

# NARCOSE BIJ PLANTEN

DOOR

HUGO DE VRIES.

Onder de verschijnselen, die aan planten en dieren gemeenschappelijk zijn, begint de narcose of bedwelming meer en meer de aandacht te trekken. Want het schijnt dat de bedwelming als een gedeeltelijke vergiftiging of als een begin daarvan kan worden beschouwd, zoodat in de studie der narcotische processen een bron voor de verklaring van de werking van vergiften, en tevens van vele pharmaceutisch en medisch belangrijke stoffen zal kunnen worden gevonden.

De werking van deze stoffen hangt in het algemeen in de eerste plaats af van haar vermogen, om min of meer gemakkelijk in het levend protoplasma binnen te dringen en zich daarin op te hoopen. Want stoffen die niet of zoo goed als niet binnendringen, zullen, afgezien van wateronttrekkende werkingen bij te hooge concentratie, in het algemeen wel neutraal en onschadelijk zijn.

Onder deze omstandigheden komt het mij niet onbelangrijk voor, hier een overzicht te geven van de nieuwste onderzoekingen op dit gebied, in het einde van het vorige jaar door ERNST OVERTON te Zürich en dezer dagen door W. JOHANNSEN te Kopenhagen bekend gemaakt. De eerste schrijver houdt zich met de theoretische zijde van het vraagstuk bezig, terwijl de studiën van den laatsten meer rechtstreeks een practisch doel: het trekken van planten in den winter, beoogen.

Het levend protoplasma bezit, zooals men reeds lang weet, het vermogen bepaalde stoffen door te laten en andere niet, of zoo goed als niet. Dit vermogen zetelt deels in de allerbuitenste laag, en be-

schermt daardoor de kernen, bladgroenkorrels, het stroomend protoplasma en andere belangrijke deelen tegen van buiten inwerkende schadelijke invloeden. Ten deele zetelt het in de wanden der vacuolen, waardoor het in deze de ophooping van allerlei stoffen toelaat, die, als zij door den wand in het protoplasma konden dringen, dit zouden beschadigen of zelfs doden. Tal van vergiften kunnen zóó in cellen liggen, zonder deze te hinderen, zelfs het zeer sterke zuringzuur is in het celvocht van *Begonia's* en andere planten zóó opgehoopt dat het, als het de wanden der vacuolen kon doorbreken, al het protoplasma zou doden en zelfs de groene kleurstof zou vernietigen.

De eerste vraag is dus, waaraan deze moeilijke doorlating van opgeloste stoffen is toe te schrijven. De vraag is natuurlijk slechts schijnbaar zoo eenvoudig, daar met de belemmering van bepaalde stoffen het gemakkelijk doorlaten van andere gepaard gaat, en vooral omdat dit vermogen bij de cellen van de eene plantensoort geheel anders kan zijn, dan bij andere planten. Voor de studie der narcose kan men echter, voorloopig, de bijzondere eigenschappen weglaten, en zich tot diegene beperken, die aan plantencellen in het algemeen eigen zijn.

OVERTON stelt nu de meening op, dat in de beide genoemde wanden van het protoplasma een bepaalde scheikundige stof afgezet zou zijn, wier oplossingsvermogen over het al of niet, en evenzoo over het snel of langzaam binnendringen zou beslissen. Of het één zoogenoemd scheikundig lichaam, dan wel een groep van verwante stoffen is, is vooralsnog niet te beslissen en ook niet van belang, vooral daar in zoovele gevallen in het plantenrijk tegenwoordig groepen van stoffen bekend zijn, waar men vroeger slechts met ééne of enkele weinige te doen meende te hebben (suikers, looistof, kurkstof, enz.)

De stof, die de permeabiliteit van het protoplasma bepaalt, zou dan het *cholesterine* zijn, of een verwante stof, b. v. een cholesterine-ester, of een groep van zulke lichamen.

Het cholesterine ( $C_{26}H_{44}O$ ) is een in planten en dieren zeer algemeen verspreide verbinding, die in planten vooral in zaden — erwten, bonen, amandelen, enz., verder in vele vruchten — olijven —, en in jonge plantendeelen overal gevonden wordt. Het is in olie oplosbaar, en gaat dus bij het uitpersen in de amandelolie en olijfolie over, en is in deze het meest bekend, wat het plantenrijk betreft. Veel meer bekend is echter zijn voorkomen in het dierenrijk, waar het vooral in de gal, verder in het bloed en in allerlei weefsels voorkomt. Het wordt, met name in de zenuwen en de hersenen, reeds langen tijd

als een deel der weefsels beschouwd, daar men weet, dat het noch opgelost, noch ook gekristalliseerd voorkomt.

De naamsafleiding van *chole* (gal) en *stearine* (vet) wijst voldoende op de oudste bekende eigenschappen dezer stof.

Het cholesterine is onoplosbaar in water, doch oplosbaar in kokenden alcohol, waaruit het bij bekoelen in glanzende kristallen zich afzet; het is verder oplosbaar in aether, chloroform, benzol en petroleum. Evenzoo in zeep, vette oliën, enz.

Deze eigenschappen wijzen er op, dat omgekeerd in cholesterine de stoffen die tot de reeks der aethers, alcoholen, benzolen, oliën en vetten behooren gemakkelijk; neutrale, in water oplosbare zouten daarentegen moeilijk oplosbaar zullen zijn.

Het is nu juist door een vergelijkende studie van de snelheid van het indringen van een zeer groot aantal stoffen in levend protoplasma, dat OVERTON tot zijne meening gekomen is. Men kan die stoffen in een lange reeks plaatsen, beginnende met de snelst indringende en opklimmende tot minder en minder sterk diffundeerende verbindingen. Enkele voorbeelden uit die reeks mogen hier volstaan.

Alle stoffen, die in aether, vette oliën en verwante oplossingsmiddelen gemakkelijker oplosbaar zijn dan in water, dringen met zeer groote snelheid in het levend protoplasma binnen, terwijl omgekeerd de protoplasten impermeabel zijn voor nagenoeg alle verbindingen, die wel in water, doch niet in aether of olie oplosbaar zijn.

In bepaalde scheikundige groepen neemt, b.v. bij substitutie, het indringend vermogen voor cellen in dezelfde mate af of toe als de oplosbaarheid in aether en olie. Zoo dringt ureum langzaam in het protoplasma in. Methyl- en aethyl-ureum zijn in aether meer en in water minder oplosbaar dan ureum; zij dringen dan ook in protoplasten sneller binnen. Nog sterker is dit bij dimethyl- en diaethyl-ureum, en bij methyl-acetyl-ureum, enz., terwijl trimethyl- en triaethyl-ureum bijna oogenblikkelijk in het protoplasma binnendringen.

Glycerine dringt eveneens slechts langzaam in; het is in water volkomen oplosbaar. Zijne substitutieproducten, die in water moeilijker, doch beter in aether en olie oplosbaar zijn, dringen veel sneller in.

Vrije alcaloïden dringen snel in, zij zijn zeer vergiftig; zij hebben dit vermogen om zoo te zeggen aan hun oplosbaarheid in aether te danken. De zouten der alcaloïden (b.v. zwavelzure chinine) dringen bijna niet in 't levend protoplasma in, of slechts in die mate waarin zij zich splitsen en het alcaloïde vrij laten worden.

Dezelfde regels gelden voor aniline-kleurstoffen en beheerschen het gebruik van deze in de microchemie. Jodium, osmiumzuur en picrinezuur dooden snel; zij zijn in vette oliën gemakkelijk oplosbaar. Sublimaat is in tegenstelling met de meeste zouten in aether, olie, lanoline, enz. gemakkelijk oplosbaar en werkt daarom zoo snel vergiftigend in. Daarentegen is een ander gebruikelijk fixeeringsmiddel, het kaliumbichromaat, juist daarom zoo ongeschikt, omdat het slechts langzaam indringt en de cellen sterk plasmolyseert (het protoplasma contraheert), vóór het ze doodt en fixeert.

Al deze en tal van overeenkomstige feiten pleiten er voor, dat de moeilijk permeable lagen der protoplasten deze eigenschap te danken hebben aan de drenking met een stof, wier oplossingsvermogen met dat van vette oliën in hoofdzaak overeenkomt. Die stof is dan waarschijnlijk de cholesterine of een verwante; het kan geen gewone olie zijn, daar proeven over verzeeping niet tot een resultaat voerden.

In al deze opzichten schijnt tusschen plantaardige en dierlijke cellen principieele overeenkomst te bestaan. Onderzoekingen met protozoën, met allerlei ongewervelde dieren, met donderpadden en verschillende soorten van zoogdieren leerden, dat de osmotische eigenschappen hunner cellen in hoofdzaak met die der planten overeenkomen. En daar tevens het cholesterine in het dierenrijk zoo mogelijk nog algemeener voorkomt dan in het plantenrijk, schijnt een gelijke verklaring voor beide rijken gewettigd.

De stoffen, die in de levende cellen binnendringen, kunnen daarbij in twee hoofdgroepen verdeeld worden. Bij sommige ontstaat spoedig een evenwichtstoestand tusschen de concentratie der stof in de cel, en die in de omgevende vloeistof. Zoolang de laatste niet veranderd wordt, blijft ook de eerste dezelfde. Het is een verhouding als die van een oplosbare stof in een mengsel van twee onderling niet of onvolledig mengbare oplossingsmiddelen, b. v. van bladgroen in alcohol en olie, die samen geschud worden. Er ontstaat een evenwicht, waarbij de concentratie in beide oplossingsmiddelen niet dezelfde is, doch, om het eenvoudig uit te drukken, met dezelfde osmotische spanning overeenkomt. Zulke stoffen bereiken dikwijls in weinige seconden in de cellen dezelfde concentratie als daarbuiten.

Bij de andere groep van stoffen, die het protoplasma binnenlaat, gaat dit anders. Zij hoopen zich daarin allengs op. Het is een progressief indringen, waarbij langzamerhand de concentratie in de cellen zeer belangrijk kan toenemen.

Tot de eerste groep behoort vooral aether, tot de tweede b. v. allylalcohol, formaldehyde en blauwzuur.

Afgezien van tal van bijzondere gevallen en talloze overgangen, kan men het gedeeltelijke indringen als kenmerk der bedwelmende stoffen, het progressieve indringen als een eigenschap der vergiften beschouwen.

Ik beperk mij dus tot de eerste groep. Is de concentratie der indringende stof voor elke concentratie in de aangeboden vloeistof constant, dan kan men natuurlijk de eerste willekeurig regelen, door eenvoudig de laatste te veranderen.

Dit is het beginsel der narcose of bedwelming. Men behoeft slechts de concentratie op te zoeken, waarbij deze optreedt, om haar telkens weer terug te kunnen krijgen, en tevens zoo lang constant te kunnen houden, als zij zelve niet den dood ten gevolge heeft. Vermindert men de concentratie der uitwendige oplossing, zoo houdt de narcose terstond op, verhoogt men haar, zoo heeft dit meest zeer spoedig den dood ten gevolge. Men kan deze narcose-verwekkende concentratie met overton de kritische concentratie noemen.

De narcotische kracht eener stof is dan des te grooter naarmate een geringere dosis der stof noodig, en dus de kritische concentratie lager is. Zoo vindt men dat in het algemeen, binnen bepaalde scheikundige reeksen, de narcotische werking met het moleculairgewicht toeneemt.<sup>1</sup> Zoo werkt b. v. amyralcohol in veel geringere sterkte bedwelmend dan aethyl- of methylalcohol. Verder neemt de narcotische kracht toe als waterstof door chloor, nog meer als zij door broom en nog sterker als zij door jodium vervangen wordt. Chloroform en jodoform kunnen hier als voorbeelden worden genoemd. Al zulke proeven gaan met ondergedoken waterplanten, of met waterdiertjes zooals donderpadden, zeer gemakkelijk. In de eerste bestudeert men de beweging van het stroomend protoplasma, bij voorkeur b. v. in de wortelharen van *Hydrocharis Morsus Ranae*.

Onder alle bedwelmende stoffen is gewone aether (zwavel-aether) de gemakkelijkste in het gebruik en ook theoretisch de meest aanbevelenswaardige. De bedwelmende concentratie ligt tusschen  $\frac{1}{4}$  en  $\frac{1}{3}$  volumpercent (0.025 en 0.033 grammolecule per liter). De bedwelming duurt zoolang als deze concentratie onveranderd blijft; zij houdt met het verwijderen van den aether plotseling op, doch zou

<sup>1</sup> Ik verwijs naar de cijfers, in deze richting door VAN DE VELDE gevonden en in het *Bijblad* van dezen jaargang op blz. 30 medegegeeld.

bij verhooging der concentratie tot den dood leiden. De narcose kan  $2 \times 24$  uur duren, zonder gevaar voor het leven.

De proeven van JOHANNSEN hebben betrekking tot den invloed der narcose op het trekken van planten in den winter. Overeenkomstig met het laatstgemelde gebruikt hij nagenoeg uitsluitend aether, en laat hij de narcose in den regel  $2 \times 24$  uren duren. Is een sterkere narcose noodig, dan neemt hij  $2 \times 48$  uren, met een rustperiode, of juister met een periode zonder bedwelming van twee etmalen in het midden. Als belangrijkste plant voor het trekken, en tevens als voorbeeld voor de overige soorten, kiest hij de sering.

Voor een juist begrip is het noodig vooraf het een en ander omtrent de physiologie van het trekken in herinnering te brengen.

De winterrust onzer planten is slechts schijnbaar een periode van rust. Belangrijke physiologische en chemische processen vinden in dien tijd in de cellen en weefsels, met name in de nabijheid der knoppen, plaats. En de wortels rusten niet; zij groeien den geheelen winter langzaam door, als de grond tenminste niet bevroren is. Vandaar dat vroeg in den winter verplante boomen en heesters zich nog voor een goed deel bewortelen kunnen, vóór zij hunne knoppen laten uitloopen.

Omzettingen van reservestoffen in den winter, of liever in het najaar, leert het microscoop ons kennen. De physiologische veranderingen blijken daaruit, dat een plant in het najaar nog niet gereed is om uit te loopen; deze gereedheid wordt eerst allengs bereikt, gedurende den toestand van schijnbare of uitwendige rust.

Maar onze winter is te lang, zooals iedereen wel weet. Hij is ook te lang voor de planten. Deze zijn reeds geruimen tijd klaar vóór het voorjaar begint.

Vandaar dat men de rustperiode kan verdeelen in een natuurlijke en een gedwongen »rustperiode". De eerste is die, waarin de knoppen en weefsels dien graad van rijpheid bereiken, dien zij noodig hebben om uit te kunnen botten; de tweede is de tijd, die er na de eerste verloopt, totdat de temperatuur voor dit uitbotten voldoende is.

Hierop berust nu het trekken. Zoodra de natuurlijke rustperiode voorbij is, hangt het alleen maar van de temperatuur af of de knoppen uithotten of niet. Voorondersteld natuurlijk dat de noodige vochtigheid niet ontbreekt. Men kan in Januari takken van elzen, hazelaars, wilgen, appelen, peren, kornoelje, enz. enz. afsnijden en in een gestookt vertrek in water plaatsen; men zal ze dan bijna ter-

stond zien gaan uitbotten en reeds lang bloeien, als buiten nog geen spoor van het openbarsten der knoppen te zien is. Wel worden de bloemen dikwijls niet fraai, maar dit is toe te schrijven aan een gebrek aan voldoende licht in de donkere wintermaanden, waardoor de jonge, uitlopende blaadjes zich bijna niet voeden kunnen.

Men behoeft nu slechts voor elke plantensoort te onderzoeken, wanneer de natuurlijke rust afgelopen is en de gedwongen rust begint. Dan kan ook het trekken beginnen. Maar de eene periode gaat niet voor alle knoppen tegelijk in de andere over; men doet dus goed niet te beginnen, voor dat alle knoppen, wier uitbotten men wil bevorderen, de natuurlijke rust volbracht hebben.

Ik heb hierover niet verder uit te weiden en met name niet te bespreken, door welke middelen men het begin der rustperiode in het najaar kan vervroegen, met het doel die periode dan ook vroeger te doen eindigen. Dit is natuurlijk, bij het kweeken van planten ten behoeve van het trekken, een vraagstuk van groot belang.

Knoppen, die gewoonlijk in den winter rusten, kan men reeds in den vorigen zomer doen uitloopen, door de gewassen te ontbladeren. Iedereen kent het St. Jans-lot en weet, hoe door nachtvorsten ontbladerd eikenhakhout zich daardoor weer bebladeren kan. Men kan dus nog een voorperiode van rust onderscheiden, waarin de knoppen rusten zoolang de takken bebladerd zijn, maar bij gemis daarvan zouden uitloopen. Deze periode houdt voor de sering in Juni en Juli op; in Augustus kan men de knoppen door ontbladering niet meer tot uitloopen dwingen.

De natuurlijke rust duurt voor de sering tot in November; in het laatst van die maand en in December kan men beginnen ze te trekken, en dit is dan ook zeer algemeen gebruikelijk. Ik behoef slechts aan de enorme hoeveelheden bloeiende sering-takken te herinneren, die met Kerstmis en Nieuwjaar verkocht worden, en die, b.v. voor de Parijische markt, voor 't grootste gedeelte in de omstreken van Parijs zelf worden getrokken.

Ik kom nu tot de werking der bedwelming. Deze verkort de natuurlijke rustperiode. Zij doet haar later beginnen en vroeger eindigen. De voorperiode van rust eindigt dan in plaats van in Juni en Juli, in Augustus en September; de gedwongen rust begint in October in plaats van in November.

Men versta mij wel. Elke plant wordt natuurlijk slechts eenmaal (gedurende  $2 \times 24$  uren) bedwelmd. Men doet dit met de eene plant

in Juli, met de andere in Augustus, enz., en gaat de uitkomst daarvan na. Het resultaat bespreken wij afzonderlijk voor het begin en voor het einde der natuurlijke rustperiode en beginnen met het laatste.

Als men half October een rustende sering bedwelmt en dan terstond daarna in een warme kas brengt, dan gedraagt zij zich alsof het December was. Zij begint uit te loopen en ontplooit hare bloemtrossen even fraai als zij zonder bedwelming eerst later zou doen. De bladeren blijven klein en bleek en teer, zooals men ze van de nieuwjaarsseringen kent. Doet men de proef vroeg of laat in October, dan ziet men hetzelfde als vroeg of laat in November zonder bedwelming; in 't eerste geval loopen weinig, in 't laatste talrijke knoppen uit. In October komen de knoppen dus in een toestand, waaruit zij door warmte alleen nog niet gewekt kunnen worden, maar wel door kaswarmte met voorafgaande bedwelming.

Om kort te gaan: Het trekken van seringen kan met behulp der narcose een maand vervroegd worden.

Eenzoo in Juli en Augustus: De periode waarin ontbladeren tot uitbotten aanleiding geeft kan door bedwelming worden verlengd. Als men twee seringen in die maanden tegelijkertijd ontbladert en de eene bedwelmt, doch de andere niet, zoo zal men de eerste zien uitloopen, terwijl de andere in rust blijft. Eenzoo in Augustus en het begin van September. Echter niet meer in 't eind van September en 't begin van October; dan is de rust te diep, zij kan door narcose niet, of nagenoeg niet verstoord worden.

Men kan dus in Juli en Augustus door dit middel uitbottende seringen hebben. Echter zijn de knoppen in Juli natuurlijk nog slechts in 't begin van hun ontwikkeling; eerst in Augustus vindt men daarin de bloemtros in miniatuur, zoodat men reeds in September bloeiende seringen kan hebben! Doch dit meer als proef en niet in de praktijk, daar zulke knoppen natuurlijk niet voldoende ontwikkeld zijn om fraaie trossen te geven.

Voor de praktijk is het vervroegen van het einde der natuurlijke rust het eenige wat van belang is. Bij de algemeene jacht, om zijne concurrenten in de levering van groenten, bloemen, enz., enkele weken vóór te zijn, is de mogelijkheid om een volle maand vroeger met hetzelfde succes te trekken, natuurlijk van groot belang. Het proces van JOHANNSEN wordt dan ook in Denemarken reeds op verschillende kweekerijen in het groot toegepast en geeft daar de resultaten, die men er van verwachtte. Bovendien schijnt het trekken in November



bij iets lager kas-temperatuur te kunnen geschieden dan in December, zoodat de productie-kosten, in plaats van verhoogd, verminderd worden.

De praktische uitvoering der bedwelming maakt geen gebruik van de theoretische cijfers, die OVERTON vond en die ik hierboven aanhaalde, ofschoon zij natuurlijk met dezelfde concentratie werkt. Trouwens de onderzoekingen van JOHANNSEN, hoewel later gepubliceerd, zijn ouder dan die van OVERTON; zij worden reeds sedert een aantal jaren in de praktijk toegepast.

Men gebruikt houten kasten, met een zijdeur of met een deksel van boven. Van binnen zijn zij met bladtin bekleed of met chromaatlijm bestreken, zoodat alle kieren goed dicht zijn. Deur en deksel moeten door schroeven of klemmen eveneens luchtdicht gesloten worden. In de kast plaatst men de sering en in potten of ballen aard en bedekt de wortels met droog zand, zoodat de aetherdamp ze niet of bijna niet bereiken kan. Dan hangt men bovenin een schaaltje, waarboven, door het deksel heen, een trechter staat, zoodat men het schaaltje met aether kan vullen als alles gesloten is. De aetherdampen zijn zwaarder dan de lucht en zakken dus omlaag, de ruimte vullend. Men giet een bepaalde hoeveelheid aether in het schaaltje; deze hoeveelheid wordt berekend naar de grootte der kast, doch is, al naar gelang der plantensoort, per cubiekmeter inhoud aan kleine wisselingen onderhevig. Men moet de juiste maat dus zelf bepalen, of van de cijfers van JOHANNSEN'S tabel gebruik maken. Voor de meeste soorten van sering en in potten neemt men 35—40 gram aether per hectoliter luchtruimte in de kast. De trechteropening sluit men met een kurk. Na 2 × 24 uur opent men de kast, neemt de planten er uit en brengt ze terstond in de kas, anders gaat de werking der narcose weer verloren.

Men zij vooral voorzichtig met vuur en licht: aether is zeer brandbaar, het mengsel van aether en lucht echter ontplofbaar. De aetherkast moet dus in een ruimte staan waar geen kachel is en de bewerkingen mogen slechts overdag, en dus zonder kunstlicht, gebeuren.

Men kan op deze wijze forceeren: *Azalea mollis* en *indica*, *Viburnum Opulus*, *Amygdalus*, *Persica*, *Prunus*, *Pyrus*, *Spiraea*, *Deutzia gracilis*, *Staphylea colchica*, verder *Convallaria majalis* vóór het planten in potten en tulpen na het begin der beworteling. De genoemde heesters hebben meest 35—40 gram aether per hectoliter nodig, evenals de sering en de lelietjes van dalen en de tulpen iets minder.

Zonder twijfel zal het bedwelmen weldra in de physiologie der

planten een even belangrijke rol gaan spelen, als het dit tot nu toe in de menschelijke physiologie en in de medische praktijk gedaan heeft. Allerlei processen zullen vermoedelijk blijken door deze methode min of meer gewijzigd te kunnen worden. En zulke wijzigingen zijn in vele gevallen juist dat, wat men noodig heeft om tot een volledig inzicht te komen. Aan de andere zijde kan de werking van geneesmiddelen en vergiften thans ook in het plantenrijk worden bestudeerd en zal men tenminste de algemeene verschijnselen op dit gebied kunnen ontdekken, zonder daartoe proeven op dieren of op menschen te behoeven te nemen. En zijn eenmaal die wetten voor planten gevonden, dan is het in den regel een veel eenvoudiger zaak ze op den mensch toe te passen, dan het zijn zoude als men ze eerst door proeven op menschen of dieren moest ontdekken.

Zoo aan elke experimenteele operatie op dieren of menschen een uitvoerig onderzoek op planten kon vooraf gaan, zou men in vele gevallen, evenals in het beschrevene, den weg kunnen bekorten, zonder de uitkomst te verminderen. De beteekenis der planten-physiologie als voorbereidend onderzoek voor de physiologie van den mensch wordt ten onzent in den regel onderschat. Toch schijnt het mij voor de hand te liggen, dat zij, die een vermindering van de operatiën op levende dieren wenschelijk achten, hun doel het zekerst en het best zullen bereiken door te zorgen, dat een zoo groot mogelijk deel van de proeven, die thans op dieren genomen worden, voortaan met planten worden volvoerd. Want, bij al het verschil tusschen dieren en planten, bestaat, wat de levensverschijnselen der cellen betreft, zooals wij boven gezien hebben, een principieele overeenkomst.

Uit dit oogpunt beschouwd is de chemische physiologie der planten een middel van *dierenbescherming*, zóó doeltreffend en zóó wetenschappelijk als geen ander. De belangen der lijdende menschheid eischen de opoffering van dieren aan proeven; verminderd kan die eisch alleen dan worden, als een groot deel dier proeven naar het plantenrijk worden overgebracht.

---