

Botany. — *Aethyleen als stimulans bij het auxineverbruik bij erwten en tomaten.* Door J.E. OORTWIJN BOTJES. (Communicated by Prof. W. H. ARISZ.)

(Communicated at the meeting of November 28, 1942.)

Inleiding.

Nadat NELJUBOV (1901) vond, dat de door WIESNER (1878) ontdekte horizontale krommingen bij verschillende kiemplanten veroorzaakt werden door sporen lichtgas en wel hoofdzakelijk door aethyleen, hebben verschillende andere onderzoekers nagegaan, waarop de invloed van het aethyleen berustte.

De uiterlijk zichtbare verschijnselen zijn bij kiemplanten van erwten volgens KNIGHT en CROCKER (1913) drievoudig. De „triple response” zou bestaan uit:

- I. een remming van den lengtegroei;
- II. een versterking van den diktegroei;
- III. horizontale nutatie in de groeiende zône.

Een geremde lengtegroei, welke gepaard gaat met een toename van den diktegroei werd door VAN DER LAAN (1934) in aethyleen eveneens bij *Avena* waargenomen. Krommingen traden bij deze planten echter niet op.

Deze gedrongen groei van *Avena* in aethyleen werd door VAN DER LAAN toegeschreven aan de door dezen auteur geconstateerde verlaagde auxineproductie, waardoor een ophooping van voedingsstoffen in de coleoptielen zou ontstaan.

MICHENER (1938), die een ongewijzigde auxineproductie constateerde, schreef het effect van aethyleen enkel aan een ophooping of activeering van de voedingsstoffen toe.

ZIMMERMAN en WILCOXON (1935) toonden aan, dat verschillende verschijnselen, die in aethyleen bij tomaten en enkele andere planten optreden, zooals wortelvorming aan de bovenaardsche stengeldeel en epinastie bij bladeren, eveneens opgewekt konden worden door verhooging van de groeistofconcentratie, b.v. door middel van heteroauxine.

CROCKER, HITCHCOCK en ZIMMERMAN (1935) concludeerden, dat aethyleen zich als een groeistof gedroeg en dus zelf een groeistof moest zijn.

BORGSTRÖM (1939) schrijft het effect van aethyleen toe aan een gewijzigd auxine-transport.

Daar het aethyleen schijnbaar invloed heeft op de totale auxineconcentratie of op de verdeeling van de auxine in de plant, werd door mij onderzocht of de door aethyleen bereikte effecten door middel van verhooging of van verlaging van de groeistofconcentratie konden worden opgewekt.

Alle proeven werden uitgevoerd in een donkere kamer. Eventuele horizontaal geplaatste erwten werden zoo geplaatst, dat ook de mediane vlakken horizontaal kwamen te staan.

Resultaten:

Proef I. Erwten.

Verlaging van de groeistofconcentratie.

Jonge erwtenkiemplanten waarvan het zaad verwijderd werd, waardoor de planten groeistofarm werden, werden in horizontalen stand geplaatst.

Op de geotropische prikkeling reageerden de epicotylen met een opwaartsche kromming.

Proef II. Erwten.

Verhooging van de groeistofconcentratie.

Afgesneden epicotylen van erwten werden op verschillend sterke heteroauxineoplossingen

gebracht en horizontaal geplaatst. Op de geotropische prikkeling reageerden de planten met een verzwakte opwaartsche kromming (negatieve geotropie), met doorgroei in het horizontale vlak (transversale geotropie) of met een kromming naar de aarde toe (positieve geotropie). Bovendien trad een zoodanige kromming op in het mediane vlak, dat de oorspronkelijk aan het zaad grenzende zijde convex werd. Deze kromming, die niet ontstaat tengevolge van de geotropische prikkeling, moet van autonomen aard zijn. Daar voor zoover wij weten tengevolge van de geotropische prikkeling de onderhelften steeds meer groeistoffen krijgen dan de bovenhelften zal de met heteroauxine verwekte positieve geotropie en de verzwakking van de negatieve geotropie moeten worden toegeschreven aan een groeiremming van de onderhelften der epicotylen door het overschrijden van de optimale groeistofconcentratie aldaar (BONNER 1933).

Proef III. *Erwten.*

Intacte planten in aethyleen.

Erwtenkiemplanten werden in horizontalen stand gebracht in verschillende concentraties aethyleen.

Bij de concentraties van 10^{-4} en 10^{-5} kromden de epicotylen naar de aarde toe (positieve geotropie), bij 10^{-6} groeiden ze door in het horizontale vlak (transversale geotropie) en bij nog zwakkere concentraties groeiden ze schuin naar boven. Het gedrag van planten in aethyleen is dus als bij proef II, dus alsof de groeistofconcentratie verhoogd en niet alsof ze verlaagd wordt.

Proef IV. *Erwten.*

Groeistofarme planten in aethyleen.

Zaadlooze en dus groeistofarme erwtenkiemplanten kregen bij een concentratie van 10^{-4} aethyleen in tegenstelling met de contrôles, die alle positieve geotropie kregen, negatieve geotropie, uitgezonderd 1 plant, die ongekromd gebleven was. Applicatie aan de topblaadjes van een groeistofhoudende pasta (1% heteroauxine in lanoline), deed bij zaadlooze planten in aethyleen wel positieve geotropie ontstaan.

De geotropische reactie van epicotylen in een bepaalde concentratie aethyleen is dus, evenals in zuivere lucht afhankelijk van de sterkte van de aanwezige groeistofconcentratie.

Proef V. *Tomaten.*

Verlaging van de groeistofconcentratie.

Tomatenplanten worden tengevolge van een verblijf in het donker groeistofarm [ZIMMERMAN en HITCHCOCK (1936), OORTWIJN BOTJES (1938)]. Bij jonge tomatenplanten, die eenige dagen in het donker hadden gestaan, werd door mij soms hyponastie der bladeren waargenomen, doch nooit epinastie.

Proef VI. *Tomaten.*

Verhoging van de groeistofconcentratie en in aethyleen.

Jonge tomatenplanten vertoonden epinastie der bladeren zowel bij verhoging van de groeistofconcentratie b.v. door middel van het opzuigen van een heteroauxineoplossing als in aethyleen.

Proef VI bevestigt de resultaten van ZIMMERMAN en WILCOXON. Uit de proeven V en VI blijkt tevens, dat ook tomatenbladeren zich in aethyleen gedragen alsof de groeistofconcentratie verhoogd en niet alsof ze verlaagd wordt.

Proef VII. *Tomaten.*

Groeistofarme planten in aethyleen.

Werden van eenzelfde serie tomaten, die in het donker stonden, op achtereenvolgende dagen enkele planten in aethyleen geplaatst, zoo bleek de optredende epinastie meer te

verzwakken naarmate de planten langer in het donker hadden gestaan. Dit ging zoo voort tof er in het geheel geen epinastie meer optrad. De sterkte van de epinastie is dus evenredig met de in de bladeren nog aanwezige groeistofconcentratie.

Wanneer planten bij groei groeistof verbruiken, mag men aannemen, dat het groeieffect evenredig is aan het verbruik van de groeistof.

De groei zal dan afhangen van:

- I. de hoeveelheid groeistof of de sterkte van de concentratie die in de plant aanwezig is;
- II. de hoeveelheid groeistof, die de plant voor groei van een bepaalde sterkte verbruikt.

Deze hoeveelheid hangt af van specifieke eigenschappen van de plant, en wel van de volgende factoren:

A. het vermogen van de cel om groeistof te verbruiken; een actievere cel gebruikt van een zelfde groeistofconcentratie een grooter deel dan een minder actieve;

B. van de gevoeligheid voor groeistof, n.l. van het effect dat een bepaalde hoeveelheid verbruikte groeistof op de cel heeft. Een gevoeliger cel zal bij een zelfde groeistofverbruik grooter groeieffect hebben dan een minder gevoelige cel.

De groei van een cel hangt dus af:

1. van de sterkte van de groeistofconcentratie in het milieu, dus in de plant;
2. van de sterkte van het groeistofverbruik;
3. van de sterkte van den groei, die met een bepaalde hoeveelheid verbruikte groeistof correspondeert.

In aethyleen gedragen de epicotylen van erwten, zoowel als de bladeren van tomaten zich, alsof ze over meer groeistof beschikken. Dit kan een gevolg zijn van:

- a. een verhoogde auxineconcentratie;
- b. een verhoogd auxineverbruik;
- c. een verhoogde gevoeligheid voor auxine.

Proef VIII. *Onderzoek naar een verhoogde auxineconcentratie.*

100 coleoptieltoppen van *Avena* ter lengte van 16 mm werden geplaatst in een concentratie van 10^{-4} aethyleen, de contrôles in lucht. Na 3 of 5 uren werden deze toppen in peroxyde-vrijen aether naar Utrecht ¹⁾ gestuurd, waar de groeistofbepalingen plaats vonden. Het resultaat was, dat de aethyleen-topjes gemiddeld ongeveer 50 % minder auxine bevatten, dan de contrôles.

Hieruit blijkt, dat het effect van het aethyleen niet kan berusten op een verhoogde auxineconcentratie. Daar een verhoogde auxineconcentratie enkel tot stand kan komen door een verhooging van de auxineproductie of een remming van het auxinetransport, blijkt uit deze proef, dat er in aethyleen noch een verhooging van de auxineproductie, noch een remming van het auxinetransport optreedt.

Nu onder invloed van het aethyleen er geen verhooging van de auxineconcentratie plaats vindt, bevordert het aethyleen dus het groeistofverbruik of het maakt de planten gevoeliger voor groeistof. Uit de analyses bleek, dat er in korten tijd zeer veel groeistof vernietigd werd. Bij een zoo groote groeistofvernietiging is het onwaarschijnlijk, dat de gevoeligheid van de planten dermate verhoogd wordt, dat de planten zich gedragen, alsof er een verhooging van de groeistofconcentratie plaats heeft.

De afname van de hoeveelheid extraheerbare auxine, tengevolge van aethyleen is daarentegen een aanwijzing dat er meer auxine door de plant is verbruikt. Men mag dus aannemen, dat aethyleen het verbruik van auxine bevordert. Daar er tengevolge van een verhoogd verbruik minder auxine wordt afgevoerd naar verder van de productiecentra verwijderde weefsels zal de reactie van planten op aethyleen zijn een schijnbare remming van het groeistoftransport.

¹⁾ Prof. Dr. V. J. KONINGSBERGER te Utrecht was zoo vriendelijk aan te bieden, de groeistofanalyses in zijn laboratorium te laten verrichten. Ook Dr. W. F. F. OPPEN-OORTH Jr. ben ik voor zijn medewerking zeer erkentelijk.

Dit onderzoek werd verricht in het Laboratorium voor Plantenphysiologie te Groningen. Voor de hulp en de belangstelling bij dit onderzoek, ben ik Prof. Dr. W. H. ARISZ zeer dankbaar.

Summary.

The influence of weak concentrations of ethylene on the geotropic reactions of pea epicotyls and tomato leaves was studied. Cut off epicotyls placed in a strong heteroauxin solution and as well epicotyls of intact pea seedlings, placed in ethylene, undergo when laid down in a horizontal position a weakening of the negative geotropy or show transverse or positive geotropism.

Seedless pea seedlings, poor in growth substances, bend negatively geotropically in ethylene as well as in air.

Young tomato plants get epinasty of the leaves in ethylene or in sucking up a heteroauxin solution.

In the case of poverty of growth substance in consequence of having been in the dark for a long time, no epinasty will appear neither in air nor in ethylene.

Coleoptile tips of *Avena* 16 mm long contained about 50% less auxin than the controls after having been for 3 or 5 hours in 10^{-4} ethylene.

Pea epicotyls and tomato leaves behave in ethylene as if the growth substance concentration is increased. This cannot be the consequence of a higher auxin production, no less than of a retarded auxin transport and may therefore be attributed to an increased auxin consumption.

Groningen, November 1942.

LITERATUUR.

- BONNER, JAMES. 1933. The action of the plant Growth Hormones. *Journ. Gen. Phys.*, **17**, 63.
- BORGSTRÖM, G. 1939. Theoretical suggestions regarding the ethylene-responses of plants and observations on the influence of apple-emanations. *Kgl. Fysiogr. Sällsk. i. Lund Förh.*, **9**, 40.
- CROCKER, WILLIAM, A. E. HITCHCOCK and P. W. ZIMMERMAN. 1935. Similarities in the effects of ethylene and the plant auxins. *Contr. from Boyce Thompson Institute*, **7**, 231.
- KNIGHT, L. J. and W. CROCKER. 1913. Toxicity of Smoke. *Bot. Gaz.*, **55**, 337.
- LAAN, P. A. VAN DER. 1934. Der Einfluss von Aethylen auf die Wuchsstoffbildung bei *Avena* und *Vicia*. *Rec. trav. bot. neerl.*, **31**, 691.
- MICHENER, H. D. 1938. The action of ethylene on plant growth. *Amer. Journ. of Botany*, **25**, 711.
- NELJUBOV, D. 1901. Ueber die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderer Pflanzen. *Beih. Bot. Centralbl.*, **10**, 128.
- OORTWIJN BOTJES, JE. 1938. Induction of polarity by geotropical stimulation in tomato plants lacking growth substance owing to being kept in the dark. *Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wetensch.*, Amsterdam, **41**, 161.
- WIESNER, J. 1878. Die undulierende Nutation der Internodien. *Sitz. Ber. K. u. K. Akad.*, Wien, **77**, 15.
- ZIMMERMAN, P. W. and A. E. HITCHCOCK. 1936. Effect of light and dark in responses of plants to growth substances. *Contrib. from Boyce Thompson Institute*, **8**, 217.
- ZIMMERMAN, P. W. and FRANK WILCOXON. 1935. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contrib. from Boyce Thompson Institute*, 1935, **7**, 209.