

# Structurele en tijdelijke tekorten van micro- en macro-elementen bij de zetmeelaardappelteelt in Noordoost-Nederland

In opdracht van Agrobiokon

Vertrouwelijk

Dr.ir. A. Mulder & Dr.ir. L.J. Turkensteen







# Structurele en tijdelijke tekorten van micro- en macro-elementen bij de zetmeelaardappelteelt in Noordoost-Nederland

In opdracht van Agrobiokon

Vertrouwelijk

Dr.ir. A. Mulder & Dr.ir. L.J. Turkensteen

© 2001 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [post@plant.wag-ur.nl](mailto:post@plant.wag-ur.nl)  
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

## **Hilbrandslaboratorium**

Mr. P.J. Troelstralaan 1a  
9402 BA Assen  
0592 – 34 66 16  
0592 – 34 23 29  
[hlb@tref.nl](mailto:hlb@tref.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
Inleiding	2
Surveys 1996 en 1997	3
Calcium en borium	3
Oriënterend onderzoek in praktijkpercelen 1995	4
Pootgoedproef HLB 1996 A	5
Pootgoedproef HLB 1996 B	6
Pootgoedproef HLB 1997	6
Ervaringen met het verloop aan gehalte van (micro) elementen tijdens het groeiseizoen	6
Borium	6
Magnesium	7
Calcium	8
Mangaan	8
Zink	9
Zwavel	9
Conclusies	11
Literatuur	12

## Samenvatting

Onderzoek naar de aanwezigheid en aard van gebrekverschijnselen bij de zetmeelaardappelteelt in Noordoost-Nederland hebben het volgende beeld opgeleverd. Uit surveys te velde bleek dat symptomen samenhangend met gebrek aan calcium en borium bij kiemende en uitlopende gewassen veel voorkomen. Dit wordt bevestigd door de resultaten van laboratoriumonderzoek naar de gehalten aan deze elementen bij de tijdens de surveys in het veld verzamelde monsters. Het blijkt ook uit de resultaten van praktijkonderzoek naar de effecten op opbrengst en kwaliteit op grond van met behulp van gewasanalyse bijgestelde voorziening met micro-elementen. Uit de waarnemingen aan tijdens de surveys verzameld materiaal komt naar voren dat voor calcium en borium ernstige tekorten in pootaardappels en moederknollen voorkomen. Voor borium komen deze tekorten vooral tot uiting tijdens het begin van het groeiseizoen; rond 15 juli neemt het gehalte aan borium in het gewas toe tot voldoende. Er is dus sprake van een tijdelijk tekort, maar wel gedurende een cruciaal deel van het groeiseizoen.

Voor calcium blijft vaak gedurende het gehele seizoen een structureel tekort bestaan. Uit de resultaten van daartoe opgezette oriënterende proeven komt naar voren dat tekorten aan calcium enigermate geredresseerd kunnen worden door giften van gips bij het poten. Het te lage gehalte aan borium in het jonge gewas was te redresseren met behulp van bladbemesting. Daar het gebrek aan borium echter vooral zeer manifest is bij de kiemvorming en eerste ontwikkeling van het gewas lijkt een vroegere toediening van borium dan aan het jonge gewas zeer wenselijk.

Mangaan kwam vaak te weinig voor zonder dat zich gebreksymptomen in het gewas vertoonden. Hierbij moet wel rekening worden gehouden dat daarbij wel reeds opbrengstverliezen aantoonbaar waren. Andere elementen, die regelmatig in kritisch te lage gehalten bleken voor te komen zijn magnesium, zwavel en zink. Wat de effecten van zink en zwavel zijn op ontwikkeling en opbrengst is niet bekend.

De analyses zijn uitgevoerd door de Engelse firma Phosyn met ons nog onbekende procedures. Wel is bekend dat hun methode is afgeleid van Amerikaans onderzoek aan de cv. Russet Burbank. Het ligt voor de hand het onderzoek naar het gehalte aan mineralen in de bodem en het blad met een wetenschappelijk geaccepteerde (omschreven) methode uit te voeren en aan te scherpen voor de lokale aardappelzetmeelrassen.

## Inleiding

In 1995 werd de nota "Beschikbaarheid voor het aardappelgewas van macro- en micro-elementen in relatie tot opbrengst en gevoeligheid voor ziekten" geschreven naar aanleiding van de uitkomsten van in 1993 en 1994 uitgevoerde surveys naar ziekteproblemen in zetmeelaardappelgewassen in noordoost Nederland. Daarbij kwam onder andere naar voren dat voor een aantal macro- en micro-elementen duidelijke gebrekverschijnselen optraden. In deze vervolgnota wordt weergegeven wat in de periode 1995 tot 1997 boven water is gekomen via voortgezette surveys, laboratorium- en veldonderzoek en het in het kader van daartoe uitgevoerde experimenten, waarbij de gehalten aan borium, calcium, magnesium, mangaan, zink en zwavel werden gemeten. Andere secundaire en micro-elementen (onder andere koper, molybdeen, ijzer en selenium) worden momenteel voor het aardappelgewas van minder belang geacht.

## Surveys 1996 en 1997

In het voorjaar van 1996 en 1997 komt evenals als in voorgaande jaren weer duidelijk naar voren dat gebrekverschijnselen samenhangend met de calcium- en boriumvoorziening van het gewas vaak in het zetmeelaardappelteeltgebied voorkomen (Tabel 1).

### Calcium en borium

Evenals in voorgaande jaren kwamen in het voorjaar van 1996 verschijnselen van boriumgebrek in jonge aardappelgewassen algemeen voor. Daarnaast werden veel percelen waargenomen met een slechte stand. Het vermoeden drong zich op dat het hier veelal om ernstige verschijnselen van calciumgebrek ging. Boriumgebrek was door de auteurs reeds eerder vaak waargenomen, maar symptomen van calciumgebrek werden in het veld eigenlijk voor de eerste maal als zodanig opgemerkt. Om te verifiëren of het hier inderdaad om verschijnselen van calciumgebrek ging zijn van een aantal relevante gewassen monsters van de moederknollen voor onderzoek genomen. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in Tabel 1.

De vier eerste monsters zijn afkomstig van twee akkers waar een slecht groeiend gewas van hetzelfde ras, resp. Kanjer en Elkana (nr. 5 st1 en nr. 7 st1) en een goed groeiend gewas van dezelfde rassen (nr. 6 st2 en nr. 8 sw2) maar met een verschillende herkomst naast elkaar gepoot waren. Verder behoren monsters 12 GB1fa en 13 GB2fa tot dezelfde partij, maar refereert 12 aan niet uitgepote knollen van de partij en 13 aan in het veld verzamelde moederknollen. Monster 9 refereert aan een perceel met veel AM-schade. Na bestudering van de cijfers in Tabel 1 moet de conclusie zijn dat in de meeste gevallen de slechte groei gepaard gaat met een veel lager calciumgehalte.

In 1997 konden in de meeste percelen verschijnselen van calciumgebrek worden waargenomen. Dit varieerde van opvallend hard blijvende moederknollen tot 30% niet boven gekomen planten, dan wel zwakke planten met slechts een of twee zwak ontwikkelde stengels.

Gemiddeld over het gebied vertoonden de meeste gewassen een onregelmatig groeibeeld, waarbij 15 tot 30% van de planten achterbleven in groei. Dit resulteerde in gewassen met een opvallend ongelijke hoogteverdeling (bobbelige gewassen). Behalve dat door calciumgebrek de opbrengst nadelig wordt beïnvloed heeft dit verschijnsel ook nadelige gevolgen voor de pootgoedteelt doordat dergelijke gewassen minder goed op virusaantasting selecteerbaar worden.

Gebrekverschijnselen ten gevolge van tekorten aan borium kwamen ongeveer evenveel voor als die voor calcium, maar de gevolgen voor de beginontwikkeling voor het gewas leken in 1997 minder ernstig dan in 1996. Meestal betrof het symptomen van verdikking en vergroting van de eerste uitgelopen bladeren. In slechts een gering aantal gevallen kwam het gewas zeer vertraagd tot ontwikkeling als gevolg van ernstig boriumgebrek, samengaan met de teloorgang van het groeipunt.



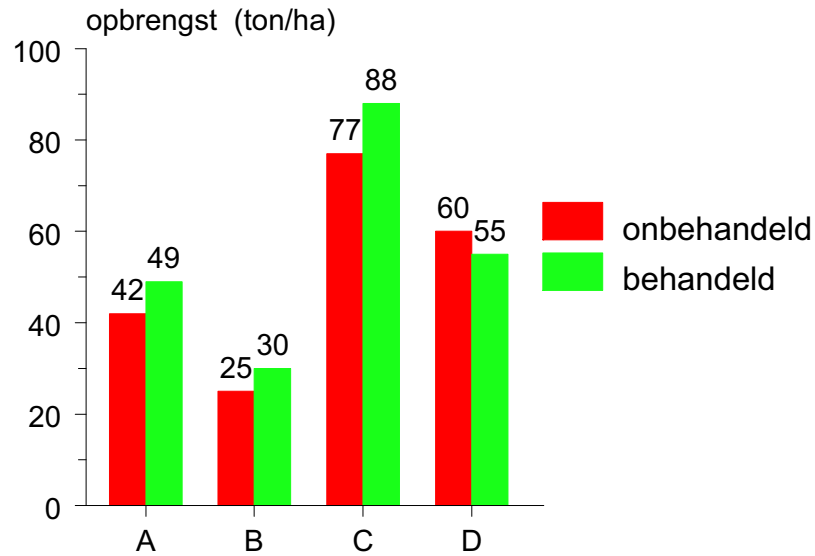
Tabel 1. Twee goed ontwikkelde jonge aardappelgewassen en negen gewassen met een holle tot zeer holle stand en calcium-gebrekachtige verschijnselen en de nutriëntengebaltes van de poters of moederknollen.

Stand	Monster	B	Ca	N	P	K	Mg	Zn	Mn	S
Goed	6 st2	0.12	27	90	28	311	10	0.09	0.07	20
	8 sw2	0.12	32	92	18	294	8	0.08	0.09	15
Gemiddeld goed		0.12	29	91	23	303	9	0.09	0.08	18
Slecht	5 st1	0.16	12	218	47	432	15	0.17	0.11	28
	7 sw1	0.14	9	146	44	399	14	0.19	0.11	27
	9	0.15	14	115	40	412	12	0.22	0.11	25
	10	0.21	12	440	70	412	22	0.33	0.17	21
	10a	0.08	5	280	30	428	7	0.29	0.14	13
	11	0.12	7	-	-	446	21	0.38	0.17	22
	12 GB1fa	0.15	8	292	90	698	39	0.55	0.25	26
	13 GB2fa	0.12	10	249	72	518	30	0.43	0.23	23
14 GB3fa	0.11	9	269	67	484	21	0.29	0.18	24	
Gemiddeld slecht		0.14	10	251	57	470	20	0.3	0.16	23

Van 28 percelen die nader werden geïnspecteerd omdat ze opvielen door een opvallend holle stand kon aan de hand van gewassymptomen worden vastgesteld dat in 10 gevallen ernstig borium of calcium-gebrek de oorzaak was en in 2 gevallen beide. In vier gevallen bleek de oorzaak droogrot (*Fusarium solani*) van de poter, in twee gevallen een ernstige aantasting door het wortellesieaaltje en in één geval door een combinatie daarvan met het vrijlevende wortelaaltje. In twee gevallen bleken de poters aangetast door het stengelnatrot-organisme. In de overige zeven gevallen was de oorzaak zeer waarschijnlijk gelegen in wateroverlast na hevige regenval.

## Oriënterend onderzoek in praktijkpercelen 1995

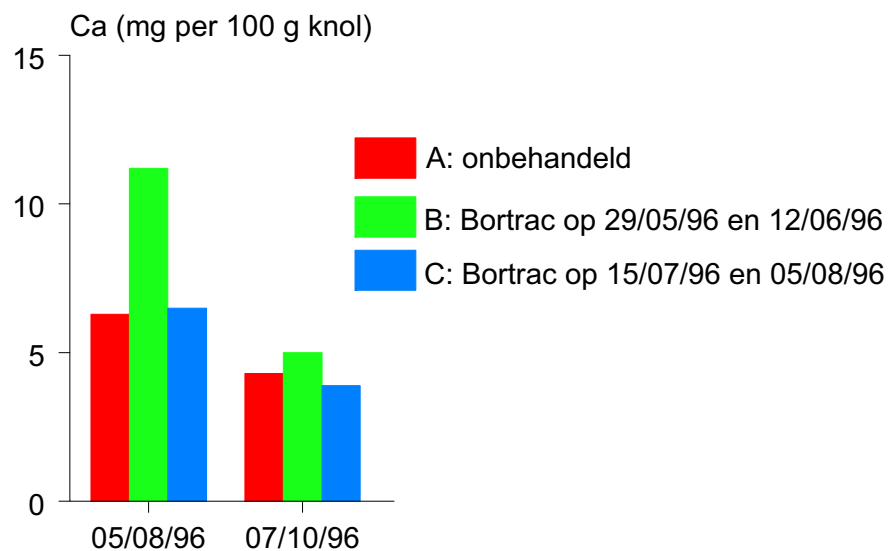
In 1995 werd op een viertal praktijkpercelen oriënterend de nutriëntentoestand van het gewas bijgesteld aan de hand van resultaten van bladsteeltjesonderzoek. Op 12 juni en op 3 juli werden borium, mangaan, magnesium, fosfor en of stikstof naar behoefte aanvullend via het loof toegediend, hetgeen resulteerde in opbrengstverhogingen van 5 tot 11 ton (ca. 15 %) uitbetaald gewicht per ha. In een geval was dit effect vrijwel uitsluitend terug te voeren op aanvullende giften met mangaan en borium. In één geval werd borium toegediend terwijl daartoe geen noodzaak was. Dit resulteerde in een (te verwachten) opbrengstreductie.



*Figuur 1. Opbrengsten van de percelen.*

## Pootgoedproef HLB 1996 A

Naar aanleiding van berichten uit de praktijk dat de bakkwaliteit van aardappelen kan worden verbeterd door het calcium-gehalte te verhogen door toediening van borium tijdens het groeiseizoen werd een oriënterende proef opgezet naar mogelijkheden om de kwaliteit van het pootgoed voor wat betreft het calcium-gehalte te verbeteren. Door vroeg in het groeiseizoen toedienen van borium (Bortrac) aan het gewas bleek bij vroege oogst (begin augustus) het gehalte aan calcium in nieuwe knollen toe te nemen van 6.4 tot 11.2 mg/100 g knol. Bij late toediening en later geoogst materiaal werden geen bruikbare effecten waargenomen (zie Figuur 2).



*Figuur 2. Het effect van gewasbespuitingen met Bortrac 150 op het calciumgehalte van de knollen op 5 augustus en 7 oktober 1996.*

Het blijkt dus dat het calcium-gehalte in de poter beïnvloedbaar is. Onderzoek naar optimalisering lijkt zeer nuttig.

## Pootgoedproef HLB 1996 B

Uit een proef met pootgoed met diverse gehalten aan calcium bleek een sterke correlatie te bestaan tussen de mate/ernst van de aantasting van het groeipunt door verschijnselen van calcium-gebrek en het aantal zijsspruiten ( $R = 0.9618$ ). Het aantal gevormde zijsspruiten kan dus als een maatstaf voor het effect van calciumgebrek dienen.

## Pootgoedproef HLB 1997

Uit een veldexperiment met het ras Karnico met en zonder toediening van Bortrac, dat hetzij vroeg (29/5/96 en 12/6/96) hetzij later (15/7/96 en 5/8/96) in het seizoen werd toegediend, werden drie subpartijen pootgoed verkregen met een verschillend calcium-gehalte. Met dit materiaal werd een potproef uitgevoerd om het effect van het calcium-gehalte van de poter op de kieming te bepalen. Er bleek een zeer sterke correlatie ( $r = -0.9994$ ;  $y = -2.46Ca + 16.0$ ) voor calciumgehalte en aantal zijsspruiten door teloorgang van de groeipunten door Ca-gebrek:

Calciumgehalte	Aantal zijsspruiten
3.9	6.3
4.3	5.4
5.0	3.6

Evenals in de voorgaande proef blijkt dat ontwikkeling van de meer specifieke Calcium-gebreksymptomen, het afsterven van groeipunten en daarmee de kiemen, sterk gecorreleerd is aan het Calcium-gehalte van de poter ( $r = 0.9939$ ;  $Y = -0.50 \times X + 4.47$ ).

Uit beide benaderingen in deze proef kan worden berekend dat bij een Calcium-gehalte rond 9 mg/100 g geen zichtbare problemen door calcium-gebrek in deze proef te verwachten waren geweest, waarbij grond met 815 ppm calcium als potgrond is gebruikt.

## Ervaringen met het verloop aan gehalte van (micro) elementen tijdens het groeiseizoen

Evenals bij het praktijkonderzoek naar de voorziening van het gewas met micro-elementen is bij een uitgebreide praktijkproef gebruik gemaakt van het bladsteeltjesonderzoek. Hieruit komt voor een aantal relevante micro-elementen het volgende beeld naar voren:

### Borium

Voor borium wordt op 25 juni in het loof nog een aanmerkelijk tekort aan borium geconstateerd, wat drie weken later voor de meeste veldjes gecompenseerd dan wel verdwenen is. Ingeval van toediening van borium aan het gewas bleek dit voor alle veldjes het geval te zijn (Tabel 3).

Tabel 3. Voorziening van het aardappelgewas cv. Karnico met borium op een aantal data tijdens het groeiseizoen 1997 ( $n = 32$ ).

Tijdstip	Zeër laag	Laag	Onvoldoende	Normaal	Hoog
25 juni	0	8	23	1	0
15 juli	0	1	6	25	0
06 augustus	0	0	0	32	0
27 augustus	0	0	0	0	32

Daar vooral het kiemende en uitlopende gewas het duidelijkst onder boriumgebrek lijkt te lijden, ligt het voor de hand te veronderstellen dat borium ook reeds in een eerder stadium dan aan het jonge groeiende gewas dient te worden toegediend.

#### *Functie en mobiliteit*

De functie van borium in de plant is niet bekend. Het is echter betrokken bij een groot aantal processen, zoals ontwikkeling en groei van cellen, pollenvorming en vruchtzetting, transport van suikers, zetmeel, P en N en de vorming van stikstofknolletjes op de wortels van vlinderbloemigen. Borium is slecht verplaatsbaar in de plant met als gevolg dat jonge plantdelen het eerst van Boriumgebrek te lijden hebben.

## Magnesium

Tekorten aan magnesium werden vooral gedurende de eerste maanden van het groeiseizoen gemeten, zonder dat dit onder in het gewas zichtbaar was.

Tabel 4. Voorziening van het aardappelgewas cv. Karnico met magnesium op een aantal data tijdens het groeiseizoen 1997 ( $n = 32$ ).

Tijdstip	Zeër laag	Laag	Onvoldoende	Normaal	Hoog
25 juni	0	3	18	11	0
15 juli	0	5	10	17	0
06 augustus	0	0	6	26	0
27 augustus	0	0	2	30	0

In tegenstelling tot de algemene verwachting bleek tekort aan magnesium reeds vroeg in het groeiseizoen voor te komen en af te nemen naarmate het groeiseizoen vorderde.

#### *Functie en mobiliteit*

Magnesium is een belangrijk onderdeel van het bladgroen en daarmee belangrijk voor de fotosynthese en dus voor de productiviteit. Het maakt deel uit van de structuur van ribosomen en is als zodanig betrokken bij de eiwitsynthese. Verder is magnesium betrokken bij een aantal belangrijke levensprocessen.

De mobiliteit van magnesium in de plant is groot. Bij tekort aan magnesium wordt dit element aan de oudere bladeren onttrokken ten voordele van de jonge bladeren. Als gevolg hiervan treden symptomen van magnesiumgebrek het eerst op in oudere bladeren (Hooker & Lucas, 1981a).

## Calcium

Hoewel de voorziening van het pootgoed met calcium met 5.1 mg per gram versgewicht zeer aan de lage kant was, bleek voor de meeste veldjes dat rond 25 juni de kalktoestand van het gewas normaal was. Wel bleek een duidelijk zichtbaar effect in opkomst voor de objecten waar gips aan de bodem was toegediend met dien verstande dat deze een gelijkmatigere opkomst vertoonden.

Tabel 5. Voorziening van het aardappelgewas cv. Karnico met calcium op een aantal data tijdens het groeiseizoen 1997 ( $n = 32$ ).

Tijdstip	Zeër laag	Laag	Onvoldoende	Normaal	Hoog
25 juni	0	0	6	26	0
15 juli	0	0	0	32	0
06 augustus	0	0	0	32	0
27 augustus	0	0	0	32	0

### *Functie en mobiliteit*

Calcium speelt een belangrijke rol bij de doorlatendheid van celmembranen, de celdeling en de celstrekking. Het wordt opgenomen als  $\text{Ca}^{++}$ -ion en is heel weinig mobiel in de plant. Als gevolg daarvan treden symptomen het eerst op in jonge snelgroeïende delen van de plant. Het transport via het floëem is uitermate gering (Wiersum, 1979) en daarmee dus de verplaatsing van calcium van de bovengrondse naar de ondergrondse delen. Dit houdt tevens in dat calcium, aanwezig in het loof, tijdens het afrijpen van het gewas niet ter beschikking komt van de knol (Mengel & Kirkby, 1987). Opneembaar Ca moet daarom gedurende het gehele groeiseizoen en in het bijzonder gedurende de knolzettingsperiode voor de plant beschikbaar zijn (Hooker, 1981).

## Mangaan

Het gehalte aan mangaan van het pootgoed was met 0.116 mg/100g versgewicht aan de lage kant. Tijdens het groeiseizoen werd enig gebrek aan mangaan vastgesteld.

Tabel 6. Voorziening van het aardappelgewas cv. Karnico met mangaan op een aantal data tijdens het groeiseizoen 1997 ( $n = 32$ ).

Tijdstip	Zeër laag	Laag	Onvoldoende	Normaal	Hoog
25 juni	0	1	4	23	4
15 juli	0	0	1	19	12
06 augustus	0	0	0	2	30
27 augustus	0	0	0	19	13

### *Functie en mobiliteit*

Mn speelt een belangrijke rol in het elektronentransport bij de fotosynthese; vooral chloroplasten blijken zeer gevoelig voor Mn-gebrek (Mengel & Kirkby, 1987; Tisdale *et al.*, 1993). Gezien het feit dat Mn-gebrek zich het eerst voordoet in de bovenste bladeren ligt het voor de hand dat Mn-gebrek zich

direct in opbrengstverliezen vertaalt. Verder is waargenomen dat Mn-gebrek tot accumulatie van nitraat in het blad kan leiden (Mengel en Kirkby, 1987). Dit heeft tweërlei impact; verhoogde nitraatgehaltes zijn ongewenst in bladgroenten en kan bij aardappelen misleidend werken bij de bepaling van stikstofbehoefte van het gewas aan bladsteeltjes, speciaal als het Mn-gehalte in deze testen niet wordt betrokken en naar behoefte gecorrigeerd.

De opneembaarheid van Mn wordt bepaald door haar oxidatietoestand. Het komt voor als  $Mn^{2+}$  en  $Mn^{4+}$ . Het  $^{2+}$ -type is zeer goed oplosbaar, het  $^{4+}$ -type is vrijwel onoplosbaar. De overgang naar het weinig oplosbare  $^{4+}$ -type is afhankelijk van pH, temperatuur, droogte, organisch stofgehalte, en microbiële activiteit in de bodem.

Als teveel magnesiumionen in oplossing zijn in het bodemvocht wordt te weinig Mn opgenomen. Deze situatie komt vaak voor waar ter verhoging van de pH veelvuldig is bekalkt met het Mg-houdende Dolokal. In deze gevallen dient men extra alert te zijn op Mn-gebrek.

## Zink

Aan het begin van het groeiseizoen bleek de zinktoestand van het gewas voldoende te zijn. Pas in de loop van het seizoen bleken tekorten aan zink op te treden.

Tabel 7. Voorziening van het aardappelgewas cv. Karnico met zink op een aantal data tijdens het groeiseizoen 1997 ( $n = 32$ ).

Tijdstip	Zeër laag	Laag	Onvoldoende	Normaal	Hoog
25 juni	0	0	0	32	0
15 juli	3	5	11	12	1
06 augustus	0	0	0	11	21
27 augustus	0	0	0	0	32

Het is niet duidelijk wat de invloed van dit gesignaleerde tijdelijke zinktekorten op de productie en kwaliteit van de oogst is, noch hoe het is ontstaan.

## Zwavel

Opvallend is dat zwavel voor veel veldjes in veel te lage hoeveelheden voorkwam. Wat hiervan de invloed op de opbrengst is niet bekend. Het verschijnsel van zwavelgebrek bij aardappelen en andere gewassen is nieuw voor het gebied. Tot voor kort werd via de lucht door de zwaveluitstoot van de industrie meer dan voldoende zwavel voor de behoefte van het gewas aangevoerd. Het lijkt er op dat onderzoek naar de effecten van de toediening van zwavel aan het jonge en oudere gewas belangrijk is.

Tabel 8. Voorziening van het aardappelgewas cv. Karnico met zwavel op een aantal datums tijdens het groeiseizoen 1997. Datums met + hebben betrekking op veldjes waaraan het betreffende element via bladbemesting werd toegediend ( $n = 32$ ).

Tijdstip	Zeer laag	Laag	Onvoldoende	Normaal	Hoog
25 juni	19	6	6	1	0
15 juli	5	6	10	11	0
06 augustus	0	0	13	19	0
27 augustus	0	0	24	0	8

#### *Functie en mobiliteit*

Zwavel maakt deel uit van een aantal aminozuren en daarmee van een aantal belangrijke enzymen en eiwitten. Het speelt een rol bij de vorming van chlorofyl. Bij een tekort aan S wordt N minder effectief benut bij de vorming van proteïnen, met als gevolg dat het nitraatgehalte in de producten (een typisch kwaliteitsaspect) toeneemt.

## Conclusies

Verschuiven van tekorten aan calcium en de met het oog zichtbare effecten hierbij bij de kieming en het uitlopen van het gewas blijken bij uitgebreide surveys uitgevoerd in 1996 en 1997 veel ernstiger en veel algemener voor te komen dan reeds op grond van een eerste survey in 1995 werd verwacht. Uit analyses van monsters van pootgoed komt eveneens naar voren dat een matig tot zeer ernstige gebrek aan calcium zeer algemeen bij pootgoed voorkwam. Zichtbare verschijnselen van boriumgebrek kwamen iets minder frequent voor dan die voor kalkgebrek. Pootgoed- en gewasbepalingen wijzen uit dat borium algemeen in te lage hoeveelheden voorkwam bij pootgoed en jonge gewassen. Zwavel lijkt gedurende het gehele seizoen in te lage hoeveelheden voor te komen. Zwavelgebrek is reeds bekend voor andere gewassen, maar dat de opneembare hoeveelheid zwavel zo laag is dat ook bij aardappels blijkbaar tekorten voorkomen is nieuw. Voorziening met voldoende zwavel is belangrijk omdat dit element belangrijk is voor de efficiëntie van de N-bemesting.

Veel van de elementen waarvoor een tijdelijk tekort in het loof werd aangetoond zijn betrokken bij de vorming van chlorofyl en/of maken daar deel van uit. Deze tekorten zullen daarom een negatieve invloed op het productievermogen van de planten hebben.

Deze surveys werden opgezet om de ziekteproblemen te inventariseren. Dit heeft geleid tot de kwalitatieve vastlegging van de micro-elementen problematiek. Kwantificering hiervan is een passende en gewenste volgende stap. Een systematische bemonstering van grond, pootgoed en gewassen tijdens het groeiseizoen lijkt daartoe de aangewezen weg.

De analyses zijn uitgevoerd door de Engelse firma Phosyn met ons nog onbekende procedures. Gezien de gebleken gunstige resultaten in praktijkproeven met bijbemesting aan de hand van op deze procedures gebaseerde adviezen mag worden aangenomen dat het in principe om een goede methode gaat. Bekend is dat deze methode is afgeleid van Amerikaans onderzoek aan de cv Russet Burbank en werd verfijnd door de firma Phosyn. Mocht de firma de gebruikte methoden van onderzoek niet willen vrijgeven, dan ligt het voor de hand het onderzoek naar het gehalte aan mineralen in de bodem en het blad met een wetenschappelijk geaccepteerde (omschreven) methode uit te voeren en aan te scherpen voor de lokale aardappelzetmeelrassen.



## Literatuur

- Hoekzema, G. & A. Tolner, 1996.  
Het effect van calcium op de kieming van aardappelen. HLB, Afstudeeropdracht 96LA01 (1996): 51 pp.
- Hooker, W.J., 1981.  
Nutrient imbalance; Calcium. In: Hooker, W.J. (Ed.). Compendium of potato diseases. St. Paul, Minn. USA, APS Press (1981): 23-24.
- Hooker, W.J. & Lucas, 1981a.  
Nutrient imbalance, Magnesium. In: Hooker, W.J. (Ed.). Compendium of potato diseases. St. Paul, Minn. USA, APS Press (1981): 24.
- Hooker, W.J. & Lucas, 1981b.  
Nutrient imbalance, Manganese. In: Hooker, W.J. (Ed.). Compendium of potato diseases. St. Paul, Minn. USA, APS Press (1981): 26.
- Mengel, K. & E.A. Kirkby, 1987.  
Principles of plant nutrition. Basel, Switzerland, International Potash Institute (1987): 687 pp.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, & J.D. Beaton, 1993.  
Soil fertility and fertilizers, fifth edition. New York, MacMillan Publishing Company (1993): 634 pp.
- Turkensteen, L.J. & A. Mulder, 1995.  
Beschikbaarheid voor het aardappelgewas van macro- en micro-elementen in relatie tot opbrengst en gevoeligheid voor ziekten. Assen, Stichting Interprovinciaal Onderzoekcentrum voor de Akkerbouw en Groenten in de Vollegrond op zand- en veenkoloniale grond in Middenoost- en Noordoost-Nederland. Onderzoek 1995 (1995): 235-245.
- Velema, R.A.J., 1997.  
Onderzoek naar het effect van toepassing van Bortrac 150 op het gewas en een knolbehandeling met Stopit op de kieming van aardappelen. HLB-Rapport 97-19 (1997): 10 pp.