

DR CHR° J. GORTER

Publicatie nr 127 van het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt
Landbouwhogeschool, Wageningen

Vermeerdering van het aantal bloemen bij bonen en tomaten door middel van 2.3.5.-Trijoodbenzoëzuur (T.J.B.Z.)

*Increase of the number of flowers in beans and tomatoes by means of
2.3.5.-trijodobenzoic acid (T.I.B.A.)*

INLEIDING

In 1947 is door ROODENBURG [8] in dit blad een artikel geschreven over „Groei en bloei van de tomaat”, waarin ook de werking van trijoodbenzoëzuur op deze plant werd behandeld. Sindsdien is onze kennis omtrent deze stof en verwante benzoëzuurderivaten zeer uitgebreid, zodat het nuttig lijkt nogmaals hierover te berichten. Temeer omdat door begietingen met T.J.B.Z. bij tomaten en bonen een vermeerdering van het aantal bloemen, bij bonen bovendien een vermeerdering van het aantal vruchten veroorzaakt wordt; bij tomaten werd dit laatste nog niet onderzocht.

T.J.B.Z. is geen groeistof. Men zou het eerder een anti-auxine kunnen noemen. Het veroorzaakt namelijk in de planten verschijnselen, die gewoonlijk worden toegeschreven aan gebrek aan auxine. Zo zijn de planten dikwijls gedrongener van vorm dan normaal, de internodiën kleiner, de bladeren eveneens kleiner en bovendien gekruld en epinastisch (d.w.z. naar beneden) gekromd. Bij bonen wordt de eindknop afgeworpen; de apicale dominantie is dus opgeheven, tengevolge waarvan de okselknoppen uitlopen. Merkwaardig is, dat zelfs de knoppen in de oksels van de reeds lang afgevalen cotylen zich ontwikkelen. Kortom er is een groot aantal groei-abnormaliteiten (foto 1). Het afwerpen van de eindknop is bij bonen een zeer regelmatig verschijnsel: halverwege het eerste internodium onder de knop ontstaat een „scheidingslaagje” (foto 2).



Foto 1. Groeiremming van bonen, behandeld met 2.3.5.-trijoodbenzoëzuur.

Links: contrôle. Midden: gedurende 40 dagen dagelijks begoten met 5 ml T.I.B.Z., concentratie 20 mg/l. Rechts: dito, concentratie 50 mg/l.

Growth inhibition of beans, treated with 2.3.5.-trijodobenzoic acid.

Left: control. Middle: watered daily during 40 days with 5 ml T.I.B.A., concentration 20 mg/l. Right: the same, concentration 50 mg/l.



Foto 2
Afgeworpen eindknoppen,
na begieting met T.J.B.Z.
*Abscised terminal buds,
after watering with T.J.B.A.*

De meeste van deze verschijnselen werden al opgemerkt door ZIMMERMANN and HITCHCOCK [13 14], die T.J.B.Z. het eerst gebruikten. Zij noemden de stof een „formagen”. Zij constateerden verder dat met T.J.B.Z. behandelde tomatenplanten meer bloemen vormden en op abnormale plaatsen; de sympodiale eindknop liep bij voorbeeld uit tot een bloemtros. T.J.B.Z. was dus een „formagen, affecting flowering”. Het is niet verwonderlijk, dat al spoedig de mening ontstond, dat T.J.B.Z. een „florigen” zou zijn. Onder „florigen” wordt in het algemeen verstaan een hypothetische stof, die zou veroorzaken, dat de plant van het vegetatieve in het generatieve stadium overgaat. Een „florigen” is nog nooit aangetoond, hoewel het aan pogingen daartoe niet heeft ontbroken.

Wel is gebleken, dat T.J.B.Z. geen „florigen” is. Het is namelijk nooit gelukt planten, die in een inadequate daglengte groeien (dus een korte-dag-plant onder omstandigheden van lange dag en omgekeerd), toch tot bloei te brengen met T.J.B.Z.

In de hierna te beschrijven proeven is wel aangetoond dat bonen- en tomatenplanten op de toediening van T.J.B.Z. reageren met een vermeerdering van het aantal bloemen. De hieruit ontstaande vruchten groeien bij bonen normaal uit, zodat ook dit aantal vermeerderd is.

BOON

Methodiek en materiaal

Als voorbeeld van een reeks proeven wordt hier een enkele beschreven. De proef omvatte 12 groepen van 20 planten. Proefplant was *Phaseolus vulgaris*, ras „Vroege Wagenaar”. Na kieming in zaagsel werden de planten opgepot in 10 cm potten en ingegraven in turfmoalm in een kas met een gemiddelde temperatuur van 20–25°C. Vier dagen na het oppotten, toen de planten 17 dagen oud waren, werd begonnen met per dag 30 ml van de oplossingen (concentraties 20–100 mg/l) op de potten te gieten. Er werd 24 maal begoten; de totale hoeveelheid oplossing per plant bedroeg dus 720 ml. Gedurende de periode waarin begieting plaats vond, werd geen water gegeven. Na afloop der begietingen werd iedere dag of om de andere dag het aantal open bloemen geteld. Dit gedurende 18 dagen.

Toen de planten uitgebloeid waren, werd het aantal vruchten geteld, werden de vruchten gewogen en de bladoppervlakten gemeten. Bij twee groepen van niet met T.J.B.Z. behandelde planten werden de eindknoppen weggenomen, respectievelijk boven en onder het eerste drietallige blad. Dit laatste werd gedaan omdat ook de met T.J.B.Z. behandelde planten hun eindknoppen afwerpen. Zodoende werd nagegaan of het effect, dat T.J.B.Z. heeft op de bloei, uitsluitend veroorzaakt wordt door corre-

latieverschijnselen tengevolge van het afwerpen van de eindknop. Het zal blijken, dat dit laatste niet het geval is (zie foto 3).

Resultaten

In de hierna volgende tabel en in figuur 1 wordt een samenvatting van de resultaten gegeven.

Aantal bloemen, aantal vruchten, vruchtgewicht en totale bladoppervlakte van *Phaseolus vulgaris* na begietingen met T.J.B.Z.-oplossingen van 20–100 mg/l.

Number of flowers, number of fruits, weight of fruits and total leaf area of Phaseolus vulgaris after watering with T.I.B.A.-solutions of 20–100 mg/l.

Behandeling <i>Treatment</i>	Aantal bloemen (gem. per plant) <i>Average number of flowers per plant</i>	Aantal vruchten (gem. per plant) <i>Average number of fruits per plant</i>	Gewicht aan vruchten (gem. per plant in g) <i>Average weight of fruits per plant in g</i>	Bladoppervlakte (in cm ²) <i>Leaf area (in cm²)</i>
Contrôle	12,6	8,6	20,7	648 ± 28
T.J.B.Z. 20 mg/l.	15,4	9,4	22,0	722 ± 58
T.J.B.Z. 30 mg/l.	16,6	9,9	23,3	796 ± 21
T.J.B.Z. 40 mg/l.	18,2	12,6	28,3	784 ± 57
T.J.B.Z. 50 mg/l.	19,0	13,1	27,7	721 ± 13
T.J.B.Z. 60 mg/l.	19,0	14,1	26,0	780 ± 44
T.J.B.Z. 70 mg/l.	18,5	15,0	23,3	719 ± 23
T.J.B.Z. 80 mg/l.	17,5	11,3	18,3	714 ± 63
T.J.B.Z. 90 mg/l.	17,5	12,8	23,6	649 ± 70
T.J.B.Z. 100 mg/l ¹⁾	(19,6)	(16,5)	(20,0)	—
Getopt op 1e drietallige blad	13,5	12,8	29,4	906 ± 49
Getopt op 2e drietallige blad	14,5	14,4	33,9	1037 ± 47

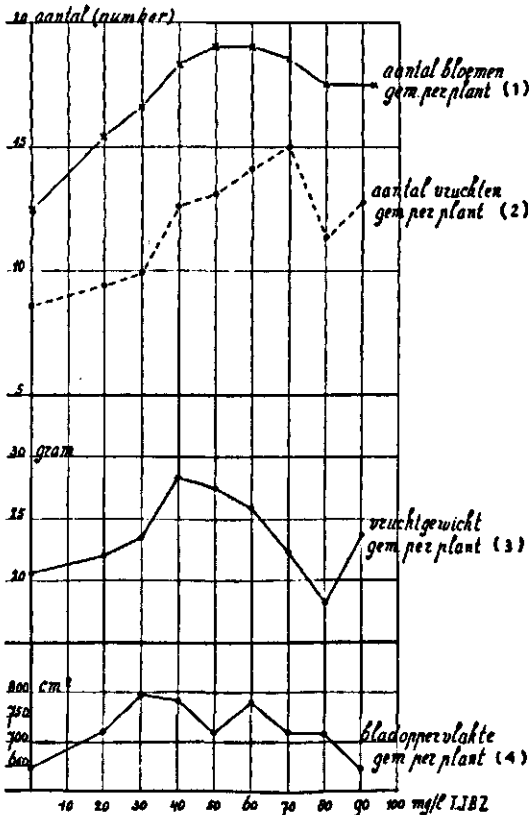
¹⁾ De groep bestond uit slechts 8 planten, zodat de uitkomsten minder betrouwbaar zijn dan van de andere groepen.

Het is duidelijk, dat alle concentraties een bevorderend effect hebben, zowel op de bloemproductie als op de bladoppervlakte. Ook het totale gewicht aan vruchten is gestegen.

Foto 3. Groei en bloei van bonen na begieting met T.J.B.Z. 1. Contrôle. 2. Getopt boven tweede drietallige blad. 3. Gedurende 13 dagen dagelijks begoten met 40 ml oplossing T.J.B.Z. 50 mg/l. De rechter plant (3) heeft een groter aantal bloemen en vruchten dan 1 en 2.

Growth and flowering of beans after spraying with T.I.B.A. 1. Control. 2. Topped above the second trifoliate leaf. 3. During 13 days sprayed daily with 40 ml solution T.I.B.A. 50 mg/l. The right plant (3) has a larger number of flowers and fruits than 1 and 2.





Figuur 1. Gemiddelde aantallen bloemen en vruchten bij de verschillende concentraties benevens de gemiddelde bladoppervlakten.

Average numbers of flowers and fruits in the different concentrations and the average leaf areas: (1) average number of flowers per plant, (2) average number of fruits per plant, (3) average weight of fruits per plant, (4) average leaf area per plant.

Conclusies en discussie

Het blijkt, dat bonenplanten op een behandeling met T.J.B.Z. reageer met:

1e. een vermeerderde bloemproductie;

2e. een vermeerderde vruchtproductie (zowel in aantal als in gewicht per plant);

3e. een kleine vermeerdering van de totale bladoppervlakte. Deze komt op rekening van de uitgelopen zij-scheuten, die ontstaan tengevolge van het afwerpen van de eindknop. Dit vergroot bladoppervlak werd niet in alle experimenten gevonden, omdat de groei der zij-scheuten afhankelijk is van het tijdstip van afwerpen van de eindknop en van uitwendige factoren als temperatuur, licht, enz. Om met zekerheid een vermeerdering van het totale bladoppervlak te mogen verwachten, zou steeds onder constante omstandigheden gewerkt moeten worden. Hiermee is het bewijs geleverd, dat een vergroot aantal bloemen kan samengaan zowel met een vergroting als met een verkleining (ten opzichte van de contrôle) van het totale bladoppervlak.

Dit is daarom van belang, omdat er uit blijkt dat men het in de hand heeft door variatie van het aantal begietingen en van de groeiomstandigheden het aantal bloemen samen met het bladoppervlak te vermeerderen.

TOMAAT

De abnormale groeiverschijnselen, die de tomatenplant vertoont na toediening van T.J.B.Z. zijn elders uitvoerig beschreven [3, 4]. Foto 4 geeft een beeld van deze abnormale groei.

Hier wordt volstaan met de vermelding, dat ook bij deze plant de vegetatieve groei meestal sterk wordt gereduceerd. De groeiwijze der planten wordt bovendien gewijzigd in die zin, dat de sympodiale opbouw verloren gaat. Bloemtrossen ontstaan in de



Foto 4. Tomaat (Ailsa Craig).
 Links: plant behandeld met T.J.B.Z. Rechts: contrôle.
Tomato (Ailsa Craig).
Left: plant treated with T.J.B.Z. Right: control.



Foto 5. Bloemtrossen van tomaten.
 Links: behandeld met T.J.B.Z. (98 bloemen).
 Rechts: onbehandeld (10 bloemen).
Flower clusters of tomatoes.
Left: treated with T.J.B.Z. (98 flowers).
Right: untreated (10 flowers).

oksels der bladeren, ook in die der cotylen. Ook de anatomische structuur van de vegetatiepunten wordt veranderd; het afsplitsen van bladprimordia houdt op, maar de vorming van bloemprimordia gaat door. Gevolg van een en ander is, dat de behandelde planten meer bloemen vormen dan de contrôles. Een extreem geval van een (sterk gefascieerde) bloemtros met 98 bloemen geeft foto 5.

Discussie

De theoretische kwestie, hoe men zich de werking van T.J.B.Z. moet denken, zal hier slechts kort worden besproken.

Het ligt voor de hand te veronderstellen, dat T.J.B.Z. het aantal bloemen vermeerderd *doordat* het de vegetatieve groei reduceert. Dat dit niet het geval is, hebben de hier beschreven proeven laten zien. Een vergrote bloemproductie gaat namelijk in het ene experiment samen met een vermeerdering, in het andere geval met een vermindering van de totale bladoppervlakte (ten opzichte van de contrôle).

Alles schijnt er op te wijzen, dat T.J.B.Z. een anti-auxine is. Het remt de groei van stengels, bladeren, wortels en wortelharen [2, 5, 6, 7, 11]; het bevordert de vorming van een „scheidingslaag”, zodat knoppen worden afgeworpen; het verhindert de wortelvorming bij stekken [9, 12]. Dit zijn alle verschijnselen, die op een gebrek aan auxine wijzen.

In de gebruikelijke auxine-testen evenwel kan het T.J.B.Z. soms de werking van auxine versterken. Bovendien hebben AUDUS en SHIPTON [1] uit statistische gegevens berekend, dat T.J.B.Z. wel een groeiremmer, maar geen anti-auxine kan zijn. Het oefent zelfstandig invloed uit op de processen, die tot bloemvorming leiden.

Het verband tussen auxine of anti-auxine en bloei is vooralsnog niet duidelijk. Het is zelfs geenszins zeker, dat een dergelijk verband bestaat. Nader onderzoek zal dit moeten leren. In sommige gevallen kan auxine de bloei van korte-dagplanten remmen. Het gaat hierbij echter om de bloei-inductie.

Van meer belang is hier de vraag of deze stoffen (ook het 2.3.5.-tribroombenzoëzuur en het 2.3.5.-trichloorbenzoëzuur zijn werkzaam) voor de practijk enig nut zullen hebben. Deze mogelijkheid lijkt niet uitgesloten, wanneer men te doen heeft met krachtig groeiende planten als boon en tomaat. Door toediening van deze stoffen zal men een reductie van de vegetatieve groei en een vermeerdering van het aantal bloemen kunnen bereiken. Bij slecht bloeiende planten moet dit een voordeel zijn.

SAMENVATTING

1. *Phaseolus vulgaris* (ras „Vroege Wagenaar”) reageert op begieting met T.J.B.Z. door:

- a. een vermeerdering van het aantal bloemen;
- b. een vermeerdering van het aantal vruchten;
- c. een vermeerdering van het totale vruchtgewicht.

2. Vroegere experimenten hebben aangetoond, dat ook *Lycopersicum esculentum* reageert met een vermeerderde bloemproductie.

3. Het ware te proberen T.J.B.Z. (en analoge benzoëzuurderivaten) toe te passen ter vermeerdering van de bloei bij sterk vegetatief groeiende, slecht bloeiende gewassen.

SUMMARY

INCREASE OF THE NUMBER OF FLOWERS IN BEANS AND TOMATOES BY MEANS OF 2.3.5.-TRIIODOBENZOIC ACID (T.I.B.A.)

1. *Phaseolus vulgaris* (variety “Vroege Wagenaar”) reacts to the application of T.I.B.A. by:
 - a. an increase in the number of flowers;
 - b. an increase in the number of fruits;
 - c. an increase in the freshweight of the fruits.
2. Former experiments showed that also *Lycopersicum esculentum* (variety “Ailsa Craig”) reacts with an increased number of flowers.
3. For practical use T.I.B.A. could be tried by plants that have a vigorous vegetative growth and flower badly.

LITERATUUR

1. AUDUS, L. J. and M. E. SHIPTON: 2.4.-dichloranisole-auxin interaction in root growth. *Physiologia Plantarum* 5, 1952: 430-455.
2. DENFFER, D. VON: Durch die Behandlung mit 2.3.5.-trijodbenzoësäure hervorgerufene Gamophyllien. *Ber. D. Bot. Ges.* 64, 1951: 269-283.
3. GORTER, CHR^e. J.: The influence of 2.3.5.-triiodobenzoic acid on the growing points of tomatoes. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Amsterdam* 52 (10), 1949: 1185-1193.

4. GORTER, CHR^e. J.: The influence of 2.3.5.-triiodobenzoic acid on the growing points of tomatoes. II: The initiation of ringfasciations. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Amsterdam **54C** (2), 1951: 181-190.
5. GORTER, CHR^e. J.: Action of 2.3.5.-triiodobenzoic acid on growth of root hairs. Nature **164**, 1949: 800-801.
6. HARDER, R. und A. OPPERMANN: Einfluss von 2.3.5.-trijodbenzoesäure auf die Blütenbildung und die vegetative Gestaltung von Kalanchoë Blossfeldiana. Planta **41**, 1952: 1-24.
7. MINARIK, C. E. and D. READY: Growth regulating activity of substituted benzoic acid derivatives. Abstr. Amer. J. of Bot. **37**, 1950, 680.
8. ROODENBURG, J. W. M.: Groei en bloei van de tomaat. Meded. Dir. Tuinb. **10**, 1947: 296.
9. SNIJDER, W. E.: Some responses of plants to 2.3.5.-triiodobenzoic acid. Plant Physiology **24** (2), 1949: 195.
10. THIMANN, K. V. and W. D. BONNER: The action of triiodobenzoic acid on growth. Plant Physiology **23** (1), 1948: 158.
11. WEINTRAUB, R. L. et al.: Studies on the relation between molecular structure and physiological activity of plant growth regulators. I. Abscission-inducing activity. Bot. Gazette **113** (3), 1952: 348.
12. WHITING, A. G. and M. A. MURRAY: Abscission and other responses induced by 2.3.5.-triiodobenzoic acid in bean plants. Bot. Gazette **109**, 1947: 447-473.
13. ZIMMERMANN, P. W. and A. E. HITCHCOCK: Flowering habit and correlation of organs modified by triiodobenzoic acid. Contr. B. Thompson Inst. **12**, 1941: 491.
14. ZIMMERMANN, P. W. and A. E. HITCHCOCK: Triiodobenzoic acid influences flower formation of tomatoes. Contr. B. Thompson Inst. **15** (7), 1949: 353.