

FOIL  
HORTIKULTURA  
Ann. 17/1, 2005, 91-100

## **Kesan paras sulfat dalam larutan nutrien ke atas pertumbuhan tumbuhan dan kandungan sulfur dalam tumbuhan tomato**

*Iwona Kowalska*

Jabatan Penanaman Tanah dan Pembajaan dalam Universiti  
Pertanian Hortikultur di Kraków  
29 Listopada 54, 31-425 Kraków, Poland  
e-mel: rokowals@cyf-kr.edu.pl

Kata kunci: teknik filem nutrien, sulfat, larutan nutrien, luas daun

### ABSTRAK

Kesan pelbagai kepekatan sulfat dalam larutan nutrien 2- dm<sup>-3</sup>) terhadap kandungan sulfur 600 mg SO<sub>4</sub> dalam tumbuhan juga (I – 200, II – 400, dan III – kerana ketinggian tumbuhan dan luas daun tumbuhan tomato yang ditanam dengan teknik filem nutrien (NFT) telah disiasat. Jumlah paras-S dan S-SO<sub>4</sub> ditentukan dalam helaian daun bahagian atas, sederhana dan bawah tumbuhan, semasa 3 fasa pertumbuhan tomato dan juga dalam akar. Peningkatan kepekatan sulfat dalam larutan nutrien mengakibatkan peningkatan jumlah tahap S dan S-SO<sub>4</sub> dalam semua bahagian tumbuhan yang dianalisis, tanpa mengira fasa pertumbuhan. Tiada kesan ketara SO<sub>4</sub> yang berbeza

<sup>2-</sup> tahap dalam larutan nutrien pada pertumbuhan tomato dan luas daun.

92

## PENGENALAN

Sulfur merupakan faktor penting dalam pemakanan tumbuhan. Ia adalah salah satu komponen asid amino sulfur (cysteine dan methionine) dan banyak sebatian lain, contohnya glutation atau ferredoxin, yang memainkan fungsi fisiologi yang penting. Walaupun permintaan untuk sulfur bergantung kepada spesies tumbuhan, jumlah dan kadar pengambilan sulfur daripada larutan nutrien bergantung kepada banyak faktor, termasuk pH, suhu, akses kepada tenaga, kepekatan sulfat dan kehadiran ion lain (Siuta dan Rejman-Czajkowska 1980). Dengan peningkatan pengumpulan ion sulfat dalam larutan nutrien, pengambilannya oleh tumbuhan meningkat. Setelah mencapai tahap tertentu, pelbagai untuk spesies tumbuhan yang berbeza, peningkatan kepekatan selanjutnya tidak menjejaskan pengambilan lagi. Walau bagaimanapun, kepekatan sulfat yang tinggi boleh menjejaskan perkembangan tumbuhan dan hasil tanaman (Cerde et al. 1984).

Dalam penanaman hidroponik lebih pengumpulan ion tertentu, termasuk sulfat, dalam zon akar adalah fenomena yang kerap (Zekki et al. 1996, Lopez et al. 1998). Masih terdapat sedikit maklumat yang tersedia mengenai kesan peningkatan kepekatan sulfat, hasil daripada pengumpulannya dalam larutan nutrien ke atas pembangunan dan hasil tumbuhan.

Matlamat kajian ini adalah untuk menentukan kesan kepekatan sulfat yang berbeza dalam larutan nutrien ke atas pertumbuhan dan jumlah tahap S dan S-SO<sub>4</sub> dalam tumbuhan tomato yang ditanam dalam sistem NFT.

## BAHAN DAN KAEDAH

Kajian telah dijalankan pada tahun 2001 dan 2002 ke atas pokok tomato rumah hijau 'Cunero F1'. Tumbuhan ditanam dalam 3 unit bebas teknik filem nutrien (NFT), diisi dengan papak rockwool dan dibekalkan oleh larutan nutrien dengan dm-3 primer yang berbeza; iaitu unit I – kepekatan sulfat (mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 200, II – 400, dan III – 600.

Semasa penanaman, kepekatan nutrien lain dalam semua unit dikekalkan pada tahap yang sama; bergantung kepada fasa pertumbuhan tumbuhan (Wysocka-Owczarek 2001) dan cadangan Syarikat Benih De Ruiter untuk 'Cunero F1' kekekatannya telah diselaraskan. Pada masa penempatan tumbuhan dalam papak kepekatan nutrien adalah (mg dm-3): N 210, P 50, K 250-280, Ca 220, Mg 60-70, Fe 1.6, Cu 0.07-0.1, Mn 0.6-1.0, Zn 0.2, B 0.2-0.3, Mo 0.02-0.03. Tahap pertama sulfat dalam larutan dicapai dengan penggunaan baja berganda (Superba Red). Penyelesaian yang tinggal adalah berasaskan baja tunggal, garam dan asid. Penyahoptan loji telah dilakukan pada kluster ke- 8 .

Taburan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> dalam tumbuhan tomato telah dinilai, dengan mengambil kira fasa perkembangannya dan lokasi helaian daun yang diambil sampel. Jumlah kepekatan-S dan S-SO<sub>4</sub> ditentukan pada tiga peringkat pertumbuhan yang berbeza, iaitu pada pembungaan kelompok I-II (F), pada pematangan buah pertama pada masa pertama.

kelompok (R) dan pada peringkat berbuah penuh (FF). Pada peringkat pembentukan buah, helai daun yang diambil sampel secara berasingan dari bahagian atas dan bawah tumbuhan telah dianalisis. Untuk tujuan ini 3 tumbuhan yang ditanam sebagai lebih dalam setiap unit NFT telah dipotong. Mereka kemudiannya dipotong separuh; dengan cara ini bahagian atas dan bawah tumbuhan diperolehi. Pada peringkat kedua dan ketiga penentuan pertumbuhan dibuat dalam helaian daun yang diambil sampel secara berasingan daripada tiga bahagian tumbuhan, iaitu bahagian atas, sederhana dan bawah. Pada akhir penanaman, penentuan juga dibuat ke atas sampel akar yang dikumpul.

Analisis kimia dibuat berikutan mineralisasi kering sampel. Kandungan jumlah S ditentukan menggunakan radas Leco SC-132, manakala sulfat dengan kaedah nephelometric (Ostrowska et al. 1991), selepas pengekstrakan dengan ammonium asetat. Kepekatan sulfat dalam tumbuhan dinyatakan sebagai % sulfur (S-SO<sub>4</sub>).

Pada tahun 2001 pertumbuhan tumbuhan ditentukan dengan mengukur ketinggian tumbuhan dan luas daun. Daun yang terletak di bawah kelompok dipilih untuk pengukuran. Pengukuran daun dilakukan dua kali iaitu pada peringkat pertumbuhan dan perkembangan penuh. Luas daun dikira dengan menggunakan formula  $0.775 \times (a \times b) \times 0.927$ , di mana „a” bermaksud panjang dan „b” lebar daun (Starzecki et al. 1989).

Keputusan tertakluk kepada sehalu (luas daun dan ketinggian tumbuhan) atau dua hala (jumlah kandungan S dan S-SO<sub>4</sub>) analisis varians dan ujian Duncan pada  $p = 0.05$ .

#### KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Sepanjang tempoh pertumbuhan keseluruhan tumbuhan tomato, pengumpulan sulfat dalam larutan nutrien diperhatikan. Pada peringkat berbuah penuh kepekatan mencapai tahap 850-1000 (unit I), 1000-1100 (II), 1250-1400 (III) dan 800-850 (I), 900-1000 (II), 1250 (III) mg dm<sup>-3</sup>, masing-masing pada tahun 2000 dan 2001. Maklumat terperinci mengenai perubahan dalam kandungan sulfat dalam unit tertentu dan pada peringkat fasa pertumbuhan tertentu telah diterbitkan dalam penerbitan lain (Kowalska 2004).

Dalam kedua-dua tahun penanaman, peningkatan kepekatan sulfat dalam larutan nutrien menyebabkan peningkatan ketara dalam kandungan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> dalam semua bahagian tumbuhan yang dianalisis. Peningkatan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> dalam daun dan akar (Jadual 1a dan 1b) adalah akibat daripada pengambilan sulfat yang lebih tinggi. Menurut Randle et al. (1999) tumbuhan yang ditanam dalam keadaan pengambilan sulfat yang lebih tinggi berhubung dengan keperluan, mengumpul lebih sulfat yang diserap dalam vakuol sebagai S-SO<sub>4</sub> atau, dalam kes beberapa spesies (contohnya kubis), dalam bentuk metabolit organik sekunder (Randle et al. 1999).

Table 1a. The effects of the sulphate level in the nutrient solution and stage of plant development on mineral composition of leaves and roots (% of dry matter) of greenhouse tomato grown in NFT (in 2000)

Sulphate levels (mg dm <sup>-3</sup> )	Stage of development <sup>1</sup>	S						S-SO <sub>4</sub>						
		Leaves			Roots			Leaves			Roots			
		upper	middle	lower	upper	middle	lower	upper	middle	lower	upper	middle	lower	
200	F	0.81		2.38		2.38		0.56		1.12		0.83		0.97
	R	0.70	2.05	2.30		2.30		0.52	1.76		2.26		2.26	
	FF	1.87	2.37	2.76		2.76		1.48	1.40		2.17		2.17	0.60
400	F	0.98		2.58		2.58		0.68		1.11		1.11		1.13
	R	0.73	2.19	2.54		2.54		0.49	1.88		2.26		2.26	
	FF	2.74	3.03	2.99		2.99		2.05	1.85		2.61		2.61	1.16
600	F	1.10		2.79		2.79		0.79		1.38		1.38		1.02
	R	0.91	2.37	2.58		2.58		0.68	2.02		2.48		2.48	
	FF	2.89	3.13	3.16		3.16		2.09	2.02		2.53		2.53	0.96
Mean for:														
Sulphate levels	200	1.13	2.21	2.48		2.48		0.85	1.61		1.75		1.75	0.78
	400	1.48	2.61	2.70		2.70		1.07	1.86		1.99		1.99	1.15
	600	1.63	2.75	2.84		2.84		1.18	2.02		2.13		2.13	0.99
Stage of development	F	0.96		2.58		2.58		0.67		1.11		1.11		1.04
	R	0.77	2.20	2.47		2.47		0.56	1.89		2.33		2.33	
	FF	2.50	2.84	2.97		2.97		1.87	1.77		2.44		2.44	0.90
LSD <sub>0.05</sub> for:														
Sulphate levels		0.113	0.205	0.167		0.167		0.127	0.189		0.140		0.140	0.124
Stage of development		0.113	0.164	0.104		0.104		0.127	n.s.		0.140		0.140	0.101
Interaction		0.196	0.290	n.s.		n.s.		0.221	n.s.		n.s.		n.s.	0.175

<sup>1</sup> F - flowering; R - ripening of first fruits; FF - full fruiting; n.s. - non-significant

Table 1b. The effects of the sulphate level in the nutrient solution and stage of plant development on mineral composition of leaves and roots (% of dry matter) of greenhouse tomato grown in NFT (in 2001)

Sulphate levels (mg dm <sup>-3</sup> )	Stage of development <sup>1</sup>	S						S-SO <sub>4</sub>							
		Leaves			Roots			Leaves			Roots				
		upper	middle	lower	upper	middle	lower	upper	middle	lower	upper	middle	lower		
200	F	0.73	1.72	1.23	0.73	1.23	0.96	0.33	1.21	1.21	0.96	0.33	1.21	1.21	0.96
	R	0.58	1.48	2.23	0.58	2.23	1.90	0.23	1.32	1.32	1.90	0.23	1.32	1.32	1.90
	FF	1.21	1.48	2.12	1.21	2.12	1.85	1.07	1.32	1.32	1.85	1.07	1.32	1.32	1.85
400	F	0.78	1.72	1.22	0.78	1.22	1.08	0.42	1.29	1.29	1.08	0.42	1.29	1.29	1.08
	R	0.61	2.33	2.21	0.61	2.21	2.11	0.31	1.69	1.69	2.11	0.31	1.69	1.69	2.11
	FF	1.43	2.33	2.24	1.43	2.24	2.16	1.14	1.69	1.69	2.16	1.14	1.69	1.69	2.16
600	F	0.84	2.01	1.33	0.84	1.33	1.26	0.64	1.45	1.45	1.26	0.64	1.45	1.45	1.26
	R	0.72	2.60	2.67	0.72	2.67	2.57	0.34	2.21	2.21	2.57	0.34	2.21	2.21	2.57
	FF	1.81	2.60	2.92	1.81	2.92	2.69	1.46	2.21	2.21	2.69	1.46	2.21	2.21	2.69
Mean for:															
Sulphate levels	200	0.84	1.61	1.86	0.84	1.86	1.57	0.54	1.27	1.27	1.57	0.54	1.27	1.27	1.57
	400	0.94	2.03	1.89	0.94	1.89	1.78	0.63	1.49	1.49	1.78	0.63	1.49	1.49	1.78
	600	1.12	2.31	2.30	1.12	2.30	2.17	0.81	1.83	1.83	2.17	0.81	1.83	1.83	2.17
Stage of development	F	0.78	1.82	1.26	0.78	1.26	1.10	0.46	1.32	1.32	1.10	0.46	1.32	1.32	1.10
	R	0.63	2.14	2.37	0.63	2.37	2.19	0.29	1.74	1.74	2.19	0.29	1.74	1.74	2.19
	FF	1.48	2.14	2.42	1.48	2.42	2.23	1.22	1.74	1.74	2.23	1.22	1.74	1.74	2.23
LSD <sub>0.05</sub> for:															
Sulphate levels		0.155	0.262	0.122	0.155	0.122	0.193	0.116	0.333	0.333	0.193	0.116	0.333	0.333	0.193
	Stage of development	0.155	0.214	0.122	0.155	0.122	0.178	0.116	0.279	0.279	0.178	0.116	0.279	0.279	0.178
Interaction	n.s.	0.370	0.211	n.s.	0.211	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>1</sup>Note: see Table 1a

Perbezaan antara kandungan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> pada daun tengah dan bawah (Jadual 1a dan 1b), tanpa mengira kepekatan sulfat dalam larutan nutrien, tidak mempunyai kesan ke atas kepekatan sulfur organik tersintesis, dan lebih sulfur yang diambil. disimpan dalam bentuk sulfat.

Kandungan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> yang tinggi dalam tumbuhan tomato menunjukkan lebih pengambilan sulfat. Walau bagaimanapun, pengumpulan serentak sulfat dalam zon akar tumbuhan dalam semua unit menunjukkan aktiviti mekanisme menyekat pengambilan sulfat dalam jumlah yang toksik untuk tumbuhan. Gejala luaran ketoksikan yang berkaitan dengan lebih kandungan sulfat dalam larutan nutrien tidak diperhatikan. Kesan kandungan sulfat yang berbeza terhadap hasil dan kualiti tanaman juga tidak dibuktikan, yang telah didokumenkan oleh orang lain (Kowalska dan Sady 2003). Menurut Herschbach dan Ronnenberg (1994), apabila kepekatan sulfat dalam zon akar adalah berlebihan, pengambilan berlebihan mereka oleh akar meningkatkan sintesis glutathione dalam daun dan jumlah tertentu ia diangkut ke akar, yang menandakan keperluan untuk mengurangkan sulfat. pengambilan.

Di bahagian atas daun, bersama-sama dengan peningkatan kandungan sulfat dalam larutan nutrien, peningkatan kandungan sulfur organik diperhatikan (perbezaan antara peningkatan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub>, Jadual 1a dan 1b). Daun atas, yang tertakluk kepada penentuan, selalunya yang termuda, selalunya masih tumbuh.

Tindak balas pengurangan asimilasi sulfat kepada sebatian organik adalah paling sengit pada peringkat pertumbuhan daun maksimum (Starck 2002). Kemungkinan besar tindak balas ini membawa kepada peningkatan kandungan sulfur organik dalam daun ini.

Kepekatan komponen yang dianalisis juga bergantung pada peringkat pertumbuhan tumbuhan. Dengan penuaan tumbuhan, kepekatan jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> dalam daun meningkat. Perbezaan antara jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> pada peringkat pertumbuhan tertentu pada tahun 2001 menurun (Jadual 1b). Kecenderungan sedemikian tidak diperhatikan pada tahun 2000. Menurut Nowotny-Mieczyska (1976), dengan kandungan penuaan tumbuhan sulfur termasuk sebatian organik berkurangan, dengan peningkatan serentak dalam sebatian bukan organik. Fenomena ini adalah akibat langsung daripada melemahnya proses pengurangan sulfat dan pemindahan ke organ generatif hanya jumlah sulfur yang amat diperlukan yang diperlukan untuk dimasukkan ke dalam organ ganti generatif.

Dalam kedua-dua tahun penanaman, interaksi yang ketara antara tahap sulfat dalam larutan nutrien dan peringkat pertumbuhan tumbuhan berkenaan dengan jumlah kandungan S dalam tumbuhan (kecuali daun atas pada tahun 2001; Jadual 1a dan 1b) dan kandungan S-SO<sub>4</sub> di bahagian atas daun dan akar (pada tahun 2000; Jadual 1a) diperhatikan. Dalam tumbuhan yang lebih muda, kandungan jumlah-S dalam daun meningkat dengan peningkatan paras sulfat dalam larutan nutrien, manakala pada tumbuhan yang lebih tua tiada kesan dos sulfat tertinggi pada kandungan jumlah-S dalam daun ditemui. Kecenderungan yang sama juga diperhatikan oleh Lopez et al. (1996).

$\text{SO}_4^{2-}$  tahap dalam larutan nutrien tidak mempunyai kesan ke atas ketinggian pokok tomato (Jadual 2) dan luas daun pada peringkat pertumbuhan dan perkembangan penuh (Jadual 3). Hanya kawasan daun di bawah kluster kelima yang diukur pada peringkat pertumbuhan dalam unit III, iaitu dengan kandungan sulfat awal yang tertinggi, adalah jauh lebih rendah berbanding dalam masing-masing). daun tumbuhan yang ditanam dalam unit I dan II (200 dan 400 mg  $\text{SO}_4^{2-}$  dm<sup>-3</sup>, masing-masing). Perbezaan ini tidak ditemui dalam ukuran daun seterusnya yang dibuat pada peringkat perkembangan penuh. Begitu juga, Bellert et al. (1998) tidak membuktikan kesan paras sulfat dalam larutan nutrien dalam penanaman NFT terhadap pertumbuhan dan luas daun. Dalam kajian yang dijalankan oleh Cerda et al. (1984), kandungan sulfat melebihi 45 mg dm<sup>-3</sup> mengurangkan luas daun. Keputusan yang diperolehi dalam eksperimen ini menunjukkan bahawa sulfat tidak mempunyai kesan yang ketara ke atas perkembangan vegetatif tumbuhan tomato, yang mungkin merupakan akibat daripada pemakanan tumbuhan yang mencukupi.

Jadual 2. Kesan paras sulfat dalam larutan nutrien ke atas ketinggian (cm) tumbuhan tomato (pada tahun 2001)

Paras sulfat (mg dm <sup>-3</sup> )	Tarikh pengukuran rd 3				
	<sup>-3</sup> ke 10 hari Mac 86.3	<sup>1</sup> st 10 hari April 111.8	<sup>2</sup> nd 10 hari April 122.3	10 hari April 141.7	<sup>-3</sup> ke 10 hari Mei 197.0
200	83.8	109.0	118.3	136.1	196.4
400	82.1	107.3	116.8	135.7	194.1
600					
LSD0.05	NS	NS	NS	NS	NS

Jadual 3. Kesan paras sulfat dalam larutan nutrien ke atas luas daun (cm<sup>2</sup>) tumbuhan tomato (pada tahun 2001)

Sulfat (mg dm <sup>-3</sup> )	Di bawah kluster ke-2		Bawah kluster ke-3		Bawah kluster ke-5		
	<sup>-3</sup> ke 10 hari pertama bulan Mac	10 hari pertama April	10 hari 2 April	10 hari April	<sup>2</sup> nd 10 hari April	10 hari ke -3 April	
200	528.5	588.6	802.6	578.4	777.2	191.1	488.7
400	509.4						
600	479.8	777.4	470.1	730.4	127.8	396.8	
LSD0.05	NS	NS	NS	NS	53.50	NS	NS

## KESIMPULAN

- Dengan peningkatan paras sulfat dalam larutan nutrien, kandungan sulfat dalam daun bertambah.
- Kepekatan tinggi jumlah-S dan S-SO<sub>4</sub> tidak disertai oleh luaran gejala ketoksikan.
- Perbezaan paras sulfat dalam tumbuhan tidak memberi kesan pada luas helai daun dan ketinggian tumbuhan.

98

## PENGHARGAAN

Kajian ini disokong oleh Jawatankuasa Penyelidikan Saintifik Negeri Poland (projek 5 P06C 012 18).

## RUJUKAN

- CERDA A., MARTINEZ V., CARO M., FERNANDEZ FG, 1984. Kesan kekurangan sulfur dan lebihan ke atas hasil dan pengumpulan sulfur dalam tumbuhan tomato. *J. Nutr Tumbuhan*. 7: 1529-1543.
- BELLERT C., BOT L., DORAIS M., LOPEZ J., GOSSELIN A., 1998. Pengumpulan nitrogen dan pertumbuhan tumbuhan tomato berbuah dalam hidroponik. *Acta Hort*. 458: 293-301.
- HERSCHBACH C., RONNENBERG H., 1994. Pengaruh glutation (GSH) terhadap pengambilan bersih pengangkutan sulfat dan sulfat dalam loji tembakau. *J. Exp. Bot*. 45: 1069-1076.
- KOWALSKA I., SADY W., 2003. Kesan paras sulfat yang berbeza pada zon akar pada kepekatan sebatian mineral dalam daun tomato rumah hijau yang ditanam di NFT. *Acta Hort*. 604 (2): 499-504.
- KOWALSKA I., 2004. Kesan paras sulfat dalam larutan nutrien ke atas komposisi mineral daun dan pengumpulan sulfat di zon akar tumbuhan tomato. *Folia Hort*. 16(1): 3-14.
- LOPEZ J., TREMBLAY N., VOOGOT W., DUBE S., GOSSELIN A., 1996. Kesan kepekatan sulfat yang berbeza-beza terhadap pertumbuhan, fisiologi dan hasil tomato rumah hijau. *Scientia Hort*. 67: 207-217.
- LOPEZ J., DORAIS M., TREMBLAY N., GOSSELIN A., 1998. Kesan kepekatan sulfat yang berbeza-beza dan defisit tekanan wap (VPD) ke atas kualiti buah tomato rumah hijau, kepekatan nutrien daun dan komponen asid amino. *Acta Hort*. 458: 303-310.
- NOWOTNY-MIECZYŃSKA A., 1976. Fisiologi pemakanan mineral tumbuhan. *PWRiL, W-wa*.
- RANDLE WM, KOPSELL DE, KOPSELL DA, SNYDER RL, 1999. Jumlah pengumpulan sulfur dan sulfat dalam bawang dipengaruhi oleh kesuburan sulfur. *J. Nutr Tumbuhan*. 22(1): 45-51.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŃKA Z., 1991. Kaedah analisis dan penilaian sifat tanah dan tumbuhan. Institut Perlindungan Alam Sekitar, Warsaw.
- SIUTA J., REJMAN-CZAJKOWSKA M., 1980. Sulfur dalam biosfera. *PWRiL, Warsaw*.

- STARCK Z., 2002. Pengurusan mineral tumbuhan. Dalam: Fisiologi tumbuhan. J. Kopcewicz, S. Lewak (eds), PWN, Warsaw: 228-245.
- STARZECKI W., LIBIK A., GEMBOŹYŹ E., 1989. Penggunaan ukuran linear untuk mentakrifkan bilah luas daun dalam penanaman tomato rumah hijau. *Folia Hort.* 1(1): 21-29.
- WYSOCKA-OWCZAREK M., 2001. Tomato di bawah penutup. Penanaman tradisional dan moden. Hortpress, Warsaw.
- ZEKKI H., GAUTHIER L., GOSELIN A., 1996. Pertumbuhan, produktiviti dan komposisi mineral tomato rumah hijau yang ditanam secara hidroponik, dengan atau tanpa kitar semula larutan nutrien. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(6): 1082-1088.

#### PENGARUH KANDUNGAN SULFAT DALAM MEDIUM TERHADAP PEMBANGUNAN DAN KANDUNGAN BULUR DALAM TANAMAN TOMATO

Abstrak: Pengaruh kepekatan berbeza 2 -dm-3 sulfat) ke atas kandungan sulfur dalam medium (I - telah disiasat. 200, II - 400 dan III - 600 mg SO<sub>4</sub> ) dalam tumbuhan serta ketinggian dan luas daun tomato yang ditanam menggunakan kaedah NFT. Penentuan jumlah dan sulfat S dilakukan dalam plat daun dari bahagian atas, tengah dan bawah tumbuhan, dikumpulkan dalam 3 fasa pertumbuhan tomato, serta dalam jisim akar. Meningkatkan kepekatan sulfat dalam medium meningkatkan kandungan jumlah dan sulfur sulfat dalam semua bahagian tumbuhan yang dianalisis, tanpa mengira fasa pembangunan. Tiada pengaruh ketara tahap SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dalam medium untuk pertumbuhan dan permukaan tomato daun.

Diterima pada 5 Ogos 2004; diterima pada 26 April 2005