J.P.N.L. ROORDA VAN EYSINGA EN K.W. SMILDE

VOEDINGSZIEKTEN BIJ SLA, GETEELD ONDER GLAS

Een Engelstalige editie van dit boek is verschenen bij: Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1971.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Litho's: De Boer en Vink Grafische Industrie, Zaandijk
Druk: Zuid-Nederlandsche Drukkerij nv, 's-Hertogenbosch

Inhoud

7 Inleiding
11 Stikstofgebrek
13 Fosforgebrek
15 Kaliumgebrek
17 Magnesiumgebrek
19 Calciumgebrek
21 Zwavelgebrek
23 Boriumgebrek
25 Kopergebrek
27 Mangaangebrek
29 Molybdeengebrek
31 IJzergebrek
33 Zinkgebrek
35 Stikstofovermaat
37 Boriumovermaat
39 Mangaanovermaat
41 Zinkovermaat
43 Aluminiumovermaat
45 Verwijzingen naar de literatuur
47 Literatuur

Inleiding

Met een produktiewaarde van ongeveer 100 miljoen gulden per jaar behoort sla (*Lactuca sativa* L.), naast tomaat en komkommer, tot de 'grote drie' van de Nederlandse glastuinbouw. De teelt onder glas vindt plaats in najaar, winter en voorjaar, en proefsgewijs in de zomer. De opkweek geschiedt vrijwel steeds met behulp van perspotjes (zie literatuurverwijzing 89). In ons land wordt vrijwel uitsluitend botersla geteeld. Kenmerkend voor dit type is dat het onder normaal gunstige teeltomstandigheden een zachte krop vormt (86).
Dit boekje beoogt een leidraad te zijn bij het determineren van de symptomen van voedingsziekten bij sla. Er is naar een zekere volledigheid gestreefd door naast gebreks- ook overmaatssymptomen op te nemen. De studie van de overmaatssymptomen is beperkt tot die verschijnselen, die optreden bij een te hoog gehalte aan het betreffende element in de grond.
Bij een absoluut of relatief tekort, of een overmaat aan één of meer voor de plantengroei essentiële elementen, treden storingen op. Voor de diagnose van deze voedingsziekten kunnen de volgende methoden worden toegepast:
1 bestudering van de optredende symptomen
2 gewasanalyse
3 analyse van het substraat, waarop het gewas groeit
4 bestudering van het effect van bemesting, bespuiting of injectie met voedingsstoffen op de groei van het gewas.
In veel gevallen is het alleen mogelijk een juiste diagnose te stellen, indien deze methoden gecombineerd worden toegepast (109, 120). Dit boekje is gebaseerd op de sub 1 en 2 genoemde methoden. Afbeeldingen en beschrijvingen worden gegeven van een gebrek aan stikstof, fosfor, kalium, magnesium, calcium, zwavel, borium, koper, mangaan, molybdeen, ijzer en zink en van overmaat aan stikstof, borium, mangaan, zink en aluminium.
De literatuur heeft zowel betrekking op in de volle grond als onder glas geteelde sla, of op de combinatie van deze teeltwijzen. Een onderscheid is veelal moeilijk te maken en lijkt niet zinvol gezien de variatie in symptomen, die op kan treden binnen één teeltwijze.
Het onderzoek heeft vooral plaats gehad met (krop)sla van het boterslatype; slechts een enkele maal is ijssla (een kropsla met onder meer een afwijkende bladrand) of een romeinsla, ook wel cossla of bindsla genoemd, als proefgewas gebruikt.
Over de gebreks- en overmaatsverschijnselen en de chemische samen-

Fig. 1 Gewoon rand bij sla uit de praktijk.

Fig. 2 Stippelrand bij sla (ras Deciso) uit de praktijk.

stelling van sla bestaan veel gegevens in de literatuur. Dit boekje heeft daarom, in sterkere mate dan vroegere publikaties over voedingsziekten bij tomaat (103) en komkommer (94), het karakter van een literatuuroverzicht.
Sla onder glas heeft over het algemeen hogere gehalten aan verschillende elementen dan het in de volle grond geteelde gewas. Voor de gewasanalyse werd de gehele oogstrijpe krop genomen, waarvan gele, rottende en met grond verontreinigde bladeren werden verwijderd. In gevallen waarin groeiremming optrad, is met kleinere planten genoegen genomen.
Omdat duidelijke beelden van veel van de te bespreken voedingsziekten niet of zelden op praktijkbedrijven voorkomen, zijn deze opgewekt door sla te telen in potten gevuld met oligotroof veen of in watercultuur (103).
Gebreks- en overmaatsverschijnselen kunnen variëren, in het bijzonder bij sla, met de chemische en fysische samenstelling van het substraat, het klimaat en vooral ook met het ras. Wat dit laatste betreft is de aan- of afwezigheid van anthocyaan van grote betekenis. Bovendien zal men moeten nagaan of niet andere factoren de oorzaak van de afwijking zijn (bijv. plagen, parasitaire ziekten, droogte en waterovertast). In dit verband moeten wij enige aandacht besteden aan het verschijnsel rand.
Er zijn diverse vormen van rand (39, 111), waarbij klimaatsomstandigheden steeds een rol spelen. Een duidelijk onderscheid tussen voedingsziekte en rand is te vinden in de groeisnelheid van het gewas. Bij een tekort aan een voedingselement zal groeiremming optreden, terwijl rand vooral bij welig groeiende gewassen voorkomt (112). Overeenkomstig het taalgebruik in de Nederlandse glastuinbouw willen wij het woord rand reserveren voor de desbetreffende physiogene afwijkingen en niet gebruiken voor voedingsziekten, hoewel deze soms randachtige verschijnselen kunnen veroorzaken. Het gewone rand wordt in het bijzonder door de voedingstoestand (zouttoestand) van de grond beïnvloed. Hoewel vooral nitraat en chloride een nadelige invloed hebben, is het optreden van deze vorm niet alleen aan deze ionen gebonden.
In de laatste paragraaf van dit boekje wordt een overzicht gegeven van de gehalten aan (voedings)elementen in de volgroeide kroppen. Voor zover het elementen betreft, die in voorafgaande paragrafen zijn behandeld, zijn de cijfers afkomstig uit eigen onderzoek, getoetst aan gegevens uit de literatuur. Voor de overige elementen zijn de gehalten rechtstreeks uit de literatuur aangehaald.

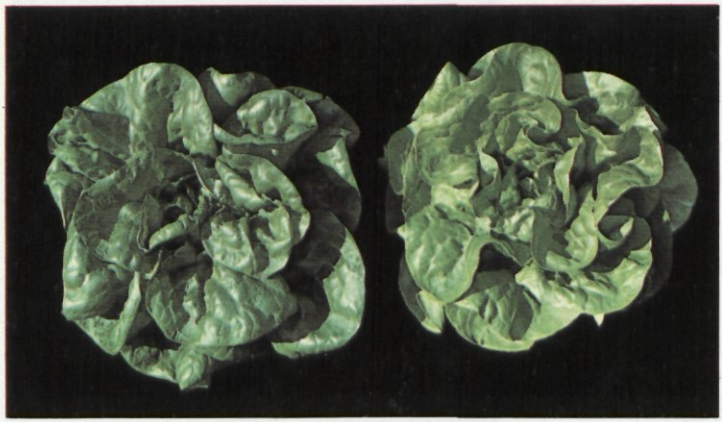

Fig. 3 (ras Noran) van een proefveld in een kas; links met, rechts zonder stikstof.

Fig. 4 Stikstofgebrek bij sla (ras Noran) uit de praktijk.

Stikstofgebrek

Symptomen De bladeren worden lichtgroen en de plant blijft achter in groei. In een ernstig stadium zijn de oudere bladeren zeer licht van kleur, terwijl de oudste afsterven. De bladvorm is normaal. Bij ernstige remming van de groei, vooral in de jongste bladeren, wordt geen krop gevormd. De grond is veelal intensief beworteld.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen. Kropvorming blijft ten dele of geheel achterwege (26, 56, 70, 117, 120). Bij slarassen die anthocyaan bevatten, treedt een rode verkleuring op (117, 130), bij romeinsla een bruine (33). Het blad wordt soms abnormaal vlak (56, 132), leerachtig en hard (118).

Gehalte in het gewas Sla met stikstofgebrek had 0,04% nitraat-N en 1,58% Kjeldahl-N in de droge stof. Het nitraatgehalte neemt toe bij afnemende lichtintensiteit en is daarom afhankelijk van de oogstdatum (91, 92); het liep op goed bemeste proefveldjes uiteen van 1 tot 2% nitraat-N.
Voor sla geteeld in de volle grond vermeldt de literatuur bij stikstofgebrek 0,02% (102); het normale gehalte ligt tussen 0,18 en 0,42% nitraat-N (10). De waarden voor Kjeldahl-N liggen doorgaans tussen 3 en 6%, met een optimum van 3-3,5% (19); de laagst gevonden waarde is 0,8% in potten onder glas (114). De fosfaatvoorziening heeft invloed op het stikstofgehalte (92, 102).

Optreden Stikstofgebrek komt op alle gronden voor indien de bemesting wordt verwaarloosd, op lichte gronden als te veel water wordt gegeven waardoor uitspoeling optreedt. Bij opkweek op veensubstraat indien de potgrond lange tijd buiten is opgeslagen en aan uitspoeling heeft bloot gestaan.

Voorkoming en bestrijding Op lichte gronden, waar de basisbemesting gemakkelijk uitspoelt, tijdens de teelt een aanvullende bemesting via de regenleiding. Een of meer malen beregenen met een 0,2% oplossing (= ¾ ato) van kalksalpeter. Er kan ook worden bespoten met een 0,5% oplossing van kalksalpeter of een 0,2% oplossing van ureum, maar dit is weinig effectief. Slaplantjes in perspotten kunnen zonodig van stikstof worden voorzien (30-40 mg N per plant) door begieten met een 2% oplossing van kalksalpeter; de planten moeten niet lang daarna worden afgespoeld.

Fig. 5 Fosforgebrek bij sla (ras Valore) van een proefveld in een kas.

Fosforgebrek

Symptomen De plant blijft achter in groei, maar duidelijke symptomen ontbreken. De kropvorming is geremd of blijft geheel achterwege, de plant is meer plat en rozetvormig. Bij ernstig fosforgebrek sterven de oudste bladeren af. Anthocyaanhoudende rassen vertonen een (paars)rode verkleuring.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen. De bladkleur is donkergroen, anders roodbruin of purper, afhankelijk van het ras. Romeinsla is rossig en donkerder van kleur (33).

Gehalte in het gewas Bij gehalten beneden 1,5% P_2O_5 in de droge stof treedt remming van de groei op. Het optimale gehalte is op zure grond 1,9% (87), op kalkrijke grond 2,2% en op veengrond 2,6% P_2O_5 (92).
In de literatuur worden lagere waarden gegeven: in de volle grond 0,9% bij een slechte en 1,2% P_2O_5 bij een voldoende bemesting met fosfaat (100); voor romeinsla resp. 0,4 en 0,5-0,6% P_2O_5 (33). Bij een goede fosfaatvoorziening bevat halfwas sla 0,84% P_2O_5 (27). De fosfaatgehalten van sla onder glas geteeld zijn 0,6-1,3% bij fosforgebrek en bij een goede voorziening 1,3-2,2% P_2O_5 (14, 128).
Een verband tussen fosfaatgehalte en groeisnelheid van verschillende rassen (73), werd door ons niet gevonden.

Optreden Fosforgebrek is te verwachten in nieuwe kassen, vooral op arme gronden of gescheurd grasland, indien de fosfaatbemesting is verwaarloosd. Berucht zijn ruilverkavelingen waarbij de grond is omgezet (90); er zijn dan extreem hoge fosfaatgiften nodig. Voorts bij het opkweken van sla op oligotroof veen indien geen stalmest of anorganische fosfaatmeststof aan het substraat is toegevoegd.

Voorkoming en bestrijding Toediening van voldoende fosfaatmeststof, op omgezette grond minimaal 10 kg P_2O_5 per 100 m^2 als dubbelsuper- of dubbelkalkfosfaat. Jonge planten op veensubstraat begieten met een 2% oplossing van dubbelsuper- of polyfosfaat (100-200 mg P_2O_5 per plant); naspoelen is noodzakelijk. Ook na het uitplanten kan men fosfaat inregenen, maar bemesting vooraf is efficiënter.

Fig. 6 Kaligebrek bij sla (ras Noran) van een proefveld in een kas.

Fig. 7 Kaligebrek bij romeinsla geteeld op veensubstraat.

Kaliumgebrek

Symptomen Matig kaliumgebrek remt de groei, maar duidelijke symptomen treden meestal niet op. De bladeren zijn anders gebobbeld en donkerder. In een ernstig stadium zijn de bladeren gesteeld, rond of lepelvormig (oudste bladeren) en niet egaal donkergroen. Voornamelijk in de toppen van oude bladeren ontstaan chlorotische vlekjes, die samenvloeien, waarna necrose kan optreden. Bij anthocyaanhoudende rassen verkleuren de bladranden rood.
Naast deze waarnemingen geeft de literatuur een opgaande en losse groei (45), bladnecrose zonder duidelijke groeiremming (131, 132) en bij romeinsla een abnormale lengte van de stengel (33).

Gehalte in het gewas Sla met gebrekssymptomen had een gehalte van 0,9-2,5% K_2O in de droge stof. (Bij minder dan 5% treedt groeiremming op.) Door zware kalibemesting kan het gehalte tot 11 à 12% stijgen.
De literatuur geeft gehalten van 1,6% (97) tot 14,1% K_2O (57). Voor halfwas botersla wordt 1,5% (28) en voor romeinsla 4% K_2O (33) te laag geacht. Voor sla in de volle grond, resp. onder glas geteeld, worden optimale gehalten vermeld van 2,1% (19) en 6-13% (47).

Optreden Kaliumgebrek kan optreden bij jonge zaailingen verspeend in veensubstraat, waaraan geen kali als kunstmest of stalmest is toegevoegd. Ook in nieuwe kassen op arme grond en in oude kassen wanneer de bemesting wordt verwaarloosd, vooral indien een losse plant wordt uitgepoot. Bij perspotten zal hoogstens in een later stadium groeiremming optreden omdat de pot doorgaans rijk aan kali is. Kaliumgebrek in sla onder glas geteeld, zal zelden voorkomen omdat andere gewassen in de rotatie, die veel sterker op kalium reageren, een hoge kalitoestand eisen.

Voorkoming en bestrijding Voorkomen door stalmest of 3 kg K_2O per 100 m^2; op kalifixerende kleigronden de dubbele hoeveelheid. Bestrijden met 3 kg K_2O per 100 m^2 in het gietwater in een concentratie van 0,2% (= 1 ato). Slaplantjes in perspotjes begieten met een sterkere oplossing, mits wordt nagespoeld. Spuiten met een 2% oplossing van zwavelzure kali is minder effectief. Spuiten met een 1% oplossing van KCl tweemaal per week zou goede resultaten geven (48).

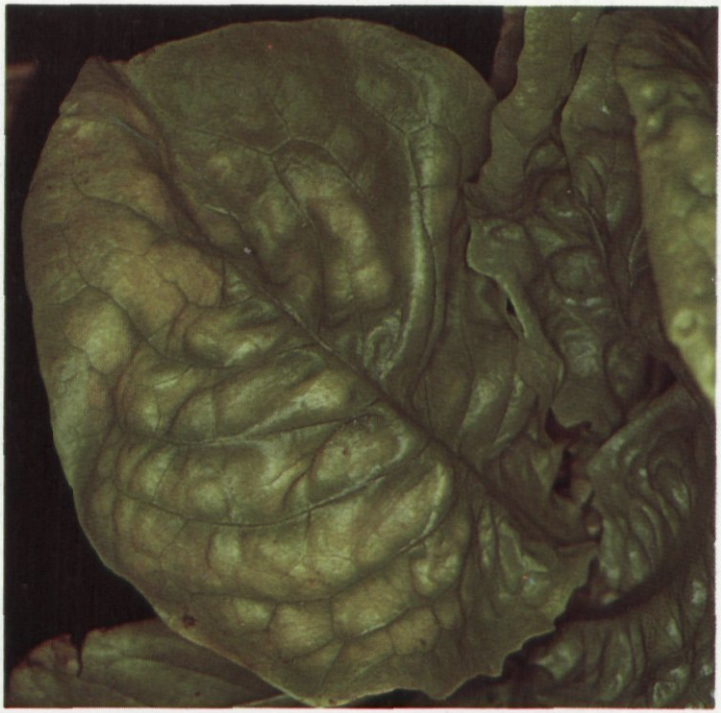

Fig. 8 Magnesiumgebrek bij sla (ras Rapide), geteeld op watercultuur.

Magnesiumgebrek

Symptomen In de oudste bladeren ontstaat een gele verkleuring, beginnend in de bladranden tussen de grootste nerven, die overgaat in een marmering. De groei is weinig geremd. In watercultuur doen de symptomen zich het eerst voor in de jonge bladeren. Bij anthocyaanhoudende rassen vertoont het chlorotische deel van het bladmoes een paarsrode verkleuring, vooral in de oudere bladeren. Bij ernstig gebrek sterven de chlorotische delen af terwijl de groei sterk wordt geremd.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen.

Gehalte in het gewas Planten met duidelijke gebrekssymptomen en groeiremmingen hadden een gehalte van 0,08-0,17% MgO in de droge stof. Beneden 0,6% MgO kunnen gebrekssymptomen optreden, vermoedelijk zonder sterke groeiremming. In ogenschijnlijk gezonde kroppen werd een gehalte van 0,4-0,8% MgO gevonden.
De opgaven in de literatuur voor een gezond gewas komen hiermee overeen, of liggen hoger (1-1,5%). In zieke planten van romeinsla werd 0,2-0,4%, en in gezonde 0,5-1,5% MgO gevonden (33). Het hoogst vermelde gehalte is 5,4% MgO (34).

Optreden Magnesiumgebrek in sla onder praktijkomstandigheden treedt op bij slechte wortelgroei op koude en natte grond. Het ras 'Proeftuins Blackpool' is gevoelig (16).

Voorkoming en bestrijding Daar verschillende faktoren het optreden van magnesiumgebrek bepalen, vallen hieronder ook teeltmaatregelen, die ten doel hebben de wortelwerking te bevorderen. Ter voorkoming kan kieseriet en bij bekalking een magnesiumhoudende meststof worden gebruikt. Bestrijden met het gemakkelijk oplosbare bitterzout tot 10 kg per 100 m^2 in het gietwater met een concentratie van 1% (= 1,5 ato). Als bij andere gewassen, moet gezorgd worden voor voldoende stikstof in nitraatvorm. Spuiten met een 1 à 2% of nevelen met een 10% oplossing van magnesiumsulfaat is ook mogelijk, mits deze behandeling enige malen wordt herhaald.

Fig. 9 Kalkgebrek bij sla (ras Rapide), geteeld op watercultuur.

Calciumgebrek

Symptomen De groei is sterk geremd, vooral in de jongste bladeren die ook donkerder en sterker gebobbeld zijn. De plant heeft een platte habitus en vertoont een open, graterige groei. Beginnend aan de bladrand van de jongste, en daarna de oudere bladeren treden onregelmatig gevormde, bruine tot donkergrijze vlekjes op. Deze vloeien ineen, waarna de bladeren vanaf de top en de randen insterven. Het afgestorven weefsel is donker grijsgroen. Bij anthocyaanhoudende rassen wordt soms een lichtpaarse verkleuring van de middelste bladeren waargenomen.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen (110) of geen duidelijke symptomen (115, 120, 132). Bruine vlekken treden op en de bladrand krult om (56, 122). Voor romeinsla wordt een afwijkende beschrijving gegeven (33). Calciumgebrek zou rand veroorzaken (46) en verhoogt de gevoeligheid voor *Botrytis* sterk (35, 120, 122, 127).

Gehalte in het gewas In ons onderzoek had sla met een sterk afwijkende en geremde groei een gehalte van 0,3-0,9% CaO in de droge stof. Sla die in groei achterbleef zonder symptomen te vertonen, bevatte 1,3-1,8% en normaal groeiende sla 1,5-2,5% CaO.
Lagere waarden worden vooral voor buiten geteelde sla vermeld. Voor romeinsla zijn gehalten van minder dan 0,8% te laag en van 0,8-2,2%CaO voldoende (33, 115).

Optreden Calciumgebrek is in de praktijk niet bekend. Het kan voorkomen bij jonge planten op veensubstraat (sphagnum) indien geen kalk is toegevoegd. Een slechte groei op ontkalkte grond treedt pleksgewijze op en wordt soms door mangaanovermaat, misschien door aluminiumovermaat of molybdeengebrek veroorzaakt.

Voorkoming en bestrijding Voorkomen door ongeveer 4 kg koolzure kalk per m^3 oligotroof veen. In kasgrond wordt een kleine reserve aan koolzure kalk (0,2%) wenselijk geacht. Bestrijding is weinig zinvol. Indien omvangrijke plekken met een lage pH worden aangetroffen, zal opruimen van het zieke gewas en starten van een nieuwe teelt, uiteraard na bekalking, doorgaans de economisch meest verantwoorde oplossing geven.

Fig. 10 Zwavelgebrek bij sla (ras Vitesse), geteeld op watercultuur.

Zwavelgebrek

Symptomen De gehele plant, vooral het hart, verkleurt groengeel, terwijl de groei geremd is. De bladeren zijn minder gebobbeld en dikker en stugger; ook hebben de oudere bladeren soms minder glans. Bij anthocyaanhoudende rassen ontstaat soms een zwak rode verkleuring aan de bladrand en rondom de kleinere nerven. IJssla vertoont een geremde groei, terwijl de gehele plant licht verkleurt. Bij romeinsla werd dit laatste niet waargenomen.

Gehalte in het gewas Sla met gebreksverschijnselen had een gehalte van 0,03-0,11% sulfaat-S en 0,14-0,26% totaal-S in de droge stof. In normaal groeiende sla bedroegen de gehalten 0,15% sulfaat-S en 0,4% totaal-S.
In de literatuur worden voor normaal groeiende planten gehalten van 0,25 tot 0,39% totaal-S vermeld, terwijl elders (20) een stijging van 0,17 tot 0,35% totaal-S onder invloed van luchtverontreiniging wordt beschreven.

Optreden Zwavelgebrek is niet bekend in de praktijk. Het kan worden verwacht op grote afstand van industriële centra indien uitsluitend meststoffen worden gebruikt die geen sulfaten bevatten (109).

Voorkoming en bestrijding Toediening van sulfaathoudende meststoffen.

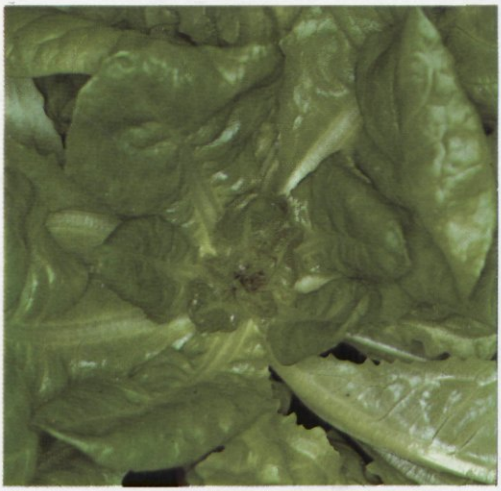

Fig. 11 Boriumgebrek bij sla (ras Vitesse), geteeld op watercultuur.

Fig. 12 Boriumgebrek bij romeinsla, geteeld op watercultuur (oudere bladeren verwijderd).

Boriumgebrek

Symptomen De plant is donkerder en de groei sterk geremd. Boterslatypen hebben een rozetvormige habitus. Vooral de jongste bladeren zijn stug, rond en vertonen een chlorotische marmering langs de randen en tussen de zijnerven. Bij anthocyaanhoudende rassen is de verkleuring paarsbruin. In het groeipunt en de samengevouwen jongste bladeren ontstaan bruine stipjes, vooral in het voorjaar. Bij ernstig boriumgebrek sterft het groeipunt af. Het wortelstelsel is slecht ontwikkeld. IJs- en romeinsla zijn donker en vertonen een sterke groeiremming.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen. Boriumgebrek kan in vele vormen optreden (65). De bruine stipjes worden veroorzaakt door het uittreden van melksap (112), hetgeen vermoedelijk wordt beïnvloed door de klimaatsomstandigheden. Verwarring met rand, speciaal stippelrand, is mogelijk (9, 29, 66, 112).

Gehalte in het gewas In slakroppen met boriumgebrek werd 6-10, in normaal groeiende 32-37 dpm B in de droge stof gevonden.
Blijkens de literatuur is minimaal 20 (55) tot 23 (61) dpm B vereist, terwijl normaal groeiende planten 25-50 dpm B bevatten. Als laagste waarde wordt 6 dpm B opgegeven (6), zonder vermelding van afwijkingen, en hogere waarden tot maximaal 177 dpm B bij afwijkingen door o.a. mangaanovermaat (31).

Optreden Boriumgebrek in sla is onder Nederlandse teeltomstandigheden niet bekend. Het kan onder glas op overkalkte zandgronden optreden, indien veel oligotroof veen en weinig of geen stalmest wordt gebruikt. Boriumgebrek in slaplantjes geteeld op oligotroof veen is niet ondenkbaar.

Voorkoming en bestrijding Voorkomen door borax, alleen na voorafgaand grondonderzoek. Bestrijden met 200 g borax per 100 m^2 en bespuiting met een 0,1% oplossing van borax.
In de literatuur worden hoeveelheden van 90 tot 330 g borax per 100 m^2 geadviseerd (1, 2, 29, 81). Bij het uitstrooien van de meststof moet voor een goede verdeling worden gezorgd. Aan oligotroof veen moet 10 g borax per m^3 worden toegediend.

Fig. 13 Kopergebrek bij sla (ras Deci-Minor) op watercultuur.

Fig. 14 Bladeren van een slaplant (ras Deci-Minor) met kopergebrek, geteeld op veensubstraat.

Kopergebrek

Symptomen De plant is slap en blijft achter in groei. Het blad is klein, smal en lepelvormig, terwijl de vergelende bladrand naar beneden omvouwt. De vergeling, gevolgd door verwelking, breidt zich vanaf de top en randen over de gehele bladschijf uit, waarbij de nerven rood verkleuren. Deze verschijnselen beginnen in de oudste bladeren, terwijl daarna jongere bladeren worden aangetast. Kropvorming vindt niet plaats.
Deze symptomen komen overeen met de schaarse gegevens uit de literatuur.

Gehalte in het gewas Planten met kopergebrek bevatten minder dan 2 dpm Cu in de droge stof; in gezonde kroppen werd 7-17 dpm Cu gevonden.
De literatuur geeft waarden van 1 tot 60 dpm Cu en een optimaal gehalte van 7 tot 10 dpm (54, 67).

Optreden Kopergebrek is niet bekend in de praktijk. In proeven werd het waargenomen in jonge planten op bolsterveen waaraan geen koper was toegediend.

Voorkoming en bestrijding Voorkomen door 10 g kopersulfaat of 150 g koperslakkenbloem (1,5% Cu) per m^3 oligotroof veen. Bestrijden door bespuiting met een oplossing van kopersulfaat waarvan de concentratie maximaal 0,1% bedraagt.

Fig. 15 Mangaangebrek bij sla (ras Noran), geteeld op watercultuur.

Mangaangebrek

Symptomen De gehele plant heeft een groengele kleur maar de groei is slechts weinig geremd. De bladeren zijn vlakker. Deze beschrijving geldt ook voor ijs- en romeinsla hoewel de kleur van de laatste meer geelgroen is. In een ernstiger stadium vertonen vooral de oudere bladeren een zwakke chlorose van het bladmoes. De nerven, ook de kleinste, blijven groen. Bij anthocyaanhoudende rassen werd geen rode verkleuring waargenomen.
Deze beschrijving komt overeen met de schaarse gegevens uit de literatuur. Eén auteur (56) vermeldt een asymmetrische vorm van de bladeren, necrotische plekjes langs de bladrand en een holle hoofdnerf. Dit laatste komt ook voor bij oudere bladeren van normaal groeiende planten.

Gehalte in het gewas In sla met gebrekssymptomen werd een gehalte van 6-30 en in normaal groeiende sla 16-150 dpm Mn in de droge stof gevonden.
De literatuur geeft gehalten van 1-169 dpm Mn zonder dat aandacht is besteed aan symptomen (6). Oudere bladeren (zie ook bij mangaanovermaat) hebben een aanzienlijk hoger mangaangehalte dan jonge (31, 116). Door stomen van de grond kan het mangaangehalte sterk stijgen (42).

Optreden Mangaangebrek kan worden verwacht op kalkrijke kleigronden of te zwaar bekalkte zand- en veengronden. De mate waarin het gebrek onder praktijkomstandigheden optreedt, is onbekend.

Bestrijding Spuiten met een 0,1% (of nevelen met een 1%) oplossing van mangaansulfaat. Toediening van 2 × 2½ kg mangaansulfaat per 100 m², al dan niet gemengd met zwavelzure ammoniak, via de regenleiding.

Fig. 16 Molybdeengebrek bij een slaplant (ras Deciso) in een perspot.

Fig. 17 Bladeren met necrotische vlekjes van slaplanten met molybdeengebrek.

Molybdeengebrek

Symptomen De groei van de bovengrondse delen en wortels is sterk geremd. Jonge plantjes verkleuren bleekgroen, maar de zaadlobben blijven donkerder. Beginnend bij de oudste bladeren verwelkt eerst de bladtop en daarna de rest van het blad, terwijl het bladweefsel vanaf de rand insterft en bruin tot grijsgeel verkleurt. Bij oudere planten ontstaan soms in de oudere bladeren doorschijnende vlekjes, die later afsterven en ineenvloeien. De planten kunnen geheel ten gronde gaan; de jongste bladeren blijven het langst in leven.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen.

Gehalte in het gewas In jonge plantjes met duidelijke symptomen van molybdeengebrek werd 0,3 en in gezonde planten 2,3-3,7 dpm Mo in de droge stof gevonden.
In de literatuur liggen de optimale en minimale gehalten voor normale planten ver uiteen, te weten 0,03-3,2 dpm Mo (54, 77, 78). Een gehalte van ongeveer 70 dpm Mo wordt toxisch genoemd (122). Als hoogste concentratie wordt 280 dpm Mo vermeld bij een geringe opbrengstdaling (54). Jonge slaplanten bevatten aanzienlijk meer molybdeen dan volgroeide (84).

Optreden Molybdeengebrek bij sla werd in Nederland en andere Westeuropese landen vóór 1968 niet onderkend. In ons land werden toen bij het opkweken van slaplantjes in perspotten van oligotroof veen 'slappe blaadjes' (13, 113) aangetroffen. Uit ons onderzoek bleken dit symptomen van molybdeengebrek te zijn. Molybdeengebrek wordt bevorderd door een lage pH van de (pot)grond en een hoog sulfaatgehalte (69). De invloed van de pH is zo groot, dat molybdeengebrek wel voor kalkgebrek wordt aangezien. De groeiremming is in de winter, bij weinig licht, sterker dan in voor- en najaar (84).

Voorkoming en bestrijding Toediening van 5 g natrium- of ammoniummolybdaat per m^3 potgrond (92); volgens andere bronnen is 2-3 g voldoende (75, 84). Bij volle grond of kasgrond in acute gevallen 15 g natrium- of ammoniummolybdaat per 100 m^2 inspoelen of bespuiten met een 0,05% oplossing van deze meststoffen. Een goede pH is belangrijk.

Fig. 18 IJzergebrek bij sla (ras Noran), geteeld op watercultuur.

Fig. 19 IJzergebrek bij sla (ras Magiola), geteeld op watercultuur.

IJzergebrek

Symptomen De gehele plant is licht van kleur en de groei is sterk geremd. Het oudere blad is gemarmerd doordat de nerven, vooral de grotere, minder chlorotisch zijn dan het bladmoes. Bij ernstig gebrek zijn vooral de jongste bladeren bleekgeel of dof van kleur (ook de nerven) en staat de groei vrijwel stil. De oudste bladeren sterven af. Doorgaans zijn de bladeren, ook bij ijssla, minder gebobbeld. Bij anthocyaanhoudende rassen kan een rode verkleuring van de jongste bladeren optreden bij ernstig ijzergebrek.
Deze beschrijving komt overeen met de schaarse gegevens uit de literatuur (33); het blad kan gebobbeld zijn (56).

Gehalte in het gewas In sla met duidelijke symptomen van ijzergebrek bedroeg het ijzergehalte 93-604 en in normaal groeiende sla 130-1468 dpm in de droge stof.
Volgens de literatuur (67) is een gehalte van 36-82 dpm Fe in de droge stof optimaal. Als laagste waarde wordt 9 dpm (6), als hoogste 632 dpm Fe (67) opgegeven; hierbij is niet op afwijkingen in de habitus van het gewas gelet. Oude bladeren bevatten meer ijzer dan jonge (31).

Optreden IJzergebrek kan optreden op kalkrijke gronden met een slechte structuur. Het is niet bekend in welke mate het onder praktijkomstandigheden voorkomt.

Bestrijding Toediening van ijzerchelaten, proefsgewijs 5-10 g Fe-EDDHA of 12-20 g Fe-DTPA per m^2.

Fig. 20 Zinkgebrek bij sla (ras Deci-Minor), geteeld op watercultuur.

Fig. 21 Blad van een slaplant met zinkgebrek (De onderste helf en rechter bovenkant waren tijdens de groei bedekt door andere bladeren).

Zinkgebrek

Symptomen De plant heeft een rozetvormig uiterlijk en de groei is sterk geremd. Aanvankelijk treedt geen chlorose op. Later ontstaan in de bladeren grote, papierachtig verdrogende, necrotische vlekken met een donkere rand, vooral tussen de nerven. Opvallend is, dat de niet aan het licht blootgestelde delen van het blad volkomen gaaf en groen zijn. De plant maakt een 'geschroeide' indruk. Het verschijnsel treedt eerst op in de oudste bladeren en vervolgens in jongere.
De schaarse gegevens in de literatuur (56) vermelden groeiremming zonder verdere symptomen.

Gehalte in het gewas Planten met zinkgebrek hadden een gehalte van 12 dpm in de droge stof, terwijl in normaal groeiende sla 30-330 dpm Zn werd gevonden.
Volgens twee Amerikaanse bronnen (101, 133) ligt het gehalte tussen 60 en 120 dpm Zn; in Israël (83) werd 14-32 dpm Zn gevonden.

Optreden Zinkgebrek bij teelten in de volle grond is niet bekend in Nederland; onder glas zal dit gebrek wel nooit voorkomen.

Bestrijding Bespuiting met een 0,05% oplossing van zinksulfaat. De literatuur (56) vermeldt bespuiting met een 0,09% oplossing van zinksulfaat en bemesting met 1 kg van deze meststof per 100 m^2.

Fig. 22 Stikstofovermaat bij sla (ras Rapide), geteeld op veensubstraat (ter vergelijking rechtsboven een deel van een normale plant).

Stikstofovermaat

Symptomen De groei is geremd. Het gewas is donkergroen tot grijsgroen van kleur en rozetvormig. De bladeren zijn klein, vrij rond van vorm, en sterk gebobbeld en doen denken aan die van spinazie. Bij anthocyaanhoudende rassen kunnen de bladranden van de jongere bladeren rood verkleuren. Het beeld bij stikstofovermaat lijkt veel op dat bij overmaat aan chloride (NaCl). Hoewel in stikstoftrappenproeven soms meer rand optreedt bij hogere giften, is een door stikstofovermaat, stug groeiend gewas weinig gevoelig voor rand (107). Er is weinig literatuur; één bron vermeldt een donkere bladkleur (93).

Gehalte in het gewas In sla met stikstofovermaat werden nitraat- en Kjeldahl-stikstofgehalten gevonden, die niet of weinig hoger lagen dan bij optimale stikstofvoeding. De gehalten zijn afhankelijk van de oogstdatum.
Bij stikstofovermaat kan het gehalte aan Kjeldahl-N lager liggen dan bij optimaal aanbod (93).

Optreden Stikstofovermaat treedt op bij een te hoog gehalte aan gemakkelijk oplosbare stikstof in de grond, terwijl het vochtgehalte van de grond hierbij een belangrijke rol speelt.

Bestrijding Overvloedig water geven.

Fig. 23 Boriumovermaat bij sla, geteeld op zandcultuur.

Fig. 24 Detail van een slablad met boriumovermaat.

Boriumovermaat

Symptomen In de randen van de oude bladeren ontstaan bruingrijze, ingezonken, ovale vlekken met een ringvormig patroon, die bij doorvallend licht een grijsbruine nervatuur vertonen. In een ernstiger stadium vloeien deze vlekken ineen en verdrogen, waardoor het weefsel van de gehele bladtop papierachtig aanvoelt. Het verschijnsel begint in de oude bladeren; de jongste groeien min of meer normaal door.
De summiere beschrijving in de literatuur komt met het bovenstaande overeen. Chlorose van het oude blad (56) werd echter door ons niet waargenomen.

Gehalte in het gewas In slakroppen met lichte symptomen van boriumovermaat werd 40 dpm en bij duidelijke symptomen 200 dpm B in de droge stof gevonden.
Volgens opgaven in de literatuur ligt de grens naar overmaat rond 60 dpm B (15, 61).

Optreden Boriumovermaat kan gemakkelijk worden veroorzaakt door toediening van te grote hoeveelheden boriummeststof. Bij bemesting met borium is grote voorzichtigheid geboden.

Bestrijding Zwakke verschijnselen kunnen meestal worden onderdrukt door overvloedig water te geven. Indien de symptomen ernstig zijn, moet het gewas worden opgeruimd en de grond uitgespoeld. Verdere maatregelen zijn dan nog: bekalken of toedienen van grote hoeveelheden (bekalkt) oligotroof veen.

Fig. 25 Mangaanovermaat bij sla (ras Noran) van een (niet gestoomd) proefveld met lage pH.

Fig. 26 Mangaanovermaat bij sla (ras Deci-Minor), geteeld op watercultuur.

Mangaanovermaat

Symptomen De nerven, vooral de zijnerven, van de oudere bladeren worden bruin. In het soms geel verkleurende bladmoes ontstaan zeer kleine, bruine stipjes, vooral in de bladtop en langs de randen van de bladvoet. De stipjes vloeien samen tot grote vlekken en het blad verdroogt vanaf de rand. Door het afsterven van de oudste bladeren en een groeiremming van de jongste ontstaat een losse krop met tulpvormig uiterlijk.
De literatuur geeft overeenkomstige beschrijvingen, hoewel de bruine nerven minder, de necrotische vlekjes en de chlorose (106) sterker worden benadrukt. De symptomen en de gevoeligheid variëren met het ras. Bij romeinsla vergeelt de bladrand (34).

Gehalte in het gewas Mangaanovermaat kan worden verwacht in sla waarvan de droge stof meer dan 200 dpm Mn bevat. Bij gehalten van meer dan 300 dpm Mn treden steeds symptomen op.
Deze gehalten stemmen overeen met de literatuurgegevens. Eén publikatie (31) vermeldt 180 en 550, een andere (116) 730 en 2375 dpm Mn, voor resp. jong en oud blad. Het is mogelijk dat bij romeinsla de symptomen van overmaat pas bij hogere gehalten (600-1600 dpm Mn) optreden (34).

Optreden Bij stomen van slibhoudende gronden komt veel voor de plant opneembaar mangaan vrij, hetgeen vooral op gronden met een lage pH tot mangaanvergiftiging kan leiden. Bij zeer lage pH kan ook zonder stomen mangaanovermaat optreden. De herfst- en zomerteelt zijn gevoeliger dan een teelt in de winter.

Voorkoming Toediening van kalkmeststoffen. Mogelijk worden in de toekomst mengsels van lucht en stoom, met lagere temperaturen toegepast.

Fig. 27 Zinkovermaat bij sla (ras Deci-Minor), geteeld op watercultuur.

Fig. 28 Zinkovermaat bij ijssla, geteeld op watercultuur.

Zinkovermaat

Symptomen De plant vertoont een bruingele gloed en blijft achter in groei. Op de hoofdnerven en het aangrenzende bladmoes ontstaan soms roodbruine stipjes, vooral bij de middelste bladeren. In ernstige gevallen staan de bladeren iets steil, zijn de bladranden omhoog gekruld en blijft kropvorming achterwege. De oudste bladeren vertonen sterke chlorose, waardoor de gehele bladschijf verkleurt, slap wordt en afsterft.
Chlorose en afsterven van oudere bladeren worden ook vermeld in de ene, ons bekende publikatie (56).

Gehalte in het gewas In planten met zinkovermaat werd 520-639 dpm Zn in de droge stof gevonden.

Optreden Zinkovermaat is in de praktijk onbekend. In de nabijheid van zink-en metaalfabrieken kan de grond voor de plant toxische hoeveelheden zink bevatten (32). In de literatuur (82) wordt het optreden van zinkovermaat beschreven bij een teelt in potten, opgesteld in een kooi van gegalvaniseerd kippegaas. Naar analogie hiervan zou zinkovermaat mogen worden verwacht in kassen met gegalvaniseerde onderdelen.

Voorkoming Toediening van kalk en fosfaatmeststoffen vermindert de opneembaarheid van zink uit de grond voor de plant.

Fig. 29 Aluminiumovermaat bij sla (ras Deci-Minor), geteeld op watercultuur.

Fig. 30 Aluminiumovermaat bij romeinsla, geteeld op watercultuur.

Aluminiumovermaat

Symptomen De plant is rozetvormig en blijft sterk achter in groei. De bladeren staan iets opgericht en zijn sterker gebobbeld en langwerpiger. De jongste bladeren zijn tamelijk donker maar kunnen in een later stadium chlorose vertonen. Oudere bladeren gaan sterk vergelen en sterven af.
Deze symptomen komen overeen met de schaarse gegevens uit de literatuur. Volgens een auteur (104) geven de opstaande bladeren de sla een tulpvormig uiterlijk ('tulpenziekte').

Gehalte in het gewas In normaal groeiende kroppen vonden wij 32-105 dpm, in planten met overmaatssymptomen 160-240 dpm Al in de droge stof.
In de literatuur worden vermeld: 7 dpm Al voor normale planten (40), 66 dpm Al in de oude bladeren van een gezond gewas en 354 dpm bij overmaat (31). In romeinsla werd 39-120 dpm Al gevonden. Er werd geen invloed van een bekalking van de grond geconstateerd (34).

Optreden Aluminiumovermaat is in Nederland niet bekend in de praktijk.
Misschien is het één van de schadelijke faktoren op zure gronden (36, 116). Het wordt in België beschreven als oorzaak van 'tulpenziekte' (104).

Voorkoming Bekalken van de grond. Mogelijk ook toedienen van extra fosfaat (56).

Chemische samenstelling van normaal groeiende sla onder glas geteeld

		Literatuur
% van vers gewicht		
droge stof	3,5 - 5,5	
% op de droge stof		
N	4,5 - 6,0	
nitraat-N	0,8 - 2,4	
P_2O_5	1,8 - 3,0	
K_2O	5,0 - 12,0	
MgO	0,6 - 1,5	
CaO	1,5 - 3,0	
S	0,2 - 0,4	
sulfaat-S	0,1 - 0,2	
Na_2O	0,1 - 1,5	
Cl	1,0 - 3,5	
SiO_2	0,1 - 18,5	(59)
dpm op de droge stof		
B	25 - 40	
Cu	7 - 17	
Mn	20 -200	
Mo	1 - 4	
Fe	100 -600	
Zn	30 -300	
Al	30 -100	
Co	0 - 6	(6, 11)
As	0,12- 3,9	(11)
Pb	3,9 - 4,6	(11)
Ba	70	(11)
J	1,6 - 6,7	(56)
F	1 - 5	

Verwijzingen naar de literatuur

Stikstofgebrek
Symptomen 26, 33, 45, 56, 70, 117, 118, 120, 130, 132.
Gehalte in het gewas 3, 10, 14, 19, 21, 22, 25, 33, 51, 53, 57, 59, 76, 87, 88, 91, 92, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 107, 114, 124, 133, 134.

Fosforgebrek
Symptomen 14, 24, 26, 33, 45, 56, 70, 117, 118, 120, 131, 132.
Gehalte in het gewas 3, 6, 7, 14, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34, 40, 51, 53, 57, 59, 73, 74, 76, 85, 87, 88, 91, 92, 96, 97, 98, 100, 101, 107, 114, 124, 128, 133, 134.

Kaliumgebrek
Symptomen 26, 33, 44, 45, 48, 56, 70, 117, 118, 120, 127, 129, 132.
Gehalte in het gewas 3, 6, 7, 14, 19, 21, 22, 25, 28, 31, 33, 34, 40, 47, 51, 53, 57, 59, 74, 76, 85, 87, 88, 91, 92, 96, 97, 98, 100, 101, 107, 114, 115, 124, 127, 133, 134.

Magnesiumgebrek
Symptomen 5, 33, 41, 45, 56, 70, 120, 132.
Gehalte in het gewas 3, 6, 7, 14, 21, 22, 31, 33, 34, 40, 47, 57, 59, 76, 87, 88, 91, 92, 97, 98, 100, 101, 107, 115, 124, 133, 134.

Calciumgebrek
Symptomen 33, 35, 46, 56, 110, 115, 120, 122, 132.
Gehalte in het gewas 3, 6, 7, 14, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33, 34, 40, 46, 47, 51, 53, 57, 59, 76, 87, 88, 91, 92, 97, 98, 100, 101, 107, 114, 115, 124, 133, 134.

Zwavelgebrek
Gehalte in het gewas 7, 20, 100, 107.

Boriumgebrek
Symptomen 1, 2, 9, 12, 29, 49, 56, 60, 61, 65, 66, 81, 109, 110, 121.
Gehalte in het gewas 6, 15, 31, 40, 49, 55, 61, 62, 124.

Kopergebrek
Symptomen 2, 17, 56, 75, 109.
Gehalte in het gewas 6, 31, 40, 54, 67, 101.

Mangaangebrek
Symptomen 56, 70, 120.
Gehalte in het gewas 6, 31, 34, 40, 42, 52, 71, 95, 101, 106, 116, 124.

Molybdeengebrek
Symptomen 2, 8, 37, 38, 56, 68, 70, 72, 75, 77, 78, 80, 84, 119, 121, 122, 126.
Gehalte in het gewas 6, 18, 42, 43, 54, 77, 78, 79, 80, 84, 99, 108, 122, 124.

IJzergebrek
Symptomen 33, 56.
Gehalte in het gewas 6, 31, 34, 40, 50, 67, 71, 85, 101, 124.

Zinkgebrek
Symptomen 56.
Gehalte in het gewas 83, 101, 133.

Stikstofovermaat
Symptomen 56, 93.
Gehalte in het gewas 93.

Boriumovermaat
Symptomen 4, 15, 56, 61, 66, 125.
Gehalte in het gewas 15, 61.

Mangaanovermaat
Symptomen 8, 34, 36, 56, 64, 80, 105, 116, 123, 125.
Gehalte in het gewas 31, 34, 42, 58, 63, 64, 80, 105, 106, 116, 123.

Zinkovermaat
Symptomen 56.

Aluminiumovermaat
Symptomen 36, 56, 104, 116.
Gehalte in het gewas 31, 34, 40.

Literatuur

1. *Anon.* Boron deficiency - its prevention and cure. Borax Consolidated Ltd., London, 1967, 27 pp.
2. *Anstett, A.* La fumure de la laitue en fonction des techniques culturales. Journées régionales de la laitue. Rennes 6 et 7 Avril 1962. Inst. National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et Champignons: 51-61.
3. *Anstett, A., F. Lemaire & J. Bats* Les exportations des espèces légumières en maraîchage de plein terre. Bull. tech. Inf. Ingrs. Servs. agric. 200 (1965).
4. *Baetge, H. H. & E. Begemann* Welche Schäden werden durch Überdüngungen mit Spurenelementen hervorgerufen? Festschrift zur 50. Wiederkehr der Verlegung der Höheren Gärtnerlehranstalt von Wildpark (1824-1903) nach Dahlem (1903-1953). Techn. Univ. Berlin-Charlottenburg, Abt. Gartenbau (1953) 25-33.
5. *Baeyens, J.* Nutrition des plantes de culture. Institute Pédologique, Université de Louvain, 1967, 678 pp.
6. *Bear, F. G., S. J. Toth & A. L. Prince* Variation in mineral composition of vegetables. Proc. 1948 Soil Sci. Soc. Am. 13 (1949) 380-384.
7. *Beeson, K. C.* The mineral compostion of crops with particular reference to the soils in which they were grown. A review and compilation. Washington, Misc. Publs. U.S. Dep. Agric. 369 (1941) 164 pp.
8. *Bergmann, W.* Auftreten, Erkennen und Verhüten von Mikronährstoffmangel und -überschusz. Ein Leitfaden für die Praxis. Inst. Pflanzenernährung, Jena, 1969, 51 pp.
9. *Birch, P. D.* Keeping a check on tipburn in lettuce. Comm. Grower, 3773 (26 April, 1968) 887-888.
10. *Brown, J. R. & G. E. Smith* Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. Agron. J. 58 (1966) 209-212.
11. *Chapman, H. D. (Ed.)* Diagnostic criteria for plants and soils. University of California, 1966, 793 pp.
12. *Cook, R. L. & C. E. Millar* Plant nutrient defiencies diagnosed by plant symptoms, tissue tests and soil tests. Mich. agric. Exp. Stn spec. Bull. 353 (1949) 80 pp.
13. *Degry, H. & M. de Peuter* Slappe blaadjes bij sla. Tuinbouwberichten (Leuven) 22 (1958) 50-52. Bedrijfsvoorlichtingsdienst Tuinbouw Provincie Antwerpen, Meded. 14 (maart, 1958) 4 pp.
14. *Dreibrodt, L.* Ertragsbildung und Nährstoffaufnahme verschiedener Gemüsearten in Abhängigkeit von Jahreszeit und Nährlösungen. Kühn-Arch. 81 (1967) 133-187.
15. *Eaton, F. M.* Deficiency, toxicity, and accumulation of boron in plants. J. agric. Res. 69 (1944) 237-277.
16. *Ende, J. van den* Magnesiumvoeding van groenten en fruit onder glas. Kalk 11 (aug., 1958) 8-34; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas,

Naaldwijk, Publ. 68.
17. *Forsee, W. T. Jr* Recent plant responses to some of the micro elements on Everglades peat. Soil Sci. Soc. Fla Proc. 2 (1940) 53-58.
18. *Fujimoto, G. & G. D. Sherman* Molybdenum content of typical soils and plants of the Hawaiian Islands. Agron. J. 43 (1951) 424-429; Tech. Pap. Hawaii agric. Exp. Stn 210.
19. *Fujimura, T., T. Mori., T. Kitano & Y. Aoki* Studies on fertilization of lettuce. I. Nutrient absorption at different stages of growth and the effect of nitrogen and potassium levels and their balance on growth. (Japanese with English summary). J. hort. Ass. Japan 29 (1960) 191-196.
20. *Garber, K.* Die Luftverunreinigung im Hamburger Industriegebiet und ihre Auswirkungen auf die Vegetation. Staatsinst. Angew. Bot., Hamburg, 83.u.84. JahresBer. (1965, 1966) 158-173.
21. *Geissler, Th. & M. Drews* Nährstoffbedarf und Düngung beim Anbau von Tomate, Kohlrabi und Salat im Frühbeet. Dt.Gartenbau 10 (1963) 40-42.
22. *Geissler, Th., M. Drews & H.-G. Kaufmann* Der Nährstoffentzug von Kopfsalat beim Anbau unter Glas. Zur Ertrags- und Qualitätssteigerung im Gemüsebau (Sammelband) DDR. Dt.Akad. LandwirtWiss. Berlin (1964) 75-95.
23. *Gericke, S.* Die Wirkung des Phosphorsäuredüngung bei Gemüse. Gartenbauwissenschaft 15 (1941) 159-183.
24. *Gericke, S.* Phosphorsäuredüngung im Gemüsebau. Tellus-Verlag, Essen, 3. Aufl. 1954, 208 pp.
25. *Gericke, S. & C. Bärmann* Ergebnisse 10-jähriger Düngungversuche zu Gemüse. Phosphorsäure 24 (1964) 116-139.
26. *Goodall, D. W., A. E. Grant Lipp & W. G. Slater* Nutrient interactions and deficiency diagnosis in the lettuce. I. Nutrional interaction and growth. Aust. J. biol. Sci. 8 (1955) 301-329.
27. *Grant Lipp, A. E. & D. W. Goodall* Nutrient interactions and deficiency diagnosis in the lettuce. IV. Phosphorus content and response to phosphorus. Aust. J. biol. Sci. 11 (1958) 30-44.
28. *Grant Lipp, A. E. & D. W. Goodall* Nutrient interactions and deficiency diagnosis in the lettuce. V. Potassium content and response to potassium. Aust. J. biol. Sci. 11 (1958) 471-484.
29. *Greer*, E. E. Tip-burn-like conditions in greenhouse lettuce corrected by borax. Bett. Crops 30 (1946) 23, 48.
30. *Hansen, E.* Seasonal variations in the mineral and vitamin content of certain green vegetable crops. Proc. Am. Soc. hort. Sci, 46 (1945) 299-304.
31. *Harward, M. E., W. A. Jackson, W. L. Lott et al.* Effects of Al, Fe and Mn upon the growth and composition of lettuce. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 66 (1955) 261-266.
32. *Henkens, Ch. H.* Zinkovermaat op bouwland. Landbouwk. Tijdschr.

73 (1961) 917-926.
33. *Hernando, V. & M. P. Sánchez Conde* Estudio de deficiencas minerales en el cultivo de lechuga romana. An. Edafol. Agrobiol. 23 (1964) 769-776.
34. *Heslep, J. M.* A study of the infertility of two acid soils. Soil Sci. 72 (1951) 67-80.
35. *Hewitt, E. J.* Experiments in mineral nutrition. III. The visual symptoms of mineral deficiencies of crop plants grown in sand culture. Prog. Rep., Season 1945. A. Rep. agric. hort. Res. Stn Long Ashton, 1945: 44-51.
36. *Hewitt, E. J.* The resolution of the factors in soil acidity. IV. The relative effects of aluminium and manganese toxicities in some farm and market garden crops. A. Rep. agric. hort. Res. Stn Long Ashton, 1948: 58-65.
37. *Hewitt, E. J.* Symptoms of molybdenum deficiency in plants. Soil Sci. 81 (1956) 159-171.
38. *Hewitt, E. J. & E. W. Bolle-Jones* Molybdenum as a plant nutrient. II. The effects of molybdenum deficiency on some horticultural and agricultural crop plants in sand culture. J. hort. Sci. 27 (1952) 257-265.
39. *Hoeven, A. P. van der, J. A. Huyskes & C. M. Rodenburg* Randveredeling bij glassla. Zaadbelangen 21 (1967) 414-417; Meded. Inst. Vered. TuinbGewass. Wageningen 274 (1967) 8 pp.
40. *Hopkins, H. & J. Eisen* Mineral elements in fresh vegetables from different geographic areas. J. agric. Food Chem. 7 (1959) 633-638.
41. *Jacob, A.* Magnesia der fünfte Pflanzenhauptnährstoff. Ferdinand Enke, Stuttgart, 1955, 110 pp.
42. *Jager, G., J. van der Boon & G. J. G. Rauw* The influence of soil steaming on some properties of the soil and on the growth and heading of winter glasshouse lettuce. II. The reaction of the crop. Neth. J. agric. Sci. 17 (1969) 241-245.
43. *Johnson, C. M., G. A. Pearson & P. R. Stout* Molybdenum nutrition of crop plants. II. Plant and soil factors concerned with molybdenum deficiencies in crop plants. Pl. Soil 4 (1952) 178-196.
44. *Knoppien, P.* Invloed van kalium-, magnesium- en natriumbemesting op de kwaliteit en de vroegheid van enkele groentegewassen. Kali 2 (1954) No. 19, 287-291.
45. *Kobel, F., B. Krapf & F. Schütz* Düngungsversuche mit Gemüsearten II. Schweiz. GartenbauBl. 79 (1958) Nos. 50 & 51; 80 (1959) No. 1.
46. *Kruger, N. S.* Tip-burn of lettuce in relation to calcium nutrition. Qd. J. agric. anim. Sci. 23 (1966) 379-385.
47. *Lambeth, V. N.* Variable potassium and magnesium saturation on growth and mineral composition of Bibb lettuce. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 62 (1953) 357-362.
48. *Laughlin, W. M.* Influence of potassium sprays on foliar necrosis

and yields of romaine lettuce, radishes and potatoes. Can. J. Pl. Sci. 41 (1961) 272-276.
49. *Lent, J. M. & J. Scarchuk* The effects of soil applied borax on the yield and composition of some common vegetables. Res. Rep. Conn. agric. Exp. Stn 8 (1966) 46 pp.
50. *Lichtin, A.* The iron content of lettuce. Am. J. Pharm. 95 (1923) 154-159.
51. *Liesegang, H.* Untersuchungen über dem Umfang und der Verlauf der Nahrungsaufnahme verschiedener Gemüsearten. Landw. Jb. 67 (1928) 661-698.
52. *Lindow, C. W. & W. H. Peterson* The manganese content of plant and animal materials. J. biol. Chem. 75 (1927) 169-175.
53. *Lorenz, O. A. & P. A. Minges* Nutrient absorption by a summer crop of lettuces in Salinas Valley, Calif. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 40 (1942) 523-527.
54. *MacKay, D. C., E. W. Chipman & U. C. Gupta* Copper and molybdenum nutrition of crops grown on acid sphagnum peat soil. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 30 (1966) 755-759.
55. *MacKay, D. C., W. M. Langille & E. W. Chipman* Boron deficiency and toxicity in crops grown on spaghnum peat soil. Can. J. Soil Sci. 42 (1962) 302-310.
56. *Marlatt, R. B.* Nonpathogenic diseases of lettuce, their identification and control. Techn. Bull. Fla agric. Exp. Stn 721 (1967) 39 pp.
57. *Martin, J. P. & W. W. Jones* Greenhouse plant response to vinyl acetate-maleic acid copolymer in natural soils and in prepared soils containing high percentages of sodium or potassium. Soil Sci. 78 (1954) 317-324.
58. *Massey, D. M. & G W. Winsor* Manganese toxicity. A. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1959: 37-39.
59. *McGeorge, W. T., M. F. Wharton & W. A. Frazier* Fertilization of lettuce on alkaline-calcareous soils: Soil and plant studies. Ariz. agric. Exp. Stn Tech. Bull. 85 (1940) 399-451.
60. *McHargue, J. S. & R. K. Calfee* Effect of boron on the growth of lettuce. Pl. Physiol. 7 (1932) 161-164.
61. *McHargue, J. S. & R. K. Calfee* Further evidence that boron is essential for the growth of lettuce. Pl. Physiol. 8 (1933) 305-313.
62. *McHargue, J. S., W. S. Hodgkins & E. B. Offutt* The boron content of some important forage crops, vegetables, fruits, and nuts. J. Am. Soc. Agron. 32 (1940) 622-626.
63. *Messing, J. H. L.* Some differences in the growth of lettuce varieties at a high manganese level in sand culture. A. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1964: 142-148.
64. *Messing, J. H. L.* The effects of lime and superphosphate on manganese toxicity in steam-sterilized soil. Pl. Soil 23 (1965) 1-16.
65. *Midgley, A. R. & D. E. Dunklee* Boron deficiency of lettuce. Bett.

Crops. 30 (1946) 17-20, 43.
66. *Moinat, A. D.* Nutritional relationships of boron and indoleacetic acid in head lettuce. Pl. Physiol. 18 (1943) 517-523.
67. *Moore, D. P., M. E. Harward, D. D. Mason, R. J. Harder, W. L. Lott & W. A. Jackson* An investigation of some of the relationships between copper, iron, and molybdenum in the growth and nutrition of lettuce: II. Response surfaces of growth and accumulations of Cu and Fe. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 21 (1957) 65-74.
68. *Mulder, E. G.* De betekenis van molybdeen als sporenelement, in het bijzonder in verband met de stikstofvoeding van land- en tuinbouwgewassen. Stikstof 3 (sept. 1954) 85-96.
69. *Mulder, E. G.* Molybdenum in relation to growth of higher plants and microorganisms. Pl. Soil 5 (1954) 368-415.
70. *Müller, E. W.* Aktueller Pflanzenschutz. Dt. Gartenbau 15 (1968) 26-27.
71. *Nicholas, D. J. D.* The magnanese and iron contents of crop plants as determined by chemical methods. J. hort. Sci. 25 (1949) 60-77.
72. *Ødelin, M. & A. Sorteberg* Molybdenmängel hos salat i karforsøk. Forsk. Fors. Landbr. 3 (1952) 69-74.
73. *Pandita, M. L. & Wm. T. Andrew* A correlation between phosphorus content of leaf tissue and days to maturity in tomato and lettuce. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 91 (1967) 544-549.
74. *Parups, E. V., R. Goodwin-Wilson* Nutrition of lettuce with nitrogen, phosphorus and potassium on organic soils in Ontario. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 71 (1958) 399-406.
75. *Penningsfeld, F.* Nährstoffbedarf marktwichtiger Gemüsearten im Auflauf und Jungpflanzenstadium. Jber. st. Lehr- u. ForschAnst. Gartenb. Weihenstephan (1959/60) 40-61.
76. *Penningsfeld, F. & L. Forchthammer* Reaktion der wichtigsten Gemüsearten auf gestaffelte Düngungshöhe. Gartenbauwissenschaft 22 (1957) 208-235.
77. *Plant, W.* The control of molybdenum deficiency in lettuce under field conditions. A. Rep. agric. hort. Res. Stn Long Ashton, 1951: 113-115.
78. *Plant, W.* Molybdenum deficiency in lettuce. Nature 169, No. 4306 (1952) 803.
79. *Plant, W.* The molybdenum content of some Brassicae and lettuce crops in acid soils. Trans. Comm. II and IV, Dublin 1952, int. Soil Sci. Congr. 2 (1953) 176-177.
80. *Plant, W.* The effects of molybdenum deficiency and mineral toxicities on crops in acid soils. J. hort. Sci. 31 (1956) 163-176.
81. *Quillon, P.-J.* L'importance de la fertilisation boratée en culture maraîchères. Pépiniéristes Horticulteurs Maraîchers 85 (Mars 1968) 4765-4777.
82. *Rauterberg, E. & W. Bussler* Anreicherung von Zink im Boden und

Schäden durch Zink an Pflanzen in einem Drahthaus. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 106 (1964) 35-48.
83. *Ravikovitch, S., M. Margolin & J. Navrot* Zinc availability in calcareous soils: I. Comparison of chemical extraction methods for estimation of plant 'available' zinc. Soil Sci. 105 (1968) 57-61.
84. *Reeker, R.* Die Verhütung des Molybdänmangels bei Verwendung von Torf als Substrat. Gartenbauwissenschaft 24 (1959) 528-545; Torfnachrichten, Sonderdruck zu 11 (1960) Nr. 5/6.
85. *Riche, F. J. H. le* Studies on the processing of vegetables. III. The chemical composition and nutritional value of lettuce varieties *(Lactuca sativa* L.*)*. Dep. Agric. S. Afr. Sci. Bull. 260 (1952) 7 pp.
86. *Rodenburg, C. M. (Composer)* Varieties of lettuce. An international monograph. Inst. Vered. TuinbGewass., Wageningen, Varietal Description 3 (1960) 228 pp.
87. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L.* Beoordeling van de fosfaattoestand van diluviale zandgrond voor de teelt van kropsla in het voorjaar onder glas. Versl. landbouwk. Onderz. 67. 6 (1961) 33 pp.
88. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L.* Die Düngung von Kopfsalat beim Anbau im Frühjahr in Gewächshäusern. Proc. 16th int. hort. Congr. Brussels, 1962, 2 (1962) 229-236.
89. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L.* Development of a pure peat mixture for raising plants with blocks. Agric. Res. Rep. 668 (1965) 78 pp.; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. 107.
90. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L.* Cultuurtechniek en bemesting, tuinbouwkundig bezien. Cultuurtech. Tijdschr. 5 (1966) 185-188; Proefstn. Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. III.
91. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L.* Bemesting van kropsla onder glas met bloedmeel en kalkammonsalpeter. Versl. landbouwk. Onderzoek. 681 (1966) 18 pp.; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. 110.
92. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L.* Determination of the phosphate status of soils in the Naaldwijk area for growing lettuce in glasshouses. Agric. Res. Rep. 753 (1971) 25 pp; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. 155.
93. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L. & J. van der Boon* Stikstofwerking van stalmest en stikstofbemesting van sla onder glas. Stikstof 3 (1960) 174-181.
94. *Roorda van Eysinga, J. P. N. L. & K. W. Smilde* Nutritional disorders in cucumbers and gherkins under glass. Pudoc, Wageningen, 1969, 46 pp.
95. *Rumpel, J., B. G. Ellis & J. F. Davis* Yields and manganese content of several greenhouse grown vegetables as affected by applications of manganese, iron and lime. Q. Bull. Mich. St. Univ. agric. Exp. Stn 49 (1967) 394-403.
96. *Salter, P. J. & J. B. Williams* Effect of additions of farmyard manure and peat on the moisture characteristics of a sandy loam soil and on

crop yields. J. hort. Sci. 43 (1968) 263-273.
97. *Sánchez Conde, M. P.* Respuesta de la lechuga ante diferentes tratamientos de sodio y potasio. An. Edafol. Agrobiol. 27 (1968) 99-111.
98. *Sánchez Conde, M. P. & V. Hernando* Respuesta de la lechuga ante distantas concentraciones de sulfato potásico o de cloruro potásico en differentes épocas del año. An. Edafol. Agrobiol. 25 (1966) 379-391.
99. *Sauerbeck, D.* Auswirkung einer Molybdändüngung auf den Molybdängehalt und die Zusammensetzung verschiedener Kulturpflanzen. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. 80 (1958) 203-217.
100. *Schuphan, W. & H. Schlottmann* Phosphatdüngung und biochemisch wichtige Pflanzenstoffe. I. Blatt- und Zwiebelgemüse. Qual. Plant. Mater. veg. 12 (1965) 15-47.
101. *Singh, R. & R. B. Alderfer* Effects of soil-moisture stress at different periods of growth of some vegetable crops. Soil Sci. 101 (1966) 69-80.
102. *Slater, W. G. & D. W. Goodall* Nutrient interactions and deficiency diagnosis in the lettuce. III. Nitrogen content and response to nitrogen. Aust. J. Biol. Sci. 10 (1957) 253-278.
103. *Smilde, K. W. & J. P. N. L. Roorda van Eysinga* Nutritional diseases in glasshouse tomatoes. Pudoc, Wageningen, 1968, 48 pp.
104. *Somers, F.* Tulpenziekte bij sla. Tuinbouwberichten (Leuven) 33 (1969) 46-48.
105. *Sonneveld, C.* Mangaanovermaat bij sla als gevolg van grondstomen. Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Jversl. 1966: 37-39.
106. *Sonneveld, C.* De mangaanhuishouding van de grond en de mangaanopname van sla. Meded. Dir. Tuinb. 31 (1968) 476-483; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. 143.
107. *Sonneveld, C. & J. van den Ende* De invloed van zout gietwater bij de slateelt onder glas. Tuinbouwmededelingen 32 (1969) 139-148; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. 144.
108. *Sorteberg, A.* Fortsatte forsøk med molybden. Forsk. Fors. Landbr. 5 (1954) 161-198.
109. *Sprague, H. B. (Ed.)* Hunger signs in crops. David McKay, New York, 3rd ed., 1964, 461 pp.
110. *Struckmeyer, B. E. & T. W. Tibbits* Anatomy of lettuce leaves grown with a complete nutrient supply and without calcium or boron. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 87 (1965) 324-329.
111. *Termohlen, G. P. & A. P. van der Hoeven* Tipburn symptoms in lettuce. Acta Hort. 4 (June 1966) 105-108; Proefstn Groenten Fruitteelt Glas, Naaldwijk, Publ. 116.
112. *Tibbits, T. W., B. E. Struckmeyer & R. Rama Rao* Tipburn of lettuce as related to release of latex. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 86 (1965) 462-467.
113. *Torfs, P.* Quelques problèmes concernant la salinité du sol dans la région maraîchère belge. La salinité des sols de serre. Seminaires d'horticulture scientifique, Gembloux, 15 mars 1968: 13-21 (stencilled).

114. *Venter, F.* Wachstum und chemische Zusammensetzung von Kopfsalat aus einem Gefäszversuch in Gewächshaus- und Freilandböden von 11 Gemüsebaubetrieben. Gartenbauwissenschaft 27 (1962) 1-14.
115. *Vlamis, J.* Growth of lettuce and barley as influenced by degree of calcium saturation of soil. Soil Sci. 67 (1949) 453-466.
116. *Vlamis, J. & D. E. Williams* Liming reduces aluminium and manganese toxicity in acid soils. Calif. Agric. 16 (1962) No. 9 (sept.) 6-7.
117. *Vogel, F.* Topfvegetationsversuche über Nährstoffmangel- und Wachstumserscheinungen zu gärtnerischen Kulturpflanzen auf drei verschiedene Böden. Gartenbauwissenschaft, 2 (1929) 287-299.
118. *Vogel, F.* Wirkungen der Nährstoffmangel-Düngung bei Kopfsalat und Kohlrabi auf verschiedenen Böden. Ernähr. Pflanze 34 (1938) 229.
119. *Walker, R. B.* Molybdenum deficiency in serpentine barren soils. Science 108 (1948) 473-475.
120. *Wallace, T.* The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. H.M.S.O. London, 3rd ed., 1964, 125 pp.
121. *Warington, K.* Molybdenum as a factor in the nutrition of lettuce. Ann. appl. Biol. 33 (1946) 249-254.
122. *Warington, K.* The effects of variations in calcium supply, pH value and nitrogen content of nutrient solutions on the response of lettuce and red clover to molybdenum. Ann. appl. Biol. 37 (1950) 607-623.
123. *Wiebe, H.-J. & P. Wetzold* Nebenwirkungen der Bodensterilisation mit Dampf auf die Entwicklung von Kopfsalat *(Lactuca sativa* var. *capitata* L.*)* Z. PflKrankh. 76 (1969) 340-348.
124. *Will, H.* Düngung bei Kopfsalat. Gemüse 5 (1969) 295-296.
125. *Williams, D. E. & J. Vlamis* Manganese toxicity in standard culture solutions. Pl. Soil 8 (1957) 183-193.
126. *Wilson, R. D.* Some responses of lettuce to the application of molybdenum. J. Aust. Inst. agric. Sci. 14 (1948) 180-187.
127. *Winsor, G. W.* Potassium and the quality of glasshouse crops. Proc. 8th Congr. Int. Potash Inst. Brussels, 1966: 303-312.
128. *Winsor, G. W. & M. I. E. Long* Some effects of potassium and lime on the relation between phosphorus in soil and plant, with particular reference to glasshouse tomatoes, carnations and winter lettuce. J. Sci. Fd Agric. 14 (1963) 251-259.
129. *Woodman, R. M.* Effects of variation in the supply of potash to lettuces grown under glass. J. pomol. hort. Sci. 17 (1939) 167-180.
130. *Woodman, R. M.* Studies in the nutrition of vegetables. The effects of variation in the nitrogen supply on sand cultures of May King lettuce. Ann. Botany 3 (1939) 649-656.
131. *Woodman, R. M.* Studies in the nutrition of vegetables. Phosphate deficiency and yield tests on sand culture of May King lettuce. J. agric. Sci. 29 (1939) 229-248.
132. *Woodman, R. M.* The nutrition of lettuces grown as sand cultures under glass. Ann. appl. Biol. 27 (1940) 5-16.

133. *Zink, F. W.* The response of head lettuce to soil application of zinc. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 89 (1966) 406-414.
134. *Zink, F. W. & M. Yamaguchi* Studies on the growth rate and nutrient absorption of head lettuce. Hilgardia 32 (1962) 417-500.

Dankwoord

Deze publikatie zou niet tot stand zijn gekomen zonder de medewerking van de fotografen J. J. Klinkhamer en J. van der Loos.
Ook is een woord van dank op zijn plaats aan mej. E. Jongman en mej. A. Meter, die de watercultures verzorgen.