

## 코이어 배지 수경재배에서 정식방법이 파프리카 생육과 수량에 미치는 영향

김초희<sup>1</sup> · 이창희<sup>2</sup> · 권오열<sup>3</sup> · 안철근<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>한경대학교 그린바이오산업학과, <sup>2</sup>한경대학교 원예학과, <sup>3</sup>농협종묘, <sup>4</sup>경남농업기술원 수출농식품연구과

### Effect of Transplanting Methods on Growth and Yield of Paprika in Coir Culture

Cho Hee Kim<sup>1</sup>, Change Hee Lee<sup>2</sup>, Oh Yeol Kweon<sup>3</sup> and Chul Geon An<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Green Bio-industry Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

<sup>3</sup>Nonghyup Seed, Ansong 456-824, Korea

<sup>4</sup>Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-985, Korea

**Abstract.** This study was carried out to investigate the effect of transplanting methods on the growth and yield of paprika (*Capsicum annuum* L. 'Veyron' and 'Coletti') in coir culture during two seasons. The summer type sowed in late winter and harvested from summer and the winter type sowed in summer and harvested from early winter. Control plants grown on the 10cm rockwool block were transplanted on coir slab when the 8 leaves of seedlings were emerged, while plants of the young seedling transplanting(YST) grown on the 7cm rockwool block was put on the slab at time of 2-3 leaves developed. Plants of the temporary transplanting(TT) on the 10cm rockwool block were moved on the slab after 2-3 weeks underpinning cultivation, while plants of the blockless transplanting(BT) were directly transplanted in the slab when the seedlings have 2-3 leaves emerged. The plant height of the control and BT treatment were longer while that of TT showed the shortest among treatments. The bigger leaf size was observed in the YST and BT treatment. Leaf number of the BT treatment was increased, while that of TT was the lowest. There were no differences in fruit size, locules and thickness among treatments. The lower fruit weight was observed in the TT of the winter culture and fruits in the control and YST of the summer culture showed higher fruit weight. The percentage of marketable fruit appeared to be slightly higher in the winter culture than in the summer culture. There were no differences in marketable fruit rate among the treatments of the winter culture but, among the summer culture, the highest marketable fruit rate was observed in the BT with 93%. The yield of the YST and BT was higher and that of the TT was the lowest.

**Additional key words :** cultivation period type, rockwool block, temporary transplanting, young seedling

### 서 론

파프리카는 최근 엔화약세와 재배면적 증가로 지난해 대비 20%이상 단가가 하락하였다(Lee, 2014). 이러한 이유로 가격이 저렴한 코이어 배지의 효율적 사용 방법(An 등, 2009), 유기배지의 재사용(Kim 등, 2002), 폐양액 발생을 최소화하거나 순환식 양액재배를 통한 배액의 재사용(Choi 등, 2001; Kim과 Kim 2001), 신재생에너지 활용을 통한 난방비 절감과 같은 생산비 절감 연구들이 진행되고 있다.

초기의 국내 파프리카 재배는 암면을 배지로 사용하는

재배가 일반적이었다. 하지만 최근에는 암면의 비싼 가격과 사용 후 폐기문제 때문에 가격이 싸고 사용 후 폐기에 용이한 코이어 배지 사용이 급속히 증가하였다. 초기에 수입된 코이어 배지는 보수력이 지나치게 높아 고추나 파프리카와 같이 과습에 약한 작물 재배에는 적합하지 않았다. 하지만 최근에 생산되는 코이어 배지는 예전에 비해 배지의 균일성이 향상되었고, 공극확보를 위해 칩(Chip)을 일정 비율로 혼합하여 생육단계별 함수율 조절이 쉬워져 코이어 배지를 이용한 수경재배가 전체 파프리카 재배의 70%이상을 점유하게 되었다. 하지만 유기배지인 코이어는 암면배지에 비해 pH가 낮고 초기의 수분 흡착력이 떨어지는 등, 배지특성이 다르기 때문에 이에 대한 재배방법 연구들이 진행되고 있다(An 등, 2009). 그 중에서 암면재배의 일반적인 정식방법과 달리, 코이어 재배는 배지의 복원력이 높고 포수를 하더라도

\*Corresponding author: ancg@korea.kr

Received September 24, 2014; Revised October 20, 2014;

Accepted October 28, 2014

충분히 확보될 수 있는 배지의 공급 때문에 뿌리발육이 양호해져 굳이 블록에 육묘하여 정식하지 않고 직접 배지에 정식하더라도 초기 활착에 문제가 없어 육묘 노력 경감과 암면블록 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 암면재배에서는 8엽묘를 정식하여 4-5주 동안 재배 후 착과에 적합한 배지의 함수율과 EC를 맞추기 위해 환경조건에 맞는 양액공급 방법에 다양한 기술이 요구되지만, 코이어 재배의 경우에는 초기 활착만 끝나고 나면 누적일사량에 따라 공급량을 결정하여 정상적으로 공급하면 되기 때문에 재배관리가 한결 수월해질 것으로 기대하고 있다. 뿐만 아니라 초기의 왕성한 초세에 의해 증가된 착과수가 얼마나 조기 수광증대에 효과가 있고 품질에 영향을 미치는 지를 알아보고 농업현장에 투입시 발생할 수 있는 문제점이나 유의사항을 파악하고자 본 연구를 수행하였다.

### 재료 및 방법

파프리카의 정식방법과 묘령이 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위해 겨울에 파종하여 3-4월에 정식하는 여름재배와 겨울부터 생산하기 위해 여름에 파종하여 8-9월에 정식하는 겨울재배의 두 재배작형에서 시험하였다.

여름재배 시험을 위해 노란색 ‘Coletti’(Enza Zaden Co. The Netherlands) 품종을 2013년 2월 8일 240공 암면플러그(Grodan)에 파종하였다. 파종 후 7일째 발아가 되었고, 발아 후부터 18일간 육묘하여 본엽이 2-3매 전개되기 시작한 3월 5일에 7cm와 10cm 블록에 각각 U자로 이식(An 등, 2002)을 하였다. 대조구(Control)는 10cm 블록에 이식한 묘를 17일간 별도의 시설에서 육묘하여 본엽이 8매정도 전개되었을 때인 3월 22일에 정식하였고, 어린묘 정식 처리(YST)는 7cm 블록에 이식하고 3일 후인 3월 8일에 묘가 블록에 뿌리를 내렸을 때 정식하였다. 가정식 후 정식 처리(TT)는 10cm 암면블록에 이식한 묘를 재배용 배지 위의 과일받침대 위에 올려 양액공급용 드리퍼를 꽂고 양액을 공급하여 본엽이 8매

내외가 전개될 때까지 17일간 육묘한 뒤 정식하였고, 무블록 배지 직접 정식 처리(BT)는 파종 28일 후인 3월 8일에 본엽이 2-3매 전개되었을 때 재배용 배지에 구멍을 내고 U자로 구부려 정식하였다(Fig. 1).

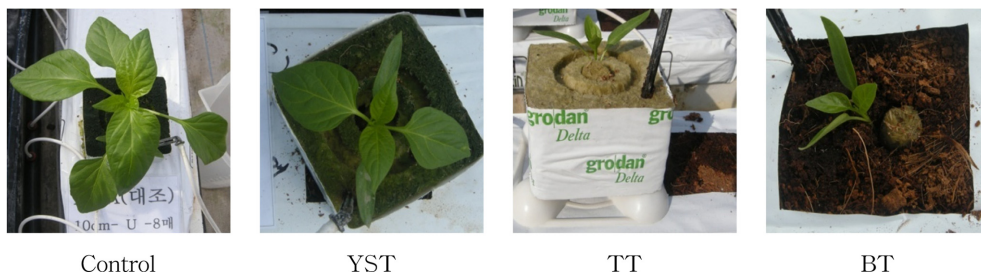
겨울재배 시험은 빨간색 ‘Veyron’(Enza Zaden Co. The Netherlands) 품종을 2013년 7월 24일 파종하였다. 대조구와 가정식 후 정식처리는 여름재배와 같은 방법으로 육묘하여 8월 23일에 정식하였고, 어린묘 정식 처리는 8월 11일, 무블록 배지 직접 정식 처리는 파종 17일 후인 8월 11일에 정식하였다.

코이어 배지(Dutch plentin, The Netherlands, 100cm×15cm×6.5cm) 당 3주씩 180cm×33cm 간격으로 2조 정식하였다. 주지는 2분을 유인하였고, 두 번째 분지까지의 꽃은 개화 이후에 바로 제거하여 초기의 영양생장을 촉진시켜 엽면적 확보를 촉진하였다. 세 번째 분지부터는 착과를 유도하였다. 주지에 착과하는 것을 원칙으로 하였으며, 측지는 착과가 시작된 분지까지는 모두 제거하였다.

온실 내 환경관리를 위해 온실 환경제어 프로그램(Maximiger, Priva Co., The Netherlands)을 이용하였다. 초장, 엽수, 경경 및 분지수 등은 과실수확 종료 시에 조사하였다. 과실수확은 여름재배는 2013년 6월 18일부터 7월 9일까지, 겨울재배는 2013년 11월 18일부터 2014년 4월 15일까지 하였다. 수량은 국내 선별기준에 따라 100g 이상 상품과로, 그리고 100g 미만, 배꼽썩음과, 기형과, 병과 등을 비상품과로 구분하여 조사하였다. 당도는 당도계(LC Moduleplus, Waters Co., U.S.A.)를 이용해 측정하였고 조사주수는 반복당 10주로 하였다. 기타 조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준(RDA, 1997)에 준하였으며, 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

정식방법과 묘령별 정식 4주후의 초장은 Fig. 2에서 보는 바와 같이, 여름재배에서는 대조구인 8엽묘 암면블록 정식과 무블록 배지 직접 정식 처리에서 길었고 암



**Fig. 1.** Transplanting methods, Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.

면블록 가정식 처리가 가장 짧았지만, 겨울재배에서는 차이가 크지 않았다. 가정식 후 정식처리는 육묘노력을 최소화하기 위해 암면플러그에서 암면블록에 이식한 후 바로 드리퍼를 쬐아 재배용 배지 위의 과일받침대 위에서 2-3주 정도 육묘 후 배지 위에 올려 정식을 하기 때문에 암면플러그에서 암면블록을 거쳐 재배용 배지로 2 단계의 활착이 진행되는 동안 양액공급용 드리퍼로 양수분 공급이 되므로 암면블록에서의 양액공급은 일반적인 육묘의 두상관수나 저면관수로 암면블록에 양수분을 공급하는 방식이 아니기 때문에 양액이 공급되는 드리퍼 부위만 일정 함수율이 유지되고 나머지 부분은 정식 전까지 수분부족 상태가 된다. 이런 암면블록의 수분 불균형이 배꼽썩음과 발생이나 생육억제의 원인으로 작용해서(Aljibury와 May, 1970) 암면블록 가정식 처리의 생육이 위축된 것으로 판단되었다.

주경장은 대조구가 여름재배에서는 가장 길었지만, 겨

울재배에서는 차이가 없었다(Fig. 2). 대조구는 육묘기간에 묘들 간의 공간경쟁에 의해 도장이 발생하여 정식 후 주경장이 다른 처리보다 길었던 것으로 판단하였다. 경장은 여름재배의 무블록 배지 직접 정식 처리에서 짧았지만, 겨울재배에서는 차이가 없었다(Fig. 2). 무블록 배지 직접 정식 처리는 정식 후 근권의 제한이나 스트레스 없이 재배용 배지에 활착이 빠르게 진행되어 안정된 근권환경에 의해 영양생장이 촉진되었다(Benoit, 1992; Lee 등, 1998; Smith, 1987)는 보고와 일치하였다.

잎 크기는 여름과 겨울재배 모두에서 무블록 배지 직접 정식과 어린묘 정식 처리에서 컸고, 가정식 후 정식 처리에서 작았다. SPAD는 가정식 후 정식처리에서 가장 높았고, 무블록 배지 직접 정식과 어린묘 정식 처리는 낮은 경향을 보였다(Fig. 3). 무블록 배지 직접 정식과 어린묘 정식 처리는 뿌리의 빠른 활착으로 생육이 왕성하게 진행되어 잎의 생육속도가 빨랐기 때문에 SPAD가

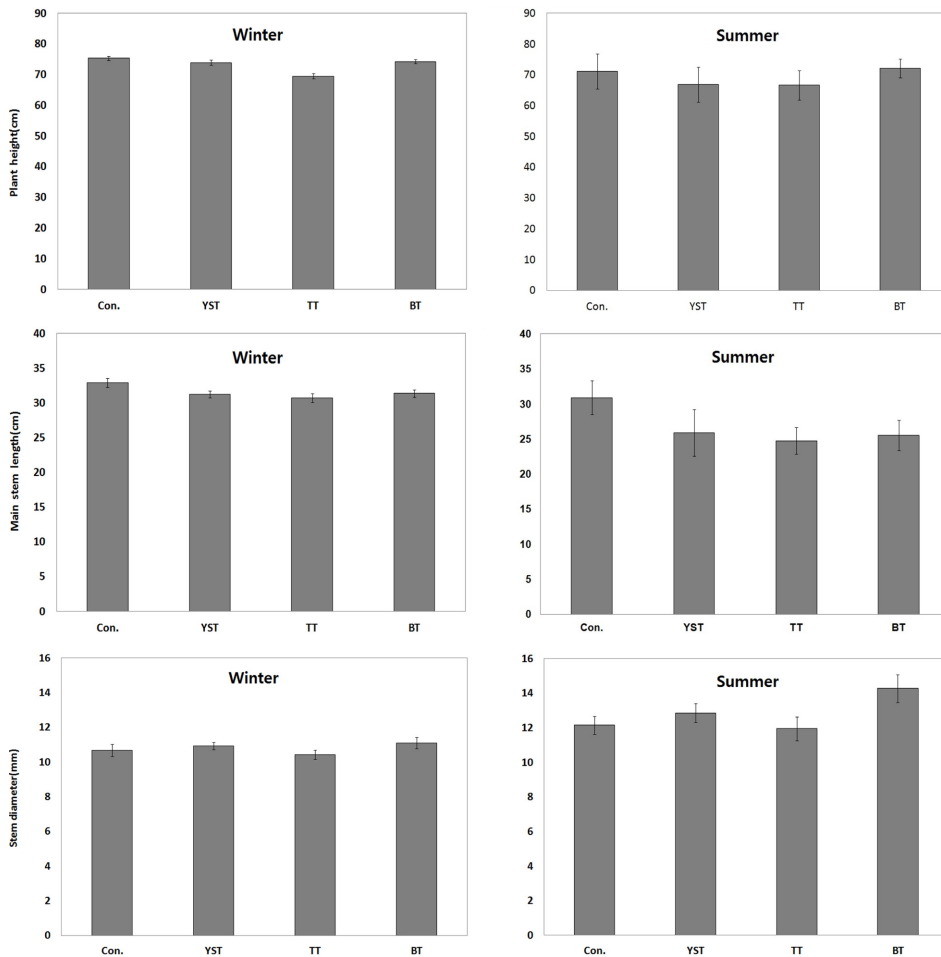
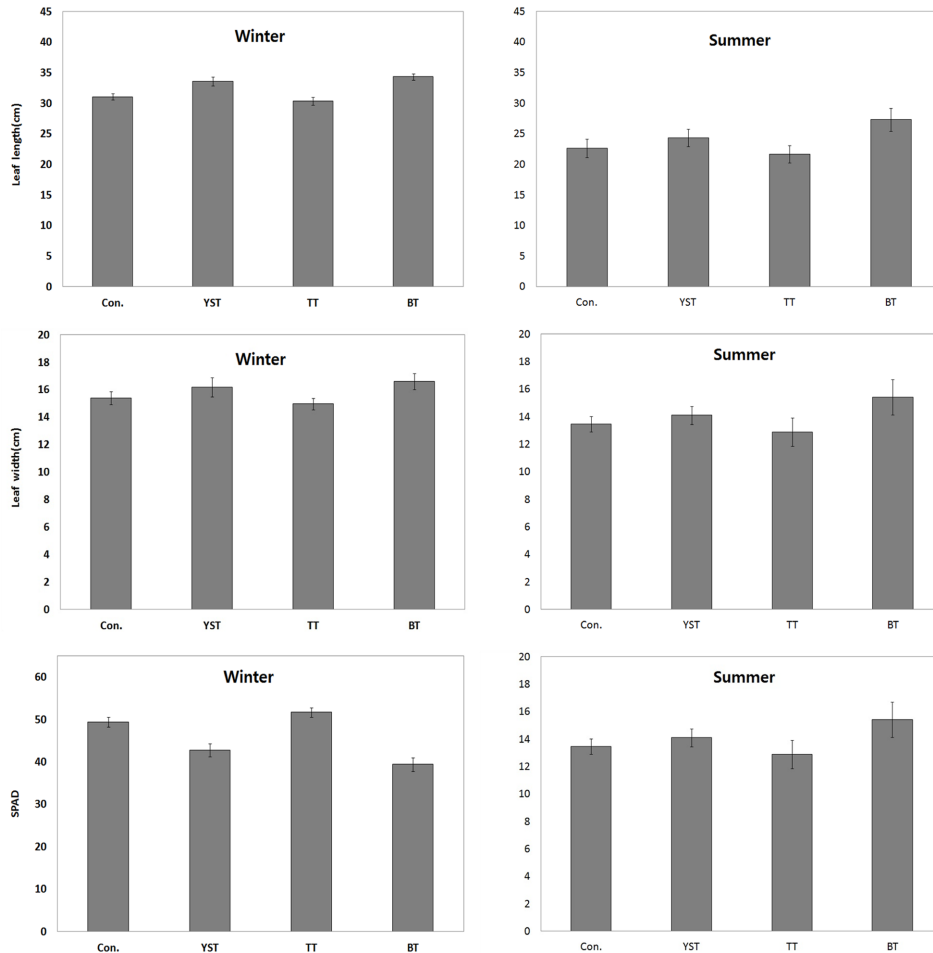


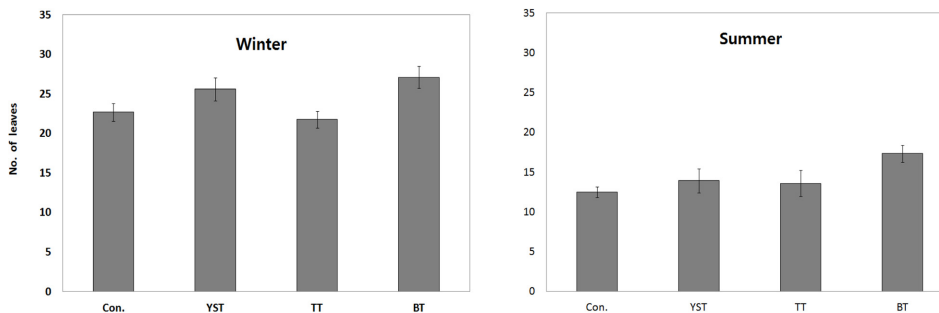
Fig. 2. Effect of several transplanting methods on the plant height, main stem length and stem diameter measured 4 weeks after transplanting of the paprika in the coir culture. Bars indicate S.E. (n=30). Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.

낮았는데, 이러한 결과는 정식묘령이 빠른 처리에서 엽면적과 생체중이 증가하여 생육이 촉진되었다(Kim 등, 2011)는 보고와 일치하였다. 가정식 후 정식처리는 정식

전 드리퍼 양액공급으로 발생된 블록 내 수분부족 때문에 근권수분을 지나치게 제한하면 엽면적, 엽 상대수분, 엽 수분포텐셜 등이 감소하여 기공저항이 증가하면서 순



**Fig. 3.** Effect of several transplanting methods on the leaf size and SPAD measured 4 weeks after transplanting of the paprika in the coir culture. Bars indicate S.E. (n=30). Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.



**Fig. 4.** Effect of several transplanting methods on the number of leaves measured 4 weeks after transplanting of the paprika in the coir culture. Bars indicate S.E. (n=30). Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.

광합성이 감소되고, 생육이 억제되었다는 선행 연구결과 (Srinivasa와 Khera, 1995)와 같은 이유로 잎이 작고 엽색이 짙게 나타난 것으로 판단하였다.

엽수는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 겨울재배에서는 무블록 배지 직접 정식 처리와 어린묘 정식 처리가 많았고, 가정식 후 정식처리가 적었다. 여름재배에서는 무블록 배지 직접 정식 처리가 많았지만 나머지 처리들은 차이가 없었다. 빠른 활착을 통한 생육촉진이 잎 크기나 줄기의 굵기 증가뿐만 아니라 엽수 증가에도 영향을 미쳤고, 암면블록 가정식 처리의 생육위축이 엽수 확보에도 부정적인 작용했을 것으로 추정할 수 있었다.

정식방법과 묘령별 과실특성 비교에서 과실크기는 처리 간 차이가 없었지만, 평균과중은 겨울재배에서는 가정식 후 정식처리가 가장 낮았고, 여름재배에서는 무블록 배지 직접 정식과 암면블록 가정식 처리에서 낮았다(Table 1). 겨울재배의 경우에는 6개월에 걸친 긴 수확기간 동안의 평균과중이었기 때문에 가정식 후 정식처리는 초기 생육 위축에 따른 영향이 지속적으로 이어져 과중이 낮았을 것으로 생각되며, 여름재배에서는 1그룹의 짧은 수확기 동안의 평균과중이므로 무블록 배지 직접 정식 처리의 낮은 과중은 수확과수 증가 때문일 것으로 추정할 수 있었다. 과육두께, 심실수, 당도는 차이가 없었다(Table 1).

**Table 1.** Effect of several transplanting methods on the fruit qualities of the paprika in the coir culture.

Culture period type	Treatment <sup>z</sup>	Fruit size (cm)				Mean fruit weight (g)	Pericarp thickness (cm)	No. of locules	Soluble solid (° Brix)				
		Length	Width										
Winter	Con.	9.0	a <sup>y</sup>	8.8	a	196.5	ab	0.95	a	3.4	a	6.77	a
	YST	8.9	a	8.7	a	201.4	a	0.96	a	3.5	a	6.80	a
	TT	8.8	a	8.7	a	193.7	b	0.95	a	3.5	a	6.75	a
	BT	9.0	a	8.9	a	202.3	a	0.94	a	3.5	a	6.69	a
Summer	Con.	8.9	a	8.7	a	239.7	a	0.93	a	3.5	a	6.48	a
	YST	9.0	a	8.7	a	237.9	a	0.95	a	3.5	a	6.50	a
	TT	8.9	a	8.6	a	233.2	ab	0.93	a	3.5	a	6.48	a
	BT	9.0	a	8.8	a	231.5	b	0.94	a	3.4	a	6.50	a

<sup>z</sup> Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 2.** Effect of several transplanting methods on the yield of the paprika in the coir culture.

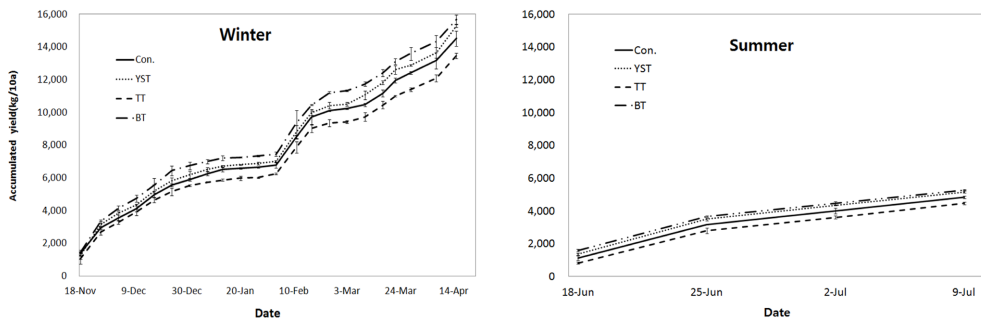
Culture period type	Treatment <sup>z</sup>	No. of fruits per plant							Marketable fruits (%)	Yield <sup>w</sup> (kg/10a)		
		Market-able		Unmarketable				Total				
				Small	BER <sup>x</sup>	Others						
Winter	Con.	21.9	bc <sup>y</sup>	0.8	0.5	0.4	1.7	a	93.0	a	1,452	bc
	YST	22.5	ab	0.7	0.7	0.3	1.7	a	93.0	a	1,528	a
	TT	20.6	c	0.8	0.3	0.3	1.4	a	93.5	a	1,346	c
	BT	23.0	a	0.8	0.6	0.3	1.7	a	93.1	a	1,567	a
Summer	Con.	6.1	ab	0.4	0.2	0.1	0.7	a	90.2	b	484	b
	YST	6.4	ab	0.3	0.2	0.1	0.6	a	92.0	ab	515	a
	TT	5.7	b	0.3	0.2	0.1	0.6	a	91.0	ab	448	c
	BT	6.8	a	0.2	0.2	0.1	0.5	a	93.2	a	528	a

<sup>z</sup> Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>x</sup> Blossom end rot fruits.

<sup>w</sup> Harvesting time, Winter: 2013 11. 18-2014. 4. 5; Summer: 2013. 6. 18-2013. 7. 9



**Fig. 5.** Change of the accumulated yield affected by several transplanting methods of the paprika in the coir culture. Bars indicate S.E. (n=30). Control: transplanting the plant of 8 leaves on 10cm rockwool block; YST: transplanting the plant of 2-3 leaves on 7cm rockwool block; TT: transplanting after seedling on the underpinning under 10cm rockwool block for 2-3 weeks; BT: blockless transplanting in the slab as the plant of 2-3 leaves.

상품과수는 여름과 겨울재배 모두 무블록 배지 직접 정식 처리가 가장 많았고 가정식 후 정식처리에서 적었다. 비상상품과는 차이가 없었다. 상품률은 겨울재배에서는 차이가 없었지만, 여름재배에서는 무블록 배지 직접 정식 처리에서 높았다. 수량은 무블록 배지 직접 정식과 어린묘 정식 처리에서 높았는데, 파프리카 여름재배에서는 묘령이 어린 조기정식이 초기 수량이 증가하였다는 보고(Kim 등, 2011)와 같은 결과를 보였고, 가정식 후 정식처리가 낮았다(Table 2).

누적수량은 무블록 배지 직접 정식 처리가 초기의 높은 수량 폭을 지속적으로 유지하였고, 가정식 후 정식처리는 겨울재배에서는 초기의 수량 폭이 점점 증가되는 경향을 보였으나, 여름재배에서는 1그룹의 단기간 수량이었기 때문에 그 차이가 마지막까지 유지되었다(Fig. 5). 무블록 배지 직접 정식 처리는 빠른 뿌리활착에 의해 초기 생육이 왕성해져 1그룹 착과수 증가에 긍정적으로 영향을 주었으며, 이로 인해 수량이 지속적으로 늘어났다. 과채류의 묘소질은 정식 후 생육에 커다란 영향을 미치며, 우수한 소질을 가진 묘는 정식 후 환경에 적응이 쉽고 관리가 용이하여 궁극적으로 수량 증가 및 품질 향상을 기대할 수 있다(Kozai 등, 2000; Markovic 등, 2000)는 보고와 같은 맥락으로 이해할 수 있었다. 가정식 후 정식처리는 이식 후 2단계의 활착기간동안 암면블록에 균일한 상태로 충분한 수분이 공급되지 못해 뿌리의 신장과 지상부 생육이 위축되어 착과수가 줄어들고 수량 감소가 상당기간 이어진 것으로 판단할 수 있었다.

**적 요**

파프리카 정식방법이 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위해 늦은 겨울에 파종하여 여름에 수확하는 여름재배와 여름에 파종하여 초겨울부터 수확하는 겨울재배의 두 재배작형을 시험하였다. 대조구는 10cm 암면블록에서

본엽이 8매정도 전개되었을 때 정식하였고, 어린묘 정식은 7cm 블록에서 본엽 2-3매에 정식하였다. 가정식 후 정식처리는 10cm 암면블록에 이식한 묘를 재배용 배지 위의 받침대 위에 올려 본엽이 8매가 전개되도록 2-3주 동안 육묘한 뒤 정식하였고, 무블록 배지 직접 정식 처리는 본엽 2-3매 묘를 재배용 배지에 구멍을 내고 U자로 구부려 정식하였다. 초장은 대조구와 무블록 배지 직접 정식 처리에서 길었고 가정식 후 정식처리가 짧았다. 잎 크기는 여름과 겨울재배 모두에서 무블록 배지 직접 정식과 어린묘 정식 처리에서 컸고, 가정식 후 정식처리가 작았다. 엽수는 무블록 배지 직접 정식 처리가 많았고, 가정식 후 정식처리가 적었다. 과실크기는 처리간 차이가 없었지만, 평균 과중은 겨울재배에서는 가정식 후 정식처리가 낮았고, 여름재배에서는 무블록 배지 직접 정식과 가정식 후 정식처리에서 낮았다. 상품과수는 무블록 배지 직접 정식 처리가 가장 많았고 가정식 후 정식처리에서 적었다. 상품률은 겨울재배에서는 차이가 없었지만, 여름재배에서는 무블록 배지 직접 정식 처리에서 가장 높았고, 대조구에서 낮은 경향이였다. 수량은 무블록 배지 직접 정식과 어린묘 정식 처리가 높았고, 가정식 후 정식처리가 낮았다. 이상의 결과로 무블록 배지 직접 처리가 대조구에 비해 초기 활착이 빨라 생육이 왕성하였고, 이로 인해 1그룹 수량에 긍정적으로 작용하였으며 암면 블록을 사용하지 않고 배지에 직접 정식함으로써 암면 블록 비용 절감과 육묘에 드는 노력을 줄일 수 있을 것으로 기대하였다.

**추가 주제어 :** 재배작형, 암면블록, 가정식, 어린묘

**사 사**

본 논문은 농림수산식품기술기획평가원(IPET) 골든씨드프로젝트과제(과제번호: 213002-04-1-SBT10)의 연구비로 수행되었음.

## Literature Cited

- Aljibury, F.K. and D. May. 1970. Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the San Joaquin Valley Westside. Calif. Agr. 24(8):10-11.
- An, C.G., D.S. Kang, C.W. Rho, and B.R. Jeong. 2002. Effects of transplanting method of seedlings on the growth and yield of paprika. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20:15-18.
- An, C.G., Y.H. Hwang, H.S. Yoon, J.S. Shim, J.U. An, and Y.H. Chang. 2009. Effects of shading agent on growth and yield of paprika. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27:233-238.
- Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture techniques. Europ. Vegetable R & D Centre, Belgium. p. 28-37.
- Choi, G.Y., M.J. Kang, Y.B. Lee, S.O. Yoo, and J.H. Bae. 2001. Development of optimum nutrient solution for sweet pepper substrate culture in closed system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:513-518.
- Kim, Y.J. and J.H. Kim. 2001. Modeling nutrient uptake of tomato plants based on nutrient solution uptake and EC in closed perlite culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:379-384.
- Kim, Y.B., S.S. Nam, I.H. Choi, B.C. Jeong, and S.J. Jeong. 2002. The influence of recycling hydroponic and usde substrate on marketable yield and quality of sweet pepper. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20(Supplement ):67(Abstract).
- Kim, S.Y., J.G. Lee, S.H. Cha, J.K. Kim, J. W. Choi, and W.B. Kim. 2011. Effect of seedling age on fruit setting and yield of paprika in summer hydroponics. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(Supplement ):86(Abstract).
- Kozai, T., C. Kubota, C. Chum, K. Ohyama, and F. Afreen. 2000. Necessity and concept of the closed transplant production system. p. 3-19. In:C. Kubota and C. Chun (eds.). Transplant production in the 21st century. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Lee, E.H., B.Y. Lee, Y.B. Lee, Y.S. Kwon, and J.W. Lee. 1998. Nitrate content and activities of nitrate reductase and glutamine synthase as affected by ionic strength, nitrate concentration, ratio of nitrate to ammonium in nutrient solution for culture of leaf lettuce and water dropwort. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:161-165.
- Lee, I.G. 2014. Global export trends. Korea agro-fisheries&food trade corporation. p.3-23.
- Markovic, V., M. Djurovka, Z. Ilin, and B. Lazic. 2000. Effect of seedling quality on yield characters of plant and fruits of sweet pepper. Acta Hort. 533:113-120.
- Rural Development Administration (RDA). 1997. Theory and application to cultivation of crop physiology. p. 304-330.
- Smith, D.L. 1987. Rockwool in horticulture. Grower Books, London. p. 24-35, 36-57, 47-72.
- Srinivasa, R.C. and M.S. Khera. 1995. Consequences of potassium depletion under intensive cropping. Better Crops 79:24-79.