

## 양액의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 비율이 수경재배 참외의 생육과 수량에 미치는 영향

원도연<sup>1</sup> · 최지혜<sup>1</sup> · 백창현<sup>1</sup> · 박나윤<sup>1</sup> · 강민구<sup>1\*</sup> · 서영진<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소 농업연구사, <sup>2</sup>경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소 농업연구관

### Evaluation of Cultivation Characteristics according to NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Ratio of Nutrient Solution for Korean Melon in Hydroponic Culture

Do Yeon Won<sup>1</sup>, Ji Hye Choi<sup>1</sup>, Chang Hyeon Baek<sup>1</sup>, Na Yun Park<sup>1</sup>, Min Gu Kang<sup>1\*</sup>, and Young Jin Seo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Officer, Seongju Korean Melon Fruit and Vegetable Research Institute, Seongju 40054, Korea

<sup>2</sup>Senior Research Officer, Seongju Korean Melon Fruit and Vegetable Research Institute, Seongju 40054, Korea

**Abstract.** Korean melon (*Cucumis melo* L.) is grown mostly in Northeast Asia area, and as a fruit mainly produced in Korea, the yield per unit area continues to improve, but the cultivation method is limited to soil cultivation, so it is necessary to develop hydroponic cultivation technology for scale and labor-saving is needed. As the ratio of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> increased, the plant height, the leaf length, the leaf width, and the internode length became longer and larger. On the other hand, the SPAD value decreased. The lower the ratio of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, the faster the female flower bloom, and there was no difference in fruit maturity between treatments. There was no difference in the shape of fruit according to the ratio of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, and the hardness was higher as the ratio of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> was lower. The total yield from March to July was KM3 5,650 kg/10a and KM1 4,439 kg/10a, 27% higher in KM3 and, in particular, 36% higher in quantity from March to May, when Korean melon prices were high season. Therefore, it was judged that it would be appropriate to supply NO<sub>3</sub><sup>-</sup> suitable for hydroponic cultivation of Korean melon, which was formalized in December and produced from spring, at the level of 6.5 to 10 me·L<sup>-1</sup>.

**Additional key words:** *Cucumis melo* L., nitrogen source, Oriental melon, substrate culture, underground pot

### 서 론

지난 60년간 참외 재배면적은 1961년 4,096ha, 2021년 4,653ha로 13% 증가하였고, 단위면적당 수량은 1961년 907kg/10a, 2021년 4,377kg/10a로 4.8배 증가하였으며, 생산량은 1961년 37,137톤, 2021년 198,598톤으로 5.3배 증가하였다. 특히 생산액은 22년 전과 비교하여 1989년 848억 원에서 2021년 5,759억 원으로 6.7배 증가하여 참외는 한국의 대표적인 특화작물로서 비약적으로 발전하였다(MAFRA, 2021). 이와 같은 외형적인 성장에도 불구하고 재배방식은 낮은 터널을 만들어 보온부직포를 이용한 토경재배 방식으로 대부분 재배되고 있다. 참외를 제외한 다양한 과채류에서 수경재배 기술이 개발되어 생산성을 증가시키고 재배방법의 생력화를 추진하고 있다. 토경재배를 수경재배로 전환하기 위한 연구는 다양하게 추진되어 왔다.

참외 순환식 수경재배 연구에서 NFT 방식은 고온기에 용존 산소의 부족과 뿌리량의 증가로 배양액의 순환 불량 등 문제점이 발생해 장기재배를 하는 참외 수경재배에는 적합하지 않았고 펠라이트, 코코피트 등 고형배지방식이 적합하다고 하였다(Jun과 Jo, 2002). 참외 지주재배와 줄기 유인 재배에서는 포복형 방식에 비해 참외 당도를 높이고 비상품과를 감소시켜서 생산성 향상이 된다고 하였다(Bae 등, 1998). 또한 버미큘라이트를 포대에 담아서 재배하는 수경재배방식의 포대 재배가 시도되었으나(Shim 등, 2003) 상용화되지는 못하였다. 딸기 후작재배 참외의 양액 급액에 대한 연구에서는 후작으로서 가능성을 확인하였으나 과일이 크고 경제성을 갖추지 못하였다(Kim 등, 2009). 과채류 배양액 연구에서는 코이어 배지에서 품질향상을 위한 배양액과 고온기, 화분당 착과량이 많아지는 시점의 배양액을 달리하여 재배하는 것을 추천하였다(Lee 등, 2017). 참외 상향식 유인과 거터를 이용한 하향 재배식 줄기유인 재배에서 두 방법의 수확량은 차이가 없고 작업강도를 낮출 수 있어 포복재배를 대체할 수 있는 새로운 방법임을 제안하였다(Lee 등, 2021).

\*Corresponding author: ilovegeoje@korea.kr

Received June 9, 2023; Revised July 17, 2023;

Accepted July 27, 2023

수경재배 배양액의 질소원에 대한 연구로 식물 성장과 발달에 가장 중요한 역할을 하고 단백질, 핵산, 엽록소 등의 질소화합물 합성에 이용되며, 질소 공급원이 작물의 생산성과 품질에 영향을 미친다는 연구 결과가 많고, 질소원으로  $\text{NO}_3^-$ 를 100% 공급하는 것보다  $\text{NH}_4^+$  이온을 혼합하여 공급하는 것이 생육에 더 좋다고 보고되었다(Jeong과 Lee, 1990; Conesa 등, 2009; Shang과 Shen, 2018; Zhang 등 2019). 수경재배에서 공급되는 질소원의 종류로는 질산태질소와 암모니아태 질소가 있으며, 질산태질소는 식물의 생육에 잘 이용되는 형태로서 작물생장에 중요한 역할을 하고, 농식품의 품질 측면에서  $\text{NO}_3^-$ 을 많이 공급하면 연약하게 자라 저장성과 맛이 떨어지게 되며, 암모니아태 질소는 적당히 혼합되면 좋지만 암모늄 독성이 나타날 수 있어, 사용량 설정에 주의가 필요하다고 하였으며(Song 등, 2022), 로메인 상추의 순환형 저면관수 재배에서는  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ 의 적정비율은 83.3:16.7이 가장 적합하였다(Noh와 Jeong, 2023). 상추에는 적정량의  $\text{NH}_4^+$  첨가가  $\text{NO}_3^-$  축적을 감소시키고 상추의 수량과 품질을 향상시킨다고 하였고(Söylemez, 2021), 딸기에서는 질산태질소와 암모니아태질소의 비율이 10대 1 정도 비율일 때 생육이 우수하다고 하였다(Lee 등, 2017). 당근 수경재배에서는 배양액 농도가  $2.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 지하부의 당도가 가장 높았고 엽록소 함량은  $4.0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 가장 높아 적정 배양액 농도 차이에 따른 식물체 부위의 품질이 다름을 확인할 수 있었다(Oh 등, 2017). 따라서 작물별로 질산태질소와 암모니아태질소의 적정 비율의 설정이 중요하며, 질산태질소가 암모니아태 질소에 비해 절대량으로 많이 공급되기 때문에 질산태질소의 기준량 설정이 우선 되어야 한다.

이처럼 참외 수경재배 및 과채류 수경재배를 위한 연구가 진행되었지만 참외 수경재배용 배양액, 특히, 연속수확, 과실 품질 유지(과실 크기, 당도, 경도 등)에 영향을 미칠 수 있는 12-1월 저온기 영양생장기의 배양액 조성 개발이 미흡하다. 따라서 이번 연구에서는 관행의 보온부직포를 이용한 수경재배로 참외를 재배할 때 영양생장기 배양액 내 질산태질소 비율에 따른 참외 생육의 변화를 확인했다.

## 재료 및 방법

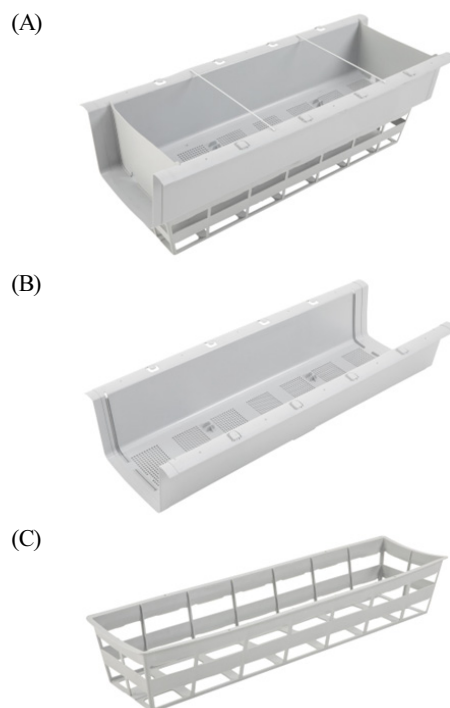
### 1. 시설참외 재배기본 정보

본 시험은 경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소 내의 폭 6.4m, 높이 3.2m, 길이 45m의 단동 터널형 비닐하우스에서 2020년 12월부터 2021년 7월까지 수행하였다. 참외 품종은 ‘알찬꿀참외’, 대목은 ‘힘튼토좌’를 사용하였으며, 재배 형태는 포복형 수경재배로 참외 수경재배 화분( $1,000 \times 425 \times$

200mm, Taekwang Atec, Daegu, Korea)을 지면과 수평이 되도록 토양에 매립하여 재배하였다(Fig. 1). 배지는 혼합상토(Baroker 50L, Seoulbio, Korea)를 사용하였고, 정식후 4월 10일까지는 보온부직포(MD-insulator 15oz, Manyun-insulator, Seongju, Korea) 개폐온도를  $15^\circ\text{C}$ 로 설정하여 자동동작되도록 관리하였다. 시설하우스 온도는 최저온도는  $15^\circ\text{C}$ , 최고온도는  $35^\circ\text{C}$ 의 범위에서 관리하였다. 온실 내 온도, 상대습도(Atmos14, METER Group, Inc. USA)는 환경계측기 데이터로거(Em50, METER Group, Inc., USA)를 사용하여 10분 간격으로 측정하여 온실 재배 환경을 기록하였다.

### 2. 배양액

참외 수경재배 배양액 종류에 따른 영향을 평가하기 위해 멜론, 딸기 등 과채류 생산에 사용되는 배양액 3종을 선택한 후 Yeo와 Lee(1997)과 Yun 등(1998)의 방법을 응용하여 질산태질소 비율에 따라 당량 기준으로 3개 수준으로 나누고 KM1, KM2, KM3으로 명명하였다. 그리고 참외 재배농가에서 상업용 비료로 많이 사용하고 있는 Poly-Feed GG(9-12-36, Haifa Negev technologies Ltd., Matam-Haifa, Israel)을 대조구로 하여 KM4로 명명하였다(Table 1).



**Fig. 1.** Explanation of Korean melon hydroponic culture pot for underground install. (A) A set of Korean melon pot, (B) Korean melon pot (1,000 mm × 425 mm × 200 mm, weight 1,808 g), (C) pot stand (= water drain load) (960 mm × 220 mm × 160 mm, weight 956 g).

**Table 1.** Composition of nutrient solution according to NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content.

Treatment	Concentration (me·L <sup>-1</sup> )						
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
KM1	0.5	15.0	3.0	6.8	3.0	2.5	2.5
KM2	0.5	10.0	3.0	5.3	3.0	2.5	2.5
KM3	0.5	6.5	3.0	2.9	3.0	2.5	2.5
KM4	Commercial Poly Feed fertilizer GG <sup>z</sup> 9-12-36 + 3MgO						

<sup>z</sup>NO<sub>3</sub>-N 9%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%, K<sub>2</sub>O 36%, MgO 3%, Fe 1,000 ppm, Mn 500 ppm, B 200 ppm, Zn 150 ppm, Cu 110 ppm, Mo 70 ppm, and EDTA chelates.

### 3. 급액량 및 EC 처리

양액 급액 시간은 오전 9시부터 오후 4시까지 시간당 2L가 공급되는 점적호스를 2줄 설치하여 일회 2-5분, 일일 3-8회 변경하면서 급액하였다. 급액량 및 횟수 변경은 참외 신초의 상태와 근권 센서(GS-3, METER Group, Inc., USA)를 확인하여 근권센서의 토양수분(VWC) 값이 최저 20% 이하로 내려가지 않게 알람 설정하고 VWC 25-30% 범위가 유지될 수 있게 관수 간격을 조절하여 관리하였다. 비가 오거나 흐린 날은 오후에 단수를 실시하였다. 정식 3주 전 배지를 1차 포습하였고, 정식 1주 전에는 EC는 1.0dS·m<sup>-1</sup>로 5회/일 급액하여 근권부 EC를 1.0dS·m<sup>-1</sup>로 조정하였다. 정식부터 착과 전까지는 1.0dS·m<sup>-1</sup>로 공급하였고 박과채소의 경우 배양액의 농도를 변화시키지 않는 것이 양호한 생육과 수량을 가져올 수 있다고 하였는데(Itagi 등, 1995; Jun과 Jo, 2002), 본 실험에서도 착과기부터는 1.5dS·m<sup>-1</sup>로 고정하여 공급하였다.

### 4. 생육, 과실 품질 및 수량조사

생육 특성은 정식 30일차에 식물체의 초장, 엽장, 엽폭, 장폭비, 절간장, 마디수, SPAD값을 측정하였다. 과실 품질은 매월 1회 실시하였으며, 과중, 과장, 과폭, 가용성 고형물 함량, 색도, 경도를 조사하였다. 과실 품질은 월 1회 10개씩 3회 반복하여 30과를 처리별로 매월 조사하였다. 가용성 고형물 함량(soluble solids content, SSC)은 과실에서 과육부와 태좌부를 휴대용 Brix 당도계(Atago PAL-1, Atago Inc., Japan)를 이용하여 °Brix 단위로 나타내었다. 수량은 구당 30주씩 3반복하여 조사하였다. 10a 수량은 1주당 수확량을 3.2m x 0.45m 나누어준 후 1,000m<sup>3</sup>를 곱하여 계산하였다.

### 5. 통계 분석

처리구는 각 처리당 30주씩 3반복으로 완전임의배치하였으며, 통계분석은 R project(Version 4.1.3, 2022 The R Foundation for Statistical Computing)를 이용하여 분산분석

(ANONA)을 실시하였고, 평균 간 비교는 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test, DMRT)을 적용하여 5% 수준에서 실시하였다( $p \leq 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 비율에 따른 생육 특성

배양액 종류에 따른 정식 30일차의 참외 생육을 비교하였다(Table 2). 초장은 KM1 51.0cm, KM2 44.2cm, KM3 32.4cm, KM4 40.2cm로 KM1, KM2, KM3 순으로 질산태질소 절대량과 비례하여 증가하였다. KM4는 40.2cm로 KM2, KM3의 중간 수준의 초기 영양생장을 기록하였다. 엽장은 KM1 9.1cm로 다른 처리구에 비해 유의적으로 길었다. 엽폭도 KM1 8.5cm로 다른 처리구에 비해 넓었다. 장폭비는 KM1 1.16으로 다른 처리구와 유의성을 보였으며, 마디수는 KM3가 10.0마디로 KM1 12.2마디보다 짧았다. SPAD 값은 정식 30일차에는 KM1 45.5, KM2 50.9, KM3 50.0, KM4 51.2로 KM1이 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮았으나, 정식 100일차에는 처리 간 차이가 없었다. 따라서 배양액 종류에 따른 영양생장은 질산태질소 절대량과 비례하여 값이 증가할수록 초기 생육이 빠른 것을 알 수 있었다.

참외 재배에서 손자마디마다 암꽃이 발생하는 것은 착과 및 생산조절을 위한 중요한 생육지표이다(Table 3). 암꽃 첫 개화마디는 KM3 8.6마디로 가장 하위절위에서 개화하였으며, KM4가 10.4마디로 가장 늦게 개화하였다. 암꽃이 발생된 후 동일한 시기에 2월 15일에 동일하게 착과하였고, 3월 29일에 동일하게 수확하였다. 착과 후 수확소요일수는 42일로 처리 간 차이가 없었다. 따라서 배양액 종류에 따른 개화마디는 질산태질소 함량이 가장 낮은 KM3에서 가장 빨라 질산태질소 함량이 낮을수록 참외 암꽃 개화는 일찍 형성되는 것을 알 수 있었으며, 수확소요일수는 처리 간 차이가 없어 질산태질소 함량 차이는 첫 참외의 과실성숙에는 영향을 주지 않았다.

## 2. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 비율에 따른 과중, 과장, 과폭, 과육두께의 월별 변화 특성

질산태질소 비율에 따른 과실의 월별 변화를 비교하였다 (Table 4). 3월 과중은 KM1 443.2g, KM2 472.0g, KM3 365.0g, KM4 481.8g으로 KM3의 과실이 크기가 적합하였다. 4월은 431.5 - 447.0g으로 처리구간 큰 차이가 없었다. 5월은 KM1 405.0g, KM2 442.7g, KM3 452.3g, KM4 448.7g으로 KM1이 가장 적합하였다. 6월은 KM1 430.7g, KM2 490.6g, KM3 452.3g, KM4 437.7g으로 KM4가 가장 적합하였다. 7월은 KM4를 제외하고는 다른 처리구에서는 500g이 넘었다. 수확 초기에는 KM3의 과중이 상품성이 가장 높았으나 3월에서 7월까지 수확기간 동안은 처리구 간 과중의 차이가 없었다.

3월 과장은 KM1 111.2mm, KM2 113.2mm, KM3 102.9mm, KM4 115.3mm로 과중과 비례하였으며, 4, 5, 6월

도 유사한 경향이었다(Fig. 2). 7월 과장은 모든 처리구에서 20mm 이상 증가하는 특성을 보였는데 이는 시설잠의 하우스가 7월부터 주간기온이 45°C 이상으로 매우 높아 식물체 관리에 많은 수분이 공급되기 때문에 이로 인해 과장이 전월에 비해 급격히 길어진 것으로 판단된다. 3월 과육 두께는 KM1 18.9mm, KM2 19.0mm, KM3 17.0mm, KM4 19.4mm으로 KM3가 가장 얇았다. 과육 두께는 4, 5, 6, 7월은 KM1이 가장 얇았다. 다른 처리구는 유사하였다.

## 3. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 비율에 따른 당도, 경도, 색도의 월별 변화 특성

과실 품질 중 당도는 소비자들이 과일이 선택하는 가장 중요한 품질지표로서 수경재배기술이 확산될 수 있는 가장 중요한 요소로 평가된다. 3월 과육부 당도는 KM1 13.6°Brix, KM2 12.9°Brix, KM3 12.5°Brix, KM4 13.7°Brix로 KM4가 가장 높았고 KM3이 가장 낮았다. 4월 과육부 당도는 처리구 간 차이

**Table 2.** Characteristics of Korean melon growth according to the difference in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content.

Treatment	Plant height (cm)	Leaf length (A, cm)	Leaf width (B, cm)	Leaf shape (A/B)	Internode length (cm)	No. of nodes (ea/plant)	SPAD value	
							30 days	100 days
KM1	51.0 a <sup>z</sup>	9.1 a	8.5 a	1.16 a	4.1 a	12.2 a	45.5 b	48.0 a
KM2	44.2 ab	6.9 b	6.7 b	1.02 b	3.9 ab	11.2 ab	50.9 a	49.0 a
KM3	32.4 b	6.5 b	6.9 b	0.94 b	3.2 b	10.0 b	50.0 a	51.6 a
KM4	40.2 ab	6.0 b	5.9 b	1.01 b	3.5 ab	11.2 ab	51.2 a	51.4 a

<sup>z</sup>Significant differences among treatments are indicated by lower case letters at  $p \leq 0.05$  according to the Duncan's multiple range test.

**Table 3.** Characteristics of Korean melon flowering according to the difference in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content.

Treatment	Node No. of female flower	Date of fruit setting	Date of the first harvest	Required days for harvest
KM1	9.9 b <sup>z</sup>	Feb 15 a	May 29 a	42 a
KM2	9.6 b	Feb 15 a	May 29 a	42 a
KM3	8.6 a	Feb 15 a	May 29 a	42 a
KM4	10.4 b	Feb 15 a	May 29 a	42 a

<sup>z</sup>Significant differences among treatments are indicated by lower case letters at  $p \leq 0.05$  according to the Duncan's multiple range test.

**Table 4.** Characteristics of Korean melon fruit according to the difference in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content.

Treatment	Fruit weight (g)	Fruit length (A, mm)	Fruit diameter (B, mm)	Fruit shape index (A/B)	Flesh thickness (mm)	Soluble solids content (°Brix)		Flesh firmness (g/Φ5mm)	Chromaticity values		
						Flesh	Placenta		L	a	b
KM1	445.1 a <sup>z</sup>	114.9 a	85.6 b	1.28 a	18.5 b	13.0 a	14.5 a	1,978 b	68.7 a	16.0 a	68.7 a
KM2	466.1 a	116.1 a	87.7 a	1.28 a	19.1 a	13.1 a	14.9 a	1,909 c	68.9 a	15.5 a	68.7 a
KM3	448.6 a	115.0 a	85.8 b	1.28 a	19.0 a	13.0 a	14.9 a	2,008 a	68.4 a	15.8 a	67.3 b
KM4	456.3 a	116.1 a	85.9 b	1.31 a	19.3 a	13.3 a	15.1 a	2,097 a	68.6 a	15.2 a	67.5 b

<sup>z</sup>Significant differences among treatments are indicated by lower case letters at  $p \leq 0.05$  according to the Duncan's multiple range test.

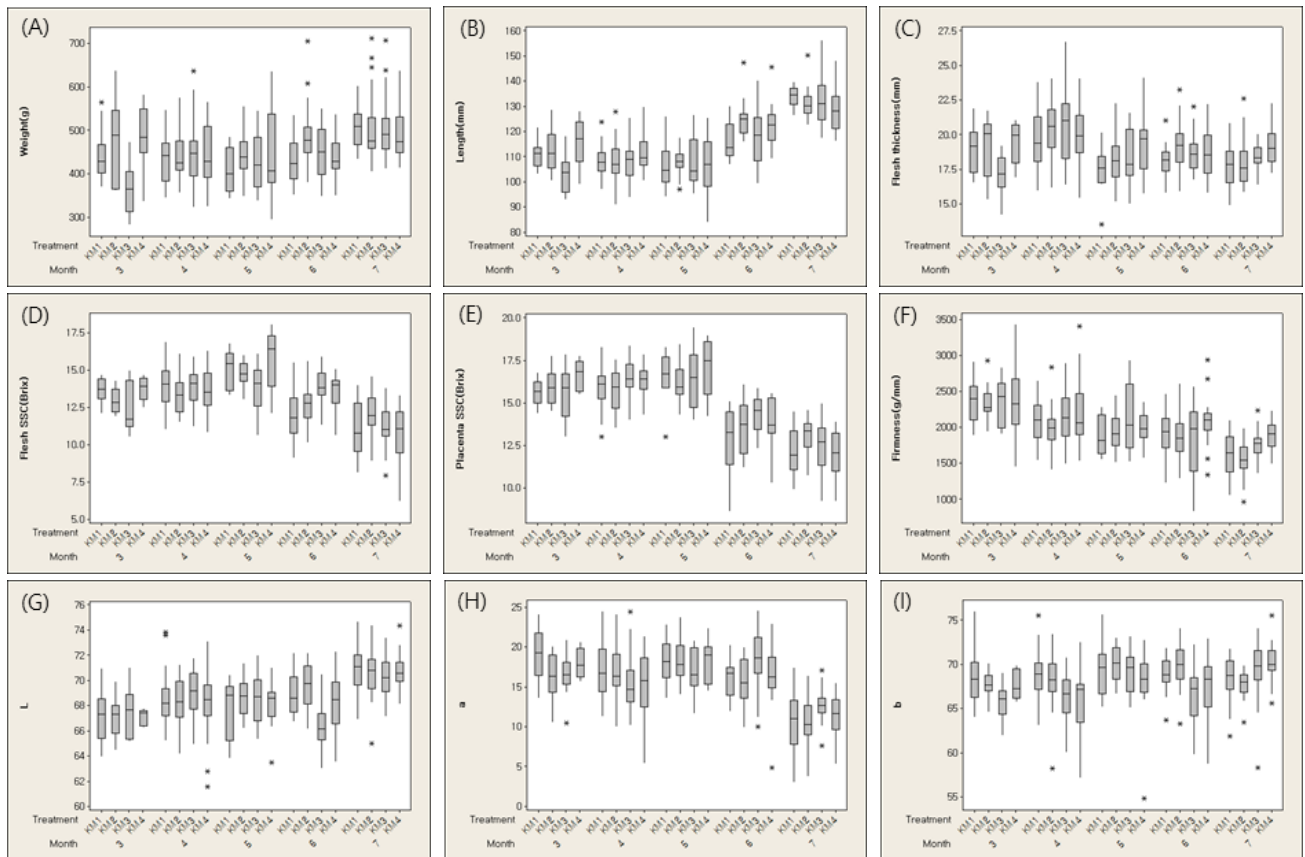
가 없었고 5월 과육부 당도는 KM4, KM1, KM2, KM3 순서로 질산태질소 함량에 비례하였고, 6월 과육부 당도는 KM3, KM4, KM2, KM1 순서로 질산태질소 함량에 반비례하여 참외의 과육부 당도는 월별로 비례 보상되는 결과를 보였다. 7월 과육부 당도는 처리 간 차이가 없었고 11°Brix까지 감소하였다. 3월 태좌부 당도는 KM1 15.6°Brix, KM2 15.9°Brix, KM3 15.4°Brix, KM4 16.7°Brix로 KM4가 가장 높았다. 4월 태좌부 당도는 KM1 15.8°Brix, KM2 15.8°Brix, KM3 16.4°Brix, KM4 16.2°Brix로 KM3가 가장 높았다. 5월 태좌부 당도는 4월과 유사한 경향이었으며, 6월 태좌부 당도는 KM1 12.9°Brix, KM2 13.5°Brix, KM3 14.2°Brix, KM4 13.8°Brix로 KM3가 가장 높았다. 7월 태좌부 당도는 모든 처리구에서 12°Brix 범위까지 감소하였다. 당도는 3-7월 중 5월이 가장 높은 것으로 확인되었으며, 이와 같은 결과는 토경재배의 당도 변화 양상과는 차이가 있었다. 일반적으로 토경재배는 3월이 당도가 가장 높고 7월까지 지속적으로 당도가 감소하는 결과를 보인다(Shin 등, 2016). 하지만 본 시험에서

는 질산태질소 비율에 따른 당도차이는 없었고, 3,4월보다 5월 당도가 가장 높아 적정수분 관리 기술을 통하여 초기 당도 향상을 위한 재배기술의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

3월 경도는 KM1 2,325g/mm, KM2 2,360g/mm, KM3 2,350g/mm, KM4 2,366g/mm으로 배양액 종류에 따른 차이는 없었다(Fig. 2). 4, 5, 6월 경도는 대부분의 처리구에서 당도와 반비례하였다. 7월은 KM1 1,628g/mm, KM2 1,682g/mm, KM3 1,748g/mm, KM4 1,897g/mm으로 3월에 비해 크게 감소하였으며 전체적으로 KM4의 경도가 가장 높았다. 색도 L 값은 월별로 처리 간 차이가 없었으며, 3월 색도 a 값은 KM1 19.1, KM2 16.3, KM3 16.5, KM4 17.9로 KM1이 가장 높았다. 6월 색도 a 값은 KM1 16.1, KM2 15.5, KM3 18.7, KM4 16.5로 KM3가 가장 높았다. 색도 b 값은 처리구간 큰 차이가 관찰되지 않았다.

#### 4. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 비율에 따른 월별 수량 특성

배양액 종류별 월별 수량은 다음과 같았다(Fig. 3). 3월 수량



**Fig. 2.** The process of monthly changing of Korean melon fruits from March to July. (A) Fruit fresh weight, (B) length, (C) flesh thickness, (D) flesh soluble solids content, (E) placenta soluble solids content, (F) firmness, (G) L value which represents degree of lightness, (H) a value which a measure of redness, and (I) b value which a measure of yellowness. Vertical bars represent SEs of 15 replicates (n = 15).

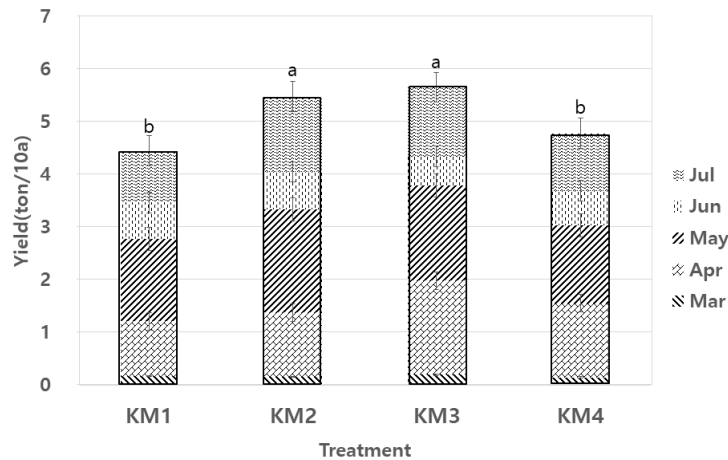
은 KM1 164kg/10a, KM2 148kg/10a, KM3 187kg/10a, KM4 138kg/10a이었고, 4월 수량은 KM1 1,041/10a, KM2 1,224kg/10a, KM3 1,787kg/10a, KM4 1,405kg/10a으로 KM3가 가장 많았다. 5월 수량은 KM1 1,567kg/10a, KM2 1,958kg/10a, KM3 1,812kg/10a, KM4 1,481kg/10a이었고, 6월 수량은 KM1 689kg/10a, KM2 712kg/10a, KM3 550kg/10a, KM4 657kg/10a이었다. 7월까지 주당 누적 수량은 KM1 4,439kg/10a, KM2 5,476kg/10a, KM3 5,650kg/10a, KM4 4,777kg/10a이었다. KM3는 누적수량이 가장 많았고 아마자키 멜론 배양액인 KM1에 비해 27% 많았다. 5월까지 누적수량은 KM1 2,773kg/10a, KM2 3,331kg/10a, KM3 3,787kg/10a, KM4 3,027kg/10a로, KM3는 KM1에 비해 36% 많았다. 이 결과는 참외 관비재배 시 기준량의 0.5 배 처리구에서 총수량과 상품수량이 높고 상품과율도 높았던 보고와도 일치하였다(Jung 등, 2010).

Jun과 Jo(2002)의 멜론배양액을 사용한 참외 순환식 수경재배 연구에서는 멜론배양액 공급이 배양액의 EC, pH가 안정적이고 다량원소와 미량원소가 공급배양액의 함량과 가깝게 유지되고, 생육이 생산이 안정적으로 되었던 결과와는 달리 본 시험에는 멜론배양액(KM1)을 참외에 적용하면 질산태질소의 함량이 높아 영양생장이 증가하고 생체중 증가에 따른 암꽃 발생량이 적어 생산성이 감소하였다. 위와 같은 생육반응의 차이는 두 시험의 정식시점이 달라서 태양복사 유입량 차이가 영향을 주었을 것으로 판단된다. 현재 참외가 정식되는 12월은 태양복사 유입이 적은 시점으로 배양액의 높은 질소량은 식물체를 도장하게 만들 것으로 판단되며, Jun과 Jo(2002)의 시험에서는 2월 하순 정식되어 태양복사유입이

12월보다 많기 때문에 멜론배양액의 높은 질소량이 식물체에 충분히 이용되었을 것으로 추측할 수 있다. 따라서 태양복사 유입이 연중 가장 낮은 12월 참외 정식을 위한 참외 수경재배 적합한 질산태질소는 6.5 – 10me·L<sup>-1</sup> 수준으로 공급하는 것이 생산성을 높일 수 있었고, 적정 비료량을 공급함으로써 비료자원 소비를 감소할 수 있어 참외 수경재배에 적합할 것으로 판단되었다.

### 적 요

참외는 동북아시아 지역에서 대부분 재배되고 있고, 한국에서 주로 생산되는 과일로서 단위면적당 수확량은 지속적으로 향상되고 있지만 재배방식은 토경재배에 국한되어 있기 때문에 규모화, 생력화를 위한 수경재배 기술 개발이 필요하다. 본 연구에서는 보온부직포를 이용한 수경재배로 참외를 재배할 때 영양생장기 배양액 내 질산태질소 비율에 따른 참외 생육의 변화를 확인했다. 배양액에서 질산태질소 비율이 증가할수록 초장은 길어지고, 엽장, 엽폭, 절간장도 함께 증가하였다. 생육 30일차의 SPAD값은 질산태질소 비율이 증가할수록 감소하였다. 질산태질소 비율에 낮을수록 암꽃 개화가 빨리 되었고, 과실 성숙에서는 처리 간 차이가 없었다. 질산태질소 비율에 따른 과실의 형태는 차이가 없었고, 경도는 질산태질소의 비율이 낮을수록 높아 과실이 단단하였다. 3월에서 7월까지 총 수확량은 KM3 5,650kg/10a, KM1 4,439kg/10a로 KM3가 27% 높았고 특히, 참외 가격이 높은 3월에서 5월까지 수량은 KM3가 KM1보다 36% 높았다. 따라서 12월 정식되어 봄철부터 생산되는 참외의 수경재배에 적합한 질산태질소



**Fig. 3.** Quantity of Korean Melon Fruit according to the difference in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content. Four treatment solutions were KM1, KM2, KM3, KM4. Vertical bars represent SEs of 3 replicates (n = 3). Significant differences among treatments are indicated by lower case letters at p ≤ 0.05 according to the Duncan's multiple range test.

는 6.5 – 10me·L<sup>-1</sup> 수준으로 공급하는 것이 적당할 것으로 판단되었다.

**추가주제어:** *Cucumis melo* L., 고품 배지경, 매립형 배지, 질 소원, 참외

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2021-RD01 2433, 지역농업연구기반및전략작목육성)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## Literature Cited

- Bae S.G., S.K. Choi, Y.S. Shin, I.K. Yeon, and B.S. Choi 1998, Round-frame-staking cultivation increased growth and yield of oriental melon. *J Bio-Env Con* 7(Suppl II):77-81. (in Korean)
- Conesa E., D. Nifirola, M.J. Vicente, J. Ochoa, S. Bañón, and J.A. Fernández 2009, The influence of nitrate/ammonium ratio on yield quality and nitrate, oxalate and vitamin C content of baby leaf spinach and bladder campion plants grown in a floating system. *Acta Horti* 843:269-274. doi: 10.17660/ActaHort.2009.843.35
- Itagi T., K. Sasaki, and Y. Udagawa 1955, Practical technics for hydroponics. Noudenkyou, Tokyo, Japan.
- Jeong B.R., and C.W. Lee 1990, Effect of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, and Cl<sup>-</sup> ions on ion uptake and solution pH in hydroponic culture of ageratum and salvia. *HortScience* 25:1171a-1171. doi:10.21273/HORTSCI.25.9.1171a
- Jun H.J., and I.H. Jo 2002, Changes of nutrient content of circulating solution in three different new hydroponics for Oriental melons (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.). *J Bio-Env Con* 11:168-174. (in Korean)
- Jung K.S., K.H. Jung, W.K. Park, Y.S. Song, and K.H. Kim 2010, Establishment of the optimum nitrogen application rates for Oriental melon at various growth stages with a fertigation system in a plastic film house. *Korean J Soil Sci Fert* 43:349-355. (in Korean)
- Kim H.G., J.B. Seo, K.C. Cho, I.T. Hwang, K.S. Seo, and J.G. Kim 2009, Effect of nutrient supply per day on the growth and development of following crop, melon after hydroponically grown strawberry. *Korean J Horti Sci Technol* 27:62-63.
- Lee D.S., J.K. Kwon, S.W. Yun, S.Y. Lee, M.T. Seo, H.J. Lee, and T.G. Kang 2021, Comparison of yield and workload depending on stem training methods in oriental melon hydroponics. *J Bio-Env Con* 30:377-382. (in Korean) doi: 10.12791/KSBEC.2021.30.4.377
- Lee J.H., Y.B. Lee, and K.Y. Choi 2017, Effect of various composition of nutrient solution on growth and yield of strawberry ‘Maehyang’ in coir substrate hydroponics. *Protected Hort Plant Fac* 26:227-234. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2017.26.3.227
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs) 2021, Agriculture, Food, and Rural Affairs Statistic Yearbook. MAFRA, Sejong, Korea. (in Korean)
- Noh K., and B.R. Jeong 2023, Optimum strength and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ratio of nutrient solution for romaine lettuce cultivated in a home hydroponic system. *J Bio-Env Con* 32:97-105. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2023.32.2.97
- Oh D.G., M.K. Cha, and Y.Y. Cho 2017, Composition and EC of nutrient solution on growth and quality of carrot (*Daucus carota* L.) in hydroponics. *Protected Hort Plant Fac* 26:340-345. doi:10.12791/KSBEC.2017.26.4.340
- Shang H.Q., and G.M. Shen 2018, Effect of ammonium/nitrate ratio on pak choi (*Brassica chinensis* L.) photosynthetic capacity and biomass accumulation under low light intensity and water deficit. *Photosynthetica* 56:1039-1046. doi:10.1007/s11099-018-0815-7
- Shim S.Y., S.W. Lee, L.W. Lim, and J.H. Ju 2003, Development of fertigation culture method of oriental melon. Gyeonggi-do Agric Res Exten Serv Center, Horti Res Rept, Hwaseong, Korea, pp 345-349. (in Korean)
- Shin Y.S., J.E. Lee, M.K. Kim, H.W. Do, and J.T. Park 2016, Effect of low pressure fog and external watering on the fruit quality of Korean melon grown in summer. *Protected Hort Plant Fac* 25:24-29. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2016.25.1.24
- Song J., J. Yang, and B.R. Jeong 2022, Silicon mitigates ammonium toxicity in cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*) ‘Ssamchu’. *Front Sustain Food Syst* 6:922666. doi:10.3389/fsufs.2022.922666
- Söylemez S. 2021, The impact of different growth media and ammonium-nitrate ratio on yield and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 49:12540. doi:10.15835/nbha49412540
- Yeo K.H., and Y.B. Lee 1997, Development of optimum nutrient solution for dill (*Anethum graveolens* L.) in hydroponics. *J Bio Fac Env* 6:299-309. (in Korean)
- Yun H.K., I.S. Kim, and K.C. Yoo 1998, Effects of substrate on the growth and nutrient absorption characteristics of leafy vegetables in sand culture. *J Korean Soc Horti Sci* 39: 497-503. (in Korean)
- Zhang J., J. Lv, M.M. Dawuda, J. Xie, J. Yu, J. Li, X. Zhang, C. Tang, C. Wang, and Y. Gan 2019, Appropriate ammonium-nitrate ratio improves nutrient accumulation and fruit quality in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agronomy* 9:683. doi: 10.3390/agronomy9110683