigenschappen.

Veredelaar Martin checkt de kwaliteit van de rode gerberavariëteit.



56 Opdracht

Je hebt een gerberaveredelingsbedrijf en je wilt een nieuwe variëteit ontwikkelen. Daarvoor ga je kruisingen maken met verschillende gekleurde ouderplanten. Je weet namelijk niet hoe de kleuren overerven. Om er achter te komen welke erfelijke eigenschappen dominant, recessief of codominant zijn, heb je 20 kruisingen uitgevoerd, de zaden vermeerderd en opgekweekt tot proefveldjes met 12 bloemen per veldje.

Je moet nu gaan uitzoeken:

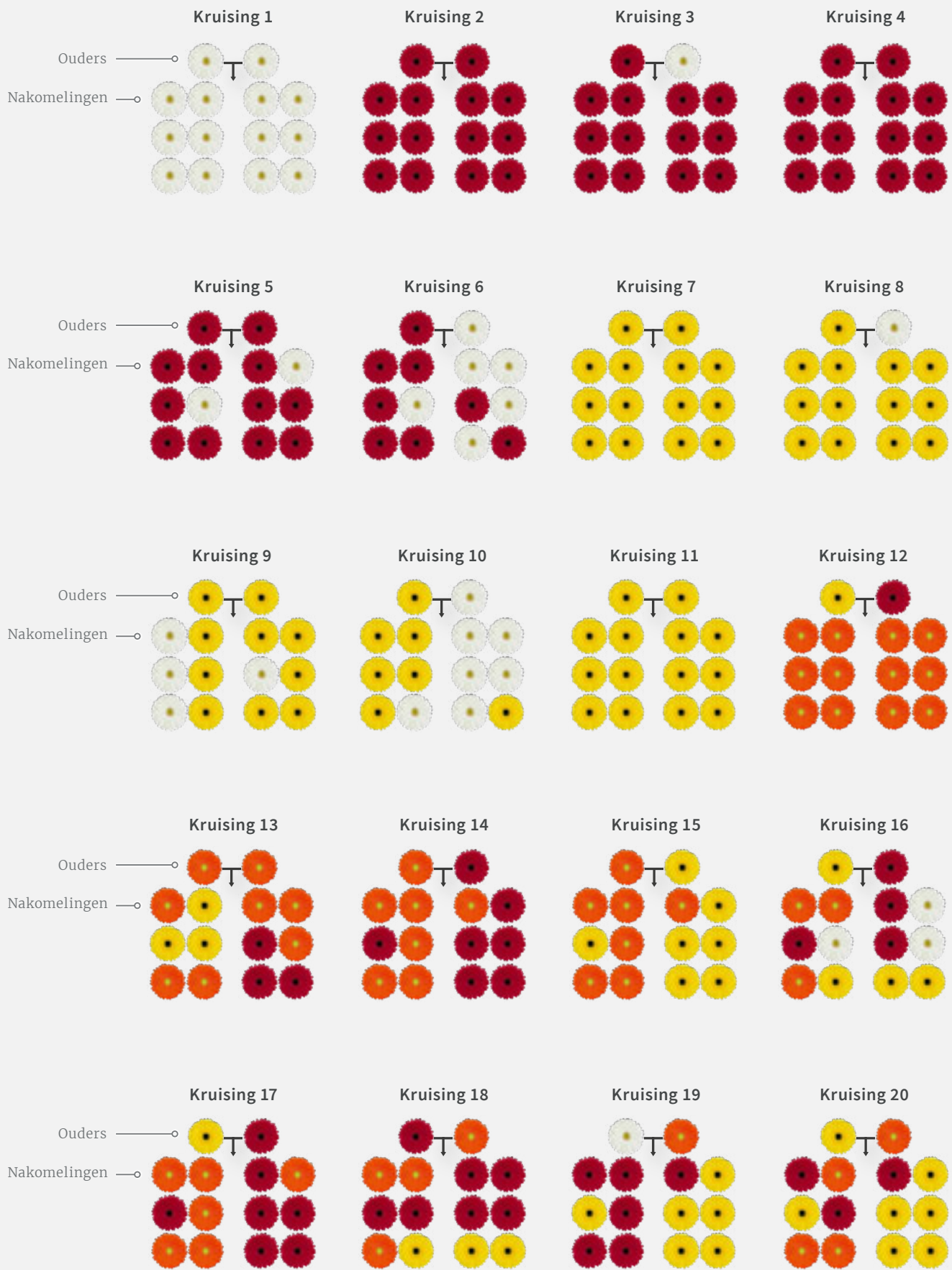
1. Hoe de erfelijke eigenschappen voor de verschillende bloemkleuren overerven (dominant, recessief, codominant) en welke combinatie van erfelijke eigenschappen welk uiterlijk geeft.
2. Welke planten je moet gaan kruisen zodat je nakomelingen krijgt met dezelfde bloemkleur (alleen oranje, alleen witte, alleen gele of alleen rode bloemen).

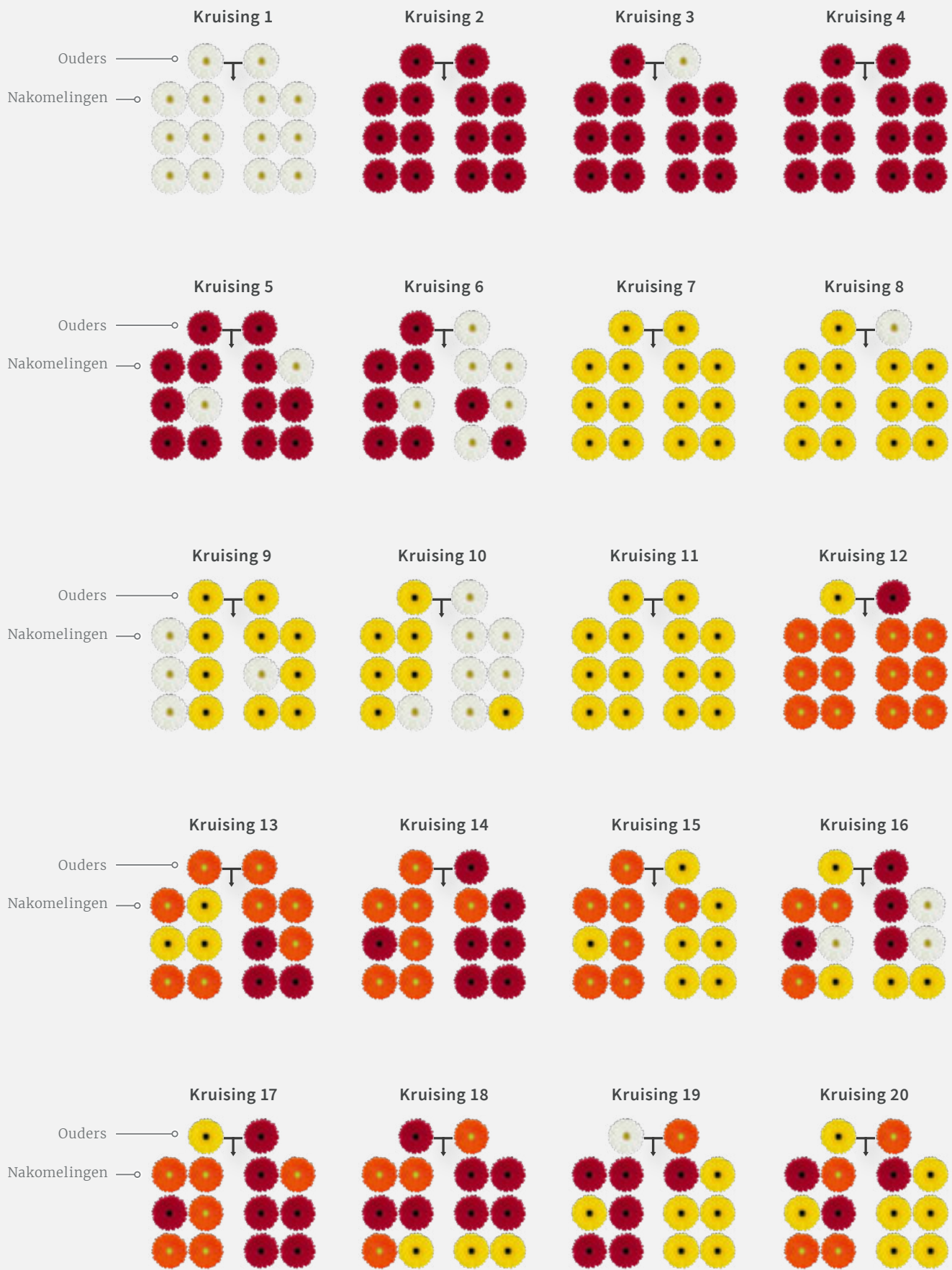
Uitvoering

1. Bekijk de verschillende proefveldjes met bloemen op de volgende pagina.
2. Kijk of je wonderlijke resultaten ziet die je op het eerste gezicht niet zou verwachten. Je moet vooral verklaringen vinden voor de kruisingen waar ouders er hetzelfde uitzien, maar de nakomelingen die ze krijgen verschillend zijn. Probeer ook verklaringen te vinden voor de verhouding tussen de verschillende kleuren van de nakomelingen.
3. Stel vragen wanneer je niet snapt wat je ziet en maak daarna een plan om het probleem op te lossen: hoe erft een bloemkleur over?

Tips

Begin systematisch bij de eerste kruising en probeer uit te vinden wat de erfelijke eigenschappen (genotype) van de ouders en de nakomelingen zijn. Probeer daaruit af te leiden welke kleur dominant, recessief of codominant is. Let vooral op de kruisingen waar de ouders hetzelfde zijn maar de nakomelingen verschillend. Kijk ook wat de verhoudingen zijn tussen de aantallen van de verschillende fenotypen van de nakomelingen.





	Ouders fenotype	Ouders genotype	Nakomelingen fenotype	Nakomelingen percentage genotype
1	Wit x Wit		100% Wit	
2	Rood x Rood		100% Rood	
3	Rood x Wit		100% Rood	
4	Rood x Rood		100% Rood	
5	Rood x Rood		75% Rood 25% Wit	
6	Rood x Wit		50% Rood 50% Wit	
7	Geel x Geel		100% Geel	
8	Geel x Wit		100% Geel	
9	Geel x Geel		75% Geel 25% Wit	
10	Geel x Wit		50% Geel 50% Wit	
11	Geel x Geel		100% Geel	
12	Geel x Rood		100% Oranje	
13	Oranje x Oranje		25% Rood 25% Geel 50% Oranje	
14	Oranje x Rood		50% Rood 50% Oranje	
15	Oranje x Geel		50% Geel 50% Oranje	
16	Geel x Rood		25% Rood 25% Geel 25% Wit 25% Oranje	
17	Geel x Rood		50% Oranje 50% Geel	
18	Rood x Oranje		50% Rood 25% Oranje 25% Geel	
19	Wit x Oranje		50% Rood 50% Geel	
20	Geel x Oranje		25% Rood 50% Geel 25% Oranje	

voorbeeld

1. Bekijk kruising 1 tot en met 6. Wat is je conclusie over de manier van overerven van de erfelijke eigenschappen voor rode en witte bloemen?

Vul de mogelijke genotypen van de ouders in van de bekeken kruisingen. Vul daarna de mogelijke genotypen in van de nakomelingen en de percentages waarin die genotypen waarschijnlijk voorkomen.

Vergelijk je antwoorden met een klasgenoot en bespreek de eventuele verschillen.

2. Bekijk kruising 7 tot en met 11. Wat is je conclusie over de manier van overerven van de erfelijke eigenschappen voor gele en witte bloemen?

Vul de mogelijke genotypen van de ouders in van de bekeken kruisingen. Vul daarna de mogelijke genotypen in van de nakomelingen en de percentages waarin die genotypen waarschijnlijk voorkomen.

Vergelijk je antwoorden met een klasgenoot en bespreek de eventuele verschillen.

3. Bekijk kruising 12 tot en met 15. Wat is je conclusie over de manier van overerven van de erfelijke eigenschappen voor gele, oranje en rode bloemen?

Vul de mogelijke genotypen van de ouders in van de bekeken kruisingen. Vul daarna de mogelijke genotypen in van de nakomelingen en de percentages waarin die genotypen waarschijnlijk voorkomen.

Vergelijk je antwoorden met een klasgenoot en bespreek de eventuele verschillen.

4. Bekijk kruising 16 tot en met 20. Wat is je conclusie over de manier van overerven van de erfelijke eigenschappen voor rode, oranje, gele en witte bloemen?

Bekijk ook je vorige antwoorden nogmaals.

Moderne veredeling – moleculaire merkers

Gerbera's zijn net als veel andere planten vatbaar voor de schimmel *Botrytis*. Deze schimmel zorgt voor miljoenen euro's schade. Daarom zijn telers en veredelaars er op gebrand deze schimmel te voorkomen. Het is mogelijk om te selecteren op resistentere gewassen. Dit kan door in de kas planten te selecteren die minder snel ziek worden, maar ook met behulp van zogenoemde moleculaire merkers. Deze moleculaire merkers herkennen genen die betrokken zijn bij een resistentie tegen bijvoorbeeld *Botrytis* en zorgen ervoor dat je snel kunt selecteren op vatbare of resistente planten.

57 Opdracht

Bekijk nog eens de opdracht over tomaatveredeling en welke moderne veredelingsmethoden er zijn.

Verplaats je in de veredelaar. Op welke wijze zou jij *Botrytis* aan willen pakken? Lees hiervoor de tekst over *Botrytis* op pagina 45.

Levende genenbank

Het gereedschap van de veredelaar is de variatie van het oudermateriaal oftewel de genetische variatie van de ouderplanten. Om zoveel mogelijk verschillende genen te kunnen combineren bewaart de veredelaar de bloemen in een levende bibliotheek met een heleboel verschillende ouderplanten met allemaal verschillende eigenschappen. Daarnaast heeft de veredelaar ook nog wilde planten die nauwelijks veredeld zijn. Dat is zeg maar de oerplant uit het wild die zijn herkomst heeft in Zuid-Afrika. Deze planten hebben hele andere eigenschappen.

Hieronder een wild type gerbera en een veredelde gerbera.



58 Opdracht

Bekijk de twee verschillende gerbera's op de foto's op de vorige pagina. Welke plant is het wildtype denk je? Leg uit waarom. Waarom is het voor een veredelaar gunstig om wildtype variëteiten in de levende bibliotheek te houden?

59 Opdracht

In welke plant verwacht je de meeste verschillende genen te vinden, in de wildtype plant of in de veredelde plant? Leg je antwoord uit.

60 Opdracht

Potgerbera's worden uit zaad opgekweekt. Wat is het grote verschil tussen de planten en bloemen van potgerbera's en snijgerbera's?

Bloemenlogistiek, een mondiale business

Sierteelt is een mondiale business. Zo kun je in Nederland rozen uit Kenia krijgen, gerbera's uit Nederland en anjers die in Argentinië gekweekt zijn. In Nederland zitten de veredelaars die de nieuwe rassen bedenken en ontwikkelen. Sommige bloemen worden geteeld in het buitenland en daarvan worden de zaden en stekken weer in Nederland verkocht.

Vijf stappen van veredelen tot nieuwe gerberabloem

- 1 In Nederland worden de nieuwe gerberarassen gecreëerd en getest.
- 2 Kleine hoeveelheden van deze geteste rassen gaan vaak naar andere landen waar zij vermeerderd worden, zodat er voldoende materiaal is om de nieuwe bloem te gaan produceren. Dit materiaal wordt uitgangsmateriaal genoemd en het produceren ervan gebeurt op verschillende plaatsen wereldwijd.
- 3 Het vermeerderd uitgangsmateriaal gaat terug naar Nederland (voor onder andere kwaliteitscontrole) of wordt direct naar andere landen getransporteerd (logistiek dichterbij en efficiënter).
- 4 Zodra de kwaliteit goed is, wordt het uitgangsmateriaal van de gerbera verkocht aan de teler die het product teelt tot eindproduct. Dit gebeurt wereldwijd.
- 5 Het eindproduct, de nieuwe gerberabloemen, wordt rechtstreeks vanuit Nederland of vanuit de andere teeltlanden verkocht over de hele wereld.

61 Opdracht

Teken de route die gerbera's afleggen, van stek naar bloem en weer terug, met pijlen in onderstaande kaart. Nummer de pijlen corresponderend aan de nummers in de vijf productiestadia van veredelen tot nieuwe gerberabloem.



62 Opdracht

Zoals je, na het intekenen van de pijlen, op de wereldkaart kunt zien duurt het nog wel even voordat de bloemen bij de bloemist zijn. Welke maatregelen denk je dat er genomen worden om de bloemen vers te houden? Leg ook uit wat die maatregel met de fysiologie van de bloem doet. Denk hierbij op celniveau en wat er met enzymen in de cel gebeurt.

MODULE

05

MODERNE
LANDBOUW

**PLANT
KRACHT**

zaden en planten voor de toekomst





Inleiding

In 2050 leven er naar schatting 9 miljard mensen op aarde die allemaal willen eten. Dat levert uitdagingen op als het gaat om duurzame voedselproductie. Bovendien krijgen we in de toekomst steeds meer te maken met de gevolgen van klimaatverandering. Hoe zorgen we voor voldoende eten zonder water te verspillen, zonder de bodem uit te putten of zonder dat het ten koste gaat van waardevolle natuurgebieden?

Door slim planten te veredelen is het mogelijk om gewassen te verbeteren, zodat zij beter tegen droogte of tegen zoutere bodems kunnen. Op deze manier kan er landbouw plaatsvinden op plekken waar anders geen gewassen kunnen worden verbouwd.

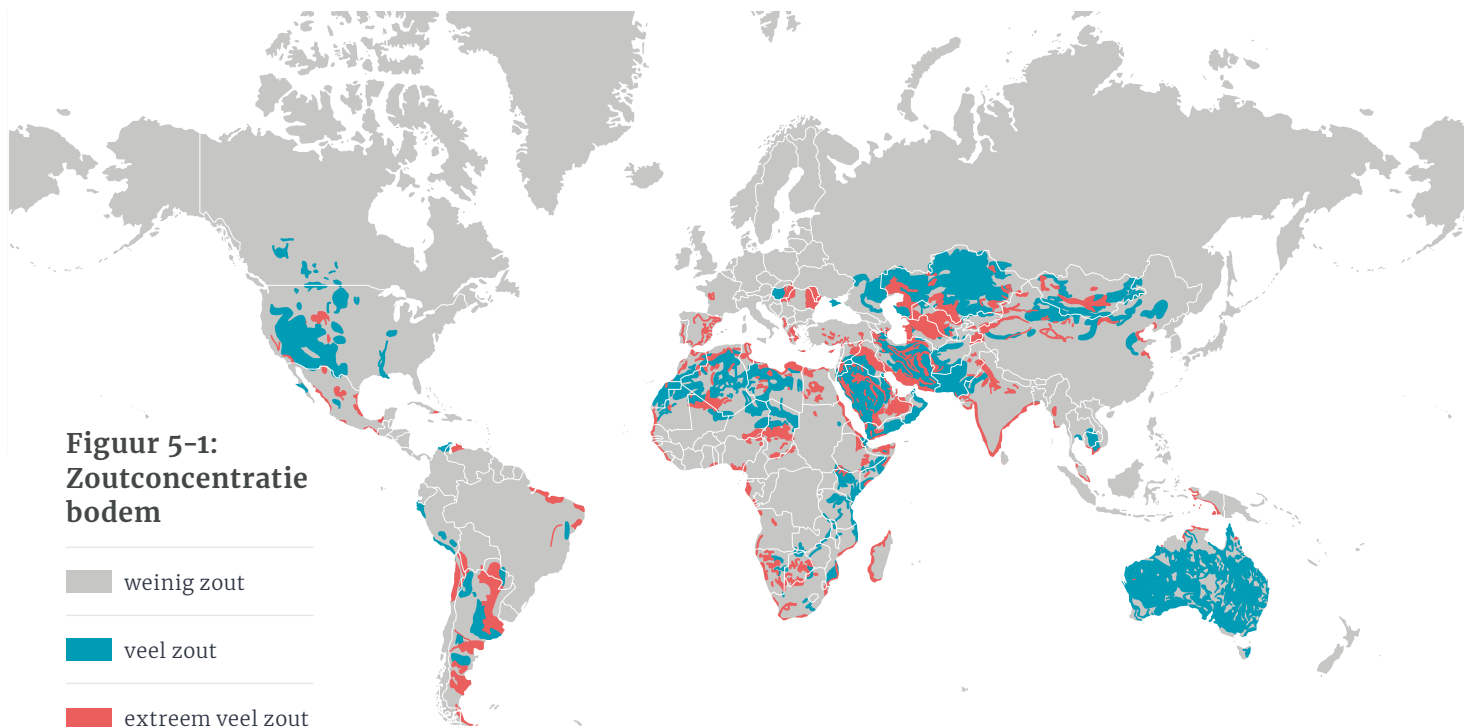
Nederland loopt voorop als het gaat om innovatieve plantenrassen die geteeld kunnen worden onder, voor de plant, zware omstandigheden. In dit hoofdstuk kom je erachter hoe moderne plantenveredeling een steentje bij kan dragen aan onder andere het verkleinen van het wereldvoedselvraagstuk.

De landbouw kent echter meer uitdagingen dan alleen het ontwikkelen van voldoende, gezond en duurzaam voedsel. Hoe zorg je bijvoorbeeld voor een grasmat die sterk genoeg is om een heel voetbalseizoen van noppen en slidings te overleven? En heeft de landbouw een oplossing voor coeliakie, wat in de volksmond glutenallergie heet? Dat en meer, ga je in dit hoofdstuk uitzoeken.

Leerdoelen

Na dit hoofdstuk kun je antwoord geven op de volgende vragen:

- 1 Hoe belangrijk is de landbouw voor ons dagelijks leven?
- 2 Kan veredeling van landbouwgewassen bijdragen aan de voedselzekerheid nu en in de toekomst?
- 3 Met welke methoden worden nieuwe eigenschappen ingebouwd in planten om de opbrengst van de gewassen te vergroten?
- 4 Wat is het verschil tussen allergie en glutenintolerantie?
- 5 Wat is wisselbouw en welke biologische gewasbeschermingsmethode kun je gebruiken tegen aaltjes?
- 6 Wat is het verschil tussen kwekersrecht en octrooirecht en welke impact heeft het octrooieren op de veredeling en teelt van nieuwe gewassen?



Nieuwe gewassen

Om in 2050 de naar schatting 9 miljard mensen van voedsel te kunnen voorzien, wordt hard gezocht naar steeds betere en gezondere voedingsgewassen die meer produceren per hectare of beter bestand zijn tegen plantenziektes en -plagen zodat de oogsten niet verloren gaan. Een andere mogelijkheid is het benutten van stukken grond die tot nu toe nog niets opleveren. Veel gebieden op aarde zijn te zout om gewassen op te verbouwen. Soms zijn dit gebieden die aan de kust grenzen zoals op bovenstaande illustratie te zien is. Door klimaatverandering komt er steeds meer zoute grond bij. In Nederland komt dat omdat er diep in de grond een oude laag met zouter grondwater is dat naar boven komt. Dus niet alleen wereldwijd, ook in ons land zijn in de nabije toekomst zouttolerante gewassen nodig. Op sterk zoute bodems kunnen nu namelijk maar weinig plantensoorten groeien. De planten die er groeien, zoals lamsoor of zee-kraal geven nog te weinig productie. Door gewassen zouttolerant te maken komt er naar schatting 1,5 miljard hectare landbouwgrond bij (zie figuur hierboven). Dat zijn 3 miljard mensen die extra gevoed kunnen worden!

Practicum

Planten houden niet van veel zout. Zoek in dit practicum zelf uit hoe schadelijk zout is voor planten. Gebruik hiervoor tuinkerszaden. Ga aan de slag volgens de volgende stappen:

- 1 Formuleer een goede onderzoeksvraag.
- 2 Bedenk een hypothese.
- 3 Bedenk en voer een experiment uit om je hypothese mee te toetsen: welke materialen en hoeveel tijd heb je nodig?



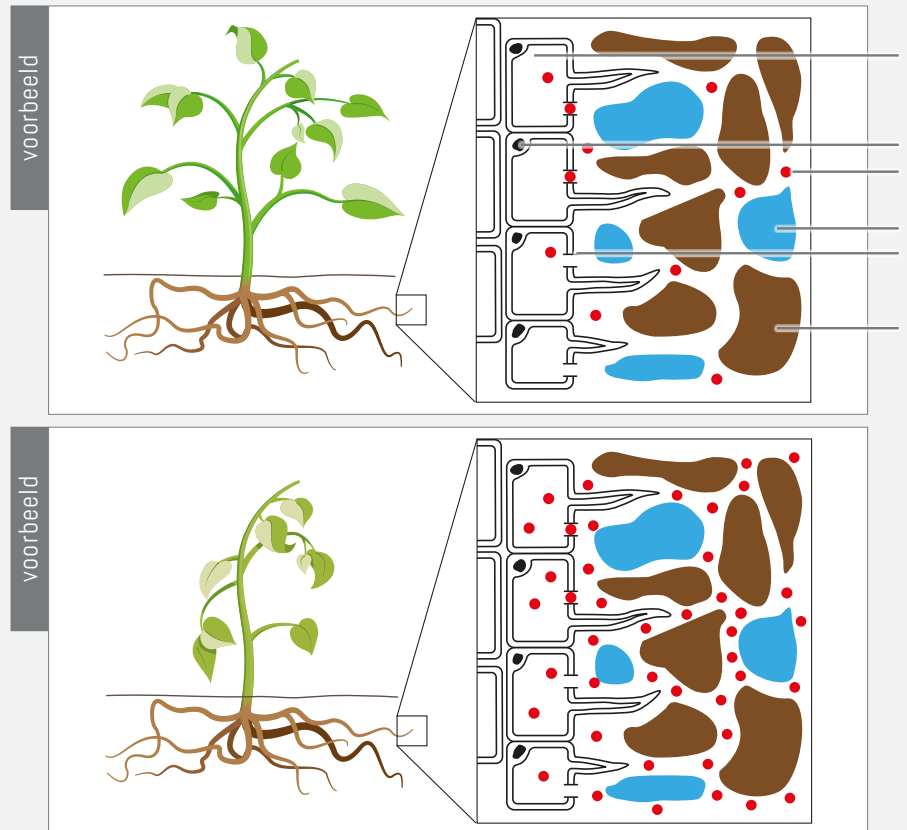
Bekijk direct het artikel op <http://bit.ly/ZoutTolerantie>

63 Opdracht

Lees het Artikel 'Op zoek naar een gen voor zouttolerantie' op <http://bit.ly/ZoutTolerantie>

Onderzoekster Christa Testerink zegt dat zoutstress te vergelijken is met droogtestress. De plant gaat slap hangen. "In beide gevallen is er sprake van een osmotische reactie". Hieronder is een schematische tekening van een wortel van een plant en een bodem waar de wortel van de plant in groeit.

1. Benoem in het bovenste plaatje de onderdelen die je ziet.
2. Geef in beide plaatjes met pijlen weer in welke richting de watermoleculen bewegen.



64 Opdracht

Leg in eigen woorden uit wat deze osmotische reactie inhoudt waarover onderzoekster Christa het heeft.

65 Opdracht

Zout is NaCl opgelost in water. Het zout is aanwezig in de vorm van ionen Na^+ en Cl^- . Leg uit of de ionen via diffusie of actief transport de haarwortelcellen binnengaan?

66 Opdracht

Natrium-ionen blijken schadelijk in het blad. Hoe kan de plant ervoor zorgen dat het natrium vooral in de wortels blijft en niet naar de bladeren gaat?



Ecoloog Arjen de Vos.



Zouttolerant aardappelproefveld op Texel en aardappelteelt in Pakistan.



Zouttolerantie

Arjen doet samen met prof. dr. Jelte Rozema en ondernemer Marc van Rijsselberghe al zo'n 10 jaar onderzoek naar de zouttolerantie van bestaande, gangbare landbouwgewassen in het Zilt Proefbedrijf op Texel.

Ze werken aan het ontwikkelen van gewassen die voor voedsel kunnen zorgen in verzilte gebieden. Denk daarbij onder meer aan aardappel, wortel, aardbei en sla.

Op het openlucht laboratorium wordt de zouttolerantie van gewassen nauwkeurig onderzocht. Via druppelirrigatie worden diverse veldjes geïrrigeerd met zeven verschillende zoutconcentraties, oplopend van zoet tot zeewater. Deze werkwijze is nieuw en vindt, voor zo ver bekend, niet elders in Nederland plaats.

De zouttolerante aardappels worden in Pakistan al gebruikt en lopen daar zo goed dat er zelfs al gewerkt wordt aan grotere productie. Behalve dat de aardappel kan groeien in de steeds zilter wordende grond, wordt hij ook geïrrigeerd met zout water, waardoor er op het schaarse zoete water wordt bespaard.

67 Opdracht

Lees op pagina 67 de factsheet 'verdedigingsmechanismen tegen zout' en beantwoord de volgende vragen:

1. Hoe komt het dat zoutresistente planten vaak langzamer groeien dan niet-zoutresistente planten? Noem in je antwoord twee argumenten.
2. Groenten en fruit die op een zoute bodem worden geteeld smaken zelf niet extra zout. Ze zijn juist vaak zoeter dan 'gewone' gewassen. Leg uit waarom een aardappel op een zoute bodem zoeter kan smaken dan op een gemiddelde bodem.

Planten hebben verschillende oplossingen gevonden om zich te wapenen tegen zoute bodems. Sommige oplossingen zijn interessant voor veredelaars bij het zoeken naar eigenschappen die planten zouttolerant kunnen maken.

68 Opdracht

Als jij een veredelaar zou zijn en je wilt een zouttolerant gewas krijgen, welke oplossing zou jij dan proberen te krijgen in jouw plant? Leg je antwoord uit.



Factsheet verdedigingsmechanismen tegen zout

Planten kunnen zich op verschillende manieren wapenen tegen zout. Helaas hangt deze goede stressbestendigheid meestal wel samen met een langzamere groei van de plant. In deze factsheet vind je enkele voorbeelden van mechanismen in de plantenwereld om met zout om te gaan.



De zoutkristallen aan de onderkant van de lamsoorblaadjes (© Foto Fitis, Sytske Dijkse)

Zout weer naar buiten brengen

Wanneer de omgeving te zout is, lopen planten het risico een te hoge concentratie zouten in hun weefsel te krijgen. Sommige planten hebben daarom speciale zoutklieren waarmee ze het opgenomen zout weer afscheiden in kristallen op de buitenzijde van de plant. Lamsoor (*Limonium vulgare*), een plant die veel voorkomt in de Nederlandse kustgebieden, is hiervan een voorbeeld.

Zout buiten houden

In plaats van het verwijderen van teveel zout, zijn er ook planten die ervoor zorgen dat het zout niet eens binnenkomt. Bijvoorbeeld door de verdamping in de bladeren te beperken, zodat er weinig extra water (met veel zout) hoeft worden opgenomen. Door dit mechanisme zijn veel droogte-bestendige planten vaak ook relatief tolerant voor zout. Immers: als je goed tegen droogte kan, neem je ook weinig water op. Ook compacte planten en dwergplanten hebben minder water nodig dan gangbare exemplaren van hun soort, wat hen iets minder zoutgevoelig maakt.

Een ander mechanisme om zouten buiten de deur te houden is een extra aanpassing aan het celmembran. Natrium-ionen kunnen niet zo maar door celmembranen heen. Er zitten speciale transporteiwitten in het membraan die de ionen erdoorheen loodsen. Er zijn planten die zouttoleranter zijn doordat ze extra selectieve transporteiwitten hebben, die alleen gewenste ionen doorlaten. Dit kan ervoor zorgen dat bijvoorbeeld in

de wortels minder zout terecht komt, dan men op grond van de concentratie in het bodemvocht zou verwachten. Italiaanse onderzoekers vonden dit mechanisme bij de zouttolerante heester (*Syzygium paniculatum*). Door deze selectieve transporteiwitten met behulp van biotechnologie in andere planten te brengen, kunnen soorten minder gevoelig worden gemaakt voor hoge zoutconcentraties.

Daarnaast kunnen veel planten de osmotische waarde in hun cellen verhogen, door extra suikers en eiwitten aan te maken. Hierdoor wordt de osmotische waarde van de cellen nog hoger dan die van het zoute grondwater en kunnen ze ook in zoutere bodems nog water opnemen.

Zout in de plant verwerken

Als het zout toch in de plant terecht is gekomen, zijn er ook nog opslagmethodes die ervoor kunnen zorgen dat het zout geen nadelige gevolgen heeft op de weefsels van de plant. Sommige planten nemen bijvoorbeeld wel zout op met hun wortels, maar geven dit niet door aan de bovengrondse delen. Dit wordt zoutexclusie genoemd, en komt onder meer voor bij de zomereik, maar kan ook worden waargenomen bij de rode regen (*Cestrum fasciculatum*), *Macrantha* (*Escallonia rubra*) en een witte heester (*Viburnum tinus*).

Een andere opslagstrategie die vaak gevonden wordt in zouttolerante soorten, is het opslaan van natrium-ionen in de vacuolen, waar ze minder kwaad kunnen.

Haver als oplossing voor glutenvrij dieet



Glutenvrije producten dragen een icoon met een doorgetrokken graanhalm.

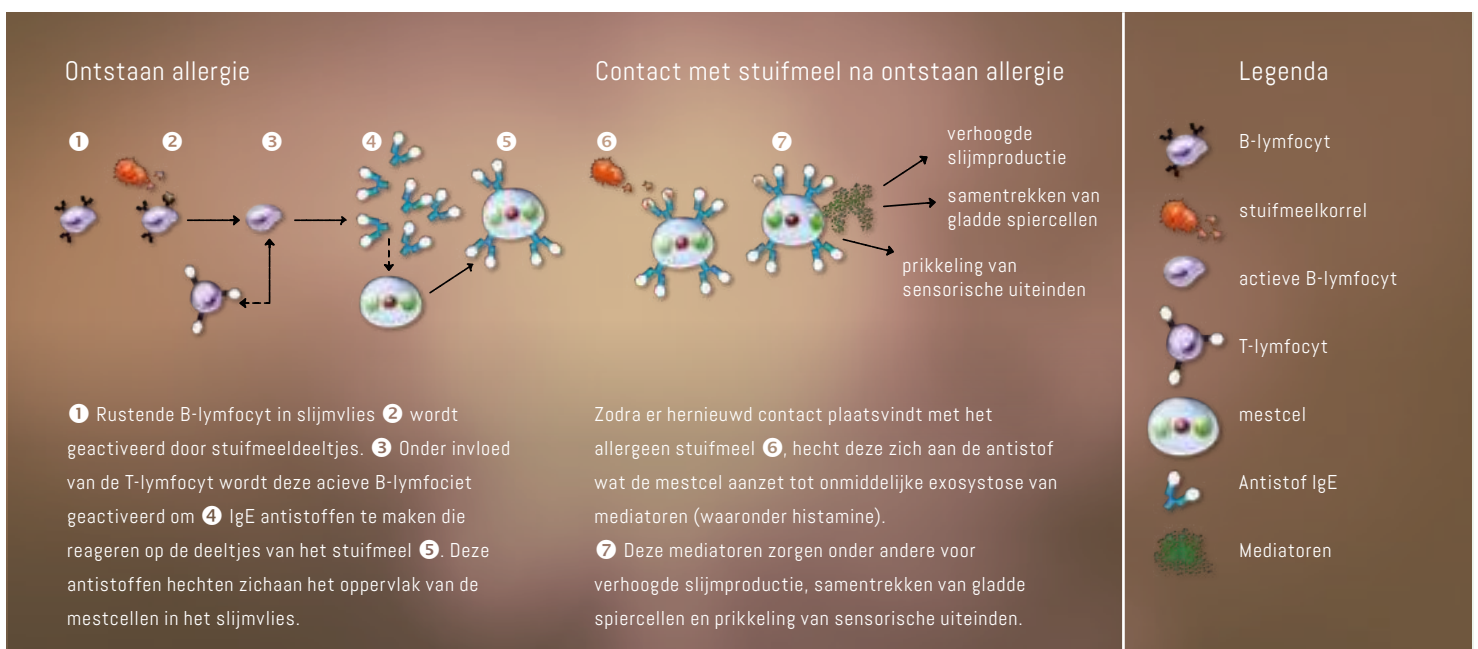
Haver. Dit oude gewas werd vroeger heel veel geteeld en is nu weer bezig met een comeback. Want haver heeft veel voordelen ten opzichte van andere granen als tarwe en spelt. Het bevat veel gezonde voedingsstoffen zoals beta-glucanen en onverzadigde vetzuren. Maar bovenal: het bevat geen gluten. Je kent misschien wel iemand die geen gluten mag eten. Deze persoon heeft misschien wel coeliakie, ook wel gluten-intolerantie genoemd. Coeliakie komt best vaak voor, naar schatting 1 op de 300 mensen reageert slecht op het eten van gluten.

Coeliakie wordt vaak ten onrechte glutenallergie genoemd. Er is namelijk geen sprake van een allergische reactie. Laten we daarvoor eerst een kijken hoe het zit met een pollenallergie. Wat is een allergische reactie eigenlijk? Dat ga je hier eerst bekijken. Daarna kunnen we goed bekijken wat het verschil is tussen coeliakie en een allergie.

Pollenallergie

Bij een allergie worden B-lymfocyten aangezet tot actie door een bepaalde stof (een allergeen) in dit geval dus stuifmeel (zie Figuur 5-2). Door deze activatie worden grote hoeveelheden antistoffen aangemaakt. Deze antistoffen hechten zich aan het oppervlak van mestcellen in het slijmvlies van de neus- en keelholte. Wanneer dezelfde persoon nog een keer in contact komt met het allergeen stuifmeel, hecht deze zich aan de antistof op de mestcel wat ervoor zorgt dat de mestcel onmiddellijk mediators (waaronder histamine) vrijgeeft. Deze mediators zorgen onder andere voor verhoogde slijmproductie, samentrekken van gladde spiercellen en prikkeling van sensorische uiteinden. Deze geven de typische symptomen van hooikoortspatiënten: snotterig, dikke ogen en niezen.

Figuur 5-2: Het ontstaan van hooikoorts



69 Opdracht

Je hebt net het proces van een allergische reactie op stuifmeel schematisch bekeken. Beantwoord hierover de volgende vragen en vul de antwoorden in op de juiste plaats in de kolom 'Hooikoorts'. Let op, dit doe je eerst voor hooikoorts. Het invullen van de antwoorden voor Coeliakie komt daarna met nieuwe informatiebronnen.

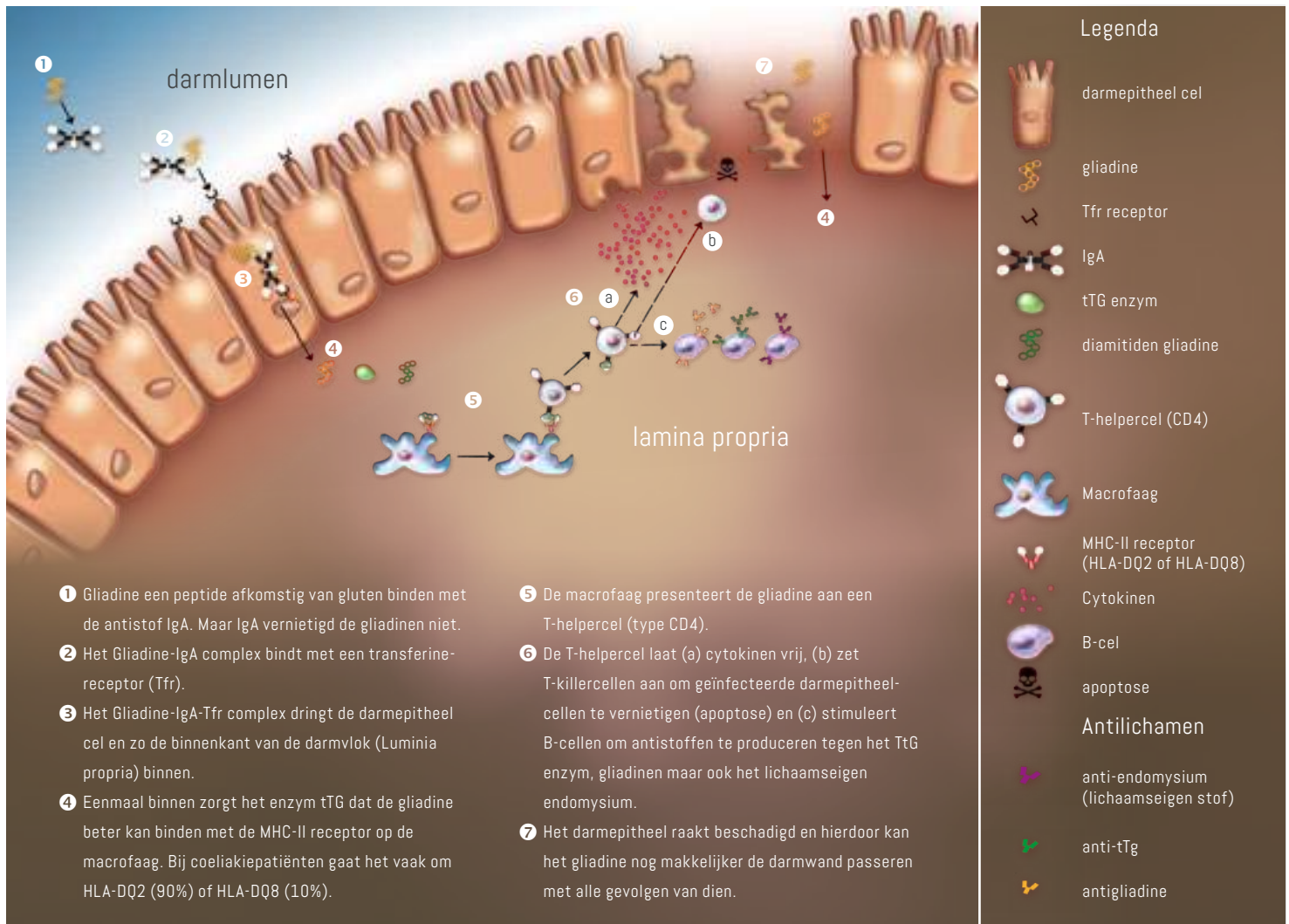
1. Welke verschillende cellen van het afweersysteem zijn betrokken bij een allergische reactie?
2. Welke externe factor veroorzaakt de reactieketen?
3. Welke antistoffen worden aangemaakt?
4. Wat is het product van de reactieketen dat invloed heeft op het lichaam?
5. Wat is het effect/gevolg van de reactie door het lichaam?
6. Wanneer is het effect zichtbaar/merkbaar?
7. Waar vindt deze reactieketen plaats in the lichaam?

	Hooikoorts	Coeliakie
voorbeeld	1. Cellen van het afweersysteem die erbij betrokken zijn	
	2. Externe factor die de reactieketen veroorzaakt	
	3. Antistoffen	
	4. Product van de keten	
	5. Effect op het lichaam	
	6. Snelheid van de reactie	
	7. Locatie in lichaam van reactieketen	

70 Opdracht

Je hebt zojuist geleerd hoe je lichaam reageert tijdens een allergische reactie. Kijk nu hoe je lichaam reageert op gluten als je last hebt van coeliakie. Beantwoord daarvoor dezelfde vragen als je voor hooikoorts hebt gedaan met behulp van de informatie die je in Figuur 5-3 op pagina 70 kunt vinden.

Figuur 5-3: Coeliakie



Gluten

Gluten is een heterogeen mengsel van eiwitten afkomstig uit granen: gliadinen en gluteninen genaamd. Van deze moleculen bestaan vele varianten die in allerlei combinaties in tarwesoorten te vinden zijn. In elke tarwesoort komen daarom tussen de 50 en 100 verschillende glutenmoleculen voor. Deze gluten worden door de meeste mensen normaal gesproken niet opgenomen, maar gebonden aan antistoffen zoals IgA. Dit zogenaamde IgA-gliadine-complex wordt dan door het lichaam afgebroken.

MHC-II Receptor

Het blijkt dat meer dan 90% van de coeliakiepatiënten het type HLA-DQ2 van de MHC-II receptor heeft, de overige 10% heeft het type HLA-DQ8.

De oorzaak van coeliakie ligt bij het IgA-gliadine-complex uit gluten. Bij coeliakiepatiënten wordt het IgA-gliadine-complex niet afgebroken.

Coeliakie is geen allergie, maar een chronische aandoening, veroorzaakt door een reactieketen van de T-cellen tegen gluten (zie Figuur 5-38). Hierdoor raken de darmvlokken en het darmepitheel ernstig beschadigd. Symptomen van coeliakie zijn onder andere diarree en een opgeblazen gevoel. Veel coeliakie patiënten hebben ook last van vermoeidheid en vermagering.



Boven: gezond darmepitheel.
Onder: coeliakiepatiënt waarbij darmvlokken ernstig beschadigd zijn en het epitheel bijna glad is.

Bron: Volta en Villanaci, Nature 2010

71 Opdracht

Vergelijk je antwoorden van de vorige twee opdrachten. Wat zijn de grootste verschillen en overeenkomsten tussen pollenallergie en coeliakie?

72 Opdracht

Eén van de twee aandoeningen wordt ook wel een auto-immuunziekte genoemd. Welke aandoening is dat? Leg je antwoord uit.

73 Opdracht

Hiernaast zie je twee afbeeldingen van darmepitheel. De ene foto komt van een persoon met gezond darmepitheel (a). De andere foto is gemaakt bij een coeliakiepatiënt met ernstige klachten zoals diarree en vermagering (e). Geef met behulp van de afbeeldingen een verklaring waardoor coeliakiepatiënten soms afvallen terwijl ze wel genoeg eten.

74 Opdracht

Bij coeliakiepatiënten is vooral de darmwand aan het begin van de dunne darm ontstoken. Leg uit met behulp van wat je weet over coeliakie en het verteringsstelsel waarom dit te verwachten is.

Coeliakie komt best vaak voor, naar schatting 1 op de 300 mensen reageert slecht op het eten van gluten. Oplossing is het niet meer eten van granen als tarwe, rogge, gerst en spelt. En dat is best moeilijk als je gewend was een boterhammetje te eten. Maar zoals gezegd, er is een oplossing: Haver.

Er bestaat al een smakelijk glutenvrij haverbrood. En veredelaars zijn al bezig om glutenvrije tarwe te veredelen. Ze weten welke genen er anders zijn in haver dan in tarwe. Maar het zal nog een lange tijd duren voordat we volledig glutenvrij tarwebrood kunnen kopen.



Haver in bloei

Bron: Wikipedia (RASBAK)



Haveroogst met dorsmachine

Bron: © copyright by NAGD2010.

All rights reserved

75 Opdracht

Het proces van zaaien tot oogsten en daarna het verwerken van het graan tot brood heet de haverketen. Haver wordt net als tarwe geoogst met dorsmachines. Als je een compleet glutenvrije haverketen wilt bereiken, moet je bij elke stap in de teelt en het verwerkingsproces rekening houden met besmetting van het product met eventuele gluten.

Benoem minstens vijf verschillende maatregelen in de haverketen die genomen moeten worden om er zeker van te zijn dat je aan het eind van de keten een glutenvrije boterham op je bord hebt. Denk hierbij aan de verschillende stappen van de keten: teelt, oogst, verwerking en transport.

76 Opdracht

Akkerbouwster Daisy verbouwde voorheen altijd aardappelen, graan, suikerbieten en tarwe achter elkaar om in verschillende seizoenen zo veel mogelijk opbrengst te hebben. Ze wil nu haver opnemen in haar teeltplan, want ze ziet het wel zitten om glutenvrije gewassen te oogsten. Ze kan echter niet zomaar haver gaan telen op een stuk waar net tarwe heeft gestaan, omdat er dan nog glutensporen aanwezig kunnen zijn.

Welke maatregelen moet akkerbouwster Daisy nemen om glutenvrij te kunnen werken?

Wisselbouw

Akkerbouwster Daisy verbouwt in een cyclus van vier jaar verschillende gewassen naast elkaar en na elkaar en het liefst wisselt zij deze gewassen op haar perceel. Dit noemen we wisselbouw. Eén voordeel van wisselbouw is het feit dat je in verschillende seizoenen achter elkaar kunt oogsten, maar er zijn ook andere redenen te vinden om niet elk jaar hetzelfde gewas op een stuk grond te zetten.

Daisy weet namelijk ook dat de opbrengst van de gewassen veel beter is als er elk jaar een ander gewas groeit, vergeleken met een veld waar telkens hetzelfde groeit.

77 Opdracht

Geef twee biologische verklaringen voor het feit dat de opbrengst groter is bij wisselbouw vergeleken met een situatie waarin Daisy jaar in jaar uit hetzelfde gewas achter elkaar zou verbouwen.

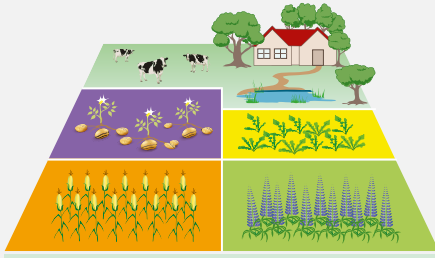
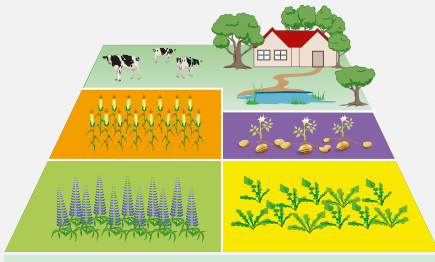
Bladrammenas en gele mosterd

In het proces van wisselteelt worden ook zogenoemde groenbemesters gebruikt in de landbouw. Bladrammenas en gele mosterd zijn voorbeelden van deze groenbemesters.

78 Opdracht

In het woord groenbemester zit het woord mest. Mest van dieren wordt vaak op het land gebracht om voedingsstoffen aan de grond toe te voegen. Leg in eigen woorden uit hoe het planten en onderploegen van een gewas zoals gele mosterd of bladrammenas eenzelfde voordeel oplevert voor de oogst van het volgende jaar.

Naast een functie als groenbemester kunnen sommige soorten bladrammenas en gele mosterd ook helpen bij de bescherming van gewassen tegen ziekten en plagen, bijvoorbeeld het bietencysteeltje. De wortels van de groenbemesters scheiden namelijk stoffen af die de larven uit de cysten lokken. De larven kunnen zich vervolgens op de wortels niet ontwikkelen tot nieuwe cysten, ze sterven af. Sommige rassen brengen het aantal bietencysteeltjes met 90% terug, mits ze op tijd worden gezaaid. Bladrammenas heeft verder als voordeel dat het tabaksratelvirus (TRV) niet vermeerdert.



Bij wisselbouw of teeltrotatie wisselt de akkerbouwer de gewassen zodat er niet steeds hetzelfde gewas op een perceel staat.

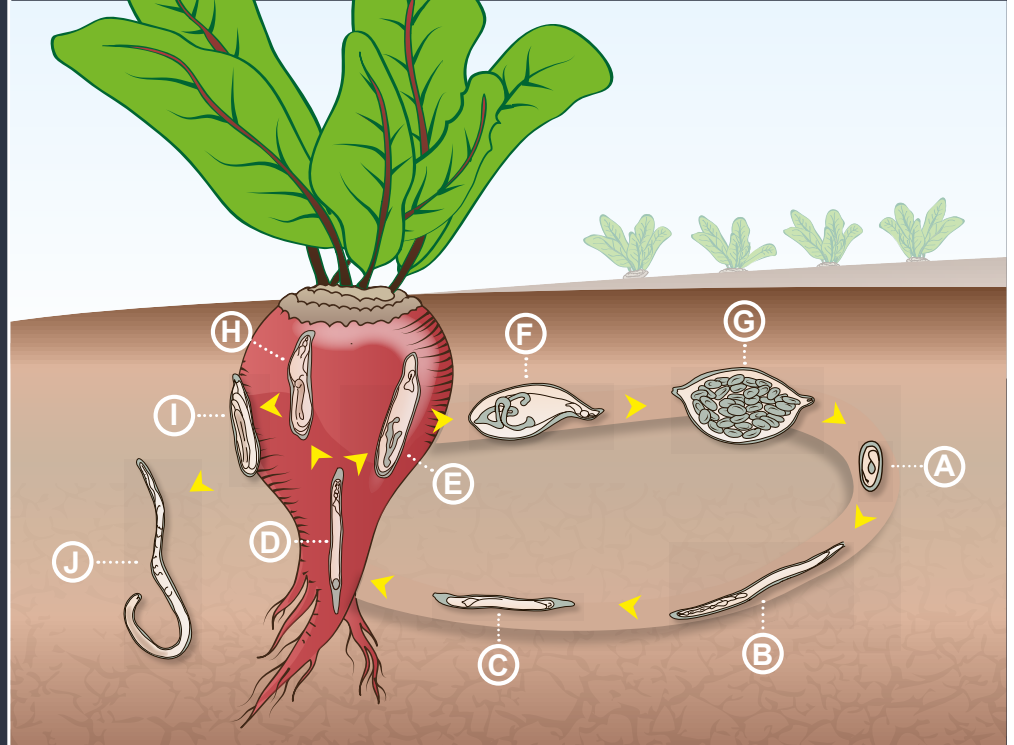


Bladrammenas verbetert de bodem en zorgt voor minder aaltjes.

Foto: wikimedia RASBAK

Figuur 5-4:
Ontwikkelingsstadia wit
bietencystenaaltje
(Heterodera Schachtii)

- A Ei
- B Vrijlevend tweede larvale stadium
- C Binnengedrongen larf
- D Derde larvale stadium ♀
- E Vierde larvale stadium ♀
- F Jong vrouwtje
- G Cyst met inhoud
- H Vijfde larvale stadium ♂
- I Vlak voor uitkomen ♂
- J Volwassen ♂



Aaltjes

In Nederland komen ongeveer 1.200 soorten aaltjes voor. De meeste soorten aaltjes brengen hun hele leven ondergronds door. Aaltjes zijn heel kleine wormpjes, zogeheten nematoden. Daarvan zijn er circa 100 plantparasitair, dit betekent dat ze schadelijk zijn voor planten. Plantparasitaire aaltjes zijn 0,2 mm tot 10 mm groot. Naast de schade die aaltjes direct aan gewassen toebrengen, kunnen ze ook indirecte schade veroorzaken doordat ze schimmels en virussen overdragen. Slechts 25 soorten veroorzaken problemen in landbouwgewassen. Een bekende plantenplaag is het bietencysteaaltje dat in bieten, spinazie, koolsoorten en vlinderbloemigen leeft. Na de bevruchting verandert het vrouwtje in een bolletje met 300-600 eitjes, een cyste genoemd.

Wanneer lokstoffen de cyste bereiken komen de larven uit de eieren en gaan op zoek naar hun gastheer. De larve dringt de wortel binnen. De plant reageert met de vorming van voedingscellen. Vervolgens vervelt de larve en is dan niet meer mobiel. Daarna ontwikkelt de larve zich tot mannetje of vrouwtje. Bij voldoende voedsel ontstaan vrouwtjes. Op plaatsen waar voedseltekort is, ontstaan mannetjes.

De schade in landbouwgewassen door aaltjes ontstaat in eerste instantie doordat de larven het wortelstelsel beschadigen maar ook door hormonale verstoring van de plantengroei. Wanneer de larven de wortels binnendringen wordt via verstoring van de hormoonhuishouding in de bladeren de fotosynthese geremd.

Bestrijding van cysteaaltjes is gebaseerd op het voedselaanbod van de larven. Als er geen of te weinig voedselcellen voor het aaltje beschikbaar zijn, worden alleen mannetjes gevormd. Er ontstaan hierdoor geen eieren, waardoor het aaltje zich niet kan vermeerderen.

79 Opdracht

Maak een tekening van de manier waarop de bladrammenas bescherming biedt tegen bietencysteaaltjes.

Gras

Voedsel is niet het enige doel van landbouw, er zijn ook andere producten en gewassen waar vraag naar is in de wereld. Hoe zou bijvoorbeeld een voetbalwedstijd eruit zien zonder stevig gras?

Goede grasmat van Nederlandse bodem

Voetballers als Arjen Robben, Lionel Messi en andere toppers worden bewonderd om hun voetbalkunsten. Deze mannen zijn afhankelijk van een goede grasmat tijdens hun spel. De kwaliteit van het gras op een voetbalveld is dus van groot belang. Nederlandse bedrijven spelen een belangrijke rol in de productie van grasmatten. Het gras dat door hen gekozen wordt voor het veld van de WK-finale is eerst op veel verschillende manieren onderzocht en getest. “De grasmengsels hebben bewezen zeer goed te presteren onder de tropische omstandigheden en sterke betreding, die tijdens het WK in Brazilië gold”, aldus een woordvoerder. Een goede grasmat leg je dus niet zomaar. Achter die grasmat zit heel wat jaren onderzoek. Tientallen jaren van kruisen en selecteren heeft geresulteerd in een grasmat die inmiddels 400 tot 500 uur bespeeld kan worden in een jaar. Veertig jaar geleden ging een grasmat maar 250 uur mee.

80 Opdracht

De grasmat is geen monocultuur maar een mengsel van verschillende grassoorten zoals Engels raaigras en veldbeemdgras. Engels raaigras kiemt en groeit sneller dan veldbeemdgras. Veldbeemdgras maakt, vergeleken met Engels raaigras, grote horizontale wortels (zie foto).

Leg met behulp van de foto en de informatie over de twee grassoorten uit waarom de beste grasmat ontstaat wanneer je zaden van beide grassen combineert.



Veldbeemdgras maakt horizontale wortels.



Met deze noppenmachine wordt het gras drie keer per week bestookt om het voetbalgeweld zoals slidings op de grasmatten na te bootsen.

Een van de testen die het gras moet ondergaan voor het geschikt wordt bevonden als voetbalgrasmatten is de betredingstest. Door middel van een noppenmachine worden duizenden voetbalschoenen nagebootst die straks over de grasmatten gaan denderen. Sommige graspollen worden door deze noppenmachine ernstig beschadigd, terwijl andere pollen rustig door blijven groeien (zie afbeelding). Deze laatste pollen worden dan natuurlijk uitgekozen om verder mee te testen.

81 Opdracht

Naast de betredingstest worden uiteraard nog veel meer factoren getest. Welke eigenschappen moet het gras nog meer bevatten? Noem twee abiotische en twee biotische stressfactoren waarop grasveredelaars testen. Leg je antwoord kort uit.

Practicum

Om de kwaliteit van het graszaad te testen worden kiemingsproeven uitgevoerd. Hierbij wordt een aantal zaden in een petrischaal gelegd en wordt bekeken hoeveel procent van dit zaad daadwerkelijk kiemt. Ontwerp een kiemingsproef voor verschillende zadenmengsels van gras. Welk graszaadmengsel heeft de beste kiemresultaten?

Denk weer aan de stappen van een onderzoek:

- 1 Welke onderzoeksvraag ga je onderzoeken?
- 2 Bedenk een hypothese.
- 3 Bedenk een experiment om je hypothese mee te toetsen.
- 4 Welke materialen heb je nodig en hoeveel tijd?



Wil je meer info over

Grass Master?

Kijk dan eens op

<http://bit.ly/GrassMassSol>



Hier een goede bron over
natuurgras/kunstgras/

hybridevelden; voor- en nadelen

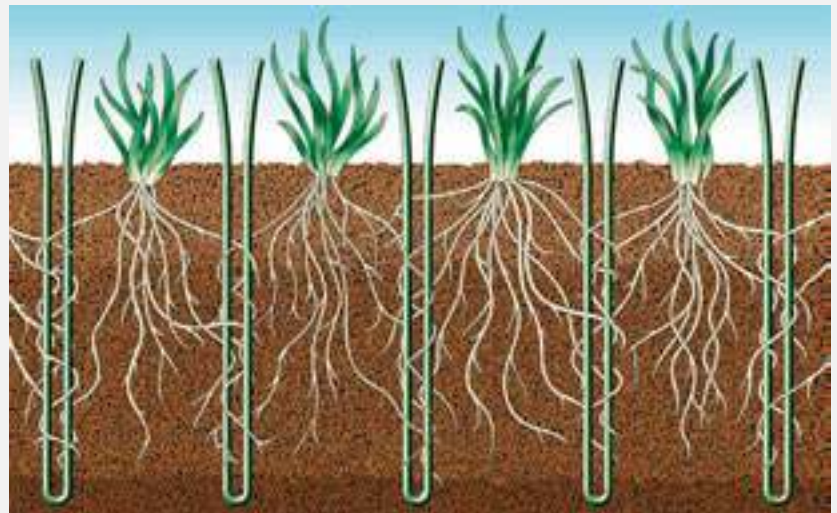
voor sport: Het boekje Gras,
natuurlijk!

<http://bit.ly/GrasNatuurlijk>

Natuurlijk en kunstmatig

Een goede grasmat is belangrijk, maar ook lastig te onderhouden. Tegenwoordig zie je daarom steeds vaker dat de sportvelden gemaakt zijn van kunstgras. Ook sommige professionele voetbalclubs zijn al overgestapt op kunstgras, maar ook aan kunstgras zitten voor- en nadelen. Eind 2016 is er bijvoorbeeld een gezondheidsonderzoek uitgevoerd over de mogelijke schadelijke stoffen die in rubberen bolletjes zitten die op kunstgrasvelden liggen.

Naast natuurgras en kunstgras, is er ook nog een derde optie: hybridegras. Bij dit type gras worden de eigenschappen van graspollen en kunstgrasvezels gecombineerd. Onderzoek in deze richting is nog in volle gang.



Hybridegras is een combinatie van natuurlijk gras en kunstgrasvezels.

82 Opdracht

Zoek met behulp van bronnen uit wat alle voor- en nadelen zijn van kunstgras en gewoon gras en een hybride grasmat. Stel een aantal duurzaamheidscriteria op en kies dan welke grasmat jij zou adviseren aan je eigen sportclub of de sportclub in de buurt.

	Natuurgras	Kunstgras	Hybride
voorbeld Voordelen			
Nadelen			



Uitzending Zondag met Lubach
Bekijk het filmpje met Arjen Lubach over
kwekersrecht versus octrooirecht uit
Zondag met Lubach 2015.
<http://bit.ly/GroentenPatenten>



Octrooirecht en kwekersrecht

Stel dat het een bedrijf lukt om zouttolerante aardappels, glutenvrije haver of supersterk gras te ontwikkelen, mogen ze dan andere mensen en bedrijven verbieden om deze soorten te gebruiken? Dit kan als er een kwekersrecht wordt verkregen of wanneer er octrooi op een eigenschap van een plantenras wordt aangevraagd. Het kwekersrecht is er om bedrijven die niks in het onderzoek geïnvesteerd hebben te verbieden om zaad commercieel te verkopen. Maar, iedereen mag de planten opkweken als teler en voor verdere veredeling gebruiken. Dat laatste mag niet als er een octrooi rust op een planteneigenschap. Veredelaars maken zich zorgen dat bedrijven octrooien aanvragen en daarmee verdere veredeling monopoliseren. Dit is bijvoorbeeld gaande in de groenteteelt waar bijvoorbeeld recent door een bedrijf een octrooi is aangevraagd op broccoli met lange stelen. Wil jij als teler ook broccoli met lange stelen verbouwen of nieuwe varianten ontwikkelen dan moet je toestemming vragen en als je die krijgt licentiegeld betalen aan het octrooihoudende bedrijf. Sommigen vrezen nu dat dit zogeheten octrooirecht er voor gaat zorgen dat er straks minder verscheidenheid komt in ons aanbod. Recent heeft de Europese Unie besloten de octrooieregels aan te scherpen. Volgens de nieuwe regels kunnen onderzoekers geen octrooi meer krijgen als een nieuwe eigenschap tot stand is gekomen via klassieke veredeling. Octrooien op genetisch veranderde zaden die via moderne veredelingsmethoden verkregen zijn, blijven wel bestaan. Het is nu de hoop dat andere landen, buiten Europa, dit gaan overnemen.

83 Opdracht

Arjan Lubach noemt Nederland een 'zaadland'. Wat bedoelt hij daar mee?

84 Opdracht

In het verhaal van Arjan Lubach komen verschillende vaktermen voorbij. Beschrijf in eigen woorden de volgende termen:

- Zaadveredeling
- Kwekersrecht
- Octrooirecht

85 Opdracht

Leg uit hoe het octrooirecht op broccoli met lange stelen een probleem is voor kweker Bart Vosselman die in het filmpje zit.

86 Opdracht

Veel telers en veredelaars zijn het niet eens met de mogelijkheid om eigenschappen van groenten en fruit te octrooieren. Voor hen komt het goed uit dat Europese Unie de octrooiregels heeft aangescherpt waardoor door klassieke veredeling verkregen eigenschappen niet te octrooieren zijn. Tegenstanders van het octrooirecht zeggen dat nieuwe eigenschappen geen uitvinding zijn, maar eerder een ontdekking. De eigenschap zat immers al die tijd al verborgen in het zaad. Wat vind jij? Moeten eigenschappen van groentes te octrooieren zijn? Leg uit op basis van welke gegevens je deze mening hebt gevormd.

87 Opdracht

Arjen Lubach stelt dat als het zo doorgaat, er straks van elke soort nog maar een over is. Wat denk jij? Komt het zo ver, het is immers mogelijk dat de EU in de toekomst de regels weer verandert.

88 Opdracht

Waarom zou het niet gunstig zijn als er maar één soort is? Leg je antwoord uit met behulp van onderstaand artikel over de banaan.



Wil je meer info?
Kijk dan eens op
<http://bit.ly/TrouwBanaan>



Banaan

De bananen die je meestal ziet zijn van één type, de Cavendish-banaan. Deze bananen komen allemaal van dezelfde genetisch identieke plant. De bananen hebben geen zaden en de moederplant maakt stekjes oftewel klonen waar weer nieuwe bananen uitgroeien. Dit heeft er voor gezorgd dat er een en dezelfde schimmel alle Cavendish-bananenplanten ziek kan maken. Om dit te voorkomen worden er veel schimmelwerende stoffen op de banaan gespoten. Wagenings onderzoeker Gert Kema heeft nu tomaatresistentiegenen op het oog om de banaan te helpen resistent te worden tegen deze schimmel.



PLANT KRACHT

zaden en planten voor de toekomst

