

## 관비재배시 토마토 생육과 품질에 미치는 폐양액과 기존 비료의 효과

장성호<sup>1</sup> · 서지호<sup>2</sup> · 강호민<sup>2</sup> · 김일섭<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>절강성 농업과학원 채소연구소, <sup>2</sup>강원대학교 원예학과

### Effect of Waste Nutrient Solution and Fertigation Nutrient Solution on the Growth and Qualities of Tomato Grown by Fertigation

Cheng Hao Zhang<sup>1</sup>, Zhihao Xu<sup>2</sup>, Ho-Min Kang<sup>2</sup>, and Il Seop Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Vegetables Institute, Zhejiang Academy of Agricultural Science, Hangzhou, 310021, China

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**Abstract.** Waste nutrient solution (WNS) that was the drained nutrient solution of Horticultural Research Institute of Japan for culture tomato in perlite hydroponics showed 1.9-2.4 dS·m<sup>-1</sup> of EC and 5.7-7.1 pH from April to July. Although NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N concentration of WNS decreased remarkably, the other nutrients did not change significantly, as compared with supplied solution. There were no significant differences in plant height, stem diameter, and the other growth characteristics of tomato plants grown by 2 fertigation nutrient solutions; BHF (Bountiful Harvest Fertilizer, 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu that made in Korea) and Megasol (11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu that made in Belgium.); however, the chlorophyll content of tomato leaf was highest in WNS. The fresh and dry weight of tomato plants were higher in 3 fertigation treatments than irrigation of tap water, while there were no significant differences in fresh and dry weight among the 3 fertigation treatments. The mineral content of tomato leaf also did not show any differences among the 3 fertigation treatments and any regular tendency in all minerals. Total yield, fruit weight and fruit numbers of tomato were higher in WNS, followed by Megasol, BHF and control, although there were not any difference among the 3 fertigation nutrient solution treatments. BER(blossom-end rot) of tomato fruits decreased in fertigation treatments, especially, fruits grown in WNS and BHF showed lower BER. However, the transpiration rate of leaf was higher in control, followed by BHF, WNS and Megasol. The fruit size and soluble solids content was higher in 3 fertigation nutrient treatments than control. These results suggest that WNS can be used for fertigation solution in tomato because yield and quality of tomato fruit grown in WNS fertigation treatment were similar to those in 2 fertigation nutrient solutions treatments(BHF, Megasol).

**Additional key words:** blossom-end rot, dry weight, EC, fresh weight, pH, transpiration rate, yield

## 서 언

관비(fertigation)는 관수(irrigation)와 시비(fertilizer)의 합성어로 작물에 공급되는 물과 양분을 동시에 조절하는 것을 의미하며 작물의 생육에 최적상태가 되도록 그 양을 관리하는 것을 목적으로 한다(Kim, 1970). 이러한 관비재배는 작물이 필요한 양·수분을 비료염 희석액으로 적량을 공급하므로 양분의 유실에 의한 지하수 및 하천오염을 최소화 할 수 있는 친환경농업으로 선진국에서 보편화된 농업이다(Lee,

2001). 원예작물 재배에 관비농업을 도입하면 생산량이 증대되고 품질도 향상되며 시비량도 상당부분 절감할 수 있으며, 염류집적을 지연시키고 과다시비에 의한 비료분 용탈을 억제하여 하천오염을 경감시킬 수 있는데(No 등, 2003; Seo, 1999) 개별 작물로는 멜론의 당도와 수량 향상(Cho와 Choi, 2001), 양파의 증수(Kweon 등, 2001), 고랭지 배추 생체중 증가(Lee 등, 2001), 착색 단고추의 품질과 생육증진(Yoo 등, 2000, 2001), 방울토마토의 생육증진(Seo 등, 2000), 오이의 생육과 품질 향상(Seo 등, 2000) 등이 보고된 바 있다.

1999년 이후 그 증가가 다소 주춤 하였던 시설원예는 최근 수출 농업과 국내 소비 증가로 다시 증가하고 있는데, 이

\*Corresponding author: kimilsop@kangwon.ac.kr

※ Received 12 January 2009; Accepted 22 June 2009.

중 상당수가 펄라이트와 암면 등을 이용한 고품배지경의 수경재배를 실시하고 있다(Eum, 2008). 현재 국내 수경재배 면적의 80%이상을 차지하고 있는 고품배지경은 대부분 비순환식 재배로 1회 급액 후 나오는 20-30%의 폐양액이 그대로 방출되고 있어 자원의 낭비뿐만 아니라 토양이나 인근 하천에 그대로 방출되고 있어 토양과 지하수를 오염시킬 수 있다(Benoit, 1992; Rho 등, 1997).

본 연구는 이와 같은 비순환식 펄라이트 배지경에서 배출되는 폐양액의 특성을 파악하고 이를 이용한 토마토의 관비재배와 기존의 관비용 양액간의 효과를 비교하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

폐양액 처리는 일본원시배양액을 공급한 토마토의 펄라이트 배지경의 폐양액을 사용하였고, 관비용 양액처리로는 BHF(Bountiful Harvest Fertilizer, 풍년 비료; 질소전량 10%, 수용성인산 13%, 수용성 칼리 13%, 수용성 붕소 0.05%, 수용성 아연 0.05%, 수용성 구리 0.0023% 함유)와 Megasol (벨기에 수입품; 질소전량 11%, 수용성인산 8%, 수용성 칼리 34%, 수용성망간 0.032%, 수용성 붕소 0.002%, 수용성

철 0.048%, 수용성 아연 0.0122%, 수용성 구리 0.0023% 함유)을 사용법에 따라 적정농도로 희석하여 사용하였다(Table 1). 폐양액과 2개의 관비용 양액, 그리고 비료성분 없는 수돗물만 공급한 대조구는 모두 15분씩 1회 점적관수시스템을 통해 공급하였다.

수경재배 폐양액은 4월 15일부터 7월 20일까지 플라스틱실에서 토마토(‘도태랑’, 다끼이종묘)를 재배한 펄라이트경에서 채취하였는데, 양액은 일본원시배양액으로 초기 3주 동안 주당 1.5L, 이후에는 1.8L을 목표로 1일 10회씩 공급하였다.

관비재배에 사용된 토마토는 ‘마이로꾸’(사카타종묘)로 첫 꽃이 보일 때까지 육묘한 후 노지에 4월 20일에 정식하였으며 3화방 위의 2잎을 남기고 적심하였다. 관비 처리한 후 10일 간격으로 엽수, 엽록소, 엽장, 엽폭, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중을 조사하였다. 또한 생체내 무기물 함량 측정을 위해 시료를 80℃에서 72시간 건조하여 분쇄한 후 0.5g을 취하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>법으로 분해하였고, 생체와 양액의 NO<sub>3</sub>-N은 Keldahl 증류법으로, P는 5042 Detector(720nm)가 장착된 FIAstar 5012 Analyzer(Co. Foss Tecator, Sweden)로, Ca, K, Mg는 원자흡광분광기(Atomic Absorption Spectrophotometer, Model AA-6701F, Shimadzu, Japan)로 측정하였다. 그밖에 토마토 과실의 배꼽썩음과 발생정도 및 당도도 조사하였다.

**Table 1.** Mineral concentrations of different fertigation nutrient solution treatments; Megasol, BHF, and waste nutrient solution (WNS) used in fertigation culture of tomato.

Treatment <sup>z</sup>	Mineral concentrations (me·L <sup>-1</sup> )					
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg
Megasol	14.5	0.6	3.7	9.9	-	-
BHF	14.0	0.5	4.7	8.0	-	-
WNS	16.5	0.5	3.8	8.1	8.5	3.9

<sup>z</sup>Megasol contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.

## 결과 및 고찰

토마토의 생육시기별 폐양액의 이온별 농도변화는 질산태 질소(NO<sub>3</sub>-N), Ca 및 K 함량은 증가하는 경향을 보여 전체적으로 양이온 함량이 높게 나타났으며, 반대로 음이온은 감소하였다. 암모니아태 질소(NH<sub>4</sub>-N)의 감소가 가장 컸다. 생육시기별 질산태 질소(NO<sub>3</sub>-N), Ca 및 K 함량은 토마토의 전 생육기간 서서히 증가하였고, 암모니아태 질소(NH<sub>4</sub>-N), P 및 S 함량은 생육시기별로 천천히 낮아졌다(Table 2). Sonneveld(1981)도 과채류의 경우 K는 비교적 쉽게, 반대로 Ca는 어렵게 흡수

**Table 2.** Changes of mineral concentrations of waste nutrient solution (WNS) in the perlite hydroponic culture of tomato from April 15 to July 20.

Treatment <sup>z</sup>		Mineral concentrations (me·L <sup>-1</sup> )						
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca	PO <sub>4</sub> -P	Mg	SO <sub>4</sub> -S	K
JHR		16.0	1.3	8.0	4.0	4.0	4.0	8.0
WNS	3rd week <sup>y</sup>	16.4	0.8	8.2	4.1	4.1	3.8	8.3
	6th week	16.8	0.4	8.5	3.7	3.5	3.6	7.9
	9th week	17.1	0.3	8.8	3.4	3.1	3.5	8.2

<sup>z</sup>JHR, Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan; WNS, Waste nutrient solution of JHR drained from perlite hydroponics of tomato. The volume of 1.5-1.8 L of nutrient solution was supplied to each plant everyday.

<sup>y</sup>Timing of mineral analysis of drained solution after planting of each plant.

된다고 하였는데, 본 실험에서는 K과 Ca 모두 폐양액내의 농도가 증가하였다. Ikeda와 Osawa (1981)은 오이는 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>보다 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 이온을 우선적으로 흡수하고 토마토는 같은 수준이라고 하였으나, 본 실험에서는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 감소가 컸다.

토마토 생육시기별 폐양액의 pH는 재배 기간동안 토마토는 5.5-7.1를 유지하여 토마토의 생육이 안정적이었고, 3주까지는 높게 나타나다 4주 이후로 가면서 서서히 낮아지는 경향이 나타났다. 이러한 pH의 저하는 생육이 진전됨에 따라 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N가 흡수량이 급격히 증가하여 식물체로부터 H<sup>+</sup> 이온을 방출하기 때문인 것으로 사료된다(Park과 Kim, 1998). 일반적으로 작물의 생육에 적합한 양액의 pH는 6.0 좌우인데(Lee, 1994), 대부분의 원예작물이 pH5.5-6.8의 약산성을 좋아한다고 보고되어 있다(Lunt와 Clark, 1959; Penningsfeld, 1971; Yun 등 2000). EC는 pH와 반대로 정식 3주째까지 감소하다가 그 후 점차적으로 증가하였는데, 토마토의 생장에는 영향을 끼치지 않았다. 3주 이후 EC가 증가한 것은 재배시기가 여름에 접어들면서 작물의 수분 흡수량이 증가하였기 때문이라 생각된다. 일반적으로 양액재배시 여름에 겨울보다 양액 농도를 낮게 공급하는데 이 또한 여름철 작물의 수분 흡수량이 높기 때문이다(Park과 Kim, 1998).

관비용 양액인 Megasol 및 BHF(풍년비료)과 수정재배 폐양액을 공급한 토마토의 초장은 대조구에 비해 각각 14.8cm, 10.3cm, 13.6cm 길어졌고 경경은 약 1.1-2.2mm 정도 굵어졌으며 엽록소 함량은 폐양액 처리구에서 가장 높았다. 또한 관비처리에 의하여 엽장과 엽폭이 증가하였는데 엽장의 증가보다는 엽폭의 증가가 더 많았으며 엽수는 차이를 보이지 않았다(Table 3). Seo 등(2000)은 방울토마토의 관비재배시 미량원소를 첨가하면 토양 내 미량원소 집적에 따른 연작 피해를 감소시키고 동시에 초장, 경경, 엽수, 엽장, 화방수 등 일반생육이 양호하였으며, 반면 미량요소를 전혀 첨가하지 않은 처리구에서는 전반적으로 생육과 품질이 저조하였다고 보고하였는데, 본 실험에서 폐양액, 풍년비료 및 Megasol 처리간 일반생육이 현저한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 세 관비액에서 모두 일정 수준의 미량원소 함량을 함유하였기 때문이라 생각된다.

토마토에서 지상부의 생체중은 Megasol, BHF, 폐양액 처리에서 대조구에 비하여 각각 13%, 2%, 11% 증가하였으나 지하부의 생체중은 약간의 증가를 보였다(Table 4). 지상부의 건물중은 관비처리에 의해 대조구에 비하여 현저히 증가하였고, 뿌리의 건물중은 다소 증가하는 경향을 보였지만

**Table 3.** Effect of different fertigation nutrient solution treatments; Megasol, BHF, and waste nutrient solution (WNS) on the growth of tomato plant in fertigation culture.

Treatments <sup>z</sup>	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf chlorophyll content (SPAD)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Irrigation	96.1 b <sup>x</sup>	19.3 b	58.8 b	42.3 a	45.2 b
Megasol	110.9 a	21.1 a	60.1 b	44.0 a	48.4 a
BHF	106.4 a	21.5 a	60.6 b	44.2 a	47.9 a
WNS	109.7 a	20.4 ab	63.1 a	43.0 a	49.0 a

<sup>z</sup>Irrigation supplied by the tap water without any fertilizer. Megasol contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.

<sup>x</sup>Means separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 4.** Effect of different fertigation nutrient solution treatments; Megasol, BHF, and waste nutrient solution (WNS) on the fresh weight and dry matter rate of tomato in fertigation culture.

Treatments <sup>z</sup>	Fresh weight (g)		Dry weight (g)		Dry matter rate (%)
	Shoot	Root	Shoot	Root	
Irrigation	256 b <sup>y</sup>	45.7 b	30.5 b	6.8 a	10.7
Megasol	288 a	49.6 a	34.8 a	8.4 a	12.1
BHF	262 b	53.2 a	33.1 a	8.1 a	12.5
WNS	284 a	52.1 a	34.7 a	7.5 a	12.0

<sup>z</sup>Irrigation supplied by the tap water without any fertilizer. Megasol contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.

<sup>y</sup>Means separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 5.** Mineral content of leaves of tomato grown in different fertigation nutrient solutions.

Treatments <sup>z</sup>	Mineral content (g/100 g dry matter)				
	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K	Ca	Mg
Irrigation	2.876 c <sup>y</sup>	0.413 b	4.241 d	2.802 c	0.673 c
Megasol	4.132 a	0.485 a	5.218 a	3.315 b	0.761 a
BHF	3.813 b	0.476 a	4.845 c	3.584 a	0.724 b
WNS	3.764 b	0.489 a	5.021 b	3.638 a	0.754 a

<sup>z</sup>Irrigation supplied by the tap water without any fertilizer. Megasol contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.

<sup>y</sup>Means separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 6.** Effect of different fertigation nutrient solution treatments; Megasol, BHF, and waste nutrient solution (WNS) on the yield and characteristics of tomato in fertigation culture.

Treatments <sup>z</sup>	Fruit Length (cm)	Fruit diameter (cm)	Number of fruit	Fruit weight (g)	Total yield <sup>y</sup> (g/plant)	Blossom end-rot (%)
Irrigation	6.3 b <sup>x</sup>	8.2 c	11.3 a	148 b	1,670 b	12.4 a
Megasol	7.7 a	9.8 a	10.9 a	179 a	1,950 a	8.2 b
BHF	7.5 a	9.1 b	11.3 a	170 a	1,923 a	4.6 c
WNS	7.5 a	9.6 a	11.4 a	173 a	1,970 a	3.8 c

<sup>z</sup>Irrigation supplied by the tap water without any fertilizer. Megasol contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.

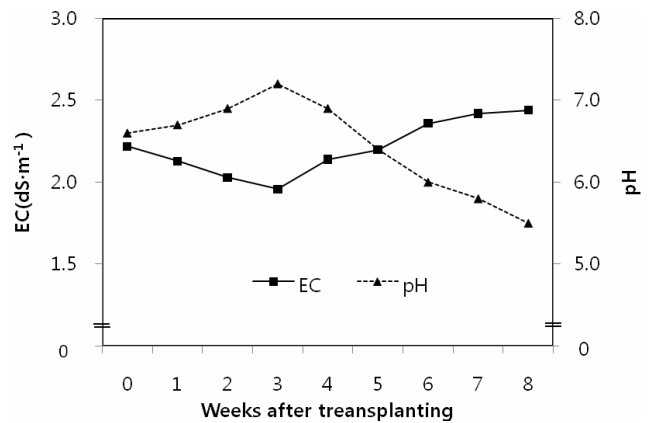
<sup>y</sup>Total yield was calculated by the weight of total fruits were harvested to 3rd trusses of each plant.

<sup>x</sup>Means separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

유의성 차이가 없었다. 또한 토마토의 건물율은 약 12%로 나타났으며 처리 간 차이가 없었다.

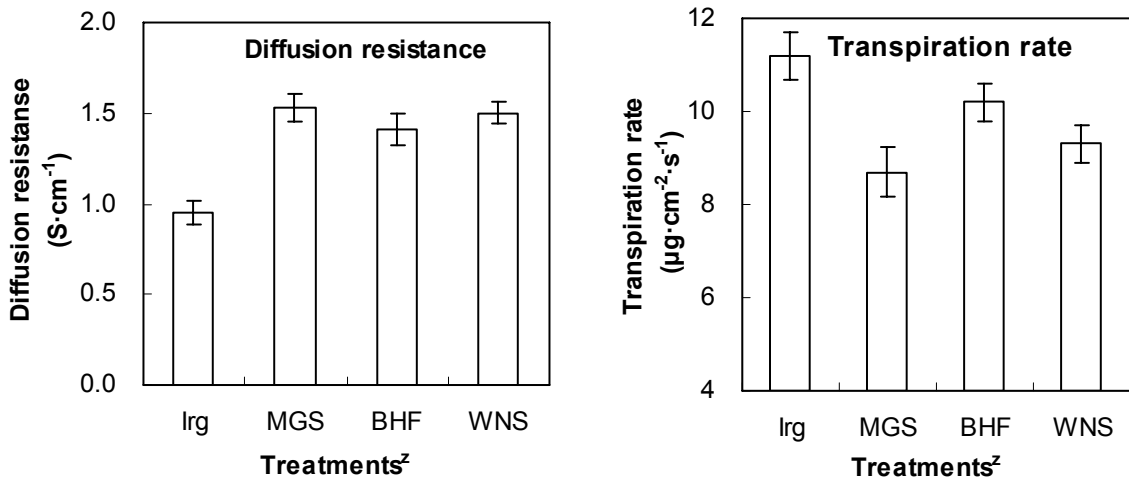
토마토에서 식물체내 무기염 함량을 조사한 결과 N, K 및 Mg 함량은 Megasol 관비 처리에서 높았고, Ca은 폐양액 관비처리에서 높았으며 P함량은 차이가 나타나지 않았다 (Table 5). 토양재배에서 생육 후기의 질산염 함량 감소는 초기 생육이 왕성한 시기에 작물이 질소 성분을 다량 흡수함으로써 토양내의 질소성분의 감소한다는 보고가 있는데 (Cho 등, 1996), 본 실험에서는 관비재배에 의해 이러한 현상이 나타나지 않았다.

토마토 과실의 과장과 과경 그리고 과중은 모두 3가지 관비처리구에서 대조구보다 높았는데 관비처리구간 차이에 통계적 유의성은 없었다. 총 수량도 관비처리구가 대조구보다 많았으며 처리구내에서는 폐양액, Megasol, BHF 순으로 높았으나 그 차이에 통계적 유의성은 없었다. 배꼽썩음과의 발생율은 폐양액 관비재배에서 3.8%로 가장 작았으며, Megasol 처리에서는 8.2%로 다소 높았으나 대조구에서 12.4%로 가장 높았기 때문이라 생각된다 (Table 6). 토마토에서 배꼽썩음과의 발생원인은 과실 끝에 Ca 부족이 원인인데, 일반적인 무기물은 식물체내의 이동은 앞에서 과실로 이동하지만

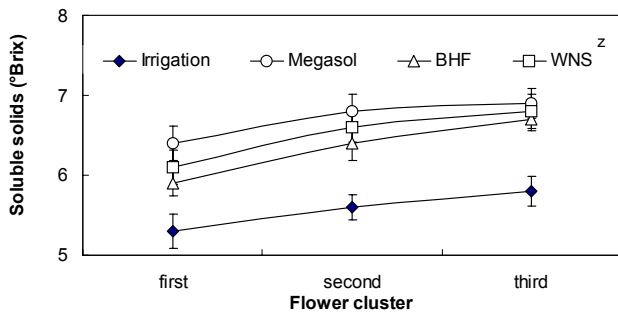


**Fig. 1.** Changes of EC and pH in the drained nutrient solution of Horticultural Research Institute of Japan for culture tomato in perlite hydroponics.

Ca은 체내이동이 어려워 뿌리에서 직접 과실로 공급되는 경우가 많다. 일반적으로 토마토에서 근권부의 염류농도가 높을수록 배꼽썩음과의 발생율이 증가한다는 보고(Adams와 Ho, 1989; Kim 등, 1999)가 많은데, 본 실험에서는 비료 성분이 없는 물만을 관수한 대조구에서 높게 나타난 점으로 보아 칼슘 자체의 공급부족이 대조구에서 높았던 배꼽썩음과의 원인이라 생각된다. 실제로 가능 배꼽썩음과 발생이 가



**Fig. 2.** Effect of different fertigation nutrient solution treatments; MGS (Megasol), BHF, and waste nutrient solution (WNS) on the diffusion resistance and transpiration in the leaves of tomato. Vertical bars indicate  $\pm$  SD. <sup>z</sup>Irg supplied by the tap water without any fertilizer. MGS (Megasol) contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.



**Fig. 3.** Effect of different fertigation nutrient solution treatments; Megasol, BHF, and waste nutrient solution (WNS) on the soluble solids of tomato fruits in fertigation culture. Vertical bars indicate  $\pm$  SD. Irrigation supplied by the tap water without any fertilizer. Megasol contained 11% of N, 8% of PO<sub>4</sub>, 34% of K, 0.032% of Mn, 0.002% of B, 0.048% of Fe, 0.0122% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Belgium. BHF (Bountiful Harvest Fertilizer) contained 10% of N, 13% of PO<sub>4</sub>, 13% of K, 0.05% of B, 0.05% of Zn, and 0.0023% of Cu made in Korea. WNS: Waste nutrient solution of JHR (Nutrient solution of Horticultural Research Institute in Japan) drained from perlite hydroponics of tomato.

장 적었던 폐양액 처리구의 경우 양액내 8me·L<sup>-1</sup> 이상의 농도를 보였다(Table 1).

잎의 기공저항은 Megasol 처리구에서 가장 높았으며 다음으로 폐양액, BHF 순서로 감소하였고, 증산속도는 이와 반대로 Megasol < 폐양액 < BHF 순서로 나타났다(Fig. 2). 토마토 과실의 당도는 각 처리구에서 화방의 절위가 올라갈수록 증가하는 경향을 보였으며, 1화방에서 Megasol 처리가 높게 나타났으나, 2화방, 3화방 절위가 올라가면서 관비처리 간 차이가 둔화되면서 유의성 차이가 없었다(Fig. 3).

일반적으로 근권의 염도가 증가함에 따라서 근 세포막의

양·수분 흡수기능(Adams와 Ho, 1989; Shanon 등, 1987)과 수분포텐셜(Lee, 2001; Miyazaki 등, 1988)의 변화로 인해 토마토 과실의 크기가 적어지는 것으로 알려져 있는데, 이때 과실내 수용성 고형물인 전분과 당의 농도가 증가하여 과실품질이 향상되는 것으로 보고되고 있다(Ehret와 Ho, 1986).

본 실험에서 폐양액 처리구는 2가지 관비용 양액처리구와 같은 수준의 생육, 수량 그리고 품질을 보였다. 따라서 토마토와 같은 고휘배지경 수경재배에서 버려지고 있는 배액(폐양액)을 관비용 양액으로 재사용할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

## 초 록

일본원시배양액을 공급한 토마토의 펠라이트 배지경에서 배출된 폐양액의 EC는 1.9-2.4dS·m<sup>-1</sup>, pH는 5.7-7.1의 범위였으며 다량 원소의 농도는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N가 감소하였을 뿐 대부분 공급양액과 큰 차이가 없었다. 관비용 양액인 Megasol 및 BHF(풍년비료)과 수경재배 폐양액 처리간에 토마토의 초장과 경경 등의 생육에는 차이가 없었으며, 엽록소 함량은 폐양액 처리에서 가장 높았다. 또한 토마토 식물의 생체중과 건물중도 2가지 관비와 폐양액간에 차이는 없이 대조구보다 높은 수치를 나타내었다. 토마토 잎의 무기물 함량도 대조구에 비해 3가지 처리에서 높게 나타났으며, 처리에 따른 차이에 일정한 경향은 없었다. 토마토의 수량과 평균 과중 그리고 과수에서는 폐양액에서 가장 많았으며, 다음으로 Megasol, BHF 그리고 대조구의 순이었는데, 3가지 관비처리간 유의성 있는 차이는 없었다. 특히 배꼽썩음과 발생을

은 대조구에 비해 3가지 관비처리에서 모두 낮았는데, 관비처리중 폐양액과 BHF가 가장 낮았다. 토마토 잎의 증산속도는 대조구가 가장 높았으며, 다음으로 BHF, 폐양액, Megasol의 순서였으나 증산속도가 낮았던 관비처리에선 과실의 크기는 오히려 증가하였고, 당도가 증가하는 결과를 가져왔다. 토마토 과실의 당도는 대조구에 비해 관리처리에서 모두 높았으며 관비처리간 차이에 통계적 유의성은 없었다.

수경재배의 폐양액을 이용한 토마토 관비재배에서 생육, 수량, 그리고 품질면에서 기존 관비용 양액에 뒤지지 않는 우수한 결과를 나타내었다.

**추가 주요어 :** 배꼽썩음과, 건물중, EC, 생체중, pH, 증산속도, 수량

## 인용문헌

- Adams, P. and L.C. Ho. 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. *J. Hort. Sci.* 64:725-732.
- Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture techniques. European Vegetable R & D Center, Belgium. p. 33.
- Cho, M.S. and K.J. Choi. 2001. Effect of soil fertigation concentration on the growth and quality in muskmelon. *Kor. J. Hor. Sci. Technol.* 19 (Suppl. II):45. (Abstr.)
- Cho, S.M., K.W. Han, and J.Y. Cho. 1996. Nitrate reductase activity by change of nitrate form nitrogen content on growth stage of radish. *Kor. J. Environ. Agric.* 15:383-390.
- Eum, Y.C. 2008. Energy saving techniques for protected horticulture in Korea. *J. Bio-Env. Con.* 17(Suppl. II):17-40.
- Ehret, D.L. and L.C. Ho. 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *J. Hort. Sci.* 61:361-367.
- Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 50:225-230.
- Kim, K.Y., T.C. Seo, and Y.C. Kim. 1999. Effects of milliequivalent ratio of K and Ca in the nutrient solution on the growth, yield and blossom end rot of tomatoes grown by perlite culture in hot season. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:652-656.
- Kim, Y.C. 1970. Studies on the nutri-irrigation culture applicable to sandy waste lands. Studies on productivity and mineral constitution of nutri-irrigation culture. *J. Kor. Soc. Hor. Sci* 8:93-105.
- Lee, C.S., B.L. Huh, Y.S. Song, and H. K. Kwak. 1994. Revised rates of NPK fertilizers based on soil testing for vegetable crops. *Kor. J. Soil. Fert.* 27:85-91.
- Lee, E.H., H.J. Kweon, J.N. Lee, J.T. Lee, and W.B. Kim. 2001. Effect of fertigation on onion in highland. *Kor. J. Hor. Sci. Technol.* 19(Suppl. II):42. (Abstr.)
- Lee, E.H., J.T. Lee, J.N. Lee, H.J. Kweon, W.B. Kim, and M.S. Yiem. 2001. Effect of fertigation on Chinese cabbage in highland. *Kor. J. Hor. Sci. Technol.* 19(Suppl. II):49. (Abstr.)
- Lee, U.H. 2001. Fertigation of Chinese cabbage by mineral uptake in highland. *Kor. Res. Soc. Protected Hort.* 14:10-14.
- Lee, X.R. 2001. Development for hydroponic systems of tomato using coal fly ash ball substrates. Ph. D. Thesis. The Univ. of Kangwon, Chuncheon.
- Lunt, O.R. and B. Clark. 1959. Bark and wood fragments. *Forest Products J.* April p. 39-42.
- Miyazaki, Y., E. Taleisnik, and V. Kagan-zur. 1988. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:202-205.
- No, C.W., J.K. No, and T.I. Kim. 2003. Studies on fertigation culture of controlled vegetables. RDA, Suwon, Korea.
- Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. 1st ed. p. 76-90. Academy Books, Seoul.
- Penningsfeld, F. 1971. Symposium on peat in horticulture. *Technical Communications* 18:1-25.
- Rho, M.Y., Y.B. Lee, H.S. Kim, K.B. Lee, and J.H. Bae. 1997. Development of nutrient solution suitable for closed system in substrate culture of cucumber. *J. Bio-Env. Con.* 6:1-14.
- Yun, H.K., X.R. Li, I.S. Kim, and K.C. Yoo. 2000. Physical-chemical properties in the sand-based media. *Inst. of Agr. Sci. Kangwon Natl. Univ. J. Agri. Sci.* 11:12-19.
- Seo, B.S. 1999. Establishment of soil fertigation system and its technologies for avoiding successive cropping injuries and for ensuring regular production and higher fruit quality of greenhouse grown vegetables. ARPC. Research Project Report.
- Seo, B.S., S.J. Chung, H.G. Kim, J.P. Lee, and Y.S. Cho. 2000. Effect of concentrations of micronutrients in the nutrient solution on the growth and fruit quality of cherry tomato grown on soil fertigation culture. *Kor. J. Hor. Sci. Technol.* 18:684. (Abstr.)
- Shannon, M.C., J.W. Gronwald, and M. Tal. 1987. Effects of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic ions in cultivated and wild tomato species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:416-423.
- Sonneveld, C. 1981. Items for application of macro-elements in soilless cultures. *Acta Hort*, 126:187-195.
- Yoo, S.O., J.H. Bae, and K.H. Kim. 2001. Investigation of irrigation set point for fertigation of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Kor. J. Hor. Sci. Technol.* 19 (Suppl. II):69. (Abstr.)
- Yoo, S.O., J.H. Bae, K.H. Kim, and H.S. Chung. 2000. Investigation of EC Levels for Fertigation of Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Kor. J. Hor. Sci. Technol.* 18:687. (Abstr.)