

Practica met Planten en zaden

Een bundel van diverse practica die uitgevoerd
worden op het ROC Nova College.

Workshop 10 mei 2019

Loes Hooijboer en Jessica van Elswijk

Inhoud

1. Beweging op celniveau.....	1
2. Aantonen van pectine in de celwand	3
3. Huidmondjes	4
4. Bloemenpractica	7
5. Pollen in de Potten	8
6. Aanwezigheid amylase aantonen in bonen.....	11
7. Katalase in levensmiddelen / zaden	15
8. Kiemkracht van tuinkerszaden	17
9. De ontwikkeling van erwtenplanten	19
10. Hormonale invloed op tuinkers en bonen.....	1
11. Zwaartekracht op kiemplantjes	6
12. Tomatenpracticum	6
13. Zouttolerantie.....	6

1. Beweging op celniveau

Practica via Cursus "Cel- en ontwikkelingsbiologie van de plant" van de WUR, door Andre van Lammeren

Beweging in plantencellen is waar te nemen als beweging van organellen. Goede voorbeelden zijn te vinden in planten zoals de eendagsbloem (*Tradescantia virginiana*) en waterplanten zoals *Vallisneria*, *Elodea* (waterpest) en kranswieren zoals *Nitella* en *Chara*.

Werkwijze:

- Neem van de eendagsbloem een verse bloem en haal met een pincet een meeldraad met paarsgekleurde haren uit de bloem.
- Verwijder met een pincet en een mesje enige haren van de meeldraad en breng de haren in een druppel water met 0.01% Triton (zeep).
- De zeep verlaagt de oppervlakte spanning en voorkomt luchtbellen in het preparaat.
- Spreid de meeldraadharen met een prepareernaald
- Breng een dekglasje aan op het preparaat en bekijk het preparaat onder de microscoop.

De cellen liggen als een kralensnoer aan elkaar. De buitenzijde van de cel heeft een ribbelpatroon; dit is de celwand met een waslaagje. Focus iets dieper in de cel: in de levende cel zijn de cytoplasmastrengen te zien en een grote kern, omgeven door een blauw-paars gekleurde vacuole die het grootste deel van de cel vult. In de strengen, maar ook direct tegen de celwand zie je kleine organellen bewegen, vaak langs min of meer vaste 'paden'.

Opdracht:

Teken een de waargenomen cel. Benoem aan de hand van je waarneming de onderdelen van de cel en geef de richting van de organelbeweging aan.

Verklaar het bewegingsmechanisme (opzoeken in literatuur).



Figuur 1 Microscopische opname van een cel van de meeldraadhaar van *Tradescantia virginiana*

Filmpje met plasmastroming:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Movement_of_organelles_in_Tradesantia_stamen_hair_cells.webm

2. Aantonen van pectine in de celwand

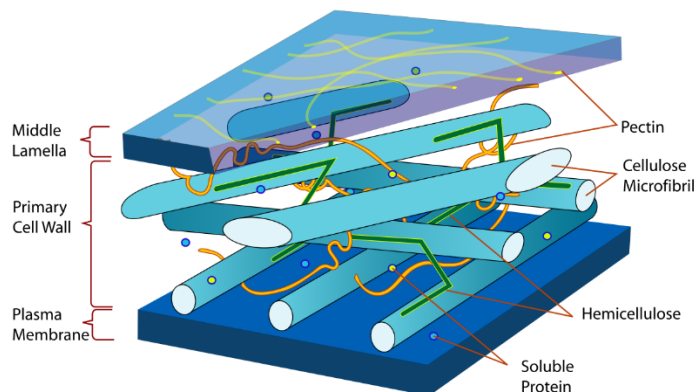
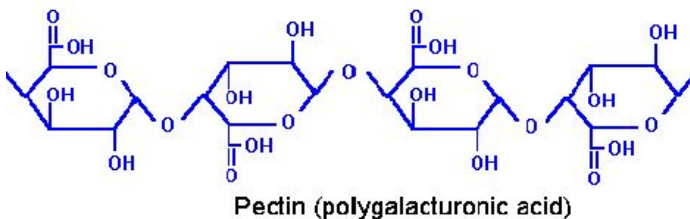
Practica via Cursus "Cel- en ontwikkelingsbiologie van de plant" van de WUR, door Andre van Lammeren

Cellen worden bijeengehouden door de gemeenschappelijke middenlamel die voor een groot deel uit pectine bestaat. Bij het verdwijnen van de pectine wordt het weefsel zachter zoals bij de rijping van vruchten. Zure pectines zijn aan te tonen met rutheniumrood. Breng een druppel 0,02% rutheniumrood aan op een stukje weefsel van bijvoorbeeld de aardappel. Dek af met een dekglasje en observeer met de lichtmicroscop.

Opdracht:

Maak een kleine tekening waarbij je laat zien wat het effect van de kleuring is.

Voor het practicum met nog 5 plantendelen uit.
Kun je in alle delen pectine aantonen?
Trek een duidelijke conclusie



3. Huidmondjes

NVON, april 2012, artikel over huidmondjes

Jullie gaan tijdens dit practicum huidmondjes bekijken, tekenen en tellen in zowel water als bij 20% kalium-nitraatoplossing. Dit doen jullie met de bladeren van de plant *Kalanchoe* en met de prei.

Werkwijze

- Breek een stukje het blad af (het is meer knakken) en scheur een klein stukje (= echt klein!) van de opperhuid voorzichtig van de onderkant af.
- Maak van het stukje blad een preparaat in water.
- Bekijk dit met 100x vergroting en daarna met 400x vergroting. Bereken het aantal per vierkante centimeter.
 - Maak ook een tekening.

TIP: Het berekenen van het aantal huidmondjes per vierkante centimeter, als gegeven is, dat de diameter van het gezichtsveld bij 400x afgerond 0,3 mm is.

- Zuig vervolgens met behulp van een filtreerpapiertje 20% kaliumnitraat onder het dekglas door.
- Let op wat er met de huidmondjescellen gebeurt (of niet).
- Verklaar het resultaat. Klopt dat met wat in de literatuur (het artikel, uitgedeeld door de docent) daarover wordt vermeld?
 - ➔ Herhaal bovenstaand practica met een andere plant en noteer de verschillen.

Opdracht:

Maak een tekening.

Bereken het aantal huidmondjes per vierkante centimeter
Waarom gebruik je de epidermis van de onderkant en niet van de bovenkant?

Verklaar de verschillen van beide uitgekozen planten.

Huidmondjes (stomata)

In en rond huidmondjescellen zijn er veel verschijnselen en processen actief, variërend van verdamping, fotosynthese, dissimilatie, turgor, osmotische waarde/druk, diffusie, osmose, actief transport, in- en efflux van ionen en invloeden van milieu om maar iets te noemen.

Door de grote verscheidenheid in planten en hun aanpassingen aan milieu-invloeden is er in dit artikel, gebonden aan een maximale omvang, alleen maar plaats voor een 'standaard landplant'.

■ Maarten Foeken / Herveld

Cellen van een huidmondje (de sluitcellen) bevinden zich in de epidermis. Door hun afwijkende vorm ten opzichte van de buurcellen is het bladoppervlak tien tot dertig keer zo groot als we van buitenaf waarnemen. Dat levert een groot verdampingsoppervlak op. Daardoor verliest de plant water dat nodig is voor de fotosynthese. Sluiten de huidmondjes zich, dan wordt het verlies beperkt, maar wordt ook de fotosynthese beperkt door minder koolstofdioxideopname. Het standaardblad van landplanten heeft een epidermis met een cuticula. De cuticula heeft een grote diffusieweerstand; dus al vrijwel al het transport van gassen gaat via de huidmondjes: onder andere van waterdamp, koolstofdioxide en zuurstof. Om al teveel verdamping te voorkomen, zitten de huidmondjes voornamelijk aan de onderzijde van het blad, soms zelf nog verdiept in de epidermis. Ook kan het blad zo opgerold zijn tot naalden of teruggebracht tot stekels of behaard zijn, dat zoveel mogelijk verdamping kan worden tegengegaan. Verdamping leidt overigens tot verkoeling van het blad,

waardoor de temperatuur tot wel 10 tot 15 graden Celsius lager kan worden dan de buitentemperatuur. Iets wat bij succulenten een grote rol is gaan spelen bij hun evolutie.

Het huidmondje

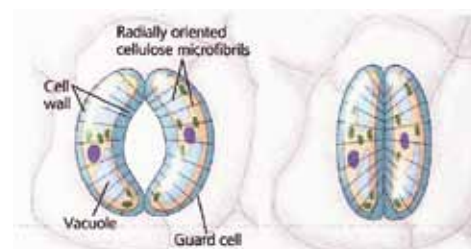
Een huidmondje bestaat uit twee specifieke sluitcellen en werkt met de buurcellen uit de epidermis samen. Daardoor is het een orgaan te noemen. Daarvan kunnen er wel 20.000 per vierkante centimeter bladoppervlak voorkomen, afhankelijk van de plantensoort. Huidmondjes gaan afhankelijk van de omstandigheden open of dicht.

Het openen

De sluitcellen kunnen door osmose water opnemen uit de buurcellen. Daardoor zwellen de sluitcellen op. Doordat de cellen een celwand bezitten die onregelmatig is verdikt, wordt die zwelling niet in alle richtingen even groot. Die verdikkingen in de celwand komen door radiaal georiënteerde cellulosemicrofibrillen, die daardoor bij de opzwellen

ervoor zorgen, dat de sluitcellen zich gedeeltelijk van elkaar verwijderen, zodat er een opening ontstaat.

De turgordruk in de geopende sluitcellen kan oplopen tot wel + 30 bar.



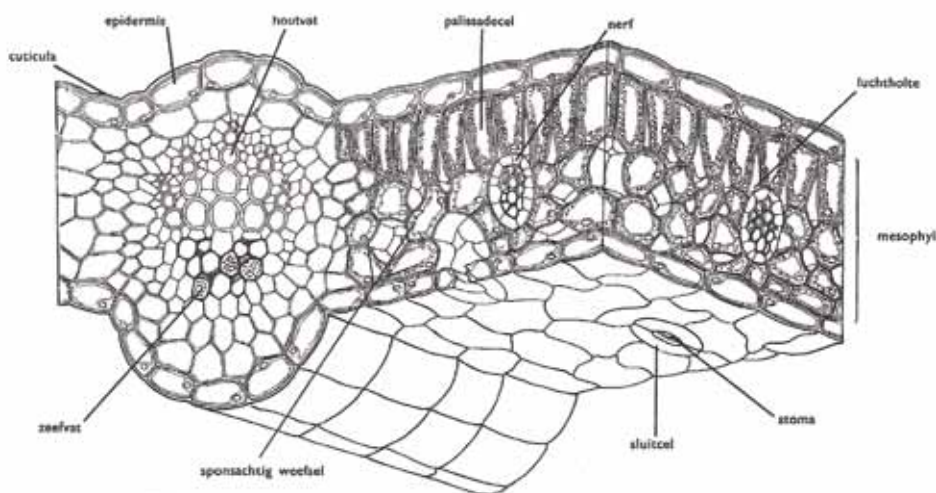
Bouw van een huidmondje. Links open huidmondje; rechts gesloten huidmondje. Bron: Campbell.

Het opnemen van water uit de buurcellen gebeurt niet zomaar. Het gebeurt als de sluitcellen een hogere osmotische waarde hebben dan de buurcellen. De sluitcellen nemen actief kalium op uit de buurcellen door gebruik te maken van hun eigen productie aan glucose. Dat kunnen de sluitcellen doen, omdat deze als enige cellen in de epidermis bladgroen bevatten. Fotosynthese in de sluitcellen levert de energie voor het actieve kaliumtransport. Ook worden actief protonen (via een protonenpomp) uit de sluitcellen verwijderd. Dat leidt tot nog meer opname van kaliumionen als gevolg van een verandering in het membraanpotentiaal.

Een andere stimulus voor de sluitcellen om open te gaan is een oplopend tekort aan koolstofdioxide in de ademholte achter het huidmondje als gevolg van de fotosynthese in het mesofyl.

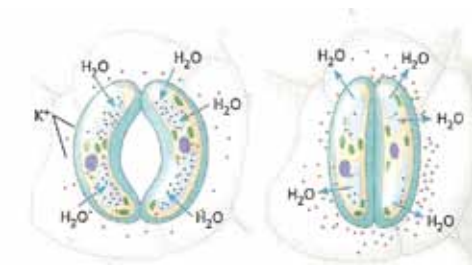
Het sluiten

Verdamping is een diffusieproces, waarbij water verdwijnt van een hoge concentratie naar een lagere concentra-



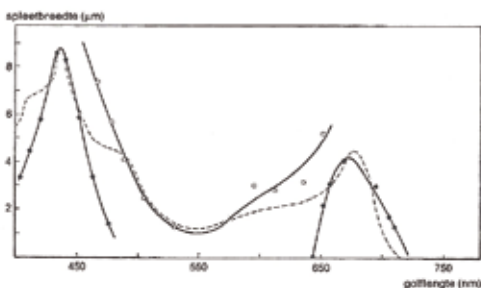
Dwarsdoorsnede door een blad, waarin de ligging van een huidmondje te zien is. Bron: Mackean3.

tie water. Droge lucht, bladtemperatuur, windsnelheid en lichtintensiteit zijn factoren, die het openen en sluiten sterk beïnvloeden. Het voert hier te ver om alle factoren uitputtend te bespreken. Planten hebben in alle gevallen aanpassingen gevonden om verschillende extreme milieufactoren het hoofd te bieden. Wel is vrij makkelijk te begrijpen, dat door een groot verschil in temperatuur van plant en buitenlucht de plant een groot risico loopt uit te drogen. Dat geldt ook voor het huidmondje. Door het verlies van water door uitdroging vermindert de turgor en zullen de sluitcellen als het ware tegen elkaar zakken, waardoor de ademopening zich sluit. Bij plasmolyse van de sluitcellen kan de osmotische potentiaal wel oplopen tot wel -100 bar.



Het K^+ -ionen transport. Bron: Campbell¹.

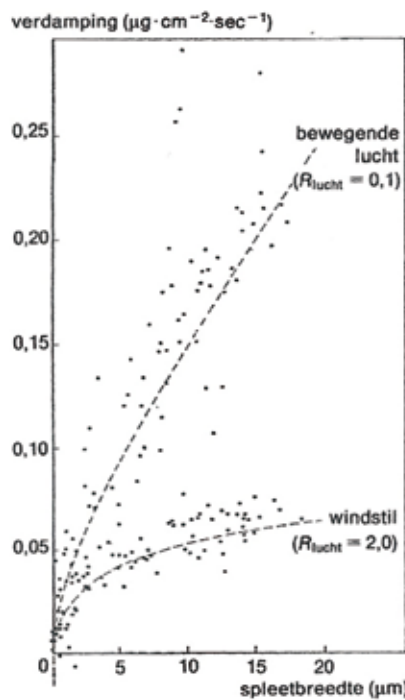
Aangezien de fotosynthese alleen kan plaatsvinden bij voldoende licht, is ook wel in te zien, dat bij gebrek aan glucoseproductie het actief opnemen van kalium stopt. Integendeel: kalium verdwijnt via diffusie naar de buurcellen. Daardoor verliest de sluitcel zijn turgor en gaat ook dan de porie dicht.



Invloed van de golflengte van het licht op de spleetbreedte van het huidmondje. Bron: Quispel, A en Stegwee, Plantenfysiologie⁴.

Uit de literatuur :

Sluitcellen nemen actief kaliumionen op en het kaliumgehalte in de sluitcellen blijkt positief gecorreleerd te zijn met de openings-toestand van de sluitcellen. Het is onmogelijk sluitcellen te plasmolysen met kaliumzouten³ (blz. 279).



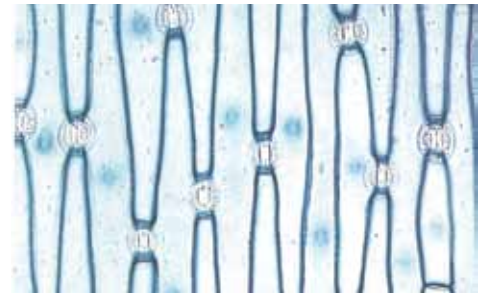
Invloed van de spleetbreedte van de huidmondjes op de verdamping bij twee windsnelheden. Bron: Quispel, A en Stegwee, Plantenfysiologie⁴.

Inleiding op het practicum

Fotosynthese komt voor bij vrijwel alle planten (zijn per definitief groen!) en een aantal bacteriesoorten. Essentieel is de opname van koolstofdioxide. Bij meer-cellige planten moet koolstofdioxide cellen met bladgroen bereiken, die niet direct aan de oppervlakte liggen. Daarvoor bezit het blad huidmondjes met naar binnen toe een zogenaamde ademholte, grenzend aan cellen met bladgroen. Die huidmondjes regelen ook de afgifte van water en van het teveel aan zuurstof, zolang de omstandigheden dat toelaten (genoeg licht en vocht uit de bodem); anders gaat het huidmondje dicht. De sluitcellen van een huidmondje liggen in de epidermis en bevatten zelf bladgroen in tegenstelling tot de buurcellen. Een huidmondje functioneert dus door twee typen cellen en is daarmee een orgaan, wel het allerkleinste.

Doel van het practicum

Het bekijken en tekenen van de huidmondjescellen van de plant Kalanchoë zowel in water als bij 20% kaliumnitraatoplossing. Het berekenen van het aantal huidmondjes per vierkante centimeter, als gegeven is, dat de diameter van het gezichtsveld bij 400x afgerond 0,3 mm is.



Huidmondjes van de tulip. Bron: Krommenhoek².

Methode:

- Breek een stukje het blad af, het is meer knakken, en scheur een klein stukje (= echt klein!) van de opperhuid voorzichtig van de onderkant af (waarom niet de bovenkant?). - Bedenk, dat het gezichtsveld bij 100x ongeveer 1 vierkante millimeter is!!!
- Maak van het stukje blad een preparaat in water.
- Bekijk dit met 100x vergroting en daarna met 400x vergroting. Bereken het aantal per vierkante centimeter. Maak ook een schetsje.
- Zuig vervolgens met behulp van een filterpapiertje 20% kaliumnitraat onder het dekglas door: druppeltjes aan de ene kant van het dekglas, filterpapiertje aan de andere kant.
- Let op wat er met de huidmondjescellen gebeurt (of niet).
- Verklaar het resultaat. Klopt dat met wat in de literatuur daarover wordt vermeld?
- Lees het artikel (bedoeld wordt dit artikel) of zoek op internet naar de werking van huidmondjes, inclusief de betekenis van de aanwezigheid van bladgroen, het bouwplan van deze cellen, het kalium-ionentransport, enzovoorts.

Tot slot

Mogelijk geeft het proefje aanleiding tot discussie en aanpassingen door te kiezen voor andere factoren of andere zouten of andere planten. Dit artikel kan ook meteen aan de leerlingen gegeven worden, voorafgaande aan het practicum.

Bronnen

1. Campbell, N.A. and Reece, J.B. (2005). *Biology*, 7th edition, pp 749-751. New York: Pearson/Benjamin Cummings.
2. Krommenhoek, W. (1978). *Biologie in beeld*. Den Bosch: Malmberg.
3. Mackean, D.G. (1969). *Inleiding tot de biologie*. Groningen: Wolters-Noordhoff nv.
4. Quispel, A. en Stegwee, D. (1983). *Plantenfysiologie*. Utrecht/Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema.

4. Bloemenpractica

Jullie gaan, in tweetallen verschillende bloemen van dichtbij bekijken. Per groepje bekijken jullie minimaal 2 verschillende bloemen.

Opdracht (in verslag):

Maak 2 tekeningen volgens onderstaande afbeelding en beantwoord de bijbehorende vragen op hetzelfde A4'tje.

1. Wat voor soort plant bekijk je?
2. Wat is de latijnse naam van deze plant.

Maak een tekening van de bloem.

4. Benoem de onderdelen.

5. Is deze bloem een wind of een insectenbloem? Leg je antwoord zo duidelijk mogelijk uit.

Pluk de bloem en ga op zoek naar de meeldraden en/of stamper.

6. Is de bloem/plant mannelijk of vrouwelijk?

Teken de stamper en/of de meeldraden in detail.

		Naam
		Klas
		Datum
Bloem / plant		
Stamper	Meeldraad	
Stuifmeelkorrels 400x vergroting mic.		

Verzamel wat stuifmeelkorrels en maak een preparaatje.
Teken enkele stuifmeelkorrels.

Kant en klara preps via:

<https://www.vosinstrumenten.nl/onderwijs/biologie/preparaten/preparaten/preparaten-sets/bloeiende-planten/individuele-preparaten-bloeiende-planten/stuifmeelkorrels.html>

5. Pollen in de Potten

<https://www.bijenhouders.nl/files/pdf/Honingcursusboek.pdf>

Doel van de opdracht

Oefenen in het werken met de microscoop, preparaat maken en beoordelen, centrifugeren en werken met kleurstoffen.

Context + opdracht

Een bedrijf dat honing verkoopt importeert 3 vaten honing. Op elk vat staat aangegeven om welke soort honing het gaat. De analisten van de afdeling kwaliteitscontrole krijgen de opdracht te onderzoeken of de etikettering juist is. Dit wordt gedaan middels een pollenonderzoek.

De opdracht bestaat uit 5 deelopdrachten:

1. Zoek met behulp van internet en/of literatuur tekeningen van de pollen die in elke honingsoort aanwezig moeten zijn en het vereiste percentage. Neem deze informatie mee naar de praktijk.
2. Bekijk met behulp van een microscoop de aanwezige pollen (stuifmeelkorrels) per honingsoort en maak hiervan per soort een tekening.
3. Bereken van elk pollentype het waargenomen percentage en bepaal per honingsoort of het de gegeven naam mag dragen.
4. Bekijk de video “honing” (25 min) van de keuringsdienst van waarde en beantwoord de vragen.
5. Schrijf in je eigen woorden een verhaal van ong. een 1/2 A4 over hoe honing gemaakt wordt en hoe verschillende soorten honing ontstaan.

Het maken van een honingpreparaat:

materiaal: 3 soorten honing

NB Docent: (let op dat het “echte” honing is bij de reformwinkel oid, anders zitten er geen pollen in.)

6 centrifugepuntbuizen

Pasteur pipetten

microscoop

microscopieset

6 stukjes parafilm

3 object- & dekglasjes

Uitvoering:

- Weeg 3 g honing af in een centrifugepuntbuis
- Voeg 1 cm demiwater toe
- Verwarm de puntbuis in een waterbad (50°C)
Af en toe goed mengen, door buis in de hand heen en weer te rollen, de honing moet helemaal opgelost zijn.
- Buis aanvullen tot 1 cm onder de rand en op parafilm mengen.
- Centrifugeer gedurende 10 minuten bij 2250 omwentelingen per minuut
- Giet het supernatant (bovenstaande vloeistof) af in de gootsteen. Deze bevat veel suiker en is dus veel plakkerig en niet handig om een preparaat van te maken.
- voeg weer 1 cm demiwater toe, meng, vul aan tot 1 cm onder de bovenrand meng opnieuw met parafilm en centrifugeer.
- Schenk het supernatant weer voorzichtig af zodat je in de punt de pollen en een klein beetje water overhoudt.
- maak een preparaat door met een pasteurpipet het residu (met zo min mogelijk supernatant) op te zuigen en dit op een objectglasje te druppelen.
- Maak het preparaat af zoals je gewend bent. Je hoeft geen extra druppel demiwater toe te voegen.
- Bekijk het preparaat bij een 400x vergroting.

Uitleg onderdeel 2 en 3:

Er staan verschillende soorten honing.

Neem de imkerhoning en twee anderen naar keuze.
(3 totaal)

Bepaal welke soort honing het zou kunnen zijn.

Vragen behorende bij de video, onderdeel 4:

<https://tvblik.nl/keuringsdienst-van-waarde/honing>

- Wat is honing?
- Wat is koud en warm slingeren?
- Wat is honing uit “niet-EU”-landen volgens de video.
Leg dit duidelijk uit.

6. Aanwezigheid amylase aantonen in bonen

http://w.nvon.nl/files/default/326-327_nvox14_nr_7.pdf

Zetmeel wordt onder andere in zaden opgeslagen, niet voor de plant zelf, maar voor gebruik door het embryo, als het zaad gaat ontkiemen. Het onoplosbare zetmeel, als polysacharide, moet door hydrolyse worden omgezet in stoffen, die actief bij de levensprocessen betrokken kunnen worden. Het enzym dat zetmeel af kan breken is amylase. Bij de mens komt het voor in speeksel, alvleessap en darmsap. Bij zaden komt het enzym ook voor, dit gaan we aantonen met een practicum.

Werkwijze

benodigdheden:

- Petrischaaltjes/saladebakjes
- Geweekte verschillende bonen en/of erwten
- Zetmeelagar (zelf maken!)
- Indicator voor zetmeel

Maken van zetmeelagar

- Los 1 gram agar op in 100 mL water.
- Maak een papje door:
1 gram aardappelzetmeel op te lossen in 15 mL koud water. Voeg dan circa 85 ml heet water toe.
Neem van dit papje circa 10 mL en voeg dit toe aan de agaroplossing.
- Kook de agar 3x op in de magnetron.
- Giet het handwarme agarmengsel uit in de petrischalen

- Leg vier gesplitste halve bonen/erwten met de platte kant op de agarlaag.
- De zaadhuid moet wel verwijderd zijn.
- Verwijder na maximaal een dag de zaden en overgiet de petrischaal met de indicator door te zwenken en maak een tekening van het resultaat.

Opdracht:

Beschrijf het resultaat van de verschillende bonen.

Trek een conclusie over de aanwezigheid van amylase in de verschillende bonen/erwten.

Wat is de indicator voor zetmeel?

Uit welke bouwstenen is zetmeel opgebouwd?

Welke functies hebben die bouwstenen in de cel?

Wat verstaan we onder: stofwisseling, vertering en verbranding?

Wat is de functie van een enzym in het algemeen?

Welk proces (uit het rijtje) is met deze proef aangetoond?

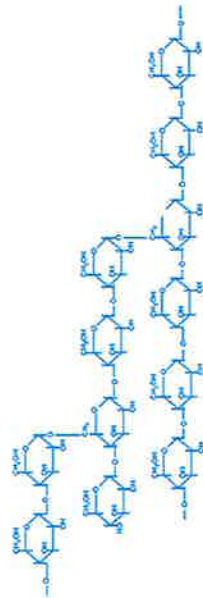
Biologiepracticum: van illustratief tot experimenteel (6)

Een kant-en-klare lesbrief

Het blijkt in de praktijk dat leerlingen niet goed onderscheid weten te maken tussen vertering, stofwisseling en verbranding. Zonder kennis van de scheikunde is dat ook best te begrijpen. Toch is het noodzakelijk om zo vroeg mogelijk met de uitleg te beginnen wat en waar in het lichaam gebeurt, vooral als later deze processen op een hoger niveau aan de orde komen.

Als leerlingen denken dat je voedsel eet en dat het er vervolgens weer als poep uitkomt, is dat een misvatting. Ook dat je calorieën kunt 'verbranden' lijkt in hun ogen vanzelfsprekend te zijn, evenals dat bij verbranding van glucose er water en koolstofdioxide ontstaat, waarbij ze dan vergeten dat het daar niet om gaat. In deze lesbrief gebruiken we zetmeel als uitgangspunt om een en ander nader toe te lichten.

Zetmeel wordt door planten gemaakt en daar heeft een aantal functies. De opbouw gebeurt door een aantal (circa 1000) monosachariden aan elkaar te koppelen door condensatie. Zetmeel is vrijwel onoplosbaar en zal dus niet zo snel in de stofwisselingsprocessen in de cel betrokken worden. Zetmeel wordt opgeslagen in de zogenaamde amyloplasten om later weer betrokken te kunnen worden in andere processen.

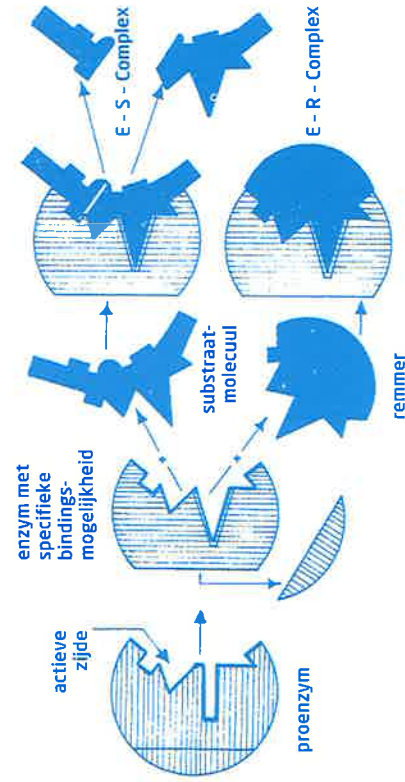


amylopectine



amylose

De structuur van zetmeel.



Enzymen vormen met een substraat (bijvoorbeeld zetmeel) een complex (sleutel-slotreactie), het zogenaamde ES-complex. Via een serie chemische reacties en met behulp van energie en andere stoffen kan een substraat worden gesplitst of worden opgebouwd.



Het onderscheid
tussen **vertering**,
stofwisseling
en **verbranding**

Practicum

Vraagstelling: is de extracellulaire vertering door amylase van zetmeel aan te tonen?

Materialenlijst per leerling of groepje;

- Petrischaaltjes
- Geweekte bonen of erwten (makkelijk te splitsen)
- Zetmeelagar
- Indicator voor zetmeel.

HANDLEIDING VOOR HET MAKEN VAN ZETMEELAGAR

Los 1 gram agar op in 100 mL water. Maak een papje van 1 gram aardappelzetmeel en 15 mL koud water. Voeg dan aan het papje circa 85 mL heet water toe. Voeg circa 10 mL van dit papje toe aan de agaroplossing. Giet het warme agarmengsel uit in de petrischalen totdat er een flink laagje is en wacht tot de agar is gestold (< 45 graden).

Werkwijze

Leg vier gesplitste halve bonen met de platte kant op de agar-laag. De zaad huid moet wel verwijderd zijn. Verwijder na maximaal een dag de zaden en overgiet de petrischaal met de indicator door te zwenken en maak een tekening van het resultaat.

Vragen

Uit welke bouwstenen is zetmeel opgebouwd?

Welke functies hebben die bouwstenen in de cel?

Wat verstaan we onder: stofwisseling, vertering en verbranding?

Wat is de functie van een enzym in het algemeen?

Welk proces (uit het rijtje) is met deze proef aangetoond?

Amylase

Een belangrijk verteringsenzym is amylase, dat zetmeel kan afbreken. Bij de mens komt dat enzym voor in het speeksel, alvleesap en darmsap. Zaden bezitten ook amylase. Nemen deze zaden water op, dat kan het enzym zijn werking uitoefenen, omdat er een transportmogelijkheid is ontstaan via dat water binnen, maar ook buiten de cellen. De werking van amylase is aan te tonen met een practicum.

7. Katalase in levensmiddelen / zaden

<https://biologiepagina.nl/Havo5/1Stofwisseling/practicumkatalase.pdf>

Inleiding

Een enzym (een eiwit) is een chemische stof die helpt scheikundige processen te versnellen, een katalysator. Een enzym versnelt een chemische reactie zonder daarbij zelf verbruikt te worden. In dit practicum ga je de invloed van de temperatuur op de enzymactiviteit onderzoeken.

Je werkt daarbij met waterstofperoxide (H_2O_2) en het enzym katalase (peroxidase). Waterstofperoxide ontstaat bij verschillende reacties in cellen als bijproduct. Omdat het schadelijk is, moet het snel worden afgebroken. Alle cellen bezitten het enzym katalase, dat een snelle afbraak van waterstofperoxide mogelijk maakt.

Je kunt dit practica doen met verschillende levensmiddelen maar dus ook heel goed met verschillende (gedroogde of verse) zaden.

Vorbereiding

- Lees de bijlage.
- Zet de opstelling/benodigde materialen klaar
- Bedenk een onderzoeksvraag en een hypothese. Zoek voor een goede hypothese op internet naar de aanwezigheid van katalase in voedingsmiddelen.

Materialen

- Reageerbuizen (lang)
- Reageerbuisrek
- 20 verschillende levensmiddelen (ong. 1 gram)
- Een mes
- Waterstofperoxideoplossing van 3%
- Waterbad (37 °C) (hoeft niet perse, reactie gaat wel beter)
- Ballonnen (waarschijnlijk waterballonnen → kleinere opening). Of gebruik erlenmeyertjes.

Methode

1. Codeer de reageerbuizen op een logische manier.
2. Snijd gelijke (**wat is gelijk?**) stukjes monster/zaden af en doe elk stukje in één van de buizen.
3. Gebruik lever als controle (heeft hoge concentratie katalase)
4. Doe in de andere buizen 5 ml waterstofperoxideoplossing.
5. Zet de buizen in een waterbad van 37 °C voor 5 minuten.
6. Giet na die 5 minuten het waterstofperoxide bij de stukjes monster.
7. Meet de tijd die de ballon er over doet om rechtop te komen staan.
8. Noteer je resultaten op een overzichtelijke manier.

Verwerking

Schrijf een meetverslag over je onderzoek waarbij je antwoord geeft op de onderzoeksvraag.

8. Kiemkracht van tuinkerszaden

Verkregen van een collega van een andere MLO-school. Geen bron.

In deze proef ga je bekijken wat de invloed is van het zware metaal lood op de kiemkracht van tuinkerszaden. Op het moment dat de groeiomstandigheden (water, temperatuur e.d.) voor het zaad gunstig worden, worden in het zaad verschillende stofwisselingsenzymen actief, waardoor de reserve stoffen in het zaad kunnen worden gebruikt voor de ontwikkeling van de kiemplant. Bij het onderdeel stofwisseling heb je al aangetoond dat zware metalen de enzymwerking op een zodanige manier kunnen beïnvloeden, dat de enzymen worden geremd in hun werking.

materiaal:

- tuinkerszaden
- petrischalen (4 per persoon)
- filters
- loodacetaat (2%, 1,5%, 1% en 0.5%)

werkwijze:

opm.: loodzouten zijn schadelijk voor het milieu; de afvalresten moeten worden verzameld in het afvalvat voor zware metalen.

- Codeer de petrischalen (A t/m E) en leg in de petrischalen een of twee lagen filtreerpapier. Het filtreerpapier moet **goed** in de petrischalen passen
- maak het filtreerpapier vochtig met de verschillende concentraties van het loodzout
- leg in iedere petrischaal **25 tuinkerszaden**. Doe de deksel op de petrischaal en sluit deze af met parafilm, zodat het filtreerpapier niet uitdroogt.
- zet de petrischalen in het licht (daglichtlamp)
- Tel het volgende practicum in iedere petrischaal het aantal **gekiemde tuinkerszaden**.
- noteer de resultaten

petrischaal	% Pb	Aantal gekiemde zaden	% contr. zie opm.	gem. wortellengte	% contr.
A	0,0%		100%		100 %
B	0,5%				
C	1,0%				
D	1,5%				
E	2,0%				

Opm.:

% controle: als in de petrischaal met demiwater 23 zaden ontkiemen, wordt dit aantal op 100% gesteld. De overige resultaten worden omgerekend. $(X/23) \cdot 100\%$; waarbij X het aantal gekiemde zaden bij B t/m E.

opdracht:

- 1 neem de tabel over in je labjournaal.
- 2 zet de resultaten uit in een staafdiagram en trek je conclusie.

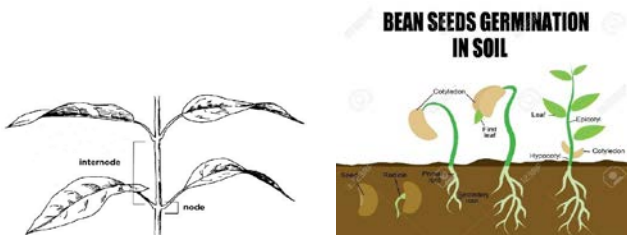
9. De ontwikkeling van erwtenplanten

Celdeling in de top van de plant remt de lager gelegen groeipunten. Dit heet apicale dominantie en wordt veroorzaakt door zowel hormonale als voedingsfactoren. In deze proef bekijken we de werking van auxine en cytokinine.

Auxine stimuleert de celstrekking en differentiatie. De cellen uit de top van een plant produceren auxine. Door de productie in de top wordt de productie van auxine in lager gelegen groeipunten geremd. Het uitlopen van de okselknoppen wordt onderdrukt door auxine dat vanuit de top naar beneden gaat. Bij het dalen wordt de concentratie steeds lager. Hierdoor kunnen lager gelegen okselknoppen wel uitlopen.

Cytokinine wordt in de worteltop aangemaakt. Dit stimuleert het uitlopen van okselknoppen en werkt auxine dus tegen (het is een antagonist). Gibberelline versterkt de werking van auxine.

Naast de hormonen speelt ook de voedingstoestand van de plant een rol. In de top van de plant wordt het meeste suiker verbruikt. Bij een overmaat aan voedingsstoffen zal een deel ook voor andere plaatsen beschikbaar zijn.

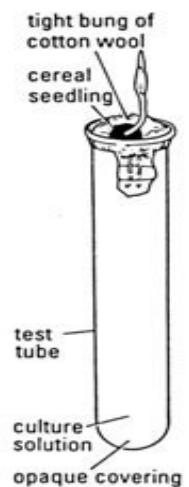


Benodigdheden:

- 60 tot 80 erwten kiemplanten (>8 dagen oud)
- Verdunde Pokon (1 dop op 1,5 liter water)
- Cytokinine (Stockoplossing) 1 mg/mL
- Gibberelline (Stockoplossing) 1 mg/mL
- Kweekbuizen
- Houder voor kweekbuizen
- Watten
- Aluminiumfolie

Werkwijze:

- Maak groeimedia met verschillende samenstellingen aan hormonen:
 1. Geen hormoon
 2. 2,5 mg/L cytokinine
 3. 2,5 mg/L gibberelline
 4. 2,5 mg/L cytokinine én 2,5 mg/L gibberelline
- Vul de buizen tot ongeveer 2 cm onder de rand met groeimedium
- Neem een kiemplantje en draai wat watten om de plant ter hoogte van de zaadlob
- Duw de watten tot net boven het vloeistofniveau in de buis
- Doe aluminiumfolie om de buis
- Zet de buizen onder de daglichtlamp en controleer om de paar dagen de oplossing en vul deze aan als dat nodig is.
- Op dag 7 en 14 beoordeel je de planten en vul je het volgende schema in:



Bron:

www.nuffieldfoundation/practical-biology/130415

		internodiën			zijscheuten			opmerkingen
Dag	Plant nr.	Aantal	Gem. lengte	totale lengte	Aantal	Gem. lengte	Totale lengte	

10. Hormonale invloed op tuinkers en bonen

Bron is onbekend

Achtergrond informatie:

In de oksels van bladeren van tweezaadlobbigen planten bevinden zich de okselknoppen. Deze knoppen, die in principe nieuwe stengels kunnen vormen, lopen in veel gevallen niet uit en vooral niet wanneer ze zich dicht bij een actieve stengeltop bevinden. Kennelijk verhindert de aanwezigheid van een dergelijke stengeltop het uitlopen van lager gelegen okselknoppen. Dit verschijnsel noemt men apicale dominantie. Het in de top gevormde hormoon auxine speelt hierbij een belangrijke rol.

Bij de meeste planten is op een groot aantal plaatsen groei mogelijk, in de worteltop, stengeltop, okselknop, etc. Hoewel op al deze groeipunten celdeling kan plaatsvinden, vindt celdeling meestal slechts op enkele groeipunten plaats. De meeste groeipunten zijn niet actief, maar in rust. Een bekend voorbeeld hiervan is de onderdrukking van het uitlopen van zijknoppen als gevolg van apicale dominantie.

Er bestaat een relatie tussen de groei van de eindknop en de groei van de zij- of okselknoppen. Zolang de eindknop actief is, blijft de groei van de okselknoppen achter (apicale dominantie).

De verschillende manieren waarin de stengeltop domineert over de zijknoppen, bepaalt de uiteindelijke vorm van een plant. Bij complete apicale dominantie zien we een lange rechte stengel zonder zijtakken (bv. Zonnebloem). Vaak heeft de top alleen een remmende invloed op het uitlopen van de bovenste zijknoppen; daaronder lopen de zijknoppen toch uit en vormen zijtakken. De plant krijgt dan een meer struikachtige groei en een "bossig" uiterlijk.

De invloed van apicale dominantie verandert vaak bij het ouder worden van de plant. Zo vertonen veel bomen tijdens hun eerste groeiperiode een sterke apicale dominantie, leidend tot vooral lengtegroei met weinig zijtakken. Later wordt de mate van de apicale dominantie kleiner en ontstaan er veel meer vertakkingen. In een ontwikkelende plant bevinden zich maar enkele plaatsen waar hij groeit en waar er actief celdeling plaatsvindt. Omdat dit vaak de toppen van de plant betreft, zou bij vraatschade door bijvoorbeeld grote grazende zoogdieren, de groei voor lange tijd gestoord zijn, indien er geen okselknoppen waren. Deze functioneren als 'reserve-groei punten', die de taak van de eindknop vrijwel direct kunnen overnemen. De verstoring van het groeipatroon door vraatschade blijft zo beperkt. Op hun beurt blijken deze nieuwe groei punten te gaan domineren over de rest van de plant, waardoor de overige okselknoppen in rust blijven.

Bepaalde infectieziektes kunnen leiden tot het volledig verdwijnen van de apicale dominantie en daarmee van de okselknop rust. Alle zijknoppen lopen uit en er ontstaat een bos van zijtakken en –takjes. Uit klassieke proeven over apicale dominantie bleek er een duidelijke rol voor auxine te zijn. Auxine is in staat om de ontwikkeling van nieuwe stengels in de okselknoppen te bevorderen.

Uitvoering Bonenplanten

Materialen

- 20 bonenplanten
(zelf opgekweekt, minimaal 2 weken van te voren)
- schaar
- liniaal

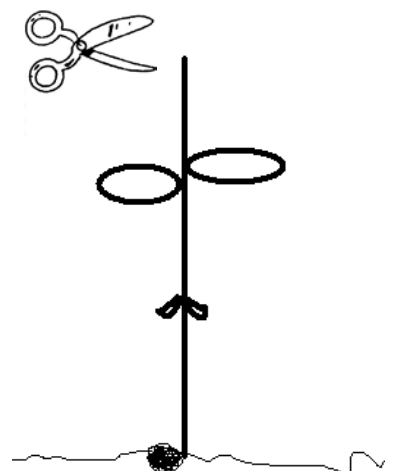
Vorbereiding:

- Begin minimaal 2 weken van te voren met het opkweken van de bonenplanten.
- Vraag aan de TOA/docent bonen en een patatbakje.
(Zet de bonen in de “plantenstoof”)
3 dagen in het donker en daarna in het licht
- Geef ze elke 3 a 4 dagen water.
- Als je bonenplanten voldoende gegroeid zijn kun je het practicum gaan uitvoeren

Werkwijze:

- Snij van 10 planten de top af. Gebruik de overige planten als niet-onttopte controle.
- Meet de lengte van alle plantjes (na knippen) en de okselknoppen/zijscheuten in mm.
- Meet om de 2 dagen de lengte van de stengel en de zijscheuten in mm.
- Let evt. ook op nieuwe okselknoppen en/of zijscheuten.
- Voer deze proef gedurende 14 dagen uit.

1. Zet de meetgegevens in een tabel.
2. Zet de gemiddelde lengtes per plantje in een grafiek.
3. Verwerk de grafiek en meetgegevens in het meetrapport



Uitvoering Tuinkers

Verschillende concentraties auxine beïnvloeden de lengtegroei van de stengel op een geheel andere wijze dan de lengtegroei van de wortel. M.b.v. een snel kiemend zaad (bv tuinkers) proberen we na te gaan bij welke concentratie de lengtegroei van de stengel resp. de wortel het meest wordt gestimuleerd of geremd.

De proef wordt uitgevoerd met een kunstmatige groeistof, die dezelfde werking heeft als auxine, nl. het 2,4-dichloorfenox-y-azijnzuur (2,4-D).

Aanwezig is een oplossing van 10^{-3} M (0,001M) 2,4-D. Via een verdunningsreeks kan hiervan de gewenste serie groeistofoplossingen van 10^{-4} M aflopend tot 10^{-11} M samengesteld worden.

Benodigdheden:

- 2,4-dichloorfenox-yazijnzuur (2,4-D) oplossing (10^{-3} M)

LET OP: Los je inweeg op in een heel klein beetje alcohol en vul je maatkolf aan met demiwater.

- 3 pipetten van resp. 10, 9 en 1 ml met ballon
- Petrischalen
- 9 reageerbuizen met water
- 1 lege steriele reageerbuis
- tuinkerszaden
- Pincet, rond filtreerpapier, watervaste viltstift

Week 1: inzetten:

- Codeer 10 petrischalen van 10^{-3} tot 10^{-11} en een **controle**.
- Neem uit de stockoplossing van 10^{-3} 10 ml en doe dat in de 1^e (lege) reageerbuis.
- Pipetteer uit deze buis 1 ml en pipetteer dat in een

- reageerbuis waar 9 ml water inzit.
- Meng goed en haal uit die reageerbuis (10^{-4}M) weer 1 ml en breng dat over in 9 ml water.
 - Ga zo door tot 10^{-11}M
 - Leg een (geknipt) filtreerpapiertje in de gemarkeerde petrischaaltjes
 - Schenk alle reageerbuizen over in de juiste petrischaal.

(Gebruik ongeveer 1 ml). Bewaar je buizen, daarmee kun je halverwege de week de kiemplantjes nogmaals vochtig maken.

- Neem ook een controle mee

Bedenk zelf waar de controle uit zou moeten bestaan.

- Leg in elk petrischaaltje een filtreerpapiertje en 10 tuinkerszaden
- Laat de tuinkers kiemen in het donker.

Week 2: resultaten uitwerken:

1. Meet na 1 week de lengte (in mm) van de stengel en de wortel bij ieder plantje. Noteer de gevonden waarden in tabellen.
2. Bepaal de gemiddelde lengte van de wortel en stengel per petrischaal, niet gekiemde zaden worden niet meegerekend.
Bereken daarna de afwijkingen ten opzichte van de controle.
3. Maak een grafiek waarbij je de lengte van de wortel en de stengel uitzet tegen de concentratie auxine.

Geef in de conclusie van je meetrapport antwoord op de volgende vragen:

1. Bij welke concentratie ligt het omslagpunt van groeiremming/bevordering bij de stengel?
2. Bij welke concentratie ligt het omslagpunt van groeiremming/bevordering bij de wortel?

11. Zwaartekracht op kiemplantjes

Al eerder is er tijdens een nibi-bijeenkomst een interactieve lezing gegeven door Désirée den Os over dit onderwerp. Is terug te vinde op:

<https://www.nibi.nl/uploads/nibi/files/4e46e357edfa21f462728f0a46207905650cd826.pdf>

Practica op een hele goede Engelse website.

In dit practicum gaan de leerlingen onderzoek doen naar zwaartekracht. Alleen deel 1 uitvoeren is ook mogelijk.

<http://www.saps.org.uk/secondary/teaching-resources/1276-gravitropism-the-role-of-roots>

12. Tomatenpracticum

Dit practicum staat in de uitgave van Plantum “plantkracht” en is eerder verschenen als uitgave van het NIBI “Leven in de kas”. Nu te vinden als download op de site van het NIBI.

<https://www.nibi.nl/uploads/nibi/files/cdbdde8267a10db9edff3a96767452d793be69f8.pdf>

13. Zouttolerantie

Een practicum waarbij de leerlingen zelf een onderzoek kunnen uitvoeren. Uiteraard is het ook mogelijk om dezelfde opzet te gebruiken als het practicum “Kiemkracht met tuinkerszaden”.

https://www.seedvalley.nl/wp-content/uploads/2017/07/Plant_Rover_VERY_DISCO_voor_beelden.pdf

<https://regiohollandbovenamsterdam.nl/verhalen/zilte-landbouw-verovert-de-wereld>

Wat is het effect van zout op planten?

17 september 2015

Zoals bekend, beschermen planten zich tegen een hoog zoutgehalte in de bodem door hun wortels te verleggen om op die manier plekken met hoge zoutconcentraties te mijden. UvA-onderzoekers Christa Testerink en Magdalena Julkowska geven in een review en een video-abstract voor het tijdschrift Trends in Plant Science een samenvatting van de huidige stand van de kennis over de effecten van zoutstress op planten.



Afbeelding: Flickr (Creative Commons)

Blootstelling aan zoutstress activeert talrijke signaalpaden, die bij zouttolerante planten tot acclimatisatie leiden. In hun review integreren de UvA-onderzoekers de bestaande kennis over vroege signaalreacties - die seconden tot minuten in beslag nemen - met de kennis over de groei van verschillende organen - die uren tot dagen duurt.

Volgens de onderzoekers houden planten die blootstaan aan zoutstress onmiddellijk op te groeien. In deze fase dringt er, via niet-specifieke ionenkanalen in het membraan, zout binnen in de cellen. Dat zout lokt in de cel een reeks gebeurtenissen uit die zorgen voor de aanmaak van stresshormonen en een afname van de celdeling en -groei. In een latere fase worden er zoutionen in vacuolen en opslagweefsel gepompt. De groei kan zich daardoor enigszins herstellen, maar bereikt vrijwel nooit het controleniveau.

De auteurs wijzen op een interessant fenomeen, namelijk dat de groei van de diverse plantenorganen niet in gelijke mate door zoutstress wordt beïnvloed. Planten met zoutstress blijken, in vergelijking met normaal gegroeide planten, een andere bouw te vertonen. Uit enkele recente studies naar dit onderwerp komt naar voren dat relatieve veranderingen in de groeimorfologie inderdaad een belangrijke rol spelen bij zouttolerantie. De onderzoekers denken dan ook dat deze veranderingen nieuwe aanknopingspunten bieden voor de teelt van zouttolerante gewassen.

Testerink: 'Wij willen achterhalen hoe het komt dat planten door veranderingen in de bouw van hun wortelstelsel hun laterale wortels van richting kunnen doen veranderen en zo hun zoutopname verminderen. Daarmee willen we de zouttolerantie vergroten en uiteindelijk de opbrengsten verbeteren.'

Nieuwe landbouwgewassen kweken

Testerink is plantenfysioloog aan het Swammerdam Institute for Life Sciences (SILS) van de UvA en heeft onlangs een NWO-subsidie toegekend gekregen. Daarmee willen zij en haar team hun onderzoek naar de effecten van zoutstress op wortelvorming voortzetten en manieren onderzoeken om gewassen te telen die beter bestand zijn tegen zilte bodems.

Publicatiegegevens

Magdalena M. Julkowska, Christa Testerink: *Tuning plant signaling and growth to survive salt*. Trends in Plant Science (Volume 20, Issue 9, p586–594, september 2015).

[Bekijk het volledige artikel \(http://www.cell.com/trends/plant-science/abstract/S1360-1385\(15\)00172-7\)](http://www.cell.com/trends/plant-science/abstract/S1360-1385(15)00172-7)

Biotechnologie en planten



VIB is een non-profit onderzoeksinstituut in de levenswetenschappen. Zo'n 1100 wetenschappers en technici verrichten basisonderzoek naar de moleculaire mechanismen die instaan voor de werking van het menselijk lichaam, planten en micro-organismen. Door een hecht partnerschap met vier Vlaamse universiteiten - UGent, K.U.Leuven, Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel - en een stevig investeringsprogramma bundelt VIB de krachten van 65 onderzoeksgroepen in één instituut. Hun onderzoek heeft tot doel de grenzen van onze kennis fundamenteel te verleggen. Met zijn technologie transfer activiteiten beoogt VIB de omzetting van onderzoeksresultaten in producten ten dienste van de consument en de patiënt. VIB ontwikkelt en verspreidt een breed gamma aan wetenschappelijk onderbouwde informatie over alle aspecten van de biotechnologie. Meer info op www.vib.be.

www.vib.be • info@vib.be



2008, 4de druk, herziene uitgave



Genetisch wijzigen is een stukje DNA binnenbrengen in het erfelijk materiaal van een organisme. Hierdoor voeg je nieuwe eigenschappen toe, of schakel je er ongewenste uit.

een **kijk** op

biotechnologie en planten

Zonder planten is leven op aarde niet mogelijk. Ze zijn een bron van zuurstof en voedsel, maar ook van geneesmiddelen, hernieuwbare energie, bouwmaterialen, enzovoort. Wij mensen hebben altijd al planten gebruikt. Onze soort is in de loop van de geschiedenis heel sterk geworden in het optimaal benutten van planten. Maar het kan altijd beter, en daarom blijft plantenonderzoek onontbeerlijk. Het opzet is planten tot in het diepst van hun vezels te begrijpen en deze kennis te gebruiken om ze zo efficiënt mogelijk in te zetten.



Nieuwe kenmerken in gewassen

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. Dit soort kruising en selectie gebeurde aanvankelijk zonder te weten wat er op het niveau van het DNA, de erfelijke informatiedrager, gebeurt.

Tijdens het kruisen wisselen de planten grote stukken DNA uit. Ongeveer 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...

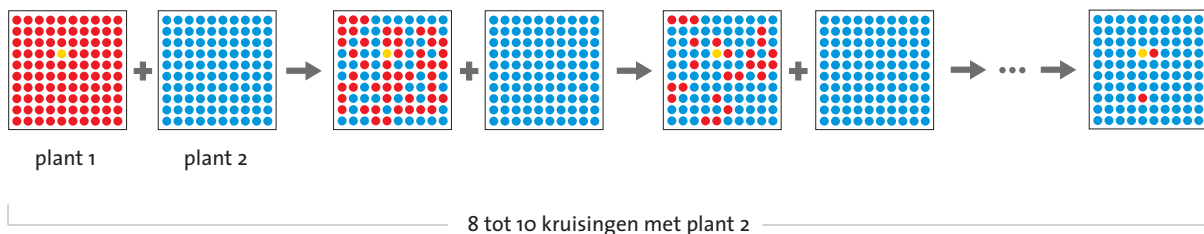


In de VIB-brochure
'Wat is biotechnologie?'
lees je meer over DNA.

Dankzij het biotechnologisch onderzoek kennen we het DNA van planten zoals mais, rijst en populier nu veel beter. De conventionele veredeling kan deze kennis gebruiken, waardoor selectie van de gewenste gewassen gericht en sneller verloopt.

Conventionele veredeling

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



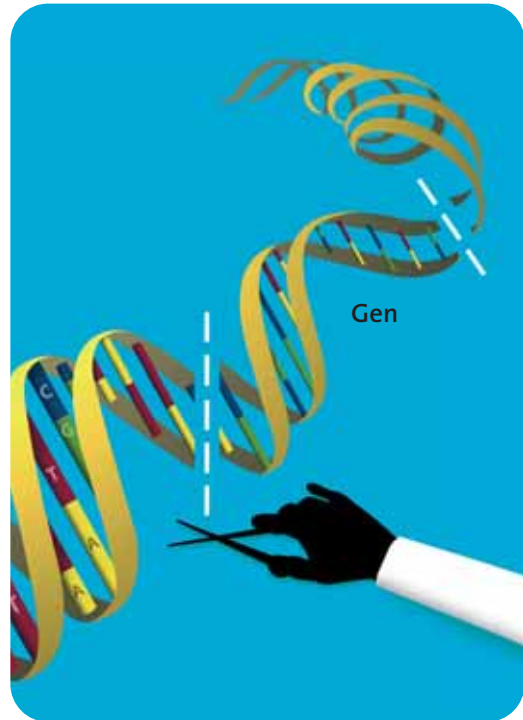
Biotechnologie gaat een stapje verder

Met behulp van de biotechnologie kan men in één stap en heel gericht één kenmerk aan een plant toevoegen. Men doet dat door enkel het gewenste gen (of genen) te nemen en in het erfelijk materiaal van de plant in te bouwen.

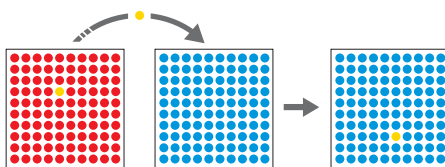
Wat is het verschil met veredeling?

- 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 biotechnologie dan met klassieke veredelingstechnieken.
- **Genen uit** andere plantensoorten of zelfs **andere organismen** zoals bacteriën, algen of dieren kunnen in planten ingebouwd worden. Op deze manier komt een groot gamma aan kenmerken ter beschikking.

Een gen is een stukje DNA met de code voor een eigenschap.



Biotechnologie



GGO = genetisch gewijzigd organisme, ook wel transgeen organisme genoemd.
In deze brochure gaat het meestal over gewassen die genetisch gewijzigd zijn.

Gentransfer in gewassen

Om genen bij planten in te brengen heb je een soort 'postbode' nodig. Vlaamse wetenschappers, onder leiding van de Gentse professoren Marc Van Montagu en Jeff Schell, ontdekten dat een bacterie de rol van postbode kan opnemen: *Agrobacterium tumefaciens*. Ook in de natuur is deze bacterie bezig met genetische wijziging. Ze injecteert genen in een plantencel en geeft zo de opdracht aan de plantencel om voedingsstoffen aan te maken die de bacterie nodig heeft om te kunnen overleven.

Van Montagu en Schell hebben *Agrobacterium tumefaciens* 'genetisch gewijzigd' waardoor ze de plant niet meer aanzet om voedingsstoffen aan te maken. In plaats daarvan brengt de bacterie een 'voor mensen interessante' eigenschap bij de plant in. De wetenschappers deden dit door de genen die de bacterie normaal gezien in plantencellen injecteert, te vervangen door andere genen. Als je deze genetisch gewijzigde bacterie dan loslaat op plantencellen, nemen er enkele de nieuwe genen op. Deze cellen laten men dan uitgroeien tot een plant die 'genetisch gewijzigd' is.



De technologie om planten genetisch te wijzigen is een Vlaamse uitvinding die al jaren wereldwijd toegepast wordt.



Transgene gewassen vandaag

Herbicidetolerante gewassen

De landbouw mag dan al heel ver gevorderd zijn, onkruid is nog altijd van de partij. Onkruid wieden volstaat meestal niet: het groeit zo terug. Als je het te lijf gaat met zware machines, leidt dat in sommige gebieden tot schadelijke erosie. Spuiten met chemische onkruidverdelgers (herbiciden) is wel doeltreffend, maar heeft een impact op het milieu.

Er bestaan verschillende types onkruidverdelgers, elk met een eigen werking, giftigheid, afbraaksnelheid,... Jammer genoeg zijn de meest milieuvriendelijke het minst specifiek: ze maken geen onderscheid tussen onkruid en gewas. Biotechnologen hebben een manier gevonden om gewassen toch tegen deze onkruidverdelgers te beschermen. Ze passen het gewas aan zodat het zelf opgewassen is tegen de werking van de onkruidverdelger. De gewassen blijven onaangetroffen door het herbicide, terwijl het onkruid vernietigd wordt. Deze gerichte onkruidverdelging wordt aangewend bij landbouwgewassen zoals mais, soja, katoen en koolzaad.

Het aantal boeren dat herbicidetolerante gewassen teelt, blijft toenemen. Zo is in de VS 90% van de geteelde soja herbicidetolerant en in Argentinië zelfs 98%. Ook in Brazilië en China is meer dan de helft van de soja herbicidetolerant. Boeren kiezen vooral voor herbicidetolerante gewassen omwille van de lagere productiekosten, maar ook omdat de voorbereiding en opvolging van de teelt een stuk makkelijker zijn dan bij conventionele gewassen. Zo moet de grond op voorhand niet of nauwelijks geploegd worden, een werk waar normaal gezien veel tijd en energie in kruipt.

Herbicidetolerante gewassen leveren niet enkel voor de boer, maar ook voor het milieu, voordelen op. Zo gebruikten de transgene boeren in 2006 6% minder herbiciden dan nodig zou zijn voor conventionele teelt. De gebruikte herbiciden hadden daarenboven bijna een kwart minder impact op het milieu dan de conventionele herbiciden.

Desalniettemin zijn herbicidetolerante gewassen niet de volmaakte oplossing voor een duurzame en

milieuvriendelijke landbouw. Milieugroeperingen vinden dat het verkeerd is gewassen te ontwikkelen die afhankelijk blijven van herbiciden. Ze zijn voorstanders van een landbouw waarin geen onkruidverdelgers gebruikt worden.

Daarnaast houdt het overmatig gebruik van één bepaalde onkruidverdelger - zowel bij conventionele als bij transgene teelt - het risico in dat onkruiden er resistent tegen worden. Na meer dan 10 jaar ziet men dat transgene teelt niet sneller leidt tot resistent onkruid dan de conventionele teelt. Voor de bestrijding van resistente onkruiden, gebruiken conventionele en transgene boeren dezelfde strategieën.



In de VIB-brochure 'De veiligheid van genetisch gewijzigde gewassen' lees je meer over de mogelijke milieu-effecten.



Insectresistente gewassen

Een zwerm insecten kan ernstige schade berokkenen aan een gewas. De schadelijke veelvraten worden in de landbouw dan ook met een heel arsenaal aan insecticiden te lijf gegaan. Sommige daarvan zijn schadelijk voor mens en milieu. Andere zijn milieuvriendelijker: de bodembacterie *Bacillus thuringiensis* (Bt), bijvoorbeeld. Bt is een verdelger die al veertig jaar gebruikt wordt in de biologische landbouw. De bodembacterie maakt eiwitten (Bt-toxines) die giftig zijn voor sommige insecten, maar onschadelijk voor andere organismen, inclusief de mens. Het probleem is evenwel dat Bt bij het sproeien niet altijd op de juiste plaats terechtkomt. Biotechnologen halen de genen voor de Bt-toxines uit de bacterie en brengen ze bij gewassen binnen, waardoor die bestand worden tegen insectenvraat.

Zo zijn er bijvoorbeeld katoenplanten gemaakt die opgewassen zijn tegen de bolworm. Deze rups veroorzaakt een van de meest voorkomende en hardnekkigste plagen op katoen en kan tot zeer grote oogstverliezen leiden. Vooral boeren in ontwikkelings-

landen zijn hier het slachtoffer van.

De bolworm is gevoelig voor Bt en vergist zich dus heerlijk als ze zich te goed wil doen aan een transgene katoenplant. De Bt-toxines die deze plant aanmaakt, zijn dodelijk voor het insect, terwijl de plant ongestoord verder groeit. Dit weerspiegelt zich duidelijk in de opbrengst: in zowat alle landen waar Bt-katoen is ingevoerd is die met 10 tot 50% gestegen, ook in landen waar men voordien een hoog pesticidenverbruik had.

In Australië en Argentinië is vier vijfde van de geteelde katoen transgeen, in ontwikkelingslanden als China, India, Zuid-Afrika en Mexico, is dit ongeveer de helft.

De boeren volgen goede landbouwpraktijken om te voorkomen dat er snel Bt-resistente insecten zouden ontstaan.



Bt-katoen in India

In India is de katoenopbrengst met meer dan 50% gestegen waardoor het nu katoen exporteert waar het vroeger importeerde. De ongeveer 4 miljoen Indiase Bt-katoenboeren hebben hun levensstandaard ook significant kunnen verbeteren. Zij hebben bijvoorbeeld een hogere vaccinatiegraad en een betere toegang tot sociale voordelen zoals onderwijs.



Naast herbicidetolerantie en insectresistentie worden er ook gewassen met andere wijzigingen geteeld: zoals bijvoorbeeld virusresistentie, gewijzigde vetzuursamenstelling en vertraagde vruchtrijping.

Een groeiend areaal

Transgene gewassen worden al sinds 1996 op grote schaal geteeld in Amerika, Canada en Argentinië. Het areaal aan genetisch gewijzigde gewassen nam sindsdien jaarlijks toe. In 2007 bedroeg het in totaal 112 miljoen hectare, goed voor 8% van het wereldwijde bebouwbare landbouwareaal. Intussen worden de gewassen geteeld door meer dan twaalf miljoen landbouwers, verspreid over een twintigtal landen die meer dan de helft van de wereldbevolking bevatten.

Europa heeft een klein aandeel in deze teelt. In 2007 vond men transgene gewassen terug in acht van de 27 EU-landen, goed voor een totaal areaal van bijna 105 700 hectare (slechts 0,03% van de oppervlakte van België), waarvan 70 000 hectare in Spanje. Dit heeft onder meer te maken met de zeer strenge en trage toelating van teelt van transgene gewassen in Europa.

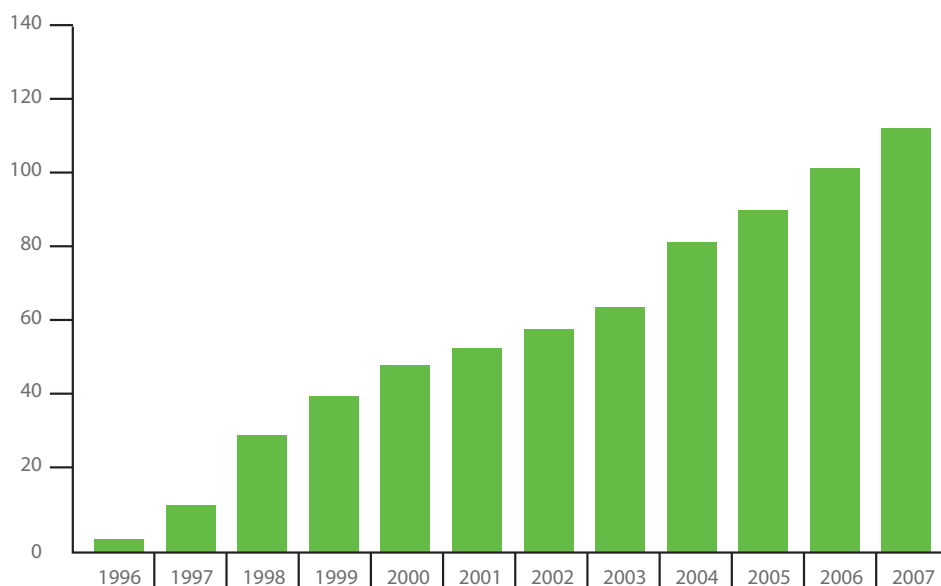
Het wereldwijde areaal aan genetisch gewijzigde gewassen in 2007 komt ongeveer overeen met de oppervlakte van de Benelux, Frankrijk, Duitsland, Zwitserland en Oostenrijk samen.



Het Europese areaal aan genetisch gewijzigde gewassen in 2007 komt ongeveer overeen met twee maal de oppervlakte van Andorra.

Wereldwijd areaal van genetisch gewijzigde gewassen

tussen 1996 en 2007 (aantal in miljoen hectare)

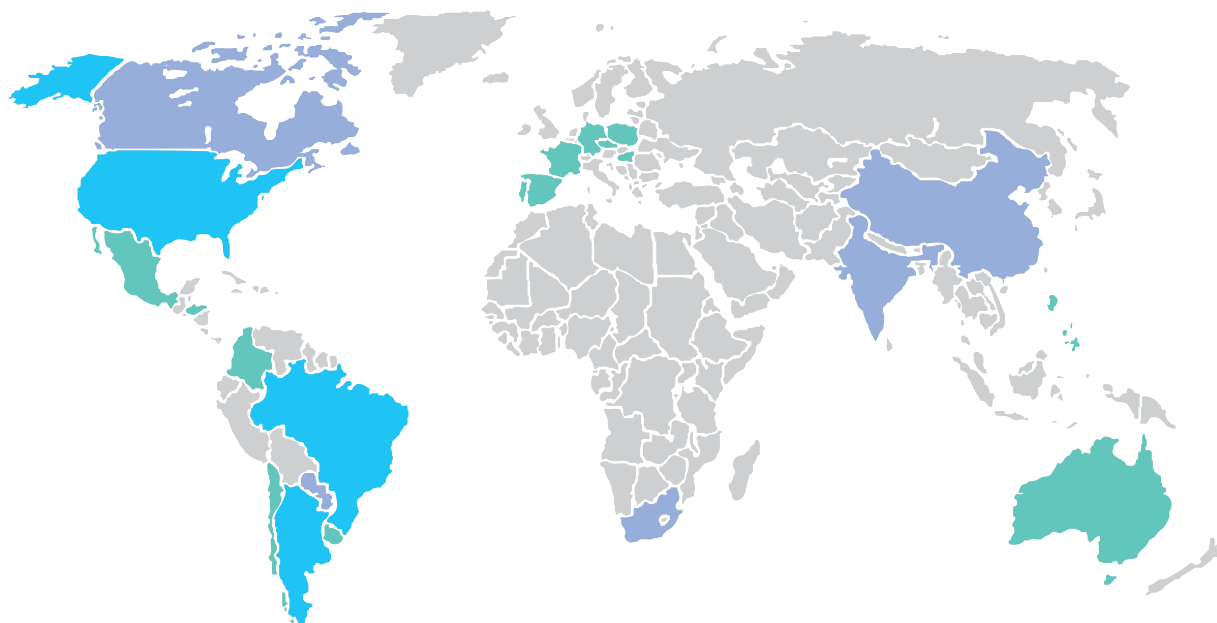


Bron: Clive James, 2007



Landen die biotechgewassen telen

(aantal in miljoen hectare)



■ > 10 miljoen ha

■ > 1 miljoen ha

■ ≤ 1 miljoen ha

1	VS	57,7
2	Argentinië	19,1
3	Brazilië	15
4	Canada	7
5	India	6,2
6	China	3,8
7	Paraguay	2,6
8	Zuid-Afrika	1,8

9	Uruguay	0,5
10	De Filipijnen	0,3
11	Australië	0,1
12	Spanje	0,1
13	Mexico	0,1
14	Colombia	<0,05
15	Chili	<0,05
16	Frankrijk	<0,05

17	Honduras	<0,05
18	Tjechië	<0,05
19	Portugal	<0,05
20	Duitsland	<0,05
21	Slovakije	<0,05
22	Roemenië	<0,05
23	Polen	<0,05



Bij het telen van gewassen bestaat de kans dat er zaad terecht komt op een naburig veld of dat er stuifmeel overvliegt. Dit geeft een vermenging van de gewassen.

De Europese Unie wil dit fenomeen tot een minimum beperken als het gaat om transgene gewassen, dit om de integriteit van de conventionele en biologische teelten niet aan te tasten. Daarom worden er regels vastgelegd over informatie-uitwisseling tussen landbouwers onderling en over praktische teeltmaatregelen om de vermenging te beperken. De richtlijnen regelen ook de aansprakelijkheid.

Landbouwers dienen de keuzevrijheid te hebben om hun favoriete gewas te telen, of het nu om transgene, conventionele of biologische teelt gaat.



Transgene gewassen in de toekomst



De eerste genetisch gewijzigde gewassen bezitten relatief eenvoudige nieuwe kenmerken, gecodeerd door één enkel gen. Ondertussen leiden nieuwe kennis en nieuwe noden tot een ander soort toepassingen.

Toenemende kennis gebruiken

Steeds vaker lezen we in de krant dat 'het genoom van een plant gekraakt is', dat, met andere woorden, wetenschappers de **volledige genetische code** (DNA) van die plant ontcijferd hebben. Maar het is niet omdat je een tekst kunt lezen dat je hem ook begrijpt. De volgende stap is de **functie** van de genen te bepalen, en dit liefst in relatie tot de andere genen van de plant. Zo kunnen wetenschappers ook van complexe eigenschappen, die door meer dan één gen bepaald worden - voedingskwaliteit bijvoorbeeld -, achterhalen hoe ze werken.

Overall ter wereld zetten wetenschappers zich in om de moleculaire mechanismen en levensprocessen in planten te ontcijferen. Dit gaat verder dan het ontcijferen van de DNA-code. Ze willen heel het 'systeem' dat 'plant' heet, doorgronden: blootleggen hoe alles functioneert en hoe de verschillende genen, eiwitten en biologische processen in elkaar grijpen.

VIB-onderzoekers aan de UGent leggen zich toe op deze **plantensysteembio**logie. Hiervoor integreren ze verschillende wetenschaps-disciplines:

- **biologie**: de studie van de manier waarop een plant reageert of evolueert,
- **functionele genomica**: het bepalen van de functies van genen,
- **bio-informatica**: het gebruik van informatica om massa's biologische gegevens te verwerken.



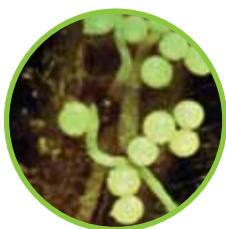
Nieuwe eigenschappen

Landbouwers zijn voortdurend op zoek naar planten met een grotere oogstzekerheid en hogere opbrengst. Hiervoor volgt men verschillende strategieën:

1. Zelf opgewassen tegen ziekten

Mochten planten zelf bestand zijn tegen bepaalde ziekten, zou dat het leven van de landbouwer een stuk makkelijker maken.

Landbouwers moeten immers telkens opnieuw de strijd aangaan met -vaak minuscule- ziekteverwekkers, nematoden bijvoorbeeld. Dat zijn kleine, parasitaire wormpjes die een ware plaag vormen voor heel wat gewassen.



Met hun scherpe stekel doorboren ze de meestal jonge wortels, waarna ze noodzakelijke voedingsstoffen aan de plant onttrekken. De kleine wormpjes worden vaak niet opgemerkt en kunnen een heel veld vernietigen. De chemische middelen om de diertjes te bestrijden, zijn echter erg giftig voor mens en dier. De EU heeft daarom beslist om ze in de komende jaren te verbieden. De zoektocht naar alternatieven dringt zich op. Biotechnologen spelen in op de natuurlijke beschermingstactieken van de plant, waardoor de gewassen de vraatzuchtige diertjes beter kunnen weerstaan. Nematoderesistente aard-appelen en rijst worden al in veldproeven getest, terwijl bananen nog in de laboratoriumfase verkeren.

2. Minder stressgevoelig

Ook planten kennen stress: te droog, te koud, te zout, te veel zonlicht,... Dit heeft een belangrijke invloed op hun groei en dus op hun opbrengst. Bovendien komen steeds meer planten onder stress door het veranderende klimaat. Dat trok de aandacht van wetenschappers en stresstolerantie is nu een belangrijk objectief in het plantenonderzoek. VIB-wetenschappers aan de UGent zijn op zoek naar de mechanismen die planten inzetten om stress-situaties het hoofd te bieden. Zo trachten ze genen te identificeren met een sleutelrol in stresstolerantie.

3. Meer biomassa

Overal ter wereld richten biotechnologen zich op de studie van de groei en de ontwikkeling van plantenorganen. De kennis die ze opdoen, kunnen ze nadien inzetten om planten te ontwikkelen die meer biomassa produceren en een grotere opbrengst hebben. Een optimale plantengroei is afhankelijk van verschillende biologische processen, denk maar aan de ontwikkeling van bladeren en de vorming van wortels, maar ook van meer algemene processen zoals de celdeling. Stuk voor stuk zijn het onderzoeks- en onderwerpen van VIB-wetenschappers aan de UGent. Eén VIB-onderzoeksgroep concentreert zich bijvoorbeeld op de ontwikkeling van het wortelstelsel. De VIB-wetenschappers identificeerden honderden genen die een rol spelen bij het ontstaan van nieuwe zijwortels. Hun onderzoek moet leiden tot een beter begrip van zijwortelvorming. Op termijn zal dit toelaten gewassen te telen die zich beter in de bodem verankeren, water en mineralen beter opnemen en dus efficiënter biomassa produceren.



Verfijning van de technologie

De resultaten van fundamenteel onderzoek zorgen ook voor andere verschuivingen binnen de plantenbiotechnologie.

1. Eigenschappen binnen dezelfde soort overbrengen

De toenemende kennis van het DNA van planten maakt het mogelijk om het genetisch wijzigen anders aan te pakken. Biotechnologen gaan minder op zoek naar eigenschappen uit andere soorten, zoals bijvoorbeeld Bt uit bacteriën. Ze brengen eigenschappen van soortgenoten binnen in een plant. Op die manier heeft men aardappelen ontwikkeld die opgewassen zijn tegen een bepaalde schimmelinfectie. De weerstand tegen de schimmelinfectie werd uit een aardappel gehaald die in het wild voorkomt en ingebracht bij een aardappel die al volop commercieel geteeld wordt.

Fundamenteel onderzoek is onontbeerlijk om planten optimaal in te zetten in de landbouw, in de geneeskunde, voor het milieu,...

2. Bestaande eigenschappen bijsturen

Eigenschappen in planten uitschakelen of versterken kan alleen maar als men voldoende weet over de betrokken genen en hun functie. Zo kan men bijvoorbeeld stoffen die allergische reacties opwekken, elimineren uit een plant. Cropdesign, een start-up van VIB en de UGent, past dit toe voor de ontwikkeling van rijst en mais met een hogere opbrengst.

3. Nieuwe technieken

De toenemende kennis ligt aan de basis van nieuwe manieren om planten gewenste eigenschappen te geven. Zo kan men de zogenaamde RNA-interferentie (RNAi) inzetten om zeer specifiek genen uit te schakelen. Hierbij worden kleine stukjes DNA ingebouwd in een plant. De plant maakt bijna exacte kopieën van deze fragmenten onder de vorm van RNA, een ander type genetisch materiaal. Het DNA is zo ontworpen dat de nieuw aangemaakte RNA-stukjes precies passen op het uit te schakelen gen.





Als de RNA-stukjes in contact komen met het doelwitgen, herkennen ze het en zetten ze zich erop vast. Dit is het signaal voor de afbraak van het geheel.

Men heeft de technologie bijvoorbeeld al gebruikt om koffieplanten zonder cafeïne of ajuinen zonder traanverwekkende stof te produceren. Devgen, een start-up van VIB en de UGent, zet deze technologie onder meer in om maisplanten te ontwikkelen die opgewassen zijn tegen de wortelboorder. Voorlopig is het nog te vroeg voor RNAi-toepassingen op de markt.



*In de VIB-brochure
'Wat is biotechnologie?'
lees je meer over RNA.*





Bomen kunnen ingezet worden voor de productie van bio-ethanol.

De populier, een zeer belangrijke industriële houtsoort.

De landbouw verandert

De laatste jaren is er een duidelijke evolutie merkbaar in onze landbouw. Was vroeger de belangrijkste doelstelling de productie van voedsel en voeder, dan winnen vandaag ook andere toepassingen aan belang. Zo wil men gewassen inzetten voor de productie van biobrandstof, geneesmiddelen en zelfs industriële grondstoffen.

Biobrandstof

De voorraden fossiele brandstoffen zijn verre van onbeperkt, vandaar dat men alternatieve energiebronnen zoekt. Biobrandstof is er daar eentje van. De bekendste zijn biodiesel en bio-ethanol.

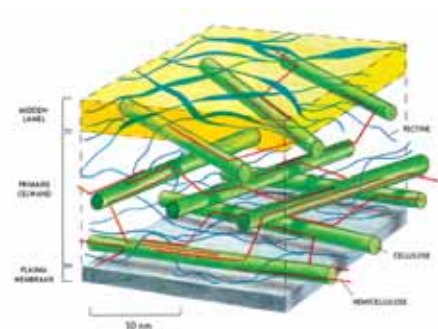
Biodiesel wordt gemaakt uit oliën; voor de productie van bio-ethanol vertrekt men van cellulose, zetmeel of suikers. Al deze grondstoffen kunnen uit planten gehaald worden. Planten die vaak ook een rol spelen als voedsel- of voedergewas, denk aan suikerbieten, mais of koolzaad.

Men wil dit gebruik van voedsel- of voedergrondstoffen afremmen en zo naar een 'tweede-generatie'biobrandstoffen gaan. Hiervoor zal men

andere grondstoffen inzetten, bijvoorbeeld gewassen die **niet** gebruikt worden voor **voedselproductie**, zoals bomen, of de niet-eetbare delen van de plant, zoals stro.

Inderdaad: **bomen** kunnen ingezet worden voor de productie van bio-ethanol. Gentse VIB-onderzoekers bekijken de samenstelling van de populier, een zeer belangrijke industriële houtsoort. Hout bevat drie hoofdbestanddelen: cellulose, hemicellulose en lignine. De twee eerste zijn grondstoffen voor bio-ethanol, de derde is een lijmstof die ervoor zorgt dat hout zijn stevige structuur heeft. Maar lignine bemoeilijkt de omzetting van hout naar bio-ethanol; ze zit letterlijk in de weg. Chemicaliën kunnen ingezet worden om de lignine af te breken en zo de bio-ethanolproductie te optimaliseren. Dit is echter niet milieuvriendelijk en komt ook het rendement niet ten goede.

De VIB-onderzoekers gooien het over een andere boeg en leggen zich er op toe om de lignineconcentratie in het hout te verlagen en zo de productie van bio-ethanol te optimaliseren. Hierbij verliezen ze niet uit het oog dat lignine een essentiële rol speelt voor de stevigheid van het hout en niet zomaar geëlimineerd kan worden - een uitdagende evenwichtsoefening!



Daarnaast bewandelen de onderzoekers nog een andere piste, waarbij ze de samenstelling van lignine zelf bekijken. Het doel is de samenstelling zodanig te wijzigen dat de lignine beter afbreekbaar is met minder chemicaliën en minder energie, zonder dat de concentratie aan lignine in het hout gewijzigd wordt.

Biofarma

Al eeuwen gebruiken we plantenextracten als medicijn. Vandaag is zowat een kwart van onze geneesmiddelen gebaseerd op planten. Aspirine is het bekendste voorbeeld, maar ook nieuwere geneesmiddelen tegen malaria of kanker hebben hun oorsprong in planten. Helaas zijn planten vaak traag in de aanmaak van deze stoffen en produceren ze slechts beperkte hoeveelheden.

Ook VIB-onderzoekers aan de UGent proberen dit onontgonnen gebied in kaart te brengen en planten(cellen) in te zetten voor de productie van diverse geneeskrachtige stoffen. Om dit zo gericht mogelijk te kunnen doen, bestuderen ze de moleculaire reactiewegen die leiden tot de productie van dergelijke stoffen. Enkele belangrijke productieketens zijn al ontrafeld, bijvoorbeeld voor enkele gekende kankergeneesmiddelen. In een volgende stap willen de onderzoekers de meest performante productieketens samenbrengen in één plant en zo de productiecapaciteit én -variëteit opdrijven.



Wereldwijd krijgt dit soort onderzoek meer en meer aandacht. Men hoopt op termijn planten in te kunnen zetten als geneesmiddelenfabriekjes. Het zou een goedkoop alternatief kunnen zijn voor de huidige productiemethodes. Men verwacht dat de productiekosten tien tot honderd keren lager liggen.



Industriële grondstoffen

Afval van plastic werpen we in de toekomst misschien niet meer in de blauwe PMD-zak, maar in het compostvat. Momenteel onderzoeken wetenschappers of het mogelijk is om planten te ontwikkelen die bioplastics maken: plasticvezels die biologisch afbreekbaar zijn. Bacteriën kunnen al bioplastics maken, maar dit alternatief blijkt veel te duur. Planten moeten dat goedkoper kunnen. Biodegradeerbare plastic uit planten hoeft dan niet langer duur te zijn. Er wordt momenteel gewerkt aan plasticproducerende katoen, mais en koolzaad.



De veiligheid van transgene gewassen

Planten zijn levende wezens die terecht komen in het milieu, of op je bord. Het is dus belangrijk dat de toepassingen (bestaande en toekomstige) veilig zijn voor mens, dier en milieu. Vooraleer een transgeen gewas de toelating krijgt om op de markt te komen, moet het aan de geldende veiligheidsvoorwaarden voldoen en wordt het hierop uitgebreid getest, jarenlang. Enkel de gewassen die volledig veilig zijn, worden toegelaten op de markt.

Als een transgeen gewas toegelaten is op de Europese markt, moet het van een aanduiding op het etiket voorzien worden. Dit geeft de consument de keuzevrijheid om al dan niet voor transgene gewassen te kiezen.



In de VIB-brochure 'De veiligheid van genetisch gewijzigde gewassen' lees je meer over de veiligheidsaspecten van transgene gewassen en over de regelgeving die hier van kracht is.



Besluit

We leren dagelijks bij over hoe planten in elkaar zitten en hoe ze werken. Deze kennis komt van pas in de conventionele veredeling en bij de ontwikkeling van genetisch gewijzigde gewassen. Beide technieken groeien trouwens naar elkaar toe.

De gewijzigde gewassen worden niet enkel meer gebruikt als voedsel voor mens en dier of als bouw materiaal, maar ook in de geneeskunde, de milieuzorg, energieproductie,... De hedendaagse landbouw krijgt er een nieuw gezicht door.





een **kijk** op

Biotechnologie en planten

Zonder planten is leven op aarde niet mogelijk. Ze zijn een bron van zuurstof en voedsel, maar ook van geneesmiddelen, hernieuwbare energie, bouwmaterialen, enzovoort. Wij mensen hebben altijd al planten gebruikt. Onze soort is in de loop van de geschiedenis heel sterk geworden in het optimaal benutten van planten. Maar het kan altijd beter, en daarom blijft plantenonderzoek onontbeerlijk. Het opzet is planten tot in het diepst van hun vezels te begrijpen en deze kennis te gebruiken om ze zo efficiënt mogelijk in te zetten.

Meer informatie?

VIB beschikt over verschillende brochures:

1. Erfelijkheid bij de mens: aan genen zijde
2. Wat is biotechnologie?
3. Biotechnologie: gezondheid
4. Biotechnologie en planten
5. Klonen en celkerntransplantatie
6. De veiligheid van genetisch gewijzigde gewassen
7. Xenotransplantatie: het beest in de mens...
8. Enzymen: in je lijf en in je leven
9. Stamcellen, cellen van de toekomst?
10. Gentherapie: genen genezen

Je kan ze gratis aanvragen bij VIB op onderstaand adres of downloaden via www.biotechnologie.be



www.vib.be

Voor meer informatie kan je contact opnemen met VIB:

Rijvisschestraat 120, 9052 Gent

Tel. +32 9 244 66 11 / Fax +32 9 244 66 10

info@vib.be