Journal of Bio-Environment Control, 11(4):181-187, (2002)

Effect of Adding Seawater on the Growth, Yield and Fruit Quality of Hydroponically Grown Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Park, Yong Bong[1] · Yong Duck Kim[2]

[1]*Dept. of Hort. Life Sci., Jeju National Univ., Jeju, 690-756*

[2]*Div. of Hort. and Crops, Jeju-Do Agri. Research & Extension Services, Jeju, 690-814*

Abstract

The overall objective of this study was to improve tomato fruit quality, while maximizing yield. The variety of 'Momotaro' was grown in the basic nutrient solution of 1.6 dS·m^{-1} which was supplemented by three levels of seawater with EC 1.0, 2.0 or 3.0 dS·m^{-1}. Tomato plants were cultivated in cool seasons. Plant growth characteristics were compared between treatments, and fruits were classified to analyse fruit quality characteristics according to ripening stages: MG, Br, Br+3, Br+5, Br+7 and Br+10. Adding seawater generally did not affect the shoot growth parameters such as plant height, leaf length, leaf width, internode length and chlorophyll content. Adding seawater negatively affected yield parameters such as the height and weight of fruit, marketable fruit weight per plant and marketable fruit yield. Therefore, the more yield reduction was obtained with the increasing level of seawater treatment. Fruit quality was improved by seawater treatment. The degree of the effect for °Bx degree and sugars were the highest with the EC of seawater 2.0~3.0 dS·m^{-1}, and at the Br+5~Br+7 of ripening stages. The relative abundance of tomato flavor, volatie components, was not generally affected by the seawater treatment with an exception of 6-methyl-5-hepten-2-one. The relative abundance of most volatile components increased as ripening progressed. The increment began at the Br stage and showed the highest increment at the Br+5~Br+7 stages. The results from these experiments suggest that seawater treatment of EC 3.6 dS·m^{-1} for hydroponics is good for improving tomato quality. Fruit quality is the best at the Br+5~Br+7 ripening stages. It is considered that these results may be applied for use in hydroponic culture to improve fruit quality with minimum yield reduction.

Key words: hydroponic calture, tomato, salinity, seawater, fruit yield, fruit quality, chlorophyll, mature, green, coloring day

*Corresponding author

서 언

토마토의 내적 품질은 당, 산, 풍미, 영양, 미네랄 등 많은 요인들이 관여하나 그 중에서도 당과 산 및 향기가 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Maul 등, 1998). 품질관련 요인들은 유전, 환경, 재배관리 등에 의해 영향을 받는데, 품질개선 효과는 유전적(품종)요인이 가장 효과가 크나 육종에 시간, 노력 과 경비가 많이 들게된다. 그러나, 그 중에 토양재배시 관수량을 조절한다든지, 수경재배시 양액비료염의 농도 조절, 그리고 NaCl이나 KCl 등을 첨가하면 품질을 향상시킬 수 있었으나, 수량이 감소(Botrini 등, 2000; Cho 등 1996; Ohta 등, 1991)되는 문제가 있어 최근에는 수량감소를 최소화하면서 품질을 개선할 수 있는 방법을 구명하는 것이 시급한 실정이다. Ohta 등(1991)은 토마토의 품질을 높이기 위하여 양액 비료염의 농도 증가, KCl과 NaCl 등을 첨가하여 양액의 전기전도도(EC)를 높였을 때 대조구에 비해 과실의 당도와 산도가 증가되어 품질이 향상 되었다고 하였다. 특히 Mizrahi 등(1988)은 토마토에 해수를 처리했을 때 품질을 향상시킬 수 있다고 보고하여 해수처리가 토마토의 품질을 향상시킬 수 있는 가능성을 제시하였으나, 해수처리가 원예작물에 미치는 영향에 관한 보고는 미흡한 실정이다. 해수에는 100여가지 이상의 무기물이

존재하나 Na와 Cl 이온이 80% 이상을 차지하고 (Wildberger, 1993), 특히 무기물 함량이 많아서 EC가 높기 때문에 NaCl를 대체할 수 있을 뿐만 아니라 근권에 EC를 효과적으로 높일 수 있다고 하였다. Dirinck 등(1989)의 보고에 의하면 맛과 향기는 토마토 식품의 감각적 특성을 나타내는 지표가 되며 이 성분들은 품종, 재배관리, 수확시기 및 저장 등에 따라 종류와 양이 달라지게 된다고 하였다. 이 처럼 재배관리 과정에서 해수처리에 따른 토마토 생육, 수량 및 향 성분의 특성은 명확하게 밝힐 필요성이 있어 해수를 토마토 수경재배용 배양액에 첨가했을 때 생육, 수량 및 품질에 미치는 영향을 밝히고, 수량감소를 최소화하면서 품질을 향상시킬 수 있는 해수이용 재배방법을 모색 하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험은 서귀포 소재 제주대학교 아열대 농업연구소 내 유리온실에서 수행하였다. 모모타로 품종을 2000년 10월 9일 파종하고, 10월 30일 암면큐브에 이식 하였으며, 11월 23일 암면 슬라브에 정식하였다. 표준양액 조성은 야마자키액(山崎, 1981)을 표준으로 하였고, 12월 22일부터 바닷물을 처리하였다. 바닷물은 서귀포시 보목동 해안가에서 20 L 플라스틱통에 담아서 시험장소로 옮겨 사용했다. 양액 1,000 L당 바닷물 13 L를 첨가하면 EC를 1.0 $dS \cdot m^{-1}$ 상승시킬 수 있었다. 표준양액은 EC를 1.6 $dS \cdot m^{-1}$으로 하였고(SW0), 이 표준양액 1000 L에 바닷물 13 L(SW1), 26 L(SW2) 그리고 39 l (SW3)를 첨가하여 EC가 각각 2.6, 3.6 그리고 4.6 $dS \cdot m^{-1}$이 되게 하였다(Table 1). 양액은 순환식으로 하였으며 모자라는 양은 보충해 주었고 매 15일 간격으로 전량 교체해 주었으며, pH와 EC는 별도로 조절하지 않았다. 바닷물 성분함량은 Table 2와 같았다.

Table 1. Treatments used in the experiment.

Treatment	Description
SW0	Yamazaki solution EC1.6 $dS \cdot m^{-1}$ (Control)
SW1	Yamazaki solution EC1.6 $dS \cdot m^{-1}$ + Seawater EC1.0 $dS \cdot m^{-1}$
SW2	Yamazaki solution EC1.6 $dS \cdot m^{-1}$ + Seawater EC2.0 $dS \cdot m^{-1}$
SW3	Yamazaki solution EC1.6 dS·m + Seawater EC3.0 $dS \cdot m^{-1}$

재배는 6칸으로 나눠진 가로 100 cm, 세로 15 m인 재배조를 이용하여 암면재배 하였다. 재식거리는 50×25 cm로 하였으며, 시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하였다. 생육조사는 농촌진흥청 생육조사기준에 준하였고, 잎의 엽록소 함량은 위로부터 아래로 다섯 번째 완전전개된 건전한 잎을 엽록소측정기(SPAD501, Minolta, Japan)로 측정하였으며, 수량조사는 10~20% 착색과를 기준으로 조사하였으며, 상품과는 50 g 이상으로 하였다. 과실 성숙기를 Mature green(MG) : 외형상으로 착색이 되지 않았으나 내부적으로 성숙이 시작되는 시기), Breaker(Br : 착색이 시작된 날 ; 10~30% 정도 착색), Breaker후 3일(Br+3 : 30~60% 정도 착색), Breaker후 5일(Br+5 : 60~100% 정도 착색), Breaker후 7일(Br+7 : 완전착색), Breaker후 10일(Br+10 : 과숙) 등 6단계로 구분하였다. 수확시기에 따른 품질변화를 최소화하기 위해 수확 최성기가 되었을 때, 익기 시작하는 과실(Breaker)에 날짜가 적힌 라벨을 매일 부착하여 3월 17일 2화방을 중심으로 일시에 수확하였으며, 수확일(3월 17일)에 라벨을 붙인 날짜를 기준으로 하여 과실 숙기를 분류하였다. 시료는 수확후 -70°C 초저온 냉동고에 저장하였다가 분석전 추출하였다. 과실 pH는 pH측정기(M-7, Horiba, Japan)로, 산도는 적정산으로 하였으며, 굴절당도는 당도계로 각각 조사하였다. 향 분석을 위한 시료는 냉동저장후 10 ml 유리병에 담았다가 분석하였다. 향성분은 GC-MS(G1800A, Hwelett Packard, USA)를 이용, 유기용매를 이용하지 않고 직접적으로 시료을 분석할 수 있는 새로 개발된 간편한 방법인 Jim 등(1998)이 사용한 Solid Phase Microextraction(SPME) Head Space 방법을 이용했다.

Table 2. Mineral contents in the seawater used in the experiment.

Ion	NO_3	SO_4	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo	Cl (%)	Na (%)
	..... $mg \cdot L^{-1}$									
Conc.	540	2600	400	400	1404	2.2	0.2	0.2	1.87	1.12

Table 3. Effect of the adding seawater to the nutrient solution on shoot growth of Momotaro tomato.

Treatment	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Internode length (cm)
SW0[z]	166.8	45.5	48.8	10.7	93.0[y]
SW1	159.9	44.4	47.5	10.2	86.5
SW2	159.9	43.5	48.5	10.8	84.2
SW3	161.7	43.7	46.0	10.2	89.9

[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 dS·m^{-1} of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 dS·m^{-1}); SW2, Added 2.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}; and SW3, Added 3.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}.
[y]Length to the 5th internode.

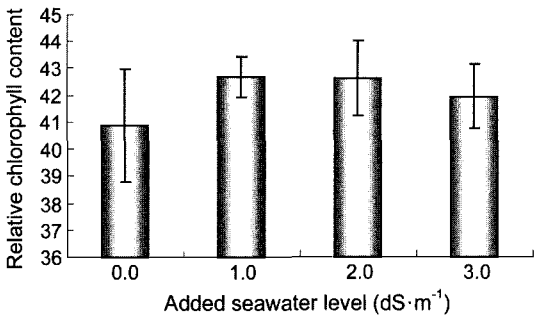

Fig. 1. Relative chlorophyll contents in the 5th tomato leaf from the top as affected by the addition of seawater to the nutrient solution. Vertical bars indicate SD.

결과 및 고찰

1. 생장특성

토마토 수경재배시 해수를 첨가한 후, 지상부 생장 요소인 초장, 엽장, 엽폭, 경경 및 절간장에 대해 검토한 결과, 대체적으로 처리에 따른 영향은 적었으나, 대조구에 비해 생장이 저하하는 경향을 보였다(Table 3). Chretien(2000)은 북미 기후 조건에서 계절간 토마토를 수경재배 했을 때, 여름과 가을재배의 수분포텐셜과 식물체 생장은 양분 공급방법간이나, NaCl로 EC를 증가시킨 처리들 사이에 차이가 없었다고 하였으며, Nonami 등(1995)은 콩에 여러 가지 염화물로 처리했을 때, NaCl 처리가 타 염화물 처리중 신장대의 소성변형을 가장 빨리 감소 시켰는데, 이는 새롭게 신장하는 식물체 신장부위의 신장율을 감소시키는데 성숙한 세포는 영향이 매우 적었다고 했다.

본시험의 경우 처리농도가 거의 생육이 저해되기 시작하는 임계농도에 가깝고, 재배 기간중 주어진 환경 즉 저온, 저광도 등과 염분의 농도 역시 생육에 영향을 미치지만 본 시험의 경우는 저온기에 해당하므로 큰 문제는 발생하지 않았다고 생각된다.

생육중 토마토의 상위로부터 제5엽의 상대적인 엽록소 함량간에 차이가 없었다(Fig. 1).

잎의 광합성능력은 엽록소 함량, RuBP carboxylase와 광합성계 효율 등 생리적 특성에 좌우되는데(Flore and Lakso, 1989), 엽록소 함량은 CO_2를 높이거나, 식물체가 스트레스 하에서 발생하는 에틸렌(C_2H_4) 존재하에서 그 양이 감소한다. Chen 등(1999)은 Pepino

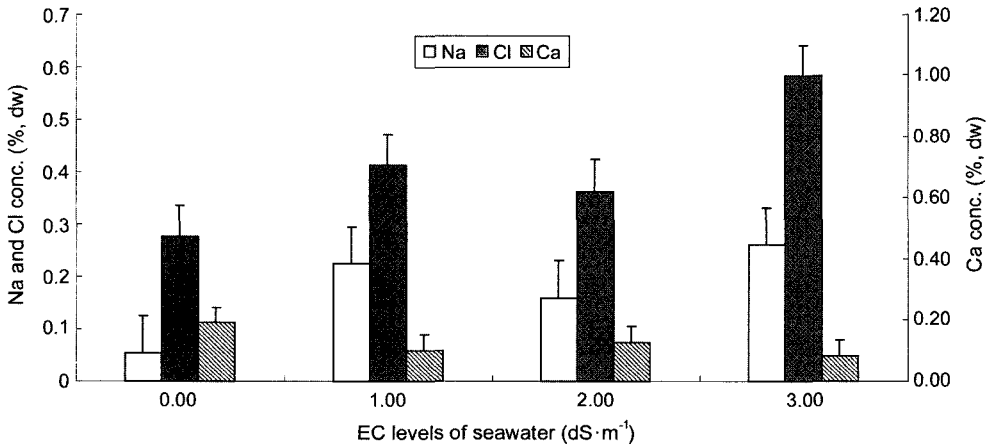

Fig. 2. Effect of the adding seawater on Na, Cl and Ca concentrations in tomato fruits.
[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 dS·m^{-1} of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 dS·m^{-1}); SW2, Added 2.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}; and SW3, Added 3.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}.

시험에서 양액에 25 mM NaCl 첨가로 엽록소 함량이 감소되었다고 보고하였으나, 본시험에서는 저온 약광기에 토마토 식물체가 재배되었으며, 해수 내 NaCl 농도는 이론적으로 7~21 mM 범위에서 재배되어 식물체에 스트레스를 줄 정도의 높은 염농도가 아니었기 때문에 그 영향이 적었다고 생각된다.

Fig. 2는 각 처리내 성숙 단계 과실을 평균한 값으로, 처리간 Na와 Cl 그리고 Ca 흡수관계를 나타낸 것인데, Na와 Cl은 해수 처리에 의해 현저히 증가했으며, 처리농도가 높을수록 축적량이 많았다. 반면, Ca 함량은 해수 처리에 의해 농도가 낮았으며, 처리농도가 높을수록 낮아지는 편이었다.

토마토는 다른 과채류에 비해 내염성이 강한 작물로 알려져 있는데, Simon 등(2000)은 암면에서 토마토 재배시 NaCl를 첨가하여 EC를 4.6 dS·m^{-1}까지 전기전도도를 높였을 때 과실내 Na 함량을 증가시키는 반면, 양액내 Ca 농도가 높아도 과실내 Ca 흡수를 저하 시켰다고 했으며, 배꼽썩음과 발생 비율이 증가 되지는 않았다고 했다. 이는 Ca 결핍을 일으킬수 있는 농도 이상으로 Ca 흡수가 되기 때문이라 생각된다. 뿌리가 염도에 저항할 수 있는 한계는 4~6 dS·m^{-1} (Papadopoulos and Rendig, 1983)로 알려져 있다.

2. 수량특성

건전한 과실의 폭, 높이, 개당 과중과 5주당 평균중을 조사한 결과(Table 4) 해수 처리에 의해 과폭은 영향을 받지 않았으나, 과장은 처리 농도가 높을수록 유의하게 낮아졌고, 개당 평균무게도 해수농도가 높을수록 감소되었다. 5주당 개수역시 농도가 높을수록 적어지는 편이었다.

Scholberg와 Locascio(1999)는 EC 1, 2와 4 dS·m^{-1}로 공급했을 때 주당 상품과 와 상품과중 및 평균과중이 감소되었으며, 농도가 높을수록 그 정도가 크다고 했다. 토마토의 수량감소한계농도가 2.5 dS·m^{-1}로 1 dS·m^{-1} 증가시 9.9% 수량이 감소된다고 했는데, 본시험에서도 유사한 결과를 얻었으며, 특히 3.5 dS·m^{-1}부터 급격히 감소되었다.

3. 품질특성

과실의 pH는 Br+3일 후부터 모든 처리구에서 낮아지기 시작했으며, 해수농도가 높을수록 낮은 경향을 보였고, 과숙 단계인 Br+10일까지도 같은 양상을 보였다 (Table 5). 적정산도는 MG단계부터 완숙단계인 Br+10

Table 4. Effect of the adding seawater to the nutrient solution on tomato yield components and fruit characteristics.

Treat[z] ment	Fruit			
	Width (mm)	Length (mm)	Weight (g)	Number/ 5 plants
SW0	57.0a[y]	56.6a	105.2a	67.7ab
SW1	54.3a	54.0b	94.6ab	72.0a
SW2	53.6a	53.7b	89.3bc	50.3c
SW3	53.4a	51.5c	78.0c	56.7bc

[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 dS·m^{-1} of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 dS·m^{-1}); SW2, Added 2.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}; and SW3, Added 3.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}.
[y]Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p=0.05.

Table 5. Effect of the adding seawater to the nutrient solution on tomato fruit pH.

Treat[z] ment	MG[x]	Br	Br+3	Br+5	Br+7	Br+10
SW0	4.08	4.11	4.31a[y]	4.38a	4.36ab	4.46a
SW1	4.00	4.08	4.19bc	4.27b	4.33b	4.45a
SW2	4.13	4.05	4.20b	4.30b	4.40a	4.39b
SW3	4.19	4.06	4.15c	4.28b	4.33b	4.32c

[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 dS·m^{-1} of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 dS·m^{-1}); SW2, Added 2.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}; and SW3, Added 3.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}.
[y]Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p=0.05.
[x]Ripening stages are mature green, breaker, breaker+3, breaker+5, breaker+7 and breaker+10.

Table 6. Effect of the adding seawater to the nutrient solution on tomato fruit acidity as a citric acid (%).

Treat[z] ment	MG[x]	Br	Br+3	Br+5	Br+7	Br+10
SW0	0.68c[y]	0.55b	0.54	0.66	0.49ab	0.38b
SW1	0.78b	0.62b	0.61	0.61	0.55ab	0.39b
SW2	0.78b	0.83a	0.69	0.62	0.42b	0.50a
SW3	0.89a	0.80a	0.79	0.65	0.62a	0.53a

[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 dS·m^{-1} of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 dS·m^{-1}); SW2, Added 2.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}; and SW3, Added 3.0 dS·m^{-1} of seawater to Y.S. 1.6 dS·m^{-1}.
[y]Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p=0.05.
[x]Ripening stages are mature green, breaker, breaker+3, breaker+5, breaker+7 and breaker+10.

Table 7. Effect of adding seawater to the nutrient solution on tomato total soluble solid (%).

Treatment[z]	MG[x]	Br	Br+3	Br+5	Br+7	Br+10
SW0	6.03	5.83b[y]	6.90b	7.77	6.17c	6.03c
SW1	6.00	6.80a	8.05a	8.90	8.60ab	6.95bc
SW2	5.70	7.38a	8.25a	8.35	7.18bc	8.05ab
SW3	6.47	7.57a	8.87a	7.67	9.01a	8.47a

[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 $dS \cdot m^{-1}$ of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 $dS \cdot m^{-1}$); SW2, Added 2.0 $dS \cdot m^{-1}$ of seawater to Y.S. 1.6 $dS \cdot m^{-1}$; and SW3, Added 3.0 $dS \cdot m^{-1}$ of seawater to Y.S. 1.6 $dS \cdot m^{-1}$.
[y]Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p=0.05.
[x]Ripening stages are mature green, breaker, breaker+3, breaker+5, breaker+7 and breaker+10.

일이후 까지도 차이를 보였으며 특히, 농도가 높은 구에서 영향이 더욱 컸다(Table 6).

Table 7은 토마토 성숙단계별 굴절당도(°Bx)를 나타낸것인데 당도는 MG 단계에서는 차이가 없었으나, Br이후 Br+7과 Br+10에서 농도가 높을수록 차이가 뚜렷하여 처리효과가 큰 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 숙기가 진행될수록 당도가 높아지는 경향을 보여 Br+7과 Br+10에서는 처리효과가 매우 컸으며 특히 농도가 높을수록 증가하였다. 처리간에는 SW3구에서 가장 높은 편이었다. 최근 KCl이나 NaCl 등 염화물을 공급 하므로서 근권에 수분스트레스를 주어 품질을 높이기 위한 방법들이 시도되고 있는데 근권에 전기전도도를 높일 경우 지상부 지하부의 생육억제, 수량감소 등 작물체에 불리한 작용을 하는 반면, 당도와 산도를 증가시키는 등 유리한 면도 있다(Lee, 2000). Mizrahi 등(1988)은 염분농도의 증가에 따른 품질향상에 미치는 영향은 품종에 따라 다르나 대체로 EC 1.0 $dS \cdot m^{-1}$이 증가함에 따라 전당함량이 10.5%의 비율로 증가 한다고 보고 한 바 있다. 본 시험에서는 성숙단계별로 다르긴 하지만 농도가 높을수록 당함량이 증가한 것은 같은 경향이라 생각된다. 염분농도를 높이면 유기산과 적정산 함량도 증가시킨다(Mitchell 등, 1991). 산함량을 높이는 원인으로서 Davis(1964)는 높은 염분농도 하에서 Cl^-과 SO_4^{2-}와 같은 음이온 보다 K^+와 Na^+의 양이온이 높아져 과실의 pH를 유지하는 것 같다고 했으며, 이와 같은 양이온과 음이온의 불균형은 염화물에 처리된 식물체의 과실내 에서는 일반적이다.

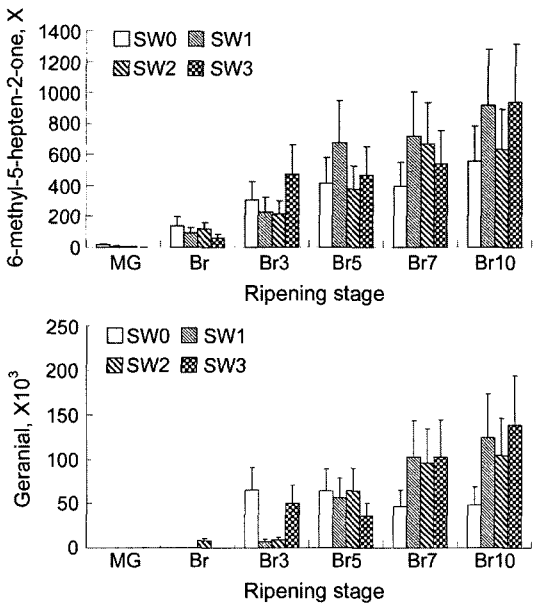

Fig. 3. Relative abundance of volatile 6-methyl-5-hepten-2-one and geranial in homogenates of tomato fruit sampled at different ripening stages.
[z]SWO, No seawater added; SW1, Added 1.0 $dS \cdot m^{-1}$ of seawater to the Yamazaki solution (Y.S. 1.6 $dS \cdot m^{-1}$); SW2, Added 2.0 $dS \cdot m^{-1}$ of seawater to Y.S. 1.6 $dS \cdot m^{-1}$; and SW3, Added 3.0 $dS \cdot m^{-1}$ of seawater to Y.S. 1.6 $dS \cdot m^{-1}$.

4. 향 특성

토마토 주요 향기성분 중 Carotenoid 기원인 6-methyl-5-hepten-2-one은 Br+5이후 처리구에서 높았으며 Br이후 직선적으로 상승되었으며(Fig. 3 left), terpenoid 기원인 geranial은 Br+3이후 완만한 상승이 Br+7까지 이어지다 그 후 증가속도가 완만해졌다(Fig. 3 right).

대부분 성분들이 MG 단계에서는 각 성분들의 양이 미미했으나, Br이후 증가가 시작되어, Br+7까지이나 이후까지에서 정점을 이루었다. 향성분 들은 품종뿐 만 아니라, 생육단계, 온도, 수확 후 관리, 과다시비 등에 의해서도 영향을 받는다고(Baldwin et al., 1985) 알려져 있으나, 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다. 본 시험은 바닷물처리에 의한 양액의 염분농도를 높여 식물체에 스트레스를 줌으로써 토마토의 성분 특히 향성분의 변화여부를 알아보기 위한 시험이었는데 성숙기가 진행될수록 향 성분이 증가되었지만, 바닷물 처리에 의한 유의성은 없었으나, 약간의 증가현상을 보인 것은 앞으로 바닷물농도나 처리시기

등에 따른 심도 있는 연구가 이뤄져야 할 것으로 생각된다.

Literature cited

1. Baldwin, E.A., J.W. Scott, C.K. Shewmaker, and W. Schuch. 2000. Flavor trivia and tomato aroma: Biochemistry and possible mechanisms for control of important aroma components. HortScience 35:1013-1022.
2. Botrini, M.L., P.D. Paola, and A. Graifenberg. 2000. Potassium affects sodium content in tomato plants grown in hydroponic cultivation under saline-sodic stress. HortScience 35:1220-1222.
3. Chen, K., G. Hu, N. Keutgen, J.J. Janssens, and F. Lenz. 1999. Effects of NaCl salinity and CO_2 enrichment on pepino (*Solanum muricatum* Ait.). II. Leaf photosynthetic properties and gas exchange. Sci. Hort. 81:43-56.
4. Cho, J.Y., B.S. Seo, and S.J. Chung. 1996. Effects of salinity in nutrient solution after transplanting on the growth and fruit quality of aeroponically grown tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:633-637.
5. Chretien, S. 2000. High electrical conductivity and radiation-based water management improve fruit quality of greenhouse tomatoes grown in rockwool. HortScience 35:627-631.
6. Davis, J.N. 1964. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the non-volatile organic acids of tomato fruit. J. Sci. Food and Agric. 15:665-673.
7. Dirinck, P., H.D. Pooter, and N. Schamp. 1989. Aroma development in ripening fruits. p. 23-34. In: R. Teranishi, R.G., and F. Shahidi (eds). Flavor Chemistry: Trends and developments. ACS Symp. Series 388. Amer. Chem. Soc., Washington D.C.
8. Flore, J.A., and A.N. Lakso. 1989. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. Hort. Rew. 11:111-157.
9. Jim, S., E. Lee, K. Holt, Y.D. Kim, N.S. Scott, B. Loveys, and W. Schuch. 1998. Genetic manipulation of alcohol dehydrogenase levels in ripening tomato fruit affects the balance of some flavor aldehydes and alcohols. Plant Physiol. 117:1047-1058.
10. Lee, H.C. 2000. Fruit quality and yield of truss-limited tomatoes by KCl or NaCl supplement to nutrient solution. PhD Diss., Seoul National Univ., Suwon.
11. Maul, F., S.A. Sargent, M.O. Balaban, E.A. Baldwin, D.J. Huber, and C.A. Sims. 1998. Aroma volatile profiles from ripe tomatoes are influenced by physiological maturity at harvest: An application for electronic nose technology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:1094-1101.
12. Mitchell, J.P., C. Shennan, S.R. Grattan, and D.M. May. 1991. Tomato fruit yield and quality under water deficit and salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:215-221.
13. Mizrahi, Y., E. Taleisnik, V.K. Zur, Y. Zohas, R. Offenbach, E. Matan, and R. Golan. 1988. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:202-205.
14. Nonami, H., K. Tanimoto, A. Tabuchi, T. Fukuyama, and Y. Hashimoto. 1995. Salt tolerance under hydroponic conditions causes changes in cell wall extension expression during growth. Acta Hort. 396:91-98.
15. Ohta, K., I. Norihiro, H. Takashi, and H. Hideyuki. 1991. Influence of the concentration of nutrient solution and salt supplement on quality and yield of cherry tomato grown hydroponically. J. Japan. Soc. Hort. Sci 60:89-95.
16. Papadopoulos, A.P., S. Pararajasingham, and X. Hao. 1999. Fertilizer substitutions in hydroponically grown greenhouse tomatoes. HortTechnology 9:59-65.
17. Scholberg, J.M.S, and S.J. Locascio. 1999. Growth response of snap bean and tomato as affected by salinity and irrigation method. HortScience 34:259-264.
18. Scimon, C., A. Gosselin and M. Dorais. 2000. High electrical conductivity and radiation-based water management improve fruit quality of greenhouse tomatoes grown in rockwool. HortScience 35:627-631.
19. Wildberger, S. 1993. Salinity testing methods. The Volunteer Monitor 5:1-4.
20. Yamazaki, K. 1981. The management of nutrient solution on soilless culture. Agriculture and Horticulture 56:563-568 (In Japanese).

수경재배시 해수처리가 토마토 생육, 수량 및 품질에 미치는 영향

박용봉[1] · 김용덕[2]

[1]제주대학교 원예생명과학부 • [2]제주도농업기술원 원예작물과

적 요

수경재배시 토마토의 수량감소를 최소화하면서 과실의 품질을 향상시킬 수 있는 방법을 고자 모모타로 품종을 공시하여 양액 1.6 dS · m^{-1}에 해수농도를 1.0, 2.0 그리고 3.0 dS · m^{-1}을 첨가하여 저온기에 재배하여, 토마토의 생장특성을 비교하였으며, 수확된 과실을 성숙 단계별로 나누어 품질과 향 성분을 비교 검토하였다. 해수를 1.0, 2.0과 3.0 dS · m^{-1}을 양액에 첨가한 처리는 초장, 엽장, 엽폭, 절간장과 엽록소 함량에 영향을 미치지 않았다. 해수첨가는 과장 과중과 5주당 상품수 와 무게에 영향을 주었으며, 해수농도 처리가 높을수록 수량 감소가 심했다. 과실품질은 해수 처리에 의해 향상되었다. 당도는 높아지고, 산함량은 높아졌으며, 과실 pH는 낮아졌다. 품질 향상은 EC 2.0~3.0 dS · m^{-1}에서 높았으며, 성숙 시기별로는 Br+5~Br+7에서 정점에 달했다. 전체적으로, 토마토과실의 분석된 상대적인 향 성분 함량은 해수 처리에 의해 유의성은 없었으나 많아지는 경향을 보였다. 성숙 단계가 진행되면서 그 양이 현저하게 증가하였다. 대부분 Br단계에서 그 양이 증가하기 시작했으며, Br+5~Br+7 단계에서 정점을 이루었다. 이상의 결과들로부터, 수량 감소를 최소화하면서 토마토 품질을 향상시키기 위하여 토마토 양액재배시 기본양액 1.6 dS · m^{-1}에, 바닷물을 양액 1,000 L당 26~39 L, 즉 EC가 3.6~4.6 dS · m^{-1} 정도 되도록 해수를 첨가하는 것이 좋았으며, 성숙단계로서는 Br+5~Br+7 단계가 가장 품질이 좋은 것으로 나타났다. 이 결과들은 토마토 수경재배시 수량감소를 줄이면서 품질을 높일 수 있는 방법으로 적용할 수 있을 것이라 생각된다.

주제어 : 수경재배, 토마토, 염분, 해수, 과실수량, 과실품질, 엽록소, 성숙기, 착색시기