

종이포트 묘 육묘시 양분관리, 육묘일수 및 정식 후 야온에 따른 오이의 생육

장윤아 · 안세웅* · 전희 · 이희주 · 위승환
농촌진흥청 국립원예특작과학원

The Growth of Cucumber Seedlings Grown in Paper Pot Trays Affected by Nutrient Management During Seedling Period, Seedling Age, and Night Temperature After Transplanting

Yoonah Jang, Sewoong An*, Hee Chun, Hee Ju Lee, and Seung Hwan Wi

National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju-gun, Jeollabuk-do, 565-852, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the growth of grafted cucumber seedlings in biodegradable paper pot trays influenced by seedling age, nutrient management before transplanting, and night temperature after transplanting. Grafted cucumber seedlings in paper pot trays were supplied with different nutrient solution concentrations of 0.5 x full strength (S) (EC 0.8 dS·m⁻¹), 1.0S(EC 1.6 dS·m⁻¹), 2.0S(EC 3.2 dS·m⁻¹) two times a week until transplanting. 26, 33, 40, and 47 day-old cucumber grafted seedlings were transplanted and grown at three levels of night temperature (10, 15, and 25°C) during ten days. Increasing nutrient solution concentration enhanced the shoot length, number of leaves, leaf area, dry weight, and relative growth rate of seedlings. With increasing seedling age, the differences in growth were greater among nutrient treatments. The dry matter percentage increased with the seedling age, but was lower with higher nutrient concentration. The specific leaf area showed the opposite results. In cucumbers transplanted at 26- or 33-day seedling ages, night temperature did not affect the growth at ten days after transplanting. However, the growth of 40 or 47 day-old seedling decreased at 10°C. Compared with 25°C, the dry weight of cucumbers transplanted at 40- or 47-day seedling ages was depressed by 58% or 71%, respectively, at 10°C. Accordingly, it was concluded that the optimum nutrient solution concentrations and seedling age for the production of grafted cucumber seedlings in biodegradable paper pot trays can be 1.0S and about 30 days, respectively, and night temperature should be maintained at the range of 15-25°C for promoting the growth after transplanting.

Additional key words : *Cucumis sativus*, grafted seedling, nutrient solution concentration, plug tray, relative growth rate, rootball

서 론

육묘기술의 발달에 따라 육묘용기, 상토 등 육묘용 농자재도 함께 발달해 왔다. 1990년 국내에 도입된 플러그 트레이를 이용한 플러그 육묘는 육묘노력 절감과 균일묘의 대량 생산이 용이하고 작물생산을 분업화할 수 있는 장점이 있다(Young 등, 2004). 현재 상업용으로 판매되고 있는 채소, 화훼묘의 대부분은 전문육묘장에서 플러그 트레이를 이용하여 대량 생산되고 있다. 2017년 전문육묘장의 수는 675업체, 면적 497만 m², 판매액 1,782

억원에 이른다(KREI, 2019).

국내에서 생산되는 플러그 트레이는 가로 540mm, 세로 280mm의 단일규격으로, 대부분 난분해성 석유계 수지로 제조된다. 무게가 가볍고 수분침투에 따른 물리적 특성에 영향을 받지 않으며 비용이 저렴하고 재사용이 가능하다는 장점이 있다(Kim 등, 2010; Park 등, 2017). 그러나 실제 이용 현장에서는 이식 과정에서 플러그 트레이가 손상되거나 부서져 재사용이 어렵고, 회수 및 재활용을 위한 및 처리가 쉽지 않은 상황이다. 또한 뿌리 돌림 및 분형근(root all)이 충분히 형성되기 전 묘를 뽑을 경우, 플러그 트레이에서 묘를 뽑는 과정에서 분형근이 부서지고 뿌리가 손상되어 작물의 생육이 저해될 수 있다.

최근 생분해성 종이를 이용한 종이포트 묘에 대한 관

*Corresponding author: woong0911@korea.kr
Received August 20, 2019; Revised September 16, 2019;
Accepted October 04, 2019

심과 생산이 증가하고 있다(Jang 등, 2018; Seo 등, 2017, 2018). 종이포트 묘는 생분해성 종이를 원통형으로 감싼 후 그 안에 상토를 채워 일정한 길이로 절단, 전용 트레이에 담아 육묘용기로 이용한다. 정식시 육묘용기를 제거하는 노력이 필요 없고, 용기 제거 과정에서의 뿌리 손상을 막을 수 있는 장점이 있다(Knox와 Chappell, 2013). 또한 통기성과 배수성이 우수하며, 종이포트 표면 전체에서 수분이 증발하여 상토의 열을 낮추기 때문에 근권부의 온도 상승을 막을 수 있다.

Seo 등(2017)은 고추 종이포트 묘와 플러그묘의 정식 후 생육을 비교한 결과, 재배조건과 품종에 따른 생육차이는 있었으나 수량에 있어서는 차이가 크지 않아 종이포트 묘의 활용가능성을 확인하였다. 그러나 종이포트 묘에 대한 연구는 화훼나 수목을 대상으로 이루어진 경우가 많고, 채소 공정육묘에 있어서는 종이포트를 이용한 육묘기술이 아직 확립이 되어있지 않은 상황이다. 따라서, 작물별 종이포트 묘의 묘 출하규격이나 생분해성 종이의 종류 등 자재의 이용, 육묘기술 개발이 필요하다. 또한 정식 후 종이의 분해속도가 작물의 활착 및 생육에 미치는 것으로 보고되고 있어, 종이의 분해를 촉진할 수 있는 재배관리에 대한 검토가 필요하다 (Jang 등, 2018).

본 연구에서는 생분해성 종이를 이용한 오이 종이포트 묘 육묘시 적정 양분관리와 육묘일수 제시 및 정식 후 활착촉진을 위한 야간 온도를 구명하기 위해, 육묘시 추비용 양액의 농도와 육묘일수, 정식 후 야간 온도에 따른 오이의 생육을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 육묘

실험재료로 오이(*Cucumis sativus* L.) 접목묘를 이용하였다. 접수 품종은 오이 ‘조은백다다기’(팜홍농(주), 한국) 1품종, 대목 품종은 ‘신토좌 호박’ (*Cucurbita maxima* D. × *C. moschata* D.) ((주)농우바이오, 한국)을 이용하였다. 원예용 상토(홍농바이오1호, 홍농종묘사, 한국)를 채운 128공 플러그 트레이(W 280 × L 540 × H 48mm, W 8 × L 16셀, 셀 용량 21mL, (주)범농, 한국)에 오이 접수와 호박 대목 종자를 파종하고 충분한 양의 물을 두상관수 하였다. 발아를 촉진시키기 위해 온도 27°C로 설정된 발아실에 2일간 두었다. 그리고 베로형 유리온실(베로형 유리온실(남북동, 길이 38 × 폭 24 m, 측고 4.5m) 내 육묘온실의 육묘베드 위로 옮겨 육묘하였다. 파종 후 8일이 지나 접수와 대목의 떡잎이 완전히 전개되었을 때, 편엽 단근합접 방법으로 접목하였다.

접목된 오이묘를 피트모스를 주재료로 하며 펄라이트

가 혼합된 상토(EC 0.5dS·m⁻¹, pH 6.2, Pindstrup, 덴마크)로 채워진 종이포트에 삽목하였다. 종이포트는 종이포트 제조장치((주)헬퍼로보텍, 한국) (Park 등, 2017)를 이용하여, 3개월 정도의 분해기간이 소요되는 생분해성 재질의 종이로 제작하였다. 종이포트의 크기는 직경 40mm, 높이 40mm였으며, 종이포트 내 상토 용량은 약 70mL였다. 제작된 종이포트는 40공의 전용 트레이((주)범농, 한국)에 담아 이용하였다.

각 단의 상단에 2열의 LED 등(적색 2 : 청색 1, 광량 80μmol·m⁻²·s⁻¹)이 부착된 5단 대차(W 500 × L 2,000 × H 1,500mm)에 종이포트묘가 담긴 트레이를 올려놓고, 온도 26°C, 상대습도 90% 이상으로 설정된 활착실에서 5일 동안 활착시켰다. 접목 활착이 끝난 후에는 육묘온실의 육묘베드에서 육묘하였다. 육묘온실 내 온도는 Priva 시스템(Priva PV., 네덜란드)을 이용, 지열히트펌프 시스템과 온수보일러를 통한 가온 및 천창 개폐를 통한 환기를 통해 설정한 값(가온 설정온도 17°C, 환기 설정온도 25°C)로 자동조절하였다. 온습도 및 광량 측정 및 기록이 가능한 환경계측 및 기록장치(aM-21L, 와이즈센싱, 한국)를 이용하여, 육묘기간 중 온실 내 기온, 상대습도, 및 광량을 10분 간격으로 측정하였다. 실험은 12월 14일부터 2월 9일까지 수행되었으며, 육묘기간 중 주간(06:00~18:00 사이)과 야간(18:00~다음날 06:00 사이) 평균 기온은 각각 22.6±1.3/19.3±1.8°C, 평균 상대습도는 38.9±7.7/43.0±5.0%였고, 평균 일적산광량(daily light integral)은 17.4±6.1 mol·m⁻²·day⁻¹이었다.

2. 접목활착 종료 후 육묘 중 시비 처리 및 정식 직후 온도 처리

접목활착 종료 6일(파종 19일) 후부터 3-4일 간격(주 2회)으로 트레이 내 상토가 충분히 젖도록 양액을 두상관수하였다. 육묘용 양액(육묘전용 ‘한방’ 비료, N-P-K-Ca-Mg = 8.0-2.4-2.4-4.8-1.6me·L⁻¹, (주)코셀, 한국)을 표준농도(S)의 0.5S(EC 0.8dS·m⁻¹), 1.0S(EC 1.6dS·m⁻¹), 2.0S(EC 3.2dS·m⁻¹)의 3수준으로 처리하였다(파종 19, 22, 26, 29, 33, 36, 40, 43일 후).

접목활착 13일 후부터 10일 간격으로 4회에 걸쳐 원예용 상토(홍농바이오1호, 홍농종묘사, 한국)를 채운 플라스틱 포트(상부 직경 150mm, 하부 직경 90mm, 높이 135mm, 용량 1,380mL)에 오이 접목묘(26, 33, 40, 47일 묘)를 정식하였다. 포트를 6공 연결 트레이에 담아서, 육묘온실 내 육묘벤치 위로 옮겼다. 야간 온도를 10, 15, 25°C 3수준 3반복으로 처리하여 10일 동안 재배하였다. 육묘벤치에 설치한 PE 필름 터널의 개폐(18:00~다음날 08:00 사이 비닐터널을 닫음)를 통한 보온 및 터널 내에 설치된 전기히터(P-1800F, 무창상사, 중국)를 이용한 가

온을 통해 야간 온도를 조절하였다(Seo 등, 2018).

온습도 기록계(TR-72Ui, T&D Corp., 일본)를 이용하여, 처리구별 기온과 상대습도를 30분 간격으로 측정하였다. 야간 온도 10°C 처리구의 평균 야간 온도(18:00~다음날 06:00 사이)는 12.6±0.4°C, 평균 주간 온도는 18.0±0.1°C였으며, 15°C 처리구는 야간 15.6±0.1°C, 주간 18.8±0.4, 25°C 처리구는 야간 20.7±0.4, 주간 25.2±1.1°C이었다. 처리별 평균 야간/주간 상대습도는 각각 67.0±0.9/44.6±1.6, 64.4±2.8/43.5±0.9, 41.0±3.8/39.3±0.7%이었다.

3. 조사 및 통계분석

실험구는 완전임의배치 3반복으로 배치하였다. 정식 전 시비 처리별 6주씩, 정식 10일 후 시비 처리 및 야간 온도 조합 처리별 3주씩의 식물체를 채취하여, 초장, 엽수, 경경, SPAD 값(엽록소 측정기 이용, SPAD-502, Konica Minolta, 일본), 엽면적(엽면적 측정기 이용, LI-3100, Li-cor Inc., USA), 지상부와 지하부의 생체중을 측정하였다. 조사 후 시료를 75°C로 설정된 열풍건조기(DS-80-3, 다솔과학, 한국)에서 3일이상 건조하여 건물중을 측정하였다. 오이 접목묘의 육묘 중 상대성장률(relative growth rate, RGR)은 Goudriaan 과 van Laar (1994)에 의해 제안된 지수성장 함수식의 로그변환식($w = w_0 e^{(r_m \cdot t)}$, w : 건물중, w_0 : 초기 건물중, r_m : RGR, t : 성장기간)을 이용하여 계산하였다. 정식 10일 후 상대성장률은 Hoffmann과 Poorter(2002)의 방법에 따라 계산하였다($RGR = \frac{\ln(w_2) - \ln(w_1)}{t_2 - t_1}$, w_2 : 정식 10일 후 건물중, w_1 : 정식 전 건물중, t_2 : 정식 후 10일째, t_1 : 정식 당일).

수집된 자료는 시그마플롯(v.14.0, Systat Software Inc., UK)와 SAS 통계프로그램(v.9.4, SAS Institute, USA)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

플러그 트레이를 이용한 오이 접목묘 육묘시, 플러그 트레이의 규격과 육묘기간은 품종, 육묘시기, 접목방법에 따라 차이가 있지만 50공 플러그 트레이에서 30~40일간 육묘가 추천된다(RDA, 2008). 본 실험에서는 생분해성 종이를 이용한 오이 종이포트 묘 육묘시 추비용 양액의 농도와 육묘일수, 정식 후 야간 온도에 따른 오이의 생육을 검토하였다.

생분해성 종이를 이용한 오이 종이포트 묘 육묘시 양액이 2회 공급된 파종 26일째에는 건물물에 있어서만 양액농도에 따른 유의적 차이가 있었다. 육묘일수가 길어지고 양액의 공급 횟수가 증가함에 따라, 초장, 엽수, 엽면적 등 생육지표와 생육 충실도를 나타내는 건물물

(dry matter percentage, 건물중/생체중 x 100), 비엽면적(specific leaf area, 엽면적/엽중)에 있어서도 통계적 유의성을 나타냈다(Table 1, Fig. 1). 초장, 엽수, 엽면적, 및 건물중은 양액의 농도가 높아질수록 증가하였으며, 육묘일수가 경과할수록 처리에 따른 차이는 더 커졌다. 파종 26일째 초장과 엽수는 처리 농도에 상관없이 각각 7cm 내외, 2매였으나, 파종 47일째에는 양액의 처리 농도에 따라 20~34cm, 5~7매까지 자랐다. 엽면적의 경우 파종 26일째에는 74cm²이었던 0.5S 처리구에 비해 1.0S, 2.0S 처리구에서는 각각 85cm²로 15%가 증가하였으나, 파종 47일째에는 131cm²이었던 0.5S 처리구에 비해 각각 203, 282cm²로 54, 115%가 증가하였다. 건물중은 파종 26일째에는 269mg이었던 0.5S 처리구에 비해 1.0S, 2.0S 처리구에서는 각각 292, 277mg으로 9, 3%가 증가하였으나, 파종 47일째에는 686mg이었던 0.5S 처리구에 비해 각각 870, 881mg으로 27, 28%가 증가하였다.

건물률과 비엽면적은 생육 충실도와 품질을 나타내는



Fig. 1. The growth of grafted cucumber seedlings grown in paper pot trays affected by seedling age and nutrient management.

Table 1. The growth of grafted cucumber seedlings grown in paper pot trays affected by seedling age and nutrient management

Seedling age (day) (A)	Nutrient solution conc. (B)	Plant height (cm)	No. of leaves	Stem diameter (mm)	SPAD value	Leaf area (cm ²)	Dry weight (mg)	Dry matter (%)	Leaf area index (m ² ·m ⁻¹)	Specific leaf area (m ² ·g ⁻¹)
26	1S	6.7a ^c	2.0a	2.9a	19.6a	74.5a	268.7a	7.2a	2.0a	392.3a
	2S	7.0a	2.0a	3.1a	22.5a	85.3a	291.7a	7.0a	2.3a	408.8a
	3S	6.8a	2.0a	3.3a	22.4a	85.3a	276.7a	6.4b	2.3a	419.0a
33	1S	11.7a	3.0b	3.2a	24.4b	103.9b	372.2a	7.8a	2.7b	410.5b
	2S	9.3b	3.0b	3.0a	29.1a	106.4b	373.2a	7.8a	2.8b	397.2b
	3S	12.4a	3.7a	3.4a	30.2a	148.2a	426.2a	6.5b	3.9a	459.2a
40	1S	15.3b	4.0b	3.1b	30.1a	117.4c	514.2a	8.9a	3.1c	337.2b
	2S	20.8a	4.3b	3.3b	31.8a	159.8b	535.5a	8.0a	4.2b	453.9a
	3S	22.6a	5.3a	3.9a	31.5a	221.5a	631.8a	7.2a	5.9a	496.2a
47	1S	19.9c	4.7b	3.5a	28.7b	131.6c	686.3b	11.3a	3.5c	286.2b
	2S	27.5b	5.3b	3.3a	36.6a	202.8b	869.5a	9.5b	5.4b	343.8b
	3S	33.6a	6.8a	3.4a	34.2a	281.6a	880.7a	7.9c	7.4a	461.4a
Seedling age										
26		6.8d	2.0d	3.1b	21.5c	81.7d	279.0d	6.9c	2.2d	406.7a
33		11.1c	3.2c	3.2ab	27.9b	119.5c	390.5c	7.3bc	3.2c	422.3a
40		19.6b	4.6b	3.5a	31.1a	166.2b	560.5b	8.0b	4.4b	429.1a
47		27.0a	5.6a	3.4a	33.2a	205.3a	812.2a	9.6a	5.4a	363.8b
Nutrient solution concentration										
1S		13.4c	3.4b	3.2b	25.7b	106.8c	460.3b	8.8a	2.8c	356.6c
2S		16.1b	3.7b	3.2b	30.0a	138.6b	517.5ab	8.1b	3.7b	400.9b
3S		18.8a	4.5a	3.5a	29.6a	184.1a	553.8a	7.0c	4.9a	458.9a
F-test										
A		*** ^y	***	**	***	***	***	***	***	***
B		***	***	**	***	***	**	***	***	***
A x B		***	***	ns	ns	***	ns	*	***	***

^yDifferent letters indicated a significant difference within the same seedling age at the P≤0.05 according to the least significant difference (LSD) test.

^y*, **, and *** indicates F-test significance at the P≤0.05, P≤0.01, and P≤0.001 level, respectively.

지표로 활용되며, 건물률이 높고 비엽면적이 낮을수록 고품질 묘라 할 수 있다(Jang 등, 2014). 파종 26일째 오이 종이포트 묘의 건물률은 처리 양액 농도에 따라 6.4~7.2%였다. 육묘일수가 경과할수록 건물률은 증가하여, 0.5S 처리구의 경우 파종 47일째에는 11.3%으로 파종 26일째에 비해 57% 증가하였다. 반면 처리 양액 농도가 높을수록 건물률은 낮아져, 2.0S 처리구의 경우 파종 47일째 7.9%로 0.5S, 1.0S 처리구에 비해 각각 30, 17% 낮았다. 1.0S 처리구의 경우 파종 33일째까지는 0.5S 처리구와 비슷한 건물률을 나타냈으나, 이후에는 0.5S 처리구보다 낮은 경향을 보였다. 비엽면적의 경우 건물률과는 반대의 경향을 보였다. De Groot 등(2002)의 보고에 의하면, 토마토묘 육묘시 질소 공급량을 늘렸을

때 체내 질소 함량 및 비엽면적, 상대생장률은 증가한 반면 잎의 건물률은 감소하였다.

엽면적지수(leaf area index, 엽면적/지표면적)는 작물의 생육 및 생산량과 연관된 주요한 생육 지표이다. 엽면적지수가 일정한 값에 이르기까지는 광합성 및 증산량과 비례하기 때문에 최적 엽면적의 확보가 중요하다. 그러나 엽면적지수가 증가함에 따라 식물 개체 또는 잎과 잎 사이에 차광이 되면서 생장률이 저하된다. Goudriaan과 van Laar(1994)는 엽면적지수가 3m²·m⁻²에 이르기까지는 지수생장이 이루어지지만, 3m²·m⁻² 이상이 되면 생장률이 감소하며 선형생장 단계로 넘어가며 생장이 둔화된다고 보고하였다.

육묘일수가 경과할수록 오이 접목묘의 엽면적지수는

증가하였으며, 양액의 처리 농도가 높을수록 증가 속도는 빨랐다. 양액 농도 0.5S 처리구의 경우 파종 47일째 까지 엽면적지수가 3m²·m⁻² 내외였으나, 1.0S 처리구의

경우 파종 40일, 2.0S 처리구의 경우 파종 33일이 지나면서 3m²·m⁻² 이상으로 증가하였다. 생육이 둔화되기 시작하는 엽면적지수 3m²·m⁻² 에 이르는 시점을 재배밀도

Table 2. Estimated coefficients of linearized growth curve^z logarithmically transformed from exponential equation of cucumber grafted seedlings grown at different nutrient regimes 47th day after sowing.

Treatment	ln(w ₀)	r _m	R ²
0.5S	-2.472 ^y	0.045	0.999
1.0S	-2.643	0.052	0.969
2.0S	-2.698	0.055	0.995

^zln (y) = ln (w₀) + r_mt, where y=dry mass (g), r_m = relative growth rate (g·g⁻¹·day⁻¹), and t=growth time (day)

^yAll coefficients are significant at level P<0.05.

Table 3. The growth grafted cucumber seedlings grown in paper pot trays^z affected by seedling age and night temperature 10th day after transplanting.

Seedling age (day) (A)	Night temp. (°C) (B)	Plant height (cm)	No. of leaves	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ²)	Dry weight (mg)	Dry matter (%)	Leaf area index (m ² ·m ⁻¹)	Specific leaf area (m ² ·g ⁻¹)	Relative growth rate (g·g ⁻¹ ·day ⁻¹)
26	10	9a	4.0a	3.08a	150a	547a	8.3a	0.8a	364a	0.063a
	15	8a	3.7a	3.00a	138a	446a	7.4a	0.8a	413a	0.042a
	25	10a	4.3a	3.19a	155a	553a	8.0a	0.9a	374a	0.063a
33	10	13ab	4.7b	3.29a	207b	771b	8.9b	1.2a	364a	0.072b
	15	12b	5.3ab	3.28a	196b	781b	8.5b	1.1a	370a	0.074a
	25	18a	6.0a	3.11a	308a	1,177a	9.3a	1.7a	367a	0.115a
40	10	18b	6.0a	2.75b	160c	711a	10.2a	0.9c	340a	0.026b
	15	22b	6.7a	3.07b	249b	1,105a	10.4a	1.4b	330a	0.072ab
	25	31a	7.0a	4.26a	362a	1,284a	9.6a	2.0a	409a	0.085a
47	10	24b	6.7b	3.47a	185b	958a	10.5a	1.0b	312b	0.008b
	15	27b	7.0b	3.25a	295b	1,435a	10.0a	1.7b	326b	0.048ab
	25	43a	8.3a	4.04a	466a	1,796a	9.3a	2.6a	393a	0.070a
Seedling age										
26		9d	4.2d	3.23ab	177c	585c	8.2b	1.0c	392a	0.073a
33		15c	5.7c	3.17b	255b	934b	9.1b	1.4b	376a	0.085a
40		24b	6.6b	3.39ab	256b	995b	10.0a	1.4b	371a	0.054b
47		32a	7.8a	3.47a	338a	1,408a	10.0a	1.9a	359a	0.050b
Night temperature										
	10	15c	5.6b	3.2a	187c	776c	9.6a	1.1c	352b	0.046c
	15	18b	5.9b	3.3a	254b	998b	9.2a	1.4b	375ab	0.067b
	25	26a	6.6a	3.4a	329a	1,168a	9.1a	1.9a	397a	0.083a
F-test										
A	***x	***	**	***	***	***	***	ns	***	
B	***	***	***	***	***	ns	***	*	***	
A x B	***	ns	***	*	**	ns	*	ns	**	

^zGrafted cucumber seedlings were supplied with the nutrient solution concentration of 1.0 x full strength.

^yDifferent letters indicated a significant difference within the same seedling age at the P<0.05 according to the least significant difference (LSD) test.

^x*, **, and *** indicates F-test significance at the P<0.05, P<0.01, and P<0.001 level, respectively.

를 조절할 시기라고 볼 때 이 시점을 이식 또는 정식기로 볼 수 있으며, 엽면적지수가 정식기를 판단하고 육묘일수를 결정하는 하나의 지표가 될 수 있을 것이다.

상대생장률은 양액농도 0.5S 처리구에서 $0.045\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$, 1.0S 및 2.0S 처리구에서 각각 $0.052\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$, $0.055\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 로 양액의 농도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다(Table 2).

Table 3에 육묘시 1배액(1S)의 농도로 양분관리를 하고 육묘일수(묘령)를 달리하여 오이 종이포트묘를 정식한 후 야간 온도를 10, 15, 25°C로 관리하였을 때, 정식 후 10일째 생육은 육묘일수 및 정식 후 야간 온도 관리에 따라 통계적 유의성을 나타냈다(Table 3, Fig. 2).

정식 후 10일 째 초장은 야간 온도 10°C에서 25°C로 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 이러한 증가 경향은 육묘일수에 따라 26, 33일 묘에서는 야간 온도 처리에 따른 차이가 크지 않았으나, 40, 47일 묘의 경우 야

간 온도 처리에 따른 차이가 컸다.

엽면적과 건물중에 있어서도 육묘일수에 따라 26, 33일 묘에서는 야간 온도 처리에 따른 차이가 크지 않았으나, 40, 47일 묘의 경우 야간 온도 처리에 따른 차이가 컸다. 이러한 차이는 육묘시 추비용 양액의 처리농도가 높아질수록 더 커졌다.

26, 33일 묘의 상대생장률은 $0.06\sim 0.12\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 로, 정식 후 야간 온도 조건에 상관없이 안정적이었다(Fig. 3). 반면 40, 47일 묘의 경우 야간 온도 10°C 조건에서 $0.03\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$ 미만으로 26, 33일 묘에 비해 상대생장률은 50% 가까이 감소하였고, 야간 온도가 증가함에 따라 증가하여 야간 온도 25°C 조건에서는 26, 33일 묘와 유사한 상대생장률을 보였다.

일반적으로 묘의 품질은 정식 후 생육 및 수량에 큰 영향을 미치며, 이러한 묘의 품질은 육묘기간 중 양수분 관리, 재식밀도, 육묘일수 등의 영향을 받는다 (Liu 등,

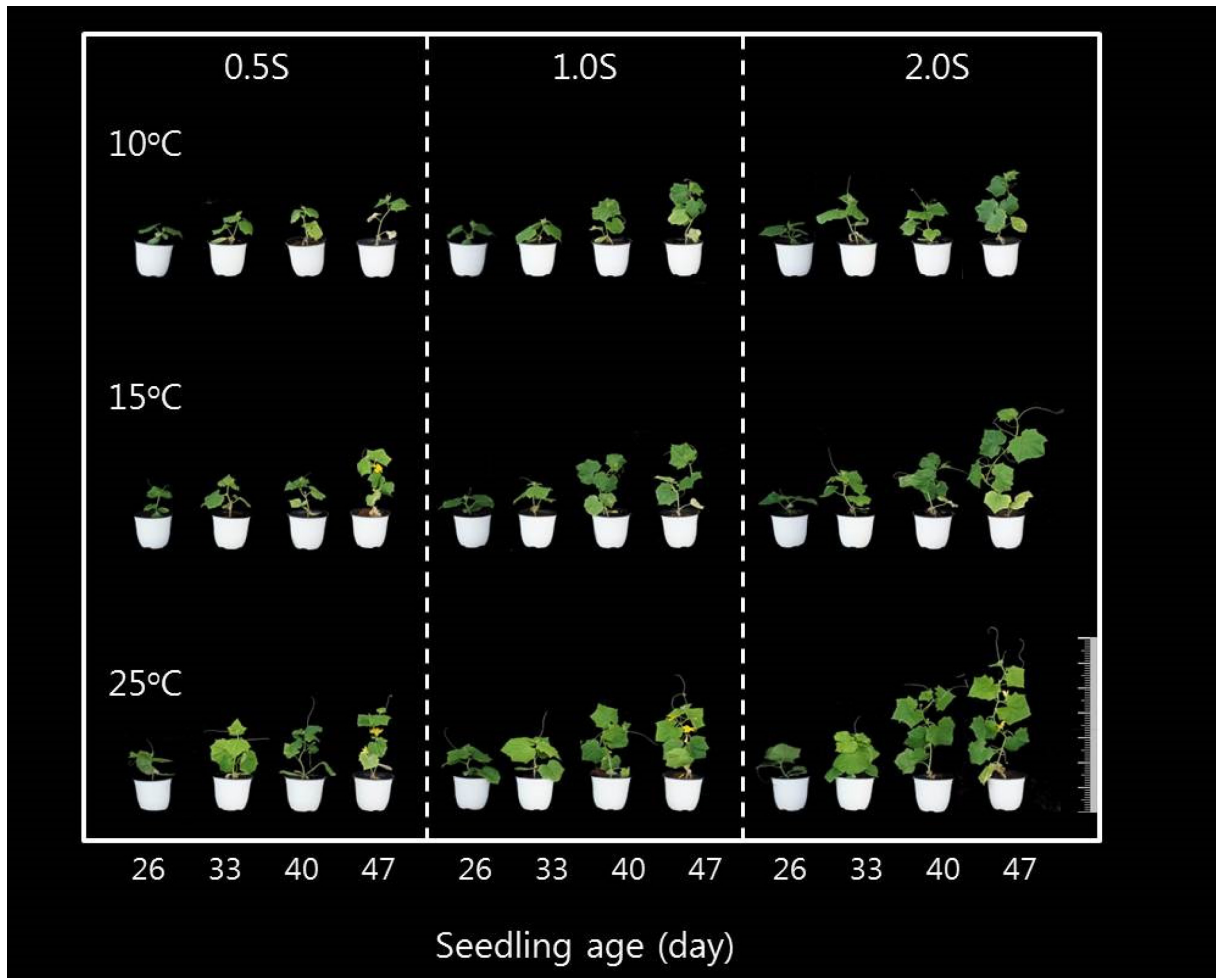


Fig. 2. The growth of grafted cucumber grown in paper pot trays affected by seedling age, nutrient management before transplanting, and night temperature 10th day after transplanting.

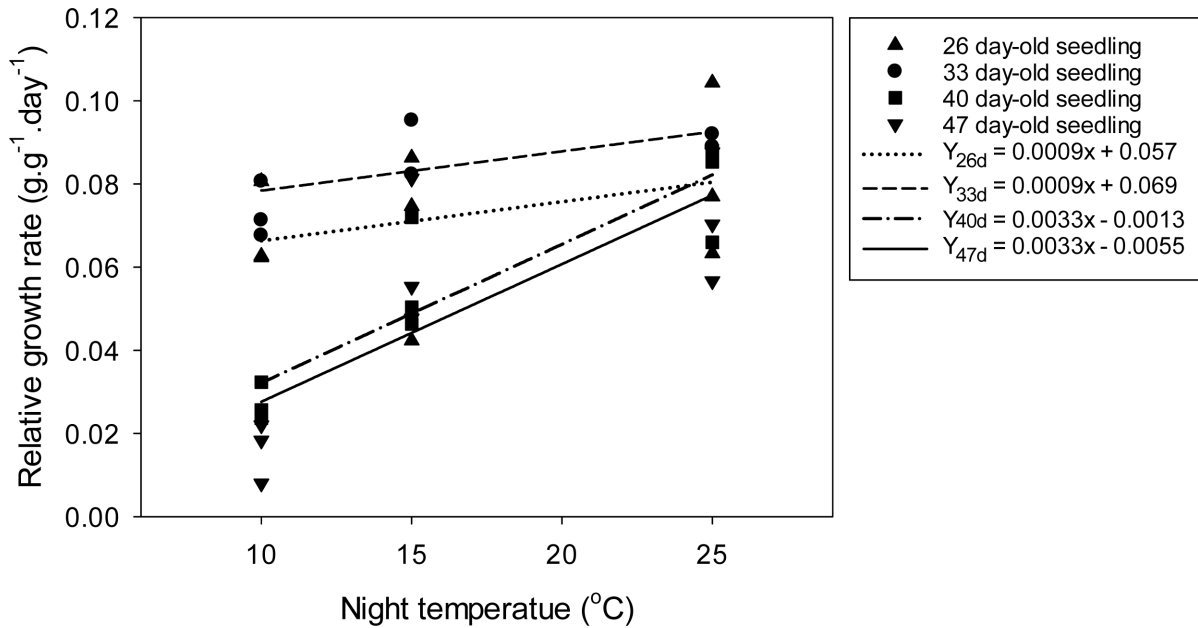


Fig. 3. The relative growth rate of grafted cucumber seedlings grown in paper pot trays affected by seedling age and night temperature after transplanting on the growth of grafted cucumber 10th day after transplanting. The error bars represent the standard deviation of the mean (n=3).

2017; Ren 등, 2014). 특히 적정 육묘일수가 경과되면 묘는 양수분 스트레스를 받아 생리적으로 활력이 떨어지고 경화된다 (Vavrina와 Orzolek, 1993). 토마토의 경우 육묘일수가 길수록 생육이 많이 진행되어 정식 후 이른 수확이 가능하나, 전체 수량은 육묘일수가 짧은 어린 묘를 정식 했을 때 많았다. 따라서 생리적 활력이 높아 왕성하게 자랄 수 있는 어린 묘의 이용이 추천되나, 어린 묘의 경우 정식 후 수확까지 소요되는 기간이 길기 때문에, 적정 육묘일수의 결정이 중요하다.

생분해성 종이를 이용한 오이 종이포트 묘의 경우도 육묘일수가 정식 후 생육에 영향을 미쳤다. 초장, 엽면적, 건물중, 상대생장률 등 오이 종이포트 묘의 생육 및 건물중, 비엽면적 등 묘의 충실도를 고려할 때, 오이 종이포트 묘의 육묘일수는 양액 농도 1S로 관리했을 때 33일 정도가 적절하며, 이때 묘의 규격은 초장 12cm, 엽수 3매, 엽면적 104cm², 건물중 0.37g, 건물률 8%, 비엽면적 410cm².g⁻¹, 엽면적지수 2.7m².m⁻² 이었다. 양액 농도를 2S로 높게 관리할 경우 생육이 보다 빨라지므로, 생육속도를 고려하여 육묘일수를 30일 내외로 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 육묘시기에 따라 기온, 광량 등 환경조건이 달라지므로, 이에 따라 육묘일수를 조정할 필요가 있을 것으로 생각된다.

정식 후 야간 온도 관리는 빠른 활착 및 생육을 위해 반드시 필요하다. 오이의 생육 적온은 생육상(growth

phase)에 따라 차이가 있지만 28-35°C 에서 최대 생장을 보이며, 생육 최적 온도는 빛이 충분한 조건에서 주간 28°C, 야간 18°C, 근권부 22-23°C가 추천된다 (Alam, 2016). 생분해성 종이포트를 이용한 오이 접목묘의 육묘일수가 30일 이내인 경우 정식 후 야간온도에 의한 생육 차이는 크지 않았으나, 육묘일수가 길어져 40일 이상 육묘한 묘는 정식 후 10°C 정도의 저온에서 활착이 지연되어 생육이 저조하였다. 따라서 육묘일수가 많이 경과하여 정식 적기가 지난 묘를 이용하는 경우에는 정식 후 안정된 활착 및 생육촉진을 위해 15°C 이상의 야간 온도 관리가 추천된다. 또한 육묘시 양분관리에 따라서도 정식 후 생육에 영향을 미쳐, 육묘기간 중 적절한 양분관리 또한 중요하다.

적 요

본 논문에서는 생분해성 종이포트를 이용한 오이 접목묘 육묘시 추비용 양액의 농도와 육묘일수, 정식 후 야간 온도에 따른 오이의 생육을 검토하였다. 오이 종이포트묘 접목활착 종료 후 육묘 중 시비 농도를 0.5S(EC 0.8dS·m⁻¹), 1.0S(EC 1.6dS·m⁻¹), 2.0S(EC 3.2dS·m⁻¹)의 3 수준으로 처리한 뒤, 육묘일수를 파종 후 26, 33, 40, 47일로 달리하여 정식하였다. 정식 직후 야간 온도를 10, 15, 25°C 3수준으로 조합, 처리하여 10일 동안 재배

하였다. 육묘기간 중 오이 종이포트묘의 초장, 엽수, 엽면적, 건물중, 및 상대생장률은 추비용 양액의 농도가 높아질수록 증가하였으며, 육묘일수가 경과할수록 처리에 따른 차이는 더 커졌다. 건물중은 육묘일수가 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 양액의 농도가 높을수록 낮았다. 반면 비엽면적은 육묘일수가 길어질수록 감소하였고, 양액 농도가 높을수록 높은 값을 나타냈다. 정식 10일 후 오이의 생육은 육묘일수가 증가할수록 초장, 엽면적, 건물중에 있어서 높은 값을 나타냈으나, 상대생장률은 감소하였다. 육묘일수 26일, 30일의 경우 정식 후 오이의 생육은 야간 온도의 영향이 크지 않았으나, 육묘일수가 길어져 40일 이상 육묘한 묘는 정식 후 10°C 정도의 저온에서 활착이 지연되어 생육이 저조하였다. 따라서 오이 종이포트 접목묘 생산시 추비용 양액 농도 1S, 육묘일수는 30일 내외가 추천되며, 정식 후 활착 및 생육 촉진을 위해 15-25°C 범위의 야간온도 관리가 요구된다.

추가 주제어: *Cucumis sativus*, 분형근, 상대생장률, 양액 농도, 접목묘, 플러그 트레이

사 사

본 연구는 농촌진흥청 시험연구사업(PJ01282701)의 지원으로 이루어졌음.

Literature Cited

Alam, A. 2016. Night time temperature and daytime irradiance on photosynthesis and growth of cucumber: Potential and possibilities for energy saving. MSc Thesis, Norwegian University of Life Sciences. Ås.

De Groot, C.C., L.F.M. Marcelis, R. van den Boogaard, and H. Lambers. 2002. Interactive effects of nitrogen and irradiance on growth and partitioning of dry mass and nitrogen in young tomato plants. *Funct. Plant. Biol.* 29: 1319-1328.

Goudriaan, J. and H.H. van Laar. 1994. Modeling potential crop growth processes. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Hoffman, W.A. and H. Poorter. 2002. Avoiding bias in calculations of relative growth rate. *Annals of Botany* 80: 37-42.

Jang, D.C., Y.W. Kwon, K.Y. Choi, and I.S. Kim. 2018. Comparison of growth characteristics fruit vegetable seedlings grown on cylindrical paper pot trays of plug trays. Pro-

ected Hort. and Plant Factory 27: 381-390.

Jang, Y.A., H.J. Lee, C.S. Choi, Y.C. Um, and S.G. Lee. 2014. Growth characteristics of cucumber scion and pumpkin rootstock under different levels of light intensity and plug cell size under an artificial lighting condition. *Protected Hort. and Plant Factory* 23: 384-391.

Kim, S.H., C.H. Kim, J.Y. Lee, J.J. Paek, J.M. Seo, H.J. Park, and H.C. Kim. 2010. Fundamental study on the development of eco-friendly seedling pots. *J. of Korea TAPPI.* 347-351.

Knox, G.W. and M. Chappell, 2014. Alternatives to petroleum-based containers for the nursery industry. IFAS Extension of University of Florida. ENH1193.

Korea Rural Economic Institute (KREI). 2019. The establishment of seed industry statistic system KREI. Naju.

Liu, Q., X. Zhou, J. Li, and C. Xin. 2017. Effects of seedling age and cultivation density on agronomic characteristics and grain yield of mechanically transplanted rice. *Scientific reports* 7: Article number 14072. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14672-7>.

Park, M.J., S.Y. Lee, D.H. Kang, J.K. Kim, J.K. Son, S.W. Yoon, and S.W. An. 2017. Development of cylindrical paperpot manufacturing equipment. *Protected Hort. and Plant Factory* 26: 242-248.

Ren, Y., J. Zhu, N. Hussain, S. Ma, G. Ye, D. Zhang, and S. Hua. 2014. Seedling age and quality upon transplanting affect seed yield of canola (*Brassica napus* L.). *Can. J. Plant Sci.* 94: 1461-1469.

Rural Development Administration (RDA), Republic of Korea. 2008. Vegetable transplant production (The textbook for farming no. 86). RDA, Suwon.

Seo, T.C., S.W. An, H.W. Jang, C.W. Nam, H. Chun, Y.C. Kim, T.K. Kang, and S.H. Lee. 2018. An approach to determine the good seedling quality of grafted tomatoes (*Solanum lycopersicum*) grown in cylindrical paper pot through the relation analysis between DQI and short-term relative growth rate. *Protected Hort. and Plant Factory* 27: 302-311.

Seo, T.C., S.W. An, S.M. Kim, C.W. Nam, H. Chun, Y.C. Kim, T.K. Kang, S.W. Kim, S.G. Jeon, and K.S. Jang. Effect of the seedlings difference in cylindrical paper pot trays on initial root growth and yield of pepper. *Protected Hort. and Plant Factory* 26: 368-377.

Vavrina, C.S. and M.D. Orzolek. 1993. Tomato transplant age: A review. *HortTech.* 1993: 313-316.

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: 422-425.