韓資植誌 19(2) : 331~335(2006)
Korean J. Plant Res.

# 인삼과 토마토의 기능성 성분 증진을 위한 동해 해양심층수의 이용

우천석, 강원희*
강원대학교 농업생명과학대학 원예학과

# Use of East Deep Sea Water for the Increase of Functional Components of Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and Tomato (*Lycopersicon eculentum* L.)

**Cheonseok Woo and Wonhee Kang***
Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chunchon, 200-701, Korea

**Abstract** - This experiment was conducted to investigate the effect of deep sea water on fruit quality and yield of tomato. In the deep sea water treatments, fruit growth and weight were decreased as the concentration of deep sea water increased. Especially, the fresh weight of second truss was decreased significantly than first truss. Soluble solid content was increased significantly in higher concentration treatment especially at 30mM and 40mM treatment. That was increased more in the first than in the second truss fruits. Most of hexose in fruits were glucose and fructose. The reason of increased glucose and fructose contents was the decline of growth because of salinity stress by deep sea water treatment. however deep sea water treatment increased the lycopene content, especially in 20mM treatment. It is assumed that deep sea water treatment cause induction and promotion of ethylene. The higher concentration of deep sea water to the solution, the greater fruit quality improvement was noticed. However, proportional yield reduction accompanied concentration, 20mM deep sea water improved fruit quality without a significant yield reduction. The Re content was the highest among ginsenosides in all treatments. The contents total of ginsenosides in all treatments, except EC 8 treatment, was higher than those in the controlled treatment. The PT/PD value was 1.31 of the lowest in the EC 8 treatment and was 2.52 of the highest in the EC6 treatment. Rf contents in high increase was detected at all treated ginseng roots.

**Key words** - Lycopene, Ginsenosides, Saponin, Glucose

## 서 언

해양심층수란 "태양광이 도달하지 않는 수심 200m 아래의 깊은 바다에 존재하여 유기물이나 병원균 등이 거의 없을 뿐 아니라 연중 안정된 저온을 유지하고 있으며, 해양식물의 생장에 필수적인 영양염류가 풍부하고 장기간 숙성된 해수자원" 으로 정의(김, 2000)한다. 즉, 해양심층수는 저온성, 청정성, 안정성, 부영양성, 숙성성 등의 특징을 가진 유용한 해양자원이며, 태양광을 에너지원으로 하는 물질순환계 중에서 생성되어 해수로서 재생 및 순환되는 막대한 청정자원(김, 2003)이다.

해양심층수가 지닌 산업적 가치 때문에 최근 이를 상업적으로 이용하기 위한 활동이 여러 국가에서 활발히 전개되고 있다. 미국이나 일본(兼島 盛吉, 2004; 北野雅治, 2004)은 1980년대 초부터 연구를 시작하여 이미 실용화 단계에 접어들었는데, 특히 일본에서는 2001년도부터 유기재배 및 농산물의 성장촉진에 이용하고 있다. 해양심층수의 미네랄 성분을 농작물에 활용한 경우도 있다. 해양심층수를 이용한 농작물의 생육 촉진, 육묘기의 건묘 육성, 정식기의 활착 촉진, 수확 후 농작물의 선도 유지, 과수 및 야채류의 당도 증대는 물론, 최종유통단계에서 산포제로 살포하여 농작물의 선도를 유지하는 것에도 효과가 있는 것으로 나타났다(김, 2004). 우리나라에서는 최근부터 동해해양심층수를 이용하여 청정 농산물 생산, 육묘 시 생육조절, 새싹채소재배, 인삼의 기능성 향상 등에 관한 연구를 수행하고 있다(강 등, 2004; 홍 등, 2005; 강 등, 2005).

*교신저자(E-mail) : whkang@kangwon.ac.kr

토마토의 품질에는 과색, 과형, 과실의 크기 및 경도 등의 외적 요인과 향, 당, 산, 아미노산, 비타민 및 미네랄 함량 등의 내적 요인이 있으며 이중에서 당도가 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 국내시장은 물론 수출을 고려했을 때 국내에서 육종한 대부분의 품종들은 당도가 낮아 소비자의 요구를 충족시키지 못하고 있어 당도를 증가시키는 것이 시급한 실정이다. 지금까지 과실의 당도와 더불어 다른 품질들을 개선하고자 적용되는 재배방법은 관수조절, 양액의 총이온 농도 조절 등(Martin *et al.*, 1970; Cho and Chung, 1997)이 있다. 토마토 양액재배에서 급액량 억제 방법은 양분공급이 감소되어 생육이 억제되고, 수량도 감소된다는 보고(Aljibury and May, 1970; Martin *et al.*, 1970)가 있다. 또한 최근에 토마토 재배에서 총 이온농도를 증가시켜 사경재배, 담액경, NFT 등의 재배법에 적용하였으나 역시 수량감소가 많았다.

토마토 재배에서 과실의 고형물과 유기산 함량증가에 영향을 미치는 KCl처리 효과가 보고 된 이후, 염류처리에 의한 품질향상연구가 많이 이루어졌다. 토마토 양액재배 시 과실의 당도, 유기산 및 향기 등을 개선하기 위해서 양액에의 NaCl이나 해수를 첨가하는 것이 효과적이었다. 이러한 결과는 품질향상을 위한 염류의 이용가능성을 제시하였다. 특히 해수처리 시 방울토마토와 대과종 토마토에서 당과 유기산의 함량이 증가한다고 보고되어 있지만, Pasternak등(1986)은 품종에 따라 염류에 대한 민감도와 다름을 시사하여 염류처리에 대한 구체적인 검토의 필요성을 강조하였다. 토마토 과실은 수확 전 75일부터 관수 중단처리와 해수처리를 하면 과실의 품질이 개선되었다. 관수 중단은 과실 수분함량의 감소와 함께 이온 농도의 증가로 환원당이 축적된다.

따라서 본 연구에서는 저단밀식으로 토마토를 재배하고 양액에 해양심층수를 첨가함으로써 과실의 품질개선을 최대화하고 수량감소를 최소화시켰다. 해양심층수는 적정농도를 구명하기 위해 첨가농도를 달리하였으며 과실의 당도, 당함량, 카로테노이드 중 lycopene 함량을 비교함으로써 과실의 품질 향상을 조사하였다.

인삼(人參, Panax ginseng C.A. Meyer)은 오가피나무과 인삼속에 속하는 다년생 초본류로서 한방에는 그 뿌리를 주로 이용하고 있는 대표적인 약용작물 중에 하나이다. 인삼의 주요 생리활성 성분으로는 사포닌을 비롯하여 정유성분, 폴리아세틸렌(polyace tylene), 페놀성분, 배당체 및 산성펩티드 등이 있으며 그 밖에도 비타민, 당류, 무기질과 같은 다양한 영양성분들이 함유되어 있다.

인삼 사포닌은 인삼속(Panax genus) 식물에만 함유된 특이한 모형의 담마란(dammarane)계 트리테르펜(triterpene) 배당체(glycoside)로 인삼의 사포닌은 진세노사이드라고도 부르며 최근까지 약 33종 정도의 구조가 밝혀졌다. 이와 같은 인삼 사포닌의 생리 활성으로 연구된 내용을 간략히 살펴보면 중추신경계에 대한 작용, 뇌기능 개선 작용, 항 발암 및 항암작용, 면역기능 조절작용, 항당뇨작용, 간기능 강화작용, 심혈관 개선작용, 항 스트레스 작용, 항 피로작용, 항산화 작용 등이 보고되어 있다. 따라서 본 연구는 동해심층수를 재배 중인 인삼에 처리하여 인삼의 주요 성분인 saponon 성분의 함량 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 토마토의 기능성 성분 증진을 위한 동해 해양심층수의 이용

#### 공시재료 및 처리방법

본 실험은 강원대학교 농업생명과학대 비닐하우스에서 '미니캐롤' 품종을 공시하여 수행하였다. 제1화방에서 1~2개의 개화가 이루어진 묘를 구입하여 정식하였다. 폭 25cm 높이 28cm인 화분에 상토(바이오, 흥농)를 채운 후 정식하였으며 재식거리를 25cm 간격으로 배치하고 점적용 관수 호스를 처리구별로 설치하였다. 양액은 토마토 재배용 야마자키 표준 양액(me/L로 0.6 $NH_4^+$, 7.0 $NO_3^-$,4.0 $K^+$, 3.0 $Ca_2^+$, 2.0 $Mg_2^+$ 및 2.0 $SO_4^{2-}$)을 1일 6회 기준으로 공급하였다.

제 2화방이 완전히 개화한 후 2화방 상위 2엽을 남기고 적심하였으며, 측지는 발생할 때마다 제거하였다. 착과 유도를 위해 토마토톤을 150배(w/v)로 희석하여 화방마다 2-3개의 개화가 이루어졌을 때 분무기를 이용하여 살포하였다. 해양심층수는 강원도 고성군에 위치한 해양심층수연구센터에서 취수한 원액을 공급받아 이를 표준액(대조구), 표준액+해양심층수(10, 20, 30 및 40mM)였으며, 제1화방 3번화를 기준으로 개화한 후 20일부터 수확 종료일까지 지속하였다.

#### 생체중 및 가용성 고형물 함량

수확 숙도는 과실 표면 전체가 선명한 적색으로 착색한 완전착색기로 하고, 수확 후 처리구별 과실을 30개씩 3반복으로 선정하여 전자저울(CP3202S, Sartorius)로 생체중을 측정한 후 착즙하여 Hand Refractometer(N-2, Atago)로 측정한 후 Brix로 표시하였다.

#### 육탄당 분석

당 분석을 위하여 과실의 과육 10g을 마쇄하여 3,000rpm에서 원심분리 후 상징액을 취해서 0.45$\mu$ M millipore filter (Minisart, Sartorius)에 통과시켰다. 통과시킨 시료 200$\mu\ell$를 증류수 200$\mu\ell$와 혼합한 후 10$\mu\ell$를 취하여 high performance liquid chromatography(HPLC, Shimadzu, LC-10A, Waters Sugar pak, RI detector)로 당함량을 측정하였다.

| | |
|---|---|
| Instrument | Shimadzu model LC-10A |
| Column | Waters Sugar pak |
| Mobil phase | water 100% |
| Flow rate | 0.5㎖/min |
| Detector | RID |

Fig. 1. HPLC system for detection of hexose.

Lycopene 함량

Lycopene 함량은 다음과 같이 측정하였다. 과실 5g을 얼린 막자사발에 마쇄한 후 Hexane : Ethanol : Acetone( 2:1:1, v/v) 용액을 20㎖넣고 400rpm으로 원심분리하는 과정을 3번 반복하여 완전히 추출한 다음, 감압기(Rotary Vacuum Evaporator, Eyela)로 감압농축하여 메탄올 5㎖에 녹여 0.2$\mu$M millipore filter(Minisart, Sartorius)에 통과시켰다. 20$\mu$를 취하여 high performance liquid chromatography(HPLC, Shimadzu, LC-10A, Alltech Apollo C18, RI detector)로 Lycopene 함량을 측정하였다.

| | |
|---|---|
| Instrument | Shimadzu model LC-10A |
| Column | Alltech Apollo $C_{18}$ |
| Mobile phase | Methanol 100% |
| Flow rate | 1.0㎖/min |
| Detector | UV |

Fig 2. HPLC system for detection of lycopene.

## 인삼의 기능성 성분 증진을 위한 동해 해양심층수의 이용

공시재료 및 처리방법

본 실험은 강원대학교 농업생명과학대학 원예학과 실험포장에서 2005년도에 묘삼(1년생)을 식재하고, 차광망을 이용한 해가림 차광조건에서 이식 후 1년이 경과된 2년생 인삼을 재료로 이용하였다. 각 처리구는 동해심층수 원수에서 NaCl을 제거 한 뒤 EC 2, EC 4, EC 6, EC 8로 농도로 처리구 당 1리터 씩 4월과 5월에 걸쳐 2회 처리하였다.

Ginsenoside 함량

인삼의 뿌리에 함유된 ginsenoside 함량을 HPLC를 이용하여 분석하였다. ginsenoside의 분석조건은 Table 1과 같으며, 10종의 ginsenoside 표준품 (Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rf, Rg1, Rg3, Rh1, Rh2)을 사용하였다.

| | |
|---|---|
| Instrument | JASCO Japan |
| Column | Merck chromolith (RP-18e) |
| Mobile phase | 10% Methanol, 80% ACN |
| Flow rate | 2.5㎖/min |
| Detector | UV |

Fig. 3. HPLC system for detection of ginsenoside.

## 결과 및 고찰

### 도마토의 생체중 및 가용성 고형물 함량

해양심층수의 농도를 각각 0mM에서 40mM까지 달리하여 제1화방 개화후 20일부터 수확기까지 Yamazaki 양액을 첨가하여 재배한 토마토 과실의 품질은 Table 1. 및 Table 2.와 같았다.

평균 생체중은 전체적으로 양액내 심층수의 농도가 높을수록 감소하는 경향이었다. 특히 1화방에 비하여 2화방의 생체중이 처리농도가 높아질수록 현저히 감소하는 것은 처리시작 후 더 오랫동안 스트레스에 의한 생리장애를 받기 때문인 것으로 보인다. 이러한 결과는 수량의 감소가 과실중의 감소에 기인한다는 Bemstein(1959)의 보고와 일치하며 염의 처리농도에 따라서 결과가 달라질 수 있음을 나타낸다.

Table 1. Effects of deep sea water concentration on fruit fresh weight of Mini-carol tomato grown with Yamazaki solution. Treatment started from 20 days after anthesis of first truss and lasted to harvest of second truss fruits[z]

| Cultivar | Treatment | Fruit fresh wt. (g) | |
|---|---|---|---|
| | | 1st truss | 2nd truss |
| Mini-carol | Control | 12.3a | 13.7a |
| | 10mM | 11.9ab | 12.7b |
| | 20mM | 11.3b | 10.4c |
| | 30mM | 11.2b | 10.9c |
| | 40mM | 10.0c | 9.7c |

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $\leq$0.05.

Table 2. Effects of deep sea water concentration on soluble solid content of Mini-carol tomato grown with Yamazaki solution. Treatment started from 20 days after anthesis of first truss and lasted to harvest of second truss fruits[z]

| Cultivar | Treatment | Soluble Solid Content(Brix) | |
|---|---|---|---|
| | | 1st truss | 2nd truss |
| Mini-carol | Control | 8.3b | 7.5d |
| | 10mM | 8.5a | 8.3c |
| | 20mM | 8.5a | 9.5b |
| | 30mM | 8.4ab | 10.0a |
| | 40mM | 8.4ab | 10.0a |

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $\leq$0.05.

과실의 고형물 함량은 심층수의 농도가 높을수록 증가하는 경향이

었다. 제 1화방의 경우 10mM과 20mM 처리구에서 가장 많이 증가하였으나, 제 2화방의 경우 30mM과 40mM 처리구가 가장 많이 증가하였다. 처리구 모두 대조구(0mM)에 비해 증가하였으며, 이것은 Katsumi 등(1991)의 방울토마토 실험결과와 유사하였다.

### 토마토 과실의 품질분석

처리구별 과실의 당조성 함량과 Lycopene 함량에 대한 조사 결과는 Table 3.과 같다. 토마토 과실을 구성하는 당은 glucose와 fructose가 대부분이였고 sucrose는 미량만 검출되었다. 이는 일반 토마토의 당은 glucose와 fructose로 이루어졌다는 보고(Balibrea, 1996)와 일치하였다. Sucrose는 광합성의 주산물로 잎에서 과실로 이동되어 환원당으로 전환되고, 과실로의 이동 정도는 잎과 과실 사이의 농도 구배에 의해서 일어난다. 과실로 이동된 sucrose는 그 자체가 과실내에 저장되거나 sucrose synthase와 invertase와 같은 효소의 작용으로 분해되어 glucose나 fructose의 형태로 저장된다. 각 화방직하의 엽폭이 증가함에 따라 수량도 증가한다고 하였다. 과실내 fructose와 glucose의 함량이 처리농도가 높을수록 줄어드는 이유는 심층수에 의해 생긴 염스트레스에 의해 잎의 생육이 저하된 것에 기인한 것으로 보인다.

Table 3. Effects of deep sea water concentration on hexose and lycopene content of Mini-carol tomato grown with Yamazaki solution. Treatment started from 20 days after anthesis of first truss and lasted to harvest of second truss fruits[z]

| Cultivar | Treatment | Fructose ($mg \cdot g^{-1}$ FW) | Glucose ($mg \cdot g^{-1}$ FW) | Lycopene ($\mu g \cdot L^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| Mini-carol | Control | 1.58b | 1.08b | 174.8c |
| | 10mM | 1.51d | 1.09a | 131.6d |
| | 20mM | 1.54c | 1.04d | 409.1a |
| | 30mM | 1.46e | 0.98e | 220.0b |
| | 40mM | 1.70a | 1.07c | 205.6b |

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $\leq 0.05$.

토마토 과실의 착색은 주로 카로테노이드계 색소인 lycopene (90%)과 $\beta$ - 및 $\gamma$ -carotene(10%)에 의하여 이루어지며, 과실이 성장함에 따라 엽록소의 함량은 줄어들고 lycopene과 $\beta$ - 및 $\gamma$ -carotene 함량이 증가한다. 이 실험에서는 20mM 처리구의 라이코펜 함량이 가장 많은 것으로 나타났으며 무처리구와 나머지 처리구의 함량은 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 에틸렌의 합성이 과실 성숙을 촉진하는 것은 잘 알려진 사실로, 염이나 수분 스트레스에 의해 에틸렌의 형성이 촉진된다는 연구에 비추어 심층수 처리는 염 스트레스로 에틸렌 형성을 유도 및 촉진시켜 과실의 성숙이 빨라진 것으로 생각되었다.

### 인삼의 ginsenoside 함량

사포닌은 인삼의 주요 약성분으로 알려져 있어 인삼의 성분적 품질평가의 지표가 되며, 지역별 그리고 수확시기별로 성분적 특성이 다름이 보고된 바 있다. 본 실험에서는 동해심층수의 농도에 따른 처리에 따라 ginsenosides의 함량에 다음과 같은 차이가 있었다.

전체 ginsenosides 중 Re의 농도가 전 처리구에서 모두 가장 높은 함량을 차지하였으며, Rh1, Rg3, Rh2의 성분의 전 처리구에서 검출되지 않았다. 또한, ginsenosides의 총함량은 EC 8을 제외한 전 처리구에서 대조구 보다 높게 나타났다.

인삼의 ginsenosidesdml 조성은 그들의 구조 및중추신경계에 대한 상반된 활성을 고려하여 PT(protopanaxatriol)계와 PD(protopanaxadiol)계의 함량비(PT/PD)를 지표로 평가하는데, 본 실험에서는 EC 8 처리구가 1.31로 가장 낮았고, EC 6 처리구가 2.52로 가장 높았으며, 나머지 처리구는 큰 차이가 없었다.

## 적 요

해양심층수의 처리에서 처리농도가 높아짐에 따라 대조구보다 작물의 생육이 떨어짐으로 과실의 생육과 수량은 감소한다. 평균

Table 4. The effect of desalinated deep sea water on the change of various saponin components. Note that Rg1 increased from EC 2 to EC 6 and Rf contents increased from 0mg to near 10mg in non-dried ginseng roots

| Treatment | Ginsenoside concentration(mg/100g) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rg1 | Re | Rf | Rh1 | Rb1 | Rc | Rb2 | Rd | Rg3 | Rh2 | PT/PD | Total |
| Control | 1.46 | 53.39 | 0.00 | 0.00 | 13.03 | 9.51 | 5.88 | 5.31 | 0.00 | 0.00 | 1.6261 | 88.58 |
| EC 2 | 3.70 | 45.54 | 12.78 | 0.00 | 11.80 | 9.45 | 5.50 | 4.82 | 0.00 | 0.00 | 1.9645 | 99.57 |
| EC 4 | 2.85 | 45.62 | 8.20 | 0.00 | 13.24 | 10.48 | 6.10 | 5.13 | 0.00 | 0.00 | 1.6214 | 91.62 |
| EC 6 | 3.29 | 63.80 | 11.30 | 0.00 | 11.87 | 9.40 | 4.80 | 5.06 | 0.00 | 0.00 | 2.5181 | 109.52 |
| EC 8 | 0.00 | 31.95 | 13.92 | 0.00 | 14.90 | 10.31 | 5.17 | 4.72 | 0.00 | 0.00 | 1.3068 | 80.97 |

Total saponis: Rb1+Rb2+Rc+Rd+Re+Rf+Rg1 PD: panaxadiol ginsenoside (Rb1+Rb2+Rc+Rd) PT: panaxatriol ginsenoside (Re+Rf+Rg1).

생체중은 전체적으로 양액 내 해양심층수의 농도가 높을수록 감소하는 경향이었다. 특히 1화방에 비하여 2화방의 생체중이 처리농도가 높아질수록 현저히 감소하였다. 과실의 고형물 함량은 심층수의 농도가 높을수록 증가하는 경향이었다. 제 1화방의 경우 10mM과 20mM 처리구에서 가장 많이 증가하였으나, 제 2화방의 경우 30mM과 40mM 처리구가 가장 많이 증가하였다. 토마토 과실을 구성하는 당은 glucose와 fructose가 대부분이었고 sucrose는 미량만 검출되었다. 과실 내 fructose와 glucose의 함량이 처리농도가 높을수록 줄어드는 이유는 심층수에 의해 생긴 염 스트레스에 의해 잎의 생육이 저하된 것에 기인한 것으로 보인다. 이 실험에서는 20mM 처리구의 라이코펜 함량이 가장 많은 것으로 나타났으며 무처리구와 나머지 처리구의 함량은 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 심층수 처리는 염 스트레스로 작용하여 에틸렌 형성을 유도 및 촉진시켜 과실의 성숙이 빨라진 것으로 생각되었다. 해양심층수의 처리는 가용성 고형물 함량과 lycopene 함량을 높임으로써 토마토 과실의 품질에 효과가 있으나 생체중의 감소로 인한 생산량 감소가 생긴다. 이에 적정처리 농도인 20mM로 처리하였을 때 고품질의 과실 생산이 가능함과 동시에 생산량 감소를 최소화할 수 있을 것으로 생각된다. 전체 ginsenosides 중 Re의 농도가 전 처리구에서 모두 가장 높은 함량을 차지하였으며, ginsenosides의 총함량은 EC 8 처리구를 제외한 전 처리구에서 대조구 보다 높게 나타났다. PT/PD의 값은 EC 8 처리구가 1.31로 가장 낮았고, EC 6 처리구가 2.52로 가장 높았으며, 나머지 처리구는 큰 차이가 없었다.

## 사 사

본 연구는 한국해양연구원과 강원대학교 신임교수 연구비지원에 의하여 수행되었습니다.

## 인용문헌

강원희, 우천석, 홍성유. 2004. 해양심층수를 이용한 원예작물 유묘의 생장조절 기술개발. 한국원예과학기술지. 22(Supplement): 85.

강원희, 문덕수, 정동호, 김현주. 2005. 해양심층수를 이용한 농산물의 기능성 향상. 한국해양공학회 추계학술대회논문집. 356-362.

김현주. 2000. 동해 심층수의 다목적 개발 구상. 제1회 동해 심층수 개발이용 심포지움 요지집, 1-10.

김현주. 2003. 동해심층수의 개발 현황 및 해양 바이오 신소재로서의 가능성. 87-96.

김현주. 2004. 동해심층수 개발·이용 심포지움. 동해 심층수의 다목적 개발과 다단계 이용. 54-65.

홍성유, 우천석, 강원희. 2005. 해양심층수의 농업분야 활용. 원예과학기술지. 23(Supplement): 35.

兼島 盛吉. 2004. 해양심층수의 저온을 이용한 여름철 시금치 재배 기술 개발. 57-58.

北野雅治. 2004. 해양심층수의 염을 이용한 고당도 토마토의 생산. 63-64.

Aljibury F.K and D. May. 1970. Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the san Joaquin Valley Westside. Calif. Agr. 24(8): 10-11.

Balibrea, M.E., A.M. Santa-Cruz, M.C. Bolarin and F. Perz-Alfocea. 1996. Sucrolytic activities in relation to sink strength and carbohydrate composition in tomato fruit growing under Salinity. Plant Sci. 118: 47-55.

Bemstein, l. 1959. Salt tolerance of Vegetable crops in the west. USDA Info. Bull. 205.

Cho, J.Y. and S.J. Chung. 1997. Effect of salinity in nutrient solution during seedling stage and after transplanting on the growth and development of aeroponically grown .tomato. J. Kor. Soc. Hort Sci. 38: 647-653.

Katsumi, O. 1991. Influence of the concentration of nutrient solution and yield of cherry tomato grown hydroponi-cally. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 89-95.

Martin, P.E and J.C. Lingle, R.M. Hagan and W.J. flocker. 1970. Irrigation pf tomatoes in a single harvest program. Calif. Agr. 6: 13-14.

Pasternak, D., Y. De-Malach and I. Borovic. 1986. Irrigation with Brackish water under desert condition. VII. Effect of time of appli-cation of Brackish water in production of processing tomatoes (Lycopersicon esculentum, Mill). Agr. Water Mgt. 12: 149-158.

(접수일 2006.3.7 ; 수락일 2006.4.6)