

IR J. VAN DER BOON

Laboratorium voor Landbouwscheikunde te Wageningen

DE TOEPASSING VAN GROEISTOFFEN IN DE TUINBOUW

Literatuurstudie

The application of growth promoting substances in Horticulture

Vele der scripties, welke door tuinbouwstudenten voor hun ingenieursexamen in tuinbouwplantenteelt worden geschreven, bevatten gegevens, die ook voor anderen waarde hebben. Publicatie in de oorspronkelijke vorm is echter meestal onmogelijk door een te grote omvang, terwijl ingrijpende verkorting vaak op bezwaren stuit. De thans volgende verhandeling — die een verkorte weergave geeft van een scriptie van 79 getikte folio-vellen — is een eerste poging de stof in voor publicatie geschikte vorm te brengen. Men moest er van afzien de literatuurlijst, welke 6 bladzijden zou beslaan, te drukken. Men kan echter inlichtingen hieromtrent vragen aan het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt, in verband waarmede de literatuurverwijzingen zijn gehandhaafd.

S. J. WELLENSIEK.

INHOUD

	pag.		pag.
1. Inleiding	829	8. De bevordering van de vruchtzetting	836
2. Groeistoffen	830	9. De chemische bloemdunning	839
3. Vegetatieve vermenigvuldiging	830	10. Verhinderende van de afscheiding van planten- delen	839
4. Zaadbehandeling	832	11. Rijping en houdbaarheid van vruchten	841
5. De invloed op groei en bloei	832	12. Conclusie	841
6. Onkruidbestrijding	833	Summary	842
7. De remming van het uitlopen van knoppen	835		

1. INLEIDING

Het feit, dat KÖGL en zijn medewerkers er in slaagden uit urine naast het auxine een andere groeibevorderende stof te isoleren, welke chemisch vrij gemakkelijk te maken is, nl. het 3-indol-azijnzuur, was de stoot tot een uitgebreid onderzoek naar groeibevorderende stoffen [16].

Het werk van COOPER (Pearse; 79), die 3-indol-azijnzuur in lanolinepasta op de top van citrusstekken bracht, waardoor de wortelvorming gestimuleerd werd, vormde de inleiding tot veel onderzoekingen naar het bevorderen van de beworteling van stekken door groeistoffen.

Niet alleen zijn nu talrijke verbindingen onderzocht op groeistofwerking, maar ook op vele gebieden van de plantengroei is geëxperimenteerd. De bedoeling van deze literatuurstudie is na te gaan, op welk terrein van de tuinbouw de toepassing van de tot nu toe bekende, synthetisch bereide groeistoffen haar waarde heeft getoond.

2. GROEISTOFFEN

Groeistoffen zijn stoffen, die de groei op de een of andere wijze regelen. Zij zijn in zeer kleine hoeveelheden reeds werkzaam en ze zijn specifiek. Wanneer ze op plantenweefsel worden gebracht, worden ze snel geabsorbeerd en getransporteerd [5].

De werkzaamheid van een bepaalde groeistof hangt af van het beoogde proces (beworteling van stekken, vruchtzetting, enz.), van de chemische vorm (zuur, zout, amide, ester), en van de methode van toepassen (lanoline-pasta, water, enz.) [5].

Aangaande de chemische structuur van de groeistof is men tot de volgende conclusies gekomen:

1. een basaal ringsysteem met hoge grenslaag-activiteit;
2. in de ring een dubbele binding;
3. aan het ringsysteem een zijketen;
4. in de zijketen een carboxylgroep, terwijl zich tussen ring en carboxylgroep tenminste 1 C-atoom moet bevinden. De carboxylgroep moet zich in een zoveel mogelijk uit het vlak van het ringsysteem tredende stand bevinden [16; 115].

De volgende verbindingen worden in de praktijk gebruikt:

Indolverbindingen: De indolverbindingen, vooral gamma (3-indol)-boterzuur, worden voor de beworteling van stekken gebruikt [129; 130].

Naphthaleenverbindingen: De activiteit neemt af met de lengte van de zijketen. β -Isomeren zijn praktisch inactief [52; 129]. α -Naphthaleenazijnzuur wordt in lage concentraties gebruikt voor het tegengaan van de late val. In hoge concentraties remt deze stof het spruiten van aardappelen.

Naphthoxy-verbindingen: β -Naphthoxy-azijnzuur en β -naphthoxy- α -propionzuur worden toegepast bij het winnen van zaadloze vruchten. De corresponderende α -naphthoxy-isomeren zijn niet werkzaam [129].

Phenoxy-verbindingen: Door substitutie van halogenen of nitrogroepen in het ringsysteem krijgt phenoxy-azijnzuur groeistofwerking. De werkzaamheid hangt af van plaats en aantal gesubstitueerde halogeenaatomen. Ook hier zijn langere zijketens minder actief [44; 129]. Voor onkruidbestrijding worden 2,4-dichloorphenoxy-azijnzuur (af te korten tot 2,4-D) en 2-methyl, 4-chloorphenoxy-azijnzuur op grote schaal gebruikt [130].

Er zijn nog meer chemische stoffen met groeistofeigenschappen te noemen, waarvan het onderzoek de waarde nog moet aantonen. Uitbreiding van de toepassingsmogelijkheden zal voornamelijk in deze nieuwe stoffen gezocht moeten worden. Bovendien komen er in plantenextracten hormonen voor, waarvan de chemische structuur nog niet is opgehelderd. Wel heeft men uit plantenweefsel 3-indol-azijnzuur kunnen isoleren [79].

3. VEGETATIEVE VERMENIGVULDIGING

3.1. Stekken

Het toepassen van groeistoffen bij het stekken kan één van de volgende voordelen hebben:

- een hoger percentage bewortelde stekken;
- meer wortels per stek;
- een snellere beworteling [5; 79; 107].

In het algemeen geldt, dat het resultaat minder is, naarmate de stekken van nature minder gemakkelijk bewortelen [79]. Het resultaat wisselt echter naar het geslacht, naar de soort en zelfs naar het ras van de plant.

De reactie van de stek hangt ook af van zijn fysiologische toestand. De bewortelingsmogelijkheid neemt snel af met de toename van de leeftijd van de ouderplant [5; 79; 105]. Stikstofarme planten geven gemakkelijker wortelende stekken [79]. De plaats en de lengte van de scheut, het aantal bladeren aan de stek en het tijdstip van stek snijden zijn van veel invloed [5; 79; 107; 115]. Het gunstigste tijdstip voor het stekken is door groeistofbehandeling niet te veranderen [5]. Naast deze genetische en fysiologische factoren van de stek zijn ook de uitwendige factoren, zoals de behandeling van de stekken bij de beworteling, beslissend voor het slagen [107]. Men verminderde de cultuurzorgen dus niet [5; 79].

3.1.1. De soort groeistof

De groeistoffen geven een voor elke stof karakteristiek wortelsysteem aan de stek [5]. Voor beworteling van stekken worden het meest gebruikt [5; 79; 107; 130]:

3-Indol-azijnzuur. Volgens WAIN [115] inferieur aan de twee volgende groeistoffen.

3-Indol-boterzuur. Deze stof is voor een groot aantal plantensoorten geschikt. Het is zonder schade in een grotere marge werkzaam dan naphthaleen-azijnzuur. Het wortelsysteem van de stek is vezelig en goed vertakt [5; 39; 40; 79; 103; 106].

α -Naphthaleen-azijnzuur. Boven de optimale concentratie veroorzaakt het spoedig schade. Het geeft betrekkelijk grote, dikke, breekbare wortels, minder geschikt voor verplanten [40; 79; 106].

α -Naphthaleenaceetamide.

3.1.2. Methoden

3.1.2.1. Verdunde groeistofoplossing

De groeistof wordt opgelost in een weinig alcohol 95%. Dan wordt water of een ander oplosmiddel toegevoegd [79]. De stekken worden tenminste enige uren, gewoonlijk gedurende 24 uren, in de groeistofoplossing geplaatst, 2—3 cm diep. Daar de geabsorbeerde hoeveelheid groeistof samenhangt met het waterverlies van de stekken, is het voor een uniforme dosering het beste de groeistofopname in de schaduw of onder ramen te doen plaats vinden. Dit geldt vooral bij bebladerde stekken [79]. Met de vloeistof in aanraking gekomen bladeren gaan rotten.

De dosis varieert naar de plantensoort, naar het type van het materiaal en naar de groeistofsoort. De hoogste, niet toxische, concentratie is meestal de beste [79; 105; 107]. De concentratie kan ook te hoog zijn wegens een remming van de knopontwikkeling [5]. De maximale beworteling ligt gewoonlijk binnen vrij nauwe grenzen [39; 79].

3.1.2.2. Dopen in geconcentreerde oplossing

Nadat de groeistof in alcohol is opgelost, vindt een verdunning plaats tot 50% alcohol. De groeistofconcentratie is ruwweg 25 maal die van de vorige methode [79].

De basis van de stek wordt er over een lengte van 2—4 cm een ogenblik (5 seconden) ingedoopt. Deze methode werpt gunstige resultaten af bij moeilijk wortelende houtstekken [5]. Het voordeel van deze methode is het dadelijk kunnen uitplanten en de meer uniforme dosering, daar de absorptie minder afhankelijk is van de omstandigheden. Er wordt echter meer groeistof verspild [79].

3.1.2.3. Poedermethode

Fijn gemalen groeistofkristallen worden met talk of verpoederde kool gemengd. Een met water bevochtigde stek wordt in het poeder gestoken, en, na licht stoten of schudden om overmaat van poeder te verwijderen, geplant [5; 79]. Bij een te natte stek bestaat gevaar van overdosering, en bij een te droge van een te lage gift. Het bevochtigen is niet nodig bij zeer succulente of behaarde stekken [79].

De optimale concentratie is weer afhankelijk van de groeistofsoort, van de stek en zijn fysiologische toestand.

Er zijn nog andere methoden onderzocht, welke tot nu toe geen algemene toepassing vonden, zoals het bespuiten van de ouderplant, het begieten van stekken in het bewortelingsmedium, het aanbrengen van groeistofkristallen in de stekbasis [5; 79].

Verwonden van de bast tot aan het cambium aan de basis van de stek verbetert de beworteling vaak [15; 105]. PEARSE [79] spreekt dit echter tegen.

3.2. Enten

Er is nog weinig onderzoek verricht naar het vraagstuk, of groeistoffen de vergroeiing bij het enten kunnen bevorderen.

Bij druiven bereikte KORDES [49] met K-indolbutyraat een snellere vergroeiing. KRUYT [50] geeft een overzicht van de literatuur. Zijn proeven met indolazijnzuur vielen positief uit bij Juniperus, Rhododendron en dwergsparren. Mej. DE BOER [14] vond slechts bij in November geënte Rhododendrons een verbetering.

4. ZAADBEHANDELING

Men beoogde met de behandeling van zaden met groeistoffen een grotere kiemenergie en een hogere kiemkracht te verkrijgen. Ook zou de daarop volgende groei van de zaailing gestimuleerd kunnen worden met als gevolg een vroegere oogst [5; 79]. Vooral de volgende groeistoffen werden bij de proeven gebruikt: indolazijnzuur, indol-boterzuur en naphthaleen-azijnzuur [7].

De in de literatuur vermelde resultaten zijn zeer tegenstrijdig. De meerderheid ervan is negatief. De mogelijkheid blijft evenwel bestaan, dat de kieming van sommige soorten zaad verbeterd kan worden. AVERY [5] poneert, dat bij gebruik van fungiciden die een slechte invloed op kieming en groei hebben, groeistoffen zeer nuttig kunnen zijn.

5. DE INVLOED OP GROEI EN BLOEI

Daar groeistoffen bij de beworteling van stekken zo'n gunstige werking hadden, hoopte men ze ook met succes bij het verplanten te kunnen gebruiken. Een snellere beworteling zou tot een vlugger herstel van het verplante gewas leiden en meer

overlevende planten geven. De literatuurgegevens zijn echter zeer wisselend en er is nog geen praktische toepassing.

Er zijn proeven genomen om de groei van planten door groeistoffen te stimuleren. BRADFORD [21] begoot rozen, die in zeer arme grond stonden, vier maal per jaar met een groeistofoplossing. De behandelde planten groeiden krachtiger en bloeiden met grotere bloemen, rijker van kleur. „Red kidney” bonen werden een week na het opkomen met 2.4-D in een concentratie van 10 delen per miljoen (afgekort: d.p.m.) bespoten. De planten vertoonden aanvankelijk enige epinastie. Later waren zij meer vertakt en droegen zij meer bladeren dan de contrôleplanten. De oogst van beide liep weinig uiteen. Wel was de rijping der behandelde planten 14 dagen verlaat [89]. GREULACH en SINGH [36] vonden, dat door bespuiten met 2.4-D in toenemende concentraties (van 1 tot 10 d.p.m.) het drooggewicht aan vegetatieve delen van *Phaseolus vulgaris* toe- en dat aan generatieve organen afnam. De bloei werd uitgesteld door de hoge concentraties.

De groei van tweezaadlobbigen kan door phenoxyzuren in hoge concentraties zo sterk gestimuleerd worden, dat de dood intreedt (zie: Onkruidbestrijding).

Ook kunnen groeistoffen bij hoge concentraties remmend werken (zie: De remming van het uitlopen van knoppen).

Er zijn nog maar weinig gegevens over het beïnvloeden van de bloeitijd door groeistoffen. Bij de ananas is het gelukt de bloeitijd te regelen. Door 50 ml naphthaleenazijnzuur of 2,4-D (5—10 d.p.m.) in de rozet der ananas te gieten, gaat *Ananas comosus* var. *Cabezona* na twee maanden bloeien, terwijl normaal de bloei van een volwassen aanplanting onregelmatig verloopt [VAN OVERBEEK: 5].

De ontplooiing van rozen wordt door naphthaleenazijnzuur versneld [95a]. Dat 2.4-D bij bonen de bloei uitstelt, is reeds besproken [36; 98]. Volgens VON DENFFER en GRUENDLER [28a] is de algemene indruk, dat groeistoffen de bloei remmen. In hun proef gaf groeistof bij *Fagopyrum esculentum*, *Sinapis alba* en *Impatiens Balsamina* een algemene remming in de ontwikkeling; bij *Calendula officinalis* een echte bloeiremming n.l. aanvankelijk geen bloei en aanzienlijke vermeerdering van loofbladeren.

6. ONKRUIDBESTRIJDING

Groeistoffen zijn te gebruiken om tweezaadlobbige onkruiden te bestrijden in culturen van eenzaadlobbige gewassen. Ze werken dus selectief. In hoge concentraties toegepast, kunnen ze echter het gewas beschadigen. Verdere voordelen zijn: ze zijn onschadelijk voor mens en dier, ze tasten de werktuigen niet aan, ze zijn onbrandbaar en niet duur [2; 5; 41].

Voor de onkruidbestrijding worden derivaten van phenoxyazijnzuur gebruikt, nl.: 2.4.5.-trichloor-phenoxyazijnzuur, en vooral 2.4-D en 2-methyl, 4-chloor-phenoxyazijnzuur (afgekort M.C.P.); zowel de zuren zelf als de zouten en esters ervan. De esters werken heftiger en zijn geschikt voor de vernietiging van houtige gewassen en gewassen, die met was bedekte bladeren bezitten [5]. Ze veroorzaken echter eerder beschadiging van het cultuurgewas [2].

Men kan de groeistof in oplossing verspuiten of als poeder verstuiven. Bij de poedervorm wordt ongeveer de dubbele concentratie gebruikt, met meer risico voor de beschadiging van het cultuurgewas [28; 79]. Hygroscopische stoffen verhogen de werkzaamheid van het poeder [5; 79]. Men moet er zeer voor waken, dat de groeistof niet verwaait naar aangrenzende percelen met gevoelige gewassen. Na het spuiten moet men de spuitwerktuigen zorgvuldig reinigen, alvorens deze voor andere bespuitingen te gebruiken [79].

6.1. De reactie van gevoelige planten

Het onkruid kan binnen 2—3 weken dood zijn; gewoonlijk duurt het 6—8 weken [2; 5; 28; 41]. De eerste reacties kunnen echter binnen enige uren zichtbaar zijn, vooral op warme, zonnige dagen [1; 28]. De groei en de stofwisseling geraken in de war. Stengels buigen zich. De stengeltop groeit niet verder. De bladeren zijn misvormd en verdraaid. De bloemen gaan niet open. Ook ziet men wel bovengrondse wortelvorming. De wortels verlengen zich niet meer, worden verbreed en misvormd door snelle weefseldeling. Na verloop van enige tijd vertonen de stengel en vooral de wortelhals scheuren, van waaruit het weefsel gaat verrotten. Tenslotte sterft de plant. Met het bovenstaande gaat een toename van de ademhaling gepaard [2; 5; 79].

De absorptie van de groeistof vindt plaats via blad of wortel [12]. Huidmondjes spelen alleen bij vluchtige groeistoffen een rol [1].

Er is een groot verschil in gevoeligheid van zelfs nauw verwante soorten. *Achillea millefolium* is vrij resistent tegen 2.4 D en M.C.P., speciaal bij toepassing in poedervorm. De boterbloem is gevoelig voor M.C.P., maar vrij bestand tegen 2.4-D. Bij het madeliefje werkt 2.4-D beter, maar niet geheel afdoende [28]. Bij bestrijding van de paardebloem is herhaling, liefst met het dubbele van de normale concentratie, nodig. Voor de paardestaart slechts de helft van de gewone concentratie [2].

6.2. Factoren, die de werkzaamheid van groeistoffen bepalen

De planten zijn het gevoeligst in een krachtig groeistadium [28; 130]. Bij een proef [124] gingen alle in Mei bespoten paardebloemen dood, de in November bespotene niet. DAWSON [28] strooide 10 dagen vóór de toepassing van groeistoffen op een grasveld een stikstof- en een volledige meststof en bereikte daardoor een beter resultaat.

2.4-D doodt de planten sneller naarmate de temperatuur hoger is. Bij een lage temperatuur vertonen de planten geen beschadiging, totdat de temperatuur stijgt. De grens, waarbij de symptomen zichtbaar worden, ligt verschillend en is afhankelijk van de plantensoort [5].

2.4-D is meer werkzaam in de zon dan in de schaduw [5; 41].

Uit het bovenstaande volgt, dat warm, zonnig weer en een vochtige grond, die leiden tot een krachtige groei der plant, de ideale omstandigheden zijn voor toepassing van een groeistofbespuiting. Regen, vrij kort na de bespuiting, kan de werking verminderen, tenzij de groeistof in olie opgelost verspoten is [1; 5].

Jonge planten zijn het gevoeligst. Opkomende zaailingen van vele soorten, welke op latere leeftijd resistent zouden zijn, kunnen ernstig beschadigd worden [5]. Omgekeerd is er een hogere gift nodig om oudere planten te bestrijden [1].

6.3. Toepassingen

Proeven om onkruidzaden te doden in stalmest of compost gaven positieve resultaten [28; 37]. Bij proeven met behandeling van de grond met 2.4-D even voor of na de uitzaai van gras [28] en maïs [38] en na de uitplant van gladiolen, gele narcissen [47] en zoete aardappelen [4] werd het onkruid lange tijd bedwongen. In het laatste geval waren spruiten en wortels beschermd met actieve kool. Daar 2.4-D in de grond twee weken toxisch blijft, bij droge grond en lage temperaturen langer, terwijl M.C.P. en 2.4.5-trichloorphenoxy-azijnzuur nog langer werkzaam blijven, moet de tijd tussen de behandeling met groeistof en de uitzaai van gevoelige soorten minstens 2 weken zijn [5].

Door één behandeling zal een grasveld niet geheel van onkruid bevrijd zijn. De beste bestrijding wordt toegepast op warme, zonnige dagen van het einde van de lente tot de vroege herfst [2].

7. DE REMMING VAN HET UITLOPEN VAN KNOPPEN

Hoge concentraties groeistof kunnen de groei remmen. Op deze eigenschap berust de toepassing van groeistoffen bij aardappelen om de spruitvorming tijdens de bewaring tegen te gaan en bij vruchtbomen de poging om het uitlopen van knoppen enige weken uit te stellen en zodoende schade door nachtvorst te voorkomen.

7.1. Het tegengaan van het spruiten van aardappelen

Het spruiten van aardappelen tijdens de bewaring betekent een verbruik van reservevoedsel. Mede door groter waterverlies wordt de knol slap en rimpelig [29]. Het is gelukt met naphthaleen-azijnzuur spruitvorming te verhinderen [GUTHRIE: 79]. Door de vluchtige methylestervorm is het op eenvoudige wijze mogelijk alle ogen in aanraking te brengen met de groeistof. Men kan de groeistof, gemengd met talkpoeder, laagsgewijze strooien tussen de aardappelen, onder in de stapel meer dan bovenin [29; 79; 129]. Ook worden papiersnippers, geïmpregneerd met de groeistof, gebruikt [62]. De aardappels blijven daarna 1—2 weken met papier bedekt [130]. De methylester van naphthaleenazijnzuur werkt beter dan de isopropylester van 2.4.5-trichloorphenoxy-azijnzuur [85].

Men moet er voor zorgen, dat de groeistofconcentratie hoog genoeg is en hoog genoeg blijft. Door een te lage concentratie wordt het spruiten namelijk bevorderd. Door diffusie kan de concentratie te laag worden [127]. 1—2 g naphthaleen-azijnzure methylester op talk per hl aardappelen is voldoende [3; 98].

Door toepassing van groeistof heeft men in het voorjaar een steviger knol met een hoger gehalte aan zetmeel en andere koolhydraten [3; 127]. De behandeling is meer rendabel naarmate de aardappelen langer worden bewaard [98]. Men moet de aardappelen echter niet langer dan normaal bewaren, anders gaan ze door rotten te gronde [3; 94]. Geen economisch voordeel is te verwachten bij weinig spuitende rassen, bijv.: Noorderling en Rode Ster [98].

ELLISON en SMITH [31] bespotten in de zomer aardappelplanten met het Na-zout van naphthaleen-azijnzuur en van 2.4.5-trichloorphenoxy-azijnzuur en verkregen,

mits er op het juiste tijdstip gespoten was, geen reductie van de oogst, terwijl tijdens de bewaring in de daarop volgende winter de spruitvorming, vooral door laatstgenoemde stof, geremd was. Een dergelijk resultaat werd in Nederland bereikt bij het ras Eersteling [11]. Deze aardappelen, als pootaardappelen gebruikt, gaven in tegenstelling met knollen, die tijdens de bewaring met groeistof behandeld waren, geen lagere oogst dan de onbehandelde.

7.2. Het ontgaan van nachtvorst

Bij het gebruik van naphthaleen-azijnzuur even voor de knopontwikkeling zijn over het algemeen variabele resultaten bereikt. Er is steeds een groot gevaar van beschadiging [79]. HITCHCOCK en ZIMMERMAN [43] spoten in de zomer met het K-zout van naphthaleen-azijnzuur en slaagden erin het uitlopen van bloemknoppen bij de kers Montmorency in het volgend voorjaar 1—14 dagen, afhankelijk van het tijdstip van toepassen en de gebruikte concentratie, te vertragen. Anderen [79; 106] konden dit niet bereiken. Door druiven juist voor het uitlopen met K-indolacetaat 0,1% te bespuiten, werd de verdere ontwikkeling 5—7 dagen uitgesteld. Deze tijd was onvoldoende om de knoppen tegen late nachtvorst te beveiligen [125]. Bij de Latham-framboos verlengde naphthaleen-azijnzuur, in Augustus en September aangewend, de rustperiode niet, behalve bij concentraties die de stengels beschadigden [67]

7.3. Het vertragen van het uitlopen van boomteeltgewassen tijdens de bewaring

Wanneer boomteeltgewassen tijdens de winter in de schuur zijn opgeslagen, bestaat de kans, dat de knoppen gaan werken en bij het planten dan gemakkelijk worden afgestoten. MARTH [5] kon bij rozestruiken de te vroege werking tegengaan door een was-emulsie-bespuiting of verdamping van de volgende groeistoffen: de methyl- en aethylester van naphthaleen-azijnzuur en naphthaleen-acetonitril. De omstandigheden bij de toepassing luisteren nauw. Hoe moeilijker de plant is op te slaan, des te minder helpt de behandeling.

8. DE BEVORDERING VAN DE VRUCHTZETTING

Het bevorderen van de vruchtzetting door het gebruik van groeistoffen is op twee wijzen mogelijk. Het belangrijkste is wel de vorming van parthenocarpe vruchten. Daarnaast kunnen de groeistoffen het afvallen van bepaalde bloemdelen vertragen [48].

8.1. Groeistofoepassing zonder bestuiving

Groeistoffen kunnen de niet-bevruchte vruchtbeginsels van verscheidene planten, o.a. behorend tot de families: Cucurbitaceae, Rosaceae en Solanaceae doen uitgroeien [5]. LEWIS [56] acht de inductie van parthenocarpie door groeistoffen alleen mogelijk bij planten met veel zaadknoppen. *Pyrus communis* is als een grensgeval te zien.

De vruchtwand van de door groeistoffen gewonnen vrucht is normaal ontwikkeld. Meestal bevatten de vruchten geen zaadhuid. Er valt echter een grote variatie te constateren tussen verwante soorten en rassen [65]. Er ontstaat geen embryo. Bij

behandeling van *Datura* met 0,1% naphthaleen-azijnzuur of met 0,1% indol-boterzuur werd in de zeer vergrote zaadknop een ongedifferentieerde celmassa aangetroffen. VAN OVERBEEK c.s. [78] slaagde er ondanks injectie van vele stoffen niet in dit pseudo-embryo te doen uitgroeien.

8.2. Groeistoftoepassing met bestuiving

De groeistof werkt hier niet door een versnelling van de groei van de stuifmeelbuis, maar door een uitstellen van de afscheiding van de stijl, waardoor de stuifmeelkernen de eicellen nog tijdig weten te bereiken [55; 56]. Groeistofbespuiting vóór of tijdens de bestuiving houdt het gevaar van zaadloze vruchten in [22]. Men dient tot enige tijd na de bestuiving te wachten [120].

8.3. Wanneer heeft het zin groeistoffen te gebruiken?

De toediening van groeistoffen zal voornamelijk zin hebben onder voor vruchtzetting ongunstige omstandigheden, zoals onvoldoende bestuiving, nachtvorstschade, een te sterke vegetatieve groei, onverenigbaarheid, enz. [48]. Groeistoffen hebben ook betekenis daar ze de oogst kunnen vervroegen [13].

8.4. Verhoging van de vruchtopbrengst

Bij tomaat past men groeistoffen toe, als de vruchtzetting onvoldoende dreigt te zijn [5; 79]. Volgens WURGLER en MOTTIER [128] komen hiervoor in aanmerking: 4-chloorphenoxy-azijnzuur, 2,4-dichloorphenoxy-azijnzuur en β -naphthoxy-azijnzuur. De toegestane speling in de concentratie is echter voor 2,4-D slechts klein en het gevaar van beschadiging groot [103; 128].

De eenvoudigste methode van toepassen is het verspuiten van een groeistofoplossing in water. Men gebruikt dan wel Carbowax (een poly-alkyleenglycol) als oplosmiddel en uitvloeier [24]. Men bespuit een tros pas als een deel der bloemen open is [83]. Volgens VAN KOOT [48] moet minstens 2/3 deel der bloemen geopend zijn. Alleen bij vroege stooktomaten raadt hij aan de trossen twee maal te bespuiten om de oogst zoveel mogelijk te vervroegen. Anderen [67; 82] zien in tweemaal bespuiten van trossen steeds voordeel. MELTZER en ELINGS [67a] vermijden zoveel mogelijk de vegetatieve delen te raken. Het verdampen van esters van groeistoffen vergrootte de kans op kleine, holle, slechtgekleurde vruchten [5; 79]. Bij een potproef [81] werd door gieten met een oplossing van o-chloorphenoxy- α -propionzuur de opbrengst niet vermeerderd. Wel waren de vruchten in de voorzomer vleziger en roder. De vlugge aërosolmethode houdt beloften in, maar dient nog nader te worden onderzocht [5; 79].

Onder ongunstige omstandigheden wordt de oogst niet alleen vergroot, maar ook vervroegd. Vele groeistoffen zijn hiertoe in staat. Veel minder groeistoffen zijn er, welke goed gevormde vruchten geven. Vooral de chloorbevattende groeistoffen vormen bij hogere dosering spoedig sterk hoekige en bonkige vruchten, die soms bovendien hol zijn [48]. Bij de parthenocarpe vrucht heeft de gelatineuse pulp vaak een groene kleur, een euvel dat meer voorkomt naarmate het gewas ouder is [46]. Tomatentelers in Ohio zien van toepassing van groeistof af, daar zachte vruchten de kwaliteit der partij drukken. HOWLETT [46] zoekt de oorzaak in de ontbrekende

zaden en de minder stevige ontwikkeling van de vaatbundels. VAN KOOT [48] vindt bij geringe zaadzetting een ongelijkmatige kleuring. Door broezen en tikken zorgen men dus voor een goede bevruchting.

Aan de bespoten vrucht blijft de bloemkroon naast het kelkje bevestigd en dit kan daar bij vochtig weer gemakkelijk aanleiding geven tot Botrytisrot [48].

Bij onvoldoende bestuiving heeft de toepassing van groeistoffen bij aardbeien kans op succes [100], maar er is ook het gevaar van misvormde vruchten [57]. BORGMAN en DE BIJL [18] verkregen door β -naphthoxy-azijnzuur een vroegere en grotere oogst, maar beschadigden met monochloor-phenoxy-azijnzuur de planten. In Naaldwijk [48] daarentegen werden met 2-methyl, 4-chloorphenoxy-azijnzuur de beste resultaten geboekt.

Bij appel en peer is het slechts enkele malen gelukt door middel van groeistoffen parthenocarpe vruchten te winnen [91; 102; 115]. Het onderzoek op het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt verricht wijst in de richting, dat het met de huidig bekende groeistoffen slechts bij de van nature parthenocarpe rassen mogelijk is het aantal zaadloze vruchten te verhogen.

Groeistoffen in hogere concentraties dunnen de bloemen (zie: De chemische bloemdunning).

De uitslag van de meeste proeven om de vruchtzetting van bonen te bevorderen is negatief [25; 71; 118]. In Naaldwijk [48] verliepen enkele proeven genomen bij Muscaatdruiven gunstig. Te sterk groeiende meloenen werden tot vruchtzetten gedwongen. Bij de pruimen Formosa en Santa Rosa waren de resultaten enigszins wisselvallig.

8.5. Verhoging van de zaadproductie

Bij de veredeling biedt het gebruik van groeistoffen goede perspectieven om onverenigbaarheid te overwinnen. Zoals de volgende proeven aangeven blijkt het beste te zijn, de groeistof in lanoline-pasta op het vruchtbeginsel of op de basis van de bloem aan te brengen enige dagen na de bestuiving. Voor ieder plantenras dient naar de meest geschikte groeistof gezocht te worden.

EYSTER [34] overwon bij *Petunia*, ras Golden rose, de zelf-steriliteit door vóór of kort na de bestuiving de stempels te besproeien met een oplossing van naphthaleen-aceetamide (10 d.p.m.).

Door bespuiting van aardappelen met naphthaleen-aceetamide werd door CLARKE c.s. [23] niets bereikt, wel door WIERSEMA [120] met 2.4-D. Naarmate de bespuiting later na de kruising plaats vond, werden meer zaden per bes gevormd.

Bij Lima-bonen werd het aantal geslaagde kruisingen bij de meeste oudercombinaties vergroot, als lanoline-pasta bevattend indol-boterzuur en p-chloorphenoxy-azijnzuur gewreven werd in krasjes, gemaakt aan de basis van de bloem [118].

Ook al werden er geen auto- en allo-steriliteit bij *Cucumis melo* aangetoond, toch werd door 4-chloorphenoxy-azijnzuur in pasta te brengen op de door de verwijdering van de bloemkroon ontstane wond, het vruchtzetten met 22% verhoogd [119].

Bij *Lilium longiflorum* bleek 1% naphthaleen-aceetamide in lanolinepasta aan

de basis van het vruchtbeginsel aangebracht, het best te voldoen. Zelf- en kruisbestuiving leverden dan in vergelijking met de contrôle bij sommige rassen vruchten en zaden, terwijl bij andere rassen zaadloze vruchten of zoals bij de contrôle geen vruchten werden gevormd [32].

9. DE CHEMISCHE BLOEMDUNNING

Het doel van de bloemdunning bij de appel is het tegengaan van beurtjaren en een hoger percentage geogoste vruchten van voldoende grootte [95].

De chemische bloemdunning vervangt het kostbare, tijdrovende dunnen met de hand. Men moet er echter bij de gebruikte rassen zeker van zijn, dat na dunning het gevaar van zware Juni-val en late val gering is [110].

De meeste proeven zijn in Amerika uitgevoerd en wel bij de appel. Aanvankelijk waren het alleen teerolie-derivaten, zoals het veel gebruikte Elgetol (Na-2,4-dinitro-o-cresylaat). Nu schijnen ook groeistoffen veelbelovend te zijn. Een voordeel van deze is, dat ze minder bladschade geven [20; 61]. Bij enkele proeven verwelkte het blad enige tijd [9; 87; 109]. Blijvende schade door groeistoffen komt weinig voor [87].

Naphthaleen-azijnzuur, gespoten tijdens de bloei tot 2—3 weken na de bloei, zal een deel der uitgebloeide bloemen afwerpen. Dat de groeistofoepassing zo laat kan geschieden, is een groot voordeel, vooral bij ongunstige weersomstandigheden of bij zelfsteriele rassen [5; 20]. Bij een zeer late bespuiting worden de vruchten soms niet zo groot als de mate van dunnen zou doen verwachten. Bloemen, ontwikkeld uit kleine bloemknoppen, zijn gevoeliger voor de bespuiting dan bloemen uit forse knoppen [87]. LUCKWILL [61] vond na dunning geen reductie van de Juni-val.

Om het juiste percentage dunning te krijgen, moet men de reactie van het ras op de gebruikte concentratie en op de tijd van spuiten nauwkeurig leren kennen [79]. In ongunstig milieu staande bomen worden spoedig te zwaar gedund [88], evenzo jonge, krachtig groeiende bomen [109]. Een bespuiting met het Na-zout van naphthaleen-azijnzuur, 10 en 20 d.p.m., juist na de bloei, belooft veel [88]. VRIJHOF en OELE kregen bij peer en pruim ook goede resultaten [109].

10. VERHINDERING VAN DE AFSCHIEDING VAN PLANTENDELEN

Aan de afscheiding van plantendelen kan al of niet een celdeling (laag van VON MOHL) voorafgaan. Volgens LEWIS [56] verhinderen de tot nu toe bekende groeistoffen de val van plantendelen niet, wanneer er een celdeling heeft plaats gehad (bloemval, Juni-val) en wel, indien dit niet het geval is geweest (late val). Zoals uit het volgende blijkt is dit geen vaststaande regel.

10.1. Bladval

Afgesneden takken van *Euvonymus* en *Ilex* behielden door naphthaleen-azijnzuur langer hun blad [5; 79].

10.2. Bloemval

Het is enige malen gelukt door groeistoffen het afvallen van bloemen tegen te gaan o.a. bij gesneden Russell lupinen met naphthaleen-azijnzuur en indol-azijnzuur [116] en bij begonia's met naphthaleen-azijnzuur [117].

Het bespuiten van appelbloesems met groeistofoplossingen kan juist bloemval veroorzaken (Zie: De chemische bloemdunning).

10.3. Vruchtval

10.3.1. *De bestrijding van de Juni-val bij de appel*

Bij Cox's Orange Pippin is het VYVYAN en BARLOW [111] gelukt door eind Juni met naphthaleen-azijnzuur (10 d.p.m.) te spuiten de Juni-val aanzienlijk te verminderen. Bij Worcester Pearmain had de groeistof geen uitwerking. 2.4-D, bij Bramley's Seedling toegepast, gaf slechts gering resultaat [112]. Het klein aantal onderzoekingen heeft het trekken van conclusies nog niet mogelijk gemaakt.

10.3.2. *De bestrijding van de late val bij appel en peer*

Door de late val te voorkomen zal men meer vruchten oogsten. Daar men het oogsten tot de juiste plukrijpheid kan uitstellen, worden grotere en beter gekleurde vruchten geplukt. Bovendien zullen voor een bepaald blok minder plukkers nodig zijn [110].

Door naphthaleen-azijnzuur of één van zijn zouten heeft men bij vele rassen de late val kunnen bestrijden [96; 110]. Sommige rassen echter reageren practisch niet op deze bespuiting [110]. Bij verschillende proeven [10; 69] zijn nu ook 2.4-D en M.C.P. doelmatig bevonden.

Over het algemeen wordt voor naphthaleen-azijnzuur een concentratie van 10 d.p.m. aanbevolen [110]. Bij warm weer of bij toepassing op zomerrassen is een lagere concentratie voldoende en bij combinatie van deze zelfs noodzakelijk door het gevaar van overrijp worden en scheuren der vruchten [93; 96]. Ook kunnen door een te hoge concentratie de vruchten te vast gaan zitten, waardoor bij het plukken schade ontstaat [110; 126]. 2.4-D in een concentratie van 2,5 d.p.m. was bij William's Bon Chrétien voldoende werkzaam zonder schade [10]. Hogere concentraties veroorzaken spoedig misvorming van de bladeren in de volgende lente of afsterven van de knoppen [73; 74].

Naphthaleen-azijnzuur begint al naar de weersomstandigheden 1—7 dagen na de bespuiting te werken. Naarmate de temperatuur hoger is, is de werking vroeger. De duur van de werkzaamheid hangt in hoge mate af van het ras, alsmede van de gebruikte concentratie. De werkzaamheid bereikt gewoonlijk na 5—6 dagen een top en blijft dan 2—3 weken continu [110]. Bij sterke droogte is de werkingsduur geringer [96]. Bij koel weer wordt deze periode verlengd [5; 110]. De phenoxy-azijnzuren hebben een langere tijd van werkzaamheid [69].

Het tijdstip van toepassen is een zeer belangrijke factor voor het succes, vooral bij een korte werkingsduur van de groeistof bij het betreffende ras. Als het meest gunstige moment wordt genoemd 8—12 dagen voor de plukrijpheid [96]; ook wel dat ogenblik, waarop de eerste gezonde vruchten zijn gevallen [5].

VYVYAN [110] geeft aan, dat de vruchtstelen geraakt moeten worden. Volgens BATJER en THOMPSON [8] zijn de bladeren bij de beurs het hoofdmiddel van het transport. Er is geen of weinig transport van een behandelde beurs naar een naburige onbehandelde. Hieruit volgt dus, dat men degelijk spuiten moet met ruime hoeveelheid vloeistof. Hoewel de juiste hoeveelheid moeilijker te bepalen is, is het verstuiven

van groeistofpoeder met vochtige lucht ook mogelijk [70; 110]. Een proef met vernevelen slaagde [70].

Uitvloeiers blijken geen speciale voordelen te bieden; alleen bij gebruik van hard water worden ze aanbevolen [96; 110].

11. RIJPING EN HOUDBAARHEID VAN VRUCHTEN

11.1. Groeistofbespuiting voor de oogst

Wanneer appels tegen late val worden bespoten met een groeistofoplossing in de normale sterkte, zijn de rijping en de houdbaarheid der vruchten normaal, indien op de gebruikelijke tijd wordt geplukt [53; 90]. Bij andere onderzoeken werd bij sommige rassen echter wel een versnelling van de rijping gevonden [5; 79]. De indirecte invloed van de groeistof is belangrijk. Men kan n.l. de appels tot de juiste plukrijpheid laten hangen, zodat men vruchten oogst, die bij het bewaren uitstekend van kwaliteit worden [113; 114]. Het gevaar bestaat echter, dat men de vruchten te lang laat hangen, zodat ze te rijp voor de bewaring worden [5; 53; 103].

Stamslabonen werden bespoten met een oplossing van p-chloorphenoxy-azijnzuur (400 d.p.m.). Tijdens de bewaring nam het vitamine-C-gehalte van de behandelde bonen veel minder af [71].

11.2. Behandeling na de oogst

De hierover verzamelde literatuur spreekt nu eens van een versnelling van de rijping, dan weer van het uitblijven van enig effect. VAN STUIVENBERG [94] meent, dat het bespoedigen van de rijping slechts plaats vindt, wanneer de vruchten behandeld worden op een tijdstip dat ze in een bepaalde physiologische toestand verkeren. SOUTHWICK [86] noemt hiervoor de preclimacteriële fase.

11.3. Groeistoffen en bewaarziekten

VAN STUIVENBERG en POWER [97] slaagden er in bij de Notarisappel het stip te verminderen door eind Juni of begin Juli de bomen te bespuiten met 3-indol-azijnzuur.

SCHOMER en MARTH [79] verkregen bij appels door behandeling met naphthaleen-azijnzuur een aanmerkelijke reductie van scald.

Bij een proef van LUCKWILL [60] waren de appels in papier gewikkeld, dat geïmpregneerd was met de methylester van naphthaleen-azijnzuur. Na de bewaring was een groot percentage verrot en was Allington Pippin ernstig door scald aangetast. Misschien is dit toe te schrijven aan de estervorm.

12. CONCLUSIE

De groeistof werkt zeer specifiek. Voor een bepaald proces is een bepaalde groeistof in een zekere chemische vorm vereist. Bovendien heeft de methode van toepassen invloed op de mate van succes.

Kan een zeker verschijnsel in het algemeen door groeistoffen gestimuleerd worden, dan moet men de groeistof, de chemische vorm der groeistof, de groeistofconcentratie

en de methode van toepassen variëren om de optimale werking bij individuele plantensoorten en -rassen te vinden. Toch blijven er nog gewassen over, waarbij het niet gelukt.

Een bepaalde behandeling die in het algemeen als negatief beschouwd kan worden, kan toch bij een of ander ras een positieve reactie teweegbrengen.

Prof. dr ir S. J. WELLENSIEK ben ik veel dank verschuldigd voor zijn opbouwende critiek.

SUMMARY

THE APPLICATION OF GROWTH PROMOTING SUBSTANCES IN HORTICULTURE

This survey of literature deals with the possibilities of applying growth promoting substances in horticulture. The following conclusions have been arrived at:

A growth promoting substance shows a very specific action. To arouse a specific process a specific growth promoting substance of a definite chemical structure is essential. In addition the method of application affects the rate of success.

If in general a certain phenomenon can be stimulated by growth promoting substances, then it is imperative to vary the kind of substance applied, the chemical composition of the substance, the concentrations used, and the methods of application in order to find its optimum action with individual plant species and varieties. Yet there are crops where these endeavours will fail. If the result of a certain treatment must be considered as being negative, it may be that one or the other variety will show yet a positive reaction.