

A
2
R
69

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS, NAALDWIJK

Broom en bromide in enkele grondmonsters uit het Westland,
en de invloed daarop van stomen en spoelen

with a summary:

Bromine and bromide in some soil types in the Westland district,
and the influence of steaming and leaching

J.P.N.L. Roorda van Eysinga

(Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren-Gr.)

A.L. van den Bos

Inleiding

Ontsmetten van de grond met methylbromide laat in de grond, en zonder speciale maatregelen dus ook in het gewas op die grond geteelt, een residue van bromide achter. Omdat dit uit een oogpunt van volksgezondheid minder gewenst is, wil men het gebruik van methylbromide terugdringen en liefst vervangen zien door andere middelen, o.a. stomen. Uit onderzoek is echter gebleken dat ook het stomen van de grond een verhoging kan geven van het in water oplosbaar, dus voor de plant beschikbare bromide (Roorda van Eysinga & De Bes, 1984). Het in het 1:2 volume-extract (volgens Sonneveld & van den Ende, 1971) bepaalde bromide blijkt een goede basis voor het voorspellen van het bromidegehalte in het op die grond te telen gewas.

Omdat men aan mag nemen dat via de stoom geen extra broom aan het wortelmilieu wordt toegevoegd moet de verhoging in het bromidegehalte van het 1:2 volume-extract van de grond en nadien verhoging van het bromidegehalte in het gewas, gemeten na stomen, veroorzaakt zijn door een omzetting van een of andere broomverbinding in het in water oplosbaar bromide. Om enig idee te hebben in de kwantitatieve verhouding tussen broom en bromide in de grond voor en na stomen is dit onderzoek opgezet.

Annex aan dit onderzoek heeft geen speciaal literatuuronderzoek plaats gehad. Een aantal jaren geleden heeft auteur de literatuur omtrent broom in grond en gewas doorgenomen (Roorda van Eysinga, 1975).

Materialen en methoden

Op 10 plaatsen in de provincie Zuid-Holland, maar vooral in het Westland werden grondmonsters, groot ca 50 l, verzameld. Van elk grondmonster zijn, na goed mengen, vier emmers gevuld van 10 l. De grond in één emmer werd onbehandeld gelaten, de grond uit een andere emmer gestoomd, die uit nog een andere emmer gestoomd en gespoeld, en de grond uit de vierde emmer werd drie maal gestoomd en steeds na stomen gespoeld. Voor het stomen werd de grond uit de emmer in een katoenen zak gedaan, waarna vijf zakken gezamenlijk in een autoclaaf gedurende ca 5 uur werden gestoomd. Uiteraard ging de structuur van de grond door het stomen achteruit. Voor het spoelen werd de grond in de betreffende emmer teruggeplaatst, waarna met 10 l gedemineraliseerd water werd doorgespoeld. Het doorspoelen van vooral de zavelgronden verliep, door structuurverlies, zeer langzaam. Door na het stomen de grond te laten uitdrogen en deze te verkruimelen werd getracht dit probleem enigszins te verhelpen.

Grondonderzoek vond plaats volgens de gebruikelijke 1:2 volume extract-methode. Verder is bromide bepaald in een 1 op 5 gewichtsextract van gedroogde en gemalen grond met water. totaal broom is bepaald in een gedroogd monster via de instrumentale neutronenactiveringsanalyse (INAA), door TNO, afd. Analytische Chemie. Het gewas is op bromide onderzocht door het chemisch laboratorium van het Proefstation (voor methode zie De Bes, 1986).

De grond in de emmers is twee maal beteeld met een gewas sla. Om een goede groei te verkrijgen werd de grond vooraf verrijkt met N, P en K. De hoeveelheden van deze elementen werden aangepast aan de voedingstoestand van de afzonderlijke emmers. De oogst van de sla viel medio maart, resp. medio mei.

Resultaten

Broom en bromide in de verzamelde grondmonsters.

Tabel 1 geeft een overzicht van enkele gegevens over de grondsoorten, alsmede het bromidegehalte in het 1:2 volume extract, zoals de tuinders dat krijgen.

Tabel 1. Gegevens omtrent de grondmonsters, alsmede het bromidegehalte in het 1:2 volume extract ($\mu\text{mol Br}$ per l extract).

Grondsoort	Ge- bruik	Ont smet-	Org. stof	pH- KCl	CaCO ₃ %	Slib %	Bromide $\mu\text{mol/l}$
1 zavel	K	S	4,3	6,7	1,8	9	33
2 klei	B	0	5,6	7,1	5,0	48	8
3 weinig zand	B	0	23,1	5,4	0,3	25	5
4 zandige kavel	K	?	5,8	6,5	1,4	5	22
5 zavel	K	MB	6,6	6,7	2,0	14	29
6 veen	K	S	50,2	6,8	1,4	25	5
7 lichte klei	K	MB	11,2	7,2	1,5	34	125
8 zavel	K	MB	6,8	7,3	1,9	11	78
9 zand	K	MB	3,0	7,3	2,9	6	86
10 klei	K	MB	6,7	7,0	1,7	32	5

Gebruik/origine: K = uit kassen/from glasshouses

B = vollegrondsperceel/outdoors

Ontsmetting/disinfestation: S = gestoomd (jaarlijks)/steamed (yearly)

MB = methylbromide (binnen een jaar/within one year)

0 = geen ontsmetting/none

? = onbekend/unknown

Table 1. Important items of the soil types, including the bromide content in the 1:2 volume extract ($\mu\text{mol Br}$ per l extract).

Overeenkomstig de verwachting, blijkt uit de gegevens verzameld in tabel 1 het bromidegehalte in de grond hoog te zijn na ontsmetting met methylbromide. In dit opzicht is het gehalte in monster nummer 10 echter opvallend laag. Hier moet of al wat langer geleden zijn ontsmet, of er is bijzonder goed doorgepoeld, iets wat op deze kleigrond met zijn kruimelige structuur zeker niet eenvoudig is.

Het gehalte aan totaal broom omvat uiteraard ook dat deel dat in water oplosbaar is. Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid "gebonden" broom moet het gehalte aan totaal broom worden verminderd met het in water oplosbaar gehalte. Tabel 2 geeft deze gehalten, tevens is berekend het percentage van totaal broom dat oplosbaar is in water.

Label 2. totaal broom, water oplosbaar (via 1:5 gewichtsextract) bromide en "gebonden" broom (alles in mg Br per kg droge grond).

	totaal broom	water oplosb. bromide	"gebonden" broom	% water oplosb.
1	19	9,2	10,8	48
2	16	4,6	11,4	29
3	35	4,0	31,0	11
4	26	4,2	21,8	16
5	39	5,2	33,8	13
6	96	4,0	92,0	4
7	68	18,2	49,8	27
8	46	14,4	31,6	31
9	25	7,8	17,2	31
10	27	0,4	26,6	1
GEM.	39,7	7,2	32,5	21,1 mean
zonder 3,6,7	28,3	6,5	21,7	without 3,6 3, 6 and 7
	total	water soluble	"bound"	water sol. % of total

Label 2. total bromine, water soluble bromide (extraction 1:5 w/w) and "bound" bromine (in mg Br per kg dry soil).

Het gehalte aan totaal broom, maar evenzo aan "gebonden" ligt hoger bij grond met veel organische stof. Om deze reden is het gemiddelde dan ook berekend voor alle monsters, en voor de monsters met minder dan 10% organische stof (zie tabel 1). Verder krijgt men het idee dat gronden die regelmatig worden ontsmet met methylbromide ook een hoger gehalte hebben aan 'gebonden' broom. Het lijkt niet onlogisch te veronderstellen dat in grond met een regelmatig verhoogd gehalte aan in water oplosbaar bromide ook meer bromide in gebonden vorm zal voorkomen.

Het percentage van het gehalte aan totaal broom dat in water is op te lossen blijkt uiteen te lopen van 1 tot 48% met 21 als gemiddelde. Uiteraard is dit percentage sterk afhankelijk van het waterregime dat de tuinder heeft aangehouden, ofwel de mate van uitspoeling. Zoals eerder is opgemerkt heeft de tuinder van monster 10, vermoedelijk zwaar, in ieder geval goed gespeld. Monster 1 is afkomstig van een chrysantetuin, waarvan de tuinder weinig aandacht zal hebben voor het bromidegehalte van zijn grond. Vermoedelijk is dat de verklaring voor een relatief hoog percentage in water oplosbaar bromide in deze grond.

De invloed van het stomen op het vrijkomen van bromide

Omdat de bepaling van totaal broom niet erg gemakkelijk is, in ieder geval een kostbare aangelegenheid, zijn slechts de uitgangsmoesters op totaal broom onderzocht. Het vrijkomen van bromide na stomen kan worden geschat door het spoelwater na een keer stomen op bromide te analyseren. De analyse is redelijk betrouwbaar uit te voeren, maar de berekening van de hoeveelheid vrijkomend bromide blijkt moeilijk, onder meer omdat er wel met 10 l water wordt begonnen, maar er geen 10 l water wordt opgevangen, gemiddeld slechts $8\frac{1}{2}$ l. Als we aannemen dat de ontbrekende $1\frac{1}{2}$ l nog in het monster aanwezig is met hetzelfde gehalte, kan de analyse van het spoelwater dienen om het vrijkomend bromide te berekenen. Op deze wijze werden de cijfers verkregen, weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Hoeveelheden Br in mg per emmer van 10 l, vooraf en na een maal stomen.

	Vooraf			Na stomen	
	totaal Br	wateropl. Br	%	wateropl. Br	%
1	203	98	48	67	33
2	144	42	29	38	26
3	212	24	11	32	5
4	236	38	16	112	47
5	381	51	13	142	37
6	269	11	4	13	5
7	536	143	27	136	25
8	401	125	31	127	32
9	277	87	31	161	58
10	235	3	1	52	22
gem./mean			21		29

	At the beginning			After steaming	
	total	water sol.	%	water sol.	%

Table 3. Amounts of Br in mg per bucket of 10 l, before and after one time steaming and leaching.

Beschouwen we de gegevens uit tabel 3 dan moeten we constateren dat deze methode van meten weinig betrouwbare resultaten heeft opgeleverd. In een aantal gevallen werd in het spoelwater minder bromide gevonden dan aanvankelijk in het grondmonster aanwezig was (monsters 1, 2 en 7). Waarschijnlijk is het zo dat bij sommige gronden veel, bij andere weinig bromide vrijkomt door stomen uit het "gebonden" broom. Helaas is het via dit onderzoek, waarbij een relatief groot deel vooraf reeds in water is op te lossen, zeker in het laatste geval, moeilijk aan te geven wat de toename is in bromide door stomen. Een werkwijze waarbij de grond eerst gespoeld zou zijn, daarna bemonsterd voor totaal broom en vervolgens ge-

stoomd, zou mogelijk nauwkeuriger aan kunnen geven hoeveel bromide er uit "gebonden" broom door stomen vrij kan komen. Een nadeel van een dergelijke methode is onder meer dat ze niet goed aansluit bij de praktijksituatie.

Terugkomend op tabel 3; hoewel niet betrouwbaar is toch een gemiddelde berekend over alle monsters. Het verschil in water oplosbaar voor en na stomen (8%) is dan een benadering voor de hoeveelheid broom die door stomen wordt omgezet in bromide.

Invloed van meerdere malen stomen en spoelen

In tabel 4 is weergegeven het bromidegehalte in het spoelwater, dat werd opgevangen na een, twee en drie maal stomen. Er werd steeds minder water teruggevangen van de 10 l die voor het spoelen werd gebruikt. Het verlies moet zijn veroorzaakt door verdamping bij het stomen, verdamping tijdens het spoelen en in geringe mate tijdens de bewaring in de emmers.

Tabel 4. Bromidegehalte in spoelwater ($\mu\text{mol Br}$ per liter) na een, twee of drie keer stomen gevolgd door spoelen.

	1x	2x	3x
1	84	12	8
2	48	13	6
3	40	22	3
4	140	4	3
5	178	12	14
6	16	3	3
7	170	38	6
8	159	44	11
9	202	28	3
10	60	24	18

Table 4. Bromide content in drain water ($\mu\text{mol Br}$ per litre) after one, two or three times steaming followed by leaching.

Zoals uit de tabel blijkt neemt het bromidegehalte na één keer stomen en spoelen sterk af. Bij de derde keer stomen en spoelen komt vrijwel geen bromide meer vrij. Bij de tweede stoom-spoelbeurt lijken de monsters 7 en 8, in mindere mate 9 en 10 nog extra bromide af te geven. Dit zou er op wijzen dat wanneer, zoals eerder reeds is opgemerkt, bij regelmatige ontsmetting methylbromide naast een verhoogd bromidegehalte meer "gebonden" broom in de grond kan worden verwacht, dit vers gebonden broom gemakkelijker overgaat in bromide dan broom dan van nature (?), of reeds lang als zodanig in de grond aanwezig is.

Voor monster 10 zou kunnen gelden dat bij de eerste spoelbeurt niet alle bromide is weggespoeld. Door de kruimelige structuur gaat het doorspoelen goed, maar het uitspoelen gaat slecht omdat het water in hoofdzaak via de grote poriën wegloopt. Voor monster 9 (een zandgrond) gaat dit zeker niet op. In dit monster is, als uitgangstoestand weinig totaal broom gevonden, zodat het niet al te hoge bromidegehalte ($28 \mu\text{mol Br}$ per liter) wijst op een, in vergelijking met een aantal andere gronden, relatief sterke omzetting van broom naar bromide bij de tweede stoombeurt.

Bromidegehalte in sla, en in de grond aan het einde van de teelt

Omdat de bromidegehalten in de grondmonsters genomen aan het einde van de eerste en tweede slateelt en evenzo dus de gehalten in gewas, vrijwel gelijk lagen, wordt hier volstaan met de cijfers voor bromide in gewas bij de eerste slateelt (tabel 5), en die in grond aan het einde van de tweede slateelt (tabel 6) weer te geven.

Tabel 5. Bromidegehalte in sla (mg Br per kg vers) bij de eerste slateelt, onder invloed van een of meerdere malen spoelen.

	onbehandeld	1x stomen	1x stomen + spoelen	3x stomen + spoelen
1	27	58	26	16
2	11	30	14	12
3	13	51	26	14
4	19	83	24	14
5	20	95	18	12
6	12	14	14	8
7	34	47	17	17
8	22	44	17	14
9	76	74	19	12
10	12	26	15	12
gem.	24,6	52,2	19,0	13,1
	untreated	1x steaming	1x steaming + leaching	3x steaming + leaching

Table 5. Bromide content in lettuce (mg Br per kg fresh product) of the first crop as influenced by steaming and leaching.

Het gewas weerspiegelt duidelijk de invloed van stomen en van uitspoelen. Ook de uitgangstoestand van de grond aan bromide wordt enigszins teruggevonden, althans voor zover er niet is gespoeld. Spoelen blijkt het gehalte in grond zover terug te voeren (zie daarvoor tabel 6), dat de verschillen in bromidegehalte in het gewas na spoelen uitermate gering zijn. Op te merken valt dat drie grondsoorten (nr. 1, 4 en 5) sla opleverden die voldeed aan de door de overheid gestelde eis (maximaal toelaatbaar 50 mg Br per kg verse sla), indien niet was gestoomd, maar dat deze norm duidelijk werd overschreden na stomen (zonder spoelen). Grond met nummer 9 leverde sla met te veel bromide ook zonder stomen, bij grond nummer 3 is de overschrijding na stomen niet noemenswaard.

label 6. Bromidegehalte in de grond ($\mu\text{mol Br per l extract}$), onder invloed van een of meer maal stomen en spoelen, aan het einde van de tweede slateelt.

	onbehandeld	1x stomen	1x stomen + spoelen	3x stomen + spoelen
1	18	18	8	12
2	13	12	5	10
3	9	5	4	10
4	12	30	8	10
5	24	47	10	12
6	8	10	7	8
7	54	74	10	10
8	29	90	12	12
9	42	64	10	12
10	8	18	6	11
gem.	21,7	36,8	8,0	10,7

Table 6. Bromide content of the soil ($\mu\text{mol Br per l extract}$) at the end of the experiment, as influenced by one or more times steaming and leaching.

De getallen uit tabel 6 sluiten goed aan bij die, eerder verstrekt, zie bijv. tabel 5. Het meest opmerkelijke, is mogelijk nog het feit dat ongeveer 5 maanden na stomen, de tijd verlopen tussen de eerste stoombeurt en laatste bemonstering, de toename in bromidegehalte nog duidelijk aanwezig is. Bij beteelde grond, onder praktijkomstandigheden is het veelal moeilijk na te gaan hoelang de stijging aanwezig blijft, omdat het gewas bromide opneemt, maar vooral doordat door het waterregime dat wordt aangehouden, uitspoeling in meer of mindere mate zal optreden.

Discussie

Het doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in het gehalte aan totaal broom van gronden, vooral in gebruik van de glastuinbouw, en na te gaan hoeveel bromide er door stomen uit deze gronden kan worden vrijgemaakt. Deze opzet is slechts ten dele gelukt. De oorzaak daarvan is meerledig. In de eerste plaats moet worden genoemd het feit dat onder totaal broom ook het bromide moet worden begrepen, bovendien blijkt in veel gronden een relatief groot deel, wateroplosbaar is. Dit aandeel liep van vrijwel nihil tot de helft, met 21% als gemiddelde. Een andere factor die een rol heeft gespeeld is de prijs die voor onderzoek op totaal broom moet worden betaald. Deze prijs heeft ons ervan af doen zien behandelde grondmonsters op totaal broom te laten analyseren. Dit is jammer omdat het ongetwijfeld een beter inzicht zou hebben verschaft in het begrip "gebonden" broom. Doordat nu het "gebonden" broom moest worden berekend als restpost zijn de verkregen cijfers minder exact. Komt daarbij dat het spoelen niet geheel vlekkeloos verliep, in

die zin dat 10 l water voor het spoelen niet kwantitatief werd teruggevangen. De berekening van het door stomen vrij te maken broom: schatting 8%, zie tekst bij tabel 3, is dan ook niet betrouwbaar. Bovendien ook hier weer het verschijnsel dat de onderzochte gronden in hoge mate verschillen in reactie.

Uitgaande van de zojuist genoemde 8% en verder van 21% oplosbaar bromide ten opzichte van totaal broom zou men de indruk kunnen krijgen dat de invloed van het stomen op het bromidegehalte beperkt is. Dit idee wordt met de gegevens van tabel 5 en 6 geloochenstraf, omdat stomen het bromidegehalte in grond en gewas flink doet toenemen.

In het kader van dit onderzoek willen we niet uitgebreid ingaan op de literatuur. Zoals opgemerkt heeft auteur een aantal jaren geleden summier de literatuur doorgenomen. Onder andere werd Yamada (1968) aangehaald, die eveneens meer broom vond bij meer organische stof. Opvallend is vast te stellen dat in het literatuuroverzicht (Roorda van Eysinga, 1975) werd meegedeeld dat Europese gronden maximaal 20 ppm Br bevatten, het gemiddelde uit tabel 2 geeft 40 mg Br per kg droge grond. Ook de grond gebruikt door Stärk et al. (1985) bevatte meer dan 20 mg Br per kg. Ook in het onderzoek van deze laatst genoemde auteurs, die totaal broom bepaalden, is er een enorme stijging in deze grootte na ontsmetting met methylbromide. Veel onderzoek is in Japan verricht. Door het taalprobleem is een deel moeilijk toegankelijk, maar duidelijk is wel dat speciaal gronden van vulkanische oorsprong een hoog gehalte hebben aan totaal broom. Om daarvan een idee te geven is als bijlage opgenomen een stuk van een publikatie van Yuita (1976). De gegevens daaruit vormen een interessante vergelijking met die voor totaal broom uit tabel 3.

Tenslotte nog iets over het spoelen. Het is in dit onderzoek opnieuw gebleken dat, wat ook de oorzaak is van een hoog bromidegehalte in de grond: een eerdere behandeling met methylbromide of stomen, spoelen afdoende is om tot een laag gehalte in de grond en dus in het gewas te komen. Problemen die zich in de praktijk voordoen zijn dan ook te zoeken in problemen bij het doorspoelen. Over doorspoelen van bromide is nog weinig onderzoek verricht, iets meer over chloride, maar men mag aannemen dat deze twee zich in de grond gelijk gedragen. Auteur heeft zich als een van de eersten met het doorspoelprobleem bezig gehouden (Roorda van Eysinga, 1964). Het begrip halveringstijd werd ingevoerd, mede omdat bleek dat een zandgrond veel gemakkelijker is uit te spoelen dan een kleigrond. Voor zand was de halveringstijd 5 u. 40 min., bij een regenintensiteit van 35 mm per uur. Omdat de tegenwoordige regenleiding 60 mm per uur geeft, moet thans voor zand de halveringstijd op 3 u. 20 min. worden gesteld. Op klei was de halveringstijd voor chloride 20 u., omgerekend naar 60 mm geeft dat 11 uur en 30 min. Deze tijd is thans dus nodig om de bromidegehalten van een kleigrond tot op de helft terug te brengen.

In tegenstelling tot dit onderzoek, dat zich beperkte tot de laag 0 - 25 cm, nam De Willigen (1967) het gehele profiel in beschouwing. Deze auteur berekende met een simulatiemodel dat met een hoeveelheid water overeenkomende met 1,5 à 2 maal het poriënvolume van het bodemprofiel, het zoutgehalte op een laag niveau terecht komt.

Hamaker (1980) tenslotte heeft vooral naar de poriën in de grond gekeken. Als de grond wordt beschouwd als een verzameling verticale buisjes, dan zal het water bij een grotere doorsnede van de buis daarin sneller doorstromen. Bij een twee maal grotere straal, loopt het water twee in het kwadraat maal zo snel. Door grotere poriën zakt het water snel, maar zal relatief weinig zout worden meegenomen. Speciaal kleigronden met een kruimelige structuur zullen

gemakkelijk problemen geven. Klei- en zavelgronden die dicht zitten spoelen tergend langzaam door. Het vraagt dagen voor het water wegzakt, en nogeens dagen voor de grond weer droog is, maar ze zijn dan wel schoon.

Samenvatting

Grondmonsters, ongeveer 50 l omvattende, werden verzameld in Zuid-Holland, overwegend echter in het Westland. Met elk grondmonster werden vier emmers van 10 l gevuld. Grond in een emmer bleef onbehandeld, grond van een andere emmer werd gestoomd, uit een nog andere emmer werd de grond gestoomd en daarna gespoeld, en uit de vierde emmer werd de grond drie maal gestoomd en steeds aansluitend gespoeld. Voor het stomen werd de grond in een katoenen zak gedaan en gedurende 5 uur in een autoclaaf gestoomd. Het spoelen vond plaats nadat de grond in de emmer was teruggebracht, en werd uitgevoerd met 10 l gedemineraliseerd water, het opgevangen water werd op bromide geanalyseerd.

De grond werd onderzocht op totaal broom met behulp van de instrumentele neutronenactiveringsanalyse, daarnaast op bromide door middel van extractie met water. Het gehalte aan totaal broom liep uiteen van 16 tot 96 mg Br per kg droge grond (gemiddeld 40 mg). Venige gronden hadden een extra hoog gehalte. Bij bepaling van totaal broom wordt natuurlijk ook in het water oplosbare deel meegeteld. Het aandeel van bromide bleek per grondsoort zeer verschillend, en liep uiteen van vrijwel nihil tot bijna de helft van het totaal broom (gemiddeld 21%).

Door stomen neemt het aandeel bromide ten opzichte van totaal broom toe. Van deze verhoging kon slechts een schatting worden gemaakt, deze bedroeg 8%, zodat na het stomen gemiddeld 29% van totaal broom water oplosbaar is. Door (twee maal) sla te telen op de diverse grondsoorten in de emmers kon wederom worden aangetoond dat stomen van de grond het bromidegehalte in gewas op die grond geteeld, sterk verhoogt. Spoelen was een effectief middel om deze verhoging in bromide in de grond en dus ook in het gewas te niet te doen.

Summary

Soil samples of about 50 l were collected in the province South Holland, but mainly in the Westland district. With each soil sample four buckets with 10 l content were filled. Soil of one bucket remained untreated, soil in another bucket was steamed, soil from the third bucket was steamed and subsequently leached, soil from the fourth bucket was three times steamed, each time followed by leaching. For steam sterilization the soil was poured into a cotton bag, which was placed in a pressure box for steaming. Leaching was done after placing the soil back in the bucket, with 10 l demineralized water. The drainage water was collected and analysed for bromide. In the soil total bromine was determined by instrumental neutron activation analysis, and bromide after extraction with water of fresh and dried samples. Total bromine ranged from 16 to 96 mg Br per kg dry soil, with 40 mg as an average. Peaty soils had a high content. In determining total bromine, bromide is included. The percentage bromide of bromine differed greatly between soil types, and ranged from nearly zero to about fifty percent (21% being the average). After steaming the average percentage of bromide was found to be 29%. The increase (8%) is a rough estimation of the influence of steaming on the conversion of bromine into bromide.

Two lettuce crops were grown on the soil in the buckets. The bromide content of the first crop and the bromide content of the soil at the end of the experiment

showed the increasing effect of steaming.
Leaching can be used effectively in counteracting a high bromide content in soil and crop.

Literatuur

Bes, S.S. de: A summary of methods for analysing glasshouse crops. Glasshouse Crops Research Experiment Station, Naaldwijk, April 1986, 5 pp.

Hamaker, Ph.: 1976, personal communication.

Roorda van Eysinga, J.P.N.L.: Doorspoeling van kasgronden. Meded. Dir. Tuinb. 27 (1964) 518-528.

Roorda van Eysinga, J.P.N.L.: Broom in grond en gewas. Een literatuurstudie. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Haren-Gr. Rapport 5, 1975, 40 pp, also being: Proefstn. Groenten en Fruitt. Glas, Naaldwijk, Informatiereeks 32, 1975, 40 pp.

Roorda van Eysinga, J.P.N.L. & S.S. de Bes: Bromine in glasshouse lettuce as affected by chemical disinfectants and steam sterilization. Acta Hortic. 145 (1984) 262-268.

Sonneveld, C. & J. van den Ende: Soil, analysis by means of a 1:2 volume extract. Plant Soil 35 (1971) 505-516.

Stärk, H.; E. Wendland & A. Süss: Nachweis von Brom in Boden und Pflanze über mehrere Vegetationsperioden nach eine Methylbromidbegasung. Gartenbauwissenschaft 50 (1985) 129-132.

Willigen, P. de: Removal of chloride by leaching glasshouse soils. In: Systems and models in air and water pollution. The Institute of Measurement and Control, London, 1976, 16.1-16.8.

Yamada, Y.: Occurrence of bromine in plants and soils. Talanta 15 (1968) 1135-1141

Yuita, K.: 1976, personal communication.

Table-10 Contents of Bromine and Chlorine in Soils of Japan (ppm in dry basis)

Location (distance from the seashore, km)	Soil origin	Field condition*	Soil horizon (cm)	Br	Cl	Cl/Br	Carbon (%)	Acidic	
Shintomi Town, Miyazaki (0.9 km)	Volcanic ash	Lowland (paddy)	plow 0-25	40			2.5		
			subsoil 25-50	63			2.4		
	"	"	Upland	plow 0-17	112			3.5	
				subsoil 17-30	151			2.1	
				" 30-	51			0.65	
	"	"	"	plow 0-20	150			6.9	
				subsoil 20-40	142			5.9	
				" 40-60	188			8.1	
	"	"	Uncultivated	surface 0-30	163			7.7	
				subsoil 30-80	624			10.6	
" 80-130				66			1.0		
"	"	"	" 130-	26			1.5		
			Upland	plow 0-20	161			6.8	
				subsoil 20-40	191			6.5	
" 40-60	203				7.0				
Saitō town, Miyazaki (14.0 km)	"	"	plow 0-20	165			11.3		
			subsoil 20-40	166			12.3		
			" 40-60	263			13.4		
"	"	Uncultivated	surface 0-25	91			4.3		
			subsoil 25-50	91			1.9		
			" 50-75	83			1.7		
Kawaminami Town, Miyazaki (2.8 km)	"	Upland	plow 0-17	269	123	0.47	5.6		
			subsoil 17-35	127	339	2.57	2.1		
			" 35-67	248	468	0.55	11.1		
			" 67-90	106	368	3.26	1.6		
			" 90-	325	402	1.21	4.2		
	"	"	Uncultivated	surface 0-10	345			9.4	
				subsoil 10-30	284			5.9	
				" 30-50	68			1.5	
	"	"	Lowland (paddy)	plow 0-20	140			9.9	
				subsoil 20-40	183			10.5	
" 40-60				363			12.3		
"	"	Upland	plow 0-20	317			11.4		
			subsoil 20-40	237			10.2		
			" 40-60	584			13.3		
"	"	Paddy (5 years aged paddy field after reclamation)	plow 0-20	295			9.3		
			subsoil 20-40	333			4.2		
			" 40-60	199			2.2		
Kiyotake Town, Miyazaki (3.2 km)	"	Upland	plow 0-10	148			4.9		
			subsoil 10-60	456			10.0		
			" 60-	98			1.4		

Y. YAMADA et al. 2011, 2012

"	(2.9")	Alluvial	Lowland (paddy)	plow 0-20 subsoil 20-40	12 25			2.4 1.4
Miyazaki City	(5.2")	Volcanic ash	Upland	plow 0-15 subsoil 15-30 " 30-	129 137 218			4.2 3.4 2.4
"	(0.9")	Peat	Lowland (paddy)	plow 0-20 subsoil 20-60 peat 60-	27 29 28			1.8 2.2 28.1
Sulohara Town, Miyazaki	(1.8")	Marine Alluvial	Upland	plow 0-15 subsoil 15-45 " 45-	21 26 12			0.67 0.18 0.14
"	(1.2")	Peat	Lowland (paddy)	plow (sand) 0-25 subsoil 25-30 peat 30-	40 14 53			4.6 2.9 14.0
Kamie Village, Miyazaki	(1.7")	Alluvial	Lowland (paddy)	plow 0-10 subsoil 10-30 " 30-55	35 20 7			1.1 0.50 0.26
Tanashi, Tokyo		Volcanic ash	Upland	surface subsoil	85 52			
Nishinasu, Tochigi		"	"	surface subsoil	139 73			
"		"	Paddy-R	surface	119			
Mito, Ibaragi		"	"	surface	115			
Chiba		"	Upland	surface subsoil	150 33			
Kuriyagawa, Morioka		"	"	surface	114			
Morioka		"	"	"	92			
"		"	Paddy-R	"	90			
"		"	" - A	"	26			
Utsunomiya		"	" - A	"	16			
Yatsugatake		"	Upland	"	55			
Iwanuma		Alluvial	Paddy-A	surface	23			
Chiba		"	"	"	12			
Napano		"	"	"	8			
Yamaguchi		"	"	"	5			
Takahisahaya		Nonvolcanic	Upland	"	8			
Fujisawa, Iwate		"	"	"	10			

K. L. Yew and K. Tensho (41)

* R and A denote newly reclaimed and aged field respectively