

CODEN: IBBRAH (15-85) 1- 17 (1986)

ISSN 0434-6793

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 15-85

FACTOREN VAN INVLOED OP HET NITRAAT- EN BROMIDEGEHALTE IN ANDIJVIE EN
SPINAZIE ONDER GLAS

*With a summary: Factors affecting the nitrate and bromide contents of
endive and spinach grown under glass*

door

J.P.N.L. ROORDA VAN EYSINGA^{*} EN L. SPAANS^{**}

* Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, gedetacheerd bij Proefstation voor
Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk

** Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk

1985

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

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 15-85 (1986) 17 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	4
3. Resultaten	5
3.1. Nitraat in andijvie	5
3.2. Bromide in andijvie	5
3.3. Nitraat in spinazie	5
3.4. Bromide in spinazie	7
4. Discussie	9
5. Samenvatting	12
6. Summary	13
7. Literatuur	14
8. Bijlage	15

1. INLEIDING

Het nitraatgehalte in groenten is een aantal jaren geleden in de publieke belangstelling gekomen doordat men meent dat hoge gehalten ongunstig zouden zijn voor de menselijke consumptie, een mening die niet door iedereen wordt onderschreven (Forman *et al.*, 1985). Door Bommeljé (1982) werden eerder cijfers verzameld omtrent het gehalte aan nitraat in diverse glasgroenten, o.a. andijvie en spinazie. Het bromidegehalte in Nederlandse groenten wordt sinds vele jaren via het nemen van monsters en andere maatregelen begeleid, en min of meer beheerst, door het Centraal Bureau van Tuinbouwveilingen. Omtrent de factoren die de gehalten aan nitraat en bromide bepalen is voor spinazie en andijvie nog geen uitgebreid onderzoek verricht. Wel is dit eerder gedaan voor sla (Roorda van Eysinga en Spaans, 1985). In dat onderzoek bleken het licht (de globale straling) tijdens de groei en het nitraatgehalte in de grond belangrijke factoren te zijn ten aanzien van het nitraatgehalte in gewas. Het bromidegehalte in sla wordt bepaald door het bromide- en het nitraatgehalte in de grond. Het gehalte aan chloride in de grond bleek enige invloed te hebben.

Door het verzamelen van een flink aantal monsters andijvie en spinazie, plus bijbehorende grondmonsters, is getracht ook voor deze gewassen een goed inzicht te krijgen in de factoren die van invloed zijn op het nitraat- en bromidegehalte in gewas. In vergelijking met sla echter zijn andijvie en spinazie "kleine" gewassen. Dit houdt in dat ze in delen van het jaar niet onder glas worden geteeld, en dat in de winter, waarin deze gewassen het meest worden geteeld, slechts beperkte aantallen monsters kunnen worden verzameld. Een opsplitsing van de monsters, verzameld over een jaar, in tweemaandelijkse perioden, zoals voor sla werd uitgevoerd, levert voor de "kleine" gewassen onvoldoende aantallen in bepaalde perioden.

2. MATERIAAL EN METHODEN

In de periode november 1984 tot en met april 1985 werden door medewerkers van het Centraal Bureau van Tuinbouwveilingen op praktijkbedrijven 42 monsters andijvie (*Cichorium endivia* L., diverse cultivars) en 49 monsters spinazie (*Spinacea oleracea* L., diverse cultivars) verzameld. Elk monster andijvie omvatte 5 kroppen, elk monster spinazie ca. 1,5 kg van het verse produkt. De monsters werden verdeeld over enkele plaatsen binnen een warenhuis verzameld. Van diezelfde plaatsen werd een grondmonster (0-25 cm) genomen. De gewasmonsters werden op nitraat en bromide onderzocht door CIVO-TNO te Zeist, de gehalten werden uitgedrukt als mg NO_3 , resp. mg Br per kg vers produkt. De grondmonsters werden geanalyseerd volgens de 1:2 volume-extractie methode (Sonneveld and Van den Ende, 1971) op het Proefstation te Naaldwijk, na 1 jan. 1985 de Naaldwijkse vestiging van het BLGG (Oosterbeek). De globale straling, uitgedrukt als J/cm^2 , werd gemeten te Naaldwijk. De cijfers zijn gesommeerd over verschillende perioden voor de oogst, te weten 5, 10, 20 en 30 dagen.

3. RESULTATEN

3.1. *Nitraat in andijvie*

Het nitraatgehalte in het gewas andijvie wordt beïnvloed door het nitraatgehalte in de grond ($r = 0,44^{++}$). De straling bleek in het bestudeerde materiaal geen significante invloed te hebben: de correlatiecoëfficiënt liep op van $r = 0,14$ voor de stralingscijfers over 5 dagen naar $r = 0,17$ voor die over 30 dagen.

Het opsplitsen in tweemaandelijke perioden, overeenkomstig het eerder onderzoek bij sla, is beproefd. Voor de relatie met straling bleek dit niets op te leveren. Bij het verband nitraat grond-gewas deed zich het verschijnsel voor dat in de periode dec.-jan. een fraai verband werd gevonden ($r = 0,78^{+++}$ bij $n = 18$), maar een niet-significant (negatief) verband voor de periode febr.-maart ($r = -0,33$ bij $n = 17$).

3.2. *Bromide in andijvie*

De regressievergelijkingen voor het verband tussen het bromidegehalte in grond en gewas, al dan niet met inbegrip van andere variabelen, zijn vermeld in tabel 1.

Uit de gegevens vermeld in tabel 1 blijkt dat er een duidelijke invloed is van het bromidegehalte in de grond op dat in gewas. Invoering van de andere variabelen heeft een geringe, niet-significante verhoging van de correlatiecoëfficiënt opgeleverd.

3.3. *Nitraat in spinazie*

Het nitraatgehalte in het gewas spinazie wordt beïnvloed door het nitraatgehalte van de grond (tabel 3), maar meer nog door de straling (tabel 2).

Opvallend is dat een langere periode, waarover direct voor de oogst de straling wordt gesommeerd, een betere correlatiecoëfficiënt oplevert. Hierop wordt in de discussie nader ingegaan.

TABEL 1. Enkelvoudige en multiële regressievergelijkingen voor het verband van het bromidegehalte in andijvie (y in mg Br per kg vers) met het bromidegehalte in de grond (x_1 in $\mu\text{mol Br}$ per l extract), alsmede het chloridegehalte in grond (x_2 in mmol Cl per l extract) of het nitraatgehalte in grond (x_3 in mmol NO_3 per l extract), of beide.

TABLE 1. Simple and multiple regression equations for the relation of the bromide content of endive (y in mg Br per kg fresh) with the bromide content in soil (x_1 in $\mu\text{mol Br}$ per l extract), including the chloride content in soil (x_2 in mmol Cl per l extract or the nitrate content in soil (x_3 in mmol NO_3 per l extract), or both.

$y = 1,8 x_1 + 7,9$	$r = 0,72^{+++}$
$y = 1,9 x_1 - 13,4 x_2 + 18,5$	$r = 0,77^{+++}$
$y = 2,2 x_1 - 3,2 x_3 + 14,4$	$r = 0,76^{+++}$
$y = 2,1 x_1 - 10,5 x_2 - 1,8 x_3 + 19,8$	$r = 0,78^{+++}$

TABEL 2. Het verband tussen de straling (x in J/cm^2) gemeten over 5, 10, 20 of 30 dagen (aangeduid met d.) vóór de oogst en het nitraatgehalte in spinazie (y in mg NO_3 per kg vers).

TABLE 2. The relation between radiation (x in J/cm^2) measured for 5, 10, 20 or 30 days (indicated by d.) prior to harvest and the nitrate content of spinach (y in mg NO_3 per kg fresh).

$y = -0,29 x. 5 \text{ d.} + 4693$	$r = 0,46^{++}$
$y = -0,16 x. 10 \text{ d.} + 4709$	$r = 0,46^{++}$
$y = -0,11 x. 20 \text{ d.} + 4913$	$r = 0,51^{+++}$
$y = -0,09 x. 30 \text{ d.} + 5137$	$r = 0,60^{+++}$

TABEL 3. Enkelvoudige en multiële regressievergelijkingen voor het verband van het nitraatgehalte in spinazie (y in mg NO_3 per kg vers) met het nitraatgehalte in grond (x_1 in mmol NO_3 per l extract) en met de straling (x_2 in J/cm^2 . 30 dagen).

TABLE 3. Simple and multiple regression equations of the relation of the nitrate content in spinach (y in mg NO_3 per kg fresh) with the nitrate content in soil (x_1 in mmol NO_3 per l extract) and with radiation (x_2 in J/cm^2 . 30 days).

$y = 115,7 x_1 + 3473$	$r = 0,43^{++}$
$y = 64,7 x_1 - 0,079 x_2 + 4684$	$r = 0,64^{+++}$

Het verband tussen het nitraatgehalte in grond en gewas is maar matig ($r = 0,43^{++}$); het wordt aanzienlijk verbeterd door invoering van de stralingscijfers in de regressievergelijking.

Het chloridegehalte van de grond werd als extra factor in de diverse regressievergelijkingen ingevoerd, dit leverde echter geen verbetering in correlatiecoëfficiënt op.

Opsplitsen in tweemaandelijke perioden leerde dat het nitraatgehalte in de grond in de periode dec.-jan. geen invloed had op nitraat in het gewas, maar wel in de periode febr.-maart ($r = 0,59^{++}$ bij $n = 23$). Ten aanzien van de stralingscijfers gesommeerd over 30 dagen voor de oogst bleek de tweemaandelijke winterperiode evenmin een significant effect op te leveren ($r = -0,37$ bij $n = 17$), maar wel de periode febr. - maart ($r = -0,75^{+++}$ bij $n = 22$). Het op deze wijze verkregen beeld vertoont veel gelijkenis met dat voor sla uit eerder onderzoek.

3.4. Bromide in spinazie

Het bromidegehalte in de grond heeft invloed op het bromidegehalte in het gewas spinazie. Dit verband wordt duidelijk beter door een tweede variabele in de regressievergelijking op te nemen (tabel 4).

TABEL 4. Enkelvoudige en multipeleregressievergelijkingen voor het verband van het bromidegehalte in spinazie (y in mg Br per kg vers) met het bromidegehalte in grond (x_1 in μmol Br per l extract), alsmede het chloridegehalte in grond (x_2 in mmol Cl per l extract) of het nitraatgehalte in grond (x_3 in mmol NO_3 per l extract), of beide.

TABLE 4. Simple and multiple regression equations for the relation of the bromide content in spinach (y in mg Br per kg fresh) with the bromide content in soil (x_1 in μmol Br per l extract), including the chloride content in soil (x_2 in mmol Cl per l extract) or the nitrate content in soil (x_3 in mmol NO_3 per l extract), or both).

$y = 1,1 x_1 + 12,6$	$r = 0,43^{++}$
$y = 1,8 x_1 - 16,5 x_2 + 18,7$	$r = 0,62^{+++}$
$y = 1,5 x_1 - 4,9 x_3 + 25,3$	$r = 0,71^{+++}$
$y = 1,9 x_1 - 11,6 x_2 - 4,2 x_3 + 27,0$	$r = 0,77^{+++}$

Zoals uit de gegevens van tabel 4 blijkt, wordt het bromidegehalte in het gewas enigermate beïnvloed door het bromidegehalte van de grond. Het invoeren van andere factoren, vooral het nitraatgehalte van de grond, geeft een belangrijke verhoging van de correlatiecoëfficiënt.

4. DISCUSSIE

Zoals in de inleiding reeds werd opgemerkt, is het niet goed mogelijk voor "kleine" gewassen voldoende monsters te verzamelen, zoals voor sla wel werd gedaan. Daardoor wordt een goede vergelijking tussen de gewassen onmogelijk. De indruk bestaat dat, ten aanzien van het nitraatgehalte, spinazie en sla ongeveer gelijk reageren; er was grote invloed van de straling, een kleinere van het nitraatgehalte in de grond. Andijvie reageerde maar matig op verschillen in straling. Als verklaring kan worden gewezen op de lange teeltduur van dit gewas in vergelijking met de meeste andere bladgroenten. Een mogelijke andere oorzaak is te zoeken in het feit dat het nitraatgehalte in andijvie duidelijk lager ligt dan in sla en spinazie. Gemiddeld over alle monsters bevatte andijvie 1801 mg NO_3 per kg vers, tegenover 3963 mg NO_3 in spinazie. Bommeljé (1982) vond ook lage gehalten in andijvie (gemiddeld 2050 mg NO_3), maar een toename voor de periode febr.-maart, in vergelijking met dec.-jan., en geeft daar een verklaring voor. In het hier besproken onderzoek was het gemiddelde gehalte voor beide perioden gelijk, te weten 1642 mg NO_3 per kg vers.

Voor zover het mogelijk is te vergelijken, lijken sla en spinazie overeenkomstig te reageren op de hoeveelheid straling voor de oogst. Bij spinazie zien we geen invloed in dec.-jan. en een duidelijke in febr.-maart. Uit tabel 2 lezen we verder af dat een langere periode een hogere correlatiecoëfficiënt oplevert. Bij sla gaf de winterperiode (dec.-jan.) evenmin een invloed te zien van de straling (de maanden waarin zonnewende valt vertonen te geringe verschillen in straling), maar voor de periode febr.-maart liep de correlatiecoëfficiënt op van -0,32 (voor straling gemeten over 5 dagen) naar -0,38 (voor straling gemeten over 30 dagen), eenzelfde beeld dus als bij spinazie.

Ten aanzien van het bromidegehalte in het gewas blijkt het bromidegehalte in grond een belangrijke factor te zijn. Hetzelfde geldt voor nitraat, dat als tweede factor naar voren komt. Chloride had bij sla geen duidelijke invloed, een zwakke bij andijvie en een nog wat sterkere

bij spinazie. Als vergelijking wordt in tabel 5 een overzicht gegeven van de correlatiecoëfficiënten voor de relatie bromide grond-gewas voor de drie gewassen, al of niet met andere bodemfactoren erbij.

TABEL 5. Correlatiecoëfficiënten behorende bij de enkelvoudige of multiple regressievergelijkingen voor het verband van het bromidegehalte in gewas (mg Br per kg vers) en het bromidegehalte in de grond ($\mu\text{mol Br per l extract}$), al dan niet met inbegrip van andere variabelen.

TABLE 5. Correlation coefficients for the simple and multiple regression equations for the relation of the bromide content of the crop (mg Br per kg fresh) with the bromide content in the soil ($\mu\text{mol Br per l extract}$), with and without other variables.

Variabelen	Andijvie	Spinazie	Sla [*]
Br in grond/soil	0,72 ⁺⁺⁺	0,43 ⁺⁺	0,58 ⁺⁺⁺
Br, Cl in grond/soil	0,77 ⁺⁺⁺	0,62 ⁺⁺⁺	0,58 ⁺⁺⁺
Br, NO ₃ in grond/soil	0,76 ⁺⁺⁺	0,71 ⁺⁺⁺	0,65 ⁺⁺⁺
Br, Cl, NO ₃ in grond/soil	0,78 ⁺⁺⁺	0,77 ⁺⁺⁺	0,65 ⁺⁺⁺

* volgens Roorda van Eysinga en Spaans (1985)

Tot slot is een tabel samengesteld, waarin de percentages zijn opgenomen waarmee de spreiding in nitraat- en bromidegehalten in de gewassen kan worden verklaard op basis van de in de Nederlandse glastuinbouw gebruikelijke methoden van grondonderzoek.

Het is duidelijk dat grondonderzoek een belangrijke bijdrage kan leveren aan de beheersing van het nitraat-, maar vooral het bromidegehalte in de diverse groentegewassen. Bij nitraat moet echter de opmerking worden geplaatst dat juist in perioden met relatief hoge gehalten in gewas (weinig zonlicht) de invloed van het nitraatgehalte in de grond gering of zelfs afwezig is,

TABEL 6. Percentage van spreiding in nitraat- en bromidegehalte in gewas (mg NO₃, resp. mg Br per kg vers) dat kan worden verklaard door bodemfactoren bepaald volgens de 1:2 volume-extract methode.

TABLE 6. Percentage of the variation in nitrate and bromide content in the crop (mg NO₃, resp. mg Br per kg fresh) which can be attributed to soil factors determined according to the 1:2 volume extract method.

	Andijvie	Spinazie	Sla*
NO ₃ in gewas/crop	19	41	56
Br in gewas/crop	61	59	42

5. SAMENVATTING

Gewasmonsters van andijvie en spinazie werden op praktijkbedrijven verzameld, gelijktijdig met bijbehorende grondmonsters. De gewasmonsters werden geanalyseerd op nitraat en bromide, de grondmonsters op nitraat, bromide en chloride. Ook werden gegevens verzameld omtrent de globale instraling gedurende 5, 10, 20 of 30 dagen onmiddellijk voorafgaande aan het nemen van elk monster.

Andijvie heeft in vergelijking met andere bladgroenten een laag nitraatgehalte. Het nitraatgehalte van andijvie wordt voor een bescheiden deel bepaald door het nitraatgehalte van de grond.

Het nitraatgehalte van spinazie wordt bepaald door de straling, en dan best gemeten over 30 dagen voor de oogst. Straling en nitraatgehalte in de grond samen kunnen ruim 40% van de spreiding in nitraatgehalte van spinazie verklaren.

Het bromidegehalte in andijvie en spinazie wordt beïnvloed door het bromidegehalte in de grond. Invoering van het nitraat- en/of chloridegehalte van de grond als extra variabelen in een multipelle regressieberekening gaf bij andijvie een geringe, bij spinazie een grote verbetering in correlatiecoëfficiënt. Door alle drie bodemfactoren tezamen kan omstreeks 60% van de spreiding in bromidegehalte van beide gewassen worden verklaard.

6. SUMMARY

Crop samples of endive and spinach were collected from commercial glasshouses, together with soil samples from the same sites. The crop samples were analysed for nitrate and bromide, the soil samples for nitrate, bromide and chloride. Data were also collected about global radiation, for 5, 10, 20 or 30 days prior to sampling. The nitrate content of endive was low compared with other leafy vegetables and was little affected by the nitrate content of the soil. There was no distinct relation with radiation.

The nitrate content of spinach was mainly determined by cumulative radiation, preferably measured for 30 days prior to harvest. When the nitrate content of the soil was included in a multiple regression calculation, over 40% of the variation in nitrate content of spinach could be accounted for.

The bromide content in endive and spinach was influenced by the bromide content of the soil. The additional variables nitrate and chloride contents of the soil had little effect in the case of endive, but were important in the case of spinach. For the two crops about 60% of the variation in bromide content could be accounted for by the three factors combined.

7. LITERATUUR

- Bommeljé, S., 1982. Nitraatgehalte in groentegewassen. Resultaten van een inventarisatie. *Bedrijfsontwikkeling* 13: 280-283.
- Forman, D., S. Al-Dabbagh and R. Doll, 1985. Nitrates, nitrites and gastric cancer in Great Britain. *Nature* 313: 620-625.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L. en L. Spaans, 1985. De nitraat- en bromide-gehalten van kassla onder invloed van licht (globale straling) en de gehalten in de grond. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 12-85, 14 pp.
- Sonneveld, C. and J. van den Ende, 1971. Soil analysis by means of 1:2 volume extract. *Plant Soil* 35: 505-516.

8. BIJLAGE

BIJLAGE I. Laagste, hoogste en gemiddelde waarden van de waarnemingen.
 APPENDIX. I. Lowest and average values of the measurements.

	Min.	Max.	Gemiddeld	
<i>Andijvie</i>				
NO ₃ -gewas	100	2800	1801	mg NO ₃ per kg vers
Br-gewas	9	133	39,8	mg Br per kg vers
NO ₃ -grond	0,2	9,6	3,95	mmol NO ₃ /l extract
Br-grond	5	62	17,7	μmol Br/l extract
Cl-grond	0,1	3,0	0,95	mmol Cl/l extract
<i>Straling</i>				
5 dagen voor oogst	754	9703	2320	J/cm ²
10 d.	2067	16551	4402	
20 d.	4268	26223	8048	
30 d.	6335	34962	11828	
<i>Spinazie</i>				
NO ₃ -gewas	2000	5800	3963	mg NO ₃ per kg vers
Br-gewas	9	131	33,0	mg Br per kg vers
NO ₃ -grond	0,2	10,5	4,24	mmol NO ₃ /l extract
Br-grond	5	47	19,0	μmol Br/l extract
Cl-grond	0,4	5,4	1,13	mmol Cl/l extract
<i>Straling</i>				
5 dagen voor oogst	754	5051	2502	J/cm ²
10 d.	2067	9572	4765	
20 d.	4268	16439	8661	
30 d.	5979	21954	12586	