

## 여름철 소과형 파프리카 수경재배 시 코이어 배지함수량이 생육과 수량에 미치는 영향

이한철<sup>1\*</sup> · 최경이<sup>1</sup> · 노미영<sup>1</sup> · 정재완<sup>1</sup> · 조명환<sup>1</sup> · 김영철<sup>1</sup> · 안철근<sup>2</sup>

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

### Effect of Water Content in Coir Substrates on the Growth and Yield of Mini-Paprika in Summer Hydroponics

Han Cheol Rhee<sup>1\*</sup>, Gyoeng Lee Choi<sup>1</sup>, Mi Young Roh<sup>1</sup>, Jae Woan Jeong<sup>1</sup>,  
Myeung Hwan Cho<sup>1</sup>, Young Cheol Kim<sup>1</sup>, and Chul Geun An<sup>2</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

**Abstract.** This study was carried out to investigate the effect the water content in coir substrates as according to growth stage on the growth and yield of mini-paprika of three varieties 'E 499524' (red color), 'E 499526' (yellow color) and 'E 499531' (orange color) in summer hydroponics. Treatments of I, II and III were composed of 55-65-60, 50-60-55 and 45-55-50% in water contents of growth stages, respectively. Time domain reflectometry (TDR) sensors were used in a drip irrigation system. The early growth of mini-paprika was increased by high medium water content of treatment I in all of three varieties. Mean fruit weight was not affected by medium water content, but the fruit number per plant and yield were increased at high medium water content of treatment I. The Yield of treatment I was higher than that of treatment II and III in all of three varieties. The sugar content was increased by low medium water content of treatment in all of three varieties. The incidence of brown-stem fruit, blossom-end rot and sunburn was decreased with increasing water content of medium. Occurred in the low water content of medium. Mineral contents of fruits such as nitrogen (N), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) etc. were not affected in all of three varieties.

**Key words :** blossom-end rot, brown-stem fruit, growth stage, TDR

## 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 암면배지를 이용한 수경재배였으나 사용 후, 폐기 문제와 비싼 가격 때문에 대체배지로 코이어 배지를

이용하는 농가가 점점 늘어나고 있다(An 등, 2009). 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 수량에 크게 영향을 미치는 작형과 품종 개발이 필요하다(Aloni 등, 1996; An 등, 2005; Lee 등, 2001; Won 등, 2009). 특히 단경기인 고온기 안정생산기술 개발이 요구되므로 고랭지뿐만 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). 여름재

\*Corresponding author: rheehc@korea.kr  
Received August 29, 2012; Revised September 11, 2012;  
Accepted September 14, 2012

여름철 소과형 파프리카 수경재배 시 코이어 배지함수량이 생육과 수량에 미치는 영향

배는 장마가 지속될 때에는 광합성량이 부족(Aljibury 와 May, 1970; Martin 등, 1970)하고 시설내는 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 생리장해 발생이 많이 발생하고 있으므로(Saure, 2000; Lee 등, 2005; Yu 등, 2006; Rhee 등, 2010) 이에 대한 연구가 필요하다. 그러나 코이어 배지는 무기양분을 함유한 유기배지로 산도가 낮고 암면에 비하여 초기 수분흡착력이 낮아(An 등, 2009) 양액의 급액방법이 달라야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 여름철 평지에서 소과형 파프리카의 코이어 배지를 이용한 수경재배법을 확립코자 하였다.

재료 및 방법

본 실험은 2010년부터 2011년까지 2년 동안 시설 원예시험장 유리온실에서 수행되었다. ‘E 499524’(적색), ‘E 499526’(황색) 및 ‘E 499531’(주황색) 3 품종 (Enza Zaden, The Netherlands)의 파프리카를 이용하여 3월 10일에 파종하였고, 정식은 4월 22일에 코이어(분말 1, 섬유 1)배지 슬라브(5,7.5 × 15 × 100cm)로 하였다. 정식 시기는 파종 후 약 40~45일인 본엽 6~7매, 첫 꽃이 생성될 때였으며 육묘는 파프리카 양액육묘법에 준하였다. 배양액은 그로단표준액을 사용하였고, 정식 후 공급 양액의 EC는 2.0~2.3dS/m 정도로 육묘기의 마지막 공급 EC 보다 0.2dS/m 정도 높게 공급하였다. 착과 후의 공급 EC는 3.0~3.2, pH 5.2~5.7 내외로 하였고, 배지내 EC는 4.5 내외, pH는 6.0으로 목표치를 두고 관리하였다.

배지 내 함수율(%)은 생육단계별로 처리구를 두었다

Table 1. Water content as according to growth stage of mini-paprika grown in summer hydroponics.

Treat.	Water content of medium (%)		
	A <sup>2</sup>	B	C
I	55	65	60
II	50	60	55
III	45	55	50

<sup>2</sup>Growth stages A, transport to fruit setting of 1<sup>st</sup> group; B, fruit setting of 1<sup>st</sup> group to 2<sup>nd</sup> group; C, 3<sup>rd</sup> group to harvest.

(Table 1). 배지 내 수분은 TDR 센서(미래센서 Co, Ltd Kor)를 데이터 로거(CR10x, Campbell Co., Ltd USA)에 연결하여 측정하고 오전 7시부터 오후 4시까지 제어하였다. 주요재배는 파프리카 수경재배법에 준하였고 생육, 품질 및 과병무름증 발생률 등을 조사하였다.

소과형 파프리카 과실무기양분함량을 분석하기 위해 각 품종별 처리간 10개씩 3반복으로 채취하여 80°C 건조기에서 32시간 건조하였다. 질소와 인산 분석은 시료 10g을 칭량하여 침출액으로 침출한 후 질소는 간이 증류법으로 분석하였으며, 인산은 Vanadate법으로 비색계(UV/VIS spectrophotometer, Lambda 18, Perkin Elmer)를 이용하여 측정하였다. 그리고 K, Ca, Mg, Na, P 분석을 위해 tenery solution으로 분해한 후 원자흡광 분광광도계(atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1은 처리II단계(제1그룹에서 제3그룹 착과기)의 시작시점에서 양액공급량에 따른 배지내 함수량의 경시적 변화를 나타낸 것이다.

배지수분 III(45-55-50%) 처리구는 주간에는 최고 58에서 최저 54, 평균 55%로 나타났고 양액을 공급하지 않은 야간에는 55~60%를 유지하였다. II(50-60-55%) 처리구는 주간에는 최고 63, 최저 61, 그리고 평균 62%로 나타났으며 야간에는 60%를 유지하였다. 배지함수량이 가장 높은 I(55-65-60%) 처리구는 주간에는 최고 65, 최저 63, 그리고 평균 64%를 나타내었으며 야간에는 62%를 유지하였다. 배지함수량이 낮은 처리구는 주간 및 야간에 설정 수분함량을 유지하

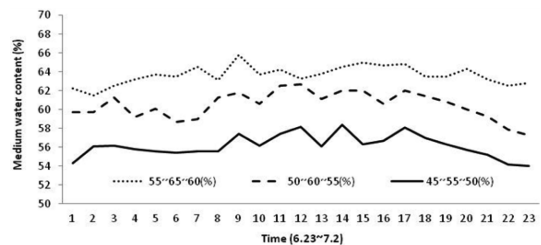


Fig. 1. Change of coire medium water content according to irrigation amount in fruit setting stage from 1<sup>st</sup> group to 3<sup>rd</sup> group.

**Table 2.** Effect of water content of medium on the growth of mini-paprika in summer hydroponics.

Variety	Water content of medium (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
Red color	(55-65-60)	141.5 a <sup>2</sup>	1.85 a	33.3 a	27.9 a	17.2 a
	(50-60-55)	147.3 a	1.81 a	33.1 a	26.6 b	17.3 a
	(45-55-50)	136.3 b	1.82 a	31.2 b	25.5 b	14.4 b
	Mean	147.7	1.83	32.5	26.7	16.3
Yellow color	(55-65-60)	139.8 a	1.83 a	33.7 a	28.0 a	17.7 a
	(50-60-55)	138.3 a	1.80 a	33.1 a	27.6 a	18.7 a
	(45-55-50)	134.5 b	1.82 a	29.7 b	25.4 b	14.2 b
	Mean	137.5	1.82	32.2	27.0	16.9
Orange color	(55-65-60)	139.9 a	1.84 a	33.8 a	28.1 a	17.8 a
	(50-60-55)	138.4 a	1.81 a	33.2 a	27.7 a	18.8 a
	(45-55-50)	134.6 b	1.83 a	29.7 b	25.5 b	14.3 b
	Mean	137.6	1.83	32.3	27.1	17.0

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

였으나 I(55-65-60%)의 높은 처리구에서는 주야간 모두 평균 1~2% 정도 낮게 유지되었다.

Table 2는 제1그룹 착과기에서 배지수분함량에 따른 소과형 파프리카의 초기생육을 나타낸 것이다. 초장은 세 품종 모두 배지함수량에서는 유의차를 나타내어 배지함수량이 적은 III(45-55-50) 처리에서 짧았으며 품종간에는 적색 품종이 가장 긴 경향을 보였다. 경장은 배지함수량의 처리간에 차이가 없었으나 주 경장은 초장과 같이 배지함수량에서 유의차를 보여 배지함수량이 적은 처리구에서 짧았으며 적색 품종이 가장 길었

다. 엽장과 엽폭은 배지함수량이 많은 처리에서 길고 넓었으며 품종간에는 차이가 없었다.

일반적으로 파프리카 재배에서 초기 착과기 적정함수율이 65% 전후라는 것을(An 등, 2005; Rhee 등, 2011) 미루어 볼 때 배지함수량 45% 처리에서 초장 및 주경장이 짧은 것은 양액공급량이 부족한 것에 기인된 것으로 판단된다. 특히 엽장과 엽폭은 두 품종 모두 배지수분 함량이 적은 III(45-55-50%) 처리에서 유의적으로 감소했다. 이러한 결과는 암면과 코이어 배지에서 배지수분함량 50%에서 가장 작았다는 An 등

**Table 3.** Effect of water content of medium on the fruit weight, fruit number and yield of mini-paprika in summer hydroponics.

Variety	Water content of medium (%)	Mean fruit weight (g)	No. of fruit per plant	Fruit weight per plant (g/pl.)	Yield (kg/10a)
Red color	55~65~60	35.5 a <sup>2</sup>	14.3 a	505.8	1,527 a
	50~60~55	33.2 a	13.7 b	453.7	1,361 b
	45~55~50	34.1 a	11.8 c	401.6	1,205 b
	Mean	33.7	13.3	453.7	1,364
Yellow color	55~65~60	38.4 a	13.5 a	518.4	1,555 a
	50~60~55	34.1 a	11.3 b	386.5	1,159 b
	45~55~50	34.2 a	11.3 b	387.6	1,163 b
	Mean	35.6	12.0	430.8	1,292
Orange color	55~65~60	36.6 a	9.0 a	329.4	988 a
	50~60~55	38.7 a	6.2 b	240.8	722 b
	45~55~50	35.0 a	6.9 b	241.1	723 b
	Mean	36.8	7.4	270.4	811

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

여름철 소과형 파프리카 수경재배 시 코이어 배지함수량이 생육과 수량에 미치는 영향

(2009)과 Rhee 등(2011)의 보고와 일치하였으며 본 연구의 여름철 재배에서는 겨울철재배보다 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 3은 처리에 따른 소과형 파프리카의 수량구성 요소 및 수량을 나타낸 것이다. 과실의 무게는 33.2~38.7g으로 세 품종 모두 배지수분함량에 따른 차이가 없었으며 ‘주황색’ 품종이 ‘적색’이나 ‘황색’ 품종보다 무거웠다. 주당 착과수는 배지함수량이 많은 처리구에서 많았으며, 품종 간에는 ‘적색’ 품종에서 다른 두 품종보다 효과가 컸으며 착과량도 많았다.

낮은 배지함수량은 식물체의 생육을 억제하여 과실이 작고 평균과중이 감소되는 결과(Hayata 등, 1998; An 등, 2009; Rhee 등, 2011)를 보이고 주당 착과수가 적었으며 그 결과 10a당 상품수량이 감소하였다. 배지함수량이 많은 처리구에서 주당 착과수가 많은 것은 식물체의 수분 스트레스가 적어 과병무름증과, 배꼽썩음과, 일소과 등의 생리장해과가 적은 것(Fig. 2)에 기인된 것으로 판단되며 Rhee 등(2011)은 대과종인 ‘Special’ 및 ‘Cupra’ 품종을 공시한 시험에서도 같은 결과를 얻어 이를 뒷받침 해 준다. 10a 당 상품수량은 세 품종 모두 배지함수량이 높을 때 각각 ‘적색’ 1,527kg, ‘황색’ 1,555kg 그리고 ‘주황색’ 품종이 988kg으로 가장 많았다. 이는 평균 과실중보다 주당 착과수가 많은 것에 기인된 것으로 추측된다. 그리고 품종 간에는 ‘적색’ 품종에서 다른 두 품종보다 수량

이 많았으며 효과가 컸다.

Table 4는 배지수분함량에 따른 소과형 파프리카의 과실 특성과 당 함량을 나타낸 것이다. 과실의 크기는 세 품종 모두 배지의 수분함량에 영향을 받지 않아 통계적인 유의차가 없었으며 품종간에는 ‘황색’ 품종이 ‘적색’과 ‘주황색’ 품종보다 다소 과장이 길었으나 과 폭은 짧았다. 지방수는 세 품종 모두 2.2~3.0개로 품종간에 차이가 없었으며 배지수분함량 간에도 일정한 경향이 없었다. 과육의 두께는 5.1~6.1mm로 처리간 및 품종간에 차이가 없었으나 여름철에 평지에서보다 고랭지에서 재배한 과실의 다소 두꺼운 경향이었다(성적은 없음).

과실의 당도는 배지수분함량이 적을수록 통계적 유의차가 있게 증가하였으며 ‘적색’과 ‘주황색’ 품종이 7.8~9.3°Brix로 ‘황색’ 품종 6.5~7.4 °Brix보다 높았다. 당도는 배지함수량이 적을수록 높았으며 배지의 수분공급을 줄이는 효과(Kuriyama, 1996; Li 등, 2001)와 같은 결과를 가져왔다.

Fig. 2은 배지수분함량에 따른 파프리카의 생리장해 과실의 발생률을 나타낸 것이다. 과병무름과의 발생률은 ‘적색’ 및 ‘황색’ 두 품종 모두 4.5~6.5%로 배지함수량에 따른 차이가 없었다. 반면 ‘적색’ 및 ‘황색’ 두 품종 모두 배꼽썩음과와 일소과 발생률은 배지내 수분함량이 많은 처리구에서 낮게 나타났다.

과병무름과가 착과기와 과실비대기에는 거의 발생하지 않고 겨울철에 많이 발생한다는 보고(Yu 등, 2006)와 달리 대과종과 소과종 모두 여름철 장마기도 많이 발생한다는 사실을 확인하였다(Rhee 등, 2011). 배꼽썩음과와 일소과 발생은 배지함수량이 고수준보다

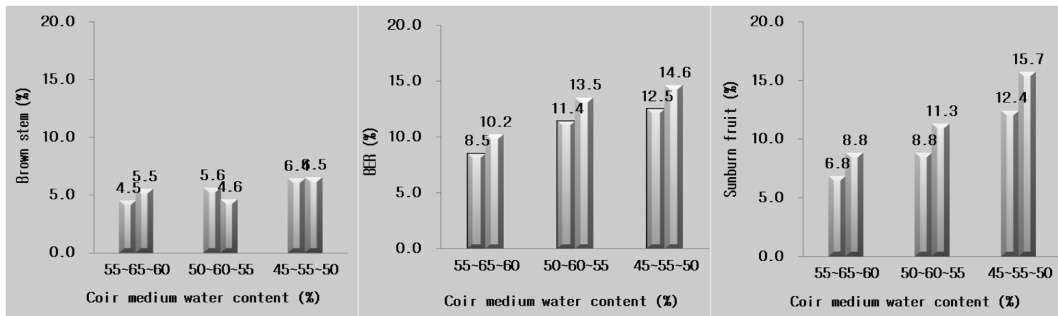


Fig. 2. Effect of water content of medium on the disorder fruit occurrence of mini-paprika grown in summer hydroponics (Right: Yellow color), Left: Red color).

**Table 4.** Effect of water content of medium on fruit quality of mini-paprika grown in summer hydroponics.

Variety	Water content of medium (%)	Fruit height (mm)	Fruit diameter (mm)	No. of locule	Flesh thickness (mm)	Sugar content (°Brix)
Red color	55~65~60	44.5 a <sup>2</sup>	66.4 a	2.7	5.5 a	8.4 b
	50~60~55	41.0 a	68.8 a	2.5	5.9 a	8.1 b
	45~55~50	41.9 a	66.5 a	2.9	5.3 a	8.9 a
	Mean	42.5	67.2	2.7	5.6	8.5
Yellow color	55~65~60	45.2 a	56.2 a	2.9	5.7 a	6.5 b
	50~60~55	44.1 a	52.3 a	2.9	6.1 a	7.4 a
	45~55~50	46.4 a	55.3 a	3.0	5.8 a	7.2 a
	Mean	45.2	54.6	2.9	5.9	7.0
Orange color	55~65~60	40.3 a	63.4 a	2.5	5.2 a	7.8 b
	50~60~55	41.7 a	62.8 a	2.7	5.3 a	8.2 ab
	45~55~50	37.9 a	67.1 a	2.8	5.3 a	9.3 a
	Mean	40.0	64.4	2.7	5.3	8.6

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 5.** Effect of water content of medium on mineral content of fruit grown in summer hydroponics.

Variety	Water content of medium (%)	T-N	P	Ca	Mg	K	Na
		.....(%).....					
Red color	55~65~60	1.54 a <sup>2</sup>	0.82 a	0.06 a	0.22 a	3.25 a	0.02
	50~60~55	1.52 a	0.82 a	0.06 a	0.21 a	3.01 a	0.02
	45~55~50	1.65 a	0.87 a	0.05 a	0.21 a	3.26 a	0.01
	m	1.59	0.84	0.06	0.21	3.17	0.02
Yellow color	55~65~60	1.53 a	0.86 a	0.13 a	0.19 a	2.78 a	0.02
	50~60~55	1.48 a	0.88 a	0.12 a	0.19 a	2.74 a	0.02
	45~55~50	1.55 a	0.92 a	0.14 a	0.19 a	2.92 a	0.01
	m	1.52	0.89	0.13	0.19	2.81	0.02
Orange color	55~65~60	1.52 a	0.85 a	0.09 a	0.19 a	2.74 a	0.02
	50~60~55	1.45 a	0.85 a	0.10 a	0.19 a	2.65 a	0.02
	45~55~50	1.48 a	0.88 a	0.08 a	0.20 a	2.78 a	0.02
	m	1.48	0.86	0.09	0.19	2.72	0.02

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p \leq 0.05$ .

저수준의 관수에서 많이 발생한다는 보고(Yu 등, 2006; Dorji와 Behboudian, 2003)와 일치하였다.

Table 5는 배지수분함량에 따른 파프리카의 과실의 무기양분 함량을 나타낸 것이다. 질소의 함량은 배지수분함량에 따른 차이가 없었으며 새 품종모두 1.45~1.65%로 품종간에도 함량의 차이가 없었다. 또한 배지의 수분함량에 따른 과실의 칼륨, 칼슘 마그네슘 등 무기양분의 함량은 차이가 없었으며 품종간에도 같은 결과로 함량의 차이가 인정되지 않았다.

상기의 결과에서 여름철 소과형 파프리카 재배가 겨

울철 재배보다, 또한 고랭지 여름철 재배보다 수량성은 낮지만 평지에서라도 가능함을 보였다. 그리고 여름철 재배시 생육단계별로 배지수분을 달리하면 생산성을 높이고 양액관리에 의한 경영비를 줄일 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 소과형 파프리카는 대과형 파프리카보다 같은 시기에 재배할 때 수량이 적어(Rhee 등, 2011) 생산성에서는 다소 불리하나 낮은 하우스에서도 재배가 용이하다는 장점이 있다. 이상의 결과에서 배지수분함량을 정식부터 제1그룹 착과까지는 55%, 제1그룹부터 2그룹수확까지는 65%, 제3그룹착과 이후부터

는 60%로 하는 것이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

## 적 요

‘E 499524’(적색), ‘E 499526’(황색) 및 ‘E 499531’(주황색) 3 품종(Enza Zaden, The Netherlands)의 소과형 파프리카를 이용하여 여름철에 코이어배지경으로 시험을 수행하였다. 양액공급은 오전 7시부터 오후 4시까지 TDR센서를 이용하여 공급하였으며 배지 내 함수량(관수개시점)을 생육단계별로 설정하였다.

초장은 배지함수량이 높을수록 길었으며 품종 간에는 ‘적색’, ‘황색’, ‘주황색’ 순이었다. 평균과중은 배지함수량이 많을수록 무거웠으나 품종 간에는 차이가 없었다. 주당 착과수는 함수량이 높을수록 많았으며 품종 간에는 ‘적색’, ‘황색’, ‘주황색’ 순이었다. 상품수량은 배지함수량이 높을수록 증가하였고 배지함수량 55~65~60% 처리에서 가장 많았으며 품종 간에는 ‘적색’ 품종이 8,348kg/10a, ‘황색’ 품종이 6,916kg/10a, ‘주황색’ 6,916kg/10a, 순으로 많았다. 과실의 당도는 배지수분 함량이 적을수록 높았으며 품종 간에는 ‘주황색’이 7.8~9.3°Brix로 가장 높았다. 과육의 두께는 배지 수분함량 간에는 차이가 없었으나 품종 간에는 ‘황색’이 가장 두꺼웠다. BER, 과병무름증 및 일소과 발생율은 배지함수량이 많을수록 낮았으며 품종 간에는 차이가 없었다.

이상의 결과에서 여름철 소과형 파프리카 수경재배 시 코이어 배지의 관수개시점을 정식부터 제1그룹 착과까지는 55%, 제1그룹부터 2그룹수확까지는 65%, 제3그룹착과 이후부터는 60%로 설정하는 것이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

**주제어** : 과병무름과, 배꼽썩음과, 생육단계, TDR 센서

## 인 용 문 헌

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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(2):233-238.
5. 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(3):297-301.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Kuriyama, T. 1996. Influence of quantitative control of nutrient solution on yield and Brix of fruit juice in ash ball culture of tomato. *Res. Bull. Kyushu Branch of the Japan. Soc. Hort. Sci.* 4:85-86.
10. Lee, J.P., J.H. Lee, D.J. Myung, S.D. Lee, and B. Helleman. 2005. Glasshouse environments and paprika production technology. *Sion Publication.* pp. 117-120.
11. 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.
12. 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(4):305-310.
13. 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(4):258-262.
14. Saure, M.C. 2000. Blossom end rot of tomato - a calcium - or a stress-related disorder. *Sci. Hort.* 90:193-208.
15. Won, J.H., B.C. Jeong, J.K. Kim, and S.J. Jeon. 2009. Selection of suitable cultivars for the hydroponics of sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) in the alpine area in summer. *J. Bio-Env. Con.* 18(4):425-430.
16. Yu, G., D.G. Choi, J.H. Bae, and S. Guak. 2006.

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(2):167-172.

17. Yu, G, J. Kim, and S. Guak. 2006. Effect of cultivation time on the incidence of brown fruit stem of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum L.*). J. Bio-Env. Con. 15(2):162-166.