

코이어 배지의 포수 및 정식 방법에 따른 수경재배 오이의 생육 및 과실 특성

이흥수¹ · 배효준¹ · 배종향^{2,3,4} · 고바울^{5*}

¹원광대학교 원예학과 대학원생, ²원광대학교 원예산업학부 교수, ³원광대학교 생명자원과학연구소 교수,
⁴원광대학교 식물육종연구소 교수, ⁵국립원예특작과학원 박사 후 연구원

Growth and Fruit Characteristics according to Filling and Planting Methods of Coir Medium Hydroponically Grown Cucumber

Heung Soo Lee¹, Hyo Jun Bae¹, Jong Hyang Bae^{2,3,4}, and Baul Ko^{5*}

¹Graduate Student, Department of Horticulture, Graduate School, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea
²Professor, Division of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea,
³Professor, Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea
⁴Professor, Institute of Plant Breeding Research, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea
⁵Post-Doctoral Researcher, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

Abstract. This study was conducted to validate the growth and productivity of cucumber hydroponics using coir as the medium, different types of nutrient solutions and formal methods, in order to select the most efficient cultivation method. The nutrient solutions consisted of culture solution (S) and raw water (W), the planting methods were rockwool cube seedlings (RC), rockwool plug seedlings (RP), and slab directly seedlings (DS). The reference date was set the sowing date. The initial growth showed a significant increase in the culture solution treatment, the differences among treatments decreased as the growth period lengthened. There was no apparent correlation between the planting methods and growth, but different results were observed among the same planting methods depending on nutrient solution used. Similarly, productivity followed a similar trend, with significantly higher harvest in the culture solution treatment during the initial harvest period of 6–8 weeks after sowing, but the harvest gap among treatments were diminished in the after period. The cumulative harvest was significantly higher in the culture solution treatment due to the initial difference in harvest quantity. Plant growth and fruit productivity exhibited a similar trend, showing a linear relationship. There was no correlation among the planting methods, but direct seedling with the culture solution showed the highest initial growth and harvests due to stable nutrient and moisture supply in the initial root zone. Therefore, it is believed that direct seeding method on the culture solution medium would be most advantageous for plant growth and productivity. Additionally, it is expected to contribute to cost effectiveness from an economic perspective through simplification of the cultivation process, labor costs and production cost reduction

Additional key words: rockwool, raising seedling, hydroponics, fruit length, fruit width

서 론

오이(*Cucumis sativus* L.)는 일년생 초본과의 식물로 저온 성 작물이다. 오이는 노지 재배 시 양수분 관리가 어려워 세밀한 양수분 관리가 가능한 수경재배가 적절한 재배방법이다 (Hitchon 등, 1991). 특히, 고품배지경의 수경재배는 높은 비료 이용 효율과 적정 관수 관리를 통한 고품질의 과실을 다수 확할 수 있다(Grewal 등, 2011; Parks 등, 2009; Salokhe 등,

2005). 고품배지경에는 주로 암면 또는 코코넛 코이어가 이용되며, 배지의 종류에 따라 작물의 정식 후 생육 및 품질에 큰 영향을 미친다(An과 Shin, 2021). 수경재배에 활용할 수 있는 육묘에 관한 연구는 주로 암면 블록을 이용하여 수행되었으며, 급액시점(Ko 등, 2020), 인공광원을 활용한 광 조건(Kwack 등, 2014; Lee 등, 2022), 육묘 기간(Jang 등, 2018) 등이 수행되었으나, 일부 작물에 집중되어 있으며, 플러그 트레이를 이용한 공정육묘와 비교하여 수경재배 방식의 연구 및 기술 수준은 미흡한 실정이다(Lee 등, 2022).

2021년 기준 오이 수경재배 면적은 3,008ha으로 2020년과 비교하여 약 10% 감소하였으며, 고령화로 인한 노동력 감소

*Corresponding author: dogwal@hanmail.net
Received December 29, 2023; Revised January 22, 2024;
Accepted January 23, 2024

가 주요 원인으로 알려져 있다. 특히 수경재배의 경우 활용할 수 있는 묘를 육묘업체를 통하여 공급받기 어려워 농가의 자체적 육묘에 의존하고 있으며, 이러한 경우 재배 단계가 늘어나 과도한 노동력이 요구된다(Ko 등, 2020). 또한, 암면 블록을 이용한 육묘는 고가의 암면 블록 구입 비용이 추가될 뿐만 아니라 폐기를 위한 비용 및 환경문제 또한 농가의 부담을 가중시키고 있다.

수경재배에 주로 이용되는 코이어 배지는 공급률이 높아 포수 시 뿌리 발육이 양호하여, 육묘 단계를 거치지 않고 직접 배지에 정식하더라도 건전한 생육이 가능하며, 이 밖에도 노동력 및 비용 절감의 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다(Kim과 Hwang, 2015). 본 연구는 코이어 배지를 이용한 오이 수경재배 시 포수 및 정식 방법에 따른 생육 및 과실 특성 구명을 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 온실 환경

본 연구는 전라북도 익산에 위치한 원광대학교 원예산업학과 실습포장 내 연동형 플라스틱 필름 온실(면적: 645m²)에서 오이(*Cucumis sativus* L.) 품종 중 ‘장일만능오이(Dongwon Ltd., Korea)’를 대상으로 수행되었다. 4월부터 7월까지 재배하였으며, 온실 내 환경 제어는 온실 환경 관리시스템(MAGMA-1000, Green Control System Ltd., Korea)을 이용한 측창 및 천창 개폐와 차광 및 보온 스크린 자동 제어 수준으로 관리되었으며, 온실 내 환경 데이터 수집은 기온, 상대습도, 광량은 1분 간격으로 자동 수집하였다.

2. 재배 환경

시험 기간 동안 조사된 온실 내부의 온도, 상대습도, 누적 광량은 Fig. 1과 같다. 월 평균 온도는 4월부터 7월 순으로 각각 22.7, 22.4, 25.3, 30.0°C로 최고 온도는 7월이 31.3°C로 가장 높았으며, 최저 온도는 5월의 18.3°C였다. 온실 내부의 상대습도는 71.1 – 83.7%였으며, 일평균 광량은 591 – 826W·m²였다.

3. 코이어 배지의 포수 방법

공시재료는 코이어 슬라브(Grodan Co., The Netherlands)를 사용하였다. 포수 방법은 지하수(pH 7.3, EC 0.2dS·m⁻¹)과 네덜란드 온실작물연구소(PBG)에서 제시한 비순환식 오이 배양액(pH 6.0, EC 1.5dS·m⁻¹)을 이용하였다. 포수는 자동 급액 시스템(Magma 1000 V2.0, Green Control System Ltd., Korea)을 이용하여 3일간 슬라브당 6L가 포수되었다. 각 처리는 슬라브 당 3주씩 5반복으로 하였다

4. 오이의 정식 및 생육조사 방법

정식 방법은 암면 큐브 묘(RC)와 암면 플러그 묘(RP)의 정식, 슬라브 내 배지에 직접 파종(DS)을 하였다. RC 및 RP 처리구의 파종은 240공 암면 플러그(UR Media Co., Korea)을 이용하였고, 온도 25°C와 상대습도 70% 챔버에서 발아시켰다. 이후 발아한 어린 묘의 일부를 정식에 사용하였고(RP), 남은 묘를 암면 큐브(UR media Co., Korea)에 이식하였다. DS 처리구는 배지의 정식위치에 파종을 위한 구멍을 낸 뒤, 1공당 종자 1립씩 총 3립을 파종하였다. 처리구별 파종 및 정식 일정은 Table 1과 같다.

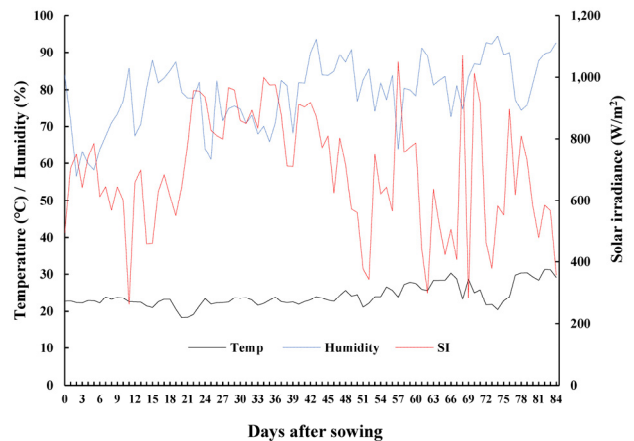


Fig. 1. Changes in environmental condition (temperature, relative humidity, and solar irradiance) in the greenhouse during this study period in April 15th to July 4th.

Table 1. The planting schedule by different planting methods.

Treatment	Date		
	Sowing	Transplanting	Planting
Rockwool cube seedling (RC)	April 18	April 27	May 5
Rockwool plug seedling (RP)	April 18	-	April 27
Direct sowing in slab (DS)	April 18	-	April 18

생육 조사는 정식 후 4일부터 정식 후 65일까지 주 1회 수행하였다. 슬라브 배지는 처리당 5반복 난괴법으로 하였고, 슬라브당 1주 선발하여 조사하였다. 조사 항목은 초장, 마디수, 경경, 엽수, 엽록소 함량, 엽장과 엽폭을 이용한 엽면적으로 하였다. 초장은 지제부부터 식물의 성장점까지 측정하였다. 경경은 지제부 위 1.5cm 밑의 부분과 성장점으로부터 아래로 5번째 엽 주위 부분을 버니어 캘리퍼스(CD-20APX, Mitutoyo Co., Japan)로 측정하였다. 엽수는 엽장이 3cm 이상 전개된 잎의 개수를 육안으로 세었다. 엽장, 엽폭, 엽병장은 생육 초기에는 완전히 전개된 잎 중 가장 크고 넓은 잎을 선택하여 측정하였고, 생육 중기에는 성장점을 기준으로 밑으로 5번째 잎을 줄자로 측정하였다. 엽록소 함량은 엽록소측정기(Model-502 plus, Minolta Camera Co., Japan)를 사용하였다. 엽면적은 엽면적 추정식을 이용하여 계산하였다(Flávio와 Marcos, 2005).

$$LA = 0.88LW - 4.27 \text{ [LA: 엽면적(cm}^2\text{), LW: 엽폭(cm)]}$$

과피 조사는 정식 후 12주에 엽과 줄기를 구분하여 생체중과 건물중을 측정하였다. 건물중은 60°C의 드라이 오븐에서 7일간 완전히 건조시킨 후, 측정하였다. 과실 조사는 과장, 과경, 과병장, 과중, 수확과 수를 측정하였으며, 과실 수확은 하루에 한 번씩 진행하였다. 과장 및 과병은 양 끝부분을 줄자로 측정하였으며, 과경은 과실의 가장 굵은 부분을 버니어 캘리퍼스를 이용하여 측정하였다.

5. 통계분석

조사된 데이터는 SAS 통계프로그램(9.4 version, SAS Institute, USA)을 사용하여 분석되었으며, 95% 유의수준에서 Duncan 다중검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다

결과 및 고찰

1. 코이어 배지 포수 및 정식 방법에 따른 생육 특성

코이어 배지를 이용한 오이 수경재배에서 정식 전 포수 및 정식방법에 따른 오이 식물체의 정식 후 5일(RC 처리구 기준, 파종 후 26일) 생육 결과는 Table 2와 같다. 배양액으로 포수한 처리구(S)가 원수 포수처리(W)보다 생육량이 많았는데, 특히, S-DS 처리구에서 뚜렷하게 높았다. 마디수는 3.2ea/plant로 가장 많았고, 초장은 19.3cm/plant로 가장 짧았던 W-DS 처리 2배 이상 길었다. 지상부 경경과 지제부 경경도가 가장 두꺼웠다. 엽면적도 동일한 경향으로 모든 S 처리구에서 172 - 233cm²/plant 범위로 원수 W 처리구들과 비교하여 1.7 - 3.7배 수준으로 월등하게 넓었다. 엽수도 엽면적과 동일한 경향이었다. 이는 발아 후 생육 초기(유묘기-육묘기)에도 일정 수준의 양분의 공급이 생육에 큰 영향을 미치는 것을 의미한다. S 처리구는 배지에 양분이 공급됨에 따라 생육에 요구되는 양 수분의 공급이 원활하였으나, W 처리구는 배지 내 양분 공급이 되지 않았을 뿐만 아니라 유기 토양인 코이어 배지가 함유하고 있던 양분마저 용탈되어(Kim 등, 2012), 근권부 양분이 부족하였기 때문으로 판단된다.

생육량이 가장 많았던 S-DS 처리구와 비교하여 정식방법이 동일하였던 W-DS 처리구는 원수 포수방법(W)으로 포수된 다른 처리들과 비교하여 생육이 다소 저조하였는데, 이는 배지 직접 파종방식이 암면플러그를 이용한 파종보다 발아율이 다소 지연되어 실제 생육기간이 다소 짧았으며, 발아 후 배지의 물리성 차이에 의하여 뿌리 활착이 지연되었고, 암면 큐브를 이용한 처리는 묘의 육성에서 무기 배지인 암면의 특성을 고려하여 지속적으로 배양액을 공급하였기 때문에 이와 같은 다양한 요인이 복합적으로 작용한 것으로 생각된다. S 처리의 생육 결과에서 정식 방법 간 뚜렷한 차이를 나타낸 것도 이러한 요인으로 보여진다. 본 연구결과는 정식 방법에 따른 초

Table 2. Growth characteristics of cucumber seedlings according to different filling the slab and planting methods for 3 weeks after sowing.

Filling (FM)	Planting (PM) ^z	No. of nodes	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)		Leaf area (cm ² /plant)	SPAD value
				I	II		
Water (W)	RC	1.6 bc ^y	11.5 bcd	3.5 a	4.9 cd	101 b	41 a
	RP	1.2 c	8.1 d	3.0 bc	4.4 d	64 b	37 ab
	DS	1.2 c	8.9 cd	2.5 c	3.4 d	68 b	36 b
Nutrient solution (S)	RC	2.0 b	14.0 b	4.3 ab	6.3 bc	172 a	43 a
	RP	2.0 b	12.6 bc	4.3 ab	7.2 b	183 a	41 ab
	DS	3.2 a	19.3 a	5.3 a	8.9 a	233 a	41 ab

^zRC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

^yMeans with difference letter within the column is significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ ($n = 5$).

기 생육에 대한 비교 수준에서 활용될 수 있으나 실제 정식기까지의 처리 방법 외 통일된 육성 방법을 제시하지 못하였다. 따라서 정식 방법과 생육 및 수량 간 세밀한 관계성과 효과 분석을 위하여 정식기까지 동일한 조건에서 급액량, EC 등의 관리 방법 또한 연구되어야 할 것으로 생각된다.

배양액 포수 방법과 정식 방법에 따른 초기 식물체의 생육 결과를 종합하면 배지의 포수 방법은 초장의 신장, 줄기의 비대, 엽면적과 높은 상관성을 나타내어 오이의 초기 생육에 요구되는 양분 공급 측면에서 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 정식방법과 식물체의 생육 간에는 다소의 상관관계를 나타내었지만, 포수 방법 및 정식 방법이 복합적으로 작용하였을 때, 오히려 동일한 정식방법 간에도 상반된 결과를 나타낸 것을 보았을 때, 정식방법이 식물의 초기 생육에 직접적인 영향을 미치지 않는지만, 포수 방법에 따라 보수력, 보비력 등 물리성 차이로 인한 영향을 줄 수 있는 것으로 보여진다. 따라서 파종 후 생육기간이 동일하다면 압면 플러그를 이용한 파종 단계, 압면 큐브를 이용한 이식 단계가 생략되어도 재배 단계에서 생육 및 수량 저하가 발생하지 않는 것으로 생각되며, 이러한 재배 단계의 간소화는 압면 플러그 비용, 압면 블록 비용,

육묘 단계에 투여되는 노동력 등을 고려하였을 때, 농가의 생산 원가 절감을 통한 경제성 향상에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 작물의 발아율 수준(90%)을 고려하면, 보식에 활용할 묘의 소량 추가 육성이 필요할 것으로 생각된다.

배지 포수 방법과 정식 방법에 따른 정식 후 오이의 초장 및 마디 수의 변화를 살펴보면(Fig. 2), 초장은 발아 후 육묘기-육묘기 단계인 후 4주까지는 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 4주 후부터 S 처리구에서 유의하게 길었다. 특히 배양액 포수 처리(S) 중에서도 S-DS 처리구의 후 4-6주 구간에서 초장이 급격하게 신장하여 S-RC 및 RP 처리구보다 유의하게 길었다. 이후 7주 후부터 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 생육기간이 길어질수록 정식방법뿐만 아니라 배지 포수 방법에 따른 격차도 감소하는 경향이였다(Fig. 2A). 이는 묘 소질이 정식 후 생육에 큰 영향을 미친다는 연구 결과(Buwalda 등, 2006)에 따라 RC 처리가 정식 된 시기를 육묘기 기준으로 하여 생육량이 가장 높았던 S-DS 처리에서 정식 후 가장 빠른 생육 속도를 나타내었으나, 오이의 작형 기간을 고려하였을 때, 10주 이후는 식물체가 노화 단계에 진입함에 따라 영양생장이 감소되었기 때문으로 판단된다. 마디수 또한 초장과 유사한 경향으로 파종 후 7주째까지는 S-DS 처리구에서 가장 높았으나, 생육기간이 길어질수록 처리 간 차이가 줄어들었다(Fig. 2B). 이와 같이 초장과 마디수가 유사한 생육 경향을 나타낸 것은 처리 방법에 따른 절간장의 차이가 없다는 것을 의미한다. 따라서 처리 방법에 따라 생육량 또는 생육속도의 차이는 나타날 수 있으나 근권부 양분 함량 및 물리성이 식물체의 도장에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다. 기간별 잎의 성장 패턴(Fig. 3)은 모든 처리구에서 동일하였으며, 이는 작물

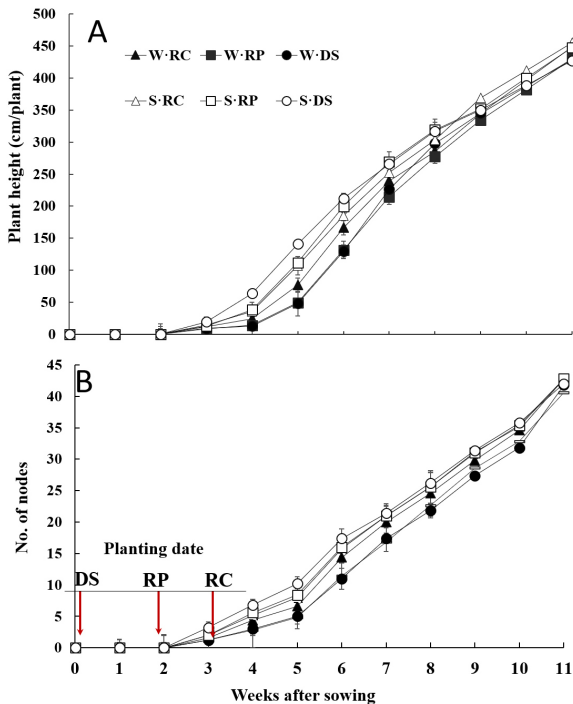


Fig. 2. Changes in plant height (A) and node number (B) of cucumber plants according to different filling the slab and planting methods during this study periods after sowing. Vertical bars represent the standard error the mean. W, slab filled with water; S, slab filled with nutrient solution; RC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

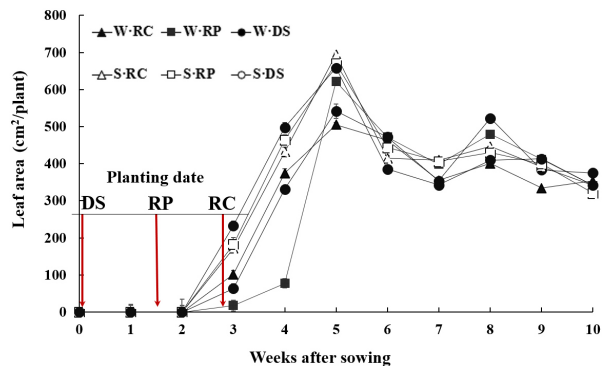


Fig. 3. Changes in leaf area of cucumber plant according to different filling the slab and planting methods during this study periods after sowing. Vertical bars represent the standard error the mean. W, slab filled with water; S, slab filled with nutrient solution; RC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

의 생육 특성에 따라 생육 초기 동화산물의 분배가 초 장의 신장, 줄기의 비대, 잎의 확장 등에 이용되고 파종 6주 후부터 생식 성장 전환 단계 진입으로 과실의 생성 및 비대에 분배되었기 때문으로 생각된다.

노화 단계에 진입한 것으로 판단되는 파종 12주 후 지제부 경경은 포수방법과 정식방법이 복합적으로 적용되었을 때, 높은 수준의 상관성을 나타내었으나, 포수방법에 따라 동일한 정식방법 간 오히려 부의 관계성이 나타났다(Table 3). 지제부의 경경은 일정 수준까지 생육 초기에 비대함으로 생육 초기의 경경과 유사한 경향이었으며, W 처리구와 S 처리구 간 차이가 감소한 것은 W 처리의 초반 생육이 지연되었기 때문인 것으로 생각된다. 지제부 경경을 제외한 초장, 마디 수, 성장점 부분의 줄기 직경은 모든 처리 간 유의한 차이를 나타내지 않았다. 포수 및 정식방법에 따른 오이 식물체의 줄기와 잎을 분리하여 지상부 생체중 및 건물중(Table 4)을 조사하였다. 줄기의 생체중은 배양액 포수(S) 처리에서 429-448g/plant 수준으로 원수 포수(W) 처리보다 7-19% 정도 무거웠다. 줄기의 건물중도 동일한 경향이였다. 이는 Table 3 지제부 경경 (Stem I)의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 동일한 포수 처리

에서 정식방법 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 잎의 생체중 및 건물중 또한 유사한 경향이었는데, 배양액 포수(S) 처리에서 다소 무거웠고, 동일한 포수 방법 내에서 정식방법 간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 엽면적은 파종 후 8주 이상 경과된 생육 후기로 갈수록 유의한 차이를 나타내지 않았으나(Fig. 3), 잎의 생체중 및 건물 중을 통하여 엽면적을 추정하였을 때, 배지 포수방법에 따라 유의한 수준의 차이가 있을 것으로 보여진다. 엽면적 확보는 식물체의 광합성을 통한 생육 및 생산성 향상에 큰 영향을 미치는 요인으로 중요하게 관리되어야 한다.

전체적인 생육조사를 종합해 보았을 때, 오이 수경재배에서 포수 방식이 식물체의 생육에 직접적인 영향을 미치는 것으로 보이며, 정식 방법은 배지의 물리성, 관리방법의 차이로 인한 간접적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한, 처리 방법에 따른 식물체 생육은 파종 후 4-5주 구간에서 유의한 수준의 생육 차이가 발생하나, 이후 차이가 감소하며, 이는 묘의 소질이 초기 생육에는 영향을 줄 수 있으나, 생육이 길어질수록 그 차이는 줄어들다는 연구 결과와 일치하였다(Lee 등, 2001). 하지만 모든 식물의 육묘기 생육은 재배에서 매우 중요하며,

Table 3. Growth characteristics of cucumber plants according to different filling the slab and planting methods for 12 weeks after sowing.

Filling method (FM)	Planting method ^c (PM)	No. of nodes	Plant height (cm/plant)	Diameter (mm/plant)	
				Stem I	Stem II
Water (W)	RC	42.8 a ^y	430 a	7.5 a	19.3 ab
	RP	40.6 a	430 a	7.6 a	18.1 bc
	DS	41.8 a	449 a	7.7 a	17.2 c
Nutrient solution (S)	RC	42.8 a	456 a	7.2 a	16.8 c
	RP	42.0 a	427 a	7.1 a	20.9 a
	DS	42.8 a	448 a	7.2 a	19.7 ab

^aRC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

^yMeans with difference letter within the column is significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ (n=5).

Table 4. Fresh weight of cucumber plant according to different filling the slab and planting methods for 12 weeks after sowing.

Filling method (FM)	Planting method ^c (PM)	Fresh weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		
		Stem (A)	Leaf (B)	Total (A+B)	Stem (C)	Leaf (D)	Total (C+D)
Water (W)	RC	400 c ^y	504 ab	904.0 cd	41.8 ab	61.4 ab	103.2 ab
	RP	389 bc	470 b	859.4 d	36.8 b	53.4 b	90.2 b
	DS	378 c	551 ab	929.2 cd	36.0 b	62.8 ab	98.8 ab
Nutrient solution (S)	RC	447 a	616 a	1102.6 a	47.8 a	73.0 a	120.8 a
	RP	429 ab	515 ab	979.8 bc	43.8 ab	61.4 ab	105.2 ab
	DS	448 a	536 ab	1050.2 ab	45.0 ab	74.2 a	119.2 a

^aRC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

^yMeans with difference letter within the column is significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ (n=5).

특히, 초기 충분한 엽면적 확보는 과실의 수확시기, 수량 등에 큰 영향을 미치므로 포수 방법의 경제적인 측면을 고려하지 않는다면, 오이의 파종 또는 정식 전 생육량과 높은 수준의 관계성을 나타낸 배양액 포수(S) 방법을 이용하여 파종 또는 정식하는 것이 정식 후 식물체의 생육에 유리할 것으로 생각된다.

2. 코이어 배지 포수 및 정식 방법에 따른 과실 특성

오이 수경재배에서 코이어 배지 포수 방법 및 정식 방법에 따른 평균 과중(Fig. 4A)은 237 - 263g/fruit 범위였으며, W 및 S-DS 처리에서 각각 243, 237g/fruit로 유의하게 가벼웠다. 이는 시험 처리에 의한 것보다는 오이 수확 시 상품성 측면을 고려하여 과실이 완전히 비대하기 전 기준 규격이 충족되면 수확하는데, 수확과 판단을 육안에 의존해야 하며, 과실비대 속도가 빨라 과실 마다 정확한 시기에 수확할 수 없어 차이가

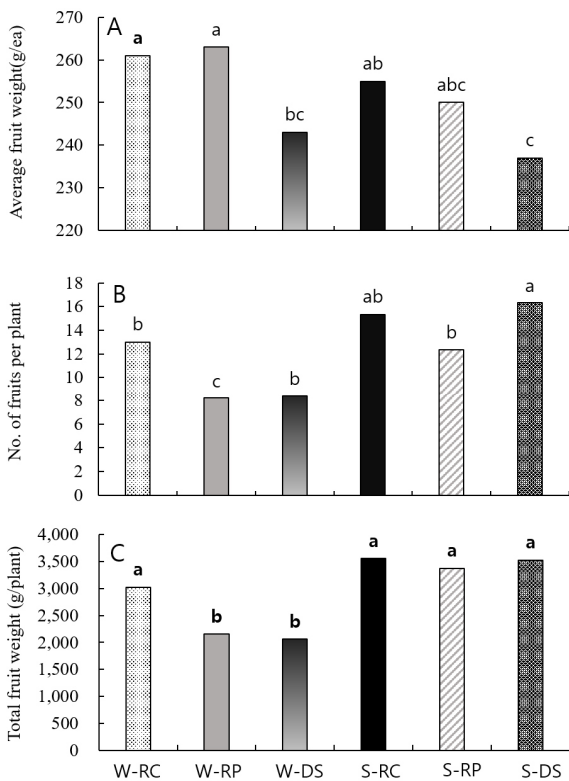


Fig. 4. Average fruit weight (A), number of fruits (B), and total fruit weight (C) according to different filling and planting methods for 12 weeks after sowing. Within-graph means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$. W, slab filled with water; S, slab filled with nutrient solution; RC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

발생한 것으로 생각된다. 따라서 생산성의 평가 기준은 과중보다는 수확 기간, 수확과수 등 다른 요인을 기준으로 판단되어야 할 것으로 생각된다. 수확과수(Fig. 4B)는 포수 방법 중 배양액 포수(S)된 처리에서 유의하게 많았다. 특히, S-RC와 S-DS 처리는 가장 적었던 W-RP 처리보다 2배 이상 뚜렷하게 많았다.

정식 방법 간에도 다소의 관계성을 보였는데, 동일한 포수 방법 중에서 RP 방식의 수량이 다소 적은 경향이 있었다. 이는 받아들인 암면 플러그는 큐브를 이용하지 않고 직접 코이어 슬라브에 파종하여 순화, 활착에 소요되는 기간으로 인하여 생육이 지연되었다고 판단될 수 있지만, 식물체의 생육 결과와 기간별 수확량(Fig. 5)을 고려하였을 때, 이러한 요인보다는 관리 과정에서 나타난 것으로 판단된다. 처리 방법에 따른 누적 과중(Fig. 4C)은 W-RC 처리를 제외하고 원수 포수(W) 방식에서 유의하게 가벼웠다. 배양액 포수(S) 처리에서는 파종 방법에 따른 유의차가 나타나지 않았다. W-RC 방식에서 배양액 포수(S) 처리들과 유의한 차이를 나타내지 않았던 것은 과실 당 평균과중이 무거웠기 때문인데, 상기 수확시기 결정 요인에 따라 과중의 평가 신뢰도에 따라 실제 생산성은 유의한 차이로 낮은 것으로 생각된다.

수확이 시작된 파종 후 6주부터 시험이 완료된 파종 후 12주까지 기간을 2주 간격의 3구간으로 나눠 구간별 수확된 과실을 구분하였다(Fig. 5). 파종 후 6 - 8주까지 수확된 과실 수는 배양액으로 포수 한 배지에 정식하는 방법(S)과 원수로 포수 한 배지에 정식하는 방법(W)의 DS 처리에서 각각 가장 많거

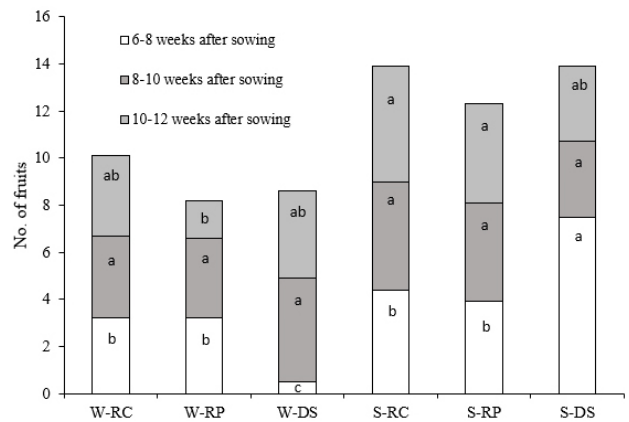


Fig. 5. The yield by harvesting period according to filling and planting methods was measured at during the whole experiment. Within-graph means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$. W, slab filled with water; S, slab filled with nutrient solution; RC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

나 적었는데, 이는 식물체의 육묘기 생육 경향과 동일하였다. 정식방법이 식물체의 생육에 직접적인 영향을 주기보다는 포수 방법에 따라 근권부의 생육 요소에 차이가 발생하고, 정식 방법 차이로 인한 육묘기 배양액 공급 등에 대하여 다른 방식으로 관리되었기 때문에 유묘-육묘기 양분 흡수량이 가장 적었던 W-DS 처리에서 생육 단계가 지연되어 초기 수량이 가장 적었던 것으로 생각된다. 또한, 기간별 마디 수 변화(Fig. 2B)를 보면, W-DS 처리에서 초기 수확 기간 마디수가 뚜렷하게 적었으며, 이는 마디수가 많을수록 과실의 수량성에서 유리하다는 연구 보고(Shukla 등, 2010)와 일치하였다. 파종 후 8-10주까지는 모든 처리에서 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 10-12주 구간에서는 처리 간 다소의 차이를 나타내었으나, 처리에 따른 뚜렷한 경향성을 나타내지 않아 식물의 노화 단계에 진입함에 따라 생산성이 일정하지 않았던 것으로 보여진다. 따라서 동일한 재배 기간 동안 생산성은 초기 수량에 의하여 결정되는 것으로 생각되며, 수확 기간 단축 및 초기 수량 증대를 위하여 파종 및 재배 전 코이어 슬라브의 배양액 포수를 통한 근권부 충분한 양분 공급으로 유-육묘기 뿌리 활착, 초장 신장, 엽면적 확보가 되어야 할 것으로 생각된다.

코이어 배지 포수 및 정식 방법에 따른 과실 특성은 Table 5와 같다. 과장은 모든 처리구에서 26.0-28.5cm/fruit 범위로 W-RC 처리구에서 25.5cm/fruit로 가장 길었으며, S-RP 처리구에서 27.3cm/fruit로 가장 짧았다. 과경은 S-DS 처리구에서 39.8mm/fruit로 나머지 처리보다 1.7-2.7mm 정도 유의하게 두꺼웠으며, 나머지 처리구에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 과병장은 처리 방법에 따라 일부 처리구간 유의한 차이를 나타내었으며, S-DS 처리에서 3.67cm/fruit로 가장 짧았고, 가장 길었던 S-RC 처리구의 80% 수준이었다. 동일 작물의 과병장의 길이 또는 두께는 품종의 특성에 따라 차이가 발생한다는 연구 결과는 다수 보고되었으나, 과실에 이용되는 동화산물 중 과병과 과실에 분배되는 비율 또는 원리 등에 대하여 밝혀진 것이 없다. 따라서 과병장의 차이는 포수

및 정식 방법 차이에 의하여 나타난 것은 아닌 것으로 판단된다. 또한 오이의 경우 과병장은 과실의 상품성 평가에서 중요하게 고려되는 요소가 아니므로, 과병장의 신장이 과실 비대에 영향을 주지 않는다면 과실 특성 평가에서 특별히 고려하지 않아도 될 것으로 생각된다.

생육 및 생산 결과를 종합하면, 배양액을 이용한 코이어 슬라브 포수는 식물체의 초기 생육뿐만 아니라 생산성에도 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 정식 방법은 생육 및 수량에 직접적인 영향을 미치지 않으나, 포수 방법과 관리 방법에 따라 동일한 정식 방법 간에도 상이한 결과를 나타내었다. 따라서 코이어 배지를 이용한 오이 수경재배에서 배양액을 이용한 배지의 포수는 재배 기간 단축 및 생산성 증대를 위한 최우선 조건으로 판단되며, 배양액 포수된 코이어 배지에 직접 파종 방식이 근권부 양수분 공급 및 순화 및 활착에서 유리할 것으로 판단된다. 또한, 직접 파종 방식은 관행의 방식보다 재배 단계를 2단계 간소화되기 때문에 노동력 및 공간 활용 측면에서도 유리하며, 생산 원가 감소를 통한 농가의 경제성 향상에도 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만, 이동이 필요 없는 관행의 암면 플러그를 이용하는 파종 방법과 비교하여 슬라브 직접 파종 시 작업 범위가 넓어지며, 직접 파종을 위한 종자가 투입될 수 있는 구멍을 뚫어야 하기 때문에 파종 작업의 애로가 높아진다. 직접 파종 방식의 현장 활용 시 효율성을 높이기 위하여 이러한 기술적 애로를 해소하고 작업의 효율을 높일 수 있는 농자재 및 작업 방법의 실증적인 연구개발이 필요할 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 코이어 배지를 이용한 오이 수경재배에서 배지 포수액의 종류와 정식 방법에 따른 생육 및 생산성을 검증하여 가장 효율성이 높은 재배 방법의 선발을 위하여 수행되었다. 포수액은 배양액(S)과 원수(W), 육묘는 암면큐브 육묘(RC),

Table 5. Fruit characteristics of cucumber according to different filling the slab and planting methods for 12 weeks after sowing.

Filling method (FM)	Planting method ^z (PM)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)
Water (W)	RC	28.5 a ^y	38.1 b
	RP	27.3 b	38.0 b
	DS	26.5 bc	37.1 b
Nutrient solution (S)	RC	27.4 b	37.9 b
	RP	27.3 b	37.9 b
	DS	26.0 c	39.8 a

^zRC, seedlings used rockwool cube; RP, seedlings used rockwool plug; DS, directed seedlings in coir slab.

^yMeans with difference letter within the column is significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

암면 플러그묘(RP), 슬라브 직파(DS)로 하였다. 재배 기간을 동일하게 하기 위하여 기준일은 파종일로 하였다. 초기 생육량은 S 처리에서 유의하게 높았으나, 생육기간이 길어질수록 처리 간 차이가 감소하였다. 정식 방법과 생육량 간에는 관계성이 나타나지 않았으나, 포수 방법에 따라 동일한 정식방법 간에도 다른 결과가 나타났다. 생산성도 동일한 경향으로 초기 수확기인 파종 후 6-8주까지는 S 처리에서 수확량의 수가 유의하게 많았으며, 이후 동일한 기간 수량의 격차가 해소되었다. 누적 수량은 초기 수확량의 차이로 인하여 S 처리에서 유의하게 높았다. 식물체의 생육과 과실 생산성은 유사한 경향으로 선형적인 관계성을 나타내었다. 정식 방법 간에는 상관성을 나타내지 않았으나, S의 DS 처리가 초기 근권부 안정적인 양·수분 공급으로 초기 생육 및 수량이 가장 많은 경향이 있었다. 따라서 S 처리한 배지에 DS 방식이 식물체의 생육 및 생산성에 가장 유리할 뿐만 아니라 재배단계 간소화를 통한 노동력 및 생산 원가 절감으로 경제성 측면에서도 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

추가 주제어: 암면, 육묘, 수경재배, 과장, 과폭

사 사

본 연구논문은 2022학년도 원광대학교 교내연구비에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- An C.B., and J.H. Shin 2021, Comparison of rockwool, reused rockwool and coir medium on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growth, fruit quality and productivity in greenhouse soilless culture. *J Bio-Env Con* 30(3):175-182. doi:10.12791/KSBEC.2021.30.3.175
- 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
- Flávio F.B., and V.F. Marcos 2005, Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Sci Agric* 62:305-309. doi:10.1590/S0103-90162005000400001
- Grewal H.S., B. Maheshwari, and S.E. Parks 2011, Water and nutrient use efficiency of a low-cost hydroponic greenhouse for a cucumber crop: An Australian case study. *Agric Water Manag* 98:841-846. doi:10.1016/j.agwat.2010.12.010
- Hitchon G.M., R.A.K. Szmidt, and D.A. Hall 1991, A low-technology hydroponic crop production system based on expanded perlite. *Acta Hort* 287:431-434. doi:10.17660/ActaHortic.1991.287.51
- Jang D.C., K.Y. Choi, J.Y. Heo, and I.S. Kim 2018, The Effect of transplant age on growth and fruit yield in winter-planted paprika cultivation. *Hortic Sci Technol* 36:470-477. doi:10.12972/kjhst.20180047
- Kim H.M., and S.J. Hwang 2015, Comparison of pepper grafting efficiency by grafting robot. *Prot Hort* Plant Fact 2:57-62.
- Kim S.E., M.H. Lee, and Y.S. Kim 2012, Appropriate pretreatment method of coir bag in coir culture. *J Bio-Env Con* 21:170-179.
- Ko B., H.C. Kim, Y.G. Ku, C.M. Kim, and J.H. Bae 2020, Changes in qualities of paprika seedlings affected by different irrigation point in raising seedlings using rockwool cube. *Prot Hort* Plant Fact 29(3):245-251 doi:10.12791/KSBEC.2020.29.3.245
- 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. *Prot Hort* Plant Fact 23:139-143.
- Lee S.H., B.W. Go, J.H. Bae, Y.G. Ku, and H.C. Kim 2022, Growth characteristics of paprika seedlings affected by different LED light qualities raising seedlings using rockwool cube. *J Bio-Env Con* 1:60-66. doi:10.12791/KSBEC.2022.31.1.060
- Lee, J.W., G.Y. Kim, and Y.M. Yu 2001, Effect of nutrient solution strength, seedling age, and container size on seedling quality and yield of 'spirit' colored bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *J Korean Soc. Hort* Sci 42:300-304.
- Parks S.E., R.J. Worall, C.T. Low, and J.A. Jarvis 2009, Initial efforts to improve the management of substrates in greenhouse vegetable production in Australia. *Acta Hort* 819:331-336. doi:10.17660/ActaHortic.2009.819.39
- Salokhe V.M., M.S. Babel, and H.J. Tantau 2005, Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agric Water Manag* 71:225-242. doi: 10.1016/j.agwat.2004.09.003
- Shukla I.N., S. Shunder, D.K. Singh, N. Singh, R. Pandey, and P.N. Awasti 2010, Genetic variability and selection parameters for fruit yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Cur Adv Agric Sci* 2:107-108.