

관비방법이 시설토마토의 품질 및 무기성분 흡수에 미치는 영향 Effect of Fertigation Method on the Quality and Absortion of Mineral Elements of Greenhouse Tomatoes

이상순* · 김성배* · 박용봉¹

*제주도농업기술원, 제주대학교¹

*Sang Soon Lee · *Seong Bae Kim · Yong Bong Park¹

**Jeju-Do Agricultural Research & Extension service. Jeju. 690-170, Korea.*

¹Faculty of Hort. Life Science, Cheju National University, jeju 690-756, Korea

서 론

식물은 토양에서 뿌리를 통하여 수분과 양분은 물론 물에 녹아있는 산소를 흡수하는데, 뿌리의 이러한 능력은 생리활성에 따라 다르게 나타나며, 또 뿌리 주위의 흙 속에 녹아있는 양분의 농도에 따라서도 달라진다. 이러한 양분의 농도는 토양내에 있는 수분함량에 따라 달라지고 또 양분이 수분흡수와 동시에 일어나므로 적어도 양분관리는 수분관리와 함께 고려해야 한다. 토마토의 생육단계와 계절별로 어떻게 적절하게 양분을 공급하느냐 하는 양분요구도와 정확한 식물의 영양상태를 파악하는 것은 토마토의 생육과 생산성에 관여하는 중요한 요인들이라고 볼 수 있다. 특히 식물체 내 무기양분 함량은 식물의 생육단계, 조직, 양분간의 상호작용, 토양환경에 따라 영향을 받기 때문에 식물체내의 무기물을 분석하여 영양상태를 파악하고 양분공급을 조절하는 것은 중요한 일이다. 토마토 시설재배에 있어서 종래의 관수와 시비방법은 노즐이나 튜브를 이용한 경험적 판단에 의해 한번에 다량으로 관수하되 관수간격을 조절해왔으며, 생산자의 경험과 감으로 시비량과 시비시기를 결정해 왔기 때문에 적정시비가 좀처럼 이루어지지 않았다. 그래서 효율적이고 적정한 시비를 위해서는 종합적인 영양진단 결과를 토대로 추비의 양과 시기를 결정하여야 한다. 따라서 본 시험은 시설재배 토마토를 이용하여 관비방법에 따라 토마토의 품질과 무기성분 흡수에 미치는 영향을 구명코자 하였다.

재료 및 방법

'Momotaro York' 토마토(*Lycopersicum esculentum* Mill.) 종자(Takii Seed Co.,

Japan)를 2003년 2월 5일 과채류용 바로커상토(서울종묘)가 담긴 32공 플러그 트레이에 파종하여 본엽이 2매 출현시에 비닐포트(15cm×15cm, 바로커상토 채움)에 이식하였다. 육묘 기간에 공급한 액비는 원예연구소 토마토용 양액 N-P-K-Ca-Mg=10-3-3-6-2.0 me · L⁻¹로서 육묘 초반기에는 EC를 1.0mS · cm⁻¹로, 그리고 중반이후에는 1.5mS · cm⁻¹로 조제하여 하루 1~2회 육묘용 관수장비를 이용하여 두상관수하였으며 액비를 공급하지 않은 날은 일반 관수하였다. 1화방 꽃이 개화되기 시작할 때 이랑넓이 120cm, 줄 간격 50cm, 식물체 간격 40cm의 2줄로 정식하였고, 정식 후 관수는 점적호수(Dripline, Netafim, Israel)를 설치하고 플로리콤폴(Netafim, Israel) 수분센서를 자동관수분배기(두레박 #HR-1, 하나레바호, 한국)에 연결하여 토양내 수분함량에 따라 공급하는 점적식 관비(drip fertigation), 양수 펌프에 시판용 분사호수(0.02~0.1m/m, 신농, 한국)를 연결하여 인위적으로 토양의 상태를 파악하고 수분과 양분을 적절히 공급하는 분사식 관비(spray fertigation), 그리고 대조구로서 비료를 제외하고 물만 분사식으로 관수하는 분사식 관수(spray irrigation)구를 둔 실험을 수행하였다. 비료 사용량은 점적식 관비 및 분사식 관비 처리는 원예연구소의 토마토 관비기준(N-P-K=20-17-11 kg/10a) 처방액을 사용하였다. 인산은 전량 기비로 사용하였고, 질소와 칼리는 생육단계에 따라 분할하여 공급하였다. 점적식 관비는 매일 3~5회 관비하였고(1회 관수량 0.2L/plant, 주당 0.6~1L/day), 분사식 관비는 3일마다 1회(1회 주당 관수량 2~3L) 공급하였다. 분사식 관수는 비료를 첨가하지 않은 물만 3일마다 1회(1회 주당 관수량 2~3L) 공급하였으나, 시료채취는 각 화방별로, 과일 크기가 직경 3~5cm정도에 달했을 때 채취 화방의 바로 위의 잎을 잎몸과 잎자루로 나누어 채취하였고, 줄기와 뿌리는 각 처리당 2주에서 채취하다. 채취한 식물체는 70℃에서 48시간 건조하여 분쇄한 후 습식분해(황산-과산화수소) 시켰다. 식물체 중 총 질소는 켈달증류법으로 분석하였고, P, K, Ca, Mg은 분해액을 100배로 희석하여 여과한 후 ICP(JY-70C, Jobin, France)로 측정하였다. 품질 조사는 화방당 과일이 50% 정도 착색이 진행되었을 때 과실을 채취하여 고형물 함량은 굴절 당도계(PR-100, Atago, Japan)로 조사하였다. 일부 시료는 유리당 분석을 위하여 -70℃에서 보관하였다가 해동하여 과육을 착즙한 후 원심분리(1,000×g)한 상등액을 5배로 희석하여 0.2um membrane filter로 여과한 후 20uL씩 high performance liquid chromatography (HPLC, Waters 510, USA)에 주입하여 정량분석 하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1부터 2까지는 관수방법에 따른 식물체당 토마토의 건물체내 무기원소 농도를 나타내었다. 정식후 1화방 착과비대기(정식후 35일째)의 토마토 식물체당 무기원소 농도는 K, T-N, Ca, Mg, P 순으로 높은 함량을 보였으며, 처리별 각 무기성분 함량의 차이를 보면

T-N는 분사식 관비구와 점적식 관비구에서 비슷한 함량을 보인 반면, 무비 분사식 관수구는 높은 함량을 보였고, P는 처리간 큰 차이를 보이지 않았으며, K와 Ca는 분사식 관비구, 점적식 관비구, 무비 분사식 관수구 순으로 많았으나, Mg는 처리간 차이를 보이지 않았다. Fig. 1에서 3화방 과실 비대기의 무기성분 함량은 K, T-N, Ca, Mg, P 순으로 높은 함량을 보였으나, T-N, Ca는 비슷한 수준을 보였다. 처리별 무기성분 함량을 보면(Fig. 1) T-N는 무비 분사식 관수구에서 다른 처리보다 약간 낮은 함량을 보였고, P는 점적식 관비구에서 낮은 함량을 보였다. K는 분사식 관비구, 점적식 관비구, 무비 분사식 관수구 순으로 많았으며, Ca는 분사식 관비구에서 다른 처리보다 많았으나, 점적식 관비나 무비 분사식 관수구에서는 비슷한 함량을 보였다. Mg는 처리간 비슷한 함량을 보였다. Fig. 2에서는 제5화방 과실 비대기 식물체당 무기성분 함량을 나타내었다. 무기성분 함량은 K, T-N, Ca, Mg, P 순으로 높은 경향이었으며, 처리별 무기성분 함량을 보면 T-N는 무비 분사식 관수구에서 점적식 관비구, 분사식 관비구 보다 높았으나, P는 점적식 관비구에서 분사식 관비나 무비 분사식 관수구보다 높게 나타났다. K는 점적식 관비구와 분사식 관비구는 비슷한 수준으로 무비 분사식 관수구보다 높게 나타났다. Ca는 분사식 관비구, 점적식 관비구, 무비 분사식 관수구 순으로 많았으며, Mg 함량은 처리간 차이를 보이지 않았다.

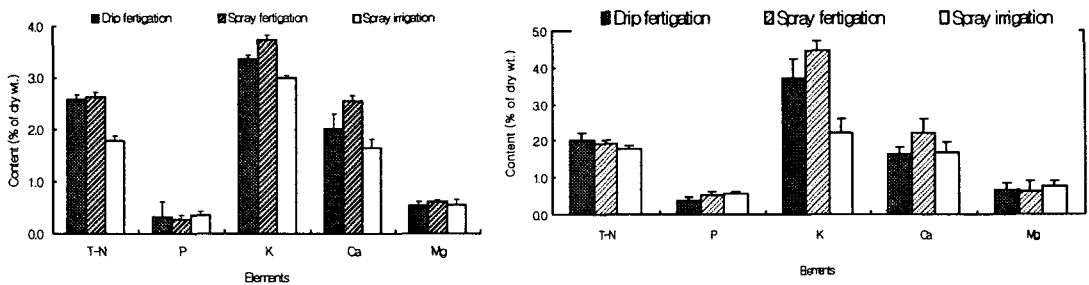


Fig. 1. Contents of major elements in the whole tomato crop at the first cluster and at the third cluster stage as affected by fertigation method.

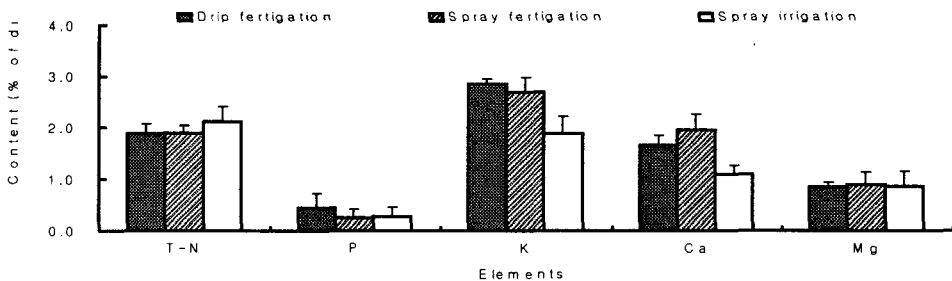


Fig. 2. Contents of major elements in the whole tomato plant at the fifth cluster stage as affected by fertigation method.

Table 1은 토마토 과실의 가용성 고형물 함량을 나타낸 것이다. 생육단계에 따른 가용성 고형물 함량은 큰 차이를 보이지 않았으나 후기로 갈수록 감소하는 경향이였다. 관비방법에 따른 고형물 함량은 점적식과 분사식으로 관비한 것은 4화방까지는 처리간 차이가 없었으나 그 후에는 점적식 관비 처리한 것이 높게 나타났다. 분사식 관수로 처리한 것은 점적식 관비나 분사식 관비로 처리한 것보다 고형물 함량이 낮게 나타났다. 점적식 관비로 처리한 것에서는 후기로 갈수록 고형물 함량이 다른 처리에 비해 높게 나타났으며, 분사식 관수처리에서는 관비 처리한 것보다 고형물 함량이 낮게 나타났다. 김 등(2001)은 고당도의 토마토를 생산하기 위해서 적정 관수조절을 할 경우 일반재배보다 당도가 1.9°Brix 상승하였다고 하여 본 시험의 결과와 일치하였다.

Table 1. Soluble solids of tomato fruit on different clusters as affected by fertigation method in greenhouse cultivation.

Treatment	Soluble solids (°Brix)					
	1st cluster	2nd cluster	3rd cluster	4th cluster	5th cluster	10th cluster
Drip fertigation	5.93 a ^z	5.88 a	6.85 a	6.35 a	6.49 a	6.56 a
Spray fertigation	5.78 a	5.79 a	6.52 a	6.22 a	6.23 b	6.24 b
Spray irrigation	5.69 a	5.34 b	5.72 b	5.85 b	5.95 c	6.18 b

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

Fig. 2는 관수방법에 따른 토마토 내의 유리당 함량을 나타낸 것이다. 자당(sucrose) 함량은 초기 3화방까지는 처리간 차이를 보이지 않았으나 5화방 이후에는 분사식 관수처리에서 다른 처리에 비해 떨어지는 경향이였으며, 생육 말기인 10화방에서는 점적식 관비에서 가장 높은 수치를 보였으며 분사식 관비처리, 분사식 관수처리 순으로 낮게 나타났다. 대체적으로 자당함량은 점적식 관비처리에서는 후기로 갈수록 증가하는 반면 분사식 관비처리나 관수처리에서는 생육중기까지 증가하다가 후기에 떨어지는 경향을 보였다. 과당(fructose) 함량은 1화방부터 5화방까지는 점진적으로 증가하는 경향이였으나 그 후 생육 후반기에는 약간의 감소를 나타내었다. 처리별로 보면 점적식 관비처리에서 분사식 관비나 분사식 관수처리에서보다 많았으며, 분사식 관수처리에서는 가장 낮았다. 포도당(glucose) 함량도 과당의 함량과 마찬가지로 5화방까지 점진적인 증가를 보이다가 생육 후반기에는 감소하는 경향을 보였고, 분사식 관수처리에서는 계속적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 처리별 포도당 함량은 각 화방에서 점적식 관비처리에서 높은 수치를 보였고, 분사식 관수처리에서는 가장 낮은 수치를 보였다.

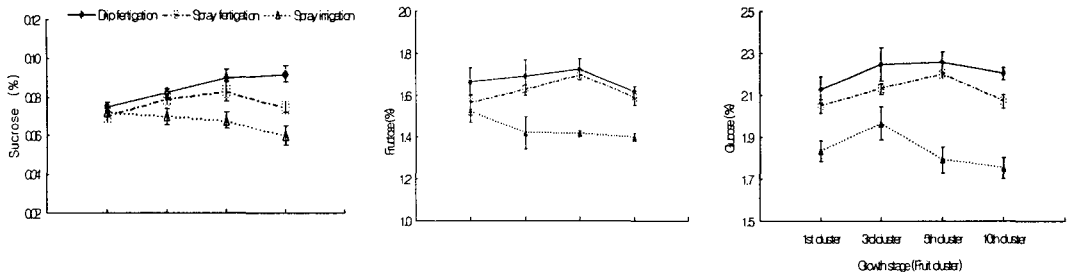


Fig 2. Changes in the free sugar content of fruit set on different clusters as affected by fertigation method.

요약 및 결론

본 시험은 시설재배 토마토를 이용하여 관비방법에 따라 토마토의 품질과 무기성분 흡수 특성을 조사 하였다. 생육단계별 식물체 주당 무기이온 농도는 K가 가장 높았고 P가 가장 낮았다. T-N와 Ca는 후기로 갈수록 낮아지고 P와 K는 생육중기인 3회방 이후에 감소하였으며, Mg는 후기로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 처리간에는 무처리에서 흡수가 낮은 경향을 보였다. 과실의 가용성 고형물 함량은 생육초기에는 관비방법간에 큰 차이를 보이지 않았으나 생육후기에는 점적식 관비구에서 고형물 함량 및 유리당 함량이 증가하는 경향을 보였다.

인 용 문 헌

1. 박진명, 노희명. 1996. 근권온도환경이 사과나무의 생육 및 엽중 무기성분 함량에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 29:378~382.
2. 노창우. 2002. 시설채소 관비농업 기술 확립연구. 충청북도농업기술원 음성시설농업 시험장 대형공동연구사업 보고서. pp. 3~20.
3. 이용범. 2000. 원예작물의 고품질 다수를 위한 기술적 과제와 대응 방안. 21세기 시설원예 발전을 위한 전략 심포지엄. 한국온실작물연구소. pp. 87~101.
4. 박권우. 1998. 과채류의 관비재배 및 영양관리. pp. 49~60. 환경친화형 관비 및 양액 재배기술 심포지엄. 한국양액재배연구회.
5. 정순주, 서범석, 이범선. 1992. 수경재배 토마토의 생장과 발육에 미치는 질소와 칼리 수준 및 상호작용에 관한 연구. 한국원예학회지 33:244~251.