

BESCHADIGING DOOR NATRIUMCHLORAAT¹⁾

With a summary: Damage due to sodium chlorate

DOOR

W. DEN BOER

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk

INLEIDING

In het Zuidhollands glasdistrict zijn bij verschillende gewassen reeds jarenlang afwijkingen waargenomen, waarvan de oorzaak aanvankelijk niet bekend was. Er werd vaak gedacht aan een aantasting door een virusziekte. Uit verschillende proeven is echter gebleken, dat deze afwijkingen worden veroorzaakt door natriumchloraat. Dit onkruidbestrijdingsmiddel met een algemeen dodende werking is reeds vele jaren in land- en tuinbouw toegepast. Het beschadigingsbeeld is bij de verschillende gewassen niet gelijk. Daar beschadiging reeds bij zeer lage concentratie van natriumchloraat optreedt en dit bestrijdingsmiddel bovendien zeer gemakkelijk door de grond wordt verplaatst is het in de praktijk vaak moeilijk het als oorzaak van de beschadiging te onderkennen.

VROEGERE ERVARINGEN MET NATRIUMCHLORAAT

In 1931 werd natriumchloraat onder de naam Paraplant gebruikt als algemeen onkruidbestrijdingsmiddel voor wegen, paden en pleinen (Verslagen van de Plantenziektenkundige Dienst (P.D.) over de jaren 1931 en 1942). In 1938 en 1942 is door de P.D. beschadiging waargenomen aan enkele landbouwgewassen geteeld op land, waar het aardappelgewas was doodgespoten met natriumchloraat. Ook bloemkool werd beschadigd. Daarom wordt door de P.D. afgeraden dit middel te gebruiken, wanneer nog in hetzelfde jaar een teelt begonnen moet worden (Verslagen van de P.D. over de jaren 1938 en 1942).

In 1952 werd door de P.D. beschadiging van dahlia's vermeld langs een pad, dat behandeld was met natriumchloraat. De beschadiging bestond uit lichtgekleurde bladnerven (Jaarboek P.D. 1951-1952).

In België en Zwitserland is beschadiging door natriumchloraat bij druiven bekend. In België vonden PARMENTIER & DETROUX (1954) dat een concentratie van 5 mg natriumchloraat per pot van 700 cc grond beschadiging bij jonge druiveboompjes veroorzaakte. In Zwitserland (ANONYMUS, 1957) werden dezelfde afwijkingen waargenomen, nadat natriumchloraat voor onkruidbestrijding tussen buiten geteelde druiven was gebruikt. In 1931 is deze beschadiging waarschijnlijk voor het eerst bij druiven in het Westland waargenomen (Verslag van de P.D. over 1931; Jaarverslag 1932, Proeftuin Zuidhollands glasdistrict). De omschrijving van het ziektebeeld en de foto van de aantasting doen althans sterk aan een beschadiging door natriumchloraat denken.

HURD-KARRER (1940) deelt de gewassen in bepaalde groepen in naar de symptomen die door natriumchloraat worden teweeggebracht. Groenten en cruciferen bleken de gevoeligste planten, terwijl gramineeën het minst gevoelig waren.

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 8 maart 1958.

LOOMIS et. al. (1933) hebben onderzoek verricht naar de wijze, waarop natriumchloraat door de plant wordt opgenomen. Chloraat wordt door de wortels van de plant opgenomen en via de houtvaten vervoerd. De bladeren sterven af, maar wanneer de verdamping wordt tegengegaan door de bladeren met vaseline in te smeren, blijven zij in leven. EKDAHL (1948) vond bij proeven in watercultuur dat tarwewortels het chloraat snel opnemen. Na drie uur was de concentratie chloraat in de wortel even hoog als in de oplossing. Door toevoeging van chloraat aan de voedingsoplossing werden de wortelharen misvormd en donker gekleurd, terwijl er minder nieuwe wortelharen werden gevormd. Dit alles zou er op wijzen, dat de beschadiging door natriumchloraat ten dele op een verstoring van de waterhuishouding berust.

Volgens HOFMANN (1953) kan vijf maanden nadat een onkruidbestrijding met natriumchloraat heeft plaats gevonden nog beschadiging optreden. SÄKÖ (1956) heeft ervaren, dat chloraat, als onkruidbestrijdingsmiddel in een boomgaard toegepast, geen beschadiging aan de vruchtbomen geeft als de eerste drie maanden na de toepassing geen grondbewerking plaats vindt. SCHWENDIMAN (1941) heeft waargenomen, dat naarmate het gehalte aan organische stof in de grond hoger is, de groeiremming door natriumchloraat minder is. Waarschijnlijk zal een hoog gehalte organische stof aanleiding geven tot een snelle afbraak van het chloraat, doordat de organische stof geleidelijk wordt geoxydeerd. Bij de teelt onder glas heeft men ervaren, dat het wel twee jaar kan duren, eer de gewassen geen beschadiging door natriumchloraat meer vertonen. Dit hangt waarschijnlijk samen met een minder snel uitspoelen van het natriumchloraat uit de grond door de aanwezigheid van een glasbedekking.

BESCHADIGINGSBEELD

Druif. Aanvankelijk kleurt het bladgroen vlak bij de grote nerven geel. Later worden de nerven en ook de fijne nerfjes bruin (fig. 1). Soms komt de geelkleuring of bruinkleuring slechts in een sector van het blad voor. De groei staat stil en de bessen groeien niet meer. Wanneer de beschadiging vroeg optreedt (mei, juni) ontstaat meestal direct een bruinkleuring van de nerven. De bladeren die na augustus zijn gevormd, ontwikkelen zich vaak normaal, terwijl het beschadigde blad afvalt. Het volgende jaar vertonen de bomen veelal geen afwijkingen meer.

Tomaat. Bij een lage concentratie natriumchloraat worden de nerven van de hogere bladeren geel (een soort van „vein clearing”, fig. 2). Bij een hogere concentratie wordt de kleur van grote en kleinere nerven grijs of bruin en breekt het blad gemakkelijk af (fig. 3). De top van de plant kan later weer doorgroeien en wordt dan normaal.

Komkommer. Bij een lage concentratie natriumchloraat kleuren zowel de grote nerven als de fijne nerfjes geel (fig. 4 en 5). Soms treedt verkleuring in een bepaalde sector van het blad op. Dit beeld kan gemakkelijk verwarring geven met een beginaantasting door *Cucumis virus 1*. Bij een wat hogere concentratie kleuren de nerven grijs of bruin (fig. 5). Bij nog hogere concentraties natriumchloraat treedt verbranding van de bladeren op (fig. 6). Deze verbranding begint tussen de nerven. Ook bij dit gewas is herstel mogelijk. De nieuw gevormde bladeren zijn dan weer normaal.

Sla. Bij een lage concentratie natriumchloraat treedt een geelkleuring van grote en kleinere nerven op (fig. 7), terwijl bij hogere concentraties het blad ge-

heel geel wordt. Soms reageert de sla tevens met bruinkleuring van de nerfjes. Zowel bij lage als bij hogere concentraties wordt het blad wat kroezig. Dit beeld (fig. 8) kan zeer veel gelijkenis vertonen met een aantasting door het slamozaïek-virus (*Lactuca virus 1*).

Bloemkool. Bij een lage concentratie kunnen de nerven wat lichter gekleurd zijn. Op oudere bladeren ontstaat vaak een net van grijsbruin gekleurde nerfjes tegen een lichtgele achtergrond (fig. 8). Bij een wat hogere concentratie kleuren de nerfjes geheel bruin. Bij nog hogere concentratie treedt bladverbranding tussen de nerven op (fig. 10).

Chrysanten reageren op natriumchloraat met een licht worden van de nerven.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

Bij het onderzoek naar de oorzaak van de boven beschreven verschijnselen werd aanvankelijk niet aan beschadiging door natriumchloraat gedacht. Toen in 1949 op verschillende bedrijven in meer of mindere mate chloraatbeschadiging bij druiven optrad, werd geen ziekteverwekker gevonden. Door enting van gezond op ziek en ziek op gezond materiaal (door middel van de Engelse copulatie) werd nagegaan of een virusziekte de oorzaak kon zijn. Het volgende jaar waren alle boompjes gezond. Houtstekken van zieke bomen waren eveneens gezond, terwijl de aangetaste bomen in de praktijk het verschijnsel niet meer of nog slechts in zeer zwakke mate vertoonden. Het daaropvolgende jaar waren alle bomen, die de aantasting vertoond hadden, volkomen hersteld. In 1952 trad in enkele gevallen opnieuw dezelfde beschadiging op. In de buurt van deze kassen was natriumchloraat als onkruidbestrijdingsmiddel gebruikt.

Er is toen voor het eerst een proef genomen, waarbij door toediening van natriumchloraat het verschijnsel van de bruine nerfjes bij druiven werd opgewekt. Hiertoe zijn tweejarige houtstekken gepoot in nulpotten. Bij een concentratie van 40 d.p.m.¹⁾ trad een maand na de toepassing beschadiging op, 20 d.p.m. gaf geen beschadiging. Het volgende jaar was ook bij 40 d.p.m. geen beschadiging waarneembaar. Toch kan er weinig sprake van uitspoeling zijn geweest, daar de potten op schotels stonden en het overtollige gietwater telkens op de pot werd teruggeschonken.

Later zijn er proeven genomen bij verschillende groentegewassen in bloempotten. Deze hadden o.a. tot doel, het door natriumchloraat veroorzaakte beschadigingsbeeld vast te stellen. Voor de beschrijving van de symptomen bij de verschillende groentegewassen is dan ook mede gebruik gemaakt van de uitkomst van deze proeven. Daarnaast hadden deze proeven het doel de gevoeligheid na te gaan van de belangrijkste groentegewassen welke in het Zuidhollands glasdistrict onder glas worden geteeld. Er is daartoe een reeks van concentraties, respectievelijk 500, 250, 125, 62,5, 32, 16, 8, 4, 2 en 1 d.p.m. gebruikt. Deze proeven zijn zowel in de zomer als in het najaar opgezet, om na te gaan of de gevoeligheid van het gewas door het jaargetijde wordt beïnvloed. Toen pootbare planten na het oppotten weer goed aan de groei waren, is de chloraatoplossing bij de plant gegoten.

Komkommer bleek het gevoeligste gewas te zijn; bij 1 mg per l trad nog beschadiging op. Gerangschikt naar afnemende gevoeligheid volgen hierop sla,

¹⁾ In alle gevallen, dat in deze publikatie de afkorting d.p.m. wordt gebruikt, betekent dit: mg natriumchloraat per kg vochtige grond.

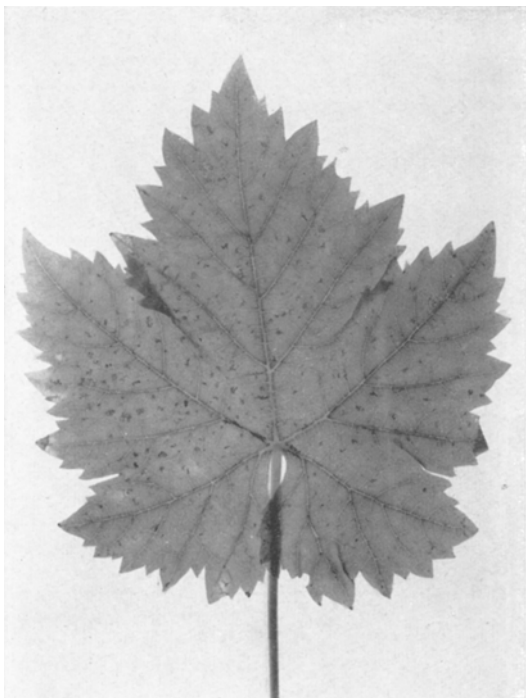


FIG. 1. Druiveblad met bruine strepen en stipjes langs de nerven

FIG. 1. *Leaf of grape with brown streaks and spots along the veins*



FIG. 2. Topblaadje van tomaat met gele nerven en pokvorming in het bladmoes (lage concentratie van natriumchloraat)

FIG. 2. *Young leaf of tomato with yellow veins and pocks in the parenchyma (low concentration of sodium chlorate)*



FIG. 3. Tomateblad, waarvan de nerven grijs verbrand zijn (hoge concentratie van natriumchloraat)

FIG. 3. *Leaf of tomato with grey-coloured veins (high concentration of sodium chlorate)*

FIG. 4. Komkommer, geelgekleurde nerven in de top van de plant (lage concentratie van natriumchloraat)

FIG. 4. *Cucumber, yellow discoloration of the veins of the young leaves (low concentration of sodium chlorate)*



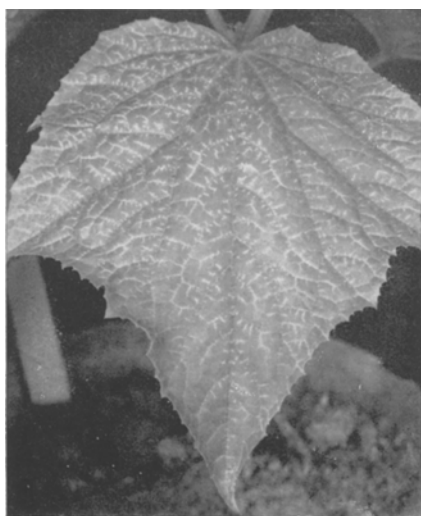


FIG. 5. Komkommerblad, waarvan de nerven grijs verbrand zijn (hoge concentratie van natriumchloraat)

FIG. 5. *Leaf of cucumber with grey-coloured veins (high concentration of sodium chlorate)*



FIG. 6. Komkommerblad. Verbranding tussen de nerven (zeer hoge concentratie van natriumchloraat)

FIG. 6. *Leaf of cucumber, burned in between the veins (very high concentration of sodium chlorate)*



FIG. 7. Slablad met gele nerven (lage concentratie van natriumchloraat)

FIG. 7. *Leaf of lettuce with yellow veins (low concentration of sodium chlorate)*



FIG. 8. Slaplant met sterk gekroesde bladeren en geelkleuring van de nerven (iets hogere concentratie dan bij blad van fig. 7)

FIG. 8. *Lettuce with strongly curled leaves and yellow-colouring of the veins (somewhat higher concentration than in leaf in fig. 7)*



FIG. 9. Bloemkool, het onderste blad lichtgeel gekleurd met netwerk van grijsbruine nerven (lage concentratie van natriumchloraat)

FIG. 9. *Cauliflower, the oldest leaf with a slight yellow-colouring and a network of grey-brown veins (low concentration of sodium chlorate)*



FIG. 10. Bloemkool, bladverbranding tussen de nerven (zeer hoge concentratie van natriumchloraat)

FIG. 10. *Cauliflower, the leaves are burned in between the veins (very high concentration of sodium chlorate)*

tomaat en bloemkool. De laagste concentratie, welke bij deze gewassen beschadiging gaf, bedroeg respectievelijk 2, 4 en 8 d.p.m. Verschil in gevoeligheid tussen de zomerteelt en de herfstteelt kwam ten aanzien van het verschijnsel „vein clearing” niet tot uiting. Bij de herfstteelt is wel in verschillende gevallen – in het bijzonder bij tomaten en bloemkool – waargenomen, dat de bruinkleuring van de nerven ernstiger was en dat verbrandings- en afstervings verschijnselen reeds bij een lagere concentratie optraden.

Bij de bespreking van het beschadigingsbeeld is er op gewezen, dat verschillende beelden kunnen worden onderscheiden, samenhangend met de hevigheid van de beschadiging: lichter worden van de nerven („vein clearing”), bruinkleuring van de nerven, bladverbranding en afsterving. In tabel 1 zijn de concentraties opgegeven, waarbij bovengenoemde beelden bij verschillende gewassen opgetreden zijn.

TABEL 1. Beschadigingsbeeld door natriumchloraat (concentraties in d.p.m.).
Damage caused by sodium chlorate (concentrations in mg per kg moist soil).

Gewas (<i>crop</i>)	„Vein clearing” (<i>vein clearing</i>)	Bruinkleuring nerven (<i>brown discoloration of the veins</i>)	Bladverbranding (<i>burning of the leaves</i>)	Afsterving (<i>dying off</i>)
Komkommer (<i>cucumber</i>)	1-2	—	16	250
Sla (<i>lettuce</i>)	2-4	8	125-250	500
Tomaat (<i>tomato</i>)	4	4-8	32-62,5	125-250
Bloemkool (<i>cauliflower</i>)	4-8	8	32	500

Hierbij dient te worden opgemerkt, dat deze cijfers gemiddelden zijn. Bij afzonderlijke planten en onder bepaalde omstandigheden kunnen soms belangrijke afwijkingen van dit gemiddelde worden waargenomen.

MOGELIJKHEDEN, DIE IN DE TUINBOUW TOT BESCHADIGING DOOR NATRIUMCHLORAAT KUNNEN LEIDEN

Wordt rond een hoop rotte mest een onkruidbestrijding met natriumchloraat uitgevoerd, dan kan later chloraatbeschadiging optreden. Zowel voor het gebruik in potgrond als voor bemesting is deze mest niet meer te gebruiken (Jaarverslag 1951, Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas).

Wanneer op een tuinbouwbedrijf natriumchloraat als onkruidbestrijdingsmiddel wordt gebruikt, treedt onder glas snel beschadiging op. Onkruidbestrijding rond een warenhuis of kas heeft door de grote oplosbaarheid van natriumchloraat tot gevolg, dat door zijdelingse verplaatsing dit onkruidbestrijdingsmiddel in de grond onder het glas doordringt. Daar de verdamping onder glas sterk is, kan water van buiten de kas worden aangezogen. Tenslotte komt dit schadelijke zout in de bovenlaag terecht, waardoor de plant schade ondervindt (Jaarverslag 1951, Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas). De kans hierop is bijzonder groot, wanneer natriumchloraat langs de slootkant van een warenhuis is gebruikt.

Is een tuinpad behandeld met natriumchloraat en wordt hierop later potgrond gebracht, of worden er bloempotten en plantkistjes opgeslagen, dan kan hierin vocht met natriumchloraat worden opgezogen. Later ziet men de beschadiging bij de jonge planten (Jaarverslagen 1955 en 1956, Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas).

Touw voor het steunen van tomatplanten, dat in de buurt van natriumchloraat opgeslagen is geweest, blijkt later de planten te beschadigen. Op de plaats, waar het touw om de stengel zit, wordt deze bruin, terwijl de bladeren lichte nerfjes gaan vertonen (Jaarverslag 1955, Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas).

Wanneer natriumchloraat in het gietwater komt, kan hierdoor eveneens beschadiging optreden. De herkomst van het chloraat is vaak zeer moeilijk te achterhalen, daar een zeer geringe hoeveelheid reeds schadelijk kan zijn (Jaarverslag 1953, Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas).

MAATREGELEN TEGEN BESCHADIGING DOOR NATRIUMCHLORAAT

Wanneer de beschadiging bij jonge planten is opgetreden, doet men het verstandigst om alle planten, die enigszins afwijken, te verwijderen. Bij beschadiging van een wat ouder, reeds uitgeplant gewas, bestaat er slechts één mogelijkheid, te weten: men moet trachten zoveel water te geven, dat het natriumchloraat wordt uitgespoeld. Wordt het chloraat slechts naar een weinig dieper liggende grondlaag verplaatst, dan zal het bij sterke verdamping opnieuw boven komen en nieuwe schade teweeg brengen. Wanneer door een vergissing natriumchloraat in de grond terecht komt, is het beter eerst zoveel mogelijk chloraat met het bovenlaagje van de grond te verwijderen voordat men tot uitspoelen overgaat.

SAMENVATTING

Een beschrijving wordt gegeven van de beschadigingsbeelden, die door natriumchloraat worden veroorzaakt bij druif, sla, komkommer, tomaat en bloemkool. Het meest opmerkelijke beeld is een lichter worden van de nerven („vein clearing”), later gevolgd door grijs- of bruinkleuring. De gevoeligheid van de verschillende gewassen loopt uiteen. Komkommer is gevoeliger dan de overige gewassen. In het najaar zijn jonge planten gevoeliger dan in de zomer. Verschillende mogelijkheden, waardoor natriumchloraat in de bodem kan terechtkomen, worden besproken. Men kan het herstel van de planten bevorderen door het natriumchloraat zo goed mogelijk uit te spoelen door veel water te geven.

SUMMARY

In this paper the damage caused by sodium chlorate on grape, lettuce, cucumber, tomato and cauliflower is described. The most common symptom is vein clearing, followed by a grey or brown discoloration.

The crops mentioned differ in their sensitivity to sodium chlorate. Cucumber is more sensitive to the damaging effect than the other crops. In autumn young plants are more sensitive than in summer. Several possibilities of contamination of the soil with sodium chlorate are mentioned. Recovery of the plants may be promoted by washing out the sodium chlorate with as much water as possible.

LITERATUUR

- ANONYMUS, – 1957. Danger des herbicides utilisés dans le voisinage des vignes. *Rev. rom. Agric. Vitic. Arboric.* 13: 64.
- EKDAHL, I., – 1948. The action of chlorate and some related substances upon roots and root hairs of young wheat plants. *Kungl. Lantbrukshögskolans Ann.* 15: 113–172.
- HOFMANN, A., – 1953. Wie lange kann Chlorat im Boden mit Sicherheit nachgewiesen werden? *Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* 60: 28–31.
- HURD-KARRER, A. M., – 1940. Comparative susceptibility of crop plants to sodium chlorate injury. *U.S. Dept. Agr. Techn. Bull.* No. 648.
- LOOMIS, W. E., E. V. SMITH, R. BISSEY & L. E. ARNOLD, – 1933. The absorption and movement of sodium chlorate when used as an herbicide. *J. Am. Soc. Agron.* 25: 724–739.
- PARMENTIER, G. & L. DETROUX, – 1954. Au sujet de nécroses des limbes de la vigne causées par le chlorate de soude. *Parasitica* 10: 97–99.
- Plantenziektenkundige Dienst, – 1932. Verslagen over de werkzaamheden van de P.D. in het jaar 1931 (*Meded.* 66).
- Plantenziektenkundige Dienst, – 1939. Verslagen over de werkzaamheden van de P.D. in het jaar 1938 (*Meded.* 93).
- Plantenziektenkundige Dienst, – 1943. Verslagen over de werkzaamheden van de P.D. in het jaar 1942 (*Meded.* 103).
- Plantenziektenkundige Dienst, – 1953. Jaarboek 1951–1952 (*Med.* 120).
- Proeftuin Zuidhollands glasdistrict, – 1933. Jaarverslag 1932.
- Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, – 1952. Jaarverslag 1951.
- Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, – 1954. Jaarverslag 1953.
- Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, – 1956. Jaarverslag 1955.
- Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, – 1957. Jaarverslag 1956.
- SCHWENDIMAN, A., – 1941. The toxicity and decomposition of sodium chlorate in soils. *J. Am. Soc. Agron.* 33: 522–537.
- SÄKÖ, J., – 1956. Kloraattien Käytöstä rikkaruohojen Hävittämiseen Hedelmätarhasta. (The use of chlorates in destroying perennial weeds in apple orchards). *Maatalous ja Koetointa* 19: 80–84.