

Verdieping Periode 3



Deel1
Veredeling en selectie

Deel 2
Plantinhoudsstoffen

Inhoud

Veredeling en selectie	3
1.1 Veredeling	3
1.2 Selecteren	5
1.3 F1 Hybrides.....	9
1.4 Genetische Manipulatie	11
Plantinhoudsstoffen	14
2.1 Algemene definitie plantinhoudsstoffen	15
2.2 Farmaceutische plantinhoudsstoffen	16
2.3 Geur-, kleur- en smaakstoffen.....	17
2.4 Gewasbeschermingsmiddelen.....	19
3.1 Specifieke teelt of restproduct	22
3.2 Winning en extractie.....	23

Deel 1

Veredeling en selectie

Veredeling en selectie

1.1 Veredeling

In de plantenveredeling wordt gewerkt met het erfelijk of genetisch materiaal van planten. De erfelijke eigenschappen worden bepaald door de genen die zijn ingebouwd in de chromosomen van de cel. Een chromosoom bevat heel veel eigenschappen. De basis van al deze genetische informatie is het DNA-molecuul. Door gunstige eigenschappen met elkaar te combineren proberen de veredelaars steeds betere planten te maken.

Doel van veredeling

Het doel van de veredeling is de planten zo te veranderen dat ze beter voldoen aan de wensen van de gebruikers: de telers, de handel en de consumenten.

De veredelaars proberen te komen tot:

- hogere opbrengst;
- betere kwaliteit, zoals smaak, kleur, geur en houdbaarheid;
- oogstzekerheid door ziekteresistentie of aanpassing aan teeltomstandigheden;
- gunstiger oogsttijdstip, bijvoorbeeld eerder kunnen oogsten of jaarrond;
- verlaging van de teeltkosten, door bijvoorbeeld lagere energiebehoefte of mechanisatiemogelijkheden.

Herkomst goede eigenschappen

De goede eigenschappen die je in het cultuurras wilt inbouwen, komen natuurlijk niet uit de lucht vallen. Ze moeten in een of andere vorm al aanwezig zijn.

- Bijvoorbeeld in wilde rassen die te vinden zijn in het herkomst - gebied van het betreffende gewas.
- Of in bestaande rassen die bijvoorbeeld al voor de veiling -klok worden aangeboden.
- Tegenwoordig ook in genenbanken. Dit zijn collecties van genetisch materiaal die je in de vorm van zaad bewaart onder gunstige condities.
- De eigenschappen kunnen ook door mutatie ontstaan. Een mutatie is een plotselinge verandering van genetisch materiaal. Dit kan spontaan in de natuur gebeuren, maar je kunt het ook kunstmatig opwekken door bijvoorbeeld straling. Vooral in de sierteelt zijn heel veel mutanten in de handel.

Veredelingstechnieken

Kruisen

Het stuifmeel van een mannelijke plant moet worden overgebracht op de stempel van een vrouwelijke plant. Om zelfbestuiving te voorkomen moeten vaak de meeldraden worden weggenomen. Het stuifmeel groeit door de stijl naar de eicellen en er treedt bevruchting op. Het resultaat van de kruising is het embryo in het zaak.

Willen we dus het resultaat van de kruising zien, dan moeten we het zaak oogsten en uitzaaïen. Heel vaak lukt zo'n kruising ook niet en dan moet er een nieuwe poging ondernomen worden.



*Figuur 3.1
Het kruisen van een aardappel en van
een tulp. Rechts de schematische
voorstelling van de bestuiving.*

Bij een kruising wordt natuurlijk niet alleen de gewenste eigenschap overgebracht. Ook veel andere (soms niet gewenste eigenschappen) komen in de nakomelingen terecht. Om alleen de gewenste eigenschap te behouden, moeten we een aantal keren terugkruisen met het betreffende cultuurras. Daarbij moeten we dus heel goed opletten dat de ingekruiste eigenschap niet verloren gaat. Dit heet selectie (zie volgende paragraaf). Deze traditionele wijze van veredeling kost veel tijd en ruimte en bovendien kunnen niet alle planten met elkaar worden gekruist.

Gentechnologie

Bij gentechnologie worden hele kleine stukjes chromosomen overgebracht van de ene cel naar de andere. Dit vereist een hoogstaande zeer verfijnde techniek. Alleen de gewenste eigenschap wordt dan overgebracht, waardoor terugkruisen niet langer noodzakelijk is.

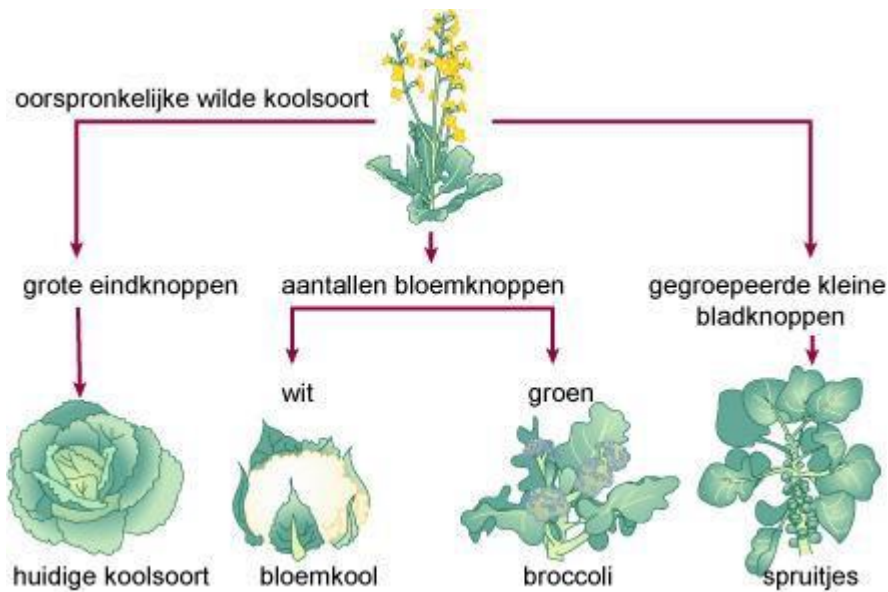
Zie ook paragraaf 3.4.

1.2 Selecteren

Doel van selecteren

Om de kwaliteit van gewassen op peil te houden of te verbeteren, is het nodig dat men planten die men voor de vermeerdering gebruikt, zorgvuldig uitkiest. We spreken dan van selectie. Doet men dit niet, dan kan een gewas in kwaliteit achteruit gaan. Deze achteruitgang, die ook wel degeneratie wordt genoemd, kan het gevolg zijn van:

- mutaties;
- ongewenste bestuiving;
- ziekten, met name virus;
- inteelt.



Figuur 3.3

Door jarenlange kruising en selectie is een grote variëteit aan koolsoorten verkregen.

Als men gaat selecteren, dan zal men eerst vast moeten leggen waarop of met welk doel men de selectie doet. Selecteert men bijvoorbeeld op ziekteresistentie, dan zal de keuze niet op de meest productieve planten vallen, maar op de meest gezonde planten. Het is natuurlijk niet onmogelijk dat de meest productieve tevens de gezondste plant is.

Als er geselecteerd wordt dan kan men dit doen op grond van fenotype of op grond van genotype.

Fenotype

Als we planten selecteren op fenotype, dan letten we op hun uiterlijk.

Genotype

Bij het selecteren op genotype, dan letten we op de erfelijke eigenschappen. Selecteren op genotype is vaak moeilijker. Immers planten met hetzelfde uiterlijk hoeven niet altijd dezelfde erfelijke aanleg te hebben. Je moet planten dan beoordelen op het uiterlijk van hun nakomelingen en daarbij moet je proberen de verschillen in groeiomstandigheden zo klein mogelijk te houden.

Als je planten langs vegetatieve weg vermeerderd, dan treden er geen wijzigingen op in het genotype (de combinatie van genen). In de nakomelingen bij generatief vermeerderde gewassen kunnen dus wel nieuwe combinaties van genen optreden.

We kunnen verschillende selectiemethoden onderscheiden.

1. Massaselectie.
2. Lijnselectie.
3. Familieselectie.
4. Stamselectie.

De methodes worden hierna uitgelegd.

Massaselectie

Bij massaselectie wordt een groep planten uit een populatie bestemd voor gezamenlijke vermeerdering. De nakomelingschap van iedere afzonderlijke plant wordt niet apart gehouden. Bij massaselectie beoordeel je de planten uitsluitend op hun fenotype. Het is dus mogelijk dat je voor de vermeerdering gebruik blijft maken van planten die, alhoewel ze fenotypisch van goede kwaliteit zijn, genotypisch tekorten vertonen. Als je deze planten vermeerderd, krijgen ze voor een deel toch weer slechte nakomelingen.

Je kunt onderscheid maken tussen positieve massaselectie en negatieve massaselectie.

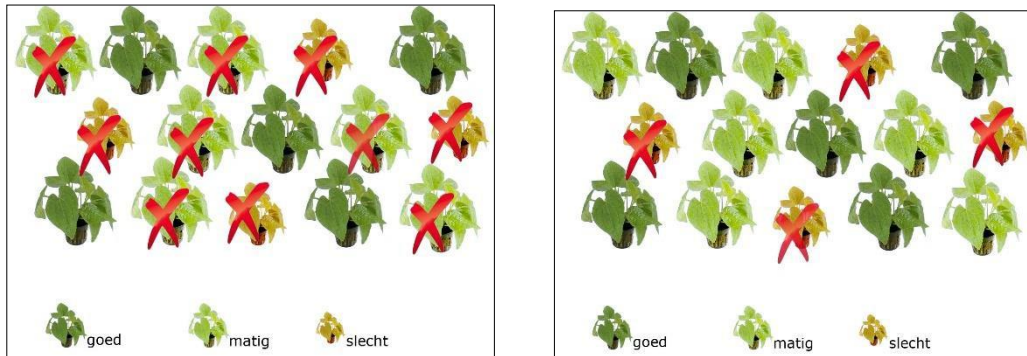
Positieve massaselectie

Bij positieve massaselectie kies je de beste planten uit de populatie en ga je deze gezamenlijk vermeerderen.

Vooral bij veel bladplanten is dit een gebruikelijke manier. Het kan er overigens toe leiden dat er na verloop van tijd verschillende selecties ontstaan van een cultivar als verschillende kwekers deze cultivar elk op hun eigen wijze jarenlang selecteren. De kwekers hebben dan bij het selecteren op verschillende eigenschappen gelet, bijvoorbeeld de één op bontbladigheid en de ander op groeisnelheid. Op de veiling wordt deze dan onder dezelfde naam aangeboden, maar het samenvoegen van partijen is dan niet goed mogelijk, omdat de verschillen goed te zien zijn.

Negatieve massaselectie

Bij negatieve massaselectie vernietig je de slechtste planten uit de populatie. De overblijvende planten ga je gezamenlijk vermeerderen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij tulpen. Door 'ziek zoeken', dat wil zeggen het in het voorjaar verwijderen van de zieke, door virus aangetaste planten, houd je de partij op peil.



Figuur 3.4

Bij positieve massaselectie (links) worden alleen de beste planten overgehouden en gezamenlijk verder vermeerderd.

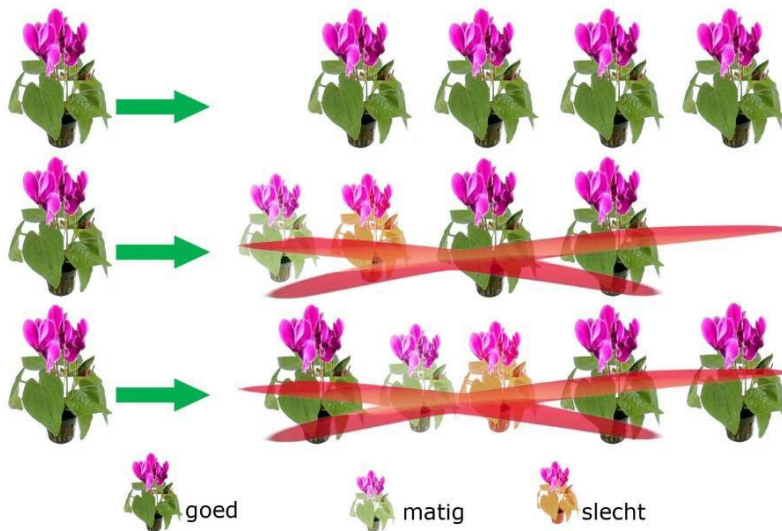
Bij negatieve massaselectie (rechts) worden de slechtste planten vernietigd. De overgebleven planten worden gezamenlijk verder vermeerderd.

Lijnselectie

Bij lijnselectie worden afzonderlijke moederplanten uitgekozen en afzonderlijk vermeerderd. Het nakomelingschap van elke moederplant wordt dus apart gehouden.

Een lijn is het nakomelingschap van één plant, ontstaan na zelfbevruchting. Bij lijnselectie beoordeelt met elke plant op zijn genotype, door te kijken naar het fenotype van zijn nakomelingen.

Elke lijn wordt daarbij afzonderlijk beoordeeld. Indien er binnen een lijn slechte planten zitten, dan wordt de lijn in zijn geheel vernietigd.



Figuur 3.5

Schematische voorstelling van de lijnselectiemethode. De nakomelingen – na zelfbevruchting – worden per moederplant apart gehouden.

Zuivere lijnen zijn lijnen waarbinnen geen afwijkingen te constateren zijn. Alle planten van zo'n lijn hebben hetzelfde genotype. Alle planten binnen zo'n lijn zijn homozygoot voor alle eigenschappen waarop geselecteerd is.

Bij zelfbevruchtende gewassen is het niet zo moeilijk om aan zuivere lijnen te komen. Voorbeelden: bonen, peulen.

Familieselectie

Ook bij familieselectie worden de nakomelingen van elke moederplant apart gehouden. Een familie is het nakomelingschap van één moederplant, verkregen na kruisbevruchting. Elke familie wordt afzonderlijk beoordeeld. Indien er binnen een bepaalde familie slechte planten zitten, dan wordt de familie in zijn geheel vernietigd. Ook hier wordt dus elke plant beoordeeld op zijn genotype, door te kijken naar het fenotype van de nakomelingen.

Men boekt bij familieselectie minder snel resultaten dan met lijnselectie. Familieselectie wordt noodgedwongen toegepast bij gewassen die onmogelijk door zelfbevruchting te vermeerderen zijn. Door lang genoeg door te gaan met de familieselectie kan men ook bij kruisbevruchtende gewassen tot redelijk zuivere lijnen komen, maar deze lijnen vertonen dan wel een sterke inteeltverzwakking.

Stamselectie

Bij stamselectie worden uit een vegetatief gewas een aantal veelbelovende planten uitgekozen. Deze planten worden vegetatief vermeerderd. Zo ontstaan klonen. Een kloon is een groep van nakomelingen van een moederplant, verkregen door vegetatieve vermeerdering. Men zoekt de best klonen uit en

gaat hier geïsoleerd mee door. Elke kloon wordt afzonderlijk beoordeeld. Indien er binnen een bepaalde kloon slechte planten zitten, dan wordt de kloon in zijn geheel vernietigd.

1.3 F1 Hybrides

Hogere planten vermenigvuldigen zich van nature door middel van zaad. De nakomelingen zijn dan niet allemaal aan elkaar gelijk; bij sommige gewassen zijn de verschillen onderling erg groot; bij andere minder.

Bij gekweekte planten is deze variabiliteit tussen de planten niet wenselijk. We zouden het liefst willen dat alle planten in de kas of op het veld elkaars gelijken zijn.

Zelfsbestuivende gewassen worden soms wel door vrije bestuiving vermeerderd. De nakomelingen verschillen onderling maar heel weinig. Dergelijke gewassen noemt men "zaadvast". Voorbeelden zijn bonen en tomaten. Bij bonen wordt de kleine variabiliteit tussen de planten wel geaccepteerd, bij tomaten niet.

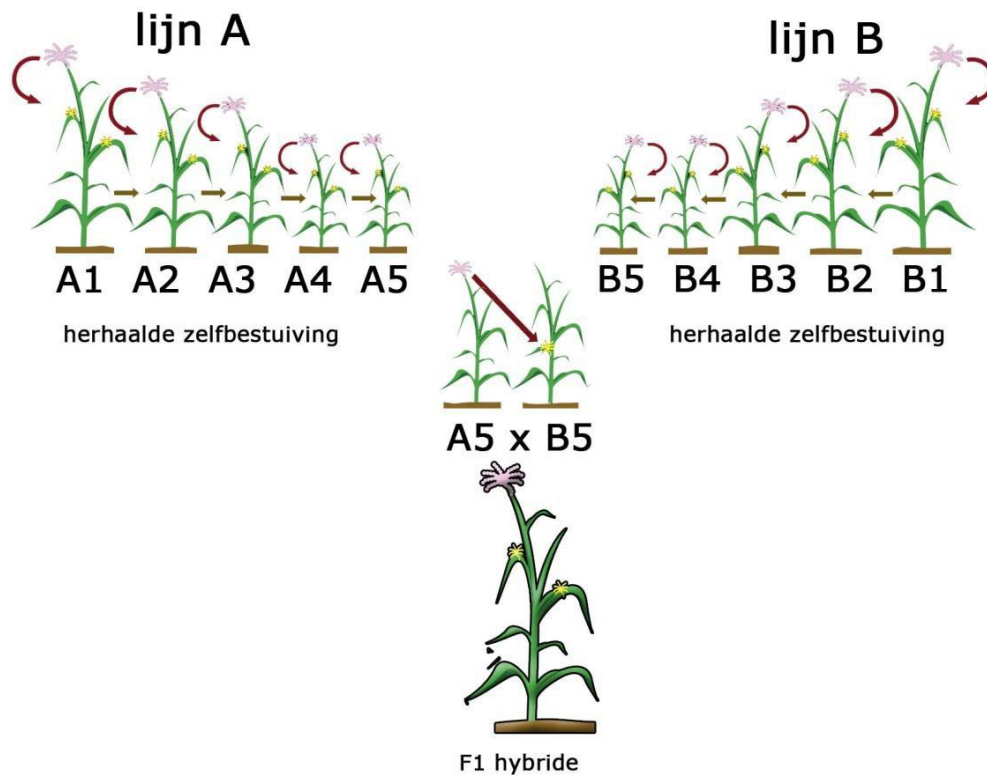
Kruisbestuivende gewassen worden niet door vrije bestuiving vermeerderd, omdat de nakomelingen te veel van elkaar verschillen.

F1-hybriden worden gemaakt om een partij planten te krijgen die vrijwel volkomen gelijk zijn aan elkaar. Een plant wordt gedwongen tot zelfbestuiving en ook de nakomelingen worden één of meerdere keren vermeerderd door met zichzelf te bestuiven.

Dit proces heet inteelt. Er ontstaan een aantal homozygote planten die inteeltlijnen worden genoemd. Veel kruisbestuivers verdragen geen zelfbestuiving en vertonen inteeltdepressie.

Nadat ze één of meerdere keren vermeerderd zijn door zelfbestuiving gaan ze gebreken vertonen en worden minder groeikrchtig. Toch worden dergelijke inteeltlijnen gebruikt voor het maken van F1-hybriden. Twee verschillende inteeltlijnen worden dan met elkaar gekruist en de F1-hybride is geboren. Heel vaak groeit deze hybride beter dan de beide ouderlijnen. Dit verschijnsel heet heterosis.

Alle planten van de F1-hybride zijn vrijwel gelijk aan elkaar (homogeen), omdat de beide ouders homozygoot zijn.



Figuur 3.6

Schematische voorstelling van de ontwikkeling tot een F1-hybride.

Twee inteeltlijnen worden na herhaalde zelfbestuiving met elkaar gekruist, in dit voorbeeld A5 x B5. Hieruit ontstaat de F1-hybride die vaak heterosis-effect vertoont.



Figuur 3.7

Het heterosis-effect: de F1-hybride groeit vaak beter dan de beide ouderlijnen.

1.4 Genetische Manipulatie

De nieuwste ontwikkeling op het gebied van veredeling is de genetische modificatie. Men probeert door onderzoek de gewenste erfelijke eigenschappen op de genen (dragers van de erfelijke eigenschappen) op te sporen en die te transplanteren naar het gen van een ander ras. Zo kan men door 'knippen en plakken' proberen een ideale plant te construeren. De praktijk is echter minder eenvoudig dan het lijkt. Het valt niet altijd mee de gewenste eigenschappen te lokaliseren en sommige eigenschappen zijn over meerdere genen verspreid. De techniek ontwikkelt zich echter wel snel; met deze methode kan een grote tijdswinst geboekt worden.

Indiase katoentelers die hebben meegedaan aan een proef met een genetisch veranderde katoenplant, hebben hun oogst bijna zien verdubbelen. De plant was verrijkt met het gen voor een natuurlijk insecticide, afkomstig uit de bacterie *Bacillus thuringiensis*. Het gif doodt vraatzuchtige rupsen van drie soorten katoenmotten.

Genetische manipulatie is knip- en plakwerk met de basis van het leven: de erfelijke eigenschappen van plant en dier. Ieder levend organisme - plant, mens en dier - bestaat uit cellen. Elke cel bevat DNA waarin de erfelijke eigenschappen vastliggen. Bij genetische manipulatie worden genen, stukjes DNA, uit het ene organisme 'geknipt' en in het andere organisme 'geplakt' om zo de gewenste eigenschap over te brengen.

Bij traditionele vormen van kweken of fokken worden wenselijke genetische eigenschappen geselecteerd uit de genen die binnen een bepaalde soort aanwezig zijn. In de natuur wordt genetische diversiteit binnen bepaalde grenzen gecreëerd. Een roos kan worden gekruist met een andere soort roos, maar nooit met een muis. Zelfs als het soorten die nauw verwant zijn lukt om zich voort te planten, dan is het nageslacht vaak onvruchtbaar. Bijvoorbeeld: een paard kan met een ezel gekruist worden, maar het nageslacht is onvruchtbaar.

In tegenstelling tot traditionele fok- en veredelingsprocessen, worden bij genetische manipulatie kruisingsbarrières doorbroken. Daarmee kunnen eigenschappen uit niet verwante soorten worden uitgewisseld. Zo kan aan maïs een erfelijke eigenschap van een vuurvliegje worden toegevoegd. Een ander voorbeeld: door uit een vis die leeft in het poolgebied (bijvoorbeeld de bot) een gen te kiezen voor de productie van een antivriesstof en dit gen in het DNA van een tomaat of aardbei te brengen, wordt geprobeerd om deze vruchten vorstbestendig te maken. Wetenschappers kunnen nu genen van bacteriën, virussen, insecten, dieren en zelfs mensen onderling uitwisselen.

Er wordt gezegd dat we al duizenden jaren genen van planten en dieren manipuleren via klassieke veredelingstechnieken. Het is waar dat de gewassen die wij vandaag de dag eten weinig meer lijken op de wilde planten waarvan ze afstammen. Maar het is duidelijk dat door genetische manipulatie

soorten op een fundamenteel andere wijze worden veranderd. Bij genetische manipulatie kunnen eigenschappen van elk willekeurig organisme immers worden gecombineerd met die van andere organismen.

In de tabel zie je een vergelijking tussen de klassieke plantenveredeling en genetische manipulatie (of modificatie).

Tabel 3.1

Vergelijking tussen de klassieke kruising en de relatief nieuwe methode van genetische modificatie

<i>kruisen</i>	<i>genetische manipulatie</i>
<i>Alle eigenschappen van de twee ouders worden willekeurig gemengd.</i>	<i>Alleen de gewenste eigenschappen worden toegevoegd.</i>
<i>Alleen mogelijk binnen één plantesoort. Nuttige eigenschappen zoals ziekteresistentie, voedingswaarde, smaak die in andere soorten voorkomen kunnen daardoor niet worden gebruikt.</i>	<i>Soortbarrières spelen geen rol. Ook nuttige eigenschappen uit andere soorten kunnen worden gebruikt.</i>
<i>Doordat alle eigenschappen vermengd worden, moet langdurig worden geselecteerd en opnieuw gekruist. Dit is een tijdrovende en kostbare bezigheid.</i>	<i>Het toevoegen van eigenschappen kan in een relatief korte periode plaatsvinden, omdat alle andere gewenste eigenschappen behouden blijven.</i>

Hoe gaat genetische manipulatie precies in zijn werk?

Tot nu toe was het aanpassen van DNA een moeilijk proces met weinig nauwkeurigheid. Dat veranderde met de ontdekking en ontwikkeling van CRISP. CRISPR/Cas is een methode waarmee DNA veranderd kan worden met ongekende precisie

CRISPR is een afweermecanisme in bacteriën tegen virussen. Het staat voor Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats' en Cas voor CRISPR associated system. CRISPR knipt het genetisch materiaal van virussen in stukken.

Bij gebruik in planten wordt op specifieke plaatsen (in genen die we willen veranderen) het DNA doorgeknipt en dan zorgt het CAS-gedeelte voor een reparatie met een verandering. Dat kan op 2 manieren:

1. Gene Silencing

tussen twee doorgeknipte stukken van het DNA wordt een nieuw stukje geplakt, zodanig dat de afleescode verandert en het gen uitgeschakeld wordt .

2. Gene Editing

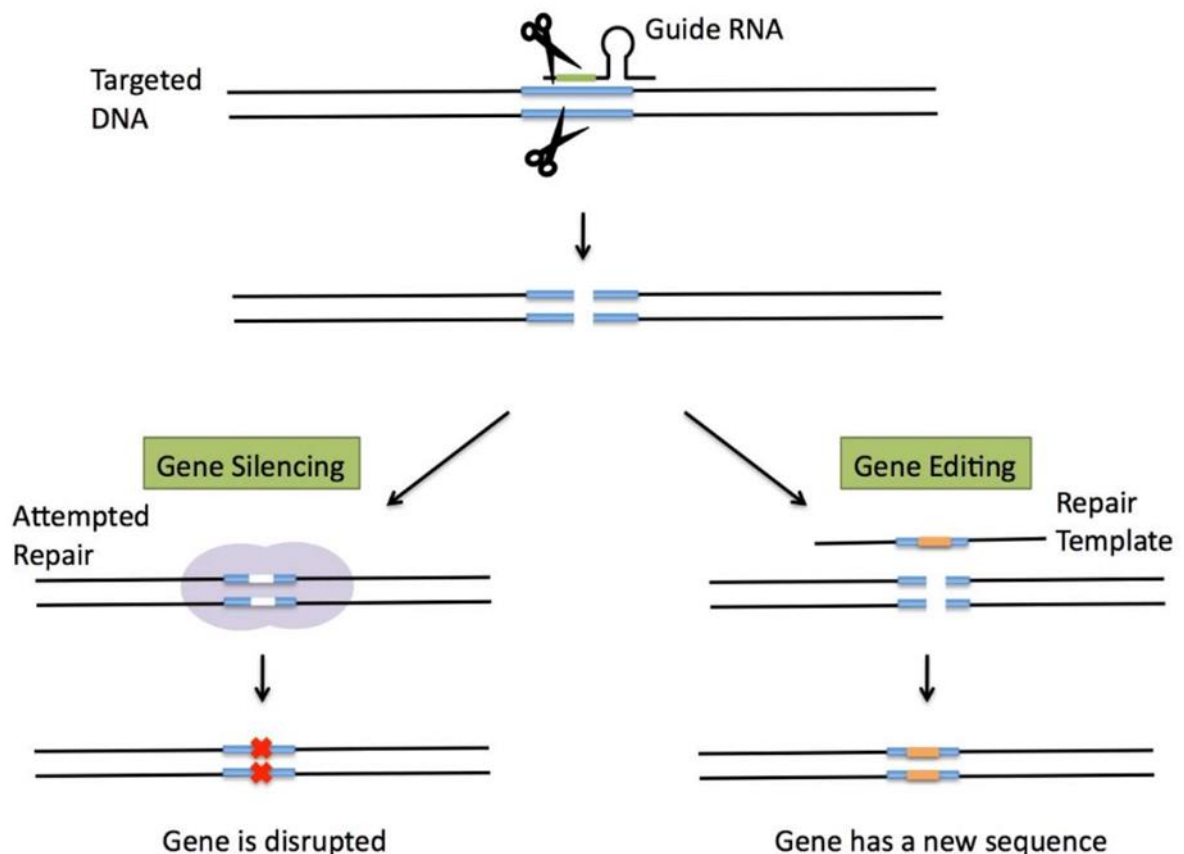
Anderzijds kan de 'reparatie' plaatsvinden aan de hand van een ingebracht stuk voorbeeld RNA. Op die manier kan de basenvolgorde specifiek worden herschreven (gene editing).

Wel of geen GMO

CRISPR wordt beschouwd als genetische modificatietechnieken en de organismen die voortkomen uit deze toepassing, worden als GGO beschouwd en vallen dus onder de Europese regelgeving.

Deze vorm van veredelen mag dus nog niet.

Nederland pleit voor vrijstelling van producten van nieuwe technieken als deze net zo veilig zijn als producten van klassieke veredeling.



Deel 2

Plantinhoudsstoffen

Plantinhoudsstoffen

Inleiding

Plantinhoudsstoffen zijn stoffen die te gebruiken zijn in de farmaceutische, biochemische of voedingsindustrie. Maar ook in bouw en in de kledingindustrie worden al lijn- en kleurstoffen uit planten gebruikt. Voorbeelden van gewassen zijn de Goudsbloem (*Calendula officinalis*) en Echina (*Echinacae purpurea*) voor de farmacie, Pyrethrum (*Chrysanthemum coccineum*) voor de biochemie en Vanille (*Vanilla planifolia*) voor de voedingsindustrie. Een aantal van de genoemde gewassen wordt inmiddels al op commerciële of experimentele wijze op diverse (glas)tuinbouwbedrijven geteeld.

Een aantal gewassen worden specifiek geteeld vanwege de plantinhoudsstoffen, dat zijn o.a. medicinale cannabis (*Cannabis sativa*) en diverse gewassen voor de homeopathie als Calendula. Daarnaast is het mogelijk plantinhoudsstoffen uit restproducten te halen zoals snoeiafval van de Taxus (*Taxus baccata*) en Salix (*Salix alba*).

Om de kennis rondom gewassen met plantinhoudsstoffen te verbreden is het goed planten op de juiste wijze te kunnen determineren. We moeten plantenfamilies in kaart kunnen brengen en ook weten in welke plantendelen de meeste plantinhoudsstoffen te vinden zijn. Soms bevinden de stoffen zich in de bloemen, soms in de bast of in de knollen.

Naast de botanische determinatie is de chemische analyse van de gewassen belangrijk. Met name door middel van diverse soorten chromatografie kunnen we de hoeveelheid plantinhoudsstoffen bepalen. Uiteindelijk zal er vaak afgerekend worden op concentratie van de plantinhoudsstoffen in de geleverde plantendelen. Diverse laboratoria in Nederland kunnen dit bepalen. Telers moeten de resultaten van de analyses kunnen interpreteren en daar hun rassenkeuze en teeltmaatregelen op kunnen aanpassen.

Wat zijn Plantinhoudsstoffen

2.1 Algemene definitie plantinhoudsstoffen

Plantinhoudsstoffen ook wel inhoudsstoffen genoemd: de Dikke Van Dale kent deze twee woorden nog niet.

Planten: elk van stengel en bladeren voorzien gewas dat zijn voedsel uit de aarde opneemt

Inhoud: alles wat ergens in zit of in kan zitten

Stoffen: datgene waarvan iets vervaardigd kan worden

Door de tuinbouw en bloembollenteelt wordt van inhoudsstoffen gesproken maar in het onderzoek en de literatuur spreken we vaker van plantinhoudsstoffen. Plantinhoudsstoffen zijn nuttige stoffen die we kunnen winnen uit plantendelen en die we kunnen gebruiken in de voedsel-, biochemische en farmaceutische industrie.

De meeste inhoudsstoffen die wij gebruiken zijn alkaloiden

In het plantenrijk kennen we op dit moment bijna een half miljoen plantinhoudsstoffen. Elk jaar worden er 4 duizend nieuwe plantinhoudsstoffen door onderzoek gevonden. In een plant kunnen wel 30.000 of meer plantinhoudsstoffen zitten. De meeste plantinhoudsstoffen zijn nog niet onderzocht op bruikbaarheid. Er zijn zoveel verschillende plantinhoudsstoffen omdat ze bijvoorbeeld heel specifiek zijn in hun rol als afweer tegen ziekten en plagen. Daarnaast is er veel interactie tussen de plantinhoudsstoffen die de werking ervan optimaliseert. Er zijn drie hoofdfuncties van plantinhoudsstoffen in de planten:

- bescherming
- communicatie
- concurrentie

Bij bescherming kun je vooral denken aan stoffen die een plant bezit waardoor ze weerbaar zijn tegen ziektes en plagen.

De communicatie door middel van plantinhoudsstoffen verloopt doorgaans door middel van geur- en kleurstoffen waarmee planten insecten lokken voor bestuiving.

Plantenetende insecten kunnen hun concurrentiepositie verbeteren door de plant plantinhoudsstoffen te laten maken die voor andere insecten niet meer aantrekkelijk zijn.

Er is slechts een klein percentage tuinbouwgewassen dat op dit moment wordt gebruikt. Er is een lijst van 60 gewassen in onderzoek voor de *biobased* industrie. Een groot aantal daarvan zijn gewassen voor plantinhoudsstoffen.

De meest gebruikte toepassingen van plantinhoudsstoffen zijn:

- geneesmiddelen
- geurstoffen
- kleurstoffen
- smaakstoffen
- gewasbeschermingsmiddelen

In de volgende paragrafen wordt een aantal voorbeelden gegeven.

2.2 Farmaceutische plantinhoudsstoffen

Bij farmaceutische plantinhoudsstoffen denken we meestal aan geneeskrachtige kruiden die we o.a. in homeopathische geneesmiddelen tegenkomen. De meest bekende zijn Valeriaan (*Valeriana officinalis*) met de inhoudstof Valeriaan een kalmeringsmiddel; St. Jans Kruid (*Hypericum perforatum*) een middel dat Hypericine tegen depressiviteit bevat en Echinacea (*Echinacea purpurea*) een middel dat een betere weerstand geeft: de actieve stof is Echinacocside. Jaarlijks worden er in Nederland meer dan een miljoen vaste planten en miljoenen eenjarige plantjes in de volle grond en in kassen geteeld voor de homeopathische industrie.

Er zijn ook houtige gewassen die plantinhoudsstoffen leveren die niet meer weg te denken zijn in de reguliere geneeskunst. Dat zijn onder andere Docetaxel en Paclitaxel. Deze worden op dit moment gebruikt voor bestrijding van borst- en eierstokkanker en zijn afkomstig uit de Taxushaag (*Taxus baccata*). Salycilzuur de grondstof voor aspirine is lang geleden uit de wilg (*Salix alba*) geïsoleerd. Nu is er een trend om de wilg opnieuw te gebruiken voor de productie van 'Bio aspirine' als pijnbestrijder en koortsremmer.

Houtige gewassen die gebruikt worden in de farmacie worden daarnaast ook geteeld voor meerdere redenen. Zo wordt in Boskoop de Japanse tempelboom (*Ginkgo biloba*) die Flavonoïden, Bilobaliden en Ginkgoliden bevat ook geteeld voor CO₂-reductie en als smaakstof in limonades en bier.

In het boekje *Fytotherapie* verkrijgbaar bij uitgeverij Driehoek te Amsterdam staan meer dan 60 kruiden en planten omschreven met daarbij de heilzame werking. Ook is het mogelijk om op aandoening te zoeken om de juiste remedie te vinden. De lijst met gewassen staat ook in bijlage 6.2

Een zeer uitgebreide recente opsomming van medicinale planten die in Europa gebruikt worden is te vinden op de site van de European Medicines Agency.

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Other/2013/08/WC500147372.pdf

In de tabel hieronder vind je een opsomming van enkele in Nederland geteelde of in onderzoek zijnde gewassen vanwege geneeskundige plantinhoudsstoffen, de Latijnse naam, de actieve stof en het gebruik.

Gewas	Latijnse naam	Actieve stof	Gebruik
Echinacea	<i>Echinacea purpurea</i>	Alkylamines	Betere weerstand
St. Janskruid	<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericine	Antidepressiva
Valeriaan	<i>Valeriana officinalis</i>	Valeriaan	Kalmeringsmiddel
Calendula	<i>Calendula officinalis</i>	Faradiol	Wondbehandeling
Narcis	<i>Narcissus carlton</i>	Galanthamine	Alzheimer
Bittergourd	<i>Momordica Charantia</i>	Charantin	Diabetes*
Cannabis	<i>Cannabis sativa</i>	Tetrahydrocannabinol	Pijnstiller
Passievrucht	<i>Passiflora incarnata</i>	Passiflorine	Slapeloosheid
Zomeralsem	<i>Artemisia annua</i>	Artemisinine	Malaria
Dendrobium	<i>Dendrobium nobile</i>	Dendrobine	Keelontsteking
Tomaat	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Lycopen	Prostaatkanker
Taxus	<i>Taxus baccata</i>	Taxaan	Borstkanker

*Nog niet toegestaan als inhoudstofleverancier, wel als groente

2.3 Geur-, kleur- en smaakstoffen

Oorspronkelijk bedoeld om zich te kunnen voortplanten hebben veel bloemen en planten(delen) voor de mens aantrekkelijke geuren, kleuren en smaken.

Een aantal gewassen wordt voor deze doeleinden in het buitenland al eeuwen op grote schaal geproduceerd. Denk aan Rozenblaadjes in India, Wede in Oost Europa en Vanille in de Madagaskar.

Geurstoffen

De meeste geurstoffen zijn natuurlijk gewonnen Etherische oliën. Voor een kilogram natuurlijke rozenolie zijn maar liefst 30 miljoen rozenblaadjes nodig. Dit is voor een Nederlandse glastuinder een bijna onmogelijke opdracht. De gebruikte soorten zijn *Rosa centifolia*, deze worden op grote schaal gekweekt in Bulgarije, Turkije, Rusland, Pakistan, India, Oezbekistan, Iran en China. *Rosa damascena*, wordt geteeld in Marokko, Frankrijk en Egypte. Het blijkt dat wanneer we diverse nieuwe technieken gebruiken – zowel uit de veredeling (nieuwe geurende rozen) en de techniek als de belichting, het klimaat en de bemesting – dit misschien wel 300 duizend blaadjes kunnen worden: een haalbaardere kaart. Een groot Zwitsers bedrijf dat handelt in geur- en smaakstoffen is eigenaar van het ooit fameuze Nederlandse bedrijf CFN (Chemische Fabrieken Naarden) die met 2500 medewerkers een grote speler was in deze sector. Bedrijven hechten steeds meer waarde aan eerlijke producten. Hun inkoop wordt *sourcing* genoemd. Wereldwijd zoeken ze naar duurzame leveranciers en wingebieden.

Met het oog op het behoud van biodiversiteit en schaarste is het vaak lastig om vele geurstoffen in het wild te winnen en staat men open voor speciaal voor geur- en kleurstof geteelde producten.

Kleurstoffen

Wede, *Isatis tinctoria*, was jarenlang de in Oost Europa geteelde blauwe kleurstof Pastel voor kleding. De Portugezen haalden later Indigo uit Azië, *Indigofera tinctorius*. Dit werd lang geteeld in India en gebruikt o.a. voor spijkerstof totdat er een blauwe kleurstof kwam uit een steenkool derivaat. Momenteel zijn er weer proeven waar Wede in kassen wordt geteeld om zodoende een *biobased* jeans te kunnen produceren.

Naast Wede is ook Wouw (*Reseda luteola*) een oud vollegrondgewas dat een gele kleurstof Luteoline en Apigeninel levert. Op het Prinsentuin College wordt geëxperimenteerd met beide gewassen. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de teelt in de kas, in groeicellen met diverse soorten LED-belichting en als laatste de vollegrondsteelt.

Smaakstoffen

De laatste jaren wordt er op experimentele wijze gezocht naar manieren om een aantal van deze stoffen op een commerciële wijze door de glastuinbouw te laten produceren. Een van die gewassen is Vanille (*Vanilla planifolia*) producent van Vanilline.

Hier vind je een link naar een video over het onderzoek naar de mogelijkheid van het telen van "Nedervanille":

https://www.youtube.com/watch?v=cZ8_VJhDk_4

Om Vanille succesvol te kunnen telen in kassen is het met name belangrijk de klimplant die familie is van de Orchidee in bloei te krijgen, te bestuiven en ook de peulen te kunnen laten afrijpen. Dit is niet eenvoudig maar de prijs die er betaald wordt voor echte vanille en de schaarste van dit product in de wereldhandel vinden de onderzoekers en geïnteresseerde telers de moeite waard om dit product verder te ontwikkelen en worden de eerste commerciële oppervlaktes aangeplant.

In de tabel hieronder vind je een opsomming van op dit moment in Nederland geteelde of in onderzoek zijnde gewassen voor kleur-, geur- en smaakstoffen.

Gewas	Latijnse naam	Gebruik
Vanilla	<i>Vanilla planifolia</i>	Smaakstof, in desserts en zoetwaren
Lavendel	<i>Lavandula Angustifolia</i>	Geurstof, rustgevend of in zeep en parfum
Saffraan	<i>Crocus sativus</i>	Kleurstof, geel in Spaanse keuken
Wede	<i>Isatis tinctoria</i>	Kleurstof, pastel blauw
Wouw	<i>Reseda luteola</i>	Kleurstof, geel
Indigo	<i>Indigofera tinctoria</i>	Kleurstof in natuurlijke blauwe jeans
Zwarte peper	<i>Piper nigrum</i>	Smaakstof algemeen gebruikt
Wasabi	<i>Eutrema japonicum</i>	Smaakstof in de Japanse keuken
Mint	<i>Mentha piperita</i>	Geurstof en smaakstof in pepermint
Citronella	<i>Cymbopogon winterianus</i>	Geurstof, o.a. tegen muggen
Jasmijn	<i>Jasminum officinale</i>	Geurstof, zeep en thee
Roos	<i>Rosa damascena</i>	Geurstof, parfum

2.4 Gewasbeschermingsmiddelen

Wanneer we het hebben over plantaardige plantinhoudsstoffen en bestrijdingsmiddelen doelen we niet op biologische bestrijding in het algemeen. Er zijn diverse biologische bestrijdingsmiddelen die gebaseerd zijn op predatoren, natuurlijke vijanden of op microbiologische derivaten, bacteriën en schimmels. In deze bundel kijken we naar gewassen die geteeld (kunnen) worden vanwege een inhoudstof die rechtstreeks gebruikt kan worden voor de vervaardiging van een bestrijdingsmiddel. Naast plantinhoudsstoffen voor bestrijding kijken we ook naar plantversterkende middelen.

Bestrijdingsmiddelen met plantaardige plantinhoudsstoffen zijn niet perse ongevaarlijk voor mens en dier en zijn niet selectief voor een specifieke plaag maar meestal breed werkend. Een van de oudste insecticiden die we in de westerse wereld gebruiken, is gemaakt van Pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariifolium*) een soort Madeliefje. De werkzame stof Pyrethrine doodt een groot scala aan plantzuigende en plantetende insecten.

Ook de etherische oliën uit het gewas Boerenwormkruid, *Chrysanthemum vulgare*, worden voor insectenwerende middelen geproduceerd. Het gewas wordt ook wel gezaaid tussen de wortels voor de bestrijding van de wortelvlieg.

De bovengenoemde gewassen zijn beiden van de familie *Asteracea*. Door planten te kunnen determineren, is het mogelijk dat we groepen planten vinden, bijvoorbeeld op familieniveau, die weer een andere groep insecten bestrijden. Hierover is in hoofdstuk 3 meer informatie te vinden.

In de gewasbescherming willen we selectieve middelen gebruiken die werken tegen één ziekte of plaag en niet schadelijk zijn voor de overige biologie rondom de plant. Enkele voorbeelden van plantinhoudsstoffen gebruikt in moderne bestrijdingsmiddelen zijn *Flipper* en *Raptol*.

Flipper is een insecticide bestaande uit Carbonzure Kaliumzouten van plantaardige oorsprong. Flipper kan worden ingezet ter bestrijding van witte vlieg, mijten, trips, bladluizen, bladvlo, wol- dop- en schildluizen en andere insecten). Flipper is geschikt als correctiemiddel in geïntegreerde gewasbescherming. Snel na toepassing kunnen de natuurlijke vijanden en bestuivers de behandelde plek ongestoord betreden.

Carbonzuur wordt vooral in bessen aangetroffen. O.a. Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) levert veel carbonzuur.

Raptol is een insecticide op basis van natuurlijk Pyrethrum. Het is goed inzetbaar tegen de wat lastiger te bestrijden insecten, zoals spint, trips, wol-, schild- en dopluis. De koolzaadolie maakt de bescherm laag (wol, schild of dop) van de insecten weker, waardoor er meer Pyrethrum binnendringt. In het lichaam van het insect wordt het zenuwstelsel aangetast en sterft het insect.

Om ziektes en plagen te voorkomen, gebruiken kwekers ook plantversterkende middelen. Dit zijn bijvoorbeeld middelen die planten sneller laten groeien of minder vatbaar maken tegen aaltjes. Enkele voorbeelden zijn:

Triacontanol is een plantversterker. De stof kan uit bijenwas worden gewonnen maar ook was van Lucerne (*Medicago sativa*).

Brassinolide, is een groeiregulator en heeft invloed op celstrekking waardoor de lengte van diverse gewassen kan worden beïnvloed. Het werd als eerste gewonnen uit stuifmeel van *Koolzaad* (*Brassica napus*).

Wanneer een plant plantinhoudsstoffen produceert die te gebruiken blijken als gewasbeschermingsmiddel volgt er nog een lang traject om deze stof toe te laten in de diverse teelten. Het is nog eens extra moeilijk en duur omdat een plant vele actieve plantinhoudsstoffen kent en er dus vaak meerdere stoffen tegelijk in het extract zitten die alle apart geregistreerd dienen te worden. Gezien de markt steeds meer naar biologische producten zonder chemische voetprint vraagt, komen er de laatste jaren steeds meer biologische middelen bij.

Hieronder vind je een tabel met daarin een lijst van in Nederland te telen gewassen die je kunt inzetten als gewasbeschermingsmiddel.

Gewas	Latijnse naam	Actieve stof	Gebruik
Afrikaantjes	<i>Tachetes</i>	Zuurstofradicalen	Nematicide
Tabak	<i>Nicotiana</i>	Nicotine	Insecticide
Pyrethrum	<i>Tanacetum cinerariifolium</i>	Pyretrine	Insecticide
Geranium	<i>Pelargonium spp</i>	Geranium zuur	Herbicide
Sikkel peul	<i>Cassia tora</i>	Cinnamaldehyd	Fungicide
Gierst	<i>Sorghum bicolor</i>	Cyanide	Nematicide
Duizendknoop	<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Catechine	Fungicide

Productie en winning

3.1 Specifieke teelt of restproduct

Een aantal gewassen wordt speciaal voor plantinhoudsstoffen geteeld. In de volle grond zijn dat met name kruiden, zowel eenjarige als vaste planten. De meest bekende zijn Echinacea en Sint Janskruid. In kassen wordt op dit moment op kleine schaal bijvoorbeeld Calendula en medicinale Cannabis geteeld. De verwachting is wel dat dit op korte termijn toeneemt. Dit komt o.a. omdat de farmaceutische en de voedingsindustrie steeds meer waarde hechten aan de traceerbaarheid van de grondstoffen en ingrediënten. Ook geeft de specifieke teelt – met name van gewassen in de kas – of groeicellen een constante kwaliteit en te voorspellen kwantiteit.

Een actueel voorbeeld van het gebruik van een restproduct is het snoeiafval van boom- en terrasplantenkwekers. In hoofdstuk 1 werd de Taxus al genoemd als producent voor grondstoffen voor medicijnen tegen kanker. Een Brabantse kuipplantenkwekerij verkoopt het snoeiafval van de Laurier (*Laurus nobilis*) aan de farmaceutische industrie. Laurier bevat de stof 1,8-cineol dat te gebruiken is voor de behandeling van allerlei zenuwaandoeningen. Het pijnstillend effect wordt veroorzaakt door actinodafnine, een alkaloid met sterk pijnstillende en zelfs verdovende werking. Laurier bevordert ook de spijsvertering.

Naast de inzameling van specifiek snoeiafval wordt er ook gewerkt aan grootschalige verwerking van snoeiafval. Meestal wordt dan gedacht aan vezel of brandstof maar recentelijk gaat de interesse ook naar bio-aromaten en suikers. Aromaten zijn voor de chemie zeer belangrijk. Bio-aromaten zijn een CO₂-vriendelijker alternatief voor aromaten die op basis van olie zijn geproduceerd. Ze kunnen gebruikt worden bij de productie van smeermiddelen en coatings. De suikers zijn afkomstig uit lignocellulosehoudende biomassa als hout, stro of reststromen uit de land- en tuinbouw en kunnen een alternatief worden voor de bietsuiker.

3.2 Wining en extractie

Wanneer een kwekerij zijn gewas oogst, kan hij vers verkopen, gedroogd verkopen of zelf verwerken.

Drogen

Met name kruidachtige gewassen kunnen eenvoudig gedroogd worden en als kruidenthee of als smaakstof gebruikt worden. De plantinhoudsstoffen worden opgelost in water en komen vrij. Het drogen van kruidachtigen kan in een droogschuur/zolder gebeuren. Drogen in de openlucht is in ons vochtige klimaat niet aan te bevelen.

Pillen of tinctuur?

In het volgende filmpje zie je hoe *Echinacea* wordt verwerkt vanuit vers product en wordt vermalen en vervolgens in capsules verwerkt.

<https://www.youtube.com/watch?v=3BYfcj4UcQU>

Naast pillen wordt *Echinacea* ook opgelost in alcohol. In een verhouding van 3-5 delen alcohol op 1 deel planten maak je tinctuur. Let wel dat bij tinctuur voor inwendig gebruik alcohol gebruikt moet worden die geschikt is voor menselijke consumptie en minstens 70% alcohol bevat.

Destilleren

Een van de meest gebruikte eeuwenoude methodes om plantinhoudsstoffen te winnen, is destillatie. Kruiden worden in een water, alcohol of ander oplosmiddel verhit en de etherische oliën worden opgevangen. Deze oliën zijn vaak geur-, kleur- of smaakstoffen die zijn te gebruiken voor het maken van medicinale drankjes, crèmes of zalf. Op de website [wikihow.nl.wikihow.com/Etherische-olie-maken](http://nl.wikihow.com/Etherische-olie-maken) is eenvoudig weergegeven hoe olie wordt gewonnen uit Lavendel (*Lavandula angustifolia*)

CO₂-extractie

De oude methode van destillatie kent vele risico's, met name van vervuiling omdat ongewenste stoffen ook mee gedestilleerd worden. Bij CO₂-extractie maken we gebruik van CO₂-gas dat wordt gekoeld en samengeperst. Het daarna opgewarmde zgn. *kritische CO₂* – ook wel scCO₂ genoemd – heeft eigenschappen om gericht te kunnen extraheren. Het scCO₂ stroomt door een extractievat waarin de grondstof zit. Deze wordt selectief opgelost waarna de gasvormige CO₂ wordt gescheiden van het extract in een of meerdere separatoren. De techniek werd als eerste op grote schaal toegepast voor de extractie van cafeïne uit koffiebonen (*Coffea arabica*).