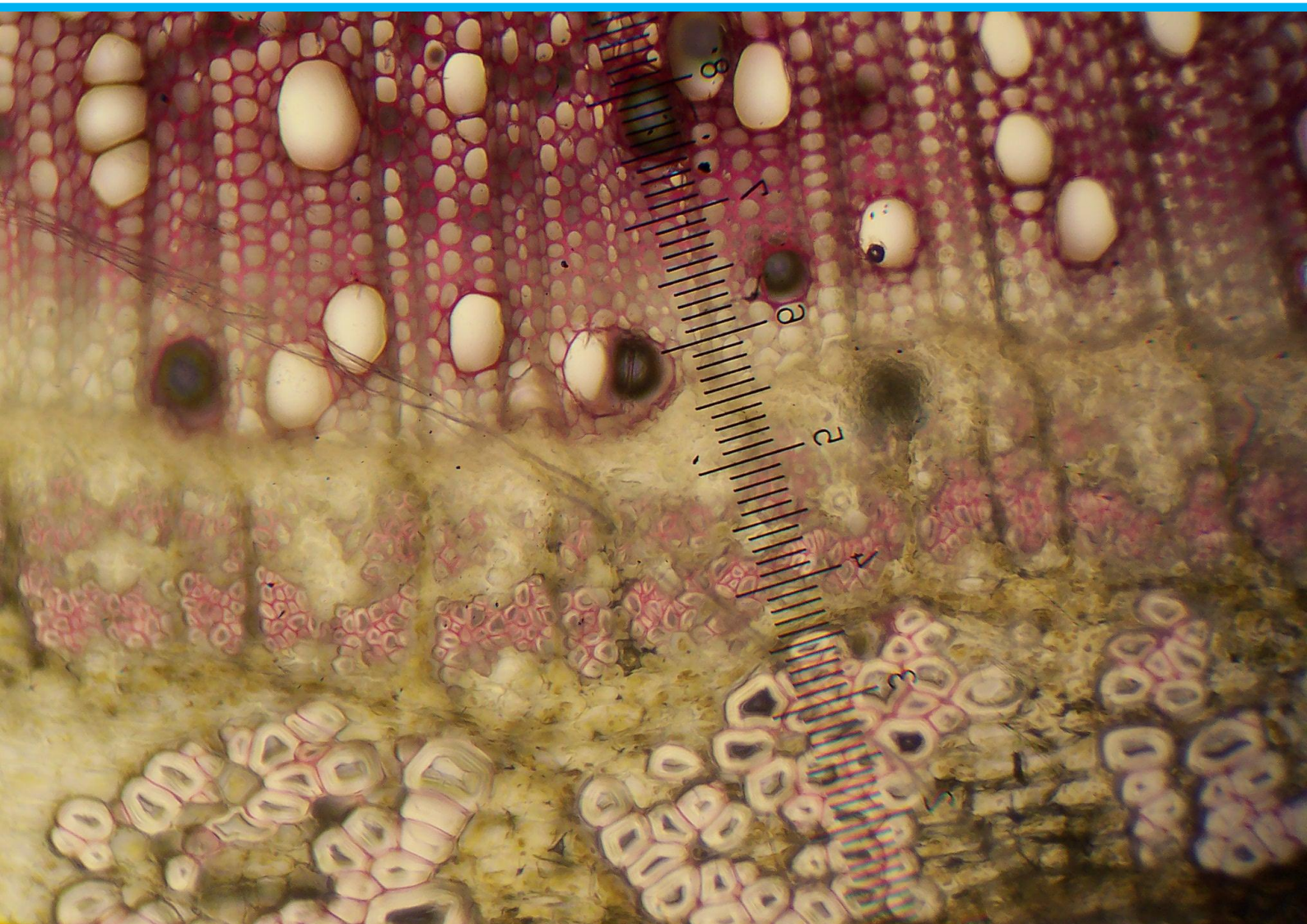


Module TA 1403

Plant en Cel

Sander van Delden

November 2013



Moduleboek

Plant en Cel

Modulecode: TA1403

Dictaatcode: 40-0179

Tuinbouw en Akkerbouw (TA)
Jaar 1, blok 2

Voorwoord

Voor je ligt het moduleboek voor de module Plant en Cel. Dit moduleboek is het spoorboekje van de module en bevat tevens de PGO taken en practicumhandleiding. Naast het moduleboek staat er informatie op blackboard. De module wordt gegeven in blok 2 voor de opleiding Tuinbouw en Akkerbouw (TA).

Tip: raadpleeg regelmatig dit moduleboek en blackboard.

Namens het hele moduleteam wens ik je een leerzame tijd toe.

Sander H. van Delden (module coördinator)

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	7
2	Modulebeschrijving	8
2.1	Inhoud en doelen van de module.....	8
2.2	Onderwijsvormen	9
2.3	Voorkennis	9
2.4	Leermiddelen dictaten.....	9
2.5	Moduleteam.....	10
3	Beoordeling	11
3.1	E-toets.....	11
3.2	Tentamen.....	11
3.3	PGO taken.....	11
3.4	Practicum	12
3.5	Aanwezigheid.....	12
4	Activiteitschema	13
5	PGO opdrachten	15
5.1	Taak 1. Celmorfologie: Verwarring in het lab	15
5.2	Taak 2. Neusrot: Calciumopname en transportweefsels.....	16
5.3	Taak 3. Lang leve de wortelknol!	17
5.4	Taak 4. Genetica: De wetten van Mendel.....	18
5.5	Taak 5. Gebreksziekten.....	19
5.6	Taak 6. Osmose, EC, selectieve opname	20
5.7	Taak 7. Fotosynthese en respiratie	21
6	Practicumhandleiding	22
6.1	Practicum: Celmorfologie, organellen en hun functie.....	23
6.2	Practicum: Celtypen, weefsels en transport van cel naar cel	25
6.3	Practicum: Van gen tot eiwit.....	28
6.4	Practicum: Genetica, wetten van Mendel	29
6.5	Practicum: Nutriëntengebrek en groeianalyse	35
6.6	Practicum: Zaadkwaliteit	41
6.7	Practicum: Osmose, EC, nutriënten opname	49
6.8	Practicum: Fotosynthese en ademhaling.....	54
Bijlage 1:	Uitleg Labjournaal.....	59
Bijlage 2:	Instructie practicumverslag	61
Bijlage 3:	Richtlijnen tekeningen	66

1 Inleiding

Als tuinbouwer of akkerbouwer werk je met planten. Of je nu teler, kweker, onderzoeker, adviseur of marketeer wordt, het is belangrijk om je producten goed te kennen. Dat betekent dat je een goed begrip van de bouw en het functioneren van planten moet hebben. Als je in het bezit bent van goed begrip van een plant zal je makkelijker nieuwe kennis, uit verschillende vakgebieden, kunnen plaatsen en onthouden. In de module Plant en Omgeving (TA1402) heb je gekeken naar de opbouw van een plant (morfologie). Tijdens deze module Plant en Cel (TA1403) zoomen we in op de weefsels en cellen. We kijken naar de bouw (morfologie) en het functioneren (fysiologie) van cellen en weefsels. Hierbij komen de onderwerpen fotosynthese, plantenvoeding (bouwstenen), intra- en intercellulair transport aan bod. Er wordt ook gekeken naar de celdeling en genetica van planten. Deze module bevat statistiekonderwijs ter ondersteuning van het onderdeel genetica en het verwerken van de data die je bij practica genereert.

Dit moduleboek bevat informatie over de organisatie van de module Plant en Cel (TA1403), de PGO taken, de practicumhandleiding en beoordelingscriteria. De theorie vind je grotendeels in het boek *Introductory botany* 2nd edition van Berg (ISBN 9780495383680) en achtergrondinformatie vind je op Blackboard.

2 Modulebeschrijving

Modulecode:	TA1403
Modulenaam:	Plant en Cel
Credit points:	8
Modulecoördinator:	Sander van Delden (DeS)

2.1 Inhoud en doelen van de module

De opleiding Tuinbouw en akkerbouw is heel breed, je wordt opgeleid om ergens in de sector aan de slag te kunnen. Welke kennis en vaardigheden je moet beheersen aan het einde van je studie is vastgelegd in de landelijke eindkwalificaties voor Tuin en akkerbouw. Hieronder wordt aangegeven aan welke eindkwalificaties in deze eerstejaars module TA1403 wordt gewerkt. Vervolgens worden de *inhoudelijke* doelen van deze module expliciet genoemd.

Eindkwalificaties

Binnen deze module wordt speciaal aandacht besteed aan aspecten van de volgende landelijke eindkwalificaties van Tuinbouw en akkerbouw (in volgorde van belangheid):

- Acquireren en advies geven in de agro en food sector (1).
- Opstellen en uitvoeren van toegepast onderzoek (2).
- Voorlichten en communiceren op gebied van teelt en/of product (6).

Nummers achter de eindkwalificaties verwijzen naar het gebruikte schema uit het Landelijk opleidingsprofiel Tuinbouw en akkerbouw januari 2013.

Inhoudelijke doelen van de module Plant en Cel

De student krijgt inzicht in en kennis over het functioneren van planten op celniveau. De student kan dit in eigen woorden uitleggen en kent de meest elementaire begrippen. Hij of zij is in staat de kennis te vertalen naar eenvoudige praktijksituaties. Hieronder staan de belangrijkste leerdoelen van deze module opgesomd.

1. De student kent de onderdelen van een plantencel en kan uitleggen wat de werking is.
2. De student kan de organen en weefsels bij een plant benoemen.
3. Student kan de route van water en voedingsstoffen in een plant beschrijven aan de hand van de geleerde weefsels.
4. Student kan uitleggen wat fotosynthese en respiratie is.
5. De student is in staat zelfstandig eenvoudige kruisingen te maken.

6. De student kan in eigen woorden de betekenis en onderlinge relatie uitleggen van de begrippen: DNA, replicatie, gen, allel, transcriptie, translatie, mutatie, genetische modificatie, ribosoom en eiwit.
7. De student kan aan de hand van schematische tekeningen de processen meiose en mitose herkennen en kan het verschil uitleggen.
8. De student kan zelfstandig meetapparatuur bedienen zoals: een EC meter en verschillende fotosynthese meters.
9. Studenten nemen kennis van verschillende onderzoeksmethodieken.
10. De student kan onderzoeksgegevens van eigen observaties zorgvuldig en nauwkeurig verwerken in tabellen en figuren.
11. De student kan een practicum uitvoeren, waarnemingen doen, resultaten verwerken en presenteren en op basis van deze resultaten conclusies trekken.
12. De student kan helder en correct schriftelijk rapporteren over zijn eigen onderzoeksgegevens.
13. Studenten kunnen werken onder tijdsdruk.
14. De student krijgt training in het verder ontwikkelen van zijn/haar analytisch vermogen en krijgt een aantal complexe denkproblemen voorgelegd.

2.2 Onderwijsvormen

Hoorcolleges, werkcolleges, PGO (probleemgestuurd onderwijs), digitale leeromgevingen en practica.

2.3 Voorkennis

Dwars door de keten (TA1401),

Plant en Omgeving (TA1402)

2.4 Leermiddelen dictaten

Delden, van S.H. (2013) Moduleboek Plant en Cel 2013 (interne publicatie)

Dictaatcode: 40-0179

Berg, L. (2007) Introductory Botany: Plants, People, and the Environment. 2nd edition, Cengage Learning. ISBN-10: 0534466699

Gerritse, G. (2013) Statistiek in de Tuinbouw en Akkerbouw 2013 (interne publicatie)

Dictaatcode: 40-0180

2.5 Moduleteam

In tabel 2.1 staan de namen van de mensen in het moduleteam en de functieverdeling.

Tabel 2.1. Samenstelling van het moduleteam.

<i>Naam</i>	<i>Code</i>	<i>Functie</i>	<i>e-mail</i>	<i>Kamer</i>
Eva van Rijsingen	RE	Docent / Tutor / Practicum en onder- zoekbegeleider	E.vanRijsingen@has.nl	
Gerard Gerritse	GeG	Hogeschooldocent Statistiek en Statis- tiek	G.Gerritse@has.nl	3A-09b
Jaap Willems	WiJa	Practicum- en onder- zoeksbegeleider	J.Willems@has.nl	Naast K03
Jacqueline Joosten	JoJa	Docent / Tutor / Practicum- en onder- zoeksbegeleider	J.Joosten@has.nl	3D-37
Jasper den Besten	BeJ	Lector nieuwe teelt- systemen	J.denBesten@has.nl	3A-08
Marleen Ijdo	IjMa	Docent / Tutor / Practicum- en onder- zoeksbegeleider	M.Ijdo@has.nl	3A-08
Roeland Uijtdewilligen	UR	Practicum- en onder- zoeksbegeleider	R.Uijtdewilligen@has.nl	Naast K03

3 Beoordeling

E-toets	15 % (wekelijks digitaal op blackboard)
Tentamen	60 % (1 x 3 uur, gesloten boek in week 9)
PGO taken	onvoldoende / voldoende
Practicum	25 % (practicumverslag)

3.1 E-toets

Tijdens deze module zullen er in week 1 t/m 8 wekelijks E-toetsen worden afgenomen. Deze E-toets is vanaf woensdag 12:00 beschikbaar op blackboard en sluit op vrijdag 17:00 na afsluiting van de PGO taak. Het niet maken van de E-toets resulteert in het cijfer 1 voor de desbetreffende toets. Het gemiddelde van de zes hoogste E-toets scores vormt het eindcijfer voor de E-toets. Het eindcijfer van de module wordt voor 15% bepaald door het eindcijfer van de E-toetsen.

3.2 Tentamen

Het tentamen zal alle leerstof bevatten die tijdens deze module aan bod is gekomen. De vragen gaan dus zowel over de behandelde theorie in het boek "Introductory Botany" van L. Berg, als over de stof behandeld tijdens PGO, practica en hoorcolleges.

3.3 PGO taken

De inhoudelijke kennis van de modules met PGO wordt getoetst doormiddel van het schriftelijkexamen (tentamen). De beoordeling voor PGO-sessie is voornamelijk gestoeld op jouw activiteiten tijdens de PGO bijeenkomsten (zie PGO handleiding voor meer details).

3.4 Practicum

In de module Plant en Omgeving heb je leren werken met een labjournaal (bijlage 1). Tijdens deze module mag je dat weer doen, op basis van het labjournaal dien je vervolgens een **practicumverslag** te schrijven. In bijlage 2 staat nauwgezet beschreven waar dit practicumverslag aan moet voldoen. Je levert het practicumverslag in met een groepje van maximaal 4 personen. Let op: in dit verslag moeten ook alle individuele uitwerking opgenomen van practica waarbij je tekeningen hebt gemaakt. Op basis van de tekeningen kunnen er verschillen worden gemaakt in de beoordeling. De activiteiten en onderwerpen van de practica kunnen ook worden getoetst tijdens het **schriftelijk-tentamen**.

Vrijdag 17:00 uur in **week 8** dient het practicumverslag uiterlijk **ingeleverd** te zijn bij je practicumdocent **Eva Rijsingen (RE)**.

3.5 Aanwezigheid

De volgende activiteiten zijn verplicht:

- PGO bijeenkomsten
- Practica

4 Activiteitschema

Tabel 4.1. Activiteitschema module Plant en Cel (TA1403).

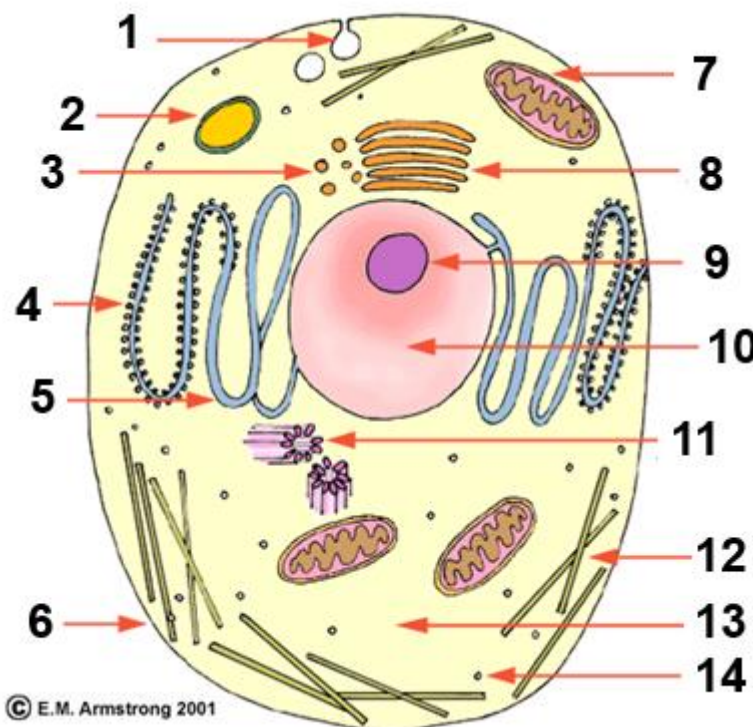
Week	Vorm	Omschrijving	Docent
1	HC	De plantencel: Celmorphologie	JoJa
1	PGO	Opstarten: 5.1 Taak 1. Celmorphologie: Verwarring in het lab Inzetten van practica:	JoJa, RE
1	Prac.	6.4 Practicum: Genetica, wetten van Mendel 6.5 Practicum: Nutriëntengebrek en groeianalyse	RE, UR, WiJa
1	Prac.	Uitvoeren van practica: 6.1 Practicum: Celmorphologie, organellen en hun functie.	RE, UR, WiJa
1	E-toets	Diagnostische e-toets	
2	HC	De plantencel: Celfysiologie en transport	JoJa
2	PGO	Afronden: 5.1 Taak 1. Celmorphologie: Verwarring in het lab Opstarten: 5.2 Taak 2. Neusrot: Calciumopname en transportweefsels.	JoJa, RE
2	Prac.	6.2 Practicum: Celtypen, weefsels en transport van cel naar cel	RE, UR, WiJa
2	E-toets	Diagnostische e-toets	
3	HC	Genetica: van gen naar eiwit	BeJ
3	PGO	Afronden: 5.2 Taak 2. Neusrot: Calciumopname en transportweefsels. Opstarten: 5.3 Taak 3	JoJa, RE
3	Prac.	6.3 Practicum: Van gen tot eiwit.	RE, UR, WiJa
3	HC	Statistiek zie: dictaat 'Statistiek in Tuinbouw en akkerbouw'	GeG
3	E-toets	Diagnostische e-toets	
4	HC	Genetica: wetten van Mendel	BeJ
4	PGO	Afronden: 5.3 Taak 3 Opstarten: 5.4 Taak 4. Genetica: De wetten van Mendel.	JoJa, RE
4	Prac.	6.4 Practicum: Genetica, wetten van Mendel	RE, UR, WiJa
4	HC+WC	Statistiek zie: dictaat 'Statistiek in Tuinbouw en akkerbouw'	GeG
4	E-toets	Diagnostische e-toets	
5	HC	Plantenvoeding: Opname van nutriënten, osmose en EC.	DeS
5	WC	Statistiek zie: dictaat 'Statistiek in Tuinbouw en akkerbouw'	GeG
5	PGO	Afronden: 5.4 Taak 4. Genetica: De wetten van Mendel. Opstarten: 5.5 Taak 5. Gebreksziekten	JoJa, RE
5	Prac.	6.5 Practicum: Nutriëntengebrek en groeianalyse 6.6 Practicum: Zaadkwaliteit	RE, UR, WiJa
5	E-toets	Diagnostische e-toets	

Week	Vorm	Omschrijving	Docent
6	HC	Plantenvoeding: Selectieve opname van nutriënten	DeS
6	PGO	Afronden: 5.5 Taak 5. Gebreksziekten	JoJa, RE
		Opstarten: 5.6 Taak 6. Osmose, EC, selectieve opname	
6	Prac.	6.7 Practicum: Osmose, EC, nutriënten opname	RE, UR, WiJa
6	E-toets	Diagnostische e-toets	JoJa, RE
7	HC	Fotosynthese en ademhaling	BeJ
7	PGO	Afronden: 5.6 Taak 6. Osmose, EC, selectieve opname	JoJa, RE
		Opstarten: 5.7 Taak 7. Fotosynthese en respiratie	
7	Prac.	6.8 Practicum: Fotosynthese en ademhaling	RE, UR, WiJa
7	E-toets	Diagnostische e-toets	
8	HC	Fotosynthese en ademhaling	BeJ
8	PGO	Afronden: 5.7 Taak 7. Fotosynthese en respiratie	JoJa, RE
8	Prac.	Afmaken van practica, doen van laatste observaties en schrijven practicumverslag.	RE, UR, WiJa
8	E-toets	Diagnostische e-toets	
9		Tentamen	
10		Inzage toets	
10		Panelevaluatie	

5 PGO opdrachten

5.1 Taak 1. Celmorfologie: Verwarring in het lab

In het laboratorium worden de laatste voorbereidingen getroffen voor een belangrijk practicum celbiologie. Studenten krijgen protoplasten voorgeschoteld onder de microscoop in een practicum waarin ze de belangrijkste celonderdelen gaan bekijken en benoemen. In het lab werkt een nieuwe practicumbegeleider die de fijne kneepjes van het vak nog moet leren. De practicumbegeleider moet zowel dit practicum voorbereiden voor studenten Dier- en veehouderij als voor studenten Tuinbouw en akkerbouw. Omdat plantencellen, in tegenstelling tot dierlijke cellen, een celwand hebben en die het zicht op de celinhoud vertroebelen, worden enzymen toegevoegd die de celwand oplossen. Op die manier houd je de protoplast met inhoud over en kun je die inhoud goed bekijken. Helaas kun je dan aan de celwand (of afwezigheid ervan) niet meer zien of het planten- of dierencellen zijn. Het etiket is helaas niet meer leesbaar en de practicumbegeleider vraagt zich af of hij wel de juiste cellen heeft gepakt voor de tuin- en akkerbouwers. Onder de microscoop ziet het er ongeveer zo uit als in figuur 5.1.1. De practicumbegeleider vraagt zich af of het eigenlijk heel erg is als hij dierlijke protoplasten zou geven aan de tuin- en akkerbouwers. Zoveel verschillen zijn er toch niet, of wel? Hij begint het inmiddels goed benauwd te krijgen want in het lab werken ze ook met bacteriën, schimmels, virussen en eencellige planten. De paniek slaat nu echt toe, van welk organisme is dit preparaat afkomstig?



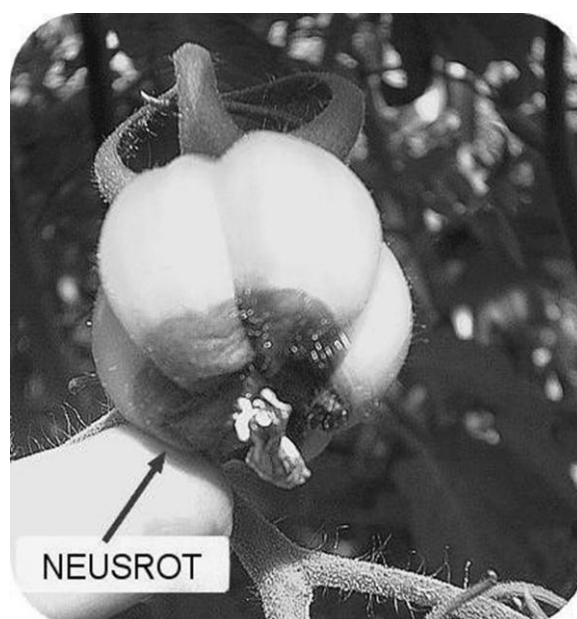
Figuur 5.1. Het beeld dat de practicumbegeleider onder zijn microscoop ziet.

5.2 Taak 2. Neusrot: Calciumopname en transportweefsels.

Een docent Toegepaste Biologie aan de HAS Hogeschool heeft een volkstuintje. Hierin teelt hij onder andere tomaten. Hij heeft bij natte zomers vaak last van een mislukte oogst door de ziekte Phytophthora. Dit jaar belooft het echter een droge zomer te worden. Succes verzekerd! Of toch niet? Op een zonnige, warme dag moet de plant heel wat water opnemen. De intense zonnestraling, gecombineerd met hoge temperaturen en een schrale oostenwind zorgen ervoor dat de volwassen tomatenplant wel zo'n drie tot vier liter water per dag nodig heeft om de verdamping via met name de huidmondjes te compenseren. 's Avonds sproeit de docent daarom regelmatig zijn tuintje, omdat de planten er na zo'n droge dag wat verlept uitzien. Als hij 's avonds sproeit is de verdamping niet zo groot en toch kan de plant kan de hele nacht met zijn wortels water opnemen uit de bodem (worteldruk). 's Ochtends staan de planten er weer goed bij, er is zelfs guttatie te zien.

Tijdens deze droge zomer mislukt zijn tomatenoogst echter toch. Alle tomaten hebben rotte punten. Een docent Tuinbouw en akkerbouw weet te vertellen dat het neusrot is (Figuur 5.2). Neusrot is geen ziekte maar ontstaat door calciumgebrek. Calcium is nodig tijdens de vruchtgroei om stevige celwanden te laten ontstaan. Is er te weinig calcium, dan ontstaan er cellen met dunne celwanden.

De docent heeft afgelopen winter nog bekakt en bij controle van het wortelstelsel blijkt dat deze veel jonge groeipunten bevatten waaraan wortelharen groeien. De opnamecapaciteit van de plant zal dus het probleem niet geweest zijn. Of zou er antagonisme voor de kalkopname in het spel zijn? Eventueel wel opgenomen calcium moet in de vruchten terecht komen tijdens de nacht, door de worteldruk van de planten. Is er wel worteldruk onder deze omstandigheden of moet hij de oorzaak zoeken in het transportsysteem van de plant?



Figuur 5.2 Een afbeelding van een tomatenvrucht (*Lycopersicon esculentum*) met neusrotneusrot.

5.3 Taak 3. Lang leve de wortelknol!

De grond waarin de plantenwortels groeien bevat grote aantallen bacteriën. De meeste bacteriën zijn onschadelijk voor de plant, sommige bacteriën infecteren de plant en maken de plant ziek. Er zijn ook enkele bacteriën die enerzijds van de plant profiteren, maar anderzijds de planten één of meer stoffen leveren die heel nuttig zijn. Zo'n symbiose bestaat tussen de plantenfamilie van de vlinderbloemigen, waartoe onder meer klaver en erwt behoren en bacteriesoorten van het geslacht *Rhizobium*.

*Rhizobium*bacteriën, die overal in de bodem voorkomen, kunnen stikstofgas (N_2) uit de lucht 'vastleggen', dat wil zeggen omzetten in ammonium (NH_4^+). Dat is een kunstje dat planten niet beheersen. Ze hebben echter wel stikstof nodig voor hun groei. Vlinderbloemigen hebben in de loop van de evolutie een systeem ontwikkeld waardoor zij direct van de stikstofvastlegging door de bacterie kunnen profiteren. Ze maken wortelknolletjes.

De Wageningse onderzoeker Ton Bisseling is al jarenlang met de zogenaamde NOD-factor bezig. Dat is het signaal, het stofje, dat *Rhizobium*bacteriën uitscheiden. Slechts enkele plantensoorten, zoals klaver en erwt, herkennen dit signaal en reageren door de wortels te laten krullen, waardoor de bacterie wordt ingesloten. Op andere bacteriën reageren ze niet zo, er is dus herkenning (via een receptor) van de NOD-factor. Deze herkenning is genetisch en dus vastgelegd in het DNA van de plant. Een fantastisch systeem, vooral als we deze genen in andere gewassen zouden kunnen inbouwen.

Maar hoe zit nu precies? Wat gebeurt er na de herkenning allemaal waardoor de symbiose tot stand komt? En zou het in andere gewassen ook werken?

5.4 Taak 4. Genetica: De wetten van Mendel.

Gregor Mendel wordt ook wel de vader van de genetica genoemd. Hij leefde in een klooster en besteedde zijn tijd voornamelijk in de kloostertuin waar hij kruisingen met erwtenplanten maakte. Dit deed hij niet om voedsel te kweken maar omdat hij wilde weten hoe eigenschappen van de erwtenplanten overgedragen worden in de nakomelingen.

In 1866 publiceerde Gregor Mendel zijn inmiddels wereld bemaamde Wetten van Mendel. Hierin beschreef hij hoe de volgende eigenschappen overerven: bloemkleur (paars of wit), positie van de bloem (terminaal of axiaal), lengte van de stengel (lang of kort), vorm van het zaadje (rond of gerimpeld), kleur van het zaadje (groen of geel), vorm van de peul (opgeblazen of plat) en kleur van de peul (groen of geel).

Hij kruiste 4 planten met zichzelf en onderzocht deze eigenschappen in de nakomelingen.

Plant 1 met paarse axiale bloemen en korte stengel, ronde groene zaden in een platte gele peul gaf nakomelingen met witte of paarse axiale bloemen, korte stengels, ronde of gerimpelde groene zaden in platte gele peulen.

Plant 2 met paarse terminale bloemen en korte stengel, ronde gele zaden in een opgeblazen gele peul gaf nakomelingen met paarse terminale bloemen en korte stengel, ronde gele of groene zaden in opgeblazen gele peulen.

Plant 3 met witte axiale bloemen met lange stengel, gerimpelde groene zaden in een platte groene peul gaf nakomelingen met witte axiale of terminale bloemen met lange stengel, ronde groene zaden in platte groene of gele peulen.

Plant 4 met witte terminale bloemen met lange stengel, gerimpelde gele zaden in opgeblazen groene peul gaf nakomelingen met witte terminale bloemen met lange of korte stengel, gerimpelde gele zaden in platte of opgeblazen groene peulen.

5.5 Taak 5. Gebreksziekten

Een aantal oud studenten van de opleiding Tuinbouw en akkerbouw is werkzaam bij het bedrijf NovaCropControl. Dit bedrijf kan door een chemische analyse bepalen welke elementen er in de sapstroom van een plant voorkomen. Hieruit is af te leiden of een plant gebrek heeft of krijgt van een bepaald nutriënt. Te weinig of te veel van een nutriënt kan ziekte veroorzaken.

Glastuinder Moos zegt weet eigenlijk niet of er nu wel of niet organismen bij gebreksziekten zijn betrokken. Hij vraagt zich of planten in een afgesloten steriele omgeving ook ziek zouden kunnen worden? Los daarvan denk hij dat de analyses van NovaCropControl helemaal niet nodig heeft. Zijn ervaren blik kan zo wel zien welke gebreksziekte een plant heeft.

Volgens Sjoerd, een medewerker bij NovaCropControl, is het veel goedkoper om toch regelmatig analyses te doen en niet te wachten op zichtbare gebreken. Moos vraagt zich af of Sjoerd hem wel echt wil helpen en niet alleen maar uit is op geld verdienen aan het doen van plantsap analyses?

Ze maken een afspraak, Sjoerd wil voor zijn bedrijf graag een korte beschrijving van hoe je het gebrek aan een plant kan zien en wat de functie van het element in een plant is. Moos zal dit opzoeken en bij de afbeeldingen van planten met gebreksziektes¹ opschrijven. In ruil daarvoor zal Sjoerd gratis analyses doen aan Moos zijn planten.



Figuur 5.5. Een gebreksziekte die de waterbalans van de plant verstoort
bron: NovaCropControl).

¹ De afbeeldingen van planten met gebreksziektes vind je terug op blackboard.

5.6 Taak 6. Osmose, EC, selectieve opname

Chrysantenteler Jan heeft net de overgang gemaakt van telen in de grond naar telen op water. Op basis van zijn teelt in de grond rekent hij uit hoeveel bemesting de planten nodig hebben en hij geeft vervolgens deze hoeveelheid aan de planten. Volgens de analyse resultaten van BLGG zitten er inderdaad genoeg meststoffen in het water. Toch worden zijn planten gelig en inderdaad een drogestofanalyse van het blad laat zien dat het gewas een tekort aan sommige elementen heeft.

Hij vraagt aan zijn vriend Pieter hoe het kan dat er voldoende elementen in het water aanwezig zijn en dat deze elementen toch niet opgenomen worden door de plant? Tijdens de borrel vertelt Pieter dat hij ook iets vergelijkbaars heeft in zijn vollegrondsgranen. Hij zit op kleigrond, BLGG meet een overmaat aan mangaan en toch moet hij een mangaan bladbemesting meegeven aan zijn granen?

Ze discussiëren en speculeren nog lang over nutriëntenverhoudingen, pH, EC en CEC. Ze vragen zich af welke oorzaken er achter hun problemen liggen en of er misschien overeenkomsten zitten tussen hun problemen?

5.7 Taak 7. Fotosynthese en respiratie

Roos en Margriet zijn bezig aan een opdracht over het effect van verschillende golflengten licht op de groei van andijvie. Ze voeren een onderzoek uit in een klimaatkas op de HAS Den Bosch. Tijdens hun onderzoek maken ze gebruik van LED verlichting met verschillende golflengten. Om het effect van de golflengte goed te bestuderen kijken ze naar factoren als CO_2 -opname, O_2 -productie en biomassaproductie door de planten.

Roos en Margriet concentreren zich hierbij op de fotosynthese. Het valt hen op dat verschillende golflengten, tussen 400 en 700 nm, een zeer uiteenlopende effect hebben op de groei van planten en de fotosynthese. Heeft dat te maken met het absorptiespectrum van de fotosynthetiserende delen in de plant? Of zijn er andere processen uit de lichtreactie van belang die invloed hebben op de vorming van ATP? Om meer zicht te krijgen op de invloed van licht op de ATP productie besluiten ze in de ATP meter van het micro-lab van de HAS te gebruiken. Ze hopen zo wat aanknopingspunten te vinden over de hoeveelheden aanwezig ATP in de bladeren van planten bij verschillende omstandigheden.

Tijdens het experiment blijkt dat niet alleen licht invloed heeft op de fotosynthese. In één klimaatkas brengen de studenten gedurende een aantal dagen de CO_2 sterk omhoog. Uit de CO_2 - en O_2 -metingen blijkt dat gedurende deze dagen de assimilatie sterk toeneemt. Roos en Margriet vragen zich af hoe de CO_2 -concentratie zo'n sterke invloed kan hebben op de fotosynthese. Er moet vast iets zijn met de donkerreactie waardoor de invloed van de CO_2 -concentratie zo belangrijk is. In de literatuur vinden ze dat niet alle planten zo sterk reageren op een toegenomen CO_2 -concentratie. Ze lezen dat bijvoorbeeld maïs, maar ook andere tropische planten helemaal geen toename in productie laten zien bij hogere CO_2 concentraties en een hoge temperatuur. Opvallend is dat planten waarbij dit verschijnsel niet optreedt vooral uit de tropen komen. Heeft dit misschien te maken met aanpassingen aan een hogere omgevingstemperatuur? Uit een ander artikel halen Roos en Margriet dat andijvie bij een hoge temperatuur te maken krijgt met fotorespiratie, die sterker is bij lagere concentraties CO_2 . Bij tropische planten is er blijkbaar een aanpassing om de problemen van fotorespiratie het hoofd te bieden.

Als de twee studentes de resultaten op basis van de ATP productie tijdens de lichtreactie, en de CO_2 opname en O_2 afgifte naast elkaar leggen valt hun nog iets op. Onder de omstandigheden waarbij de relatieve hoeveelheid ATP in de bladeren het laagst is vindt er CO_2 afgifte en O_2 opname plaats. Duidelijk is wel dat er zeker ATP aanwezig is, maar dit ATP wordt via een ander proces geproduceerd dan via de lichtreactie van de fotosynthese. Uit de literatuur halen ze dat ook de cellulaire respiratie zorgt voor de productie van ATP. Vreemd genoeg vinden ze meer artikelen over cellulaire respiratie bij dieren dan bij planten.

Roos en Margriet vinden het geheel een complex verhaal. Ze realiseren zich dat, om een goed beeld te hebben ze rekening moeten houden met een aantal milieufactoren en de verschillende processen die in de plant plaats vinden voor de energiehuishouding en productie. Wel begrijpen ze beter dat boeren tijdens warme dagen de beregening eerst aanzetten boven de bieten en dan pas boven de maïs.

6 Practicumhandleiding

Deze module omvat acht practica. De onderwerpen van de practica horen bij de onderwerpen die behandeld worden in de hoorcolleges en PGO-taken. Omdat planten tijd nodig hebben om te groeien zullen we een aantal practica al aan het begin van de module inzetten. Hierdoor corresponderen de practica die je doet in een bepaalde week niet altijd met het onderwerp van het hoorcollege dat in die week aan bod komt (zie tabel 4.1).

Vorbereiding

Het is belangrijk om de practica goed **voor te bereiden**. Deze voorbereiding bestaat uit het van te voren doorlezen van de practica die je gaat uitvoeren (tabel 4.1). Daarnaast dien je de **voorbereidingsvragen** te maken die bij ieder practicum horen. De antwoorden op deze vragen schrijf je in het **labjournaal** en neem je mee naar het practicum. Heb je deze uitwerking niet bij je dan kan de toegang tot het practicum worden ontzegd.

Werkinstructie ruimte en materialen

De practica worden veelal uitgevoerd in lokaal K03. In overleg met de docent en de practicumbegeleider kun je gebruik maken van alle materialen die in dit lokaal aanwezig zijn. Er gelden echter wel een paar regels:

- Er mogen geen tassen het lokaal in. Maar waardevolle spullen mogen wel in het lokaal worden neergelegd.
- Het is niet toegestaan om te eten of te drinken in dit lokaal.
- Werk zo netjes en voorzichtig mogelijk.
- De practicumtafels dienen na gebruik altijd schoon achter te worden gelaten.
- Volg de practicumhandleiding zo nauwkeurig mogelijk.
- Volg altijd de instructies van je docent en practicumbegeleider.
- Je hebt het labjournaal altijd bij je!

Verslaglegging

Het is belangrijk om waarnemingen die je gedaan hebt goed op te schrijven (te documenteren). In de module Plant en Omgeving deed je dit alleen in het **labjournaal** (bijlage 1). Tijdens deze module mag je dat weer doen, op basis van het labjournaal dien je vervolgens een **practicumverslag** te schrijven. In bijlage 2 staat nauwgezet beschreven waar dit practicumverslag aan moet voldoen. De activiteiten en onderwerpen van de practica kunnen ook worden getoetst tijdens het schriftelijk tentamen.

In week 1 gaan we een aantal practica opstarten die later in de module behandeld gaan worden. Voor het onderwerp van het hoorcollege in week 1 (Cel-morfologie, organellen en hun functie) hebben we een digitale leeromgeving gemaakt. Deze kan je op een door jezelf gekozen moment bekijken, maar we raden je aan dit echt al in week 1 te doen.

6.1 Practicum: Celmorfologie, organellen en hun functie.

Sluit aan bij hoorcollege: Cel morfologie, organellen en hun functie

Inleiding

Op blackboard staan een aantal filmpjes, animaties en opdrachten voor je klaar. De opdrachten op blackboard mag je tijdens zelfstudietijd maken. Ze zijn ondersteunend bij de colleges en de PGO-taak. Hieronder staat nog een aanvullende oefening om een beter concept van celmorfologie en organellen te krijgen.

Morfologie is de studie van de vorm en structuur van planten. Het woord morfologie is een samenstelling van de oud Griekse woorden: morphé = vorm en lógos = studie. Morfologie gaat in eerste instantie over de naamgeving en beschrijving van vormen en structuren. Als het over de functie van vormen en structuren gaat dan hebben we het over "functionele morfologie" en de fysiologie. Biologen maken onderscheid tussen studies naar interne delen van een organisme, **anatomie** (van de grieks open snijden) en de uitwendige delen van een organisme **eidonomie** (van grieks edo buiten).

Het bouwplan van een plant bevat onder andere de wortels, de stengel en de bladeren. Deze hoofdorganen zijn op hun beurt weer opgebouwd uit weefsels en cellen. De bouw van de organen, weefsels en cellen is zodanig dat de functie van het orgaan, weefsel of de cel optimaal kan worden uitgevoerd.

In deze module gaat het zowel over de vorm en de structuur als over de functie en werking van de planten op weefsel en cel niveau. Kijken naar hoe een plant functioneert op cel niveau geeft je een beter inzicht in het functioneren van de plant als geheel.

Aanvullende literatuur:

Botany hoofdstuk 3 en websites, zoals in de blackboardmap practicum 6.1.

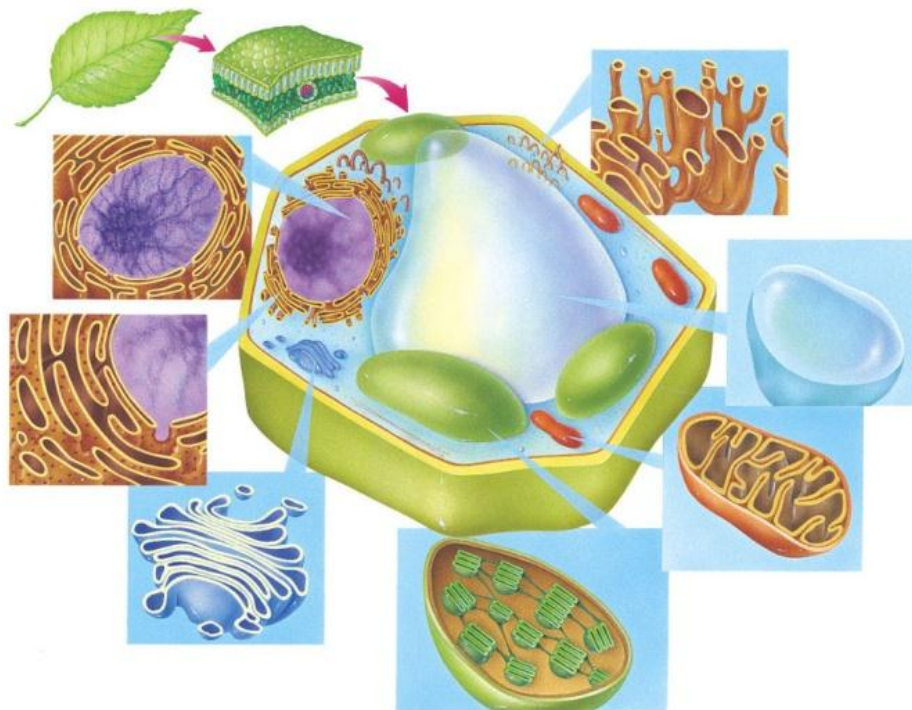
Uitvoering practicum

Ga naar blackboard en bekijk de verschillende animaties, filmpjes en doe verschillende oefeningen.

Opdrachten

Als je de hoofdstukken in Botany hebt doorgenomen en de animaties op BlackBoard hebt bekeken moet je de onderstaande opdrachten kunnen maken:

- Leg in je eigenwoorden uit wat de termen in het bijschrift van figuur 6.1.1 betekenen en wat hun functie is in de plantencel: 1 celkern, 2 celwand, 3 ruw en zacht endoplasmatisch reticulum, 4 ribosomen, 5 chloroplast, 6 mitochondrium, 7 vacuole, 8 golgi systeem.
- Zet de nummers die in het bijschrift van figuur 6.1.1 staan op de juiste plek.
- Welke koolhydraten, vetten en eiwitten worden ook wel macromoleculen geef een korte beschrijving van ieder molecuul waaruit hun functie blijkt.



© 2007 Thomson Higher Education

Figuur 6.1.1. Een schematische voorstelling van een plantencel. Zet de volgende nummers in de figuur: 1 celkern, 2 celwand, 3 ruw en zacht endoplasmatisch reticulum, 4 ribosomen, 5 chloroplast, 6 mitochondrium, 7 vacuole, 8 golgi systeem.

Verslag:

Verwerk de antwoorden op de opdrachten in je practicumverslag. Je hoeft de antwoorden van opdrachten op blackboard niet in je verslag op te nemen. Schrijf ze wel in je labjournaal als geheugensteun bij het leren voor het tentamen.

6.2 Practicum: Celtypen, weefsels en transport van cel naar cel

Inleiding

Tijdens het vorige computerpracticum heb je ingezoomd op organellen binnen een cel. Bij dit practicum gaan we kijken naar de functie van cellen binnen een weefsel. We gaan kijken naar het bladoppervlak van een levende plant. Daarna gaan we kijken naar gekleurde dwarsdoorsnedes van planten organen. Deze preparaten zijn al voor je gemaakt. Bij het tekenen is er een aantal regels die je in acht moet nemen (bijlage 3).

Vaak is het duidelijker om van een orgaan twee soorten tekeningen te maken. Een topografische of **overzichtstekening**, waarin je gebieden met verschillende weefsels types aangeeft en weinig detail tekent en een **detailtekening**. Deze detailtekening is vaak een uitvergroting van delen van de topografische tekening. Een topografische tekening kan op meerdere plaatsen van dichterbij worden bekeken en kan dus meerder detailtekeningen bevatten. Een detailtekening is in dit geval dus een ingezoomde topografische tekening waar kleine stukjes weefsel met individuele cellen in detail zijn getekend.

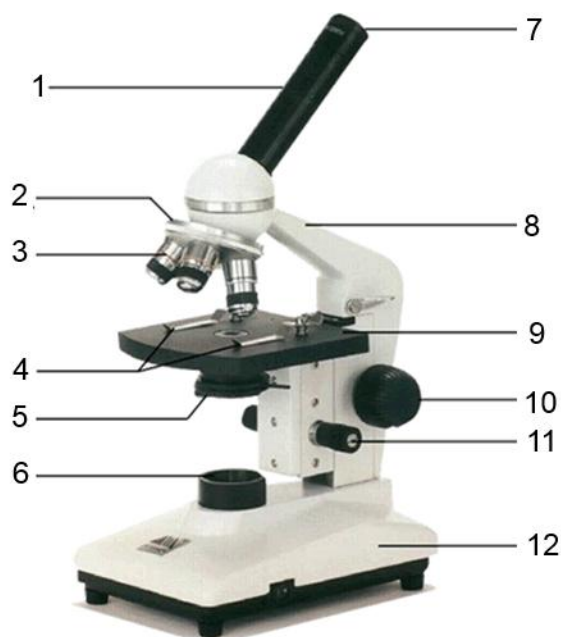
Vorbereiding

- Lees de beschrijving van dit hele practicum goed door.
- Botany hoofdstukken 3, 5, 6, 7, 8, 10 en websites, zoals "<http://www.bioplek.org/>"

Vorbereidingsopdrachten:

(antwoorden meenemen naar het practicum!)

Schrijf de namen bij de nummers in figuur 6.2.1. in je labjournaal.

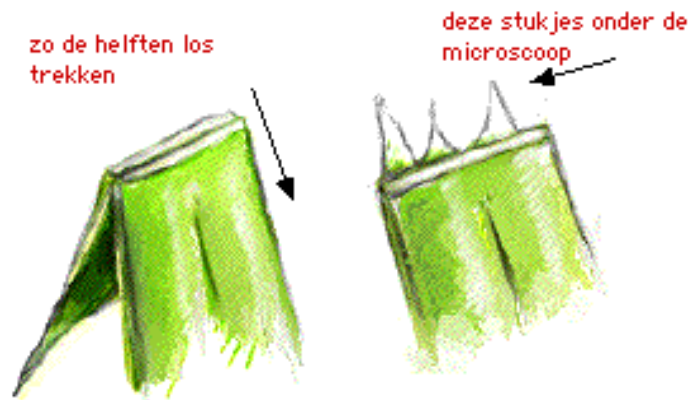


Figuur 6.2.1. Afbeelding van een lichtmicroscop.

Uitvoering practicum: eigen preparaat maken

Maak zelf een preparaat van een bladoppervlak. (Let op is dus wat anders dan een dwarsdoorsnede!) Maak hiervan een topografische- en een detailtekening.

We gebruiken hiervoor het blad van planten die de practicumbegeleider ter beschikking stelt. Er zal een demonstratie worden gegeven over hoe je een preparaat maakt en hoe je met een microscoop omgaat. In figuur 6.2.1 staat de werkwijze om een preparaat te maken ook uitgelegd.



Figuur 6.2.1. Voorbeeld voor het lostrekken van het vliesje van een plantenblad. Gebruik je nagels of een pincet om het vliesje verder los te maken (Bron: Bioplek.org). Zorg ervoor dat je maar één cellaag lostrekt anders zal er niet genoeg licht door je preparaat komen en is het beeld te donker.

Opdracht 1

Maak een topografische tekening (bij 40x vergroting) en een detailtekening (bij 400x vergroting) met een huidmondje erin. Denk na over de relevante informatie die op je tekening moet komen te staan.

Uitvoering practicum: Kant en klare preparaten

Er zijn een groot aantal preparaten beschikbaar die je kunt bestuderen. De weefsels zijn gekleurd met diverse kleuringen waardoor de weefsels makkelijker te herkennen zijn. Een veel gebruikte kleurstof is floroglucine, deze stof zorgt voor een roodkleuring van lignine. Lignine in de celwand is karakteristiek voor verhout weefsel bijvoorbeeld: houtvaten (vessel elements), houtvezels (tracheids) of stevigheidsweefsel (sklerenchym).

Opdracht 2

Maak van de preparaten in tabel 6.2.1 een topografische en een detail tekening, zodat je in totaal 5 tekeningen van kant en klare preparaten hebt en 1 tekening van je eigen preparaat (Opdracht 1). Gebruik de tekenregels die in bijlage 3 staan als de preparaten tekent.

Tabel 6.2.1. Overzicht met de te tekenen dwarsdoorsnedes. Maak voor iedere rij in deze tabel een aparte tekening op een blanco A4-tje.

Plant orgaan	Mono/ Dicotyl	Detailtekening
stengel	monocotyl	xyleem en floëem
stengel, eenjarig	dicotyl	vaatbundel
stengel, meerjarig	dicotyl	jaarring met cambium
wortel	monocotyl	xyleem en floëem
wortel	dicotyl	endodermis, xyleem en floëem

Verslag:

Bundel de tekeningen per persoon en stop deze als bijlage in het practicumverslag.

6.3 Practicum: Van gen tot eiwit.

Inleiding

Op blackboard staan een aantal filmpjes, animaties en opdrachten voor je klaar. De opdrachten op blackboard mag je tijdens zelfstudie tijd maken. Ze zijn ondersteunend bij de colleges en de PGO-taak. Hier staat nog een aanvullende oefening om een beter concept van cel morfologie en organellen te krijgen.

Aanvullende literatuur:

Botany hoofdstukken 12 en 13. Er zijn ook een hoop educatieve filmpjes op Youtube over dit onderwerp te vinden.

Uitvoering practicum

Lees de hoofdstukken 12 en 13 in Botany en ga naar blackboard (practicum 6.3) en bestudeer de URL's in de map "Digitale leeromgeving".

Zoek daarna informatie op over wat een Polymerase Chain Reaction (PCR) is en waarom deze techniek o.a. door veredelingsbedrijven en plantonderzoekers gebruikt wordt.

Voer daarna het PCR practicum uit (<http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/>).

Opdrachten

Als je de hoofdstukken in Botany hebt doorgenomen en de animaties op BlackBoard hebt bekeken moet je de onderstaande opdrachten kunnen maken:

1. Leg in je eigenwoorden per term uit wat ze betekenen: DNA, RNA, chromosomen, gen, allel, celdeling (mitose en meiose), transcriptie, translatie, translocatie, mutatie.
2. Maak een schematische tekening of mindmap waarin je het verband tussen de termen bij opdracht 1 laat zien. Je mag hierbij tekst en schema's gebruiken om dingen te verduidelijken.
3. Leg in je eigen woorden uit wat een PCR (Polymerase Chain Reaction) is en waarom deze techniek o.a. door veredelingsbedrijven en plantonderzoekers gebruikt wordt. Gebruik in je uitleg de termen: primers, nucleotide, restrictie-enzym en polymerase.

Verslag:

Verwerk de antwoorden op de opdrachten in je practicumverslag. Je hoeft de antwoorden van opdrachten op blackboard niet in je verslag op te nemen. Schrijf ze wel in je labjournaal als geheugensteun bij het leren voor het tentamen.

6.4 Practicum: Genetica, wetten van Mendel

Inleiding

Plantenveredeling is de techniek en wetenschap van het veranderen van de genetica van planten om een plant met vooraf bepaalde gewenste eigenschappen te produceren. Plantenveredeling kan worden bereikt door het toepassen van verschillende selectie- en kruisingsstechnieken. In het tweede jaar zullen we hier verder op in gaan.

Onder plantenveredeling valt zowel het ontwerpen als het creëren van nieuwe rassen. Ook de studie naar de grondslagen van de genetica valt onder plantenveredeling. Hoewel de werkelijkheid veelal complexer is, gaan we hier op de HAS in beginsel uit van overerving volgens de wetten van Mendel. Gregor Mendel was een monnik en wetenschapper in de 19e eeuw. Hij is de grondlegger van de klassieke genetica.

In principe is de kans op kruisingen tussen families en tussen verschillende geslachten vrijwel nihil. Tussen soorten zijn kruisingen mogelijk als ze nauw verwant zijn. Tussen cultivars binnen een soort zijn kruisingen uiteraard vaak goed mogelijk. Tijdens deze practica krijg je zaden die het resultaat zijn van een kruising tussen kolen binnen de soort *Brassica oleracea*. Kolen behoren tot de **familie** van de Kruisbloemen (*Brassicaceae*). Onder het **geslacht** *Brassica* vallen vele soorten, één **soort** daarvan is *Brassica oleracea*, waarbinnen cultivargroepen, cultivars en variëteiten vallen, denk hierbij aan boerenkool (var. *acephala*), bloemkool (var. *botrytis*), spruitkool (var. *gemnifera*), witte kool (var. *capitata*) en broccoli (*italica* groep). Kortom de soort *Brassica oleracea* binnen de familie van de kruisbloemigen is dus zeer belangrijk voor de land- en tuinbouw.

Vorbereiding

- Lees de beschrijving van dit hele practicum goed door.
- Lees ter voorbereiding Botany: Hoofdstuk 13. , p256-271

Vorbereidingsopdrachten:

(antwoorden meenemen naar het practicum!)

1. Leg uit wat het verschil is tussen homozygotie en heterozygotie.
2. Leg uit wat een gen is.
3. Leg uit wat het verschil is tussen een gen en een allel
4. Wanneer is een allel dominant en wanneer is het recessief?
5. Wat is een chromosoom?
6. Wat is het totale aantal chromosomen binnen het genoom van *Brassica oleracea*?
7. Wat is het aantal aantal homologe chromosomen binnen het genoom van *Brassica oleracea*?

8. Wat is een genotype?
9. Wat is een fenotype?
10. Wat is een gameet?
11. Leg uit wat monohybride en dihybride kruisingen zijn.
12. Leg uit wat genetici bedoelen met de term "koppeling" of "Linkage"
13. Wat wordt bedoeld met de woorden genotype en fenotype?
14. Wat betekent P, F1, F2?
15. Wat is een wildtype?
16. Wat is een mutant?

Doe de volgende kruisingsexperimenten:

17. http://www.fastplants.org/simulation_1/
18. http://www.fastplants.org/simulation_2A/
19. http://www.fastplants.org/simulation_2B/
20. http://www.fastplants.org/simulation_2C/
21. <http://www.fastplants.org/genetics/Introductions/two-trait.htm>
22. <http://www.fastplants.org/genetics/Introductions/chromosomes.htm>

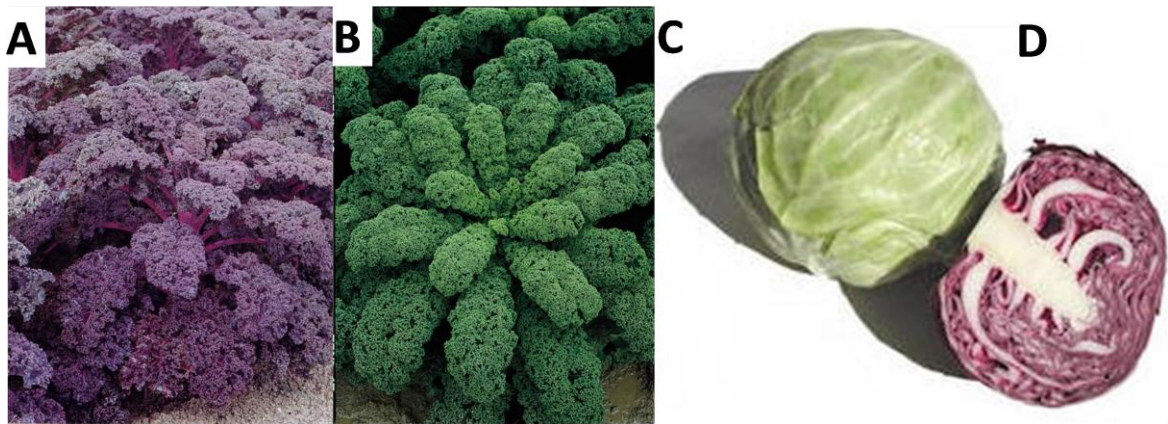
Uitvoering practicum

In dit practicum maken we gebruik van vier verschillende koolsoorten, twee sluitkolen² (groen en rood) en twee krulkolen (groen en rood) (Figuur 6.5.2). De krulkolen (ook wel boerenkolen genaamd) hebben krullende bladeren, de sluitkolen daarentegen hebben gladde bladeren.

In de genetica gebruiken we letters om genetische eigenschappen weer te geven. Een hoofdletter staat voor een dominante eigenschap een kleine letter staat voor een recessieve eigenschap. In dit geval zullen we de letter gebruiken 'A' voor kleur en de letter 'B' voor bladvorm. Laten we aannemen dat de eigenschappen rood en krullend dominant zijn over groen en glad. Op basis van deze codering zal de genetische code voor de eigenschappen van onze vier kool variëteiten er als volgt uit zien:

Groene boerenkool:	aaBB (groen / blad gekruld)
Rode Boerenkool:	AABB (rood / blad gekruld)
Wittekool:	aabb (groen / glad blad)
Rodekool:	AAbb (rood / glad blad)

² Sluitkool is een kool waarvan de bladen van het bladgewas zich dicht opeen over het groeipunt sluiten en zo de eigenlijke kool vormen.



Figuur 6.5.2. (A) Rode krulkool ook wel rode boerenkool genaamd (*Brassica oleracea* var. acephalasubvar. sabellica) (B) Groene krulkool ook wel boerenkool genaamd (*Brassica oleracea* var. acephalasubvar. sabellica) (C) Wittekool (*Brassica oleracea* var. capitata subvar. alba) (D) Rodekool (*Brassica oleracea* var. capitata subvar. rubra)

Opdracht 1

We maken een fictieve kruising tussen groene boerenkool (aaBB) en Rodekool (AAbb). De variëteiten waar je mee kruist, worden de ouderlijnen of P-lines (parent) genoemd. Vul in de onderstaande tabel (het vierkant van Punnett of ookwel het kwadraat van Punnett genoemd of het gametencombinatieschema) de verwachte genotypen van de F1 in:

		aaBB	
			
AAbb			
			

Opdracht 2

Bij opdracht 1 heb je het fenotype van de F1 afgeleid. De term "F1" staat voor de eerste filius. Filius is het Latijnse woord voor zoon. In dit geval staat F1 voor de eerste generatie nakomelingen. Met andere woorden de eerste generatie nakomelingen van de ouderlijnen (P-lijnen, parental lines). Welk(e) fenotype(s) van de F1 heb je bij opdracht 1 gevonden?

Opdracht 3

In werkelijkheid hebben we met de F1 ook weer kruisingen uitgevoerd met de P-lijnen. De zaden die we daaruit gewonnen hebben gaan jullie in dit practicum inzaaien. Jullie krijgen per tafel van 4 personen, 64 zaden en 1 zaaibak. Na het zaaien maak je de bakken voorzichtig nat en zet je de bakken in de kas.

Opdracht 4

Vul in het onderstaande vierkant van Punnett (kruisingsschema) in welke genotypen je verwacht in de F2 van de kruising bij opdracht 3.

				
.....				
.....				
.....				
.....				

Opdracht 5

Welke fenotypen verwacht je in de F2?

Opdracht 6

Stel nu dat we *niet* de groene boerenkool (aaBB) en de rodekool (AAbb) zouden hebben gekruist, maar de rodekool (AAbb) met de wittekool (aabb). Wat zouden dan de genotypen én fenotypen van de F1 zijn? Gebruik onderstaande kruisingstabel.

			AAbb
			
aabb			
			

Opdracht 7

Vervolgens kruisen we de F1 van de kruising bij opdracht 6 nog een keer, maar nu met de rode boerenkool (AABB). Wat zijn nu de genotypen én fenotypen? In welke ratio komen deze voor? Vul onderstaande kruisingstabel in.

				
.....				
.....				
.....				
.....				

Opdracht 8

Als de planten opgekomen zijn kan je waarnemingen gaan doen. Echter het blad van de kolen zal niet meteen krullen. Doe in ieder geval binnen 2 weken na het zaaien de eerste waarnemingen. Tel de aantallen van de verschillende fenotypen. Wanneer je de waarnemingen nog niet goed genoeg kunt doen, kom dan enkele dagen (weken) later terug om de waarnemingen alsnog te doen. Zorg dat je waarnemingen in een tabel komen te staan, welke voor iedereen van je groepje beschikbaar is.

Opdracht 9

Bekijk de tabel die je bij opdracht 8 gemaakt hebt. Lees de ratio af waarin de fenotypen voorkomen, komt deze ratio overeen met je verwachtingen? Neem in je antwoord ook de resultaten mee van je klasgenoten. Verklaar en bespreek je de resultaten met medestudenten, binnen en buiten je groep.

Opdracht 10

Bij opdracht 5 heb je een hypothese opgesteld over de ratio's tussen de verschillende fenotypen van de F2. Gebruik de chi-kwadraat test om te toetsen of deze verwachting overeenkomt met je waarnemingen.

Opdracht 11

Heb je bij deze kruising te maken gehad met een kruising waarbij de 2 eigenschappen middels "linkage" overerven? Leg uit waarom wel of niet.

Verslag:

Verwerk de antwoorden op de opdrachten in je practicumverslag. Het is aan te raden foto's (met bijschrift) van je experimenten aan je verslag toe te voegen.

6.5 Practicum: Nutriëntengebrek en groeianalyse

Inleiding

Planten hebben een aantal chemische elementen nodig om goed te kunnen groeien en ontwikkelen. Als deze chemische elementen in een voor de planten opneembare vorm voorkomen spreken we van nutriënten of plantenvoeding. Op basis van hoeveel een element voorkomt in een gemiddelde gezonde plant delen we een element in bij de macronutriënten [grote hoeveelheden] of de micronutriënten (ook wel sporen elementen genoemd) [kleine hoeveelheden].

In de tuinbouw worden planten geteeld op substraat met een voedingsoplossing waar alle benodigde elementen in aanwezig zijn, in de juiste verhouding en hoeveelheid. Krijgen de planten de voedingsstoffen niet op het juiste moment in de juiste dosering aangeboden of kunnen ze niet voldoende opnemen, dan ontstaan er gebreksverschijnselen. Bij gebreksverschijnselen gaat het dus niet altijd om de hoeveelheid van het element dat in de voedingsoplossing aanwezig is. Het gebrek kan ook ontstaan doordat de plant het nutriënt niet kan opnemen. Wanneer de voedingsoplossing bijvoorbeeld een te lage of te hoge pH heeft kan dit de opname van bepaalde mineralen belemmeren waardoor er ook een gebrek ontstaat.

In dit practicum gaan we de effecten van de belangrijkste macro-elementen die in meststoffen zitten bestuderen: N (stikstof), P (fosfaat) en K (kalium). Deze stoffen zitten niet alleen in een substraatvoeding maar ze komen ook in de bodem voor. Het op peil houden van deze macro-elementen (N, P en K) in de bodem is essentieel voor het verkrijgen van hoge opbrengsten.

Samen met alle eerstejaarspracticumgroepen gaan we één nutriëntengebreksproef opzetten. We zullen van deze proef de plantengroei gaan analyseren. Plantengroei wordt hierbij gedefinieerd als een toename in biomassa. De biomassa (organische stoffen) is gevormd door metabolische processen (= biologische omzettingen) in de plant. De basis voor deze omzetting is de fotosynthese.

Vers plantmateriaal bestaat grotendeels uit water. Droge biomassa (ook wel droge stof genoemd) bevat geen water meer. Het versgewicht kan fluctueren onder invloed van dagelijkse omstandigheden en is dus niet altijd de juiste maat voor toename in biomassa. Droge stof daarentegen is wel een goede maat voor de door de plant geproduceerde biomassa.

De planten worden gekweekt op een uitgebalanceerde voedingsoplossing "Knop". Knop is de naam van een onderzoeker die de samenstelling van de voedingsoplossing heeft uitgezocht. De afzonderlijke zouten staan voor jullie klaar. De voedingsoplossingen worden door jullie zelf klaargemaakt op basis van de instructies door de practicumbegeleider.

Vorbereiding:

- Lees de beschrijving van dit hele practicum goed door.
- Lees ook Botany (Berg): p. 207 t/m p. 211 (transport) inclusief de figuren waar in de tekst naar verwezen wordt.

Vorbereidingsopdrachten:

(antwoorden meenemen naar het practicum!)

1. Noem enkele symptomen van stikstofgebrek bij planten.
2. Noem enkele symptomen van fosfaatgebrek bij planten.
3. Noem enkele symptomen van kaliumgebrek bij planten.
4. Zoek op wat wortelknolletjes zijn en wat ze doen.
5. Welke van de gewassen die je in dit experiment gaat gebruiken kan wortelknollen vormen?
6. Wat wordt verstaan onder biomassa?
7. Waar komt de energie die nodig is voor groei vandaan?
8. Wat zijn de grondstoffen voor biomassa productie?

Voedingsoplossingen:

- Controle: Volledige Knop oplossing.
- Volledige Knop oplossing zonder stikstof (N)
- Volledige Knop oplossing zonder fosfaat (P)
- Volledige Knop oplossing zonder kalium (K)

Planten:

- -Gerst
- -Boon
- -Tomaat
- -Mais
- -Eventueel een extra gewas zoals: biet, komkommer of kool

Tabel 6.5.1 Voedingsoplossingen voor de behandelingen bij het practicum nutriëntengebrek.

Bakken van 25 liter, PH moet 6 á 7 zijn Deze bevat PER LITER (afhankelijk van de oplossing die jouw groep krijgt toegevoezen om te maken): Tip: Micro elementen oplossing voor gebruik goed schudden!	
Volledige Knop	Knop-N
10 ml 10 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	10 ml 12 % $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
2,5 ml 10 % KH_2PO_4	2,5 ml 10 % KH_2PO_4
2,5 ml 10 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	2,5 ml 10 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
1 ml 12 % KCl	1 ml 12 % KCl
1 ml Microelementen stockopl.	1 ml Microelementen stockopl.
0,2 ml 5 % Fe EDTA*	0,2 ml 5 % Fe EDTA*
Knop-P	Knop-K
10 ml 10 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	10 ml 10 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
2,5 ml 10 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	2,5 ml 10 % NaH_2PO_4
4,2 ml 12 % KCl	2,5 ml 10 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
1 ml Microelementen stockopl.	1 ml Microelementen stockopl.
0,2 ml 5 % Fe EDTA*	0,2 ml 5 % Fe EDTA*

*Fe EDTA pas toevoegen na verdunning!!!

Uitvoering practicum

Het practicum bestaat uit grofweg drie stappen.

(1) Kiemplanten op de voedingsoplossing zetten.

- Codeer de bak met de juiste voedingsoplossing die je als groep toegewezen hebt gekregen. (type behandeling en practicumgroep).
- Neem per practicum groep van elke plantensoort 5 stuks.
- Bevestig 3-4 kiemplantjes per soort in de gaten van de deksel van de bak.
- De worteltjes moeten voor een deel in de vloeistof staan/ hangen.
- Bepaal van een aantal exemplaren van ieder soort de totale biomassa, het aantal bladeren, de plantlengte, blad, wortel en stengelgewicht. Bepaal ook het bladoppervlak.
- Codeer de verschillende plantonderdelen (organen) goed en doe ze in de envelopjes. Droog het plantmateriaal in de stoof bij 80 °C en bepaal na 1 week het drooggewicht van wortel, stengel en bladmateriaal.

(2) De planten waarnemen en verzorgen

- Neem regelmatig (1 keer per week) de planten van alle behandelingen waar. Meet de lengte en doe visuele waarnemingen. Let op afwijkingen en verschillen.
- Vul zo nodig de voedingsoplossing bij. Bepaal aan de hand van de EC van de voedingsoplossing of je dit met resterende oplossing doet of demiwater.

(3) De planten oogsten (eindoogst).

- In een van de laatste weken van de practicumserie bij de module plant en cel worden de planten "geoogst". Er worden dan destructieve metingen aan de planten gedaan. Voor het versgewicht worden de bladeren van de stengel afgehaald en gewogen. Daarna worden ze in een gecodeerde envelop gedaan en in de stoof weggezet bij 80°C. Na een week worden de drooggewichten bepaald.
- Doe de onderstaande metingen aan de planten en zet deze in een overzichtelijke excel tabel. Iedereen uit de klas moet deze gegevens hebben om het verslag te kunnen schrijven. (tip; Deel alles met elkaar via Blackboard!)

Metingen:

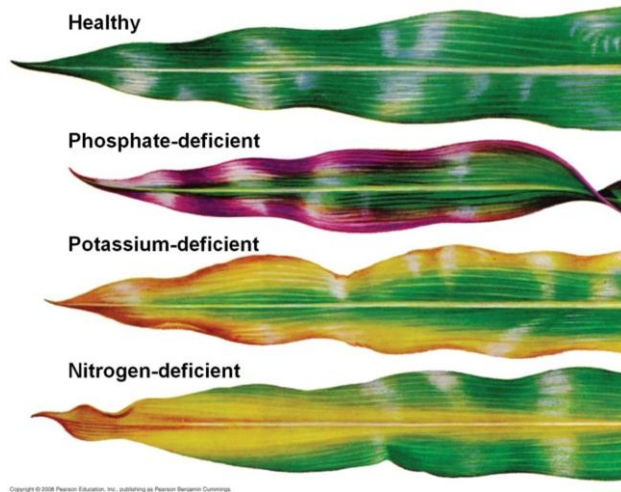
- Bladeren: aantal, kleur, bladoppervlak, versgewicht en drooggewicht
- Stengel: lengte, aantal zij scheuten, versgewicht en drooggewicht
- Wortels: lengte, versgewicht en drooggewicht
- Bloeiwijze: aanwezig?, versgewicht en drooggewicht
- Overige bijzonderheden.

Opdrachten

1. Beoordeel de gebreksverschijnselen. Zoek op internet naar de gebreksverschijnselen bij de verschillende soorten. In figuur 6.7.1 staat al wat hulp.

Let hierbij op:

- Kleur, vorm, aantal en grootte van de bladeren
- Lengte, vertakking en kleur van de wortels
- Kleur en conditie van de groeipunten
- Stevigheid en lengte van de planten
- Bloei en overige bijzonderheden.



Figuur 6.1 Een schematische tekening van gebreksverschijnselen in maïs bladeren.

2. Analyseer de groei:

- Bereken de totale plant biomassa
- Bereken de absolute groei. Dit is de totale toename in biomassa per tijdseenheid (dag)
- Bereken het watergehalte van de totale plant op het moment van oogsten.
- Bereken de spruit : wortel verhouding.
- Bepaal de LAR "leaf area ratio." Dus welk gedeelte van de totale biomassa bestaat uit blad.

$$LAR = L_{\text{oppervlak}} / W_{\text{eind}}$$

W_{eind} : plantgewicht eindooft (vers).

$L_{\text{oppervlak}}$: totaal oppervlak van blad van de plant (m^2)

3. Wanneer je naar je visuele waarnemingen kijkt. Wat zijn dan de gebreksverschijnselen van stikstof, kalium en fosfaat?
4. Hebben alle plantensoorten dezelfde gebreksverschijnselen?

5. Geef de verschillen in biomassa in een overzichtelijke grafiek weer.
6. Wat gebeurt er met de hoeveelheid bladoppervlak (LAR) bij de verschillende voedingsoplossingen?
7. Kun je nu aangeven of een eventuele groeiachterstand veroorzaakt wordt door minder bladoppervlak of door een minder efficiënte fotosynthese?
8. Zie je verschillen tussen de effecten van nutriënten gebrek op dicotylen en monocotylen?
9. Het ligt voor de hand dat de effecten van de stikstof gebreksoplossing bij boon niet zo groot zijn. Controleer deze uitspraak. Is dat inderdaad zo? En waarom zijn boon planten minder gevoelig voor stikstofgebrek?

Verslag:

Verzamel de gegevens van je klasgenoten, zodat je de gegevens hebt van alle oplossingen. Verwerk deze resultaten en de antwoorden op de opdrachten en vragen van dit practicum.

6.6 Practicum: Zaadkwaliteit

Inleiding

Nederland is toonaangevend in de tuinbouw ook op gebied van zaad en veredeling. Grote zaadbedrijven die door Nederlanders zijn opgericht en over de hele wereld opereren zijn onder andere: Nunhems, Barenbrug, Syngenta, Seminis, ENZA, Rijk Zwaan en Bejo.

Zaad bevat het embryo waaruit een nieuwe plant ontstaat. In blok 1, bij de practica morfologie hebben we gezien hoe uit een bloem een vrucht kan groeien met zaad erin. De kwaliteit van dit zaad is sterk afhankelijk van de omstandigheden waaronder het zaad zich ontwikkelt. Denk aan mate van bestuiving, lucht vochtigheid, water beschikbaarheid, nutriënten, temperatuur en licht. Als professionele teler koop je vaak zaad in waarbij de kwaliteit gegarandeerd is. Zaadkwaliteit, ook wel "seed vigour" genoemd, is een gecompliceerd begrip. Enkele onderdelen van zaadkwaliteit zijn: zuiverheid, kiemgedrag, gezondheid. Zaadkwaliteit wordt beïnvloed door: genetische factoren, zaad-oogst, zaadteelt en zaadbehandeling.

Kieming en opkomst

Kieming van zaden kan op verschillende manieren worden gedefinieerd. De term kieming (Engelse woord is germination) verwijst officieel naar het doorbreken van de zaadhuid door de embryo en niet naar het verschijnen van de zaailing (kiemplant). Het verschijnen van de zaailing boven de grond wordt opkomst of veldopkomst genoemd (Engelse woord is emergence). Planten kiemen dus eerst (doorbreken van de zaadhuid) en komen vervolgens boven de grond (opkomst).

ISTA

Om de zaadkwaliteit te bepalen is een groot aantal laboratoriumproeven beschikbaar. De uitvoering van deze toetsen is vastgelegd in de "ISTA -regels". ISTA is de afkorting van International Seed Testing Association. Omdat de toetsen overal ter wereld op dezelfde wijze worden uitgevoerd, kunnen de proefresultaten ook internationaal worden vergeleken.

Helaas heeft ISTA een ongelukkige definitie van kieming: "de opkomst en ontwikkeling van de zaailing tot een fase waarin op basis zijn essentiële structuren kan worden bepaald of het in staat is om onder gunstige omstandigheden verder te ontwikkelen tot een volwassen plant".

ISTA stelt dus kieming gelijk aan opkomst! Hoewel dit niet juist is, wordt dit in de volksmond ook vaak gedaan. Om verwarring te voorkomen stellen we in de tekst hieronder kieming gelijk aan opkomst, tenzij anders is vermeld. Het is overigens wel logisch dat ISTA naar levensvatbare zaailingen kijkt alleen de definitie van kieming is ongelukkig gekozen.

Zuiverheid

Zaaizaad zou uitsluitend uit zuiver zaad moeten bestaan. Bij sommige zaden, zoals bijvoorbeeld van bij zaden van witlof, is het heel moeilijk alle verontreinigingen uit het zaad te halen. Voor witlof zijn de normen voor de zuiverheid dan ook niet al te hoog. De onzuiverheid is voor een deel niet hinderlijk (halve zaden, kaf, zand) en voor een ander deel wel hinderlijk (onkruidzaden). Zuiverheidsanalyses zijn specialistenwerk en helaas zijn er nog geen machines die dit werk helemaal kunnen overnemen. Zuiver zaad zijn alle zaden van de betreffende soort, dus ongeacht of het zaad onrijp, klein of verschrompeld is. Ook inteeltzaden, bastaardzaden en zaden van andere rassen binnen dezelfde soort, rekent men tot het zuivere zaad. Zuiver zaad is dus absoluut geen kwaliteitsgarantie.

Kiemgedrag

Het kiemgedrag bestaat uit een complex van factoren waarvan we speciaal zullen kijken naar het kiemingspercentage (kiemkracht), de kiemsnelheid, de kiemenergie en de uniformiteit van de kieming. Voor de bepaling van het kiemgedrag zijn afspraken in ISTA-verband gemaakt. De bepalingen worden onder laboratoriumomstandigheden verricht in verband met het vergelijken en reproduceren van resultaten.

Kiemkracht

Onder kiemkrachtige zaden verstaat men die zaden, die onder normale omstandigheden uitgroeien tot een normale plant. Indien de wortel en de kiembladen normaal zijn, worden deze als normaal gekiemd geteld. De kiemkracht is het percentage gekiemde zaden aan het einde van de officiële telperiode. Dus eigenlijk zouden we moeten spreken van "opkomstkracht" in plaats van "kiemkracht". Kiemkracht is slechts een indicatie voor het gedrag van zaden op het zaaibed, de perspot en de kiemplug (zie figuur 1). Het geeft aan welk percentage zaden onder optimale omstandigheden maximaal zullen kiemen. Twee partijen zaden met dezelfde kiemkracht kunnen onder (suboptimale) praktijkomstandigheden heel verschillende opkomstcijfers laten zien. Het is zeer gewenst hierover voor die tijd uitspraken te kunnen doen. Dat kan met zogenaamde vigourtoetsen.

Kiemsnelheid

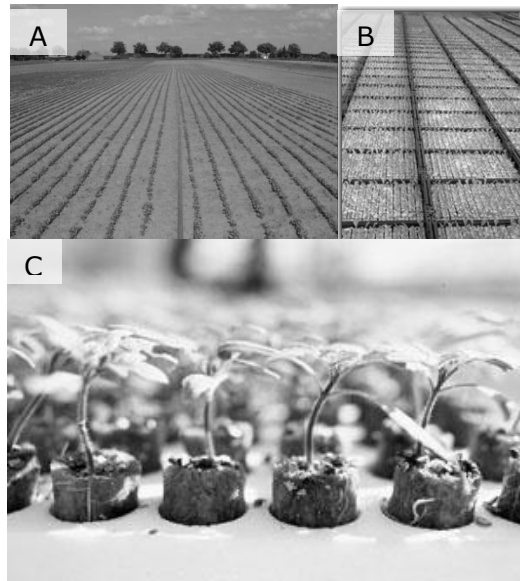
De kiemsnelheid is de tijd die nodig is om tot een beperkt percentage gekiemde planten te komen. In het practicum zullen we daarvoor 10% nemen.

Kiemenergie

De kiemenergie is het percentage zaden dat na een bepaalde korte termijn is gekiemd. De termijn wordt zodanig gekozen dat van de normale zaden tweederde gekiemd zou zijn. De kiemenergie geeft een indruk van de vitaliteit van het zaad.

Kiemingsuniformiteit

De uniformiteit van de kieming is de tijd om van 5 tot 95% (U_{5-95}) kieming te komen. Sommige wetenschappers hanteren de tijd die zit tussen 25 en 75% (U_{25-75}), als uniformiteit.



Figuur 6.6.1: a) zaaibed, b) plantenbakken met perspotten, c) tomatenplant in plug.

Vorbereiding:

Lees de beschrijving van dit hele practicum goed door.

Vorbereidingsopdrachten:

(antwoorden meenemen naar het practicum!)

1. Schrijf in je eigenwoorden de betekenis van de volgende termen op: kiemkracht, kiemsnelheid, kiemenergie en uniformiteit van kieming.
2. Wat wordt er bedoeld met vigour?
3. Leg in eigen woorden uit wat je test aan geweeekte zaden met een EC-meting.
4. Zoek uit wat je test aan zaden met een tetrazoliumtest.
5. We voeren geen zuiverheidsonderzoek uit in het practicum, maar je moet wel weten dat dit in normaal wel gebeurt. Er wordt dan o.a. bepaald wat het aandeel is van hinderlijk en niet hinderlijke verontreinigingen. Wat zijn dit en leg uit wat er hinderlijk is aan bepaalde verontreinigingen?
6. Stel dat van tarwe nog 75% van de zaden kiemt (zaadhuid kan door broken worden). De veldopkomst (verschijnen van de zaailing) is 70% van de kiemende zaden. Stel dat je 200 tarwe planten per m^2 wilt hebben. Hoeveel zaden moet je dan zaaien per m^2 ? Wat is de kiemkracht van dit zaad?

Uitvoering practicum

Dit practicum bestaat uit 3 onderdelen: een kiemproef, EC meting en een tetrazolium-test.

(1) De kiemproef

Bij deze kiemproef wordt gekeken naar het kiemgedrag van zaden. Van een aantal zaden zijn verschillende zaadfracties beschikbaar. Elke student zet thuis 50 zaden per fractie in om te laten kiemen. Per student worden 2 verschillende fracties van dezelfde soort ingezet. De verschillende fracties worden over de studenten verdeeld. Thuis schrijft je elke dag op hoeveel zaden er gekiemd zijn (Tabel 6.6.1). Je verzamelt de resultaten van de kieming van de andere fracties bij collega-studenten.

(2) EC meting

Het meten van de elektrische geleidbaarheid (EC = electrical conductivity) bij zaden wordt voornamelijk gebruikt bij peulvruchten maar kan ook worden gebruikt voor koolzaad. Deze test evalueert de integriteit van de celmembranen en hun vermogen om zich te herstellen tijdens de "imbibitieperiode". Zaad is gedrenkt in gedeïoniseerd water om suikers, zetmeel en aminozuren te logen uit het zaad. Hoe hoger de geleidbaarheid van het water waarin de erwten zijn geweekt, hoe lager de kiemkracht. Deze test wordt gebruikt om de tijd waarop het zaad gezaaid kan worden te bepalen.

Van drie verschillende partijen erwten wordt het geleidingsvermogen bepaald met de hulp van een EC-meter. De partijen zaad zijn voorgeweekt in water met verschillende weektijden. Verwerk je resultaten in tabel 6.6.3.

(3) Tetrazolium

Elke student bekijkt de tetrazolium kleuring van een tiental zaden van verschillende partijen. Deze zaden zijn eerst 18 uur in water geweekt en daarna in tetrazolium. Omschrijf of teken de kleuring in je labjournaal. Je moet de zaden doorsnijden om ze te beoordelen. Figuur 6.6.1 kan helpen bij de beoordeling van de zaden. Er is ook een kleuren exemplaar van figuur 6.6.1 op de practicumzaal aanwezig.

1. Species / Genus

Lycopersicon esculentum, Solanaceae; Tomato;Tomate

Seed tissue (lateral view)

2. Instruments

Beakers (4 x 50 ml), razorblades, dissecting needle, dissecting needle (lancet tip), scalpel, filter paper, forceps, support for evaluation, binocular

3. Pretreatment

Soak 18 hours in water at 20°C

4. Preparation before staining

Cut between radicle and cotyledons $\frac{1}{2}$ into the endosperm

5. Staining

18 hours, 30°C, 1,0 % TZ-solution

6. Preparation for evaluation

Cut the seed at the flat side into two halves, observe cut surfaces

7. Evaluation (maximum area of unstained, flaccid and/or necrotic tissue permitted)

None

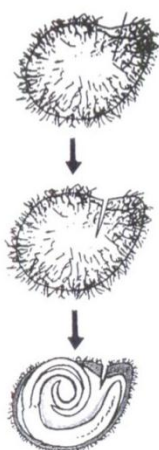
8. Remarks

Sometimes a staining of 42 hours gives a clearer and darker staining

The size of the embryo must be more than one half of the normal size

Fig. 1: Preparation step (s)

Fig. 2: Evaluation, examples of non-viable seeds



Lycopersicon esculentum

Figuur 6.6.1: voorbeeld bladzijde uit het boek ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing. Volume 1 Agricultural, Vegetable & Horticultural Species. International Seed Testing Association (ISTA) ISBN 3-906549-40-2.

Opdrachten

1. Verwerk je gegevens (data) in de tabellen. Op de volgende bladzijden wordt een mogelijke manier van noteren voorgesteld.
2. Teken een grafiek van de resultaten uit tabel 6.6.1 en leid de besproken kiemkenmerken (tabel 6.6.2) uit deze grafiek af.
3. Geef je conclusies ten aanzien van de kiemproef. Neem ook eventuele discussiepunten mee.
4. Verklaar het verschil in geleidingsvermogen bij de verschillende erwten.
5. Leg uit waarom de tetrazolium kleuring bij oud zaad anders is dan bij vers zaad.

Verslag:

Verzamel de gegevens van je klasgenoten, zodat je de gegevens hebt van alle oplossingen. Verwerk deze resultaten en de antwoorden op de opdrachten en vragen van dit practicum.

Tabel 6.6.1: Waarnemingen kiemproef

Aantal gekiemde zaden op teldag:																			
Gewas en partij																			

Tabel 6.6.2: Kiemkenmerken

Gewas en partij	Kiemkracht	Kiemsnelheid	Kiemenergie	Uniformiteit

Tabel 6.6.3: Geleidingsvermogen (EC) van partijen zaad.

Partij	Weektijd	Geleidingsvermogen
1:	1 uur	
	2 uur	
	24 uur	
2:	1 uur	
	2 uur	
	24 uur	
3:	1 uur	
	2 uur	
	24 uur	

Tabel 6.6.4: Tetrazoliumkleuring.

Partij	Zaad nummer	Beschrijving van de kleuring
Oud zaad	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
Eindoordeel vigour:		
Vers zaad	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
Eindoordeel vigour:		

6.7 Practicum: Osmose, EC, nutriënten opname

Inleiding

Osmose speelt een belangrijke rol bij de verplaatsing van water van cel tot cel. Osmose is de verplaatsing van water dwarsdoor een zogenaamd halfdoorlatend membraan (semipermeabel membraan³). Het water stroomt van een plaats met een lage osmotische waarde naar een plaats met een hogere osmotische waarde. De osmotische waarde van een vloeistof is een functie van het aantal opgeloste moleculen of ionen en niet van hun identiteit of grootte.

De inhoud van plantencellen (kernplasma + cytoplasma + vacuole) heeft doorgaans een hoge concentratie aan opgeloste stoffen. Daarom oefent een plantencel een aanzuigende werking uit op het water van zijn omgeving. Bij voldoende watertoevoer verkeert de cel in een "opgezwollen" toestand. Osmose drukt de enigszins elastische celmembraan naar buiten tegen de celwand aan. De celwand staat daardoor gespannen en oefent een tegendruk uit die naar binnen is gericht, de turgor. De osmotische kracht en de turgor zijn dus 2 tegengestelde krachten.

Waterpotentiaal kwantificeert de neiging van water om van de ene naar de andere locatie te verhuizen. Water potentiaal (Ψ) is een verzameling van de volgende krachten: osmose (Ψ_o), mechanische druk (Ψ_d), zwaartekracht (Ψ_z), matrix-effecten (Ψ_m) (bijvoorbeeld: oppervlaktespanning, vloeistof cohesie, capillaire werking). De resultante van al deze krachten wordt de waterpotentiaal genoemd. Water potentiaal heeft de eenheid Pascal in de praktijk gebruiken we vaak Megapascal (MPa), 10 bar is gelijk aan 1 MPa. Als de cel water opneemt kwantificeert de grootte waterpotentiaal dus de zuigkracht van de cel.

De waterpotentiaal is bepalend voor de richting van de waterstroming. Gaat het water de cel in of gaat het eruit? De waterstroom loopt van een hoger naar een lager (sterker negatieve) waterpotentiaal. De waterpotentiaal van zuiver water is nul en zodra het water een zuigende kracht heeft (zoals het cytoplasma in een cel) dan is het water potentiaal negatief.

In dit practicum gaan we de waterpotentiaal bepalen waarbij grensplasmolyse optreedt. Een cel bevat te weinig vocht om de osmotische potentiaal (Ψ_o) makkelijk te kunnen bepalen. Wanneer we echter de cel in grensplasmolyse brengen is er net geen turgordruk. De drukpotentiaal (Ψ_d) is dan 0 MPa. De waterpotentiaal is dan gelijk aan de osmotische potentiaal. De grensplasmolyse, waarbij de turgordruk dus net wegvalt, wordt bepaald aan stukjes weefsel.

³ Biologische membranen zijn in het algemeen semi-permeabel, dat wil zeggen half (semi) doorlaatbaar (permeabel). In dit geval doorlaatbaar voor water en ondoorlaatbaar voor de meeste opgeloste stoffen (ionen, suikers etc.).

In een weefsel zijn natuurlijk niet alle cellen op precies hetzelfde moment in grensplasmolyse. We spreken daarom van grensplasmolyse als 50 % van de cellen geplasmolyseerd is.

Vorbereiding:

Lees de beschrijving van dit hele practicum goed door. Er staat meer uitleg over dit onderwerp op: http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab1/intro.html

Vorbereidingsopdrachten:

(antwoorden meenemen naar het practicum!)

1. Wat is osmose? Leg dit uit in je eigen woorden aan de hand van een eigen tekening van het proces.
2. Leg uit wat een semipermeabel membraan is.
3. Wat is plasmolyse?
4. Wat is turgor?
5. Stel dat het water potentiaal in de cel -1 MPa is en we leggen de cel in puur water (0 MPa). Wat zal er dan met de cel gebeuren?
6. Reken voor alle 9 concentraties glucose uit hoeveel gram glucose er in een liter water opgelost is.
7. Reken het waterpotentiaal ("solute potential" ookwel osmotische potentiaal van de vloeistof genoemd) uit voor alle 9 glucose oplossingen. Gebruik hierbij de vergelijking van Harmon Northrop Morse voor een ideale oplossing.
8. Verwacht je dat het daadwerkelijke potentiaal in werkelijkheid hoger of lager is?

Uitvoering practicum

Iedere tafel krijgt een aantal aardappelknollen die geschild moeten worden. Dit is min of meer uniform materiaal, voornamelijk bestaand uit parenchymcellen. We gaan nu een waterpotentiaal creëren met behulp van glucose.

- Vul 9 petrischalen met de volgende concentraties glucose oplossing:
0 0.25 0.5 0.75 1 1.5 2 2.5 3 mol per liter.
- Met behulp van de frites-snijder worden staafjes gesneden met een lengte van 5 cm. Werk nauwkeurig! Werk in een vaste volgorde.
- Zorg dat je alle fritestaafjes gelijk behandelt zodat niet het ene staafje meer is uitgedroogd dan het andere.
- De staafjes worden afgespoeld en enigszins gedroogd door ze over een tissue te rollen, zodat ze allemaal ongeveer even nat zijn. Dan worden ze gewogen (bevingewicht). Ook de lengte van de staafjes moet bepaald worden.

- Per schaalpje (dus per oplossing) worden 5 staafjes geplaatst, in de volgorde waarin ze gewogen én gemeten zijn.
- De staafjes krijgen nu de kans om water op te nemen of af te staan.
- Na 1 ½ uur mogen we aannemen dat zich een evenwicht heeft ingesteld.
- Hierna worden de staafjes opnieuw gewogen (eindgewicht), ook na even over een tissue gerold te zijn. Ook wordt de lengte van de staafjes bepaald.
- Vul alle waarden in, in tabel 6.7.1a en b op de volgende pagina's. Neem deze waarden op in je verslag.

Opdrachten

(voor in verslag)

1. Bereken voor iedere behandeling het gemiddelde gewicht en de gemiddelde lengte met de bijhorende standaarddeviatie. Geef de data overzichtelijk weer.
2. Presenteer je resultaten zodanig dat je het effect kan zien van de water potentiaal op de gewichtstoename of afname.
3. Presenteer je resultaten zodanig dat je het effect kan zien van de water potentiaal op de lengtetoe name of afname.
4. Wat betekent het als er geen verandering in lengte, gewicht, volume optreedt?
5. Geef een toelichting bij je resultaten.
6. In welk concentratie gebied hebben de cellen turgor?
7. Bij welke concentratie is de turgor het grootst?
8. Kan je uit je resultaten aflezen hoeveel % de cellen maximaal opgerekt kunnen worden?
9. Wat gebeurt er met de cellen in de staafjes als er plasmolyse optreedt?
10. Bij welke behandeling treedt plasmolyse op en waar leidt je dat uit af?

Tabel 6.7.1a. Deze tabel kan je gebruiken om je gegevens te documenteren. De tabel gaat verder op de volgende bladzijde.

Glucose concentratie (mol / liter)	Waterpotentiaal oplossing (MPa)	Staafje nummer	Gewicht voor osmoticum (g)	Gewicht na osmoticum (g)	Gewichts- verschil (%)	Lengte voor osmoticum (cm)	Lengte na osmoticum (cm)	Lengteverschil (%)
0		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
0,25		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
0,50		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
0,75		1						
		2						
		3						
		4						
		5						

Tabel 6.7.1b. Deze tabel kan je gebruiken om je gegeven te documenteren. De tabel begint op de vorige bladzijde.

Glucose concentratie (mol / liter)	Waterpotentiaal oplossing (MPa)	Staafje nummer	Gewicht voor osmoticum (g)	Gewicht na osmoticum (g)	Gewichtsverschil (%)	Lengte voor osmoticum (cm)	Lengte na osmoticum (cm)	Lengteverschil (%)
1,00		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
1,50		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
2,00		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
2,50		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
3,00		1						
		2						
		3						
		4						
		5						

6.8 Practicum: Fotosynthese en ademhaling

Inleiding

Fotosynthese is een proces waarbij lichtenergie wordt omgezet in chemische energie. Deze chemische energie wordt uiteindelijk gebruikt voor de vorming van voedingsstoffen zoals glucose. Het is een proces dat plaats vindt in alle levensvormen die beschikken over fotosynthesepigmenten (bv. chlorofyl) zoals planten, sommige bacteriën en wieren.

De globale reactie van fotosynthese is: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{licht} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$

De reactie bestaat uit een lichtreactie, waarbij een regen van fotonen de chlorofyl moleculen in werking stelt en energierijke verbindingen produceert die benut worden in de donkerreactie om CO_2 te binden en glucose te vormen. De fotosynthese is de basis van de groei van de plant. De mate van fotosynthese wordt grotendeels bepaald door omgevingsfactoren (zoals: CO_2 concentratie, licht, temperatuur, luchtvochtigheid, waterbeschikbaarheid etc.) en conditie van het blad (ziekte).

Vorbereiding:

Lees ter voorbereiding van dit practicum: Berg, Botany, p.66-80. Formuleer daarna een hypothese over de relatie tussen fotosynthese en lichtintensiteit (PAR). Bezoek tevens de website www.mijnakker.nl en lees het onderdeel over groei en opbrengst:

http://www.mijnakker.nl/groei_33.html

http://www.mijnakker.nl/opbrengst_36.html

Doe het virtuele lab experiment (Bron: McGraw Hill): "How do photosynthesis and cellular respiration compare?"

http://www.mhhe.com/biosci/genbio/virtual_labs/BL_25/BL_25.html

Maak de vragen van deze website in het digitale journal, in Word of op papier en neem de uitwerkingen mee naar het practicum ter bespreking.

Uitvoering practicum

De EARS-PPM is de fotosynthese meter, waarmee in dit practicum wordt gewerkt. Voor technische informatie zie: <http://www.ears.nl/ppm/index.htm>

Het principe van deze fotosynthesemeter is gebaseerd op de chlorofyl fluorescentie. Daarom meet je alleen de bruto fotosynthese.

Metingen met de EARS-PPM is de fotosynthese meter:

- **PAR** staat voor **P**hotosynthetic **A**ctive **R**adiation. PAR is de lichtsterkte ofwel de hoeveelheid fotonen die op het blad valt, uitgedrukt in $\mu\text{mol fotonen} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$. De PAR betreft alleen die golflengten van het licht die geabsorbeerd kunnen worden door het

blad en dus geschikt zijn voor fotosynthese. Dit is ongeveer de helft van de totale zonnestraling.

- **Yield (symbol: Φ_p)** uitgedrukt in % staat voor lichtbenutting ook wel efficiency of rendement genoemd. Als een foton op het blad valt kan het worden geabsorbeerd en bijdragen aan de fotosynthese. Het gedeelte van de fotonen dat niet wordt benut, wordt weer terug uitgezonden worden als fluorescentie. Het apparaat kan deze fluorescentie meten en weet dus welk gedeelte van het licht gebruikt is en welk gedeelte verloren is gegaan.

De fotosynthese kan door de fotosynthese meter worden berekend uit **PAR** en **Yield (symbol: Φ_p)**:

$$Fotosynthese = PAR \cdot \frac{\theta_p}{100}$$

Waarbij *Fotosynthese* wordt uitgedrukt in $\mu\text{mol fotonen} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$; PAR in $\mu\text{mol fotonen} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ en waarbij Φ_p staat voor de Yield uitgedrukt in percentages (%).

Werking van de fotosynthese meter:

Druk op PAR → geeft PAR-waarde (lichtsterkte)

Druk op measure → geeft rendement in %

(fotosynthese kan nu worden uitgerekend)

Stap 1

Onderzoek de fotosynthese bij een reeks van lichtsterkten vanaf geen bijbelichting tot maximale bijbelichting. We noemen dit een licht-respons curve die je gaat meten. Bij elke lichtintensiteit wordt 5 maal gemeten, om een betrouwbaar gemiddelde te verkrijgen. De gevonden waarden van PAR, lichtbenutting en fotosynthese worden genoteerd (Tabel 6.)

Stap 2

Meet na afloop de Leaf Area (het blad oppervlak) van de gemeten plant.

Stap 3

Meet ook de fotosynthese van een plant met een gevlekt blad. Doe dit ook weer met dezelfde reeks van lichtintensiteiten. Noteer ook deze waarden in een tabel.

Stap 4

Meet de fotosynthese van een dood blad.

Stap 5

Plaats een plant in de koelcel/ buiten. Bepaal bij deze lagere temperatuur ook de fotosynthese bij een reeks van lichtwaardes.

Opdrachten

1. Maak een grafiek waarbij de lichtbenutting (Y-as) is uitgezet tegen de lichtintensiteit (X-as). Doe dit voor de plant met egaal groen blad.
2. Maak een grafiek waarbij de fotosynthese (Y-as) is uitgezet tegen de lichtintensiteit (X-as). We noemen dit een licht respons curve. Doe dit voor de plant met egaal groen blad.
3. Construeer licht respons curven van een plant met gevlekt blad en een dood blad.
4. Wat is het verschil tussen de bruto en netto fotosynthese?
5. Kun je uit de licht respons curven die je geconstrueerd hebt de ademhaling aflezen? Waarom wel/ niet?
6. Wat is het effect van koeling op de fotosynthese?
7. Verklaar het verloop van de beide grafieken en betrek hierin de licht- en de donker-reactie.

Verslag:

Verzamel de gegevens van je groepsgenoten, zodat je de gegevens hebt van alle metingen. Verwerk deze resultaten en de antwoorden op de opdrachten en vragen van dit practicum in je verslag.

Op de volgende pagina staat tabel 6.8.1. die je kan helpen bij het noteren van gegevens.

Tabel 6.8.1. Metingen fotosynthese

GEWAS.....

Behandeling/ type plant:

Leaf area in cm² :

meting	PAR (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)	Licht- benutting (%)	Foto- synthese (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)	meting	PAR (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-2}$)	Licht- benutting (%)	Foto- synthese (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-2}$)
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
Gemiddeld				Gemiddeld			
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
Gemiddeld				Gemiddeld			
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			

meting	PAR (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)	Licht- benutting (%)	Foto- synthese (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)	meting	PAR (μmol foto- nen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-2}$)	Licht- benutting (%)	Foto- synthese (μmol fotonen. $\text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-2}$)
Gemiddeld				Gemiddeld			
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
Gemiddeld				Gemiddeld			
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			

Bijlage 1: Uitleg Labjournaal

Tijdens de practica zal je allerlei waarnemingen doen, deze waarnemingen kunnen leiden tot nieuwe inzichten. Het is belangrijk om waarnemingen die je gedaan hebt goed op te schrijven (te documenteren). Alle waarnemingen moeten genoteerd worden, ook als ze verdacht zijn. Er mogen geen waarnemingen "verdwijnen". De waarnemingen moeten teruggevonden kunnen worden. Dit stelt hoge eisen aan de volledigheid en de duidelijkheid van de notities. Het documenteren van je waarnemingen is niet alleen belangrijk voor een voldoende voor het practicum. Het documenteren van werk dat je verricht hebt, zal in ieder beroep waarin je terecht komt een rol spelen. In de komende modules van je opleiding tuinbouw en akkerbouw zullen we dan ook werken aan het professionaliseren van de verslaglegging. Schrijven in een labjournaal is een tijdrovende bezigheid. Maar het is wel zeer nuttig:

- Het dient als geheugen steun bij het uitwerken van de resultaten in een verslag.
- Het zorgt voor reproduceerbaarheid van experimenten.
- Het structureert je gedachten en helpt bij het interpreteren van je observaties.
- Het zorgt ervoor dat andere mensen weten wat je doet en gedaan hebt. Handig als mensen je taken over moeten nemen als je ziek bent.
- Het is ook handig om een labjournaal/logboek in te kijken als er ongelukken gebeurd zijn met gevaarlijke stoffen.

We raden je dan ook aan om niet alleen tijdens de reguliere modules maar ook tijdens je stages een labjournaal of logboek bij te houden. Een labjournaal is een schrift of een boekje. Om fraude te voorkomen maakt men gebruik van onuitwisbare inkt en worden alle toegevoegde bladen, protocollen en grafieken er met lijm ingeplakt. Het labjournaal schrijf je grotendeels in het lab (op school), dus niet thuis! Wen jezelf aan om je waarnemingen meteen te documenteren!

Het labjournaal

Het is inmiddels duidelijk dat er geen metingen genoteerd mogen worden op losse papiertjes. Er wordt gewerkt met een notitieboek wat altijd bij de hand is, een zogenaamde labjournaal. Dit labjournaal moet goed worden onderscheiden van een meetrapport of verslag, dat na het uitvoeren van de proef gemaakt wordt. Een labjournaal is een wetenschappelijk logboek. Ofwel een professioneel dagboek van wat er op het lab (of in de kas, of in het veld) allemaal gebeurt. Je schrijft hierin nauwkeurig op welke experimenten je uitvoert en hoe deze experimenten zijn verlopen. Het is een soort extern geheugen. Het maken van foto's kan hier ook goed bij helpen. Vergeet niet de naam of het nummer van het fotobestand te noteren zodat je weet wat op welke foto's staat. Alle details van een practicum (of onderzoek) komen in het labjournaal terecht. Voor de duidelijkheid hieronder een paar criteria waar een labjournaal aan moet voldoen:

- Jouw handschrift moet ook voor anderen goed leesbaar en eenduidig zijn.

- De notities moeten kort en bondig zijn maar zo volledig zijn dat er geen misverstand kan bestaan welke experimenten het betreft.
- Bij de voorbereiding merk je hoe bepaalde meetwaarden gerangschikt moeten worden, het is heel overzichtelijk als je een tabel maakt waarin de meetgegevens worden gepresenteerd. Iedere keer als je een waarneming doet vul je deze tabel dan verder aan.
- Alle waarnemingen moeten naderhand teruggevonden kunnen worden; ook door een ander (daarom is datering van belang!).

Een goed labjournaal bevat in ieder geval een antwoord op de volgende vragen:

Wie? - De namen van de mensen die eraan meewerken

Wat? - Titel of onderwerp van onderzoek of titel en nummer van het practicum.

Wanneer? – Starts- en eind datum van het experiment. Zet ook steeds neer wanneer en hoe laat je waarnemingen doet.

Waarom? - Het doel van het experiment (wat wil je weten?)

Onderzoeksvraag – Wat is hetgeen dat onderzocht wordt.

Hypothese? – Welk resultaat verwacht je; Wat denk je dat er zal gaan gebeuren? Het is niet voor ieder practicum noodzakelijk om een hypothese te formuleren.

Methode & Materialen - Wat ga je precies doen? Welke materialen gebruik je? Welke voorschriften heb je gevolgd? Verwijzen naar een protocol of practicumhandleiding is geen probleem. Noem wel expliciet de gevaarlijke stoffen, als je deze gebruikt.

Resultaten / Observaties - Wat meet je? Wat zijn de uitkomsten? Rapporteer op een gestructureerde manier, gebruik tabellen en figuren.

Discussie - Wat heb je uiteindelijk gedaan, kan je de protocollen volgen? (Als je precies de protocollen kon volgen, dan vervalt deze vraag). Hoe interpreteer je de resultaten?; kloppen de uitkomsten met je verwachtingen?; welke dingen gingen fout?; of wat ging juist goed?

Conclusie - Welke conclusie verbind je aan je resultaten?

Bijlage 2: Instructie practicumverslag

Je levert het practicumverslag in met een groepje van maximaal 4 personen. Let op: in dit verslag moeten ook alle individuele uitwerking opgenomen zijn van practica waarbij je tekeningen hebt gemaakt. Wanneer je de taken verdeelt in jouw groepje geef dan aan wie welk practicum uitgewerkt heeft. Iedereen binnen jouw groepje is verantwoordelijk voor het totale practicumverslag. Dus lees elkaars werk goed door en geef feedback aan elkaar voordat je het werk als groep inlevert.

Het practicumverslag bestaat uit de volgende onderdelen:

- 1) Titel / datum / begeleiders / studentnamen / verwijzing naar practicumhandleiding voor materialen en methoden.
- 2) Uitwerking van alle opdrachten inclusief de voorbereidingsopdrachten bij ieder practicum.
- 3) Een onderzoeksvraag (of het doel van het practicum).
- 4) Resultaten. Het is belangrijk duidelijk en correct je resultaten te presenteren in tabellen, grafieken, tekeningen (zie bijlage 3) en/of foto's met toelichting die je waarnemingen / conclusie(s) ondersteunen.
- 5) Discussie.
- 6) Conclusie.

In de volgende secties staan tips bij het uitwerken van de hierboven vernoemde onderdelen van het practicumverslag. Deel 1) en 2) spreken voor zich maar deel 3) 4) 5) en 6) staan hieronder uitgewerkt.

3) Het opstellen van een onderzoeksvraag

Is de onderzoeksvraag concreet en duidelijk? Is het haalbaar om in de tijd die ervoor staat een antwoord op de onderzoeksvraag te vinden? Of moet de vraag toch concreter worden geformuleerd.

Formuleer zo mogelijk een aantal deelvragen waar je een heel concreet antwoord op kan verkrijgen: 'ja' of 'nee' of '300 $\mu\text{mol/l}$ calcium' of 30% kieming, etc.

4) Resultaten

Het hoofdstuk resultaten heeft tot doel de lezer te informeren over de resultaten van het onderzoek. Dat gebeurt objectief, dus zonder interpretatie. Het is belangrijk dat je ook de resultaten laat zien die niet voldoen aan je verwachtingen, dat is voortschrijdend inzicht. Veel belangrijke ontdekkingen en inzichten zijn ontstaan doordat het resultaat van een experiment anders was dan verwacht. Door dit resultaat weg te moffelen be-

lemmer je dit proces. In de discussie kun je uitleggen waarom het resultaat niet voldoet aan de hypothese (verwachtte antwoord op de onderzoeksvraag).

De resultaten worden in een logische volgorde gepresenteerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van: tekst, tabellen, figuren, kaarten en foto's.

De effectiviteit van het hoofdstuk (dus wat de lezer ervan oppikt) is sterk afhankelijk van de manier waarop je het hoofdstuk opbouwt en van de manier waarop je de gegevens verwerkt in figuren en tabellen. De kunst is dus dat je een goede keuze maakt in wat je wel en niet presenteert. Maak die beslissing met je onderzoeksvraag en deelvragen in het achterhoofd.

Figuren en tabellen

Bedenk goed wat de boodschap beter overbrengt een figuur of een tabel.

Denk daarna na over het type tabel of figuur (staafdiagram, grafiek, circeldiagram).

Nummer figuren en tabellen consequent en in de volgorde waarin ze in de tekst voorkomen. Verwijs in de tekst naar de nummers van de figuren/tabellen. Dus 'De gemiddelde bladlengte (fig. 1)...' en niet 'in onderstaande figuur is de bladlengte weergegeven'.

Bijschriften: **onder** de figuur en **boven** de tabel.

Figuren en tabellen incl. bijschrift, zijn te begrijpen zonder de tekst te lezen. Vele lezers bekijken alleen de figuren/tabellen!

Andersom geldt dat de tekst te begrijpen moet zijn zonder de figuren/tabellen te zien.

Voorzie figuren van een goede legenda.

Liever geen 3D-grafieken als dit niet bijdraagt aan het inzicht.

Zet altijd titels op de assen van een figuur. De titel bestaat vaak uit de grootte die je hebt gemeten gevolgd door een eenheid tussen haakjes. Bijvoorbeeld: Lengte (cm)

5) Discussie

Ieder onderzoeksrapport eindigt met een bespreking van de resultaten ('discussie'), het beantwoorden van de onderzoeksvraag ('conclusies') en een advies op basis van het onderzoek ('aanbevelingen'). Vaak wordt dit alles samengevat in het hoofdstuk 'discussie', maar soms worden er ook aparte hoofdstukken van gemaakt. Tijdens dit vak willen we dat je de conclusies onder een apart kopje neerzet. De aanbevelingen zullen vooral be-

staan uit hoe het onderzoek een volgende keer beter zou kunnen. Dit mag je onder een apart kopje neerzetten maar je mag het ook scharen onder het kop "discussie".

De discussie wordt vaak beschouwd als het meest belangrijke deel van het onderzoeksrapport en vergt in het algemeen het meeste denkwerk. Immers, in de discussie laat je zien dat je de biologische principes achter je experimenten beheerst en dat je logische conclusies kunt trekken. Het schrijven van een discussie is dan ook voor velen een moeilijke klus en meestal zijn er meerdere versies nodig om te komen tot een bevredigend eindresultaat. Laat je hierdoor niet uit het veld slaan.

In dit hoofdstuk verklaar je de resultaten van je onderzoek. Begin de discussie met het herhalen van je hypothese en beantwoord de onderzoeksvragen die je hebt gesteld. Houd bij voorkeur dezelfde volgorde aan als die in je resultaten.

Onderbouw de antwoorden op de onderzoeksvragen met een verwijzing naar je resultaten. Geef aan of de resultaten overeenkomen met je verwachtingen en of ze overeenkomen met de literatuur.

Behandel al je resultaten die betrekking hebben op het beantwoorden van je onderzoeksvragen. Waarnemingen die daar niet direct betrekking op hebben en niet belangrijk zijn hoeven niet besproken te worden.

Bediscussieer onverwachte resultaten. Wanneer je dit doet is het raadzaam om de alinea te beginnen met een herhaling van het resultaat. Voorbeeld: "De sterke groei van de tuinbonen in bodems waarin geen *Rhizobium* bacteriën aanwezig waren was onverwacht. We kunnen dit verklaren door.....wat ook is gevonden door Pietersen e.a. (2003)".

Soms is het nodig om je resultaten te verdedigen. Waarom denk je dat je resultaten kloppen en niet overeenstemmen met die van andere auteurs?

Bediscussieer ook eventuele fouten in de uitvoering van de proef die tot onverwachte resultaten hebben geleid.

6) Conclusie

Schrijf de conclusies op die je op basis van je resultaten en discussie kan trekken. Check of de conclusies die je trekt valide zijn. Met andere woorden, maak het niet te breed. Bijvoorbeeld, uit een enkel experiment kun je niet concluderen dat *Rhizobium*-bacteriën altijd leiden tot een voordeel voor de vlinderbloemigen waarmee ze in symbiose leven. Dus hou het simpel: schrijf niet "Symbiose tussen tuinbonen en *Rhizobium* leidt tot een hogere boonproductie", maar "Uit onze resultaten blijkt dat de symbiose tussen *Rhizobium* en tuinboon leidt tot een hoger drooggewicht van de bonenplant". Vervolgens kun je een stap verder gaan en kijken wat anderen vonden en in hoeverre de resultaten dus algemeen zijn.

Beschrijf de conclusies. Geef vervolgens aan in hoeverre de resultaten en conclusies bijdragen tot een beter inzicht in of een oplossing voor het probleem dat je hebt onderzocht.

Taaltechnisch

Je schrijft voor gelijkgestemden en hoeft dus niet alles uit te leggen. Vermijd desondanks jargon (vaktaal) waar mogelijk.

Structureer je tekst met tussenkoppen, eventueel op verschillende niveaus

Helder en zakelijk taalgebruik.

Schrijf kort, bondig en "to the point"

Let op dat je in de tabellen en grafieken de juiste parameters en eenheden weergeeft. Gebruik SI-eenheden (m, mol, kg, L, etc.).

Als je afkortingen gebruikt die niet iedereen kent schrijf deze dan de eerste keer voluit met de afkorting erachter tussen haakjes, bijvoorbeeld: Polymerase Chain Reaction (PCR).

Verslagtechnisch

Visuele waarnemingen worden weergegeven m.b.v. foto's en/of tekeningen. Foto's en tekeningen worden beschouwd als figuren en moeten genummerd zijn en een volledig figuur onderschrift hebben waarmee de figuur zelfstandig te lezen is. (dus zonder begeleidende tekst)

Uiterlijke verzorging tabellen en figuren, verwijzing naar tabellen en figuren, nummering van tabellen en figuren, tabellen en figuren voorzien van een bijschrift. Bij tabellen staat dit bijschrift erboven en bij figuren er onder.

Je waarnemingen (meetgegevens) noteer je tijdens of na het practicum in tabellen. In sommige gevallen is er al een tabel voorgedrukt of als voorbeeld gegeven in de handleiding. Dat wil niet zeggen dat je al deze data in je verslag hoeft te presenteren. In veel gevallen doe je enkele herhalingen van je metingen. Je berekent dan een gemiddelde waarde.

In je tabel kun je naast direct afgelezen waarden ook berekende waarden weergeven (zoals bijvoorbeeld percentage kieming, watergehalte). Vermeld in je verslaglegging een voorbeeldberekening in de bijlagen.

Tabellen moeten een titel hebben waarin vermeld staat wat er in de tabel te zien is. De tabel moet "zelfstandig leesbaar" zijn.

Figuren hebben een onderschrift en vaak een titel. Ook figuren moeten "zelfstandig leesbaar" zijn.

Niet doen!

Nieuwe resultaten presenteren in de discussie.

Maak er geen lange foutendiscussie van. Als er iets is misgegaan, noem dat dan en leg kort uit wat dit voor consequenties heeft voor je resultaten. Belangrijkste vraag: zijn je resultaten nog betrouwbaar?

Een heldere discussie is zelden erg lang: houd het zo kort mogelijk en voorkom dat je in herhaling valt. Geef niet weer een uitgebreide beschrijving van de resultaten in je discussie en kom niet steeds terug op dezelfde punten.

Vermijd onnodig ingewikkeld taalgebruik of lange zinnen. Vermijd ook wollig taalgebruik.

Bespreek niet ieder getal uit grafieken/tabellen in de tekst: beperk je tot de meest belangrijke.

Geef geen interpretatie van de resultaten in het hoofdstuk resultaten doe dat in de discussie.

Neem geen irrelevante informatie op (bijvoorbeeld over het merk auto waarmee je naar je onderzoekslocatie bent gereden, over algemene handelingen etc. Het is vaak moeilijk om het juiste detailniveau te bepalen: bij twijfel overleggen met je groepsleden.

Nuttige links

Digitale colleges over het opzetten van onderzoek en het schrijven van wetenschappelijke artikelen (uitgebreid en in het Nederlands):

<http://rogerschmitz.blogspot.com/2009/02/instructiemodule-wetenschappelijk.html>

Informatie over het schrijven van een wetenschappelijk artikel vind je op:

<http://wetenschap.infonu.nl/diversen/25471-een-wetenschappelijk-artikel-schrijven-richtlijnen-en-tips.html#5>

Bijlage 3: Richtlijnen tekeningen

Een goed middel om structuren te begrijpen en te onthouden is door ze te tekenen. Een tekening is een vertaalslag van wat je in werkelijkheid ziet. Je maakt een interpretatie van de structuren op grond van weefsel en kleuring van weefsels. In het verslag presenter je de tekeningen op een overzichtelijke manier, voorzien van titel met duidelijke bijschriften. Hieronder staan een aantal tips bij het maken van tekeningen:

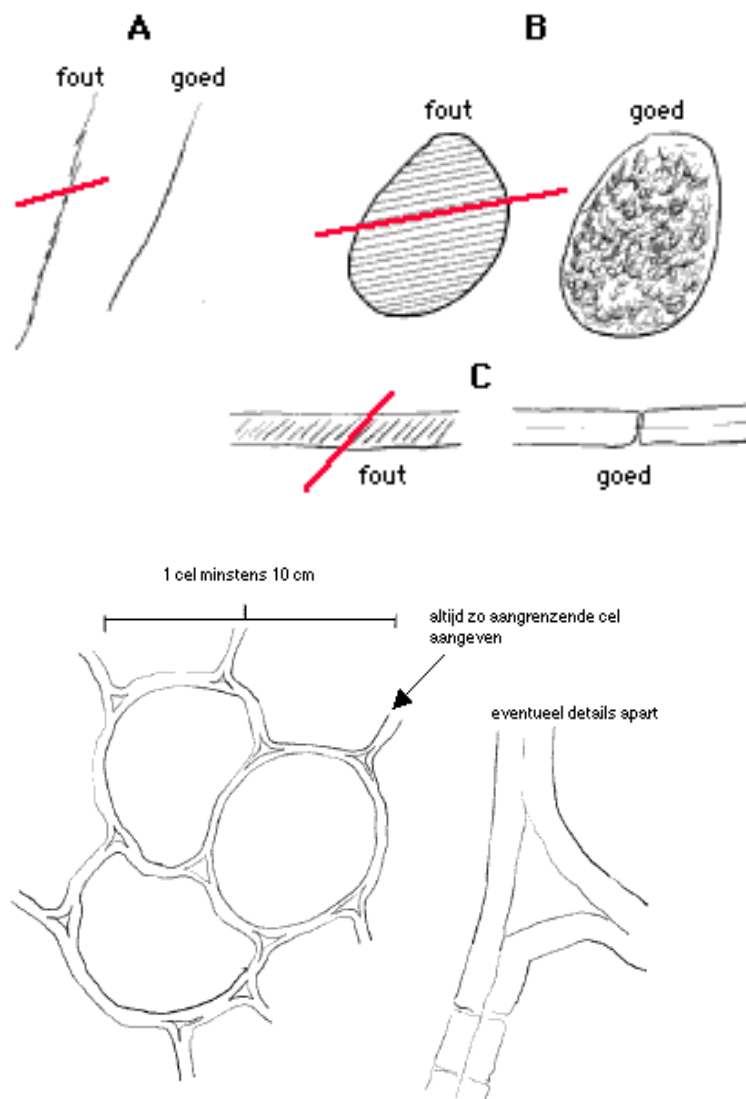
- Teken altijd met potlood, liefst een scherp HB potlood
- Teken dun zodat fouten onzichtbaar uitgegumd kunnen worden.
- Teken met rechte lijnen, dus niet schetsend (Figuur B3.1A).
- Teken alleen wat je ziet dus niet arceren als er geen strepen staan (Figuur B3.1B en C).
- Zet verwijsstrepen met potlood en liniaal (Figuur B3.2).
- Schrijf de namen van de onderdelen horizontaal.
- Zet boven aan het blad de titel en de gebruikte vergroting (objectief x oculair)
- Gebruik maar 1 kant van het papier.

Overzichtstekeningen

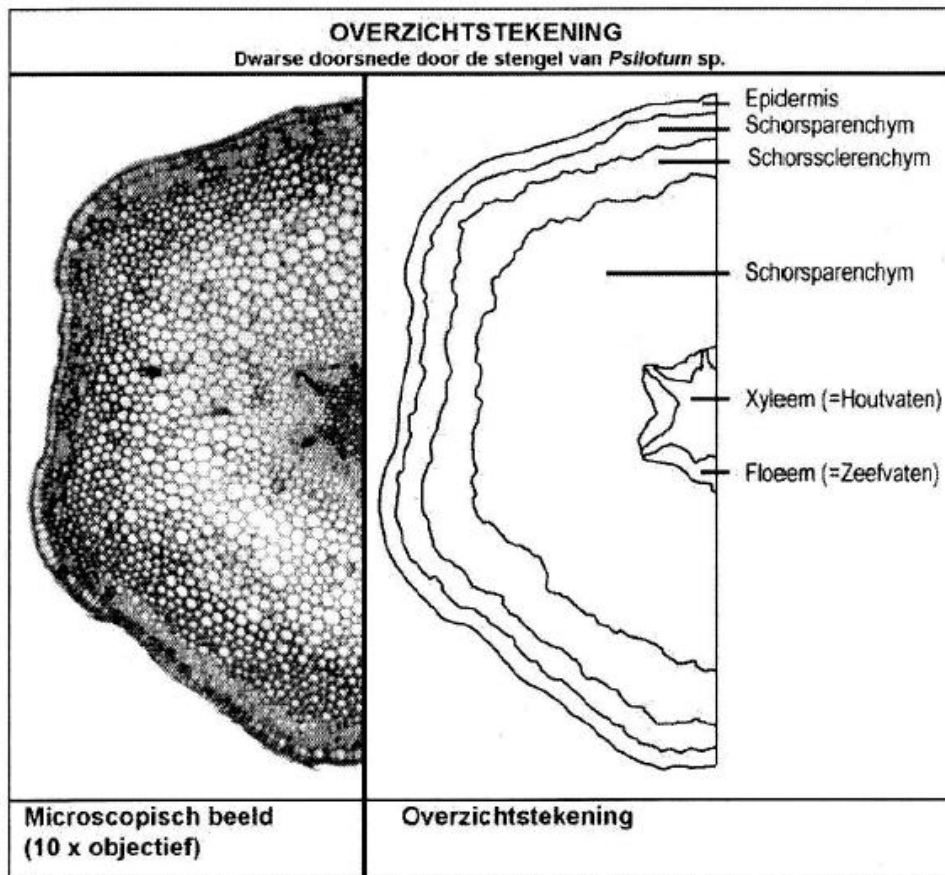
- Maak overzichtstekeningen door alleen de grenzen van de weefsels zo nauwkeurig mogelijk weer te geven (Figuur B3.2). Een sector is meestal meer dan genoeg.

Detailtekening

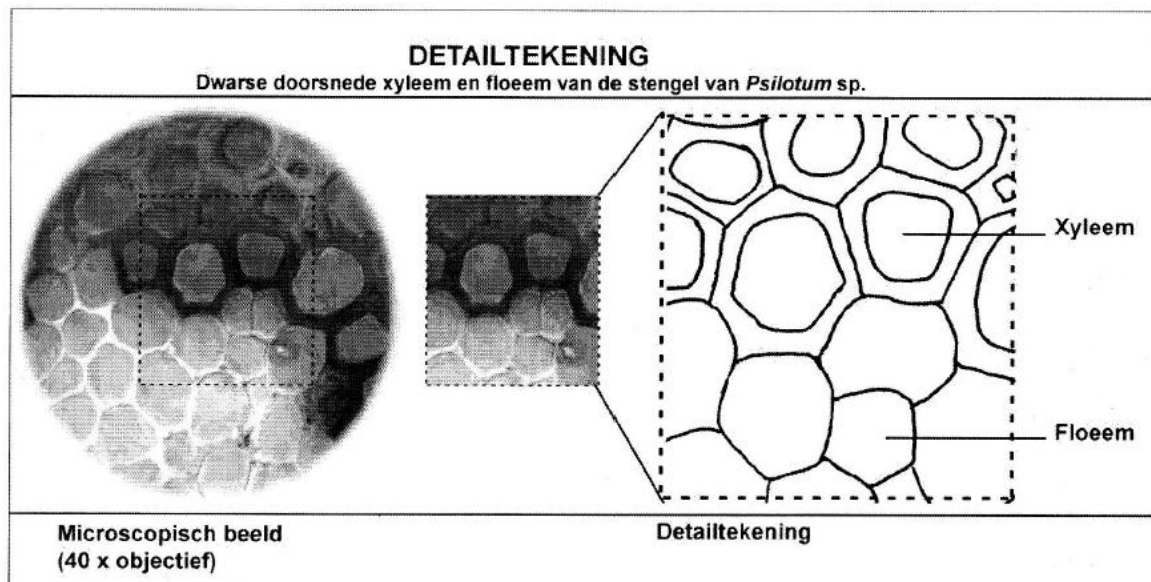
- Teken afzonderlijke cellen groot: 1 cel minstens 3 cm (Figuur B3.3).
- Afhankelijk van de dikte van cellen worden de celwanden van planten met één of twee lijnen getekend. De wanddikte van parenchymcellen en floëemcellen wordt aangegeven met een enkele lijn. Bij epidermiscellen wordt de dikte van de cuticula met een extra lijn aangegeven. De wanddikte van xyleem- collenchym- en sclerenchymcellen wordt altijd met dubbele lijn aangegeven (niet opvullen of arceren). De afstand tussen deze lijnen moet corresponderen met de relatieve dikte van de wand. De celinhoud wordt niet getekend (Figuur B3.3).
- Geef altijd het begin van de aangrenzende cellen aan (Figuur B3.3).
- Benoem de verschillende celtypen en beschrijf evt. karakteristieke details die in cellen aanwezig kunnen zijn zoals bijv. kristallen, chloroplasten.



- Figuur B3.1: Aanwijzingen voor het maken van tekeningen (van microscopische preparaten) Bron: <http://www.bioplek.nl/>



Figuur B3.2. Microscopisch beeld (links) met de bijbehorende overzichtstekening (rechts). Bron: handleiding eerstejaarsbiologen RU.



Figuur B3.3. Microscopisch beeld (links) met de bijbehorende detailtekening (rechts). Bron: handleiding eerstejaarsbiologen RU.