

고온기 토마토 재배시 적정 측지관리방법 구명

김성은 · 김영식*

상명대학교 식물식품공학과

Optimum Management of Tomato Side Stems Pruning in Summer Cultivation

Sung Eun Kim and Young Shik Kim*

Department of Plant and Food Sciences, Sangmyung University, 300 Anseo-dong, Cheonan, Chungnam 330-720, Korea

Abstract. This research was conducted to establish appropriate methods to prune tomato side stems during summer. Cherry tomatoes “Unicorn” (Monsanto Korea, Korea) were grown in the coir based growing medium, and irrigation was controlled time based system. There were three pruning treatments: 1) removing all side stems (ACUT), 2) remaining two leaves on the side stems right below any cluster (PCUT), and 3) remaining two leaves on all side stems (LEFT). Experimental results showed that the occurrence of swollen stems, a symptom of nutrient excess, was influenced by side stem pruning due to blocking of consumption of photosynthetic products. The photosynthetic rate was not different between leaves on main stem and those on side shoots. Therefore the differences in the total amounts of photosynthetic products seemed to come out from the differences in leaf areas on each treatments, influencing on fruit yield difference. The yields and harvesting rates were better in ACUT treatment when tomato plants were harvested until 5th cluster, however tomato yield was higher in LEFT treatment when more than 5th clusters were harvested.

Additional key words : side stem pruning, swollen stem, photosynthetic rates, leaf area, yield per truss

서 론

많은 초본류 식물들의 주지와 측지 간의 성장은 상관 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 해바라기와 같은 식물은 측지의 성장에 주지의 영향이 큰 것으로 알려져 있는데, 주지와 측지의 성장 간에는 반비례 관계가 있어 주지의 성장으로 인해 측지의 성장이 억제되는 식물이다. 토마토의 경우에는 주지와 측지 간의 영향이 거의 없이 비슷하게 성장하는 경향성을 갖는 식물로 알려져 있다 (Guern와 Usciati, 1972; Phillips, 1975; Tucker, 1976).

1970년대 토마토 재배에서 측지는 제거해야 하는 것으로 여겼으며, 측지제거에 소요되는 비용이 전체 생산비의 3%를 차지하여 유전적 방법이나 화학물질 및 환경제어 등을 통해 측지의 성장을 억제하는 연구가 수행되기도 하였다(ANON, 1972). 그러나 1990년대 이후 토마토의 측지는 광합성산물의 생산에 크게 기여하여 생산량과 과실의 품질 및 작물의 생육에 유익한 것으로 평가받게 되었고, 측지의 관리는 과실의 수량과 품질을 최적화 할 수

있는 기술로 매우 중요시 되고 있다(De Koning, 1994).

토마토의 측지에서 성장한 잎들은 작물 전체의 엽면적을 확대하여 광합성 산물의 생산에 기여하고(De Koning, 1994; Ho, 2004; Leutscher 등, 1996), 고온기에는 증산작용을 통해 적절한 품온과 습도를 유지할 수 있는 장점이 있다(Stanghellini 등, 2003). 반면에 토마토의 주지와 측지는 비슷하게 성장하는 경향으로 영양분과 이산화탄소 및 물을 나누어 가져야 하며(Nederhoff, 1994; Yelle, 1988), 잎이 많아서 발생하는 그늘로 인해 수광성이 떨어져서 엽면적의 증가량과 광합성 산물의 증가량이 동일한 비로 비례하지 않는다(Dorais와 Gosselin, 2002; Hao 등, 1997). 또한 영양생장기에는 뿌리>어린 잎>꽃의 순서로 광합성 산물이 분배되며, 과실을 맺은 후에는 과실>어린 잎>꽃>뿌리의 순서로 우선순위가 변화한다고 보고되고 있다(Bertin 등, 2002; Heuvelink와 Dorais, 2005; Ho, 1996).

이와 같이 작물의 영양생장과 생식생장 모두에 영향을 주는 측지의 적절한 관리는 영양생장과 생식생장을 동시에 하는 토마토 재배 시 작물의 생육과 수확을 극대화 할 수 있는 재배방법 중의 하나이다(Resh, 2013). 특히 우리나라와 같이 고온기와 저온기로 뚜렷한 계절의 구분이 있는 지역에서는 각각의 계절에 적합한 측지관리

*Corresponding author: youngskim77@gmail.com
Received June 5, 2014; Revised June 23, 2014;
Accepted July 22, 2014

방법의 구명이 필요하다. 따라서 본 연구는 고온기 시설 내에서 토마토를 재배할 때 작물의 생육과 수확량에 적절한 측지관리방법을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

고온기 적정 측지관리방법을 구명하기 위한 실험을 2013년 3월 15일부터 9월 30일까지 수행하였다. 과종 및 육묘는 상명대학교 실험용 유리온실(폭 7.5m, 길이 13m, 측고 5m, 동고 7m)에서 하였고, 정식 및 재배실험은 농업회사법인(주) 새론농기술실용화센터의 2중 플라스틱하우스(폭 8m, 길이 20m, 측고 5.5m, 동고 8m)에서 하였다.

유니콘(몬산토 코리아, 한국)을 접수로 하고, B-블로킹(다카이종묘, 일본)을 대목으로 접목한 방울토마토 접목묘를 실험에 사용하였다. 2013년 3월 19일에 과종하여 발아실에서 3월 25일까지 발아를 완료했고, 과종시 충분히 급액한 후 발아까지 급액하지 않았다. 발아가 완료된 후, 육묘실로 옮겨 4월 22일까지 육묘하였다. 육묘기에는 1일 1회(오전 10시30분) 아마자키 토마토 전용배양액을 EC 0.5dS·m⁻¹ 농도로 급액했으며, 육묘온도는 27°C±2로 했으며, 습도는 이류체 포그시스템(그린누리)을 작동하여 상대습도 85% 이상으로 조절하였다. 2013년 4월 22일 본엽 7-8매가 전개되고 1화방이 출현했을 때 정식하였다.

정식 시 배지는 코이어 자루(coco-mix, Cannabis.com, 가로 20cm, 세로 100cm, 높이 10cm)를 사용했으며, 정식 전에 하루 동안 포수한 후 배지의 하부에 자루당 2개의 배액구를 만들고 3일간 수돗물로 배지를 세척하였다. 실험에 사용한 배양액은 아마자키 토마토 전용배양액(pH 6.5, EC 2.0dS·m⁻¹)이었으며, EC는 정식 4주차부터 생육단계별로 0.2dS·m⁻¹씩 상향조정하여 2.8dS·m⁻¹까지 높여 주었다. 배양액의 공급은 자동공급장치(HP-6000, Progras Ins, Spain)를 이용하였다. 열 간격은 90cm, 그루 간격은 30cm, 재식밀도는 2.7그루/m² 였다.

시설내 온습도 제어를 위해 이류체 포그시스템을 작동하여 조절하였다.

실험처리는 측지를 전부 제거한 처리(ACUT), 화방 아래 측지의 잎을 2매 남기는 처리(PCUT) 및 모든 측지의 잎을 2매 남기는 처리(LEFT) 등 모두 3가지 방법으로 처리하였다. 처리당 3 반복했고, 반복당 72개체씩 두어 총 216개체를 정식하였다. 전 실험기간 중에 처리외의 환경조건과 급액조건은 모두 동일하게 적용하였다.

처리효과를 구명하기 위해 온습도센서, 광도센서와 데이터로거(HTR-20, 한스시스템, 한국)를 이용하여 처리별 군락의 온습도와 시설의 광도와 온습도를 조사하였다. 광합성속도, 엽면적, 수확량 및 과실의 품질을 조사하였다. 광합성 속도는 LI-6400(LICOR, USA)으로 측정했고, 엽면적은 LI-3100(LICOR, USA)을 사용하였다. 또한 과실의 품질 조사는 농촌진흥청의 농사시험연구조사 기준에 준하여 측정하였다.

조사된 데이터는 사분위수 범위(IQR: Interquartile range)를 검사하여 이상치 이외의 값을 SAS 패키지를 이용하여 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

식물의 재배에서 영양과잉은 많은 문제를 발생시키는 것으로 알려져 있는데, 이상경 발생 또한 영양과잉 때문으로 알려져 있다. 식물의 영양과잉은 뿌리를 통한 이온의 과잉흡수나 지상부의 영양생장에 의한 광합성산물의 과잉생산을 원인으로 한다(Kowalska, 2004; Lopez 등, 1998; Papadopoulos 등, 1999; Pivot 등, 1999; Terabayashi 등, 1995). 정식 후 이상경의 발생을 조사한 결과는 다음과 같다(Table 1). 측지를 모두 제거한 처리(ACUT)에서 이상경 발생율이 가장 높아, 처리 개체의 90% 이상에서 발생하였다. 부분적인 측지제거 처리(PCUT)에서는 처리개체의 약 50% 정도에서 이상경이 발생되었으며, 측지를 모두 남긴 처리(LEFT)에서는 이

Table 1. The incidence of swollen stem and photosynthetic rate in the different side stem pruning treatments on cherry tomatoes.

Treatment ²	ACUT		PCUT		LEFT	
	Swollen stem (%)	Photosynthetic rate (umol/m ² /sec)	Swollen stem (%)	Photosynthetic rate (umol/m ² /sec)	Swollen stem (%)	Photosynthetic rate (umol/m ² /sec)
Average	91.7a ³	16.0	54.2b	14.1	5.6c	14.2
Standard deviation	4.2	1.1	8.3	1.6	2.4	1.2

² ACUT is to remove all side stems, PCUT is to remain two leaves on the side stem right below any cluster, LEFT is to remain two leaves on all side stems.

Each incidence value of swollen stem is the mean of 24 plants.

Each photosynthetic rate value is the mean of 5 plants.

Chamber: 2*3 LED, Light intensity: 1000umol·m⁻²·sec⁻¹, CO₂ concentration: 400ppm, Flow rate: 500m/s

³ Mean separation by Duncan's multiple range test at P=0.05

상경 발생이 5% 이하로 매우 적었다. 이상경 발생시기는 생육 초기에 해당하는 3화방 개화기까지였으며, 생육 중기 이후에는 이상경 발생이 없었으며, 초기에 발생했던 이상경도 해결되었다(data not shown).

본 실험에서 급액의 농도나 양 및 재배환경은 모든 처리에서 동일하게 적용하였으므로 이상경의 발생원인 및 발생률 차이는 측지처리, 즉 엽면적의 차이와 측지의 생장에 기인한다. 처리간 엽면적의 차이는 광합성 산물의 생산량 차이로 이어져서 영양과잉과 부족현상을 초래한 것으로 사료되었다. 또한 측지를 남기는 처리와 모두 제거하는 처리에서는 측지의 생육이라는 큰 차이가 있어 흡수 또는 생산한 영양분의 활용 및 분배의 차이가 발생된 것으로 사료되었다. 단, 두 가지 처리에서의 차이 중에서는 측지의 생장이 이상경의 발생에 더 큰 영향을 준 것으로 판단되었다. 왜냐하면 이상경이 발생하는 시기는 생육 초기이기 때문에 성장한 측지의 잎이 광합성 산물을 생산하기 보다는 본엽에서 생산된 광합성산물을 소비하는 비율이 훨씬 크기 때문이다. 즉, 측지를 모두 남긴 처리의 경우에는 엽면적이 넓어서 광합성산물의 생산량이 많지만 성장초기에 측지를 생장시키는데 많은 영양분이 소비되므로 이상경의 발생이 매우 적었다. 그러나 측지를 모두 제거한 처리의 경우에는 엽면적은 다른 처리에 비해 적었으나, 성장초기에 측지가 없어서 체내에 흡수되거나 생성된 양분의 소비처가 적으므로 이상경 발생이라는 영양과잉 현상이 뚜렷이 나타난 것으로 사료되었다. 토마토는 영양생장과 생식생장을 함께 하는 작

물이므로 생육단계에 따라 영양분의 생산, 분배 및 이용에 균형을 맞추는 것이 중요하다. 연구 결과, 토마토 재배시 생육초기에는 측지를 키우는 것이 이상경의 발생을 감소시킬 수 있으며, 재배시기와 생육단계에 따른 적절한 측지관리가 매우 중요함을 시사한다.

각 화방의 직하부엽과 직하부엽에서 출현한 측지의 광합성 속도를 측정하여 분석한 결과(Table 2), 통계적 유의성은 없었으나 측지를 모두 제거한 처리(ACUT)의 광합성 속도가 부분적인 측지제거 처리(PCUT)와 측지를 모두 남긴 처리(LEFT)의 광합성 속도에 비해 조금 높은 것으로 조사되었다. 이는 저온기에 비해 광량이 많은 고온기에는 측지가 있는 작물에서 많이 생성된 광합성 산물이 잎에 축적되어 잎의 두께를 두껍게 하고, 이로써 광합성 속도가 감소한다는 Starck(1983)의 보고와는 약간 다른 결과였다. 주지와 측지에 있는 잎들 사이에는 차이가 발견되지 않았다.

실험기간 동안 동일한 잎에 대해 광합성 속도를 5회 조사한 결과, 주지와 측지의 잎 모두 광합성 속도는 성장하면서 증가하다가 노화가 진행되면서 감소하였다(Fig. 1). 이러한 광합성 경향은 토마토 단엽의 광합성 특성에 대한 이전의 여러 연구들의 결과(Besford, 1993; Osaki 등, 2001; Kim 등, 2013)와 유사하였다.

엽면적과 광합성 속도 및 광합성산물간의 관계를 살펴 보았다(Fig. 2). 광합성속도를 측정한 다음 날 엽면적을 측정하였다. 광합성 산물의 생산량은 단위면적(6cm²)에서 1초에 소모되는 이산화탄소의 농도를 측정한 값(광합성)을 포도당 1몰에 필요한 이산화탄소 농도로 환산하여, 이

Table 2. Photosynthetic rates due to in the different side stem pruning treatments on the grafted cherry tomatoes.

Treatment ^z		ACUT ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)	PCUT ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)	LEFT ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)
1st cluster	main stem	16.0±1.1	14.1±1.6	14.2±1.2
	side stem	-	14.5±1.7	14.7±2.0
2nd cluster	main stem	18.7±2.0	16.9±1.2	16.0±1.2
	side stem	-	16.7±1.7	15.3±1.0
3rd cluster	main stem	24.9±2.4	23.4±2.6	22.4±1.8
	side stem	-	22.2±1.8	21.6±2.2
4th cluster	main stem	25.8±2.6	24.2±1.4	24.5±1.7
	side stem	-	23.9±1.2	24.9±2.4
5th cluster	main stem	24.4±1.8	20.6±1.5	21.9±1.8
	side stem	-	20.9±2.5	21.3±2.2

^z ACUT is to remove all side stems, PCUT is to remain two leaves on the side stem right below any cluster, LEFT is to remain two leaves on all side stems. Each photosynthetic rate value is the mean of 5 plants. Chamber: 2*3 LED, Light intensity: 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$, CO₂ concentration: 400ppm, Flow rate: 500m/s^z Mean separation by Duncan's multiple range test at P=0.05

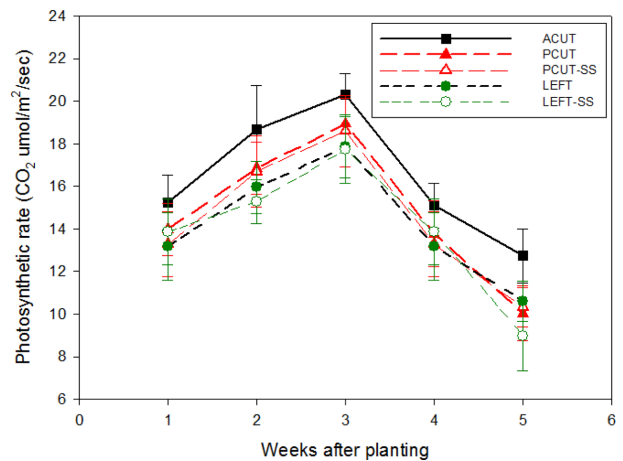


Fig. 1. Photosynthetic rates of leaves right below the 2nd cluster. ACUT is to remove all side stems, PCUT is to remain two leaves on the side stem right below any cluster, LEFT is to remain two leaves on all side stems, SS refers to leaf on side shoot. Each photosynthetic rate value is the mean of 5 plants. Chamber: 2*3 LED, Light intensity: 1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$, CO₂ concentration: 400ppm, Flow rate: 500m/s

값에 엽면적을 곱한 값으로 계산하였다. 모든 처리에서 광합성속도는 비슷하였지만, 처리간 엽면적의 차이 때문에 광합성 산물에서 차이가 있었다. 이에 대해 Peet와 Welles(2005)는 고광도에서 측지의 수는 엽면적과 동일한 개념으로 이해할 수 있다고 하였다. 주지와 측지에 있는 잎의 광합성 속도가 비슷하여 광합성산물의 생산량은 엽면적의 증가량과 비슷하게 증가하였으나, 동일하지 않았다. 이는 측지가 있는 두 처리의 경우에는 주지와 측지 사이에 영양분과 이산화탄소 및 물을 나누어 가져

야 하는 경쟁이 발생하며, 잎들 간에 수광량이 불균일하여 차이가 있는 것으로 사료되었다. 수광량에 의한 차이는 계절에 따라 더 명확해지는데, 영국의 경우에는 광도가 높은 여름철에 비해 광도가 낮은 겨울철에 토마토의 크기는 70%, 수확량은 80% 정도로 줄어든다고 보고되어 있다(Cockshull과 Ho, 1995; Ho, 2004).

1화방에서 5화방까지의 처리별 수확량과 상품과량 및 상품과율에서 화방 아래 측지의 잎을 2매 남기는 처리(PCUT)에 비해 측지를 모두 제거한 처리(ACUT)와 모든 측지의 잎을 2매 남기는 처리(LEFT)가 동일하게 많았다(Table 3). 평균 과중과 당도는 처리간 차이가 없었다.

처리별 72개체에 대해 화방별 수확량을 조사하여 누적 수확량으로 나타낸 결과(Fig. 3), 1화방의 누적수확량은 ACUT 처리가 가장 많았고, LEFT 처리, PCUT 처리 순으로 많았다.

ACUT 처리는 1화방에서와 같이 2화방에서도 누적수확량이 가장 많았다. 그러나 LEFT 처리와 PCUT 처리의 누적수확량은 2화방에서 차이가 없었다(Fig. 4). 이는 측지처리로 인한 생육초기의 성장불균형이 1화방에서는 큰 영향이 있었으나, 2화방에서는 그 영향이 점차 감소하는 경향성을 나타냈다고 판단되었다.

또한 이 같은 결과는 앞서 서술한 이상경 발생이나 광

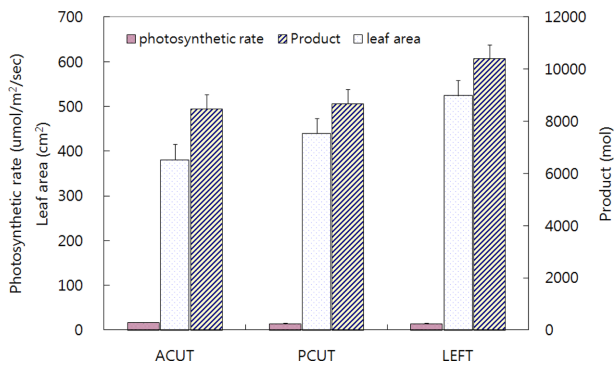


Fig. 2. Leaf area, photosynthetic rate, and photosynthetic products in the different side stem pruning treatments.

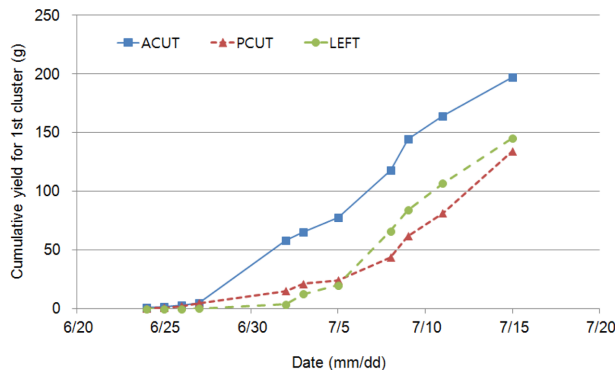


Fig. 3. Cumulative yield(g) in the 1st cluster in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

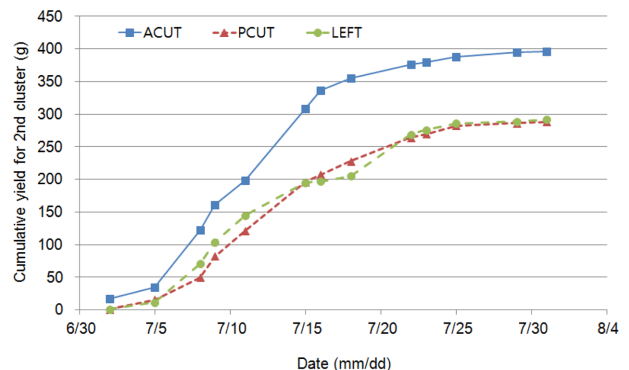


Fig. 4. Cumulative yield(kg) in the 2nd cluster in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

Table 3. Yield and fruit quality of tomato fruits in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

Treatment ^z	Total yield (kg/plant)	Marketable yield (kg/plant)	Fruit weight (g/fruit)	Marketable yield ratio (%)	Sugar contents (°Brix)
ACUT	1.32a ^y	1.25a	17.9	94.4a	7.3
PCUT	1.15b	1.02b	17.6	88.4b	8.5
LEFT	1.25a	1.16a	18.2	93.1a	7.9
Standard deviation	0.07	0.08	2.2	2.6	1.6

^z ACUT is to remove all side stems, PCUT is to remain two leaves on the side stem right below any cluster, LEFT is to remain two leaves on all side stems.

Each value is the mean of 72 plants.

^y Mean separation by Duncan's multiple range test at P=0.05

합성속도 및 엽면적의 결과와 매우 밀접하게 연관되어 있으며, 서로 원인과 결과의 관계가 있는 것으로 판단되었다.

측지처리로 인한 생육초기의 성장불균형의 영향은 3화방 수확에서는 거의 나타나지 않았다(Fig. 5). 토마토 생육 초기인 3화방 개화기까지 LEFT 처리와 PCUT 처리에서는 물과 양분 및 광합성 산물이 측지를 성장시키는 데 많이 소비되었다. 그러나 ACUT 처리는 영양생장에 물과 양분 및 광합성 산물을 상대적으로 소량만 소비하고, 나머지는 생식생장에 소비할 수 있었으므로 초기 수확량(1, 2화방)이 많았던 것으로 설명할 수 있다(Fig. 3 과 4). 그러나 생육 초기를 지나면서 ACUT 처리보다 LEFT 처리와 PCUT 처리에서는 큰 엽면적에서 얻은 많은 광합성 산물을 생식생장에 소비하면서 3화방 이후의 누적수확량이 역전되는 양상이 나타났다(Fig. 5).

4화방 누적 수확량부터는 LEFT 처리에서 가장 많고, ACUT 처리와 PCUT 처리의 누적 수확량은 같아져서 (Fig. 6), 4화방부터 측지처리의 효과가 수확량에서 나타나기 시작하였다.

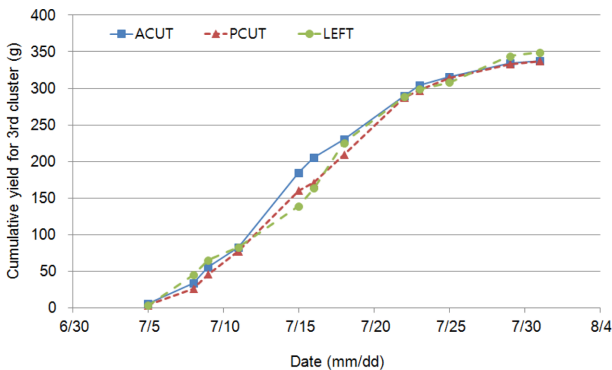


Fig. 5. Cumulative yield(kg) in the 3rd cluster in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

5화방의 누적수확량에서는 LEFT 처리와 다른 두 처리 간의 차이가 더 커져서(Fig. 7), ACUT 처리와 PCUT 처리의 누적 수확량은 비슷했으나, 수확완료에 소요되는 시간이 PCUT 처리가 ACUT 처리보다 짧았다.

ACUT 처리와 PCUT 처리의 수확은 정식 62일 후인

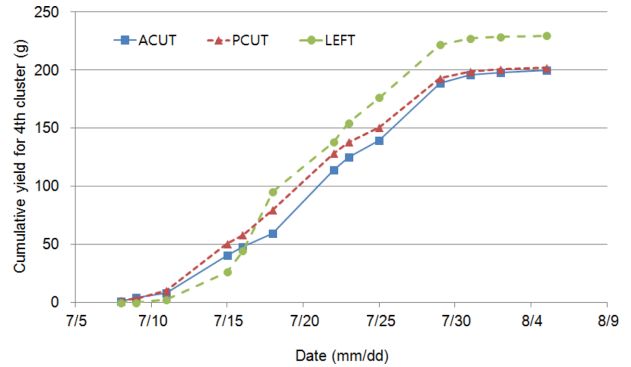


Fig. 6. Cumulative yield(kg) in the 4th cluster in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

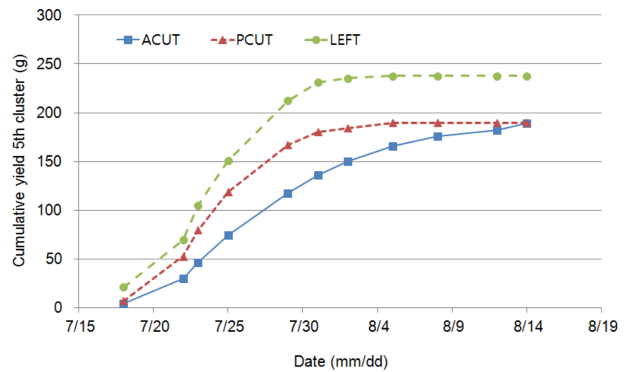


Fig. 7. Cumulative yield(kg) in the 5th cluster in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

Table 4. Harvest dates and rates in the different side stem pruning treatments on the cherry tomato.

Treatment ^z	Starting date of harvest (Harvest rate) ^y					Average	Standard deviation
	cluster						
	1st	2nd	3rd	4th	5th		
ACUT	6/24 (-)	6/28 (4)	7/02 (4)	7/11 (6)	7/18 (7)	5.3 ^x	2.2
PCUT	6/24 (-)	7/01 (7)	7/05 (3)	7/08 (3)	7/16 (8)	5.5	2.9
LEFT	6/27 (-)	7/02 (5)	7/05 (3)	7/09 (4)	7/16 (7)	4.8	1.7

^z ACUT is to remove all side stems, PCUT is to remain two leaves on the side stem right below any cluster, LEFT is to remain two leaves on all side stems.

^y Harvest rate is the number of days needed after all of the flowers on a cluster bloomed until all of the flowers on the subsequent cluster bloomed.

^x Mean separation by Duncan's multiple range test at P=0.05

Each value is the mean of 72 plants.

6월 24일에 시작되었고, LEFT 처리는 3일 늦은 65일 후에 시작되었다(Table 4). 5화방까지의 수확속도는 LEFT 처리, PCUT 처리, ACUT 처리 순으로 빨랐으나 처리간 통계적 유의성은 없었다. ACUT 처리는 첫 수확일이 1, 2, 3 화방에서 가장 빠르게 나타났는데, 이는 적엽처리를 실시한 실험에서의 결과와도 같았다. 또한 이러한 결과는 측지와 엽수의 제한으로 작물의 성장방향을 생식생장으로 유도할 수 있다는 보고(Cockhull 등, 1992; Heuvelink, 1996)와도 유사한 것으로, 토마토 재배시에 측지와 본엽의 제거로 생식생장으로 에너지가 집중되어 수확시기를 빨리 할 수 있을 것으로 사료되었다.

측지제거 처리가 군락내의 온습도에 미치는 영향을 알아보기 위해 군락내의 일평균 온습도를 조사한 결과는 다음과 같다(Fig. 8). 전 실험기간동안 처리간 차이가 없이 일평균 온도 차이는 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 내외로 크지 않았고, 세 군락 모두 고르게 유지되었다. 또한 고온기로 갈수록 일평균 기온은 증가하는 양상을 보였다. 일평균 군락의 습도도 처리간 차이가 없었다. 또한 온도와 습도는 서로 반대의 경향을 보여, 온도가 높을 때에는 습도가 낮고, 온도가 낮을 때에는 습도가 높은 경향을 보였다.

몇몇의 보고(Heuvelink, 2005; Kotseridis 등, 2012)에

서는 적엽처리로 인한 재배환경의 차이가 수확속도, 수확량 및 상품성에 영향을 준다고 하였는데, 본 실험에서는 하나의 공간 안에서 처리별 군락을 나누어 실험을 진행하였기 때문에 처리로 인한 군락의 재배환경 차이를 확인하지는 못하였다. 그러나 처리별 수확속도와 수확량의 차이가 나타난 것으로 재배환경 측면에서도 군락간 차이가 실재하였던 것으로 사료되었다.

이상의 결과에서 토마토의 영양과잉으로 인한 이상경 발생시에는 측지를 유지하여 영양생장으로 많은 에너지가 사용되도록 하면 해결되는 것으로 나타났으며, 적절한 측지관리로 작물의 성장상도 재배자의 요구에 맞게 조절할 수 있을 것으로 사료되었다. 본엽과 측지의 잎들에 대한 광합성 속도는 차이가 없었으며, 처리에 따른 엽면적의 차이만 있었다. 따라서 처리간 엽면적의 차이에 의해 광합성 산물 총량의 차이가 발생하고, 이는 수확량에 영향을 주는 것으로 확인하였다. 또한 고온기 토마토 재배에서 5단 이하의 단기밀식재배의 경우에는 측지를 모두 제거하는 것이 수확량과 수확속도에 효과적인 것으로 조사되었다. 그러나 5단 보다 장기재배하는 경우에는 모든 측지의 잎 2매를 남겨서 관리하는 것이 작물의 생육과 수확량에 효과적인 것으로 나타났다.

초 록

고온기 시설내에서 토마토를 재배할 때 최적의 측지관리방법을 구명하고자 본 실험을 수행하였다. 유니콘(몬산토 코리아, 한국)을 접수로, B-블로킹(다끼이종묘, 일본)을 대목으로 접목한 방울토마토 접목묘를 실험에 사용하였다. 배지는 코이어 자루배지를 사용하였고, 급액은 타이머 제어법으로 제어하였다. 측지를 전부 제거한 처리(ACUT), 화방 아래 측지의 잎을 2매 남기는 처리(PCUT) 및 모든 측지의 잎을 2매 남기는 처리(LEFT) 등 모두 3가지 방법으로 처리하였다. 연구결과, 토마토의 영양과잉으로 인한 이상경 발생시에는 측지를 유지하여 영양생장으로 많은 에너지가 사용되도록 하면 해결되는 것으로 나타났으며, 적절한 측지관리로 작물의 성장상도 재배자의 요구에 맞게 조절할 수 있을 것으로 사료되었다. 본엽과 측지의 잎들에 대한 광합성 속도는 차이가 없었으며, 처리에 따른 엽면적의 차이만 있었다. 따라서 처리간 엽면적의 차이에 의해 광합성 산물 총량의 차이가 발생하고, 이는 수확량에 영향을 주는 것을 확인하였다. 또한 고온기 토마토 재배에서 5단 이하의 단기밀식재배의 경우에는 측지를 모두 제거하는 것이 수확량과 수확속도에 효과적이었으나, 5단 이상의 장기재배에서는 모든 측지의 잎 2매를 남겨서 관리하는 것이 작물의 생육과 수확량에 효과적이었다.

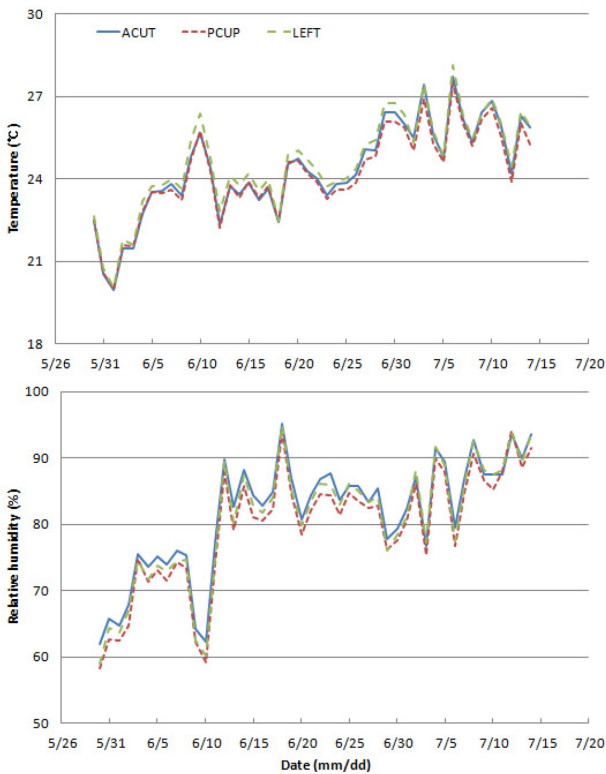


Fig. 8. Daily mean of air temperature and relative humidity within the canopy in the experiment.

추가 주제어 : 측지제거, 이상경, 광합성 속도, 엽면적, 화방별 수확량

Acknowledgement

Part of this study was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No.PJ0078822013)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

Part of this study was conducted by the support from Export Promotion Technology Development Program.

Literature Cited

ANON. 1972. Glasshouse vegetables. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1971:26.

Besford, R.T. 1993. Photosynthetic acclimation in tomato plants grown in high CO₂. *Vegetatio* 104: 441-448.

Cockhull, K.E., C.J. Graves, and C.R.J. Cave. 1992. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *J. Hortic. Sci.* 67: 11-24.

Cockshull, K.E. and L.C. Ho. 1995. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. *Journal of Horticultural Science* 70:395-407.

De Koning, A.N.M. 1994. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Dorais, M. and A. Gosselin. 2002. Physiological response of greenhouse vegetable crops to supplemental lighting. *Acta Horticulturae* 580:59-67.

Guern, J. and M. Usciati. 1972. The present status of the problem of apical dominance In: *Hormonal regulation in plant growth and development*, (Ed. H. Kaldewey and Y. Vardar). Proc. Adv. Study Inst. Izmir 1971, pp. 383-400.

Hao, X., A.B. Hale, and D.P. Ormrod. 1997. The effects of ultraviolet-B radiation and carbon dioxide on growth and photosynthesis of tomato. *Canadian Journal of Botany* 75:213-219.

Heuvelink, E. 1996. Dry matter partitioning in tomato: validation of a dynamic simulation model. *Ann. Bot.* 77, 71-80.

Heuvelink, E. and M. Dorais. 2005. Crop growth and yield, pp.85-145. In: Heuvelink, E. *Crop production science in horticulture series: tomatoes*. CABI, UK.

Ho, L.C. 2004. The contribution of plant physiology in glasshouse tomato soilless culture. *Acta Horticulturae* 648: 19-25.

Kim, S.E., M.Y. Lee, Y.S. Kim. 2013. Characterization of photosynthetic rates by tomato leaf position. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:146-152.

Kowalska, I. 2004. The effect of sulphate levels in the nutri-

ent solution on mineral composition of leaves and sulphate accumulation in the root zone of tomato plants. *Folia Horticulturae* 16: 3-14.

Leutscher, K.J., E. Heuvelink, R.A. Van de Merwe, and P.C. Van de Bosch. 1996. Evaluation of tomato cultivation strategies: uncertainty analysis using simulation. In: Lokhorst, C., A.J. Udink ten Cate, and A.A. Dijkhuizen.(eds) *Information and communication technology applications in agriculture: State of the art and future perspectives*. Proceedings of the 6th international congress for computer technology in agriculture (ICCTA '96). VIAS, Wageningen, The Netherlands. pp. 492-497.

Lopez, J., M. Dorais, N. Tremblay, and A. Gosselin. 1998. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (VPD) on greenhouse tomato fruit quality, foliar nutrient concentration and amino acid components. *Acta Hort.* 458: 303-310.

Nederhoff, E.M. 1994. Effects of CO₂ concentration on photosynthesis, transpiration, and production of greenhouse fruit vegetable crops. Dissertation, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, pp. 213.

Osaki, M., T. Shinano, T. Kaneda, S. Yamada, and T. Nakamura. 2001. Ontogenetic changes of photosynthetic and dark respiration rates in relation to nitrogen content in individual leaves of field crops. *Photosynthetica* 39:205-213.

Papadopoulos, A.P., X. Hao, J.C. TU, and J. Zheng. 1999. Tomato production in open or closed rockwool culture systems with NFT or rockwool nutrient feedings. *Acta Hort.* 481: 89-96.

Pivot, D., A. Reiset, and J.M. Gillioz. 1999. Tomates en serre: substrats rutiliss, solutions recycles. *Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 31: 265-269.

Peet, M.M. and G. Welles. 2005. Greenhouse tomato production, pp.257-304. In: Heuvelink, E. *Crop production science in horticulture series: tomatoes*. CABI, UK.

Phillips, I.D.J. 1975. Apical dominance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 26: 341.

Resh, H.M. 2013. Plant culture, pp.410-427. In: Resh, H.M. *Hydroponic food production*. CRC press, New York.

Stanghellini, C., F.L.K. Kempkes, and P. Knies. 2003. Enhancing environmental quality in agricultural systems. *Acta Horticulturae* 609: 277-283.

Strack, Z. 1983. Photosynthesis and endogenous regulation of the source-sink relation in tomato plants. *Photosynthetica* 17:1-11.

Terabayshi, S., A. Sugimoto, K. Ohshita, and T. Namiki. 1995. Relationship Between crease-stem abnormality and boron content in tomato plants cultured with high sulfate nutrient solution. *Acta Horticulturae* 396: 131-136.

Tucker, D.J. 1976. Endogenous growth regulators in relation to side shoot development in the tomato. *New Phytol.* 77: 561-568.

Yelle, S. 1988. Acclimatation de *Lycopersicon esculentum* Mill. Aux hautes concentrations de l'atmosphère en bioxide de carbone. These de doctorat, Université Laval, Quebec, Canada, pp.150.