Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

van hall larenstein
university of applied sciences

Van aardappeleters naar cisgenese

Veredeling en vermeerdering



een lessenserie over de consumptie, teelt en veredeling van planten voor 6vwo

passend bij het vernieuwde examen biologie 2016

Naam: ……..

Klas: …….

Ontwikkeld binnen de DOT- biologie VHL Leeuwarden 2015

Winnaar van de ENZA ZADEN Award voor de beste plantenlessenserie 2015 mogelijk gemaakt door de KHMW

ENZA ZADEN

KONINKLIJKE HOLLANDSCHE MAATSCHAPPIJ DER WETENSCHAPPEN

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

van hall larenstein
university of applied sciences

Inhoud

Les 1: 'DE AARDAPPELETERS' 3
Les 2: WATER: PROBLEMEN 5
Les 3: HOW DO PLANTS SURVIVE? 10
les 4: EEN SUPERPLANT 14
Les 5: ÉÉN MOOI PLANTJE IS NIET GENOEG! 17
Les 6: GROEPTOETS 18
Verrijkingspracticum 1: 21
Verrijkingspracticum 2: 26
Verrijkingspracticum 3: 29
BiNaS Tabellen 72 en 73 31
Bijlage 1 32

Bij de afbeelding:
Nuenen, april - mei 1885; Vincent van Gogh (1853 - 1890).
Het tweedimensionale kunstwerk afgebeeld op de voorkant valt in het publiek domein

Van Gogh zag *De aardappeleters* als een soort meesterproef. Hij wilde met het schilderij laten zien dat de boeren die model stonden 'met die handen die zij in den schotel steken zelf de aarde hebben omgespit en (…) dat zij hun eten zoo eerlijk *verdiend* hebben', schreef hij ruim 130 jaar geleden op 30 april 1885 aan zijn broer Theo.

Auteurs: Jos Kramer-Kolleman en Peter Visser met bijdrages van:

Ineke de Jonge
Jan Scholten,
Dieuwertje Babonnick
Gepke van der Wal
Homme Bakker
Francine Behnen

Met dank aan HZPC voor de verdiepende informatie over aardappelteelt en veredeling.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Les 1: 'DE AARDAPPELETERS'

(leefwereldcontext, consument, organismeniveau)



Lesvraag: Aan welke verwachtingen moet een aardappel voldoen?

"Welkom in Nuenen, het dorp van De Aardappeleters. Net als Vincent van Gogh hebben wij iets met aardappeleters. ….. Als enige in de regio hebben wij een licentie voor Steppegras ."

Zo luidt een deel van de tekst op de website van restaurant De Aardappeleters. En elke dag opnieuw worden er in de Nederlandse keuken aardappelen gebruikt voor maaltijden. Maar ook buiten de maaltijden om, worden aardappelen gebruikt in voedingsmiddelen. Hoe zorgen kwekers en telers ervoor dat wij op de markt of in de winkel de afdeling AGF (aardappelen, groenten en fruit) goed en gevarieerd gevuld raken? Hoe is die variatie in rassen ontstaan? Wat heeft de veredelaar daarmee te maken gehad?

We beginnen onze zoektocht naar het werk van een kweker/teler en de veredelaar, vanuit onszelf, de consument: wij eten aardappelen en zorgen dat zij werk hebben en houden. Uiteindelijk gaat zelfs bij een groot aardappelbedrijf als HZPC de aardappel gewoon in het pannetje. Ze hebben een keuken om aardappels daarop te testen.

Proefopdracht 1.0: verschillende aardappels
Op tafel staan bakjes met verschillende rassen gekookte en ongekookte aardappelen.
Neem een scoreformulier, eet van elke aardappel een klein blokje en beoordeel hem daarna op een aantal eigenschappen: kleur; geur, stevigheid, omschrijving smaak; of je hem lekker vond.
Geef daarna per eigenschap een cijfer van 1 tot 5 en lever het formulier in; we komen er later op terug.

Oriëntatieopdracht 1.1: In welke vorm eet jij wel eens aardappelen?

……
……

Oriëntatieopdracht 1.2: Bezoek de website van het Nuenense cafetaria (http://www.cafetaria-nuenen.nl/home/):
In welke gerechten op de kaart worden aardappelen gebruikt en voor welk tijdstip van de dag is dat gerecht geschikt: ontbijt, lunch, diner, tussendoor

naam gerecht	bestaat uit	maaltijd:OLDT

Oriëntatieopdracht 1.3:

Zoek op internet naar andere toepassingen van de aardappel dan herkenbaar zijn in een maaltijd:

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

……
……
……
……

De aardappel is natuurlijk een plant en hij weet knollen te produceren. Hoe groeien planten? Wellke organen heeft een plant? En wat heeft een plant nodig?



Verander jij ook in een zombie als we het hebben over planten?



Wat is er nu interessant aan een plant?

Voorkennisopdracht 1.4- Wat weet je al van planten?
Graven in het geheugen ☺. Maak in kleine groepjes van 2-4 mensen op een A3-papier een woordenweb rondom planten: wat weet je er al van of nog van?

Opdracht: Kun je de lesvraag beantwoorden?
Aan welke verwachtingen moet een aardappel voldoen?

HUISWERKVRAGEN:
1- Uit welke voedingsstof bestaat de aardappel met name?

2- Deze voedingsstof is ontstaan, door
A aerobe dissimilatie
B eiwitsynthese
C voorgezette assimilatie

3- Voeg aan je woordenweb een deel toe, als je dat nog niet had gedaan, over de werking van fotosynthese van orgaanniveau t/m molecuulniveau.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Les 2: WATER: PROBLEMEN

(beroepscontext: de aardappelteler)

Lesvraag: Welke problemen komt een teler van aardappels tegen? En Hoe speelt daarin de fysiologie van de aardappel een rol?

Situatie (organisme niveau)

Eerst water, de rest komt later! Deze slogan van de brandwondenstichting gaat ook op voor planten. Maar dan wel in de juiste hoeveelheid en op het juiste moment. Planten kunnen namelijk op verschillende manieren reageren op water. Ook kunnen planten op dezelfde manier reageren terwijl er een verschillende oorzaak aan ten grondslag ligt.
Aardappeltelers houden hun gepote aardappels goed in de gaten, maar de natuur is moeilijk te voorspellen en beïnvloedt de groei van de plantjes aanzienlijk. Aardappeltelers willen een grote opbrengst en willen problemen met hun aardappelplanten snel oplossen, maar dat is niet altijd gemakkelijk.
Jullie krijgen drie casussen voorgeschoteld, waarbij een aardappelplant zijn bladeren slap laat hangen. Probeer de oorzaak op een zo klein mogelijk organisatieniveau te achterhalen.



Casus 1 (groep 1)- Een teler heeft zijn jonge aanplant volgens een plantenfysioloog te vaak koud water te geven. De bladeren zijn gaan hangen en verdrogen. De planten laten zelfs hun bladeren vallen. Na een snede komt de teler tot de ontdekking dat de plant nog wel leeft. Hoe kan dit?



Casus 2 (groep 2)- Tijdens het aardappelgroeiseizoen van 2015 viel er teveel regen in Schotland en is de grond een tijd lang zompig nat. De aardappelplant laat zijn bladeren hangen en sterft uiteindelijk. De frietjes zullen dit seizoen duurder worden. Hoe kan dit?



Casus 3 (groep 3)- In de zomer is het warm en valt er al weken weinig tot geen water. De aardappelplant maakt secundaire knolletjes en krijgt slappe bladeren. Waardoor hangen de blaadjes?

Zoals in de drie casussen naar voren komt, moeten telers rekening houden met een aantal factoren om hun planten goed op te kunnen kweken. Daarvoor is het nodig om de fysiologie van de plant te doorgronden en daarop in te spelen.
Planten hebben bijvoorbeeld ingenieuze oplossingen bedacht om water te transporteren. Op welke manieren transporteren planten voedingsstoffen en water? En welke natuurwetenschappelijke principes zetten planten daarvoor in?

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Oriëntatie

Om een casus te kunnen beantwoorden gaat jullie team zich eerst oriënteren op het transportsysteem van planten. Waar liggen de oorzaken van de gevolgen in de casussen? De aardappelteler wil een uitgebreid antwoord op verschillende organisatieniveau's.
Je krijgt alvast de beschikking over drie bronnen om te verkennen op deze fysiologische problemen. Daarna maak je eerst twee oriëntatieopdrachten.

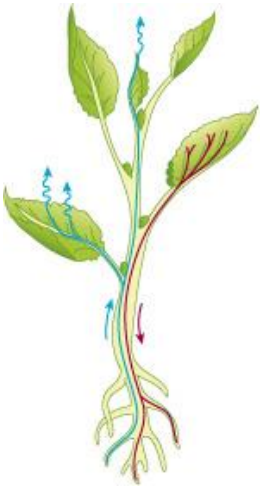
Bron 1- Geniale bomen bewerkte bron: http://www.newscientist.nl/blogs/geniale-bomen/

Tot welke hoogte de vloeistof stijgt, staat in direct verband met de grootte van het drukverschil. Het grootste verschil bereik je wanneer je mond een perfect vacuüm zou bevatten. Maar zelfs dan is het drukverschil maximaal 101,3 kilopascal, de waarde van de atmosferische druk die aan de buitenkant op het water 'duwt'. Bij dat maximale drukverschil stijgt het water tot …….. meter; tot daar en niet verder.
Toch is de grootste boom ter wereld bijna 116 meter. Tart deze boom de wetten van de natuur? Of gebruiken bomen een slim mechanisme dat de bovenstaande redenering ondermijnt?
YouTuber Derek Muller gaat in de video '*The most amazing things about trees'*, op zoek naar het antwoord. Het blijkt al snel dat bomen enorm complex zijn.
Mullers uitleg is niet alleen boeiend, maar zorgt er ook voor dat je opeens een geheel nieuw respect krijgt voor een 'simpele' boom.
https://www.youtube.com/watch?v=BickMFHAZR0&feature=player_embedded

Bron 2: Sapstromen, http://www.npo.nl/focus-op-biologie/22-04-2014/NPS_1240186, 22-04-2014

Bron 3: Planten en hun omgeving, http://www.npo.nl/focus-op-biologie/10-02-2014/NPS_1242026, 10-02-2014.

Oriëntatieopdracht 2.1- Van welke principes maken planten gebruik voor sapstromen?
Teken op een A2 papier samen met je teamgenoten een mooie grote boom. Vervolgens verwerken jullie in deze afbeelding de informatie uit de bovenstaande drie bronnen. Uiteindelijk moet de afbeelding de vraag beantwoorden via welke aanpassingen en principes een boom van 100m zijn water bovenin krijgt.



Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Oriëntatieopdracht 2.2- Kun je een boom melken?
In de maand maart kun je de sapstroom van een esdoorn of berk aftappen. Dit plantensap kun je vervolgens indampen en dan heb je 'maple sirop'. Heerlijk voor over de pannenkoeken. In welke vaten moet je je tap zetten? En welke samenstelling heeft dit plantensap?



Na de oriëntatieopdrachten weet jullie team al aardig wat meer over het transportsysteem.

Terug naar de drie casussen.

Groepsopdracht 2.3- Wat is de oorzaak of zijn de oorzaken voor de slappe bladeren?
Jullie team kiest één van de casussen en krijgt 30 minuten de tijd om de casus op te lossen. Daarna breng je verslag uit aan de andere teams. Je presentatie start op organisme niveau en daalt af. Op orgaan-, cel- en molecuulniveau worden allereerst de gevolgen beschreven. Daarna wordt vanaf molecuulniveau naar organisme niveau een lopende verklaring uitgeschreven (systeemdenken).

Als je vastloopt, kun je bij de docent een kaartje halen met een hint op een bepaald organisatieniveau.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

van hall larenstein
university of applied sciences

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Belevingsopdracht 2.4- Jouw zuigkracht versus de zuigkracht van een boom



Na het oplossen van de casussen kunnen we eens aan den lijve ondervinden hoe een boom de sapstromen doet stromen.
Mensen hebben een hart en dat zorgt voor circulatie. Hierdoor blijf je in homeostase. Je hart moet wel flink wat druk zetten om dat voor elkaar te krijgen Handig om dan bijvoorbeeld de hartslagfrequentie te variëren. Hoe zit dat bij een plant? Hoeveel druk moet een plant zetten om dat transport voor elkaar te krijgen? En om hoeveel kracht gaat het dan?

Intro-filmpje
eerste stukje tot aan lange slang:
https://www.youtube.com/watch?v=HUmZrtiXDik

Opdracht 1:
Maak het langste rietje waarmee één van jullie nog gekleurde limonade of cola omhoog zuigt

nodig per groep:
pak rietjes, stift voor streepjes, 1 potlood, bekerglas heet water, glas met gekleurde limonade, ev. lange dunne slang van 11m bij dierenwinkel vandaan (aquariumafdeling)?

werkwijze:
start met het maken van een rietje van 1m en probeer deze met steeds 1m te verlengen totdat de limonade niet meer volledig wordt opgezogen.

tip m.b.t. rietjes lekvrij aan elkaar maken: de punt van een potlood in heet water dopen en daarmee een rietje oprekken zodat er een tweede in past; hoe beter de verbindingen, hoe gemakkelijker het opzuigen gaat.

Resultaat:
Ons superrietje is geworden: ……. rietjes = …..,…..m.
Maak een foto en mail deze als bewijs naar je docent.

Vraag: Hoeveel kracht moet een boom leveren om water 116 meter hoog te krijgen?

HUISWERKVRAGEN:
1- Hoeveel kracht moet die boom uit bron van 116 meter nou leveren om het water helemaal omhoog te krijgen?

2- Hoe oud wordt een aardappelplant en hou oud een tomatenplant?

3- Zoek afbeeldingen bij de fasen van de levenscyclus van zowel aardappel en van de tomaat.

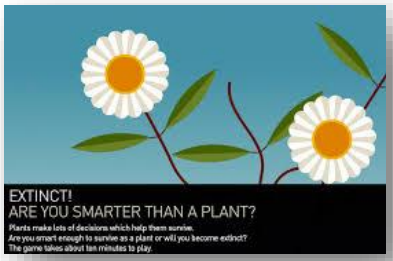
Concepten: fotosynthese, dissimilatie, (voortgezette) assimilatie, capillaire werking, verdamping, osmose, sapstroom, bast- en houtvaten, biomassa

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Les 3: HOW DO PLANTS SURVIVE?

wetenschappelijke context: plantenfysioloog/- ecoloog

Lesvraag: Welke factoren beïnvloeden de groei van planten?



Je hebt gemerkt dat een teler rekening moet houden met de abiotische factoren en het plantaardige transportsysteem. Maar met welke (a) biotische factoren moet hij/zij nog meer rekening houden? Meestal spelen meerdere factoren een rol bij de groei. Plantenecologen bestuderen de effecten van deze factoren op de plant, plantenfysiologen de effecten binnen de plant.

Om te experimenteren met die factoren en de effecten op de plant te onderzoeken zou je natuurlijk planten moeten laten groeien en verzorgen. Dit kost best veel tijd, dus om tijd te besparen, ga je aan de slag met een simulatie. In dit geval de game Extinct!

opdracht 3.1: *EXTINCT! ARE YOU SMARTER THAN A PLANT?*
Plants make lots of decisions which help them survive.
Are you smart enough to survive as a plant or will you become extinct?
http://www.bbsrc.ac.uk/bbsrc/cache/file/277CD3E7-6173-4352-931C3364FA5CED83.swf

Speel in duo's het computerspel Game Extinct! waarbij één de wild plant en de ander de farmed plant is; wild plant = ……..; farmed plant = ……..
Als het je niet lukt te overleven, probeer je het nog een keer en nog eens en nog eens.
De volgende drie vragen zijn leidend tijdens het spel. Beantwoord ze:
-Beschrijf verschillen tussen de wilde en de 'farm' plant?
-Wat voor functie hebben die verschillen (graag in vorm en functie denken formuleren)?
-Welke biotische en abiotische factoren beïnvloeden de groei van jullie wilde planten? Vul de tabel in

Abiotische Factor	**Effect op groei of overleving van de wilde plant**
Biotische Factor	**Effect op groei of overleving van de wilde plant**

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Opdracht 3.2: Welke factoren beïnvloeden een plant in het functioneren?
Zoek nog minimaal drie factoren op die ook een rol kunnen spelen en die niet in het spel aan bod kwamen.
Noteer deze ook in de tabel met het effect op de groei erachter.

Opdracht 3.2.1: What do we eat from a plant?
In Game Extinct! heb je ook zijdelings taken of functies van de delen van de bloemplant opgefrist.
Pak hiervoor ook je huiswerkopdracht met de levenscycli van de tomaat- en aardappelplant.

Gebruik beide om de tabel in te vullen en zet in de laatste kolom in elk geval de tomaat en aardappel en vul hem aan met andere planten uit het assortiment van de groenteboer.

deel zaadplant	taak of functie	plant waarvan dit deel gegeten wordt
wortel		
Stengel		
Blad		
bloem		
vrucht		
zaad		

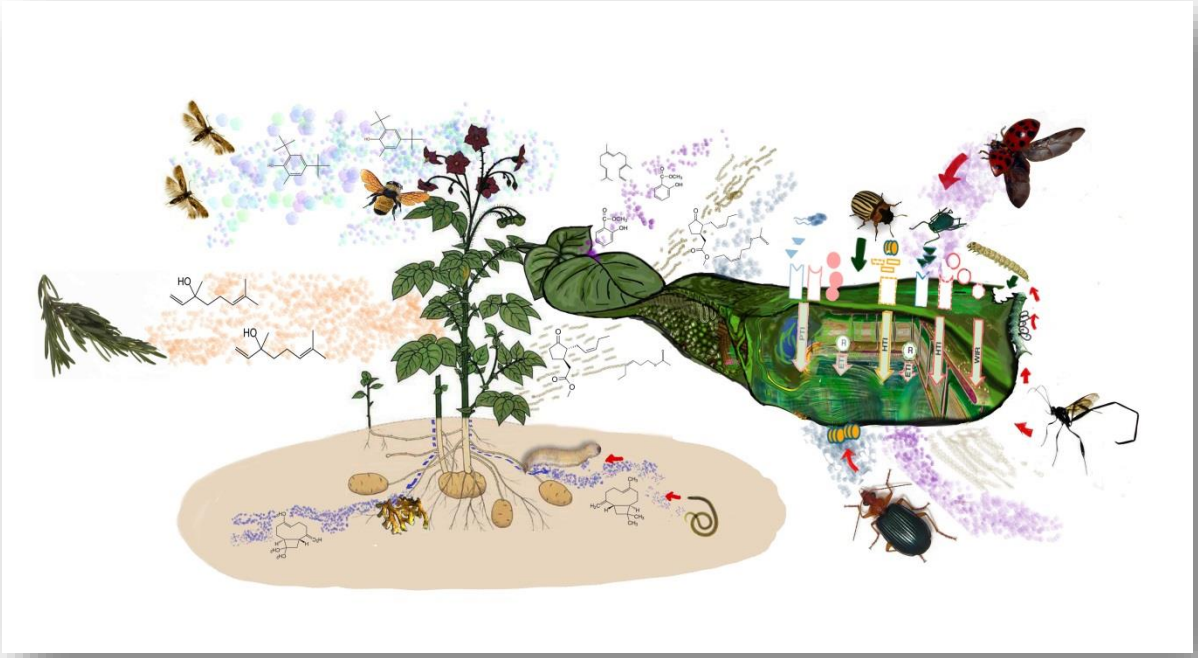
Opdracht 3.2.2: What do we eat from a plant?
Welk deel van de plant eet je bij de tomaat? ……..
Welk deel eet je van de aardappel? …….

Dit heeft consequenties voor het telen. Denk hierbij aan de zg. Wilde plant en de Farmed plant.
Welk deel zal de teler stimuleren bij de tomaat: ……
Hoe stimuleer je dit proces?
……
……
……
……
……

Welk deel bij de aardappel ……..
Hoe stimuleer je dit proces?
……
……
…….
……
……
…….

Verdiepingsopdracht 3.3.1: Hoe weerloos is een plant?
Het lijkt net alsof planten een speelbal zijn van de factoren om hen heen. Dit is echter niet het geval.
Wat kan een plant zoal inzetten om zich te weren tegen de (a)biotische factoren?

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.



Verdiepingsopdracht 3.3.2: Hoe moet je een plant 'tunen' om een grote opbrengst te krijgen?
De teler helpt de plant in zijn overlevingsstrategieën.
Hoe weet de teler bovenstaande factoren zo te optimaliseren zodat hij een grote opbrengst weet te krijgen?
Ga als team op onderzoek uit en beschrijf de handelingen en het effect op de planten.

Verdiepingsopdracht 3.4: Welke functie hebben de knollen van aardappels?
Een plantenfysioloog bij één van 's werelds grootste aardappelproducenten HZPC vertelt: 'De aardappel is echter een vreemd gewas. Je wilt een grote opbrengst, maar de plant vormt pas knollen als ie hongert'.
Je gaat nu op 'vorm en functie' denken. Beantwoord de volgende vragen:
Wat ontwikkelt de plant dan onder optimale omstandigheden?
Wat betekent dit voor de teler?
Welke functie hebben knollen voor de plant?
Hoe kan de teler ervoor zorgen dat er veel knollen worden geproduceerd?

Opdracht 3.5: Wat is het antwoord op de lesvraag?
Formuleer een uitgebreid antwoord op de lesvraag.

HUISWERKVRAGEN (voorbereiding):
Tijdens de game Extinct heb je verschillen opgemerkt tussen de wilde en de 'farm' plant. Waardoor zijn die verschillen eigenlijk ontstaan? Het beroep van veredelaar heeft daarmee te maken, dus je kunt tevens de vraag stellen:

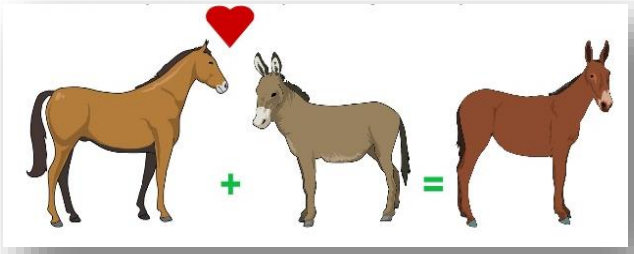
1-Welke invloed heeft een veredelaar gehad op het ontstaan van die verschillen? En wat moet een veredelaar weten van planten?

2- Wat is het verschil tussen soort en ras?

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

In de allereerste opdracht heb je verschillende stukjes aardappel geproefd. Men praat wel over rassen of soorten aardappelen? Maar wie heeft er eigenlijk gelijk? Iemand die over rassen spreekt of iemand die over soorten spreekt? Leg je antwoord uit.

3- Wie doet het met wie?
Zoek een drietal soorten die met elkaar gekruist zijn en waaruit nakomelingen zijn gekomen:
zoals
paard ♂ x ezel ♀ -> muilezel



……
……
……
……

concepten: abiotische en biotische factoren, immuniteit, organen

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

les 4: EEN SUPERPLANT (90 min incl. gastles)
beroepscontext: veredelaar

Lesvraag: Hoe ontwikkel je een super gewas?



Terug naar de aardappeleters!

Oriëntatieopdracht 4.1: Kun je een slaatje-plant maken: beste van beide soorten?
Wat zou het mooi zijn om aan de aardappel zowel de knollen te kunnen telen als de bessen, net zoals bij de tomaat. Alleen voordat er zo'n aardappel op jouw bord ligt, moet er wel het één en ander gebeuren:
Om te ontdekken of je een tomaat met een aardappel kunt kruisen, zoek je eerst uit tot in welke graad ze verwant zijn, want dat zegt iets over hun genetische verwantschap:

Noteer in de tabel welke taxonomische eenheden hetzelfde zijn en waar de verschillen komen:

	aardappelplant	tomatenplant
Rijk		
Stam		
Klasse		
Orde		
Familie		
Geslacht		
Soort		
Ras / cultivar		



De wetenschappelijke naam is binair, twee-delig: geslachtsnaam met soort aanduiding. De wetenschappelijke namen van beide planten is?:
aardappel: ……..
tomaat: ……..

Verdiepingsopdracht 4.2: Wie doet het met wie?
Kan de aardappel gekruist worden met de tomaat? Als een veredelaar op naamgeving af moest gaan was het onmogelijk, maar blijkbaar is het toch gelukt: http://www.tuinenbalkon.nl/tomaten-en-aardappels-aan-1-plant-met-de-tomtato Leg uit op molecuulniveau en organismeniveau dat het toch mogelijk was om deze plant te ontwikkelen.

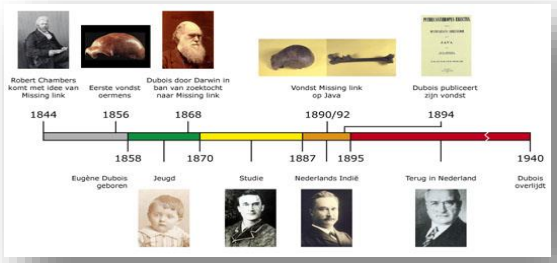
Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

GASTLES van een veredelaar

Of als alternatief film van HZPC over veredelingsmethodes:
http://www.npo.nl/focus-op-biologie/23-05-2013/NPS_1225125#0

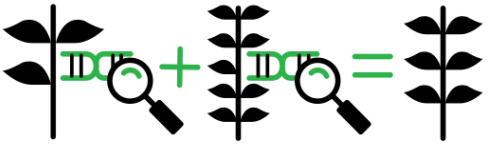
Opdracht 4.3: Plantenveredelen
- Maak in kleine groepjes van 2-4 mensen op een A3-papier een woordenweb rondom veredeling,
- zoek daarna verder in je boek naar oude en moderne manieren van veredeling
- bedenk vragen voor de gastspreker: iemand die werkt bij een bedrijf dat

Opdracht 4.5: Stappenplan Plantenveredelen
- Welke stappen worden doorlopen vanaf de opdracht om een bepaalde aardappelplant te ontwikkelen. Tijd is daarbij cruciaal en de remmende factor. Beschrijf duidelijk de stappen waarmee een veredelaar rekening moet houden en maak dit inzichtelijk door een tijdbalk te gebruiken als basis.



Verdiepingsopdracht 4.6.1: CSI bij jonge plantjes
Moleculaire technieken worden gebruikt om veelbelovende plantjes in een vroeg stadium te onderscheiden van hun minder gewenste soortgenoten. Hoe werken deze technieken? Zie ook: http://www.npo.nl/focus-op-biologie/23-05-2013/NPS_1225125#0
Beschrijf hoe de technieken werken op molecuulniveau en op organismeniveau.





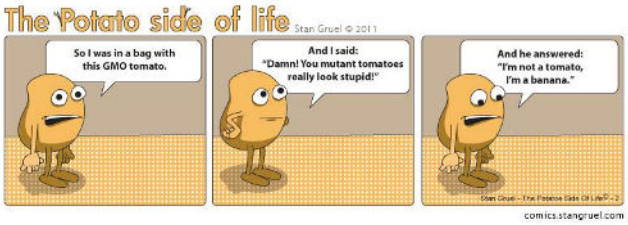
Verdiepingsopdracht 4.6.2: CSI bij jonge plantjes
Bij de oude technieken moesten de plantjes uitgroeien en knollen vormen. Dan kost het selecteren van de betere planten veel tijd. Hoeveel tijd kost het op de oude manier om een aardappelplant te ontwikkelen? HZPC zet echter tegenwoordig moleculaire technieken in. Hoeveel tijdwinst levert dat HZPC op?

Verdiepingsopdracht 4.7: cisgenese inzetten
Om tijd te winnen zou genetische modificatie ideaal zijn, maar de maatschappelijke weerstand is te groot. Een techniek die lijkt op genetische modificatie is die van de cisgenese. Dit lijkt aardappelproducenten veelbelovend. Toch zijn daar ook al tegenstanders van. Hieronder lees je een aantal uitspraken van hen:

1. Je weet niet wat dat vreemde DNA binnen je lichaam doet, als je dit gewas eet!
2. Genen springen over op de wilde plant en daardoor ontstaat een superras dat je niet in de hand hebt!
3. Tomaten met een vissengen smaakt naar vis!
4. Cisgenese is net zo gevaarlijk als genetische manipulatie!

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Hebben de tegenstanders gelijk? Geef met de nodige biologische kennis antwoord op deze vragen en beargumenteer vervolgens of de uitspraak plausibel is of niet. Bijlage 1 kun je sowieso gebruiken als bron.



Opdracht 4.7: Wat is het antwoord op de lesvraag?

concepten: klassieke en moderne veredeling, ordening, (on)geslachtelijke voortplanting, levenscyclus, ontwerpen, merkers, moleculaire technieken, biotechnologie, genetische modificatie
domein A, vorm en functie denken, systeemdenken

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Les 5: ÉÉN MOOI PLANTJE IS NIET GENOEG!

beroepscontext: vermeerderaar



Lesvraag:
Hoe maak je lekker veel van die mooie plantjes?

Oriëntatieopdracht 3.7.1: Hoe maak je snel, veel van dezelfde organismen?
HZPC krijgt een opdracht, waarbij ze van een bepaald ras tienduizend knollen moeten leveren. Dit moet snel gebeuren. Hiervoor gebruiken het bedrijf ongeslachtelijke voortplanting m.b.v. in vitro teelt. Geef een aantal argumenten waardoor geslachtelijke voortplanting niet geschikt is.

Vermeerderaars bij HZPC produceren allemaal pootaardappeltjes. Dit doen ze m.b.v. in vitro cultuur en waterteelt.

Opdracht 3.7.2: Hoe werkt zo'n methode?
Verdiep je in -in vitro teelt- en zoek met z'n tweeën informatie op over deze methode. Maak van die informatie een mindmap.

De vermeerderaar heeft de beschikking over één rasechte aardappelplant.

Opdracht 3.7.3: Hoe maak je tienduizenden klonen?
Vorm nu een 3 of 4-tal en gebruik de mindmaps om een handleiding voor de vermeerderaar op te stellen om van die ene plant tienduizenden te maken.

De nieuwste technieken waarmee HZPC aan het experimenteren is, is die van 'Hydroponics'.

Verdiepingsopdracht 3.7.4: Welke techniek is de betere?
Nu heeft de vermeerderaar tienduizend kleine plantjes, maar deze moeten nog uitgroeien en knolletjes produceren. Dit kan met waterteelt of de techniek van hydroponic. Zet in een overzicht of collage de overeenkomsten en verschillen tussen beide technieken (i.e.g. op molecuulniveau). Leg vervolgens uit welke techniek de betere is.
Mensen in de puberteit zijn onhandelbaar zeggen vooral de ouders. Dat komt door de hormonen is de veelgenoemde verklaring. Planten worden echter juist handelbaar door hun hormonen te manipuleren.



Oriëntatieopdracht 3.8.1: Wat zou de teler graag willen stimuleren aan een plant?
Een teler kan gebruik maken van de planteigen hormonen of hormonen toevoegen om iets gedaan te krijgen van de plant. Als jij teler was, welke aspecten aan je gewas zou je dan graag willen stimuleren? Leg uit.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verdiepingsopdracht 3.8.2: Welke hormonen zet je in om de plant te stimuleren?

Zoek op welke hormonen gebruikt worden bij het vermeerderen m.b.v. in vitro kweek. Teken een aardappelplant en zet bij de onderdelen ervan waar welk hormoon werkt, de functie van het hormoon en natuurlijk het effect op de plant.

Concepten: selectie, levenscyclus, ongeslachtelijk, geslachtelijk,



Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Les 6: GROEPTOETS

Vraagstuk: HOE ONTWIKKEL JE EEN NIEUWE AARDAPPEL DIE KLIMAATRESISTENT IS?

Introductie



Als grote aardappelproducent moet HZPC met veel zaken rekening houden. Een ras moet aan 80 eisen voldoen wil je het kunnen telen. Een ras gaat ongeveer 9 jaar mee. Het meest succesvolle ras nu is de 'Innovator'. Deze aardappel vind je terug in de frietjes van de Mac Donalds. Alleen dat patent loopt in 2020 alweer af.

Voor nieuwe type aardappelen wordt ook gekeken naar het genetisch materiaal van de oorspronkelijke aardappel uit Zuid Amerika, maar het inbouwen van één eigenschap kost al tientallen miljoenen. Van de jaarlijks 300.000 zaadjes die worden gezaaid en allemaal onderling verschillend zijn, wordt er in de jaren daarna geschift naar de beste rassen. Uiteindelijk na 9 jaar testen hou je daar hooguit 3 rassen van over. Sneller gaat het tot dusver niet, want genetische modificatie vindt bij aardappels niet plaats met name door maatschappelijke weerstand.

Gelukkig kunnen moleculaire technieken de klassieke veredeling ondersteunen.

Een nieuwe techniek 'cisgenese' is wel heel interessant om in te zetten (bijlage 1).

Team

Jullie team werkt voor HZPC en bestaat uit een teler, een vermeerderaar, een plantenfysioloog en een veredelaar. Jullie werken als team toe naar de ontwikkeling van nieuw rassen

Situatie

Door de opwarming van de aarde verzilt de bodem in Nederland. In de toekomst zullen landbouwgewassen zouttoleranter moeten zijn, zodat ze nog steeds verbouwd kunnen worden. Daarnaast zijn momenteel veel potentiële landbouwgebieden te zout om gewassen op te verbouwen.
HZPC ziet mogelijkheden om daarvoor een nieuw ras aardappel te ontwikkelen. Eentje die zouttolerant is en beter nog, een aardappelplant die daarop goed groeit en een mooie opbrengst levert.

Opdracht

Jullie opdracht is om voor dit toekomstige ras het volledige traject van ontwikkeling in kaart te brengen. Van de veredelaar tot en met de teler. De nieuwste technieken worden ingezet en cisgenese mag gebruikt worden.

Uitwerkingen

Oriëntatie

Allereerst moet je weten hoe de aardappelplant functioneert. Hiervoor maak je een biografie van de aardappelplant. Het begint bij een zaadje en eindigt bij de knol. Wat drijft dit wezen? Hoe functioneert het van binnen en wie of wat beïnvloedt 'm van buiten?

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verkennen technieken
HZPC wil de nieuwste technieken inzetten. Dit moet op de meest efficiënte manier. Beschrijf de technieken die jullie willen inzetten en beschrijf enkele efficiëntere stappen in jullie toepassing van deze technieken.

Eisen rasontwikkeling
Aan welke eisen moet je voldoen om een ras te ontwikkelen. HZPC wil overzichtelijk in beeld krijgen aan welke eisen gedacht moet worden bij het ontwikkelen van een nieuw ras. Deze eisen zet je als team in een uitgebreide mindmap uiteen.

Opzet rasontwikkeling
Moleculair biologen en veredelaars werken samen bij HZPC om de juiste plantjes te ontwikkelen en te selecteren op de gewenste eigenschappen. Stel daarvoor een uitgebreid werkplan op om zo'n zouttolerante aardappel te ontwikkelen (wat is er nodig?, hoe test je dit enz.).

Vermeerderen en telen
Het nieuwe ras moet ook vermeerderd worden en geteeld op het land. Dat proces brengt jullie team in kaart door de handelingen van de vermeerderaar en de teler uit te beelden in een filmpje.

Plan tot rasontwikkeling
Alle onderdelen samen vormt jullie plan tot rasontwikkeling van de nieuwe zouttolerante aardappel. Dit lever je in en daarmee kan HZPC zijn nieuwe ras gaan ontwikkelen.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verrijkingspracticum 1:

Inleiding: Als rode draad loopt door de eerste weken het practicum: Plantenweefsels: vorm en functie, kortweg bekend onder de naam: plantenanatomie.
Van drie delen van de plant: wortel – stengel – blad, ga je preparaten bekijken, fotograferen, tekenen en de informatie die je daarmee opdoet aan elkaar koppelen. Daarbij ga je ook kijken welke variatie er mogelijk is binnen deze delen. Verschillende weefsels hebben cellen met een verschillende bouw en chemische samenstelling. Hierdoor zijn ze verschillend kleurbaar en dat is handig.. De wetenschap die zich hiermee bezighoudt, is de histologie.

opdr. 1.1 (voor cijfer; telt met opdr. 10 voor 3x):
V**oorbereiding op "Plantenweefsels: vorm en functie; op microscopisch niveau "**

1. Zoek op internet of in boeken, bijv. Binas, Campbell, Atlas van de biologie, Nectar 3e ed. de eigenschappen van de verschillende soorten plantenweefsels op.
   Schrijf deze eigenschappen met ligging in de plant en functie puntsgewijs op, met bronvermelding.
   Gebruik voor het benoemen van de onderdelen een microscopische atlas of internet. Goede internetbronnen zijn o.a. http://images.botany.org (Botanical Society of America), http://www.vcbio.science.ru.nl/ (Virtual Classroom Biologie Radboud Universiteit, Nijmegen) of www.wikipedia.org/ ; misschien vind jij er ook nog één m.b.v. de zoekterm: plant anatomy.
   Bestudeer §21.2 en bron 23; daar staat ook enige informatie over weefsels vermeld.
2. Bestudeer voordat je gaat tekenen ook de tekenregels (achterop stencil "het gebruik van een microscoop"). Vanwege de nieuwe microscopen kan het zijn dat er een nieuw stencil komt.
3. Let op: Voordat je je 1e preparaat gaat bekijken, moet je je zoekresultaten overleggen aan je docent voor parafering (levert je indien naar behoren de basispunt op).

Namen van plantaardige weefsels

1. Epidermis en endodermis
2. Cuticula
3. Parenchymweefsels: er zijn meerdere soorten met elk hun eigen naam; welke?
4. Collenchym
5. Sklerenchym / sclerenchym
6. Hout of xyleem, verschillende celtypen
7. Bast of floeem, verschillende celtypen
8. Kurk
9. Cambium en andere meristematische weefsels



Aftekenen opdr 9 = Voorbereiding op …… 2015	Paraaf:

Opdracht 1.2 (voor cijfer; telt met opdr. 9 voor 3x):
"Plantenweefsels: vorm en functie; op microscopisch niveau " **bijgew.24 aug. 2015**
Doel:
– Herkennen en tekenen van transportweefsel (hout- en bastvaten) van een bloemplant met het verloop van die hout- en bastvaten van worteltop tot stengeltop en blad.
– Maken van schematische tekeningen maken van een dwarsdoorsnede van een houtachtige stengel van verschillende leeftijd
– Aanpassingen van het blad van de den kunnen herkennen, tekenen en beschrijven.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Microscopische preparaten die ter beschikking zijn:

Wortel:	Iris spec. (Lis) Convallaria majalis (Lelietje van dalen) Maak een keuze uit één van beide.	dwarsdoorsnede dwarsdoorsnede
Stengel: Eénjarig	Helianthus annuus (zonnebloem)	dwarsdoorsnede
Meerjarig	Aristolochia sipho (pijpbloem)	twee preparaten, resp. I en II: I één jaar oud, dwarsdoorsnede II meerjarig, dwarsdoorsnede
Overjarig	Tilia spec. (linde) voorbeeld van houtvorming	dwars- en lengtedoorsnede in één preparaat
Blad: Normaal	Syringa spec. (sering)	Dwarsdoorsnede (en macro)
Aangepast aan droogte	Pinus sylvestris (den)	Dwarsdoorsnede (en macro)

<u>Aan de slag (foto's, tekeningen en vragen); detailtekeningen aangeven in overzichtstekening!</u>

1 Bekijk enkele microscopische preparaten van dwarsdoorsneden van wortel, - groene stengel en van een blad bij een vergroting van 100x of lager. Let daarbij op de ligging van hout- en bastvaten. Leg de informatie uit het preparaat vast in een foto (max. formaat: A5) en een overzichtstekening. Gebruik voor de *wortel*: de Lis (Iris spec) òf het Lelietje van dalen (Convallaria majalis); - voor de *stengel*: de Zonnebloem (Helianthus annuus) en voor het *blad*: de Sering (Syringia spec.).
Maak naast de foto de overzichtstekening: hier in dus geen afzonderlijke cellen tekenen, alleen de grenzen van structuren aangeven met de evt. kleuren. Vermeld in de overzichtstekeningen ook de namen van de andere weefsels dan hout en bast. (3x20 min).

2 Deze opdracht kun je het beste doen met het preparaat van de stengel van de Zonnebloem . Het zoeken kan even duren! Zoek één houtvat en één van bastvat met omringende cel(len) bij een vergroting van 400x. Teken details van de verdikkingen in de houtvaatwanden en de zeefplaten in de bastvaten. Benoem de verschillende te onderscheiden onderdelen. (2x 15 min).

3 Deze kan thuis, want voor deze tekening heb je geen microscoop nodig, maar de gemaakte tekeningen van opdracht 1 en 2. Maak een macroscopische *schematische* tekening van een landplant met minstens drie bladeren. Geef hierin met kleuren het verloop/ligging van hout- en bastvaten van worteltop tot stengeltop en blad, weer. Bedenk hierbij , dat de dwarsdoorsneden uit opdracht 1 boven elkaar een idee geven van het verloop van de vaten in de schematische tekening. Geef de houtvaten en de bastvaten met verschillende kleuren aan.
Vr: Wat zijn de redenen dat de vaatbundels op juist deze plaatsen in resp. wortel, stengel, blad liggen?
<u>Noteer je antwoord achterop de tekeningen.</u> (15 min).

4 Bekijk twee microscopische preparaten van de dwarsdoorsneden van houtvormende stengels van de Pijpbloem van verschillende leeftijd (Aristolochia sipho I en II).
Maak foto's en overzichtstekeningen op een A3-papier van een éénjarige (I) en een meerjarige stengel (II) naast elkaar: voor een beter begrip kun je het beste twee taartpunten tekenen met <u>ertussen</u> de namen van de <u>overeenkomende</u> delen. In de meerjarige stengel zijn naast de *primaire* mergstralen ook *secundaire* mergstralen te onderscheiden. Zoek in je preparaat een plaats waar een *secundaire* mergstraal voorkomt en teken dit deel in de tweede taartpunt.
Geef aan waar schors, bastvaten, cambium, houtvaten en andere weefsels zich bevinden. Geef ook de ligging van het intervasculair cambium aan. (2x 15 min).

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

* Geef de jaarringen aan in de dwarsdoorsnede van de meerjarige stengel. Geef in de tekening aan welk deel van de jaarringen in het voorjaar gevormd wordt en welk deel in de zomer.
* Noteer de leeftijd van het takje dat je hebt getekend;
* Noteer de verschillen tussen beide doorsneden eronder.
* Beschrijf wat er gebeurt met de verschillende weefsels in deze stengel, als de plant ouder wordt.

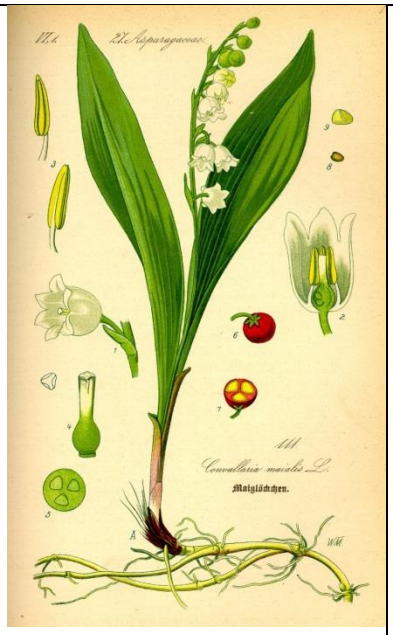
5 Maak foto's en overzichtstekeningen van de lengte- en dwarsdoorsnede van een takje van de Linde, Tilia spec. op een A3. Ook hier teken je weer een taartpunt van de dwarsdoorsnede. Daaronder teken je de overeenkomstige lengtedoorsnede. Noteer de namen van de verschillende weefsels. Geef in de tekeningen aan, waar het deel van de jaarringen ligt dat in het voorjaar gevormd wordt, t.o.v. het deel dat in de zomer gevormd wordt.
* Geef aan wat het verschil is tussen deze twee delen en noteer hoe dat komt.
* Schrijf op hoe oud het takje is en waaraan je dat hebt gezien.

6 Maak een foto en een overzichtstekening van de dwarsdoorsnede van een naald van de Den, Pinus sylvestris; deze heeft aanpassingen aan 'droge' omstandigheden. Maak een detailtekening van een huidmondje met de omliggende celtypen. Noteer ook hiervan de namen.
* Vergelijk de dennennaald met een "gewoon" blad (bijv. van de Sering) op macroscopisch (dus groot, gewone hele blad)- en op microscopisch niveau; noteer deze verschillen.

7 Reflecteren op de opdracht:
* Welke extra informatie heb je uit opdracht 9 en 10 gehaald die je nog niet uit het boek hebt gehaald? Waardoor komt dat?
* Noem een beperking van het werken met uitsluitend kant en klare informatie in de vorm van foto's en tekeningen.
* Noem een duidelijk voordeel.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

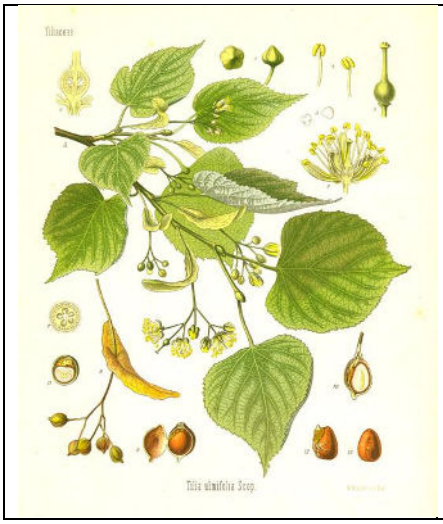
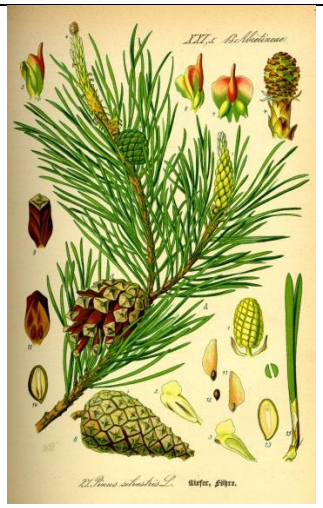
Macroscopische afbeeldingen van de gebruikte plantensoorten van opdracht 10.

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>Van links naar rechts:

Rij 1:
Iris pseudocarpus
Convallaria majalis
Helianthus annuus

Rij 2:
Syringia spec.
Aristolochia sipho</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

	Rij 3: Tilia ulmifolia Pinus silvestris	

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verrijkingspracticum 2:

- fotosynthese (siernetel) & B- fotopigment (spinazie) .

Namen: ……& …… G6 1/ 4*

A - Inleiding

De siernetel (*Coleus*) heeft meerdere kleuren per blad: groen, lichtrood, paarsrood, gelig/wit.
Zoek uit welke van deze kleuren het licht absorbeert dat nodig is voor de fotosynthese.

Onderzoeksvraag: *Welke kleur van het Coleusblad absorbeert licht voor de fotosynthese?*

Hypothese: _____

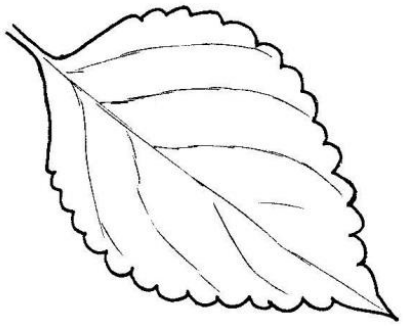
Omdat fotosynthese als activiteit niet zo gemakkelijk is aan te tonen, richten we ons producten van de fotosynthese.
De vrijkomende zuurstof zou je misschien kunnen aantonen, maar dat lukt niet per bladkleur apart.
De gevormde glucose zou eenvoudig kunnen worden aangetoond, maar wordt normaliter direct ter plekke omgezet in zetmeel. **Dus kijk jij naar zetmeel.**

Waarom zet een plant gevormde glucose direct (in de cel) om in zetmeel?

_____

Er van uitgaande dat de zetmeel afkomstig is van ter plekke in de fotosynthese gevormde glucose, is de aanwezigheid van zetmeel in een bepaald gedeelte van het blad het bewijs voor fotosynthese in het betreffende gedeelte van het blad. En DUS van licht-absorptie door het betreffende pigment.

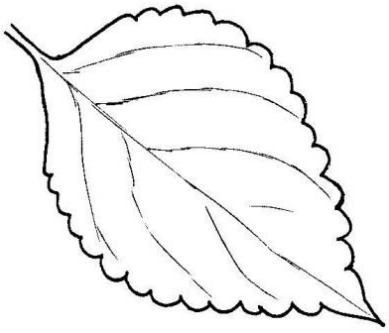
Materialen
- een **vier**kleurig blad van een *Coleus* die de afgelopen **24 uur** in het licht stond
- een bekerglas kokend water
- een klein bekerglas met alcohol



Coleus-blad vóór de behandeling

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

- een petrischaaltje, IKI_2, pincet



Coleus-blad ná de behandeling

Uitvoering

Teken hiernaast het kleurpatroon van jouw blad uiterst precies!

Kleur het zorgvuldig(!) in de **vier** juiste kleuren.

- Dompel het blad ±15 seconden in kokend water. Het blad wordt hierdoor gedood.
- Dompel het slap geworden blad (mbv het pincet) in het kleine bekerglas in de alcohol.
- Zet het kleine bekerglas (met ondergedompelde blad) in het kokende water tot het blad min of meer ontkleurd is.
- Haal het ontkleurde blad uit de alcohol. Leg het in het petrischaaltje.
- Overgiet het met wat heet water zodat het weer slap wordt (en uitgespreid ligt).
- Alle overtollige water afgieten.
- Overgiet het blad rijkelijk met IKI_2 (eventueel spoel je het blad na een minuut intrekken weer met water af, voor een duidelijker resultaat).

Resultaat

Teken in het onderste vakje het **resultaat** van de IKI_2-test.

Vertel je partner (bezig met *Coleus*) wat je doet en gedaan hebt en beantwoord *samen* de vragen (achterkant).

Vragen i.v.m. CONCLUSIES en DISCUSSIE

Beantwoord deze samen met je partner!

1. Met welk doel heb je het ontkleurde blad overgoten met IKI_2?

2. Waarom moest het blad eerst worden ontkleurd?

3. Waarom moest het blad eerst worden gedood?

4. Bekijk het resultaat, vergelijk de beide tekeningen en trek je **conclusie** (= antwoord op onderzoeksvraag)

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

5. Bespreek *resultaat* (z.o.z.) en *conclusie*, zorg voor een **verklaring** (in deze **evaluatie**).

6. Lever dit blad samen met het blad van de spinazie-chromatografie in.

7. Ruim alles netjes op.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verrijkingspracticum 3:

- fotopigment (spinazie) variant 10voorbio Fotosynthese opdr.19

Scheiding van bladpigmenten met papierchromatografie

Papierchromatografie is een scheidingsmethode op basis van verschillen in absorptie en oplosbaarheid van moleculen.
Als een mengsel uit verschillende bestanddelen bestaat, is het soms mogelijk om deze bestanddelen te scheiden door ze in een bepaalde oplossing langs filtreerpapier omhoog te laten lopen.
Als tenminste hun oplosbaarheid in de loopvloeistof en hun absorptie aan het filtreerpapier verschillend is.
Op deze wijze blijven de bestanddelen van het mengsel op verschillende hoogten achter op het papier. En in het geval dat de bestanddelen zijn, zijn ze ook gescheiden waar te nemen.
(in de derde klas heb je deze techniek bij scheikunde gedaan, met een viltstift).

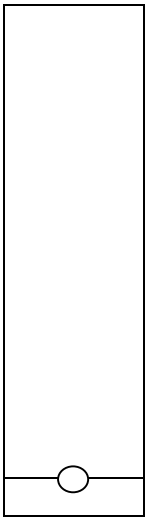
Dus**: scheiding, mits** verschillen in **oplosbaarheid**, **absorptie** en **kleur** van de bestanddelen.

Materiaal:

- fijngewreven spinaziebladeren
- cultuurbuis met ruim 5 ml loopvloeistof (aceton en petroleumether) en rubberstop in een rekje
- strook filtreerpapier (passend in de cultuurbuis)
- satéprikker
- meetlatje en potlood

Uitvoering:

1. zet op 2cm van de onderkant van de papierstrook een potloodlijntje (= startlijn)
2. leg het strookje op een vlakke ondergrond
3. doop een satéprikker met de stompe kant voorzichtig in het bovenste (donker groene) laagje (de bladgroen-oplossing!) van de spinaziebrij in het reageerbuisje
4. doe snel (!) en voorzichtig (!) een klein druppeltje hiervan op het midden van de potloodstreep en laat het drogen. Zorg voor goede ventilatie en frisse lucht.
5. herhaal deze handeling ongeveer 10 á 20 x voor een geconcentreerd vlekje
   ZORG ERVOOR DAT DE VLEK <u>NIET GROTER DAN 5mm</u> WORDT!
6. hang de strook in de loopvloeistof, zodanig dat de vlek niet in de vloeistof komt
7. sluit de buis af met de kurk
8. laat het geheel –afgesloten en onaangeroerd- enige tijd staan, circa een half uurtje.
   Hou genoeg tijd over voor de afronding
   Oriënteer je tijdens het wachten op de Coleus*-opdracht van je 'partner',*
   vul het Coleusblad in en leg je 'partner' uit wat jij aan het doen bent.



9. als de kleurscheiding (vier, vijf of zes verschillende vlekken) voldoende zichtbaar is geworden, haal je de strook uit de buis en laat je hem drogen. Zorg voor goede ventilatie en frisse lucht.
10. plak de strook hieronder in het vak:

Uitwerking:

11. bepaal de Rf-waarde van elke pigmentvlek en noteer die hierboven naast de betreffende vlek.

Rf = ratio flow =S/v = verhouding van de door de stof (S) afgelegde afstand en de door het

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

vloeistoffront en de afgelegde afstand (vanaf de startlijn): Rf = S/V

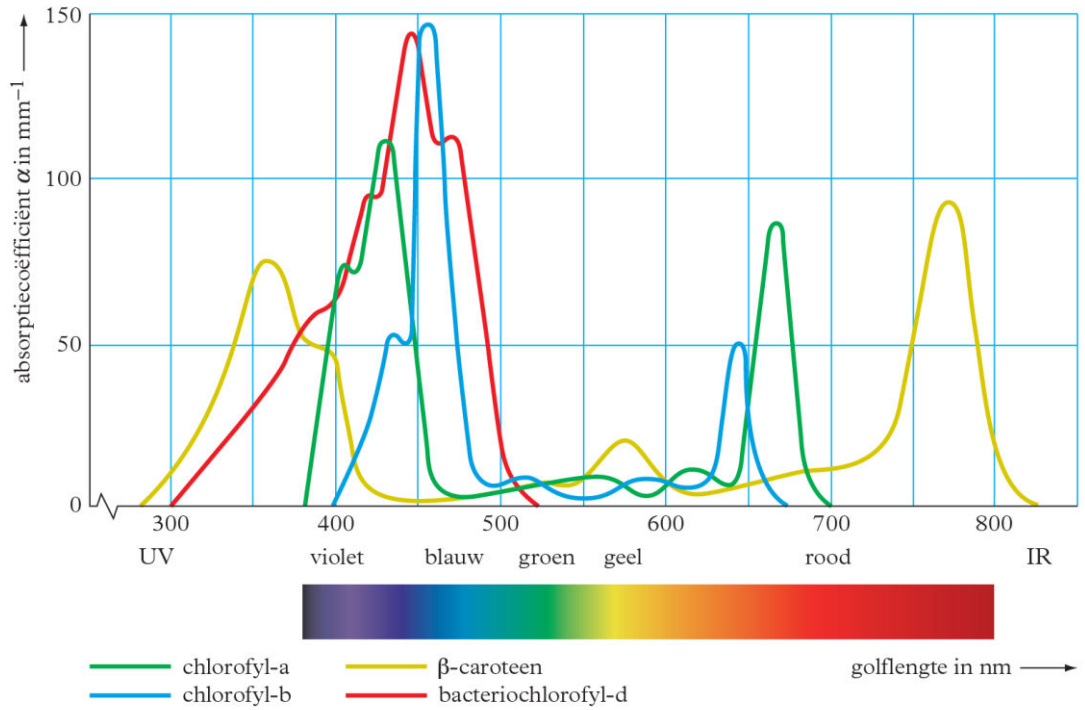
12. zoek de naam van het betreffende pigment in T72 van BiNaS (z.o.z.). Gebruik ook tabel 73. noteer die naam ook hierboven naast de juiste vlek (buiten het getekende vak).
13. Lever dit blad met dat van de Coleus samen in.

14. Ruim alles netjes op.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

72 Absorptiespectra van enkele fotopigmenten

72 Absorptiespectra van enkele fotopigmenten



■ $\alpha = \varepsilon$ [A] *l*: zie tabel 37E.

Papierchromatografie met bladpigmenten 73

relatieve meeloopsnelheden in loopvloeistof petroleumether 92% / aceton 8%

pigment	*Rf-waarde*
β-caroteen	0,98
α-caroteen	0,78
luteïne (bladxanthofyl)	0,69
violaxanthol	0,55

pigment	*Rf-waarde*
chlorofyl-a	0,38
chlorofyl-b	0,21
andere pigmenten	0,00

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Bijlage 1

Deze aardappel is gezond, zonder bestrijdingsmiddel

MARISKA VAN SPRUNDEL – 12/09/15, 02:08

Nu is het afwachten voor de Wageningse aardappel. Dankzij genen van zijn wilde neef is het nieuw ontwikkelde gewas resistent tegen de beruchte aardappelziekte phytophthora. Maar consument en wetgever zijn huiverig voor genetisch veranderde gewassen. Blijft de pieper op de plank liggen?

Verpieterd staan ze erbij. De weggerotte aardappelplanten rechts op het veld zijn te grazen genomen door de waterschimmel Phytophthora infestans. Onderzoeker Geert Kessel staat er in laarzen gestoken naast. Zijn gezicht klaart op als hij wijst op de strook links van de treurige resten. Daar staat een rits gezond ogende aardappelplanten met grote, groene bladeren. "Geen bruin vlekje te bekennen. Op deze planten heeft de schimmel geen vat", zegt hij trots.

Vorige week presenteerden gewasdeskundigen van Wageningen University & Research Centre de resultaten van tien jaar onderzoek aan genetisch gemodificeerde (GM) aardappelen die zijn opgewassen tegen de verwoestende aardappelziekte.

Bestrijding van phytophthora en opbrengstderving kosten Nederlandse telers 100 miljoen euro per jaar. Wereldwijd lopen de kosten in de miljarden. De aardappelteelt hangt sterk aan chemische bestrijdingsmiddelen: tien tot vijftien keer per seizoen bespuiten is nodig om het gewas te beschermen.

In het Wageningse onderzoeksproject maakten onderzoekers bestaande aardappelrassen ongevoelig voor phytophthora, door de planten te voorzien van resistentiegenen uit wilde verwanten. Het genetisch aangepaste pootgoed maakt eiwitten aan die de ziekte herkennen en in de kiem smoren.

"Eén resistentiegen is een te zwakke basis", vertelt Kessel. "Phytophthora kan de defensie van de plant snel doorbreken, omdat hij zich gemakkelijk aanpast." Maar een stapeltje van drie of vier resistentiegenen geeft de ziekteverwekker vrijwel geen kans, laten de studies zien. Kessel: "Onze aardappelen hebben nog nauwelijks gewasbescherming nodig."

De aardappelveldproef is momenteel het enige lopende initiatief in Nederland met gentech-gewassen. Waarom kiezen onderzoekers voor genetische modificatie om de aardappelteelt te verduurzamen?

"Resistentiegenen zou je ook via klassieke veredeling in aardappelrassen kunnen inkruisen", zegt projectleider Anton Haverkort. "Maar bij het kruisen van wilde aardappel met cultuuraardappel komen er naast resistentiegenen ook ongewenste eigenschappen mee, zoals een bittere smaak of knollen die te klein zijn voor consumptie."

De veredelaar is vervolgens jaren in de weer om de plant weer terug te kruisen tot de eetbare knol van hoge kwaliteit die de consument verwacht. Genetische modificatie is veel gerichter: onderzoekers zetten alleen de resistentiegenen over in bijvoorbeeld het geliefde bintje. Smaak, kleur en structuur veranderen niet.

"Het ministerie van economische zaken nam in 2005 het initiatief tot dit onderzoeksprogramma. Het departement wilde iets doen met genetische modificatie in de landbouw", vertelt Haverkort. "Destijds verbouwden boeren wereldwijd al op 80 miljoen hectare gentech-gewassen. Niemand verdient zoveel geld met groentezaden, pootaardappels en bloembollen als de Nederlanders, maar deze technologie laten we liggen."

De wereld loopt inderdaad warmer voor genetisch veranderde gewassen. Vandaag is meer dan 181 miljoen hectare landbouwgrond ermee bezaaid. Het gaat vooral om mais, sojabonen, katoen en koolzaad, gewassen die een stof afscheiden tegen plaaginsecten of die tolerant zijn tegen onkruidverdelgingsmiddelen.

In landen als de VS, India en Canada is de technologie gemeengoed. Europa is tot nu toe terughoudend in het

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

toelaten van gemodificeerde gewassen, omdat consumenten er huiverig voor zijn. Slechts één gewas mag groeien op Europese bodem: een genmais die een insecticide afgeeft, ontwikkeld door Monsanto. Die mais is in principe ook in Nederland toegelaten, maar staat hier nog niet op het land.

Hardnekkige intuïties

De afgelopen decennia hebben genetisch gemodificeerde organismen (GMO's) in Nederland en daarbuiten te kampen gehad met enorme maatschappelijke weerstand. Ondanks overweldigend wetenschappelijk bewijs dat GMO's veilig zijn voor mens en milieu, zijn de bezwaren gebleven: angst voor giftige stoffen, voor verspreiding van de genen naar de natuur en voor schade aan het ecosysteem. Waar komt die weerstand vandaan?

Onze perceptie van GM-gewassen wordt beïnvloed door hardnekkige intuïties, schreef filosoof Stefaan Blancke van de Universiteit Gent onlangs in het tijdschrift Scientific American. We zien DNA als de essentie van elk organisme, de onzichtbare en onveranderlijke kern die het gedrag en de identiteit van ieder organisme bepaalt. Zet je een gen van de ene soort in de andere, dan denken mensen al gauw dat in het organisme eigenschappen van de donor omhoog komen.

Zo kan het gebeuren dat mensen denken dat een tomaat met een ingebracht visse-gen naar vis zal smaken, zegt Blancke. Onzin natuurlijk. Maar anti-GMO-organisaties buiten deze intuïties uit door afbeeldingen af te drukken van tomaten met een vissenstaart.

Om de samenleving in staat te stellen tot een beter oordeel over GM te komen, ging 10 procent van het Wageningse onderzoeksbudget naar communicatie. Het publiek bezocht open dagen op proefvelden en betrokkenen gingen in discussie over de aanpak.

"De gebruikte technologie heeft eigenlijk hetzelfde eindresultaat als klassieke veredeling, maar is genetische modificatie", zegt ecoloog Bert Lotz, die betrokken was bij de communicatie. "Genen van kruisbare wilde aardappelsoorten werden overgebracht naar bestaande aardappels. Veredelaars proberen diezelfde genen te gebruiken door ze in te kruisen."

De meeste milieugroepen ondersteunen onderzoek naar gentech wel, weet Lotz. Maar de opgedane kennis willen ze alleen inzetten bij klassieke veredeling. Op het veld zijn de gewassen niet welkom, vanwege de gebruikelijke bezwaren over gezondheid en veiligheid. En veel milieugroepen en consumenten zijn tegen GMO's vanwege de macht van betrokken bedrijven als BASF en Monsanto.

Die angst is niet ongefundeerd, maar er wordt een denkfout gemaakt. Het probleem zit namelijk niet in de genetische modificatie op zich, zoals Stefaan Blancke uitlegt in Scientific American.

Wat wringt, is de monopoliepositie van de multinationals die bijna de gehele gentech-sector in handen hebben en ervan beschuldigd worden kleine boeren uit te buiten. Omdat de weerstand tegen genetische modificatie is gestoeld op emotie, is het voor velen moeilijk dat onderscheid te maken.

Alle kennis in handen van één bedrijf, daar zit Wageningen UR niet op te wachten. De universiteit beschermt de ontdekte resistentiegenen met patenten. Het verlenen van niet-exclusieve licenties moet voorkomen dat één of een paar bedrijven een monopolie krijgen en de kleinere landbouwbedrijven en boeren het nakijken hebben.

De kennis is ook van belang voor sub-Sahara- Afrika, volgens Lotz. Om bij te dragen aan de voedselzekerheid komt er daarom een humanitarian use license, waarmee boeren in arme landen de genen gratis krijgen.

Dure toelatingsprocedure

Lotz: "In principe kan elk bedrijf de door ons gepatenteerde genen gebruiken om gewassen resistent te maken. Tenminste, zolang bedrijven er een duurzame teeltstrategie op na houden." Anders bestaat het risico dat phytophthora op den duur toch zijn gevoeligheid voor de resistentiegenen verliest. Onderzoeker Geert Kessel legt uit: "In Nederland zwerven meerdere genetische varianten rond van phytophthora. We volgen ze allemaal en houden in de gaten voor welke genen de ziekteverwekker nog gevoelig is. Gaat de schimmel een risico

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

vormen? Dan grijpen we in door de combinaties van genen in de verschillende aardappelrassen strategisch te wisselen. We moeten zuinig omgaan met de resistentiegenen tegen phytophthora. Meer dan vijftien tot twintig zijn er momenteel niet beschikbaar."

Het is nu afwachten of Nederlandse veredelingsbedrijven de GM-aardappels zien zitten. Veredelaars willen de piepers alleen maken als deze niet door de Europese toelatingsprocedure voor 'gewone' genetisch veranderde planten hoeven. Want die kost te veel geld en tijd.

Het zou niet de eerste keer zijn dat een gen-gewas verstrikt raakt in het net van regelgeving. In 1997 presenteerden Zwitserse en Duitse wetenschappers een rijstras dat, dankzij twee genen van een narcis en een bacteriegen, bètacaroteen aanmaakt in de korrel. Het menselijk lichaam zet die stof om in vitamine A.

Deze 'gouden rijst' had een oplossing kunnen zijn voor de jaarlijks 500.000 kinderen in ontwikkelingslanden die blind worden door vitamine A-gebrek, en van wie de helft binnen twaalf maanden sterft. Maar de strikte regelgeving, waarvoor de fanatieke lobby van anti-GMO-groepen medeverantwoordelijk is, vertraagt de introductie van het gewas. Na 25 jaar ontwikkeling en veldproeven ligt de rijst in veel delen van de wereld nog op de plank.

Is de Wageningse pieper hetzelfde lot beschoren? In tegenstelling tot de gouden rijst is de aardappel alleen aangepast met aardappel-eigen genen. "Maar de regelgeving maakt geen onderscheid tussen soorteigen en vreemde genen", zegt ecoloog Lotz. "Beide technieken vallen onder genetische modificatie."

Onterecht, vinden de meeste onderzoekers. Soorteigen genen inbrengen is zeker zo veilig als gewone veredeling, zo niet veiliger. Deze aardappel verdient daarom dezelfde behandeling als een nieuw, traditioneel veredeld gewas.

In het Wageningse project draaide het dan wel om de wetenschappelijke resultaten, toch hoopt projectleider Haverkort dat het onderzoek een staartje krijgt: "We willen de aanpak natuurlijk verder uitrollen, maar de financiering van het project is gestopt. De planten worden op kleine schaal bewaard. Nu zijn de bedrijven aan zet."

Eigen soort

De Wageningse aardappels zijn anders dan het gros van de gemodificeerde gewassen: ze zijn cisgeen in plaats van transgeen.

Een cisgene aardappel is wel genetisch gemodificeerd, maar is alleen aangepast met aardappeleigen genen, in dit geval van een wilde aardappel uit Mexico.

Transgene gewassen zijn genetisch aangepast met een gen van een heel andere soort, waarmee het gewas niet te kruisen is. Een aardappel met een gen uit een tomaat is bijvoorbeeld transgeen. "We wilden rassen zoals Désirée en Première, die 120 jaar geleden gemaakt zijn, zelf niet veranderen. Met genetische modificatie kan dat", zegt projectleider Anton Haverkort. "En door voor cisgenese te kiezen, houden we rekening met gevoeligheden in de maatschappij omtrent genetische modificatie."

Een opiniepeiling uit 2010 wees uit dat het merendeel van de Europese consumenten de technologie inderdaad accepteert. Ze blijken meer bereid cisgene appels in hun winkelmandje te leggen dan transgene varianten.

De consument voelt zich meer op zijn gemak bij cisgene appels, die hij als natuurlijker ziet en minder problematisch voor milieu en veiligheid.

Dit document is gedownload door () op October 31, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.