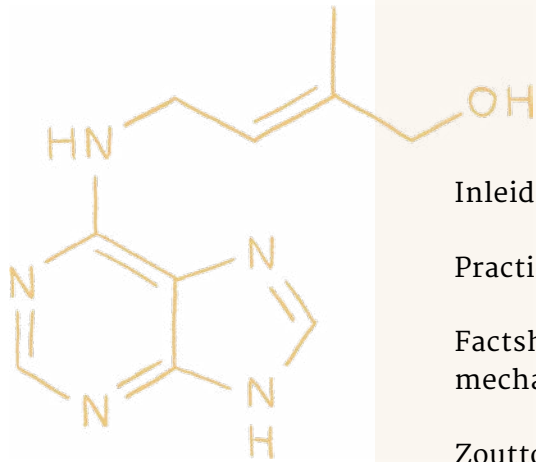


The background of the cover is a repeating pattern of various biological and chemical motifs in a light brown color. These motifs include: chemical structures such as a carboxylic acid chain, a nucleic acid base, a benzimidazole ring system, and a nucleotide-like structure; biological diagrams such as a plant cell, a bacterium, a sperm cell, and a pollen grain.

**PLANTKRACHT**  
**DE CEL**  
**WERKBOEK HAVO/VWO**





## Inhoud

Inleiding	4
Practicum Zouttolerantie	5
Factsheet Verdedigings- mechanismen tegen zout	6
Zouttolerante gewassen helpen de wereld te voeden	7
Hoe proeft een plant zout	8
Over turgor, fietsbanden en osmose	9
Hormonen regelen de groei	12
Practicum Weefselkweek	16
Haver als oplossing voor glutenvrij dieet	20
Coeliakie	22

## Colofon

### Auteurs

Tycho Malmberg (NIBI) en Martine Kalisvaart (biologiedocent op het Pax Christi College in Druten)

### Vormgeving

Merlijn van Bijsterveld en Elies Thijs

### Copyright

Utrecht, september 2021. Tekst, beeld en opdrachten mogen niet zonder toestemming worden overgenomen. Neem hiervoor contact op met het NIBI ([malmberg@nibi.nl](mailto:malmberg@nibi.nl)).



**PLANT  
KRACHT**  
zaden en planten voor de toekomst

## Leerdoelen

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

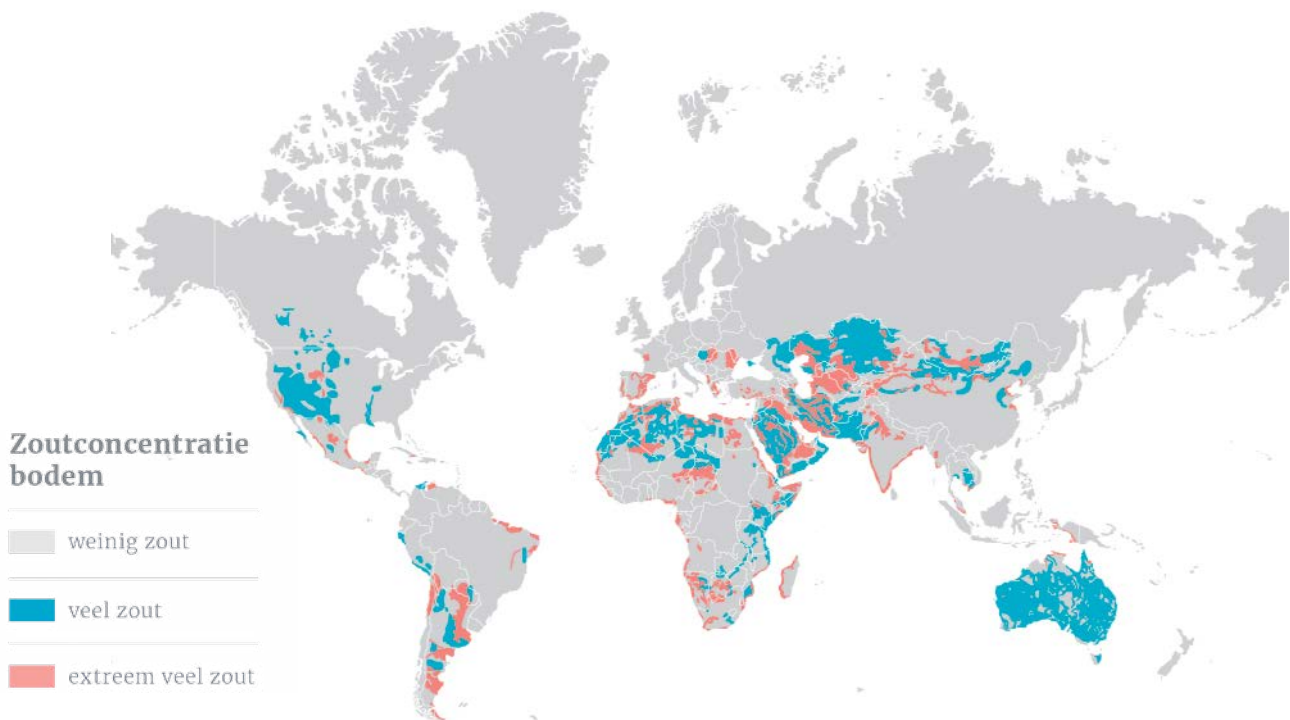
1. Je kunt beschrijven wat zoutstress met een plant doet.
2. Je weet wat turgor en osmose is en hoe dit in plantencellen geregeld wordt.
3. Je weet welke processen er geregeld worden door plantenhormonen auxine en ethyleen.
4. Je weet hoe vermeerdering van planten via weefselkweek in zijn werk gaat.
5. Je weet wat het verschil is tussen een allergie en coeliakie.

## Inleiding

Om in 2050 de naar schatting 9 miljard mensen van voedsel te kunnen voorzien, wordt hard gezocht naar steeds betere en gezondere voedingsgewassen die meer produceren per hectare of beter bestand zijn tegen plantenziektes en -plagen zodat de oogsten niet verloren gaan. Een andere mogelijkheid is het benutten van stukken grond die tot nu toe nog niets opleveren. Veel gebieden op aarde zijn te zout om gewassen op te verbouwen. Soms zijn dit gebieden die aan de kust grenzen zoals op de landkaart te zien is.

Door klimaatverandering komt er steeds meer zoute grond bij. In Nederland komt dat omdat er diep in de grond een oude laag met zouter grondwater is dat naar boven komt. Dus niet alleen wereldwijd, ook in ons land zijn in de nabije toekomst zouttolerante gewassen nodig. Op sterk zoute bodems kunnen nu namelijk maar

weinig plantensoorten groeien. De planten die er groeien, zoals lamsoor of zeekraal geven nog te weinig productie. Door gewassen zouttolerant te maken komt er naar schatting 1,5 miljard hectare landbouwgrond bij. Dat zijn 3 miljard mensen die extra gevoed kunnen worden!



## Opdracht 1

Lees op de volgende bladzijde de “factsheet zouttolerantie” en beantwoord de volgende vragen.

- 1a Hoe komt het dat zoutresistente planten vaak langzamer groeien dan niet-zoutresistente planten? Noem in je antwoord twee argumenten.

### Argument 1

---

---

---

---

### Argument 2

---

---

---

---

## Practicum

### Zouttolerantie

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

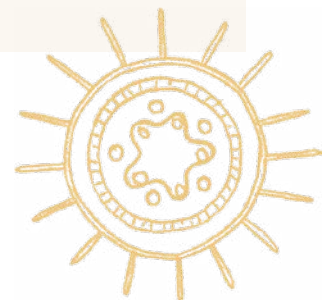
1. Formuleer een goede onderzoeksvraag.
2. Bedenk een hypothese. Je weet welke processen er geregeld worden door plantenhormonen auxine en ethyleen.
3. Bedenk en voer een experiment uit om je hypothese te toetsen: welke materialen en hoeveel tijd heb je nodig?
4. Maak in ieder geval een verdunningsreeks. Tip: je kunt ook onderzoeken of planten anders reageren op kaliumchloride dan op natriumchloride!

- b Groenten en fruit die op een zoute bodem worden geteeld smaken zelf niet extra zout. Ze zijn juist vaak zoeter dan ‘gewone’ gewassen. Leg uit waarom een aardappel op een zoute bodem zoeter kan smaken dan op een gemiddelde bodem.

---

---

---



## Factsheet

# Verdedigings- mechanismen tegen zout

### Zout weer naar buiten brengen

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



### Zout buiten houden

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

heen. Er zitten speciale transporteiwitten in het membraan die de ionen erdoorheen loodsen. Er zijn planten die zouttoleranter zijn doordat ze minder ongewenste ionen binnenlaten. In de wortels komt dan minder zout terecht dan men op grond van de concentratie in het bodemvocht zou verwachten. Italiaanse onderzoekers vonden dit bij de zouttolerante heester (*Syzygium paniculatum*). Door uit te vinden welke transporteiwitten of andere mechanismen zouttolerante soorten in staat stelt op bodems met veel zout te groeien en vervolgens de betreffende genen met biotechnologie in andere planten te brengen, kunnen soorten minder gevoelig worden gemaakt voor hoge zoutconcentraties.

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

### Zout in de plant verwerken

Als het zout toch in de plant terecht is gekomen, zijn er ook nog opslagmethodes die ervoor kunnen zorgen dat het zout geen nadelige gevolgen heeft voor de weefsels van de plant.

Sommige planten nemen bijvoorbeeld wel zout op met hun wortels, maar geven dit niet door aan de bovengrondse delen. Dit wordt zoutexclusie genoemd, en komt onder meer voor bij de zomereik, maar kan ook worden waargenomen bij de rode regen (*Cestrum fasciculatum*), Macrantha (*Escallonia rubra*) en een witte heester (*Viburnum tinus*).

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

## Zouttolerante gewassen helpen de wereld te voeden

Plantenecoloog Arjen De Vos heeft heel wat zilte akkers gezien en hierdoor weet hij als geen ander wat zoutstress doet met planten. Samen met andere onderzoekers en boeren doet Arjen al meer dan 15 jaar onderzoek naar de zouttolerantie van bestaande, gangbare landbouwgewassen zoals aardappels, wortel, bloemkool of bieten.

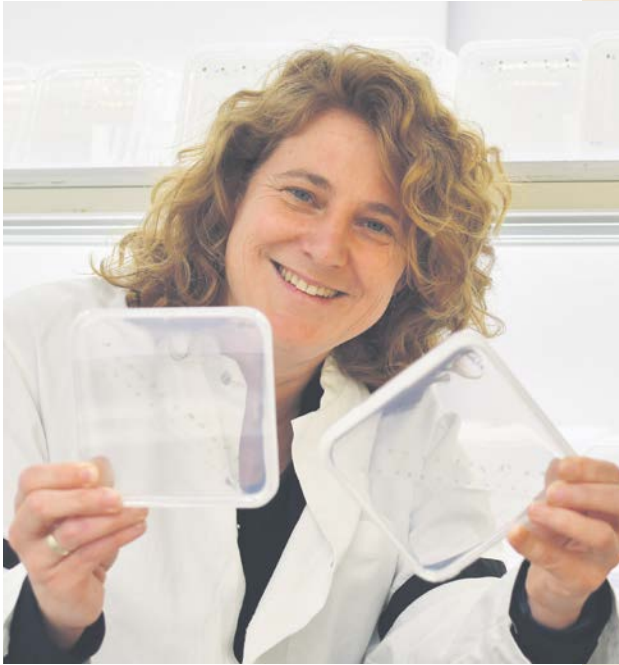


Op verschillende proefvelden over de hele wereld wordt bekeken welke variëteiten het beste tegen de verzilte grond kunnen. En met deze variëteiten wordt dan weer verder gekweekt. Op deze manier is het gelukt om in Pakistan de opbrengst van aardappels met 42 procent te vergroten ten opzichte van hoe de boeren eerst te werk gingen. En ook in Bangladesh kregen boeren meer oogst door slimme irrigatie en gebruik van zouttolerante wortelvariëteiten.



Zouttolerante proefveld met kolen op Texel.

Foto's: Arjen de Vos

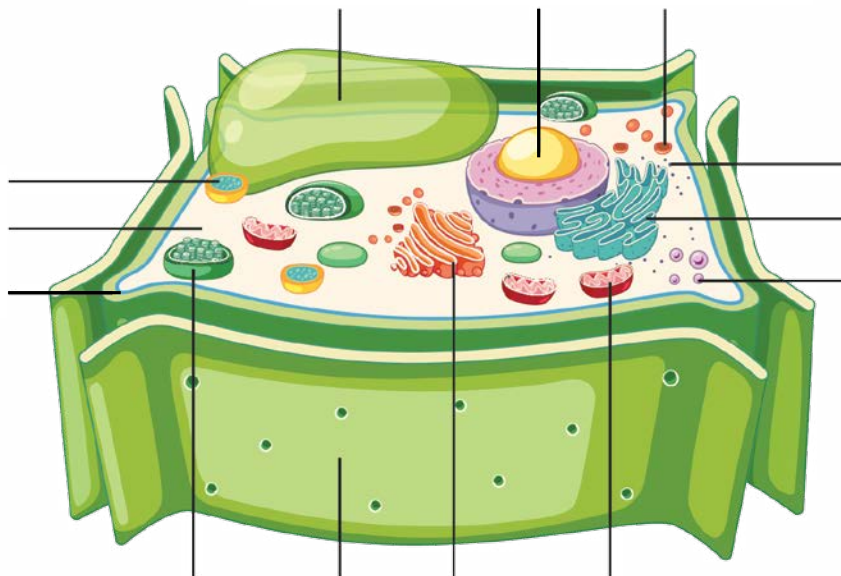


Onderzoeker Christa Testerink in het lab in Wageningen. Foto: Jasper Lamers

## Opdracht 2

### Hoe proeft een plant zout?

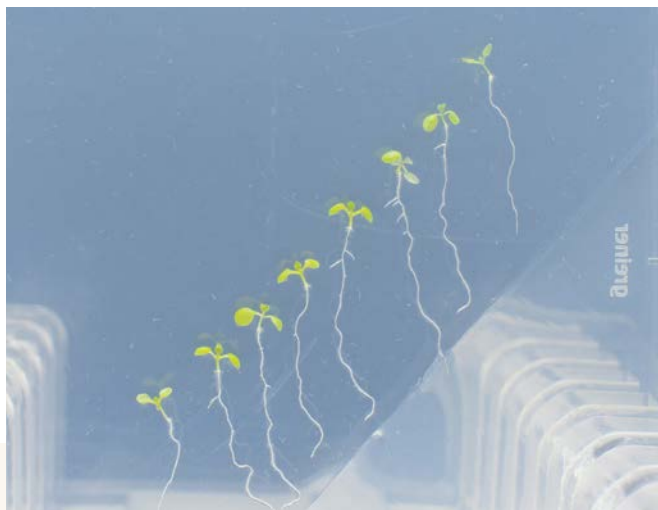
Hoe kan het dat het ene gewas beter tegen zout kan dan een ander gewas? Onderzoeker Christa Testerink denkt het antwoord te vinden in de plantencellen. Want de cellen in wortels regelen de opname van water en voedingsstoffen. En het watertransport wordt geregeld door speciale cellen in de bladeren met hun karakteristieke huidmondjes. Hoog tijd om eens wat dieper in de plant te duiken en op zoek te gaan naar de kracht van de cel en de processen die geregeld worden in de cel. Een van de vragen die Christa onderzoekt is: hoe proeft een plant zout?



- 2a** Om te kunnen begrijpen hoe een plantencel reageert op zout is het van belang goed te weten uit welke onderdelen een plantencel bestaat. Hierboven staat een schematische afbeelding van een plantencel. Geef de volgende onderdelen weer: celmembraan, celwand, vacuole, celkern, cytoplasma.



- b** Bekijk het filmfragment uit de VPRO-serie Grote Vragen waarin Christa Testerink en haar team onderzoeken hoe planten zout proeven. Hiernaast zie je het resultaat van een onderzoek naar hoe zout de groei van plantenwortels beïnvloedt.



Beschrijf kort wat je opvalt.

---

---

---

---

---

---

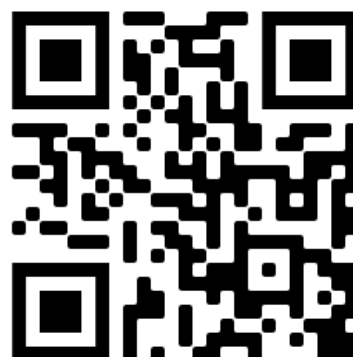
---

---

---

---

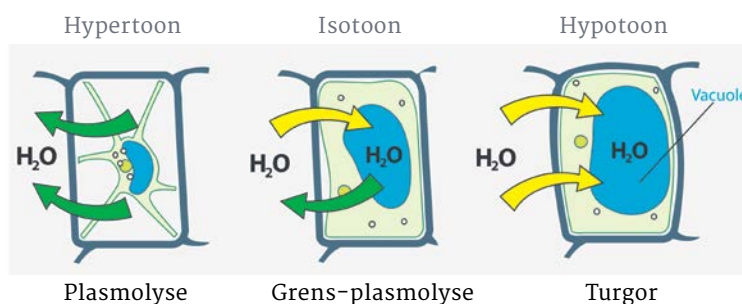
Filmfragment Grote Vragen:



## Over turgor, fietsbanden en osmose

Water zorgt voor stevigheid in de plant, dit noemen we turgor. Je kunt deze stevigheid vergelijken met de manier waarop lucht de spanning van een fietsband op peil houdt. Het water verplaatst zich via passief transport in of uit de cel. Dit proces noem je osmose.

Water verplaatst zich door osmose van de laagste osmotische waarde (= hoeveelheid opgeloste stoffen in een weefsel) naar de hoogste osmotische waarde.



### Opdracht 3

- 3a** Bij welk van de drie celtoestanden (hypertoon, isotoon, hypotoon) in bovenstaande afbeelding is de osmotische waarde van de cel hoger dan die van de omgeving?

---

---

---

---

b Wat is de rol van de vacuole in het op peil houden van de turgor? Leg dat uit.

---



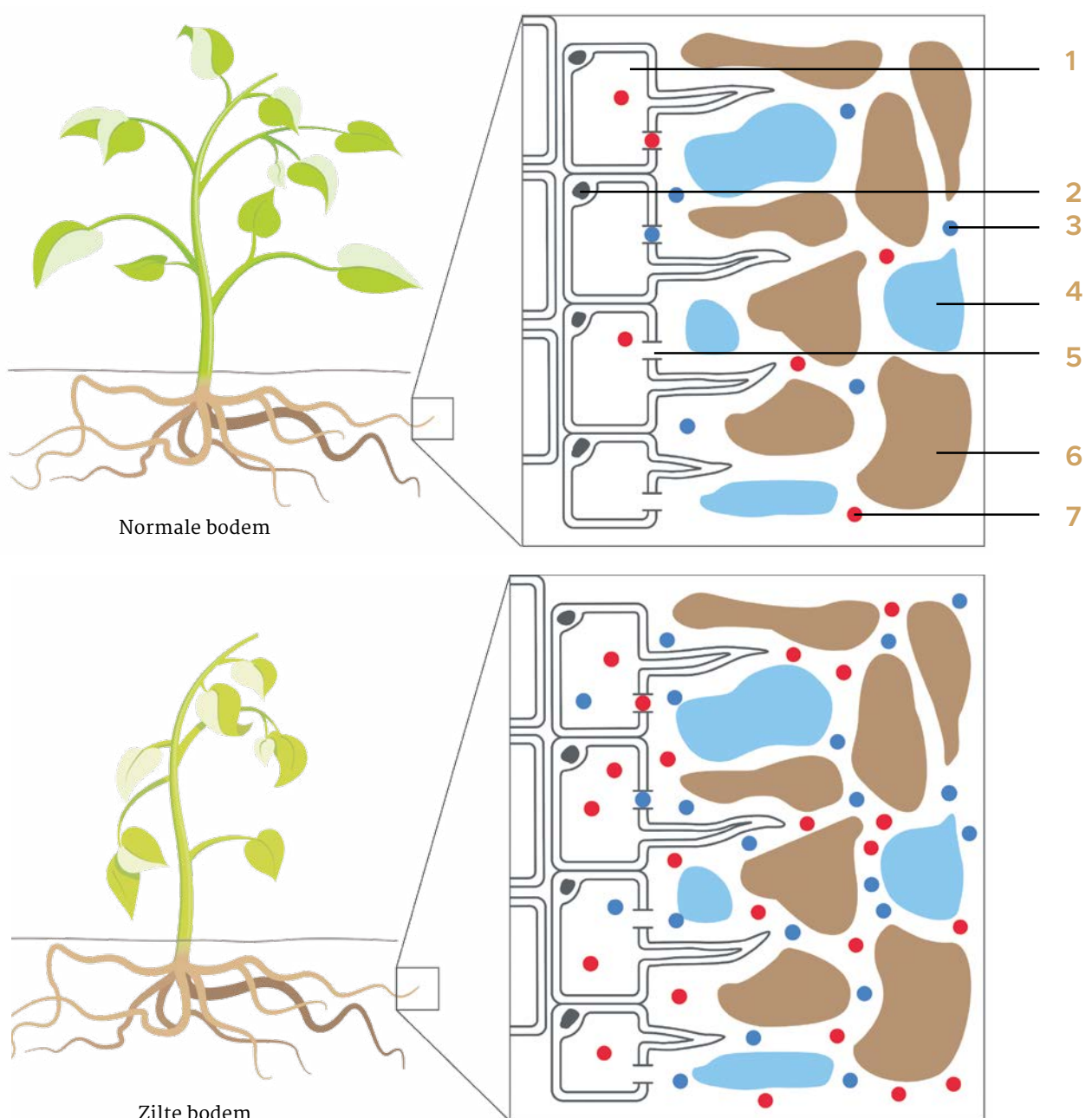
---



---

**Opdracht 4**

4a Hieronder zie je twee schematische afbeeldingen met plant en ingezoomde plantenwortelcellen. De bovenste plant staat in een normale bodem en de onderste in een verzilte bodem. Benoem de 7 genummerde onderdelen die je ziet. De rode en donkerblauwe bolletjes stellen ionen voor.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

**b** Keukenzout is hetzelfde als natriumchloride (NaCl) en opgelost in water is het zout aanwezig in de vorm van ionen Na<sup>+</sup> en Cl<sup>-</sup>. Leg uit of de ionen via diffusie of actief transport de haarwortelcellen binnengaan?

---

---

**c** Geef in beide plaatjes met pijlen weer in welke richting de watermoleculen bewegen.

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

---

---

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

### Opdracht 5

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

---

---

## Bouw van een plant

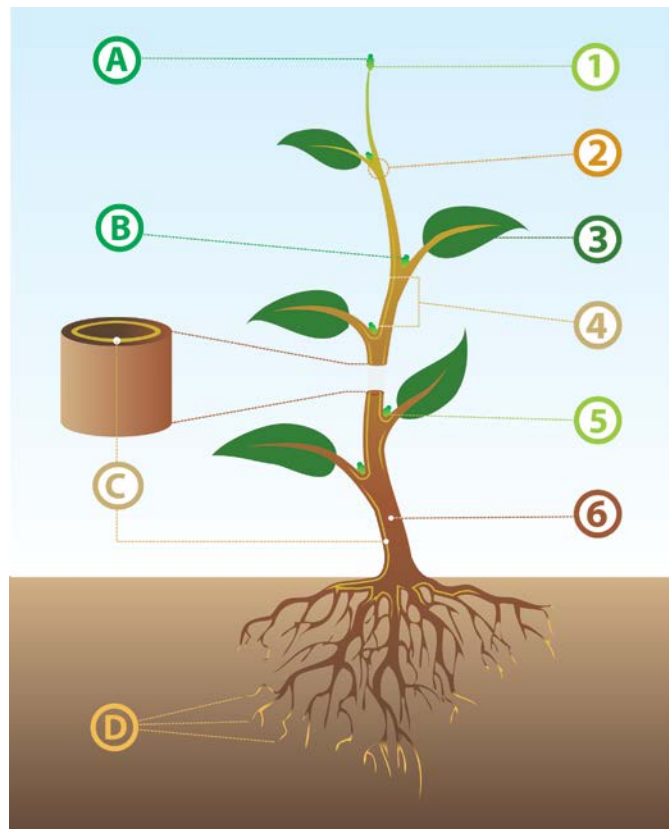
In deze schematische afbeelding van een plant zie je de volgende onderdelen:

1. Eindknop
2. Knoop
3. Blad
4. Internodium
5. Okselknop
6. Stengel

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

### Opdracht 6

Bekijk het plaatje van de schematische plant hiernaast. Uit welk onderdeel kan een bloem groeien?



## Informatieblok

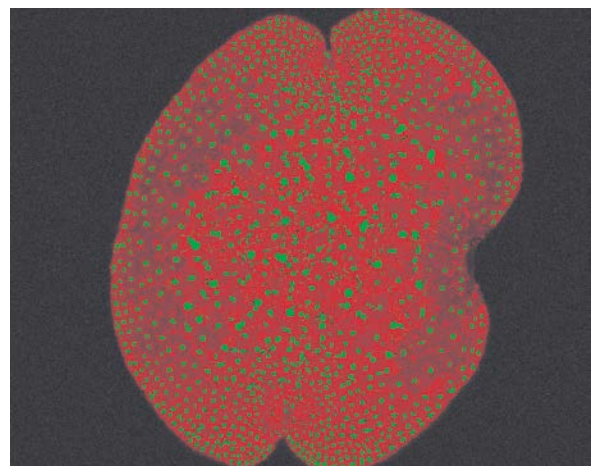
### Hormonen regelen van alles ook in planten

#### Plantenhormonen

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

#### Ethyleen

Ethyleen kan het beste omschreven worden als een verouderings- en stresshormoon. Het stuurt net als auxine verschillende processen aan. Zo zorgt het voor lengtegroei (celstrekking) als



Blad van levermos waarbij de aan/uitknop is gemarkeerd met een fluorescerend eiwit. Foto: Shubhajit Das/WUR)

planten elkaar overschaduwen doordat ze dicht op elkaar staan. Ook bij overstromingen of zoutstress kan ethyleen in de wortels zorgen voor diktegroei. In fruit zorgt ethyleen ervoor dat het fruit gaat rijpen. Rijp fruit kan ook de veroudering van bloemen beïnvloeden.



Als de topscheut afbreekt neemt een andere tak de rol van hoofdstengel over.

## Hormonen en Apicale dominantie

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

## Auxine

### Plantenwetenschappers ontdekken aan/uit knop voor reactie van planten op hormoon

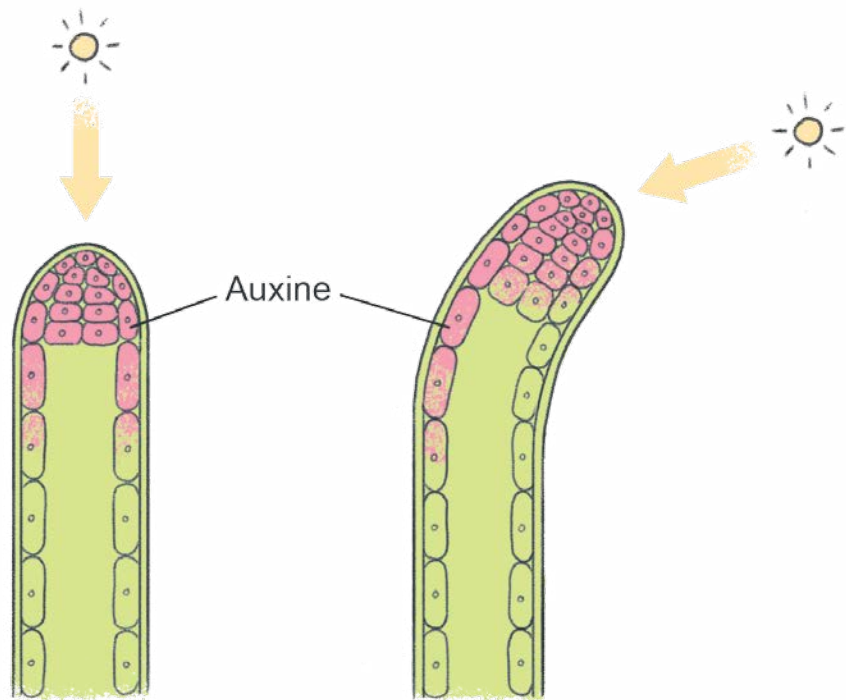
Wetenschappers van Wageningen University & Research en hun Japanse en Spaanse collega's hebben in planten een 'aan/uit' schakelaar en een 'volumeknop' gevonden die de groei van planten sturen. De toepassing van deze ontdekking kan telers helpen nieuwe gewassen te ontwerpen die bijvoorbeeld beter bestand zijn tegen ziekten, droogte of overstromingen.

Het team onderzoekers heeft aangetoond dat de zeer complexe reactie van planten op het plantenhormoon auxine, teruggebracht kan worden tot een eenvoudig schakel-model. Het komt erop neer dat het auxine een schakelaar van 'uit' naar 'aan' zet. Tegelijkertijd concurreert een tweede factor met deze 'schakelaar' en bepaalt zodoende hoe gevoelig elke cel voor het hormoon is. De vele manieren waarop een plant op auxine reageert, van wortel tot bloei, wordt als het ware bepaald door de aan/uitknop en de volumeregelaar.

Bron: Wageningen University & Research

Lees hier het hele artikel:





### Opdracht 7

**7a** Kijk naar de afbeelding en lees de tekst over auxine. Welk proces tijdens de groei van een plantencel zal auxine “aan” of “uit” zetten bij de groei van een plantentopje naar het licht? Leg uit hoe je tot je antwoord gekomen bent met behulp van de afbeelding.

---



---



---

**b** Bij het stukje over ethyleen staat dat rijp fruit ethyleen produceert. Wat denk je dat er gebeurt als bloemen in de buurt staan van een fruitschaal met rijpe bananen?

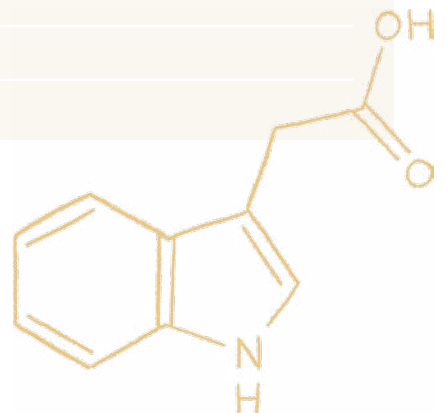
---



---



---



## Opdracht 8

Hieronder zie je het resultaat van een tuinkersproefje. Het linker schaalpje is ontkiemd in het donker, het rechter in het licht. Leg met behulp van het informatie die je over hormonen hebt geleerd welke hormonen hier bij betrokken zijn en hoe de verschillen komen die je ziet. Tip! Beschrijf eerst de verschillen en leg daarna uit hoe dit zo gekomen is.

---

---

---

---

---

---



Foto: [www.tuinkers.com](http://www.tuinkers.com)

## Practicum

# Weefselkweek

Elke plant is ooit begonnen als zaadje. De cellen in dit zaadje bevatten allemaal hetzelfde DNA met daarin de instructie om een nieuwe plant te vormen. Zodra het zaad gaat kiemen vermenigvuldigen de cellen en wordt het DNA gekopieerd.

Maar hoe kan het dan dat de ene cel een blad wordt en de andere een wortel? Dit kan omdat de eerste cellen bestaan uit stamcellen. Het embryonale ontkiemende plantje bestaat voornamelijk uit niet gespecialiseerde stamcellen die nog uit kunnen groeien tot verschillende weefsels.

In dit practicum ga je onderzoeken of ook gespecialiseerde cellen nog alles kunnen worden en wat de invloed van plantenhormonen hierop is.

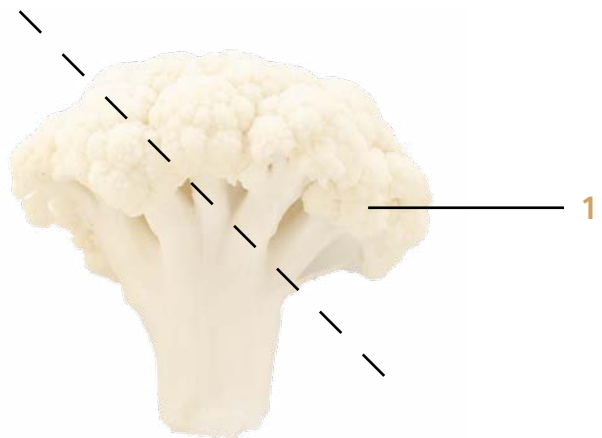


Plantje met scheuten

### Belangrijke tips vooraf!

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

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





## Benodigheden

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

## Werkwijze

### 1. Snijden van plantendelen voor ontsmetting

#### Let op!

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

#### Bloemkool

**1a** Snijd/pluk de bloemkool in kleine roosjes (ongeveer 0,5 x 0,5 cm). Let op dat je bij het snijden de beschermende buitenlaag wel intact laat (1). Maak ongeveer 20 roosjes, zodat je zeker genoeg hebt.

#### Gerbera

**b** Kies een bloem van de gerbera die nog niet zo oud is.

**c** Snijd/pluk alle kroonbladeren eraf.

**d** Snij met een scalpel de resterende stukken bloem van de bloembodem (2) af.

**e** Pulk met je nagel de laatste restjes die nog heen en weer kunnen bewegen weg. Dit gaat als het goed is gemakkelijk, omdat de delen die eraf moeten nog los van elkaar zitten. Laat de laag eronder (3) zo veel mogelijk onaangetast!

**f** Snij de bloembodem ook aan de onderkant, de kant van de steel, af tot je een blokje overhoudt.

**g** Spoel alle achtergebleven haren van de gerbera.

#### Let op!

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



## 2. Ontsmettingsprocedure

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

- 2a** Plaats de plantendelen in een bekeerglas van 250 ml met deksel (petrischaal).
- b** Voeg hier 200 ml 80% alcohol aan toe voor de eerste ontsmettingsstap om de vettige waslaag die planten hebben weg te wassen en eventuele luchtballen weg te nemen. Laat het plantmateriaal 30 seconden staan.
- c** Giet de alcohol af. Zorg ervoor dat je maar een kleine opening maakt met je petrischaaldeksel! Zo verlies je geen plantmateriaal.
- d** Voeg nu 200 ml chlooroplossing toe. Snij de bloembodem ook aan de onderkant, de kant van de steel, af tot je een blokje overhoudt.
- e** Steriliseer in chloor gedurende 30 minuten. Af en toe rustig rondzwenken.
- f** Giet de vloeistof weer voorzichtig af.
- g** Spoel na het steriliseren in chloor je plantendelen met steriel water. Gebruik hiervoor 3x nieuw steriel water en laat 1, 5 en 10 minuten staan voor je het afgiet.

### Let op!

Het materiaal is nu steriel. Zorg dat het ook steriel blijft! Voer vanaf hier alle handelingen uit tussen gesteriliseerd papier. Oefen de onderstaande stappen eerst “droog” met gewoon papier, zodat de kans op slagen vergroot wordt als je met het echte materiaal werkt.

## 3. Enten van de weefselstukjes

- 3a** Maak het werkvlak schoon met 80% alcohol. **Houd de alcohol uit de buurt van open vuur!**
- b** Vouw het gesteriliseerde papier terwijl het nog in plastic zit in de lengte dubbel zodat het, als je het weer terug vouwt, een beetje omhoog staat, je kunt dan makkelijker je pincet eronder steken. Zorg dat de meest glimmende kant naar beneden ligt.
- c** Haal het papier uit de verpakking en leg het op een schone tafel.
- d** Steriliseer je pincet en scalpel door ze in alcohol te dopen, **even te laten uitdruppelen** en vervolgens af te branden in de vlam. Laat scalpel en pincet even afkoelen voordat je het tussen het papier legt, anders vliegt het papier in de fik!
- e** Pak met de geflambeerde en weer afgekoelde pincet een plantendeeltje. Houd dit meteen tussen het andere gesteriliseerde papier! En doe de deksel weer op het bekeerglas.

### Bloemkool

### Gerbera

- f** Snijd met een geflambeerde scalpel een stukje van de steel af. Er ontstaat zo een vers wondvlak aan de onderkant.
- g** Pak de buis met medium en houd hem horizontaal zodat de opening niet naar boven wijst. Ent één stukje plantmateriaal op het medium in het buisje door met het verse wondvlak voorzichtig in het medium te drukken.

- h** Steriliseer je pincet en scalpelen leg ze weer (als ze 'uitgebrand' zijn) tussen de eerste stapel gesteriliseerd papier. Haal van de andere stapel de bovenste paar blaadjes, die al gebruikt zijn, af. Herhaal bovenstaande stappen tot alle buisjes gevuld zijn.
- i** Maak de buisjes ten slotte goed dicht door vershoudfolie rond de rand van het afdekdopje te draaien. Giet de alcohol af. Zorg ervoor dat je maar een kleine opening maakt met je petrischaaldeksel! Zo verlies je geen plantmateriaal.



#### 4. Culturomstandigheden

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

#### Opdracht 8

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

- 8a** Kijk naar de bloemkoolproef. Welke verschillen zie je tussen de buisjes?
- b** Kijk eventueel ook naar de gerberaproef. Zie je hier ook verschillen?
- c** Het is mogelijk dat, in met name de gerberaproef, vooral schimmel en/of bacteriën te zien zijn. Hoe kan dat komen?
- d** In het medium zitten groeihormonen, maar wat moet er nog meer in zitten?
- e** Op YouTube staan veel time-lapse filmpjes. Die laten versneld zien wat er gebeurt. Zoek op de termen 'time lapse' & 'tissue culture'. Komen jouw resultaten in grote lijnen overeen met wat je op YouTube kan vinden?

Als het gelukt is om bij zowel de gerbera als bij de bloemkool wortels en scheuten te laten groeien, zul je zien dat er verschil zit in de uiteindelijke resultaten. Elke plant heeft zijn eigen gevoeligheid voor samenstelling van het groeimedium en de hormonen.

## Haver als oplossing voor glutenvrij dieet

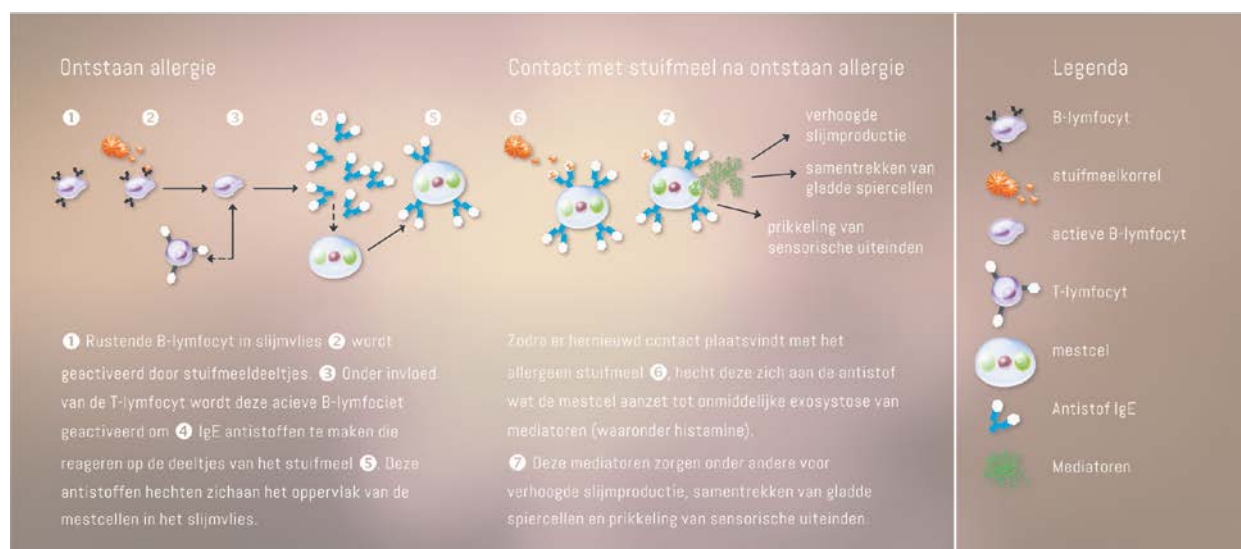
Haver. Dit oude gewas werd vroeger heel veel geteeld en is nu weer bezig met een comeback. Want haver heeft veel voordelen ten opzichte van andere granen als tarwe en spelt. Het bevat veel gezonde voedingsstoffen zoals bèta-glucanen en onverzadigde vetzuren. Maar bovenal: het bevat geen gluten. Je kent misschien wel iemand die geen gluten mag eten. Deze persoon heeft misschien wel coeliakie, ook wel glutenintolerantie genoemd. Coeliakie komt best vaak voor, naar schatting 1 op de 150 mensen reageert slecht op het eten van gluten.



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

## Pollenallergie

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



## Opdracht 9

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

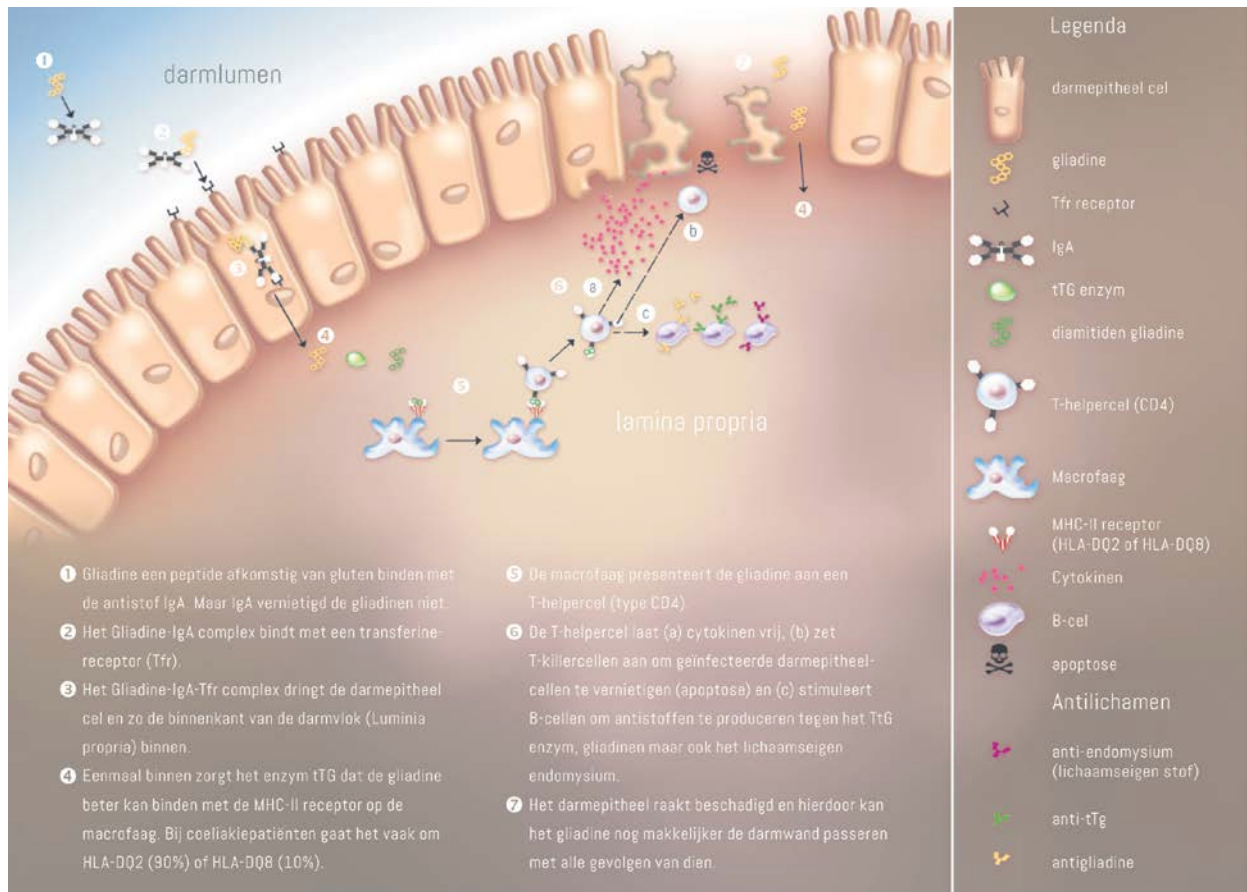
- 9a** Welke verschillende cellen van het afweersysteem zijn betrokken bij een allergische reactie?
- b** Welke externe factor veroorzaakt de reactieketen?
- c** Welke antistoffen worden aangemaakt?
- d** Wat is het product van de reactieketen dat invloed heeft op het lichaam?
- e** Wat is het effect/gevolg van de reactie door het lichaam?
- f** Wanneer is het effect zichtbaar/merkbaar?
- g** Waar vindt deze reactieketen plaats in het lichaam?

	Hooikoorts	Coeliakie
Cellen van het afweersysteem die erbij betrokken zijn		
Externe factor die de reactieketen veroorzaakt		
Antistoffen		
Product van de keten		
Effect op het lichaam		
Snelheid van de reactie		
Locatie in lichaam van reactieketen		

## Opdracht 10

Je hebt zojuist geleerd hoe je lichaam reageert tijdens een allergische reactie. Kijk nu hoe je lichaam reageert op gluten als je last hebt van coeliakie, gebruik hiervoor de zeven vragen van hierboven en vul de tabel in onder het kopje Coeliakie.

# Coeliakie



## Gluten en coeliakie

Gluten is een heterogeen mengsel van eiwitten afkomstig uit granen: gliadinen en gluteninen genaamd. Van deze moleculen bestaan vele varianten die in allerlei combinaties in tarwesoorten te vinden zijn. In elke tarwesoort komen daarom tussen de 50 en 100 verschillende glutenmoleculen voor. Deze gluten worden door de meeste mensen normaal

gesproken niet opgenomen, maar gebonden aan antistoffen zoals IgA. Dit zogenaamde IgA-gliadine-complex wordt dan door het lichaam afgebroken.

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

### MHC-II Receptor

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

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

### Opdracht 11

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

#### Verschillen

---

---

#### Overeenkomsten

---

---

### Opdracht 12

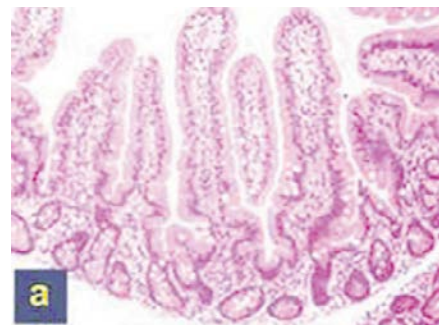
Eén van de twee aandoeningen wordt ook wel een auto-immuunziekte genoemd. Welke aandoening is dat? Leg je antwoord uit.

---

---

### Opdracht 13

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



---

---

---

---

## Opdracht 14

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

---

---

---



## Haver als oplossing

Als je erachter komt dat je coeliakie hebt of slecht reageert op het eten van gluten is het best even slikken. Zeker als je gewend bent een boterhammetje te eten. Oplossing is het niet meer eten van granen als tarwe, rogge, gerst en spelt. Gelukkig is er haver. Op dit moment wordt er in Nederland zo'n 2000 hectare verbouwd met haver, waarvan een deel de garantie 100% glutenvrij verkrijgt. Er bestaat al een smakelijk glutenvrij haverbrood.



Hier zie je de halmen van rogge, tarwe, haver en gerst op houten achtergrond



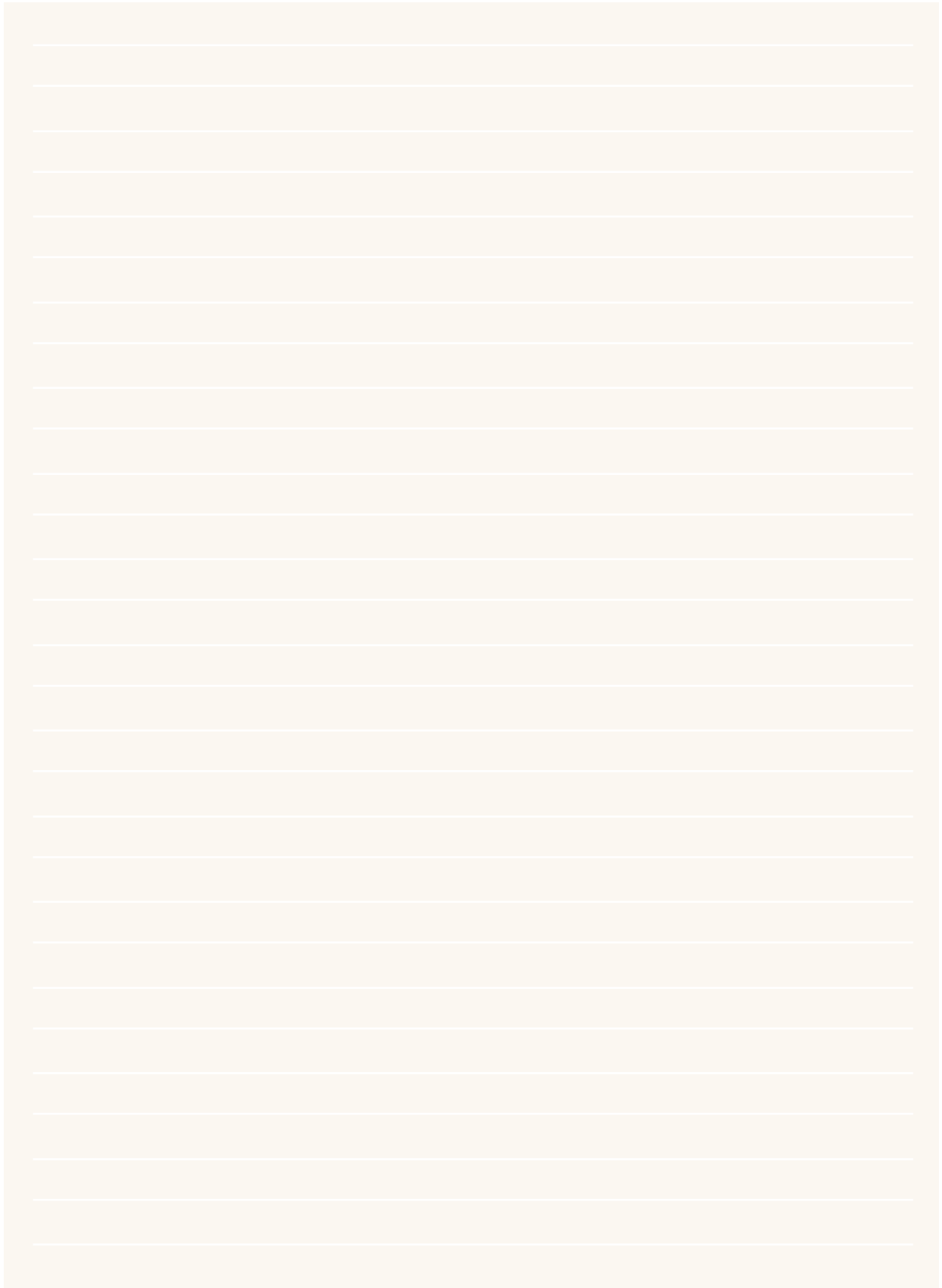
## Opdracht 15

Verzin een recept voor glutenvrije pannenkoeken waarin tenminste 50% havermeel zit. Test je recept thuis uit en schrijf hieronder je recept op.



Foto: Marjan Kruik

## Ruimte voor aantekeningen



A large rectangular area with a light beige background and horizontal white lines, intended for taking notes.

