

CODEN: IBBRAH (3-81) 1-31 (1981)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 3-81

OORZAKEN EN BESTRIJDING VAN DE FYSIOLOGISCHE AFWIJKING "INWENDIG BRUIN"
IN KNOLSELDERIJ

With a summary:

*Causes and control of the physiological disorder "internal browning" in
celeriac.*

door

J.H. PIETERS

1981

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-81 (1981) 31 pp.



INHOUD

1. Inleiding	3
2. Beschrijving van het verschijnsel	4
3. Buitenlands onderzoek	5
4. Nederlands onderzoek	7
5. Toetsing van het bestrijdingsadvies	20
6. Conclusies en beschouwingen	26
7. Samenvatting	29
8. Summary	30
9. Literatuur	31

1. INLEIDING

Bij de teelt van knolselderij treedt van tijd tot tijd het verschijnsel "inwendig bruin" op, een aantasting die ertoe kan leiden dat percelen beteeld met knolselderij door de contracteur worden afgekeurd omdat een deel van de knollen niet geschikt wordt geacht voor verwerking. Dit was voor het eerst in ernstige mate het geval in 1971 na de sterke uitbreiding van de teelt op landbouwgronden. Ook in 1975 bleken weer vele percelen met de ziekte behept te zijn, ondanks een in die tussentijd gegeven, maar, na later is gebleken, onvolledig bestrijdingsadvies. Nadien is inwendig bruin in knolselderij nog slechts incidenteel voorkomen.

In het volgende wordt nader ingegaan op het verschijnsel zelf, op buitenlandse, i.c. Duitse gegevens hierover en op het onderzoek met betrekking tot het fenomeen, dat door of met medewerking van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid is verricht .

2. BESCHRIJVING VAN HET VERSCHIJNSEL

Selderijknollen die lijden aan het verschijnsel dat "inwendig bruin" is gedoopt, vertonen in verticale doorsnede zwartbruine tot grijsbruine, aanvankelijk nauwelijks zichtbare, sponsachtige of meer glazige, later mogelijk ingerotte onregelmatig gevormde vlekken. De grootte daarvan kan variëren van een speldeknoop tot uitgebreide, in elkaar overlopende, het hele inwendige van de knol overwoekerende plekken. Ook het loof kan ken- tekenen vertonen, maar alleen in zeer ernstige gevallen. De oudere bla- deren zijn dan lilakleurig tot gelig gevlekt, vreemd van vorm en zeer broos. De hoofdstengels kunnen overdwars gespleten zijn en hebben spon- zige bobbel aan de holle binnenkant. Van sommige planten sterft het hart waar de nieuwe bladeren worden gevormd, waarna door secundaire rotting de knol van boven af papperig hol wordt. Aangetaste planten hebben vaak een slecht wortelstelsel met bruine afgestorven punten en een pruikerige hergroei. De knol kan ook van onderen zijn ingerot. Dergelijke planten zien er zo op het oog gezond uit maar vallen bij de minste aanraking uit elkaar.

3. BUITENLANDS ONDERZOEK

In 1941 vindt Maier (1943) verschillen in boriumgehalte tussen zieke en gezonde knollen. Hij beschrijft het verschijnsel en noemt het "Herz- und Knollenbraüne". Het B_{water} -gehalte van de grond bedroeg 0,9-1,3 dpm en was dus in geen geval laag te noemen.

Tabel I geeft de boriumgehalten, uitgedrukt in dpm op de drogestof van zieke, gezonde en met extra borium bemeste planten.

TABEL I. Boriumgehalten uit de proef van Maier (1943).

TABLE I. Borium contents found by Maier (1943).

Toestand	B-gehalte in dpm op de dr.st.		
	wortel	knol	blad
ziek	23	13	15
gezond	27	19	28
gezond + B	30	23	33

Marx & Sahn (1953) namen potten-, vakken- en veldproeven met een borium-arme zandgrond. Wanneer niet met compost of boriumzuur werd bemest, ontstonden zieke planten met dwarsspletten en breuken in de bladstelen.

Kloke & Schmidt (1962) constateren bruine inwendige verkleuringen bij knolselderij en analyseren gezonde en zieke knollen.

Tabel II toont de resultaten. Zij gaan ook na wat de verhouding Ca:B is van de zieke knollen ten opzichte van de gezonde, benevens de N:B-verhouding. Zieke knollen vertonen een sterk verhoogde stikstofopneming.

Volgens deze onderzoekers is niet zozeer een laag boriumgehalte de oorzaak van de te geringe opneming van borium door de plant, maar is boriumgebrek veeleer te wijten aan een te wijde verhouding tussen beschikbaar calcium en borium in de grond. Op zwaar met stikstof bemeste, kalkrijke gronden zou eerder "Herz- und Trockenfäule" kunnen optreden.

TABEL II. Analyseresultaten van knolselderij door Kloke & Schmidt (1962).
 TABEL II. Results of analysis of healthy and affected celeriac, as reported by Kloke & Schmidt (1962).

Toestand knol	Gehalten en verhoudingen in de dr.st.		
	B (dpm)	Ca/B	N/B
ziek	<20-25	150-300	2000
gezond	ca. 50	15-100	300

Leh (1968) doet rassenproeven met knolselderij en vindt B-gebreksverschijnselen bij een B_{water} -gehalte in de grond van 0,9 dpm, echter met verschillen in gevoeligheid per ras. Zo had de gevoelig bevonden soort "Odendörfer" in de zieke knollen een B-gehalte van 30 ppm en in de gezonde 40-50 dpm. Hoewel het Ca-gehalte van de knol in absolute zin weinig variatie vertoonde (0,4-0,5%) lag de Ca:B-verhouding voor "gezond" bij 100 die voor "ziek" bij 200. Ook werd de indruk verkregen dat door hoge kaligiften de boriumopneming kan worden gestoord.

Het hierboven aangehaalde Duitse onderzoek beperkt zich min of meer tot het constateren van een gering gehalte aan borium in zieke knollen maar werpt verder weinig licht op de mogelijke oorzaken en op een doeltreffende bestrijding van het euvel.

4. NEDERLANDS ONDERZOEK

Naar aanleiding van de "inwendig bruin"-golf die in het najaar van 1971 op vele contractpercelen aan het licht kwam, werd op initiatief van het Consulentenschap voor de Akkerbouw te Schagen (ing. N.P. Borst) een onderzoek opgezet naar de oorzaken van deze afwijking in knolselderij. Van 20 percelen uit Noord-Holland en de IJsselmeerpolders werden zowel grond- als knolmonsters geanalyseerd, van 13 andere percelen kwamen grondanalyse-cijfers en teeltgegevens beschikbaar. Uit dit materiaal kwam duidelijk naar voren dat hoge boriumgehalten van de grond samengaan met hogere boriumgehalten in de knol. Bij de laagste boriumcijfers komen de meeste zieke knollen voor en hierbij is tevens de Ca:B-verhouding het ruimst. Een en ander sluit goed aan bij de Duitse gegevens. Bij een boriumgehalte van de bouwvoor dat hoger was dan 1,40 dpm kwam bij de knolselderij op lichte klei en zavel geen inwendig bruin voor. Dit gehalte is veel hoger dan de norm voor het optreden van hartrot in bieten op zandgrond (0,3 dpm). Borst *et al.*, (1972) kwamen, o.a. door vergelijking met ervaringen uit vroegere jaren tot de conclusie, dat onder droge omstandigheden tijdens de teeltperiode de kans op inwendig bruin door boriumtekort toeneemt. In jaren met voldoende en regelmatig verdeelde neerslag zullen echter in vele gevallen ook bij lagere boriumgehalten dan 1,40 dpm de percelen toch geheel gezond kunnen blijven.

Voortvloeiend uit de bevindingen van het grond- en gewasonderzoek uit 1971 werd in 1972 een als oriëntering bedoelde bespuitings/bemestingsproef uitgevoerd op de proeftuin Wieringerwerf door het toenmalige Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar. In dat jaar trad het verschijnsel echter niet op. De uitgangstoestand van de grond was een B_{water} -getal van 0,52 dpm. De proef kon alleen dienen om aan te geven of, en in welke mate, door bespuiting of bemesting met borax het gehalte aan borium in de knol kan worden verhoogd. De proef werd in 1973 herhaald, waarbij wederom geen bruinkleuring voorkwam. Dat er wel verschillen in boriumgehalte van de knol ontstonden is te zien in tabel III.

TABEL III. Resultaten van bemesting en gewasbespuiting met borax in 1972 en 1973.

TABLE III. Effect of soil and foliar application of borax on B-content of tubers, 1972 and 1973.

Behandeling	B-gehalte knol in dpm op dr.st.		Stijging B-gehalte knol per kg toegediende borax/ha	
	1972	1973	1972	1973
geen borium	36	34	-	-
1 x spuiten	41	-	2,5	-
2 x spuiten	46	40	2,5	1,5
6 x spuiten	66	55	2,5	1,8
bemesten	44	40	0,4	0,3

Per bespuiting werd per ha 1000 l van een 0,2% boraxoplossing toegediend; de bemesting bestond uit 20 kg borax/ha. Uit de gegevens van tabel III blijkt dat door een bemesting met borax vóór de aanvang van de teelt of door bespuiting van het gewas het boriumgehalte van de knol kan worden verhoogd. Het effect van bespuiten is, bij gelijke hoeveelheden toegediende borax, vele malen groter dan dat van bemesten. Daar in beide jaren, in tegenstelling tot het rampjaar 1971, tijdens het groeiseizoen geen extreem warme en droge perioden waren opgetreden, vatte de mening post dat inwendig bruin waarschijnlijk het gevolg was van een relatief boriumgebrek, dat bij een redelijk geacht boriumgehalte van de grond toch nog zou kunnen ontstaan bij stagnering in de vochtvoorziening, slechte structuur en mogelijk veel vrije CaCO_3 in de grond. Er kwam een advies ter voorkoming van "bruinverkleuring" in knolselderij (Nicolai, 1973). Hierin werd aangeraden knolselderij te bespuiten met 2 kg borax in 1000 l water per ha of, in plaats van borax, met het veel beter oplosbare handelsprodukt Maneltra-Borium. Het aantal malen spuiten werd afhankelijk gesteld van de neerslag, maar zou in de droge seizoenen drie dienen te zijn; de bespuiting zou pas later in het seizoen behoeven te worden uitgevoerd.

In een pottenproef, uitgevoerd in Haren in 1972 met zandgrond (B_{water}

0,25 dpm) en lichte zavel (B_{water} 0,42 dpm), waarbij al of niet met borium werd bemest (20 kg borax/ha) en waarin alleen bruinverkleuring voorkwam in de knollen op de boriumarme, niet met borium bemeste zandgrond, werd door de boraxgift een aanzienlijke stijging van het boriumgehalte van de knol verkregen. De resultaten, vermeld in tabel IV bevestigen in grote lijnen het verband tussen boriumgehalte van de knol en de mate van bruinverkleuring, gevonden op praktijkpercelen in 1971, waar vrijwel altijd "bruin" optrad bij boriumgehalten van de knol beneden 25 dpm (Borst *et al.*, 1972).

De potproef werd in 1973 opnieuw aangezet met een boriumarme zandgrond (B_{water} 0,16 dpm) met als proefvariabelen: wel of geen kalk in combinatie met boriumbemesting (3 hoeveelheden), resp. boriumbespuiting (3 tijdstippen).

TABEL IV. Resultaten pottenproef 1972 (VP 1071).

TABLE IV. Effect of borax applications (20 kg/ha) to celeriac grown on two soil types on the degree of browning and the B-content of the tubers.

Object	Mate van bruinverkleuring	B-gehalte knol in dpm op dr.st.
zand - B	zeer ernstig	16,3
zand + B	vrijwel niet	33,4
zavel - B	vrijwel niet	24,4
zavel + B	vrijwel niet	45,8

- . Deze proef (VP 1118) leverde weinig resultaten op. Er werd geen bruinverkleuring in de knollen aangetroffen. De bekalking verhoogde het B-cijfer van de knollen, afkomstig van de niet met borax behandelde objecten van 35 tot 47 dpm, betrokken op de drogestof. De B-gehalten van de knollen van de met borax bemeste of bespoten planten waren, in vergelijking met de als normaal beschouwde gehalten van 20-40 dpm, vrij hoog.

Zo bedroeg het B-gehalte in de knollen van de op 7 augustus (middelste tijdstip) met 1% boraxoplossing bespoten planten 105 dpm (hoogste waarde) en leverden de objecten die waren bemest met 0,1, 0,2 of 0,3 g borax per emmer, knollen met resp. 70, 84 en 96 dpm B op de drogestof. Door bemesting of bespuiting met borax is het dus wel weer gelukt knollen te telen met een hoog boriumgehalte, maar ook de knollen op de grond met een laag B-niveau wisten nog voldoende van dit element te bemachtigen. Waarschijnlijk zijn in deze proef de overige groeiomstandigheden, als temperatuur en vochtvoorziening, optimaal geweest, althans bevorderlijk voor de boriumopneming. De pottenproef uit 1973 werd in 1974 voortgezet, met dien verstande dat niet opnieuw werd bekalkt en met borium bemest, maar alleen met borax werd gespoten. De planten vertoonden de neiging om in het hart af te sterven, maar dit kon tijdig worden voorkomen door wantsenbestrijding.

Teneinde na te gaan of het inwendig bruin in knolselderij enkel en alleen het gevolg is van het niet voldoende kunnen opnemen van borium uit het substraat, werd in de winterperiode 1974/1975 onder niet-optimale groeiomstandigheden, zoals te hoge temperatuur en te weinig daglicht, getracht op steenwolblokken in de kas B-arme knollen te telen. Het verschijnsel "bruin" bleek zeer duidelijk induceerbaar te zijn in jonge, nog niet volgroeide knollen op een boriumvrije voedingsoplossing. Deze proef met voedingsoplossing werd buiten herhaald onder meer natuurlijke omstandigheden van temperatuur en licht. Het object O-B moest al spoedig worden opgedeeld in een aantal nieuwe objecten. Alle planten die in hun voedingsoplossing geen borium hadden, dreigden nl. af te sterven, zodat het raadzaam werd geacht toch enig borium toe te voegen t.w. $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$ en $\frac{1}{2}$ van de normale dosering van 0,36 dpm B. Alle planten met een gedeeltelijke B-dosering bleven sterk in groei achter en vertoonden min of meer ernstige ziekteverschijnselen in zowel knol als loof. De habitus van de normaal van borium voorziene planten was goed. De helft van het aantal normale planten werd halverwege de groei zonder B gezet (einde juli). In deze planten traden alsnog ziekteverschijnselen op in knol en loof, benevens groeiremmingen. De verkleuringen in de knol kwamen overeen met die uit de als oriëntering bedoelde steenwolproef van 1974/75. Uit tabel V moge blijken dat stagnatie van de boriumvoorziening tot verhoging van het calcium- en verlaging van het boriumgehalte leidt, met als

resultaat een sterke vergroting van de Ca:B-verhouding in de zieke knol en het betreffende loof.

TABEL V. Gehalten aan CaO en B van knolselderij op steenwolblokken (IB 5013-1975), berekend op drogestof.

TABLE V. CaO- and B-contents of healthy and affected celeriac plants on rockwool blocks (IB 5013-1975), calculated on a dry-matter basis.

Object	Knol			Loof		
	% CaO	dpm B	Ca/B	% CaO	dpm B	Ca/B
gezonde plant van object normaal B	0,43	60,3	51	2,83	44,5	454
zieke plant van object halverwege zonder B gezet	0,94	19,0	353	3,40	19,2	1266

Eveneens in 1975 werd nog een proef ingezet met een B-arme grond in 6-liter emmers, met en zonder boriumbemesting of -bespuiting. Er traden echter in deze proef al in een zeer vroeg stadium groeiremmingen en -afwijkingen op, waarvan de oorzaak niet kon worden achterhaald. Deze proef moest worden afgebroken. Van de proeftuin Helden (L) werden van de oogst 1974 gewasmonsters geanalyseerd van een partij inwendig bruingekleurde knollen, afkomstig van een vóór de teelt niet met borax bemest perceelsgedeelte en van gezonde knollen die geteeld waren op het wel van borax voorziene deel van hetzelfde perceel. Het boriumgehalte van de zieke knollen bleek aanmerkelijk lager, de Ca:B-verhouding veel hoger dan die van de gezonde knollen. Tabel VI geeft de cijfers. Deze komen weer overeen met die van Kloke & Schmidt (1962) en met de ervaringen met boriumtoediening via bemesting met compost of boorzuur van Marx & Sahn (1953).

In augustus 1975 kwam, voor het eerst sinds 1971, weer op grote schaal in de praktijk bruinverkleuring in knolselderij voor. Op vele percelen op de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden werden sterke groeifwijkingen in loof en knol waargenomen, ook daar waar een of meer boraxbespuitingen waren uitgevoerd. Uit de analyses van enkele knolmonsters kwam naar voren

TABEL VI. Uitslagen gewasanalyses in knolselderij uit Helden, 1974.

TABLE VI. Effect of borax application on the B-content of the soil, the condition of tubers, and on B- and Ca-content of the tubers.

perceels- gedeelte	Borax- bemesting	B _{water} i.d.grond	Toestand knol	Gehalte knol op dr.st.		
				B dpm	CaO %	Ca:B
A	0	0,14	ziek	22,8	0,39	123
B	40 kg/ha	0,34	gezond	42,0	0,34	57

dat, hoewel de boriumgehalten niet veel verschilden, de Ca/B-verhoudingen van de zieke knollen hoger waren dan van de gezonde. Waarschijnlijk waren de zieke knollen al in een vrij jong stadium aangetast. Vaak lag het ziektebeeld in het onderste, oudste deel van de knol, dat klein van omvang was gebleven, waarna de knol verder normaal en gezond uitgroeide. Het B-gehalte van de knol in zijn geheel kan dan weer vrij normaal worden, maar het zieke weefsel blijft aanwezig en bespuiten achteraf heeft geen zin. Op 30 proefplekken met elk 200 planten in Zuidwest-Nederland werden in de herfst van 1975 gegevens verzameld aangaande beworteling, structuur, chemische samenstelling van de grond en het gewas. Het onderzoek werd beschreven door Pieters *et al.*, 1977. Tussen zieke en gezonde knollen was er gemiddeld geen onderscheid in B-gehalte en ook de verschillen in Ca-gehalte waren in de praktijk veel minder uitgesproken dan bij de proef op steenwol (Tabel V). Tabel VII geeft een samenvatting van de analyseresultaten van knollen van de 30 proefplekken. De resultaten van het gewasonderzoek werden bekeken in samenhang met de op deze 30 proefplekken verrichte structuur- en bewortelingswaarnemingen en het grondonderzoek. Uit correlatie- en regressieberekeningen kwam naar voren dat tweederde van de spreiding in opbrengst aan loof en knollen kon worden verklaard aan de hand van de fosfaattoestand van en de structuuromstandigheden onder de bouwvoor.

Het niet in staat zijn van de plant tot het opnemen van borium uit de grond wordt, ook bij een voldoende boriumtoestand, toegeschreven aan een

TABEL VII. Gehalten aan CaO en B van selderijknollen, proefplekken 1975.
 TABLE VII. CaO and B contents of healthy and affected celeriac tubers,
 experimental plots 1975.

	Gemiddelde gehalten van de knol, berekend op dr.st.		
	% CaO	dpm B	Ca:B
gezonde knol	0,68	55	91
zieke knol	0,82	55	111
ziek t.o.v. gezond	20% hoger	gelijk	20% hoger

langdurige droogteperiode, die maakt dat door sterke verdamping een laag vochtgehalte in de bodem ontstaat. Wanneer de plant dan ook nog door een slechte structuurtoestand en/of een fosfaattekort een te klein wortelstelsel heeft ontwikkeld, zijn de condities geschapen voor het optreden van groeistoornissen. Door middel van tijdige beregening kan veel onheil worden voorkomen. Indien extra watergeven niet mogelijk is, zal vroege bespuiting met een boriumzoutoplossing uitkomst kunnen bieden. Naar aanleiding van de gebeurtenissen uit 1975 werd het oude advies van B-bespuiting bij droogte in augustus en september verlaten en werd aangeraden om zo nodig al in een vroeg groeistadium in droge perioden extra borium toe te dienen. Tevens werd het telen van knolselderij op gronden die in een slechte structuurtoestand verkeren niet aanbevelenswaardig geacht.

In 1976 was het mogelijk om op de structuurvakkenproef IB 5861 knolselderij te verbouwen. De helft van deze proef met 5 grondsoorten en 5 structuurbehandelingen werd zo nodig afgedekt tegen de regen om te kunnen nagaan of wellicht een combinatie van slechte groeiomstandigheden (droogte en structuur) belemmerend is voor de beschikbaarheid van borium en daardoor bruinverkleuring in de hand werkt. Op de vakken gevuld met es- en dalgrond moest het gewas in september voortijdig worden geruimd omdat een toenemend aantal knollen verschijnselen van inrotting vertoonde. Het loof had op deze beide grondsoorten over de hele linie symptomen die sterk deden denken aan boriumgebrek. Alle knollen waren dan ook inwendig zwaar ziek. De selderij op de zavel- en kleigronden werd eind

oktober gerooid en vertoonde zo goed als geen ziektebeelden in loof en knol, ongeacht de structuurtoestand. Tabel VIII vermeldt de boriumgehalten van de grond en de mate waarin inwendig bruin in de knollen voorkwam.

TABEL VIII. Boriumgehalten van de grond en de inwendige bruinverkleuring van knolselderij op IB 5861-1976.

TABLE VIII. *Effect of soil type, moisture condition and B-content on incidence of internal browning of celeriac.*

Grondsoort en vochttoestand	B-gehalte grond bij de oogst in dpm	Mate van inwendig bruin 0=totaal ziek 10= totaal gezond	Uitslag beoordeling
esgrond droog	0,17	3,7	} alle knollen zwaar ziek
esgrond vochtig	0,20	2,9	
dalgrond droog	0,26	3,7	
dalgrond vochtig	0,21	3,0	
zavel droog	0,98	9-10	} in enkele knollen zeer lichte aantasting
zavel vochtig	0,86	"	
klei 40% droog	1,42	"	
klei 60% vochtig	1,37	"	
klei 60% droog	1,84	"	
klei 60% vochtig	1,76	"	
zand proefterrein Haren (rand)	0,44	10	geen "bruin"

De es- en dalgronden hadden een zeer lage boriumtoestand, de zavel- en kleigronden waren vrij hoog in boriumgehalte. De indruk bestaat dat vochtige grond iets minder beschikbaar borium bevat dan de droog gehouden grond. Daar dit in tegenstelling is met de hypothese dat bij droogte borium minder goed beschikbaar wordt, lijkt de veronderstelling gerechtvaardigd,

dat het gewas op de vochtige grond meer borium heeft opgenomen - het zijn grondmonsters van na de oogst - met als gevolg lagere B-cijfers, afgezien nog van een kans op grotere uitspoeling. In het geogste gewas werden de gehalten bepaald aan borium en CaO (tabel IX). Op de zandgronden werden veel lagere boriumgehalten gemeten in loof en knol dan op de zavel en klei. Het gehalte aan CaO was in de zieke zandknollen ongeveer dubbel zo hoog als in de gezonde knollen van de zavel en klei. De Ca:B-verhouding bedroeg in de zieke knollen ca. 300, in de gezonde omstreeks 100, welke orde van grootte overeenstemt met oudere gegevens.

TABEL IX. Borium- en CaO-gehalten van loof en knol van knolselderij op IB 5861-1976.

TABLE IX. Effect of soil type and moisture condition on B- and CaO-contents of foliage and tubers of celeriac.

Grondsoort en vochttoestand	B-geh. gewas		CaO-geh. gewas		Ca:B in de knol
	in dpm op dr.st.		in % op dr.st.		
	loof	knol	loof	knol	
esgrond droog	17,5	19,0	3,71	0,81	305
esgrond vochtig	18,2	20,9	3,73	0,84	287
dalgrond droog	16,5	20,0	4,16	0,83	296
dalgrond vochtig	18,7	19,3	4,38	0,86	318
					<i>gem. 302</i>
zavel droog	34,8	28,7	4,33	0,45	112
zavel vochtig	33,8	33,9	4,09	0,45	95
klei 40% droog	38,7	32,3	3,97	0,45	100
klei 40% vochtig	41,9	36,8	3,35	0,45	87
klei 60% droog	42,3	38,9	3,72	0,52	95
klei 60% vochtig	43,2	38,7	3,09	0,75	138
					<i>gem. 105</i>
zand proefterrein Haren (rand)	34,7	30,0	2,60	0,42	99

Hoewel structuurbepalende grootheden als volumegewicht, poriënvolume en luchtgehalte de aangebrachte structuurverschillen duidelijk karakteriseerden, waren er tussen de onderscheiden structuurtoestanden per grondsoort geen duidelijke verschillen in knolopbrengst. Wel speelde bij de produktie de grondsoort een rol, alsmede het al of niet droog houden van de bodem tijdens de teelt. Tabel X geeft de knolopbrengsten, gemiddeld per grondsoort en vochttoestand.

TABEL X. Selderijknolopbrengsten op IB 5861-1976.

TABLE X. Effect of soil type and moisture condition on the yield of *celeriac tubers*.

Grondsoort en vochttoestand	Knolopbrengst in kg/are	Rooidatum
esgrond droog	143	27-09
esgrond vochtig	198	"
dalgrond droog	175	"
dalgrond vochtig	247	"
zavel droog	374	28-10
zavel vochtig	638	"
klei 40% droog	403	"
klei 40%vochtig	553	"
klei 60% droog	363	"
klei 60% vochtig	511	"

De beste produktie kwam van de zavelgrond, gevolgd door de beide kleigronden. De dal- en vooral de esgrond lieten het afweten (een goede opbrengst aan knollen zonder blad is 400 kg/are). Zoals reeds vermeld, was de knolselderij van deze twee laatste grondsoorten, mede door de te lage B-toestand in de grond (Tabel VIII), niet meer te handhaven en moest voortijdig worden gerooid om tenminste nog iets te kunnen waarnemen. Dat de structuurtoestand op dit proefveld weinig invloed had op de boriumhuishouding is waarschijnlijk toe te schrijven aan het feit dat

de verschillen tussen goede en slechte structuur in de bouwvoor, ondanks alles, toch te gering waren, terwijl de omstandigheden in de ondergrond, naar mag worden aangenomen, niet te vergelijken waren met de zeer slechte toestanden zoals deze in 1975 na de natte herfst van 1974 - structuurbederf door aardappel- en bietenoogst - in grote mate op zeelei in Zuid-Holland en Zeeland werden aangetroffen (Pieters *et al.*, 1977).

Een proef met knolselderij in emmers met boriumarme grond (IB 6216-1976), waarbij zou worden nagegaan op welk tijdstip en hoe vaak met een boriumzout dient te worden gespoten om boriumgebrek te voorkomen, vertoonde een zeer trage begingroei. Hoewel het niet helemaal duidelijk is geworden wat hiervan de oorzaak was, heeft het gewas kennelijk te lijden gehad van de hoge zomertemperaturen. Pas in de herfst begonnen de planten enigszins te gedijen, maar tot volle wasdom is het niet gekomen. Het gemiddelde knolgewicht bedroeg slechts 145 g, tegen ca. 800 à 1000 g normaal. Gezien de onvolgroeidheid der knollen was produktievergelijking tussen de verschillende behandelingen zinloos. Bovendien werd in geen der gevallen ook maar enig symptoom van boriumgebrek in loof en knol waargenomen, zodat deze proef niet aan de doelstellingen heeft beantwoord.

In 1977 werd wederom een proef uitgevoerd met knolselderij op steenwolblokken, waarbij met de boriumvoorziening werd gemanipuleerd teneinde inwendig bruin in de knol te induceren (IB 5039). De planten ontvingen gedurende twee maanden een volledige voedingsoplossing (B-gehalte 0,36 mg per liter). Daarna werd borium uit de voedingsoplossing weggelaten, behalve bij een aantal controleplanten. De planten op de boriumloze voedingsoplossing werden met tussenpozen van drie weken aan een bespuiting met Maneltra-borium onderworpen. Herhaalde bespuiting (3x) bleek nodig te zijn om althans het loof tot aan de oogst (zes weken na de laatste bespuiting) gezond te houden. Wel bleek ook van deze planten de knol toch nog te zijn aangetast. In de praktijk zal het gewas wel nooit geheel van borium verstoken blijven, maar deze proef heeft wel uitgewezen dat wanneer opnemng van borium via de wortels niet mogelijk is, alleen een zeer intensieve bespuiting van het gewas met een in water oplosbare boriumverbinding inwendig bruin zou kunnen voorkomen. Tabel XI bevat de analysegegevens van deze proef.

TABEL XI. Gehalten aan CaO en B in de drogestof van loof en knol van knolselderij, geteeld op steenwol (IB 5059-1977).

TABLE XI. Effect of various B-treatments on the CaO- and B-contents of foliage and tubers of celeriac (grown on rock wool).

Behandeling	Gehalten in loof			Gehalten in knol		
	% CaO	dpm B	Ca:B	% CaO	dpm B	Ca:B
normaal B in voedingsopl.	2,95	43,9	480	0,71	76,8	66
geen B in voedingsopl. na 2 mnd.	3,97	16,3	1740	1,20	27,1	316
idem maar bespoten na 3 weken	3,78	17,3	1561	1,24	27,0	328
idem maar bespoten na 6 weken	4,08	34,6	842	1,16	niet bepaald -	
idem maar bespoten na 9 weken	3,47	34,6	716	1,33	30,4	313
id. maar bespoten na 3 en 6 weken	3,34	16,1	1482	1,33	28,1	338
id. maar bespoten na 3 en 9 weken	3,59	23,5	1091	0,87	24,8	251
id. maar bespoten na 3,6,9 weken	2,52	21,3	845	0,90	22,7	283

Door één- tot driemaal bespuiten met B is het niet mogelijk gebleken de boriumgehalten van loof en knol op een redelijk niveau te krijgen, getuige ook de te hoog gebleven waarden van de Ca:B-verhouding van de bespoten planten. Dat het loof uiteindelijk toch uiterlijk gezond bleek, is waarschijnlijk te danken aan het feit dat die bovengrondse delen minder gevoelig zijn voor het optreden van boriumgebreksverschijnselen. Het loof zat in deze ook op de eerste rang en er moet maar worden afgewacht hoeveel van de ter beschikking gestelde borium uiteindelijk in de knol terecht komt.

Uit alle in dit hoofdstuk beschreven geslaagd te noemen proeven met betrekking tot de B-huishouding van knolselderij moge zijn gebleken dat vooral de knol van dit gewas niet gezond kan groeien zonder een regelmatige en voldoende aanvoer van borium. Ook in het begin van de groei, dus zodra de planten zijn aangeslagen, is het mogelijk dat er groei-remmingen optreden. Aan de hand van deze ervaringen met proefplekken, vakken- en pottenproeven is dan ook doorgegeven aan "voorlichting" en

en praktijk, dat het, om inwendig bruin te voorkomen, raadzaam is om al in een jong stadium de plant te vrijwaren van een tekort aan opneembaar borium door bij droogte tijdig een bespuiting uit te voeren met een goed oplosbaar boriumzout als Maneltra-borium. Borax is trouwens ook zeer wel bruikbaar, maar dan moet het tevoren in een weinig heet water worden opgelost. En omdat een boriumzout heel goed kan worden gemengd met de gebruikelijk oplossingen van gewasbeschermingsmiddelen hoeft een frequente bespuiting geen extra werk te kosten, maar kan intussen wel het risico van afkeuring door commissionair of conservenindustrie voorkomen.

In het volgende hoofdstuk worden enkele veldproeven beschreven die dienden om het borium-bespuitingsadvies te toetsen.

5. TOETSING VAN HET BESTRIJDINGSADVIES

Op het terrein van de IB-proefboerderij te Haren (Gr.), een zwak leemhoudende zandgrond, werd in 1977 een veldproef aangelegd ter vervolging van het effect van boriumbemesting en/of-bespuiting voor de bestrijding van de aandoening "inwendige bruinverkleuring" in knolselderij. De proef werd uitgevoerd in de vorm van een gedeeltelijk evenwichtig blokkenschema met zes behandelingen in viervoud (Fig. 1).

	III			IV		
	4	8	12	16	20	24
	2.1	2.0	1.1	1.0	0.1	2.0
	3	7	11	15	19	23
	0.0	0.1	1.0	2.1	0.0	1.1
	2	6	10	14	18	22
	2.0	2.1	0.0	1.1	2.1	1.0
	1	5	9	13	17	21
7 m	1.0	0.1	1.1	0.1	2.0	0.0
← 7 m →	II			I		

0. = geen boraxbespuiting ; .0 = geen boraxbemesting
 1. = 2x boraxbespuiting vanaf 1 juli ; .1 = 20 kg borax/ha
 2. = 4x boraxbespuiting vanaf 1 juli (met 0,2% borax, 1000 l/ha)

Figuur 1. Proefschema IB 2435-1977. Boriumbemesting en/of -bespuiting op knolselderij.

Figure 1. Experimental design IB 2435-1977. Soil and/of foliar application of boron to celeriac.

De uitgangstoestand van deze zandgrond aan beschikbaar borium in de bouwvoor bedroeg 0,34 dpm, dus niet uitzonderlijk laag volgens landbouwnormen, waar een toestand van 0,30-0,35 dpm B als vrij goed wordt gekenschetst, met een aanbevolen boraxbemesting van 5 kg/ha. Op de daarvoor in aanmerking komende veldjes gaven wij 20 kg borax/ha, wat dus ruimschoots voldoende mag worden geacht. Hoewel de zuurgraad aan de lage kant was (pH-KCl 4,5 gem. over het hele proefveld), werd bekalken aanvankelijk niet noodzakelijk geacht. De boraxbemesting werd toegediend op 31 mei, een dag voor het poten. Na het planten ontving de grond 10 mm beregening. Begin juli vertoonde de knolselderij pleksgewijs nog nauwelijks enige groei. Aanvankelijk werd gedacht aan een te krappe basisbemesting met N, P, K en Mg, maar overbemesting gaf geen enkel resultaat. Uiteindelijk bleek uit pH-bepalingen van uitgesproken slechte ten opzichte van iets betere plekken, dat, hoewel de gemiddelde pH-KCl dus 4,5 bedroeg, er stukken voorkwamen waarop de pH-KCl maar net boven de 4 eenheden uitkwam. Bij deze zuurgraad kan knolselderij kennelijk niet groeien. Hoewel voor de beschikbaarheid van borium in de grond ongunstig werkende weersfactoren als langdurige droogte en sterke verdamping dit jaar praktisch niet voorkwamen (er moest slechts eenmaal worden beregend en wel op 9 augustus met 20 mm), zijn de voorgenomen boriumbespuitingen volgens plan uitgevoerd en werd op 15 augustus aan het proefveld nog een overbemesting toegediend van 75 kg kalksalpeter, overeenkomend met ca. 75 kg N per ha. Maar herstel bleef uit. Op 24 oktober werd de proef gerooid. De grootste knollen waren niet zwaarder dan 300 g, terwijl verscheidene planten zo goed als geen knol hadden gevormd. In alle opzichten moest dit toetsveld als mislukt worden beschouwd. Er werden dan ook verder geen waarnemingen en analyses verricht.

Dezelfde proef werd in 1978 herhaald op een ander perceel van de IB-proefboerderij Haren, waarbij echter tevoren werd gezorgd dat de pH-KCl via berekende kalkgiften tot tenminste 5,0 werd opgevoerd. Het boriumgehalte van de bouwvoor bedroeg op 1 maart 0,26 dpm (0,23-0,29) en was dus aan de lage kant. Alhoewel ook nu weer voor de beschikbaarheid van borium ongunstige weersfactoren zo goed als niet optraden en het gewas bij tussentijdse beoordelingen van de stand geen verschillen tussen de objecten liet zien, bleek bij de oogst dat het 0-object, dat geen boriumbemesting en/of -bespuiting had ontvangen, duidelijk boriumgebreks-

verschijnselen in de knol vertoonde. De knollen van de veldjes die borium hadden ontvangen in de vorm van bespuiting en/of -bemesting waren alle gezond. In tabel XII staan de analysecijfers die in de knol werden vastgesteld.

TABEL XII. Gehalten in de knol bij de oogst van IB 2467-1978, betrokken op de drogestof.

TABLE XII. Effect of various treatments on the N-, CaO and B-contents of tubers at harvest.

Object ^{*)}	% N	% CaO	dpm B	Ca:B	N:B
00	2,15	0,60	22,0	195	977
01	2,12	0,53	48,4	78	438
10	1,97	0,56	35,0	114	563
11	2,12	0,53	44,2	86	480
20	1,95	0,53	38,2	99	510
21	2,13	0,56	54,2	74	393

*) zie object-aanduiding IB 2435-1977 in fig. 1 (blz. 20)

De vergelijking tussen de gehalten van de ziek bevonden knollen en de gezonde geeft tabel XIII.

TABEL XIII. Gehalten in zieke en gezonde knollen van IB 2467-1978, op de drogestof.

TABLE XIII. Results of analysis of diseased and healthy tubers from IB 2467-1978, calculated on a dry matter basis.

	% N	% CaO	dpm B	Ca:B	N:B
zieke knol niet met B bemest	2,15	0,60	22,0	195	977
gezonde knol met borium toediening	2,06	0,54	44,0	90	477

Zonder boriumbemesting bleek in 1978 tweemaal spuiten van het gewas met borax (2 kg per ha, in 1000 l water) al voldoende te zijn om inwendige bruinkleuring te voorkomen. Op het met borax bemeste deel van de proef was het boriumgehalte van de bouwvoor na de oogst opgelopen van 0,26 tot 0,74 dpm. Op het niet met B bemeste gedeelte bedroeg dit 0,30, ongeacht of er met borax was gespoten of niet. Bespuiting met borax voorkwam in alle gevallen het optreden van inwendig bruin ten gevolge van een absoluut of relatief gebrek aan borium in de grond. In hoeverre de spuitfrequentie van belang is, kon in 1978 niet worden getoetst, daar tweemaal spuiten al voldoende bleek te zijn. De stikstof- en CaO-gehalten van de door inwendig bruin aangetaste knollen vertoonden de tendens iets hoger uit te vallen dan die van de gezonde, het boriumgehalte van de zieke knollen was gemiddeld twee keerzo laag als dat van de niet aangetaste knollen, waardoor de Ca:B- en de N:B-verhoudingen van de zieke knollen meer dan tweemaal zo hoog waren als die van de inwendig gave knollen. Een en ander stemde weer in grote lijnen overeen met de cijfers die Kloke & Schmidt in 1962 in Duitsland vonden.

Uit de verse opbrengsten viel niet te constateren of de knol al of niet inwendig ziek zou zijn, getuige tabel XIV.

In verticale doorsnede waren de knollen van het object zonder boriumbehandeling (0.0) voor ongeveer twee derde van het oppervlak bruin en/of hol. De met borium bemeste en/of bespoten knollen vertoonden in enkele gevallen kleine gekleurde vlekjes, maar dat is bij gezonde knolselderij geen uitzondering, evenmin als de aanwezigheid van een kleine holte in het centrum van de grotere knollen.

De proef werd in 1979 op dezelfde voet herhaald. De aanvangs-pH-KCl bedroeg 6,5 (6,23-6,81), en er werd niet tevoren bekalkt. Bij het begin van de teelt werd een B_{water} -getal gemeten van 0,71 in de bouwvoor over het hele proefveld, maar met een grote spreiding in de 4 blokken: 0,41-1,06. Hoewel de weersomstandigheden tijdens de groei niet noopten tot uitvoering van maatregelen ter voorkoming van een te laag gehalte aan borium in de plant, werden de voorgenomen bespuitingsbehandelingen met borium volgens plan uitgevoerd, nl. vanaf 1 juli twee- of viermaal spuiten om de 14 dagen bij wel of geen boraxbemesting. Bij de oogst konden geen objectgebonden opbrengstverschillen worden geconstateerd, noch was er sprake van het optreden van "inwendig bruin" in de knol. Er waren ook geen

TABEL XIV. Opbrengsten en gebreken op IB 2467-1978.

TABLE XIV. Effect of various treatments on yields and incidence of internal browning and hollowness.

Object*	knol vers kg/are	knol % dr.st.	loof vers kg/are	inwendig** bruin	holheid***
0.0	424	12,7	506	6,0	5,5
0.1	385	13,2	480	9,4	8,0
1.0	343	13,6	427	9,4	8,1
1.1	425	13,2	575	9,5	7,6
2.0	381	13,5	475	9,4	8,4
2.1	385	13,1	475	9,5	8,4

* zie object-aanduiding IB 2435-1977 in fig. 1 (blz. 20)

** 10 = geen bruin, 1 = volkomen bruin

*** 10 = zonder holle plekken, 1 = geheel voos met grote holten

aanmerkingen op het loof, behoudens bij enkele door selderij-mozaïek-virus aangetaste planten. Wel had de boriumtoediening en met name die in de vorm van bespuiten invloed op het boriumgehalte van de knol, dat overigens ook op het nul-object voldoende bleek te zijn. In tabel XV zijn enkele gehalten en verhoudingen in objectvolgorde gerangschikt.

Terwijl het B-gehalte van de knol door bespuiting sterk is gestegen (de 1.- en 2.-objecten), is er geen effect van de boraxbemesting (0.1). Dit in tegenstelling met de proef uit 1978 toen een boriumbemesting bij een veel lagere B-toestand van de grond in deze wel iets te betekenen had.

Daar de stikstof- en calciumgehalten vrijwel niet veranderden met de boriumbehandeling, werden de N:B- en Ca:B-verhoudingen van de extra met borium gevoede knollen extreem laag, terwijl die op het nul-object normaal waren te noemen. Zoals in de knol, werd ook in het loof het percentage stikstof en calcium niet beïnvloed door behandeling met borium en bovendien veranderde het boriumgehalte in het loof zo goed als niet. De

TABEL XV. Gehaltes en elementverhoudingen in de knol op IB 2517-1979, betrokken op de drogestof.

TABLE XV. Effect of various treatments on the N-, CaO- and B-contents of tubers.

Object	Gegevens in de volgroeide knol				
	% N	% CaO	dpm B	N:B	Ca:B
0.0	2,69	0,60	51,4	523	83
0.1	2,65	0,57	44,2	600	92
1.0	2,62	0,56	103,0	254	39
1.1	2,71	0,56	113,0	240	35
2.0	2,73	0,60	167,0	163	26
2.1	2,88	0,60	143,0	201	30

loofproductie hield geen verband met de boriumgift, behalve bij het object bemesting + frequent bespuiten met borax, waar zichtbaar minder blad was gevormd dan op de rest van het proefveld, hetgeen bij de oogst werd bevestigd, nl. 219 kg vers loof per are tegen gemiddeld 289 kg bij de andere behandelingen. Wellicht was hier al sprake van boriumovermaat, al kwam dit niet in het boriumgehalte tot uiting.

De drie veldproeven 1977-1979 ter toetsing van het boriumbespuitingsadvies om "inwendig bruin" in knolselderij te voorkomen overziende, moet worden geconstateerd dat ze geen van alle aan de verwachtingen hebben voldaan. Voor een groot deel was dit te wijten aan de veelal gunstige groeiomstandigheden wat het weer betreft tijdens de teelt in alle drie jaren, zodat verschillen in aantasting van de knol tussen de behandelingen met borium niet tot uiting kwamen omdat al gauw voldoende borium kon worden opgenomen. Overigens werden interessante gegevens verkregen met betrekking tot de invloed van de boriumhuishouding op het boriumgehalte in het gewas.

6. CONCLUSIES EN BESCHOUWINGEN

Het Duitse onderzoek naar de oorzaken van "inwendige bruinkleuring" in knolselderij werd door de van 1971 tot 1979 in Nederland uitgevoerde experimenten in grote lijnen bevestigd. Inwendig bruin ontstaat door een absoluut of relatief tekort aan borium in de grond, waardoor de groeiende plantedelen, i.c. de knol, afwijkingen gaan vertonen. Een absoluut tekort aan borium in de grond zou door een boraxbemesting kunnen worden opgeheven, ware het niet dat onder de ongunstige omstandigheden van langdurige droogte en sterke verdamping borium in de grond minder goed beschikbaar wordt, hetgeen voor een boriumbehoefstig gewas als knolselderij fataal kan zijn. Ook kunnen de bewortelingsmogelijkheden, in afhankelijkheid van structuur, ontwatering en zuurgraad bij de boriumopneming een belangrijke rol spelen.

In die gevallen helpt alleen een boriumtoevoer via de bladeren, hetgeen kan worden verwezenlijkt door bespuiting met een oplosbaar boriumzout. Hoewel aanvankelijk, stoelend op de ervaring van slechts één jaar, werd verondersteld dat inwendig bruin in knolselderij pas kan optreden in een ouder groeistadium, is uit de proeven met knolseldrij op voedingsoplossingen in steenwolblokken duidelijk gebleken dat zelfs prille knolselderijplanten door boriumtekort ook van inwendig bruin te lijden hebben. Een en ander werd met een onderzoek op proefplekken bevestigd. Verder is vastgesteld dat eenmaal met "inwendig bruin" behepte planten niet meer kunnen worden genezen, zodat het zaak is, indien nodig, zo vroeg mogelijk met de bestrijding te beginnen, dus zodra het weer er aanleiding toe geeft en vooral als men weet dat het perceel qua structuur en waterhuishouding in een minder goede toestand verkeert. Er is weinig onderzoek gepleegd naar de verschillen in rasgevoeligheid. In Nederland wordt nog hoofdzakelijk het ras "Roem van Zwijndrecht" geteeld, een z.g. bladrijk type dat een lange groeitijd heeft. Overigens is het bekend dat alle gewassen die verdikte, voor de consumptie bestemde stengel- of worteldelen vormen, zoals koolraap, biet, peen, koolrabi en zo ook onze knolselderij een sterke behoefte aan borium hebben.

Aan de hand van in de jaren zeventig ondernomen experimenten is komen vast te staan dat bespuiten vele malen efficiënter is dan bemesten met borax. Bij bemesten moet maar worden afgewacht of de borium ook voor de plant ter beschikking komt en blijft. Tevens bestaat de kans dat er te veel borium in de grond terecht komt. Per bespuiting wordt slechts 0,2 kg B per ha toegediend, welke hoeveelheid grotendeels direct door het gewas wordt opgenomen.

Op gronden waarvan bekend is dat de boriumtoestand goed is, kan worden begonnen met intensieve beregening in droge perioden om zodoende de borium beschikbaar te houden. Zijn de faciliteiten voor kunstmatige watertoevoer afwezig dan is verspuiten van een boriumzout het parool, waarbij vooral tijdig handelen een eerste vereiste is. Spuiten ná langdurige droogte zonder toepassing van beregening is nutteloos. De planten kunnen dan al ziek zijn. Alleen de eventueel opgetreden uitwendige ken- tekenen van B-gebrek in het loof, zoals verwrongen en brosse bladeren en stelen, lila-paarsverkleuring en groeiremmingen, mogelijk gevolgd door afsterving van hart-bladeren, zullen dan wel weer voor een deel kunnen verdwijnen en betrekkelijk onbelangrijk worden door het ontstaan van nieuw gezond loof. Maar de inmiddels ontstane inwendige bruinverkleuring in de knol is een blijvend kwaad, dat de knol waardeloos maakt voor de handel.

Spuiten op de plantenbaan wordt niet nodig geacht. Veelal vindt de plantenopkweek plaats onder dusdanig geconditioneerde omstandigheden - losse, humeuze, goed bemeste grond onder koud glas (ramen of rolkas) met voldoende vochtvoorziening - dat de uit te zetten planten gezond in de grond komen.

Eindeconclusie uit dit onderzoek: "Inwendig bruin" in knolselderij wordt veroorzaakt door gebrek aan borium, een essentiële onderdeel van de plantevoeding, vooral in snelgroeïende organen. Het tekort wordt veroorzaakt door te weinig beschikbaar borium in de bouwvoor, alwaar het in water oplosbare deel van dit element in hoofdzaak is geconcentreerd. Dit B-gebrek treedt vaak op gedurende droge perioden wanneer vooral en allereerst de bouwvoor uitdroogt en de plant in de ondergrond geen beschikbare borium aantreft - zo er daar al wortels kunnen komen. Voor de mogelijkheid van een gezonde teelt zou het B_{water}-gehalte op zandgrond minstens 0,50 en op zavel en lichte klei 1,4 dpm dienen te bedragen. Om de

knolselderijplant echter van een regelmatige boriumtoevoer te verzekeren mag de grond niet te ver uitdrogen. Tijdige beregening en/of een bespuiting met een 0,2% boraxoplossing in de orde van 1000 l/ha voorkomt boriumtekort in de knol, maar moet wel, als het weer daartoe aanleiding geeft, enkele malen worden herhaald. In tegenstelling tot wat aanvankelijk werd gemeend, kan het euvel "bruinkleuring" reeds in een zeer jong stadium optreden.

7. SAMENVATTING

Verslag van in de jaren 1971-1979 uitgevoerd onderzoek op proefplekken en -velden, in vakken, emmers en op van voedingsoplossing voorziene steenwoblokken met het doel de oorzaken op te sporen en aanwijzingen te geven ter bestrijding van de fysiologische ziekte "inwendige bruinverkleuring" in selderijknollen.

Tijdige en zo nodig herhaalde bespuiting van het gewas met een oplossing van borax of Maneltraborium lijkt de meest doeltreffende methode te zijn om het verschijnsel te voorkomen. Opvoeren van de boriumtoestand en - indien al mogelijk - instandhouding van een hoog niveau in de grond via bemesting is minder effectief bevonden omdat de beschikbaarheid van borium sterk wordt beheerst door het vochtgehalte in de bouwvoor. Aan de structuur, ook aan die van de ondergrond, dienen bij de teelt van gezonde knolselderij zware eisen te worden gesteld.

8. SUMMARY

During 1971-1979 trials were laid down to investigate causes of, and cures for the physiological disorder "internal browning" in celeriac . These experiments were carried out on experimental fields and plots, on filled-in plots, in buckets, and in a nutrient culture on rock-wool blocks.

Timely and, if necessary, repeated crop spraying with a solution of borax or Maneltraborium (trade-name) seems to be the most efficient way to prevent the disorder. Improving the B-status and - if at all possible - maintaining a high level in the soil through fertilization was found to be less effective, because the availability of boron is strongly governed by the moisture content of the top soil. High demands should be made on the soil structure, also of the subsoil, for growing healthy celeriac.

9. LITERATUUR

- Borst, N.P. (samenstelling) enz.; met medewerking van J.H. Pieters enz., 1972. Inwendige bruinverkleuring bij knolselderij in 1971. Alkmaar, Proefstn. Groenteteelt Vollegrond.
- Kloke, A. und J. Schmidt, 1962. Bormangel bei Sellerie. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes. Band 14: 123-125.
- Leh, H.O., 1968. Sortenunterschiedliche Anfälligkeit für Bormangel bei Knollensellerie. Nachrichtenbl. Dtsch Pflanzenschutzdienstes. Band 20: 82-83.
- Maier, W., 1943. Eine Bormangelkrankheit des Sellerie (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* (Mill.) D.C.). Gartenbauwissenschaft 18: 47-58.
- Marx, Th. und U. Sahn, 1953. Gefäss-Betonkasten- und Feldversuche zu Knollensellerie mit steigenden Gaben Müllererde oder Borsäure. Z. Pflanzen-ernähr. Düng. 61: 171-178.
- Nicolaï, P., 1973. Bruin in knolselderij tast financiële resultaten aan. Boerderij 57 no. 49 (AK): 16-17.
- Pieters, J.H., J.W.J. Loeters en L. Notenboom, 1977. Groeiafwijkingen in knolselderij op zeelei in 1975. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 12-77, 27 pp.