

# 토마토 양액재배에서 급액량이 생육 및 생리적 특성에 미치는 영향

유근창\* · 정천순\*\* · 전인수\*\*

(강원대학교 식물응용과학부\* · 강원대학교 부속농장\*\*)

## Effects of the Amount of Nutrient Solution Supply on Growth and Physiological Characteristics during Tomato of Hydroponics

Keun-Chang Yoo\* · Cheon-Soon Jeong\*\* · In-Soo Jeon\*\*

\*Division of Applied Plant Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

\*\*University Farm, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

### 적 요

엽장은 1,400L를 급액했을 때 '강육' 보다는 '桃太郎'의 엽신장이 2-3cm 정도 길었고, 800L구에서는 '桃太郎' 보다 '강육'이 생장이 좋았으며, 급액량이 적을수록 엽신장은 현저하게 감소하였다. 엽면적은 급액량에 의한 품종간 차이는 없었고, 급액량이 적으면 엽면적이 감소하여 1,400L구에서는 19엽 (1,100cm<sup>2</sup>)까지 계속 증가하였지만, 800L구에서는 13엽 (400-600cm<sup>2</sup>)까지 증가한 후 감소하였다. 건물중에서도 엽면적과 유사한 결과를 나타냈다. 양액 공급량에 따른 엽내염록소 함량은 품종간 차이는 유사하였고, 800L구에서 다소 감소하였다. 그리고 상위절로 갈수록 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 순광합성 특성은 1,400L구에서 품종간 차이는 없었고, 800L구에서 '桃太郎'이 '강육' 보다 많았고, 저위엽 보다는 상위엽으로 갈수록 순광합성량이 증가하였다. 호흡량은 1,400L구에서 '桃太郎'이 '강육' 보다 높았으며, 800L구에서는 1,400L구 보다 현저하게 적었다. 개화일은 '桃太郎'이 1,400L구 보다 800L구에서 약 4일, '강육'은 1일 정도 늦게 개화하였다.

### 1. 서 론

토마토의 양액재배면적은 계속 증가추세이고 토마토의 소비동향도 식미, 광택, 신선도, 저장성등 소비자의 요구도가 다양해지고 있다. 최근 토마토의 양액재배는 양액조성 농도, 식물체의 생리·생태적 반응, 과실의 생리장해 및 생산량에 관하여 많은 연구가 진행되었다<sup>3,12-16)</sup>. 앞으로는 토마토를 양액재배할 때 선진화 농업, 소비자의 취향, 수출을 목적으로

재배하기 위해서는 생산량도 중요하겠지만, 고품질의 과실을 생산하는 방법이 모색되어야 한다고 생각된다. 池와 韓<sup>2)</sup>은 정식후 초기 20일간 배양액의 4me N/L 처리는 겨울철 수경 토마토 재배에서 과실수량의 저하없이 영양생장을 조절할 수 있는 방법을 제시하였다. 급액량을 과잉공급했을 때 식물체의 과번무에 따른 적엽작업을 하는데 많은 노력이 소요되고, 통풍, 광선투과율 저하등으로 과실의 성숙이 지연되고 공동과, 성분축적에 저해작용<sup>1,4,6)</sup>을 하기 때문에 급액량의 조절이 검토되어야 할 과제라고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 전생육기간에 걸쳐 양액의 공급량을 상이하게 조절시켜 재배했을 때 식물체의 생육 및 생리적 특성을 조사하여 고품질·고당도의 토마토를 생산하기 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

공시품종은 '桃太郎'과 '강육'을 이용하였고, 1996년 11월 8일 tray 육묘후 12월 24일부터 유리온실에서 비순환식으로 암면재배하였다. 양액조성비는 원시처방으로 하였고, 양액공급은 8:00와 13:00에 2회에 걸쳐 식물의 개체당 1일 공급량을 1,400L와 800L씩 각각 공급하였다. 공급량의 정확성을 기하기 위하여 전자밸브를 설치하여 점적관수하였다.

엽내 엽록소 함량은 chlorophyll meter (SPAD-502, Minolta, Japan)로 엽위 7, 10, 13, 16, 19 및 22절의 엽을 측정하여 평균치로 계산하였다. 건물중은 80℃에서 24시간 건조후 측정하였다. 그리고 적심은 5화방 개화후 25절에서 적심하였고, 각화방의 과실을 수확한 다음 엽장과 엽면적을 측정하였다. 개화일은 각화방의 1번화가 개화된 것을 기준으로 조사하였다. 광합성 측정은 휴대용 광합성 측정기(LCA-4, ADC Co., England)를 이용하였고, 측정시간은 10:00부터 13:00사이 에 인공광 1,500μmol. m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>. 하에서 측정하였다. 그리고 호흡량은 21:00부터 23:00사이 에 로 각

각 7개체를 측정하여 평균치로 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

엽장은 1,400L를 급액하여 재배했을 때 '강육' 보다는 '桃太郎'의 엽신장이 2-3cm 정도 길었고, 800L구에서는 '강육'이 '桃太郎'보다 생장이 좋아서 공급량에 따라 품종간 차이가 있음을 나타냈다. 그리고 양액공급량이 적을수록 엽신장은 현저하게 감소하는 경향을 보였다 (그림 1).

엽면적은 공급량에 의한 품종간 차이는 없었고, 공급량이 적으면 엽면적이 현저하게 감소하여 1,400L구에서는 19엽(1,100cm<sup>2</sup>)까지 계속 증가한 후 급속하게 감소하였지만, 800L구에서는 13엽(400-600cm<sup>2</sup>)까지 증가한 후 감소하였다 (그림 2). 현재의 재배농가에서 공급하고 있는 급액량은 토마토 생육의 과번무를 초래할 우려가 있고, 과번무에 따른 적엽작업, 통풍불량, 광선투과율 부족이 과실의 성숙, 성분축적에 저해작용을 할 것으로 시사되어 급액량의 조절에 의해 과번무를 억제시킬수 있다고 생각된다. 條原<sup>11)</sup>은 저질위의 과실이 비타민 C의 함량이 낮은 원인은 수경재배에서는 토경재배에 비해 줄기와 잎이 번무하여 과실이 엽에 가려진 상태에서 성숙하기 때문이고, 식물체의 상위절에서 성숙한 과실은 충분한 광을 받아 성숙하므로 함량이 급격하게 증가한 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 토마토 과실의 성숙과 축적

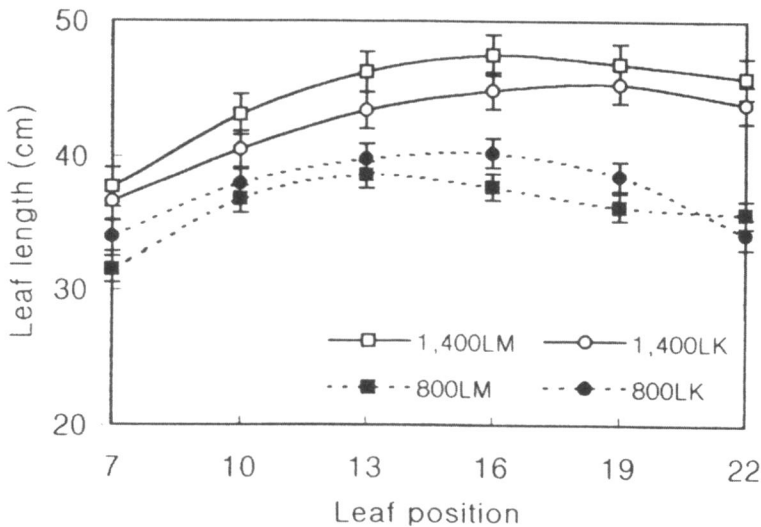


Fig. 1. Effect of nutrient solution supply on the leaf length during tomatoes growth. Vertical bars represent SE. LM:L/day momotraro, LK:L/day kangyuck

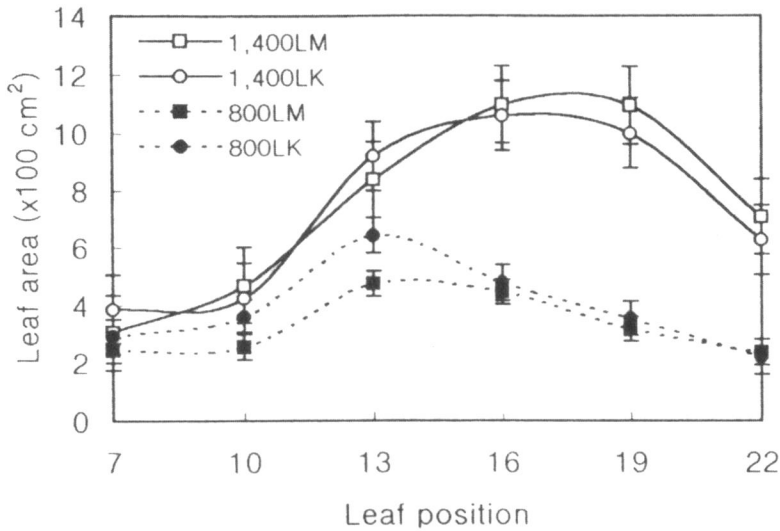


Fig. 2. Effect of nutrient solution supply on the leaf area during tomatoes growth. Vertical bars represent SE, LM;L/day momotraro, LK;L/day kangyuck

에 광조건의 영향을 강하게 받고 있음을 시사한다.

건물중도 엽면적과 유사한 경향을 나타냈는데 1,400L구에서는 19매까지 (6-8g) 증가한 후 감소하였는데, 800L구에서는 22매까지 커다란 변화없이 2-3g을 유지하였다 (그림 3). 멜론의 양액재배에서 급액량을 제한하여 재배했을 때 생육초기 보다는 후기의 엽면적이 현저하게 감소한다는 연구결과<sup>7</sup>

<sup>10)</sup>와 유사한 경향을 나타냈다. 그리고 鄭<sup>3)</sup> 등은 토마토에서 N 증시에 의해 엽면적 및 초장생장을 크게 변경시킬 수 있었지만, 8me N/L 이상의 고농도 N구에서는 엽면적의 감소율이 보다 엽건물중의 감소율이 적다고 하였다. 따라서 기존의 양액재배에서 획일적인 급액방법 보다는 생육상태에 따라 급액량을 조절한다면 과번무에 따른 생리장애는 방지할 수 있

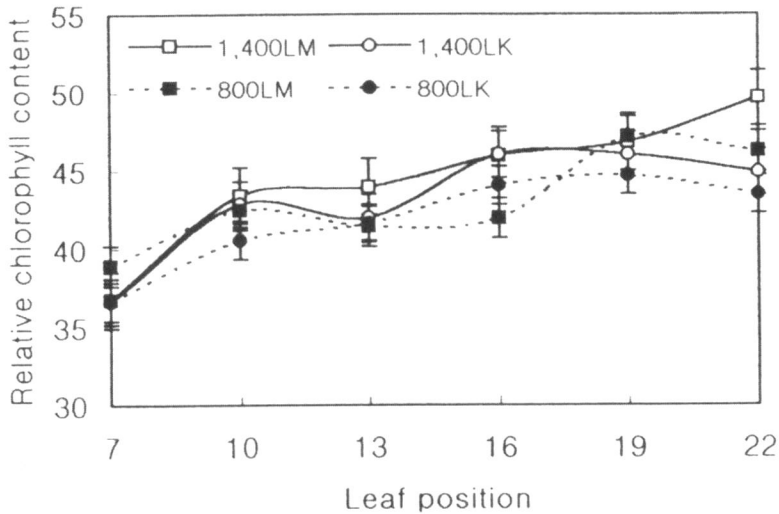


Fig. 3. Effect of nutrient solution supply on the leaf weight during tomatoes growth. Vertical bars represent SE, LM;L/day momotraro, LK;L/day kangyuck

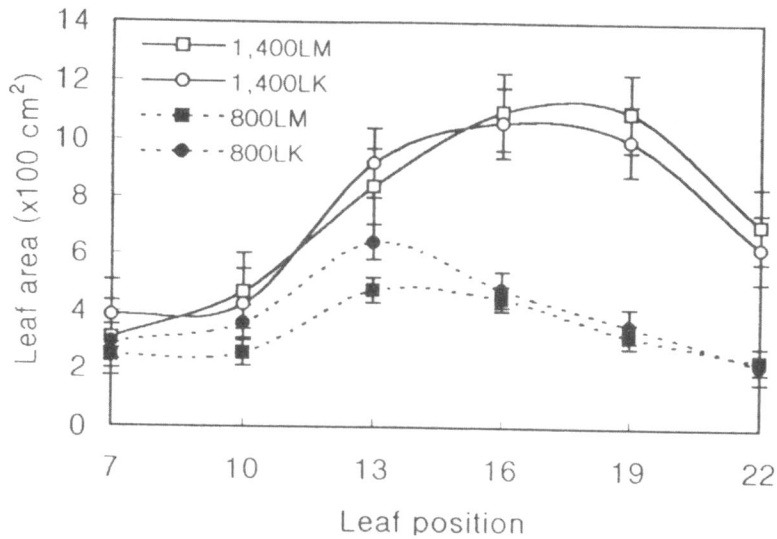


Fig. 4. Effect of nutrient solution supply on the relative chlorophyll content during tomatoes growth. Vertical bars represent SE, LM:L/day momotraro, LK:L/day kangyuck

다고 사료된다. 그러나 지나치게 급액량을 줄이면 후기에 엽신장, 엽면적, 건물중 감소등 생육저하에 따른 동화산물량이 부족하여 과실내 성분축적 및 수량과 밀접한 관계가 있으므로 급액량에 따른 급액횟수에 대한 세심한 연구가 검토되어야 하겠다.

양액 공급량에 따른 엽내엽록소 함량은 품종간 차이는 유

사하였고, 800L구에서 다소 감소하였다. 그리고 상위절로 갈수록 약간씩 증가하는 경향을 보였는데, 이는 하위절의 노화에 따른 질소함유율이 저하되었기 때문이라고 사료된다 (그림 4). 狩野<sup>2)</sup> 등은 멜론의 양액재배에서 양분공급제한은 초장에는 영향을 미치지 않지만, 상위엽의 비대를 현저하게 억제하여 엽내에 질소함유율을 저하시킨다고 하였다. 그리고 엽

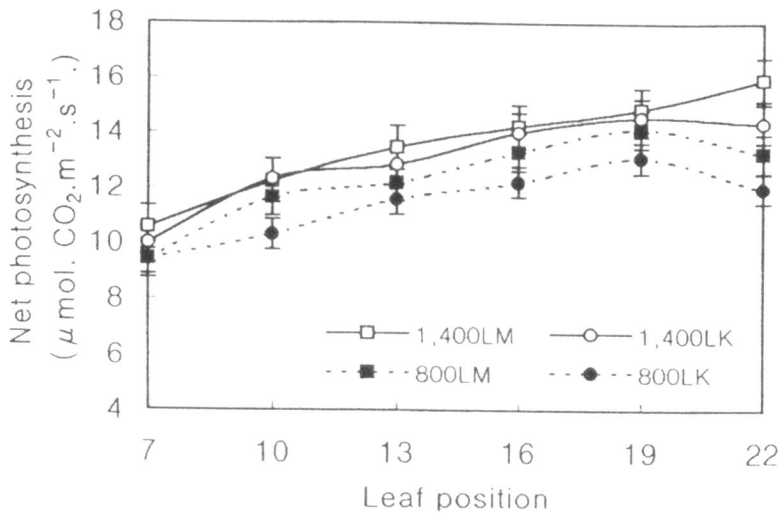


Fig. 5. Effect of nutrient solution supply on the net photosynthesis during tomatoes growth. Vertical bars represent SE, LM:L/day momotraro, LK:L/day kangyuck

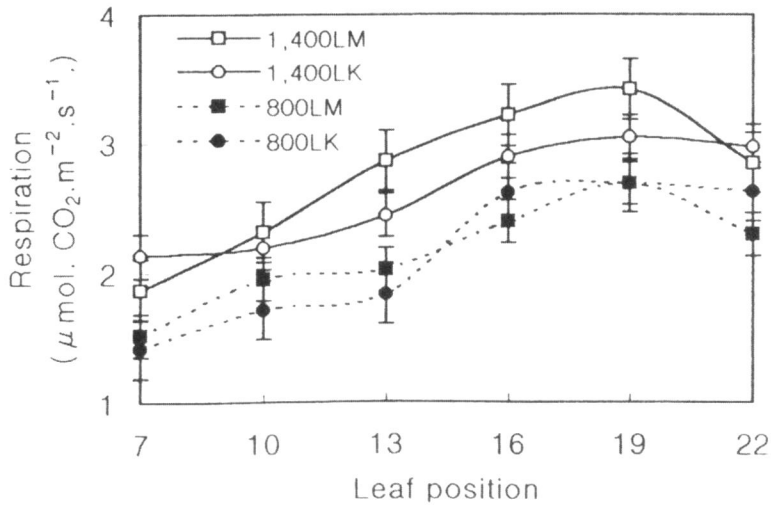


Fig. 6. Effect of nutrient solution supply on the respiration during tomatoes growth. Vertical bars represent SE. LM;L/day momotraro, LK;L/day kangyuck

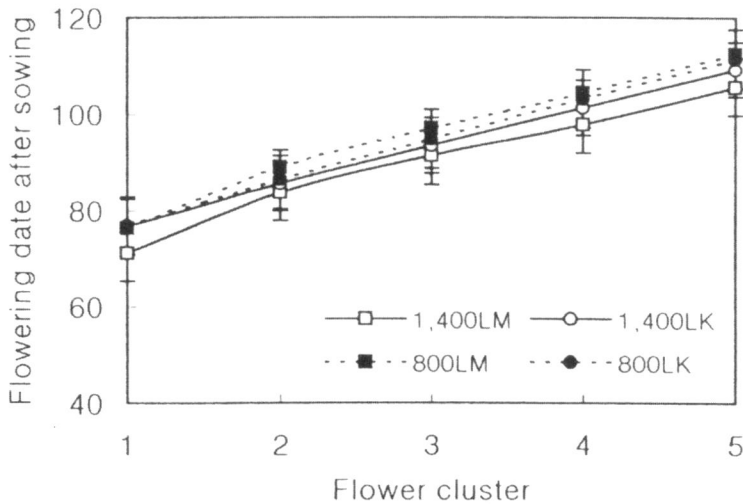


Fig. 7. Effect of nutrient solution supply on the flowering data after sowing during tomatoes growth. Vertical bars represent SE. LM;L/day momotraro, LK;L/day kangyuck

특소함량은 질소함유율의 저하에 따라서 감소하지만, 질소함유율이 저하하지 않아도 생육이 진전됨에 따라 감소한다고 하였다. 본 연구에서도 유사한 결과가 나타났는데, 엽록소 함량의 차이가 나타난 것은 800L를 급액하여 양분함량의 부족에 따른 흡수량이 적었기 때문이라고 생각된다.

순광합성 특성은 '桃太郎'에 1,400L를 급액했을 때 7매에

서 10.6µmol. CO<sub>2</sub>. m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>.이고, 22매에서는 16.0µmol. CO<sub>2</sub>. m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>. 로 엽위의 증가와 함께 계속 증가하였다. 그러나 800L구에서는 19매에서 14.1µmol. CO<sub>2</sub>. m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>. 로 가장 높았지만, 이후에는 감소하였다. '강육'도 같은 양상을 나타냈고, 800L에서는 '桃太郎'이 '강육' 보다 높았다. 저위엽 보다는 상위엽으로 갈수록 순광합성량이 증가하였으며,

22절위의 엽에서는 감소하였다 (그림 5). 순광합성량도 엽내 엽록소 함량과 비례적인 양상을 나타냈는데, 상위엽 보다 하위엽에서 순광합성량이 낮게 나타난 것은 저위엽의 노화에 기인한 것으로 사료된다.

호흡량은 1,400L를 급액했을 때 두품종 모두 19매에서  $3.24\text{mol. CO}_2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , 800L구에서도  $2.74\text{mol. CO}_2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 로 가장 높았고 이후에는 감소하였는데, 1,400L 보다는 800L구에서 현저하게 낮았다 (그림 6). 800L구에서 호흡량이 적은 원인은 수분스트레스에 의한 식물체내에 수분부족에 따른 기공이 닫혀 호흡량이 감소되었을 것이라고 생각된다. 따라서 앞으로 양액을 제한급액하여 수분스트레스를 주었을 때 엽내무기질 흡수량, 엽내의 수분포텐셜 등에 관하여 검토 되어져야 하겠다.

양액공급량에 따른 개화는 '桃太郎'이 1,400L구 보다 800L구에서 약 4일 정도 늦게 개화하였고, '강육'은 1일 정도 늦게 개화하여 '桃太郎'이 급액량에 따라 민감한 반응을 보였다 (그림 7). 이러한 결과는 생육기간동안 양·수분공급이 제한을 받아 생육이 지연됨 따라 개화일도 늦어진 것이라고 판단된다.

#### IV. 결 론

이상의 결과에서 토마토 양액재배시 과번무에 따른 생리장애를 억제시키고, 적엽작업이 불필요하고, 통풍이 좋고, 광선투과율을 높이기 위해서는 급액량 조절에 의해 생육을 억제시킬 수 있음이 시사되었다. 그러나 지나친 급액량의 제한으로 식물체의 생육을 저해하여 엽면적의 감소, 후기생육 저하 등으로 동화산물의 감소에 따른 수량감소 및 상품성을 저하시키는 원인이 되기 때문에 재배에 주의하여야 하겠다. 그리고 각 계절의 환경을 고려하여 저온·약광기 보다는 고온·강광기를 구분하여 급액량에 따른 급액횟수가 결정되어야 하고 재배품종도 고려되어야 한다고 생각된다.

#### 참고문헌

1. Charbonneau, J., A. Gosselin and M.J. Trudel. 1988. Influence of electric conductivity and intermittent flow of the nutrient solution on growth and yield of greenhouse tomato in NFT.

Soilless Culture 4:19-30.

2. 池性韓, 韓圭相. 1994. 定植後 初期 20日間の 窒素濃도가 水耕토마토의 營養生長 및 果實 收量에 미치는 영향. 韓園誌, 35(5):415-420.
3. 鄭淳柱, 徐範錫, 李範宣. 1992. 水耕栽培 토마토의 生長과 發育에 미치는 窒素와 칼리水準 및 相互作用에 關한 研究. 韓園誌, 33(3):244-251.
4. Devonald, V.G. 1984. A comparison of transpiration in tomatoes grown in nutrient film culture and in border soil. ISOSC Proc. 6:173-182.
5. Graves, C.T. and R.G. Hurd. 1983. Intermittent solution circulation in the nutrient film technique. Acta Horticulturae 133:47-52.
6. 景山詳弘, 小西國義. 1988. 土耕との比較でみた水耕トマートの形態的·生理的特徴. 園學雜, 57(3): 408-417
7. 籠橋悟, 狩野廣美, 景山美葵陽. 1981. 養分吸收制限が秋作及び春作における温室メロンの生育及び果實に及ぼす影響について. 園學雜, 50(3):306-316.
8. 狩野廣美, 籠橋悟, 景山美葵陽. 1978. 温室メロンの營養生理に關する研究 (第2報) 交配以降における養分供給の制限が、メロンの生育および果實に及ぼす影響について. 園學雜, 47(3):357-364.
9. 中林和重, 山崎邦典. 1990. マスクメロンのロックウール栽培における定植床の種類と窒素の供給制限が果實品質に與える影響. 土肥誌, 61(4):369-375.
10. 中林和重, 山崎邦典, 齋藤伸芳, 飯泉正, 島根茂雄. 1990. マスクメロンのロックウール栽培における窒素の供給制限と給液制限が果實品質に與える影響. 土肥誌, 61(5):479-484.
11. 條原溫. 1986. 養液栽培野菜の品質と栽培技術による改善. 農業および園藝 61(1):219-222.
12. 梁元模, 鄭淳柱, 梁承烈. 1990. 噴霧耕과 薄膜循環養液栽培에 따른 토마토의 生理, 生態 및 形態的 適應에 關한 比較研究. I. 養液의 溫度, 噴霧間隔 및 充墳培地の 差異에 따른 根圈環境變化 및 生育反應. 韓園誌, 31(1):22-36.
13. 梁元模, 鄭淳柱, 陳日斗. 1990. 噴霧耕과 薄膜循環養液栽培에 따른 토마토의 生理, 生態 및 形態的 適應에 關한 比較研究. II. 뿌리의 形態的 適應 特性. 韓園誌.

31(2):106-113.

14. 梁元模, 鄭淳柱, 金龍斗. 1990. 噴霧耕과 薄膜循環養液栽培에 따른 토마토의 生理, 生態 및 形態的 適應에 關한 比較研究. III. 生理·生態的 適應特性. 韓園誌, 31(3):226-237.
15. 梁元模, 丁蓮圭, 姜宗求, 趙自容. 1991. 새로운 水耕農法 開發에 關한 基礎研究. I. 養液內 酸素水準에 따른 토마토의 生理, 生態 및 形態的 特性. 韓園誌, 32(3):305-313.
16. 梁元模, 梁承烈. 1991. 새로운 水耕農法 開發에 關한 基礎研究. II. 噴霧耕에 있어서 根圈의 酸素水準에 따른 토마토의 生理, 生態的 適應特性. 韓園誌, 32(4):434-439.

# 양액공급조절이 토마토 과실의 당, 유기산, NO<sub>3</sub> 및 수량에 미치는 영향

유근창\* · 정천순\*\* · 전인수\*\*

(강원대학교 식물응용과학부\* · 강원대학교 부속농장\*\*)

## Effects of the Amount of Nutrient Solution Supply on the Content of Sugar, Organic acid, NO<sub>3</sub> and Yield during Tomatoe of Hydroponics

Keun-Chang Yoo\* · Cheon-Soon Jeong\*\* · In-Soo Jeon\*\*

\*Division of Applied Plant Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

\*\*University Farm, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

### 적 요

가용성고형물 함량은 급액량을 1,400L 공급했을때 '桃太郎'이 '강육' 보다 높았고, 1화방부터 5화방까지 계속 증가하는 경향을 나타냈다. 그리고 800L구에서는 두품종 모두 3화방부터 약 7.8%로 현저하게 증가하였다. 당류는 1,400L구에서는 sucrose, glucose 및 fructose의 함량이 화방이 높아질수록 완만하게 증가한 반면 800L구에서는 급격하게 증가하여 가용성고형물 함량과 유사한 경향을 보였다. 유기산 함량은 1,400L구에서 공시한 두품종 모두 malic acid 함량이 약 2% 수준을 유지하였고, citric acid는 '桃太郎'과 '강육' 두품종 모두 5화방에서 1.34%와 1.90%로 가장 높았다. 그러나 800L구에서는 malic acid 및 citric acid가 동시에 1화방부터 계속 증가하여 유기산 함량이 1,400L구에 비해 약 1% 정도 높은 함량이 축적되었다. NO<sub>3</sub> 함량은 1,400L를 급액했을 때 '桃太郎' 1화방에서 0.19%로 가장 높았고, 5화방에서는 0.09%로 감소하였다. '강육'은 1화방에서 0.11%, 5화방에서 0.07%로 나타나 화방이 높아질수록 감소하는 경향을 나타냈다. 그리고 800L구에서는 NO<sub>3</sub> 함량이 현저하게 적게 검출되었고, '강육' 보다 '桃太郎'은 과실내에 NO<sub>3</sub>의 축적이 많았다. 각 화방 및 급액농도별 총생산량은 '강육'이 1,400L구의 4화방 (683.8g)에서 가장 높았고, 800L구에서는 2화방 (565.5g)부터 계속 감소하는 경향을 나타내 급액량에 따라 수량은 민감하게 작용하는 것으로 나타났다.

### 1. 서 론

최근 토마토의 소비는 소비자의 기호도가 다양화되면서 생산자 입장에서 양적인 면보다 질적인 측면에서 재배방법을 개선하고 있다. 양액재배는 토경재배 보다 줄기가 굵고, 엽병이 길게 성장되어 과번무의 상태에서 생육하므로 과실의 비

대가 빠르고, 식물체의 생육이 왕성하다. 즉 광합성이나 물질대사의 활성이 높아 과실의 이상비대 현상, 기형과, 공동과 등이 발생되어 과실의 상품성을 저하시키는 원인으로 지적되고 있다<sup>1, 4, 14)</sup>. 양액재배에서 가장 단점으로 지적되고 있는 것은 과실내의 당, 유기산 등의 내용성분 총설도가 토경재배에 비해 떨어진다. 토마토의 양액재배에서 과실내의 성분축적을 위하여 양액의 EC 농도를 높이고 과실에 송풍처리하여 과실



의 cuticular 증산을 촉진시켜 품질을 향상시킨 연구가 보고되고 있다<sup>5,6)</sup>. 또한 멜론을 양액재배했을 때 당축적을 향상시키기 위하여 양액농도, 급액량 제한, 생육단계별 양·수분흡수 특성 등에 관한 다양한 연구가 진행되었다<sup>9,12)</sup>. 멜론의 양액재배에서 급액량을 제한하여 재배했을 때 일부 연구에서 당도의 상승은 인정되지 않고, 과중감소와 과실의 경도가 저하되고, 후기 생육저하로 오히려 가용성고형물 함량이 저하되므로 급액제한을 하지 않는 것이 바람직하다고 보고하였다<sup>12)</sup>. 반면에 일부에서는 교배후 양분공급 제한은 과실의 크기 및 중량에는 영향을 미치지 않고, 가용성고형물 함량을 높이는 효과가 있다고 보고<sup>9,10)</sup> 되고 있어 양액재배에서 당축적에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 급액량을 정상적으로 공급한 것과 제한하여 재배했을 때 각 화방별로 과실의 품질과 밀접한 관계가 있는 당, 유기산 및 질산염 축적을 분석하고, 수량성을 검토하여 토마토 양액재배에서 급액량 제어가 고당도·고품질 생산 가능성을 제시하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

공시품종은 '桃太郎'과 '강육'을 이용하였고, 1996년 11월 8일 tray 육묘후 12월 24일부터 유리온실에서 비순환식으로 암면재배하였다. 양액조성비는 원시처방으로 하였고, 양액공

급은 8:00와 13:00시에 2회에 걸쳐 1일 공급량을 1,400L와 800L씩 각각 공급하였다. 가용성고형물 (soluble solid content)은 각 화방에서 적숙과를 수확하여 각각의 과실을 착즙하여 hand refractrometer (ATAGO N1 model Brix 0-32%, Japan)로 측정하였다. 당류 및 유기산의 분석시료는 각 화방에서 수확한 10개의 적숙과 중상부위를 채취하여 착즙후 원심분리해서 상정액을 0.45µm membrane filter로 여과하여 high performancr liquid chromatography (HPLC)에 10µL씩 주입하였다. HPLC 기종 및 분석조건은 정 등의 방법과 동일하게 하였다. 당분석은 column은 Sugar-pak<sup>TM</sup>1 (6.5 x 300mm, Waters Assoc.), 유기산 분석 column은 µ-Bondapak C<sub>18</sub> (particle size 9µm, 3.9 x 300mm I.D. Waters Assoc.)을 각각 사용하였다. NO<sub>3</sub> 분석은 상기의 과실을 80℃에서 24시간 건조후 분말 0.5g을 농황산 10mL를 넣고 분해하여 킬달장치에 의해 분석하였다. 화방별 수량은 각 화방에 4-5과를 수정하여 (토마토톤 100배액 + GA<sub>3</sub> 10ppm 혼용) 과실표면 전체가 적색으로 되었을 때 수확후 생체중을 조사하여 식물체당 각 화방별로 계산하였다.

## III. 결과 및 고찰

가용성고형물 함량은급액량을 1,400L 공급했을 때 '桃太

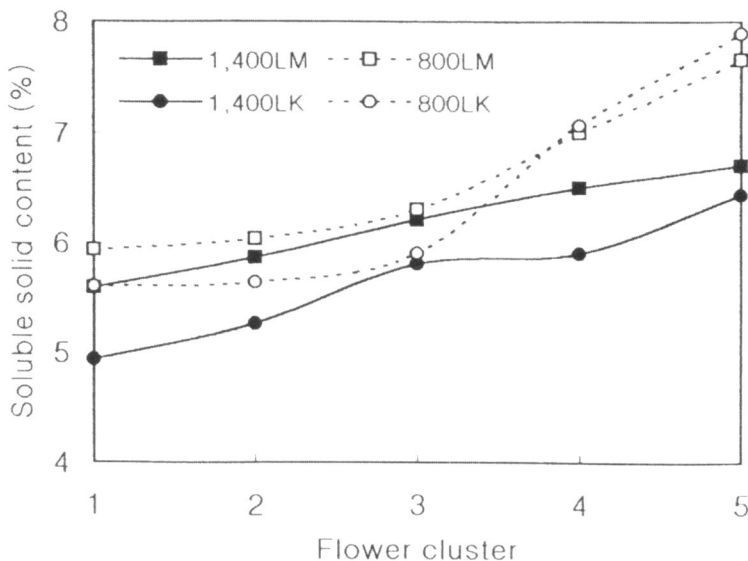


Fig. 1. Effect of nutrient solution supply on the soluble solid content of tomato fruits.  
LM:L/day momotraro, LK:L/day kangyuck

郎'이 '강육' 보다 높았고, 1화방부터 5화방까지 완만하게 계속 증가하는 경향을 나타냈다. 그리고 800L구에서는 두품종 모두 3화방부터 약 7.8%로 현저하게 증가하였다 (그림 1).

급액량이 당류별 함량에 미치는 영향은 1,400L구에서 증가속도가 완만하게 진행되었는데, 800L구에서는 급격하게 증가하였다. 그리고 화방이 높아질수록 sucrose, glucose 및 fructose의 함량이 같이 증가하는 경향을 보였다. 800L를 공급했을 때 전당은 glucose 및 fructose 함량의 증가와 함께 '桃太郎'과 '강육'은 각각 2화방과 3화방 (4.6%)부터 급속하게 증가하여 5화방에서는 두품종 모두 6.4% 내외로 약 2% 정도 높았고, sucrose 함량도 소량씩 계속 증가하였다 (그림 2). 이러한 결과는 식물체내의 수분저하는 침투압을

높이기 때문에 전분이 분해되면서 당이 증가한 것이라고 생각된다. 籠橋<sup>2)</sup> 등은 멜론의 양액재배에서 수확전에 급액량을 강하게 제한했을 때 과즙의 가용성고형물 함량이 증가한다는 보고와 유사하였다. 狩野<sup>1)</sup> 등도 교배후 양분공급제한은 과실의 크기 및 중량에는 영향을 미치지 않고, 가용성고형물 함량을 높이는 효과가 있다고 하였다. 中林<sup>2)</sup> 등은 수확 20일 전부터 급액을 제한할 경우에는 과육의 당도가 감소하는 이외에 과즙이 감소하거나 과실의 경도가 저하되므로 급액제한 시기를 강조하였다. 따라서 멜론은 1주당 1과를 수확하기 때문에 급액제한에 의해 당을 향상시킬 수 있지만, 토마토는 장기간 재배하므로 급액제한에 의해 당도를 높일 수 있는 반면 후기생육 저하에 따른 수량성이 감소될 우려가 있어 재배에 세심한 주의가 요구된다.

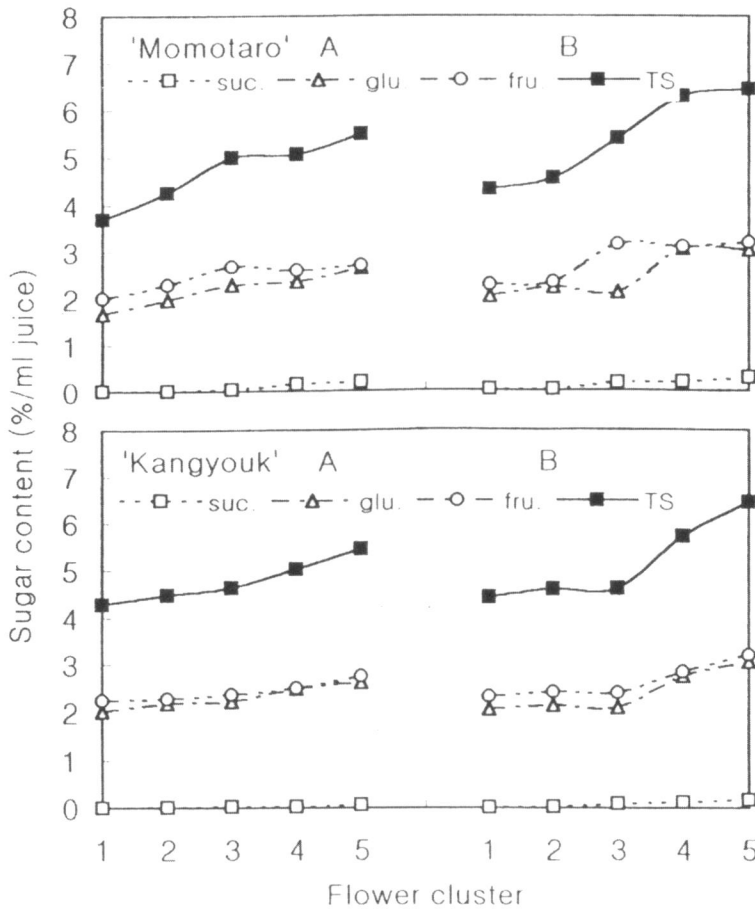


Fig. 2. Effect of nutrient solution supply on the sugar content of tomato fruits. suc:sucrose, glu:glucose, fru:fructose, TS:total sugar A;1,400L/day, B;800L/day.

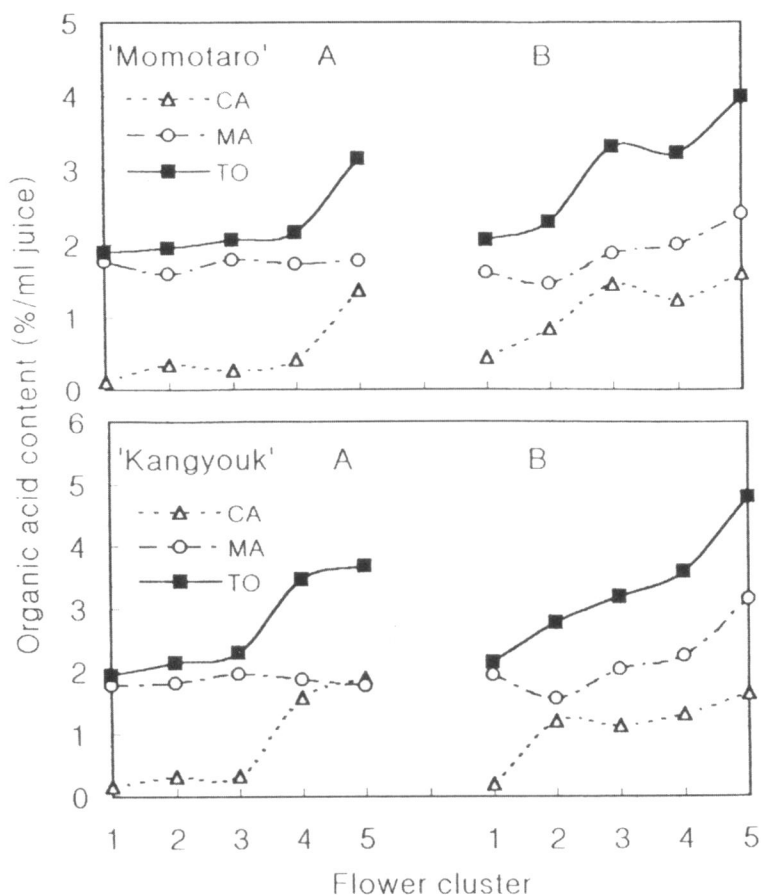


Fig. 3. Effect of nutrient solution supply on the organic acid content of tomato fruits.  
 CA; citric acid, MA; malic acid, TO; total organic acid  
 TS; total sugar A; 1,400L/day, B; 800L/day.

유기산 함량은 1,400L구에서 공시한 두품종 모두 malic acid 함량이 약 2% 수준을 유지하였고, citric acid는 '桃太郎'과 '강육' 두품종 모두 5화방에서 1.34%와 1.90%로 가장 높았다. 그러나 800L를 급액했을 때 '桃太郎'은 5화방에서 4.0%, '강육'은 4.8%로 1화방 보다 2배 정도 높았다. 그리고 malic acid 및 citric acid는 1화방부터 동시에 계속 증가하여 유기산 함량이 1,400L구에 비해 5화방에서 약 1% 정도 높은 함량이 측정되었다 (그림 3). 條原과 條原<sup>13, 14)</sup> 등에 의하면 수경재배는 토경재배에 비해 줄기와 잎이 번무하여 과실이 잎에 가려진 상태에서 성숙되기 때문에 비타민 C의 함량이 감소하는 것으로 보아 과실로의 광조건 영향을 강하게 받는다고 보고하였다. 본 연구에서도 800L를 급액했을 때 보다 1,400L구에서 성분함량이 작은 것은 과번무에 의해

과실이 음지에서 성숙되어 과실내의 성분축적이 저해 받은 것으로 생각된다.

이상과 같이 급액량을 제한했을 때 가용성고형물, 당 및 유기산 함량이 높아진 원인은 급액량을 제한하면 수분스트레스에 의해 과실내에서 수분이 잎이나 줄기로 역류하여 과즙이 농축된 연인이라고 사료된다. 실제로 시료채취과정에서 과실을 절단했을 때 과즙이 적고, 과실이 단단한 것을 알수 있었다 (데이터 생략). 그리고 화방이 높아질수록 함량이 높게 나타난 것은 저질위 보다는 고질위로 갈수록 엽면적의 증가에 따른 동화산물이 많아졌기 때문이라고 생각된다.

NO<sub>3</sub> 함량은 '桃太郎'이 1,400L구의 1화방에서 0.19%로 가장 높았고, 5화방에서는 0.09%로 감소하였다. '강육'은 1화방에서 0.11%, 5화방에서 0.07%로 나타나 화방이 높아질

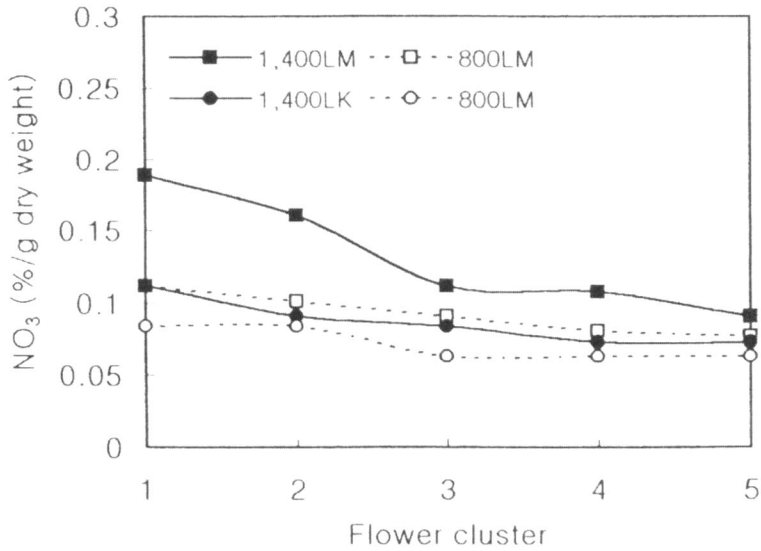


Fig. 4. Effect of nutrient solution supply on the NO<sub>3</sub> content of tomato fruits.  
LM:L/day momotraro, LK:L/day kangyuck

수록 감소하는 경향을 나타냈다. 그리고 800L구에서는 NO<sub>3</sub> 함량이 현저하게 적게 검출되었는데, 특히 '桃太郎' 보다 '강육'이 과실내에 NO<sub>3</sub>의 축적이 적어 품종간 차이도 있었다 (그림 4). 狩野<sup>10)</sup> 등은 멜론재배에서 양분의 공급제한은 초장에는 영향을 미치지 않지만, 상위엽의 비대를 현저히 억제하

여 엽중의 질소함유율을 저하시켰고, 엽록소 함량은 질소함유율이 저하함에 따라서 감소했지만, 질소함유율이 저하되지 않아도 생육이 진전되면서 감소한다고 하였다. 본 연구의 결과에서도 급액량과 관계없이 1화방부터 5화방까지 NO<sub>3</sub>의 함량이 감소하였고, 800L구에서는 1,400L구 보다 현저하게 감

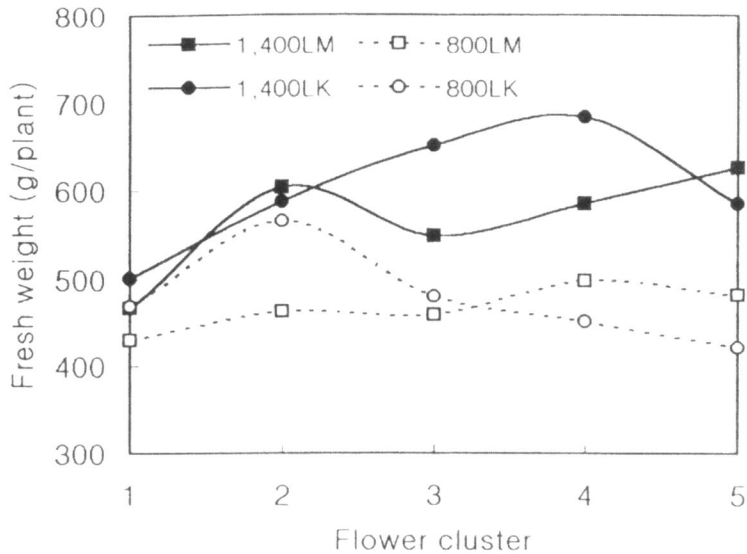


Fig. 5. Effect of nutrient solution supply on the fresh weight of tomato fruits.  
LM:L/day momotraro, LK:L/day kangyuck

소하여 전체적으로 공급된 양분이 감소되기는 했지만 그 중에서도 질소의 영향을 크게 받은 것으로 생각된다.

각 화방별 수량은 1,400L구 보다 800L구에서 현저하게 감소하였다. '강육'은 '桃太郎' 보다 급액량에 따라 매우 민감하게 반응하여 1,400L구의 4화방 (683.8g)에서 가장 높은 생체중을 나타냈고, 800L구에서는 2화방 (565.5g)부터 서서히 감소하였다 (그림 5). 수량이 감소한 원인은 급액량을 제한시켜 재배했기 때문에 엽장, 엽면적 감소 등에 따른 영향이라고 판단된다.

#### IV. 결 론

이상과 같이 양액을 제한공급해서 토마토를 재배하면 당도, 유기산 함량이 증가하고, 인체에 해롭다고 보고하고 있는 NO<sub>3</sub> 함량이 감소하여 고당도·고품질의 과실생산이 가능하여 질적인 문제는 해결할 수 있다고 생각된다. 그러나 토마토 양액재배에서 지나친 급액제한은 수량을 감소시키고, 양분결핍증을 유발시킬 우려가 있기 때문에 안정적으로 장기간 생산하기 위하여는 식물체의 생육상태에 따라 양액을 공급해야 할 것이다.

#### 참고문헌

- Adams, P. 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or solution chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *J. of Horti. Sci.* 66:201-207.
- Adams, P., J.N. Davis and G.W. Winsor. 1978. Effect of nitrogen, potassium and magnesium in the quality and chemical composition of tomatoes growth in peat. *J. of Horti. Sci.* 53:115-122.
- Adams, P. and L.C. Ho. 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. *J. of Horti. Sci.* 64:725-732.
- Charbonneau, J., A. Gosselin and M.J. Trudel. 1988. Influence of electric conductivity and intermittent flow of the nutrient solution on growth and yield of greenhouse tomato in NFT. *Soilless Culture* 4:19-30.
- 趙日煥, 禹永滄, 李應鎬, 金亨俊. 1997. 環境制御에 의한 토마토 果實의 蒸散, 칼슘量 變化와 배꼽썩음果 發生防止. *韓園誌*, 38(2):98-102.
- 仁科弘重, 趙日煥, 田中基司, 橋本康. 1993. 果實送風による尻腐れ果發生防止とそのメカニズムの 解明. *日本植物工場學會誌* 5(1):26-38.
- 정천순, 용영록, 김일섭, 김상수, 조동하. 1996. CO<sub>2</sub> 처리가 딸기의 광합성, 수량, 당 및 산함량에 미치는 영향. *韓園誌*, 37(6):736-740.
- 景山祥弘, 小西國義. 1988. 土耕との比較でみた水耕トマトの形態的·生理的特徴. *園學雜*, 57(3):408-417
- 籠橋悟, 狩野廣美, 景山美葵陽. 1981. 養分吸收制限が秋作及び春作における温室メロンの生育及び果實に及ぼす影響について. *園學雜*, 50(3):306-316.
- 狩野廣美, 籠橋悟, 景山美葵陽. 1978. 温室メロンの營養生理に關する研究 (第2報) 交配以降における養分供給の制限が, 메로ンの生育および果實に及ぼす影響について. *園學雜*, 47(3):357-364.
- 中林和重, 山崎邦典. 1990. 마스크메로ンのロックウール栽培における定植床の種類と窒素の供給制限が果實品質に與える影響. *土肥誌*, 61(4):369-375.
- 中林和重, 山崎邦典, 齋藤伸芳, 飯泉正, 島根茂雄. 1990. 마스크메로ンのロックウール栽培における窒素の供給制限と給液制限が果實品質に與える影響. *土肥誌*, 61(5):479-484.
- 條原溫. 1986. 養液栽培野菜の品質と栽培技術による改善. *農業および園藝* 61(1):219-222.
- 條原溫, 鈴木芳夫, 澁谷正夫. 1982. 施設トマトの栽培法, 栽培時期及び品種と果實のアスコルビン酸含量. *園學雜*, 51(3):338-343.