Protected Horticulture and Plant Factory, Vol. 28, No. 4:376-387, October (2019)
DOI https://doi.org/10.12791/KSBEC.2019.28.4.376
pISSN 2288-0992
eISSN 2288-100X

멜론 봄 재배 시 코이어 배지경에서 배지 혼합 비율과 급액량에 따른 생육 및 품질

최수현 · 임미영 · 최경이* · 김소희 · 정호정
국립원예특작과학원 시설원예연구소

Growth and Quality of Two Melon Cultivars in Hydroponics Affected by Mixing Ratio of Coir Substrate and Different Irrigation Amount on Spring Season

Su hyun Choi, Mi Yeong Lim, Gyeong Lee Choi*, So Hui Kim, and Ho Jeong Jeong
Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman, 52054, Korea

Abstract. Melons are mostly grown in soil, but it is susceptible to damage due to injury by continuous cropping such as Fusarium wilt and root rot. Hydroponic cultivation system can overcome the disadvantages of soil cultivation with precise nutrition management and a clean environment. When using the coir substrate, the most environmentally friendly organic substrate used for hydroponics, it is analyzed how the growth and fruit quality of the melon depends on the ratio of chips and dust and the amount of irrigation. The purpose of this study was to provide the basic data of melon hydroponics when cultivated in spring. The two types of the coir substrates used in the experiments were chip and dust ratios of 3 :7 and 5 : 5 respectively. The substrate with high dust ratios had excellent physical characteristics, such as container capacity and total porosity, and the drainage EC level showed a high value of 3.0 - 6.8 $dS \cdot m^{-1}$. When the amount of irrigation is provided based on the drainage rate, the group provided the nutrient solution on the basis of 10% drainage supplied 91 L per plant, which was reduced by about 30% compared to the group with the highest water supply. In addition, the total drainage showed less than 10 L per plant with a minimum water supply and was reduced by 30 - 70% in substrate with a high dust rates. In substrate with high water supply and high dust ratio, leaf growth and fruit enlargement were good, and the soluble solids content varies greatly from cultivar to cultivar. If you provided the amount of irrigation based on 10% drainage rate, the fruit weight will be decreased, but the amount of irrigation can be reduced. Therefore, it is considered that managing the water & nutrient properly taking into account the characteristics of coir substrate and cultivar can produce melon of uniform quality using hydroponics.

Additional key words : *Cucumis melo* L., medium, sugar content, water management

서 론

멜론(*Cucumis melo* L.)은 중요한 원예 작물로 중국, 터키, 이란 등 100여 개 국가에서 재배되고 있다. 2017년 4900만톤이 생산되었고 재배 면적은 170만ha에 이르고 있다(FAO, 2019). 우리나라의 경우 멜론은 맛과 향이 좋은 고급 과일로 인식이 확산되어 시설 재배 면적이 점차 확대되었다. 멜론 재배 면적은 2007년 약 1,700ha로 급속히 확대된 이후 점차 감소 추세를 보이며 2017년 시설 멜론 재배 면적은 1,456ha에 달하고 있다(MAFRA, 2018). 멜론은 대부분 토양 재배로 이루어지는데, 뿌리를 통해 전염된 덩굴쪼김병, 검은점뿌리썩음병, 역병 및 선충 등이 토양에 유입되어 연작 장해와 심각한 수량 손실을 초래할 수 있다고 보고되었다(Lee 등, 2015). 수경재배는 작물이 필요한 양분을 토양이 아닌 배지에서 양액으로 공급하는 재배 방법으로, 보다 집약적인 관리를 통해 작물의 품질 향상과 수량 증대를 이룰 수 있다(Dorais 등, 2001). 정밀한 양분 및 수분 관리가 가능한 수경재배 시스템을 통해 이러한 토양 재배의 단점을 극복하고자 하는 노력이 필요하다. 2018년 국내 멜론 수경재배 면적은 6.1ha, 21개 농가에 불과하며 이는 전체 멜론 재배 면적 대비 0.4% 수준이다. 수경재배

*Corresponding author: chlruddl@korea.kr
Received August 22, 2019; Revised September 25, 2019; Accepted October 02, 2019

시스템 설치 비용 부담과 재배 기술의 미흡으로 인하여 아직 적은 수의 농가가 수경재배를 하고 있지만 고품질의 안정적인 멜론 생산을 위하여 수경재배 연구가 이루어져야 한다.

수경재배는 크게 고형 배지가 없이 물 또는 배양액으로 재배하는 순수수경과 유기물 또는 무기물 배지를 사용하는 배지경으로 나누어진다. 우리나라는 전체 수경재배 중 약 92%가 배지경 수경재배 시스템을 사용하고 있다(MAFRA, 2018). 배지경은 배지 종류에 따라 코이어, 피트모스, 암면, 훈탄, 혼합배지, 펄라이트 재배 등으로 나누어진다(RDA, 2013). 암면 배지는 무기배지로서 배지 내 균일한 양분 및 수분 관리가 용이하지만 가격이 비싸고 폐기 시 많은 비용이 발생하는 단점이 있다. 이로 인해 코코넛 열매 껍질을 가공하여 만드는 친환경적인 배지인 코이어 배지의 사용량이 점점 늘어나는 추세이다. 코이어 배지에 관한 통계가 작성될 당시 전체 고형 배지 중 코이어 배지 사용 면적은 약 15% 수준이었지만 최근 급속히 증가하여 2017년 약 70%를 점유하고 있다(MAFRA, 2018). 과거 코이어 배지는 재료나 제조 공정 등의 문제로 배지 품질이 균일하지 못했고, 암면에 비해 생육 단계 별 양분 및 수분 조절이 어려워 착과가 균일하지 못했다. 최근 생산되는 코이어 배지는 칩을 첨가하여 공극을 확보하였고, 배액의 배출이 원활하여 근권 함수율 조절이 용이해졌다(An 등, 2009). 코이어 배지는 물리성이 우수하고 pH가 안정적이다. 그러나 배지 내 염류 농도가 높으며, 질소, 칼슘, 마그네슘, 미량원소 함량은 낮고 인산, 칼륨, 나트륨, 염소 함량은 매우 높아 사용 전 세척을 통한 제염 처리가 필요하다. 코이어 배지 내 양분의 흡착과 배출이 작물의 양분 및 수분 흡수에 영향을 미칠 수 있으므로 유기 배지의 특성을 고려한 양분 및 수분 관리가 필요하다(Choi 등, 2012; Abad 등, 2002; Handrek, 1993).

멜론은 저온과 다습에 약하고 물 관리에 세심한 주의를 기울이지 않으면 우수한 상품을 생산하기 어렵다. 따라서 당도를 높이고 네트를 고르게 하여 과실 품질을 향상시키기 위한 계획적인 수분 관리가 필요하다(Rhee 등, 2008).

본 연구는 멜론 봄 재배 시 배지와 품종에 따라 어떻게 급액량을 조절해야 하는지에 대한 정보를 제공하고자 코이어 배지의 칩과 더스트 비율과 급액량에 따라 배지의 물리성 및 화학성을 조사하고, 이러한 근권 환경 변화에 따른 멜론의 생육과 품질 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 재배 관리

본 실험은 국립원예특작과학원 시설원예연구소 내의 폭 24m, 길이 28m의 유리온실에서 수행하였다. 네트 멜론 'PMR달고나'와 '얼스아이비'(*Cucumis melo* L. cv. PMR Dalgona & Earl's Aibi)를 2018년 2월 1일에 상토(토실, Shinan Growth Co. Ltd., Korea)를 충진한 50공 플라스틱 트레이에 파종하고 2018년 3월 12일에 지하수(EC 0.44dS·m^{-1}, pH 7.55)로 포수한 100 × 20 × 10cm 규격의 코이어슬라브에 3주씩 정식하였다.

2. 배지 종류 및 급액량 처리

칩과 더스트의 비율이 서로 다른 두 종류의 코이어 배지를 시험에 사용하였다. 덕양 아그로텍(Duckyang Agrotech, Nonsan, Korea)에서 수입한 칩:더스트 비율이 5:5인 배지와 대영지에스(Daeyoung GS, Daegu, Korea)에서 수입한 칩:더스트 비율이 3:7인 배지를 사용하였다. 일일 8회 급액 횟수를 고정하고 공급량 대비 배액량의 비율인

Table 1. The composition of the Yamazaki nutrient solution for hydroponics melon.

	Fertilizer		Concentration (mg·L^{-1})
Macro element	Potassium nitrate	KNO_3	202
	Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2·4H_2O$	826
	Chelated iron	Fe-EDTA (12.5%)	16
	Potassium nitrate	KNO_3	404
	Magnesium sulfate	$MgSO_4·7H2O$	369
	Ammonium dihydrogen phosphate	$NH_4H_2PO_4$	152
Micro element	Boric acid	H_3BO_3	1.2
	Manganese sulfate	$MnSO_4·7H_2O$	0.625
	Zinc sulfate	$ZnSO_4·7H_2O$	0.09
	Copper sulfate	$CuSO_4·5H_2O$	0.04
	Sodium molybdate	$Na_2MoO_4·2H_2O$	0.013

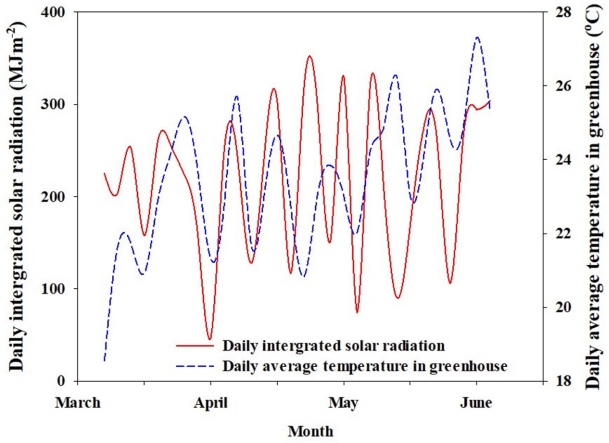

Fig. 1. Daily integrated solar radiation and daily average temperature in greenhouse during growing period.

배액률을 10%, 20%, 30% 수준으로 급액량을 조절하였다. 3월 12일 정식부터 6월 15일 수확까지 96일의 재배 기간에 배액률 10%, 20%, 30% 처리구의 일일 급액량과 총 급액량을 조사하였다. 양액은 야마자키 멜론 전용 양액(RDA, 2014)을 공급하였으며(Table 1) 생육 단계 별로 정식기에는 EC 1.5dS·m^{-1}, 암꽃 개화기에는 1.8dS·m^{-1}, 착과 후 과실비대기에는 2.0dS·m^{-1} 수준으로 농도를 조절하였다. 외부 기상자료는 시설원예연구소 외부기상대를 이용하여 측정하였다(Fig. 1). 4월 17일에 암꽃이 개화하였고 3일 뒤 11-13마디에 주당 2-3개의 과실이 착과하도록 하였다. 착과 5일 후 1개 과실을 남기고 적과하고 23마디에서 적심하여 과실로의 양분 전이가 더욱 활발하게 이루어지도록 하였다. 착과 65일 후 수확하였으며 과실의 당도를 향상시키기 위하여 수확 3일 전 급액을 중지하였다.

3. 생육 및 품질 특성 조사

농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 따라 식물체의 엽장, 엽폭, 엽병장, 과실의 과중, 과장, 과폭을 조사하였다. 엽형지수는 엽장/엽폭의 비율이며, 과형지수는 과장/과폭의 비율을 계산한 값이다. 엽면적은 엽면적 추정식을 이용하여 계산하였다(Wu 등, 2010).

Leaf area = 0.73×Leaf length × Leaf width

배지 표면의 식물체 지제부에서 10 마디까지 길이와 10 마디에서 20마디까지의 길이를 조사하였다. 과실 경도는 꼭지를 기준으로 반으로 잘라 과육 중간을 경도계(FHM-1, Takemura Techno Works Co., Ltd, Kyoto, Japan)를 이용하여 N·mm^{-2}단위로 측정하였으며 당도는 과실에서 표피와 종자 및 태좌부를 제거한 과육을 믹서기로 갈아 시료를 만들고 휴대용 당도계(PAL-1, ATAGO, Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 °Brix 단위로 나타내었다.

4. 배지의 물리성 분석

배지 내 입자의 크기를 분석하기 위하여 50mL의 배지를 수집한 후 직경 1cm, 0.5cm의 체를 이용해 크기에 따라 배지의 입자를 분류하였다. 칩:더스트 비율이 5:5인 배지에서 1cm 이상의 입자가 전체의 42%, 0.5cm 이상 1cm 미만의 입자가 26%, 0.5cm 미만의 입자가 31%의 비율을 나타내었다. 칩:더스트 비율이 3:7인 배지에서 1cm 이상의 입자가 전체의 29%, 0.5cm 이상 1cm 미만의 입자가 40%, 0.5cm 미만의 입자가 32%의 비율을 나타내었다. 배지 물리성인 용기용수량, 기상률, 총 공극, 용적밀도를 측정하기 위하여 실험 전 배지 2종류와 실험 후 배지 6종류, 총 8종류 배지의 물리성을 측정하였다(Kim 등, 2016).

용기용수량(CC, container capacity) = [(습윤중량(wet weight)-건조중량(dry weight)]/배지의 용적(volume of sample) × 100

기상률(AS, air space) = 배수된 용적량(volume of water drained)/배지의 용적(volume of sample) × 100

총 공극(TP, total porosity) = CC + AS

용적밀도(BD, bulk density) = 건조중량(dry weight)/배지의 용적(volume of sample)

5. 배지의 화학성 분석

배액의 화학성을 분석하기 위하여 배지 슬라브의 배액 구멍으로 떨어지는 배액을 집수하여 처리 별로 일주일 간격으로 수집하였다. pH 미터(Orion Star A211, Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, USA)와 EC 미터(CT-54101B, DKK-TOA, Tokyo, Japan)를 사용하여 배액의 pH와 EC를 측정하였다.

6. 통계분석

통계 분석은 Sigmaplot 프로그램(SigmaPlot8.0, Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA)과 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, V. 9.2, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 평균 간 비교는 Duncan의 다중범위 검정을 이용하였다($p \leq 0.05$).

결과 및 고찰

처리 별 재배 기간의 총 급액량을 조사한 결과(Fig. 2), 배액률 30% 처리구의 총 급액량은 주당 125L로 가장 많았으며 배액률 20% 처리구의 총 급액량은 주당 106L로 18% 적은 값을 나타내었다. 배액률 10% 처리구는 주당 91L로 배액률 30% 처리구에 비해 급액량이 약 30% 절감되었다.

'PMR 달고나'를 재배하였을 때 배지의 칩:더스트 비율과 급액량에 따른 배액량의 일일 변화를 조사하였다

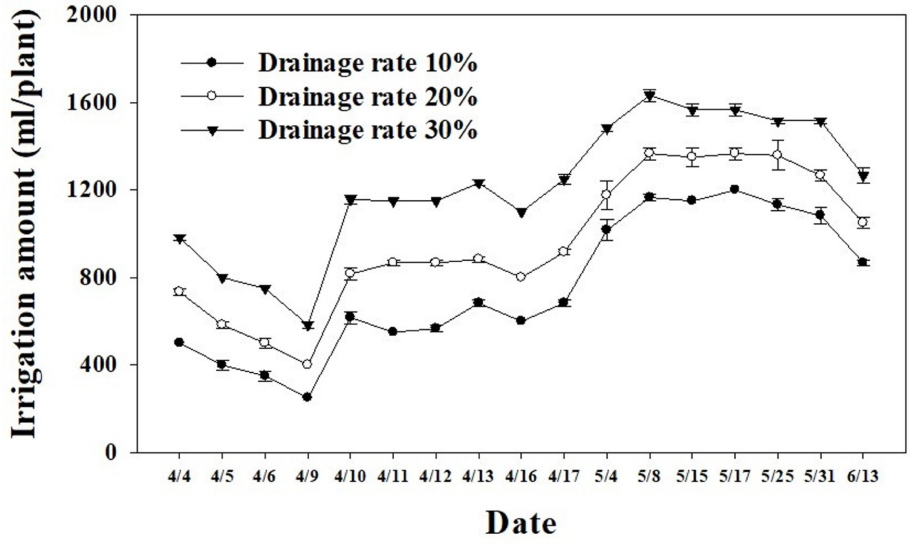

Fig. 2. Daily amount of irrigation during growing period of musk melon as affected by drainage rate.

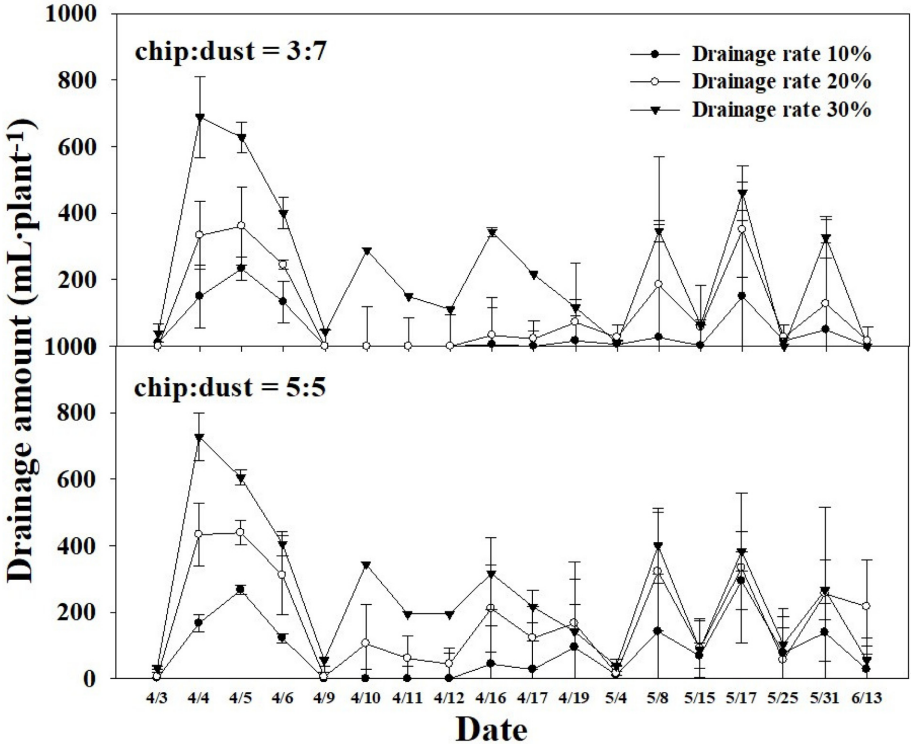

Fig. 3. Changes in drainage amount as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period of musk melon 'PMR Dalgona'.

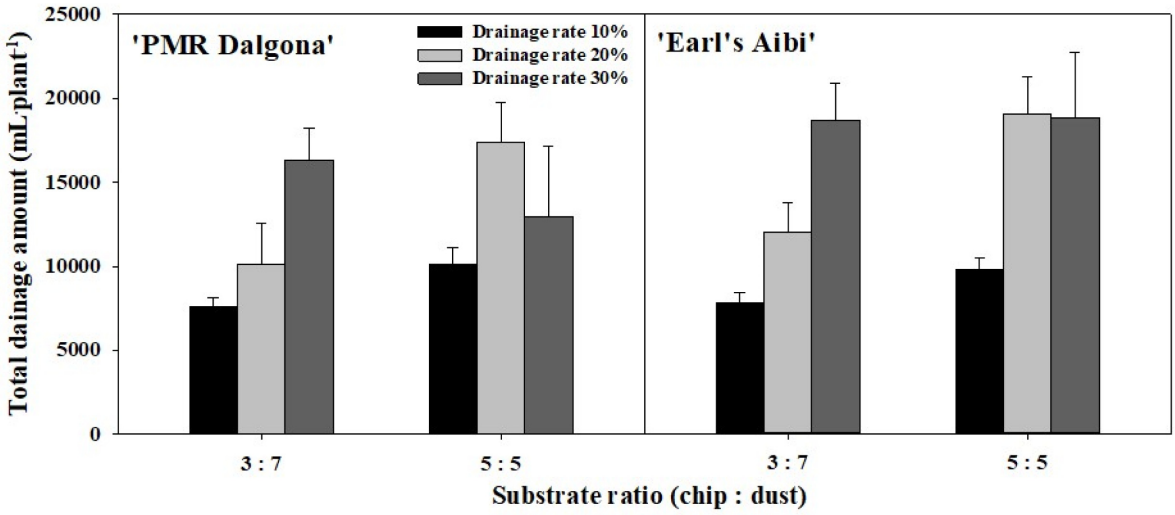

Fig. 4. Total drainage amount of musk melon 'PMR Dalgona' and 'Earl's Aibi' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

Table 2. Leaf characteristics of musk melon 'PMR Dalgona' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

Mixing ratio of substrate (chip : dust) (A)	Drainage rate (%) (B)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index (cm)	Petiole length (cm)	Leaf area (cm^{-2}/plant)
3:7	10	19.8cd[z]	26.8c	0.74a	15.3c	425.8c
	20	20.3bc	28.4b	0.72a	17.3b	466.6b
	30	21.4a	29.4a	0.73a	18.7a	506.9a
5:5	10	19.1d	25.7d	0.74a	15.1c	393.9d
	20	20.3bc	27.8b	0.73a	17.2b	455.4b
	30	20.7ab	28.2b	0.73a	18.3ab	469.3b
F-test[y]	A	NS	*	NS	NS	NS
	B	***	***	*	***	***
	A×B	NS	NS	NS	NS	NS

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. The statistical analysis was performed with in the cultivar.
[y]NS, *, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.001, respectively.

(Fig. 3). 급액량이 가장 많은 배액률 30% 처리구에서 배액량이 가장 많았으며, '얼스 아이비' 또한 비슷한 경향을 나타내어 두 품종 간 작물의 수분 흡수량은 큰 차이가 나타나지 않는 것을 알 수 있었다(Data not shown). 주당 배액량은 급액량이 많은 배액률 30% 처리구에서 약 300-600mL, 배액률 20% 처리구에서 약 100-400mL, 급액량이 가장 적은 배액률 10% 처리구에서 약 0-200mL 배액되었다. 총 재배 기간 배출된 배액량을 비교한 결과(Fig. 4), 배액률 10% 처리구의 배액량은 두 품종 모두 주당 10L 이하로 적었다. 칩과 더스트 비율 5:5 배지에 비해 3:7 배지의 배액량은 배액률 20% 처리구에서 59-72%, 배액률 10% 처리구에서는 25-33% 적은 값을 나타내었다. 이는 더스트 비율이 높은 3:7 배지의 양수분 보수력이 높아 배액량이 감소한 것으로 판단된다.

처리 별 멜론의 생육을 조사하여 급액량과 배지 조성이 생육에 어떤 영향을 미치는 지 분석하였다(Table 2, 3). 'PMR 달고나'는 급액량이 가장 많은 배액률 30% 처리구에서 엽장, 엽폭, 엽면적 등 생육이 좋았으며 급액량이 감소할수록 엽면적을 포함한 엽생육이 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한 칩:더스트 비율 5:5 배지보다 더스트 비율이 높은 3:7 배지의 엽생육이 더 좋았는데 이는 3:7 배지의 근권 함수율이 더 높기 때문인 것으로

Table 3. Leaf characteristics of musk melon 'Earl's Aibi' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

Mixing ratio of substrate (chip : dust) (A)	Drainage rate (%) (B)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index (cm)	Petiole length (cm)	Leaf area (cm^{-2}/plant)
3:7	10	19.0b[z]	26.5bc	0.72ab	19.0a	9372.5bc
	20	20.1a	27.9ab	0.72ab	19.1a	10409.8a
	30	19.4ab	27.9ab	0.69b	19.3a	10138.4ab
5:5	10	19.0b	25.3c	0.75a	17.4b	8875.7c
	20	20.0a	28.6a	0.70b	19.0a	10688.1a
	30	20.0a	27.7ab	0.72ab	18.5ab	10322.4a
F-test[y]	A	NS	NS	*	NS	NS
	B	***	***	NS	NS	***
	A×B	NS	NS	NS	*	NS

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. The statistical analysis was performed with in the cultivar.
[y]NS, *, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.001, respectively.

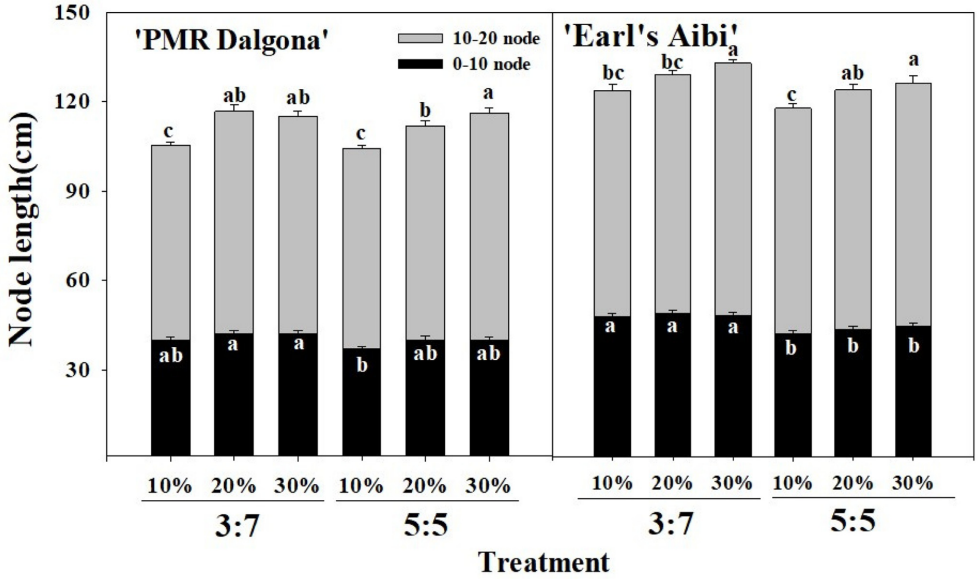

Fig. 5. Drainage amount of musk melon 'PMR Dalgona' and 'Earl's Aibi' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

판단된다. '얼스아이비'는 'PMR달고나'와 비슷한 생육 패턴을 보였으며 급액량이 많을수록 엽생육이 좋아졌다. 이러한 결과는 착과기 급액량이 낮을수록 파프리카의 잎 크기가 감소한다는 보고와 같다(An 등, 2009). 근권의 함수율이 떨어지면서 양분흡수의 균형이 깨지고 뿌리에 스트레스를 주어 생육이 억제된다고 보고된 바와 같이 (Aljibury and May, 1970) 급액량의 감소와 배지 조성으로 인한 양수분 흡착 능력의 차이가 결과적으로 엽생육의 저하를 초래한 것으로 판단된다. 처리 별 멜론 줄기의 마디 길이를 조사한 결과(Fig. 5),'PMR 달고나'는 처리 별로 지제부에서 10마디까지의 길이가 유의한 차이가 나지 않았지만 급액량이 적은 배액률 10% 처리구에서 10마디에서 20마디까지의 길이가 유의하게 작은 결과를 나타내었다. 이는 엽면적을 비롯한 엽생육과 동일한 경향으로, 멜론 줄기의 길이 및 마디 길이는 관수량에 따라 차이가 크다는 보고와 같이(Park 등, 1998) 급액량이 마디 길이에 영향을 준 것으로 판단된다. '얼스아이비'의 지제부에서 10마디까지의 길이를 비교해 본

Table 4. Fruits characteristics of musk melon 'PMR Dalgona' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

Mixing ratio of substrate (chip : dust) (A)	Drainage rate (%) (B)	Fruit weight (kg)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit shape index	Flesh thickness (mm)	Flesh firmness ($N \cdot mm^{-2}$)	Net index (1-5)
	10	1.72c[z]	147.2bc	145.9b	1.00b	42.6b	0.48bc	1.20b
3:7	20	2.02a	158.1a	153.8a	1.03a	46.4a	0.52ab	1.43b
	30	1.99a	158.3a	152.2a	1.04a	44.4ab	0.45c	1.80a
	10	1.63d	144.2c	142.6c	1.01b	43.3b	0.46c	1.17b
5:5	20	1.81b	149.7b	147.8b	1.01b	43.9ab	0.52ab	1.37b
	30	1.98a	158.1a	151.8a	1.04a	46.4a	0.55a	2.03a
	A	***	***	***	NS	NS	NS	NS
F-test[y]	B	***	***	***	***	*	*	***
	A×B	**	**	*	NS	NS	**	NS

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. The statistical analysis was performed with in the cultivar.
[y]NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 or 0.001, respectively.

Table 5. Fruits characteristics of musk melon 'Earl's Aibi' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

Mixing ratio of substrate (chip : dust) (A)	Drainage rate (%) (B)	Fruit weight (kg)	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit shape index	Flesh thickness (mm)	Flesh firmness ($N \cdot mm^{-2}$)	Net index (1-5)
	10	2.11c[z]	166.6d	155.6cd	1.07bc	45.5ab	0.57a	1.20c
3:7	20	2.31a	176.6b	159.0b	1.11a	48.6a	0.57a	1.33bc
	30	2.45a	181.0a	161.7a	1.12a	48.2ab	0.55a	1.43abc
	10	1.99d	162.9e	154.5d	1.05c	48.4ab	0.52b	1.70a
5:5	20	2.23b	170.0c	157.5bc	1.08b	45.0b	0.52b	1.70a
	30	2.32a	176.6b	158.9b	1.11a	48.3ab	0.56a	1.53ab
	A	*	***	*	**	NS	NS	*
F-test[y]	B	***	***	***	***	*	*	NS
	A×B	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level. The statistical analysis was performed with in the cultivar.
[y]NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 or 0.001, respectively

결과, 칩:더스트 비율 5:5 배지보다 3:7 배지에서 더 좋은 생육을 나타냈으며 'PMR 달고나'와 마찬가지로 급액량이 높을수록 10마디에서 20마디까지의 길이가 더 길었다. 더스트 비율이 높은 3:7 배지의 용기용수량과 공극률이 '얼스아이비'의 초기 생육 속도 향상에 더욱 적합한 것으로 판단된다.

급액량과 배지 조성이 과실 품질의 변화에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다(Table 4, 5). 'PMR 달고나'의 과실은 더스트 비율이 높은 3:7 배지에서 배액률 30% 처리구와 20% 처리구의 과실 품질 차이가 나타나지 않았으며 급액량이 가장 적은 처리구의 과중은 1.72kg으로 가장 낮았다. 칩:더스트 비율 5:5 배지에서 급액량이 증가할수록 과중, 과고, 과폭, 과형지수, 과육 두께, 경도, 네트 지수가 모두 가장 높은 값을 나타내었다. 배액률 30% 처리구의 과중은 1.98kg으로 배액률 10% 처리구에 비해 21% 높았다. 과실 크기를 나타내는 과고, 과폭은 약 6-9% 차이가 났는데 과고와 과폭의 변화폭에 비하여 과중의 변화폭이 더 큰 것으로 보아 과실 크기의 변화가 과실 중량 변화에 큰 영향을 주는 것으로 판단된다. '얼스아이비'는 'PMR 달고나'와 마찬가지로 5:5 배지보다 3:7 배지의 과실 크기, 중량, 경도 등 과실 품질이 좋았고. 급액량이 적은 배액률 10% 처리구에서 과고,

과폭, 과중이 가장 낮았다. 이는 급액량 감소가 근권의 불안정을 야기하여 생육이 억제되고 건물중이 감소해 과실 생장이 저해된 것으로 판단된다(Hayata, 1998). 이는 배액제로형 배지경 수경재배를 할 때 과중은 배액률이 낮음에 따라 감소하였고(Chang 등, 2012), Ash Ball 배지경을 이용한 멜론 급액 별 비교에서 급액 제한을 받은 건조구와 강건조구에서 과중이 감소하였으며(Li, 2001), 적산 일사량에 의한 관수 제어에서 멜론의 과실 생체중이 1회 공급시간이 많은 처리에서 높았다는 보고(Kim 등, 2003)와 일치하는 결과이다.

과실 품질의 중요한 요소인 당도는 급액량과 품종 간 차이가 컸다(Fig. 6). ‘PMR 달고나’는 ‘얼스아이비’보다

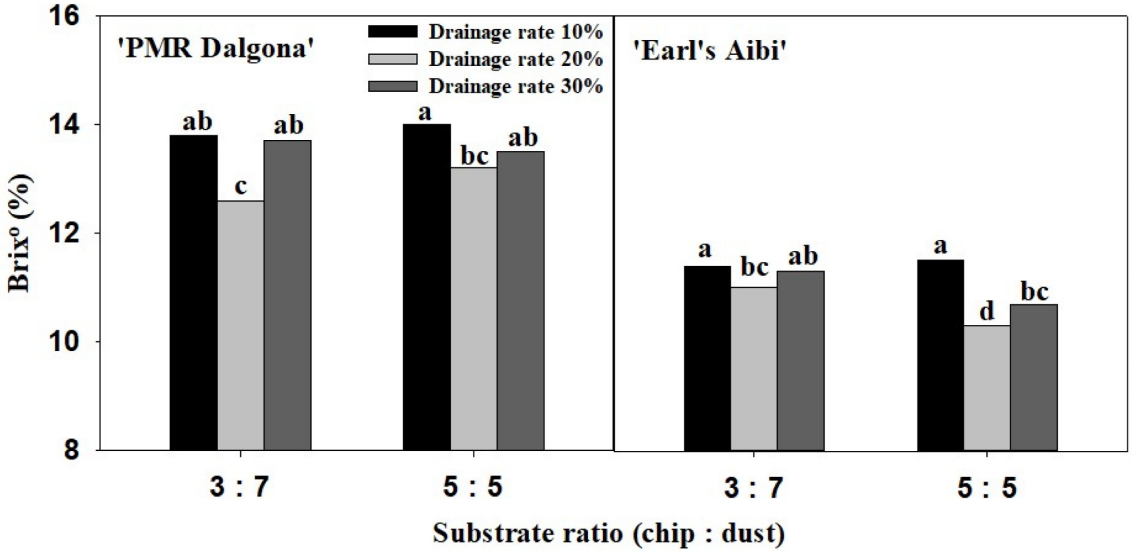

Fig. 6. Soluble solids content of musk melon ‘PMR Dalgona’ and ‘Earl’s Aibi’ as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

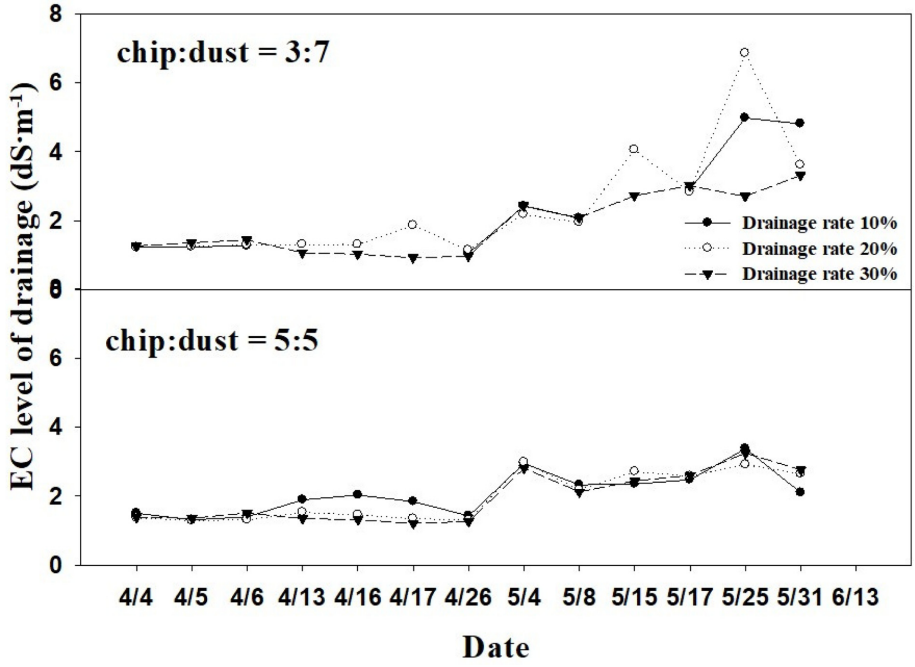

Fig. 7. Changes in EC level of drainage as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period of musk melon ‘PMR Dalgona’.

과중은 작지만 당도가 2배 가량 높았는데 이는 멜론 품종의 유전적 특성인 것으로 판단된다. 급액량이 적은 처리구에서 당도가 다소 높게 나타났다. 멜론 양액 재배 급액방식에 따라 품종별 생육과 과실 특성이 달라지는데(Cho 등, 1999) 재배 조건에 따라 중량과 품질을 고려하여 재배할 품종을 선정하는 것이 중요하다. 품종 선택은 재배 시기에 따라 유의해야하는 사항이 다른데, 6월 중순 이전에 수확하는 봄재배의 경우 과실 크기를 우선하고 그 이후에 수확하는 작형에서는 당도를 중요시하는 것이 바람직하다(RDA, 2018). 멜론은 당도를 증가시키기 위하여 수확기 전에 양수분 공급을 제한하는 방법을 사용하기도 하는데, 급액량이 적은 처리구에서 과실 비대기 근권 EC가 급격히 증가하는(Fig. 7) 등 수분스트레스의 영향으로 당도가 높아진 것으로 판단된다(Chang 등, 2012, Li, 2001).

과실의 모양을 관찰해보면(Fig. 8), 급액량이 적은 처리구에서 과고, 과폭을 비롯한 과실의 크기가 가장 작았으며, '얼스아이비'는 급액량이 많은 배액률 30% 처리구에서 과고가 과폭보다 길어 과형 지수가 1보다 큰 것을 알 수 있다. 멜론은 과실 비대기 초기에 가로보다 세로로 많이 자라는데(RDA, 2018) 생육 초기에 관수량을 많이 공급하여 급격히 비대해지고 후기에 초세가 따라가지 못하여 세로로 긴 과실이 형성된 것으로 판단된다.

칩과 더스트 비율이 서로 다른 코이어 배지는 배지 내 수분 보유 특성과 수직적 및 수평적 이동 특성이 상이하므로 이를 고려하려 급액량을 결정해야 한다(Choi 등, 2017). 식물 생장을 위한 최적 근권 환경을 조성하기 위해서는 고상, 기상, 액상의 적절한 균형이 필요한데(Kim 등, 2016), 시험에 사용한 배지의 이러한 물리적인 특성 변화를 알아보기 위하여 시험 전과 후 코이어 배지의 용기용수량, 기상률, 총 공극, 용적 밀도를 분석하였다(Fig. 9). 용기용수량은 배지의 함수율을 나타내며, 배지의 용기용수량이 커서 양수분을 포함할 수 있는 능력이 크면 근권의 함수율이 급격히 낮아지지 않기 때문에 양수분 이용효율이 증대되어 관수횟수를 줄일 수 있다(Kim 등, 2016; Aljibury and May, 1970). 실험을 수행하기 전 2종류의 배지와 실험 수행 후 재배 완료한 배지의 용기용수량을 분석한 결과, 실험 수행 전 배지보다 모두 용기용수량이 증가하였다. 칩:더스트 비율 5:5 배지보다 3:7 배지의 값이 더 큰 것을 알 수 있는데, 이는 더스트의 함량이 높아 배지 내 양수분 흡착이 증가하여 배지 함수율이 증가하여 결과적으로 배지 내 용기용수량이 증가한 것으로 판단된다. 배지가 포수된 후 중력수가 배출되면서 근권부에 산소가 들어갈 수 있는 공간이 생기는데, 이 때 배지에 생긴 공간의 비율을 기상률이라고 한다(Soffer and Burger, 1989; Lemaire, 1994). 칩:더스트 비율 5:5 배지는 3:7 배지보다 칩의 비율이 높고 배액률 10% 처리구에서 관수량이 가장 적기 때문에 수분 함유량은 적지만 산소가 들어갈 수 있는 공간은 증가하여 기상률이 높은 것으로 판단된다. 총 공극은 입자와 입자 사이에 공기나 물로 채워지는 공간으로, 미세한 입자는 밀착되지 않기 때문에 공간이 생성되고, 공극이 유지되어 보수력이 높지만 공기와 물의 이동이 어렵다(Lee, 2006). 용기용수량과 비슷한 경향을 보이며 칩:더스트 비율 3:7 배지는 더스트 비율이 높으므로 공극률이 높아 보수력이 높은 것을 알 수 있다. 용적밀도는 일정한 용적의 배지 질량을 배지의 부피로 나눈 값으로 고상, 액상, 기상이 종합된 밀도이다. 공기의 유통, 물의 저장 능력 등 작물의 생육 상태 이해의 기준이 된다(Lee, 2006). 용적밀도는 모든 코이어 배지에서 0.06-0.08g·m^{-3}로 암면과 비슷했고, 펄라이트보다 가벼웠다(Kim 등, 2016; Choi 등, 2009).

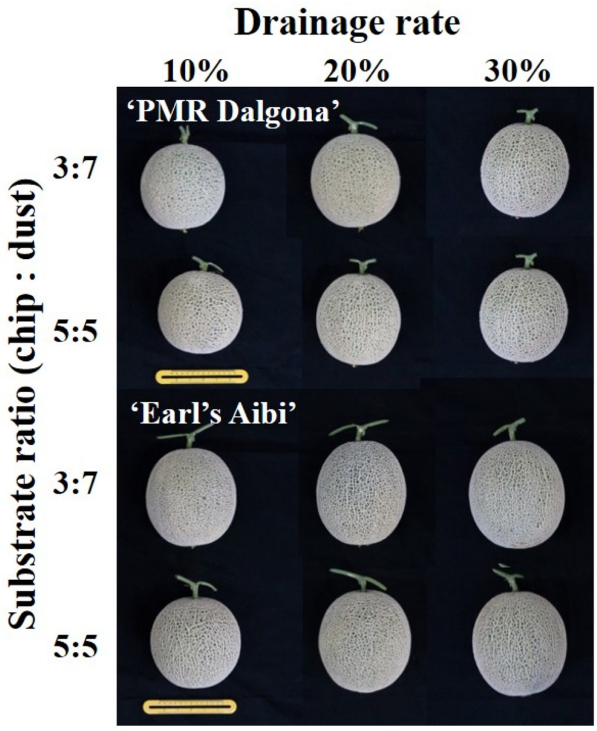

Fig. 8. Fruits of musk melon 'PMR Dalgona' and 'Earl's Aibi' as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

'PMR 달고나' 품종의 재배 기간 배액의 EC를 조사한 결과(Fig. 7), 칩:더스트 비율 3:7 배지보다 칩의 비율이 높은 5:5 배지를 사용했을 경우 전 생육 기간 동안 1.0-3.0dS·m^{-1}로 안정적인 수준의 배액 EC를 유지하였다. 그러나 더스트의 비율이 높은 3:7 배지를 사용했을 경우

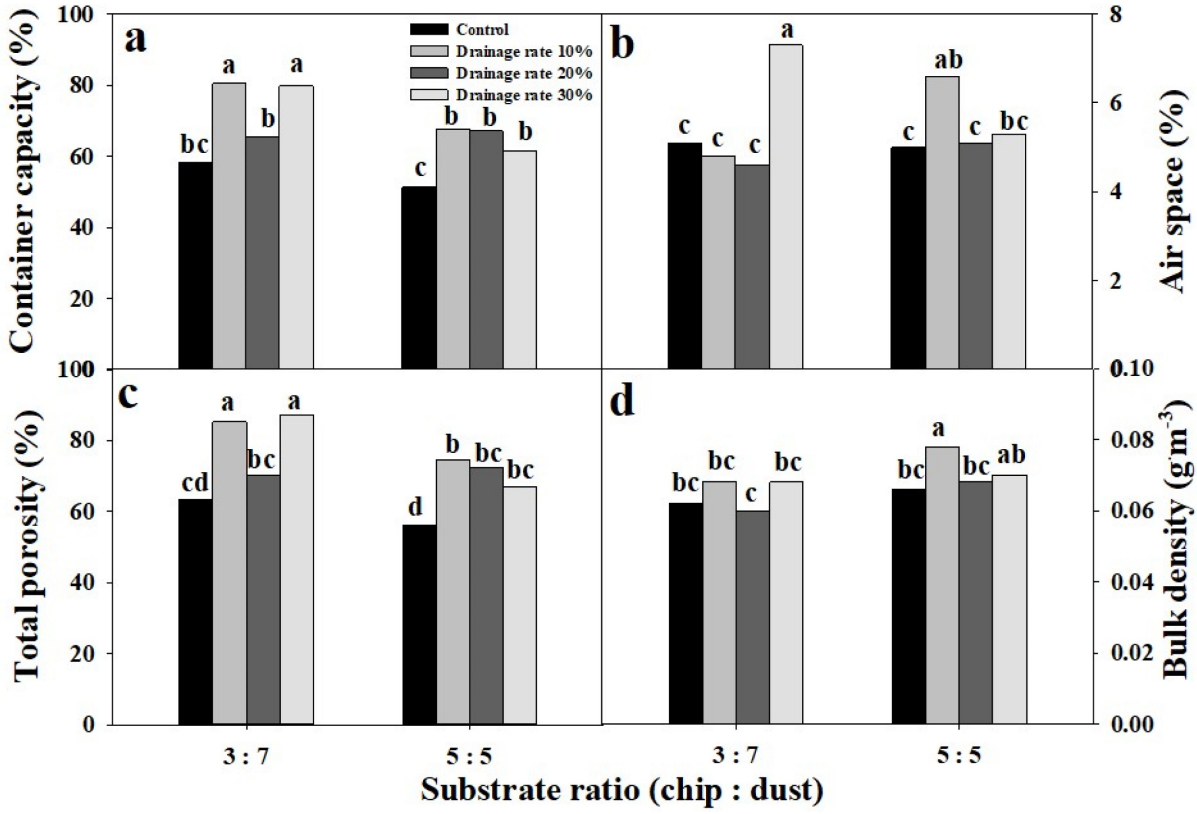

Fig. 9. Container capacity (a), air space (b), total porosity (c), and bulk density (d) as affected by mixing ratio of substrate (chip : dust) and drainage rate during growing period.

착과 후 15일 무렵인 5월 4일 이후 네트 발현기부터 배액 EC가 급격히 증가하여 3.0-6.8dS·m^{-1}로 높은 값을 나타내었다. 더스트의 비율이 높을수록 배지 내 수분이 감소하는 배수 속도가 늦어진다. 더스트 비율이 높은 배지는 100% 포수 후 24시간이 지나도 배지 내 수분 함량이 80% 이상으로 높다는 보고가 있으며 따라서 작물 재배 시 과습에 의한 장해 발생을 주의해야한다(Choi 등, 2017). 더스트 비율이 높은 3:7 배지의 함수율이 높고 그로 인해 배지 내 양분 집적이 높아졌으며 재배 기간이 길어질수록 이러한 양분 집적도가 더욱 높아졌기 때문에 착과기 이후 네트발현기부터 배액의 EC가 급격히 높아진 것으로 판단된다.

본 실험에서 코이어 배지의 칩과 더스트 비율과 급액량에 따라 멜론의 생육과 품질이 달라지고, 품종에 따라 반응하는 정도가 다른 것을 알 수 있었다. 더스트의 비율이 높을수록 보수력이 증가하여 배지 물리성이 우수하고, 배지 내 함수율이 증가하여 엽생육과 과실 품질이 증대되었다. 급액량이 높을수록 엽생육과 과실 비대에 긍정적인 영향을 주었지만 당도는 급액량이 낮을수록 높았으며 품종 간 과실 품질 차이가 컸다. 배액률을 30% 기준으로 급액할 때 보다 배액률 10% 기준으로 급액하면 과중은 약 15% 감소하지만, 급액량을 약 30% 절감할 수 있다. 당도는 품종 간 차이가 크므로 당도가 우수한 품종을 이용하여 양수분 관리를 적정하게 해준다면 코이어 배지를 이용한 수경재배 시 균일한 품질의 멜론을 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

최근 수경재배에서 가장 많이 사용되는 친환경 유기배지인 코이어 배지를 사용하였을 때 코이어 칩과 더스트 비율, 급액량에 따라 멜론의 생육과 과실 품질을 분석하고 봄 재배시 코이어 배지를 이용한 멜론 수경재배의 기초 자료를 제공하고자 본 연구를 수행하였다. 실험에 사용한 2 종류의 코이어 배지는 칩과 더스트의 비율이 각각 3:7, 5:5이었으며, 배액률 10, 20, 30% 수준으로 급액하였을 때 멜론의 생육과 품질 변화, 배지의 물리적·화학적 변화를 분석하였다. 배액률 10%를 기준으로 양액을 공급한 처리구는 총 급액량이 주당 91L로 급액량이 가장 많은 배액률 30% 처리구에 비해 약 30% 절감

되었다. 총 배액량 또한 급액량이 가장 적은 배액률 10% 처리구에서 주당 10L 이하로 낮은 값을 나타내었다. 더스트 비율이 높은 칩:더스트 3:7 배지는 5:5 배지보다 총 배액량이 약 30-70% 감소하였다. 급액량이 많고 더스트 비율이 높은 3:7 배지를 사용했을 경우 엽생육과 과실 비대가 좋았고 당도는 품종 간 차이가 컸다. 배액률 30%를 기준으로 급액하면 배액률 10% 기준으로 급액하였을 때보다 과중이 21% 증가하였다. 더스트의 비율이 높은 3:7 배지는 5:5 배지보다 용기용수량, 공극률 등 배지 물리성이 우수하였고, 재배 기간 중 네트발현기 이후 배액 EC가 3.0-6.8dS·m^{-1}로 높은 값을 나타내었다. 재배 품종 특성 및 재배 조건 등을 고려하여 적정한 양수분 관리를 하면 코이어 배지를 이용한 수경재배 시 고품질의 멜론을 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

추가 주제어: 당도, 배지, 수분 관리, *Cucumis melo* L.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구개발사업(과제번호: PJ0132 4102)의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira and V. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. Bioresour. Technol 82:241-245.

Aljibury F. K. and May D. 1970. Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the san joaquin valley westside. Calif Agric 24:10-11.

An, C. G., Y. H. Hwang, G. M. Shon, C. S. Lim, J. L. Cho and B. R. Jeong. 2009. Effect of irrigation amount in rockwool and cocopeat substrates on growth and fruiting of sweet pepper during fruiting period. Kor. J. Hort. Sci. Technol 27:233-238. (in Koean)

Chang, Y. H., Y. H. Hwang, C. G. An, H. S. Yoon, J. U. An, C. S. Lim and G. M. Shon. 2012. Effects of non-drainage hydroponic culture on growth, yield, quality and root environments of muskmelon (*cucumis melo* L.). Journal of Bio-Environment Control 21:348-353. (in Koean)

Cho, M. S., Y. K. Na, W. Y. An, H. K. Lim and K. C. Cho. 1999. Effect of growth and fruit characteristics on nutrient feeding method of hydroponics in melon. Kor. J. Hort. Sci. Technol 17:637. (in Koean)

Choi, G. L., K. H. Yeo, S. H. Choi, H. J. Jeong, S. Y. kim, N. J. Kang and H. G. Choi. 2017. Moisture retention and diffusion characteristics of the coir substrate according to the ratio of chip and dust. Hortic. Sci. Technol 35:92. (in Koean)

Choi, G. L., M. W. Cho, J. W. Cheong, H. C. Rhee, Y. C. Kim, M. Y. Roh and Y. I. Kang. 2012. Effect of ec levels in nutrient solution on the growth of juvenile rose in hydroponics using coir substrate. Journal of Bio-Environment Control 21:317-321. (in Koean)

Choi, J. M., L. Y. Kim, and B. G. Kim. 2009. Soilless substrates. Hakyesa, Daejeon, Korea. (in Koean)

Dorais M, P. A., and Gosselin A. 2001. Greenhouse tomato fruit quality. Hort Reviews 26:239-319.

FAO. 2019. Crop statistics. Retrieved from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Handrek, K. A. 1993. Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. Comm. Soil Sci. Plant Anal 24:349-363.

Hayata, Y., T. Tabe, S. Kondo, and K. Inoue. 1998. The effects of water stress on the growth, sugar and nitrogen content of cherry tomato fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci 65:759-766.

Kim, H. J. and Y. S. Kim. 2003. Effect of irrigation duration by integrated sol radiation on growth and water use efficiency of muskmelon grown in perlite culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci 44:146-151. (in Koean)

Kim, H. M., K. O. No and S. J. Hwang. 2016. Use of pellet or cube-type phenolic foam as an artificial medium for production of tomato plug seedlings. Kor. J. Hort. Sci. Technol 34:414-423. (in Koean)

Lee, M. W. 2006. Soil biology. Dongguk Univ. Press. (in Koean)

Lee, W. J., J. H. Lee, K. S. Jang, Y. H. Choi, H. T. Kim and G. J. Choi. 2015. Development of efficient screening methods for melon plants resistant to fusarium oxysporum f. Sp. Melonis. Kor. J. Hort. Sci. Technol 33:70-82. (in Koean)

Lemaire, F. 1994. Physical, chemical and biological properties of growing medium. Acta Hortic 396:273-284.

Li, X. R., H. N. Cao, K. C. Yoo, and I. S. Kim. 2001. Effect of limited supplying frequency and amount of nutrient solutions on the yield and fruit quality of tomato grown in ash ball. J. Kor. Soc. Hort. Sci 42: 501-505. (in Koean)

MAFRA. 2018. Present status of greenhouse and vegetable production in 2017. Sejong, Korea. p. 52-165. (in Koean)

Park, D. K., J. K. Kwon, J. H. Lee, Y. C. Um, H. T. Kim and Y. H. Choi. 1998. The effect of soil water content during at fruit ripening stage on yield and quality in musk melon. J. Bio. Fzc. Env. 7:330-335. (in Koean)

RDA. 2012. Manual for agriculture investigation. Suwon, Korea 590-593. (in Koean)

RDA. 2013. Nutrient solution management technology of strawberry in high bed hydroponic cultivation. Suwon, Korea p. 8. (in Koean)

RDA. 2018. Melon farming skill guide. Wanju, Korea p. 31-99. (in Koean)

Rhee, H. C., M. W. Cho, Y. C. Um, J. M. Park and J. H. Lee.

2008. Control of irrigation amount for production of high quality fruitt in melon fertigation cultivation. Journal of Bio-Environment Control 17:288-292. (in Koean)

Soffer H and Burger D. 1989. Plant propagation using an areo-hydroponics system. HortScience 24:154.

Wu, H. C., L. F. Chan, M. L. Wei and H. Y. Lu. 2010. A simple and inexpensive technique for estimating leaf surface area of muskmelon (*Cucumis melo* L.). J. Taiwan Agric. Res. 59:71-77.