

CODEN: IBBRAH (12-87) 1 - 20 (1988)

ISSN 0434-6793

RAPPORT 12-87

NUTRIENTENBEHOEFTE VAN TOMAAT IN VERSCHILLENDE GROEISTADIA.
LITERATUURSTUDIE

With a summary: Nutrient requirement of tomato in different growth stages. Literature study.

door

B.J. VAN GOOR

1988

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

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 12-87 (1988) 20 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Opnamecurven tomaat	4
2.1. Proefgegevens	4
2.2. Opname	5
2.2.1. De N-opname	5
2.2.2. De P-opname	6
2.2.3. De K-opname	6
2.2.4. De Ca-opname	8
2.2.5. De Mg-opname	12
2.3. Licht	12
2.4. Ontwikkeling van de plant	14
3. Discussie	16
4. Samenvatting	18
5. Summary	19
6. Literatuur	20

1. INLEIDING

In een eerder rapport (Van Goor, 1987) is in de inleiding uitvoerig ingegaan op de achtergronden van het substraatteeltproject bij het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. Ook is daar een overzicht gegeven van enige gegevens uit de plantevoedingsliteratuur over optimale voeding en kritische minimum-concentratie van de hoofdelementen in de voedingsoplossing. Hier zal dan ook voor tomaat worden volstaan met het vergelijken van een aantal opnamecurven. Het doel is beschikking te krijgen over gegevens van de opname per plant per dag voor tomaat. Daarnaast zal enige aandacht worden geschonken aan korte-termijnverschillen bij vergelijking van de dagelijkse opname. Alleen bij heel duidelijke effecten zal worden ingegaan op de relatie van de vorm van de opnamecurven met omgevingsfactoren zoals licht.

De resultaten van de besproken proeven zijn, evenals bij sla, afkomstig van NFT-teelt, watercultuur en grond. Ze komen voor een groot gedeelte uit de literatuur (tabel 1). Daarnaast zijn gegevens verkregen van andere instellingen, zoals het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (PTG) in Naaldwijk (Voogt en Sonneveld, pers. meded.).

TABEL 1. Overzicht van de geraadpleegde literatuur en de gebruikte trefwoorden.

TABEL 1. Survey of the literature studied and the keywords used.

Geraadpleegde samenvattende tijdschriften:

Horticultural Abstracts 1987-1981

Acta Horticulturae

ISOSC Proceedings 1984 en 1980

Trefwoorden:

Tomato

absorption

uptake

N

P

K

Ca

Mg

} nutrition

soilless culture { nutrition
nutrient solution
nutrient film technique
nutrients

2. OPNAMECURVEN TOMAAT

De opnamecurven van tomaat kunnen worden vergeleken met de curven zoals die eerder voor sla zijn verkregen. Wel dient dan bedacht te worden dat de groeiperiode voor tomaat veel langer is. Dit betekent dat verschillen in warme en koude perioden en in perioden met meer en minder licht een grotere invloed zullen kunnen hebben. Ook hier zijn gegevens van teelt op NFT, watercultuur en grond gebruikt. De proeven zijn alle in kassen uitgevoerd. Bij de proeven op NFT-teelt is de opname bepaald door de voedingsoplossing periodiek te analyseren. Voor de analyse van de planten afkomstig van grond zijn volledige planten gebruikt; White (1964) bemonsterde en analyseerde alleen het bovengrondse deel.

2.1. Proefgegevens

Tabel 2 geeft een overzicht van de proefgegevens. Het betreft vier proeven op NFT, één op watercultuur en drie op grond. De proefomstandigheden verschilden. De resultaten van NFT worden vergeleken met resultaten van tomaat op grond.

TABEL 2. Enkele aanvullende gegevens van de gebruikte tomateproeven. (Zie verder de betreffende figuren.)
TABLE 2. Additional data concerning the experiments with tomato (see also the relevant graphs).

Proefnemers	Bijzonderheden teelt	Wijze van berekening van de opname	Ras	Voedingsoplossing, conc. in mmol/l of bijzonderheden
Voogt en Sonneveld (pers.meded.)	NFT/kas nov.-aug. volgend jaar	Uit analyse voedingsoplossing	Dombito	11N/1,5P/1,5S/9K/2,5Ca/1Mg (0,5 NH ₄ ⁺ /10,5 NO ₃ ⁻)
Wilcox (1984)	NFT/kas/VS jan.-aug.	Uit analyse voedingsoplossing	?	12N/1P/2,5K/4Ca/2Mg
Khudheir and Newton (1980)	NFT/onverwarmde kas mei-nov./Engeland	Uit analyse voedingsoplossing	Eurocross BB	-
Winsor and Massey (1978)	NFT/kas/Engeland data onbekend	Uit analyse voedingsoplossing	?	wisselend
Letey et al. (1982)	Watercultuur/kas okt.-dec./Californië	Uit analyse voedingsoplossing	Petoseed VF7718	7,5N/0,5P/3,25S/2,5K/1,25Ca/ 1 Mg (N als NO ₃ ⁻) druppelirrigatie
White (1964)	Grond/kas/Nw.-Zeeland juni-jan.	Uit analyse bovengronds gewas (excl. wortels)	?	
Ward (1967)	Grond/kas/Canada nov.-juni	Uit analyse gehele plant	Michigan Ohio	-
Geissler and Kurnoth (1961)	Grond/kas/Duitsland sept.-aug. volgend jaar lage wintertemperatuur	Uit analyse gehele plant	Hellfrucht	-

2.2. Opname

De opname is op dezelfde wijze als bij sla in grafiek (figuren 1-5) gebracht. In de figuren A is de cumulatieve opname per plant weergegeven en in de figuren B de dagelijkse opname per plant. De figuren B geven de belangrijkste informatie voor de capaciteit van de NFT-installatie. In tabel 3 worden de minimale en maximale waarden voor de opnamesnelheid in de verschillende proeven vermeld.

TABEL 3. De minimale en maximale opname aan macro-elementen in proeven met tomaat van verschillende onderzoekers, NFT-teelt, watercultuur en grond.

TABLE 3. Minimum and maximum uptake of macroelements in experiments with tomato as reported by different authors, NFT, solution culture and soil.

	mg per plant per dag									
	minimum					maximum				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Voogt en Sonneveld, zomer, obj. 3	14		135	37	8,8	190		525	138	34
Wilcox, zomer	40		60			210		350		
Khudheir and Newton, zomer + herfst	20	18	50			120	47	190		
Ward, voorjaar	14	11	30	10	2,5	130	34	200	180	22
Geissler and Kurnoth, voorjaar + zomer	20	0,1	25	10	1	140	16	200	120	17
	mmol per plant per dag									
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Voogt en Sonneveld, zomer, obj. 3	1		3,3	0,9	0,35	14		13	3,5	1,4
Wilcox, zomer	3		1,5			15		9		
Khudheir and Newton, zomer + herfst	1,5	0,6	1			8,5	1,5	5		
Ward, voorjaar	1	0,35	0,7	0,2	0,1	9,4	1,1	5	4,5	0,9
Geissler and Kurnoth, voorjaar + zomer	1,5	0,03	0,5	1,5	0,05	10	0,5	5	3	0,7

2.2.1. De N-opname (figuur 1)

De curven voor de cumulatieve opname (A) zijn S-vormig of over grote delen vrijwel lineair, met enkele onregelmatigheden. De onderlinge verschillen tussen deze curven zijn o.a. terug te voeren tot verschillen in het tijdstip van zaaien en planten. In figuur 1B is de opname per dag weergegeven. Voor de NFT-proeven van Voogt en Sonneveld (pers. meded.) varieert de opname gedurende lange tijd tussen 4 en 15 mmol N, met een gemiddelde van ongeveer 8 mmol N per plant per dag, een opnameniveau dat aanzienlijk hoger is dan dat voor sla (op NFT maximaal 3 mmol N per dag). Een essentieel verschil is dat bij tomaat sterke fluctuaties tijdens de groeiperiode optreden, terwijl bij sla de opname gedurende de groeiperiode stijgt tot een plateau. De absolute groeiduurtijd (tot circa 300 dagen) is echter ook aanzienlijk langer dan bij sla (60-100 dagen).

Aan het eind van de teeltperiode (circa 300 dagen) neemt de N-opname af. De tomateplanten in de proef van Wilcox (1984) gedragen zich ongeveer op dezelfde wijze, met een hoge piek 50 dagen na het zaaien. Dit overeenkomstig gedrag geldt ook voor de proef van Khudheir en Newton (1980). Daarentegen is in de proef van Ward (1967) op grond sprake van een toename tot een niveau van ongeveer 9 mmol N per plant per dag. Tussen 100 en 180 dagen stijgt de opnamesnelheid in die proef nog maar weinig. De curve van Geissler en Kurnoth (1961) laat zich moeilijk inpassen; een zekere uitputting is niet uit te sluiten.

Resumerend kan men concluderen dat een opname van 7-15 mmol N per plant per dag over een groot deel van de groeiperiode haalbaar moet worden geacht. Dit wordt bereikt na 50-100 dagen, afhankelijk van het tijdstip van zaaien.

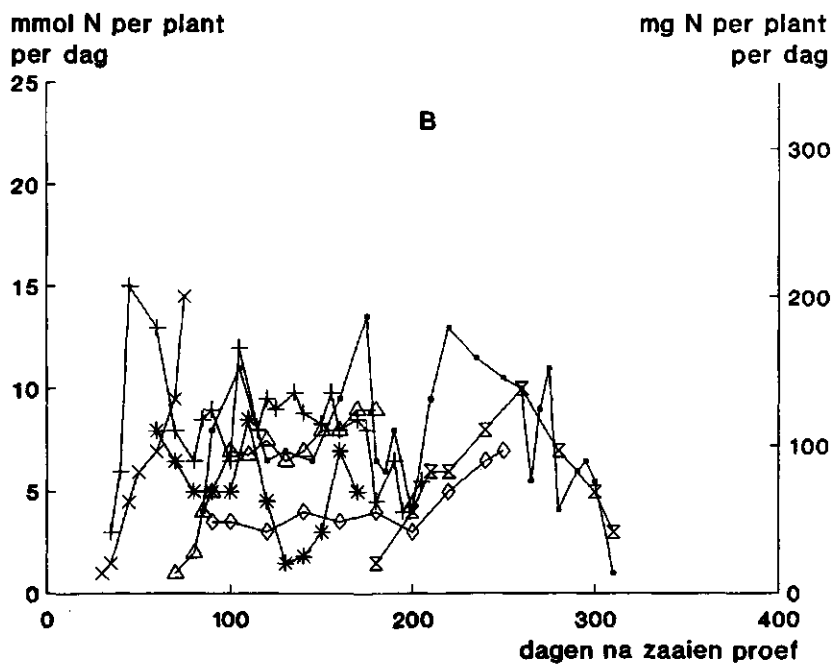
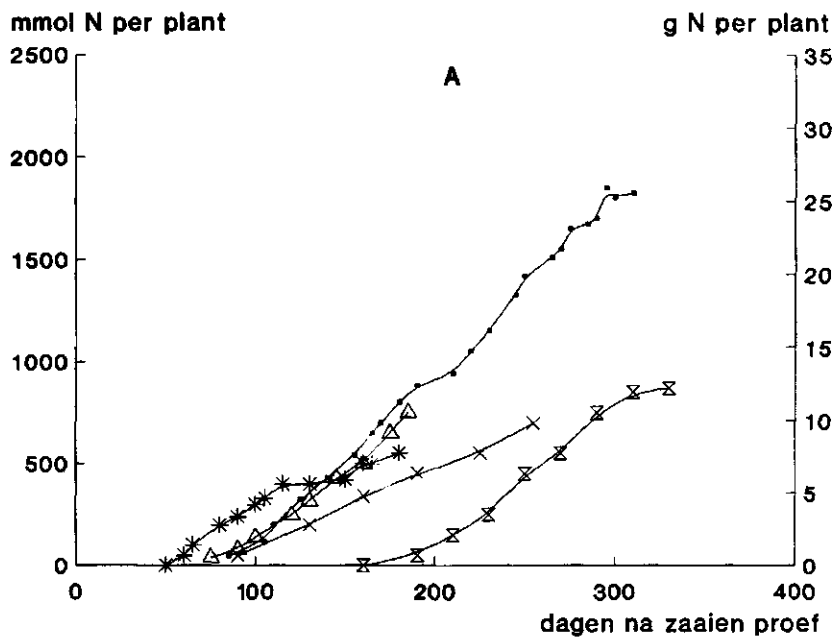
2.2.2. De P-opname (figuur 2)

De vorm van de curven voor cumulatieve opname komt overeen met die voor N. In figuur 2B is de opname per plant per dag gegeven. De curve voor tomaat op NFT verschilt van die voor sla door het optreden van pieken en dalen (Khudheir en Newton, 1980). De opname varieert van ongeveer 0,6 tot 1,5 mmol P per plant per dag, aanzienlijk hoger dan voor sla, die op NFT maximaal 0,25 mmol P per plant per dag opneemt. In de experimenten van Ward (1967) op grond is een meer geleidelijke stijging tot een niveau van ongeveer 1 mmol P per plant per dag gevonden. Geissler en Kurnoth (1961) geven weer een resultaat dat aan een zekere mate van uitputting doet denken.

Resumerend kan men concluderen dat de opname van P in de onderzochte NFT-proeven zich afspeelt tussen 0,6 en 1,5 mmol P per plant per dag, met een gemiddelde van ongeveer 0,9 mmol.

2.2.3. De K-opname (figuur 3)

Voor curven voor cumulatieve opname (figuur 3A) geldt hetzelfde als bij N en P vermeld is. De opname per plant per dag (figuur 3B) varieert in de proeven van Voogt en Sonneveld (pers. meded.) tussen 3 en 13 mmol per plant per dag met een gemiddelde van ongeveer 6 mmol. Dit opnameniveau is aanzienlijk hoger dan bij sla, waar 0,8-2 mmol K per plant per dag gevonden werd. De hoogte van de K-opnamesnelheid varieert sterk gedurende de groeiperiode. De pieken voor de maximale opname van N en K vallen soms samen, bijvoorbeeld bij 170 dagen. De curve die door Khudheir en Newton (1980) gevonden werd varieert op een wat lager niveau tussen 1 en



Figuur 1. Het verloop van de N-opname gedurende de groei van tomaat.

A = cumulatieve opname per plant, B = opname per plant per dag

- NFT - geplant 21 december 1983 (gezaaid 4 november), einddatum 29 oktober 1984 (naar gegevens van Voogt en Sonneveld, 1987)
- + NFT - geplant 15 februari 1979/1983 (zaaidatum 5 januari), einddatum 9 augustus 1979/1983 (Wilcox, 1984)
- * NFT - kas, geplant op 1 juni 1978, zaaidatum 27 april, einddatum 8 november 1978 (Khudheir and Newton, 1980)
- NFT - kas, data onbekend (Winsor and Massey, 1978)
- × watercultuur - kas, oktober-december 19? (Letey et al., 1982)
- ◇ grond - kas, geplant 19 juni 1962, einddatum 7 januari 1963 (White, 1964)
- △ grond - kas, geplant 17 januari 19? (zaaidatum 21 november), einddatum 6 juni 19? (Ward, 1967)
- ⊗ grond - kas, geplant 19 januari 1959 (zaaidatum 10 september 1958), einddatum 5 augustus 1959 (Geissler and Kurnoth, 1961)

Figure 1. Course of N uptake during the growth of tomato.

A = cumulative uptake per plant

B = daily uptake per plant

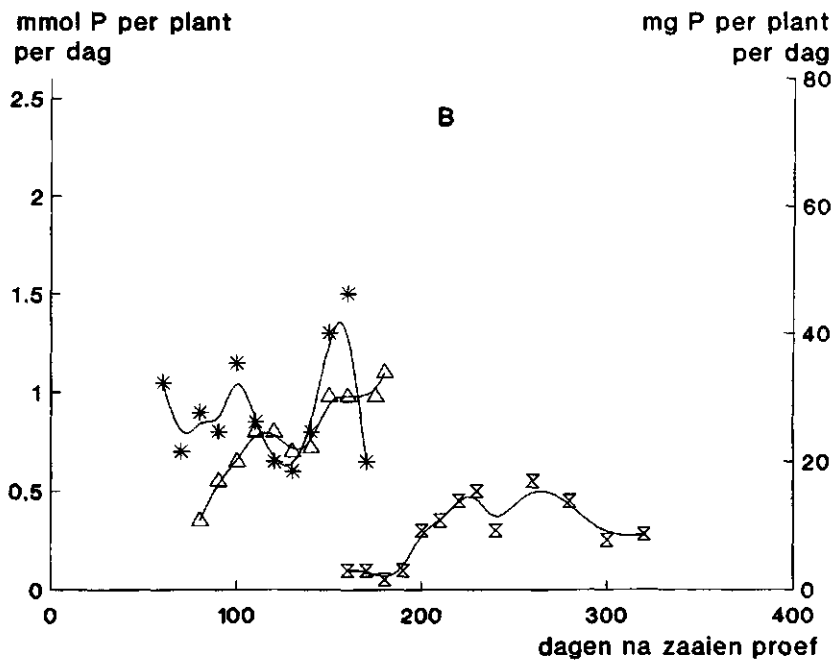
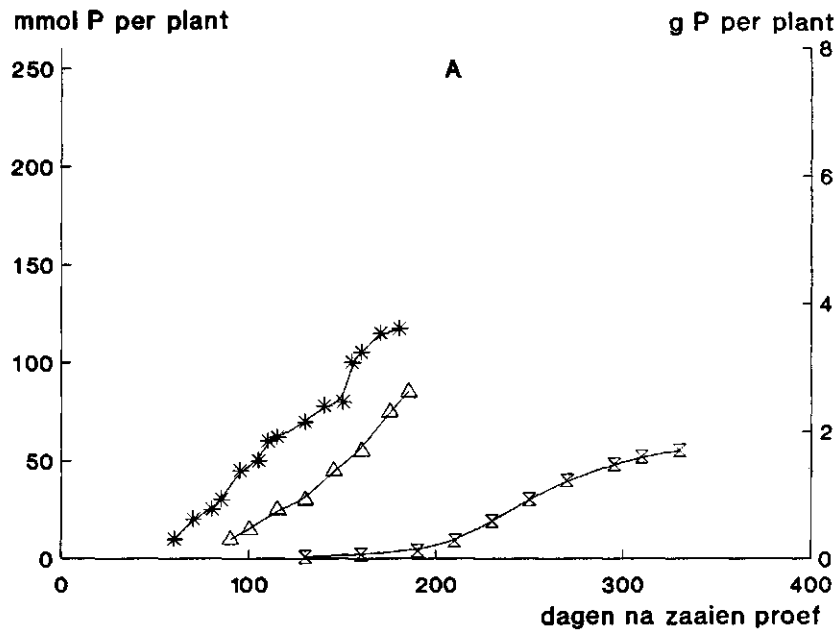
- NFT - Voogt and Sonneveld (pers. comm.), planting data 21 December 1983, terminated 29 October 1984
- + NFT - Wilcox (1984), 15 February 1979/1983 - 9 August 1979/1983
- * NFT - Khudheir and Newton (1980), 1/6/78 - 8/11/78
- NFT - Winsor and Massey (1978), glasshouse, dates unknown, assumed planting date 4 weeks after sowing
- × solution culture - Letey et al. (1982), glasshouse, October-December
- ◇ soil - White (1964), glasshouse, 19 June 1962 - 7 January 1963, with trickle irrigation
- △ soil - Ward (1967), glasshouse, 17 January - 6 June (year unknown)
- ⊗ soil - Geissler and Kurnoth (1961), glasshouse, 19 January 1959 - 5 August 1959

5 mmol K per plant per dag. In de proef van Wilcox (1984) varieert de dagelijkse opname per plant tussen 1 en 9 mmol K. De curven voor de grondproeven van Ward (1967) en van Geissler en Kurnoth (1961) geven een gelijksoortig beeld als bij N en P.

Resumerend kan men stellen dat de K-opname varieert tussen 1 en 13 mmol per plant per dag.

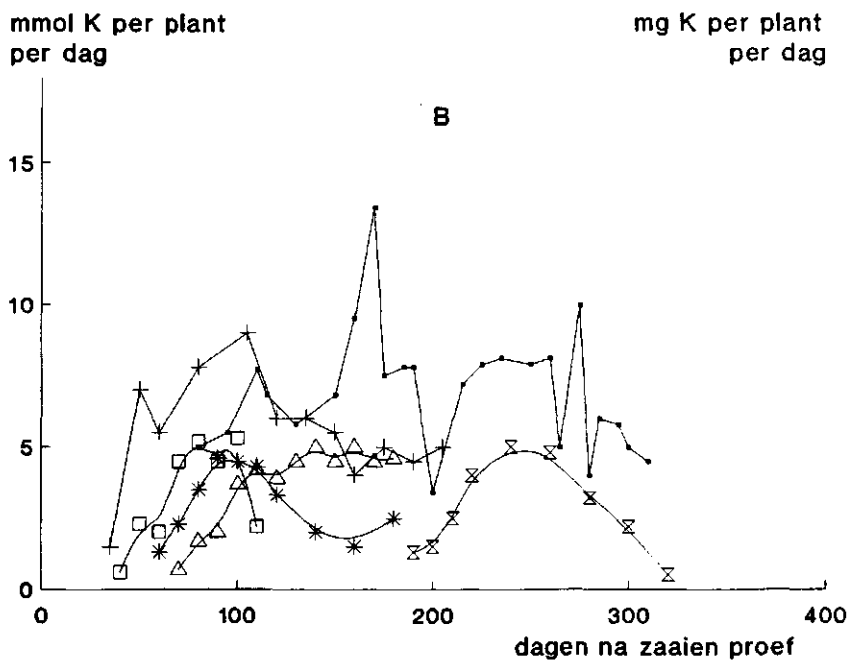
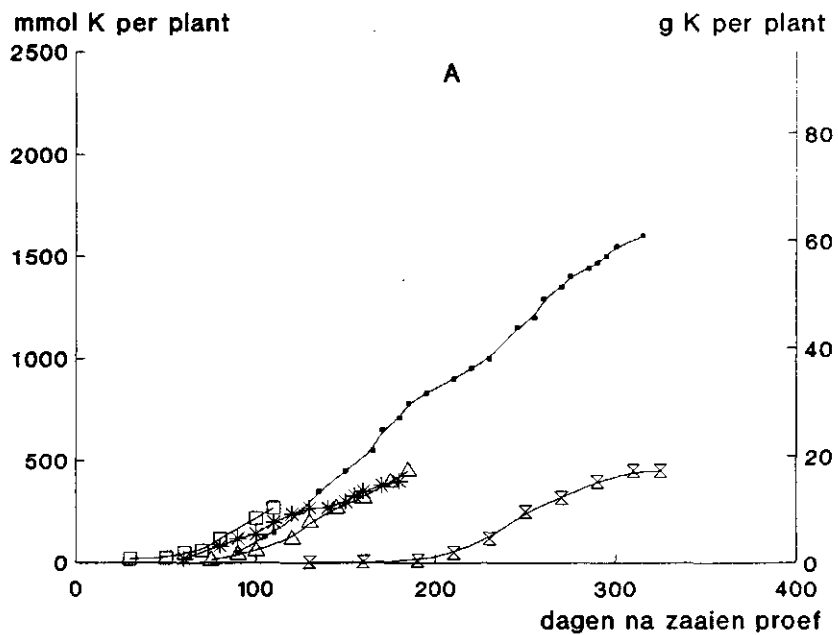
2.2.4. De Ca-opname (figuur 4)

Cumulatief (figuur 4A) vertoont de Ca-opname eenzelfde kwalitatief beeld als de voorgaande elementen. De Ca-opname per plant per dag (figuur 4B) vertoont, evenals de N-opnamesnelheid, sterke pieken en dalen. De variatie is groter dan bij kalium. De waarden in de proef van Voogt en Sonneveld (pers. meded.) variëren tussen 1 en 3,5 mmol Ca per plant per



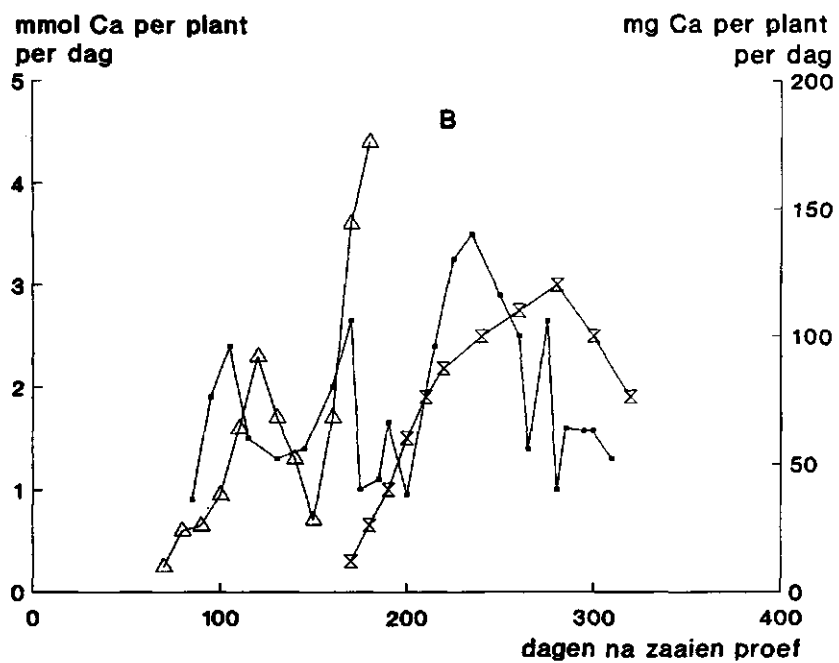
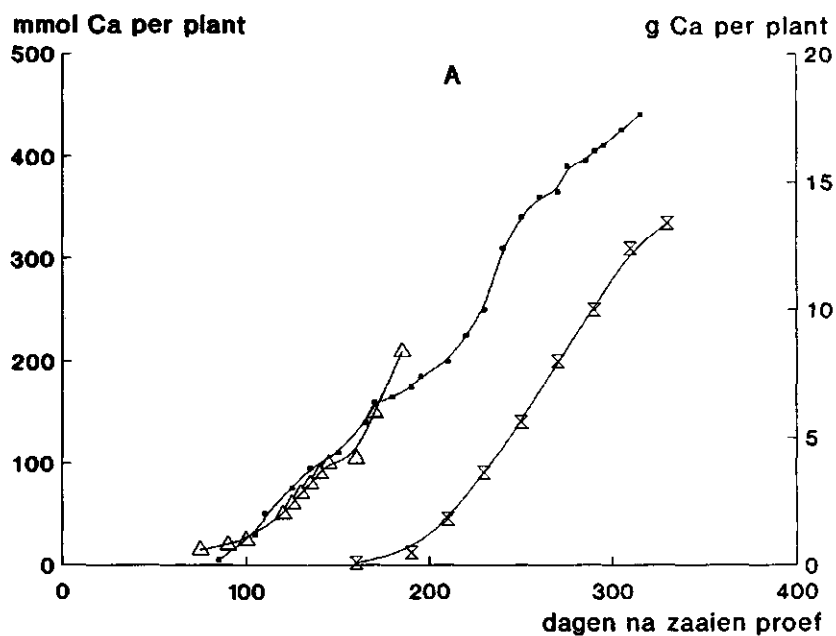
Figuur 2. Het verloop van de P-opname gedurende de groei van tomat. Zie verder bijschrift figuur 1.

Figure 2. Course of P uptake during the growth of tomato. See legend to figure 1.



Figuur 3. Het verloop van de K-opname gedurende de groei van tomaat.
Zie verder bijschrift figuur 1.

Figure 3. Course of K uptake during the growth of tomato. See legend to figure 1.



Figuur 4. Het verloop van de Ca-opname gedurende de groei van tomaat.
Zie verder bijschrift figuur 1.

Figure 4. Course of Ca uptake during the growth of tomato. See legend to figure 1.

dag met een gemiddelde van 2 mmol. Het niveau ligt dus aanzienlijk hoger dan bij sla, waar een constante opname van circa 0,4 mmol Ca per plant per dag gevonden werd. De grondproef van Ward (1967) vertoont een soortgelijk verloop. Aan het einde van deze proef wordt echter een zeer hoge opname van Ca gevonden van 4,5 mmol per plant per dag. De Ca-opname in de grondproef van Geissler en Kurnoth (1961) neemt eerst toe tot 3 mmol Ca per plant per dag, daarna, na 280 dagen, kan van enige uitputting sprake zijn.

Resumerend kan gesteld worden dat de Ca-opname in de NFT-proeven varieert tussen 1 en 3,5 mmol Ca per plant per dag.

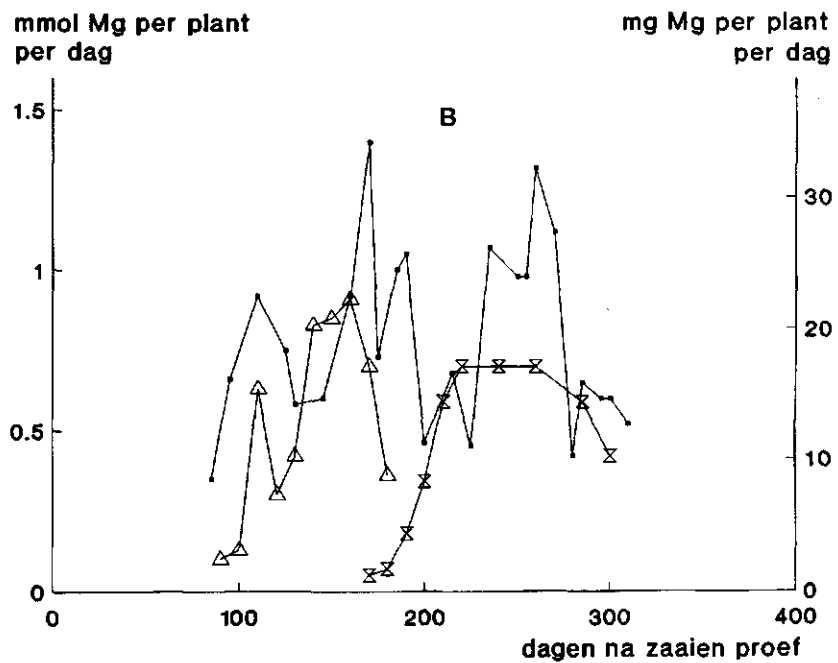
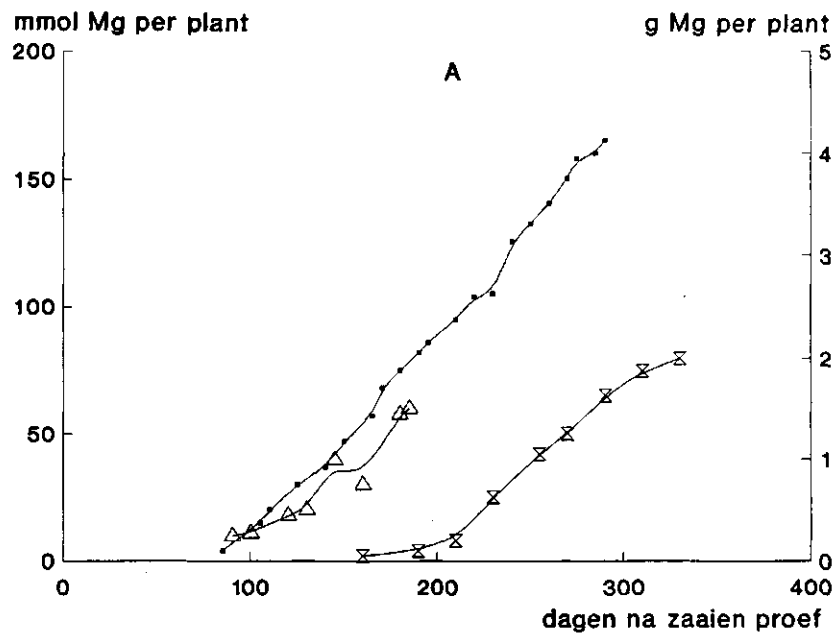
2.2.5. De Mg-opname (figuur 5)

Cumulatief (figuur 5A) vertoont de Mg-opname eenzelfde kwalitatief beeld als de voorgaande elementen. Evenals de Ca-opname varieert de Mg-opname per plant per dag (figuur 5B) sterker dan de K-opname. De opname in de proef van Voogt en Sonneveld varieert tussen 0,4 en 1,4 mmol Mg per plant per dag met een gemiddelde van 0,8. De plaats van de pieken komt overeen met die bij Ca, alleen is het niveau van de pieken lager. Ook is er bij Mg in het gebied van 225 dagen een dal, terwijl er bij Ca dan een piek aanwezig is. De grootste dagelijkse Mg-opname vindt plaats na 170 dagen. De Mg-opname ligt bij tomaat een factor 10 hoger dan bij sla, waar de opname 0,03-0,1 mmol Mg per plant per dag is. In de grondproef van Ward (1967) varieert de dagelijkse opname tussen 0,1 en 0,9 mmol Mg per plant. In de proef op grond van Geissler en Kurnoth (1961) neemt de Mg-opname eerst toe tot 0,7 mmol Mg per plant per dag met een plateau tussen 220 en 260 dagen, daarna kan van enige uitputting van Mg spraken zijn.

Resumerend kan gesteld worden dat de Mg-opname op NFT-teelt in de onderzochte proeven varieert tussen ongeveer 0,4 en 1,4 mmol Mg per plant per dag.

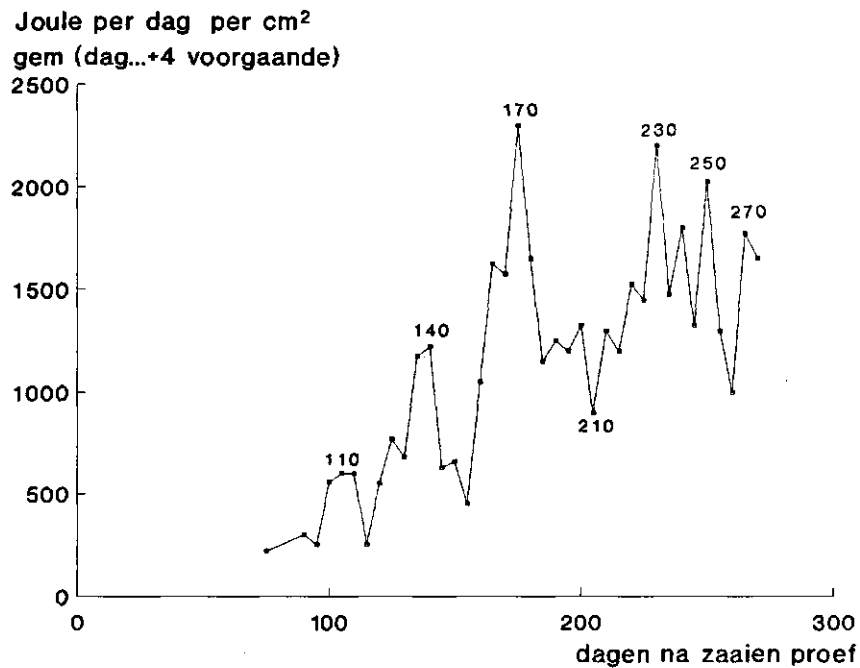
2.3. Licht (figuur 6)

In figuur 6 is de dagelijkse lichthoeveelheid in De Bilt tijdens de proef van Voogt en Sonneveld weergegeven. De instraling is berekend als een gemiddelde voor een bepaalde dag en de vier daaraan voorafgaande dagen. Pieken zijn er na 110, 140, 170, 230 en 270 dagen, dalen na 115, 160, 190-215, 245 en 260 dagen.



Figuur 5. Het verloop van de Mg-opname gedurende de groei van tomat. Zie verder bijschrift figuur 1.

Figure 5. Course of Mg uptake during the growth of tomato. See legend to figure 1.

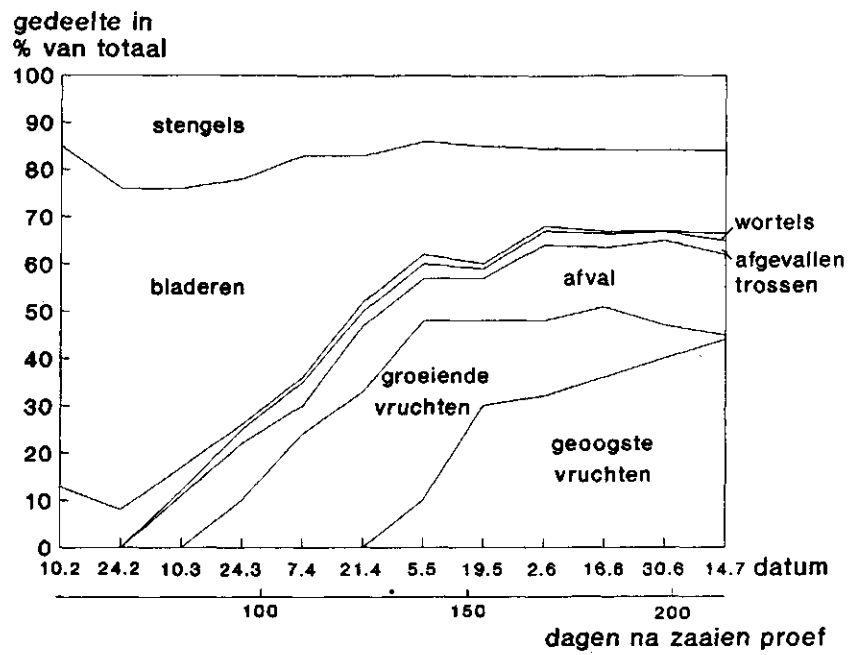


Figuur 6. Het verloop van de instraling gemeten door het KNMI in De Bilt in de periode van de tomatenproef van Voogt en Sonneveld. Gemiddelde van de aangegeven dagen en de 4 voorafgaande dagen.

Figure 6. Course of radiation as measured by the Royal Dutch Meteorological Institute at De Bilt for the period in which the tomato experiment of Voogt and Sonneveld was conducted. Averages of the days indicated and the four preceding days.

2.4. Ontwikkeling van de plant (figuur 7)

In figuur 7 is de ontwikkeling van verschillende delen van de tomatenplant weergegeven. Het begin van de vruchtontwikkeling (na circa 100 dagen) kan een grote invloed op de opnamesnelheid hebben.



Figuur 7. Verdeling van de drogestof over verschillende delen van de plant gedurende de groei van tomaat (Anoniem, 1968).

Figure 7. Distribution of dry matter over different plant parts during growth of tomato (Anon., 1968).

3. DISCUSSIE

Hoewel wat talrijker dan bij sla, is het aantal proeven waaruit opnamecurven kunnen worden berekend ook bij tomaat vrij gering. Dit geldt speciaal voor proeven op NFT of watercultuur. Ook hier geldt dat de proefomstandigheden vaak slecht bekend zijn. Dit betekent dat het moeilijk is de nauwkeurigheid van de punten van de curven aan te geven.

Het beeld van de opnamesnelheid (mmol per plant per dag) gedurende de teeltduur bij tomaat verschilt duidelijk van dat bij sla. Karakteristiek is hier het optreden van pieken en dalen in de curve zoals bij N, P, K, Ca en Mg, terwijl bij sla meestal sprake is van een curve die tijdens de groeiperiode stijgt. De lineaire fase van de groei is bij tomaat veel langer dan bij sla (Geissler en Kurnoth, 1961; Geisler et al., 1964). De totale groeiduur van een tomategewas kan 300 dagen bedragen. Temperatuur en licht kunnen gedurende deze lange periode sterk variëren. Daarnaast zal het begin van de trosvorming en van de oogst van de tomaten ook een rol kunnen spelen.

Voor de variaties in de opname bij tomaat kan een aantal mogelijkheden ter verklaring worden gegeven. Een belangrijke factor kunnen verschillen in de instraling gedurende de groeiduur zijn. Zo vonden Adams en Grimmitt (1986) een vrijwel lineair verband tussen licht en de K-opname in het gebied tot 2500 Joule per cm^2 per dag. Tremblay et al. (1984) vonden bij een extra belichting met 75 en 150 Joule per cm^2 per dag een verhoogde opname van water, N, P, K, Ca en Mg. Vooral het effect op de Ca-opname was in de proeven groot. De proeven van Tremblay werden in Canada uitgevoerd in de vrij donkere periode van december tot mei.

In het experiment van Voogt en Sonneveld (pers. meded.) vallen de hoogste pieken voor de elementen N, K, Ca en Mg ongeveer in dezelfde periode na het zaaien. Voor N (voornamelijk als nitraat) en K was dit op basis van de ionenbalans ook te verwachten. De pieken bevinden zich in bovengenoemde proef in de periode 90-120, 150-175, 210-260 en na 270 dagen na het zaaien. Eén van de mogelijke oorzaken kan gelegen zijn in de grotere instraling juist in deze periode. Het in figuur 6 weergegeven pieken- en dalenpatroon komt, op een enkele uitzondering na (o.a. de piek na 140 dagen), overeen met dat voor de N-, K-, Ca- en Mg-opname. Verschillen in de lichtintensiteit kunnen dus een rol spelen bij de variaties in de opnamesnelheid. Een andere mogelijke verklaring voor de variatie in het gebied rond 100 dagen kan zijn dat het **begin van de**

vruchtvorming de opname beïnvloedt. Ook het **plukken** van rijpe vruchten kan een rol spelen. De gewichtsfracties van de verschillende delen van de tomaat gedurende de groei zijn in figuur 7 weergegeven. Hieruit blijkt hoe groot het aandeel van de vruchten in verschillende stadia is. Tenslotte zal ook het "**sluiten**" en de daarmee gepaard gaande verminderde lichtopvang en gewijzigde verdamping van het gewas de vorm van de curve bepalen.

Merkwaardig is het volkomen verschillend gedrag van Ca en Mg na ongeveer 225 dagen. Terwijl de K- en Ca-opname, de instraling en wateropname (hier niet gegeven) hoog zijn is de Mg-opname laag. De onderlinge concurrentie tussen Mg enerzijds en K en Ca anderzijds kan hier een rol spelen.

Uit de proeven werd een aantal globale gegevens over **cumulatieve opname per plant** en de **opname per plant per dag** berekend (figuren 1-5). De laatste gegevens over opnamesnelheid zijn te gebruiken als basis voor de capaciteitsbepaling van het NFT-systeem voor N, P, K, Ca en Mg voor tomaat. Ook de in tabel 2 gegeven maximale en minimale waarden voor de opnamesnelheid kunnen daaraan bijdragen.

We willen hierbij de heren W. Voogt en C. Sonneveld (PTOG) hartelijk bedanken voor het beschikbaar stellen van hun proefresultaten. Verder ook de heer dr.ir. J.P.N.L. Roorda van Eysinga voor het beschikbaar stellen van zijn collectie overdrukken op dit gebied.

4. SAMENVATTING

Een werkgroep binnen het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid houdt zich bezig met de regeling van het nutriëntenaanbod in de teelt van een aantal tuinbouwgewassen op voedingsfilm (NFT). Voordelen van NFT boven teelt in grond of substraatteelt zijn betere mogelijkheden tot regeling van de water- en nutriëntentoevoer, de mogelijkheid tot volledige recirculatie en daardoor het vermijden van milieubelasting veroorzaakt door de surplusoplossing.

Deze studie voor tomaat is een vervolg op die voor sla. Evenals bij sla is het de bedoeling om kennis te verzamelen over de opnamecurven voor de hoofdelementen. De gegevens zijn in eerste instantie nodig om de vereiste capaciteit van het NFT-systeem te kunnen berekenen. Voorts geven ze inzicht in de behoefte van de plant, zodat in sterker bufferende systemen anticiperend kan worden gedoseerd. De berekeningen zijn gebaseerd op literatuurgegevens en gegevens van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas. De gegevens zijn geselecteerd op grond van omstandigheden tijdens de groei en omvatten proeven op voedingsfilm, watercultuur en grond. De gegevens van voedingsfilm zijn voor ons doel het belangrijkste.

De cumulatieve opname en de opname per dag zijn bepaald. In de NFT-teelt varieerde de opname (in mmol per plant per dag) voor N van 1-15, voor P van 0,6-1,5, voor K van 1-13, voor Ca van 1-3,5 en voor Mg van 0,4-1,4.

Een typerend verschil tussen de curven bij tomaat en die bij sla is de grotere variatie in de opname gedurende de groei bij tomaat. Er zijn sterke aanwijzingen dat deze verband houdt met variaties in de instraling, naast de invloed van vruchtvorming en het periodiek plukken van de vruchten.

Uitvoeriger onderzoek over opnamepatronen van tomaat onder geconditioneerde omstandigheden en in relatie tot de omgevingsfactoren - zoals licht - is wenselijk.

5. SUMMARY

In the Institute for Soil Fertility a working group studies the regulation of the nutrient supply in the culture of a number of horticultural crops on nutrient film (NFT). Advantages of NFT over soil and substrate cultivation are that it makes better regulation possible of the supply of water and nutrients, and that it precludes discharge of nutrients into the environment (complete recirculation).

This study for tomato is a continuation of an earlier report on lettuce. Again the purpose is to gain information on absorption rates of the macroelements during the growing period. The data are important for calculating the right capacity of the NFT-system. The data used for the calculation of the curves come from literature research and information about experiments carried out by the Glasshouse Crops Research and Experiment Station in Naaldwijk. Selection criteria for the results were the experimental conditions. The experiments were done on soil, but especially on water culture and nutrient film. The last results are the most relevant to us.

In figure 1-5 **absorption curves** are recorded for tomato. The curves give the cumulative uptake (mg or mmol per plant) or uptake rate (mg or mmol per plant per day). In the NFT-experiment the quantities absorbed, expressed in mmol per plant per day, ranged for N from 1 to 15, for P from 0.6 to 1.5, for K from 1 to 13, for Ca from 1 to 3.5 and for Mg from 0.4 to 1.4.

A typical difference between the uptake curves for tomato and lettuce was the strong fluctuation in absorption rates during the growing period of tomato. There are strong indications that these variations are connected with light intensity and the influence of fruit development and periodical picking of the fruits.

More results are needed of experiments with tomato under controlled conditions, so that uptake rates can also be correlated with environmental factors such as light.

6. LITERATUUR

- Anoniem, 1968. Etude de l'alimentation minérale de la tomate de serre en culture de printemps. *Revue Pépiniéristes, Horticulteurs, Maraichers*, décembre: 1-8.
- Adams, P. and Grimmett, M.M., 1986. Some responses of tomatoes to the concentration of potassium in recirculating nutrient solutions. *Acta Hortic.* 178: 29-35.
- Geissler, Th. and Kurnoth, P., 1961. Der Nährstoffentzug einer frühen Tomatenkultur unter Glas. *Arch. Gartenbau IX*: 175-205.
- Geissler, Th., Drews, M. und Kaufmann, H.G., 1964. Der Nährstoffentzug von Kopfsalat beim Anbau unter Glas. In: *Zum Ertrags- und Qualitätssteigerung im Gemüsebau. Akademie der Landwirtschaften DDR*, pp. 75-95.
- Goor, B.J. van, 1987. Nutriëntenbehoefte van enkele tuinbouwgewassen tijdens de teelt. I: sla. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 10-87, 29 pp.
- Khudheir, G.A. and Newton, P., 1980. Nutrient uptake by tomato plants grown with nutrient film technique. *Proc. ISOSC, Wageningen*, pp. 215-228.
- Letey, J., Jarrell, W.M., and Valoras, N., 1982. Nitrogen and water uptake patterns and growth of plants at various minimum solution nitrate concentrations. *J. Plant Nutrit.* 5: 73-89.
- Tremblay, N., Trudel, M.J. and Gosselin, A., 1984. Influence of supplementary lighting (HPS) on yield and mineral nutrition of tomato plants grown in hydroponic culture. *Proc. ISOSC, Lunteren*, pp. 697-703.
- Ward, G.M., 1967. Growth and nutrient absorption in greenhouse tomato and cucumber. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 90: 335-341.
- White, R.A.J., 1964. Nutrient uptake by glasshouse tomatoes grown with trickle irrigation and daily liquid feeding. *N. Z. J. Agric. Res.* 7: 619-623.
- Wilcox, G.E., 1984. Nutrient uptake by tomatoes in nutrient film technique hydroponics. *Acta Hortic.* 145: 173-180.
- Winsor, G.W. and Massey, D.M., 1978. Some aspects of the nutrition of tomatoes grown in recirculating solution. *Acta Hortic.* 82: 121-132.