

leerlingenhandleiding



Leven in de kas

Een lessenserie over plantenteelt en -veredeling

Leven in de kas

Een lessenserie over plantenteelt en -veredeling
Leerlingenhandleiding

Inhoud

De komkommerkwekerij	3
Biologische gewasbescherming	11
Tomaat op de tekentafel	21

Colofon

Lesmateriaal ontwikkeld door het Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI) in samenwerking met Plantum, TTI Groene Genetica en Seed Valley. 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. Neem contact op met Tycho (malmberg@nibi.nl) voor vragen.

Vormgeving: Claud Biemans, www.frontlinie.nl

Beeldmateriaal: Op het leeuwendeel van de afbeeldingen zit copyright. De meeste afbeeldingen zijn afkomstig van Koppert Biological Systems, Enza Zaden 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) en Roos van Maanen (Universiteit van Amsterdam).

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 malmberg@nibi.nl.

Copyright

Utrecht, december 2011

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.





**Module 1:
De komkommerkwekerij**



Inleiding

Elke dag opnieuw bereiden mensen hun eten dat gekocht wordt 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 kroppen sla. In deze context verdiep je je in het leven van komkommerteler Jan. Hij heeft 10 hectare 'glas' (kassen dus) in het Westland, vlak bij Delft, waar voornamelijk komkommers worden geteeld. Jan heeft gestudeerd bij een Hogere Agrarische School 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?

Opdracht 1

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



KOMKOMMERTEELT

Opdracht 2

Vul nu onderstaande tabel in waarin je opschrijft welke abiotische en biotische factoren de groei beïnvloeden.

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

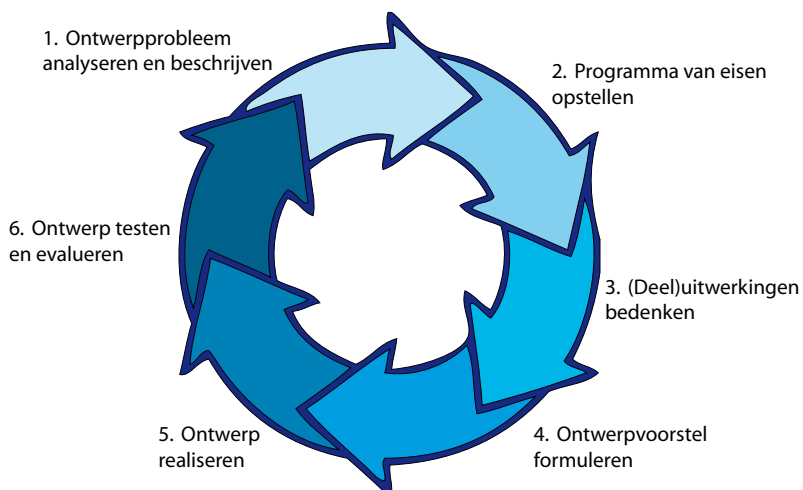


Opdracht 3

Jan 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. Jan wil nieuwe kassen hebben die duurzamer zijn dan de huidige kassen. Aan welke eisen moet een duurzame kas voldoen? Stel met behulp van opdracht 1 en 2 een programma van eisen op (onderdeel 2 van de ontwerpcyclus).

Deze energieleverende kas staat in Wageningen. De kas wekt met zonnepanelen stroom op zonder de plantengroei te belemmeren.

Bron: Wageningen UR Glastuinbouw.



Opdracht 4

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. Wil je meer info? Kijk dan eens op: <http://www.energiek2020.nu/het-nieuwe-telen/>.



Risicospreiding

Om een beetje aan risicospreiding te doen heeft Jan een deel van zijn kas ingericht voor het kweken van rettichkiemen. Jan heeft van zijn vaste zaadleverancier een nieuw type zaad gekregen dat mogelijk nog sneller kiemt. Omdat Jan dit nieuwe zaad nog niet goed kent gaat hij eerst onderzoeken hoe de zaden het beste groeien. Zijn zaadleverancier is nieuwsgierig naar de resultaten.

Opdracht 5

Maak een proefopzet 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).

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



Opdracht 6

Ga nu aan de slag om je proeven uit te voeren. Leg de resultaten vast, trek je conclusies. Formuleer tenslotte een goed kiemgroeiplan waarmee Jan zijn zaadleverancier kan helpen.

Oogsten en bewaren

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

Opdracht 7

Onderzoek nu zelf hoe komkommers het beste bewaard kunnen worden. Neem 12 komkommers met plastic seal en bewaar ze op verschillende plaatsen (droog, koel, warm en vochtig). Bij de helft verwijder je voorzichtig de sealing.

Meet het volgende na 5 en na 10 dagen

- Kleur
- Vochtgehalte
- Smaak
- Eventuele rottingsverschijnselen

Opdracht 8

Maak met behulp van de resultaten van het bovenstaande experiment bewaartips voor de consument die Jan kan afdrukken op de komkommerseal.



Conceptmap

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

Opdracht 9

Maak aan de hand van de opdrachten in dit eerste hoofdstuk 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 2: Biologische gewasbescherming

Inleiding

In het eerste hoofdstuk stond de komkommerteler 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.

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 gif (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 landbouwgif gespoten. Zo werden tot voor kort chemische bestrijdingsmiddelen 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 bestrijdingsmiddelen vaak milieubelastend zijn doordat ze bijvoorbeeld in het grondwater terecht kunnen komen. Bij biologische bestrijding 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.

Sproeivliegtuigje spuit een chemisch bestrijdingsmiddel over een maisveld in Amerika.

Foto: John Bain, Oregon, Verenigde Staten.

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

Bron: Koppert Biological Systems / Bert Mans.

Opdracht 10

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 komkommerplanten.
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 bestrijder?



De plaag van tuinder Piet

Tuinder Piet is een komkommerteler. Op een zonnige ochtend inspecteert hij 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.

Beschrijving van tuinder Piet

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.

Opdracht 11

Zoek uit met behulp van de factsheet "plagen" op de volgende pagina en aan de hand van bovenstaande beschrijving van Piet met welke plaag hij waarschijnlijk te maken heeft.

Opdracht 12

Tuinder Piet wil uitzoeken hoe hij deze plaag kan bestrijden. Hij wil zo milieuvriendelijk mogelijk te werk gaan. Help tuinder Piet een goed experiment op te zetten waarmee hij kan testen met welke methode hij de plaag kan bestrijden. Volg de stappen die onder het kopje "Experiment" staan.

Experiment

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

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?

Materialen

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



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 oranjerode in plaats van hun gebruikelijke geelgroene kleur.



Roos van Maanen 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.

Links: Roos inspecteert de tripschade op een sperziebonenplantje in het laboratorium op de universiteit.

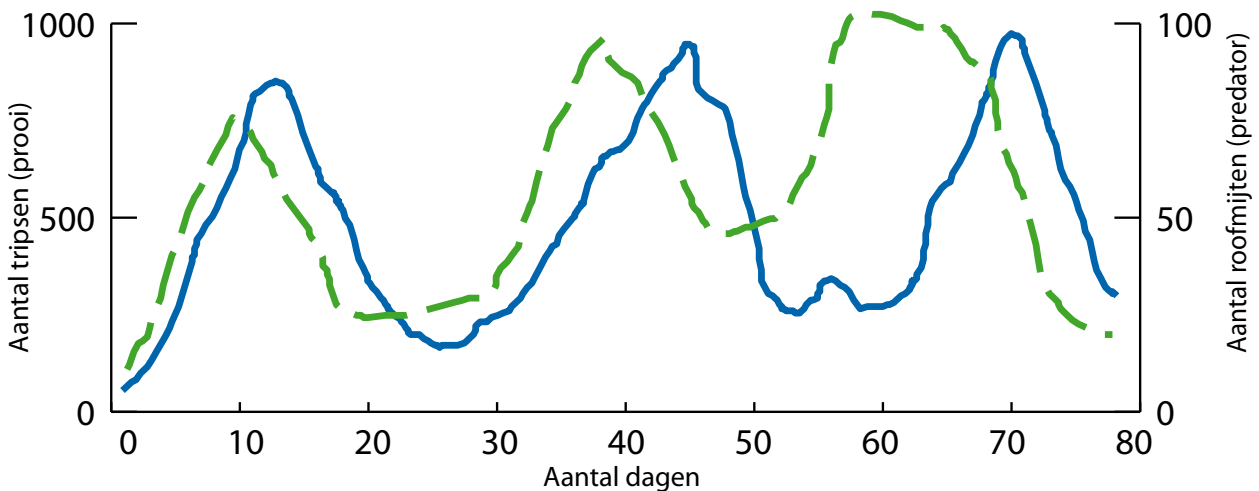
Rechts: Roos inspecteert komkommerplanten in de proefkas.

Opdracht 13

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

Opdracht 14

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

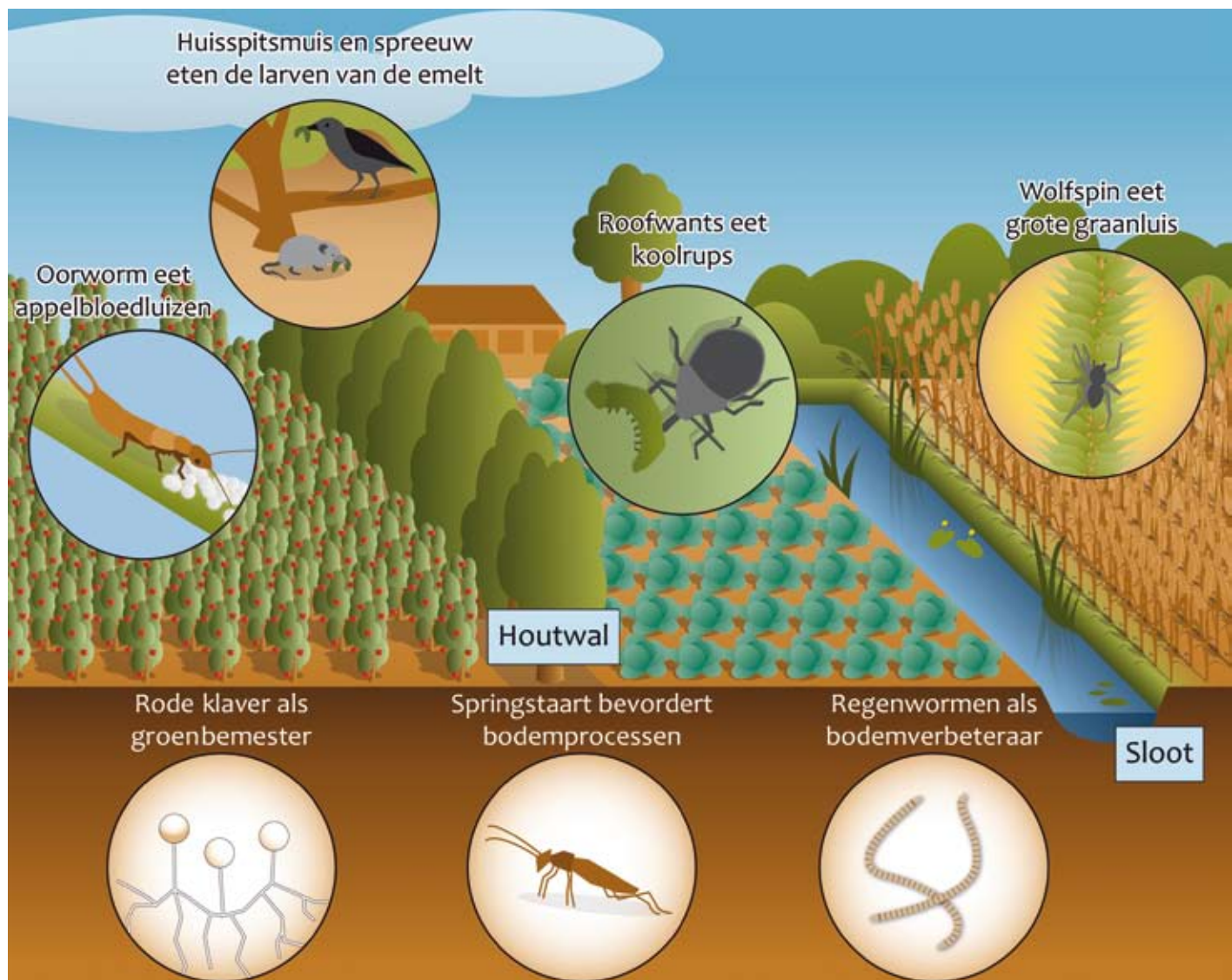
Onze natuur bevat plagen zoals trips en rupsen die het leven van akkerbouwers zuur maken. Gelukkig staan de boeren niet alleen in hun strijd tegen de plaagbeesten. Ze worden geholpen door de natuurlijke vijanden van de plaaginsecten zoals oorwurm of sluipwesp. Uit onderzoek is gebleken dat houtwallen 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 slootkanalen komen dieren voor die kunnen dienen als bestrijders van plagen in de akkerbouw. Ondergronds zijn organismen zoals regenwormen actief om de bodem te verbeteren.

Bron: Planbureau voor de Leefomgeving.

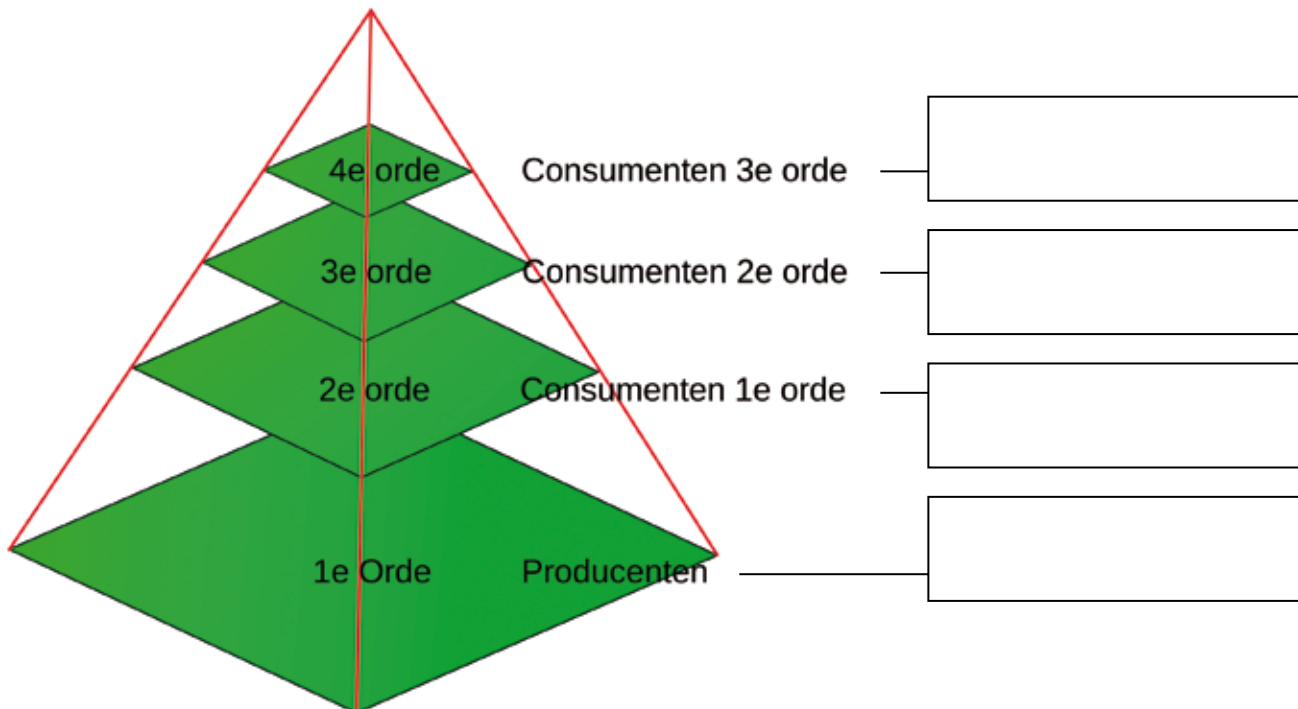


Opdracht 15

In het plaatje linksonder op pagina 16 staat een deel van een voedselweb beschreven. Zo eet de oorworm appelbloedluizen. Maak met onderstaande organismen een voedselweb: Spreeuw, oorworm, appelbloedluis, appelboom, buizerd, emelt (larve van langpootmug)

Opdracht 16

Vul met hulp van je voedselweb nu onderstaande piramide in.

**Opdracht 17**

De dieren in het voedselweb 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.

Opdracht 18

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

Opdracht 19

Lees het artikel uit Bionieuws op pagina 19. In kassen is de bestrijding van plagen met natuurlijke vijanden heel normaal. Op open akkers wordt biologische bestrijding nog veel minder toegepast en is spuiten met chemische bestrijdingsmiddelen nog gemeengoed. Waarom is dit zo? Geef twee redenen.



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

Bron: Koppert Biological Systems.

Verdieping

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

Stel je hebt een kas met 1000 komkommerplanten en je hebt last van witte vliegen en van tripsen op je gewas. Je zet daarom *A. swirskii* uit.

Opdracht 20

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

Opdracht 21

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

Opdracht 22

Om dagelijks 1000 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.

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 milieuorganisaties 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 brancheorganisatie 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 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 economi-



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.



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

Foto Hans Smid / Bugsinthepicture.com.

sche kwestie. 'Gewassen op het land zijn veel minder waard. Het is voor boeren gewoon te duur om natuurlijke vijanden in te zetten.'

Verboden

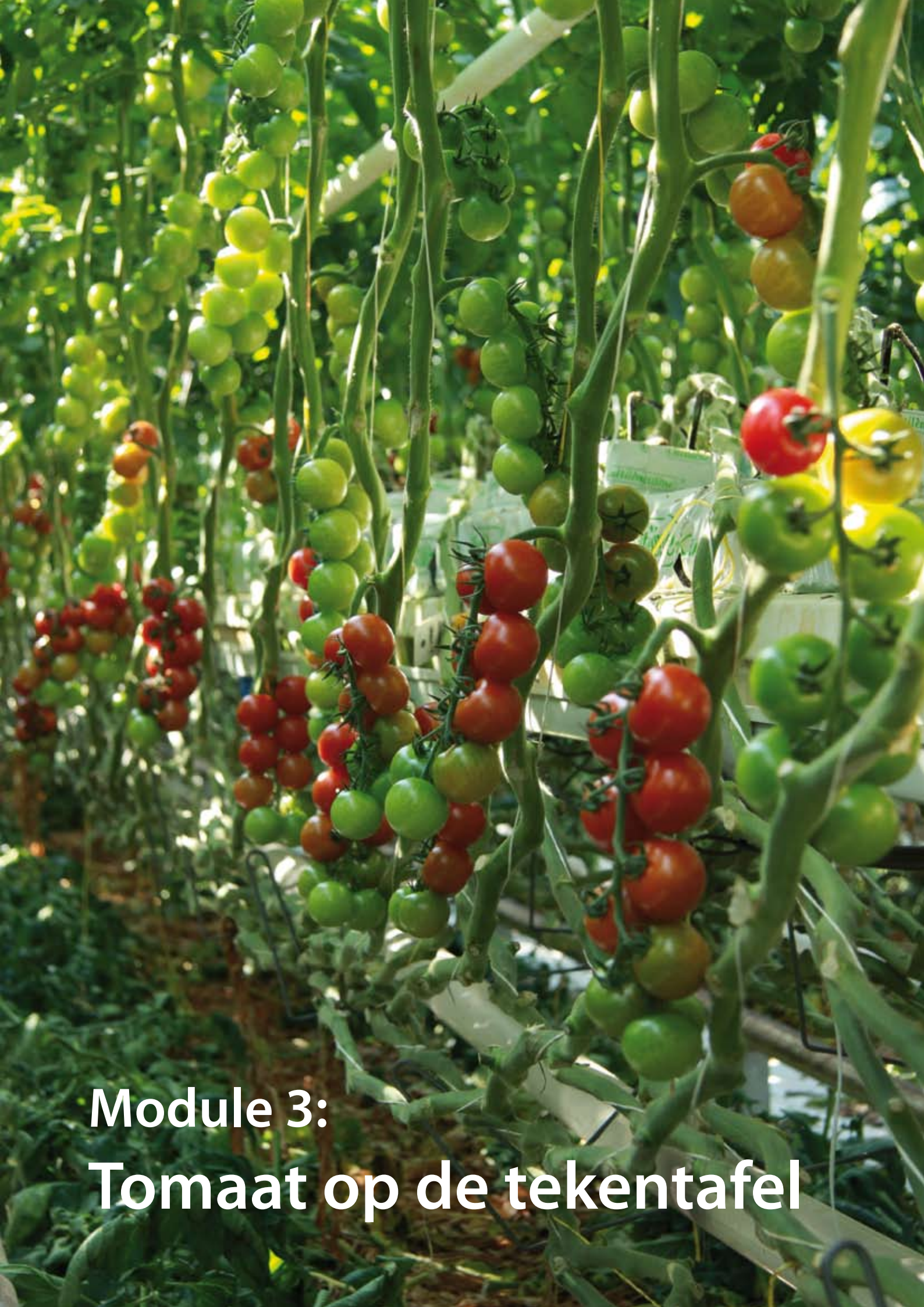
Ottenheim beaamt dat, maar wijst ook op de werkzaamheid van middelen. 'Tegenwoordig werken gewasbeschermingsmiddelen heel gericht en zijn boeren verzekerd van het resultaat. Bij natuurlijke vijanden is het afwachten of het wel aanslaat.' Bovendien kun je de biologische bestrijders pas inzetten als de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

Opmerkelijk genoeg is het 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 Plantenziektkundige Dienst Wageningen, 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.'

Dit artikel uit Bionieuws 12-2009 is ingekort, de volledige versie is te lezen op www.bionieuws.nl.

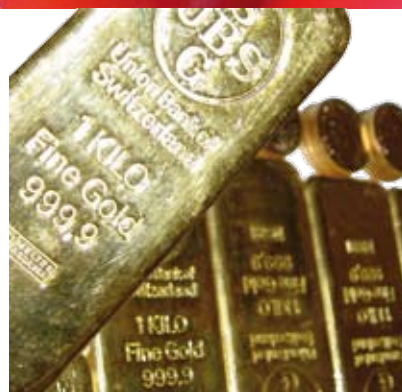


Module 3:
Tomaat op de tekentafel



Zaad van

is



waard!

Inleiding

Je zou het misschien niet zeggen maar met tomaten wordt grof geld verdiend. Een kilo tomatenzaad van bijvoorbeeld de Tasty Tom – een tros-tomaat die je bij de Appie kunt kopen – is dan ook meer dan twee keer zo veel waard als een kilo goud.

Een andere big business is die van de verwerkte groenten in kant en klare salades en maaltijden. De schappen bij Albert Heijn 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-klaar maaltijden 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 groentegewas is ontwikkeld en een zaadveredelingsbedrijf nieuwe groentezaden kan verkopen?
4. Welke moderne veredelingstechnieken 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?



Opdracht 23

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, romatomaaten, 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.

Dankzij veredeling zijn er nu meer dan tien verschillende tomatenrassen te koop.

Practicum eigenschappen van tomatenrassen

Voor het ontwikkelen van jullie nieuwe tomatenras ga je uit van bestaande tomatenrassen zoals de vleestomaat, cherrytomaat en Tasty Tom. In dit practicum gaan jullie deze rassen onderzoeken op een aantal eigenschappen. Noteer alle resultaten in tabel 1 hiernaast.

Benodigheden

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

1. Grootte

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

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



Dwarsdoorsnede.

De linker tomaat is tweehokkig, de rechter tomaat is meerhokkig.

2. Hokkigheid

Noteer of de tomaat tweehokkig of meerhokkig is. Zie de afbeelding hierboven.

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 nieuwe 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 Tasty Tom mogen in vier stukken geneden worden.

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 (voor en na) en deel het uitlekgewicht door het gewicht van de tomaten.

Tabel 1

Beschrijving van eigenschappen.

Rassen	Grootte (diameter)	Hokkigheid	Smaak	Tomaat Gewicht (gram)	Tissue-gewicht (gram)		Lekgewicht / tomaatgewicht
					voor	na	
1							
2							
3							
4							
5							

Opdracht 24

Beargumenteer waarvoor de blinddoek nodig is.

Opdracht 25

Welk verband is er tussen lekgewicht en hokkigheid?

Opdracht 26

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

Opdracht 27

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 2

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	S ^L = laag suikergehalte S ^H = hoog suikergehalte S ^L S ^H = matig suikergehalte (zoet)	incomplete dominantie: heterozygoten hebben een intermediair fenotype

Opdracht 28

Vul nu onderstaande tabel in met behulp van je tabel uit het practicum waarin je de fenotypes (eigenschappen) hebt beschreven en met tabel 2 waarin de allelen en het bijbehorende fenotype staan beschreven.

Tabel 3

Genetische profielen en fenotype van de tomaten.

Rassen	Eigenschap	Fenotype	Genotype
Tasty Tom	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
Vleestomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
Cherrytomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
Gewone tomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		
Romatomaat	Formaat		
	Hokkigheid		
	Suikergehalte		

Opdracht 29

Arceer of omcirkel in tabel 3 welke fenotypes gunstig zouden zijn voor je nieuwe tomatenras.

Opdracht 30

Bekijk tabel 3 en bepaal nu het genotype dat jouw tomaat moet hebben. Noteer dat.

Opdracht 31

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?

Opdracht 32

Het zaadveredelingsbedrijf dat de Tasty Tom tomaat 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.

Opdracht 33

Wat moet een zaadveredelaar doen om dergelijke ouderlijnen te krijgen?

Verdiepingstof

Marker Assisted breeding

Opdracht 34

Lees de tekst hieronder over moderne veredelingstechnieken. Beschrijf in eigen woorden wat moleculaire merkers zijn en hoe deze de veredeling kunnen versnellen.

Moderne veredeling met moleculaire merkers



Links: zaailingen van een wilde resistente tomaat.

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

Foto dr. Yuling Bai/WUR.

Plantenveredelaars maken veel gebruik van moleculaire merkers. Dat zijn eigenlijk niet meer dan kleine specifieke stukjes DNA in de plant die dicht bij een gen liggen, bijvoorbeeld opbrengst, bladgrootte of schimmelresistentie. Heeft een plant dit bepaalde stukje DNA dan zal hij 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. 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 merker gestuurde selectie op grote schaal toegepast in de veredeling van nieuwe landbouw- en groenterassen 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 genen 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 merkertechnologie maakt het mogelijk de duur van de rasontwikkeling te verkorten van tien tot mogelijk zes generaties.

Hoe spoor je moleculaire merkers op?

De samenstelling van het DNA van organismen kan in een bandjespatroon zichtbaar gemaakt worden met gelelektroforese. Door bandjespatronen van verschillende planten met de veldeigenschappen van de desbetreffende planten te vergelijken kunnen bandjes (dit zijn DNA-fragmenten) gevonden worden die verbonden zijn met bepaalde kenmerken van de plant. Deze stukjes DNA kunnen (een deel van) het gen voor die eigenschap bevatten of daar vlak in de buurt liggen. Dit worden merkers genoemd.

De merkers kunnen vervolgens in een selectieprogramma gebruikt worden om gekruiste planten te testen op aanwezigheid van het gen (bandje) voor de gewenste eigenschap.

Bron: www.allesoverdna.nl

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 grote stukken 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...

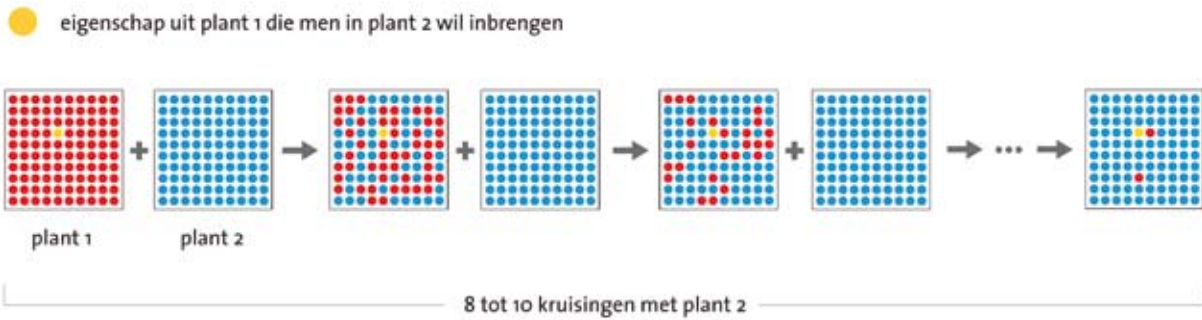
Efficiënter veredelen dankzij biotechnologie

Met behulp van de biotechnologie kan men 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. Het resultaat is een genetisch gewijzigd organisme (vroeger ook wel genetisch gemanipuleerd organisme genoemd). Op dit moment zijn herbicidetolerantie en insectresistentie de belangrijkste toepassingen, maar in de toekomst kunnen we planten verwachten met een hogere opbrengst, of een verbeterde weerstand tegen droogte. Ook zal de veredeling van landbouwgewassen kunnen profiteren van nieuwe biotechnologische technieken. Op dit moment is dit alleen het geval in de landbouw. In de EU zijn er slechts twee gewassen toegelaten voor deze teelt, namelijk mais (insectenresistentie) en aardappel (schimmel ongevoelig).

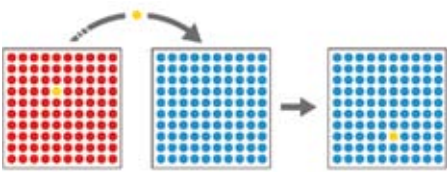
Wat is het verschil met klassieke veredeling?

Met biotechnologie breng je gericht de gewenste eigenschap in, met veredeling breng je altijd heel wat extra eigenschappen over, of je dat nu wilt of niet. Een nieuwe eigenschap in een plant brengen kan sneller met

Klassieke veredeling



moderne biotechnologie



Veredeling met moderne biotechnologie gaat veel sneller dan op de klassieke wijze.

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

biotechnologie dan met klassieke veredelingstechnieken. Genen uit andere plantensoorten kunnen in planten ingebouwd worden. Op deze manier komt een groot gamma aan kenmerken ter beschikking.

Klassieke veredeling kost veel tijd. Het kost zo tien generaties voordat je de gewenste nieuwe eigenschappen in jouw plant hebt gekruist. Tien generaties van bestuiven, zaadjes planten, opkweken en zaad oogsten bij tomaten kost dus tien keer drie maanden is 30 maanden.

Naast klassieke veredeling is er ook veredeling via moderne biotechnologische technieken:

- *Agrobacterium*-bacterie: het gewenste DNA gaat vanuit een bacterie de plantencel binnen.
- Op maat gemaakte virussen: virusgenen worden weggeknipt en vervangen door het gewenste DNA, waarna het virus als een brave postbode de informatie in de cel aflevert.
- Het genenkanon: minuscule goudbolletjes, bekleed met DNA, worden in de cellen geschoten.

Transgene voedingsgewassen niet populair

In Europa worden er maar met mondjesmaat transgene gewassen toegelaten op de markt. Het is dan 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.

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

Opdracht 35

Lees de teksten hierboven. Zoals je hierboven hebt kunnen lezen is veel discussie over het toepassen van biotechnologie, met name als het over ons eten gaat. Wat vind jij zelf van GM-gewassen?

Opdracht 36

Lees de 3 casussen op de volgende pagina's. Het zijn allemaal toepassingen van 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(pen) in jouw tomatenras wil je dan verkrijgen?



Functional food: Paarse tomaat

Onderzoekers van het John Innes Centre in Engeland, hebben, ondersteund door onderzoekers van Plant Research International van Wageningen UR, 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 kankergevoelige muizen inderdaad een extra bescherming bieden tegen de ontwikkeling van kanker.

Bron: Plant Research International, WUR.

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

Genetische modificatie: Roundup Ready Soja

Soja wordt op verschillende manieren verbouwd. Een van de varianten is Roundup Ready-soja. Roundup Ready-soja is een sojavarant 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 sojaplanten andere planten kunnen 'besmetten'. Dat gebeurt bijvoorbeeld via het stuifmeel dat ze verspreiden. Hierdoor kunnen bepaalde eigenschappen van genetisch gemodificeerde planten uiteindelijk ook worden overgedragen op niet-gemodificeerde gewassen.

Bron: Wereld Natuur Fonds.

Bijlage: 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* genoemd en de planten heten dan 'farmagewassen'. 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.



Een proefveld met Roundup Ready-soja.

Bron: Monsanto.