

Plantenteelt in een ruimtestation?

Tijdens de NIBI-conferentie 2016 was er een geweldig leuke workshop onder de titel 'Plantenteelt in een ruimtestation?' Daarbij ging het om de gravitropische respons van wortels. In een ruimtestation is geen gewicht. Wat betekent dat voor de groei van planten(wortels)? De workshop inspireerde al tot het beschrijven van een aantal experimenten bij het onderwerp 'tropie', die we zelf vaak uitvoerden (Domis en Foeken, 2016). De volgende experimenten gaan dieper in op de manier hoe de prikkel zwaartekracht wordt waargenomen door de plant en hoe de plant daarop reageert.

Het plantenonderzoek dat op dit moment wordt uitgevoerd in ISS borduurt voort op de kennis, afkomstig van aards onderzoek, gecombineerd met kennis verkregen in ruimteonderzoek. In de workshop gingen we aan de slag met experimenten over de gravitropische respons van wortels. De experimenten zijn gericht op het waarnemen (*sensing*) van zwaartekracht door de plant,

het doorgeven (*transductie*) van het signaal in de plant, en de aanpassing van wortelgroei (*respons*).

Practicum: Waar neemt de plant zwaartekracht waar?

Nodig:

- Ontkiemde sojabonen met ongeveer 1,5 cm lange wortels (loodrecht naar beneden

gegroeid; (Domis en Foeken, 2016)

- Binoculair
- Nieuw scherp scheermesje
- Geplastificeerd karton met spelden omhoog er door heen geprikt (kan ook een bierviltje zijn)
- Afgesloten bak met hoge luchtvochtigheid (natte tissue op de bodem)

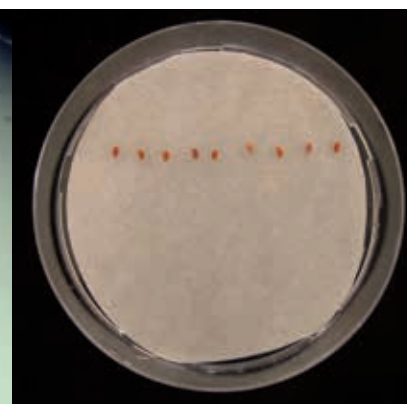
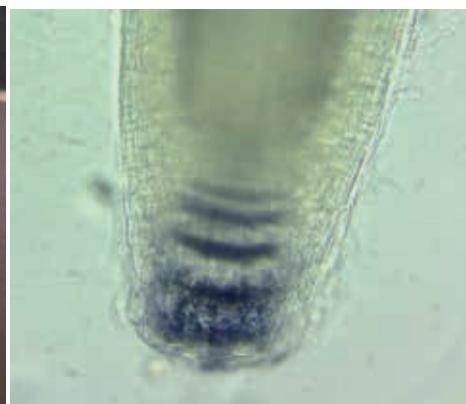
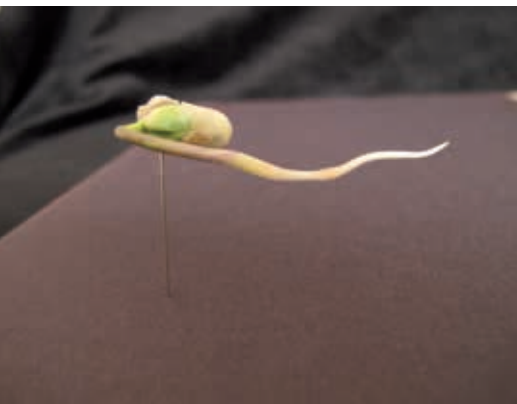
Uitvoering:

- Leg de sojaboon voorzichtig onder de binoculair en stel scherp op de wortelpunt.
- Snijd 1mm van de worteltop af; snijd zo verticaal mogelijk.
- Prik de sojaboon voorzichtig maar stevig op de naald met de wortel horizontaal (Figuur 1).
- Snijd van een volgende wortelpunt 2 mm af; van een volgende 3 mm, enzovoort tot er in het totaal 5 mm van de wortelpunt is afgesneden.
- Geef de bonen nummers en schrijf op hoeveel mm er van de wortel is afgesneden.
- Gebruik als controle een boon met intacte wortel.
- Laat bij het inzetten van de proef alle nog niet gebruikte sojabonen verticaal staan. Binnen enkele minuten wordt de gravi-

Figuur 1. Ontkiemde sojaboon op naald
Copyright: Desiree den Os

Wortelpunt van tuinkers, gekleurd met JJK. De columellacellen in het wortelmutsjes bevatten gekleurde amyloplasten. Links wortelpunt, rechts het wortelmutsje Copyright: Desiree den Os

Opstelling voor het verkrijgen van kiemplantjes van tuinkers met loodrechte wortels Copyright: Desiree den Os



tropische respons ingezet; dus alleen de sojaboon die je aan het snijden bent horizontaal leggen.

- Noteer het tijdstip waarop je de sojabonen horizontaal op de speld plaatst.
- Laat de sojabonen zo lang in de afgesloten bak staan totdat de wortelpunt van de controle vertikaal naar beneden groeit. Dit kan enkele uren tot een dag duren.
- Zorg er voor dat de planten niet uitdrogen, houd het goed vochtig.

Uitwerking

- Maak een foto van het eindresultaat. Plaats zwart papier achter de wortels voor een duidelijke foto.
- Vul onderstaande tabel in.

Tabel 1: Resultaten afsnijden wortelpunt.

Afgesneden van wortelpunt	Gravitropische respons
1 mm	Ja / nee
etc	etc

Vragen

- In welk deel van de wortel vindt waarneming van de zwaartekracht plaats?
- Waar zit het buigpunt in de wortel vanwaar de wortel naar beneden groeit?
- Is de reactie van de wortel in hetzelfde gebied als waar de prikkel wordt waargenomen?

Theorie: Groei van de wortel

De wortelpunt bestaat uit een aantal verschillende cellypes. De lengtegroei van de wortel start vanuit het meristeem waar steeds nieuwe cellen worden gevormd. De nieuwe cellen komen geleidelijk door de vorming van nieuwe cellen steeds verder van het meristeem af. Ze ondergaan celstrekking; verder weg van het meristeem stopt de celstrekking en ondergaan cellen differentiatie.

In het wortelmutsje bevinden zich de columellacellen met amyloplasten. Deze columellacellen spelen een belangrijke rol in de gravitropische respons.

Als columellacellen weggesneden zijn, kan de wortel de zwaartekracht niet waarnemen en zal de groeirichting niet veranderen als de wortel in een horizontale positie wordt geplaatst. Op de een of andere manier wordt in deze cellen zwaartekracht waargenomen. Maar de aanpassing van de wortelgroei vindt in de strekkingszone plaats. Er gaat dus een signaal van de columellacellen naar boven.

Auxine

De respons heeft te maken met de rol die auxine speelt in de wortels. In de strekkingszone heeft auxine invloed op de strekkingsgroei. Hoe meer auxine op een bepaalde plaats in de strekkingszone van de wortel, des te minder strekkingsgroei. Auxine wordt gevormd in de bladeren en door het vaatweefsel naar allerlei plekken vervoerd. In de wortel komt auxine terecht in de columellacellen en wordt van daaruit via de buitenste cellen naar de strekkingszone getransporteerd. Deze stroming kun je voorstellen als een omgekeerde fontein. Bij een wortel in normale positie komt er aan alle kanten van de strekkingszone evenveel auxine terecht. Wanneer de wortel horizontaal wordt gelegd, verplaatsen de amyloplasten zich naar de onderkant van de van de columellacel, die eerst zijkant was. Het is te vergelijken met knikkers in een bak die naar de zijkant rollen als je de bak op zijn kant legt. Daarmee start de gravitropische reactie. Wat er exact gebeurt, is nog niet bekend. Men denkt dat het drukken van de amyloplasten op het celmembraan drukgevoelige kanalen beïnvloedt waardoor de signaaloverdracht in gang gezet wordt. Dit heeft tot gevolg dat auxine naar beneden stroomt. Als gevolg van de verhoogde auxineconcentratie vindt er aan de onderkant van de wortel minder celstrekking plaats en aan de bovenkant meer celstrekking. Gevolg is dat de wortel naar beneden kromt (Raven et al, 2005; Baldwin et al, 2013).

Practicum: Onder welke hoek van de wortel neemt de plant zwaartekracht waar?

Het is ook interessant om te kijken onder welke wortelhoek de plant de zwaartekracht waarneemt.

Benodigdheden

- Enkele petrischalen met filter met ontkiemde tuinkers van 1-1,5 dag oud (zie voor het verkrijgen van tuinkersplantjes met loodrechte wortels de syllabus bij de workshop¹)
- Dunne watervaste stift

Uitvoering

- Trek met de stift een verticale middellijn op de bodem van petrischaal, parallel aan de wortels.
- Trek een tweede middellijn, onder een hoek van 5° ten opzichte van de eerste middellijn.
- Plaats de petrischaal met de tweede middellijn exact vertikaal zodat de wortel

onder een hoek komt te liggen.

- Herhaal deze procedure met een grotere hoek ten opzichte van de middellijn. Kies de hoek tussen 0 en 90 graden ten opzichte van de zwaartekracht.
- Afhankelijk van de groeisnelheid van de plant is al binnen een half uur een reactie waar te nemen.
- Laat de plantjes eventueel een hele dag groeien. Laat ze daarbij steeds onder de juiste hoek staan.

Uitwerking

- Vul onderstaande tabel in.

Tabel 2: Resultaten effect wortelhoek op gravitropische reactie

Hoek van wortelpunt	Gravitropische respons
5°	Ja / nee
10°	etc
Etc.	

- Trek een conclusie uit je waarnemingen.
- Zal het resultaat voor alle plantensoorten gelijk zijn? Hoe kan je daar achter komen?
- Verwacht je dat een herhaling van deze proef in een ruimtestation dezelfde resultaten oplevert? Leg uit.

Tot slot

De invloed van auxine en andere processen in de plant leent zich uitstekend voor het maken van profielwerkstukken. De leider van de workshop Désirée den Os, die de foto's welwillend ter beschikking stelde, vertelde me dat voor profielwerkstukken en dergelijke geïnteresseerden contact op kunnen nemen met het bètasteunpunt van de Hanzehogeschool Groningen.² Voor inhoudelijke zaken kunt u contact opnemen met haar.³ ●

LITERATUUR

- Baldwin, K.L., Strohm, A. K., Masson P. K. (2013). Gravity sensing and signal transduction in vascular plant primary roots. *American Journal of Botany* 100 (1), 126-142.
- Domis, M. en Foeken, M. (2016). Biologiepracticum van illustratief tot experiment. (nr 15): Tropieën. *NVOX* 41 (9), 510-511.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2005). *Biology of Plants*. 7th Ed. New York: W.H. Freeman.

NOTEN

1. <https://nibi.nl/uploads/nibi/files/4e46e357edfa21f462>
2. betasteunpunt@org.hanze.nl
3. d.den.os@pl.hanze.nl