

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
어젠다코드	4-1-1	기술분야 및 품목표준코드	C05 VC01090205	
과제명		수행기간	과제책임자	
애호박 수경재배 품질향상 기술 개발		'17~'19	원예연구과	정경희
1) 애호박 수경재배 양수분 관리 방법 구명		'17~'19	원예연구과	정경희
색인용어	애호박, 수경재배, 양수분 관리			

애호박 수경재배 양수분 관리 방법 구명

Study on Management of the Nutrient-Water for Hydroponics Cultivation of Squash

Kyong-Hee Jeong*, Hyo-Jeong Jin*, Jae-Uk An*, Ju-Youl Oh*, Hae-Suk Yoon*,
Si-Lim Choi* and Hee-Dae Kim*

**Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea*

ABSTRACT : This study was conducted to expand the hydroponic cultivation of squash through the development of nutrient management technology for squash using Coir Substrates. It was intended to find out the proper nutrient concentration and supply method in hydroponic cultivation of squash, using the 'Nongwoo', a squash variety as a test product in the Venlo-type glass greenhouse. And to find the proper nutrient concentration, the supplied nutrient EC was set to 3 levels of 1.5 to 2.0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, 2.0 to 2.5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, and 2.5 to 3.0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Till the end of the harvest, the numbers of fruit setting and fruit weight were the highest in the 2.5 ~ 3.0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ treatment group. But the yield per 10a was 9,521kg in the 2.0 ~ 2.5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ treatment group, and it was 5.5 ~ 9% higher than the other treatment groups. In order to find out how to supply the nutrient solution in accordance with integrated solar radiation, the amount of one time supply was set at 3 different levels, 70 mL at 70 $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ (70-70), 100 mL at 100 $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ (100-100), and 130 mL at 130 $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ (130-130) but the daily supply amount per plant was limited to the same. The numbers of fruit setting per plant were in the order of 130-130 > 70-70 > 100-100, and the yield per 10a was 7,158kg in the 130-130 treatment group which was 12.7% higher than the 100-100 treatment group. For hydroponic squash cultivation, the results suggest that it would be desirable to supply nutrient concentration was EC 2.0 ~ 2.5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ with the increased amount at one time supply while reducing supply frequency, if daily supply amounts were the same.

Key word : squash, hydroponic, nutrient management

1. 연구목표

호박의 재배면적은 2015년 10,646ha까지 증대되었다가 2018년에는 9,206ha로 다소 감소하였으며, 이 중 시설재배 면적은 2,907ha이며, 총 생산량이 310천톤이다. 애호박의 재배면적과 생산량에 관한 정확한 통계치는 없으나, 전체 호박 수급량의 약 61%가 애호박인 것으로 추정되고 있다. 최근 토마토와 파프리카, 딸기 고설재배 등 과채류를 중심으로 수경재배는 꾸준히 증가되고 있으며, 수경재배 방식은 애호박, 가지, 오이 등 토경으로 재배해온 농가까지 영향을 미치면서 면적을 점점 확대해 나가고 있다. 토양선충, 덩굴쪼김병 등의 연작장해 예방, 친환경 생산 등의 이유와 토마토, 딸기 등 수경재배 농가들이 애호박 농사로 전환하면서 기존 시설 활용 등의 이유로 애호박 수경재배 농가가 늘고 있다. 현재 국내의 수경재배 추이를 보면 1990년 8.2ha에서 2017년에는 6,196ha로 비약적으로 증가하고 있으며, 이 중 필라이트, 압면, 코이어의 비율은 82.3%로 대부분을 차지하고 있다. 특히 압면 사용 비율이 답보하거나 감소하는 것과 달리 코이어 배지의 사용은 3,983ha로 전체 비율의 64.3%나 된다. 애호박 수경재배 시 대부분 코이어 배지를 사용하고 있으나, 양액 관리 방법에 관한 기술 확립이 되어 있지 않아 애호박 수경재배 농가에 큰 애로가 되고 있으며, 이런 애로점으로 인해 다시 애호박 재배를 이탈하는 농가가 발생되기도 한다. 수경재배에서 급액관리는 근권부 환경 조절에 매우 중요하며, 수량과 품질을 결정짓는 중요한 변수로 이는 수경재배에 있어서 급액과 근권부 환경의 중요성을 나타낸 것이라고 할 수 있다. 현재까지 급액량 조절 등과 관련하여 토마토, 파프리카, 멜론, 오이 등 많은 작물에서 연구되어져 왔다. 하지만, 애호박의 경우 수경재배 보급의 초기 단계로, 저장법, 육묘방법, 저온 신장성 등의 토경재배 중심 연구가 대다수며, 수경재배에 관한 연구가 많이 이루어지지 않아 기술 정립이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 코이어 배지를 이용한 애호박 수경재배의 양수분 관리 기술 개발을 통한 애호박 수경재배 보급 확대를 꾀하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 기술원 내의 벤로형 유리온실에서 2017년부터 2019년까지 3년간 수행하였다. 애호박 품종인 '농우'를 시험품종으로 하여, 50공 트레이에 파종한 뒤 본엽이 2~3매가 되었을 때 코이어 배지(100×20×10cm, 더스트 : 칩 = 50:50)에 정식하였다. 배지 당 5주씩 200×20cm간격으로 정식하여 재식밀도는 2.5plants · m⁻²로 하였고, 거트를 중심으로 양쪽으로 교대로 유인하여, 실질적인 식물체의 주당 거리는 40cm가 되게 하였다. 양액은 한국원시오 이에 준하여 조성하여 공급하였다.

(시험 1) 애호박 수경재배 시 적정 양액 농도 구명

본 시험은 애호박 수경재배 시 공급 EC에 따른 애호박의 품질과 수량을 비교하고자 수행하였다. 2017년 2월 2일 정식하여 6월 9일 수확완료 하였다. 5마디 이후에서 첫 번째 과실을 착과시켰으며, 양액 공급은 공급액 EC를 1.5~2.0 dS·m⁻¹, 2.0~2.5 dS·m⁻¹, 2.5~3.0 dS·m⁻¹ 의 3수준으로 하여, 타이머를 통해 일일 공급량을 동일하게 공급하고자 하였다. 양액공급에 따른 공급량과 배액량, 공급EC에 따른 배액 EC 등을 조사하였으며, 생육과 과실 특성을 조사하였다.

(시험 2) 애호박 수경재배 시 양액 공급방법 구명

본 시험은 애호박 수경재배 시 생육 단계별 적정 양액 공급방법을 구명하고자 수행하였다.

11월 1일 정식하여 2019년 4월 25일 수확완료 하였으며, 10마디 이후에서 첫 번째 과실을 착과시켰다. 정식 후 급액은 시험 1에서 가장 수량성이 컸던 EC 2.0~2.5 dS·m⁻¹, pH 5.5~6.5의 범위에서 공급하였다. 애호박 식재 후 양액공급은 초기 배지의 근권부 안정화를 위하여 10일간 일출 2시간 후부터 1시간 간격으로 100mL을 일몰 3시간 전까지 공급하였으며, 이후 누적광량에 따라 1회 공급량과 공급횟수를 동일하게 하여 급액하였다. 정식 후 40일 이후부터 급액을 적산일사량에 1회 공급량을 달리 하여 공급하였는데, 누적일사량에 따른 1회 공급량을 100J·cm⁻²에 100mL(100-100), 70J·cm⁻²에 70mL(70-70), 130J·cm⁻²에 130mL(130-130)의 3수준으로 하여 적산일사량에 따른 1회 공급량을 달리하되, 1주당 1일 공급량은 동일하도록 하였다. 양액의 공급량과 배액량은 1일 급액과 배액이 끝나는 동일한 시간에 조사하였으며, 생육 및 과실 특성을 조사하였다. 시험구 배치는 시험1, 2 모두 난괴법 3반복으로 진행하였으며, 통계분석은 SPSS 프로그램을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 애호박 수경재배 시 적정 양액 농도 구명

재배 기간 동안의 공급 EC에 따른 배액 특성은 표 1과 같다. 공급 EC 1.5~2.0 dS·m⁻¹, 2.0~2.5 dS·m⁻¹, 2.5~3.0 dS·m⁻¹ 처리구에서 배액의 평균 EC는 각각 2.1 dS·m⁻¹, 4.6 dS·m⁻¹, 6.4 dS·m⁻¹ 였다. 공급량에서 배액으로 빠져나간 양을 전부 흡수된 것으로 가정하여 흡수율을 계산하였다. 흡수율은 2.0~2.5 dS·m⁻¹에서 83.0%로 가장 높게 나타났으나, 1.5~2.0 dS·m⁻¹와 2.0~2.5 dS·m⁻¹의 처리구와 차이는 크지 않은 경향이였다. 고농도 양액 공급에 따른 수분 흡수 장애 발생은 엽면적의 감소에 의한 것으로 여러 연구 결과에서 보고되고 있는데, 공급 EC 처리에 따른 흡수율의 차이가 크지 않은 것은 처리구의 엽장과 엽폭은 공급 EC 농도가 낮을수록 높게 나타나고는 있으나 처리구에 따른 유의적인 차이가 없는 것에 기인한 것으로 판단된다(표 2). 양액 공급에 따른 생육 특성을 보면 공급 EC에 따른 초장과 마디 전개에서 2.0~2.5 dS·m⁻¹ 처리구에서 높게 나타났으나, 다른 처리구와의 유의적 차이는 없었으며 SPAD값은 공급EC가 높을수록 높게 나타났다.

표 1. 급액 EC에 따른 배액 특성

급액 EC (dS/m)	배액 EC (dS/m)	배액률 (%)	흡수율 (%)
1.5~2.0	2.1	20.6	79.4
2.0~2.5	4.6	17.0	83.0
2.5~3.0	6.4	19.1	80.9

표 2. 급액 EC에 따른 생육 특성

급액 EC (dS/m)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	마디수 (개/주)	SPAD
1.5~2.0	788.6a	28.9a	24.0a	90.2a	48.3b
2.0~2.5	810.5a	27.5a	23.6a	92.0a	54.3a
2.5~3.0	776.9a	27.1a	23.2a	90.0a	57.5a

^aDMRT(5%)

개화 및 착과 특성, 과실 및 수량 특성은 표 3, 4와 같다. 암꽃 착생률, 착과수, 과중 모두 2.5~3.0 dS·m⁻¹ 처리에서 높게 나타났다. 과실 크기는 처리에 따른 유의적인 차이가 없었는데, 애호박 재배 시 비닐포장재를 씌워 균일한 크기가 되었을 때 수확하기 때문인 것으로 판단된다. 상품과율은 2.0~2.5 dS·m⁻¹ > 1.5~2.0 dS·m⁻¹ > 2.5~3.0 dS·m⁻¹ 순으로 나타나, 전체적인 수량은 2.0~2.5 dS·m⁻¹에서 가장 높게 나타났다.

표 3. 착과 특성

공급 EC (dS/m)	암꽃착생률 (%)	착과수 (개/주)	착과율 (%)
1.5~2.0	53.2	15.1	30.8
2.0~2.5	54.2	15.9	30.2
2.5~3.0	57.5	16.0	27.9

표 4. 과실 및 수량 특성

공급 EC (dS/m)	과실크기		1과중 (g/개)	상품과율 (%)	상품과중 (g/주)	수량 (kg/10a)	지수
	과장(cm)	과폭(cm)					
1.5~2.0	16.8a	47.8a	258.8b	89.4	3,493	8,734b	92
2.0~2.5	16.7a	47.7a	261.5ab	91.6	3,808	9,521a	100
2.5~3.0	16.8a	48.1a	266.8a	84.6	3,611	9,028ab	95

^aDMRT(5%)

(시험 2) 애호박 수경재배 시 양액 공급방법 구명

육묘기 공급 EC에 따른 묘소질은 표 1과 같다. EC 2.0처리구에서 경경, 엽수, 엽폭, 생체중이 우수하였는데, EC 1.0 처리구보다 각각 16.4%, 3.2%, 11.0%, 18.4% 높게 나타났다. 따라서 정식 전 육묘 관리에서는 EC 2.0 로 관리하는 것이 우수한 묘 생산에 좋을 것으로 판단되었다.

표 5. 육묘기 공급 EC에 따른 묘소질

공급 EC (dS/m)	초장 (cm)	경경 (mm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생체중 (g)
1.0	23.0	5.5	3.0	10.0	11.8	13.6
2.0	21.5	6.4	3.2	10.0	13.1	16.1
3.0	21.2	5.7	3.0	10.1	12.5	13.5

급액 방법에 따른 일 양액 공급량과 배액량 및 배액률은 표 2, 3과 같다. 1회 공급량과 공급횟수를 누적일사량에 따라 달리하되 총 공급량은 동일하게 하고자 하였다. 3월 공급량에서 70-70 처리구의 공급량 차이는 관수 종료시간에 의해 마지막 1회 공급량의 차이인 것으로 판단된다. 급액방법에 의한 배액량은 2월까지의 차이를 보이지 않다가, 일사량이

증가하는 3월부터는 차이를 보였는데, 70-70 처리구에 비해 100-100, 130-130 처리구의 배액률이 높게 나타나는 경향이였다.

표 6. 급액 방법에 따른 일 공급량

급액방법 (J/cm ² -ml)	공급량(mL/주)					
	'18. 11.	'18.12.	'19. 1.	'19. 2.	'19. 3.	'19. 4.
70-70	500a	631a	927a	1,165a	1,313a	1,565a ^z
100-100	496a	611a	911a	1,159a	1,358a	1,526a
130-130	495a	623a	936a	1,175a	1,372a	1,567a

^zDMRT(5%)

표 7. 급액 방법에 따른 일 배액량 및 배액률

급액방법 (J/cm ² -ml)	배액량(mL/주)/배액률(%)					
	'18.11.	'18.12.	'19.1.	'19. 2.	'19.3.	'19.4.
70-70	367/75.2	231/36.5	287/30.9	334/28.7	292b/22.2	575a/36.7b ^z
100-100	385/77.6	229/37.3	292/32.0	355/30.7	434a/32.0	647a/42.4ab
130-130	382/77.2	217/34.8	291/31.1	356/30.3	428a/31.2	679a/43.3a

^zDMRT(5%)

생육, 착과 및 수량 특성은 표 4~6과 같다. 초장, 엽장, 마디수, 생장점, 과실 크기, 1과중, 상품과율은 급액 방법에 따른 유의적 차이가 없었다. 암꽃 착생에 따른 착과수는 130-130 > 70-70 > 100-100 처리 순으로 많아 수량 증대를 위해서는 일일 동일 급액량을 공급할 시 1회 공급량을 늘리고 공급 횟수를 줄이는 것이 유리할 것으로 판단되었다. 애호박은 영양생장과 생식생장이 동시에 일어나며, 수분 후 과실 수확까지의 기간이 10일 내외로 짧으며, 불량과나 기생과 등이 생겼을 때 즉시 제거가 가능하다. 또한 과실 착과의 인위적인 조절이 다른 과 채류에 비해 쉬워, 양수분 관리만큼 수량 등의 효과에 영향을 줄 수 있을 것으로 추측된다. 따라서 양수분 관리와 과실의 생육상태에 따른 관리가 동시에 이루어진다면 애호박 수경재배 시 안정적인 생산과 높은 수량을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

표 8. 급액 방법에 따른 생육 특성

급액방법 (J/cm ² -ml)	초장 (cm)	엽장 (cm)	마디수 (개/주)	생장점 경경 (mm)
70-70	665.7a	22.0a	98.3a	4.6a ^z
100-100	650.8a	22.0a	97.6a	4.7a
130-130	669.9a	21.8a	98.3a	4.7a

^zDMRT(5%)

표 9. 개화 및 착과 특성

급액방법 (J/cm ² -ml)	암꽃수 (개/주)	암꽃 착생률 (%)	착과수 (개/주)	착과율 (%)
70-70	49.9a ^z	50.8a	10.6b ^z	21.2
100-100	49.4a	50.6a	10.1b	20.4
130-130	50.2a	51.1a	11.4a	22.7

^zDMRT(5%)

표 10. 과실 및 수량 특성

급액방법 (J/cm ² -ml)	과실 크기		1과중 (g)	상품과율 (%)	상품과중 (g/주)	수량 (kg/10a)	지수
	과장(cm)	과경(cm)					
70-70	171.2a	48.8a	274.8a	98.3a	2,863	7,158b ^z	104
100-100	172.5a	49.0a	277.8a	97.9a	2,746	6,867ab	100
130-130	172.1a	48.7a	277.5a	97.9a	3,097	7,742a	113

^zDMRT(5%)

4. 적요

본 연구는 코이어 배지를 이용한 애호박 수경재배의 양수분 관리 기술 개발을 통한 애호박 수경재배 보급 확대를 꾀하고자 수행하였다. 벤로형 유리온실에서 애호박 품종인 ‘농우’를 시험품종으로 하여, 애호박 수경재배 시 적정 양액 EC와 양액 공급방법을 구명하고자 하였다. 적정 양액농도 구명을 위하여 급액 EC를 1.5~2.0 dS·m⁻¹, 2.0~2.5 dS·m⁻¹, 2.5~3.0 dS·m⁻¹ 의 3수준으로 하였다. 수확종료일까지 착과수 및 과중은 2.5~3.0 dS·m⁻¹ 처리구에서 가장 높았으나, 10a당 수량은 2.0~2.5 dS·m⁻¹ 처리구에서 9,521kg으로 다른 처리구에 비해 5.5~9% 높았다. 양액 공급 방법을 구명하기 위해 일사량에 따른 1회 공급량을 70J·cm⁻²에 70mL(70-70), 100J·cm⁻²에 100mL(100-100), 130J·cm⁻²에 130mL(130-130) 의 3수준으로 적산일산량에 따라 1회 공급량을 달리하되, 1주당 1일 공급량은 같게 하여 수행하였다. 식물체 주당 착과수는 130-130>70-70>100-100순으로 많았으며, 10a당 수량은 130-130 처리구에서 7,158kg으로 100-100처리구보다 12.7% 높은 수량성을 보였다. 이상의 결과로 보아 애호박 수경재배 시 양액의 급액농도는 EC 2.0~2.5 dS·m⁻¹, 그리고 급액방법은 일일 동일량을 공급할 시, 1회 공급량을 늘리고 공급 횟수를 줄이는 것이 수량증대에 유리할 것으로 판단되었다.

5. 인용문헌

- Choi, G.Y., K.H. Yeo, S.H. Choi, and H.J. Jeong. 2019. Effect of Concentration of Nutrient Solution on Water and Nutrient Uptake of Tomato Cultivars in Hydroponics. *Journal of Agriculture & Life Science* 53(1):13-21.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2017. Greenhouse status of facilities vegetables and production results of vegetables. MAFRA Korea, p. 45-116.
- Jang, D.C., K.Y. Choi, and I.S. Kim. 2017. Effect of Drainage Reusing Ratio on Growth

and Yield of Summer cultivated Paprika in Recycling Hydroponic Cultivation. Protected Horticulture and Plant Factory. 26(1):7-12.

R.D.A., 2013. Water culture. R.D.A., Korea. p. 227.

Choi. G.Y., K.H. Yeo, S.H. Choi, H.J. Jeong, S.Y. Kim, S.C. Lee, and N.J. Kang. 2018. Effect of Irrigation volume on Ions Content in Root Zone in Soilless Culture of Tomato Plant Using Coir Substrate Protected Horticulture and Plant Factory, 27(1):1-6.

Kim K.S., Y.B. Lee, S.J. Hwang, B.R. Jeong, and C.G. An. 2013. Irrigation Method of Nutrient Solution Affect Growth and Yield of Paprika 'Veyron' Grown in Rockwool and Phenolic Foam Slabs, Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(2):179-185.

Park, K.S., C.H. Yun, H.E. Lee, D.K. Park, and J.K. Kwon. 2010. Effect of Plastic Bagging Cultivation of Summer Squash (Cucurbita moschata) on Improvement of Quality and Extension of Storage Period. Protected Horticulture and Plant Factory, Volans8(3):185-196.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2019년도 (3년차)	영농기술정보	○ 코이어 배지를 활용한 애호박 수경재배 시 양액 공급방법
2019년도 (3년차)	논문발표	○ 코이어 배지를 이용한 애호박 수경재배시 양액공급방법이 생육과 수량에 미치는 영향
2018년도 (2년차)	기초활용	○ 애호박 수경재배 시 양액공급방법

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
						'17	'18	'19
1) 애호박 수경재배 양수분 관리 방법 구명	책 임 자	원예연구과	농업연구사	정경희	총괄수행	○	○	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구사	진효정	조사분석	○	○	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구사	안재욱	조사분석	○	○	
	공동연구자	원예연구과	농업연구사	오주열	조사분석			○
	공동연구자	원예연구과	농업연구관	윤혜숙	평가조정	○	○	○
	공동연구자	환경농업연구과	농업연구관	최시림	결과검토	○		
	공동연구자	원예연구과	농업연구관	김희대	결과검토		○	○