

파프리카 묘의 직접 정식 시 절곡 방법에 따른 생육 및 생산량

허영문¹ · 고바울² · 구양규^{3,4,5} · 김철민^{3,4,5} · 김호철^{3,4,5**} · 배종향^{3,4,5*}

¹원광대학교 일반대학원 원예학과 석사 학위자, ²국립원예특작과학원 박사후과정, ³원광대학교 원예산업학부 교수,
⁴원광대학교 생명자원과학연구소 교수, ⁵원광대학교 식물육종연구소 교수

Growth and Yield According to Various Bending Methods when Planting Seedlings Directly on Coir Substrate Slabs in Paprika Cultivation

Young Mun Hur¹, Baul Ko², Yang Gyu Ku^{3,4,5}, Chul Min Kim^{3,4,5},
Ho Cheol Kim^{3,4,5**}, and Jong Hyang Bae^{3,4,5*}

¹Master's Degree, Department of Horticulture, Graduate School, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

²Postdoctoral Researcher, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

³Professor, Division of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

⁴Professor, Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

⁵Professor, Institute of Plant Breeding Research, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

Abstract. This study aimed to compare the growth and production of paprika (*Capsicum annuum*) planted directly on a coir substrate slab according to the bending methods. The existing root direction was bent to 0° (I-type), 90° (L-type), and 180° (U-type), respectively. The weekly average growth such as stem length, diameter, and leaf area tended to be the highest in the I-type bending, but there was no statistical difference. Root weight at 46 weeks after planting was also about 1.3 to 1.7 times heavier in the I-type than the L- and U-type bending. As the yield produced by 330 plants by bending methods, the initial yield was the highest in the U-bending, but then the highest in the I-bending. Accordingly, the total yield was the highest in I-bending. Consequently, when planting on coir substrates directly in paprika cultivation, the I-type bending should be considered most suitable for securing root and plant vigor in the early stages of planting and for enhancing fruiting stability.

Additional key words : coir substrates, fruiting stability, plant vigour, root weight

서 론

2020년에 파프리카 수출은 30,272톤, 86,428천달러로 최근 5년 동안 가장 낮은 수준을 나타내었다(KAFFTC, 2020). 생산기간의 불균형으로 인한 요구량 대비 과잉 및 부족, 수출 단가 변동, 그리고 원자재 가격 및 인건비 상승은 생산농가의 어려움을 가중시키고 있다. 단위 생산성을 높이기 위해서 원예 작물에서는 묘 소질을 높이기 위한 투자 및 연구가 진행되어 왔다(Buwalda 등, 2006; Markovic 등, 2000). 자가 육묘가 대부분인 파프리카에서도 묘의 소질을 높이고 정식 후 뿌리 활착 및 생육, 그리고 이후 수확량을 높이기 위해서 이식용 배지나 트레이의 셀 크기(Kim 등, 1999; Kwack 등, 2014), 육묘

일수 또는 묘 크기(Kim 등, 1999; Kim 등, 2015; Ko 등, 2017; Kwack 등, 2014; Weston 등, 1986), 인공광(Lee 등, 2012), 묘 크기 등에 대한 연구들이 진행되었다. 파프리카는 부정근 발달이 잘되는 작물로 정식 후 생육과 초기 수확량에 뿌리 발달량이 중요한 요소이다.

파프리카 육묘는 다른 채소류와 다르게 암면큐브 이식 과정이 있어 공간, 노동력, 자재에 대한 추가적인 비용이 든다. Kim 등(2014)은 코이어 배지 재배에서 직접 정식이 관행적 암면큐브 정식보다 정식 후 초기 뿌리 활착이 빠르고 1그룹 차과 수량 증진, 그리고 경영비 절감에 매우 효과적인 것으로 보고하였다. 이에 따라 경영비 절감 측면에서 직접 정식 방법은 가치가 있다고 판단된다. 현재 경장도를 중심으로 코이어 배지 재배에서 묘의 직접 정식 방법이 점차 확산되고 있는 추세이다. 직접 정식 농가에서는 정식 초기 작물의 부정근 발생 유도가 용이한 것으로 알려진 암면큐브의 U-type 절곡 방법을 이용하고 있다(An 등, 2002; Kim 등, 2014; Lee, 2011). 이화확성이

*Corresponding author: bae@wku.ac.kr;

**Co-corresponding author: go-hc@hanmail.net

Received July 27, 2021; Revised August 30, 2021;

Accepted August 31, 2021

다른 코이어 배지(Hwang 등, 2020)에서 부정근을 유도해야 하고, U-type 절곡에 따른 일부 묘의 손실 등을 고려한다면 직접 정식 시 절곡을 하지 않는 I-type 정식에 대한 효율성 평가가 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 코이어 배지를 이용한 파프리카 재배 농가에 동일한 크기의 묘를 절곡 유형에 따라 배지에 직접 정식한 후 생육 및 생산량을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 파프리카 묘 양성

2019년 7월부터 2020년 1월까지 경남 고성에 위치한 연동형 비닐 온실에서 적색계 파프리카 ‘GINA(syngenta Co., Swiss)’ 품종을 이용하여 실험을 수행하였다. EC $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, pH 5.5로 조정된 양액으로 포습된 240공 암면 트레이(Grodan Co., Netherlands)에 파종하고 버미큘라이트로 복토한 후 비닐을 덮어 평균온도 24°C 의 저온 저장고에서 발아시켰다. 파종 약 7일 후 발아된 것을 육묘장으로 이동시켰다. 육묘장에서는 파종판 무게가 1.5kg 이하로 감소하면 EC $2.0\text{--}2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 및 pH 5.5의 양액을 공급하였고, 정식 전까지 약 3회 공급되었다. 차광은 8시 30분–17시까지 차광율 50%로 유지시켰다. 정식은 파종 21일 후 본엽이 4장 발생하였을 때 수행하였다.

정식 전 지하수를 1회 공급량 100mL/dripper, 30분 간격, 48회 공급하여 배지를 세척하였다. 세척 후 배지의 EC는 $0.9\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 였다. 세척 후 A탱크에 질산칼슘 120g, 철 5g, B탱크에 황산마그네슘 5g, 망간 200g, 아연 100g, 구리 30g, 붕산 350g, 몰리브덴 10g을 탱크별로 물 1톤에 녹여 EC $2.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 공급하였다. 그리고 표준 처방전으로 약 8회 공급을 한 후 정식을 수행하였다.

2. 파프리카 정식 방법 및 관리

코이어 배지 슬라브(slab)는 Dust와 Chip 혼합 비율은 7:3 이었고 L $100 \times W 15 \times H 10\text{cm}$ 인 것(Jiffy Co., Netherlands)을 사용하였다. 정식 시 절곡 방법은 I-type(절곡각도 0°), 옆으로 누인 L-type(절곡각도 90°), 뒤집어서 뿌리가 위로 향하도록 하는 U-type(절곡각도 180°) 3가지로 수행하였고(Fig. 1) 하배축이 배지에 묻히는 길이를 동일하게 하였다. 절곡 방법별로 330주를 정식하였고, 2줄기 재배로 재식밀도는 $7.2\text{stem}(3.6\text{plants})/\text{m}^2$ 이었고 슬라브 당 3주가 재식되었다.

온실 내 지상부 및 지하부 환경 요소는 복합 환경제어 프로그램(CONNEXT, Priva co., Netherlands)으로 제어되었다. 정식 후 7일간 수분 관리는 양액을 일출 2시간 후부터 일몰 4시간 전까지 공급하였으며 공급 간격은 30–60분, 1회 공급량



Fig. 1. Bending methods of paprika seedlings used in planting. I-type, L-type and U-type bending methods in order from right to left.

은 100mL/dripper 내외로 하였다. 정식 7일 이후 배지 함수율을 낮추기 위해 관수 종료 시간을 일몰 5시간 전에 종료하였으며 양액의 EC를 $2.8\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 정식 직후보다 다소 상승시켜 공급하였다. 배양액 조제는 농촌진흥청에서 제시한 파프리카 표준 배양액 조성에 따라 공급하였다. 본엽이 8장 발생하였을 때부터는 공급 EC를 $3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 상승시켜 공급하였으며 함수율을 낮추기 위해 관수량을 1일 3–5회로 감소시켰다. 정식 후 방아다리 분지점이 발생하고 첫 착과 전까지는 공급 EC를 $3.0\text{--}3.5\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 로 하였으며 착과 이후에는 $3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 그리고 겨울철에도 공급 EC를 $3.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 내외로 유지하였다. 모든 공급 양액의 pH는 5.5로 하였다.

3. 정식 이후 생육 및 생산성 조사

정식 후 약 4주차부터 절곡 방법에 따라 작물의 생육 특성은 5주(10줄기)씩을 무작위 선발하고 1주일에 1회 조사되었다. 조사 항목은 줄기의 주간 성장길이, 줄기 직경, 마디수, 줄기 최상단 성장점으로부터 아래로 첫 개화 및 착과 위치, 착과수, 생산량으로 하였다. 주간 성장 길이는 줄기 선단부의 성장점을 유인줄에 표시한 후 1주일 후에 표시점에서 성장점까지 길이를 측정하였다. 줄기 직경은 성장길이 조사 시 유인줄에 표시된 부분의 두께를 캘리퍼스로 측정하였고 마디수는 분지점부터 육안으로 세었다. 최상단 개화 및 착과 위치는 식물체 최상위의 착생된 꽃과 과실을 절위로 조사하였다. 착과수는 조사일마다 식물체에 착생되어 있는 과실의 수로 하였다. 그리고 뿌리 무게는 정식 후 46주차까지 이용된 슬라브(배지)를 처리별로 3개씩 장시간 건조하여 무게를 측정하고 이용되지 않은 슬라브 무게를 뺀 값을 평균하였다. 생산량은 농가에 재식된 각 처리별 330주에서 22주 동안 8회 수확되어 출하된 양을 합하여 계산하였다.

4. 통계처리

SPSS 통계프로그램(12.Version, IBM Co., USA)을 이용하여 95% 신뢰수준에서 처리 간 유의차 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 파프리카 묘의 직접 정식 시 절곡 방법에 따른 지상부 및 지하부 생장

코이어 배지에 직접 정식 시 파프리카 묘의 절곡 방법에 따른 줄기, 마디, 엽의 생장을 조사하였다. 주간 평균 줄기 신장은 10.1-10.4cm/week, 마디수 증가는 1.3개, 그리고 최상단 착화 마디 부위의 줄기 직경은 5.63-5.53mm, 엽면적은 9.9-10.1cm²으로 I-type에서 다른 types보다는 높은 경향이었으나 통계적 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 1). 조사기간 동안 처리구 모두 주간 줄기 신장 변화는 7-8주째 사이에 그 신장량이 18.4-20.9cm/week, 18-19주째 사이에 9.5-12.7cm/week로 2회의 peak 형태를 나타내었다. 특히, I-type에서 정식 후 초기(4-12주째)까지 총 줄기 신장량이 108.6cm로 가장 많았고, 이후에는 22주째까지 77.9cm로 U-type과 함께 L-type의 85.0cm보다 적었다. 기존 암면큐브에 이식 후 정식

하였을 때 절곡 방법에 따라 정식 후 초장의 생육이 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고되었다(An 등, 2002).

최상단 착화 지점의 줄기 직경을 조사한 결과(Fig. 3). 정식 초기에는 I-type에서 평균 7.3mm로 다른 처리구의 6.8mm보다 두꺼웠으나(Fig. 3A), 이후 기간에는 평균 4.2mm로 다른 처리구의 4.4mm보다 얇았다(Fig. 3B). 이러한 줄기 직경의

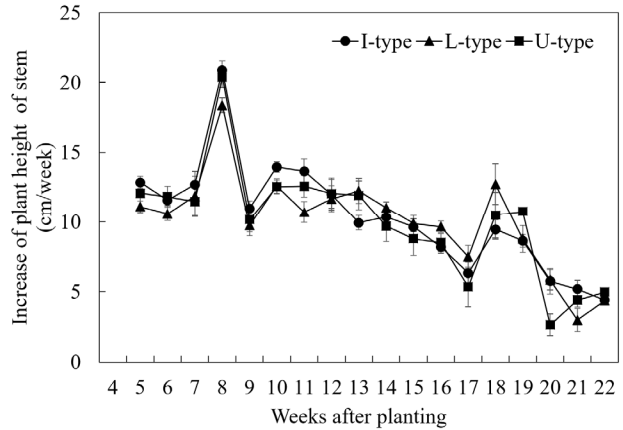


Fig. 2. Changes in main stem length of the plants for 22 weeks after planting paprika seedlings according to the bending methods. Vertical bars represent standard errors of the mean values.

Table 1. Weekly average stem, node, and leaf growth of the plants for 22 weeks after planting paprika seedlings according to the bending method.

Bending methods (Angle levels)	Stem length (cm/week)	Stem diameter (mm)	Node number (nodes/week)	Leaf area (cm ² /leaf)
I (0°)	10.4 a ^z	5.63 a	1.3 a	10.1 a
L (90°)	10.1 a	5.53 a	1.3 a	10.0 a
U (180°)	10.0 a	5.53 a	1.3 a	9.9 a

^zMean separation within columns using Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

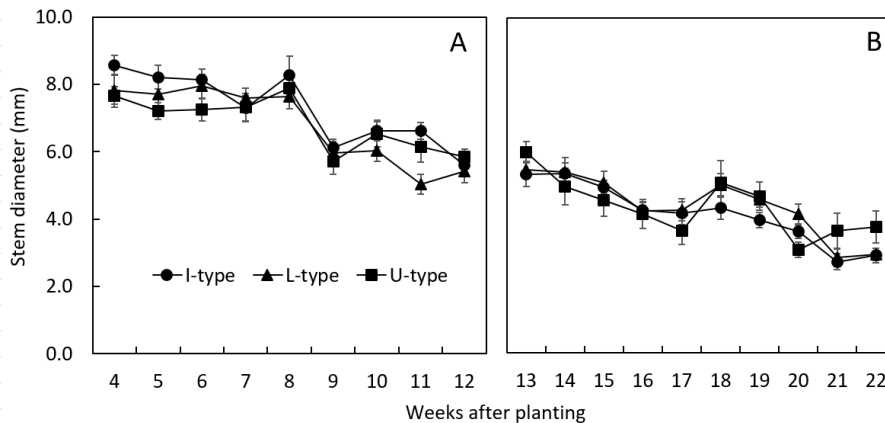


Fig. 3. Change in the main stem diameter of plants for 22 weeks after planting paprika seedlings according to the bending method. A and B, periods of forming the first (A) and the second (B) fruit groups, respectively. Vertical bars represent the standard errors of the mean values.

경향은 Fig. 1의 줄기 신장과 동일한 경향을 나타내었다. 즉, 정식 초기에는 I-type에서 영양생장을 통해 줄기 비대가 잘 되었고 이에 따른 초기 양수분 흡수가 많아 줄기 신장이 많았던 것으로 판단된다. Choi 등(2002)은 묘 소질이 정식 후 줄기 직경에 영향을 준다고 보고하였는데, 본 연구와의 처리 조건이 동일하지 않아 절곡에 따른 스트레스가 작용하였는지는 연구가 필요하다.

작기 종로 직전 뿌리량을 조사하였다(Fig. 4). I-type > U-type > L-type 순으로 무거웠다. I-type 처리구에서 0.96kg/slab으로 U-type의 0.74kg, L-type의 0.56kg보다 약 1.3-1.7배 정도 무거웠다. 절곡을 준 처리구들에서 뿌리량이 적었던 것은 절곡에 따른 정식 초기 스트레스나 묘의 기존 뿌리가 절곡됨에 따라 중력의 방향과 불일치되는 부위가 다수 존재함으로써 뿌리 발생 및 신장 속도가 느렸기 때문으로 판단된다(Hollenman, 1970). Lee(2011)는 압면큐브 육묘 시 큐브에 이식한 초기에

는 L과 U-type 보다 I-type에서 뿌리 발달이 많았으나, 이후 정식 전까지는 총 뿌리발달량은 U-type에서 가장 많았다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 배지에 어린 묘를 직접 정식한 후 초기에는 I-type에서 뿌리 발달이 많았을 것으로 판단되고, 압면큐브와 다르게 유기 배지인 코이어 배지의 물리적 특성(Hwang 등, 2020)의 영향을 받아 이후에도 뿌리발달이 다른 처리구에 비하여 증가하였을 것으로 판단된다.

줄기 신장(Fig. 2) 및 직경(Fig. 3) 결과를 고려하면 뿌리의 발생량 차이는 절곡 방법에 따라 정식 후 초기에 나타났고, 이러한 뿌리 발육 차이 이후 생육 및 착과에도 영향을 주었을 것으로 판단된다(Choi 등, 2002).

2. 파프리카 묘의 직접 정식 시 절곡 방법에 따른 착과 및 생산량

파프리카 묘의 절곡 방법에 따른 식물체에 유지되어 있는 주별 착과수는(Fig. 5) 정식 후 초기에는 U-type에서 높은 경향이었고, 다음으로 I, L-type 순이었다. 하지만 이후에는 I-type에서 가장 많은 수를 유지하였고, U-type에서는 시간이 갈수록 감소하고 L-type에서는 지속적으로 낮은 착과수를 유지하는 경향을 나타내었다. 이에 따라 총 착화수 대비 착과 비율이 I-type에서 가장 높고 L-type에서 가장 낮을 것으로 판단된다.

특히, 착과 패턴 변화가 Fig. 2의 줄기 신장 경향과 유사한 패턴으로 영양생장과 생식생장의 균형 정도에 차이를 나타내었을 것으로 판단된다. 기관별 건물 분배는 착과수의 영향을 결정적으로 받으며 이에 따라 생식기관과 영양기관 간 부의 상관을 나타내고(Gonzalez-real 등, 2008), 총 수용부 강도도 착과수나 과실크기에 영향을 받는다(Marcelis 등, 2004)고 보고되었다.

조사 기간 동안 본 시험 농가에 재식된 각 처리별 330주를 대상으로 주별 수확량을 조사하였다(Fig. 6). 15주째부터 조

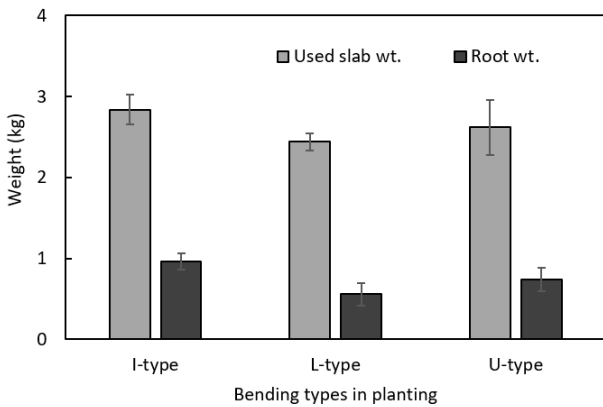


Fig. 4. Used slab weight and fresh weight of plant root at 46 weeks after planting paprika seedling according to bending methods. Vertical bars represent the standard error of the mean values. Root weight was a weight of used slab minus a weight of unused slab.

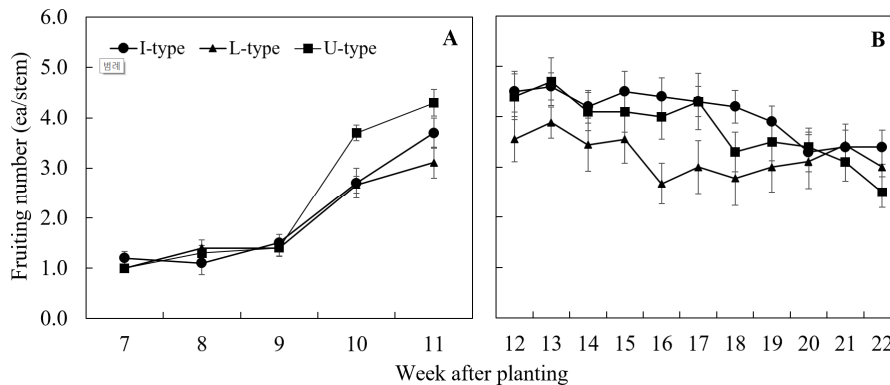


Fig. 5. Change in the fruiting number of paprika plants over 22 weeks after direct planting according to the bending method. A and B, periods of forming the first (A) and the second (B) fruit groups, respectively. Vertical bars represent the standard errors of the mean values.

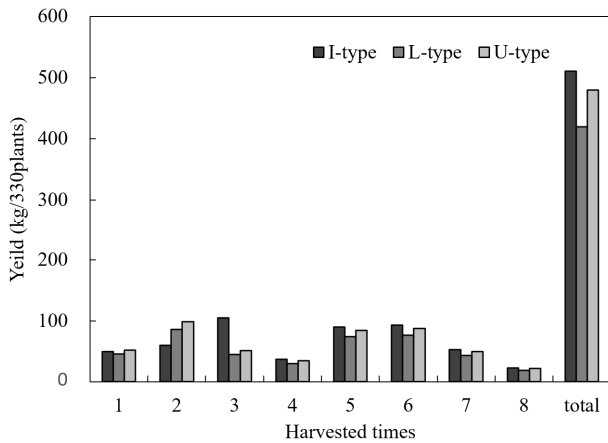


Fig. 6. Yield harvested from 330 plants for 22 weeks after planting paprika seedlings according to the bending method.

사를 시작하여 22주째까지 총 8회를 조사하였다. 첫 수확량은 U-type에서 수확량이 가장 많았지만 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 두 번째 수확량은 U > L > I-type 순으로 처리구들간 차이를 나타내었다. 이후 세 번째부터 8번째 수확 시까지 I > U > L-type 순의 경향이 지속되었다. 특히, 세 번째 수확량에서는 I-type에서 월등히 높았다. 이에 따라서 처리별로 330주에서 8회 수확된 양은 각각 약 510, 420, 480kg이었다. 본 품종의 평균 과중을 220g, 그리고 재식밀도를 활용하여 계산하였을 시 I-type은 L과 U-type에 비해 줄기 당 0.62개, 0.21개를 더 생산하였다.

파프리카 과실의 착과 후 수확까지 약 10주로 가정하였을 때 이러한 수확량 패턴은 Figs. 2-5의 결과와 부합되는 것으로 판단된다. 따라서 I-type은 정식 후 초기 뿌리 발생의 안정화가 빨라 줄기 신장 및 비대가 잘 이루어진다. 그리고 초기의 뿌리 발달과 활발한 영양생장을 통해 수체의 세력을 잘 확보하고 이에 따라 영양생장과 생식생장의 균형이 잘 이루어짐으로서 착화 대비 착과율이 높아 수확량이 많은 것으로 판단된다.

본 연구는 동일 온실에서 수행되어 재배기간 동안 적용된 지상부 및 지하부 환경, 측지 제거 등 모든 투여된 요소의 수준이 동일하다. 또한 생산량이 type별로 330주가 조사됨으로서 각 슬라브별 지하부 환경 차이의 편차를 유의하게 제어한 것으로 판단된다. 따라서 I-type은 농가의 정식 시 L과 U-type에 비해 단위 시간당 노동력을 줄일 수 있고, 절곡에 따른 묘의 손실을 감소뿐만 아니라 수확량을 증대시킬 수 있는 것으로 판단된다. 하지만 파프리카는 무한생장을 하고 장기간 재배되는 작물이며 본 연구와 동일한 연구가 국내에서 진행된 바가 없어 향후 보완된 세밀한 연구를 통해 명확한 원인을 구명해야 할 것으로 판단된다.

적 요

코이어 배지를 이용한 파프리카 재배에서 직접 정식 시 절곡 방법에 따른 정식 후 초기 생육과 수확량을 비교하였다. 절곡 방법은 I-type(절곡각도 0°), 옆으로 누인 L-type(절곡각도 90°), 뒤집어서 뿌리가 위로 향하도록 하는 U-type(절곡각도 180°)로 하였다. 줄기 신장 및 직경, 엽면적의 주간 평균 발달량은 정식 후 초기에 다른 처리구에 비해 영양생장이 왕성하였던 I-type에서 가장 높았다. 정식 후 46주째의 뿌리 무게도 I-type 처리구에서 다른 처리구들에 비해 약 1.3-1.7배 정도 무거웠다. 처리구별로 330주에서 생산된 수확량은 각각 약 510, 420 및 480kg으로 I-type에서 가장 높았다. 따라서 코이어 배지를 활용한 파프리카 재배에서 직접 정식 시 정식 초기의 뿌리 활착 및 세력 확보, 그리고 이후 착과 안정성에서 I-type이 적합할 것으로 판단된다.

추가주제어 : 코이어배지, 착과안정성, 식물체 세력, 뿌리무게

사 사

본 연구논문은 2020학년도 원광대학교 교내연구비에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- 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. (in Korean)
- Buwalda F, E.J. Van Henten, A. De Gelder, J. Bontsema, and J. Hemming 2006, Toward an optimal control strategy for sweet pepper cultivation: A dynamic crop model. *Acta Hort* 718:367-374. doi:10.17660/ActaHortic.2006.718.42
- Choi Y.H., J.L. Cho, H.C. Rhee, D.K. Park, J.K. Kwon, and J.H. Lee 2002, Effect of summer grown seedling quality on growth and yield of tomato. *J Kor Soc Hort Sci* 43:395-398. (in Korean)
- Gonzalez-real M.M., A. Baill, and H.Q. Liu 2008, Influence of fruit load on dry matter and N-distribution in sweet pepper plants. *Sci Hort* 117:307-315. doi:10.1016/j.scienta.2008.05.026
- Hollenman J.J. 1970, Demonstrating root growth and geotropism. *The American Biology Teacher* 32:291-293. doi: 10.2307/4443054
- Hwang H.S., H.W. Jeong, H.R. Lee, and S.J. Hwang 2020, Rooting rate and survival rate as affected by humidification period and medium type of 'Maehyang' strawberry on cutting propagation. *Protected Hort Plant Fac* 29:219-230.

- (in Korean) doi: 10.12791/KSBEC.2020.29.3.219
- Kim H.C., Y.H. Cho, Y.G. Ku, and J.H. Bae 2015, Seedling qualities of hot pepper according to seedling growth periods and growth and yield after planting. *Korean J Hort Sci Technol* 33:839-844. (in Korean) doi:10.7235/hort.2015.15083
- Kim Y.B., Y.H. Hwang, and W.K Shin 1999, Effect of root container size and seedling age on growth and yield of tomato. *J Kor Soc Hort Sci* 40:163-165. (in Korean)
- Ko B.U., J.H. Bae, S.J. Hwang, and H.C. Kim 2017, Seedling qualities of watermelon as affected by different raising seedling period and growth characteristics after planting. *Protected Hort Plant Fac* 26:56-63. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2017.26.2.56
- Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation (KAFFTC) 2020, Kati 'export and import information of paprika'. (in Korean) <https://www.kati.net/product/basisInfo.do?lcdCode=MD147>. Accessed September 2021
- Kwack Y., D.S. Kim, and C.H. Chun 2014, Optimum cultivation period and rockwool block size for paprika transplant production using a closed transplant production system. *J Bio-Env Con* 23:139-143. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2014.23.2.139
- Lee J.S., H.I. Lee, and Y.H. Kim 2012, Seedling quality and early yield after transplanting of paprika nursed under light-emitting diodes, fluorescent lamps and natural light. *J Bio-Env Con* 21:220-227. (in Korean)
- Lee S.A. 2011, Effects of environment change of root zone on young sweet pepper plant (*Capsicum annum* L.). Master diss, Chonnam Univ., Gwangju, Korea. pp 14-24. (in Korean)
- Marcelis L.F.M., E. Heuvelink, L.R. Baan Hofman-Eijer, J. Den Bakker, and L.B. Xue 2004, Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *J Exp Bot* 55:2261-2268. doi:10.1093/jxb/erh245
- Markovic V., M. Djurovka, Z. Ilin, and B. Lazic 2000, Effect of seeding quality on yield characters of plant and fruits of sweet pepper. *Acta Hortic* 533:113-120. doi:10.17660/Acta Hortic.2000.533.12
- Weston L.A., and B.H. Zandstra 1986, Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. *J Amer Soc Hort Sci* 111:498-501.