Plantenfysiologie

Verklaar volgende plantenstructuren zeer gedetailleerd: plasmodesmata, stomata, plastiden en vacuolen (tonoplast). (HS 1)

**Plasmodesmata** = gecontroleerde opening

Plasmodesmata zijn tubulaire extensies van het plasmamembraan die door de celwand heen lopen en het cytoplasma van naburige cellen verbinden. Het vormt een continuüm van het cytoplasma: de **symplast**. **Primaire plasmodesmata** ontstaan tijdens de cytokinese bij de fusie van Golgi vesikels ter hoogte van de celplaat (de toekomstige middenlamella). Ze verbinden dus de cellen die door deling van elkaar zijn afgeleid.

**Secundaire plasmodesmata** ontstaan tussen cellen nadat de celwand al gevormd is. Ze ontstaan door uitstulping van het plasmamembraan aan de celoppervlakte, of door vertakking van de primaire plasmodesmata.

Bevat dunne buis van ER (desmotubulus) continu met ER in cel. Symplast verbind dus ook inhoud van ER.

**Stomata**

De huidmondjes vormen een lage weerstand voor de uitwisseling van waterdamp en CO2 met de omgeving. Via controle op de huidmondjes via sluitcellen is de plant in staat zeer nauwkeurig de gasuitwisseling te controleren. Bij grassen hebben deze sluitcellen een haltervorm en worden ze geflankeerd door twee nevencellen. De nevencellen en de sluitcellen worden samen het stomatale complext genoemd. De sluitcellen in dicotylen en niet-gras monocotylen zijn niervormig en meestal zonder nevencellen.

**Plastiden**

* Chloroplasten: dubbele membraan, thylakoïden (grana) + pigmenten en eiwitten. Lumen = stroma. Membraan die grana verbinden = stroma lamellen (hier ATP-syntheasen)
* Chromoplasten: hoge concentratie carotenoïden in plaats van chlorofyl.
* Leukoplasten: plastiden zonder pigmenten bv. Amyloplasten (zetmeelhoudend)

Bevatten eigen DNA

Proplastide -> chloroplast onder invloed van licht en etioplast in donker.

**Vacuolen**

Volwassen plantencellen bevatten doorgaans een grote, met water (+ enzymen, suikers en secundaire metabolieten = verdediging plant) gevulde centrale vacuole. Elke vacuole is omgeven door een membraan, de tonoplast. Transporteiwitten controleren de flux van ionen en organische moleculen doorheen de tonoplast. In merismatisch weefsel is de vacuole minder prominent aanwezig, meestal worden er meerdere kleine provacuolen gevonden.

Wateropname 🡺 turgordruk => cel expansie en structurele rigiditeit

Eiwitlichaampjes zijn vacuolen die gespecialiseerd zijn in de opslag van eiwitten en komen veelvuldig voor in zaden. De hydrolytische enzymen voor de afbraak van deze eiwitten zitten opgeslagen in de lytische vacuolen.

Wat is de waterpotentiaal? Hoe is deze gedefinieerd? Geen en bespreek ook het Hofflerdiagram. (HS 2)

De waterpotentiaal is gedefinieerd als de chemische potentiaal van water (µW = µW\* + RTCW + pVW + ρgh met µW\* de potentiaal onder standaaromstandigheden) gedeeld door het partiële molale volume van water: 18.10-6 m³ mol-1. De waterpotentiaal is een maat voor de vrije energie van water per eenheid volume (Jm-3).

De belangrijkste factoren die de waterpotentiaal bepalen zijn **concentratie, druk en zwaartekracht.** ΨW = ψS + ψP + ψg.

De **osmotische potentiaal** vertegenwoordigt het effect van de opgeloste stof op de waterpotentiaal. Het vermindert de vrije energie van water door verdunning (van het water) en verhoging van de entropie. Wet van ’t Hoff: ѰS = -RTcS

De **drukpotentiaal** stelt de hydrostatische druk voor op de oplossing. Positief door bv turgor en negatief door bv de trekkracht op het water in het xyleem. ѰP = 0 MPa bij standaard (= open)

De **zwaartekrachtpotentiaal** is afhankelijk van de hoogte van het water boven een referentiepositie. ѰG = ρW.g.h

Soms ook nog ѰM = matrix potentiaal. De plantencelwand is rigide dus wanneer er een dalende verandering is in waterpotentiaal dan is er een stijgende verandering in drukpotentiaal.

**Hofflerdiagram (Fig 2.7 p 22)**

Dit is een grafische weergave van de water-, osmotische- en drukpotentiaal als functie van het relatieve cel volume.

Wat is waterstatus?? Welke fysio-processen?

Vergelijk de drijvende kracht en de transportweg van water en van assimilaten (suikers) in de plant. (HS 3 en 5)

**Xyleem** (Houtvaten bij GS en tracheïden bij AS en GS -> °stippelmembraan)

Water dringt voornamelijk de wortel binnen ter hoogte van de worteltop omdat hogere delen ondoorlaatbaar zijn door de exodermis. De beweging van water kan 3 wegen volgen tot aan de vaatbundels:

* **Apoplastisch** (continuüm van extracellulaire ruimtes en celwanden) **transport:** Het water beweegt in de wortelcortex doorheen de celwanden en met water gevulde extracellulaire holtes.
* **Symplastisch transport:** Het water verplaatst zich doorheen de wortelcortex via de plasmodesmata (verbinden celinhoud). Omdat bij symplastisch en apoplastisch transport het water geen semipermeabele membranen moet passeren, is de hydrostatische drukgradiënt (ѰH) de voornaamste drijvende kracht.
* **Transmembranair trasport:** Water migreert van cel naar cel door permeatie van membranen. (Lijsten van Caspary) Dit transport wordt gedreven door de volledige waterpotentiaal gradiënt (ѰW).

Opgeloste stoffen in het xyleem zorgen voor een daling in het osmotisch- en dus ook de waterpotentiaal. Dit zorgt voor de **worteldruk** en zorgt voor de drijvende kracht om water aan te trekken vanuit de omgeving naar de xyleemcellen. => Guttatie t.h.v. hyatoden.

De worteldruk (< 0,1 MPa) is echter onvoldoende om het water tot in het blad te krijgen. Het water wordt dus nog extra omhooggetrokken door de **transpiratie** aan het bladoppervlak waardoor een negatieve druk ontstaat. De druk op zich is te weinig, maar de cellulose fibrillen van de celwand vormen een fijn capillair netwerk, waarin het water door zijn sterke cohesie en oppervlaktespanning (= sterke inwaartse kracht\* op xyleem celwanden) naar de watervrije zones kan getrokken worden. (Via diffusie naar stomata)

\* negatieve hydrostatische druk

-> trekkracht op waterdraad -> gasbelletjes -> gasbellen -> onderbreken waterdraad = cavitatie

**Floëem**

Transport via het floëem wordt door het source-sink principe **(drukstroomprincipe)** geregeld. Dit stelt dat materiaal in oplossing van de source naar de sink d.m.v. een hydrostatische drukgradiënt wordt verplaatst. De translocatie in het floëem is geassocieerd met de waterstroom veroorzaakt door transpiratie en de continue recirculatie van water in de plant.

De translocatie start met het opnemen van suiker in een zeefvat in de buurt van een source cel (mesofylcel of een bundelschedecel van een kleine nerf). Dit wordt **floëemlading** genoemd. Door de verhoogde suikerconcentratie wordt de waterpotentiaal negatiever en wordt het water uit het nabij gelegen xyleem osmotisch aangezogen. Hierdoor ontstaat een hogere hydrostatische druk in het zeefvat gelegen aan het source einde van het floëem. Tegelijk wordt suiker ontladen **(floëemontlading)** aan het sink einde. De hydrostatische druk wordt dus lager dan het water dat het zeefvat verlaat en naar het xyleem vloeit. Zolang de lading/ontlading doorgaat, blijft de hydrostatische gradiënt bestaan.

Geef de indeling van de nutriënten in de plant volgens hun biochemische functie en bespreek de relatie tussen de concentratie van de nutriënten en de groei van het plantenweefsel. (HS 4)

1. Verworven door oxidatie/reductie en vormen een covalente binding met C en organische verbindingen. => N en S
2. Energieopslag en behoud van structuur: vooral esters met fosfaat, boraat en silicaat (F, B, Si) covalent gebonden aan hydroxylgroep van organisch molecule.
3. Vrije ionen in water of elektrostatisch gebonden aan organische zuren in de celwand. Vooral cofactoren en voor de regulatie van het osmotisch potentiaal. (K+, Ca+, Mg+, CL+, Mn+, Ng+,)
4. Elementen in redoxreacties dus elektronen worden overgedragen. (Fe, Zn, Cu, Ni, Mo)

Deficiënties in mineralen verstoren het plantenmetabolisme. Een tekort van essentiële mineralen uit zich vaak in specifieke symptomen. Een bepaalde deficiëntie heeft bv een specifiek patroon van ontkleuring in het blad voor gevolg. De diagnose van het ontbrekend element is echter complex omdat:

* Deficiënties van verschillende elementen vaak gelijk optreden.
* Deficiënties/overmaat van één element vaak hetzelfde voor een ander element met zich meebrengt.
* Sommige virussen gelijkaardige symptomen veroorzaken.

Sommige elementen verplaatsen zich gemakkelijk van het ene naar het andere orgaan, terwijl andere immobiel zijn in de plant. Deficiënties in immobiele elementen treden eerst op in de jonge bladeren, terwijl die van mobiele elementen eerst in oudere bladeren optreden.

1. N-beschikbaarheid beperkt landbouw-opbrengst -> chlorose = vergelen van balderen en anthocyaanvorming = verroden
2. Necrose = afsterven bladeren

* Beschikbaarheid mineralen varieert met pH

Welke zones onderscheidt men in de wortel met betrekking tot minerale voeding? (HS 4)

De micro-omgeving van de wortel wordt de **rhizosfeer** genoemd. Als die arm is aan water en nutriënten groeit het wortelsysteem langzaam, terwijl als er voldoende van alles is, dit sneller kan groeien dan de bovengrondse scheuten.

Bij monocotylen heeft men: 3-6 **primaire wortel assen** vanuit het zaad en tijdens de groei ontwikkelt de plant **bijwortels**.

Bij dicotylen planten ontwikkelt het wortelstelsel zich uit de **hoofdwortel**, die secundaire diktegroei kan vertonen en later vertakt tot een uitgebreid lateraal netwerk.

In het uiteinde van de wortel worden verschillende zones onderscheiden, met name:

* **Merismatisch zone:** deling en vorming wortelkap, rol in bescherming en gravitropie (bepalen groeirichting), rustcentrum.
* **Elongatiezone:** celstrekking, vorming van endodermis.
* **Maturatie (of differentiatie) zone:** strekking en differentiatie, wortelhaarvorming.

Bespreek het drukstroomprincipe voor floëemlading en –ontlading + leg uit source en sink. (HS 5)

**Source cel:** Een begeleidende cel van een zeefvat dat in de buurt ligt van cellen die te veel sucrose synthetiseren (bv. Volwassen bladeren).

**Sink cel:** Een begeleidende cel van een zeefvat dat in de buurt van cellen liggen die sucrose en andere bouwstoffen meer nodig hebben (bv. Jong blad).

Transport via het floëem wordt door het source-sink principe **(drukstroomprincipe)** geregeld. Dit stelt dat materiaal in oplossing van de source naar de sink d.m.v. een hydrostatische drukgradiënt wordt verplaatst. De translocatie in het floëem is geassocieerd met de waterstroom veroorzaakt door transpiratie en de continue recirculatie van water in de plant.

De translocatie start met het opnemen van suiker in een zeefvat in de buurt van een source cel (mesofylcel of een bundelschedecel van een kleine nerf). Dit wordt **floëemlading** genoemd. De weg die moet afgelegd worden van een cel waar de fotosynthese gebeurt tot het zeefvat is kort. In het algemeen wordt aangenomen dat sucrose zich door diffusie van mesofylcellen naar floëemparenchymcellen verplaatst, waarschijnlijk via de plasmodesmata. (Niet helemaal duidelijk)

Vanaf dit punt kan het via de **symplastisch weg**, waarbij de sucrose gewoon verder via de plasmodesmata in zeefvaten terechtkomt. Hierbij werd het **polymeer trap model** voorgesteld: Volgens dit model zou sucrose vanuit de mesofylcel of bundelschedecel diffunderen in de begeleidende cel via de plasmodesmata. In de begeleidende cel wordt de sucrose omgezet tot een oligosacharide zoals raffinose en stachyose dat te groot is om terug te diffunderen door het plasmamembraan, het zit gevangen “trapped”. Vervoer is dan mogelijk via de massaflux doorheen de zeefvaten.

Ze kunnen ook via het plasmamembraan in de celwandruimte terechtkomen vanwaar het opgenomen wordt door het zeefvatbegeleidende celcomplex. **(Apoplastische weg).**

Stijging [suiker] -> -Ѱw -> H2O uit xyleem osmotisch aangezogen

Tegelijk wordt suiker ontladen **(floëemontlading)** aan het sink einde. De hydrostatische druk wordt dus lager dan het water dat het zeefvat verlaat en naar het xyleem vloeit. Het probleem is in principe hetzelfde als voor floëemladen, maar omgekeerd.

De symplastisch weg zou via de plasmodesmata verlopen en de flux zou ontstaan doordat de sucrose zou omgezet worden tot glucose en fructose die verder verbruikt worden, zodat een concentratiegradiënt ontstaat.

De apoplastische weg: Sucrose komt in de apoplast door eenvoudige diffusie. De sucrose wordt gesplitst tot glucose en fructose en opgenomen door sink-cellen via gefaciliteerd transport. Eens in de sinkcel wordt terug sucrose gevormd en als voorraad opgeslagen in de vacuole.

Bespreek de symbiotische stikstoffixatie (soort biologische stikstoffixatie) bij vlinderbloemigen (gastheer). Met welk probleem worden de endosymbiotische N-fixerende bacteriën geconfronteerd? (HS 6)

Stikstoffixatie = N2 -> NH4 en NO3 -> NO2- -> NH4+

**Kolonisatie en nodule initiatie**

Wortels scheiden aminozuren, suikers en organische zuren af die kunnen dienstdoen als voedingsstoffen voor rhizobia en andere micro-organismen **(chemotaxis)**. Ook worden een groot aantal flavonoïden (niet chemotactisch) uitgescheiden, die belangrijk zijn voor de **nod factor.** Na de kolonisatie wordt deze gesynthetiseerd door de bacterie. Nod factoren zijn chitine afgeleiden met een vetzuurstaart **(lipo-chito-oligosacchariden)**. Ze worden gesecreteerd door de rhizobia en uitgescheiden in de rhizosfeer. Daar induceren zij een aantal belangrijke veranderingen in de groei en het matbolisme van de wortel van de gastheer: o.a. verhoogde wortelhaar productie en vertakking en krulling van de wortelhaartop.

Voordat de gastheer gekoloniseerd wordt, scheiden de rhizobia (= microsymbiont) ook een mitogeen signaal uit waardoor celdeling in de wortelcortex wordt geïnduceerd en een **primair nodule meristeem** ontwikkelt. Dit is de zone waar uiteindelijk de nodule zal ontwikkelen. Een tweede meristeem ontwikkelt in de pericykel. Deze twee celdelingszones zullen vergroeien en vormen de uiteindelijke nodule.

**Invasie van de wortelharen en de infectiedraad**

De bacterie moet de celwand van de gastheer binnendringen. Het celmembraan invagineert zodat een tubulaire instulping van het plasmamembraan ontstaat **(infectiedraad)**. Deze bevat de koloniserende bacterie. Ze elongeert door toevoeging van vers membraanmateriaal door middel van fusie met vesikels afkomstig uit het golgi-apparaat. De rhizobia komen niet terecht in de eigenlijke cel. De draad elongeert verder tot het de basis van de wortelhaarcel bereikt. Hier moet de infectiedraad versmelten met het plasmamembraan van de volgende cel. De rhizobia blijven ondertussen delen en de infectiedraad beweegt zich doorheen de cortex zodat verschillende cellen geïnfecteerd worden.

**Vrijstelling bacterie**

Membraan van de infectiedraad vormt vesikels die elk een of meerdere bacterie bevat. Kort nadat ze zijn vrijgesteld, stoppen ze met delen. Ze groeien en differentiëren tot N-fixerende cellen **(Bacteroïden).** Ze blijven omgeven door een membraan, het **peribacteroïd membraan.**

Nodulen groeien door de activiteit van het nodule meristeem. Tijdens de groei van de nodule worden vaatbundels aangelegd waardoor een verbinding ontstaat met de vaatbundel van de wortel van de gastheer. Deze is noodzakelijk voor de aanvoer van koolstof, aangemaakt door de fotosynthese, en voor de afvoer van het gefixeerde stikstof van de nodule naar de plant.

**Probleem voor N-fixerende endosymbionten**

Het nitrogenase (N2 -> NH3) is gevoelig voor zuurstof. Zowel het Fe- als het MoFe-proteïne worden snel en irreversibel geïnactiveerd door moleculaire zuurstof. Toch is zuurstof nodig voor de respiratie. Dit kan op verschillende manieren opgelost worden:

* Enkel stikstof fixeren onder anaerobe condities. ATP is wel minder efficiënt onder deze condities.
* Het stikstofapparaat scheiden in **heterocysten**. Deze hebben een meerlagige celwand die de diffusie van zuurstof tegenhoudt.
* In de nodulen wordt de zuurstoftoevoer gereguleerd door de aanwezigheid van **leghemoglobine,** geproduceerd door de gastheer. Het zorgt voor controle op de vrijstelling van zuurstof in de buurt van de bacteroïde.

Wat zijn secundaire metabolieten? Waarvoor dienen ze? Welke (sub)groepen onderscheiden we? Geef vb’en en vertel iets over de structuren. (HS 7)

Primaire metabolieten: synthese essentiële componenten (eiwitten, lipiden, ...)

Secundaire metabolieten zijn organische moleculen die geen onmiddellijke rol hebben in de ontwikkeling en groei van de plant. Ze komen meestal voor in zeer lage hoeveelheden. Sommige van deze moleculen dienen om het effect van vraat van insecten of dieren te verminderen of zijn op een andere manier betrokken bij de bescherming van de plant. Meestal is het belang van deze moleculen in de plant niet duidelijk. Vaak soort-/orgaan-/celspecifiek.

* **Terpenoïden:** opgebouwd uit dezelfde basiseenheid van vijf koolstoffen, namelijk isopentaan. Deze monomeren worden dikwijls isopreeneenheden genoemd. Een voorbeeld is **pyrethrin** en is betrokken in de defensie tegen vraat door insecten. Ook in essentiële olieën.

Bv. Hemiterpenoid = vluchtig product

* **Glycosiden:** bevatten allemaal een glycosidische verbinding tussen suiker gecondenseerd aan een hydroxylgroep.
  + **Saponinen:** terpeen + suikergroep. Zonder suikergroep: **aglyconen**. Hebben de eigenschap om te reageren als **detergent** door de hydrofiele suikergroep en hydrofobe terpeen. Ze zijn niet toxisch, maar smaken wel bitter. Hebben een toepassing in detergenten, shampoo en tandpasta. Hemolytisch effect.

Bv. Zeephuid

* + **Cardiacale glycosiden:** structureel gelijk aan de saponinen, maar te onderscheiden door de lacton-ring en zeldzame suikers als suikergroep. Ze verstoren de werking van de Na/K-ATPase pomp die de werking van de hartspier reguleert.
  + **Cyanogene glycosiden:** Als basis een aminozuur (Phe, Tyr, Val, Ile) en een suikergroep. Na enzymatische afbraak wordt HCN vrijgesteld. Meestal na verwonding van het weefsel omdat de enzymen en de glycosiden gescheiden zitten.
  + **Glyosinolaten:** N- en S-houdende componenten. Precursoren van mosterdolie. Economisch belangrijk voor de smaak van kolen, broccoli en bloemkool.
* **Alkaloïden:** Geen chemisch verwante moleculen. Wel gemeenschappelijke kenmerken:
  + Hoge oplosbaarheid in water.
  + Aanwezigheid minstens 1 N-atoom.
  + Hoge biologische activiteit.
  + Licht basisch karakter.
  + Heterocyclisch
  + Interfereren met neurotransmitters

Bv. Cafeïne

* **Fenolen:** Gehydroxyleerde aromatische ring. (Biosynthese begint bij aromatische AZ’en en overal behalve dierlijke organisme) Ze bepalen de smaak van heel wat producten zoals kaneel, vanille, gember, … en de geur van orchideeën. Precursoren: Phe en Trp.
* **Flavonoïden:** Veelal opgeslagen in vacuole. Zorgen voor de bloemkleur (anthocyanen), bescherming, UV, plant-bacterie interactie (e.g. Rhizobium). Bestaan uit 3 ringstructuren

Bv**.** Bloemgeur roos = cyaniden

Wat is de rol van ABA en gibberelline op de dormantie en kieming van zaad? (HS 8)

**ABA:**

Gedurende de eerste stadia van embryogeneese, is er geen tot weinig ABA detecteerbaar. Het is pas tijdens de latere fases van embryonale ontwikkeling, wanneer de GA en IAA-gehaltes beginnen te dalen, dat ABA-niveaus beginnen te stijgen. De hoogste waarden worden gevonden tijdens het maturatiestadium wanneer het zaadvolume en het drooggewicht ook hun maximum bereiken. Maturatie van het embryo wordt gekenmerkt door een afbreken van de zaadgroei, de accumulatie van nutriëntenreserves en de ontwikkeling van tolerantie tegen uitdroging. Eén mogelijkheid is dat ABA de ontwikkeling van vivipary (een kieming die plaats heeft voor dat het embryo volwassen is of het zaad bevrijd is van de vrucht) dient te voorkomen. ABA inhibeert ook de GA-geïnduceerde α-amylase biosynthese (zie verder) in granen.

**Gibberelline**

Behandeling van een embryoloos deel van een gerstzaad met gibberellinezuur zal het aanzetten tot de aanmaak van hoge niveaus α-amylase (dit breekt het zetmeel bevattende endosperm af en daarodoor begint het zaad te kiemen). Voor GA-gestimuleerde α-amylase afscheiding, is de aleuronelaag, een laag cellen die in het endosperm in zaden van grassen omringen, noodzakelijk.

Hoe komt het dat een infectie van *Agrobacterium tumefasiens* resulteert in een tumor? (HS 8)

Dit is een bacterie die gewond weefsel, meestal in de overgangszone van wortel naar stengel, infecteert. Cellen in de onmiddellijke nabijheid van dit weefsel, zullen grote, ongedifferentieerde celmassa’s, **“Crown gall” tumoren** genaamd, vormen.

Infecterende stammen van *Agrobacterium* bezitten een circulair extra chromosomaal DNA: het TI of tumor inducerende plasmide. Een deel van dit plasmide (het **T-DNA**) bevat de genen die coderen voor de enzymen verantwoordelijk voor de synthese van cytokinine, auxine en een klasse koolstof- en stikstofrijke componenten (**opines**). Deze genen komen niet tot expressie in de bacteriën, maar worden via invasie overgebracht naar het nucleaire DNA van de gastheerplant. De gastheer wordt dus getransformeerd, waarna de ingebrachte genen tot expressie komen. De getransformeerde cellen produceren hierdoor een overmaat aan cytokinine en auxine waardoor neoplastische groei wordt gestimuleerd. Deze cellen produceren ook opines, die eerst en vooral dienen als stikstof- en koolstofbron voor de invaserende bacteriën.

Geef de 5 hormoonsoorten (= fytohormonen) + eig. + algemene structuur + rol (kort) (HS 8)

* **Auxine:** Worden gesynthetiseerd in de apex van stengels en wortels en worden doorheen de plant-as getransporteerd. Ze worden voornamelijk gekenmerkt door hun capaciteit om de celstrekking te stimuleren in geïsoleerde stengel en coleoptielsecties, maar ze beïnvloeden ook tal van andere ontwikkelingsresponsen zoals: wortelinitiatie (apicale dominantie), differentiatie van vaatweefsel, tropie, ontwikkeling van okselknoppen, bloemen en vruchten.

***Precursor:*** IAA (Indool-3-azijnzuur). ***Kenmerk:*** zure zijketen op aromatische ring.

Dosis-respons curve! Effect stijgt tot een bepaald punt.

* **Gibberellines:** Worden geproduceerd door hogere planten en fungi. De exogene toediening van gibberellines geeft aanleiding tot hyperelongatie van stengels. Verder spelen ze ook een belangrijke rol in de zaadkieming, de mobilisatie van reserves uit het endosperm tijdens de vroege embryonale groei en de bloem- en vruchtontwikkeling.

***Kenmerk:*** ent-gibberelline structuur, carboxyl groep op C7 voor biologische activiteit en OH groep op C2 voor inactivatie.

C20 of C19 - gibberelline

* **Cytokininen:** Hebben een stimulerende werking op celdeling in weefselculturen. Stengel- en worteldifferentatie. Groei laterale knoppen, bladexpositie, -senescentie, chlorofylontwikkeling

***Kenmerk:*** N6-gesubstitueerde derivaten van adenine = purinebase

***Bv.*** Kinetine (DNA-afbreken)

* **Abscisine zuur (ABA):** Terpenoïd betrokken in de regulatie van zaadkieming, de inductie van synthese van opslagproteïnen en de respons op waterstress.
* **Ethyleen:** Gasvormige koolwaterstofverbinding. Ethyleen is niet nodig voor normale vegetatieve groei, maar kan wel van significante betekenis zijn voor de ontwikkeling van wortels en scheuten. Ontstaan in stresssituaties en fruitrijping.

Wat is oxidatieve stress en wat is het antioxidatief systeem in planten? Bespreek de rol en eigenschappen van (ten minste) 4 moleculaire en 2 enzymatische antioxidantia. (HS 9)

Oxidatieve stress (productie ROS > capaciteit om deze te verwijderen) is het gevolg van condities die de vorming van **actieve zuurstof species** (ROS) bevorderen. Ze worden gevormd in allerlei mogelijke suboptimale condities bij zowel biotische als abiotische stress. => Schade aan lipiden, eiwitten en nucleïnezuren.

Het geheel van de reacties die in de plant ervoor zorgen dat gevormde zuurstofradicalen weggevangen en onschadelijk gemaakt worden, noemt het **antioxidatief systeem**. De niet enzymatische componenten (ascorbaat, catalase, …) in planten zijn meestal kleine moleculen en worden moleculaire antioxidantia genoemd (vitamine C, GSH, caroteen, …). Deze componenten werken door de reductie van ROS waarbij ze zelf een elektron afstaan. Na oxidatie zullen de antioxidantia zelf terug gereduceerd worden in een aantal enzymatische stappen. Uiteindelijk leidt dit tot het verbruik van NAD(P)H en wijst dus op een energie verbruikend proces.

Moleculaire oxidantia:

* **Ascorbaat** (Vitamine C): Afgeleid uit het suikermetabolisme. Wateroplosbaar. O.a. in de vacuolen terug te vinden.
* **Carotenoïden:** O.a. in de plastiden terug te vinden.
* **Glutathion:** Tripeptide (Glu, Cys, Gly). O.a. in de mitochondriën.
* **Tocoferol** (Vitamine E): O.a. in celmembranen.

Enzymatische antioxidantia:

* **Ascorbaat peroxidase:** Ascorbaat-glutathion cyclus. O.a. in het cytosol.
* **Catalase:** afbraak waterstofperoxide in de glyoxisomen/peroxisomen.
* **Glutathion reductase:** Ascorbaat-glutathion cyclus. O.a. in het cytosol en mitochondriën.

Bespreek biotische stress + hypergevoelige respons + systemisch geïnduceerde resistentie. Ook gen-gen model. (HS 9)

Onder biotische stress verstaan we aanvallen van bacteriën, virussen, schimmels, invertebrata of zelfs andere planten.

**Optioneel**

Voordat een plant ziek kan worden, moet ze eerst succesvol geïnfecteerd worden. Pathogenen kunnen de plant binnen dringen door zelf een opening te maken met enzymatische reacties of door bestaande openingen te gebruiken (wonden, stomata). Eens binnen kan hij drie strategieën gebruiken. Als de plantencel enkel als substraat gebruikt wordt en daarna sterft, spreekt men van **necrotrofen.** **Biotrofen** laten de plantencellen leven. Een tussengroep zijn de **hemibiotrofen,** waarbij de cellen initieel in leven worden gehouden maar in een later stadium van de infectie gedood worden.

Slechts een klein deel van de pathogeen infecties zal resulteren in een zieke plant om volgende redenen:

* Omgevingsfactoren zorgen ervoor dat de pathogeen zich niet verder kan ontwikkelen.
* De aangevallen plant is geen gasteer voor de pathogeen.
* De plant heeft al een barrière om de infectie te verhinderen = **niet gastheer specifieke resistentie.**
* Na herkenning van de pathogeen zullen er defensiemechanismen geactiveerd worden die ervoor zorgen dat de invasie door de pathogeen beperkt wordt.

**Hypergevoelige respons (HR)**

Na herkenning van een genetisch incompatibele pathogeen **(Fig. 9.26 p170)** zullen er complexe series van defensie responsen geactiveerd worden. Dit is een zeer gecoördineerd proces zowel in tijd als in de ruimte zodat enkel de nodige plantencellen effectief worden ingezet in de defensie. Volledige activatie van deze respons gebeurt binnen de 24u en leidt meestal tot zeer gelokaliseerde celdood (te zien als kleine necrotische vlekjes). Hierbij worden onder meer ROS (vooral H2O2 en O2°-) geproduceerd die in de haard van de infectie celdood opgang kunnen brengen waar ze aan de rand eerder gebruikt worden in processen waar de celwand verstrekt wordt om verdere spreiding van pathogenen tegen te gaan. De activatie van deze defensiemechanismen die leiden tot de gelokaliseerde celdood wordt de **hypersensitieve respons (HR)** genoemd.

**Systematisch geïnduceerde respons**

Binnen enkele uren van de infectie worden ook dikwijls defensie responsen waargenomen in de weefsels ver weg van de plaats van infectie of zelfs soms in naburige planten. Dit wordt **systematisch verworven resistentie** of **SAR** genoemd. In de respons (HR) worden bepaalde secundaire metabolieten geproduceerd die als signaal naar andere cellen of weefsels gestuurd worden om deze voor te bereiden voor een volgende aanval. Eén voorbeeld is **salicylzuur** dat kan omgezet tot het vluchtige methylsalicylzuur zodat ook naburige planten resistent worden. (Ook **Jasmonaten**).