

토마토의栽培時期와栽培方式이生育 및品質에 미치는影響

박세원* · 이지원¹ · 김광용¹ · 김영철¹ · 홍세진²

호남대학교 환경원예학과, ¹농촌진흥청 원예연구소, ²강릉대학교 원예학과

Effects of Cultivation Season and Method on Growth and Quality of Tomato

Park, Se Won* · Lee, Ji Won¹ · Kim, Kwang Yong¹ · Kim, Young Cheol¹ · Hong, Se Jin²

Dept. of Environ. Hort., Honam University, Kwang-ju 506-714, Korea

¹Nat'l Hort. Research Institute, Suwon 440-310, Korea

²Dept. of Horticulture, Kangnung University, Kangnung 210-702, Korea

*corresponding author

ABSTRACT Tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits were grown by the hydroponic cultivation system using perlite and soil cultivation system. The growth, yield, and fruit quality were compared between two growing seasons of spring and summer and two cultivation systems, respectively. In tomato, little difference was observed in growth and yield between two cultivation systems, but plant growth and total yield of fruits were much more in summer than in spring. The contents of glucose and fructose were more in spring-grown fruit than in summer-grown one, and in hydroponically cultivated fruit than in soil-cultivated, respectively. The weight loss during room temperature storage was lower in hydroponically cultivated fruit than in soil-cultivated one, and in summer-grown fruit than in spring-grown one, respectively. In terms of color change, the shelf-life of tomato fruit was shorter by one day in summer-grown one fruit than in spring-grown one, and in hydroponically cultivated one fruit than in soil-cultivated, respectively.

Additional key words: *Lycopersicon esculentum*, organic acid, perlite cultivation, storability, sugar

서 언

채소의 품질은 재배방식뿐만 아니라 품종, 생육시기, 작형, 재배관리 및 병충해 등의 여러 요인이 복합적으로 작용하여 결정되며, 품目に 따른 최적기준도 상당한 차이가 있다(Arthey, 1975; Kader, 1992). 국내에서 주로 재배되고 있는 과채류인 토마토의 재배방식은 배지경 방식이 주류를 이루고 있으며, 재배시 영양, 수분 및 근권온도 등의 환경조건이 식물체의 생육과 품질을 좌우하므로 영양 및 환경요인의 인위적 조절을 통해 생산성을 높이고 상품의 외형적 품질을 향상시킬 수 있다(박 등, 1990).

양액재배 시설에서 생산되는 일부 토마토의 경우 인체에 해로운 것으로 알려진 질산염이 기준치를 초과하여 측정되어 있어 이를 저하시키기 위한 연구가 수행되어 왔다(문, 1996; 이, 1997). 양액재배를 통해 생산된 토마토의 당도가 떨어진다는가 수확후 수분의 손실이 빠르다는 등 부정적인 인식도 많으며, 또 토양이 작물에게 공급하는 양분이 양액재배의 배지에는 결여될 수 있으므로 양액재배에 의해 생산된 토마토는 토양재배된 것에 비해 외관이나 내부성분에 있어서 상품성이 떨어질 것이라는 인식도 있다. 한편, 토마토는 수확된 다음 숙성이 진행되는 동안 색과 같은 외관뿐만 아니라 맛이나 향, 영양, 조직감 같은 내부성분의 변화가 일어나는데 재배방식이 이들 품질인자의 질적인 수준을

결정하는 것으로 알려져 있다(박 등, 1990; 박과 강, 1996). 따라서 양액재배 상품의 우수성에 대한 평가는 높은 생산성, 좋은 외관, 부드러운 질감, Ca, Ge, Se 등을 다량 함유한 영양적인 가치 등과 같은 장점에도 불구하고 논란이 되고 있는 것이 사실이다. 이러한 품질의 차이는 토마토가 재배되는 계절에 의해서도 결정되며, 특히 재배기간의 온도나 일조량이 토마토의 생산성과 외관, 내부성분에 커다란 영향을 미치는 것으로 추정되고 있다.

본 연구는 최근에 재배면적이 급증하고 있는 과채류중 토마토를 대상으로 재배방식(토경, 양액)과 재배시기(봄, 여름)를 달리하여 작물의 생육과 과실의 품질을 비교하고자 실시되었다. 또한 이를 토대로 앞으로 재배가 확대될 양액재배 기술의 개선을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다. 지금까지 과채류에 대한 국내 연구는 외관의 개선에만 비중을 두어왔기 때문에 맛이나

영양과 같은 내부품질의 향상에 대한 소비자의 요구 변화에 부응하지 못해왔다. 따라서 본 연구를 통해 토마토의 고품질 생산을 위한 개선방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

본 실험에 공시재료로 이용된 토마토 (하우스 모모파로, 다끼종묘)는 봄 재배용은 '97년 1월 20일에 파종하여 3월 20일에 정식하였고, 여름 재배용은 '97년 4월 1일에 파종하여 5월 20일에 정식하였는데, 50공 플러그트레이에 피토스스와 펠라이트를 7:3으로 혼합한 상토를 채운후 파종후 일정기간 육묘하여 PET온실 내의 토양과 펠라이트 배지에 정식하였다. 육묘시 시비는 N 7.0, P 2.4, Ca 4.8, Mg 1.8me/L의 다량원소와 원예연구소 양액재배 표준액의 미량원소 조성으로 구성된 완전액비를 생육단계에 따라 계획 시비하였다(김 등, 1997). 정식후 지하부의 온도는 지중난방기를 이용하여 18~20℃로 조절하였다. 시비는 농촌진흥청 추천시비량으로 실시하였고, 양액재배는 원예용 토마토 전용액을 이용하여 400~450mL/㎡/회/를 3~4회/일로 급액하였다. 양액관리는 폐액을 회수하여 공급액과 섞어 재활용하는 폐쇄식으로 하였다. 실험구는 완전임의배치로 3반복을 두어 토마토를 토경과 양액온실에서 각각 6개의 시험구로 배치하였으며 시험구의 규모는 40㎡/區였다. 정식 후 생육과 수량, 과실의 무기성분 등을 조사하였다.

토마토의 품질을 분석하기 위한 시료는 가급적 균일성을 확보하기 위해 동일한 시기에 3회방에서 수확한 과실을 사용하였다. 수확후 처리당 15개의 과실을 선발하여 과피의 색도, 경도, 당 및 유기산 함량 등을 분석하였다. 과실의 경도는 경도계(Instron 1000, Shimazu)를 이용하여 측정하고 N/m²의 단위로 표시하였으며, 당 및 유기산은 HPLC (Waters 441, Waters)를 이용하여 분석하였다. 수확시기에 따른 저장성을 비교하기 위해 녹숙상태의 토마토를 상온에 보관하면서 과실의 숙성도와 수분 손실량의 변화율을 각각 1일, 2일 간격으로 8일 동안 경시적으로 측정하였다. 숙성도는 토마토 과실이 적숙단계(pink stage)에 이른 것을 전체 과실에서 나는 수치로 계산하였다.

결과 및 고찰

재배시기 및 재배방식에 따른 토마토의 생육 및 수량을 조사한 결과, 봄 및 여름재배 모두에

Table 1. Effect of cultivation season and method on growth and production of tomato.

Season	Method	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of fruit per plant	Fruit weight (g)	Total yield per plant (g)
Spring	Soil	120.7b ^z	13.4b	13.5b	186.2a	2527.3b
	Hydroponic	123.7b	13.1b	11.9b	205.6a	2443.3b
Summer	Soil	168.2a	17.3a	16.3a	182.3a	2947.0a
	Hydroponic	160.1a	16.6a	16.3a	169.2b	2749.0a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5%.

서 재배방식에 따른 차이는 나타나지 않았으나 재배시기에 따라서는 뚜렷한 차이를 보였다. 초장과 경경 등의 생육은 여름재배의 경우가 봄재배에 비해 왕성하였으며, 주당 수량도 여름재배에서 높은 수치를 보여주었다(Table 1). 이러한 결과에 의하면 토마토의 생육에 미치는 일차적인 요인은 재배방식보다는 재배시기의 온도나 일장 등의 환경조건이라는 것을 알 수 있다. 즉, 여름에 재배되었을 때 초장이나 경경이 봄재배시에 비해 높은 수치를 나타내는 것은 여름철의 고온과 장일이 토마토의 영양생장에 유리한 환

경조건 때문인 것을 의미한다. 그러나 평균과중은 봄 수확과가 여름 수확과에 비해 컸는데 이는 여름재배에서는 적산온도가 높고 일조량이 많아 과실의 발육이 충분히 이루어지기 전에 숙기가 촉진되었기 때문으로 생각된다. 지나치게 적산온도가 높고 일조량이 많으면 과실의 발육은 불량해지고 숙기는 촉진되는 것으로 알려져 있다(全農肥料農藥部, 1988). 특히 이러한 과실 성숙의 억제현상은 양액재배에서 보다 현저하게 나타났는데 온도 및 일조량의 과도한 상승이 식물체의 양분공급기능을 약화시켜 과실의 발

육을 억제시키는 것으로 사료된다.

토마토 과실의 수분함량은 재배방식의 차이보다는 재배시기에 따른 차이가 커 여름 수확과의 수분함량이 봄 수확과보다 높은 수치를 보여주었다(Fig. 1). 토마토 과실의 경도는 재배방식 간에는 차이가 없거나 적은 반면 재배시기에 따라서는 약간의 유의성이 있는 차이를 보였는데 봄 수확과에 비해 여름 수확과에서 경도가 높았다(Fig. 2). 이와같이 여름재배된 과실의 수분함량이 봄재배된 것에 비해 월등히 높은 것으로 보아 봄에 재배된 과실이 생육은 더디지만 고품질의 내부 축적은 여름에 비해 보다 알차게 이루어진다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 과실의 경도는 수분함량에 의한 세포의 팽압과 밀접한 연관이 있다고 알려져 있다(Wills 등, 1981). 따라서 수분함량이 높은 여름재배된 과실에서 경도가 높게 나타난 것으로 볼 수 있다.

당함량에 있어서는 전당, 포도당, 과당 함량 모두 여름 수확과에 비해 봄 수확과에서 많았고, 재배방식별로는 유의성 있는 차이를 보여주지 않았다(Fig. 3). Citric acid와 malic acid의 함량도 재배방식에 따른 차이를 볼 수 없는 반면 봄 수확과에서는 citric acid 함량이 malic acid에 비해 상대적으로 많았고, 여름 수확과에서는 malic acid의 함량이 증가하는 경향이 있었다(Fig. 4). 일반적으로 과실의 수분함량이 높으면 단맛이 떨어지는 것으로 알려져 있는데, 본 연구결과를 통해 얻어진 결과를 살펴보면 수분함량이 높은 여름재배된 토마토 과실이 봄재배된 것에 비해 포도당과 과당 함량이 상대적으로 낮은 것으로 밝혀져 기존의 인식을 지지한다고 할 수 있다.

재배시기 및 재배방식별 토마토 과실의 저장성을 비교하기 위해 수확과를 실온에 보관하면서 증산에 의한 수분손실량의 변화를 경시적으로 조사한 결과 재배시기에 있어서는 여름 수확과가 봄 수확과에 비해 수분 손실이 왕성하게 일어났으며 양액재배 수확과가 토양재배된 것에 비해 재배시기와 관계없이 수분손실량이 적었다. 수확과의 저장 8일후 수분감소율은 토양재배에 있어서 봄 수확과는 3.5%, 여름 수확과는 4.5%정도인데 비해 양액재배의 경우 봄 수확과는 3.1%, 여름 수확과는 4.3% 정도였다(Fig. 5).

녹숙과 상태로 수확된 과실의 착색은 봄 수확과의 경우 양액재배한 과실은 수확후 7일, 토양재배한 과실은 8일이 지나면 모든 과실이 적숙과로 변화했다. 여름 수확과의 경우에도 봄 수확과와 동일한 양상이었는데 각각의 재배방식에서 여름 수확과가 봄 수확과보다 1일정도 착색이 빨랐다. 즉, 시기별로는 여름 수확과가 봄 수확과 보다, 재배방식별로는 양액재배 수확과가 토양재배 수확과 보다 각각 1일 정도 숙성이 촉진되는 것을 보여주었다(Fig. 6). 토마토 과실의 저장성의 지표인 수분손실과 색변화는 여름철에 재배된 것이 봄에 재배된 것에 비해 수분손실과 색변화가 촉진되었으며 재배방식에 있어서는 양액재배된 것이 토양에서 자란 것보다

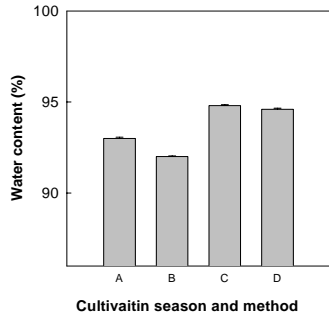


Fig. 1. Effect of cultivation season and method on water content of tomato fruit at harvest. The bars represent SD. (A: spring-soil, B: spring-hydroponic, C: summer-soil, D: summer-hydroponic).

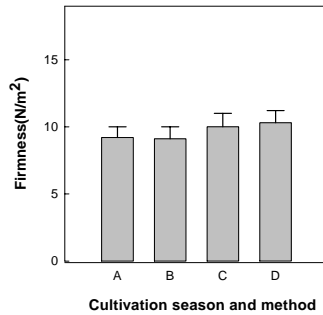


Fig. 2. Effect of cultivation season and method on firmness of tomato at harvest. The bars represent SD. (A: spring-soil, B: spring-hydroponic, C: summer-soil, D: summer-hydroponic).

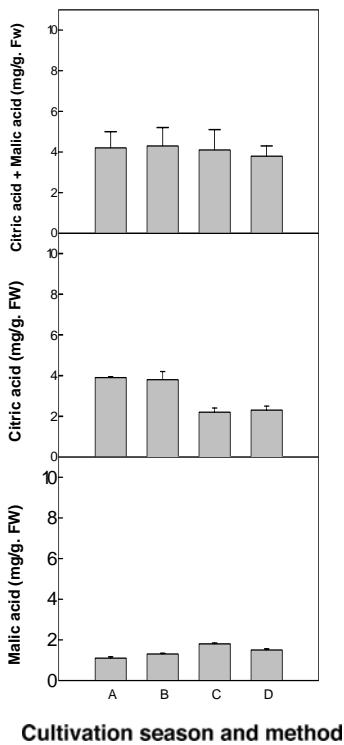


Fig. 3. Effect of cultivation season and method on sugar contents of tomato fruit. The bars represent SD. (A: spring-soil, B: spring-hydroponic, C: summer-soil, D: summer-hydroponic).

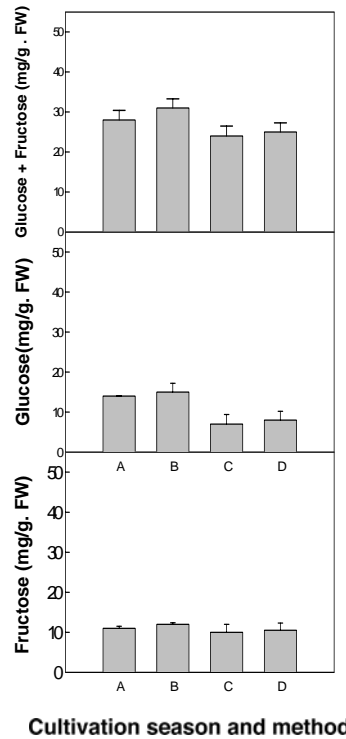


Fig. 4. Effect of cultivation season and method on organic acid contents of tomato fruit. The bars represent SD. (A: spring-soil, B: spring-hydroponic, C: summer-soil, D: summer-hydroponic).

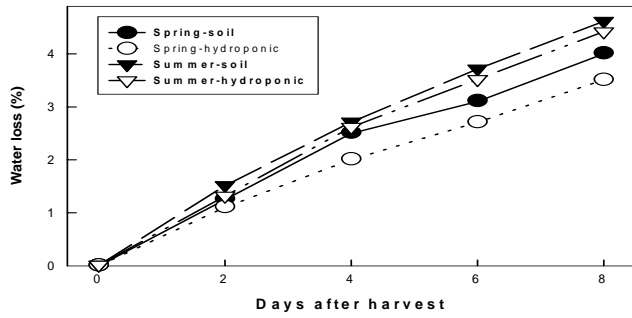


Fig. 5. Effect of season and method of cultivation on water loss(the decrease of fresh weight) of tomato fruits during room-temperature storage.

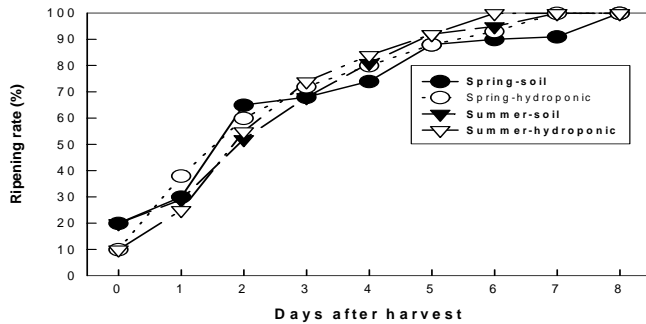


Fig. 6. Effect of cultivation season and method on ripening rate of tomato fruits during room-temperature storage.

숙성이 빠르게 진행되었다.

본 연구결과를 전체적으로 종합해볼 때 토마토 과실의 생산성과 품질면에서 평가한다면 여름철에 재배된 과실은 생산성은 우수하지만 단맛이나 저장성에 있어서는 봄에 재배된 것에 비해 떨어지는 것을 알 수 있다. 재배방식에 있어서는 재배시기에 비해 두드러진 차이를 나타내지 않았지만 양액재배된 과실이 토경재배된 것에 비해 상대적으로 생산성은 높지만 저장성은 약한 것으로 파악되었다. 따라서 여름철의 양액재배는 생산성에 비중을 두는 작형으로 권장할 수 있는 반면, 봄에 토경재배된 것은 단맛이나 저장성과 관련된 상품성을 목적으로 한 작형으로 추천할 수 있다고 판단된다.

적 요

완숙계 대과종 토마토를 공시 재료로 재배시기와 재배방식을 달리하여 생육 및 수량, 품질 및 저장성 등을 비교 조사하고자 하였다. 토마토는 재배방식에 따른 생육 및 수량의 차이를 나타내지 않았으나 재배시기에 따라서는 여름재배에서 작물의 생육이 왕성하였고 주당 수량도 여름재배에서 많았다. 토마토 과실의 수분함량은 재배방식의 차이보다는 재배시기에 따른 차이가 커 여름 수확과의 수분함량이 봄 수확과보다 높은 수치를 보여주었다. 토마토 과실의 경도는 재배방식간에는 차이가 없거나 적은 반면 재배시기에 따라서는 약간의 유의성이 있는

차이를 보였는데 봄 수확과에 비해 여름 수확과에서 경도가 높았다. 토마토의 전당, 포도당, 과당 함량 등은 모두 여름 수확과에 비해 봄 수확과에서 높았고 재배방식별로는 유의성 있는 차이를 보여주지 않았다. 토마토 과실의 실온저장시 수분손실량은 양액재배 수확과가 적었고, 수확기에 따라서는 여름 수확과가 적었다. 실온에서 녹숙과의 과피 변색은 봄보다는 여름수확 과실이, 토양보다는 양액재배 과실이 빠르게 진행되었다.

추가 주요어 : 당, 양액재배, 유기산, 저장성, *Lycopersicon esculentum*

인용문헌

- Arthey, V. D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworth, London, pp 1~12.
- Kader, A. A. 1992. Quality and safety factors : definition and evaluation for fresh horticultural crops. In : A. A. Kader(ed.). Postharvest technology of horticultural crops. Univ. of California. Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, pp 185~190.
- 김광용 · 정주호 · 김영철 · 이지원. 1997. 양액재배기술. 농촌진흥청 표준영농교본-71, 수원.
- 이용호. 1997. 수경상추와 미나리의 체내 NO₃⁻ 함량 저하 및 질소 동화계 효소의 활성에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 문 원. 1996. 채소의 품질향상과 생산한계 극복방안. "우리농업의 첨단기술 개발전략"에 관한 심포지움 pp 205~227.
- 박권우, 강호빈. 1996. 재배방법에 따른 토마토 과실의 저장성 비교. 한원지 논문 발표요지 14(2):146~147.
- 박권우, 이용범, 최남훈, 정진철. 1990. 培地 및 養液의 差異가 오이와 토마토의 收量과 品質에 미치는 影響. 韓國環境農學會誌 9:143~151.
- Wills, R. H., T. H. Lee, D. Graham, W. B. McGlasson and E. G. Hall. 1981. Structure and composition. In: Postharvest : An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Conn., pp 3~16.
- 全農肥料農藥部. 1988. 榮農指導部のためのトマトの栽培と榮養・生理障害. 全國農村教育協會(日本).