



## Inhoudsopgave

### Ondersteuning van veredeling met behulp van biotechnologie

- Vereiste voorkennis
- Weefselkweek
- Vegetatief vermeerderen
- Weefselkweek ten behoeve van de veredeling
- Verdubbelde haploïden
- Embryo rescue
- Celfusie
- Vragen en opdrachten

### Genetische modificatie

- Wat is genetische modificatie?
- Toepassingsgebieden
- Ethiek
- Modificatietechnieken
- Agrobacterium Tumefaciens
- Particle gun
- Markers
- Vragen en opdrachten

### Eindtoets

### Over dit lesmateriaal

## Ondersteuning van veredeling met behulp van biotechnologie

---



Bron: Seed Valley

Waterschaarste komt op veel plaatsen in de wereld voor. Een komkommer heeft tijdens de teelt veel water nodig. Het zou mooi zijn als er een komkommer wordt ontwikkeld die minder water verbruikt tijdens de teelt. Dat scheelt flink in het waterverbruik en in de kosten.

Zo'n ras zou je via de klassieke veredeling kunnen ontwikkelen. Het is ook mogelijk om nieuwe rassen te ontwikkelen met biotechnologie.

Er zijn veel technieken in het laboratorium beschikbaar om de veredelaar te ondersteunen. Het is goed om kennis te hebben van deze technieken en hun mogelijkheden.

Weefselkweek is één van die technieken. Ouderlijnen voor de F1-hybriden kunnen zo in stand worden gehouden. In weefselkweek gebruikt men methodes om sneller tot homozygote planten te komen. Moeilijke kruisingen tussen niet-verwante planten kunnen een handje worden geholpen, door het zaadje vroegtijdig te 'redden'.

Een stap verder ga je door genetische modificatie toe te passen.. Deze techniek maakt het mogelijk om nieuwe soorten te maken die op een natuurlijke manier nooit zouden zijn ontstaan. Er kunnen nu genen van niet-verwante planten bij elkaar worden gebracht. Dit levert veel nieuwe mogelijkheden voor de veredelaar.

Onomstreden is dit niet. Genetische modificatie levert veel maatschappelijke discussie op.

In het onderstaande filmpje zie je hoe Mark planten onderzoekt en ze 'leert' te groeien op eerder onmogelijke plekken.

Mark studeert moleculaire biologie.

Voldoende en goed voedsel voor een groeiende wereldbevolking is hét vraagstuk voor zijn generatie.



[kn.nu/ww9ff54ff](https://kn.nu/ww9ff54ff) (youtu.be)

### Vereiste voorkennis

Plantenfysiologie

Plantbiologie

Veredelen van zelfbestuivers

Veredelen van kruisbestuivers

Veredelen van hybride rassen

### Weefselkweek

Weefselkweek is het kweken van planten, zaden, embryo's, organen, weefsels of cellen op een

---

kunstmatige voedingsbodems onder steriele omstandigheden.

Een belangrijke toepassing van weefselkweek is vegetatieve vermeerdering. Daarmee kunnen nieuwe planten snel en in grote aantallen worden gekweekt. De nieuwe planten zijn identiek aan de moederplant.

Wanneer een veredelaar of teler een nieuwe cultivar heeft ontwikkeld, wil deze de planten zo snel mogelijk, in grote aantallen, op de markt brengen. Weefselkweek is dan een uitkomst.

Bijvoorbeeld, in het verleden zag je niet veel orchideeën in de huiskamer staan. Deze planten waren duur en zeldzaam. Maar tegenwoordig is het niet bijzonder meer. Door weefselkweek kunnen deze planten op grote schaal worden vermeerderd.

Een bijzondere toepassing van weefselkweek is meristeemcultuur. Hiermee is het mogelijk om planten virusvrij te maken. Virussen kunnen veel schade veroorzaken in een gewas. Een meristeem is een uiterste groeipuntje met delende cellen, waarin het virus nog niet aanwezig is. Dit puntje wordt voorzichtig uitgeprepareerd en op een voedingsbodem gezet.

## Vegetatief vermeerderen



Bron: Seed Valley

Vegetatieve vermeerdering door weefselkweek begint met het verzamelen van het uitgangsmateriaal. Vaak worden groeipunten als uitgangsmateriaal gebruikt. Maar ook andere delen van de plant kunnen worden gebruikt. Bijvoorbeeld, blad, bloem, wortel, bollen, cellen, embryo's en zaden.

Weefselkweek gebeurt in een laboratorium. Er wordt gewerkt in een AirFlow-kast. Dit is een steriele werkrimte met een lichte overdruk. Het plantmateriaal kan hierin niet besmet raken met bacteriën of schimmels. Bij een besmetting groeien de micro-organismen sneller dan het plantje en gaat het plantje dood.

Het plantenmateriaal wordt ontsmet en op een geschikt medium met voedingsstoffen en plantenhormonen gebracht. De voedingsbodem bevat een hoge concentratie suikers. Deze suikers dienen als een energiebron voor de plant. Weefselkweekmateriaal heeft niet of nauwelijks bladgroen en dus ook geen fotosynthese.

Vervolgens gaan de cellen zich delen. Hoe de planten zich ontwikkelen, kan worden gestuurd met plantenhormonen. Het hormoon cytokinine zorgt voor de vorming van nieuwe scheutjes, adventieve spruitvorming. Deze kunnen weer worden opgedeeld en verder worden vermeerderd. Wanneer er voldoende planten zijn, gaan ze voor beworteling naar een medium met het plantenhormoon auxine.

## Weefselkweek ten behoeve van de veredeling



Bron: Seed Valley

Een aantal technieken in de weefselkweek worden ingezet als extra gereedschap voor de veredelaar. Deze kan bijvoorbeeld sneller over homozygote planten beschikken die gebruikt worden als ouderlijnen van F1-hybriden. Dit gebeurt door gebruik te maken van een antheren- of microsporen-cultuur en van verdubbelde haploïden.

Bij een kruising tussen twee soorten die verder uit elkaar liggen, kan embryo rescue een oplossing bieden voor de veredeling.

Nog een stapje verder ga je wanneer je twee protoplasten met elkaar laat fuseren. Ook daarmee kun je de erfelijke eigenschappen van twee verschillende planten combineren.

## Verdubbelde haploïden

Voor het produceren van F1-hybride zaad, moeten de zaadbedrijven beschikken over homozygote ouderlijnen. Een kruising van twee homozygote ouderlijnen geeft een uniforme F1-hybride.

Het veredelen van homozygote ouderlijnen uit zelfbestuivende planten is relatief eenvoudig. Een aantal generaties zelfbestuiving geeft een hoog percentage homozygote planten.

Lastiger wordt het met kruisbestuivende planten, zoals kool. Die zijn niet ingericht op zelfbestuiving. Ze vertonen incompatibiliteit, onverenigbaarheid van eigen stuifmeel en de stamper, en ook een inteeltdepressie is niet zeldzaam.

Om toch over homozygote ouderlijnen te kunnen beschikken, wordt gebruik gemaakt van geslachtscellen: stuifmeel of eicel. Deze zijn haploïde ( $n$ ).

Bij een antheren-cultuur wordt een helmhokje van de meeldraad op een medium gelegd. Na enige tijd zullen een aantal stuifmeelkorrels uit het helmhokje kiemen en minuscule kleine hartvormige plantjes vormen, zogenaamde embryoïden.

Bij een microsporen-cultuur gaat men uit van losse stuifmeelkorrels, of microsporen.

In een vloeibaar medium, met een hoge suikerconcentratie, lukt het om de microsporen te laten delen. Deze vormen dan de embryoïden.

Het aantal chromosomen bij deze embryoïden kan spontaan verdubbelen. Dan zijn ze dus diploïd ( $2n$ ). Soms wordt de stof colchicine toegevoegd om het aantal chromosomen te verdubbelen ( $n \rightarrow 2n$ ). De planten zijn hierdoor dan direct homozygoot en te gebruiken als ouderlijnen voor F1-hybriden.

De planten die op deze manier zijn ontstaan, worden verdubbelde haploïden genoemd, of di-haploïden.

Ook uit een onbevuchte eicel kunnen embryoïden worden gevormd, waarna verdubbeling van het aantal chromosomen optreedt.

## Embryo rescue

Soms wil een veredelaar een eigenschap inkruisen van een plant die niet nauw verwant is aan de moederplant. Dan kan het gebeuren dat de bestuiving en bevruchting goed verlopen, maar dat het gevormde zaad niet goed groeit en afsterft voordat het rijp is. Dit noem je zaadabortie. In dat geval bestaat er de mogelijkheid om het gevormde, onrijpe zaad te redden. Dit gebeurt met een techniek die

embryo rescue wordt genoemd. Het embryo is het jonge kiempje dat in het zaad wordt gevormd. Bij embryo rescue wordt dit embryo uit het zaad geprepareerd. Het groeit daarna op een voedingsbodem verder tot een levensvatbaar plantje.

Sommige zaden blijven van nature lang in kiemrust. Voor de onderzoeker is dat niet handig. Hij wil deze tijd inkorten om verder te kunnen met het veredelingsproces. Hij kan dan de zaadhuid met de kiemremmende stoffen verwijderen. Daarna prepareert hij het embryo uit het zaad. Zo omzeilt hij het probleem van de kiemrust.

## Celfusie

Het is mogelijk om twee cellen van verschillende planten met verschillende eigenschappen met elkaar te laten samensmelten. Dit heet celfusie. Met celfusie omzeil je de natuurlijke kruisingsbarrières tussen twee niet-verwante planten. Het geeft de veredelaar extra mogelijkheden om nieuwe eigenschappen in te brengen in een gewas. Hij kan bijvoorbeeld mannelijke steriliteit inkruisen. Mannelijk steriele planten vormen geen meeldraden. De plant kan zichzelf dus ook niet bestuiven. Dit is handig bij de productie van F1-hybriden.

Voor het laten fuseren van twee cellen moet eerst de celwand worden verwijderd. Dit gebeurt door enzymen die de celwand afbreken. Wat overblijft zijn cellen met alleen een celmembraan: protoplasten. Met de chemische stof PEG versmelten de protoplasten met elkaar. Er vindt kernfusie en celfusie plaats. Deze techniek wordt protoplastenfusie genoemd.

De fusie kan ook tot stand worden gebracht met een elektrisch schokje.

Bij protoplastenfusie worden veel verschillende producten gevormd. Na de fusie moet je dus op een selectief medium op zoek naar het juiste fusieproduct. Dit kan bijvoorbeeld door één van de protoplasten te kleuren. De juiste combinatie van protoplasten is dan goed zichtbaar.

## Vragen en opdrachten

**Bij meerkeuze vragen is steeds één antwoord juist, tenzij anders is aangegeven**

### 1. Weefselkweek wordt in de productietuinbouw veel toegepast

- Om een betere teeltplanning mogelijk te maken
- Om een gevarieerde partij op te bouwen
- Om planten snel en massaal te vermeerderen
- Om een kortere teeltduur te bewerkstelligen

### 2. Noem drie voorbeelden van toepassing van weefselkweek voor de veredeling.

### 3. Waarom zit er suiker in de voedingsbodem bij weefselkweek?

- Alleen dan kan het weefsel CO<sub>2</sub> opnemen
- Dat is nodig voor de dissimilatie (ademhaling)
- Het is nodig voor het assimilatieproces in de cellen
- Om ook andere micro-organismen te laten groeien

### 4. Cytokinine is een hormoon dat in weefselkweek

- de celstrekking bevordert
- de scheutgroei stimuleert
- de wortelaanleg bevordert
- de bloemvorming onderdrukt.

**5. Geef aan of onderstaande bewering juist of onjuist is.**

- a. De ouderlijnen van F1-hybriden zijn homozygoot
- b. Door kruisbestuiving krijg je meer heterozygote planten
- c. De verschillende ouderlijnen van F1-hybriden zijn genetisch identiek
- d. Heterosiseffect treedt als de ouderlijnen homozygoot zijn
- e. Door inteelt worden planten meer heterozygoot
- f. Planten afkomstig van zaad van F-1hybride planten is zeer gevarieerd

**6. Kies steeds het juiste antwoord.**

Wat is makkelijker ouderlijnen maken van

- a. zelfbestuivende soorten, zoals tomaat
- b kruisbestuivende soorten, zoals kool

Incompatibiliteit wil zeggen

- a. onverenigbaarheid van eigen stuifmeel en de stamper
- b. haploide planten ontstaan uit stuifmeel

Embryoiden zijn

- a. diploide stuifmeelkorrels
- b. haploide hartvormige plantjes

Om het aantal chromosomen te verdubbelen kan gebruikt worden van

- a. colchicine
- b. hoge suikerconcentratie.

**7. Noem twee voorbeelden van toepassing van embryo rescue in de veredeling.**

**8. In de veredeling kun je bij het willen kruisen van niet- verwante planten soms gebruik maken van**

- a. celfusie
- b. embryo rescue
- c. haploide embryoiden
- d. F1-hybriden

**9. Welke mogelijkheid biedt celfusie voor de plantenveredeling?**

## Genetische modificatie

---



Bron: Seed Valley

Genetische modificatie is een omstreden techniek. De techniek maakt het mogelijk om nieuwe soorten

---

te maken die op een natuurlijke manier nooit zouden zijn ontstaan. De gemodificeerde producten worden in verschillende sectoren van de maatschappij gebruikt.

## Wat is genetische modificatie?

Genetische modificatie bij planten is het kunstmatig veranderen van het genetisch materiaal (DNA) van de plant op een manier die via de natuurlijke weg niet mogelijk is. Bij genetische modificatie worden meestal één gen of enkele genen in het DNA van de plant ingebracht. Deze genen kunnen afkomstig zijn van dezelfde soort als de plant. Maar er kunnen ook genen van andere soorten gebruikt worden.

## Toepassingsgebieden

Genetische modificatie wordt toegepast in verschillende sectoren. Bijvoorbeeld in de gezondheidszorg, landbouw, levensmiddelenproductie en industrie. Zo wordt in de gezondheidszorg genetische modificatie gebruikt voor de productie van vaccins en geneesmiddelen. In de landbouw worden met genetische modificatie voedsel- en siergewassen met nieuwe eigenschappen ontwikkeld. De genetisch gemodificeerde gewassen zijn bijvoorbeeld resistent tegen bepaalde schimmels of beter bestand tegen droogte. Een voorbeeld van een gewas dat genetisch is gemodificeerd is soja. Deze sojaplant is resistent gemaakt tegen bepaalde bestrijdingsmiddelen. Ongewenste plantengroei op plantages kan zo goed worden bestreden.

## Ethiek

De toepassing van genetische modificatie lijkt veel voordelen te hebben. Toch is er veel maatschappelijke discussie over de toepassing van genetische modificatie. Genetische modificatie is in Nederland dan ook niet toegestaan.

## Modificatietechnieken

Er bestaan verschillende -vaak verrassende- technieken om 'vreemd' DNA in een plant te krijgen. Er wordt bijvoorbeeld hulp ingeroepen van een bacterie. De bacterie brengt het DNA in de plant in. Een andere techniek werkt met een soort pistooltje. Daarbij wordt het DNA in de plant 'geschoten'.

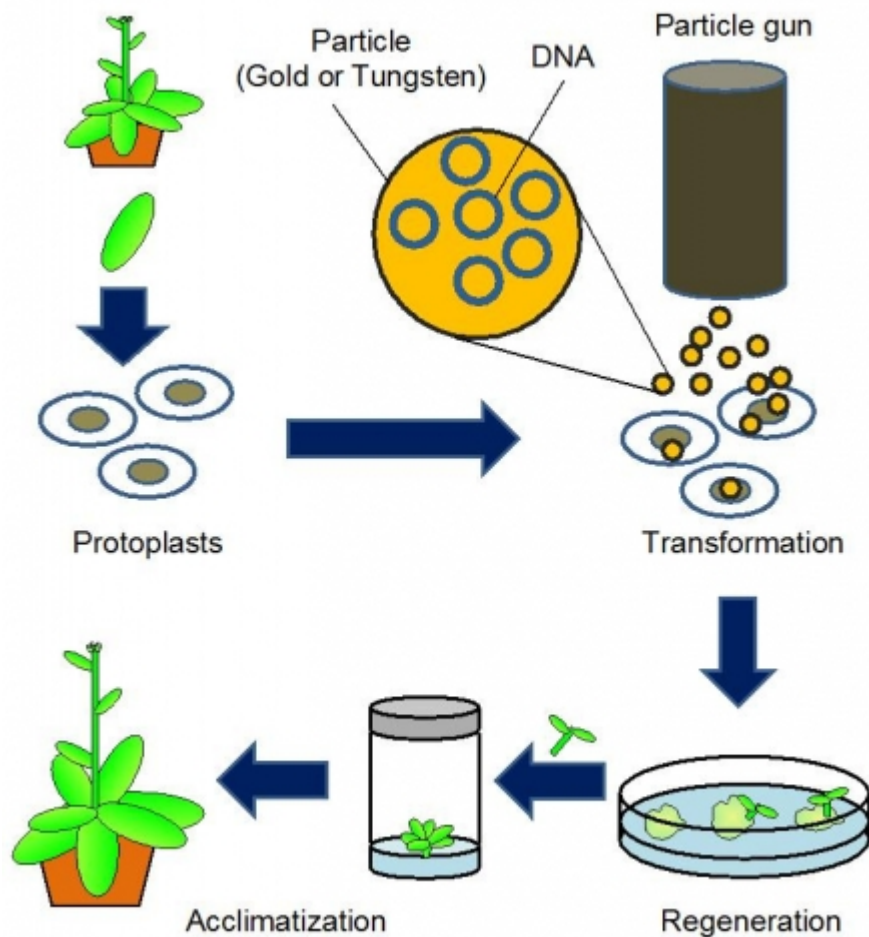
## Agrobacterium Tumefaciens

Agrobacterium Tumefaciens is een bodembacterie die verschillende planten kan infecteren. Infectie vindt plaats via wondjes aan de plant. Na het binnendringen van de bacterie scheidt deze zijn DNA af. Daar kun je gebruik van maken. Het werkt als volgt.

Je neemt in het DNA van de bacterie een gen op dat je in de plant wilt inbouwen (het genconstruct). De bacterie dringt vervolgens de plant binnen en scheidt zijn DNA af. Nu zit het gewenste gen in de plant. Daarmee is het DNA van de plant veranderd, gemodificeerd. Dit heet genetische modificatie.

## Particle gun





Particle gun methode

Naast transformeren met *Agrobacterium* is er nog een methode om 'vreemd' DNA in het DNA van de plant in te brengen. Dit is de methode met de particle gun. De particle gun werkt met kleine metalen balletjes. Daarop zit het DNA dat je in de plant wilt inbrengen. Ze worden met een soort pistooltje afgeschoten op het blad van de plant. De balletjes dringen vervolgens de kern van de plant binnen. Het DNA dat op het oppervlak van de balletjes zit, wordt opgenomen door het DNA van de originele plant.

Lang niet alle balletjes komen in een celkern terecht. Dat is een kwestie van geluk. De techniek met de particle gun is dan ook vooral bruikbaar bij gewassen die niet te transformeren zijn met *Agrobacterium*. De particle gun biedt dan toch een mogelijkheid tot transformatie.

## Markers



Bij het veredelen van planten door genetische modificatie worden zogenaamde markers gebruikt. Markers werken met het gegeven dat het DNA van planten naast veel overeenkomsten ook veel verschillen vertoont. De veredelaar wil graag bepaalde eigenschappen tot expressie laten komen in de nieuwe kruising. Uit onderzoek is bekend welke genen voor die eigenschappen verantwoordelijk zijn. De wens van de veredelaar wordt vertaald in een DNA-code: een marker. De marker is met laboratoriumtechnieken te volgen. Als je de marker terugvindt in de nieuwe plant, dan weet je dat de gewenste kruising is gelukt.

Uiteraard wil je graag zo snel mogelijk weten of de veredeling is gelukt. Je hoeft daarvoor niet te wachten tot de plant zo ver is opgegroeid dat het fenotype tot uiting komt. Met slechts een klein blaadje van een plantenklem kun je op DNA-niveau vaststellen of de veredeling succesvol is. Binnen enkele dagen weet je dus al of de gewenste eigenschappen in een plant zitten.

## Vragen en opdrachten

### 1. Wat is genetische modificatie?

#### 2. Er zijn twee technieken om specifiek DNA in een plantencel in te brengen

Welke 2 technieken zijn dat en zet dat in de 1e kolom.

Combineer dat met een pijltje in de tweede kolom met de bijpassende opmerking in de derde kolom

		Micro-organisme scheidt DNA af
		Klein metalen balletje
		Vooraf toegepast als andere methode
		Bodem-organisme
		Kans factor speelt een grote rol

### 3. Waarom wordt er in de DNA –techniek met markers gewerkt?

## Eindtoets

---

## Eindtoets bij Ondersteuning van de veredelaar mbv biotechnologie

[maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/867404](https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/867404)



### Vraag 1 bladibla

- a. nee
- a. ja

## Over dit lesmateriaal

---

### Colofon

<p>Auteurs&nbsp; Clusius: Carola Laport</p> <p>Resonantiegroep&nbsp; Kieft Seeds: W. Koopman, H. Sasbrink, K. v. Petersen Syngenta: P. Zweed, W. v. Diepen, H. Kempe Breedwise: I. v. Leeuwen Clusius: P. Vlaming, P. Maurits, C.Laport, E. Paauwe Wellantcollege: P. Dijt Naktuinbouw: A. Klaver, E. Verdegaal, W. Wietsma Plantum: N. v. Buuren Seedprocessing Holland: W. v. Dok Incotec: S. Bonnema, H. Bruggink</p> <p>Projectleiding Clusius: Nancy Boterblom</p>

<b>Auteurs</b>	Ontwikkelcentrum Stichting ; Barend Gehner; Nancy Boterblom
<b>Laatst gewijzigd</b>	30 juni 2014 om 16:47
<b>Licentie</b>	Dit lesmateriaal is gepubliceerd onder de Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederlands licentie. Dit houdt in dat je onder de voorwaarde van naamsvermelding vrij bent om: <ul style="list-style-type: none"><li>• het werk te delen - te kopiëren, te verspreiden en door te geven via elk medium of bestandsformaat</li><li>• het werk te bewerken - te remixen, te veranderen en afgeleide werken te maken</li><li>• voor alle doeleinden, inclusief commerciële doeleinden.</li></ul>

[Meer informatie over de CC Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie](#)

### Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

<b>Eindgebruiker</b>	leerling/student
<b>Moeilijkheidsgraad</b>	gemiddeld

### Bronnen

Bron	Type
<a href="https://youtu.be/Xr5ysfLqQoQ">https://youtu.be/Xr5ysfLqQoQ</a>	Video
<a href="https://youtu.be/Xr5ysfLqQoQ">https://youtu.be/Xr5ysfLqQoQ</a>	