

AETHYLEEN ALS VERMOEDELIJKE OORZAAK VAN DE GROEIREMMENDE WERKING VAN RIJPE APPELS

DOOR

J^r. OORTWIJN BOTJES

ELMER (1932) vermeldt, dat de aanwezigheid van rijpe appels in de nabijheid van gepote gekiemde aardappels tot gevolg heeft, dat de apicale groei van de spruiten vrijwel ophoudt, terwijl er kleine stengelknollen gevormd worden. Van ongekiemde knollen wordt de ontwikkeling van de knoppen in de oogen zoodanig beïnvloed, dat er een onvolwaardige veelvoudige spruitgroei optreedt. Deze belemmeringen van den groei worden veroorzaakt zoowel door ongeschilde als door geschilde appels, niet echter door onrijpe of verrotte appels, evenmin door het iso-amyl-vale-riaanzuur (appelolie).

In Februari 1933 ging ik de invloed van rijpe appels (Winesap) na op de ontwikkeling van de spruiten van de knollen van de vroege aardappelsoort Eersteling.

In een donkere kamer werden bij een temperatuur van 22° C. *ongekiemde knollen* tezamen met de rijpe appels onder een klok gebracht, die met een glasplaat luchtdicht was afgesloten. In 14 dagen ontwikkelden zich aan deze knollen zeer korte ($\pm 1\frac{1}{2}$ cm), sterk verdikte spruiten, welke sterk afweken van de 6 cm lange dunne spruiten van de controles. Het al of niet aanwezig zijn van een blikken scherm tusschen de appels en de knollen was van geenerlei invloed. De schadelijke werking is dus inderdaad te wijten aan de vluchtige bestanddeelen van de appels en niet aan mogelijke door de appels uitgezonden stralen. Het aantal uitgegroeide spruiten was in tegenstelling met de waarnemingen van ELMER bij de proefobjecten en de controles vrijwel gelijk, bedroeg meest één à twee per knol. De gestoorde kieming van de knollen heeft zich in dit geval dus slechts geuit in een geremden apicalen groei van de spruiten, hetgeen met verdikking gepaard ging.

Ook op de groei van jonge tomatenplanten, kiemende erwten en geëtiolerde erwtenkiemplanten bleken de vluchtige stoffen van de appels een sterke invloed uit te oefenen.

In een donkere kamer bij een temperatuur van 22° C werd dagelijks gedurende een half uur met een perspompje lucht geblazen door een flesch, die met een pond gesneden appels ¹⁾ (Winesap) ge-

¹⁾ Dezelfde appels werden een week lang gebruikt.

vuld was. Deze lucht werd dan gedreven naar de klok, waarin zich de proefobjecten bevonden. De aldus in de klok bereikte concentratie van het door de appels afgegeven gas bleek nog voldoende sterk te zijn om het groeiproces der in de klok geplaatste planten totaal te wijzigen.

Jonke tomatenplanten, die gedurende twaalf uur in de klok stonden, vertoonden het verschijnsel, dat als epinastie van de bladeren bekend is. Afb. I A toont duidelijk aan, hoe de bladstelen naar beneden gekromd zijn.

In vochtig zaagsel *kiemende erwten*, welke gedurende een week op deze wijze behandeld waren met de vluchtige stoffen van appels, werden zoodanig gestoord in den groei, dat de stengels hoogstens een lengte van 1 cm bereikten. Van het wortelstelsel ontwikkelde zich alleen een korte hoofdwortel, die niet naar beneden gericht was, doch die in het horizontale vlak om de erwt heen groeide. De stengels van de contrôles hadden in dezelfde week een lengte van ± 10 cm bereikt, terwijl overal een flink ontwikkelde hoofdwortel met zijwortels gevormd was.

Werden gedurende een tweede week de zelfde gesneden appels gebruikt, die dan al eenigszins tot rotting waren overgegaan, dan was de groeiremming veel minder sterk. Het wortelstelsel leek normaal, de stengels reageerden echter niet meer negatief maar transversaal geotropisch (Op afb. 2 A is duidelijk te zien, dat de stengels niet naar boven groeien, maar zich krommen naar het horizontale vlak).

1 cm lange *erwtlenkiemplanten*, gedurende een week behandeld met de vluchtige stoffen van een pond verse appels, vertoonden geen zichtbare apicale groei van de stengels en geen kromming, zie afb. III C. Bij de horizontaal gelegde exemplaren was ook niet de minste neiging om zich op te richten waarneembaar, zie afb. III D. Werden deze planten later in zuivere lucht verticaal gesteld, dan groeiden ze recht door, zonder eenigszins gekromd te worden in de zin van de voorafgegane geotropische prikkel.

Eenige van de hierboven beschreven verschijnselen zijn in de literatuur bekend, waar ze worden toegeschreven aan de werking van bepaalde gassen.

CROCKER vermeldt, dat in het *Boyce Thompson Institute for Plant Research* onderzocht werd, welke gassen bij de tomaten epinastie van de bladeren veroorzaken. Van de 39 onderzochte gassen waren er slechts 5 waarbij deze reactie optrad. De minimum doses welke nog epinastie veroorzaakten waren in miljoenen voor aethyleen 0,1 acetyleen en propyleen 50, butyleen

50.000 en CO 500. De planten reageeren dus verreweg het sterkst op aethyleen.

De transversale geotropie van de erwtenstengels werd door verschillende onderzoekers waargenomen.

NELJUBOW ¹⁾ (1901) is de eerste, die deze reactie toeschrijft aan de laboratoriumlucht, welke met lichtgas verontreinigd zou zijn. Hij neemt aan, dat het effectieve deel van het lichtgas aethyleen is. Bij enkele lage concentraties krijgt hij zeer duidelijk transversale geotropie bij erwtenkiemplanten.

Deze transversale geotropie werd door mij behalve bij aanwezigheid van appels waargenomen bij verschillende concentraties aethyleen (C_2H_4) liggende tusschen 0,0001 en 0,000.000.05. De maximale werking lag ongeveer bij 0,000.001. Bij een concentratie van 0,002 nam ik het bovenbeschreven verschijnsel waar, dat 1 cm lange horizontaal of verticaal gestelde erwtenkiemplanten niet meer groeiden of kromden, terwijl een eventueel geotropische perceptie ook later niet tot uiting kwam.

Met het aan aethyleen verwante acetyleen (C_2H_2) werd door mij bij de geëtiolerde erwtenkiemplanten noch een geremde groei, noch een transversale geotropie waargenomen.

Uit bovengenoemde gegevens volgt, dat alle specifieke reacties van jonge tomatenplanten en geëtiolerde erwtenkiemplanten, veroorzaakt door de inwerking van de vluchtige bestanddeelen van appels, ook verkregen kunnen worden door verschillende concentraties aethyleen. Is nu aethyleen het werkzame bestanddeel van de vluchtige stoffen van de appel?

De concentraties waarbij de verschillende reacties optreden zijn meest zoo laag, dat ze chemisch niet aan te toonen zijn. Daarom werd nagegaan, wat er geschiedt, indien men de vluchtige stoffen van de appels alvorens ze toe te dienen aan de proefobjecten, drijft door een oplossing, welke aethyleen absorbeert. Voor dit doel werd gebruikt een waschfleschje met chloorsulfonzuur ($ClSO_3H$). Tusschen dit waschfleschje met $ClSO_3H$ en de klok met de proefobjecten werden eenige waschfleschjes met sterke KOH geplaatst om de gevormde dampen op te vangen. Dit geschiedde, nadat door een proef was gebleken, dat KOH de effectieve bestanddeelen van de vluchtige producten van rijpe appels niet absorbeert. Het resultaat was, dat *zooowel de kiemende*

¹⁾ Om te bewijzen, dat het horizontaal groeien van de stengels transversale geotropie en geen autonome nutatie (WIESNER) is, plaatste NELJUBOW (1911) kiemplanten horizontaal in een aethyleenatmosfeer (onverschillig met welke zijde naar boven). Geen kromming trad op. Werden dergelijke planten in verschillende standen t.o.v. de verticale as geplaatst, dan kromden de stengels zich, totdat ze in het horizontale vlak groeiden.

erwten, de erwtenkiemplanten als de tomatenplanten geen storing in hun groei ondervonden, wanneer de vluchtige stoffen van de appels geleid werden door ClSO_3H , een absorptiemiddel voor aethyleen.

De mogelijkheid bestaat natuurlijk, dat tot de vluchtige producten van appels nog andere gassen behooren, welke eveneens de specifieke reacties bij erwten en tomaten kunnen veroorzaken en welke ook door het chloorsulfonzuur worden geabsorbeerd. Een direct onderzoek hieromtrent — door uit de vluchtige bestanddeelen van de appels enkel en alleen aethyleen te elimineeren — was onuitvoerbaar. Er is mij nl. geen absorptiemiddel bekend, dat bij geringe concentraties wel het aethyleen absorbeert en niet in geringe mate de naverwante koolwaterstoffen aantast.

Wanneer we echter de door CROCKER genoemde gassen nagaan, is de kans dat een van de 4 andere gassen, welke bladepinastie kunnen veroorzaken bij de tomaten tot de werkzame bestanddeelen van de vluchtige producten van appels behooren, zeer gering, aangezien de concentraties van deze gassen om werkzaam te zijn op zijn minst 500 maal zoo sterk moeten zijn dan van aethyleen. Acetyleen komt bovendien niet in aanmerking, aangezien het, althans in de door mij gebruikte concentraties, onwerkzaam bleek te zijn bij erwten, CO niet, daar het door ClSO_3H niet zal worden aangetast.

Aangezien dus de specifieke groeireacties bij kiemende erwten, geëtiolerde erwtenkiemplanten en tomatenplanten achterwege blijven, wanneer de vluchtige stoffen van de appels gezuiverd zijn van aethyleen, en deze reacties eveneens en in veel sterkere mate dan door andere gassen worden veroorzaakt door aethyleen, mag men het waarschijnlijk achten, dat van deze vluchtige appelstoffen aethyleen het werkzame bestanddeel is.

Laboratorium voor plantenphysiologie,

Juni 1933.

Groningen.

SUMMARY

1. Ripe apples from the variety Winesap cause leaf-epinasty with tomato seedlings, a delayed apical growth with etiolated stems of pea seedlings and with the latter transversal geotropy in low concentrations.
2. These reactions are owing to the volatile substances of the apples and not to possible emitted rays.
3. The same reactions can be obtained by ethylene.
4. Volatile substances of apples lose their activity if led through ClSO_3H , an absorption-expedient of ethylene.

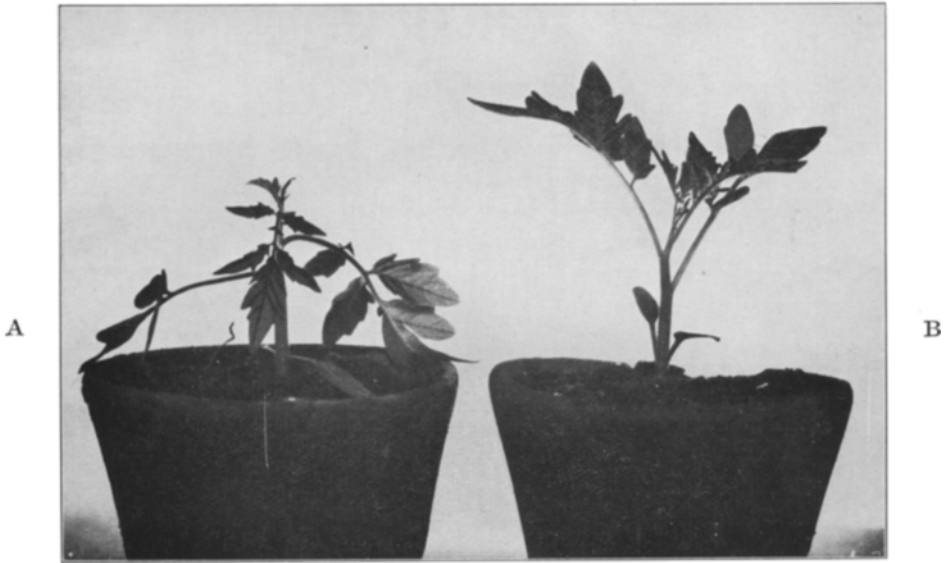
LITERATUUR

- WIESNER, J. Die Undulierende Nutation der Internodien. Sitz. ber. der K. A. d. Wiss. Wien. Bd. 77 Abt. I, 1878.
- NELJUBOW, D. Ueber die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einigen anderen Pflanzen. (Vorl. Mitt.). Beih. z. Bot. Zbl. 10, 1901.
- NELJUBOW, D. Geotropismus in der Laboratoriumsluft. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 29, 1911.
- CROCKER, W. The Effect of Ethylene upon Living Organismus. Proc. Amer. Phil. soed. 71, No. 5, 295-298 1932.
- ELMER, O. H. Growth Inhibition of Potato Sprouts by the Volatile Products of Apples. Science, February 12, 1932, Vol 75, No. 1937, page, 193.

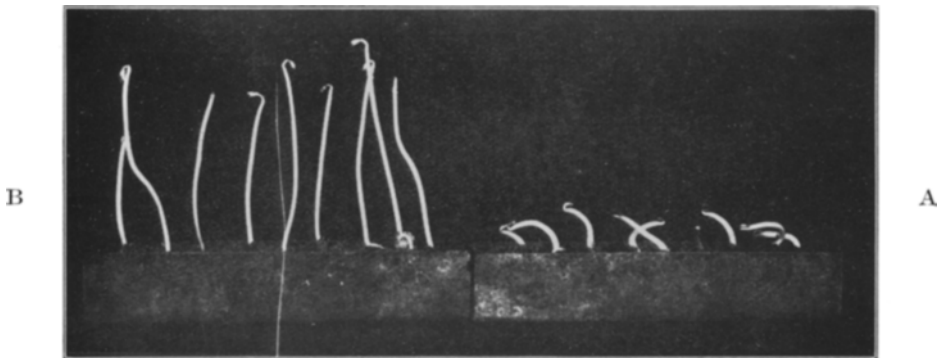
VERKLARING DER PLATEN

PLAAT XXI

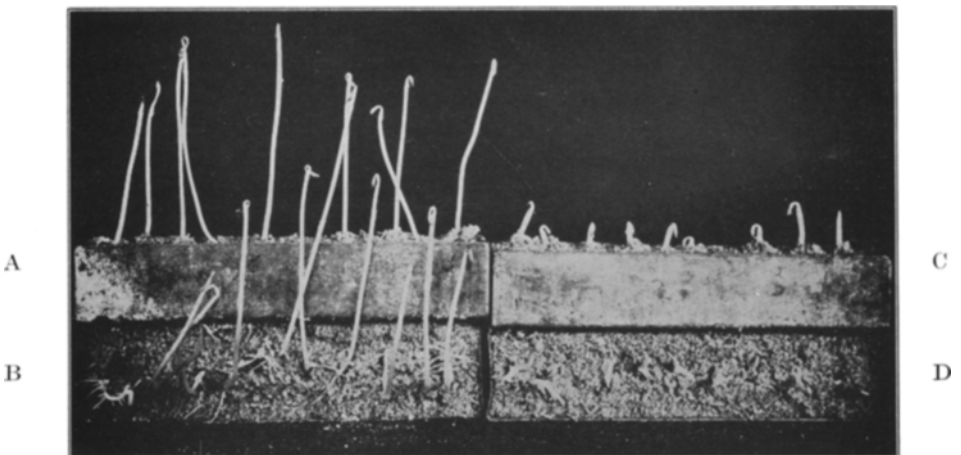
- Afb. 1. Tomatenplanten.
- A. 12 uur lang in een gasmengsel van lucht en vluchtige producten van rijpe appels.
 - B. Gedurende 12 uur in eenzelfde gasmengsel, dat echter de werkzame bestanddeelen heeft afgestaan aan ClSO_3H .
- Afb. 2. Geëtioloerde erwtenkiemplanten.
- A. gedurende een week in een zwakke concentratie van vluchtige producten van rijpe appels.
 - B. De controles.
- Afb. 3. Geëtioloerde erwtenkiemplanten, gedurende 4 dagen gekweekt in zuivere lucht. Daarna A verticaal, B horizontaal geplaatst in zuivere lucht, C verticaal, D horizontaal in een sterke concentratie van vluchtige producten van rijpe appels.



Afb. 1



Afb. 2



Afb. 3

photos Veenboff Sr. Groningen