

Fysieologie (Planten) ↘ oppervlaktecellen (epidermis)  
Planteel! ↘ grondweefsel (parenchym, collenchym, sclerenchym)  
vascular weefsel (xylem, floëem)

- \* celwand (rigide): - primaire, middenlamella die cellen na deling scheidt  
- secundaire, lignine + stippeh (discontinuïteit v/d celwand)
- \* centrale vacuole (samenmelting provacuolen of toename van 1 v/d vele provacuolen)  
→ kenmerk (membran): transporthulpproteinen → flux: ionen & organische moleculen  
→ inhoud: water & opgeloste anorganische ionen, organische zuren, suikers, enzymen & secundaire metabolieten  
⇒ osmotische opname water (neert groot volume v/d cel in)  
↳ turgordruk: celexpansie & structurale rigiditeit
- cintellulaire vacuole: opslag cintuit
  - lytische vacuolen: hydrolytische enzymen voor afbraak (cintafbraak, organel afbraak)  
↳ fusie met autofagosoom  
(Fagocytose; insluiten & afbreken celvoerend materiaal / partikels v/d cel)
- \* Plastiden → meristem cellen: proplastiden ~~met chlorofylle~~
- ↳ verdere ontwikkeling onder invloed van licht
  - reversibele overgangsprocessen
  - etioplast (in donker) → prolamellare lichaampjes, chaotische ordening van stukjes  
→ protochlorofylle
  - chloroplast (chlorofyl) → dubbel membraan (= thylakoidmembraan)  
→ thylakoiden > grana (verbonden door stroma lamellen)  
↳ cintuit & pigmenten voor fotosynthetische reactie  
↳ ATP synthetase
  - stroma = lumen
  - semi-autonoom organel (= mitochondria)  
↳ eigen DNA (ontwikkeld uit endosymbiotisch organisme)  
↳ nucleair DNA in specifieke zones = nucleoïden
  - polyploid in gedifferentiëerde cellen (cydine ontwikkeling)  
↳ mitochondriën polyploid in meristematische cellen
  - codent voor rRNA, tRNA, grote subeenheid Rubisco  
(Kern codent voor kleinere subeenheden)
  - ↳ mitochondriaal DNA: ribozomale cintuit & elektrotransport

- \* Mitobodien → gespecialiseerde metabolismische functie
- peroxisoom: verwijderen waterstof van organische moleculen (verbruik van O<sub>2</sub>) & afbreken H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (schadelijk)
  - glycosoom: opslag olie & enzymen voor glyoxylaat cyclus  
↳ omzetting opgerolgen vetzuuren in suikers
- ↳ katalyseren van oxidatieve reacties

- Plasmodesmena → desmofibulum: dunne buis van ER ~~met ER netwerk~~ cytoplasma
- (stippels)
- cytoplasmatische mons: transport macromoleculen (wimte desmofibulum = PM)
  - ↳ afgeleid door globulaire cintuit (microkanalen)
  - ↳ (dynamische) exclusielijnnet (grootte v/d macromoleculen)
  - continuum van cytoplasm = symplast
  - ↳ cel-cel communicatie
- \* primaire: hydren, cytotintse fusie gelijkwaardig thv celplaat ~~met~~ (vorming middenlamella)
- ↳ celplaat bevat porien (centraalholec spelfiguur: ER & microtubuli)
  - ↳ verhindert fusie
- \* secundair: na vorming v/d celwand
- ↳ uitstulping plasmamembranen
  - ↳ verandering primaire plasmodesmena
  - ⇒ actieve afbraak celwand na deling

## Stomata (huidmondjes)

- controle transpiratiesnelheid (cuticula = wasachtige laag bladoppervlak die watertransport verhindert)
- diffusie afhankelijk v/d concentratiegradient water in mesoel & atmosfeer
- bladweerstanden: - stomatale weerstand  $R_s$   
- grenslaag weerstand  $R_g$  (concentratiegelijke luchtlag op bladoppervlakte)
- gemiddelde afgifte van water door luchtvering  
veranderlijk met windrichting & anatomie blad
- shutcellen reguleren stomatale opening (noodzakelijk voor fotosynthese)
  - halvemaanvormig (gramen) → geflankeerd door nevencellen ⇒ stomatale complex
  - nervormig (dicotylen, ...)
- gespecialiseerde celwandstructuur met radiale verdikkingen (cellose fibrillen)
  - kromming (ε opening) bij ruitgeometrie van cellen
- respons op waterstatus, licht & CO<sub>2</sub> concentratie
- verhoogde ionenpompe & roename opgeloste stoffen in cytoplasma
  - verlaging osmotische potentiële  $\Psi_s$
  - wateropname
  - roename turgor
  - opening stomatale porie & verhoogde gemitusseling

Waterpotentiële = chemische potentiaal water gedeeld door partikel molaal volume water  
 ↳ vrije energie water, bepaalt vermogen om werk te verrichten  
 ↳ bepaalt v/d beweging water in systeem

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g \quad [\text{J/m}^3]$$

\* Osmotische potentiaal  $\Psi_s$  ⇒ effect v/d hoeveelheid opgeloste stof

$$\rightarrow \text{Wkt van van't Hoff} \quad \Psi_s = -RTc_s$$

$$R = \text{gasconstante} = 8,32 \text{ J/mol K}$$

$$T = \text{absolute temperatuur}$$

$$c_s = \text{concentratie (osmolaliteit) mol/L}$$

- ⇒ opgeloste stoffen verminderen  $\Psi_w$

\* Drukkpotentiële  $\Psi_p$  ⇒ hydrostatische druk op de oplozing

(druk uitgeoedend door cel v/d celwand)

→ standaard omstandigheden:  $\Psi_p = 0 \text{ MPa}$  (geen drukpotentiële)

↳ cel is niet ruitgevormd "flaccid"

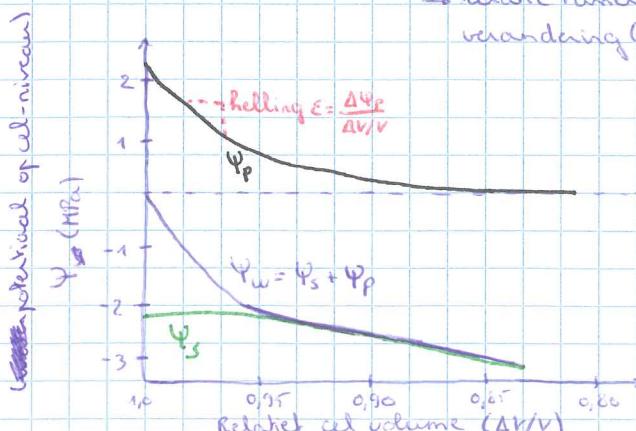
\* Zwaartekrachtpotentiële  $\Psi_g = \rho_w gh$

$$\rightarrow \text{Op niveau v/d cel} \quad \Psi_w = \Psi_s + \Psi_p \quad (\Psi_g \text{ verwantbaar})$$

\* in droge bodems (laag watergehalte) rekening houden met matrixpotentiële  $\Psi_m$

→ Watertransport door osmore volgens waterpotentiëlegradient (hoog → laag)

Hoffler diagram → grafische weergave v/d rigide celwand ⇒ kleine  $\Delta \Psi_w \Rightarrow$  grote  $\Delta \Psi_p$   
 → relatieve invloed de verschillende componenten v/d  $\Psi_w$  by verandering (relatief) celvolume



\* druk → naarmate cel kleint

⇒ cel kan niet v/d celwand (plasmolyse)

bladweerstand: geen druk meer v/d celwand

\* helling: mate van elasticiteit v/d celwand

\* osmotische potentiële neemt ook af

⇒ kleiner volume, concentratie wordt groter

Waterstatus = gehydrateerde toestand

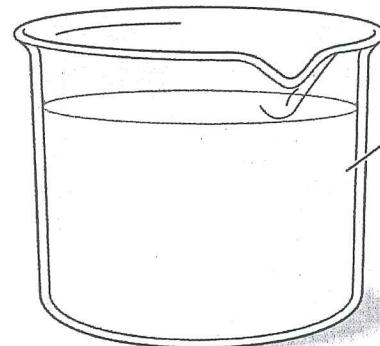
v/c plant

↳ invloed op fisiologische processen dm  $\Psi_w$

## 2 - Water en de Plantencel

Water komt de cel binnen volgens de waterpotentiaalgradiënt

(A) Pure water



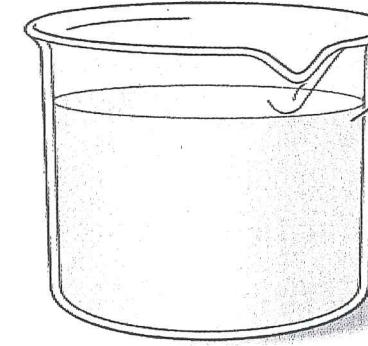
Pure water (standaard omstandigheden)

$$\Psi_p = 0 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = 0 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s \\ = 0 \text{ MPa}$$

(B) Solution containing 0.1 M sucrose



0.1 M Sucrose solution

$$\Psi_p = 0 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = -0.244 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s \\ = 0 - 0.244 \text{ MPa} \\ = -0.244 \text{ MPa}$$

(C) Flaccid cell dropped into sucrose solution

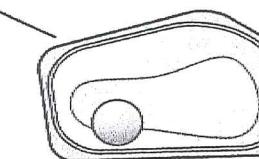
niet hongerende cel (geen drukpotentiaal)

Flaccid cell

$$\Psi_p = 0 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = -0.732 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = -0.732 \text{ MPa}$$

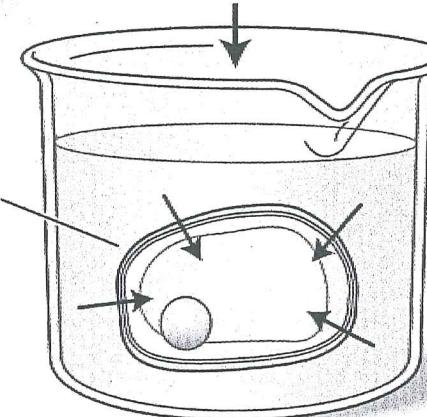


Cell after equilibrium

$$\Psi_w = -0.244 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = -0.732 \text{ MPa}$$

$$\Psi_p = \Psi_w - \Psi_s = 0.488 \text{ MPa}$$



→ negatieve osmotische potentiaal

→ suikerige opl ⇒ waterpotentiaal daalt

\* cel gaat water verlieren

& krimpen = plasmolyse

↳ protoplast = plantencel ~~water~~

los van de celwand

↳ op sommige plaatsen toch nog vastgehecht dmv plasmodesmata

\* cel gaat terug water opnemen = hongerend

## 2 - Water en de Plantencel

Water verlaat de cel volgens de waterpotentiaalgradiënt

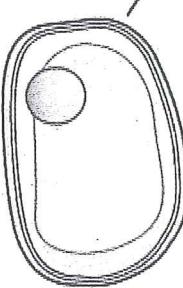
(D) Concentration of sucrose increased

Turgid cell

$$\Psi_p = 0.488 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = -0.732 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = -0.244 \text{ MPa}$$



Cell after equilibrium

0.3 M Sucrose  
solution

$$\Psi_w = -0.732 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = -0.732 \text{ MPa}$$

$$\Psi_p = \Psi_w - \Psi_s = 0 \text{ MPa}$$

↳ toenemende concentratie suiker (waterpotentiaal cel > systeem)  
↳ cel verliest water tot in evenwicht met oplossing ⇒ drukpotentiaal (op de wand) is nergo

↳ verschil in osmotische potentiaal initieert

Watertransport is passief en volgt de waterpotentiaalgradiënt

## Watertransport (xylem)

→ machielen & haartjes (korter & breder)

⇒ "geprogrammeerde celdeed": secundair celwandmateriaal (lignine) afgerukt tydens differentiatie ~~van de celwand~~ + afsterven cel

↳ stijlmembranaan: ~~water~~ water ~~in~~ dringt hierdoor

↳ torus ("klep"): afsluitend stijl, verhindert verspreiding van luchtbellen

### Cohesie-theorie

① "Water wordt omhoog getrokken" → door transpiratie ophoopt er een negatieve druk

v/d intercellulaire壑ter v/d blad

+ cellulose fibrillen v/d celwand vormen capillaire netwerk (capillaire werking)

• cohesie = aantrekking tussen H<sub>2</sub>O-moleculen onderling

• adhésie = aantrekking tussen H<sub>2</sub>O-moleculen & celwand

↳ onder invloed van cohesie & oppervlaktespanning klimt

water naar de waterrijke zones, waar een negatieve druk heerst

\* Cavitatie = ontstaan van gatenbellen die waterhaad verbreken (negatieve hydrostatische druk)  
(hydrostatische druk vloeibaar water = dampdruk vermindering)

↳ bij droge bodems

door oppervlaktespanning

→ succinale bewerking xyleum & floëum

⇒ minimaliseren cavitatie effect

→ herstel gecarneerde cellen door oplossen in xyleensaap

→ fyne poriën (trami) v/d celwand verhindert verspreiding gatenbellen

### Waterabsorptie wortel

→ water voornamelijk opgenomen v/d wortelloop, delen die nog ververteerd zijn met exodermis (ondoorlaatbaar)

\* apoplast: ~~beweging v/d celwanden & extracellulaire壑ter~~ continuum

\* symplast: netwerk celinhoudens (cytoplasma) via plasmodesmena  $\rightarrow \Delta\psi_p$

\* transmembranair transport: cel → cel ~~door~~ membraan  $\rightarrow \Delta\psi_w$

↳ lysen van Caspary: blokkeren apoplastisch watertransport (hydrofoob substraat)

↳ aquaporiner ⇒ energie afhankelijke watertransporatie via metabolismische activiteit (conformiteitsprincipe)

② "Water wordt naar boven gedrukt" → Worteldruk: osmotische potentiaal xyleem verlaagt doordat ionen steeds in oplossing

⇒ aantrekken van water uit omgeving (wortelhaan)

↳ genereren hydrostatische druk in xyleum

wandend water naar boven kan stromen

↳ stoffen in xyleem in oplossing houden ionen

## Minrale voeding

\* essentieel element = intrinsiek component v/d structuur of metabolisme die noodzakelijk is voor normale ontwikkeling (volledige levenscyclus)

### Classificatie op basis van voorkomen

\* macronutriënten

\* micronutriënten

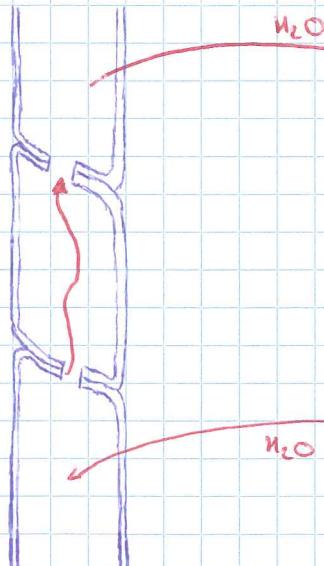


## Druckschöppenprinzip (Flöèm) (Lebende Zellen mit Anpassungen voor ≠ celkomponenten)

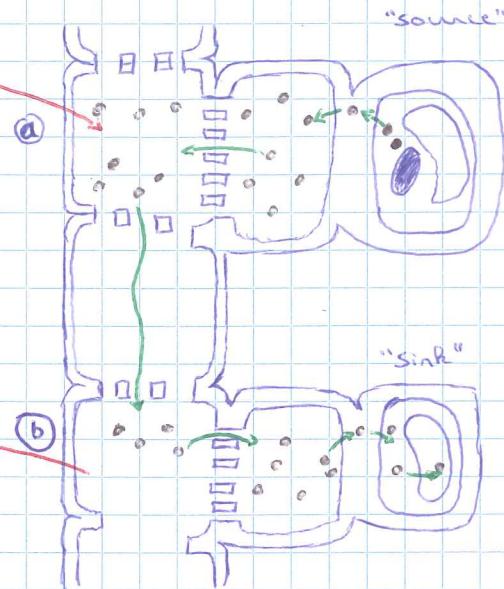
- gemodifiziert, ER (Transport) & PM (Integrität) behalten
- zeeffvaten; lange Zellen mit Zellplatten an elk Ende → cytoplasmatisches Kontakt
- begleitende Zellen (& Mesophylzellen); Durchdringung v. Assimilate Räume
- Flöèm en naburige Mesophylzellen
- Zusammensetzung Flöèmsap: AZ, Süßigkeiten (Energie; C-Bran), Pflanzenhormone
  - ↳ abhänglich v. Umständen
  - ↳ bestimmen Adhv Blattzonen (Stiel als "Büro" v. Verdunstungsschwankungen)
  - \* P-Proteine: wandständig bei Überdruck
    - b) Δ Druck (bv Verdunstung): selektiv abfließen können
  - \* Callose: Ablösung v. Zellplatte bei Verdunstung
  - ↳ bestehen v. Infektion & Verlust Flöèmsap

**Source → Sink** → hydrostatische Druckgradient  
(näherungsweise)

Xylem



Flöèm



- a) Flöèmladung → Assimilate aufgenommen in der "source" Zelle  
→ [Sucrose] ↑ →  $\Psi_w \downarrow$  (Lassen das Wasserpotenzial sinken)  
↳ H<sub>2</sub>O osmotisch angezogen v. Xylem

\* symplastisch (via Plasmodesmen)

→ polymeres Transportmodell: v. mesophyl-/bündelh. Zelle Sucrose n. begleitende Zelle, Umwandlung in Oligosaccharide (zu groß um langsam zu diffundieren)

b) via Mammaphloëm durch Zellplatten

\* apoplastisch (via Plasmamembran v. Zellwandraum)

→ aktiver (co-)Transport gedreven durch Konzentrationsgradienten: ATP-Abbau & Selektionskanäle

- b) Flöèmontladung → Assimilate übertragen nach "sink" Zelle durch (fachliche) metabolisierende Zelle  
Zellplatten - begleitende Zelle Komplex →  $\Psi_w$  minder negativ dan in Xylem

\* apoplastisch: - sucrose durch Diffusion

- Spaltung Sucrose in Fructose & Glucose, aufgenommen durch gefacilitiertes Transport, ⚡ kein Energieaufwand & gespeichert in Vakuole

↳ simultane Prozesse → generieren hydrostatische Druckunterschiede

\* Allocat. = metabolische Eigenschaften (Aktivität) v. Assimilate v. source / sink (≠ lat.)

\* Partit. = Verteilung Räume sink (Kompetition)

↳ beispielhaft durch physikalische Eigenschaften (Spez. & Aktivität) = sinkstärke

\* Xenobiotische Stoff = platzverdrängende Stoff, v. Flöèm (Diffusion & Konkurrenz)

vb) ⚡ altes Blatt → junges Blatt

Blatt → Frucht

→ Wurzel

## Straffestaffifikation

- katalytische reduktie  $\text{N}_2$  door nitrogenase (prokaryota):  
\* vrylewend actief by lage zuurstofconcentratie (microaerofob) & C-rike omgeving  
\* symbiotisch: anasidie gasheer & microsympbiot (rhizobial)  $\Rightarrow$  nodulevorming  
↳ fixasie kost veel Energie

## Vlinderbloemigen

## ① Kolonisatie & nodule initiatie

- Bacteriële vermenigvuldiging in aanwezigheid gasteren
  - Positieve chemotaxis (beweging organisme door concentratiegradiente v/c chemische molecule naar bron) br A2, suikers, ... & flavonoiden (niet chemotatisch, stimulatie/temming nodulatie)
    - ↳ synthese NOD-factor (lipo-chito disacchariden) door bacteriën rhizobia
      - ↳ bacteriën groeien naar wortel toe (colonisatie rhizosfeer)
  - microgaan signal uitgezonden door rhizobie, die celdeeling wortel cortex induceert
    - ↳ primaire nodule meristeem
  - rhizobie scheiden NOD-factor uit v/d rhizosfeer
    - ↳ verandering groei & metabolisme wortel (bv kruising wortelkop)
    - ↳ inducing groei wortelhaan & rhizobie hechten a/d np (tippen)

## ② Invarie & infectiedraadvermindering

- rhizobia "gevangen" i/d knollende tip v/d wortelhaancel
  - binnendringen v/d celwand (degradierende enzymen uitgescheiden voor afbraak celwand)
  - tubulaire instulping v/d PM => infectiedraad (lewt bacterie)
  - ~~uitbouw infectiedraad~~
  - verlenging infectiedraad door inductie van rhizobia i/d apoplast  
(Punie met golgi-vezelkhan ~~en~~) + afstorting nieuwe CW; cytoplasma gescheiden)

### ③ Vrijstelling bacterien

- uitgroeien v/d infectiehaard tot "dooluit"cellen (finale bestemming)
    - ↳ verkleving door fusion met PM (peribacteroid membraan)
  - vijfdeel v/d gasterhecel
    - ↳ stoppen met delen & differentiëren (gracil) tot niet-delfixerende cellen = bacterioiden
  - induceren vorming nodule meststroom (meristematische activiteit: reversieve differentiatie cortexcellen)
    - ↳ verbinding met vaatbundel gasteren (aanvoer: suiker, afvoer: geproduceerde stof)
    - ↳ expressie nodulinen (proteïnen) door NOD-genen

## Biochemisch: nitrogenare

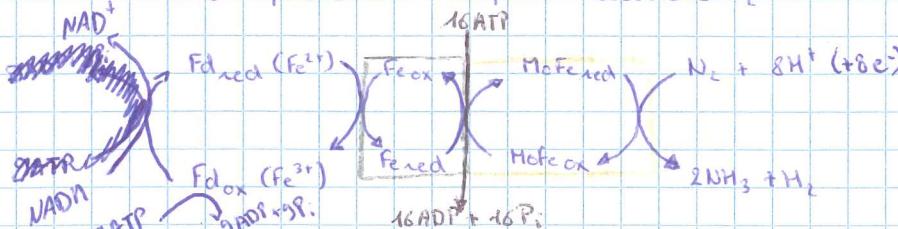
- (di)nitrogenase = multienzyme cavit complex (Fe-proteine & MoFe-proteine)

#### Reductie van ferrodoxine (3ATP)

- \* Ferredokine (primair elektrodonor) gaat Fe-proteïne reduceren

- \* Gereduceerde Fe-proteïne geeft elektronen door aan MoFe-proteïne

- \* MoFe-proteine katalysieren reduktive  $\text{N}_2$ -Fixierung  
 $\text{8NH}_4^+ + 8\text{e}^- + 16\text{ATP} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{N}_2 + 16\text{ADP}$



→ ATP-productie door cellulair respiratie

→ zuurstofgevangel: Fe- & Mo- proteïne geactiveerd door zuurstof

→ ontwikkeling v/c facultatieve anaerobe levenswijze

\* Heterocysten: ~~oppervlak~~ respiratie & N-fixatie structureel schilferen

\* leghemoglobin (synthese door gasteren)  $\Rightarrow$  zuurstofspanning laag houden

 hydrophobe immunogene Anteile von Modulärer H1 (hybride H1)

oxidative met ATP synthase



**Fenolen** → gehydroxyleerde aromatische ring (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>) → ~~aromatische A<sub>2</sub>~~

\* biosynthese: deaminatie phenylalanine → cinnaminszuur (A<sub>1</sub>)

↳ gekatalyseerd door phenylalanine ammonia lyase (PAL)

↳ verdere omzetting tot coumarinezuur (additie -OH)

↳ verdere verwijding -OH & -OCH<sub>3</sub>: caffeïnezuur, feenolzuur

bv) coumarinen: lacton ring (sluiting ringstructuur hydroxycinnamineszuur)

→ karakteristieke geur bij gemaaide granen

→ enkel giftig als omgeset naar dicoumarol oir schimmels: inhibitiëer werking uit K

Lignine → polymer met als basis 3 fenolische alcoholen

→ structurele & defensieve component (niet biologisch verterbaar)

Salicylzuur → signaaltransductie

**Flavonoïden** → afgeleid van fenolische verbindingen (> 400)

→ diverse functies; bescherming tegen UV (verhoogde productie), interactie ~~met bacterie~~

→ opgeslagen in d. vacuolen

bv) anthocyane → bloemkleur

phytoalexinen → bescherming

tanninen (tanninen) → behandeling van huidmateriaal tot leerachtige substanties

**Alkaloiden** → heterogene groep, zonder gemeenschappelijke biosynthese

→ hoge oplosbaarheid water

→ aanwezigheid ≥ 1 N-atoom

→ meestal heterocyclisch (enkele amphipotiel)

→ licht vatbaar

→ medische toepassingen, functie in d. plant: defensie (vrucht & pathogenaanvalen)

→ classificatie volgens ringstructuur

bv) codeïne → opiumstille & koortsverend middel

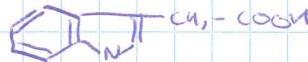
morfine → opiumstille (& drug)

papaverine

nicotine → toxisch voor insecten

Plantenhormonen → chemische bodschappers werkzaam bij "lage" concentraties & meestal op andere plaats dan de synthese

### Auxinen



\* Indol-3-azijnzuur (IAA)

\* synthetische stoffen met auxine-achtige werking: dichlorofenoxycetozuur (2,4-D), indol-3-buterzuur  
⇒ zure zijketen (azijnzuur) of aromatische ring

→ basipetale transport (synthese is dopen v/d stengel & wortels)

→ Cellgroei & stengelelongatie: dosis-respons curve

↳ bepalen vle concentratie vle component indien auxine-werking

↳ effect voeggevoed auxine enkel meetbaar  
in geïsoleerde afgesneden wortels

→ Apicale dominantie: ontwikkeling stengel, controle/onderdrukking zijknopen

↳ optimale concentratie auxine stekelknoppen lager dan voor stengelgroei  
(vermindering v/d stengeltop, herstelt apicale dominantie door voerlegen exogen auxine)

↳ cytokininen werken effect auxine tegen

→ Abscisieduur: auxine & abscisinezuur

↳ blad afschuiven v/d stengel bij het afvallen van bladeren

↳ verhindering infectie garaan door (mogelijk) blokkering xyleem & floëem

→ Indureren van ethyleenproductie (hoge auxine conc.)

↳ inhibtie wortelvorming

↳ remming bloemvorming (uitzondering: Bromeliaceae)

→ Bewonderen vrouwelijke bloemen bij 2-huizige soorten (wanneer bloemvorming reeds geinitieerd)

↑  
Concentratie [IAA]

> 10<sup>-4</sup>M

toxisch ⇒ herbicide

10<sup>-6</sup>

bewondering stengelelongatie & adventiewortelvorming

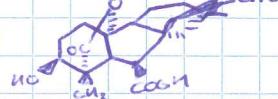
10<sup>-5</sup>M

inhibitie wortelvorming (ethyleenvorming geïnduceerd)

< 10<sup>-8</sup>M

bewondering wortelvorming

### Gibberellinen



\* ent-gibberellaan structuur (terpenoïde): C<sub>20</sub> of C<sub>19</sub> | -COOH op C<sub>7</sub> voor activiteit  
| -OH op C<sub>2</sub> voor inactiviteit

\* gibberellinezuur GA<sub>3</sub>

→ hyperelongatie intact stengelwespel (niet afgesneden), voornamelijk wortels waarbij groei onderdrukt  
bij rozenplanten & divergentiaan

→ mobilisering reserves tydens zaadkiemung

↳ stimulatie afspeling α-amylase (protease) v/d aleuronlaag (diffusie via endosperm)

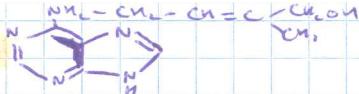
→ bloei/uitdrogen bloemstengel (ook ethyleen v/d dun fotoperiode & temperatuur)

→ belangrijke capaciteit bloemvorming & seksuele karakteristieken v/d bloem (vruchtvorming)

↳ balans gibberelline, auxine & ethyleen

↳ doelbreken v/d juweelde fase v/d plant (minimale ontwikkeling voor ze kunnen bloeien)

## Cytokininen



\* N6-gesubstitueerde derivaten van adenine

- Kinetine (DNA afbraakproduct)
- zeagine (-riboside) (dragen v/c suiker)

→ stimuleren celdeeling in plantenweefsel & celcultuur

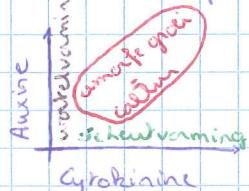
\* vorming callusweefsel door cellen op een artificieel medium (Agar)

↳ ongedifferentieerd plantenweefsel = "ongecontroleerde", voortgaande deling van cellen

↳ bron voor celculturen (cellen van elkaar scheiden & vader late groei onder gecontroleerde omstandigheden)

↳ micropropagatie = differentiatie tot vorming v/c nieuwe plant (zaadkweek)

\* kultivatie: weefsel kan zelf tegen hormoonheterotheid controleren, het is dan onafhankelijk geworden van hormoonvoorziening



⇒ beïnvloeden stengel- en worteldifferentiatie in weefselculturen

→ groei laterale knoppen

→ bladerapsit

→ chloroplastontwikkeling

→ verhogen bladsenecentie

## Infectie Agrobacterium tumefaciens

→ gevond weefsel; vorming ongedifferentieerde celmassa's (callusweefsel) = "crown gall tumor"

↳ Ti-plasmide (tumor inducerend) bacterie bevat T-DNA met coderende genen

voor biosynthese auxine & cytokinine

↳ gen inbouwen v/c chromosoom v/d plantencel (productie overmaat)

↳ uitgroei v/c tumor in geïnfecteerde cellen, die genetisch gewijzigd worden

\* plasmide kan gemodificeerd worden, knippen door restriktie enzymen

br introductie kan-gen; resistentie tegen kanamycine (antibioticum)

## Abscisiczuur (ABA)

(vorming abscisiclaag)

\* terpenoïde structuur

→ regulatie zaadkieming: ~~zaden~~ van viviparie (kieming voordat zaad beweegd)

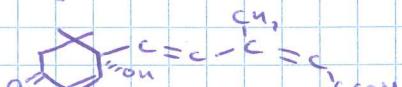
is v/d moederpunt of vrucht)

↳ tydens maturatie embryo: - accumulatie eiwitten & lipiden (reserves)

- inhibtie v/d  $\alpha$ -amylase industrie (afbreker zaadgroei)

- tolerante tegen uitdroging

↳ dormantie  $\sim$  [ABA]



onderdrukker

→ inductie van synthese opslagproteïnen

→ respons waterstress (inhibitie stomatale opening)

## 8 - Fytohormonen

### Fysiologische werking van cytokinine

#### Celdeling en morfogenese

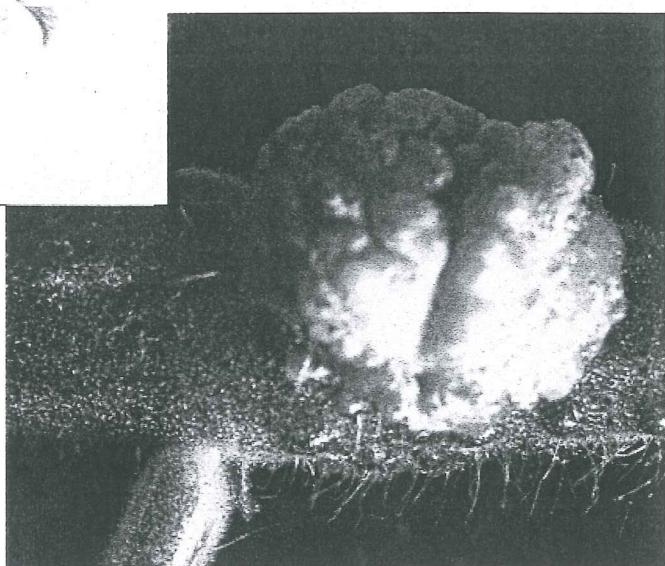
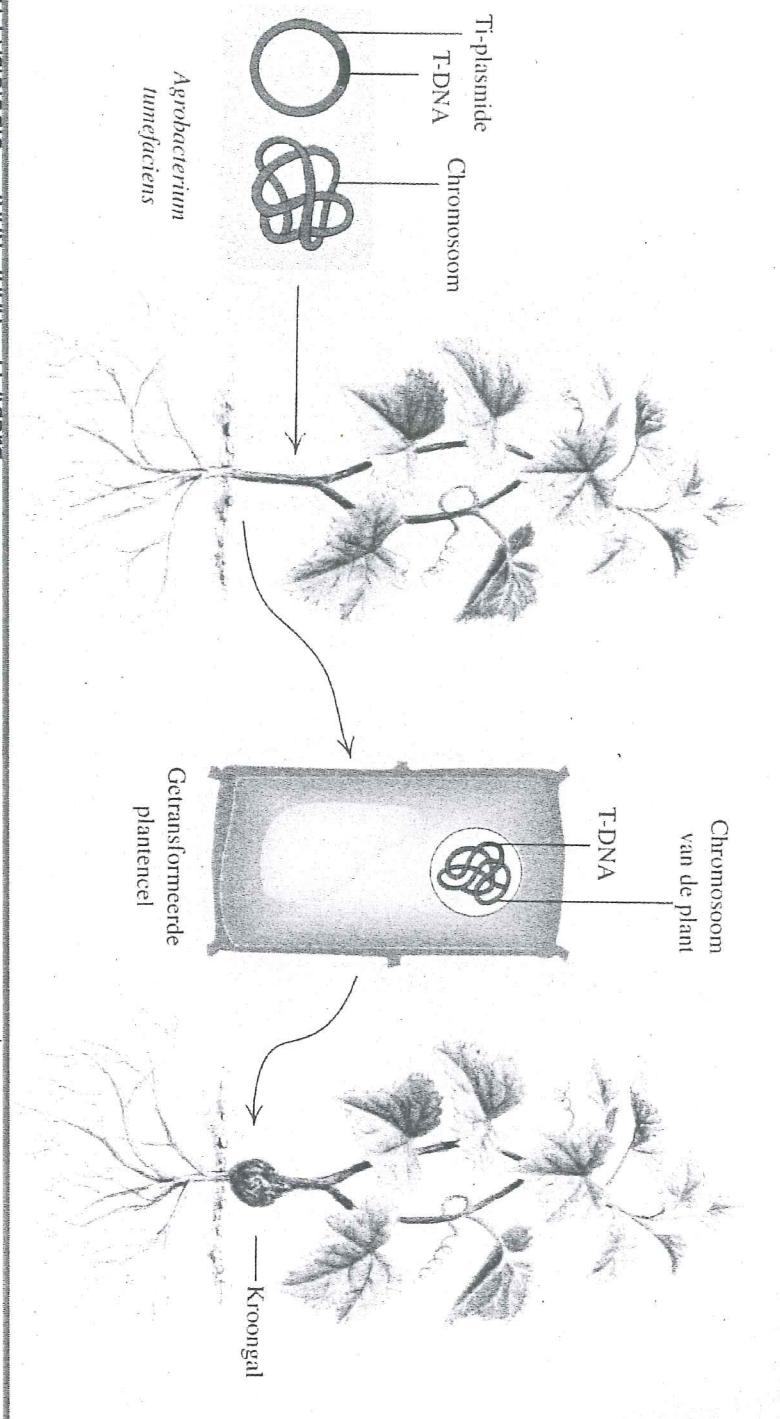
Callusweefsels ontstaan ook bij infectie met *Agrobacterium tumefaciens* → **crown gall** (callusweefsel met veel alwondvorming)

Ti (tumor inductie) plasmide van bacterie bevat T-DNA met genen die coderen voor cytokinine en auxine biosynthese

→ tumor-achtige uitgroei

T-DNA gebruikt voor plantentransformatie !

gen ingeladen in  
chromosoom plantencl



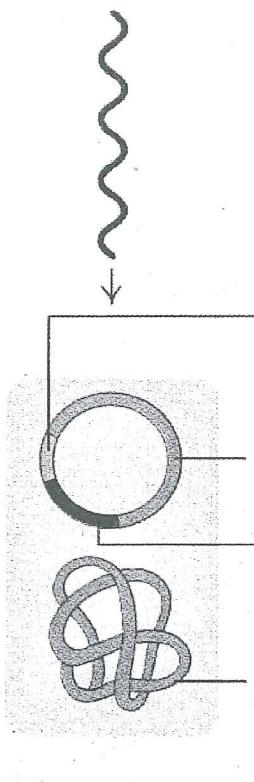
8 - Fytohormonen

## Transformatie van planten met T-DNA

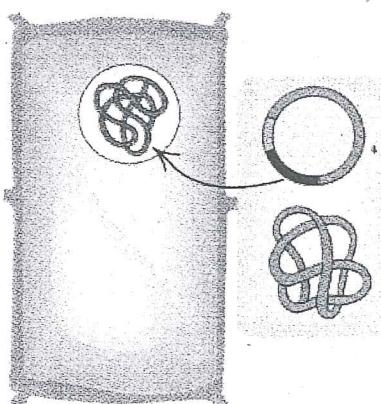
Het *kan*-gen voor → plasmide modificatoren; knippen de reductie-enzymen

1

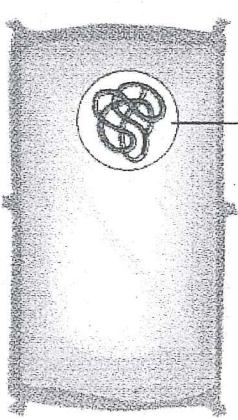
1



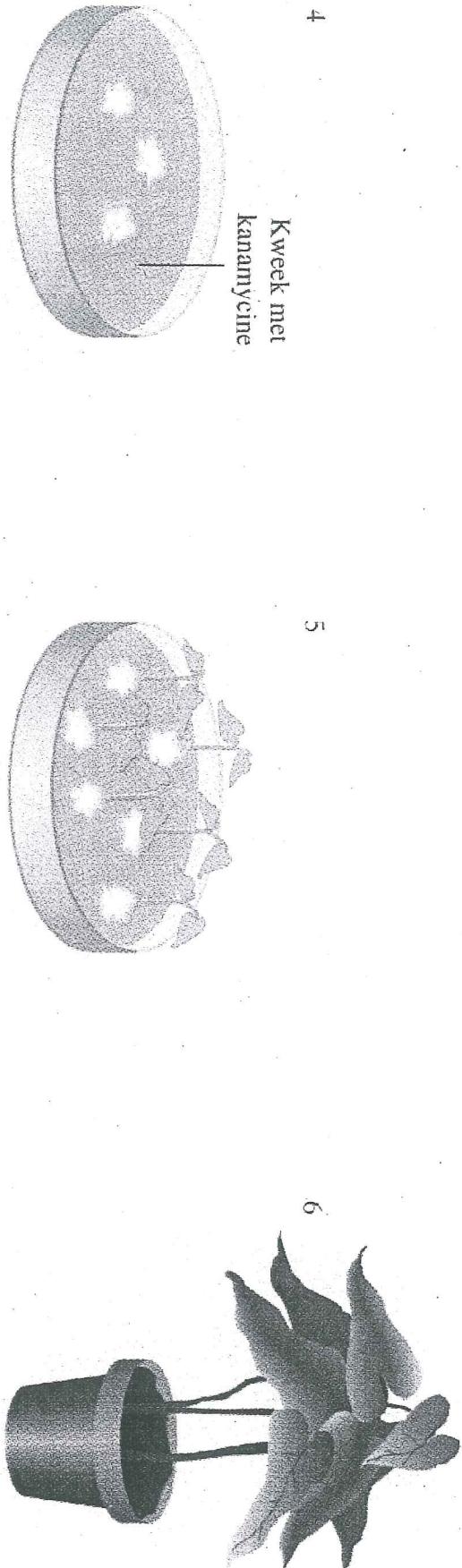
# Introductie van vreemd gen in *Agrobacterium*



## Overdracht van vreemd DNA op een plantencel



## Introductie van DNA in het chromosoom van de plant



4

41

Kweek met  
kanamycine

A black and white photograph of a cross-section of a plant stem, likely a dicot, showing internal structures like xylem and phloem.

Alleen cellen met het *kan-gen* overleven en delen zich in de "kweek"

Uit de cellen ontstaan transgene plantjes

De plantjes groeien uit tot planten met nieuwe eigenschappen

## 8 - Fytohormonen

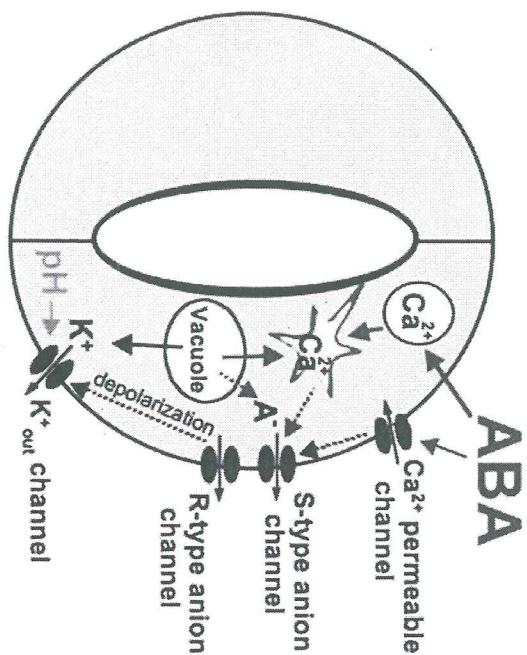
### Abscisinezuur (ABA)

#### Stomatale opening

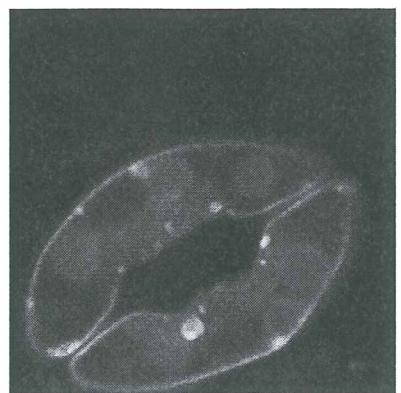
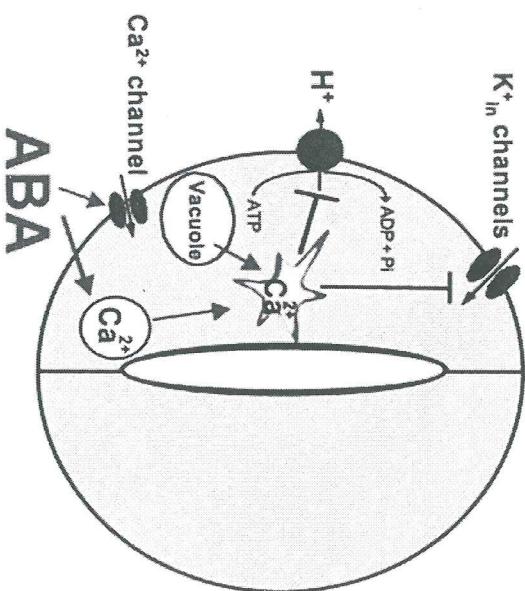
Regulatie waterbalans:

- ABA concentraties laag in planten met genoeg water
- inductie van ABA bij waterstress
- signaaltransductie via  $\text{Ca}^{2+}$ , ionenkanalen, membraan potentiaal

*ABA triggers stomatal closing*



*ABA inhibits stomatal opening*



## Moleculair mechanisme: regulatie stomata (opening & sluiting)

↳ triggering stomatale sluiting

① ABA opgenomen door huidmondje (bij voldoende water lage concentratie ABA)

↳ waterstress: inductie van ABA

↳ verhoging interne  $\text{Ca}^{2+}$ -concentratie in de stomata (2e boodschappensecule)

→ verstelling vanuit opslagplekken (vacuole & ER) in/R cytoplasma

→ activatie  $\text{Ca}^{2+}$  decaalutbare kanalen (permeabiliteit ↑)

②  $[\text{Ca}^{2+}] \uparrow \Rightarrow$  signaaltransductie: openen v/d anionenkanalen, water uit cel gepompt

→ verlaging ionenconcentratie  $\Rightarrow$  beïnvloeding  $\Psi_w$

→ verandering ladingengradient over membraan  $\Rightarrow$  depolarisatie: membranepotentiaal  $\Psi_m$

③ Depolarisatie  $\Rightarrow K^+$ -kanalen worden geopend (repolarisatie)

→ verlies van ionen (mindere ionen in opening:  $\Psi_w \uparrow$ )

↳ cel zal water verlieren = turgescenie  $\Rightarrow$

↳ sluiting stomata

④ Zolang  $[\text{Ca}^{2+}]$  (o.v. ABA) hoog blijft

→ inactivatie ATPase (motorpomp, geen nieuwe ionen naar binnen  $\Rightarrow + \text{K}^{in}$ )

↳ huidmondje blijft gesloten

blokken  $K^+$  in

## Ethyleen $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$

\* synthese voornamelijk als antwoord op stresssituaties, senescentie & rijping

\* synthetische bron = ethephon

\* gasvormige (KWS) verbinding  $\Rightarrow$  diffusie vanaf plaats van synthese

→ stimuleert vegetatieve ontwikkeling

↳ (semi-) aquatische planten: elongatie stengel, wortel, petiole & bloemstructuur

↳ in waterig milieu blijft ethyleen, als gas, opgelost aanwezig (hogere concentratie)

↳ GA synthese

↳ abnormale groei - epinatie = nach bedrukken krullen van ontwikkelende bladeren

↳ verandering zaadkieming

→ stimulatie fruitontwikkeling

+ wijziging v/d later stadium

→ hoge metabiotische activiteit

↳ climacterische piek: gepaard met een steile rijping v/d respiratie

↳ autostimulerend (wrijgeld ethyleen stimuleert eigen synthese andere ruimt)

→ oordendrukken / vertrager bloemvorming

## Reactie planten op stress (suboptimale groeiconditieën: verminderde productiviteit / schade aan plant)

\* aliechtische stress: fysische parameters (temperatuur, droogte, zout, licht, ...)

\* biotische stress: "wat organismen planten aandoen (pathogenen, insecten, competitie, ...)

→ resistent (overleven & voltooien levenscyclus) / gevoelig (sterfje)

↳ vermindering mechanisme (voorkomen van stress)

↳ tolerancemechanisme (ondergaan van stress, zonder ~~en~~ onherroede schade)

→ adaptatie: evolutiioneaire verbetering, constitutief v/d plantensoort aanwezig

↳ bv cactus - fotosynthese stengel

↳ acclimatisatie: aanpassing individuele organisme op verandering levensomstandigheden

↳ bv den - koude tolerantie

↳ veranderingen v/d gen expressie (herkenning stress-signalen  $\Rightarrow$  signaaltransductie)

↳ verandering metabolisme & fysische respons (v/d hele plant)

→ adaptief verdedigen: structuur en functie zijn aanpassing aan omgeving

→ sp. fys. verdediging: geschikte (in)compatibiliteit, anti-herkenning, vaste feste

→ fys. verdediging: vaste feste, vaste vorm, vaste kleur, vaste vorm, vaste kleur

→ chem. verdediging: vaste vorm, vaste kleur, vaste vorm, vaste kleur

→ beh. verdediging: vaste vorm, vaste kleur, vaste vorm, vaste kleur

→ beh. verdediging: vaste vorm, vaste kleur, vaste vorm, vaste kleur

## Ablidische schen

### Watenschen (zoutschen, osmotische schen)

→ verandering in de cel beschrijven adhv: - waterpotentiaal  $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$

- relatieve water inhoud

$$RWC = \frac{\text{vers gewicht} - \text{drooggewicht}}{\text{totaalgewicht} - \text{drooggewicht}}$$

↓ beneden critisch niveau ⇒ afsterven cel

\*  $\Psi_w$  ⇒ water scheidt uit protoplast (inkrimping); interne concentratie opgeloste stoffen ↑  
(als  $\Psi_w$  omgeving negatiever      ↳ ~~schade aan membraanstructuur~~ (porositeit)  
dan  $\Psi_w$  i/d cel)                  ↳ breuk toxische concentratie bepaalde ionen (denaturatie en/of)

\* sluiten v/d huidmondjes ⇒ geen  $\text{CO}_2$  toevoer voor fotosynthese  
(watertekort)

↳ verlaagde fotosynthese-activiteit ⇒ groeicapaciteit ↓  
⇒ beperkt verlies van water via transpiratie

→ hydrofiele sluiting: epidermiscellen rond huidmondjes geen cuticula  
↳ rechtsneks waterverliez; evaporatiesnelheid > aanvoer water  
→ hydrofobe sluiting: ontfering ionfluxen (ABA)

### Osmose

\*  $\Psi_w$  bodem <  $\Psi_w$  wortel ⇒ geen wateropname door plant

↳ osmotische aanpassing: (netto) stijging concentratie oplosbare deeltjes i/d cel

- Δ opname snelheid ionen

- synthetise organische componenten met hoge oplasbaarheid (osmotisch actief)  
die niet interferen met cellulair metabolisme = compatible solutes

↳ osmoprotec: bescherming eiwitten door afschakelen ion tegen te gaan  
↳ ~~oedemvermindering~~ bv Pidine (uitdelen vrye radicalen)

\* versnelde senescentie & afwerping ouderen bladeren  
↳ verkleinen bladoppervlak

### Temperatuurschen

(uniek temperatuurbereik voor elke plant)

\* temperatuur daalt net tot boven vriespunt (lage temperaturen boven 0°C)

↳ schade afhankelijk v/d soort, leeftijd & ontwikkelingsstadium

↳ ~~oedemvermindering~~

→ vloeibaarheid membraan bij bepaalde temperatuur bepaalt door  
de relatieve verhouding onverzadigde / verzadigde vetzuren

↳ transitietemperatuur: overgang vloeibaar naar gel stadium

↳ acclimatisatie aan lagere temperatuurbereiken door hogere ratio

\* temperatuur onder vriespunt

↳ vorming ijskristallen: - celwand ⇒ waterverlies uit cytoplasma (dehydratatie)

(minden opgeloste stoffen dan kristalliseren sneller)

- protoplast ⇒ verbreken v/d fybr structuur (blijvende schade)

↳ acclimatisatie door bladverlicende boomsoorten & kroonachtigen

synthetise moleculen (AZ, suikers, ...) als antidijs

\* te hoge temperatuur

↳ denaturatie eiwitten

↳ verandering membraan eigenschappen (vloeibaarheid)

↳ adaptatie: morfologische wijzigingen bv bladeren meer verticaal ⇒ energie absorptie minimaliseren

↳ induceren synthese HSP (heat shock proteins)

## Oxidatieve stress

→ oiv condities die vorming actieve zuurstof specie (ROS) bevorderen

↳ schade aan lipiden, eiwitten, nucleïnezuur (productie ROS > capaciteit om ROS verwijderen)

\* ROS → moleculen met oxidatief vermogen ( $e^-$  weglaten) op macromoleculen

↳ functieellos (inlevensbel nietverend)

→ geproduceerd als biproduct metabolisme

bv) singlet zuurstof ( $^1O_2$ ), superoxide anion ( $O_2^-$ ), waterstoffspxide ( $H_2O_2$ ), radicalen (hydroxyl  $OH^-$ ), ozon ( $O_3$ ) (hypoferisch)

\* Antioxidatief systeem → "scavenging" v/d ROS (bescherming)

↳ Squangen v/d reactieve zuurstofvormen (dmr redoxred vorming)

→ moleculair: ascorbaat → afgeleide v/d suiker: -OH plaats waar het geoxideerd kan worden (antioxidant) (hydrophil) ↳ vrije elektronen minder reactief, worden uitgerimed door resonantie

•  $\beta$ -carotene → geconjugeerd (afgesloten enkele-dubbele binding)

(hydrofob) ↳ zeaxanthine (hydrofiele dan carotene)

• ~~α~~ (α)-tocopherol → actief in membraan (hydrofob)

• Proline

• Glutathion (GSH) → tripeptide (met cysteïne: sulphydryl groep)

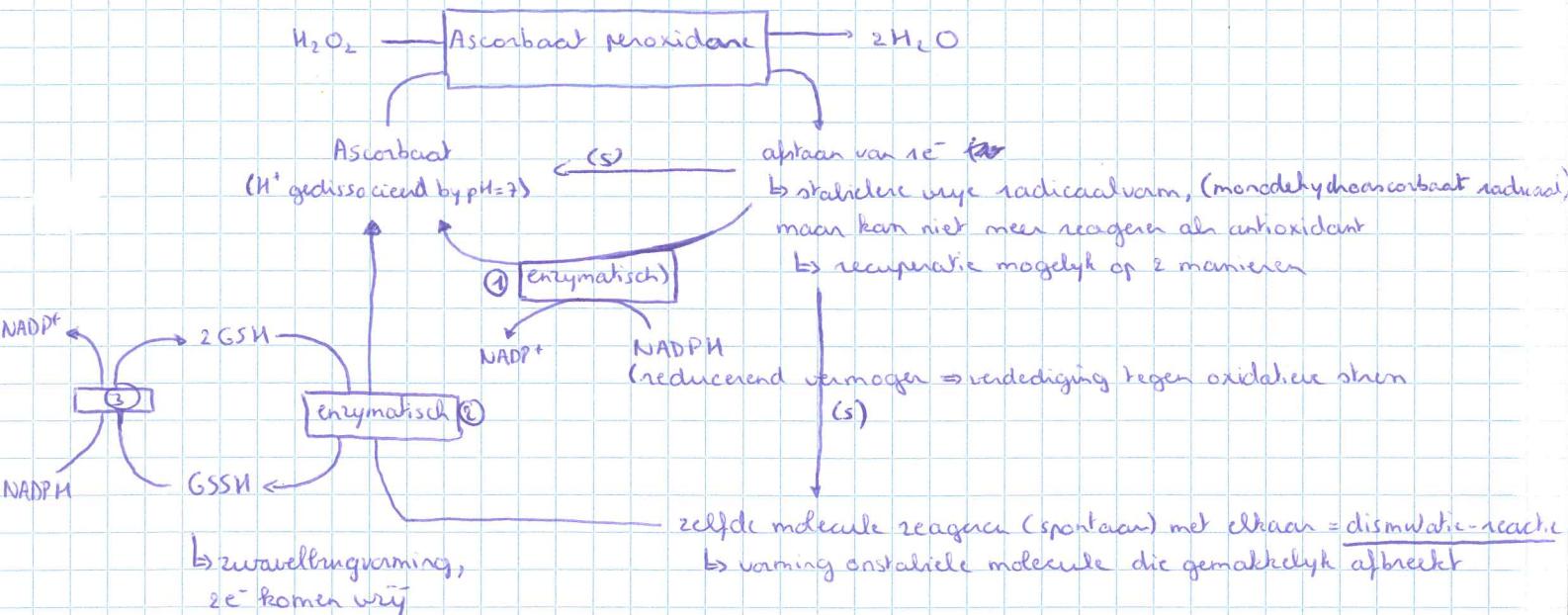
(hydrophil) ↳ associate dm r zwavelbrugvorming

→ enzymatisch: • Catalase: afbreken  $H_2O_2$  ( $H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$ )

• Superoxide dismutase: afbreken superoxide naar moleculair zuurstof ( $O_2^-$ ) &  $H_2O_2$  (minder reactief)

• Ascorbaat peroxidase: afbreken  $H_2O_2$  voor ascorbaat-glutathion cyclus ↳ regeneratie antioxidantia

### Ascorbaat-Glutathion cyclus (mechanisme begrijpen)



① monodehydroascorbate reductase

② dehydroascorbate reductase

③ Glutathion reductase

(s) spontaan

## Biotische risico's

- \* Pathogenese = infectie (door enzymatische activiteit/bestande openingen), kolonisatie & productie pathogen
  - necrotoof: plant gebruiken als substantie, doden van geïnfecteerde plantcel
  - biotoof: symbiotische interactie, plantcel blijft leven
  - hemibiototoof: plantcel ~~aanvankelijk~~ aanvankelijk in leven houden, later stadium gedood
- ↳ avirulent/ virulent (efficiënte ziekte door vermogen ~~aan~~ niet groeien, efficiënte verspreiding)
  - omgeingsfactoren, structurele barrières/tonische componenten (niet gaten specifieke resistie),  
van grotere plant is geen gat voor pathogen, defensie mechanismen
  - ↳ genetische incompatibiliteit: gen - gen model
    - { - pathogen: aux (avirulent) genen  $\Rightarrow$  elicitoren: ~~aan~~ opwekken v/d reactie v/d plant
    - { - plant: ~~aan~~ R (resistentie) genen  $\Rightarrow$  enzinnen die resistie afwenden
    - $\hookrightarrow$  enkel geïnduceerde resistie als overeenkomstige genen (incompatibiliteit)
  - ↳ genetische resistie:
    - $\hookrightarrow$  pathogenen hanteren niet meer verder groei
    - $\hookrightarrow$  gelokaliseerde celdood (necrotische vlekken)
    - $\hookrightarrow$  RAS vorming  $\rightarrow$  schadelijk voor plantcel
      - $\hookrightarrow$  voedingsbron pathogen lokaal wegnemen
      - $\rightarrow$  inactiveren v/d pathogen (hoge  $[H_2O_2]$ )
- ↳ andere verdedigingsmechanismen → Hypersensitieve respons; snelle & zeer gelokaliseerde plant defensie respons na herkenning van genetisch incompatibel pathogen
  - $\hookrightarrow$  pathogenen hanteren niet meer verder groei
  - $\hookrightarrow$  gelokaliseerde celdood (necrotische vlekken)
  - $\hookrightarrow$  RAS vorming  $\rightarrow$  schadelijk voor plantcel
    - $\hookrightarrow$  voedingsbron pathogen lokaal wegnemen
    - $\rightarrow$  inactiveren v/d pathogen (hoge  $[H_2O_2]$ )
- Systemisch geïnduceerde resistie: defensie respons waargenomen in weefsel ver weg v/d plaats v/d infectie (niet aangekort door pathogen)
  - $\hookrightarrow$  initiële infectie  $\Rightarrow$  necrotische vlekken (HR)
  - $\hookrightarrow$  respons: productie bepaalde secundaire metabolieten [salicylzuur]
    - $\hookrightarrow$  signaaltransductie naar andere celles/weefsel om deze voor te bereiden op een volgende aanval/infectie (resistie/immunität)
  - \* systemische wond respons: inductie systemische resistie als respons bij verwonding (wond)
    - $\hookrightarrow$  signaaltransductie via gasmonden
    - $\hookrightarrow$  andere signaaltransductieweg, andere enzinnen tot expressie
  - $\hookrightarrow$  vermittelen van naburige organismen over mogelijk infectie door gemethylende vormen
    - $\hookrightarrow$  vluchtlige componenten, die vrij kunnen ronken via kniedondjes

# 9 - Stressfysiologie

## Verdedigingsmechanismen

**Aspecifieke verdediging:** structurele aanpassingen, toxische componenten (bv sec metaboliëren)

**Specifieke verdediging:** reactie van plant of pathogen, **genetische incompatibiliteit**

- **virulente** infecties: ziekte ontwikkelt
  - **avirulente** infecties: ziekte ontwikkelt niet
- ↳ succerende/niet succerende infectie

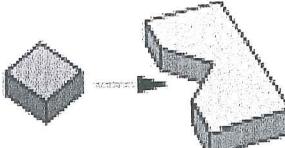
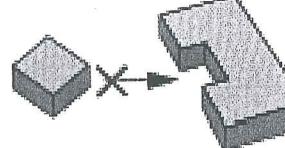
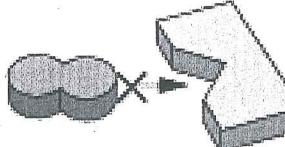
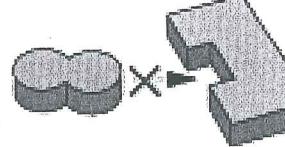
### Gen-gen model (genen plant-pathogen)

Pathogen heeft **avirulentie (avr)** genen  
- coderen voor **elicitoren**, componenten die reactie in de plant opwekken

Gastheer heeft **resistentie (R)** genen  
- coderen voor resistentie eiwitten (doorgaans in de PM), die resistentie afweren

→ verdediging tegen infectie → compatibiliteit v/d genexpressie  
↳ reageren om verdedigingsmechanisme op te starten

↳ resistentie-eiwit reageert met pathogen (complexekeetjes)  
↳ signaaltransductie

Pathogen genotype	Host plant genotype	
	R1	r1
<u>Avrl</u> dominant	 Avrl      R1 protein No disease (Plant and pathogen are incompatible.)	 Avrl      r1 protein Disease (Plant and pathogen are compatible.)
<u>avr1</u> recurrent	 avr1      R1 protein Disease (Plant and pathogen are compatible.)	 avr1      r1 protein Disease (Plant and pathogen are compatible.)