



DODELIJKE PLANTEN

Een fascinerende reis langs de
giftigste planten ter wereld

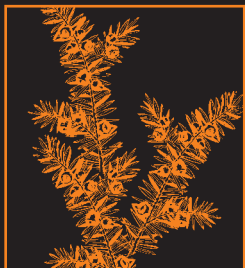
Elizabeth A. Dauncey & Sonny Larsson



KNNV Uitgeverij

Inhoud

INLEIDING 8



HOOFDSTUK 1

WAAROM SOMMIGE PLANTEN GIFTIG ZIJN 10



HOOFDSTUK 2

DOELWIT IN HET LICHAAM 28



HOOFDSTUK 3

ZAKEN VAN HET HART 44



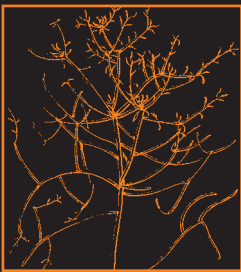
HOOFDSTUK 4

HERSENBREKERS 62



HOOFDSTUK 5

MEER DAN ZWAKTE VAN DE KNIEËN 90



HOOFDSTUK 6

BEGINNEND ALS EEN IRRITATIE

106



HOOFDSTUK 7

EEN ONDERBUIKGEVOEL

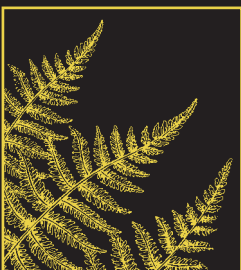
132



HOOFDSTUK 8

ORGAANFALEN

154



HOOFDSTUK 9

CELVERGIFTEN

176



HOOFDSTUK 10

VIJANDEN WORDEN VRIENDEN

194

WOORDENLIJST 218

VERDER LEZEN 219

REGISTER 220

DANKWOORD EN FOTOVERANTWOORDING 224

Inleiding

Planten produceren gifstoffen om zichzelf te beschermen, soms tot een gehalte dat giftig genoeg is om te doden. Door middel van vallen en opstaan hebben onze voorouders geleerd welke planten eetbaar waren en welke schade veroorzaakten. Vervolgens vermeden ze de schadelijke soorten of gebruikten die in sommige gevallen doelbewust als wapens om rivalen, criminelen en dieren te doden, als drugs om hallucinaties op te wekken of om slachtoffers ermee aan beproevingen bloot te stellen. Hoewel bij de meesten van ons de kennis over giftige planten mogelijk verloren is gegaan – we kopen ons voedsel nu immers in winkels – is de wetenschappelijke kennis over gifstoffen in planten en de effecten ervan enorm toegenomen.

DOEL

Dit boek gebruikt een combinatie van tekst, foto's, diagrammen en chemische structuren om een fascinerend beeld te schetsen van hoe en waarom planten – voornamelijk bloeiende planten – gifstoffen (ofwel toxinen) produceren. Vanuit een overkoepelend standpunt beschrijft het een selectie van historisch of cultureel interessante en belangrijke giftige planten, de verbindingen die ze produceren en de mechanismen waarmee ze op dieren – met name de mens – inwerken. Overal is van de nieuwste onderzoeksresultaten gebruikgemaakt en deze worden op een gemakkelijk toegankelijke manier gepresenteerd.

Er zijn natuurlijk verschillende gradaties van giftigheid; sommige planten maken ons alleen maar ziek. Echter, de in dit boek beschreven planten bevinden zich aan het serieuze eind van het

spectrum; het is bekend dat ze werkelijk in staat zijn om te doden – vandaar de titel van dit boek. Ook planten die ernstige effecten na contact veroorzaken, zijn opgenomen. Hoewel de symptomen als gevolg van een dergelijk contact bij grotere dieren meestal niet de dood veroorzaken, kunnen ze wel zeer afmattend zijn; vaak zijn deze planten voor kleinere dieren of micro-organismen wel dodelijk.

Vleesetende en parasitaire planten blijven buiten bestek van dit boek. Ook de meeste schimmels zijn uitgesloten, uitgezonderd enkele die effect uitoefenen via hun nauwe band met planten.

ONDER De oleander (*Nerium oleander*) wordt in het Middellandse Zeegebied gekweekt. De stengels hebben mogelijk Alexander de Grote's soldaten vergiftigd toen zij die als eetstokjes gebruikten.



HOE HET BOEK WERKT

Titel

De gifstof of plant die in het hoofdstuk wordt behandeld, soms ook met een indicatie van de effecten.

Chemische verbindingen

De structuur van de belangrijkste gifstoffen die in de afgebeelde plant of planten voorkomen. Opgenomen om de verscheidenheid aan verbindingen te tonen die planten produceren en om lezers in staat te stellen vergelijkingen te maken tussen de verbindingen.

Afbeeldingen

Afbeeldingen zijn meestal foto's om de plant of bepaalde delen ervan te illustreren; gebruik van botanische tekeningen of gekleurde illustraties op de themabladzijden in hoofdstuk 10 (dat ingaat op de medicinale toepassingen van giftige planten) en af en toe ook in de andere hoofdstukken.

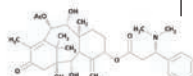
Taxus en je hart

Taxus is de Latijnse naam die de Romeinen voor de venijnboom gebruikten, dus de keuze van Carl Linnaeus om dezelfde naam aan het giftige geslacht te geven, lijkt nogal voor de hand te liggen. De etymologie van het woord is echter bijzonder interessant in een boek over giftige planten. Er wordt aangenomen dat de Romeinen de naam hebben overgenomen van de Grieken; zij construeerden het woord *toxikon* – dat een op pijlen gebruikt gif of medicijn betekent – van hun woord voor boog (*toxon*). Omdat taxushout de reputatie heeft dat het 't beste hout is voor het maken van bogen, is de cirkel in zekere zin rond.

Dodelijke naalden

PLANT:
Taxus baccata L.
ALGEMENE NAMEN:
venijnboom, taxus
FAMILIE:
taxaceae (Taxaceae)
TYPE OF TOXINE:
taxine alkaloiden (taxine B)

SYMPTOMEN VAN VERGIETING BIJ MENSEN:
BLOEDSOMLOOP: abnormale hartslag
NEUROLOGISCH: verwijding van de pupillen, duizeligheid, zwakte, coma
SPIERVERING: buikkrampen, braken







HOOFDSTUK 1

WAAROM SOMMIGE PLANTEN GIFTIG ZIJN

Planten kunnen niet wegllopen van planteneters die ervan eten of van schimmels, bacteriën en andere micro-organismen die ze aanvallen, dus hebben ze andere manieren nodig om zichzelf te beschermen en terug te vechten. Een van die strategieën is dit te doen via chemie; ze produceren giftige en schadelijke verbindingen die eters en infectiebronnen afschrikken. Dit hoofdstuk gaat na wat we verstaan onder een plant en legt uit hoe we de classificatie en nomenclatuur gebruiken om de diversiteit aan planten te beschrijven, waarom en hoe planten vergiften kunnen produceren en waarom ze zelf immuun zijn voor deze stoffen.

Planten en hun diversiteit

Voordat 's werelds meest giftige planten en de giftige stoffen die ze produceren aan de orde komen, is het nodig vast te stellen wat we dan verstaan onder een 'plant'. De klassieke indeling van de levende wereld is die van bewegende dieren en onbewegelijke planten, maar hoe houdt die stand in moderne zin? Met de komst van de microscoop is er – onzichtbaar voor het menselijk oog – een overvloed aan eencellige organismen ontdekt. En nu, door het toepassen van chemische en, meer recentelijk, genetische analyses, realiseren we ons dat sommige sessiele organismen meer op dieren dan op planten lijken. Dus wat definieert planten en wat onderscheidt ze van dieren?

WAT IS EEN PLANT?

Velen van ons vinden dat het meest opvallende kenmerk van planten hun groene uiterlijk is. Zoals verderop in dit hoofdstuk vermeld, is dit een gevolg van het vermogen van planten om fotosynthese uit te voeren, het proces waarbij zij de energie in zonlicht gebruiken om koolstofdioxide en water om te zetten in suikers. Dit proces, dat als bijproduct zuurstof vrijmaakt – en dat

uitermate belangrijk is voor dieren zoals wij – is niet uniek voor planten. Een aantal bacteriën, genaamd cyanobacteriën, voert deze taak ook uit. In feite zijn de chloroplasten, de plantorganellen die voor fotosynthese verantwoordelijk zijn, oude cyanobacteriën die in plantencellen gevangen zitten. Ook is er een aantal planten dat geen fotosynthese uitvoert, maar als parasiet op andere planten leeft of op schimmels vertrouwt om ze van

Parasitaire en halfparasitaire planten

Dit boek gaat over planten die doden en richt zich specifiek op planten die verbindingen bevatten die andere organismen zoals schimmels, grazende dieren en natuurlijk de mens aantasten. Er zijn echter ook enkele planten die andere planten schade toebrengen, hetzij door in de omgeving verbindingen af te geven (zie blz. 143 voor een voorbeeld) of door ze parasitair of halfparasitair te belagen. Zulke planten komen in vele verschillende vormen voor, variërend van 's werelds grootste afzonderlijke bloem, een rafflesia (*Rafflesia arnoldii*) zoals hieronder afgebeeld, met een diameter van ongeveer 1 meter, via

tamelijk normaal uitziend heksenkruid (*Striga* spp.) dat een verwoestend effect kan hebben in graanvelden, tot maretakken (zoals *Viscum* spp. en *Phoradendron* spp.) die alleen op de takken van andere houtachtige planten leven. Van deze voorbeelden is rafflesia volkomen parasitair waarbij hij al zijn voedingsstoffen van de waardplant neemt, terwijl zowel heksenkruid als de overgrote meerderheid van maretakken zelf nog wat fotosynthese uitvoert en een deel van de eigen voedingsstoffen kan produceren.

Vanwege de sterke afhankelijkheid van de waardsoorten is het voor deze parasieten en halfparasieten nadelig om echte plantendoders te zijn, maar omdat sommige parasitaire planten af en toe door mensen als voedsel worden gebruikt, doet zich een ander soort giftigheidsrisico voor. Terwijl ze water en voedingsstoffen uit hun waardplanten halen, kunnen ze ook andere verbindingen van de gastheer opnemen. Als een parasitaire plant op een giftige gastheer groeit, wordt hij vaak zelf ook giftig. Maretakken die op oleander (*Nerium oleander*) groeien, bevatten bijvoorbeeld hartglycosiden, en als de gastheer een duboisia (*Duboisia* sp.) is, nemen ze nicotine op. Deze opname van gastheervergiften verklaart waarom Noord-Amerikaanse Indianen maretakbessen alleen eten als de plant op een bekende, niet-giftige gastheer groeit.





BOVEN Regenwouden, zoals in Queensland, Australië, zijn gebieden met een grote biodiversiteit, dat wil zeggen dat daarin een groot aantal plantensoorten en andere organismen voorkomen.

voedingsstoffen te voorzien. Hoewel parasitaire planten slechts zelden dodelijk zijn, behalve voor hun waardplant, kunnen ze ernstige schade aanrichten, ook aan gewassen (zie kader).

Plantencellen verschillen van dierlijke cellen doordat ze niet alleen een membraan maar ook een celwand hebben (zie blz. 30 voor een vergelijking). De aanwezigheid van een celwand is echter niet uniek voor planten; bacteriën en schimmels hebben die ook. Wat uniek is aan plantencelwanden in vergelijking met alle andere levende wezens, en in feite het enige kenmerk dat bij alle 'planten' wordt aangetroffen, is dat ze zijn opgebouwd uit koolhydraten, waarvan de meest voorkomende cellulose is. Bacteriële celwanden bestaan uit eiwitten. Schimmels, ooit beschouwd als planten, gebruiken chitine; dat is dezelfde stof waaruit exoskeletten van insecten en schaaldieren bestaan, wat het denkbeeld onderbouwt dat schimmels nauwer verwant zijn aan dieren dan aan planten.

Sommige planten versterken hun celwanden verder door gebruik van lignine, de substantie die verantwoordelijk is voor houtigheid, of van suberine, waaruit kurkweefsels zijn opgebouwd.

PLANTENDIVERSITEIT

Binnen het plantenrijk, de Plantae, is een grote verscheidenheid aan vormen, wat ook te zien is in tuin, park en op het platteland. Deze diversiteit wordt erkend als een aantal grote groepen binnen het rijk, waarvan sommige bekend zullen zijn. De meest voorkomende en variabele groep zijn de bloeiende planten, de angiospermen. De meeste planten in dit boek behoren tot deze groep, die de meest complexe reeks chemicaliën heeft ontwikkeld als bescherming. Andere groepen, zoals palmvarens, varens en coniferen, hebben veel minder vertegenwoordigers van betekenis als vergiften, en de overblijvende groepen, waaronder mossen, levermossen, hauwmosses en wolfsklauwen, worden niet vermeld in dit eerbetoon aan 's werelds dodelijkste planten.

Planten komen in alle maten voor, van eencellige algen tot bomen van meer dan 100 m hoog. Maar ook de meercellige planten zijn afhankelijk van passieve fysieke processen om water en voedingsstoffen te transporteren, terwijl dieren daarvoor spieren en een bloedsomloop gebruiken. Planten gebruiken concentratiegradiënten om een osmotische druk te creëren, waarbij water door hun wortels wordt getrokken en verdampt via de bladeren, wat transport naar de verste uithoeken van het organisme mogelijk maakt (zie ook 'Van wortel tot blad', blz. 18-19).



HOOFDSTUK 2

DOELWIT IN HET LICHAAM

Er zijn veel manieren waarop stoffen uit een plant kunnen reageren met een ander organisme. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van hoe het menselijk organisme functioneert en welke delen erin doelwit voor plantengif zijn. De manier waarop de verschillende organen en fysiologische systemen normaal functioneren en de zwakke punten daarin kunnen de mogelijke mechanismen van gifstoffen verklaren. Ook wijst het hoofdstuk op bepaalde verschillen wat betreft de effecten die gifstoffen op diersoorten hebben en geeft daar voorbeelden van, zoals hoe insecten van giftige planten profiteren door hun verbindingen als bescherming en afschrikking tegen roofdieren te gebruiken.



Smaak en spijsvertering

Mensen en andere dieren moeten eten om te overleven, maar niet alles wat we tegenkomen is veilig om te eten. We hebben daarom mechanismen ontwikkeld om blootstelling aan voedsel met hoge gehalten aan giftige stoffen te beperken. Het aantal onopzettelijke vergiftigingen dat zich niettemin voordoet, geeft echter aan dat deze mechanismen niet waterdicht zijn.

EERSTE ONTMOETINGEN

Voor mensen is de reukzin de eerste test voor eetbaarheid, omdat we geuren zoals die van zure melk, bedorven vlees, rotte groenten en uitwerpselen afstotelijk vinden. De afstoting roept een gevoel van onbehagen op en kan, als het sterk genoeg is, zelfs een braakreflex opwekken. Dit zijn aanwijzingen dat we weg moeten gaan en het betreffende object niet moeten eten. Toch kunnen voor sommige dieren zelfs vieze geuren aantrekkelijk zijn en zijn bepaalde bloemen op vliegen en kevers aangewezen als bestuivers – meestal soorten die op kadavers en uitwerpselen foerageren.

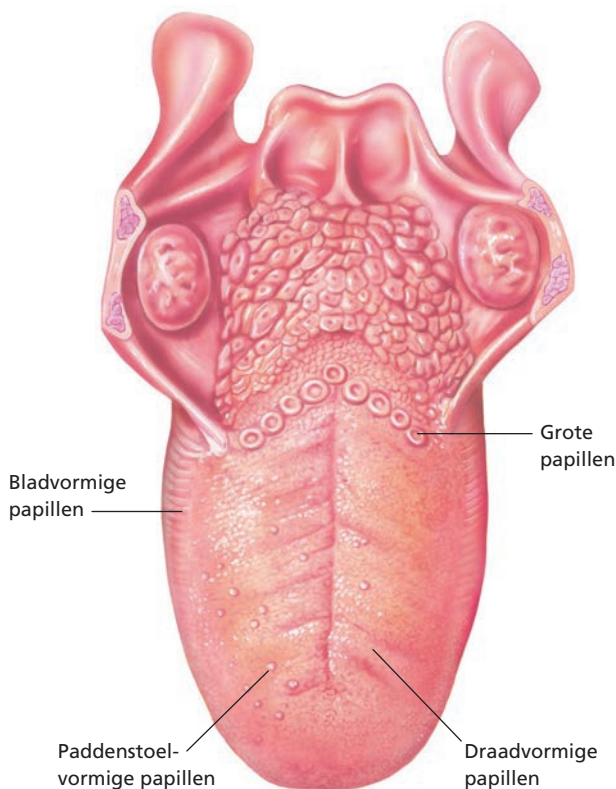
Als de geur van een plant er niet in slaagt herbivoren af te schrikken, kan het zijn dat de smaak of een fysieke eigenschap de gegeten hoeveelheid ervan beperkt. Plantaardige materialen kunnen bestanddelen bevatten die ze bitter, samentrekkend of zuur maken, of kunnen zelfs de binnenkant van de mond irriteren. Dit zijn allemaal duidelijke aanwijzingen om de plant te vermijden. Als planten er niet in slagen om foeragerende dieren door smaak of geur af te stoten, produceren ze harsen of latex die de monddelen van kleinere dieren als rupsen verstoppen; dit voorkomt dat ze de hele plant vernietigen.

DINGEN AFBREKEN

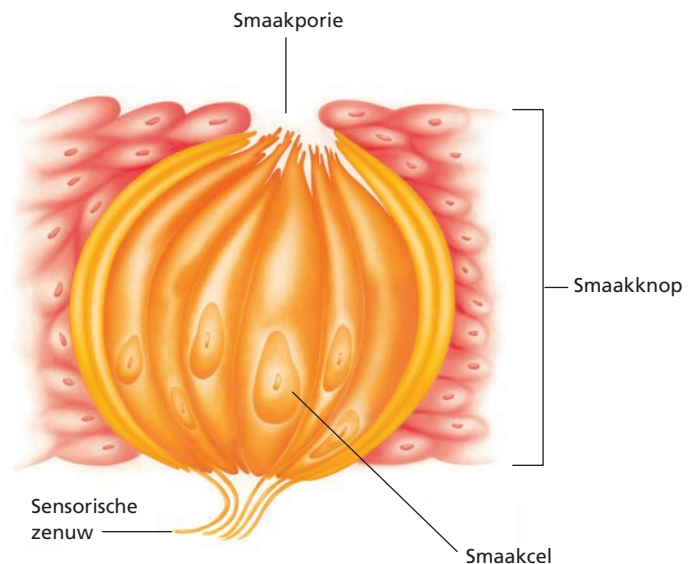
Maar wat gebeurt er met plantaardig materiaal dat wel wordt gegeten? De functie van het spijsverteringsstelsel van een dier is het afbreken van voedsel, zodat het door het lichaam als brandstof kan worden gebruikt. De afbraak begint in de mond, waar voedsel door te kauwen fysiek in kleinere stukjes wordt opgesplitst en wordt vermengd met speeksel dat als een smeermiddel werkt om de beweging van het ingeslikte voedsel door de slokdarm naar de maag te vergemakkelijken. Bij sommige dieren, inclusief de mens, bevat het speeksel een enzym, amylase, dat zetmeel in het voedsel tot kleinere suikers afbreekt. Detectie hiervan door de smaakpapillen is een indicatie dat het voedsel een goede voedselbron is.

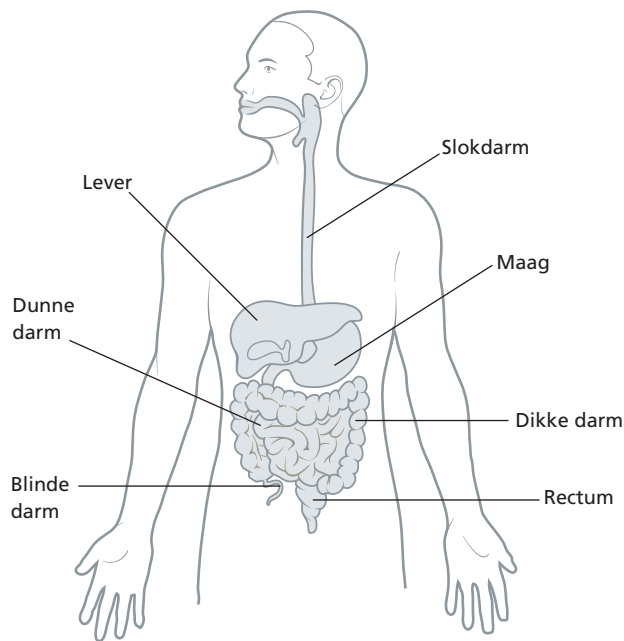
In de maag beginnen zure maagsappen en een aantal enzymen het proces van het afbreken van eiwitten en vetten. Om schade aan de binnenkant van de maag te voorkomen, wordt door klieren een slijm afgescheiden dat een beschermende laag vormt.

Het grootste deel van de energie in planten is gebonden aan cellulose en soortgelijke koolhydraten, die door veel dieren niet efficiënt kunnen worden afgebroken. Mensen en veel andere



LINKS EN ONDER Anatomie van de tong (links) en een smaakpapil (onder). Het oppervlak van de tong is bedekt met papillen en op het oppervlak daarvan zijn de smaakknoppen te vinden. De smaakknoppen zijn een verzameling van zenuwcellen die impulsen naar de hersenen overbrengen.





dieren hebben een spijsverteringssysteem met een enkele maag, maar herkauwers, zoals koeien, schapen, geiten, herten, giraffen en kamelen, hebben een maag met vier kamers, en die is speciaal aangepast om de complexe koolhydraten van hun belangrijkste voedselbronnen te verteren. In de eerste twee kamers helpen microben (vooral bacteriën) het dier om cellulose af te breken. Planten met antibacteriële stoffen, zoals hoge concentraties van tanninen, kunnen daarom het vermogen van herkauwers om voedingsstoffen uit het voer op te nemen, ernstig schaden.

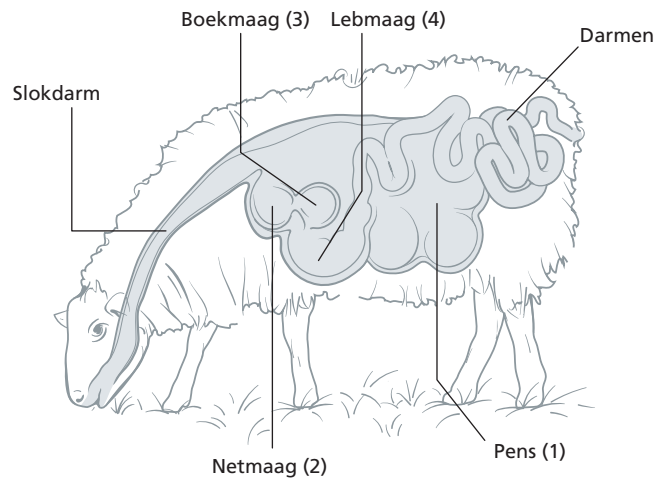
Hoeveel kamers de maag van een dier ook heeft, het voedsel zal altijd in de darmen terechtkomen, waar de meeste voedingsstoffen zullen worden opgenomen. Aan het begin van het darmkanaal wordt het halfverteerde, halfvloeibare voedsel meer alkalisch gemaakt om de darmen te beschermen en worden extra enzymen toegevoegd om het voedsel verder af te breken, in bijzonder de vetten. Daarna passeert het de dikke darm, waar dat wat van het voedsel overblijft, in een halfvaste toestand wordt veranderd door het verwijderen van water. Overgebleven eiwitten en zetmeel worden afgebroken door bacteriën die de darmflora vormen, en afval wordt uiteindelijk als feces afgescheiden.

OMGAAN MET VERGIF

Een gif dat door het spijsverteringssysteem gaat, ondergaat alle hierboven beschreven processen. De werking van spijsverterings-enzymen kan de giftigheid tenietdoen of versterken, en ook de zuurgraad in de verschillende stadia zal de activiteit van het gif beïnvloeden. Al deze factoren bepalen hoe lang na het eten van de giftige stof eventuele symptomen worden ervaren en hoe ernstig die zijn. Het spijsverteringssysteem heeft bovendien verschillende mechanismen die blootstelling aan een gif beperken zodra dit door het lichaam is gedetecteerd. Irritatie van de maag

RECHTS De tanninen in eikels en eikenbladeren, zoals die van de wintereik (*Quercus petraea*), kunnen ernstige vergiftiging bij herkauwers veroorzaken, terwijl dieren met één maag, zoals varkens, er minder gevoelig voor zijn.

LINKS EN ONDER Het menselijke spijsverteringssysteem (links) is monogastisch – een maag met slechts één kamer – terwijl dat van een herkauwer, zoals een schaap (onder), een maag heeft met vier kamers, hier genummerd in de volgorde waarin het voedsel erdoorheen gaat.



veroorzaakt braken en als het gif in de darmen wordt gedetecteerd, kan de passage door het spijsverteringssysteem worden versneld en wordt het als diarree verdreven.

Om al zijn functies nauwkeurig af te stemmen, heeft het spijsverteringssysteem zijn eigen zenuwstelsel, het zogenoemde enterische zenuwstelsel. Hoewel het systeem veel signalen uit de rest van het lichaam ontvangt, werkt het ook onafhankelijk. Het bestaat uit zenuwcellen die de aansturing verzorgen van spieren die voedsel door het spijsverteringskanaal verplaatsen, van de afscheiding van enzymen en van het registreren van chemische en mechanische omstandigheden.





HOOFDSTUK 3

ZAKEN VAN HET HART

De meeste mensen beschouwen een ritmische hartslag als het ultieme teken van leven. Planten hebben in de loop van de evolutie verschillende verbindingen ontwikkeld die kunnen beïnvloeden hoe het hart zijn functie van bloed door het lichaam pompen vervult. Dit hoofdstuk kijkt naar de planten en gifstoffen die het ritme van het meest essentiële orgaan van het lichaam bedreigen.

HARTVERGIFTEN: WERKINGSMECHANISMEN

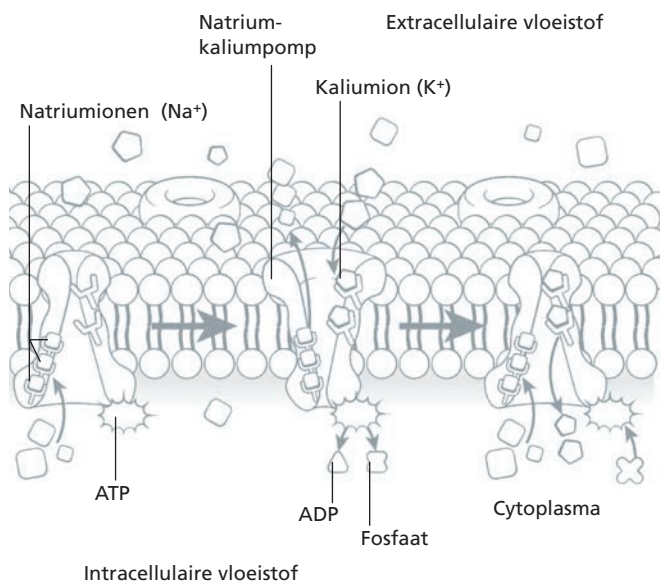
Er zijn verschillende manieren om een kloppend hart te verstoren of te stoppen, en planten produceren verbindingen die diverse mechanismen met dit als eindresultaat op hun conto hebben staan. Alle gifstoffen in dit hoofdstuk, die óf diterpene alkaloiden óf van stereoïde lactonen afgeleide glycosiden zijn, beïnvloeden rechtstreeks de zenuw- en spiercellen van het hart.

ACONITINE ALKALOÏDEN

Deze verbindingen (zie blz. 48-49), vooral te vinden in de ranonkelfamilie (Ranunculaceae), worden gevormd door het introduceren van stikstof in een diterpene kernstructuur. Ze werken in op de spanningsafhankelijke natriumkanalen in de membranen van cellen die zenuwsignalen doorgeven, de 'exciteerbare' cellen. Als reactie op een zenuwsignaal gaan deze kanalen open, en natriumionen spoelen (Na^+) in de cel terwijl negatief geladen ionen uit de cel worden gedwongen. De veranderingen in ionenconcentraties aan beide zijden van het membraan zullen uiteindelijk de natriumkanalen in de geactiveerde cel sluiten en die van de volgende cel openen, waardoor het zenuwsignaal wordt doorgegeven. Bij het doelwit wordt het signaal getransformeerd in bijvoorbeeld een spiercontractie of het vrijkomen van hormonen.

Aconitine alkaloiden voorkomen dat deze natriumkanalen

ONDER Het diagram laat zien hoe de natrium-kaliumpomp intracellulaire Na^+ -ionen en extracellulaire K^+ -ionen door het celmembraan verplaatst door ATP te splitsen in ADP en fosfaat. Deze pomp wordt geremd door hartglycosiden.



sluiten, waardoor het voor de exciteerbare cel onmogelijk wordt om het volgende zenuwsignaal te ontvangen en door te sturen. In een skeletspier leidt dit aanvankelijk tot een tintelend gevoel en, wanneer een meerderheid van de natriumkanalen wordt aangetaast, tot verlamming. In de hartspier zal het de coördinatie van contracties verstoren, ritmestoornissen veroorzaken en uiteindelijk leiden tot het falen van het hart om bloed rond te pompen.

TAXUS-ALKALOÏDEN

De alkaloidverbindingen die in het taxus-geslacht (*Taxus* spp.) aanwezig zijn, zijn gebaseerd op diterpenen, waarbij een stikstofatoom als zijketen gehecht is aan een van een aantal kernstructuren. De groep alkaloiden, die oorspronkelijk als een ruw extract uit de venijnboom (*T. baccata*) werd geïsoleerd, staat gezamenlijk bekend als taxine, waarbij taxines A en B bij verschillende soorten de meest voorkomende en overheersende alkaloiden zijn. Er zijn meer dan 400 verbindingen beschreven, maar vanwege het gebruik als middel tegen kanker is paclitaxel waarschijnlijk de bekendste van de alkaloiden uit *Taxus*. Deze verbinding is beperkt tot de Pacifische of westelijke taxus (*T. brevifolia*) en is slechts in minieme hoeveelheden aanwezig in de binnenste lagen van de schors. Gelukkig is de stof actief tegen kankercellen bij concentraties die

RECHTS Gewoon vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea*) uit West-Europa is een bron van hartglycosiden voor medicinaal gebruik, maar in grote doses giftig.





lager zijn dan die nadelig zijn voor het hart.

Taxines binden zich aan hetzelfde natriumkanal als de aconitine alkaloiden, maar in tegenstelling daarmee stabiliseren ze de gesloten vorm en zijn ze selectiever voor de natriumkanalen in de hartspier. Door een gesloten kanaal kunnen geen natriumionen gaan, waardoor zenuwsignalen effectief worden beëindigd. Wanneer dit gebeurt, kunnen de benodigde spiercontracties om het bloed in het lichaam rond te pompen niet langer worden gecoördineerd, wat leidt tot ritmestoornissen.

HARTGLYCOSIDEN

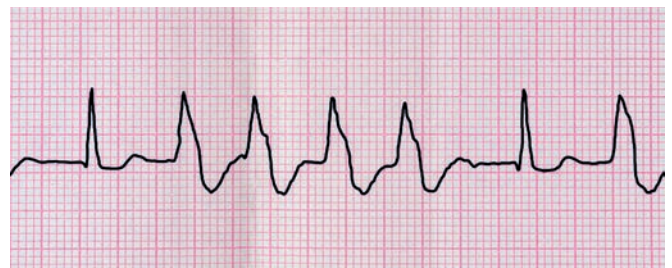
Hart- (of cardioactieve) glycosiden, zo genoemd vanwege hun werking op het hart, komen in het plantenrijk en ook bij sommige dieren vrij veel voor. Het zijn meestal van triterpenen afgeleide C₂₃-steroïdale verbindingen. De twee typen hartglycosiden die in planten voorkomen, de cardenoliden en de minder algemene bufadienoliden, verschillen structureel (zie blz. 54-61) maar hebben op hartcellen hetzelfde effect.

Hartglycosiden remmen het enzym natrium-kalium-adenosine-trifosfatase (Na⁺-K⁺-ATPase), dat de energie die vrijkomt door hydrolyse van ATP (adenosinetrifosfaat) gebruikt om natriumionen uit cellen en kaliumionen (K⁺) in cellen te pompen tegen hun concentratiegradiënten in. Hoge concentraties K⁺ in de cel en Na⁺ buiten de cel zijn noodzakelijk voor een normale signaaloverdracht via het celmembraan.

Cardenoliden en bufadienoliden verhogen de activiteit in het deel van het centrale zenuwstelsel (CZS) dat verantwoordelijk is

BOVEN Riddersporen (*Delphinium* spp.), zoals deze gecultiveerde vorm, zijn populaire tuinplanten met aconitine alkaloiden. Net als monnikskappen (*Aconitum* spp.) behoren ze tot de ranonkelfamilie (*Ranunculaceae*).

voor het vertragen van het hartritme, wat resulteert in minder slagen per minuut. Door zich te binden aan Na⁺-K⁺-ATPase in de membranen van hartspiercellen, produceren ze in deze cellen ook een hogere concentratie van Na⁺, wat op zijn beurt resulteert in de toename van calciumionen (Ca²⁺). Het effect hiervan is een versterking van de samentrekking van de hartspier. Deze acties kunnen in lage doses voordelig zijn (zie blz. 198-199), maar grotere hoeveelheden kunnen tot hartfalen leiden.



BOVEN Elektrocardiogram (ECG) met 'extra slagen' (ventriculaire extrasystolen) die kunnen overgaan tot fatale ritmestoornissen, een van de effecten van de alkaloiden van monnikskappen en *Taxus*.



HOOFDSTUK 5

MEER DAN ZWAKTE VAN DE KNIEËN

Naast effecten op de signaaloverdracht in de hersenen, kan een gif op diverse andere manieren perifere spierfuncties beïnvloeden. Dit hoofdstuk verkent voorbeelden van vergiften die op spiergerelateerde signaaloverdracht buiten de hersenen werken, en vaak buiten het centrale zenuwstelsel (CZS) om. Het systeem dat de uiteindelijke spiercontractie regelt, kan worden geremd of gestimuleerd, en deze effecten zijn door mensen gebruikt, bijvoorbeeld tijdens de jacht met pijlgiffen en bij de executie van criminelen.

AANVALLEN OP SPIEREN: WERKINGSMECHANISMEN

We hebben meestal het gevoel dat we de spierfuncties die al onze bewegingen mogelijk maken onder controle hebben. Het vorige hoofdstuk echter ging over planten die deze controle kunnen verstoren door het veroorzaken van toevallen door spiersamentrekking. In dit hoofdstuk kijken we naar planten die ons van onze spiercontrole beroven door verlammingen te veroorzaken via spierontspanning.

DE NEUROMUSCULAIRE OVERGANG

Tussen de motorische neuronen die voor het initiëren van beweging verantwoordelijk zijn en de spier die daadwerkelijk wordt beïnvloed, zit een kleine opening of synaps, de zogeheten neuromusculaire overgang (junctie) of motorische eindplaat (zie blz. 39). Het neuron geeft de neurotransmitter acetylcholine af, die de synaps oversteekt en nicotine acetylcholinereceptoren op de spier activeert. Dit initieert een beweging van calciumionen in de spier, die leidt tot samentrekking en de overeenkomstige beweging van het lichaam.

Verskillende plantenverbindingen kunnen dit raakvlak tussen het zenuwstelsel en de skeletspier beïnvloeden, waardoor een verlamme spierontspanning ontstaat door het blokkeren van de nicotinereceptoren en elimineren van de signaaloverdracht. De



LINKS Blad en mannelijke bloemen van *pareira brava* (*Chondrodendron tomentosum*), de bron van één type curare met de werkzame stof d-tubocurarine.

meest drastische plantenvergiften die dieren op deze manier verdoven, zijn de curares, die eigenlijk uit twee heel verschillende soorten verbindingen bestaan (zie blz. 94-97). Curares zijn ideaal voor gebruik als pijlgif omdat slechts te verwaarlozen hoeveelheden ervan in het menselijke darmkanaal worden geabsorbeerd, en

dat betekent dat op deze manier gedode kleine dieren meestal volkomen veilig zijn om te eten. Er zijn ook verbindingen die de activiteit van de nicotinereceptoren op de neuromusculaire overgang kunnen stimuleren. Deze receptoren zijn genoemd naar de nicotine die aanwezig is in tabak (*Nicotiana tabacum*) omdat men ontdekt had dat nicotine deze stimuleerde. Ernstige vergiftigingen door nicotine en andere piperidine alkaloiden veroorzaken spierkrampen, naast verscheidene andere symptomen (zie blz. 98-101).

LINKS Tabaksplanten (*Nicotiana tabacum*) bij de oogst vastgemaakt aan staken, voorafgaand aan het transport naar de droogschuren. Tabak, oorspronkelijk afkomstig uit Amerika, is 's werelds meest verbouwde niet-voedselgewas.





LINKS Goudenregen (*Laburnum anagyroides*) is vernoemd naar zijn hangende trossen van felgele bloemen. De plant bevat quino-
lizidine alkaloiden, en zelfs zijn bloemen hebben vergiftigingen
veroorzaakt door ze te eten in beignets.

INSECTICIDEN

Bij zoogdieren zijn de nicotinereceptoren in zowel het CZS als het perifere zenuwstelsel (PZS) te vinden, maar bij insecten zijn ze beperkt tot het CZS. Deze wijdverspreide aanwezigheid bij dieren is waarschijnlijk één evolutionaire reden waarom er zoveel planten zijn die verbindingen bevatten die deze receptoren verstoren en die als afschrikmiddelen of zelfs als dodelijke vergiften tegen het erop foerageren fungeren. Nicotine zelf wordt gebruikt als pesticide en als model voor een reeks van synthetische insecticiden, de neonicotinoïden, die dankzij de voorkeur zich te binden aan receptoren van insecten en niet aan die van zoogdieren worden beschouwd als veiliger opties dan nicotine. Hoewel neonicotinoïden selectief zijn in hun keuze voor insecten, maken ze echter geen onderscheid tussen nuttige soorten, zoals bijen, en plaaginsecten, zoals cicaden of bladluizen. Het vermoeden bestaat dat neonicotinoïden mogelijk aan de colony collapse disorder (bijenverdwijn-ziekte) bij honingbijen bijdragen, waardoor ze nu in Europa en Noord-Amerika zwaar gereguleerd worden.

NIET ALLEEN IN SPIEREN

Verschillende soorten nicotinereceptoren zijn ook aanwezig in het CZS, in zowel het ruggenmerg als de hersenen, en deze worden geactiveerd door de quino-
lizidine alkaloiden die in veel leden van de vlinderbloemenfamilie (Fabaceae) aanwezig zijn (zie blz. 104-105). In het ruggenmerg activeren deze alkaloiden neuronen in zowel het sympathische als het parasympathische zenuwstelsel, waarvan de effecten in het lichaam elkaar meestal tegenwerken. Deze nicotinereceptoren brengen hun signalen gewoonlijk over via zenuwen die hun effecten op het doelwit tweewegbrengen door de muscarine acetylcholinereceptoren te beïnvloeden. Ze beïnvloeden dus een aantal verschillende lichaamsfuncties, zoals beschreven in de paragraaf over tropaanalkaloïden op blz. 80-83. Stimulatie van het parasympathische zenuwstelsel leidt onder meer tot speekselvloed, traanproductie, verhoogde productie van spijsverteringsenzymen en versnelde darmbeweging.

De nicotinereceptoren in de hersenen zijn betrokken bij verschillende cognitieve effecten en ook bij de verslavende effecten van tabak. De stimulatie van deze receptoren verhoogt de alertheid en het concentratievermogen, en heeft een positief effect op het kortetermijngeheugen. Ze leidt ook tot een verhoogde activiteit in het beloningssysteem van de hersenen, waarbij de activering van de nicotinereceptor het gevoeliger maakt voor dopamine en de sensatie van welbehagen verlengt. Dit is de reden waarom de gewoonte om te roken (en andere vormen van tabaksgebruik) zo moeilijk te doorbreken is.

ONDER Honingbij die nectar van een lavendelbloem verzamelt.
Sommige insecticiden, waaronder de neonicotinoïden, kunnen zowel nuttige insecten als plaaginsecten vergiften.



Verlammende planten – curares

Effectieve pijlvergiften hebben niet allemaal dezelfde werkingsmechanismen. In hoofdstuk 3 staan vergiften die het hart doen stoppen, en dit hoofdstuk richt zich op de verlammende gifstoffen, met de curares als klassiek voorbeeld van spierverslappende plantengiften. Europeanen maakten kennis met de verlammende pijlgiften van het Amazone-regenwoud door de berichten van Spaanse conquistadores in het begin van de zestiende eeuw. De naam curare is waarschijnlijk afgeleid van ourari, een woord dat voor het gif werd gebruikt door een metgezel van Sir Walter Raleigh (ca. 1554-1618) tijdens diens bezoek aan Venezuela in 1594. Andere vormen van het door Europeanen gebruikte woord zijn ourara, urali, woorari en wourali, mogelijk verbasteringen van lokale woorden die ‘vogel’ of ‘doden’ betekenen. Vanwege de oorlogen tussen de koloniale machten, werd de aard van curare tot het begin van de negentiende eeuw niet in detail onderzocht.

OVER DE VERWACHTE DOOD VAN EEN EZEL

In 1812 werd aangetoond dat de dood door curare optreedt als gevolg van verlamming van de skeletspieren, inclusief de voor de ademhaling verantwoordelijke spieren van het middenrif. In een artikel dat de fysioloog en hofarts Sir Benjamin Brodie (1783-1862) dat jaar publiceerde, werd verder aangetoond dat kleine dieren een injectie met curare konden overleven als ze, zolang als de verlamming duurde, hulp kregen bij het ademen door middel van een blaasbalg om de longen op te pompen. Dit werd later gedemonstreerd in een voorstelling waarbij voor een publiek drie ezels met curare werden ingespoten. Het eerste dier stierf na een injectie in de schouder. Bij de tweede ezel werd een knevelverband op de voorpoot aangebracht en onder de vernauwing geïnjecteerd; hij bleef in leven tot het knevelverband werd losgemaakt en het gif door de bloedbaan werd verspreid. De derde ezel leek aan de injectie te bezwijken maar werd via kunstmatige beademing in leven gehouden. Nadat de overlevende ezel was hersteld, droeg hij de rest van zijn leven de naam Wouralia als erkenning van het gif dat hij had overleefd.

SAMENSTELLING VAN CURARE

Toen de chemische samenstelling van curare uiteindelijk werd onderzocht, was het duidelijk dat er diverse typen van het gif bestonden, die verschillende groepen alkaloiden bevatten. Het gif kon vaak worden geïdentificeerd aan de hand van de container waarin het gewoonlijk werd gedragen: een buis, kalebas of pot. Deze drie groepen geven grofweg zowel de geografische als de botanische oorsprong aan. Tubocurare, oftewel bamboecurare (de originele buizen zijn van bamboe gemaakt), is te vinden in het westelijke Amazone-regenwoud in het noorden van Peru

en in het oosten van Ecuador, en is vaak gebaseerd op soorten uit de familie Menispermaceae. Kalebascurare komt uit het noorden van Zuid-Amerika, oostelijk van de Orinocorivier en noordelijk van de Amazone-rivier en een zijrivier ervan, de Río Negro, en is meestal afgeleid van soorten *Strychnos* (Loganiaceae). Tussen deze twee gebieden ligt een gebied waar curare in kleipotten (potcurare) wordt opgeslagen en alkaloiden bevat van zowel de Menispermaceae als de Loganiaceae.



LINKS *Pareira brava* (*Chondrodendron tomentosum*) is een Zuid-Amerikaanse liaan met het vermogen om te verlammen. Hij is geëxploiteerd als pijlgif, en in de 20e eeuw gebruikt tijdens operaties.

TUBOCURARES

PLANT:

Chondrodendron tomentosum Ruiz & Pav.

ALGEMENE NAMEN:

pareira brava, curareliaan

FAMILIE:

Menispermaceae

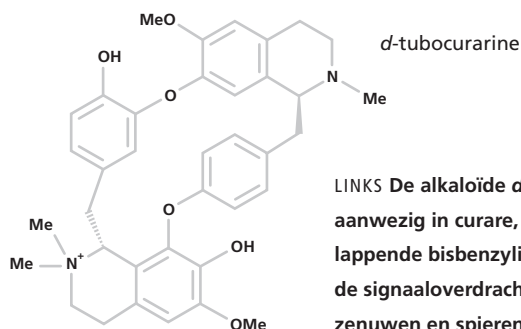
TYPE GIF:

bisbenzylisoquinoline
alkaloïden (*d*-tubocurarine)

SYMPTOMEN VAN VERGIF:

TIGING BIJ MENSEN:

SPIERSTELSEL: snel beginnende verlamming



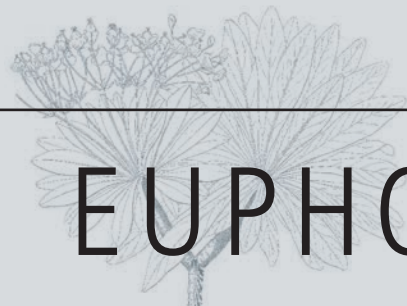
LINKS De alkaloïde *d*-tubocurarine, aanwezig in curare, is een spierverlappende bisbenzylisoquinoline die de signaaloverdracht tussen zenuwen en spieren blokkeert.

ONDER Huaorani-jagers in het Amazonegebied van Ecuador gebruiken in curare gedoopte blaaspijlen die ritueel door een sjamaan zijn bereid als teken van respect voor de opgejaagde prooi.

Tubocurares zijn afgeleid van verschillende soorten uit de familie Menispermaceae, waarvan er slechts één een bredere bekendheid heeft gekregen: pareira brava (*Chondrodendron tomentosum*). Deze tropische liaan groeit in Midden- en Zuid-Amerika. De bladeren zijn groot, 10-20 centimeter lang en bijna net zo breed, enigszins hartvormig en hebben een witte, fluweelachtige onderzijde. De planten zijn tweehuizig en vormen trossen van kleine, groenachtig witte, mannelijke of vrouwelijke bloemen. De vrouwelijke planten dragen kleine, vlezige, peervormige blauwachtige tot zwarte vruchten die eetbaar zijn, met een bitterzoete smaak.

De geslachten die voor tubocurares worden gebruikt, bevatten alle dimerische alkaloïden van het benzylisoquinoline-type. Aangegeven door het voorvoegsel 'bis-', worden dimerische alkaloïden gevormd uit twee subeenheden van verbindende alkaloïde voorlopers. Bisbenzylisoquinoline alkaloïden zijn aanwezig in verschillende groepen planten, maar het lijkt erop dat het curare-effect beperkt is tot leden van de Menispermaceae. De belangrijkste curare-alkaloïde, *d*-tubocurarine, is alleen betrouwbaar geïsoleerd uit de *pareira brava*, hoewel andere soorten wel bisbenzylisoquinolinen met vergelijkbare effecten bevatten, zoals bebeerine (curine) en isochondrodendrine. Tubocurarine is ontwikkeld tot het farmaceutische geneesmiddel atracurium, dat in de Modellijst van essentiële geneesmiddelen van de WHO staat als een spierverlappend middel dat bij chirurgische ingrepen wordt gebruikt.





EUPHORBIACEAE

Wolfsmelk, de algemene naam voor het geslacht *Euphorbia*, heet in het Engels *spurge*, afgeleid

van het Franse *épurger*, verwijzend naar de zuiverende eigenschappen van deze planten waarvan vele laxerende oliën produceren. De algemene naam voor de familie Euphorbiaceae is de wolfsmelkfamilie. Deze grote familie van kruidachtige planten, struiken, kleine tot grote bomen, en vetplanten telt ongeveer 21.800 soorten in 218 geslachten, waaronder enkele zeer omvangrijke geslachten, zoals *Euphorbia* en *Croton*, en enkele met slechts een of enkele soorten, waaronder *Hura*. De familie heeft een bijna wereldwijde verspreiding, met de grootste soortenrijkdom in tropische en subtropische gebieden.

BRANDHAREN EN IRRITERENDE ESTERS

Een paar geslachten dragen brandharen, zoals *Tragia* en *Cnidoscolus* (zie blz. 111). Verwarrend genoeg worden sommige soorten *Cnidoscolus* soms in het geslacht *Jatropha* geplaatst, waardoor de indruk wordt gewekt dat ook dit geslacht brandharen kan dragen. *Jatropha*-soorten hebben echter geen brandharen, maar oefenen hun giftigheid uit door de aanwezigheid van sterk irriterende diterpeenesters in de hele plant, vooral in het melksap en de zaden.

De diterpene esters – er zijn verschillende typen – zijn de meest voorkomende giftige stoffen in de Euphorbiaceae (zie blz. 116-119). Ze zijn door de mens als hulpmiddel bij de

ONDER **Purgeernoot** (*Jatropha curcas*) is een struik of kleine boom, inheems in Mexico en zuidelijk tot Argentinië. De giftigheid is te wijten aan forbolesters, maar de zaden bevatten ook een lectine.

jacht gebruikt – volgens de Spaanse historicus Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés (1478-1557) gebruikte de inheemse bevolking in Venezuela de manzanillaboom (*Hippomane mancinella*, zie blz. 118) om ‘dat diabolische gif voor hun pijlen’ te maken. De giftige eigenschappen van deze verbindingen maakt ze tot een bijzonder krachtige visgif en een groot aantal plantensoorten dat ze bevat, wordt in Afrika voor dit doel gebruikt. Daaronder is de potloodboom (*Euphorbia tirucalli*) de belangrijkste; hij is gemakkelijk verkrijgbaar en heel effectief. De actieve bestanddelen ervan remmen de cellulaire ademhaling van vissen, wat tot verlamming leidt.

DODELIJKE LECTINEN

Sommige leden van de wolfsmelkfamilie bevatten giftige eiwitten, de zogeheten lectinen. Het lectine uit de zaden van de wonderboom (*Ricinus communis*; zie blz. 148-149) is ricine, een van de giftigste stoffen die bekend zijn. Wonderolie, dat zelf het lectine mist, wordt uit de geperste zaden van de plant verkregen en traditioneel als laxemiddel gebruikt, en onder andere ook in zeep, wasmiddelen, verven, kleurstoffen en smeermiddelen. Andere soorten, zoals jicamilla (*Jatropha cathartica*) en purgeernoot (*J. curcas*) bevatten ook lectinen (curcine), maar deze missen het vermogen om cellen binnen te dringen (zie blz. 146). Olie uit zaden van purgeernoot wordt als biobrandstof gebruikt.





BEROEPSRISICO

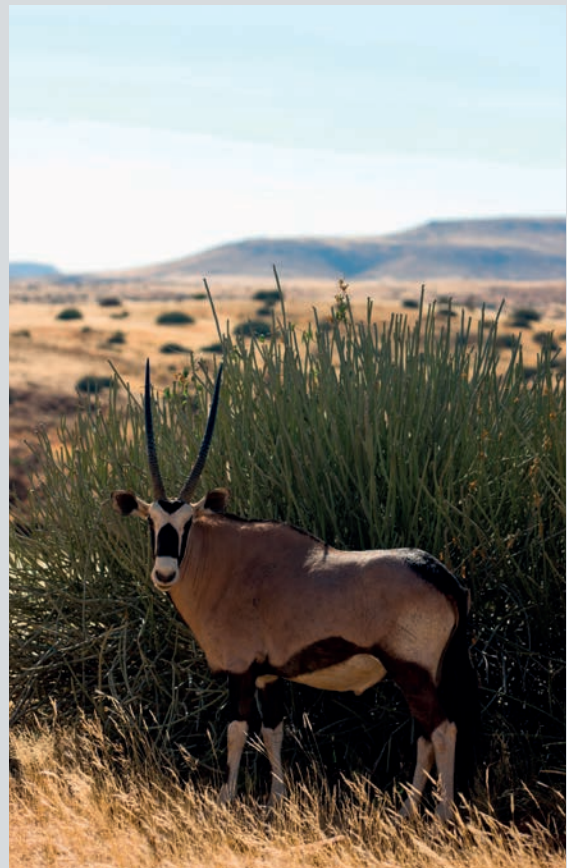
Vanwege het scala aan verbindingen geproduceerd door planten in de wolfsmelkfamilie, worden veel soorten als bron van rubber, oliën, kleurstoffen en medicijnen gewaardeerd. Sommige daarvan zijn al genoemd, maar er zijn nog andere voorbeelden. De rubberboom (*Hevea brasiliensis*), afkomstig uit Brazilië en Guyana, is de belangrijkste bron van natuurlijk rubber, terwijl tungolie, uit de zaden van de tungboom (*Vernicia fordii*, syn. *Aleurites fordii*) en verwante planten, wordt gebruikt om hout te beschermen. Zorgvuldigheid is over het algemeen vereist bij het gebruik van wolfsmelksoorten of bij het eruit extraheren van grondstoffen, omdat contact ermee zeer gevaarlijk is. Het hout behoudt zelfs zijn giftigheid als het droog is, waardoor het af te raden is om het te verbranden. Door onwetendheid over de risico's, het ontbreken van beschermende kleding bij werknemers en door andere onveilige werkpraktijken, zijn leden van deze familie de oorzaak van een aanzienlijk aantal beroepsvergiftigingen, met name in ontwikkelingslanden.

LINKS Rubberbomen (*Hevea brasiliensis*) worden nu aangeplant in tropische landen zoals Thailand, waar hun latex wordt gewonnen voor de productie van natuurlijk rubber.

EET ALS JE DURFT

Maar heel weinig planten in de bijzonder giftige wolfsmelkfamilie worden als voedsel gebruikt. Toch vormt cassave (*Manihot esculenta*; zie blz. 184-185) voor meer dan 700 miljoen mensen in Afrika, Azië en Zuid-Amerika het hoofdvoedsel – hoewel de soort de cyanogene glycoside linamarine bevat. Voor menselijke consumptie moet cassave worden voorbehandeld om veilig te zijn. Sommige dieren kunnen planten uit deze familie echter gewoon in hun dieet opnemen, vermoedelijk omdat ze deze kunnen verdragen of ontgiften. De gemsbok (*Oryx gazella*) van de Afrikaanse savanne eet de giftige struik *Euphorbia damarana* tijdens periodes van droogte, en de grote koedoe (*Tragelaphus strepsiceros*) en zwarte neushoorn (*Diceros bicornis*) eten andere soorten wolfsmelk. Deze vetplanten voorzien de herbivoren van water en voedingsstoffen.

RECHTS Een gemsbok (*Oryx gazella*) rust in de schaduw van een *Euphorbia damarana* in Damaraland, Namibië.





HOOFDSTUK 10

VIJANDEN WORDEN VRIENDEN

Feit is dat giftige planten verwondingen of de dood kunnen veroorzaken. Mensen ontdekten echter, met millennia lang vallen en opstaan, en soms door toeval of hardnekkig volgehouden wetenschappelijk werk, dat vele ervan toch te gebruiken zijn voor medicinale doeleinden, ook al bevatten ze giftige stoffen. Andere giftige planten hebben toepassingen gekregen als insecticiden bij het bestrijden van ziekteoverbrengers en landbouwplagen. Dit laatste hoofdstuk beschrijft enkele van die verbindingen en de planten waaruit ze gewonnen kunnen worden.

VAN GIF TOT MEDICIJN: DE ONTDEKKING VAN ACTIE

Door de geschiedenis heen hebben planten een belangrijke rol gespeeld in de menselijke samenleving. Ook vandaag de dag voeden en kleden we ons ermee en leveren ze ons bouw materiaal en brandstof. Zoals blijkt uit de voorgaande hoofdstukken, hebben ze ons ook voorzien van vergiften: voor de jacht, voor religieuze plechtigheden en als grondstoffen voor medicijnen. De Zwitserse alchemist en arts Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), beter bekend als Paracelsus en vaak beschouwd als de vader van de toxicologie, staat bekend om zijn aforisme 'Alle dingen zijn vergif en niets is zonder vergif; alleen de dosis maakt iets tot geen vergif.'

Vanuit farmacologisch oogpunt zijn kruidengeneesmiddelen problematisch. Ze bevatten altijd een mengsel van verbindingen, en sommige daarvan kunnen onschadelijk zijn, terwijl andere het risico op vergiftiging kunnen vergroten of het gewenste effect volledig teniet kunnen doen. De gehalten aan werkzame stoffen die ze bevatten, zijn afhankelijk van de groeiomstandigheden, en dat maakt het erg moeilijk om herhaaldelijk effectieve doses uit verschillende partijen kruidenmate-

riaal te selecteren. Omdat sommige van de in de geneeskunde gebruikte stoffen een smal therapeutisch venster hebben (met andere woorden, de grens tussen een veilige, therapeutische dosis en een schadelijke, giftige hoeveelheid is smal), heeft dit geleid tot de ontwikkeling van moderne geneesmiddelen met meestal nauwkeurig te meten en te doseren geïsoleerde stoffen. Sommige plantaardige stoffen spelen nog een grote rol als moderne geneesmiddelen, na isoleren van het actieve bestanddeel; dit geldt met name voor stoffen die te moeilijk of te duur zijn om in een laboratorium te produceren. In andere gevallen is de uiteindelijke productie van een geneesmiddel door farmaceuten noodzakelijk, na het isoleren van voorlopers uit de plant, om het uitsterven van een soort te voorkomen.

HELPEN OF PIJN DOEN?

Hoewel hartglycosiden (zie hoofdstuk 3) ernstige toxische effecten kunnen veroorzaken bij concentraties die maar iets boven het therapeutisch bereik liggen, hebben de digitalisglycosiden (zie blz. 198-199) een plaats gevonden in de behandeling van congestief hartfalen. Er zijn andere kruidengeneesmiddelen

LINKS Gravure van Paracelsus, die inzag dat de dosis het verschil maakt tussen medicijn en vergif.

RECHTS Laudanum, een verdunde opiumtinctuur, werd in de achttiende en negentiende eeuw vaak als pijnstiller ingenomen, maar veel mensen raakten afhankelijk van het medicijn.





LINKS Calabarbonen (*Physostigma venenosum*) werden gebruikt om een drank, genaamd *ésere*, te maken, die bij een beproevingsritueel gedronken moest worden (zie blz. 207). De fysostigmine die ze bevatten, wordt medicinaal gebruikt.

ONDER De bloemen van schildvoetblad (*Podophyllum hexandrum*) staan boven op de jonge bladeren. Podofyllotoxine, een verbinding met eigenschappen tegen kanker, wordt uit de wortelstokken geëxtraheerd.

met een klein therapeutisch venster, bijvoorbeeld opium (zie blz. 200-201) dat effectieve pijnstillers bevat maar afhankelijkheid veroorzaakt, en waarvan slechts een lichte overdosis onderdrukking van de ademhaling kan veroorzaken. Wat betreft acetylsalicylzuur (zie blz. 202-203) draagt het eigenlijke mechanisme van koorts- en pijnverlichting ook bij aan het risico op maagzweren. En de belangrijke antimalaria-activiteit van *Cinchona*-schors (zie blz. 204-205) wordt belemmerd door het feit dat accumulatie, zelfs na normale doses, tot ongewenste effecten kan leiden.

TRADITIES EN SERENDIPITEIT

Het onderzoeken van de bij de traditionele geneeskunde gebruikte planten heeft geleid tot moderne geneesmiddelen die ofwel een weerspiegeling zijn van dat traditionele gebruik ofwel, meer verrassend, heel andere toepassingen hebben. De zeer schadelijke beproevingsgiften van soorten *Physostigma* en *Pilocarpus* (zie blz. 206-207) worden toegepast als antigif en behandeling bij verschillende ziekten. De roze maagdenpalm (*Catharanthus roseus*; zie blz. 208-209) werd traditioneel gebruikt bij het behandelen van een hoge bloedsuikerspiegel en soorten schildvoetblad (*Podophyllum peltatum* en *P. hexandrum*; zie blz. 210-211) deden dienst als laxeermiddelen en antiwormmiddelen, maar zij bleken toevallig ook erg goede kankermedicijnen te zijn. Galantamine (zie blz. 212-213) vormde van oudsher een behandeling bij verlamming, maar is nu een medicijn dat de voortgang van de ziekte van Alzheimer vertraagt. Andere traditionele medicijnen hebben meer van hun oorspronkelijke gebruik behouden, zoals de *Ephedra*-alkaloïden (zie blz. 214-215), voornamelijk toegepast ter verlichting van verkoudheidsklachten, en verschillende planten die nog steeds worden gebruikt voor het bestrijden van insectenplagen, waaronder de neemboom (*Azadirachta indica*; zie blz. 216-217).



Hart voor de zaak – digitalisglycosiden

Ondanks de potentiële dodelijkheid werd vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea*) vanaf ten minste de middeleeuwen in de Europese volksgeneeskunde gebruikt om een aantal kwalen te behandelen. In Wales werden zalven, met de plant daarin verwerkt, door de beroemde artsen van Myddfai tegen hoofdpijn en spasmen aanbevolen, en in Engeland werd het tegen epilepsie, struma en tuberculose, en als braakmiddel gebruikt. Pas toen William Withering in 1785 een verslag publiceerde over het gebruik ervan tegen waterzucht, werd vingerhoedskruid als medicijn met een aanvaardbaar risico geaccepteerd.

HET GEVAL VAN VINGERHOEDSKRUID

PLANT:

Digitalis purpurea L. en *D. lanata* Ehrh.

ALGEMENE NAMEN:

D. purpurea – (gewoon) vingerhoedskruid; *D. lanata* – wollig vingerhoedskruid

FAMILIE:

weegbreefamilie (Plantaginaceae)

TYPE GIF:

hartglycosiden (cardenoliden: digoxine, digitoxine)

SYMPTOMEN VAN VERGIF:

TIGING BIJ MENSEN:

BLOEDSOMLOOP: hartritme-stoornis, hartfalen

NEUROLOGISCH:

hoofdpijn, zwakte, verwarring, coma

SPIJSVERTERING:

misselijkheid, braken, diarree

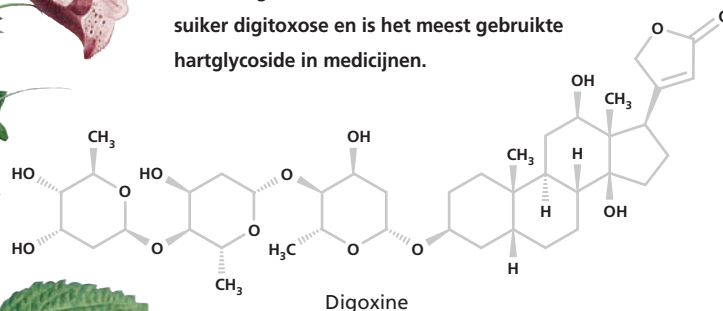
ONDER De Engelse arts William Withering met vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea*).

Tegenwoordig is waterzucht te herkennen als het oedeem als gevolg van congestief hartfalen; doordat de hartspeer niet effectief samentrekt, leidt dit tot lekkage en ophoping van vocht tussen de lichaamsweefsels. De therapeutische effecten van sommige vingerhoedskruidsoorten, waargenomen als een verlichting van oedeem, zijn indirect het gevolg van hun werking op het hart – de spiersamentrekkingen nemen erdoor in kracht toe, waardoor zich minder vocht ophoopt en dit de nieren hopelijk in staat stelt de overmaat te verwijderen.

De Engelse arts, botanicus en chemicus William Withering (1741-1799), door velen beschouwd als de vader van de klinische farmacologie, publiceerde in 1785 een verslag over vingerhoedskruid en enkele van zijn medische toepassingen. Dit wetenschappelijk rapport onderzocht 163 gevallen over een periode van tien jaar waarin vingerhoedskruid werd toegediend. Door zijn zorgvuldige onderzoek kon Withering toen vaststellen dat vingerhoedskruid de contracties van het hart beïnvloedde en ook afleiden welke dosis en dosisintervallen voor de behandeling van oedemen het meest effectief waren.

LINKS Bloeiwijze van vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea*), ook bekend als gewoon vingerhoedskruid, uit West-Europa en Marokko.

ONDER Digoxine heeft drie eenheden van de suiker digitoxose en is het meest gebruikte hartglycoside in medicijnen.





DIGOXINE EN DIGITOXINE

Zoals vermeld in hoofdstuk 3, zijn de actieve bestanddelen van het geslacht vingerhoedskruid (*Digitalis* spp.) hartglycosiden van het cardenolide-type (zie blz. 54-59). Historisch werden ruwe vingerhoedskruidextracten, die mengsels van de glycosiden bevatten, therapeutisch gebruikt. Van de vele digitalisglycosiden zijn digoxine en digitoxine de twee meest voorkomende bij de behandeling van congestief hartfalen en boezemfibrilleren (onregelmatige, snelle hartslagen). Twee soorten vingerhoedskruid zijn belangrijk geweest bij de productie van deze medicijnen: vingerhoedskruid (*Digitalis*

BOVEN Het Oost-Europese meerjarig wollig vingerhoedskruid (*Digitalis lanata*) heeft een hogere concentratie en een grotere diversiteit aan digitalisglycosiden dan gewoon vingerhoedskruid (*D. purpurea*) en is de belangrijkste bron hiervan voor de farmaceutische industrie.

purpurea), inheems in West- en Zuidwest-Europa en westelijk Centraal-Europa, en wollig vingerhoedskruid (*D. lanata*), inheems in Oost-Europa. Vingerhoedskruid is een tweejarige plant en dat betekent dat de soort voor de commerciële productie van cardioactieve steroïden een minder geschikte bron is dan wollig vingerhoedskruid, dat een vaste plant is.

Digoxine en digitoxine zijn structureel vergelijkbare verbindingen, die alleen verschillen in een enkele hydroxylgroep die in digoxine aanwezig is. Dit beïnvloedt hun eliminatie in het lichaam. Digitoxine wordt voornamelijk geëlimineerd door metabolisme in de lever en zeer langzaam uitgescheiden, met een eliminatiehalfwaardetijd van vijf tot negen dagen. Digoxine wordt voornamelijk via de nieren geëlimineerd en heeft een halfwaardetijd van 36-48 uur. Het therapeutisch bereik van de dosering van digitalisglycosiden is smal en ligt dicht bij de giftige dosis. Vanwege de lange eliminatietijd wordt digitoxine veel minder gebruikt dan digoxine, maar bij patiënten met nierinsufficiëntie wordt digoxine niet voorgeschreven, omdat dit snel zal leiden tot ophoping van giftige concentraties en de daaruit voortvloeiende mogelijke hartritmestoornissen.

Een meer ongebruikelijk historisch gebruik van vingerhoedskruid in Ierland was zijn vermeende vermogen om een wisselkind te identificeren – een achtergelaten feeënkind in plaats van een door feeën gestolen menselijk kind. Als het kind stierf na het geven van vingerhoedskruidsap, dan werd dit gezien als bewijs dat het inderdaad een feeënkind was!

Een dode heer in Verona

Cangrande della Scala (1291-1329) werd in 1311 heerser en heer van Verona (Italië) en is waarschijnlijk het best bekend als beschermheer van de dichter Dante Alighieri (ca. 1265-1321). Hij was tevens een succesvol militair veldheer en nam verschillende andere Italiaanse steden in, maar stierf op 38-jarige leeftijd, slechts vier dagen na de verovering van Treviso. Geruchten over vergiftiging doken meteen op. In 2004 werd zijn lichaam opgegraven en er werden giftige concentraties van digitalisglycosiden aangetroffen in zowel zijn organen als de inhoud van zijn darmen, wat wijst op mogelijk vals spel. We zullen nooit weten of hij door zijn neef en opvolger werd vergiftigd, of dat zijn dood een onbedoelde overdosis van een medicijn was.

Het insecticide van de natuur – azadirachtine

De neemboom is inheems op het Indiase subcontinent en in Zuidoost-Azië. In de Ayurvedische geneeskunde worden alle delen van de boom gebruikt, en wel bij de behandeling van verschillende aandoeningen, waaronder huidziekten, malaria en darmwormen. Traditioneel worden blad- en zaadextracten lokaal aangebracht tegen luizenplagen en worden gedroogde neembladeren gebruikt om kleding en voedsel tegen schimmel en insectenplagen te beschermen. De constatering dat sprinkhanen neemboomen onaangetast laten, leidde tot verder onderzoek aan de plant. Neemolie uit de vruchten en zaden, met het actieve bestanddeel azadirachtine, wordt nu veel als ingrediënt in zeep en shampoos toegepast en is een van de belangrijkste plantaardige pesticiden.

EEN NATUURLIJK INSECTICIDE

PLANT:

Azadirachta indica A.Juss.
(syn. *Melia azadirachta* L.) en
A. excelsa (Jack) Jacobs

ALGEMENE NAMEN:

A. indica – neem, Indische neem; *A. excelsa* – marrango, Filipijnse neem

FAMILIE:

(Meliaceae)

TYPE GIF:

triterpenoïde limonoïde
(azadirachtine)

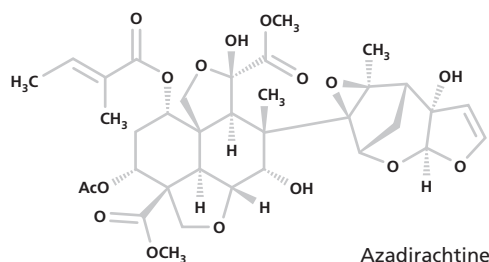
SYMPTOMEN VAN VERGIFTIGING BIJ MENSEN:

BLOEDSOMLOOP: aritmie
NEUROLOGISCH: slaperigheid, toevallen, coma
SPIJSVERTERING: misselijkheid, braken, buikpijn
OVERIG: leverfalen

In 1952 meldde de Duitse entomoloog Heinrich Schmutterer voor het eerst de antivraateffecten van de neemboom aan de westerse wetenschappelijke gemeenschap, na zijn waarneming dat een zwerm woestijnsprinkhanen (*Schistocerca gregaria*) de neemboomen spaarde maar van alle andere bomen op hun pad het gebladerte verslond. Hierdoor begon men niet alleen met onderzoek naar de activiteit van neem, maar ontstond er ook bredere belangstelling voor botanische insecticiden als een alternatief voor synthetische verbindingen. De isolatie van de werkzame stof azadirachtine uit de zaadkernen, in 1968, kwam op een gunstig moment – *Silent Spring*, geschreven door Rachel Carson in 1962, had de problemen met persistente pesticiden in het middelpunt van de belangstelling geplaatst, wat leidde tot het verbod op DDT in 1972.



LINKS Sommige vogels eten de vrucht van de neemboom (*Azadirachta indica*), zo ook de Indische koël (*Eudynamis scolopaceus*) uit de bossen van tropisch Zuid-Azië – hier is een vrouwtje te zien.



BOVEN Azadirachtine is een gemodificeerde triterpeenverbinding van de limonoïde-groep, aangetroffen in neemolie, en is belangrijk geworden als een natuurlijk antivraatinsecticide.

Neem, ook bekend als Indische margosa, groeit in de tropen en subtropen als een schaduwboom, wordt gebruikt in herbebossingsprogramma's en geteeld in plantages voor de productie van azadirachtine, maar wordt als invasief beschouwd in delen van Afrika, het Midden-Oosten en Australië, waar hij is ingeburgerd. De zaden van Filipijnse neem (*Azadirachta excelsa*), inheems in Indonesië, Maleisië, de Filipijnen, Papoea-Nieuw-Guinea en Vietnam, en ingeburgerd in Singapore en Thailand, zijn ook een bron van neem-insecticiden. Hoewel de op neem gebaseerde pesticiden een goed biologisch alternatief zijn voor synthetische verbindingen, heeft onopzettelijke inname van neemproducten of zaden een aantal sterfgevallen tot gevolg gehad, vooral van kinderen.

EFFECTEN OP INSECTEN

Hoewel de werkzaamheid van neem-insecticiden direct geassocieerd is met het gehalte aan azadirachtine, draagt de biologische activiteit van vele andere in de neemboom aanwezige verbindingen (waarvan de meeste ook triterpenoïden van de limonoïde-groep zijn) bij aan het effect ervan. Gebruikt in hun natuurlijke combinatie, kunnen ze de zich ontwikkelende pesticidenresistentie helpen matigen.

De antivraataktiviteit van azadirachtine en sommige andere neemverbindingen is te danken aan hun stimulatie van specifieke 'afschrik'-cellen op de monddelen van insecten, terwijl andere receptorcellen die normaal de vraat stimuleren, worden geblokkeerd, met als gevolg uithongering en de dood van het insect. Insecten variëren aanzienlijk in gedrag wat betreft de reactie op azadirachtine. Onderzoek naar de woestijnsprinkhaan heeft aangetoond dat hij een bijzonder hoge gevoeligheid heeft voor azadirachtine als antivraatmiddel, omdat hij bij concentraties van meer dan 0,04 delen per miljoen wordt afgeschrikt om erop te foerageren. Interessant is dat Noord-Amerikaanse sprinkhanen,



BOVEN De neemboom (*Azadirachta indica*) kan 10-20 m hoog worden. Hij heeft samengestelde bladeren met verschillende paren deelblaadjes en bloeiwijzen met 150-250 kleine witte bloemen.

waaronder de Amerikaanse sprinkhaan (*Schistocerca americana*), in hetzelfde geslacht als de woestijnsprinkhaan, ongevoelig zijn voor azadirachtine bij zulke lage concentraties.

Insecten die niet afgeschrikt worden om op azadirachtine te foerageren, sterven niet onmiddellijk, maar stoppen wel snel met eten vanwege de werking van de verbinding op een aantal fysiologische routes. Het grijpt in op vervelling en groei, bijvoorbeeld door de productie en afgifte van vervellingshormonen te blokkeren en zo vervellingsgebreken te veroorzaken, en het ontwricht de reproductie door het aantal levensvatbare eieren en de levensverwachting te verlagen.

Andere botanische insecticiden

Het gedicht van Lithica, daterend uit ongeveer 400 v.Chr. bevat de uitdrukking 'Voor al het ongedierte dat uit de aarde komt, levert de aarde zelf het tegengif.' Tot voor kort moesten mensen natuurlijke manieren vinden om ziekten te bestrijden en de productie van gewassen te maximaliseren. Botanische insecticiden hebben hierin een rol gespeeld, en met de huidige stap om minder op chemische insecticiden te vertrouwen wordt het gebruik ervan nu opnieuw onderzocht. Behalve neem, hebben ook andere wereldwijd een grote rol gespeeld, zoals nicotine van tabaksplanten (*Nicotiana* spp.;



zie blz. 98-99) in de nachtschadefamilie; rotenon van derriswortels (*Derris* spp.) en andere planten uit de vlinderbloemenfamilie; en pyrethrinen uit bloemhoofdjes van de Dalmatische pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*, syn. *Chrysanthemum cinerariifolium*) en van Perzische chrysant (*T. coccineum*, syn. *C. coccineum*) in de composietenfamilie.

LINKS De Perzische chrysant (*Tanacetum coccineum*) is een overblijvende kruidachtige plant afkomstig uit de Kaukasus. De bloemen bevatten pyrethrinen die als insecticide worden gebruikt.

Register

aardappel 42, 135, 138, 140–41
 abrikoos 182, 183
 abrinefamilie 146
Abrus precatorius 146
 acerolafamilie, zie Barbadoskersfamilie
 acetylcholine 38, 39, 65, 92, 93, 99, 110, 207, 212
 acetylsalicylzuur 197, 203
Acokanthera schimperi 56
 aconitine 48, 49, 124
Aconitum spp. 21, 47, 48–9, 124; *A. ferox* 15, 48, 49; *A. lycoctonum* ssp. *vulparia* 48; *A. napellus* 21, 48; *A. vulparia* 48
Actaea racemosa 125
 adelaarsvaren 192
 adonis 58, 124
Adonis spp. 58, 124
 adrenaline 35, 71, 215
Aethusa cynapium 101
 affodilfamilie (Asphodelaceae) 144
Ageratina altissima 161, 191
 aki 157, 158–9
Aleurites fordii 115
 alkaloiden 27, 43, 64–5, 75, 103, 124, 125, 135, 152–3, 157, 172, 179, 193, 213; aconitine 46, 47, 48–9, 124, 162; Amaryllidaceae 84–5, 135, 142–3; benzo-fenanthridine 174–5; benzylisoquinoline 97, 173, 200–1; bisbenzylisoquinoline 95; bisindole 208; capsaïcinoïde 122–3, 139; chinoline 204–5; chinolizidine 93, 104–5; bèta-carboline 86–7; diterpene 46–51, 124; Ephedra 197, 214–15; ergot- 88–9, 191; erythrinane 97; glyco- 135, 138, 139, 140–41; indole 52, 65, 66–9, 86–7, 88, 96, 206, 208–9; indolizidine 190–91; isochinoline 84, 97, 136–7, 152–3, 173, 201, 212; monoterpene indole 52, 65, 66–9, 96, 136; fenethylisochinoline 152–3; piperidine 92, 98–101, 139, 152, 193; pyrrolizidine 34, 43, 157,

161, 164–7, 190; *Taxus* 46–7, 50–51; tetrahydroisoquinoline monoterpene 136–7; tropane 65, 80–83, 93, 138, 206; vinca- 208–9, 211
 alkylcatecholen/ alkylresorcinolen 130
Allium spp.: *A. cepa* 143, 152; *A. moly* 213; *A. sativum* 143; *A. schoenoprasum* 143; *A. ursinum* 58, 152
Aloe spp. 144; *A. barbadensis* 144; *A. ferox* 144; *A. vera* 144
 alruin 81, 82, 138, 201, 210; Amerikaanse 210
 Alzheimer, ziekte van 197, 207, 212–13
 amandel 23, 183
Amanita spp.: *A. phalloides* 34, 161; *A. virosa* 34, 35, 161
Amaryllis belladonna 142
 amatoxinen 34, 35
 aminozuren (non-proteïne) 25, 26, 27, 102, 159, 178, 186, 188
Ammi majus 129
 amsinckia 165
Amsinckia spp. 165
 amygdaline 183
 Anacardiaceae, zie cashewfamilie
Anacardium occidentale 130, 131
Anadenanthera spp.: *A. colubrina* 38; *A. peregrina* 65, 102
Anamirta cocculus 70, 71
Andromeda spp. 78
 andromedotoxine 78
Anemone spp. 124, 126; *A. hepatica* 127
 anemonine 126, 127
 anisatine 70
Anthoxanthum nitens 171
 anthraquinonen 135, 144–5
Anthriscus sylvestris 75, 129
Antiaris toxicaria 59
 Apiaceae, zie schermbloemenfamilie
Apium graveolens 19, 129
 Apocynaceae, zie maagdenpalmfamilie
Apocynum cannabinum 52
 appels 183; bittere 151; liefdes- 82, 83; apen- 67
 Araceae, zie aronskelkfamilie
Argemone mexicana 173, 174–5
Argyrea nervosa 89
Aristolochia spp. 35, 157,

168, 169; *A. clematitis* 168–9; *A. fangchi* 168, 169; *A. manshuriensis* 169
 Aristolochiaceae, zie pijpbloemfamilie
 aristolochiazuur 35, 157, 168–9
 aronsklekfamilie (Araceae) 108, 112–13, 143
Artemisia spp.: *A. annua* 205; *A. dracunculus* 160
 artemisinine 205
 Asclepiadaceae 52
Asclepias spp. 43, 52, 53
 aspergefamilie (Asparagaceae) 54, 58, 60–61
Asperula odorata 171
 Asphodelaceae, zie affodilfamilie
 aspirine 202, 203
 Asteraceae, zie composietenfamilie
Astragalus spp. 190
 atisine 49
 atractylosiden 156, 161, 162–3
Atropa bella-donna 15, 23, 80, 81, 138
 atropine 23, 41, 65, 80, 81, 82, 206, 207
 ayahuascaïaan 65, 86–7
Azadirachta spp.: *A. excel-sa* 217; *A. indica* 197, 216, 217
 azadirachtine 216–17
 azalea 21
 bakuchi 129
 Balkan endemic nephropathy (BEN) 168
Banisteriopsis caapi 65, 86–7
 Barbadoskersfamilie (Malpighiaceae) 86
 belladonna 81
 Bentley-verbindingen 201
 beproevingsboon 53, 206
 Berberidaceae, zie berberisfamilie
 berberine 173
 berberisfamilie (Berberidaceae) 125, 210
 berenklauw 75, 128–9
 bergamotvrucht 129
 bergthee 203
 bèta-glucosidase 126, 182
 bèta-methylamino- L-alanine (BMAA) 178, 188, 189
 bilzekruid 81, 138, 201
 bitterzoet 139
 blauwe winde 89
Blighia sapida 157, 158
 bloedlelie 142
 bloedwortel 172, 173
 boekweit 129

Boophone spp. 84, 85; *B. disticha* 65, 84–5
 bosbes, zwarte 139
 bosrank 125
 boterbloem 124, 126, 127; kruipende 124;
 boterboon 147
 braaknoot 64, 66, 96
 brandharen 17, 108, 110–11, 114
 brandnetelfamilie (Urticaceae) 108, 110–11
 brandnetels 108, 110–11
Brassica spp.: *B. juncea* 121; *B. nigra* 121, 175; *B. oleracea* 120
 Brassicaceae, zie kruisbloemenfamilie
 Braziliaanse roze peperboom 131
 brem 104
 Brodie, Sir Benjamin 94
 brood 89, 166, 169, 172
Brugmansia spp. 21, 41, 43, 83, 138; *B. sanguinea* 4, 83; *B. suaveolens* 65
 bufadienoliden 47, 54–5, 58, 60–61, 124
 bufanidrine 84–5
 calabarboon 197, 206, 207, 213
 calciomoxalaat kristallen/ rafiden 18, 108, 112–13, 143
Callilepis laureola 157, 162
Caltha spp. 126
 camotillo 189
Camptotheca acuminata 43
 camptothecine 43
 cannellinibonen 147
Capparis spinosa 120
 capsaïcine 109, 116, 121, 122–3
Capsicum spp. 122, 138, 139; *C. annuum* 122, 123; *C. chinense* 122; *C. chinense* 'Carolina Reaper' 123; *C. frutescens* 122
Carapichea ipecacuanha 136–7
 cardenoliden 37, 43, 47, 53, 54–5, 56–9, 60, 103, 124, 198–9
Carica papaya 120
Carlina gummifera 157, 161
Cascabela thevetia 58
 cashew 130, 131
 cassave 115, 184–5, 187
Cassia spp. 102
Catharanthus roseus 43, 52, 197, 208–9
 cathine 215

cefaline 136–7
Cephaelis spp.: *C. acuminata* 136; *C. ipecacuanha* 136
Ceratocephala spp. 126, 127; *C. falcata* 127; *C. testiculata* 126, 127
Cerbera spp. 53; *C. manghas* 53; *C. odollam* 37, 53
Cestrum spp. 139; *C. laevigatum* 163; *C. parqui* 163
 chaconine 140
Chaillietia toxicaria 180
 chakruna/chacrana 87
Chamaemelum nobile 160
 charmac 166
Charybdis spp. 61; *C. maritima* 60
Chelidonium majus 173
 chilipeppers 109, 116, 122–3, 138, 139
 Chinese gouddraad 125
Chondrodendron tomentosum 92, 94, 95
 chrysanten 161, 217
Chrysanthemum spp.: *C. cinerariifolium* 217; *C. coccineum* 217
Cicuta spp. 64, 76, 77; *C. virosa* 20, 74, 76, 77
 cicutoxine 74, 76, 77
Cimicifuga racemosa 125
Cinchona spp. 197, 202, 204–5; *C. calisaya* 204; *C. ledgeriana* 204; *C. pubescens* 204
 cinchonine/cinchonidine 204, 205
Cinnamomum spp.: *C. cassia* 171; *C. verum* 171
Citrullus spp.: *C. colocynthis* 151; *C. lanatus* 150
Citrus spp. 129; *C. bergamia* 129
Claviceps purpurea 89
 Clavicipitaceae 88
Clematis spp. 21, 124, 126; *C. vitalba* 125
Clivia spp. 142
Cnidioscolus spp. 111, 114; *C. angustidens* 111; *C. megacanthus* 111; *C. stimulosis* 111; *C. texanus* 111; *C. urens* ssp. *stimulosus* 111
Cocculus indicus 71
 codeïne 173, 200, 201
 coerana 163
 Colchicaceae, zie herfsttijloosfamilie
 colchicine 135, 152–3, 209, 211
Colchicum autumnale 152–3
Colocasias spp.: *C. antiquorum* 113; *C. esculenta*

- 113
colorineboom 97
colorinen 97
composietenfamilie (Asteraceae) 125, 139, 156, 160–61, 162, 164, 166, 191, 205, 217
coniïne 75, 100–01
Conium maculatum 75, 100
Convallaria spp. 58; *C. majalis* 54
Convolvulaceae, zie windefamilie
coriaryrtine 72, 73
Coriaria spp. 64, 72; *C. arborea* 72, 73; *C. japonica* 72; *C. myrtifolia* 72
Coriariaceae 72
Coronilla spp. 103
Corynanthe johimbe 69
coumarinen 34, 157, 170–01
coyotillo 187
Crinum spp. 142
Crippen, dr. Hawley Harvey 138
crocus 152; saffraan- 152
Crocus spp. 152; *C. sativus* 152
crotalaria 166
Crotalaria spp. 166
Croton spp. 114; *C. tiglium* 118
crotonboom 119
Cucumis spp.: *C. africanus* 150, 151; *C. sativus* 150
Cucurbitaceae, zie komkommerfamilie
cucurbitacinen 135, 150–51
Cullen corylifolium 129
curares 25, 67, 92, 94–7, 100, 102
curcine 114, 146
cyanide 35, 179, 180, 182–5
cyanobacteria 12, 188–9
cyanogene glycosiden 35, 43, 103, 115, 178, 179, 182–5, 188, 192
Cycadaceae 188
Cycas spp.: *C. media* 178, 179, 189; *C. micronesica* 189; *C. revoluta* 188, 189
cycasin 188
cyclopamine 193
Cynoglossum spp. 165
cytisine 102, 104, 105
Cytisus scoparius 104

da huang 144, 145
dafnetoxine 119
daoun setan 111
Daphne mezereum 119
darlingerwt 190

Darwin, Charles 16
daslook 152
Datura spp. 83, 138; *D. stramonium* 22, 83
Daucus carota 101
Delphinium spp. 47, 48, 124, 190
Dendrocnide spp.: *D. gigas* 111; *D. moroides* 110, 111
Dermatophyllum spp. 104; *D. secundiflorum* 104–5
Derris spp. 217
devildoer 96
Dichapetalaceae, zie gifblaar familie
Dichapetalum spp.: *D. cymosum* 180–81; *D. toxicarium* 180
dicoumarol 157, 171
dieffenbachia 108, 112
Dieffenbachia spp. 108, 112; *D. picta* 112; *D. seguine* 108, 112
Digitalis spp. 55, 58, 199; *D. lanata* 198, 199; *D. purpurea* 46, 198, 199
digitalisglycosiden 196, 198–9
digitoxine 198, 199
digoxine 55, 58, 198, 199
dihydrosanguinarine 174, 175
Dipteryx odorata 170
distel, klit- 157, 161, 162; speer- 161
dodemansvingers 76
doornappel 22, 83, 138
dopamine 38, 39, 65, 93
dotterbloem 126
Drimis spp. 60, 61; *D. maritima* 60
duivelsblad 111
duivenkervel, middelste 172
duizendknoopfamilie (Polygonaceae) 129, 144

Ecballium elaterium 150
Echium spp. 165; *E. vulgare* 165
eenbesfamilie (Melantiaceae) 193
efedrine 214–15
Elaeis guineensis 26
emetine 136–7
emodine 144, 145
Encephalartos longifolius 189
engelentrompet 4, 21, 41, 43, 65, 83, 138
Ephedra spp. 214–15; *E. altissima* 214; *E. nevadensis* 215; *E. sinica* 214, 215
epidemisch 119, 159, 187, 193; waterzucht 175
epinefrine, zie adrenaline
ergotamine 89
ergotzwam 89
Ericaceae, zie heidefamilie
erva-de-rato 181
Erythrina spp. 97, 102; *E. americana* 97; *E. berteroana* 97
etoposide 211
Eupatorium spp.: *E. cannabinum* 161; *E. purpureum* 161; *E. rugosum* 191
Euphorbia spp. 18, 109, 114, 116, 117; *E. cotinifolia* 111; *E. damarana* 115; *E. pulcherrima* 21, 117; *E. resinifera* 116; *E. tirucalli* 114, 117
Euphorbiaceae, zie wolfsmelkfamilie
euphorbium 116

Fabaceae, zie vlinderbloemenfamilie
fadang 189
fagopyrine 129
Fagopyrum esculentum 129
Ficaria verna 125
Filipendula ulmaria 202, 203
fluitenkruid 75, 129
fluorazijnzuur 178, 180–81
fluorocitroenzuur 180, 181
fluweelboom 130
Foeniculum vulgare 101
forbolesters 114, 116–19
Frangula spp. 144; *F. alnus* 135
Fumaria muralis 172
Fumariaceae 172
furanocoumarinen 19, 75, 128–9
fysostigmine 197, 206–7, 213
fytoalexins 19
fytohemagglutinine 146, 147

galantamine 197, 212–13
Galanthus spp. 142, 212; *G. nivalis* 213; *G. woronowii* 212
Galium odoratum 171
gamma-aminoboterzuur (GABA) 38, 39, 64, 70
Gandhi, Mahatma 69
Gastrolobium spp. 103, 181; *G. spinosum* 178
Gaultheria procumbens 203
Gelsemiaceae 66, 67
gelsemine 67
Gelsemium spp. 67; *G. elegans* 64, 67; *G. rankinii* 67; *G. sempervirens* 67
geluksbonen 97
Genista spp. 104

Gerhardt, Charles 203
gifblaar 180, 181
gifblaarfamilie (Dichapetalaceae) 180
gifblad 180
gifbol 65, 84–5
giferwt 103, 181
gifsumak 109, 130–31
Gloriosa superba 152, 153
glucosinolaten 120–21
Glycine max 42
goudenregen 93, 104, 105
goudzegel 125
graserwt 102, 185, 186–7
grassenfamilie (Poaceae) 88, 171, 183
grayanotoxines 65, 78–9
groot akkerscherm 129
guan mu tong 168
guang fang ji 168, 169
gympie-gympieboom 110, 111

Haemanthus spp. 142
han fang ji 169
Haplopappus heterophyllus 191
harmala 86
harmine 86, 87
hartglycosiden 37, 46, 47, 54–61, 124, 196, 199
hathisunda 165
Hawaiian baby woodrose 89
heartbreak grass 64, 67
heidefamilie (Ericaceae) 65, 78, 203
heksenkruid 12
heliotroop 165
Heliotropium spp.: *H. eichwaldii* 165; *H. ellipticum* 165; *H. popovii* ssp. *gillianum* 166
Helleborus spp. 60, 124; *H. niger* 124, 126
Hepatica nobilis 127
Heracleum spp. 128; *H. mantegazzianum* 75, 128–9; *H. sosnowskyi* 128
herfsttijloos 152
herfsttijloosfamilie (Colchicaceae) 152–3
Hierochloa odorata 171
Hippomane mancinella 114, 118
histamine 108, 110
hoefblad 161
Hoffmann, Felix 203
hokjespeul 190
hondspeterselie 101
hondstong 165
honing 73, 79, 164
Hybanthus globosa 71
Hydrastis canadensis 125
hyenanchine 71, 72, 73
hyoscine, zie scopolamine

Hyoscyamus spp. 81, 138; *H. niger* 81, 138, 201
hypericine 129
Hypericum spp. 129; *H. perforatum* 129
hypoglycines 158–9

iboga 65, 68
ibogaïne 68
ignatiusblood 66
Illicium spp. 70, 71; *I. anisatum* 64, 70; *I. verum* 70
impila 157, 162, 163
insecticiden 42, 93, 98, 99, 139, 161, 216–17
ipecac 136, 137
ipecacuanha 135, 136–7
Ipecacuanha Radix 137
Ipomoea spp. 191; *I. trilobata* 88–9; *I. violacea* 89
Isocoma pluriflora 191
isopreen/isoprenoïde 25, 27
isothiocyaten 109, 120–21; allyl- 121

jaborandi 207
Jacobaea vulgaris 161, 166–7, 190
jacobine 166
jakobskruid 161, 164, 165, 166–7, 190
Jamaicaanse walnoot 71
Japanse spierstruik 49
Jascalevich, dr. Mario 96
Jatropha spp. 114, 146; *J. cathartica* 114; *J. curcas* 114; *J. gossypifolia* 111
jessaminen 67
jezuïetenschors 204, 205
jicamilla 114
Jussieu, Antoine Laurent de 14

kaasjeskruidfamilie (Malvaceae) 191
kafferkoren 183
Kalmia spp. 78; *K. angustifolia* 78; *K. latifolia* 78
kamille 160
kaneel 171
kappertjes 120
kappertjesfamilie (Capparidaceae) 120
Karwinskia humboldtiana 187
kegelsleutelbloem 109
kerstroos 124, 126
kidneybonen 102, 146, 147, 186
kinine/kinidine 202, 204–5
Kirk, John 57
klaver 103; honing- 102, 157, 170–71
klein hoefblad 161
klimlelie 152, 153

- knoflook 143; goudlook 213; wilde 58, 152
knolamaniet, groene 34, 161
knolamanieten 34, 35, 161
kokkelsbes 70, 71
kolokwint 151
kombe 55, 56–7
komkommerfamilie (Cucurbitaceae) 150–51
komkommer 150; bittere 19, 150; spring- 150, 151; wilde 150, 151
koninginnekruid 161
konzo 178, 182, 185, 187
kool 120, 121
koortsboom 204
koraalboom 97, 102
kowhai 104
kruiskruid 161, 167
- Laburnum* spp.: *L. alpinum* 104; *L. anagyroides* 93, 104, 105
lactonen, -ring 55, 70; sesquiterpene 64, 70–73; steroïdale 46; onverzadigde 126–7
Landsteiner, Karl 147
Laportea moroides 110
Lathyrus spp. 185; *L. odoratus* 187; *L. sativus* 102, 186–7
lathyrus, welriekende 187
laudanum 196, 200
laurier, berg- 78; schapen- 79; 'sheep kill' 79; Texaanse berg- 104
laurierfamilie (Lauraceae) 171
lavendelhei 78
lectinen 114, 135, 143, 146–9, 186
lelietje-van-dalen 54, 58
Leucium spp. 212; *L. aestivum* 213
leukemie 119, 208–9
Levantbes 71
leverbloempje 127
leverkruid, purper 161
lievevrouwebedstro 171
lignanen 209, 210, 211
limaboon 147
limoenziekte 129
linamarine 115, 184
Linaria vulgaris 16
Linnaea borealis 14
Linnaeus, Carl 14, 15, 16, 50, 61, 116, 209, 213
Litchi chinensis 159
locokruid 179, 190–91
Loganiaceae 66, 67, 94, 96
looierstruik 72
lookfamilie 84
loop voorzichtig/zacht 111
Lophophora williamsii 65, 105
- lotaustraline 184
Lotus tetragonolobus 147
lupine 105
lupinine 105
Lupinus albus 105
lychee 159
Lycium chinense 138
lycorine 142–3
Lycoris spp. 142; *L. radiata* 142, 143, 213
lyserginezuurdiethylamide (LSD) 65, 88
- ma huang 214, 215
ma sang 72
maagdenpalmfamilie (Apo-cynaceae) 37, 52–3, 54, 56, 58, 66, 68, 69, 208
Madagaskarmaagdenpalm 43, 52, 197, 208–9
Maharbal 82
Maiwein 171
mala mujer 111
Malpighiaceae, zie Barba-doskersfamilie
Malus domestica 183
Malvaceae, zie kaasjeskruidfamilie
Mandragora spp. 81, 82, 138, 201; *M. autumnalis* 82; *M. officinarum* 82
Mangifera indica 130
mango 130
Manihot esculenta 115, 184–5
maniok 184
manzanillaboom 114, 118
Melanthiaceae, zie eenbe-sfamilie
Melia azadirachta 216
Meliaceae 216–17
Melilotus spp. 102; *M. albus* 170; *M. dentatus* 171; *M. officinalis* 157, 170
melkdistel 161
melkstruik, Afrikaanse 117
melkziekte 161, 179, 191
Mendel, Gregor 17
Menispermaceae 71, 94, 95, 169
Mentha spp. 122
menthol 122
Merian, Maria Sibylla 103
mescalbonen 104, 105
mescaline 65, 87, 105
mescalknopen 87
mezereon 119
moerasspirea 202, 203
moerbeifamilie (Moraceae) 59, 109
moita de calango 191
monnikskap 14, 21, 46, 47, 48–9, 124
Moraceae, zie moerbei-familie
morfine 25, 27, 41, 173, 200–01
mosterd 121, 175
mosterdbom 22, 120–21
mosterdolie 109, 175
munt 122
- N,N*-dimethyltryptamine (DMT) 65, 86, 87
nachtschade 15, 138; zwarte 138, 139; zilver-blad- 135
nachtschadefamilie (Solanaceae) 15, 27, 65, 80–82, 98–9, 122, 135, 138–9, 140, 163, 201, 217
narcis 142
narcisfamilie (Amaryllidaceae) 84, 135, 142, 143, 212, 213
narcisklokje 212
narcissen 142–3, 212–13
Narcissus spp. 142, 212; *N. pseudonarcissus* 142–3, 212–13; *N. pseudonarcissus* 'Carlton' 213
nasturtium 120
nectar 21, 73, 79, 93, 157, 167
neemboom 197, 216–17
neonicotinoïden 93
Nerium oleander 8, 12, 58
netelboom, Australische 111
Nicotiana spp. 98–9, 139, 217; *N. attenuata* 99; *N. glauca* 98; *N. rustica* 98; *N. tabacum* 92, 98
nicotine 12, 43, 92, 93, 98–9, 100, 104, 105, 217
nieskruid/-wortel 60, 124, 126; zwart 124; Californische 193; wit 43
Nitrariaceae 86
noradrenaline 38, 39, 65, 215
norefedrine 214–15
norepinefine, zie noradrenaline
Nostoc spp. 189
nux vomica 64, 66, 96
- odollamboom 37, 53
Oenanthe spp. 64, 76–7; *O. crocata* 74, 76; *O. javanica* 76
oenanthotoxine 74, 76–7
oepasboom 59
oleander 8, 12, 58; klim-mende 57; gele 58
ololiuqui 89
ontgiftig 34, 35, 49, 115, 120, 151, 157, 185, 187, 188
opiaten 41, 68, 201
opium 173, 196, 200–01
- ouabaïne 56, 57, 59
oxytroop 190
Oxytropis spp. 190; *O. lambertii* 191; *O. sericea* 190
- paclitaxel 43, 46, 50, 209, 211
Palicourea marcgravi 181
palmvarens 178–9, 188–9
papaja 120
Papaver spp. 173; *P. somniferum* 18, 22, 27, 87, 172, 200–01
papaver, stekel- 173, 174–5;
Papaveraceae, zie papaver-familie
papaverfamilie (Papaveraceae) 125, 157, 172–3, 174, 200
Paracelsus 127, 196
pareira brava 92, 94, 95
parquin 163
Pascalina glauca 163
pastinaak 18, 74, 76, 101, 129
Pastinaca sativa 18, 101, 129
paternosterboon 146
Pausinystalia johimbe 69
Peganum harmala 86
peperboompje 119
peperboompjesfamilie (Thymelaeaceae) 116, 119
Peruaanse schors 202, 204
Perzische chrysant 217
pesticiden 93, 216–17
Petasites spp. 161
peyotecactus 24, 65, 86, 87, 105
Phaseolus spp.: *P. coccineus* 102; *P. lunatus* 147; *P. vulgaris* 102, 146, 147, 186
Philodendron spp. 112
Phoradendron spp. 12
Physostigma spp. 197; *P. venenosum* 197, 206, 207
Picrodendron baccatum 71
picrotoxine/picrotoxinine 70, 71, 73
Pieris spp. 78
pijlgif 50, 52, 55, 56–7, 59, 71, 84–5, 92, 94–7, 114, 149
pijpbloem 157, 168–9
pijpbloemfamilie (Aristolochiaceae) 168
pilocarpine 207
Pilocarpus spp. 197, 207; *P. pennatifolius* 207
pimelea 119
Pimelea spp. 119; *P. haemostachya* 119
- Poaceae, zie grassenfamilie
podofyllotoxine 197, 209, 210–11
Podophyllum spp.: *P. hexandrum* 197, 210–11; *P. peltatum* 197, 210–11
poinsettia 21, 117
polyacetylene alcoholen, zie polyynen
Polygala spp.: *P. senega* 27; *P. tenuifolia* 27
Polygonaceae, zie duizend-knoopfamilie
polyketiden 25, 26, 103
polyynen (polyacetyleen-zuur) 64, 74, 76
pong-pong 53
potloodboom/cactus 114, 117
Primula obconica 109
proscillaridine 60
protoanemonine 109, 124, 125, 126–7
pruikenboomfamilie (Anacardiaceae) 26, 130
pruim 23, 183
Prunus spp.: *P. amygdalus* 183; *P. armeniaca* 182, 183; *P. avium* 183; *P. domestica* 183; *P. persica* 23, 183
pseudofedrine 214, 215
Psoralea corylifolia 129
psoralenen 75, 109, 128–9
Psychotria spp.: *P. ipecacuanha* 136; *P. viridis* 87
ptachiloside 192–3
Pteridium aquilinum 179, 192–3
Pulsatilla spp. 126
purgeernoot 114, 118
Putranjivaceae 120
pyrethrinen 217
- Quercus petraea* 33
- rabarber 144–5
Radix Polygalae Tenuifoliae 27
Rafflesia arnoldii 12
Raleigh, Sir Walter 94
ranonkelfamilie (Ranunculaceae) 46, 47, 48, 54, 58, 60, 109, 124–5, 126–7
Ranunculaceae, zie ranon-kelfamilie
ranunculine 124, 125, 126–7
Ranunculus spp. 124; *R. falcatus* 127; *R. ficaria* 125; *R. repens* 124; *R. testiculatus* 127
Rauvolfia serpentina 69
redoul 72
reserpine 69

- resiniferatoxine 116, 123
Retama spp. 104
 Rhamnaceae, zie wegedoornfamilie
Rhamnus spp. 144; *R. frangula* 135
Rheum spp. 144, 145; *R. hybridum* 145; *R. officinale* 144; *R. palmatum* 144, 145; *R. rhubarbarum* 145
Rhododendron spp. 21, 79; *R. ponticum* 78–9
Rhus spp. 130; *R. radicans* 130; *R. toxicodendron* 130; *R. typhina* 130
 ricine 114, 135, 146, 147, 148–9
Ricinus communis 114, 146, 148–9
 ridderspoor 47, 48, 124, 190
risus sardonius 67, 77
 rivastigmine 207, 213
Rivea corymbosa 89
 rotenone 217
 rozenfamilie (Rosaceae) 49, 183, 202
 rubber 27, 52, 115
 Rubiaceae, zie sterbladigenfamilie
Ruta graveolens 109, 129
 Rutaceae, zie wijnruitfamilie
 ruwbladigenfamilie (Boraginaceae) 67, 164, 165, 166
 sagopalm, smalbladige 188–9
 Salicaceae, zie wilgenfamilie
 salicine 202–3
 salicylzuur 202–3
Salix spp. 202; *S. alba* 202, 203
Sanguinaria canadensis 172, 173
 sanguinarine 157, 173, 174–5
 Sapindaceae, zie zeepboomfamilie
 saponinen 27
Scadoxus spp. 142
 scheerling, gevlekte 75, 100–01
 schermbloemenfamilie (Apiaceae) 74–5, 76, 100–01, 109, 128–9
 schildvoetblad 197, 209, 210–11
Schinus terebinthifolius 131
 Schisandraceae 70
Scilla spp. 61: *S. bifolia* 61; *S. maritima* 60, 61
 scilliroside 60
 scopolamine (hyoscine) 43, 65, 80, 138–9; hydrobro-mide 139
 Scoville-eenheden 116, 123
 Scoville, Wilbur 123
Secale cereale 89
 selderij 19, 76, 129
Senecio spp. 161; *S. burchelli* 166; *S. ilicifolius* 166; *S. inaequidens* 167; *S. vulgaris* 167
 senegawortel 27
 senegine 27
Senna spp. 102, 144; *S. alexandrina* 102
 serotonin 38, 39, 65, 110
 shikimi 70, 71
Sida spp.: *S. carpinifolia* 191; *S. rhombifolia* 191
 signatuurleer 127, 168
Silybum marianum 161
 simplexine 119
Sinapis alba 121
Sinopodophyllum spp. 210; *S. hexandrum* 210
 sint-janskruid 129
 sint-jozefplant 142
 slaapbol 18, 22, 27, 87, 172, 173, 202–3
 slaapspons 82, 201
 slangehout 69
 slangenkruid 165
 slangenvortel, Chinese 168; witte 161, 191
 slangkalebas 150, 151
 smalbladige sagopalm 189
 smeervortel 157, 164, 165, 190
 sneeuwkllokje 142, 212, 213
 Socrates 75
 sojaboon 42
 Solanaceae, zie nachtschadefamilie
 solanine 140
Solanum spp. 135, 138, 139, 140; *S. dulcamara* 139; *S. elaeagnifolium* 135; *S. lycopersicum* 138; *S. melongena* 138; *S. nigrum* 138, 139; *S. scabrum* 139; *S. tuberosum* 138, 140–41
Sophora spp. 104; *S. secundiflora* 104
Sorghum spp.: *S. bicolor* 183; *S. vulgare* 183
Spartium spp. 104
Spathiphyllum spp. 112
 speenkruid, gewoon 125, 126, 127;
 spinlelie, rode 142, 143, 213
Spiraea spp.: *S. japonica* 49; *S. ulmaria* 202
 sporkehout 135
 stekelnoot 139, 156, 162, 163
Stephania tetrandra 169
 steranijs 64, 70, 71
 sterbladigenfamilie (Rubiaceae) 66, 69, 87, 137, 171, 181, 204
 steroïden 25, 27, 46, 47, 52, 54–5, 96, 151, 199
 stinkende gouwe 173
 Stone, ds. Edward 202
Striga spp. 12
 strofanthinen 55, 56–7
Strophanthus spp. 55, 56–7; *S. amboensis* 52; *S. gratus* 57; *S. hispidus* 57; *S. kombe* 56, 57; *S. sarmentosus* 57
 strychnine 25, 64, 66–7, 71, 76, 77, 96, 98, 100
 strychnineboon 66
Strychnos spp. 66, 67, 94, 96; *S. icaja* 67; *S. ignatii* 66; *S. nux-vomica* 64, 66, 96; *S. spinosa* 67; *S. toxifera* 96
 Sturts woestijnerwt 179
 sumak, gif- 130
Swainsona spp. 190; *S. formosa* 179
 swainsonine 179, 190–91
 symfytine 165
Symphytum spp. 165, 190; *S. asperum* 165; *S. officinale* 157, 164, 165; *S. x uplandicum* 165
 tabak 43, 92, 93, 98–9, 139, 217
Tabernanthe iboga 65, 68
Tanacetum spp.: *T. cinerariifolium* 161, 217; *T. coccineum* 161, 217
 tanninen 19, 23, 26, 27, 33
 taro 113
 taxinen 46, 50, 51
 taxus 46, 50–51, 214; Pacifische 43, 46, 209, 211
Taxus spp. 46, 50, 214; *T. baccata* 46, 50–51; *T. brevifolia* 43, 46, 209; *T. jurassica* 50
 teniposide 211
 terpenen 25, 27, 55, 70, 126, 161, 162, 192, 193; diterpenen: esters 109, 116–19; glycosiden 161; kaurene glycosiden 139, 162–3; sesquiterpenen 64, 72, 73; lactonen 64, 70–73; picrotoxane-type 72–3; triterpenen 47, 54, 55, 151, 216; limonoiden 216–17; saponinen 27
Thevetia peruviana 58
 thevetinen 58
 thiaminase 192, 193
 Thymelaeaceae, zie peperboomjesfamilie
 tonkabonen 170
 torkruid 74, 76–7
Toxicodendron spp. 109, 130; *T. pubescens* 130; *T. radicans* 130, 131
 toxiferine 96
Tragia spp. 111, 114; *T. ramosa* 111
 tremetone/tremetol 161, 179, 191
Trichosanthes cucumerina 150, 151
 tropine 80
 tryptaminen 38, 65, 66, 86, 87
 tubocurarine 92, 95, 96
 tungolie/-boom 115
Turbina spp.: *T. cordata* 191; *T. corymbosa* 89
 turmus 105
Tussilago farfara 161
 tutine 71, 72–3
 tutu's 64, 72–3
 ui 142, 143, 152; zee- 60; lente- 143
Ulex spp. 104
Ungernia victoris 213
Urtica spp. 110, 111; *U. dioica* 110; *U. gigas* 111; *U. gracilis* 110; 'U. urentissima van Blume' 111; *U. spathulata* 111
 Urticaceae, zie brandnetelfamilie
 urushiol 109, 130–31
 van Gogh, Vincent 55
 varen 179, 192–3
 veenreukgras 171
 venijnboom 46, 50–51, 214
Veratrum spp.: *V. album* 43; *V. californicum* 193
Vernicia fordii 115
 vilca-boom 38
 vincristine 208, 209
 vingerhoedskruid 46, 55, 58, 198–9
 vingerrot 111
Viscum spp. 12
 visgif 27, 71, 114, 117, 119
 vitrageplant 61
 vlinderbloemenfamilie (Fabaceae) 42, 86, 93, 97, 102–3, 104–5, 109, 144, 146–7, 164, 166, 170, 178, 181, 186, 190, 206, 217
 vuurballelie 85
 Wallace, Alfred Russel 16
 warfarine 171
 waterscheerling 20, 64, 74, 76–7
Wedelia glauca 163
 weegbreefamilie (Plantaginaceae) 54, 58, 198
 wegedoornfamilie (Rhamnaceae) 144, 187
 wegedoorns 144
 westenwindlelies 142
 wijnruit 109, 129; Syrische 86
 wijnruitfamilie (Rutaceae) 109, 129, 207
 wildemanskruid 126
 wilg 202, 203
 wilgenfamilie (Salicaceae) 202
 windefamilie (Convolvulaceae) 88, 89, 191
 winterik 33
 Withering, William 198
 wolfskers 23, 81, 138
 wolfsmelk 18, 114, 116–17, 123
 wolfsmelkfamilie (Euphorbiaceae) 109, 111, 114–15, 116–18, 119, 146, 148, 184
 wonderolieboom 114, 146, 148–9
Xanthium spp. 139; *X. strumarium* 156, 162, 163
Xanthosoma sagittifolium 113
 xi shu 43
 yohimbe 69
 yopo 65, 86, 102
Zamia furfuracea 189
 Zamiaceae 188, 189
 zee-ui 60, 61
 zeedruivenfamilie (Ephedraceae) 214
 zeepboomfamilie (Sapindaceae) 158–9
 zelfmoordboom 53, 58
Zephyranthes spp. 142
 zijdeplanten 43, 52, 53
 zomeralsem 205
 zomerklokje 213
 Żubrówka 171
 zwarte zilverkaars 125