

## 여름철 파프리카 관비재배시 토양수분포텐셜이 과신품질 및 수량에 미치는 영향

이한철<sup>1\*</sup> · 최경이<sup>1</sup> · 정재완<sup>1</sup> · 조명환<sup>1</sup> · 여경환<sup>1</sup> · 김다미<sup>1</sup> · 안철근<sup>2</sup> · 이동열<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 시설원예시험장, <sup>2</sup>경상남도농업기술원, <sup>3</sup>광주광역시농업기술센터

### Effect of Soil Water Potential on the Fruit Quality and Yield in Fertigation Cultivation of Paprika in Summer

Han Cheol Rhee<sup>1\*</sup>, Gyoeng Lee Choi<sup>1</sup>, Jae Woan Jeong<sup>1</sup>, Myeung Hwan Cho<sup>1</sup>,  
Kyung Hwan Yeo<sup>1</sup>, Da Mi Kim<sup>1</sup>, Chul Geun An<sup>2</sup>, and Dong Yul Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-800, Korea

<sup>2</sup>Gyeongnam Agriculture Research & Extension Services, Jinju 660-985, Korea

<sup>3</sup>Agriculture Technology and Extension Center, Gwangju 506-504, Korea

**Abstract.** This study was conducted to identify the effect of soil water potential on the fruit quality and yield of paprika in summer fertigation cultivation. Treatments of soil water potential during cultivation were composed of -10, -20, and -30 kPa, respectively. The plant height of early growth was increased by high soil water potential (-10 kPa) treatment all of 'Cupra' and 'E499524' (mini-paprika) varieties. Mean fruit weight was increased by -20 kPa soil water potential treatment compared with the other treatments. The fruit number per plant was not affected by soil water potential in 'Cupra' variety but was increased by -20 kPa soil water potential treatment in E499524 variety (mini-paprika). The yield of soil water potential treatment of -20 kPa was higher than those of the other treatments. The flesh thickness and sugar content were not affected by soil water potential in 'Cupra' and 'E499524' (mini-paprika) varieties. The incidence of fruit cracking was decreased with decreasing soil water potential. Mineral contents of plants such as nitrogen, potassium, calcium, magnesium etc. were not affected in soil water potential.

**Additional key words :** flesh thickness, sugar content, mineral content, tensiometer

## 서 론

파프리카는 1996년부터 국내에서 본격적으로 재배가 시작되어 채소작물 최고의 수출 효자품목으로 자리를 잡고 있으며 최근에는 국내소비가 점점 증가하여 수출과 내수가 반분씩 이루어지고 있다. 초기에는 대과형 파프리카를 주로 생산하였으나, 최근에는 소과형 파프리카의 소비도 점점 증가하는 추세이다. 파프리카는 대부분 암면배지나 코이어 배지를 이용한 수경재배를 하고 있으나 강원도 철원, 평창, 제주도 등 일부지역에서는 시설 내 토경재배를 하고 있다. 또한 파프리카는 겨울부터 이듬해 6월까지의 생산량이 많으나 8~10월에는 생산량이 급감하며, 일본에서도 여름에는 한국산 물량이 부족하여

네덜란드에서 비싼 가격으로 수입하고 있는 실정이다. 연중 안정적인 생산과 수출시장 확보를 위해서는 수량을 안정적으로 확보할 수 있는 작형과 품종 개발이 필요하다(Aloni 등, 1996; An 등, 2005; Li 등, 2001; Won 등, 2009). 특히 단경기인 고온기 안정생산기술 개발이 요구되므로 고랭지 뿐만 아니라 평지의 여름철 작형을 개발해야 할 것이며, 그 가능성이 확인되었다(Rhee 등, 2010). 그러나 여름재배는 수확기간이 짧고 착과율이 저조하여 생산성이 겨울재배의 60~70%에 불과하다(Won 등, 2009). 여름재배는 장마가 지속될 때에는 광합성량이 부족(Aljibury와 May, 1970; Martin 등, 1970)하고 시설 내는 30°C 이상의 고온으로 착과가 어렵고, 착과가 되어도 과실의 비대발육 부족(Cho 등, 2009)으로 상품과의 생산이 저조하다. 또한 여름철 고온 조건에서는 배꼽썩음과, 일소과, 과병무름증 등 생리장애 발생이 많이 발생하고 있으므로(Saure, 2000; Yu 등, 2006a; Rhee 등, 2010) 이에 대한 연구가 필요하다. 현재 파프리카는 대부분 수경재배로

\*Corresponding author: rheehc@korea.kr

Received September 11, 2013; Revised October 24, 2013;

Accepted November 4, 2013

생산되고 있으나, 단경기 생산을 목표로 생산단가 절감을 위한 작형과 토경재배를 검토할 필요가 있다. 최근 원예작물의 토양재배시에 생력적이고 효율적인 재배형태인 관비재배를 도입하려는 농가가 점차 늘어나고 있다. 관비재배(Fertigation)는 관수와 양분을 함께 공급하는 방법으로 작물의 수분과 양분의 과부족에 의한 장해가 없이 근권을 유지하는 방법이다(Sammis, 1980; Shalhevet 등, 1983; Bucks 등, 1981). 관비재배에서 관수횟수와 관수량은 재배작물, 재배토양(Freeman 등, 1976), 관수방법 등에 따라 크게 달라지며, 적절한 관수는 비료량을 50% 절감할 수 있다고(Locascio 등, 1977) 한다. 관비재배는 적절한 수분 조절로 과실의 품질, 특히 당도를 높이기 위해 유리하나 지나친 수분 스트레스는 작물의 생육을 억제할 뿐 아니라 과실의 품질을 크게 떨어뜨린다. 따라서 작물에 적합한 관수를 지속적으로 할 수 있는 시스템이 필요하다(Bernstein과 Francois, 1973). 파프리카의 관비재배는 수분조절 및 농도조절에 대한 연구가 일부 진행된 바 있으나 비중이나 공급량이 설정되지 못하였고, 결과가 유기적으로 정리되지 않아 농가에는 거의 보급되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 시설내 파프리카의 토경재배시 관비재배를 위한 양수분관리 조건을 구명하여 안정생산에 기여하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 2012년부터 2013년까지 2년 동안 시설원에 시험장 비닐하우스에서 수행되었다. 일반 파프리카 '쿠프라' 품종과 소과종 파프리카 'E 499524'(적색) 품종(Enza Zaden, The Netherlands)을 이용하여 3월 10일에 파종하였고, 정식은 4월 22일에 하였다. 24공 육묘판(40×60cm, Grodan, The Netherlands)에 각 구멍에 암면배지를 채우고 1립씩 파종한 후 배지에 수분을 흡착시켰다. 육묘는 파프리카 양액육묘법에 준하였으며 이때 사용한 배양액은 그로단표준액(PBG)을 사용하였다. 본엽이 전개될 때부터 그로단표준액의 1/3액을 3일 간격으로 공급하였다. 정식시기는 파종 후 약 40~45일인 본엽 6~7매, 첫 꽃이 생성될 때였다. 정식은 2조식으로 재식 거리는 30×75cm 간격을 두었으며 30cm 간격의 점적핀이 있는 점적호스를 칸 다음 흑색 멀칭비닐로 멀칭을 하였다. 그리고 30cm 간격으로 구멍을 낸 후 파프리카 묘를 정식하였으며 점적핀은 식물체와 식물체의 중간지점에 가도록 하였다. 관수시점은 정식후부터 수확기까지 실시하였고 토양수분포텐셜을 각각 -10, -20 그리고 -30kPa로 처리구를 두었다. 파프리카 관비재배를 위하여 기본 장치로 급액탱크(1톤), 모터(자동식), 다운트랜스(24V), 전자밸브 등으로 관비장치를 설치하였고 정식 후

토양수분측정 장치를 두어 토양수분포텐셜에 따라 양·수분이 공급되게 하였다. 관비량은 정식전 토양을 분석하여 시비량을 결정하였고 관비농도는 표준량의 1/3농도(질소 16 및 칼륨 18kg/10a)로 관비하였다. 관수 및 관비 방법은 토양수분측정센서(Tensiometer)를 두 식물체의 중간지점에 지표면으로부터 15cm 깊이에 매설하고 토양수분포텐셜을 설정하고 플라스틱 액비통(1톤)에 물 1톤을 받은 후 1/3 농도의 비료를 완전히 녹여 관수 자동공급장치를 이용하여 관수 및 관비를 동시에 실시하고 수확기까지 조절하여 공급하였다.

실험은 난괴법으로 3반복하였으며 각 반복은 완전임의로 배치하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.2, SAS Institute Inc., USA)을 이용하였다. 평균간 비교는 덩컨의 다중범위검정을 이용하였다. 파프리카재배는 1주당 2가지를 유인하였고 기타 재배방법은 파프리카 토경재배법에 준하였고 초장은 조사시기별로 반복당 10주를, 그리고 과실 품질은 조사시기별로 반복당 10개를 조사하였다. 열과는 전 수확기간(6.18~9.18)에 발생하는 과실을 조사하였고 평균 과실중, 주당 과실중 및 수량은 총 수확기간에 수확된 과실로 산정하였다.

파프리카 식물체의 무기양분 분석시료는 수확이 끝난 후 지표면에서 10~15절 사이의 잎과 줄기를 채취하였다. 무기양분함량을 분석하기 위해 각 처리간 10개씩 3반복으로 채취하여 80°C 건조기에서 48시간 건조하여 분쇄한 후 무기염 분석에 사용하였다. 질소와 인산 분석은 시료 10g을 칭량하여 침출액으로 침출한 후 질소는 간이증류법으로 분석하였으며, 인산은 Vanadate법으로 비색계(UV/VIS spectrophotometer, Lambda 18, Perkin Elmer)를 이용하여 측정하였다. 그리고 K, Ca, Mg, Na, P 등의 분석을 위해 시료를 tenery solution으로 분해한 후 원자흡광 분광광도계(atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

Fig. 1은 파프리카를 정식한 후 수확기까지의 토양수분포텐셜의 변화를 경시적으로 나타낸 것이다.

토양수분포텐셜 -10kPa 처리구는 최고 -5kPa, 최저 -12kPa, 그리고 평균 -9kPa로 나타나 토양수분포텐셜은 -9kPa 내외로 유지가 잘되었다. 토양수분포텐셜 -20kPa 처리구는 최고 -15kPa, 최저 -21kPa, 그리고 평균 -18kPa로 나타났다. 그러나 -30kPa 처리구는 최고 -20kPa, 최저 -30kPa, 그리고 평균 -25kPa로 나타났으며 토양수분포텐셜은 평균 -25kPa로 실제처리보다 -5kPa이 낮게 유지되어 원하던 토양수분포텐셜에 도달하지 못하였다. 이는 파프리카를 재배한 하우스 내 토양

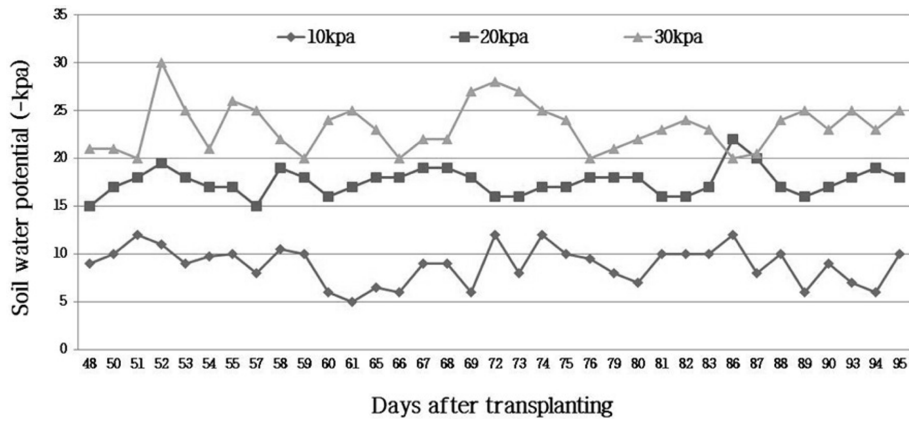


Fig. 1. Change of soil water potential during fertigation cultivation of paprika in summer.

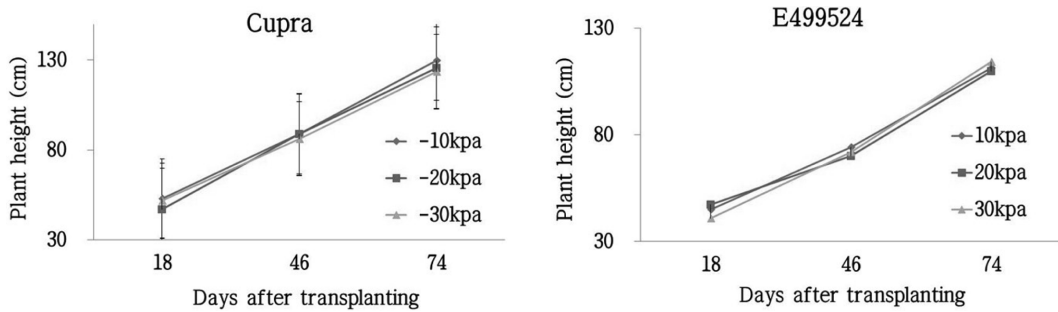


Fig. 2. Effect of soil water potential on the plant height in fertigation cultivation of paprika in summer.

의 지하수위가 높아 토양수분함량에 영향을 준 것으로 판단되었다.

Fig. 2는 정식후 수확기까지의 토양수분포텐셜에 따른 파프리카 초장을 경시적으로 나타낸 것이다. 초장은 '쿠프라' 품종에서는 토양수분포텐셜이 높은 -10kPa 처리구에서 길었으며 정식이후 수확기까지 같은 경향을 보였다. 그러나 'E499524' 품종(소과형)에서는 정식 후 초기 생육에서 초장은 토양수분포텐셜이 높은 -10kPa 처리구에서 길었으나 착과 후 수확기(7/5)에는 토양수분포텐셜이 낮은 -30kPa 처리구에서 길었다. 초장은 관수량 즉 식물체의 수분흡수량에 따라 차이가 큰 것으로 알려져 있는데(Park 등, 1998), 본 시험에서 'E499524' 품종(소과형)에서 토양수분포텐셜이 낮은 처리구에서 초장이 긴 원인은 착과량이 적어 생식성장보다 영양생장에 치우친 결과에 기인되는 것으로 생각되었다.

그러나 일반적으로 파프리카재배에서 초기 착과기에는 토양습수량이 높은 것이 좋다는 결과를(An 등, 2005; Rhee 등, 2011) 미루어 볼 때 토양습수량이 적은 -30kPa 처리에서 초장이 짧은 것은 토양수분의 부족한 것에 기인된 것으로 판단된다. 이러한 결과는 재배조건은 다르지만 수경재배(An 등, 2009; Rhee 등, 2011)에서의 보고와 일치하였으며 본 연구의 여름재배에서는 겨울철재

배보다 더 많은 수분스트레스가 있었던 것으로 사료된다. 그 결과 근권의 함수율이 낮고 양분농도의 상승으로 인한 양분흡수의 불균형과 식물체의 수분 스트레스에 의한 광합성 속도의 저하(Aljibury와 May, 1970; Martin 등, 1970)로 생육이 억제된 것으로 추측된다.

Table 1은 처리에 따른 파프리카의 수량구성요소 및 수량을 나타낸 것이다. 과실의 평균 과중은 '쿠프라' 품종에서는 토양수분포텐셜에 따른 유의차이가 있었으나 'E499524' 품종에서는 유의차가 없었다. '쿠프라' 품종에서는 평균과중은 -20kPa에서 154.5kg으로 가장 무거웠으며 토양수분포텐셜이 낮은 -30kPa에서는 138.2kg으로 가벼웠다. 주당 착과수는 5.1~5.3개로 '쿠프라' 품종은 토양수분포텐셜에 따른 차이가 없었으나 'E499524' 품종은 -20kPa 처리구에서 10.3개로 가장 많았다. 상품수량은 '쿠프라' 품종은 -20kPa 처리구에서 2,321kg/10a로 가장 많았고 -10, -30kPa 처리순으로 많았다. 그리고 'E499524' 품종은 -20kPa 처리구에서 1,147kg/10a로 가장 많았으며 -10kPa 처리구와 큰 차이가 없었으나 -30kPa 처리구에서 유의차가 있었다.

낮은 토양수분포텐셜에서는 식물체의 생육을 억제하여 과실이 작고 평균과중이 감소되는 결과(Hayata 등, 1998; An 등, 2009; Rhee 등, 2011)를 보이고 주당 착과수가

**Table 1.** Effect of soil water potential on the mean fruit weight, fruit number per plant and yield in fertigation cultivation of paprika in summer.

Variety	Soil water potential	Mean fruit weight (g)	Number of fruit per plant	Fruit weight per plant	Yield (kg/10a)
Cupra	-10 kPa	153.7 a <sup>z</sup>	5.3 a	813.1 a	2,239 b
	-20 kPa	154.5 a	5.1 a	773.7 a	2,321 a
	-30 kPa	138.2 b	5.2 a	724.4 b	2,173 c
	Mean	148.8	5.2	770.4	2,311
E499524	-10 kPa	39.7 a	9.6 b	382.1 a	1,146 a
	-20 kPa	37.3 a	10.3 a	382.4 a	1,147 a
	-30 kPa	38.8 a	8.7 c	338.4 b	1,015 b
	Mean	38.6	9.6	367.6	1,103

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 2.** Effect of soil water potential on the fruit width, fruit height, locules number, flesh thickness and fruit soluble solids in fertigation cultivation of paprika in summer.

Variety	Date	Soil water potential	Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	No. of locules	Flesh thickness (mm)	Soluble solids (%)
Cupra	7/11	-10 kPa	79.9 a <sup>z</sup>	97.1 a	3.5 a	6.8 a	4.4 a
		-20 kPa	81.5 a	99.1 a	3.3 a	7.2 a	4.5 a
		-30 kPa	78.8 a	97.4 a	3.3 a	6.7 a	4.5 a
		Mean	80.1	97.8	3.3	6.9	4.5
	8/16	-10 kPa	76.3 a	84.7 a	3.6 a	5.4 a	4.9 a
		-20 kPa	75.6 a	84.7 a	3.4 a	5.3 a	4.7 a
		-30 kPa	77.5 a	82.5 a	3.5 a	5.2 a	4.8 a
		Mean	76.5	84.0	3.5	5.3	4.8
E499524	7/11	-10 kPa	39.3 a	93.0 a	2.6 a	4.9 a	8.3 a
		-20 kPa	39.0 a	93.2 a	2.5 a	5.1 a	8.1 a
		-30 kPa	38.2 a	91.4 a	2.5 a	5.1 a	8.3 a
		Mean	38.8	92.5	2.5	5.0	8.2
	8/16	-10 kPa	41.4 a	78.7 a	2.7 a	4.1 a	7.7 a
		-20 kPa	41.6 a	78.6 a	2.6 a	4.0 a	7.7 a
		-30 kPa	41.3 a	78.1 a	2.5 a	4.1 a	7.6 a
		Mean	41.8	78.1	2.6	4.1	7.7

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

적었으며 그 결과 10a당 상품수량이 감소하였다.

Table 2는 토양수분포텐셜에 따른 파프리카의 과실 특성과 당 함량을 나타낸 것이다. 과실의 크기는 토양수분포텐셜에 영향을 받지 않아 통계적인 유의차가 없었다. 그러나 '쿠프라' 품종에서는 과장과 과폭은 토양수분포텐셜에 따른 차이가 없었으나 'E499524' 품종은 통계적으로 유의차가 없지만, 토양수분포텐셜이 낮을수록 작은 경향을 보였다. 지방수는 '쿠프라' 품종에서는 3.3~3.6개, 그리고 'E499524' 품종에서는 2.5~2.7개로 토양수분포텐셜 간에는 처리간 유의차가 없었다. '쿠프라' 및 'E499524' 품종 모두 과육의 두께는 토양수분포텐셜 간에는 차이가 없었으나 7월 11일 조사 때보다 생육후기인 8월 16일

조사에서 더 얇아지는 경향을 보였다. 과육의 두께는 시설 내 온도에 크게 영향을 받으며 여름철에 평지에서보다 고랭지에서 재배한 과실의 다소 두꺼운 경향으로 시설내의 높은 온도는 호흡에 의한 에너지 소모가 높은 것에 기인하는 것으로 생각된다.

과실의 당도는 '쿠프라' 품종에서는 4.4~4.9°Brix, 그리고 'E499524' 품종에서는 7.6~8.3°Brix로 토양수분포텐셜에 따른 통계적 유의차가 없었다. 그러나 'E499524' 품종이 '쿠프라' 품종보다 3.0~4.0°Brix 정도 높았으며 7월 11일 조사 때가 생육후기인 8월 16일 조사 때보다 높았다.

Fig. 3은 토양수분포텐셜에 따른 파프리카의 생리장해

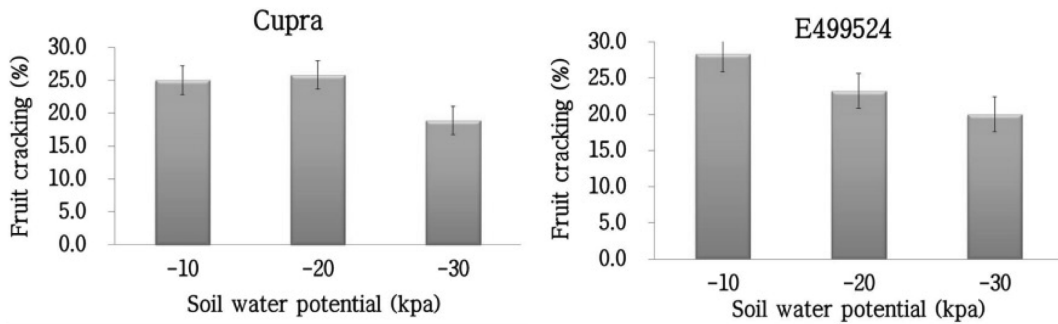


Fig. 3. Effect of soil water potential on fruit cracking in fertigation cultivation of paprika in summer.

과인 열과의 발생률을 나타낸 것이다.

과실의 열과 발생률은 ‘쿠프라’ 및 ‘E499524’ 품종 모두 토양수분포텐셜이 낮을수록 적은 경향을 보였다. 과병무름과는 토양수분포텐셜이 높은 처리구에서 많이 발생하였으나 배꼽썩음과는 토양수분포텐셜이 낮은 처리구에서 많이 발생하였다(성적없음). 과병무름과가 착과기와 과실비대기에는 거의 발생하지 않았고, 겨울철에 많이 발생한다는 보고(Yu 등, 2006a)와는 달리 ‘쿠프라’ 및 ‘E499524’ 품종 모두 여름철 장마기에도 많이 발생한다는 사실을 확인하였다(Rhee 등, 2011). 배꼽썩음과와 일소과 발생은 함수량이 고수준보다 저수준의 관수에서 많이 발생한다는 보고(Yu 등, 2006b; Dorji와 Behboudian, 2003)와 일치하였다.

Table 3은 토양수분포텐셜에 따른 파프리카의 무기양분 함량을 나타낸 것이다. 질소의 함량은 토양수분포텐셜에 따른 차이가 없었으며 ‘쿠프라’ 품종은 2.10~2.22%였고, ‘E499524’ 품종은 1.72~1.82%였다. ‘쿠프라’ 및 ‘E499524’ 품종 모두 토양수분포텐셜에 따른 식물체의 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 무기양분의 함량은 유의차이가 없었으나 ‘쿠프라’ 품종이 ‘E499524’ 품종보다는 많은 경향이였다.

상기의 결과에서 여름철 파프리카 관비재배가 겨울철 재배보다, 또한 고랭지 여름철재배보다 수량성은 낮지만

평지에서도 가능함을 보였다. 그러나 ‘E499524’ 품종은 ‘쿠프라’ 품종보다 같은 시기에 재배할 때 수량이 적어 (Rhee 등, 2011) 생산성에서는 다소 불리하나 측고가 낮은 하우스에서도 재배가 용이하다는 장점이 있다.

이상의 결과에서 여름철에 파프리카의 관비재배에서 정식부터 수확기까지 토양수분포텐셜을 -20kPa로 설정하여 토양 수분을 관리하는 것이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

### 적 요

파프리카의 토양재배면적 증가에 따라 관비재배법의 확립이 요구되고 있다. 관비재배(Fertigation)는 물과 양분을 함께 공급하는 방법으로 작물의 수분과 양분의 과부족에 의한 장애없이 근권을 안정적으로 유지할 수 있다. 본 연구에서는 시설 파프리카의 관비재배시 토양수분포텐셜에 따른 과실 품질 및 수량의 효과를 구명코자 실험을 수행하였다.

‘쿠프라’ 및 ‘E499524’ 2품종을 공시하여 정식 후부터 수확기까지 토양수분포텐셜을 -10, -20 그리고 -30kPa로 처리구를 두었다. 초장은 토양수분포텐셜이 높은 -10kPa 처리구가 가장 길었다.

과실의 평균 과중은 ‘쿠프라’ 품종에서는 평균과중은

Table 3. Effect of soil water potential on the mineral content of paprika plant in fertigation cultivation of paprika in summer.

Variety	Soil water potential	T-N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)
Cupra	-10 kpa	2.10 a <sup>z</sup>	1.16 a	0.29 a	0.32 a	4.92 a	0.04 a
	-20 kpa	2.17 a	1.25 a	0.26 a	0.30 a	5.18 a	0.04 a
	-30 kpa	2.22 a	1.54 a	0.28 a	0.34 a	5.28 a	0.03 a
	Mean	2.16	1.31	0.28	0.32	5.13	0.04
E499524	-10 kpa	1.79 a	0.85 a	0.17 a	0.25 a	3.62 a	0.04 a
	-20 kpa	1.82 a	0.87 a	0.19 a	0.24 a	3.69 a	0.04 a
	-30 kpa	1.72 a	0.87 a	0.19 a	0.24 a	3.52 a	0.04 a
	Mean	1.78	0.86	0.18	0.25	3.61	0.04 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

-20kPa에서 154.5kg으로 가장 무거웠으며 토양수분포텐셜이 낮은 -30kPa에서는 138.2kg으로 가벼웠다. 주당 착과수는 5.1~5.3개로 '쿠프라' 품종은 토양수분포텐셜에 따른 차이가 없었으나 'E499524' 품종은 -20kPa 처리구에서 10.3개로 가장 많았다. 상품수량은 '쿠프라' 품종은 -20kPa 처리구에서 2,321kg/10a로 가장 많았고 그리고 'E499524' 품종은 -20kPa 처리구에서 1,147kg/10a로 가장 많았다.

'쿠프라' 품종에서는 과장과 과폭은 토양수분포텐셜에 따른 차이가 없었으나 'E499524' 품종은 토양수분포텐셜이 낮을수록 작은 경향을 보였다. 과실의 당도는 '쿠프라' 품종에서는 4.4~4.9°Brix, 그리고 'E499524' 품종에서는 7.6~8.3°Brix로 토양수분포텐셜에 따른 통계적 유의차가 없었다.

자방수는 '쿠프라' 품종에서는 3.3~3.6개, 그리고 'E499524' 품종에서는 2.5~2.7개로 토양수분포텐셜 간에 유의차가 없었다. 과실의 열과 발생율은 '쿠프라' 및 'E499524' 품종 모두 토양수분포텐셜 낮을수록 적은 경향을 보였다.

식물체 내 질소의 함량은 토양수분포텐셜에 따른 차이가 없었으며 '쿠프라' 품종은 2.10~2.22%였고 'E499524' 품종은 1.72~1.82%였다. '쿠프라' 및 'E499524' 품종 모두 토양수분포텐셜에 따른 식물체의 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 무기 양분의 함량은 유의차가 없었다.

이상의 결과에서 파프리카의 여름철 관비재배시 토양수분포텐셜을 -20kPa로 설정하는 것이 생육이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

**추가 주제어** : 과육 두께, 당 함량, 무기양분 함량, 텐손 메터

### Literature Cited

Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A.A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Ann. Bot.* 78:163-168.

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

An, C.G., Y.H. Hwang, H.S. Yoon, H.J. Hwang, C.W. Rho, G.W. Gong, and B.R. Jeong. 2005. Effect of first irrigation time after sunrise on fruit quality and yield of sweet peppers (*Capsicum annuum* 'Jubilee' and 'Romeca') in rockwool culture. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 23:146-152.

An, C.G., Y.H. Hwang, G.M. Shon, C.S. Lim, J.L. Cho, and B.R. Jeong. 2009. Effect of irrigation amount in rockwool and cocopeat substrates on growth and fruiting of sweet

pepper during fruiting period. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 27:233-238.

Bernstein, L. and L.E. Francois. 1973. Comparison of drip, furrow and sprinkler irrigation. *Soil Sci.* 115:73-86.

Buck, D.A., L.J. Erie, O.F. French, F.S. Nakayama, and W.D. Pew. 1981. Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. *Trans ASAE* 24:1482-1489.

Cho, I.H., W.M. Lee, K.B. Kwan, Y.H. Woo, and K.H. Lee. 2009. Stable production technique of Paprika (*Capsicum annuum* L.) by hydrogen peroxide treatment at summer. *J. Bio-Env. Con.* 18:297-301.

Dorji, J. and M.H. Behboudian. 2003. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. *Sci. Hort.* 89:257-267.

Freeman, B.M., L. Blackwell, and K.V. Garzoli. 1976. Irrigation frequency and total water application with trickle and furrow systems. *Agric. Water Manage* 1:21-31.

Hayata, Y., T. Tabe, S. Kondo, and K. Inoue. 1998. The effects of water stress on the growth, sugar and nitrogen content of cherry tomato fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65:759-766.

Li, X.R., H.N. Cao, K.C. Yoo, and I.L. Kim. 2001. Effect of limited supplying frequency and amount of nutrient solutions on the yield and fruit quality of tomato grown in ash ball. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:501-505.

Locascio, S.J., J.M. Myers, and F.G. Martin. 1977. Frequency and role of fertilization with trickle irrigation for strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:456-458.

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

Park, D.K., J.K. Kwon, J.H. Lee, Y.C. Um, H.T. Kim, and Y.H. Choi. 1998. The effect of soil water content during at fruit ripening stage on yield and quality in musk melon. *J. Bio. Fac. Env.* 7:330-335.

Rhee, H.C., T.C. Seo, G.L. Choi, M.Y. Roh, and M.H. Cho. 2010. Effect of air humidity and water content of medium on the growth and physiological disorder of paprika in summer hydroponics. *J. Bio-Env. Con.* 19:305-310.

Rhee, H.C., T.C. Seo, G.L. Choi, M.Y. Roh, M.H. Cho, and Y.C. Kim. 2011. Effect of water content in substrates on the growth and yield of mini-paprika in summer hydroponics. *J. Bio-Env. Con.* 20:258-262.

Sammis, T.W. 1980. Comparison of sprinkle, trickle, subsurface and furrow irrigation methods for row crops. *Agron. J.* 72:701-704.

Saure, M.C. 2000. Blossom end rot of tomato - a calcium - or a stress-related disorder. *Sci. Hort.* 90:193-208.

Shalhevet, J., D. Shimshi, and T. Meir. 1983. Potato irrigation requirements in a hot climate using sprinkler and drip methods. *Agron. J.* 75:13-16.

Won, J.H., B.C. Jeong, J.K. Kim, and S.J. Jeon. 2009. Selection of suitable cultivars for the hydroponics of sweet pep-

- per (*Capsicum annuum* L.) in the alpine area in summer. J. Bio-Env. Con. 18:425-430.
- Yu, G., D.G. Choi, J.H. Bae, and S. Guak. 2006a. Effects of substrate EC and water control on the incidence of brown fruit stem and blossom end rot in glasshouse sweet pepper. J. Bio-Env. Con. 15:167-172.
- Yu, G., J. Kim, and S. Guak. 2006b. Effect of cultivation time on the incidence of brown fruit stem of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Bio-Env. Con. 15:162-166.