

## 오이 관비재배 시 토성에 따른 적정 배양액 조성

한석교<sup>1</sup> · 은종선<sup>1</sup> · 김호철<sup>2</sup> · 이용범<sup>3\*</sup> · 배종향<sup>2</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 원예학과, <sup>2</sup>원광대학교 원예·애완동식물학부, <sup>3</sup>서울시립대학교 환경원예학과

### Composition of Nutrient Solution According to Soil Texture in Fertigation Culture of Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Suk Kyo Han<sup>1</sup>, Jong Seon Eun<sup>1</sup>, Ho Cheol Kim<sup>2</sup>, Yong Beom Lee<sup>3\*</sup>, and Jong Hyang Bae<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>2</sup>Department of Horticulture Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>3</sup>Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

**Abstract.** To determine suitable composition of nutrient solution according to soil textures in fertigation culture of cucumber using three strengths (S) of Yamasaki cucumber recipe, chemical changes of soil, growth characteristics and yield of cucumber were investigated. Electric conductivity of drainage solution was risen in all treatments, pH of loam soil was generally optimum level and that of sandy soil was high level. Photosynthetic rate in loam soil supplied the 1/2 S and transpiration rate in sandy soil supplied the 1.0 S were most low. Diffusive resistance in sandy soil supplied the 1.0 S was high. Chlorophyll contents was higher concentrations by the kinds of soil. Amount of drainage solution in sandy loam soil supplied the 1/2 S and loam soil supplied the 1.0 S were most much and little, respectively. Water absorption rate was the opposition to amount of drainage solution. Nutrient contents in soil except calcium were most high in the 1.0 S by the kinds of soil. Nutrient contents in leaves, nitrogen in sandy soil supplied 1.0 S, phosphorus in loam soil supplied 1/2 S, potassium in two soil supplied 1.0 S, calcium in loam supplied 1/2 S and sandy loam soil supplied 1.0 S, magnesium in loam soil supplied the 1/2 S was high. The growth and yield of fruit were more in loam than in sandy loam soil. Therefore, the suitable compositions of macro-nutrients for fertigation culture of cucumber were determined in loam and sandy loam soils as follows : In loam soil, they were NO<sub>3</sub>-N 12.3, NH<sub>4</sub>-N 1.0, P 3.0, K 5.9, Ca 5.7, Mg 3.5 me·L<sup>-1</sup>, whereas in sandy loam soil NO<sub>3</sub>-N 11.7, NH<sub>4</sub>-N 1.0, P 3.0, K 5.9, Ca 4.9, Mg 3.2 me·L<sup>-1</sup>.

**Key words :** fertigation culture, nutrient solution, soil textures, Yamasaki cucumber recipe

## 서 언

국내의 오이 시설재배면적은 다소 감소추세에서 2006년을 기점으로 다시 증가추세로 돌아서며 노지재배 면적의 3~4배 정도가 되어 시설재배 중심으로 변화하였다(MAF, 2006). 그러나 채소 및 화훼류 시설재배가 증가함에 따라 화학 비료의 과다 사용, 연작 기간의 증가 등으로 토양 내 염류집적이 심화되고, 무분별한 관수에 의한 토양 양분의 용탈과 지하수 오염이 심화되고 있어 관비재배의 중요성은 더욱 커지고 있다.

관비재배는 토양의 양분 공급 기능과 완충능을 바탕으로 하여 토양 염류집적, 연작장해 및 토양오염 등을 최소화 할 수 있는 작물 생산시스템으로써 친환경 재배 관리법으로 기대되고 있다(Hartz와 Hochmuth, 1996; No 등, 2003). 작물에 대한 점적 관비 재배 시 토양의 산성화는 지역과 토질에 따라 달라지고 (Stork 등, 2003), 이러한 근권 환경 변화는 토양 화학성분과 뿌리 기능에 관여하여 생장과 발육에 영향을 준다(Findenegg 등, 1986; Islam 등, 1980). 점토와 같은 토양에서는 토양표면에 고인 물이 질소의 공급 효과에 영향을 미치고(Gärdenäs 등, 2005), 모래 토양에서는 작물 뿌리 아래의 가용성 영양분과 화학물의

\*Corresponding author: hydropo@uos.ac.kr  
Received May 10, 2008; accepted June 16, 2008

**Table 1.** Concentration of macro-elements of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub> -S
(me·L <sup>-1</sup> )						
13	1	3	6	7	4	4

용해가 취약하여 과실 수량을 확보하기 위해서 질소 비율을 고려해야 한다(Alva 등, 2006a). 그리고 양토에서는 토양 pH가 관비 수준의 증가에 따라 감소하지만 사양토에서는 증가하는 경향을 나타낸다(Lee 등, 2005). pH가 높은 토양에서 NH<sub>4</sub>와 NO<sub>3</sub> 관비는 발병률을 낮출 수 있고, 또한 Mn 농도도 발병률이나 토양 및 과실 내 질소 함량 증가에 관여한다(Ben-Yephet 등, 2006). 또한 토양오염물질은 C/N율, 폐놀 농도, 수분 내 가용성 탄소, 그리고 미량원소를 감소시켜(Albuquerque 등, 2006) 토양 pH를 증가시키고 이에 생장 및 과실수량 감소를 가져온다(Silber 등, 2004). 토성의 차이에 의한 토양 내 수분장력도 과실 수량에 영향을 주는데 이에 질소의 관비율과는 큰 상관성을 갖지는 않는다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 재배 토양의 특성을 정확히 분석하고 이에 적절한 관비 관리가 밝혀져 과채류의 시설재배 농가에 대한 실용성 있는 관비 재배 기술을 보급해야 할 것이다.

따라서 본 연구는 오이 관비재배 시 토성에 따라 생산성 및 품질 향상을 위한 적정 배양액의 조성을 구명하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

시험작물은 ‘은성 백다다기’ 오이(*Cucumis sativus* L. cv. Eunsung Baekdadagi)로 페트리디쉬에서 최아시킨 후 암면 블록에 이식하여 육묘하였다. 정식은 본엽이 6매 전개 후 12L 포트에 토양을 10L씩 채운 후 난괴법 3반복하였다. 토성은 정식 전에 토양의 입경을 분석하여 양토와 사양토로 구분하였고, 관비액은 야마자키 오이 배양액을 1/2배액(EC 1.0dS·m<sup>-1</sup>)과 1배액(EC 2.0dS·m<sup>-1</sup>) 농도로 공급하였다(Table 1). 토양분석은 정식 전과 생육조사 후에 pH, 전기전도도(EC: electrical conductivity), 총 질소(Total-N), 유효인산(Av. P), 치환성 양이온(K, Ca, Mg) 함량 등을 분석하였다. 배양액의 급액량 및 횟수는 일사량에 따라 타이머로 조절하였고, 매일 배액의 EC, pH 및 량을

조사하였다. 그리고 5일 간격으로 배액 100mL를 채취하여 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Ca, Mg 등의 함량을 분석하여 공급 배양액의 각 성분과 비교하여 양분 흡수량을 조사하였다.

광합성속도와 기공저항 측정은 휴대용 광합성 측정기(Li-6200, Li-COR, USA)을 이용하여 오전 9시~11시 사이에 측정하였다. 증산속도는 휴대용 Porometer(Li-1600, Li-COR, USA)로 5월 31일에 30번째 본엽을 이용하였다. 엽내 엽록소 함량은 정식 후 58일째에 30번째 본엽에서 휴대용 엽록소 측정기(Minolta SPAD-502, Japan)를 이용하여 측정하였다. 과실 특성은 6번째 마디부터 결실시켜 5월 8일부터 6월 11일까지 총 과실수, 상품과수, 총 과중, 상품과중, 상품과율을 조사하였다. 생육조사는 6월 12일에 초장, 경경, 잎과 줄기의 생체중, 건물중을 조사하였다. 토양 분석은 정식 전과 수확 후 채취한 토양을 바람이 잘 통하는 그늘에서 건조시킨 후 2mm 체를 통과시켜 pH, 전기전도도, 총 질소, 유효인산, 치환성 양이온 함량을 분석하였다. 식물체 내 질소 및 무기이온 함량은 35~40마디에서 채취한 잎을 65°C에서 72시간 건조시켜 마쇄한 후 잎 0.5g을 100mL 삼각플라스크에 넣고 진한 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1mL와 50% HClO<sub>4</sub>용액 10mL를 가한 후 310~410°C에서 3~4시간 분해하여 분해액이 백색으로 투명하게 되면 분해를 멈추고 냉각시킨 후 분해액을 100mL volumetric flask에 No. 2로 여과하였다. 질소는 질소자동증류기(Büchi 323, Büchi, Switzerland)로 증류하여 0.01N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 적정하여 전질소함량을 측정하였다. 인산은 Vanadate법으로 470nm에서 비색계(UV 2100, Shimadzu, Japan)를 사용하여 분석하였으며, K, Ca, Mg은 원자흡광광도계(Perkin Elmer 3100, USA)를 사용하여 정량한 후 건물중에 대한 백분율(%)로 환산하였다.

토성에 따른 오이 관비재배의 적정 배양액 조성은 야마자키(Yamasaki, 1981) 방식에 따라 환산하였다. 일정기간 동안 흡수한 배양액 양과 그중 함유되어 있는 각 원소를 측정하여 일정기간에 흡수한 비료를 n이라 하고 동시에 흡수되어진 물량을 w라 하여 그 비율

인  $n/w$ 를 흡수 농도로 하였다. 즉, 처리 시작 시 용기 안의 배양액 전량을  $a$ 라 하고 배양액 전량( $a$ )과 측정시의 잔량의 차로 수분 감소량( $w$ )을 측정하였다. 각 성분의 흡수량인  $n(\text{me} \cdot \text{L}^{-1})$ 은 처음의 처리 농도( $y$ )와  $a$ 가 줄어든 때의 농도( $y_1$ )를 측정하였다. 따라서, 양수분 흡수율인  $n/w$ 은  $y$ 가  $y_1$ 보다 크면  $[a/w(y-y_1)+y_1]$ 을 이용하여 계산하고,  $y$ 가  $y_1$ 보다 작으면  $[y_1-a/w(y_1-y)]$ 를 이용하여 계산하였다.

### 결과 및 고찰

정식 후 15일부터 58일까지 4~5일 간격으로 배액의 EC와 pH를 조사한 결과(Fig. 1), EC  $2.3\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이었던 염류농도가 양토와 사양토의 1배액에서 37일까지 26% 낮아진 후 58일째에는 60%정도 높아지는 경향을 보였다. 양토와 사양토 1/2배액에서는 33일째에 각각 51%와 31% 내려가는 경향을 보여 토양 EC는 관비의 N 비율이 낮을 때 상승하고 N 비율이 높을 때 감소하는 경향이였다(Kang 등, 2003). 그리고 농도가 높은 1배액은 일부가 흡수되지 않고 축적되는 것으로 보이고 1/2배는 거의 흡수되거나 용탈된 결과로 보인다. 따라서 양토와 사양토 1배액에서는 37일부터 배액의 EC가 상승한 것으로 보아 재배 중기 이후부터는 공급 배양액의 농도를 EC  $1.0\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 로 낮춰야 할 것으로 생각되었다. 배액의 pH 변화를 조사한 결과, 양토 1/2배액과 1배액의 pH는 6.0~7.0 범위로 적정 수준을 나타냈으며 1배액은 1/2배액과 별 차이가 없었다. 사양토 1/2배액과 1배액 모두 pH 7.0 이상을 나타내 적정 범위보다 5~10% 이상 높은 수준을 나타냈다. 따라서 사양토는 재배과정 중 pH가 높아지는 특성을 나타내므로 적정 수준으로 조절하기 위한 조치가 필요하다. 그리고 pH면에서는 양토가 사양토보다 관비재배에 적합한 토성임을 알 수 있었다. 양토, 사양토 모두 pH가 초기에는 상승하였다가 40~45일 사이에 일시적으로 떨어졌으며 49일까지 상승하다가 다시 떨어지는 경향을 보였다. 사양토의 경우는 팬지, 관엽식물의 시험에서 비료농도가 높을수록 배지의 pH가 낮아진다는 보고와 동일하였다.

토성 및 관비농도에 따른 광합성속도, 증산속도, 기공저항성 및 엽록소함량을 조사한 결과(Fig. 2), 광합성속도는 양토의 1/2배액에서 가장 낮았고, 엽록소 함

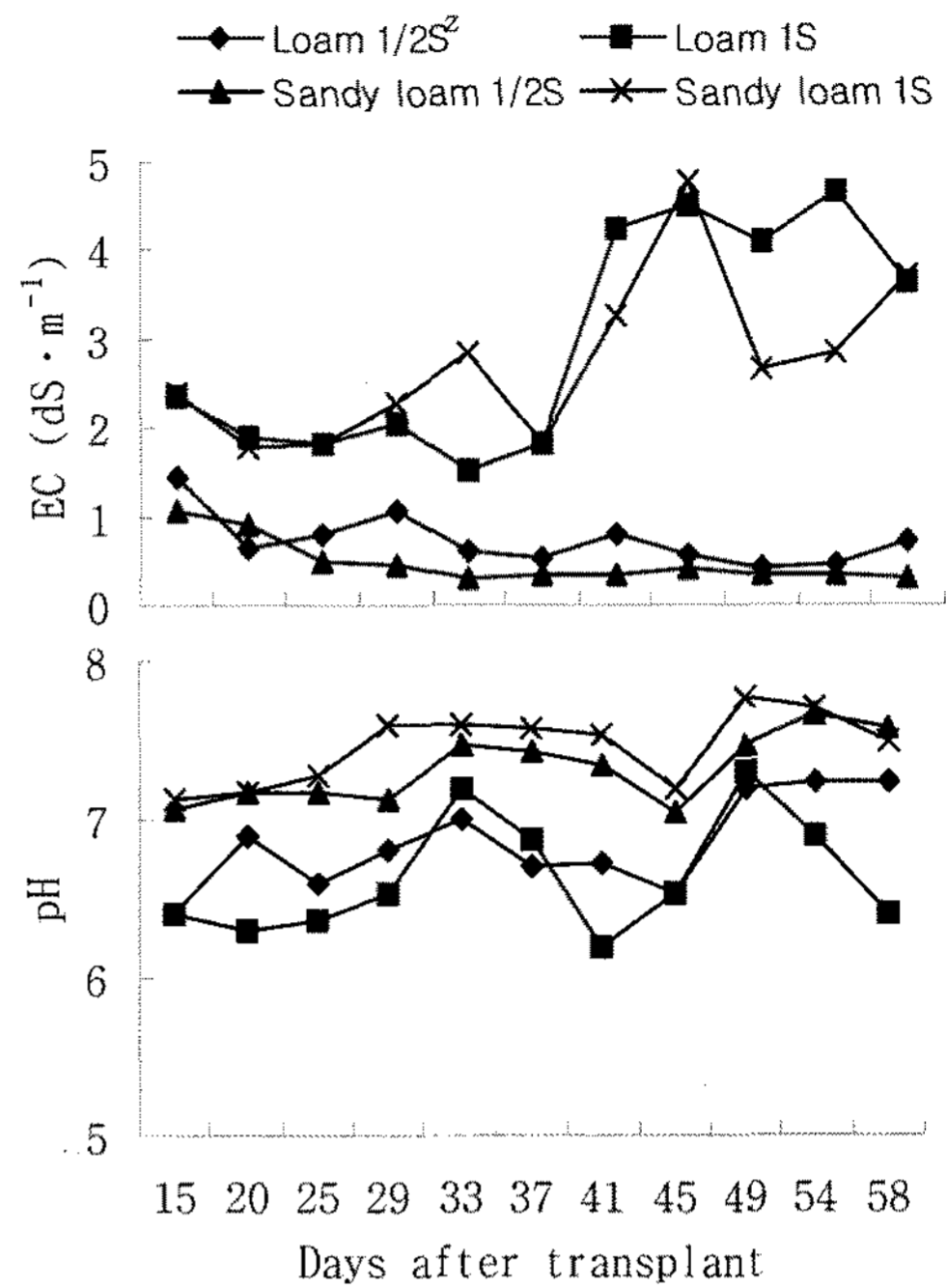


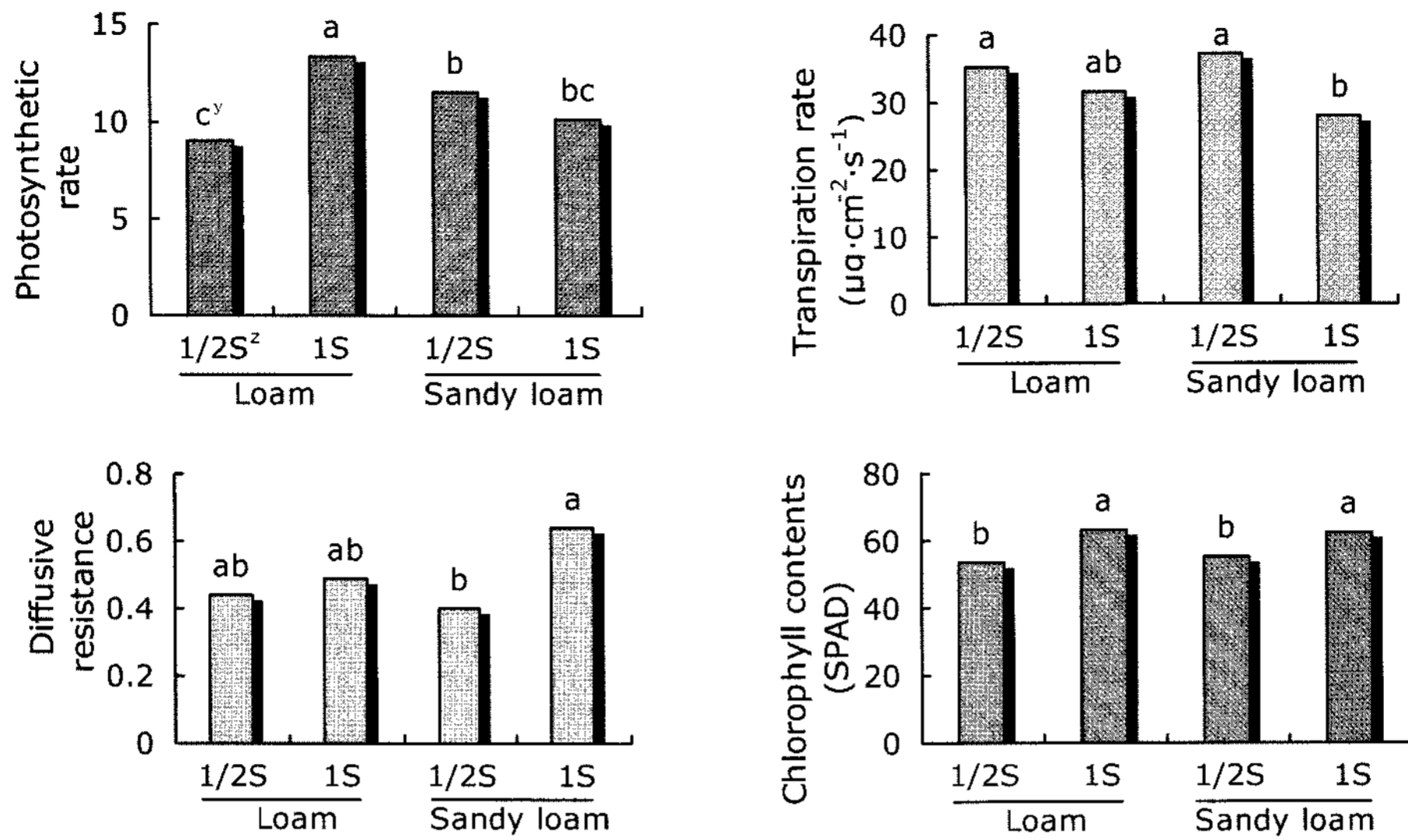
Fig. 1. Change of EC and pH in drainage solution by soil texture and nutrient concentration in cucumber fertigation. <sup>2</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

량이 높아질수록 높아지는 경향이였다. 그리고 기공저항이 높은 사양토의 1배액에서 증산율이 가장 적었으며, 기공저항이 적은 양토의 1/2배액 및 1배액, 사양토의 1/2배액에서 증산율이 높았다. 이는 확산저항이 낮으면 증산율이 높음을 보여주고 있다. 확산저항성은 증산속도와 관련되어 증산율이 가장 낮은 사양토의 1배액에서 가장 높았으며, 사양토의 1/2배액, 양토의 1배 및 1/2배액은 비슷한 수준이었다. 이는 사양토의 낮은 수분함량으로 오이가 수분 스트레스를 받아 기공이 축소되어 CO<sub>2</sub>가 적게 유입된 결과로 생각된다.

엽록소 함량은 두 토양 모두에서 급액농도가 높은 1배액이 1/2배액보다 높은 것으로 나타났다. 과채류에서 질소 공급량의 증가는 광합성을 더욱 활발하게 만들고(Wang과 Chen, 2003), 관비 간격 및 횟수가 많아짐에 따라 광합성에 영향을 준다(Semiha 등, 2006).

토성 및 관비농도에 따른 총 관수량, 배액량, 수분 흡수율 및 총 수분 흡수량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 배액량은 사양토의 1/2배액에서 가장 많았으며, 사양토의 1배액, 양토의 1/2배액, 양토의 1배액 순

오이 관비재배 시 토성에 따른 적정 배양액 조성



**Fig. 2.** Photosynthetic and transpiration rate, diffusive resistance and chlorophyll contents in cucumber leaves at 47 days after transplant.

<sup>z</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 2.** Effects of soil texture and nutrient concentration on amount of drainage, amount of water absorption and water absorption rate of cucumber grown in fertigation.

Soils texture	Amount of irrigation			Amount of drainage	Amount of water absorption
				(mL · plant <sup>-1</sup> · day <sup>-1</sup> )	
Loam	1/2S <sup>z</sup>	1,540		189.1 b <sup>y</sup>	1,341 ab
	1S	1,540		139.0 c	1,386 a
Sandy loam	1/2S	1,549		262.8 a	1,273 c
	1S	1,549		210.3 b	1,326 b

<sup>z</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 3.** Absorbed content of nutrient of cucumber as influenced by soil texture and nutrient concentration in fertigation.

Soils texture	Amount of irrigation						
	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Ca	Mg	
(mL · plant <sup>-1</sup> · day <sup>-1</sup> )							
Loam	1/2S <sup>z</sup>	9.60 b <sup>y</sup>	0.76 b	2.22 b	4.30 b	4.35 c	2.74 b
	1S	18.72 a	1.52 a	4.50 a	8.94 a	8.68 a	5.33 a
Sandy loam	1/2S	9.74 b	0.76 b	2.32 b	4.42 b	4.28 c	2.83 b
	1S	17.86 a	1.53 a	4.64 a	9.03 a	7.53 b	4.93 a

<sup>z</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

이었다. 수분 흡수율과 흡수량은 양토의 1배액에서 가장 높게 나타났고, 사양토의 1/2배액에서 가장 낮아 유의한 차이를 나타내었다.

토성 및 관비농도에 따른 무기양분의 흡수량을 조사한 결과(Table 3), 무기양분의 흡수는 두 토양 모두에

서 칼슘을 제외하고 1/2배액보다 1배액에서 유의하게 많이 흡수된 것으로 나타났다. 이는 토양의 염류농도가 높을수록 흡수할 수 있는 기회가 많기 때문이다(Horst, 1986). 칼슘은 양토의 1배액에서 주당 하루 8.68me 흡수되어 사양토의 1배액(7.53me)보다 유의하게 많이

**Table 4.** Nutrient contents of cucumber leaves as influenced by soil texture and nutrient concentration in fertigation determined 60 days after transplant.

Soil texture		N	P	K	Ca	Mg
		% of dry weight				
Loam	1/2S <sup>z</sup>	4.08 b <sup>y</sup>	0.55 a	3.90 ab	5.10 ab	1.02 a
	1S	4.19 b	0.45 b	4.58 a	4.48 b	0.87 b
Sandy loam	1/2S	4.45 a	0.33 c	3.57 b	4.05bc	0.93 a
	1S	4.62 a	0.48 ab	4.34 a	5.40 a	0.94 a

<sup>z</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 5.** Effects of soil texture and nutrient concentration on growth in cucumber fertigation.

Soil texture		Plant height		Stem diameter (cm)	Fresh weight		
		cm	%		Leaf		Stem (g·plant <sup>-1</sup> )
		g·plant <sup>-1</sup>	%				
Loam	1/2S <sup>z</sup>	403 a <sup>y</sup>	111	1.13 b	334 ab	90	288 a
	1S	360 ab	100	1.16 ab	371 a	100	284 a
Sandy loam	1/2S	391 ab	109	1.23 a	270 bc	72	240 c
	1S	350 b	90	1.16 ab	231 c	62	263 b

<sup>z</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

흡수되었다.

토성 및 관비농도에 따른 엽 내 무기양분 함량을 조사한 결과(Table 4) 질소는 사양토에서 양토보다 높았으며, 사양토의 1배액에서 1/2배액보다 높았다. 또한 인산은 양토의 1/2배액, 가리는 두 토양 모두의 1배액, 칼슘은 양토의 1/2배액과 사양토의 1배액, 마그네슘은 양토의 1/2배액에서 가장 높게 나타났다. 이는 토양의 염류농도가 높을수록 흡수 가능한 기회가 많다(Horst, 1986)는 결과와 비슷한 결과였다.

토성 및 관비농도에 따른 오이의 생장량을 조사한 결과는 Table 5과 같다. 초장은 양토의 1배액을 100%로 기준할 때 양토의 1/2배액에서는 111%로 가장 많았으며, 사양토의 1/2배액에서는 109%, 1배액에서는 90%이지만 유의성은 인정되지 않았다. 경경은 사양토의 1/2배액에서 1.23cm로 컸으나 타 실험구와 통계적 차이를 나타내지 않았다. 잎의 생체중은 양토의 1배액을 100%로 기준할 때 양토의 1/2배액에서는 90%, 사양토의 1/2배액에서는 72%, 1배액에서는 62%로 양토의 1배액에서 가장 높게 나타났으며 사양토에서는 가장 낮은 수준을 나타내었다.

위와 같은 결과로 볼 때 작물의 관비재배 시 질소 공급량의 증가는 수체의 생물량과 엽면적 증가, 이에

따른 광합성 증가로 생육 전반에 향상을 가져온다 (Bowen과 Frey, 2002; Mahajan과 Singh, 2006; Reynolds 등, 2005; Wang과 Chen, 2003)는 연구결과와 같은 경향을 보였다.

토성 및 관비농도에 따른 오이의 과실 수량을 조사한 결과(Fig. 3) 총 수확과수는 양토에서 사양토보다 많았고, 두 토양 모두 1배액에서 1/2배액보다 유의하게 높게 나타났다. 수량성은 양토의 1배액에서 가장 많았으며 사양토의 1/2배액에서 가장 적게 나타났다. 토양간의 차이도 양토에서 사양토보다 유의하게 많이 나타났다. 이 결과는 사양토 재배 시 작물 뿌리 아래의 가용성 영양분과 화학물의 용해가 취약하여 과실 수확량 확보를 위해서는 질소의 비율을 고려한 관비가 필요하다(Alva 등, 2006a)는 보고와 일치하였다. 그리고 질소농도 및 공급량의 증가는 과실 착과수 및 크기, 과피 두께 등을 증가시킨다(Bowen과 Frey, 2002; Mahajan과 Singh, 2006)는 보고와도 유사한 결과이다.

정식 전 본 시험에 사용될 토양의 화학성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 양토에서 pH는 5.1로 오이의 재배 적정 수준인 pH6.0~6.5보다 낮은 편이었고, EC는 적정수준이지만 사양토보다 3배, 전 질소함량은 사양토보다 6배 이상 높았으며, 유효인산은 적정 수준인

오이 관비재배 시 토성에 따른 적정 배양액 조성

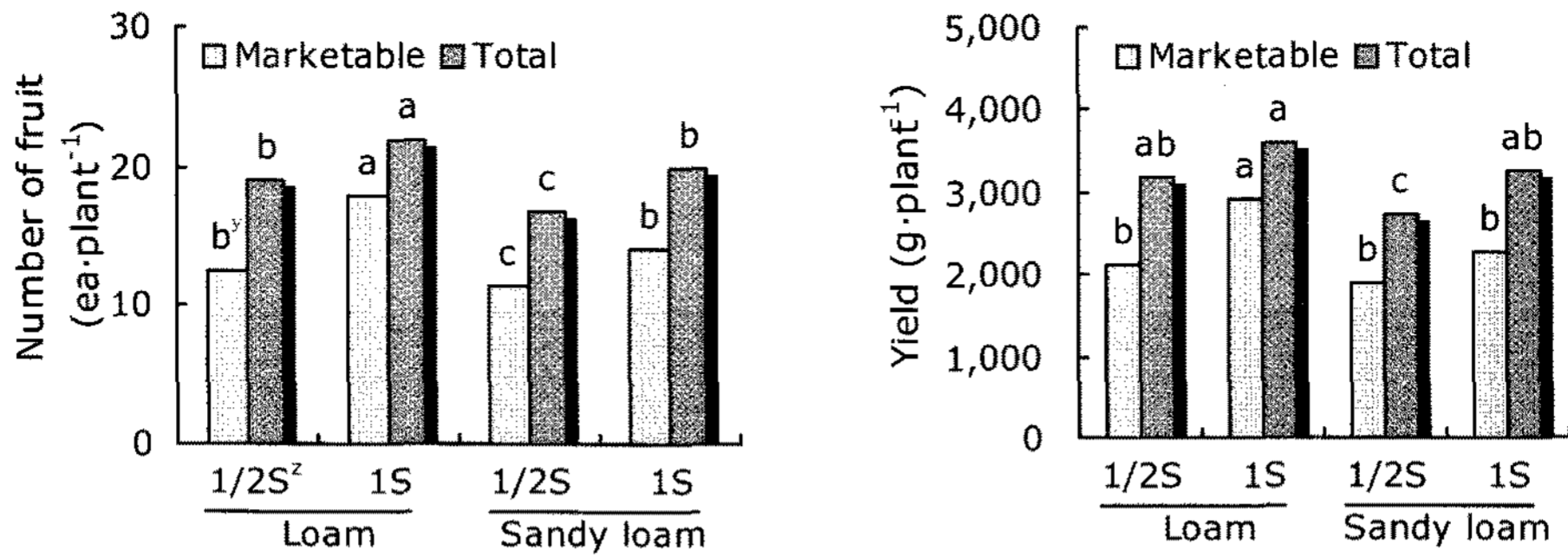


Fig. 3. Effect of soil texture and nutrient concentration on yield in cucumber fertigation.

<sup>2</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

400~500mg·kg<sup>-1</sup>보다 2배정도 높은 961mg·kg<sup>-1</sup>을 나타내었다. 그리고 치환성 Ca은 다소 높은 수준을 나타내었고 전기전도도와 치환성 K, Mg은 적정 수준을 나타내었다. 사양토에서 pH는 6.5로 적정 수준 범위였으나, 치환성 Ca을 제외한 다른 양분의 함량은 양토에 비해 아주 낮게 나타났다.

토양의 산성화는 지역과 토질에 따라 달라지고(Stork 등, 2003), 이러한 근권 환경 변화는 토양의 화학성분 변화와 뿌리의 기능 발달에 영향을 준다(Findenegg 등, 1986; Islam 등, 1980). 일반적으로 양토에서는 관비 수준의 증가에 따라 토양 pH가 떨어지지만 사양

토에서는 상승하는 경향을 나타낸다(Lee 등, 2005). 토양 pH 증가는 염류집적을 포함한 토양오염물질들이 관여하며 식물체의 C/N율, 페놀 농도, 수분 내 가용성 탄소, 그리고 각종 미량원소의 흡수를 감소시키며 (Albuquerque 등, 2006), 이에 따라 식물체 생장을 저조하게 만들고 과실 수량을 감소시킨다(Silber 등, 2004).

관비재배 후 사용된 토양의 화학성을 분석한 결과 (Table 7), 양토의 pH는 재배 전 보다 1배액은 0.3, 1/2배액은 0.7 상승하였으나 사양토는 1배액에서 0.4, 1/2배액에서 0.5 낮아졌다. 전기전도도는 1/2배액처리구는

Table 6. Chemical properties of soils before cucumber fertigation.

Soil texture	pH	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	Total-N (%)	Av.P (mg·kg <sup>-1</sup> )	Exch. Cation (cmol·kg <sup>-1</sup> )		
					K	Ca	Mg
Loam	5.1	1.35	0.26	961	0.75	7.8	2.0
Sandy loam	6.5	0.40	0.04	78	0.23	5.2	0.9

Table 7. Chemical properties of soils as influenced by soil texture and nutrient concentration after cucumber fertigation.

Soil texture	Nutrient Concentration	pH	EC (dS·m <sup>-1</sup> )	Total-N (%)	Exchangeable cation (cmol·kg <sup>-1</sup> )			
					Av. P (mg·kg <sup>-1</sup> )	K	Ca	Mg
Loam	1/2S <sup>2</sup>	5.8 ab <sup>y</sup>	1.29 b	0.33 a	801 b	0.51 c	9.25 a	3.23 b
	1S	5.4 b	3.81 a	0.31 a	1053 a	1.81 a	8.65 a	3.87 a
Sandy loam	1/2S	6.1 a	0.64 c	0.04 b	54 d	0.29 c	4.05 b	1.60 c
	1S	6.0 a	1.52 b	0.05 b	216 c	1.34 b	3.18 b	1.70 c

<sup>2</sup>Strength of nutrient solution developed by Yamasaki in Japan for cucumber hydroponic.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

재배 전과 차이가 거의 없었으나 1배액 처리구는 두 토양 모두 재배 전 보다 2배 정도 상승하였다. 전 질소함량은 모든 처리구에서 재배전과 함량 차이가 거의 없었으나 유효인산은 양토 1/2배액에서는  $160\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이 감소하였고 사양토 1/2배액에서는  $24\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이 감소하였으나, 양토의 1배액에서는  $92\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이 증가하였고 사양토 1배액에서도  $138\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이 증가하였다. 치환성 K는 양토 1/2배액에서 감소하였고 양토 1배액과 사양토 1배액에서는  $1.1\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이 증가하였다. 치환성 칼슘은 양토에서는 상승하고 사양토에서는 감소한 원인은 양토가 칼슘을 충분히 존재하고 있었던 것으로 보여 시용한 것이 축적된 것으로 나타났지만 사양토에서는 재배 전 토양의 칼슘량이 적었고 용탈되는 양이 많은 것으로 추정되어 칼슘 함량이 감소한 것으로 보인다. 특히 과 성숙시에는 칼슘 요구량이 많다. 치환성 Mg은 모든 처리에서  $0.7\sim 1.9\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 정도 상승하였다. K, Ca 및 Mg은 토양의 수분 조건에 따라 이동성이 달라지는데 보통 수분이 많은 조건에서 용탈량이 증가한다.

이상의 결과를 토대로 Yamasaki 관비액 개발 방법에 의한 오이 관비액 조성은 양토에서는  $\text{NO}_3\text{-N}$  12.3,  $\text{NH}_4\text{-N}$  1.0, P 3.0, K 5.9, Ca 5.7, Mg  $3.5\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ 이고, 비교적 토양 내 양분함량이 적은 사양토에서는  $\text{NO}_3\text{-N}$  11.7,  $\text{NH}_4\text{-N}$  1.0, P 3.0, K 5.9, Ca 4.9, Mg  $3.2\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 나타났다.

## 적 요

오이 관비재배에서 토성에 따른 적정 관비액 조성을 구명하고자 양토와 사양토를 대상으로 Yamasaki 오이 배양액 농도에 따른 토양의 화학성 변화, 생육 및 과실 특성 등을 조사하였다.

토양 EC는 모두 재배 중기부터 상승하였고, pH는 양토에서는 적정수준이었으나 사양토는 모두 높은 수준이었다. 광합성속도는 양토 1/2배액, 증산율은 사양토 1배액에서 가장 낮았다. 그리고 확산저항성과 엽록소함량은 사양토 1배액에서 높았다. 배액량은 사양토 1/2배액에서 가장 많았고 양토 1배액에서 가장 적었고, 수분 흡수량은 반대의 경향이었다. 토양 무기양분은 두 토양 모두에서 칼슘을 제외하고 1배액에서 높았다. 잎의 질소 함량은 사양토 1배액, 인산은 양토 1/2배액,

가리는 모두 1배액, 칼슘은 양토 1/2배액과 사양토 1배액, 마그네슘은 양토 1/2 배액에서 높았다. 생육과 수량은 사양토보다 양토에서 높았고 1배액에서 가장 좋았다. 따라서 오이 관비재배 시 양토에서는  $\text{NO}_3\text{-N}$  12.3,  $\text{NH}_4\text{-N}$  1.0, P 3.0, K 5.9, Ca 5.7, Mg  $3.5\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ , 사양토에서는  $\text{NO}_3\text{-N}$  11.7,  $\text{NH}_4\text{-N}$  1.0, P 3.0, K 5.9, Ca 4.9, Mg  $3.2\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 조성된 배양액이 적합한 것으로 생각된다.

**주제어** : 관비재배, 배양액, Yamasaki 오이 배양액, 토성

## 인 용 문 헌

1. Albuquerque, J.A., J. González, D. García, and J. Cegarra. 2006. Composting of a solid olive-mill by-product ("alperujo") and the potential of the resulting compost for cultivating pepper under commercial conditions. *Waste Mgt.* 26:620-626.
2. Alva, A.K., S. Paramasivam, T.A. Obreza, and A.W. Schumann. 2006. Nitrogen best management practice for citrus trees. I. Fruit yield, quality, and leaf nutritional status. *Scientia Hort.* 107:233-244.
3. Bowen, P. and B. Frey. 2002. Response of plasticultured bell pepper to staking, irrigation frequency, and fertigated nitrogen rate. *HortScience* 37(1):95-100.
4. Findenegg, G.R., M.L. Van Beusichem, and W.G. Keltjens. 1986. Proton balance of plants: physiological, agronomical and ecological implications. *Neth. J. Agric. Sci.* 34:371-379.
5. Gärdenäs, A.I., J.W. Hopmans, B.R. Hanson, and J. Šimunek. 2005. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under micro-irrigation. *Agricultural Water Mgt.* 74:219-242.
6. Hartz, T.K. and G.J. Hochmuth. 1996. Fertility management of drip irrigated vegetables. *Hort. Technol.* 6(3):168-172.
7. Horst N. 1986. *Mineral Nutrition in High Plant.* Academic Plant.
8. Islam A.K., D.G. Edwards, and C.J. Asher. 1980. pH optimal for crop growth. *Plant and Soil.* 54:339-357.
9. Kang, J.G., S.Y. Yang, B.S. Lee, and S.J. Chung. 2003. Effects of changing fertilizer concentrations and fertigation frequencies on growth and fruiting of subirrigated ornamental pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(4):523-529.
10. Lee, J.H., S.K. Park, Y.H. Lee, and Y.B. Lee. 2005. Effect of fertigation level and frequency on uptake of nutrients, growth, and yield in cucumber. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 46(6):356-362.
11. Mahajan, G. and K.G. Singh. 2006. Response of green-

- house tomato to irrigation and fertigation. *Agricultural Water Mgt.* 84:202- 206.
12. Ministry of Agriculture and Forests (MAF) (in Republic of Korea). 2006.
  13. No, C.W., J.K. No, and T.I. Kim. 2003. Studies on fertigation culture of controlled vegetables. RDA, Suwon, Korea.
  14. Reynolds, A.G., W.D. Lowrey, and C. De Savigny. 2005. Influence of irrigation and fertigation on fruit composition, vine performance, and water relations of Concord and Niagara grapevines. *Amer. J. Enol. Viticult.* 56(2):110-128.
  15. Semiha, G, I. Hayriye, and B. Gokhan. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. *Asian J. Plant Sci.* 5(4):657-662.
  16. Silber, A., B. Yones, and I. Dori. 2004. Rhizosphere pH as a result of nitrogen levels and  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  ratio and its effect on zinc availability and on growth of rice flower (*Ozothamnus diosmifolius*). *Plant and Soil.* 262:205-213.
  17. Stork, P.R., P.H. Jerie, and A.P.L. Callinan. 2003. Sub-surface drip irrigation in raised bed tomato production. II. Soil acidification under current commercial practice. *Australian J. Soil Res.* 41(7):1305-1315.
  18. Wang, Q. and J. Chen. 2003. Variation in photosynthetic characteristics and leaf area contributes to *Spathiphyllum* cultivar differences in biomass production. *Photosynthetica* 41(3):443-447.