

Het tentamen bestaat uit **10 vragen**. Per vraag kunnen **10 punten** verdiend worden.

De duur van het tentamen is **3 uur** (van 13.15 uur tot 16.15 uur).

Probeer de antwoorden kort en bondig te houden en schrijf duidelijk!

Vergeet niet op elk antwoordformulier je naam en studentnummer te vermelden!

Vergeet ook niet bij het inleveren van je tentamen af te tekenen op de presentielijst!

Veel succes!

- 1)
 - a. Wat zijn apicale meristemen en waarom zijn apicale meristemen onmisbaar voor planten om te kunnen overleven in de natuur? (**5 punten**)
 - b. Plantenhormonen spelen een belangrijke rol bij het optimaal functioneren van de apicale meristemen (denk hierbij aan de aanleg van deze meristemen, het onderhouden van de meristemen en de differentiatieprocessen die worden geïnitieerd vanuit de apicale meristemen). Welke hormonen zijn hierbij betrokken, en wat is, in algemene zin, de functie van deze hormonen bij de verschillende processen? (denk hierbij ook aan hun onderlinge relaties). (**5 punten**)

- 2) Op 6 november 1880 publiceerden Charles Darwin en zijn zoon Francis hun werk “*The power of movement in plants*”, waarin zij ondermeer laten zien dat planten de groeirichting van bepaalde plantendelen kunnen aanpassen in respons op externe stimuli zoals zwaartekracht en licht. Daarnaast toonden zij aan dat de delen van de plant waar deze stimuli worden waargenomen fysiek verschillen van de delen waar de uiteindelijke respons plaats vindt. Als verklaring hiervoor suggereerden de Darwins de aanwezigheid van een ‘influence’ die zich kan verplaatsen van het weefsel waar de stimulus wordt waargenomen naar het weefsel waar de uiteindelijke respons plaatsvindt. Inmiddels weten we veel meer over de eerdergenoemde, directionele groeiresponsen onder invloed van licht en zwaartekracht en de factoren die hierbij zijn betrokken.
 - a. Hoe noemt men de groeiresponsen onder invloed van zwaartekracht en licht? (**1 punt**)
 - b. Beschrijf aan de hand van zowel een directionele groeirespons in de scheut onder invloed van licht, als aan de hand van een directionele groeirespons in de wortel onder invloed van de zwaartekracht: (**1**) waar de externe stimulus wordt waargenomen; (**2**) hoe

de stimulus wordt waargenomen; (3) waar de uiteindelijke respons plaatsvindt; (4) wat de “influence” is waarover de Darwins spreken; (5) wat het onderliggende mechanisme is via welke deze “influence” groei reguleert; en (6) wat uiteindelijk zorgt voor het directionele aspect van de groei. (totaal 9 punten)

- 3) Omdat fytochroom A mutanten (*phyA*) van o.a. *Arabidopsis*, die zijn opgegroeid onder labcondities (wit licht, lage plantdichtheid), fenotypisch niet of nauwelijks van wildtype planten zijn te onderscheiden, werd lange tijd verondersteld dat phytochroom A in planten nauwelijks een rol van betekenis speelt.

Leg uit dat de aanwezigheid van phytochroom A onder bepaalde natuurlijke omstandigheden essentieel is voor de plant om te overleven (10 punten)

- 4) Voor statische (niet-mobiele) organismen, zoals planten, is het essentieel dat ze continu hun positie kunnen bepalen in een veranderende omgeving. Voor een merendeel van de plantensoorten is het vooral belangrijk om tijdig de aanwezigheid van buurplanten te kunnen detecteren.

a. Waarom is dit laatste zo belangrijk? (3 punten)

b. Verklaar hoe een plant de aanwezigheid van buurplanten kan waarnemen (bespreek in je antwoord zowel de stimulus als de betrokken receptor(en)) (4 punten)

c. Eén van de onderliggende factoren die zeker heeft bijgedragen aan het evolutionaire succes van angiospermen is hun capaciteit om buurplanten waar te nemen. Maar, terwijl deze eigenschap planten ecologisch gezien een competitief voordeel verschaft, zijn akkerbouwers en tuinders er minder gelukkig mee. Leg uit! (3 punten)

- 5) *In de twintigste eeuw is het in Nederland warmer geworden. Vooral de winters waren warmer. Oorzaak van het afwijkende winterweer van de laatste decennia was de ongewone sterkte van westelijke luchtstromingen boven de Atlantische Oceaan. Sommige berekeningen suggereren dat het broeikas-effect de sterkte van de westenwinden kan beïnvloeden. Mochten die uitkomsten juist zijn dan zal dat na 2010 resulteren in een grotere temperatuurstijging van de winter dan eerder voorzien (bron KNMI).*

Een aanzienlijk deel van de Nederlandse landbouwgewassen is vernalisatie-behoefstig. Deze gewassen worden in de herfst uitgezaaid. Om in het warmere voorjaar tot bloei te komen hebben ze tussentijds een aaneengesloten koude periode (2-6 °C) van minimaal 4-8

weken nodig (winter). Om ook in de toekomst deze landbouwgewassen met succes in Nederland te kunnen blijven groeien, probeert een groep moleculair plantenfysiologen te achterhalen welke componenten betrokken zijn bij de vernalisatie-respons. In eerste instantie kiest men voor een genetische aanpak in de modelplant *Arabidopsis thaliana*. Men besluit op zoek te gaan naar *Arabidopsis* mutanten met een verminderde vernalisatie-behoefte.

- a. De onderzoekers werken meestal met de vroegbloeiende *Arabidopsis* accessies (variëteiten) Columbia (Col) of Landsberg *erecta* (Ler). Dit keer echter niet. Waarom niet? Wat voor soort ecotype of type bloeimutant zouden ze wel kunnen kiezen om bovengenoemd onderzoek mee uit te voeren? **(2 punten)**
 - b. De screen verloopt succesvol en er worden enkele mutanten geïsoleerd die geen vernalisatie-behoefte meer hebben. Eén van de eerste experimenten die men met de nieuw verkregen mutanten besluit te doen, is het testen van *FLC* genexpressienivo's. Waarom? **(1 punt)**
 - c. Na uitgebreid onderzoek blijken de opgepikte mutanten allemaal een loss-of-function mutatie te hebben in *FLC* zelf of in het al eerder geïdentificeerde *FRIGIDA* gen. Hoe verklaart dit het geobserveerde vernalisatie-fenotype van de mutanten? **(1 punt)**
 - d. Het compleet ontbreken van een vernalisatie-behoefte is niet wenselijk voor de landbouwgewassen waar het in deze vraag om draait. Waarom niet? **(2 punten)**
 - e. Uiteindelijk besluiten de onderzoekers het over een andere boeg te gooien. Ze richten zich bij het vervolg van hun onderzoek op de temperatuurcomponent van vernalisatie. Ze vragen zich af of het mogelijk is om uiteindelijk gewassen te creëren die nog steeds vernalisatie-behoefstig zijn, maar waarbij een langdurig aaneengesloten periode met een omgevingstemperatuur van 6-10°C voldoende is om een vernalisatie-respons te bewerkstelligen. Beschrijf, gebruikmakend van *Arabidopsis*, in niet meer dan enkele zinnen, een onderzoeksopzet die kan leiden tot meer inzicht in dit aspect van vernalisatie. **(4 punten)**
- 6) Meer dan 200 jaar geleden stelde Goethe (Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären, 1790) dat elk van de afzonderlijke bloemorganen in feite een gemodificeerd blad is. Zijn hypothese wordt ondersteund door genetische studies van recentere aard, waarbij de zogenaamde 'floral organ identity' genen zijn geïdentificeerd. Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in het ABC model voor bloemorgaan identiteit.

a. Wat houdt het ABC model in? (4 punten)

b. Het C-type gen AGAMOUS heeft een dubbele functie. Leg uit! (3 punten)

c. Hoe blijkt uit bovengenoemde genetische studies dat Goethe het bij het rechte eind had? (3 punten)

7) De Groene revolutie is een landbouwrevolutie die zich, onder leiding van Norman Borlaug, tussen 1960 en 1980 voornamelijk in Mexico en Azië voltrok en die leidde tot een enorme toename in de opbrengsten van rijst, tarwe en mais.

a. Wat vormt de basis van deze “Groene Revolutie”? (3 punten)

b. Terwijl er van belangrijke landbouwgewassen als tarwe, gerst, mais en rijst zogenaamde “Groene Revolutie” variëteiten bestaan, is dat niet het geval voor een gewas als koolzaad. Momenteel is koolzaad een veel verbouwd gewas voor de productie van biobrandstof. Hoe zou je met behulp van moderne moleculaire technieken “Groene Revolutie” koolzaad kunnen maken? en Waarom verwacht je dat deze aanpak zal resulteren in een verhoogde opbrengst? (7 punten)

8) a. In het Nederlands kennen we het gezegde ‘Eén rotte appel in de mand maakt al het gave fruit te schand’ (In het Engels: one rotten apple can spoil the whole barrel). Klopt dit gezegde biologisch gezien? En zo ja, welk biologisch proces ligt ten grondslag aan dit verschijnsel? (2 punten)

b. Een rotte appel is makkelijk uit de mand gehaald, maar op het moment dat de rotte appel zich in een partij appels in een pakhuis of transportcontainer bevindt is het lastiger om deze op te sporen. Hoe kan men toch voorkomen dat deze ene appel de rest van de partij aantast? Wat is het idee achter deze oplossing? (2punten)

c. Een alternatieve oplossing om dit soort problemen in de toekomst te voorkomen is het gebruik van genetische modificatie. Wat voor strategie zou u kiezen en waarom? (2punten)

d. In het wetenschappelijke tijdschrift BioEssays verscheen een aantal jaren geleden een publicatie met de titel: “ : inhibitor of an inhibitor of...?” over het pas opgehelderde signaaltransductie-mechanisme van een plantenhormoon.

Over welk plantenhormoon of plantenhormonen zou dit artikel kunnen gaan? Met andere woorden: Welk plantenhormoon of hormonen zou(den) in de oorspronkelijke titel op de

plaats van de stippellijn gestaan kunnen hebben? Leg ook uit waarom (denk hierbij aan het signaaltransductiemechanisme). **(4punten)**

9) Er bestaat een functionele balans tussen de groei en ontwikkeling van de scheut enerzijds en de groei en ontwikkeling van de wortels anderzijds. In algemene zin zou je kunnen stellen dat de scheut groeit zolang er voldoende water en nutriënten kunnen worden opgenomen door de wortels en dat de wortels kunnen groeien zolang de vraag voor assimilaten uit de fotosynthese het aanbod niet overschrijdt. In de plant zijn een aantal signaleringsmechanismen actief waarbij hormonen een belangrijke rol spelen en die er voor zorgen dat de scheut/wortel biomassa ratio steeds aangepast wordt aan veranderingen in bovengenoemde factoren.

a. Welke hormonen zijn hierbij betrokken? **(3 punten)**

b. Hoe zijn deze hormonen hierbij betrokken? (met andere woorden: Wat voor effect hebben zulke veranderingen op deze hormonen (voor zover bekend!)?) **(3 punten)**

c. Hoe lijkt dit uiteindelijk tot veranderingen in de groei en ontwikkeling van de wortel en/of de scheut (voor zover bekend!)? **(4 punten)**

10) In de 30-er jaren van de vorige eeuw postuleerde Mikhail Chailakhyan het bestaan van een universeel bloeihormoon dat hij **florigen** noemde.

a. Beschrijf een experiment waarmee je kunt aantonen dat het hier inderdaad om een **universeel** signaalmolecuul gaat. **(2 punten)**

b. Waarom zou Chailakhyan florigen als hormoon bestempeld hebben? **(2 punten)**

c. Inmiddels weten we dat florigen geen hormoon is. Wat is het wel? **(1 punt)**

d. Leg uit aan de hand van Arabidopsis (lange dag plant) en rijst (korte dag plant) hoe, afhankelijk van de plantensoort, zowel lange als korte dagen kunnen resulteren in de aanmaak van florigen en hoe dit uiteindelijk resulteert in inductie van bloei **(5 punten)**