

다른 플러그 셀 크기와 일장에서 생산된 감자 플러그 묘의 정식 후 생육과 수량

김정만¹ · 최기영^{1*} · 김용현² · 박은석¹

¹전북농업기술원 생물자원연구과, ²전북대학교 농업생명과학대학 생물자원시스템공학부

Growth and Yield of Potato after Transplanting of Potato Plug Seedlings Grown at Different Plug Cell Size and Photoperiod

Jeong Man Kim¹, Ki Young Choi^{1*}, Yong Hyeon Kim², and Eun Seok Park¹

¹Division of Bioresources Research, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, Korea

²Division of Bioresource Systems Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea

Abstract. This experiment were conducted to investigate the response of growth and yield of potato after transplanting of plug seedlings ‘Superior’ and ‘Dejima’ produced at different plug cell size (105, 162, and 288) and photoperiod (8/16, 12/12, and 16/8, day/night) for 20 days in controlled plant growth system. Growth and relative growth rate of plug seedling ‘Superior’ was affected by plug cell size and photoperiod at 7weeks after transplanting. Tuber weight of ‘Superior’ was increased as cell size and photoperiod increased. That of ‘Dejima’ was highest in 105 cell and different with photoperiod. At 90 days after transplanting, tuber weight (258.9~471.9 g/plant) of ‘Superior’ was high in 105 and 162 cell size and 16/8 hr photoperiod. That (278.2~428.0 g/plant) of ‘Dejima’ was high in 105 cell size, but was not different with photoperiod. The number of tuber per plant was 2.6~6.9 of ‘Superior’ and 2.2~3.6 ‘Dejima’. Tuber number per plant was not significantly different with cell size and photoperiod. The large tuber over 80 g was 32.0~50.9% of ‘Superior’ and 41.0~56.7% of ‘Dejima’. The large tuber in ‘Superior’ and ‘Dejima’ lowered as the cell size decreased. The large tuber of ‘Superior’ increased as photoperiod increased, but that of ‘Dejima’ was not differed. As the results, the optimal plug cell size and photoperiod of potato seedling is considered to be below 162 cell and over 12 hr of photoperiod.

Key words : ‘Dejima’, relative growth, ‘Superior’, tuber weight

*Corresponding author

서 언

감자는 영양 번식을 하는 작물로서 종서의 품질이 수량에 큰 영향을 미친다. 국내 감자 종서의 생산체계는 조직배양 → 기본종 → 기본식물 → 원원종 → 원종 → 보급종의 6단계 증식 과정을 거치면서 이루어지고 있으며, 무병 종서의 생산이 가장 중요하므로 정부에서는 엄격한 생산 계획과 관리 하에 격리된 포장에서 종서를 생산하여 보급하고 있으나 보급률은 20~25%에 불과한 실정이다.

폐쇄형 식물 생산 시스템은 식물 생육에 적합한 환

경 조절을 통해 고품질 작물을 생산할 수 있는 완전 제어형 식물 공장 시스템이다. 한편 플러그 육묘는 육묘 면적과 육묘의 일관된 시스템화가 가능하며, 정식 작업이 간편함에 따라 육묘 시기의 단축 및 소요 노동력을 절감할 수 있는 장점이 있다. 고추, 시금치 등의 원예작물에서는 육묘 시기의 광, 온도, 습도 등 환경 조절을 통해 이식 해를 줄이면서, 고온, 저온 등 정식시 불량 환경을 극복함에 따라 계획적이면서 고품질 생산을 꾀할 수 있음이 보고되었다(Yeoung 등, 2004; Seo 등, 2006).

감자 플러그 묘를 이용한 종서 생산 기술 방법은

다른 플러그 셀 크기와 일장에서 생산된 감자 플러그 묘의 정식 후 생육과 수량

기존의 기내 소과경 방식과 양액재배에 의한 씨감자 생산 방식과 더불어 우량 종서를 대량으로 증식하는 또 하나의 기술이 될 것이다. 육묘 기간 중 유효광량 자속, 광질, DIF, 광주기 및 플러그 셀 크기 등 환경 요인이 감자 플러그 묘 생산에 미치는 영향에 관한 연구 결과(Kim 등, 2006a, 2006b; Kim 등, 2003; Kim 등, 2002)가 보고되었다. Kim 등(2006a)은 플러그 트레이에서 광주기의 영향이 16/8hr에서 '수미' 플러그 묘 생육이 높은 것으로, 유효 광량자속 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 에서 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 증가함에 따라 초장, 생체중, 건물중 및 SPAD 값은 감소한 반면 줄기 두께는 굵어진다고 보고(Kim 등, 2002)하였다. 따라서 본 연구에서는 보급종으로 국내 수요가 많은 '대지'와 '수미'를 공시하여 플러그 육묘 기간 중 플러그 셀 크기와 일장 효과가 포장 정식 후의 감자 생육과 수량에 미치는 영향을 알아보고자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

감자 플러그 묘 '수미'와 '대지'는 전북농업기술원에서 조직 배양한 무병 묘로서 플러그 셀 크기와 광주기가 다른 환경에서 19일간으로 육묘된 플러그 묘를

공시하여 2006년 9월 18일 전북농업기술원 단동하우스 포장에 정식하여 90일간 재배하였다.

감자 플러그 묘는 Kim 등(2006a)의 방법으로 조직 배양한 감자 식물체를 육묘용 혼합배지(BM2, Berger peat moss, Canada)로 채운 50공 플러그 트레이에 옮겨 심어 2주간 생장 조절상에서 재배하여 삼수 채취가 가능한 모주를 확보하였다. 생장 조절상의 환경조건은 광합성유효광량자속(Photosynthetic photon flux, PPF) 50 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 광주기(낮/밤) 16/8hr, 온도 20°C, 상대습도 70%이었다. 2주 후 건실하게 생육된 감자 모주의 삼수를 절단하여 발근 유도 과정에서 플러그 셀 크기에 따라 105공, 162공, 288공에 각각 경삽하여 1주간 발근시키면서 삼수의 위조를 방지하고 발근율을 높이기 위해 PPF를 50 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 낮게 유지하였다. 이식 후 8일 제부터 PPF를 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 높게 조절하면서 광주기 3처리(8/16hr, 12/12hr, 16/8hr)를 12일간 처리하여 육묘하였다. 처리된 감자 플러그 묘를 포장에 정식하여 플러그 묘 소질의 영향이 생육에 미치는 영향을 보고자 정식 7주째 생육과 상대생장률을 조사하였다.

90일 재배 후 수확한 감자 20주를 채취하여 주당 종서 수와 피경의 무게를 측정하였다. 감자 상품수율을

Table 1. Growth of Potato 'Superior' at 7 weeks after transplanting of potato plug seedling grown by different plug cell sizes and photoperiod.

Treatment		Shoot length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf with (cm)	Stem dia. (mm)	Shoot wt. (g/plant)		RGR ² (g/g/day)	Tuber wt. (g/plant)
Cell size	Photoperiod					Fresh	Dry		
105	8/16	67.7 bc ³	22.3 ab	4.5	5.6 ab	227.7 b	14.4 c	0.087 ab	205.0 b
	12/12	76.0 ab	21.5 ab	5.2	4.9 ab	466.3 a	25.5 a	0.071 bc	336.7 a
	16/8	81.7 a	21.0 b	4.7	6.3 a	249.7 b	18.5 abc	0.066 c	310.0 a
162	8/16	60.0 c	22.8 ab	4.7	4.4 b	170.3 b	16.0 bc	0.091 a	108.3 c
	12/12	68.0 bc	22.3 ab	5.3	4.9 ab	260.7 b	20.4 abc	0.078 b	245.0 ab
	16/8	82.0 a	24.5 ab	5.2	5.8 a	260.1 b	16.2 bc	0.072 bc	226.7 ab
288	8/16	69.5 bc	21.0 b	4.8	5.2 ab	208.7 b	15.1 c	0.085 ab	148.3 bc
	12/12	81.3 a	25.0 a	5.3	5.0 ab	344.7 ab	23.7 ab	0.086 ab	213.3 ab
	16/8	83.0 a	21.0 b	5.0	5.8 a	315.7 ab	19.9 abc	0.091 a	116.7 c
Significance									
Cell size (A)		*	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
Photoperiod (B)		**	NS	NS	*	*	**	*	**
A × B		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

²Relative growth rate: measured from September 18 to December 17, 2006.

³Means separation within columns by DMRT at 5% level.

*, ** and NS; significance at $p < 0.05$, 0.01, and non-significance, respectively.

Values without letters are not significant.

Table 2. Growth of Potato ‘Dejima’ at 7 weeks after transplanting of potato plug seedling grown by different plug cell sizes and photoperiod.

Treatment		Shoot length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf with (cm)	Stem dia. (mm)	Shoot wt. (g/plant)		RGR ^z (g/g/day)	Tuber wt. (g/plant)
Cell size	Photoperiod					Fresh	Dry		
105	8/16	90.7 d ^y	18.8	4.2	7.1 a	390.0 ab	25.0 b	0.075 bc	183.3 a
	12/12	100.0 abc	21.2	4.3	6.2 ab	445.0 ab	27.4 ab	0.071 c	213.3 a
	16/8	106.7 a	23.0	4.5	7.0 a	605.0 a	38.5 a	0.079 bc	216.7 a
162	8/16	95.3 bcd	22.8	5.0	6.0 ab	545.0 ab	27.4 ab	0.084 ab	63.6 b
	12/12	94.7 bcd	19.8	4.0	5.8 ab	393.3 ab	21.9 b	0.070 bc	151.7 a
	16/8	100.3 ab	19.3	4.2	5.7 ab	508.3 ab	28.3 ab	0.078 bc	278.3 a
288	8/16	91.3 cd	20.7	4.3	4.6 b	395.0 ab	21.9 b	0.082 bc	125.0 ab
	12/12	90.7 d	22.0	4.8	5.3 ab	370.0 b	22.9 b	0.092 a	125.0 ab
	16/8	98.3 abcd	21.3	4.2	5.3 ab	421.7 ab	23.4 b	0.090 ab	171.7 ab
Significance									
Cell size (A)		NS	NS	NS	**	NS	NS	*	NS
Photoperiod (B)		**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
A × B		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zRelative growth rate: measured from September 18 to December 17, 2006.

^yMeans separation within columns by DMRT at 5% level.

*, ** and NS; significance at $p < 0.05$, 0.01 , and non-significance, respectively.

Values without letters are not significant.

알아보고자 껍질 무게별로 80g 이상, 50~79g, 30~49g, 5~29g, 5g 이하의 5등급으로 나누어 조사하였다. 조사된 데이터는 SAS 프로그램(Window용 V. 9.1)을 이용하여 처리 평균간 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

Table 1은 플러그 셀 크기와 일장(낮/밤) 처리를 받은 감자 플러그 묘를 포장에 정식한 후 7주째 감자 ‘수미’의 생육이다. 감자 ‘수미’의 초장은 플러그 셀 크기가 작아질수록, 일장이 길어질수록 길어졌다. 엽장과 엽폭은 플러그 셀 크기와 일장 처리에 유의성이 없었으며, 경경과 지상부 무게가 플러그 셀 크기 처리에는 유의성이 없었으나, 일장 처리에는 영향을 미쳐 증가하였다. 주당 감자의 껍질 수는 1.7~3.7개(data not shown)로 플러그 셀 크기가 클수록 껍질 수는 증가하였고, 일장 처리 간에는 차이가 없었다. 주당 껍질 중은 116.7~336.7g으로 플러그 셀 크기와 일장 처리에 따라 차이가 인정되어 105공 플러그 셀 크기 12/12hr 일장 처리에서 껍질 중은 가장 높았다. 정식 초기에서 7주까지의 감자 상대 생장률은 플러그 셀 크기와 일장 처리에 유의성이 인정되었으며, 이는 정식 초기 플러그

셀 크기가 클수록, 일장이 길수록 초장이 길고, 생체중, 건물중이 커(data not shown) 묘의 영향이 포장 정식 후 초기 생육의 상대생장률에 영향을 주었으며, 묘 생육의 차이가 초기 껍질 수와 껍질 중에도 영향을 미치는 것으로 보였다.

Table 2는 플러그 셀 크기와 일장 처리를 받고 정식한 감자 ‘대지’의 정식 7주 생육으로 Table 1의 ‘수미’와 같은 결과를 보였다. 생장 속도가 빠른 ‘대지’의 지상부 생육은 ‘수미’에 비해 커 지상부 생체중이 370.9~605g으로 많았으며, 16/8hr 일장 처리에서 높은 경향을 보였으나 처리에 따른 유의성은 인정되지 않았다. 주당 껍질 수는 2.0~3.7개로 ‘수미’와 달리 플러그 셀 크기와 일장 처리간 차이가 없었다(data not shown). 주당 껍질 중은 63.6~278.3g으로 플러그 105공, 162공 셀 크기와 16/8hr 처리에서 높아 ‘수미’와 같은 결과를 보였으며, 플러그 셀 크기 처리 간에는 차이가 없었으나 일장 12hr 이상의 처리에서는 껍질 중이 증가하여 처리에 따른 차이를 보였다.

감자 플러그 육묘 중 플러그 셀 크기, DIF 및 일장 처리가 묘 소질에 미치는 연구를 Kim 등 (2006), Park 등(2006)이 보고한 바와 같이 셀 크기와 일장의 복합 처리가 이루어진 감자의 초기 묘는 영향을 받았

으며, 품종 간에는 특히 ‘수미’가 처리 영향을 받는 것으로 Table 1과 Table 2의 결과를 통해 확인 할 수 있었다. 또한 환경 조건에 따른 묘 소질의 영향이 ‘수미’와 ‘대지’의 괴경중에 영향을 주는 것으로 보였다. 플러그 셀 크기와 일장의 영향을 받은 ‘수미’와 ‘대지’의 20일 플러그 묘는 플러그 셀 크기가 288공 처리에서는 일장 처리에 따른 차이가 없었으며, 일장 처리에 있어서도 8시간의 일장은 생육이 낮았으나, 12시간 이상에서는 차이가 없었다(data not shown). 묘 소질에 영향을 받아 정식 한 ‘수미’와 ‘대지’의 288공 셀 크기 처리는 낮은 생육으로 정식 초기 입모율이 105공, 162공에 비해 낮아(data not shown) 정식 후 포장 입모율을 확보할 수 있는 묘 소질의 환경 요인으로 플러그 묘의 크기는 162공 내외, 일장은 12시간 이상이 확보되는 것이 정식 후 초기 생육에 유리할 것으로 생각되며, 초기 묘 활착이 이루어지면 감자 생육에 적당한 환경 조건이 주어지면 지상부 생육은 유지되는 것으로 보였다.

Fig. 1은 포장 정식 90일 재배 후 처리에 따른 ‘수미’와 ‘대지’의 주당 괴경 중이다. ‘수미’의 105공 셀 크기에서는 주당 괴경 중이 258.9~425.4g, 162공 셀 크기에서는 338.7~471.9g, 288공 셀 크기에서는 281.9~374.0g으로 162공 이하의 셀 크기가 큰 처리에서의 주당 괴경 중은 높았으며, 일장이 긴 16시간 처리에서 높았다. ‘대지’의 주당 괴경 중은 278.2~428.0g으로 셀 크기가 커짐에 따라 괴경 중이 증가하여, 105공 크기에서 괴경 중은 많았으나, 일장 처리에 따른 차이는 없었다. 또 생육 초기 이후 ‘대지’의 빠

른 성장 속도는 초기 일장 처리 효과보다는 플러그 셀 크기의 영향을 받아, 플러그 묘를 이용한 감자 생산용 플러그 셀 크기는 162공 이하가 적합한 것으로 생각되었다.

Driver와 Hawkes(1943)는 자연 상태에서 8시간의 일장과 야간저온은 괴경 형성을 촉진하고 16시간 이상의 장일과 야간의 고온은 괴경 형성을 억제한다고 하였다. Hussay와 Stacey(1984)는 괴경 유기 전 단계에서 장일조건으로 배양할 경우 줄기가 굵고 잎이 넓은 모양으로 자라며, 단일 조건에서는 줄기가 감자의 stolen과 비슷하여 잎이 얇고 줄기가 가늘고 길게 괴경 형성에 유리하다고 하였으나, 본 실험은 육묘 중 장일 처리가 묘 소질과 정식 후 감자의 충분한 영양 생장에 영향을 줌으로써 자연 괴경 유기 조건으로 환경조건이 바뀌면서 괴경 전류와 형성을 준 것으로 생각된다. 또한 품종에 따라 ‘수미’는 조생종이고, ‘대지’는 중만생종으로 플러그 셀 크기와 일장 처리에 의한 묘 소질의 차이가 ‘수미’ 품종에서 민감하게 반응하는 것으로 보였다. Ahn 등(2002)은 가내 소괴경의 괴경 형성시 ‘수미’와 ‘대지’의 품종에 따른 일장 처리기간이 상이했으며, 일장 처리가 괴경 무게 증가에 미치는 효과가 ‘대지’에서 장일 배양 후 괴경 유기 단계에서 암 상태에서 배양하는 것이 효과적이라고 보고한 것과 같이 플러그 묘 크기와 일장 처리는 묘 소질에 영향을 주었고 이것이 품종에 따른 차이를 보였다.

Fig. 2는 ‘수미’와 ‘대지’의 주당 괴경 수와 괴경 크기에 따른 분포이다. 주당 괴경 수가 ‘수미’는 2.9~6.9개, ‘대지’는 2.2~3.6개로, 두 품종 모두 셀

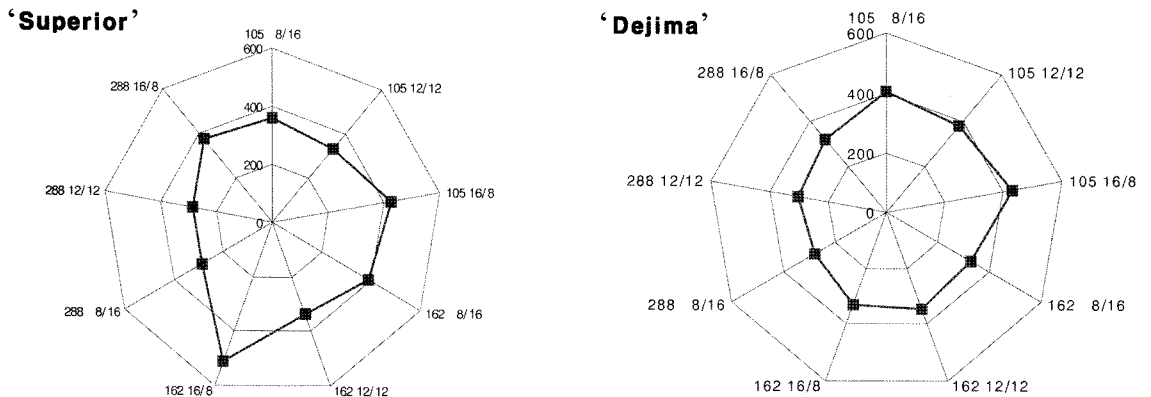


Fig. 1. Tuber weight per plant of potato ‘Superior’ and ‘Dejima’ at 90 days after transplanting of potato plug seedling grown by different plug cell sizes and photoperiod.

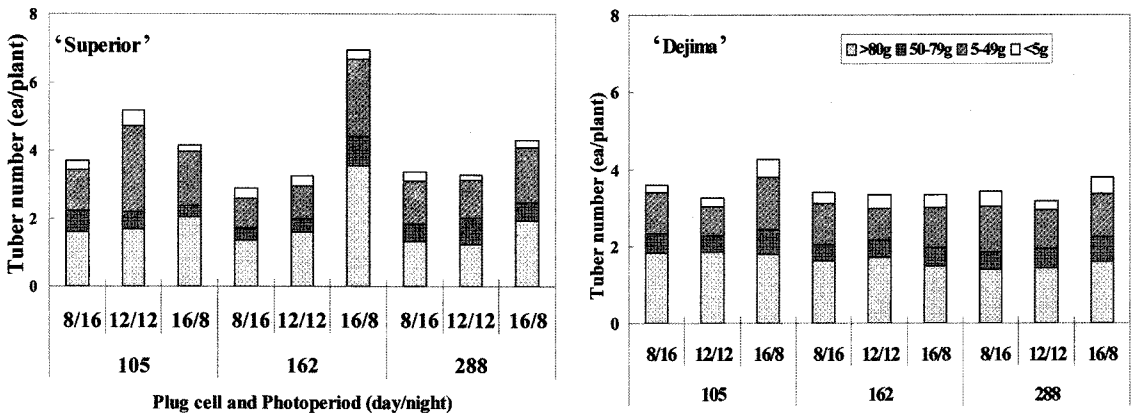


Fig. 2. Tuber number in distribution in different size categories of potato 'Superior' and 'Dejima' at 90 days after transplanting of potato plug seedling grown by different plug cell sizes and photoperiod.

크기와 일장 처리에 따른 유의성은 없었다. 80g 이상의 괴경 크기에 따른 분포 비율이 '수미'는 32~50.9%, '대지'는 41.~56.7%로, 두 품종 모두 288공 셀 크기에서는 감소하였고, 일장 처리 간에는 품종에 따른 차이를 보여 '수미'는 일장이 증가함에 따라 괴경 수가 증가하는 경향을 보였으나, '대지'는 일장 처리에 따른 차이를 보이지 않았다. 80g 이하의 괴경 크기에 따른 괴경 수를 등급에 따라 50~79g, 5~49g, 5g 미만으로 나뉘 볼 때, '수미'는 각각 0.33~0.88개, 0.89~2.51개, 0.17~0.50개 였고, '대지'는 각각 0.43~0.65개, 0.65~1.34개, 0.19~0.48개로 처리에 따른 차이는 없었다. Park 등(1999)은 종서 형태에 따라 씨감자와 플러그 묘를 이용하여 가을 재배하였을 때 50g 이하의 괴경은 씨감자 형태에서 큰 반면 80g 이상의 괴경은 플러그 묘에서 커 종서 형태에 따른 괴경 크기가 차이가 있을 수 있음을 시사했고, 이는 플러그 묘는 씨감자에 비해 출현하는 복지의 수가 작아 감자 크기에 영향을 줄 수 있는 것으로 보였다.

이상의 결과, 본 실험은 육묘 기간 중에 플러그 셀 크기와 일장의 영향을 받은 묘 소질 차이가 정식 후의 환경 조건은 같았음에도 불구하고 감자의 생육과 괴경 중에 영향을 주었으며, 품종 간 차이는 '수미' 품종이 '대지'에 비해 묘 소질의 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 플러그 묘를 이용한 감자 생산에 적합한 플러그 셀 크기는 162공 이하, 12시간 이상의 일장이 필요하리라 판단되었다.

적 요

환경이 조절되는 폐쇄형 식물생장시스템에서 플러그 셀 크기(105공, 162공, 288공)와 일장(8/16, 12/12, 16/8hr, 낮/밤) 처리를 각각 달리하여 20일간 생산된 감자 플러그 묘 '수미'와 '대지'의 생육과 수량에 미치는 영향을 알아보고자 실험을 수행하였다.

정식 7주째 '수미'의 플러그 셀 크기와 일장 처리는 생육과 상대생장물에 차이를 주었다. '수미'의 주당 괴경 중은 셀 크기와 일장이 증가함에 따라 증가하였다. '대지'의 괴경 중은 105공 셀 크기에서 높았으며, 일장 처리에 차이를 보였다. 90일 재배 후, '수미'의 괴경 중(258.9~471.9g/주)은 105공, 162공 처리와 16/8 hr 일장 처리에서 괴경 중이 높았다. '대지'의 괴경중(278.2~428.0g/주)은 105공 처리에서 높았으나 일장 처리 간에는 차이가 없었다. 주당 괴경 수는 '수미'가 2.9~6.9개, '대지' 2.2~3.6개로 플러그 셀 크기와 일장 처리에 따른 유의성은 없었다. 80g 이상의 괴경 크기 비율이 '수미'는 32~50.9%, '대지'는 41.0~56.7%로, 두 품종 모두 288공 셀 크기에서는 감소하였고, 일장 처리 간에는 품종에 따른 차이를 보여 '수미'는 일장이 증가함에 따라 괴경 수가 증가하는 경향을 보였으나, '대지'는 일장 처리에 따른 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과, 초기 묘 소질이 감자 생육 및 괴경 중에 영향을 줌으로써 플러그 묘를 이용한 감자 생산에 적합한 플러그 셀 크기는 162공 이하, 12시간 이상의 일장이 필요하리라 판단되었다.

주제어 : 괴경중, 대지, 상대생장률, 수미

사 사

본 연구는 2005년 농림기술개발연구과제(현장적용)로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Ahn, Y.K., S.Y. Na, S.Y. Kim, and Y.H. Om. 2002. The effects of photoperiods on in vitro microtuberization in potato. *J. Kor. Soc. Hort. Sci* 43(3):301-305.
2. Driver, C.M. and J.G. Hawkes. 1943. Photoperiodism in the potato. Imperial Bureau of Plant Breeding Genetics. London. 36:1-35.
3. Hussey, D. and N.J. Stacey. 1984. Factors affection the formation of in vitro tubers of potato. *Ann. Bot.* 53:565-578.
4. Kim, Y.H., S.H. Lee, J.K. Kim, M.G. Lee, Y.H. Choi, K.J. Kim, J.W. Lee, H.D. Suh, and D.M. Park. 2002. Growth of potato plug seedlings as affected by photo-synthetic photon flux. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20 (Suppl I). p34.
5. Kim, Y.H., Y.H. Choi, M.G. Lee, H.J. Kim, J.W. Lee, D.M. Park, and H.D. Suh. 2003. Yield of tuber after transplanting of potato plug seedlings produced at different light quality. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21 (Suppl I). 21.p46.
6. Kim, Y.H., E.S. Park, and J.M. Kim. 2006a. Seedling quality of potato 'Superior' plug seedlings as affected by plug cell size and photoperiod. *J. Bio-Environment Control* 15(I):308-312.
7. Kim, Y.H., J.M. Kim, and J.S. Jeong. 2006b. Seedling quality of potato 'Superior' plug seedlings as affected by DIF and plug cell size. *J. Bio-Environment Control* 15(II): 330-333
8. Park, Y.M., C.K. Song, B.K. Kang, D.W. Kim, and D.H. Ko. 1999. Mass production of plug seedling using stem cutting and their tuber yield in potato. *Korean J. Crop Sci.* 44(93):201-206.
9. Yeoung, Y.R., M.K. Jung, B.S. Kim, S.J. Hong, C.H. Chun, and S.W. Park. 2004. Effect of plug cell size on seedling growth of summer spinach. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22(4):422-425.