

PLANTKRACHT

DOCENTENHANDLEIDING

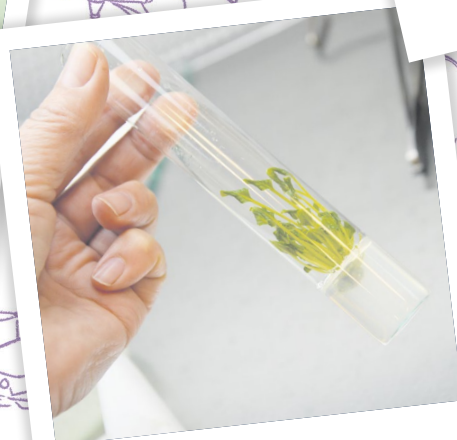
**EEN LESSENSERIE OVER
PLANTENTEELT EN VEREDELING**



Ecologie



Genetica



De Cel

Plantum



**PLANT
KRACHT**
zaden en planten voor de toekomst



Inhoud

Woord vooraf	4
Overzicht lessenserie en planning Ecologie	6
Overzicht lessenserie en planning De Cel	8
Overzicht lessenserie en planning Genetica	10
Antwoorden Ecologie	12
Antwoorden De Cel	25
Antwoorden Genetica	33
Instructie en tips	43
Aanvullende bronnen en filmpjes	46

Colofon

Auteurs

Tycho Malmberg & Leen van den Oever (NIBI) en Martine Kalisvaart (Pax Christi College Druten).
Voor inhoudelijke vragen over het lesmateriaal kan contact opgenomen worden met Tycho Malmberg van het NIBI via malmberg@nibi.nl.

Vormgeving

Merlijn van Bijsterveld
en Elies Thijs

Beeldmateriaal

Op veel van de gebruikte afbeeldingen zit copyright. Afbeeldingen zijn onder andere afkomstig van Koppert Biological Systems, Enza Zaden, HilverdaFlorist en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Met dank aan

Koppert Biological Systems, Enza zaden, HilverdaFlorist, DLF, Planbureau voor de Leefomgeving, InHolland Delft, Machteld van Dijk (VAVO lyceum ROC Midden Nederland), Peter Visser (CSG Dingstede Meppel), Roos van Maanen, Michiel van Bennekom (SBW), Martine Kalisvaart (Pax Christi College Druten), Marie Louise Goudeau, (Universiteit Utrecht), Sebastiaan Donders (Fallen Serenity Productions), Niki van Keulen

Copyright

Utrecht, september 2021. Tekst, beeld en opdrachten mogen niet zonder toestemming worden over-genomen. Neem hiervoor contact op met het NIBI (malmberg@nibi.nl).

Ontwikkeld voor

havo 4/5
vwo 4/5/6
mbo niveau 3/4

Woord vooraf

Voor je ligt een lessenserie waarin goed duidelijk wordt hoe knap planten zijn en hoe wij voor onze voedselvoorziening afhankelijk zijn van gewassen. Ook krijgen de leerlingen via deze lessen een goed beeld welke beroepen er zijn in de wereld van planten. Denk aan beroepen waarin onderzoek centraal staat. Zo onderzoekt bioloog Christa Testerink hoe een plant zout proeft. Een belangrijke vraag, want dankzij klimaatverandering wordt de bodem steeds zilter en dat geeft stress waardoor veel planten minder goed kunnen groeien. Naast onderzoekers gebruiken ook telers en veredelaars dagelijks veel biologische kennis. Zoals komkommerteler Jeroen die van honderdduizend komkommerplanten zoveel mogelijk lekkere komkommers wil oogsten. En dat ook nog eens op duurzame wijze. De verschillende contexten die langskomen in de lessenserie zijn opgedeeld in drie modules: Ecologie, De Cel en Genetica. De lessen sluiten daarom ook mooi aan op de examenstof voor havo en vwo en mbo niveau 3 en 4. Bij elke les zitten opdrachten waarin leerlingen zelfstandig hun kennis kunnen toetsen en practica waarin onderzoeksvaardigheden worden opgedaan en de theorie mooi tot leven komt.

Veel plezier met de lessen!

Tycho Malmberg (NIBI) en Mariska van der Klis (Plantum)

www.nibi.nl



**Scan de qr-code voor het bestellen van
de lesboekjes voor de leerlingen**



Overzicht lessenserie en planning

Ecologie

Opdracht	Wat doen de leerlingen?	Leerdoelen
1. Ontwerp een komkommerkas	Leerlingen kijken ter introductie een kort filmpje (3:48 minuten) waarin komkommerteler Jeroen Verheul te zien is in zijn komkommerkas. Daarna ontwerpen ze een duurzame kas.	Leren welke (a)biotische factoren de groei van planten beïnvloeden.
Experiment 1 Kiemingsproefje	Leerlingen bedenken een proefopzet voor een experiment waarbij ze zaden gaan laten kiemen onder verschillende omstandigheden.	Leerlingen doen onderzoeksvaardigheden op.
Experiment 2 Komkommer houdbaarheidsproef	Leerlingen zoeken in dit proefje uit onder welke omstandigheden een komkommer zo goed mogelijk bewaard kan worden.	Leerlingen doen onderzoeksvaardigheden op.
2 t/m 11 Bronnenonderzoek chemische en biologische gewasbescherming	Leerlingen beantwoorden vragen over de voor- en nadelen van chemische vs. biologische gewasbescherming aan de hand van stukjes tekst (de bronnen). Verderop gaan leerlingen aan de slag met ecologische begrippen als: voedselweb, voedselpiramide, producenten, consumenten, prooi-predator, mutualisme, parasitisme.	Leerlingen leren ecologische begrippen als: voedselweb, voedselpiramide, producenten, consumenten, prooi-predator, mutualisme, parasitisme.
Casus 1 Gerberateelt	Leerlingen beantwoorden in deze opdracht vragen aan de hand van de bron uit het werkboekje. Hierbij moeten ze ook gegevens uit een tabel lezen en een rekensom uitvoeren.	In deze echte beroepscontext van gerberateler doen leerlingen informatievaardigheden op zoals het lezen van een tabel.
Casus 2 Wisselbouw en strokenteelt	Leerlingen beantwoorden in deze opdracht vragen aan de hand van bronnen uit het werkboekje. Bij opdracht 14 geven ze de antwoorden in de vorm van een tekening.	In deze echte beroepscontext van akkerbouwer doen leerlingen informatievaardigheden op en moeten ze hun opgedane ecologie kennis inzetten voor het beantwoorden van de vragen.
Casus 3 Een goede grasmant	Leerlingen beantwoorden in deze opdracht vragen aan de hand van de bron uit het werkboekje. Hierbij moeten ze ook gegevens uit een tabel lezen en een rekensom uitvoeren.	In deze echte beroepscontext van graszaadveredeling gebruiken leerlingen hun opgedane ecologie kennis voor het beantwoorden van de vragen.

Vorbereiding en benodigdheden	Benodigde tijd
Internet, papier en potlood voor het tekenen van een schets van de duurzame kas. Voor de maquette zijn knutselmaterialen nodig.	20 minuten (Vorbereidende opdracht) 90 minuten (Versie A Maquette) 45 minuten (Versie B Tekening) 25 minuten (Versie C conceptmap)
Groentezaden (die makkelijk kiemen en die voor consumptie geschikt zijn zoals tuinkers, rettich, bieten, prei), bakjes, folie.	20 minuten (proefopzet bedenken) 10 minuten (experiment inzetten) 6 – 10 dagen (kiemen van de zaden)
Komkommers, koelkast, vershoudfolie.	20 minuten (proefopzet bedenken) 10 minuten (experiment inzetten) 6 – 14 dagen (duur experiment)
Alleen werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen.	45-60 minuten
Alleen werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen.	20 minuten (tekst lezen en rekensom uitvoeren)
Alleen werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen.	60 minuten (30 minuten tekst lezen en vragen beantwoorden) (30 minuten tekening maken bij opdracht 14)
Alleen werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen.	30 minuten (bronnen lezen en vragen beantwoorden)

Overzicht lessenserie en planning

De Cel

Opdracht	Wat doen de leerlingen?	Leerdoelen
1. Bronnenonderzoek Factsheet zouttolerantie	Leerlingen lezen een stuk tekst met daarin verschillende strategieën van planten om met zout om te gaan.	Leren welke (a)biotische factoren de groei van planten beïnvloeden.
Practicum Zouttolerantie	Leerlingen bedenken een proefopzet waarbij ze testen hoe zout de groei en ontkieming van tuinkerszaden beïnvloedt. Hiervoor maken ze een verdunningsreeks om water met verschillende zoutconcentraties te krijgen. Ze kunnen eventueel werken met kaliumchloride i.p.v. keukenzout als variatie.	Leerlingen doen onderzoeksvaardigheden op zoals het maken van een verdunningsreeks.
2 t/m 5 Hoe proeft een plant zout?	Leerlingen bekijken een filmclip (5:36 minuten) waarin we zien hoe onderzoeker Christa Testerink en haar collega's antwoord zoeken op de vraag hoe een plant zout proeft. Daarna beantwoorden ze vragen en komen begrippen langs als osmose, turgor en de cel met de verschillende celorganellen.	Leren wat turgor en osmose is en hoe planten reageren op zoutstress
6. Bouw van een plant	Leerlingen beantwoorden vragen over de anatomie van een plant met de stengel, wortel en bladeren	Leerlingen leren over de anatomie van een plant met zijn stengel, wortels en bladeren en in welk weefsel het meristeem zit.
7. en 8. Informatieblok Plantenhormonen	Leerlingen beantwoorden in deze opdracht vragen aan de hand van de bronnen over plantenhormonen auxine en ethyleen.	Leren dat planten ook hormonen hebben en dat hormonen auxine en ethyleen verschillende processen regelen zoals groei en celstrekking.
Practicum Weefselweek	Leerlingen voeren een weefselweek experiment uit waarbij ze uit een bloemkoolroosje of gerbera een heel plantje proberen te laten groeien. Er zijn duidelijke instructiefilmpjes voor dit practicum.	In deze beroepscontext van akkerbouwer doen leerlingen informatievaardigheden op en moeten ze hun opgedane ecologie kennis inzetten voor het beantwoorden van de vragen.
Casus Coeliakie Haver als oplossing voor glutenvrij	Leerlingen beantwoorden in deze opdracht vragen aan de hand van de bron uit het werkboekje. Hierbij moeten ze ook gegevens uit een tabel lezen en een rekensom uitvoeren.	In deze leefwereldcontext over coeliakie passen leerlingen hun kennis over het afweersysteem toe en leren ze het verschil tussen een allergie en een auto-immuunziekte. Ook leren ze dat haver een vervanger kan zijn van tarwe. Internet, papier en potlood voor het tekenen van een schets van de duurzame kas. Voor de maquette zijn knutselmaterialen nodig.

Vorbereiding en benodigdheden	Benodigde tijd
Internet, papier en potlood voor het tekenen van een schets van de duurzame kas. Voor de maquette zijn knutselmaterialen nodig.	20 minuten (lezen en opdrachten maken)
Tuinkerszaden, bakjes, folie, keukenzout of kaliumchloride Hiervoor moeten ze een verdunningsreeks maken.	50 minuten (20 minuten proefopzet bedenken) (15 minuten verdunningsreeks maken) (15 minuten experiment inzetten) 3 – 14 dagen (kiemen groei meten)
Werkboekje en internet voor bekijken filmclip en opzoeken aanvullende bronnen	60 minuten (6 minuten filmpje kijken) (50 bronnen lezen en vragen beantwoorden)
Werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen	5-10 minuten
Werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen	20 minuten (tekst lezen en rekensom uitvoeren)
Dit is een practicum waarbij steriel werken een vereiste is om tot een goed resultaat te komen. Anders mislukt het en kweek je schimmel i.p.v. een klein bloemkoolplantje. Benodigdheden voor dit practicum te bestellen via NIBI: malmberg@nibi.nl 30 minuten voorbereiding om alles klaar te zetten.	60 minuten (10 minuten snijden plantendelen) (20 minuten ontsmetten) (15 minuten enten weefsel) 2-6 weken (groei en ontwikkeling bijhouden)
Alleen werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen. Als bonusvraag maken leerlingen een lekker pannenkoekenrecept met tenminste 50% havermeel.	45 minuten (bronnen lezen en vragen beantwoorden) Bonus huiswerkopdracht: 60 minuten (pannenkoekenrecept maken en testen)

Overzicht lessenserie en planning

Genetica

Opdracht	Wat doen de leerlingen?	Leerdoelen
1. Hoe krijg je de juiste kleur gerbera's?	Leerlingen krijgen een kruisingsvraagstuk voorgeschoteld over hoe de kleuren rood, wit, oranje en geel overerven in gerbera's.	Leren over de begrippen dominant, recessief, co-dominant en intermediair in een beroepscontext van gerberaveredelaar.
Practicum Tomaat op de tekenafel	Leerlingen voeren een fenotype onderzoekje uit bij verschillende tomaten. Ze kijken o.a. naar grootte en smaak (hoe zoet de tomaat is). Daarna kiezen ze het beste genotype uit voor de "ouder-tomaten" waarmee dan een nieuw tomatenras verkregen kan worden via klassieke veredeling (kruisingen).	Leerlingen doen onderzoeksvaardigheden op. Leren over begrippen dominant, recessief en intermediair in de context van tomatenveredelaar.
3. en 4. Moderne veredeling met Crispr	Leerlingen maken kennis met de Crispr-Cas techniek en Nobelprijswinnaars Emmanuelle Charpentier en Jennifer Doudna die deze genoom-redigeertechniek hebben ontwikkeld. Ze lezen bronnen en beantwoorden vragen over hoe Crispr kan bijdragen aan plantenveredeling. Ook geven ze hun mening of Crispr-Cas veredeling zou moeten worden toegestaan want de techniek valt nog onder de ggo wet- en regelgeving.	Leerlingen leren over Crispr-Cas techniek als moderne techniek waarmee heel gericht genen kunnen worden veranderd in organismen.
5. Drie casussen van gentechgewassen	Leerlingen lezen drie casussen (Round Up ready gewassen, gouden rijst, paarse tomaat) waarbij gentechnologie is gebruikt om zogeheten GM-gewassen te verkrijgen. Na het lezen van de casussen geven ze argumenten voor- of tegen het gebruik van de GM-techniek.	Leerlingen leren over genetische modificatie technieken om gewassen te veredelen en vormen hun mening over de voor- en nadelen van deze zogeheten GM-gewassen.
Twee examenvragen Vwo-examen 2021 eerste tijdvak Aardappels veredelen	Leerlingen maken de vwo-examenvraag uit 2021 over het veredelen van aardappels.	In deze examenvraag (vwo examen 2021) stoeien leerlingen met een kruisingsopdracht met tetraploide ouders. Ook het begrip van genetische variatie wordt getoetst.
Twee examenvragen Havo-examen 2021 eerste tijdvak Verdachte chrysanten	Leerlingen maken de havo-examenvraag uit 2021 over het veredelen van chrysanten.	In deze examenvraag (havo examen 2021) stoeien leerlingen met een genetica opgave over chrysanten.

Vorbereiding en benodigdheden	Benodigde tijd
Werkboekje, potlood en gum.	45 minuten (35 minuten lezen, opdracht maken en in groepjes bespreken) (10 minuten klassikale nabespreking)
Vijf verschillende tomatenrassen zoals tros-, vlees- en cherrytomaten. Mes, snijplank, weegschaal, tissue. Afvalbak voor tomatenafval. Tip! Maak van het afval tomaten-soep.	45 minuten (30 minuten eigenschappen onderzoeken) (15 minuten genotype bepalen en kruising- tabel invullen) Let op! 45 minuten is wel krap. Een blokuur is veel fijner ook voor het nabespreken en opruimen is er dan tijd.
Werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen.	15 minuten
Werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen.	15 minuten
Werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen	20 minuten (tekst lezen en rekensom uitvoeren)
Werkboekje en internet voor opzoeken aanvullende bronnen	25 minuten

Antwoorden

Ecologie

Opdracht 1

1a Jeroens woordweb bestuderen

Antwoord hangt af van leerling.

1b Vul in de tabel de drie belangrijkste biotische en abiotische factoren in die de groei van de plant beïnvloeden.

Abiotische factor	Hoe beïnvloedt deze factor de groei van de komkommerplant?
Licht	De fotosynthesecapaciteit is direct afhankelijk van de hoeveelheid licht die de plant ontvangt. Minder licht, minder fotosynthese en dus minder groei. Ook is water nodig voor de vruchtzetting. Als er te veel vrij water (vocht) is heeft dat een effect op de groeimogelijkheden van biotische factoren zoals schimmels.
Water	Transport van suikers en nutriënten geschiedt met behulp van water. Als de plant te weinig water heeft, sluit plant huidmondjes om verdere uitdroging te voorkomen. Hierdoor is er weer minder CO ₂ beschikbaar en kan plant minder fotosynthetiseren.
Temperatuur	De enzymen die betrokken zijn bij de fotosynthese werken bij een bepaalde optimumtemperatuur. Als het te koud is dan is de fotosynthesecapaciteit niet optimaal (enzymreactie traag). Bij teveel hitte droogt de plant sneller uit en kan er celschade optreden waardoor het blad afsterft.
Nutriënten	Nutriënten zijn van belang voor het verloop van alle levensprocessen. Het zijn de bouwstenen. Als er een tekort is aan één van de bouwstenen dan heeft dat effect op de mogelijkheden van groei en ontwikkeling. Vergeling en dwerggroei zijn vaak een gevolg van een nutriënten tekort of overschot.
Zuurgraad (pH)	Zuurgraad van de bodem heeft effect op de beschikbaarheid van nutriënten. Bij verschillende pH waarden? zullen chemische verbindingen uiteenvallen in kleine delen, oplossen of reageren met andere aanwezige stoffen.

Biotische factor	Hoe beïnvloedt deze factor de groei van de komkommerplant?
Andere komkommerplanten	Schaduw van andere komkommerplanten zorgt ervoor dat er minder licht beschikbaar is voor plant om te kunnen fotosynthesiseren. De plant kan dan minder hard groeien. Ook treedt er concurrentie op in beschikbare voedingsstoffen. Bij een dicht gewas kunnen plaagorganismen gemakkelijk van de ene plant naar de andere oversteken.
Plaaginsecten	Bladeren worden aangevreten waardoor plant minder kan fotosynthesiseren en dus minder hard groeit. In ergste geval gaat plant dood. Een aantal insecten zoals bladluis en spint kunnen virusziekten overbrengen. Deze kunnen de kas invliegen met een ziekte in zich en zo voor een nieuwe infectie zorgen.
Ziekten zoals meeldauw	Bladeren sterven af waardoor plant minder kan fotosynthesiseren en dus minder hard groeit. In ergste geval gaat plant dood. Ook kunnen ziekten schadelijke stoffen uitscheiden.
Nuttige insecten	Bestuiving is nodig voor de vruchtzetting van veel gewassen, voor de meeste komkommers echter niet, die zijn parthenocarp. Afhankelijk van het gewas worden voor bestuiving hommels (kassen met tomaat, paprika en aubergine) of zweefvliegen (kool) ingezet. Roofmijten worden ingezet als biologische bestrijders tegen bijvoorbeeld trips. De roofmijten bestrijden de plaaginsecten zodat de plant weer beter zal groeien zodra de populatie plaaginsecten kleiner wordt.

- 1c** Aan welke eisen moet je ontwerp voldoen? Stel een programma van eisen op. Gebruik hiervoor ook je antwoorden van opdracht 1 a en b. Je zit nu in stap 2 van de ontwerpcyclus.

Programma van eisen:

- 1. De kas moet voldoende zonlicht doorlaten voor de planten.*
- 2. De kas moet goed geventileerd worden zodat het vocht van de planten weg kan en er voldoende CO² beschikbaar is.*
- 3. Ondanks goed ventileren moeten insecten niet kunnen invliegen.*
- 4. De temperatuur van de kas moet constant zijn/ goed te regelen zijn en in ieder geval niet te warm en te koud.*
- 5. Goede watervoorziening, met waterzuiveringsinstallatie om gewasbeschermingsmiddelen eruit te halen en de nutriëntenconcentratie te regelen.*

- 1d** Bedenk op welke manier de nieuwe kas van Jeroen aan de eisen van vraag 1c kan voldoen. Je mag hier heel creatief zijn, schrijf alle ideeën op die in je opkomen. Doe dit niet alleen, samen weet je meer!

Antwoord hangt af van de leerling

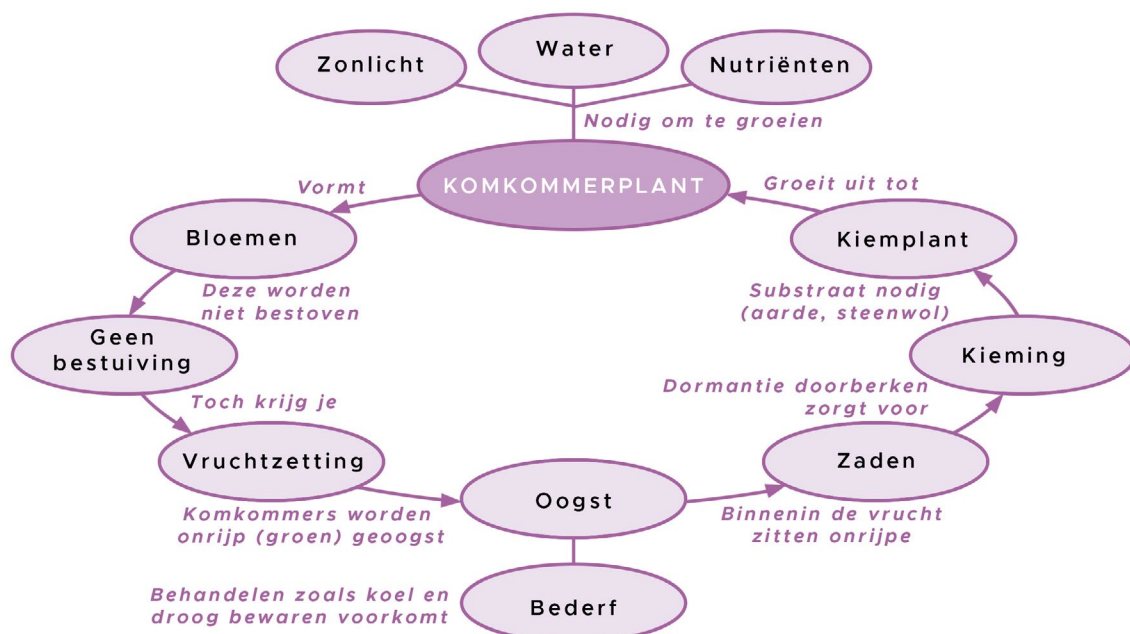
Maar op www.kasalsenergiebron.nl zie je al innovatieve testprojecten waarbij er bijvoorbeeld komkommers of paprika's geteeld worden onder LED-verlichting. Kassen met zonnepanelen worden ook steeds meer gemeengoed.

- 1e** Kies uit de lijst die je bij vraag 1d hebt gemaakt de beste opties voor de komkommerkas

Antwoord hangt af van de leerling

- 1f** Vraag aan de docent op welke manier je de opdracht nu afmaakt (Versie A, B of C)

Antwoord hangt af van de leerling. Hieronder een voorbeeld van een conceptmap over komkommerteelt.



Ontwerp een komkommerkas

Twee experimenten: kiemingsproef

De volgende fasen worden door professionele kiemproducenten gehanteerd:

1. *Voorweken: door de zaden in water voor te weken (6 tot 10 uur) nemen ze water op en zal het kiemen sneller gaan.*
2. *Voorkiemen: 1 a 2 dagen enkele malen per dag spoelen met schoon water.*
3. *Kiemen: zaad wordt verdeeld over bakken en besproeid in een verwarmde ruimte gedurende 2 tot 6 dagen.*
4. *Wassen: in ruim water worden de kiemen uit elkaar geschud. De pelletjes drijven op water en kunnen worden afgeroomd.*
5. *Schudden: machinaal of handmatig schudden waardoor de meeste pelletjes loslaten en verwijderd worden.*

NB! Sommige zaden kiemen alleen in het donker. Let er op dat bij het schudden de kiemplantjes kunnen beschadigen. Plan dient in ieder geval de fasen te bevatten die bij opdracht 5 staan genoemd (voorweken, voorkiemen, kiemen, wassen en schudden).

Bron: <http://www.plantaardig.com/groenteninfo/berichten/professionele-teelt-van-kiemgroenten/>

Komkommer-bewaarexperiment

Bij sommige scholen gaf de komkommerproef als resultaat dat in plastic verpakte komkommers die koel (tussen 8-10 graden Celsius) bewaard werden, het beste in conditie bleven.

Mail tips en resultaten naar Tycho Malmberg (malmberg@nibi.nl) dan komen ze wellicht op de website erbij.

Tips voor optimaal komkommers bewaren

Dit antwoord is afhankelijk van resultaten van leerlingen. Enkele docenten die deze proef begeleid hebben zagen dat komkommers met seal en gekoeld het langste lekker bleven.

Opdracht 2

- 2a** Om plaaginsecten buiten de kas te houden zou het het beste zijn om de kas gesloten te houden. Maar met mooi weer gaan de kassen open. Leg uit waarvoor dat nodig is voor de komkommerplanten.

De kas moet open met mooi weer omdat het anders te warm kan worden. Bovendien krijgen de komkommerplanten op deze manier ook verse lucht met CO₂ waardoor de planten harder kunnen groeien. Ook is het nodig om vocht kwijt te raken, dus om de kas droger te krijgen.

- 2b** Zoek uit en noteer welke plaaginsecten er op komkommers voorkomen en vul dat in de tabel hieronder in. Zet achter de plaaginsecten hoe deze te bestrijden zijn.

Plaaginsecten van komkommers	Hoe te bestrijden
Trips	Roofmijten zoals <i>A. swirskii</i> , <i>A. cucumeris</i> , <i>Amblydromalus limonicus</i> en <i>Orius laevigatus</i>
Spint	Roofmijt <i>A. swirskii</i> , <i>Phytoseiulus persimilis</i> en <i>Neoseiulus californicus</i>
Witte vlieg	Roofmijt <i>A. swirskii</i> en de sluipwesp <i>Encarsia formosa</i>

- 2c** Noem twee voordelen van chemische gewasbescherming.

1. *Werkt vaak in een breed spectrum zodat er meerdere plaaginsecten met één middel gedood kunnen worden.*
2. *Je kunt het zowel preventief als curatief in zetten.*
3. *Het werkt vaak direct.*
4. *Je kunt het heel gericht inzetten.*

- 2d** Noem twee nadelen van chemische gewasbescherming.

1. *Chemische middelen zijn vaak niet zo gezond voor mens en milieu. Wel is er een strenge toelating, dus de stoffen die op de markt zijn toegelaten zijn getest en mits niet in overdosis gebruikt veilig geacht voor mens en milieu.*
2. *Op de lange termijn worden de plaaginsecten resistent tegen het chemische middel.*
3. *Als je een chemisch middel inzet om een bepaald probleem snel op te lossen, kan dat effect hebben op de insecten in je kas, zoals hommels voor bestuiving.*

- 2e** Lees de introductie van “Chemisch versus biologisch”. Wat is het voordeel voor de tuinder om voor een generalist te kiezen als biologische beschermer?

Een generalist kan meerdere plagen tegelijk bestrijden en is soms zelfs effectiever dan wanneer er maar één plaaginsect aanwezig is.

Opdracht 3

Jeroen's komkommerplanten hebben waarschijnlijk last van:

De plaag trips. Er zit geen spinrag op de bladeren, dus is het geen spint. Er vliegen ook geen beestjes op zoals bij witte vlieg en er zitten geen eieren op de onderkant van het blad. Trips legt eieren in het weefsel van de bladeren, dus die zie je niet zitten aan de buitenkant.

Opdracht 4

- 4a** Geeft de groene lijn het aantal roofmijten of het aantal tripsen aan? Tip: kijk in BINAS tabel 93D. Leg je antwoord uit.

De groene lijn geeft het aantal tripsen aan. De populatiegroei of -afname van de predator is afhankelijk van de populatiedichtheid van de prooi. Daarom loopt de lijn van de predator altijd achter die van de prooi aan. Dit is mooi te zien op dag 38 als de groene lijn zijn tweede piek heeft. De predatorpiek (blauwe lijn) is pas 7 dagen later en dan is het aantal tripsen weer heel laag waardoor de predatordichtheid weer snel afneemt.

- 4b** Leg in eigen woorden uit waardoor je een golvend patroon (oscillerend patroon) ziet in de populatiedynamiek. In de wiskunde ken je dit van de sinuslijn.

Zijn er veel prooien dan kan de predatordichtheid hard groeien. Dat zorgt ervoor dat er veel prooien worden gegeten (door de grote aantallen aanwezige rovers) waardoor de prooidichtheid hard achteruitgaat. Door de afname van voedsel zal het aantal predatoren sterven. Hierdoor komt er speelruimte voor de prooi waardoor de dichtheid uiteindelijk weer zal toenemen. Dit kan de hele tijd doorgaan en zo ontstaat een golvend patroon.

Opdracht 5

- 5a** *A. swirskii* is een roofmijt die veel wordt gebruikt tegen witte vlieg en trips. Stel je hebt een kas met 1.000 komkommerplanten en je hebt last van witte vlieg en trips. Je zet daarom *A. swirskii* uit.

Wat verwacht je dat er gebeurt als *A. swirskii* een voorkeur heeft voor trips boven witte vlieg in een kas?

*De verwachting is dat *A. swirskii* zich eerst tegoed gaat doen aan trips. De populatie tripsen zal hierdoor afnemen. Zodra de roofmijt de tripsen zo goed als volledig heeft uitgeroeid zal hij de witte vlieg gaan aanvallen. Het is dus goed mogelijk dat de populatie trips daalt en de witte vlieg in het begin steeds meer schade aanricht en dat pas na een tijdje zowel de trips als de witte vlieg gedood zijn. Het kan ook zijn dat als er nog maar weinig tripsen zijn de roofmijt witte vliegen gaat eten totdat het aantal tripsen weer gegroeid is. Roos van Maanen heeft tijdens haar promotieonderzoek aangetoond dat de bestrijding van zowel de populatie tripsen als witte vlieg door roofmijt *A. swirskii* beter gaat als er twee plagen zijn dan als er maar één plaaginsect bestreden moet worden. Het idee is dat tripsen voedzamer zijn waardoor de roverpopulatie harder kan groeien zodat ook de tweede plaag (witte vlieg) sneller aangepakt kan worden.*

- 5b** Roofmijt *A. swirskii* eet ook wel spintmijt, maar toch kan hij planten met spintmijten niet geheel schoonvreten. Zoek uit hoe dat komt en schrijf dat kort op.

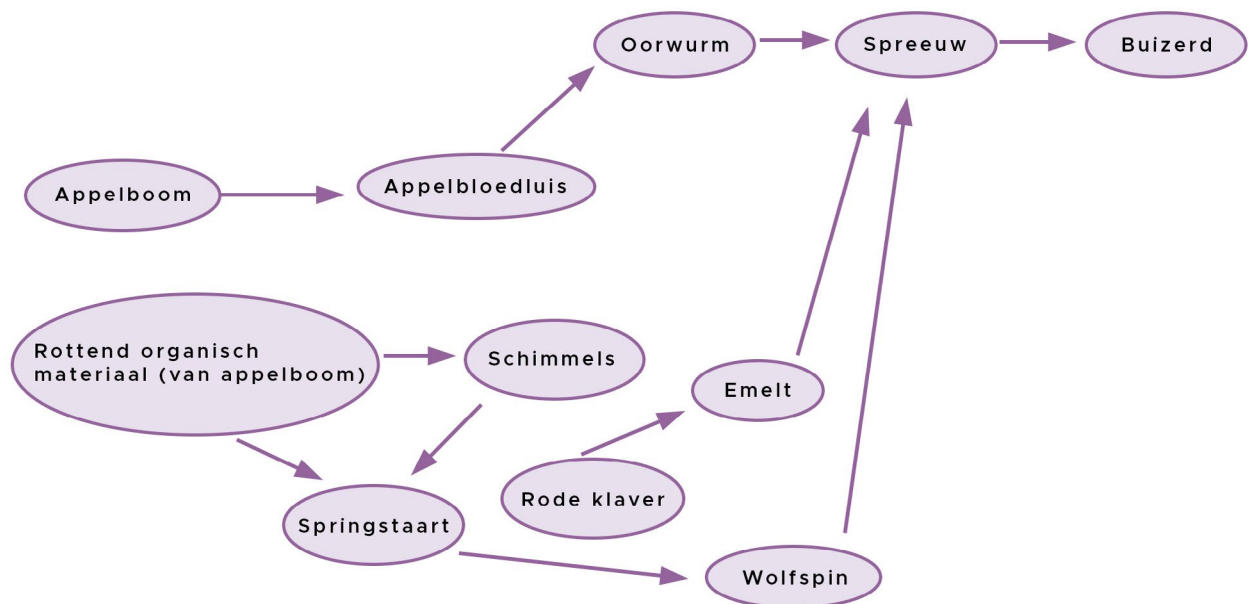
*De spintmijt maakt tijdens het lopen een spinsel waardoor er een dicht web ontstaat op de bladeren. De spintmijten kunnen daar goed in lopen, maar deze roofmijt niet en kan zelfs verstrikt raken in het web. Zodoende werkt het spintmijtenweb als een schuilplaats voor spintmijten tegen de roofmijt *A. swirskii*.*

- 5c** Om dagelijks 1.000 komkommerplanten te inspecteren om de populatiedichtheden van plaag en predator te meten is erg tijdrovend. Bedenk een methode hoe je toch behoorlijk betrouwbaar de populatiedichtheden zou kunnen bepalen in de kas.

Tel niet alle bladeren maar bijvoorbeeld acht bladeren per plant die verdeeld zitten van boven naar onder zodat je steekproefsgewijs de hele plant onderzoekt op aanwezigheid van plaag en predator. Neem bijvoorbeeld vier jonge bladeren en vier wat oudere bladeren, want sommige insecten hebben een voorkeur voor jonge bladeren. In plaats van dagelijks te tellen kun je om de dag tellen.

Opdracht 6

Maak met de volgende organismen uit het plaatje een voedselweb. Gebruik tenminste deze organismen: springstaart, wolfspin, spreeuw, oorworm, appelbloedluis, appelboom, buizerd, emelt (larve van langpootmug), rode klaver. Tip: kijk in BINAS tabel 93E.



Opdracht 7

- 7a** De dieren in het voedselweb leven met elkaar in dezelfde omgeving. Hoe noem je de symbiotische samenlevingsvorm tussen de appelbloedluis en de appelboom (kies uit mutualisme, commensalisme en parasitisme). Leg je antwoord uit. Tip! Kom je er niet uit, lees dan de tekst hierboven: Schimmel zowel boef als held.

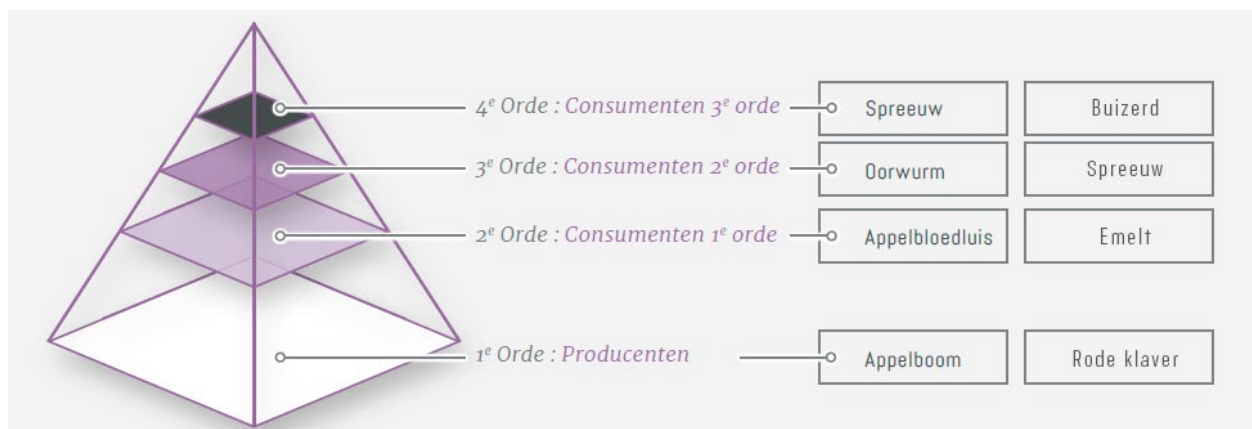
Deze samenlevingsvorm valt onder parasitisme. De appelbloedluis parasiteert op de appelboom. De luis eet van het sap van zijn gastheer, de appelboom, die hierdoor beschadigd wordt. Bij de wond ontstaat galvorming en houtige vergroeiingen, dit kost energie die ten koste gaat van de groei van de boom. Bij parasitisme is er altijd één organisme in het voordeel ten koste van het andere organisme. De parasiet beïnvloedt op een negatieve manier de fitness van zijn gastheer.

- 7b** Rode klaver is een zogeheten groenbemester. Het vormt wortelknolletjes waarin de rhizobiumbacterie leeft waardoor de plant zelf stikstof kan vastleggen. Hoe noem je de samenlevingsvorm tussen de klaver en de rhizobiumbacterie?

Deze samenlevingsvorm valt onder mutualistische symbiose. De rhizobiumbacteriën leven in symbiose met vlinderbloemige plantensoorten zoals de rode klaver, en leggen voor deze planten de stikstof uit de lucht vast, waardoor vlinderbloemigen ook op stikstofarme grond kunnen groeien. Op de plantenwortels worden zogenaamde stikstofwortelknolletjes gevormd, waarin de bacteriën leven. De heterotrofe bacteriën krijgen op hun beurt suikers van de plant.

Opdracht 8

- 8a** Vul met hulp van je voedselketen de onderstaande piramide in. Tip: kijk in BINAS tabel 93E.



Hierboven twee voorbeelden die je kunt maken met het voedselweb van opdracht 6.

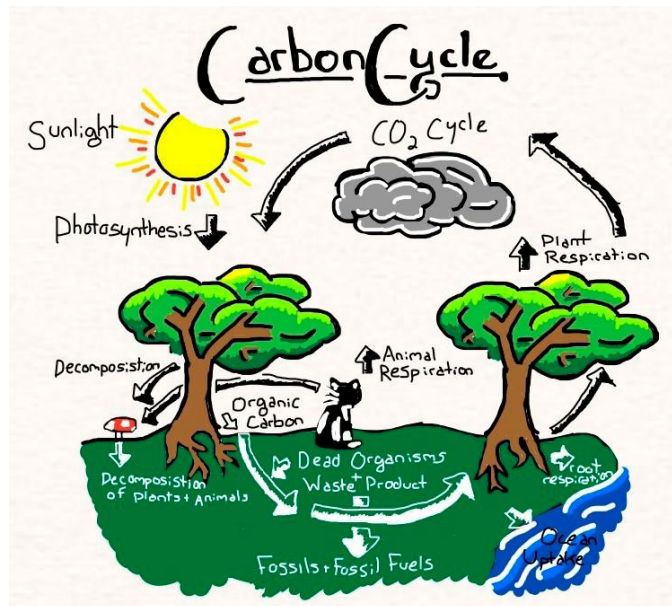
Let op! In de lessenserie staat niet expliciet beschreven dat spreeuwen oorwormen eten, maar dat staat bijvoorbeeld wel op Wikipedia.

- 8b** In de bodem leven schimmels en bacteriën die erg belangrijk zijn voor een gezonde bodem. Zij vormen samen ook een trofisch niveau, deze ontbreekt in de voedselpiramide. Hoe noem je deze groep?

Reducenten. Dit zijn bacteriën en schimmels die het dode organische materiaal verder afbreken en omzetten in anorganische stoffen zoals nitraat en fosfaat die door de planten weer opgenomen en gebruikt kunnen worden om te groeien.

- 8c Gebruik BINAS tabel 93F en teken de korte koolstofkringloop die bestaat uit producenten, consumenten en reducenten.

De biologische processen waarbij koolstof overgaat van anorganisch (CO_2) naar organische stoffen (glucose en lignine bijvoorbeeld) en weer terug, heet ook wel de snelle of korte koolstofkringloop. Koolstofatomen blijven hierbij enkele seconden tot enkele honderden jaren in organische verbindingen opgeslagen, tot ze weer worden omgezet in andere verbindingen. In de voorbeeldtekening hiernaast zijn producenten (de bomen) te zien. De producenten zetten met behulp van zonlicht CO_2 om in glucose en andere organische stoffen. Door sterfte komt er organisch afval vrij, dat door schimmels en bacteriën (de reducenten) weer terug wordt omgezet in CO_2 via aërobe dissimilatie of CH_4 (anaërobe dissimilatie).



De belangrijkste biologische processen in de korte koolstofkringloop zijn:

- fotosynthese
- chemosynthese
- voortgezette assimilatie
- sterfte, vorming organisch afval
- vertering
- verbranding
- aërobe dissimilatie (afbraak met behulp van zuurstof; verbranding)
- anaërobe dissimilatie (afbraak zonder zuurstof)

Opdracht 9

Stel, de tuinder van de appelgaard is de appelbloedluis zat. Hij gebruikt een fles landbouwgif die hij nog van zijn opa heeft gekregen. Het blijkt het middel DDT te zijn, een gif dat langzaam afbreekt. Welke dieren krijgen dan de hoogste concentratie gif binnen, de consumenten van de 1e orde of die van de 3e orde. Leg je antwoord uit.

De consumenten van de 3e orde krijgen de hoogste concentratie binnen. Het DDT wordt opgeslagen in het vetweefsel en iedere keer dat je een trede hoger komt in de voedselpiramide wordt de concentratie DDT in vetweefsel van het organisme groter.

Opdracht 10

Lees het krantenberichtje *Pesticiden mogelijk gevaarlijker dan gedacht*. Zoek op internet zelf bronnen van recent onderzoek. Wat is jouw mening over het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Houd jij hier rekening mee in de supermarkt? Zie bron:

Antwoord hangt af van mening van leerling.

Opdracht 11

Lees het artikel *Natuurlijke vijanden in groen gevecht* op pagina 22 en beantwoord dan de volgende vraag. In kassen is de bestrijding van plagen met natuurlijke vijanden heel normaal. Op open akkers wordt biologische bescherming nog veel minder toegepast en is spuiten met chemische beschermingsmiddelen nog gemeengoed. Waarom is dit zo? Geef twee redenen.

- 1. In het open veld kunnen de beschermers gemakkelijk wegvliegen (bij sluipwespen) of zelfs belaagd worden door zogenaamde (hyper-)predatoren.*
- 2. 'Gewassen op het land zijn veel minder waard dan in de kas. Daarom is het voor boeren te duur om natuurlijke vijanden in te zetten'. – Citaat van Bolckmans (bron vermelden)*
- 3. Ook is het verboden om zomaar een biologische beschermer in te zetten in het open veld. Hiervoor moet je eerst een ontheffing aanvragen. Daarom zijn er nog niet veel beschermers voor het open veld.*

Opdracht 12

- 12a** Bekijk de tabel. Bij welke lichtintensiteit kun je de meeste bloemen per vierkante meter telen?

Bij 10.000 lux is het aantal bloemen per vierkante meter bij alle variëteiten het hoogste.

- 12b** Teelster Francisca wil twee variëteiten telen namelijk Grizzly en Husky. Check met de tabel of ze er goed aan doet om een daglichtregime van 11,5 uur te pakken.

Zoals in de tabel te zien is 11,5 het gunstigste lichtregime en krijg je de meeste bloemen per vierkante meter per jaar. Dit geldt voor de verschillende rassen. Ras Luna heeft 625 bloemen bij lichtintensiteit

11,5 en 5.750 lux, en respectievelijk 595 en 591 bij 16 of 20 uur daglengte en zelfde lichtintensiteit. Bij het Husky ras is dat 690, 606 en 625 (bij respectievelijk 11,5, 16 en 20 uur licht).

- 12c** Het kweken op 10.000 lux kost veel meer energie dan kweken op 5750 lux. Ga voor het gemak uit van 50% meer energieverbruik. Francisca heeft bij 5750 lux een jaarrekening van 3000 euro. Ze verkoopt de gerbera's voor 10 cent per stuk aan de veiling. Bereken of het de moeite loont voor Francisca om op 10.000 lux te gaan telen.

5.750 lux	625	550	671	630
10.000 lux	666	693	744	690
Meeropbrengst	41	143	73	60
Percentage	6,5%	26%	10,9%	9,5%

Gemiddeld percentage meeropbrengst is 13,2%. Laten we dit naar beneden afronden. Dan kom je op een meeropbrengst van 13% bij een 10.000 lux. $13\% \times 192.000$ bloemen in een jaar = 24960 bloemen meer $\times 0,10$ cent is ongeveer 2.500 euro extra. De kosten voor het stoken is 50% meer van 3.000 euro per jaar dus dat is 1.500 euro extra stookkosten. Ze houdt dan netto 1000 euro extra over. Het loont dus wel de moeite om op 10.000 lux te gaan stoken. Maar echt een vetpot is het niet.

Opdracht 13

- 13a** Geef twee biologische verklaringen voor het feit dat de opbrengst groter is bij wisselbouw vergeleken met een situatie waarin Daisy jaar in jaar uit hetzelfde gewas achter elkaar zou verbouwen.

De twee belangrijkste redenen zijn: nutriënten en ziektes.

Nutriënten

De grond raakt uitgeput en bevat steeds minder stikstof als je steeds gewassen gebruikt die niet tot de vlinderbloemigen (met wortelknolletjes) behoren. Door wisselteelt én gebruik van groenbemesters en vlinderbloemigen zorg er je ervoor dat er weer stikstof de grond in komt.

Ziektes en plagen

Plantenziekten en -plagen, zoals aaltjes, die specifiek op een gewas gedijen, hebben meer kans om uit te groeien tot een probleem als ze elk jaar op dezelfde plek kunnen terugkeren. Deze organismen maken minder kans om te overleven als ze steeds nieuwe gastheerplanten tegenkomen waar ze niet op aangepast zijn.

13b Wat is het voordeel van het werken met lange stroken? Geef hiervoor ook twee redenen.

1. *Lange stroken zorgen ervoor dat je met een groot perceel kunt werken en agrarische machines.*
2. *Het voordeel van strokenteelt is dat stroken tot 6 meter de verspreiding van ziektes helpen tegengaan, zoals de aardappelziekte fytoftora. “Je kunt het vergelijken met social distancing bij de corona-uitbraak”, legt Dirk Van Apeldoorn uit. (bron vermelding)*
3. *Minder insectenplagen. “De stroken trekken meer kruipende insecten en spinnen aan en vliegende insecten als sluipwespen en zweefvliegen. Die combinatie werkt goed voor de bestrijding van plaaginsecten zoals rupsen en luizen.” (van wie is deze quote?)*
4. *Ook lijkt het erop dat strokenteelt meer vogels aantrekt dan monoculturen.*

Opdracht 14

Maak een tekening van de manier waarop de bladrammenas bescherming biedt tegen bietencysteaaltjes. Tip! Maak de tekening op een apart blaadje en plak die dan hieronder op.

Uit de tekening moet blijken dat de aaltjes in de knollen van de bladrammenas gaan zitten omdat de rammenas lokstoffen afscheidt. De aaltjes die in cysten in de bodem leven worden uit hun cysten gelokt en kunnen zich vervolgens niet ontwikkelen en sterven. Op deze wijze kan wel tot 80-90% van alle aaltjes gedood worden.

Opdracht 15

De grasmat is geen monocultuur maar een mengsel van verschillende grassoorten zoals Engelsraaigrasenveldbeemdgras. Engelsraaigras kiemt en groeit sneller dan veldbeemdgras. En waar raaigras langere wortels maakt, groeien de wortels van veldbeemdgras meer horizontaal (zie foto). Wat zou het voordeel zijn van een gecombineerde grasmat? Leg je antwoord uit. Tip! Kijk naar de wortels van het veldbeemdgras.

Het veldbeemdgras maakt mooie dwarse wortels waardoor de wortels een stevig vlechtwerk vormen, een gemengde grasmat zorgt voor een stevigere mat, de ene soort maakt sterke wortels, de andere weer sterkere stengels en bladeren. Hierdoor is een gemengde grasmat compacter en steviger en slijt deze minder snel of herstelt sneller bij schade.

Opdracht 16

Naast de betredingstest met de noppen-machine wordt het gras nog op meer factoren getest. Noem twee abiotische en twee biotische stressfactoren waarop grasveredelaars testen. Leg je antwoord kort uit.

Abiotische factoren waarop getest wordt:

- *Droogtetest (is het gras bestand tegen perioden van droogte?)*
- *Hoe vaak maaien zorgt voor de beste mat?*
- *Mest toevoegen (bij welk mest-regime krijg je een optimale grasmat?)*

Biotische factoren:

- *Welke soorten bij elkaar geven de beste mat?*
- *Bodemecologie: welke dieren in de bodem zoals wormen geven de beste mat?*
- *Hoe kun je plagen zoals emelten (larven van langpootmug) of mollen bestrijden die de grasmat beschadigen?*

Opdracht 17

- 17a** Stel, je bent voorzitter van de plaatselijke voetbalclub en je wil een nieuwe grasmat voor je hoofdveld. Je kunt kiezen tussen natuurgras, kunstgras of hybride. Voordat je een weloverwogen keuze kunt maken zet je eerst de voor- en nadelen op een rijtje van elke grassoort. Lees de informatiebronnen (zie QR-codes vorige bladzijde) en noteer de voor- en nadelen.

	Natuurgras	Kunstgras	Hybride
Voordelen	- Fijner in zomer (stinkt niet) - Waterberging, CO2 opslag in de vorm van biomassa - Goedkoop	- Sterk - Ook bespeelbaar bij vorst - Weinig onderhoud	- Sterker dan natuurgras alleen.
Nadelen	- Minder sterk - Meer onderhoud - Minder spelluren in winter.	- De rubber korrels bevatten ongewenste stoffen en komen overal terecht. - Kunstgras met rubberkorrels stinkt, met name in de zomer als zon fel is - Recycling is moeilijk te realiseren	- Duur - Onderhoud moet door bedrijf gedaan worden en kan niet door de club zelf.

- 17b** Voor welke grasmat zou je kiezen? Leg je antwoord uit.

Eigen onderbouwde mening van de leerling.

Antwoorden

De Cel

Opdracht 1

- 1a** Hoe komt het dat zoutresistente planten vaak langzamer groeien dan niet-zoutresistente planten? Noem in je antwoord twee argumenten.

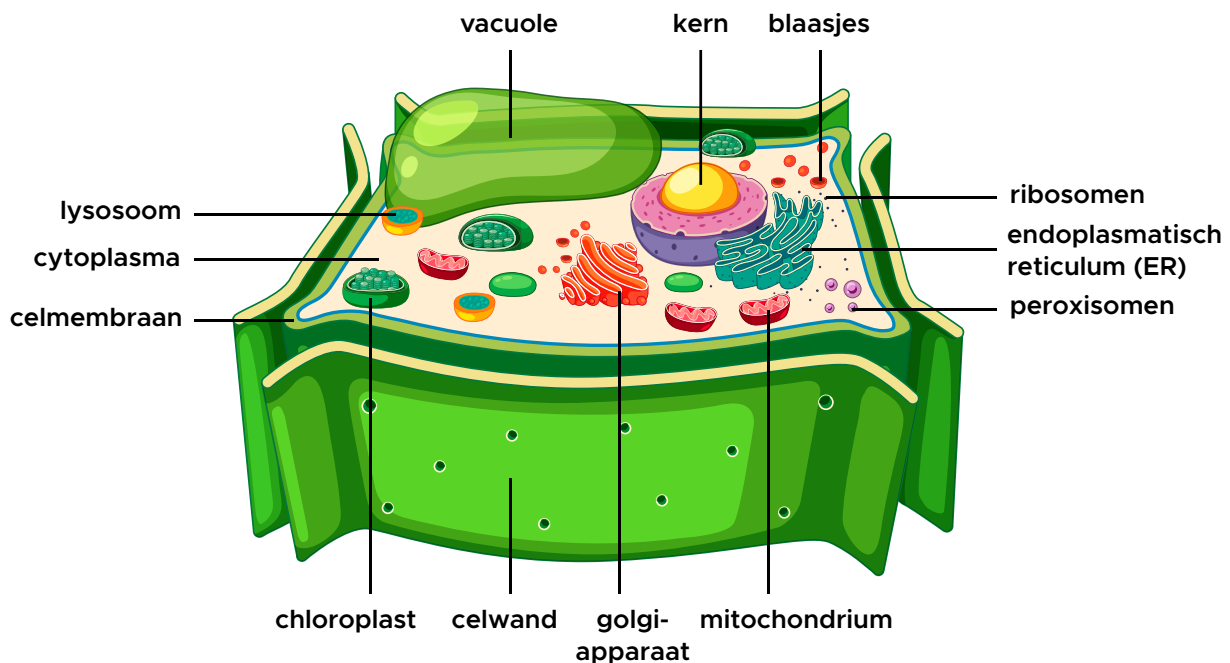
De plant moet investeren in het aanmaken van transporteiwitten die het zout actief uitscheiden, deze energie kunnen ze niet meer investeren in de groei van de plant. Een andere strategie is dat planten in een zoute omgeving minder water verdampen. Hierdoor nemen ze ook minder CO₂ op en dus kunnen ze minder fotosynthese uitvoeren.

- 1b** Groenten en fruit die op een zoute bodem worden geteeld smaken zelf niet extra zout. Ze zijn juist vaak zoeter dan 'gewone' gewassen. Leg uit waarom een aardappel op een zoute bodem zoeter kan smaken dan op een gemiddelde bodem.

Door meer suikers op te slaan in wortels en knollen, vergroot de plant de osmotische waarde in de cel. Hierdoor is het verschil met de osmotische waarde van de grond veel kleiner, waardoor er minder zout de cel binnendringt en minder water via osmose de plant verlaat.

Opdracht 2

- 2a** Om te kunnen begrijpen hoe een plantencel reageert op zout is het van belang goed te weten uit welke onderdelen een plantencel bestaat. Hierboven staat een schematische afbeelding van een plantencel. Geef de volgende onderdelen weer: celmembraan, celwand, vacuole, celkern, cytoplasma.



- 2b** Bekijk het filmfragment uit de VPRO-serie Grote Vragen waarin Christa Testerink en haar team onderzoeken hoe planten zout proeven. Hiernaast zie je het resultaat van een onderzoek naar hoe zout de groei van plantenwortels beïnvloedt. Beschrijf kort wat je opvalt.

De plantenwortels groeien van het zout weg.

Opdracht 3

- 3a** Bij welk van de drie celtoestanden (hypertoon, isotoon, hypotoon) in bovenstaande afbeelding is de osmotische waarde van de cel hoger dan die van de omgeving?

Hypotoon, je ziet dan dat de cel turgescent wordt en dat er een netto waterstroom de cel binnengaat, ook is de vacuole doorgaans groot (opgezwollen). Deze toestand is vaak ideaal voor de plant.

- 3b** Wat is de rol van de vacuole in het op peil houden van de turgor? Leg dat uit.

De vacuole is een soort grote waterzak met opgeloste stoffen erin, met name zouten. Deze zak met opgeloste stoffen zorgt ervoor dat de cel turgescent blijft. De tonoplast, membraan om de vacuole, geeft druk op het protoplasma, dat op zijn beurt weer druk uitoefent op de celwand waardoor de cel stevig blijft. Vaak neemt de vacuole wel voor 80% het volume van het cytoplasma in.

Opdracht 4

- 4a** Benoem de 7 genummerde onderdelen die je ziet. De rode en donkerblauwe bolletjes stellen ionen voor.

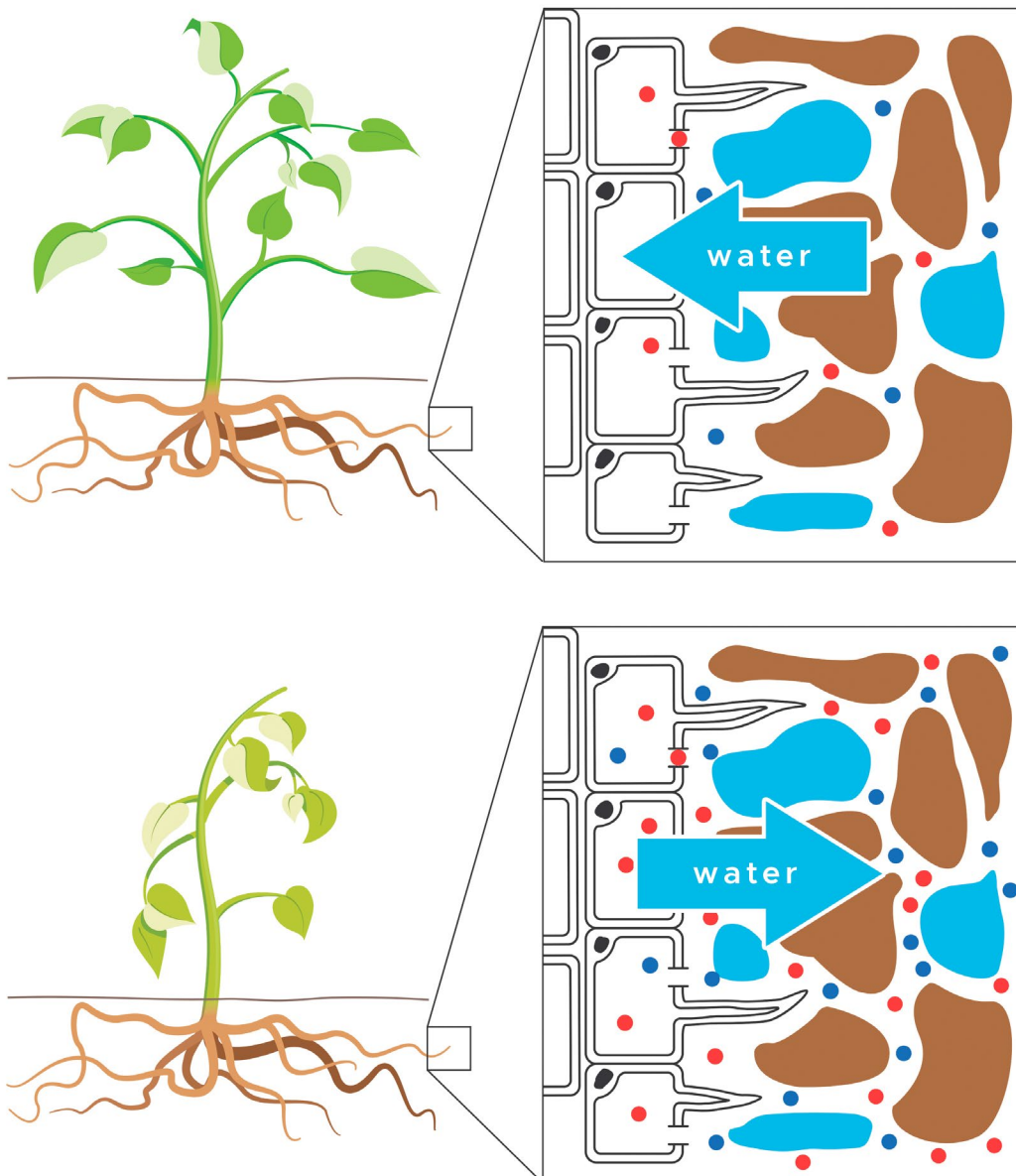
1. Cytoplasma
2. Celkern
3. Na^+ ion (of Cl^-)
4. Water
5. Transportkanaal (transporteiwit)
6. gronddeeltje
7. Cl^- ion (of Na^+)

- 4b** Keukenzout is hetzelfde als natriumchloride (NaCl) en opgelost in water is het zout aanwezig in de vorm van ionen Na^+ en Cl^- . Leg uit of de ionen via diffusie of actief transport de haarwortelcellen binnengaan?

Via actief transport door de transportkanalen komt het zout de cel binnen want het polaire ion kan niet zomaar via diffusie langs de apolaire celmembraan.

4c Geef in beide plaatjes met pijlen weer in welke richting de watermoleculen bewegen.

Zie afbeeldingen hieronder.



4d Natrium-ionen blijken schadelijk in het blad. Hoe kan de plant ervoor zorgen dat het natrium vooral in de wortels blijft en niet naar de bladeren gaat?

Via actief transport.

Opdracht 5

Als jij een veredelaar zou zijn en je wil een zouttolerant gewas krijgen, welke van bovenstaande oplossing zou jij dan proberen te krijgen in jouw plant. Leg je antwoord uit.

Antwoord hangt af van de leerling. Dit is geen gemakkelijke vraag. Vaak zijn er meerdere genen betrokken bij zouttolerantie. Veredelen van gewassen die al in beperkte mate zouttolerant zijn zoals bieten en wortels en in mindere mate ook aardappels is wellicht een goede oplossing om mee door te veredelen.

Opdracht 6

Bekijk het plaatje van de schematische plant hiernaast. Uit welk onderdeel kan een bloem groeien?

Aan de top van de stengel zit een groeipunt (eindknop), dat bij kruidachtige planten in de vegetatieve fase van de plant bladeren vormt en in de generatieve fase bloemen. Uit een okselknop kunnen ook bloemen groeien. Soms gebeurt dat vanzelf en soms als de eindknop wordt verwijderd. Daarom moeten chrysanten bijvoorbeeld geplozen worden. Andere planten, zoals de roos, hebben een grotere apicale dominantie. In de trosroos zie je dat er een eindknopje uit geplukt is om de roos te stimuleren om bloemen te maken.

Opdracht 7

- 7a** Kijk naar de afbeelding en lees de tekst over auxine. Welk proces tijdens de groei van een plantencel zal auxine “aan” of “uit” zetten bij de groei van een plantentopje naar het licht? Leg uit hoe je tot je antwoord gekomen bent met behulp van de afbeelding.

Auxine bevordert de celstrekking, dat zie je aan de langere cellen en de concentratie auxine die aan de schaduwkant hoger is (kleur is lichter aan de belichte zijde en donkerder aan de schaduwzijde). Auxine regelt de genexpressie van bepaalde genen die verantwoordelijk zijn voor de celstrekking.

- 7b** Bij het stukje over ethyleen staat dat rijp fruit ethyleen produceert. Wat denk je dat er gebeurt als bloemen in de buurt staan van een fruitschaal met rijpe bananen?

Rijpe bananen produceren veel ethyleen. Ethyleen zorgt voor een snellere veroudering bij bloemen en bladeren. Ethyleengevoelige planten laten zelfs hun knoppen, bloemen en/of bladeren vallen. Zet een bos bloemen daarom ver weg van de fruitschaal.

Opdracht 8

Hieronder zie je het resultaat van een tuinkersproefje. Het linker schaalpje is ontkiemt in het donker, het rechter in het licht. Leg met behulp van de informatie die je over hormonen hebt geleerd welke hormonen hier bij betrokken zijn en hoe de verschillen komen die je ziet. Tip! Beschrijf eerst de verschillen en leg daarna uit hoe dit zo gekomen is.

In het linker schaalpje zie je langere stengels. Auxine is een hormoon dat celstrekking veroorzaakt (zie vraag 7a). Je verwacht daarom meer auxine in de linker plantjes. Je ziet ook dat de plantjes in het linkerschaalpje niet groen zijn geworden. De ontwikkeling van proplastiden tot chloroplasten is niet op gang gekomen door het gebrek aan licht. Door het gebrek aan fotosynthese speelt ook een ander hormoon nog een belangrijke rol: gibberelline.

Weefselweek

Opdracht 8

Houd de ontwikkeling van het plantmateriaal gedurende 2-6 weken bij met foto's en beschrijvingen. Beantwoord de volgende vragen:

- 8a** Kijk naar de bloemkoolproef. Welke verschillen zie je tussen de buisjes?

De bloemkool in de verschillende media groeit verschillend van elkaar. In het buisje met cytokinine heeft het roosje bladeren gekregen (scheuten) en groeit het soms boven het medium uit. Er zijn geen witte wortels te zien. In het buisje met auxine zijn juist wel wortels te zien. Bij de combi van auxine en cytokinine groeien zowel wortels als bladeren. Sommige buizen zijn wel of niet besmet met een schimmel of bacterie.

- 8b** Kijk ook naar de gerberaproef. Zie je hier ook verschillen?

*Helaas hebben we geen foto's van de gerberaproef. Heb je die wel, mail ze naar (**malmberg@nibi.nl**) dan kunnen we ze op de site erbij zetten.*

- 8c** Het is mogelijk dat met name in de gerberaproef vooral schimmel en/of bacteriën te zien zijn. Hoe kan dat komen?

De gerbera's bevatten veel haartjes. Deze zijn een besmettingsbron en moeilijker te steriliseren. Ondanks de sterilisatiestappen in dit practicum blijft steriel werken lastig en kan er een besmetting optreden met schimmelsporen die door de lucht zweven of bacteriën.

- 8d** In het medium zitten groeihormonen, maar wat moet er nog meer in zitten?

Het medium bestaat uit een oplossing van water met verschillende stoffen. Er zitten nutriënten in zoals nitraat en fosfaat wat nodig is voor de celdeling. Maar ook vitaminen en suiker om de plant te laten groeien zonder dat er fotosynthese nodig is. De agar is nodig om de oplossing tot een gel (gelei) te maken waarin de wortels goed kunnen groeien net als in een bodem met aarde.

- 8d** Op YouTube staan veel time lapse filmpjes. Die laten versneld zien wat er gebeurt. Zoek op de termen 'time lapse' & 'tissue culture'. Komen jouw resultaten in grote lijnen overeen met wat je op YouTube kunt vinden?

Er zijn filmpjes van bloemkool time-lapse en daar zie je soortgelijke resultaten.
<https://youtu.be/jHt88X3rS4w>

Opdracht 9

Je hebt net het proces van een allergische reactie op stuifmeel schematisch bekeken. Beantwoord hierover de volgende vragen en vul de antwoorden in op de juiste plaats in de kolom 'Hooikoorts'. Let op, dit doe je eerst alleen voor hooikoorts. Het invullen van de antwoorden voor Coeliakie komt daarna met nieuwe informatiebronnen.

- 9a** Welke verschillende cellen van het afweersysteem zijn betrokken bij een allergische reactie?
b Welke externe factor veroorzaakt de reactieketen?
c Welke antistoffen worden aangemaakt?
d Wat is het product van de reactieketen dat invloed heeft op het lichaam?
e Wat is het effect/gevolg van de reactie door het lichaam?
f Wanneer is het effect zichtbaar/merkbaar?
g Waar vindt deze reactieketen plaats in het lichaam?

Opdracht 10

Je hebt zojuist geleerd hoe je lichaam reageert tijdens een allergische reactie. Kijk nu hoe je lichaam reageert op gluten als je last hebt van coeliakie, gebruik hiervoor de zeven vragen van hierboven en vul de tabel in onder het kopje Coeliakie.

	Hooikoorts	Coeliakie
Cellen van het afweersysteem die erbij betrokken zijn	B-lymfocyt T-helpercel Mestcel	T-helpercel T-killercel B-lymfocyt
Externe factor die de reactieketen veroorzaakt	Stuifmeel	Gliadine (peptide uit gluten)
Antistoffen	IgE-antistoffen	IgA Anti-endomysial Anti-tTg antigliadine
Product van de keten	Histamine (mediator)	Cytokinen Antistoffen tegen TtG Antistoffen tegen gliadine Antistoffen tegen lichaamseigen endomysial
Effect op het lichaam	Snotteren Dikke ogen Niezen	Darmepitheel gaat kapot
Snelheid van de reactie	Bij tweede contact met externe factor vrijwel direct	Geleidelijk, maar steeds sneller doordat gliadine steeds makkelijker de darmwand kan passeren.
Locatie in lichaam van reactieketen	Slijmvlies	Darmepitheelcellen (vooral aan het begin van de darm)

Opdracht 11

Vergelijk je antwoorden van de vorige twee opdrachten. Wat zijn de grootste verschillen en overeenkomsten tussen pollenallergie en coeliakie?

Overeenkomsten

1. *Veroorzaakt door externe factor*
2. *Zowel B-lymfocyten als T-helpercellen zijn betrokken in de reactie*
3. *Er worden antistoffen aangemaakt*
4. *Je hebt er last van*

Verschillen

1. *Bij coeliakie wordt het gevolg steeds erger naarmate je vaker in contact komt met de externe factor*
2. *Bij coeliakie spelen T-killerzellen een rol*
3. *Bij coeliakie worden meer verschillende antistoffen aangemaakt.*
4. *De reactie vindt plaats op verschillende plaatsen in het lichaam (darm en slijmvliezen)*

Opdracht 12

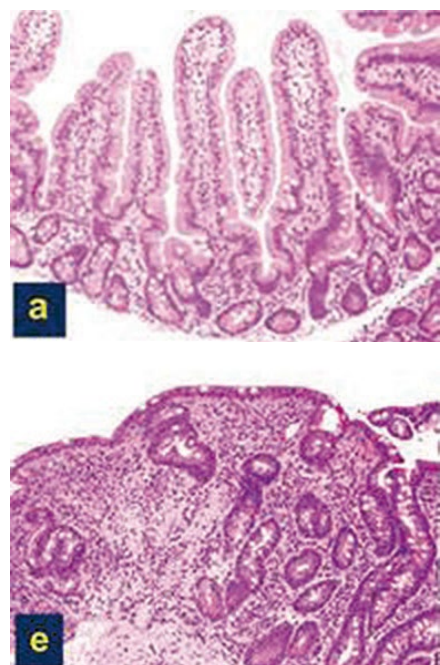
Eén van de twee aandoeningen wordt ook wel een auto-immuunziekte genoemd. Welke aandoening is dat? Leg je antwoord uit.

Coeliakie is een auto-immuunziekte, omdat het systeem aanzet tot celdood van eigen darm-epitheelcellen. Bij een allergie is dat niet het geval. Toch lijkt er wel een verband te bestaan tussen sommige auto-immuunziekten en allergieën.

Opdracht 13

Geef met behulp van de afbeeldingen een verklaring waardoor coeliakiepatiënten soms afvallen terwijl ze wel genoeg eten.

Doordat het darmepitheel van een coeliakiepatiënt nagenoeg glad is (foto e), is het totale oppervlakte van gezonde en werkende cellen sterk afgenomen en kunnen er veel minder voedingsstoffen worden opgenomen.



Opdracht 14

Bij coeliakiepatiënten is vooral de darmwand aan het begin van de dunne darm ontstoken. Leg uit met behulp van wat je weet over coeliakie en het verteringsstelsel waarom dit te verwachten is.

De dunne darm is de locatie waar voedingstoffen (zoals de eiwitten uit gluten) worden opgenomen en waar dus blijkbaar de Tfr receptor op de darmepitheelcellen zit. Hierdoor start de reactie bij de dunne darm. Aangezien cellen kapot gaan, tref je de meeste schade aan in het begin van de darm. Bovendien komt het voedsel met de gluten als eerst aan in het begin van de darm. Daar begint de reactie dus.

Opdracht 15

Verzin een recept voor glutenvrije pannenkoeken waarin tenminste 50% havermeel zit. Test je recept thuis uit en schrijf hieronder je recept op.

Recept voor 12 pannenkoeken

Ingrediënten:

1 liter volle melk (soja, haver of rijstmelk kan ook)

200 gram havermeel

100 gram boekweitmeel

100 gram amandelmeel

5 eieren

snuf zout

3 eetlepel arachide olie

Plantaardige bakboter

Doe alles in een kom, behalve de melk. Mix nu voorzichtig de melk erdoorheen tot een glad beslag. Gebruik een goede koekenpan met anti-aanbaklaag.

Antwoorden

Genetica

Opdracht 1

- 1a** Welke conclusie kun je trekken uit de laatste zin van de alinea hierboven als het gaat om de manier van overerven van de eigenschap bloemkleur?

Geen verschil in verhoudingen van de genotypes (en dus fenotypes) bij de nakomelingen als er een stamper van een rode bloem en stuifmeel van een gele bloem wordt gebruikt of juist andersom.

De genen zijn dus niet geslachtsgebonden.

- 1b** Bekijk de vier kaarten met daarop de 22 verschillende kruisingen. Noteer de genotypes van de ouders en nakomelingen die je meteen zeker weet in tabel 1.
- c** Welke conclusie kun je nu al trekken over dominante, recessieve, co-dominante of intermediaire allelen? Vul dit in bij tabel 2.
- d** Kijk nu nogmaals naar de kruisingen die je niet meteen kon opschrijven en puzzel de rest van tabel 1 bij elkaar. (Ga bij kruising 2 uit van beide ouders homozygoot en bij kruising 4 van één ouder homozygoot en één ouder heterozygoot)
- e** Maak ten slotte je conclusie compleet in tabel 2.

Tabel 1

Invulblad voor kruisingen gerbera's. Noteer ? als een allel niet bekend is.

	Ouders fenotype	Ouders genotype	Nakomelingen fenotype	Nakomelingen percentage genotype
1.	Wit x Wit	bb x bb	100% Wit	100% bb
2.	Rood x Rood	B ^R B ^R x B ^R B ^R	100% Rood	100% B ^R B ^R
3.	Rood x Wit	B ^R B ^R x bb	100% Rood	100% B ^R b
4.	Rood x Rood	B ^R B ^R x B ^r b	100% Rood	50% B ^R B ^R - 50% B ^R b
5.	Rood x Rood	B ^r b x B ^r b	75% Rood - 25% Wit	25% B ^R B ^R - 50% B ^r b - 25% bb
6.	Rood x Wit	B ^r b x bb	50% Rood - 50% Wit	50% B ^r b - 50% bb
7.	Wit x Wit	bb x bb	100% Wit	100% bb
8.	Geel x Geel	B ^G B ^G x B ^G B ^G	100% Geel	100% B ^G B ^G
9.	Geel x Wit	B ^G B ^G x bb	100% Geel	100% B ^G b
10.	Geel x Geel	B ^G b x B ^G b	75% Geel - 25% Wit	25% B ^G B ^G - 50% B ^G b - 25% bb
11.	Geel x Wit	B ^G b x bb	50% Geel - 50% Wit	50% B ^G b - 50% bb
12.	Geel x Geel	B ^G B ^G x B ^G b	100% Geel	50% B ^G B ^G - 50% B ^G b
13.	Rood x Geel	B ^R B ^R x B ^G B ^G	100% Oranje	100% B ^R B ^G
14.	Oranje x Oranje	B ^R B ^G x B ^R B ^G	25% Rood - 25% Geel - 50% Oranje	25% B ^R B ^R - 25% B ^G B ^G - 50% B ^R B ^G
15.	Rood x Oranje	B ^R B ^R x B ^R B ^G	50% Rood - 50% Oranje	50% B ^R B ^R - 50% B ^R B ^G
16.	Geel x Oranje	B ^G B ^G x B ^R B ^G	50% Geel - 50% Oranje	50% B ^G B ^G - 50% B ^R B ^G
17.	Geel x Rood	B ^G b x B ^r b	25% Rood - 25% Geel - 25% Wit - 25% Oranje	25% B ^r b - 25% B ^G b - 25% bb - 25% B ^R B ^G
18.	Rood x Geel	B ^r b x B ^G B ^G	50% Oranje - 50% Geel	50% B ^R B ^G - 50% B ^G b
19.	Rood x Oranje	B ^r b x B ^R B ^G	50% Rood - 25% Oranje - 25% Geel	25% B ^R B ^R - 25% B ^r b - 25% B ^R B ^G - 25% B ^G B ^G
20.	Wit x Oranje	bb x B ^R B ^G	50% Rood - 50% Geel	50% B ^r b - 50% B ^G b
21.	Geel x Oranje	B ^G B ^G x B ^R B ^G	50% Oranje - 50% Geel	50% B ^R B ^G - 50% B ^G B ^G
22.	Geel x Oranje	B ^r b x B ^R B ^G	25% Rood - 50% Geel - 25% Oranje	25% B ^r b - 25% B ^G B ^G - 25% B ^G b - 25% B ^R B ^G

Aanwijzingen om de puzzel op te lossen.

Blad 1

- Kruising 5 is een heterozygote kruising want alleen bij twee heterozygote ouders kan bij de nakomelingen een "nieuw" fenotype ontstaan. Zie schema:

Kruising 5	B^R	b
B^R	$B^R B^R$	$B^R b$
b	$B^R b$	bb

Blad 2

- Kruising 10 en 11 hier zie je dat uit twee x gele ouders ook witte nakomelingen oplevert. Dit betekent dat geel dominant is over wit.

Uit blad 1 en 2 kun je concluderen dat rood en geel beiden dominant zijn over wit.

Noteer mogelijke genotypes:

Rode bloem	$B^R B^R$	$B^R b$
Gele bloem	$B^G B^G$	$B^G b$
Witte bloem	bb	

Blad 3

- Kruising 13 geeft ons weer nieuwe informatie. Want uit een rode en een gele ouder komen allemaal oranje nakomelingen. Oranje is een intermediair fenotype.

- Kruising 17 leert ons dat rood en geel co-dominant zijn.

Kruising 17	B^G	b
B^R	$B^R B^G$	$B^R b$
b	$B^G b$	bb

Tabel 2

Conclusies over de manier van overerven van bloemkleur.

Fenotype	Wit	Rood	Geel	Oranje
Geconcludeerd uit kruising	5, 10, 11	5, 13, 17	10, 11, 13, 17	13
Gen	b	B ^R	B ^G	B ^G én B ^R
Dominant/Recessief/Co-dominant/Intermediair	Recessief	Co-dominant	Co-dominant	Intermediair
Genotypes mogelijk	bb	B ^R B ^R / B ^R b	B ^G B ^G / B ^G b	B ^R B ^G

Tomaat op de tekentafel

Opdracht 2

- 2a** Onderzoek je hierbij het fenotype of het genotype?

Je onderzoekt hier het fenotype van de tomaat, je kijkt bijvoorbeeld naar smaak en grootte. Dit zijn uiterlijke eigenschappen en dus een fenotype.

- 2b** Welke relatie is er waar te nemen in tabel 3 tussen hokkigheid en lekgewicht?

Tweehokkige tomaten verliezen sneller hun vochtige inhoud dan meerhokkige tomaten. Gemiddeld genomen is het lekgewicht het grootst bij de cherrytomaat en trostomaat, het kleinst bij de vleestomaat. Tweehokkigen hebben daarnaast ook meer vloeibare massa, waardoor het lekgewicht hoger is.

- 2c** Omcirkel in tabel 4 de eigenschappen die gunstig zijn voor het nieuwe tomatenras en licht je antwoord toe.

Dit antwoord is subjectief, maar over het algemeen kun je zeggen dat de stukjes “lekker in de mond” passen en dus niet te groot zijn. Een cherrytomaat past volledig in de mond maar is wel aan de grote kant bij het doorbijten. Zoete tomaten worden lekkerder gevonden dan zure. Een logisch antwoord is dat we op zoek zijn naar een tomaat die zoet is en niet teveel vocht lekt bij het doorsnijden. En een tomaat die met twee keer doorsnijden de gewenste porties grootte oplevert, is een ideale kandidaat voor kant-en-klaarmaaltijden en salades.

Tabel 6

Rassen	Eigenschap	Fenotype	Genotype
Trostomaat	Formaat	Groot	ff
	Hokkigheid	Tweehokkig	HH of Hh (kortweg H-)
	Suikergehalte	Zeer zoet	S ^H S ^H
Cherrytomaat	Formaat	Klein	FF of Ff (kortweg F-)
	Hokkigheid	Tweehokkig	HH of Hh (kortweg H-)
	Suikergehalte	Zeer zoet	S ^H S ^H
Vleestomaat	Formaat	Groot	ff
	Hokkigheid	Meerhokkig	hh
	Suikergehalte	Matig zoet	S ^L S ^L
Gewone tomaat	Formaat	Groot	ff
	Hokkigheid	Tweehokkig	HH of Hh (kortweg H-)
	Suikergehalte	Zoet	S ^L S ^H (intermediair fenotype)
Romatomaat	Formaat	Groot	ff
	Hokkigheid	Tweehokkig	HH of Hh (kortweg H-)
	Suikergehalte	Zoet	S ^L S ^H (intermediair fenotype)

2e Arceer of omcirkel in tabel 6 alle fenotypes die gunstig zouden zijn voor jullie nieuwe tomatenras. Zorg dat dit in overeenstemming is met je antwoorden in tabel 4.

Formaat: Klein Hokkigheid: Meerhokkig Suikergehalte: Zeer zoet

2f Welk genotype heeft jullie ideale tomaat (gebruik tabel 6)?

F- hh S^HS^H

2g Welke tomatenrassen zou jij gebruiken als ouderplanten, zodat je de gewenste eigenschappen kunt inkruisen voor jullie ideale tomaat? Schrijf de rassen en hun genotype op.

Dit antwoord hangt af van welke tomaten er in de klas zijn gebruikt.

Tabel 7

We nemen in dit voorbeeld als gewenst fenotype F- hh S^HS^H. Dit kan je bereiken als de ouders allemaal homozygoot zijn met dit genotype FFhh S^HS^H. Zie kruisingen hieronder.

	F	F	h	h	S ^H	S ^H
F	FF	FF				
F	FF	FF				
h			hh	hh		
h			hh	hh		
S ^H					S ^H	S ^H
S ^H					S ^H	S ^H

	F	F	h	h	S ^H	S ^H
f	Ff	Ff				
f	Ff	Ff				
h			hh	hh		
h			hh	hh		
S ^H					S ^H	S ^H
S ^H					S ^H	S ^H

	F	F	h	h	S ^H	S ^H
F	FF	FF				
f	Ff	Ff				
h			hh	hh		
h			hh	hh		
S ^H					S ^H	S ^H
S ^H					S ^H	S ^H

De cherrytomaat heeft van twee van de drie eigenschappen het goede fenotype (zeer zoet en klein formaat) alleen de hokkigheid is niet goed. De vleestomaat is de enige met een meerhokkig fenotype. Misschien dat je de cherrytomaat met de vleestomaat kunt kruisen om meerhokkige cherrytomaten te krijgen die minder vocht lekken bij het doorsnijden.

- 2k** Hoeveel procent van het zaad zal het gewenste fenotype hebben? Maak een berekening gebaseerd op je bovenstaande antwoorden.

Dit antwoord ligt aan het genotype van de ouders die de leerlingen hebben gekozen.

- 2l** Het veredelingsbedrijf dat de trostomaat heeft ontwikkeld, wil aan zijn klanten zaden verkopen die nagenoeg voor 100% dezelfde eigenschappen hebben. Bedenk of de ouderplanten van deze zaden homozygoot of juist heterozygoot zouden moeten zijn voor de gewenste eigenschappen. Licht je antwoord toe.

Homozygote ouderplanten geven zaden die nagenoeg 100% dezelfde eigenschappen geven. Heterozygoten niet. Zie voorbeeld:

$P1 = Ff \times Ff$

$F =$

FF	fF
Ff	ff

Heterozygote ouders

$P1 = FF \times FF$

$F =$

FF	FF
FF	FF

Homozygote ouders

Voorkeur heeft 1 x FF en 1 x ff. Dat levert heterozygoot verkoopbaar zaad. Voordeel hiervan is dat een verhoging van de expressie van de eigenschap geeft (heterosis) en een bescherming voor nateelt. Men kan dus niet verder telen met heterozygote zaden omdat de F2 allerlei varianten oplevert.

Moderne veredeling met Crispr

Opdracht 3

Bekijk dit plaatje (figuur 2) dat bij het persbericht van de Nobelprijs werd verspreid. Het Cas-enzym kan heel gericht het DNA openknippen. Zoals je op het plaatje ziet is er een stukje 'gids-RNA' ingebouwd aan het Cas-eiwitcomplex.

Leg uit wat de functie is van dit gids RNA

Dit gids RNA bevat de complementaire sequentie van het DNA dat je wil veranderen en leidt de Cas nuclease naar de juiste plek op het target DNA.

Opdracht 4

- 4a** Lees het artikel hiernaast waarin twee verschillende meningen staan over welke koers de EU moet varen als het gaat over de regelgeving voor het op de markt brengen van GGO gewassen. Onderzoeker John van der Oost is voorstander en Kevin Stairs van Greenpeace is tegenstander.

Welke argumenten gebruiken John en Kevin om hun standpunt te verdedigen?

John van der Oost

‘Het valt niet uit te leggen dat relatief zorgvuldig genredigeren, waarin je nauwkeurig bijhoudt wat je doet, aan strengere regels moest voldoen dan vrij lukraak mutaties opwekken en hopen op iets beters.’

‘Sommige mensen zijn huiverig dat je de nieuwe ggo-gewassen niet meer van gangbare kunt onderscheiden. Maar ik vind dat alleen maar mooi: het toont dat de producten van de Crispr-technologie ook in de natuur kunnen ontstaan, alleen gaat het nu veel sneller.’

Kevin Stairs

Argumenten Kevin Stairs

‘Nieuwegenetische modificatietechnieken maken het biotechbedrijven mogelijk veranderingen in organismen aan te brengen die niet in de natuur voorkomen en fundamenteel verschillen van traditionele veredelings technieken.’

‘Het bewijs groeit dat nieuwe ggotechnieken onbedoelde mutatie-effecten teweegbrengen, naast de door de ontwikkelaars gewenste veranderingen.’

- 4b** Lees hierboven de drie casussen en schrijf argumenten op die voor en tegen de techniek pleiten.

Argumenten voor GM-gewassen

- 1. Hogere voedselopbrengsten zijn keihard nodig en GM-gewassen die zouttolerant zijn gemaakt kunnen nu ook op zilte grond groeien die normaal ongeschikt is om gewassen te telen.*
- 2. Minder gif spuiten bij planten die resistent zijn gemaakt.*
- 3. GMO-voedsel is onschadelijk. De praktijk heeft laten zien dat GMO-voedsel veilig is.*
- 4. Gezonder en beter smakende gewassen en fruit*

Argumenten tegen GM-gewassen

- 1. GMO heeft grote risico's voor mens en natuur*
- 2. Biotech maakt boeren nóg afhankelijker van grote bedrijven*
- 3. Het is onnatuurlijk*

4c Wat vind jij? Moet de EU Crispr-Cas goedkeuren of verbieden? Licht je antwoord toe.

Eigen mening leerling.

Opdracht 5

5a Gebruik van pootaardappels heeft voor een aardappelteler het voordeel dat de aardappelplanten die daaruit groeien, aardappels vormen van een constante kwaliteit. Verklaar waardoor de aardappels uit pootaardappels over het algemeen een constante kwaliteit hebben.

Uit het antwoord moet blijken dat:

• pootaardappels door ongeslachtelijke voortplanting ontstaan / klonen zijn / genotypisch gelijk zijn / dezelfde erfelijke eigenschappen hebben.

5b Noteer een oorzaak waardoor er toch verschillen kunnen zijn.

Uit het antwoord moet blijken dat:

• de aardappels toch kunnen verschillen door lokale milieufactoren (of een voorbeeld daarvan) / mutaties.

5c Tetraploïde ($4n$) aardappelplanten zijn vaak groter en produceren grotere knollen dan de diploïde planten. Doordat de rassen die in de landbouw worden gebruikt vrijwel allemaal tetraploïd zijn, is aardappelveredeling lastig. Hoeveel verschillende genotypen zijn bij tetraploïde aardappelplanten mogelijk voor één eigenschap met twee allelen?

D 5 allelen

- 5d** 1. Noteer de genotypenverhouding van de mannelijke geslachtcellen en licht je antwoord toe.
2. Noteer de kans op PVS-resistentie voor een nakomeling uit deze kruising. Tip! Gebruik het kruisingsschema hiernaast als je er niet zo makkelijk uitkomt.

Uit het antwoord moet blijken dat:

• de verhouding $RR : Rr : rr = 1 : 4 : 1$

• de kans (op PVS-resistentie ($rrrr$)) is $1/6 \times 1/6 = 1/36 / 0,028 / 2,8\%$

	RR	rr
RR	RRRR	RRrr
rr	rrRR	rrrr

Opdracht 6

- 6a** Verklaar dat klassieke veredeling niet mogelijk is zonder isolatie.

Uit het antwoord moet blijken dat (bij klassieke veredeling) moet worden voorkómen dat planten kruisen met andere dan de geselecteerde planten / dat er alleen kruisingen mogen plaatsvinden tussen planten met de gewenste eigenschappen.

- 6b** De radioactieve straling leidt tot extra variatie in het erfelijk materiaal. Hoe noemen we deze eigenschap van radioactieve straling?

C Mutageen

- 6c** Bij weefselkweek worden hormonen toegevoegd waardoor de cellen andere organen vormen, zoals wortels. Op welke wijze veroorzaken plantenhormonen differentiatie van cellen tot wortelcellen?

A Ze beïnvloeden in cellen de expressie van bepaalde genen.

- 6d** Over het ras Tokio worden drie uitspraken gedaan. Omcirkel achter elke uitspraak of deze juist of onjuist is.

- 1. onjuist*
- 2. onjuist*
- 3. onjuist*

- 6e** Licht toe waarom Naktuinbouw alleen een goede conclusie kan trekken over kwekersrechten als de planten onder dezelfde omstandigheden zijn opgekweekt.

Uit het antwoord moet blijken dat hierdoor wordt uitgesloten dat gevonden verschillen worden veroorzaakt door milieufactoren / door andere dan genetische factoren.

- 6f** Door welk verschil in DNA heeft elk chrysantenras een unieke DNA- fingerprint?

A door een verschil in de nucleotidenvolgorde van het DNA

- 6g** Wat moet worden ingevuld bij 1 en 2?

Antwoord A.

*Uit het onderzoek van Naktuinbouw bleek dat het kwekersrecht van Flowi was geschonden: De verschillen tussen de referentierassen bleken (1) **groter dan** de verschillen tussen Tokio en Red Sun. Dit resultaat bevestigt dat Tokio en Red Sun tot (2) **hetzelfde ras** behoren.*

Instructie en tips

Algemeen

De lessenserie heeft bij elke module (Ecologie, De Cel en Genetica) een bijbehorende PowerPoint presentatie die gemaakt is door biologiedocent Martine Kalisvaart. Handig voor bij klassikale introductie en nabespreking van verschillende opdrachten.

Je vindt deze PowerPoint-presentaties op:

<https://www.nibi.nl/pagina/plantkracht>

Ecologie

Komkommerbewaarpacticum

Tip! Gebruik mini-komkommers om het experiment uit te voeren. Dit scheelt een hoop kosten en materiaal.

De Cel

Weefselkweekpacticum

Doe onderzoek aan de hand van weefselkweek. Een deel van de materialen voor dit practicum is aan te vragen via het NIBI, je betaalt alleen de verzendkosten van 35 euro. Het practicum kan het beste uitgevoerd in duo's. Per duo ontvang je een pakket.

Aanvragen: malmberg@nibi.nl

Het weefselkweekpacticumpakket bestaat uit:

- 18 cultuurbuizen met medium voor weefselkweek. Nu kun je zowel bloemkool als gerbera proberen te kweken. Je gebruikt drie varianten in hormoonsamenstelling en voert het in drievoud uit. In totaal ontvang je dus $2 \times 3 \times 3 = 18$ cultuurbuizen. Als je met meerdere groepen de proef uitvoert zorg je dat je in elk geval van elke hormoonsamenstelling voor zowel de bloemkool als de gerbera drie buisjes kunt beoordelen. De hormoonsamenstellingen zijn: alleen auxine, alleen cytokininen en een combinatie van beide hormonen. Een container bestaat uit: glazen buis (15x2,5 cm) met plastic cap en 15 ml medium om het weefselkweeksample in op te laten groeien (in vakjargon heet dit een explantaat). De buizen worden gefolied (huishoudfolie) in rekken gezet.
- Gesteriliseerd papier.

Materiaal dat je zelf moet verzorgen:

- Plantmateriaal: 1 bloemkool en 1 potgerbera
Let op! Bij voorkeur worden de kool en potgerbera vers verwerkt. Kies een kool die

geen schade aan de bloemen heeft, of kies dat gedeelte dat vrij van beschadigingen is. Kies een verse potgerbera die goed in het water heeft gestaan en een stevige stengel heeft.

- Steriel gedistilleerd/demi water (600 ml per duo)
- Alcohol (80%) (700 ml per duo)
- 1% Chlooroplossing (200 ml per duo)
- 1 druppel Tween of neutraal afwasmiddel per groepje
- Bestek – 1 metalen pincet en 1 scalpel per groepje als het kan met lange handvatten, dat is makkelijker in de buizen met medium
- Bekerglas: liever smal en hoog dan breed en plat (minder oppervlak voor besmetting)
- Bunsenbrander
- Entkast of downflow. Indien niet aanwezig kan het ook tussen steriel papier aan de practicum tafel.

Let op! De entstap moet juist niet in een zuurkast, want daar gaat de luchtstroom de verkeerde kant op om je materiaal steriel te houden.

Weefselweek

Hieronder zie je de resultaten van de proef zoals die door ons is uitgevoerd.



Buis 1 - auxine



Buis 2 – cytokinine



**Buis 3 - cytokinine
+ auxine**

Wanneer je in het medium (agargelei) duidelijk witte wortels ziet betreft dit auxine medium. De witte wortels zijn de belangrijkste indicatie, er kunnen ook scheuten boven het medium groeien.

Wanneer je enkele grote scheuten boven het medium ziet (en geen wortels) dan betreft dit cytokinine medium

De buizen waarin je veel kleine scheutjes en/of weelderige groei ziet betreft de combinatie auxine/cytokinine (Buis 3).



**Besmetting met
bacterie**



**Besmetting met
schimmel**

Het is goed mogelijk dat het steriel werken niet helemaal goed gelukt is. Er kunnen dan schimmels en bacteriën groeien in het medium of op de weefselkweekstekjes. Hoe ziet een dergelijke besmetting er uit? Bij de linker buis zie je dat het medium troebel wordt. Dit betekent dat het medium besmet is met bacteriën. Bij de rechter buis zie je je donkere plekken op de bloemkoolroosjes. Dit is schimmel. De linker buis is dubbel besmet want je ziet naast het troebele medium ook nog zwarte plekken wat duidt op schimmelgroei.

Aanvullende bronnen en filmpjes



**Weefselkweek
instructie deel 1**



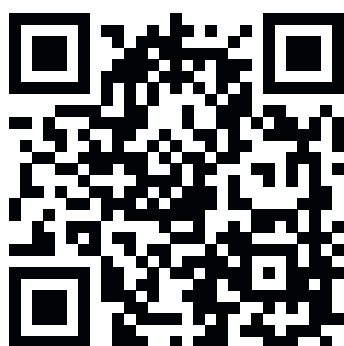
**Weefselkweek
instructie deel 2**



**Komkommerteler
Jeroen in zijn
vier hectare kassen**



**Hoe proeft een plant
zout**



**Time-lapse video's
beweging planten**



**Hoe wortels zout
vermijden**



**Filmpjes van insecten
die parasiteren op
gastheren**



**Video playlist over
DNA**