

15N 801073

De ionensamenstelling van het verzadigingsextract van enkele kasgronden

C. SONNEVELD EN J. VAN DEN ENDE

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk

De ionensamenstelling van het verzadigingsextract van enkele kasgronden

C. SONNEVELD EN J. VAN DEN ENDE

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk

The ion composition of the saturation extract of some greenhouse soils

In an investigation in five greenhouses on different soil types, the course of the salinity and nutrient levels of the soil was traced. Soil testing was done by means of the saturation extract. Sodium, potassium, calcium, magnesium, ammonium, chloride, sulphate, nitrate, bicarbonate and phosphate were determined every three weeks during two years.

De chemische samenstelling van de bodemoplossing is in de glastuinbouw aan grote veranderingen onderhevig. Zo kunnen als gevolg van de gebruikelijke hoge mestgiften de gehalten aan anionen en kationen plotseling sterk stijgen. Door de grote opname van de gewassen worden echter in korte tijd ook vrij grote hoeveelheden ionen aan de bodemoplossing onttrokken.

Voorts wordt de chemische samenstelling van de bodemoplossing sterk beïnvloed door vochtbewegingen in de grond. Wanneer de watergift de verdamping belangrijk overtreft, worden anionen en kationen uitgespoeld. Als het omgekeerde zich voordoet, treedt in de teeltlaag accumulatie van ionen op.

Om een indruk te verkrijgen van het verloop van de gehalten aan ionen is op een aantal bedrijven gedurende een paar jaar de grond regelmatig bemonsterd en onderzocht. Bij de bemonstering werden tevens gegevens verzameld over de teelt, de bemesting en de watergift.

Methodiek

In het onderzoek waren vijf bedrijven opgenomen, waar om de drie weken dezelfde kas in duplo werd bemonsterd. Er werd in duplo gewerkt om de invloed van de monsterfout op het verloop van de analysecijfers te verkleinen; dit werd van belang geacht, omdat uit voorgaand onderzoek (3) was gebleken dat de monsterfout in kasgronden vrij groot kan zijn. De monsters werden genomen uit de grondlaag van 0 - 30 cm.

Op het laboratorium werden de grondmonsters, na te zijn gedroogd, met behulp van het verzadigingsextract onderzocht. Deze extractiemethodiek werd gekozen, omdat zij een goede indruk

geeft van de samenstelling van de bodemoplossing (2). In het extract werden de volgende ionen bepaald:

Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ ,
 Cl^- , SO_4^{--} , NO_3^- , HCO_3^- .

Voorts werden het geleidingsvermogen en het fosfaatgehalte bepaald. Hoewel fosfaat als anion voorkomt (HPO_4^{--} en H_2PO_4^-), is het niet als zodanig genoemd, omdat de bijdrage van fosfaat tot de anionensom van geen betekenis is. Voor de bij het onderzoek toegepaste analysemethoden wordt verwezen naar Den Dekker en Van Dijk (1).

De gehalten aan anionen en kationen werden uitgedrukt in mval per liter, het geleidingsvermogen in mmho/cm bij 25 °C en het fosfaatgehalte in mg P_2O_5 per liter.

Resultaten

In deze publikatie wordt geen volledig overzicht gegeven van de bij het onderzoek verkregen resultaten. Het verzamelde materiaal is hiervoor te omvangrijk. Het is daarom slechts mogelijk enkele algemene tendensen weer te geven.

Natrium en chloor. De natrium- en chloorgehalten vertonen veelal eenzelfde verloop (fig. 1). Dit is begrijpelijk, daar het overgrote deel van het natrium en chloor met het gietwater in de grond wordt gebracht. Als gietwater wordt in West-Nederland voornamelijk oppervlaktewater gebruikt en de verhouding tussen natrium en chloor in dit water is vrij constant (4).

Het chloorgehalte van het oppervlaktewater is doorgaans wat hoger dan het natriumgehalte. In tegenstelling hiermede werd in het verzadigingsextract gemiddeld 15 % meer natrium dan chloor gevonden. Dit werd wellicht veroorzaakt doordat als gevolg van het zogenaamde valentie- en verdunningseffect bij het verzadigen van de grond

* Aan ir. C. G. E. M. van Beek van het Laboratorium voor Landbouwscheikunde te Wageningen wordt dank betuigd voor de medewerking verleend aan het tot stand komen van deze publikatie.

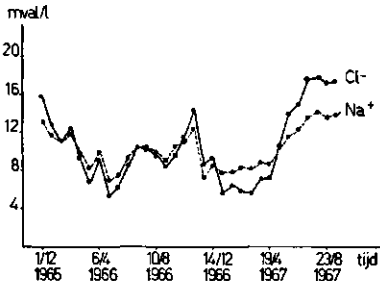


Fig. 1 Het verloop van het natrium- en chloorgehalte op een humeuze kleigrond

geadsorbeerd natrium in oplossing is gegaan.

Het niveau van het natrium- en chloorgehalte hangt vooral samen met de verhouding tussen watergift en verdamping en met de gehalten aan natrium en chloor van het gebruikte gietwater. In perioden waarin de verdamping de watergift belangrijk overtreft, accumuleren de in het gietwater aanwezige zouten in de teeltlaag, terwijl ook door opstijging van water uit de ondergrond zouten worden aangevoerd. Bij een ruime watergift daarentegen kunnen de natrium- en chloorgehalten door uitspoeling vrij snel dalen.

Op de bedrijven waar het chloorgehalte van het gietwater normaal was (ongeveer 5 mval per liter) en geen te sterke accumulatie optrad, was het chloorgehalte van het verzadigingsextract gemiddeld ongeveer 5 mval per liter. Op de bedrijven waar periodiek met min of meer zout gietwater moest worden gegoten – zoals op het bedrijf van figuur 1 – lag het niveau belangrijk hoger.

Calcium en sulfaat. Doorgaans werden hoge gehalten aan calcium en sulfaat gevonden. Op vier van de vijf bedrijven was voor zowel calcium als sulfaat het gehalte gemiddeld ongeveer 35 mval per liter. Op één bedrijf, op een duinzandgrond gelegen, waren de gehalten veel lager. Hier waren de gemiddelden ongeveer 12 mval.

De calcium- en sulfaatgehalten op de vier eerstgenoemde bedrijven zijn zo hoog, dat verondersteld mag worden dat het verzadigingsextract met calciumsulfaat verzadigd was. In een met calciumsulfaat verzadigde oplossing is het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen

$$f_{Ca^{++}} \cdot [Ca^{++}] \cdot f_{SO_4^{--}} \cdot [SO_4^{--}]$$

bij een bepaalde temperatuur constant en gelijk aan het oplosbaarheidsprodukt. De waarde van dit produkt is $2,45 \cdot 10^{-5}$ bij $25^\circ C$ (6).

Hoewel het oplosbaarheidsprodukt constant is, kan de hoeveelheid calciumsulfaat, die maximaal tot oplossing kan komen, toch van geval tot geval sterk verschillen. De verschillen komen tot stand,

doordat de activiteitscoëfficiënten van de calcium- en sulfaationen – $f_{Ca^{++}}$ en $f_{SO_4^{--}}$ – variëren. De waarde van deze coëfficiënten verminderen bij toenemende ionensterkte. Als gevolg van de grote schommelingen in de zout- en voedingstoestand van kasgronden zijn de ionensterkte en dientengevolge ook de activiteitscoëfficiënten aan grote schommelingen onderhevig.

Indien het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen zou worden berekend uit de hoeveelheden calcium en sulfaat, die in de extracten werden gevonden, dan zouden te hoge uitkomsten worden verkregen. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van niet volledig gedissocieerde verbindingen, zoals calcium- en magnesiumsulfaat. In de extracten werden nl. de totale hoeveelheden calcium, magnesium en sulfaat bepaald.

Ter illustratie is in fig. 2A het verband weergegeven tussen de kationensom en het produkt $f_{Ca} \cdot [Ca] \cdot f_{SO_4} \cdot [SO_4]$. Bij de berekening van dit produkt zijn de totale hoeveelheden calcium, magnesium en sulfaat gebruikt. Zoals blijkt, liggen de uitkomsten voor het overgrote deel boven het oplosbaarheidsprodukt.

Met behulp van de dissociatieconstanten van calciumsulfaat en magnesiumsulfaat kunnen de hoeveelheid ongedissocieerd calcium- en magnesiumsulfaat en dus eveneens de concentratie aan calcium- en sulfaationen worden benaderd (6). In fig. 2B is het verband tussen de kationensom en het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen weergegeven. Het verband blijkt inderdaad asymptotisch te zijn aan het oplosbaarheidsprodukt.

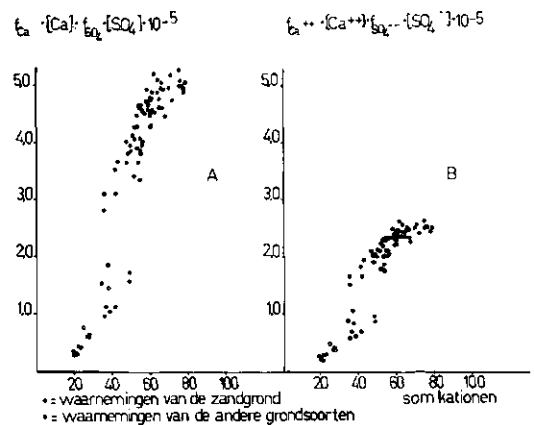


Fig. 2 De samenhang tussen de kationensom en het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen. In A is een produkt uitgezet, dat is berekend met gebruikmaking van de totale hoeveelheden aan calcium, magnesium en sulfaat in het extract. In B is een goede benadering van het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen uitgezet

Uit fig. 2B blijkt, dat het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen in het niet-verzadigde gebied vrij nauw samenhangt met de kationensom. Voor de zandgrond - afzonderlijk in de figuur weergegeven - is de relatie duidelijk anders dan voor de overige gronden. Dit wordt veroorzaakt door verschillen in de ionensamenstelling. Zo bestond bij de zandgrond gemiddeld ongeveer 30 % van de ionen uit calcium en sulfaat en bij de overige gronden ongeveer 50 %.

De samenhang tussen de kationensom en het produkt van de activiteiten van de calcium- en sulfaationen is voor een deel te verklaren uit de bijdrage van calcium aan de kationensom. Voorts zullen bij een bemesting waarbij calcium of sulfaat aan de grond wordt toegediend, veelal gelijktijdig ook andere kationen worden gegeven. Ook zullen bij een daling van de calcium- en sulfaatgehalten als gevolg van uitspoeling tevens de gehalten aan andere ionen dalen.

Uit figuur 3 blijkt duidelijk, dat zich in de calcium- en sulfaatgehalten vrij grote schommelingen kunnen voordoen. Deze kunnen met behulp van de beschreven effecten goed worden verklaard.

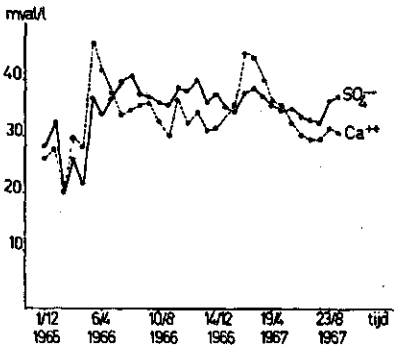


Fig. 3 Het verloop van het calcium- en sulfaatgehalte op een humeuze kleigrond

Nitraat en ammonium. De minerale stikstof die in kasgronden aanwezig is, komt voornamelijk voor als nitraat. Indien bij de bemesting ammonium wordt toegediend, wordt dit bij de doorgaans hoge bodemtemperatuur door bacteriën snel in nitraat omgezet. Een uitzondering hierop vormen de gestoomde gronden, waar tijdelijk een niet onbelangrijk deel van de minerale stikstof als ammonium aanwezig kan zijn (5). Als gevolg van afbraak van organisch materiaal tijdens het stomen komt stikstof vrij in de vorm van ammonium. De eerste periode na het stomen zijn de bacteriën die de omzetting van ammonium tot nitraat bewerkstelligen, niet in voldoende aantal in de grond aanwezig en wordt het ammonium niet omgezet.

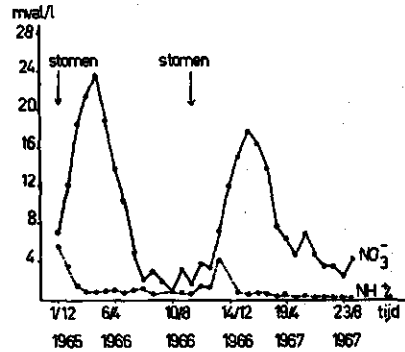


Fig. 4 Het verloop van het ammonium- en nitraatgehalte op een zandgrond

Het gehalte aan minerale stikstof is aan grote schommelingen onderhevig. Nitraat is als gevolg van de voorraadbemesting aan het begin van de teelt doorgaans in grote hoeveelheden aanwezig. Het wordt echter zeer gemakkelijk uitgespoeld en als gevolg daarvan kan het nitraatgehalte, in perioden als er veel wordt gegoten, snel dalen. Bij het begin van de teelt werd meestal 20 à 25 mval nitraat gevonden en aan het einde van de teelt 5 mval of minder (fig. 4).

Kali en magnesium. Het verloop van het kali- en magnesiumgehalte kwam veelal in grote lijnen overeen met het verloop van het nitraatgehalte. Na de voorraadbemesting waren de gehalten aan kali en magnesium als regel het hoogst, waarna ze tijdens de teelt geleidelijk daalden. De veranderingen waren echter minder groot dan bij het nitraatgehalte.

Bij de voorraadbemesting werd in equivalente hoeveelheden doorgaans maar weinig minder kali dan stikstof gegeven. Niettemin lagen aan het begin van de teelt de kaligehalten belangrijk lager dan de stikstofgehalten. Het kaligehalte kwam veelal niet boven 6 à 8 mval. De oorzaak van deze relatief lage kaligehalten zal adsorptie aan het klei-humuscomplex zijn geweest. Magnesium werd in belangrijk grotere hoeveelheden in het verzadigingsextract aangetroffen: gemiddeld was het gehalte ongeveer driemaal zo hoog als het kaligehalte.

In figuur 5 is het verloop van het kali- en magnesiumgehalte bij een komkommerteelt op een veengrond weergegeven in vergelijking met het nitraatgehalte. Hoewel het verloop van de drie genoemde gehalten eenzelfde tendens vertoont, zijn de veranderingen in het kali- en magnesiumgehalte belangrijk minder groot dan in het nitraatgehalte. De minder snelle daling van het kali- en magnesiumgehalte is te verklaren uit het minder gemakkelijk uitspoelen van kali en magnesium. Het nitraatgehalte zou overigens nog sneller zijn

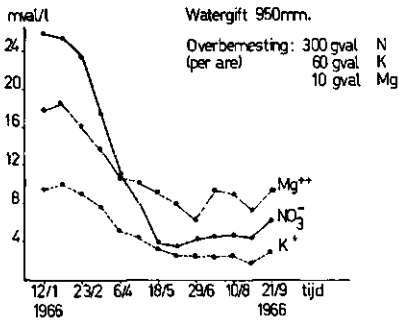


Fig. 5 Het verloop van de gehalten aan nitraat, kali en magnesium tijdens een komkommerteelt op een veengrond

gedaald, indien op het betreffende bedrijf niet met zoveel stikstof zou zijn bijgemest.

Bicarbonaat. Het bicarbonaatgehalte van het verzadigingsextract was vrij constant. Het schommelde gewoonlijk rond de 1 mval per liter.

Fosfaat. Het fosfaatgehalte was doorgaans vrij constant. Na een flinke fosfaatbemesting werd echter tijdelijk een hoger gehalte gevonden. Op de

bedrijven waar de kassen reeds een aantal jaren in gebruik waren, lagen de gehalten vrij hoog. Bij drie van de vijf bedrijven lag het gemiddelde fosfaatgehalte tussen 15 en 20 mg P_2O_5 per liter. Op één bedrijf lag het rond 30 mg per liter; dit hoge gehalte is wellicht in de hand gewerkt door het lage calciumgehalte dat op dit bedrijf werd gevonden. Op het resterende bedrijf, waar de grond vrij veel uitwisselbaar ijzer bevatte en nog maar enkele jaren voor de glascultures in gebruik was, werd een gemiddeld gehalte gevonden van ongeveer 5 mg per liter.

Geleidingsvermogen. Het geleidingsvermogen is aan grote schommelingen onderhevig. Dit blijkt uit tabel 1, waarin van elk bedrijf een hoge en een lage waarde van het geleidingsvermogen zijn opgenomen. Tevens is in deze tabel de bijbehorende chemische samenstelling weergegeven. Uit de chemische samenstelling kan de osmotische druk worden berekend. Het is echter eenvoudiger deze af te leiden uit het geleidingsvermogen (2).

In tabel 2 is voor de in tabel 1 opgenomen analysesresultaten de ionensamenstelling relatief ten opzichte van de totale ionenconcentratie weer-

Tabel 1 De chemische samenstelling van het verzadigingsextract bij een hoge zouttoestand (a) en een lage zouttoestand (b) van de vijf in het onderzoek opgenomen bedrijven

Grondsoort	Geleidingsvermogen (mmho/cm, 25 °C)	Gehalten in mval/l									
		Na+	K+	Ca++	Mg++	NH ₄ +	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	
zand	a	4,84	8,5	9,4	22,6	17,6	1,0	6,8	21,8	23,9	1,1
	b	1,52	5,3	2,0	6,0	3,7	0,9	4,2	6,1	2,1	1,3
zavel	a	4,25	7,6	2,3	34,4	11,0	0,3	7,2	31,5	12,1	0,9
	b	2,84	3,4	2,6	25,6	8,6	1,7	2,8	31,3	2,2	1,3
klei	a	5,80	8,3	5,9	46,5	16,8	0,6	5,2	36,9	28,3	1,0
	b	2,74	6,0	2,2	20,6	5,4	1,5	4,5	19,9	4,5	1,9
klei	a	6,26	11,1	3,7	47,2	14,4	1,2	11,0	37,9	20,4	1,6
	b	3,49	7,5	3,0	30,9	8,4	0,7	6,3	35,3	3,1	1,0
veen	a	7,34	16,5	10,0	45,3	18,6	1,0	16,9	39,7	25,4	0,8
	b	2,96	8,8	1,8	20,3	7,2	0,8	6,5	24,1	4,4	1,0
gemiddeld			8,3	4,3	29,9	11,2	1,0	7,1	28,5	12,6	1,2

Tabel 2 De procentuele ionensamenstelling van de verzadigingsextracten van tabel 1

Grondsoort		mmol in procenten van het totaal								
		Na+	K+	Ca++	Mg++	NH ₄ +	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻
zand	a	10,4	11,5	13,8	10,8	1,2	8,3	13,3	29,3	1,3
	b	22,4	8,4	12,7	7,8	3,8	17,7	12,9	8,9	5,5
zavel	a	11,0	3,3	25,0	8,0	0,4	10,5	22,9	17,6	1,3
	b	7,3	5,6	27,4	9,2	3,6	6,0	33,5	4,7	2,8
klei	a	8,4	5,9	23,4	8,5	0,6	5,2	18,6	28,5	1,0
	b	13,8	5,1	23,7	6,2	3,4	10,3	22,8	10,3	4,4
klei	a	11,2	3,7	23,9	7,3	1,2	11,1	19,2	20,7	1,6
	b	12,7	5,1	26,2	7,1	1,2	10,7	30,0	5,3	1,7
veen	a	13,5	8,2	18,5	7,6	0,8	13,8	16,2	20,8	0,7
	b	17,9	3,7	20,7	7,3	1,6	13,2	24,5	9,0	2,0
gemiddeld		12,0	6,2	21,6	8,1	1,4	10,2	20,6	18,2	1,7

gegeven. De gegevens van tabel 2 geven een globale indruk van de bijdrage van de diverse ionen tot de osmotische druk. Zoals blijkt, is de bijdrage van natrium evenals van chloor gemiddeld ruim 10 %. De bijdrage van kali is doorgaans niet groot en is gemiddeld ongeveer 5 %. De bijdrage van magnesium is vrij constant. Zij is wat hoger dan van kali. De grootste bijdragen worden geleverd door calcium en sulfaat: elk gemiddeld ruim 20 %. De bijdrage van nitraat is aan zeer grote schommelingen onderhevig. Gemiddeld is zij 15 à 20 %. De bijdragen van ammonium en bicarbonaat zijn van weinig betekenis.

Samenvatting

In een onderzoek werd op vijf bedrijven gedurende bijna twee jaar het verloop van de zout- en voedingstoestand van de grond nagegaan. De bedrijven waren op verschillende grondsoorten gelegen en de onderzoeksobjecten lagen alle in kassen. Het grondonderzoek werd verricht met behulp van het verzadigingsextract. Dit geeft een goede indruk van de samenstelling van de bodemoplossing.

Uit de resultaten bleek, dat de gehalten aan natrium en chloor eenzelfde verloop vertoonden en dat zij nauw samenhangen met het keukenzoutgehalte van het gietwater. De gehalten in het verzadigingsextract schommelden veelal rond 5 mval per liter. De gehalten aan calcium en sulfaat lagen op de meeste bedrijven gemiddeld op ongeveer 35 mval per liter. Op de zandgrond die in het onderzoek was opgenomen, waren de calcium- en sulfaatiniveaus belangrijk lager. Op zandgrond spoelt calciumsulfaat blijkbaar gemakkelijk uit. Het sterkste verloop deed zich voor bij het nitraatgehalte. Na de voorraadbemesting werd vaak een gehalte van 20 à 25 mval in het verzadigingsextract gevonden. Tijdens de teelt

daalde het nitraatniveau veelal tot beneden 5 mval. De hoeveelheid ammonium was alleen kort na het grondstomen van enige betekenis. De gehalten van kali en magnesium waren doorgaans aan flinke schommelingen onderhevig. De schommelingen waren echter minder groot dan bij nitraat. Het bicarbonaatgehalte schommelde als regel rond 1 mval per liter. Het fosfaatgehalte was doorgaans vrij constant.

De bijdrage aan de ionenconcentratie liep voor de verschillende ionen sterk uiteen. De calcium- en sulfaationen waren doorgaans in vrij grote hoeveelheden aanwezig; tezamen vormden zij veelal 40 % of meer van het totaal aantal ionen. Chloor en natrium vormden tezamen vaak 20 % van de ionen en kali en magnesium ongeveer 15 %. De bijdrage van nitraat aan de ionenconcentratie was aan grote schommelingen onderhevig; bij lage voedingstoestand was de bijdrage soms maar 5 % of minder en bij hoge voedingstoestand vaak niet minder dan 25 à 30 %.

Literatuur

- 1 Dekker, P. A. den & Dijk, P. A. van: Analysemethoden in gebruik op het bodemkundig laboratorium van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk (niet gepubliceerd).
- 2 Ende, J. van den: Analysis of greenhouse soils by means of aqueous extracts, Proc. of the 6th Colloquium of the Int. Potash Inst. (1968) 246-255.
- 3 Sonneveld, C.: De monsterfout en de analysefout van het chemisch grondonderzoek. Intern verslag van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk, 1966 (niet gepubliceerd).
- 4 Sonneveld, C. & Ende, J. van den: De samenstelling van de zouten in het oppervlaktewater in het Zuidhollands glasdistrict. *Meded. Dir. Tuinb.* 30 (1967) 411-416.
- 5 Sonneveld, C.: De invloed van het stomen op de stikstofhuishouding van de grond. *Tuinbouwmeded.* 32 (1969) 197-203.
- 6 Tanji, K. K. & Doneen, L. D.: Predictions on the solubility of gypsum in aqueous salt solutions. *Water Resources Res.* 2 (1966) 543-548.