

## 수경재배시 $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 比率이 잎들개의 生育에 미치는 影響

金 永 植

상명여자대학교 원예학과

### The Effect of $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ Ratio on the Growth of *Perilla frutescens* in Hydroponics

Kim, Young-Shik

Dept. of Horticulture, Sangmyung Women's Univ., Chonan 330-180, Korea

#### Summary

The effect of  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  ratio on the growth of *Perilla frutescens* in deep flow culture was studied in winter season.  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  were treated in the ratios of 12:0, 9:3, 6:6(me/l). The pH of the nutrient solution was increased in  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}=12:0$  treatment, and decreased in the treatments containing  $\text{NH}_4\text{-N}$ , greatly in  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}=6:6$  treatment. The EC was increased regardless of treatments, but more increased in the treatments containing  $\text{NH}_4\text{-N}$ . The stem-base circumference, plant height, root weight, shoot weight, and yields of leaves were by far the highest in  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}=6:6$  treatment and the lowest in  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}=12:0$  treatment. Among the mineral contents of leaves, N, K, Fe and P were higher in the treatments containing  $\text{NH}_4\text{-N}$ . Ca, Mg and Mn were higher in  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}=12:0$  treatment.

키 워 드 : 수경재배, 담액수경, 들개, 배양액, 질소

Key words : hydroponics, deep flow culture, *Perilla frutescens*, nitrogen, nutrient solution

#### 緒 論

들개잎은 미네랄과 비타민이 풍부하고<sup>18, 26)</sup>, perillaldehyde, perillaketone같은 정유성분<sup>31)</sup>에 의한 독특한 향기로 인해 소비가 증가하고 있다<sup>28)</sup>. 들개재배에 관한 연구는 들개의 식생분포가 제한

되어 있기 때문에 1950년대까지는일본에서 많이 행해졌으나, 그 이후에는 주로 한국에서 연구되어져 왔는데, 기존의 연구들의 대부분은 종실용 들개에 관한 것들로<sup>1, 2, 3, 14, 23, 24)</sup>, 들개잎 재배에 관한 연구는 일부에 지나지 않는다<sup>18, 22, 25, 33, 34)</sup>. 특히, 들개와 유사한 일본 특유의 차조기(紫蘇)는 수경재

배에서의 생육이 좋아서 일본 전체 수경재배 생산물 중 1% 정도를 차지하고 있으나<sup>27,30)</sup>, 들개의 수경재배에 관한 연구는 전무한 실정이다.

작물의 품질향상을 위해서는 각 작물에 적합한 시비량과 시용비료의 형태를 공급해 주어야만 한다. 수경재배에서는 토양에 비해 배지의 완충능이 매우 적으므로 더욱 시비량과 비료형태에 유의해야 한다. 수경재배에서 이용되고 있는 각종 배양액의 질소원은 암모니아태 질소(NH<sub>4</sub>-N)와 질산태 질소(NO<sub>3</sub>-N)인데, 배양액중의 NO<sub>3</sub>-N와 NH<sub>4</sub>-N중 어느 것이 좋은지는 작물의 종류, 생육단계 등에 따라 차이가 있어 일률적으로 적용시키기는 곤란하다<sup>15,16,21,28,32)</sup>. Ikeda등<sup>11)</sup>은 배양액의 pH와 무관하게 딸기·옥수수·메론·오이 등이 NH<sub>4</sub>-N을 우선적으로 흡수하며, 가지와 대두는 NO<sub>3</sub>-N와 NH<sub>4</sub>-N를 같은 속도로 흡수하고, 시금치·배추·토마토·완두 등이 NO<sub>3</sub>-N를 우선적으로 흡수하는 작물들임을 밝히고 있다. 하지만 NH<sub>4</sub>-N 또는 NO<sub>3</sub>-N를 우선적으로 흡수했다고 해서 반드시 NH<sub>4</sub>-N 또는 NO<sub>3</sub>-N의 양이 많아야 생육에 좋은 것은 아니며 과잉장해도 단순히 시비량에 기인한다기 보다는 그 비율에 더 큰 원인이 있을 수 있다.

따라서, 본 연구는 들개가 선호하는 질소형태를 구명함으로써 수경재배를 이용하여 들개잎을 생산하는데 적절한 배양액 조성을 연구하기 위하여 행해졌다.

## 材料 및 方法

실험은 상명여대 유리온실에서 행하였으며, 공기품질은 구포들개로 1992년 10월7일에 버미클라이트를 매질로 한 파종상에서 받아시켰다. 10월11일에 받아하였으며, 10월14일에 떡잎이 전개했을 때 수경용 포트 2호(높이 7.8cm, 지름 11cm)에 이식하였고, 스티로폼 판으로 만든 육묘베드(높이 10cm, 폭 74cm, 길이 163cm)에 넣어 배양액을 채웠으며, 액면높이는 매일 조사하고 부족분을 공급하여 포트에 적정수분이 함유되도록 해주었다. 본엽이 2~3장 정도 나왔을 때 스티로폼제 정식베드에 40cm 간격으로 정식하고(높이 15.5cm, 폭 21

cm, 길이 240cm), 처리에 들어갔다(11월5일). 처리는 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=12:0, 9:3, 6:6(me/ℓ)였다. 미량요소의 조성은 山崎배양액<sup>40)</sup>과 동일하며, 각 처리당 다량요소의 배양액 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Nutrient compositions used for the experiment.

Chemicals	Ratio of NO <sub>3</sub> -N and NH <sub>4</sub> -N(mg/ℓ)		
	12:0	9:3	6:6
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	—	114	228
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	472	472	472
KNO <sub>3</sub>	808	505	202
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	261	522
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	160	40	—
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	492	492	492

반복은 4반복이었고 반복당 9개체였다. 시스템은 담액수경으로 하였다. 정식 직후에는 근액간격이 없고, 생육함에 따라 근액간격을 근장을 보며 늘려서 5cm로 하여 용존 산소를 가급적 많게 했다. 배양액은 자동액비회석기(MSR, 독일)로 배양액 탱크에 공급하였으며, 배양액 순환은 타이머로 조절하여 매시간마다 15분씩 순환하였다. pH와 EC는 조절하지 않았고 변화를 알아보기 위해 pH meter와 EC meter로 pH와 EC를 측정하였다. 배양액은 주1회 교환해 주었다. 들개는 일장에 민감하기 때문에<sup>1, 22, 23)</sup> 실험기간중 화아분화를 억제하기 위하여, 60W 백열등을 3.3m<sup>2</sup>당 1개꼴로 植物體 頂端 1m높이에 설치하여 17時~22時的 5시간 동안 최소한 100 lux 이상의 조명으로 夜破處理를 하였다. 11월29일부터는 온실내의 야온이 급속히 하강하므로 온실내에 이중비닐을 씌우고 밤에 가온을 해 주었다. 온실내의 온도는 10월7일~11월12일 동안은 최고 온도 36°C, 최저온도 7°C, 평균 온도 10~28°C였으며, 11월12일~1월7일 동안의 온도는 최고온도 27°C, 최저온도 10°C, 평균온도는 18°C였다.

식물의 절위, 엽색, 줄기의 기부 둘레 등을 측정하였으며, 5節位の 잎부터는 약 10cm 정도 자랐을 때 측지와 함께 수확하였으며, 최초수확시기, 각

절위의 수확시 수확일자, 절위, 염중, 건물중 등을 측정하였다. 실험 종결후 지상부와 뿌리를 절단하여 각각의 무게를 측정하고 말려서 건물중을 측정하였다. 각 절위에서 수확한 잎은 100°C에서 2시간 동안 말린 후, 80°C에서 2일간 말려 건조시료로 하여 전질소 등의 무기성분을 분석하였다. 전질소 함량은 시료를 0.5g씩 평량하여 농황산 7ml씩 가하고 분해촉진제 selenium mixture를 1개씩 넣어 360°C에서 2시간 분해한 후 automatic nitrogen analyzer(distillation unit Büchi 322, control unit Büchi 342, autotitrator E 526, Dosimat 665, Espon HX-20으로 구성)로 측정하였다. 질소를 제외한 무기성분의 함량은 Ternary solution (HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:HClO<sub>4</sub>=10:1:4, v/v) 10ml를 넣고 220°C에서 2시간 정도 분해한 후 측정하였다. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Vanadate 법으로 470nm에서 비색계(UV/vis spectrophotometer, Giford 260)를 사용하여 정량하였다. K<sub>2</sub>O, CaO, MgO는 원자흡광광도계(atomic absorption spectrophotometer, Perkin Elmer 2380)를 사용하여 정량하였다. 분석된 각 무기성분의 함량은 건물중당 %로 표시하였다. 葉色은 chromometer(CR300, Minolta, Japan)를 이용하여 표준광원 C상태에서 L, a, b 방식으로 측정하였다. 통계처리는 SAS를 이용하여 ANOVA 검정과 DUNCAN 다중검정을 행하였다<sup>38)</sup>.

## 結果 및 考察

### 1) 배양액의 EC 및 pH 변화

일정기간동안 배양액을 갱신하지 않고 pH와 EC를 측정한 결과, 배양액의 EC는 질소 조성에 관계없이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 NO<sub>3</sub>-N 단용구보다는 NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서의 증가가 현저했다(Fig. 1). pH의 변화를 보면, 배양액을 교체한 직후의 pH는 처리간에 차이가 없었으나 시간이 경과함에 따라 NH<sub>4</sub>-N의 비율이 높을수록 pH가 더 낮은 경향을 보였다. NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N의 비율이 9:3일 때보다 6:6일 때 pH가 더 낮은 경향을 보였다. NO<sub>3</sub>-N단용구에서는 pH가 약간 증가하였다.

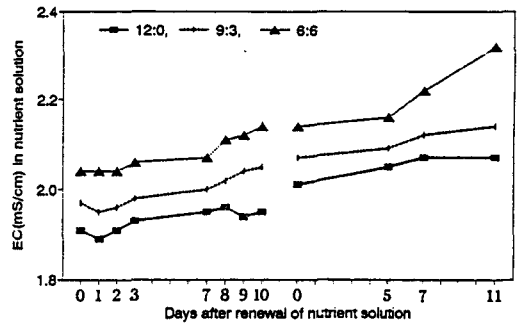


Fig. 1. Transition of EC(mS/cm) in nutrient solution at 25°C

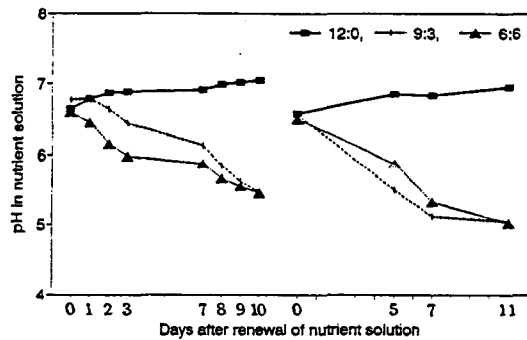


Fig. 2. Transition of pH in nutrient solution at 25°C

이와 같은 현상은 NH<sub>4</sub>-N를 많이 사용하면 뿌리가 NH<sub>4</sub>-N를 흡수하고 H<sup>+</sup>를 방출하므로 배양액의 pH가 낮아지고, NO<sub>3</sub>-N를 시비하면 뿌리가 OH<sup>-</sup>(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)를 방출하므로 pH가 높아진다는 이론<sup>12, 20, 21)</sup>을 뒷받침하는 결과라고 유추된다. Ikeda 등<sup>11)</sup>은 상추가 미나리, 옥수수, celery등과 같이 NO<sub>3</sub>-N보다 NH<sub>4</sub>-N를 우선적으로 흡수하여 pH의 저하속도가 빠르다고 한 바, 본 실험에서의 NH<sub>4</sub>-N비율이 높아짐에 따른 pH 저하는 이전의 보고<sup>4, 5, 7, 17)</sup>들과 유사하였다. 그러므로 배양액 내에서의 pH의 변화는 NH<sub>4</sub>-N 비율과 고도의 상관성이 있음을 알 수 있다. 기간이 경과함에 따라 6:6 처리구와 9:3처리구에서의 pH가 동일해지는 경향을 볼 때, 들개는 NH<sub>4</sub>-N를 우선적으로 흡수하는 작물로 사료된다.

## 2) 질소형태에 따른 생육변화

NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N 비율에 따른 들깨의 외관상태를 보면, 뿌리의 색은 NO<sub>3</sub>-N 단용구에서는 갈변하였고, NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서는 진전하였다(사진 생략). 근중과 지상부중도 NO<sub>3</sub>-N 단용구에서 가장 적었고, NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서 좋았다(Table 2). 파드득나물이나 속갓에서는 NO<sub>3</sub>-N 단용구에 비

Table 2. Weight of perilla for N treatment.

Weight	Ratio of NO <sub>3</sub> -N and NH <sub>4</sub> -N		
	12:0	9:3	6:6
Root fresh weight	537b <sup>2</sup>	939a	1104a
dry weight	11.3b	35.5a	41.6a
% dry weight	2.11b	3.78a	3.77a
Shoot fresh weight	388b	531a	523a

<sup>a</sup> Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

<sup>2</sup> The day of measurement is Jan. 14, 1993.

Table 3. Colors of perilla leaf related to Lab color system for N treatment.

NO <sub>3</sub> :NH <sub>4</sub>	L	a	b
12:0	40.43	-15.56	24.41
9:3	38.95	-15.16	21.63
6:6	37.07	-13.64	17.93

<sup>2</sup> The day of measurement is Jan. 14, 1993.

하여 NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서 잎이 짙어지는 경향을 보이는데<sup>13)</sup>, 들깨의 葉色은 처리간에 차이가 인정되지 않았다(Table 3).

葉數(Fig. 3)는 처리간에 차이가 인정되지 않았으며 직선에 가까운 증가경향을 보였다. 줄기의 기부둘레와 초장 및 그루당 잎의 총 수확량은 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=6:6에서 가장 좋았다(Table 4). 잎의 %진물중은 NO<sub>3</sub>-N 단용구에서 가장 크고, NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서 작았다(Table 5). 이는 생육의 차이가 물 흡수의 차이에 의하여 일어난 것을

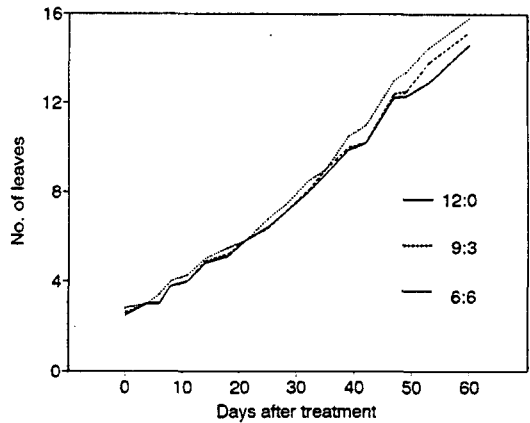


Fig. 3. Effects of NO<sub>3</sub>-N and NH<sub>4</sub>-N ratio on the number of leaves in *Perilla frutescens*.

의미하는데, NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서 EC의 증가속도가 NO<sub>3</sub>-N 단용구에 비해 빠른 현상을 보인 것으로부터도 영양분보다는 물의 흡수속도가 빠른 것을 알 수 있다.

## 3) 무기물 함량

질소와 인산은 NH<sub>4</sub>-N 혼용구에서 많았는데(Table 5), 이는 생육이 좋음에 따라 대사가 원활하여 능동적 흡수가 촉진되었기 때문으로 사료된다. 무기물중 K, Fe 등은 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=6:6에서 가장 많았으며, Ca, Mg, Mn 등은 NO<sub>3</sub>-N 단용구에서 가장 많았다. 일반적으로 NH<sub>4</sub>-N의 비율이 높으면 K, Mg, Ca 등의 양이온의 흡수는 억제되고 P의 흡수는 조장된다고 보고되어 있는데<sup>8, 10, 35, 36, 37)</sup>, 들깨의 경우에도 K 이외에는 동일하게 적용되는 것으로 판명되었다. 칼륨은 양이온중에서 능동적 흡수가 주로 이루어지는 이온으로 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=6:6 처리구에서는 생장이 왕성한 결과 생긴 호흡량 증가로 인해서 흡수량이 많았으며, NO<sub>3</sub>-N 단용구에서는 상조작용에 의한 것으로 사료된다. 철은 산성에서 가용성 및 흡수속도가 커진 결과로 사료된다.

실험중 진딧물이 NO<sub>3</sub>-N 단용구에서는 전혀 발생하지 않았고, NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=9:3 처리구에서는 한개의 잎에서만 발생한데 비해 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=6:6에서 초장과 수확량이 좋았음에도 불

金：水耕栽培時 NO<sub>3</sub>-N과 NH<sub>4</sub>-N의 比率이 잎들개의 生育에 미치는 影響

Table 4. The growth and yields of perilla for N treatment.

Ratio of NO <sub>3</sub> -N and NH <sub>4</sub> -N	12:0	9:3	6:6
Plant height(cm) <sup>2</sup>	44.5c	50.6b	56.2a
Base circumference(cm) <sup>3</sup>	2.75b	2.97ab	3.13a
Yields of leaves( g /plant) <sup>x</sup>	27.8c	31.7b	34.4a

<sup>2</sup> The day of measurement is Dec. 28, 1992.

<sup>3</sup> The day of measurement is Jan. 14, 1993.

<sup>x</sup> The yields are sum from Dec. 7, 1992 to Jan. 7, 1993.

\* Means with the same letter within a row are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Mineral contents of perilla leaf for the N form.

NO <sub>3</sub> :NH <sub>4</sub>	%DW	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	Fe(ppm)	Mn(ppm)
12:0	15.8a	5.09b	0.020b	2.95a	0.78a	0.42a	60b	185a
9:3	15.2b	6.10a	0.035b	2.71b	0.62b	0.33b	131a	137b
6:6	15.0b	6.25a	0.037a	3.02a	0.51b	0.26b	132a	116b

\* Means with the same letter within a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

-N=6:6에서 초장과 수확량이 좋았음에도 불구하고 내충성은 낮은 현상을 보였다. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 많이 포함된 처리구에서 내충성이 저하된 것은 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 유독성 때문으로 추정된다. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 비율이 높으면 대사과정중 NH<sub>4</sub>-N으로부터 방출된 H<sup>+</sup>이온이 뿌리표면 가까이에 축적되어 뿌리의 목화가 쉽게 이루어져 뿌리로서의 기능을 충분히 발휘하지 못하게 될 수가 있으나<sup>35,36,37</sup>), 이보다는 식물체내에 수소이온이 집적되므로써 체내의 산성화가 진행되어 내충성이 저하되었는지도 모른다. 그러나 이에 대하여는 연구가 진전될 필요가 있다. 반면, NO<sub>3</sub>-N 단용구에서 들개의 생육이 저조한 것은 들개가 NH<sub>4</sub>-N를 우선적으로 흡수하는 성질이 있지만 양액속에 NH<sub>4</sub>-N의 공급이 없었다는 점보다는 NO<sub>3</sub>-N의 대사과정에서는 적절한 광합성이 필요한 반면<sup>32</sup>), 겨울철 저광도하에서 광합성이 부족했기 때문이라고 사료된다.

Ikeda등<sup>9</sup>)은 NO<sub>3</sub>-N과 NH<sub>4</sub>-N의 비율을 1:1로 했을 때 시금치와 배추 등에서 생육이 가장 좋았고 무기물의 함량이 가장 많았다고 보고하고 있다. Green등<sup>8</sup>)도 포인세치아의 경우, NH<sub>4</sub>-N이 50%이하일 때 생육이 좋았으며, 그 이상일 경우에

도 CaCO<sub>3</sub>로 생육저해를 방지할 수 있어 과다한 NH<sub>4</sub>-N의 해작용은 pH의 저하에 의한 것으로 주장하였다. 일반적으로 NO<sub>3</sub>-N는 고농도로 사용해도 식물생육에 해가 나타나는 경우는 없는데 반하여 NH<sub>4</sub>-N는 고농도의 피해가 나타나기 쉬우나<sup>32</sup>), 본 실험에서 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N=6:6의 처리구에서 식물체들의 생육이 가장 왕성하여 본 실험에서의 NH<sub>4</sub>-N의 농도는 장애요인이 되지 않으며, 기존의 보고와 유사한 결과를 나타냈다. 그러나 환경 조건에 따라 적정 비율이 달라질 수 있으므로<sup>38</sup>), 내충성등을 포함하여 고려할 때, 들개의 생육에 가장 효과적인 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N의 비율에 대한 엄밀한 연구는 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N의 비율을 더욱 세분화하여 진행되어야 한다고 생각한다.

## 摘 要

수경재배에서 암모늄태질소와 질산태질소의 비율이 들개의 생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 NO<sub>3</sub>-N:NH<sub>4</sub>-N의 비율을 12:0, 9:3, 6:6(me/l)으로 처리한 동계 실험의 결과, NO<sub>3</sub>-N 단용

구에서는 pH가 상승했고,  $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 증가할수록 pH는 빠른 속도로 저하되었다. EC는 증가하였는데, 혼용구에서 더 크게 증가하였다. 줄기의 기부둘레, 초장, 뿌리상태, 수확량은  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}=6:6$ 에서 가장 좋았으며,  $\text{NO}_3\text{-N}$  단용구에서 생육이 가장 저조하였다. 엽중 무기물 함량중 질소, 칼리, 철, 인산은  $\text{NH}_4\text{-N}$  혼용구에서 많았고, Ca, Mg, Mn 등은  $\text{NO}_3\text{-N}$  단용구에서 가장 많았다.

謝辭 : 들깨실험에 관하여 조언해 준 원예시험장의 임채일 연구관과 무기물 분석을 도와준 과수연구소 이한찬, 최인명 씨에게 감사드린다.

## 引用文獻

1. 崔國姬. 1980. 들깨의 양적생장해석과 일장반응에 관한 연구. 석사논문 효성여자대학교 대학원.
2. 鄭奎鎔, 韓興傳. 1967. 들깨의 播種期 對 移植期 試驗. 作試研報(特作編) 1967:390-396.
3. 鄭奎鎔, 韓興傳. 1967. 들깨의 수확기 시험. 作試研報(特作編) 1967:397-403.
4. Cox, D. A. and J. G. Seeley. 1984. Ammonium injury to poinsettia: Effects of  $\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_3\text{-N}$  ratio and pH control in solution culture on growth, N absorption, and N utilization. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:57-62.
5. Graeme, J. B., M. H. Miller and W. A. Mitchell. 1970. Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for corn and their influence on the uptake of other ions. Agro. J. 62:530-532.
6. Green, J. L. and W. D. Holley. 1974. Effect of the  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  ratio on net photosynthesis of carnation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:420-424.
7. 池田英男. 1986. 作物의 營養特性からみた培養液管理. 農及園 61:205-211.
8. 池田英男, 大澤孝也. 1979. 施用窒素形態とそ菜の適應性(第1報) 水耕栽培において硝酸, アンモニア, 亞硝酸を窒素源とした果菜の生育並びに窒素同化. 日園學雜. 47:454-462.
9. 池田英男, 大澤孝也. 1980. 施用窒素形態とそ菜の適應性(第2報) 水耕栽培において硝酸, アンモニア, 亞硝酸を窒素源とした葉菜の生育並びにアンモニア態及び硝酸態窒素蓄積の差異. 日園學雜. 48:435-442.
10. 池田英男, 大澤孝也. 1981. 施用窒素形態とそ菜の適應性(第3報) 水耕栽培において  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ 를 N源とした根菜의 生育並びに  $\text{NH}_4\text{-N}$  及び  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 蓄積의 差異. 日園學雜. 49:563-570.
11. Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50:225-230.
12. 池田英男, 大澤孝也. 1983. 水耕培養液中의  $\text{NO}_3$  と  $\text{NH}_4$ 의 濃度並びに比率가 所菜의 生育, 葉中 N 成分 及び 培養液의 pH에 及ぼす 影響. 日園學雜. 52:159-166.
13. 池田英男, 吉田好節, 大澤孝也. 1985. 培養液中의  $\text{NO}_3$  と  $\text{NH}_4$ 의 比率 及び 液温가 미쯔바, シュンギク 並び에 ねぎ의 生育에 及ぼす 影響. 日園學雜. 54:58-65.
14. 金正基, 孫賢秀, 安始榮, 鄭大守. 1978. 들깨(perilla) 품종개량 및 육성에 관한 연구(I) 들깨 재래종의 특성조사. 동아논총: 32-52.
15. 金光勇. 1989. 園藝作物의 窒素吸收特性에 따른 培養液管理技術. 施設園藝研究 2:42-55.
16. 金光勇, 朴尙根, 李應鎬. 1989. 養液栽培時  $\text{NO}_3$  와  $\text{NH}_4$ 의 비율이 몇가지 과채류의 生育에 미치는 영향. I.  $\text{NO}_3$  와  $\text{NH}_4$ 의 비율이 딸기의 생육, 무기물 함량 및 수량에 미치는 영향. 農試研報 31:6-17.
17. Kim, R. P., G. E. Wilcos and M. J. Charles. 1975. Response of growth and mineral composition of potato to nitrate and ammonium nitrogen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(2):165-168.
18. Kim, T. H. 1971. Studies on constituents of the leaves of *Perilla frutescens* Britton. Identification of free amino acids. J. of Korea

- Pharmacognost 2:173-175.
19. 김대수. 1976. 들깨 摘葉에 관한 시험. 慶北 農振研報 1976:362-364.
  20. Kirkby, E. A. 1981. Plant growth in relation to nitrogen supply. In Clarke, F. E. and T. Rosswall, Terrestrial nitrogen cycles, processes, ecosystem strategies and management impacts. p. 249-267, Ecol. Bull. Stockholm 33.
  21. 李應鎬, 朴尙根, 金光勇. 1991. 養液栽培時  $\text{NO}_3\text{-N}$ 과  $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 몇가지 과채류의 생육에 미치는 영향. II.  $\text{NO}_3\text{-N}$ 과  $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 토마토의 생육, 무기물 함량 및 수량에 미치는 영향. 農試論文集(園藝編) 33:1-6.
  22. 林宗一. 1989. 채소용 잎들개의 주년재배법 확립에 관한 연구. 박사논문 고려대학교 대학원.
  23. 柳益相. 1974. 들깨의 일장 및 온도에 대한 감응성과 그의 수량에 미치는 영향에 관한 연구. 韓作誌 17:79-114.
  24. 柳益相, 吳聖根. 1975. 들깨 재식밀도 對 시비량 시험. 作試年報(特作編):118-123.
  25. 유재민, 이장우, 최병윤. 1980. 들깨의 摘葉時期와 適正摘葉率 구명시험. 作試年報(特作編):266-274.
  26. 竝木降和. 1986. 培養液組成의理論と實際. 農及園. 61:197-204.
  27. 日本施設園藝協會. 1991. 培養液栽培の手引
  28. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원. 1986. 식품성분표(제3개정판) pp. 31.
  29. 농촌진흥청 작물시험장. 1990. 작물생산과 연구의 국내외 동향. pp. 98-115.
  30. 農業電化協會. 1987. 施設園藝における養液栽培事例集.
  31. 朴在柱. 1972. 최신약용식물재배론. pp. 202-204.
  32. 박권우, 김영식. 1991. 수경재배의 이론과 실제. 고려대학교 출판부.
  33. 박선도, 최경배, 이종팔. 1977. 들깨 摘葉에 관한 연구. 慶北 農振年報 1977:357-360.
  34. 卞敬蘭, 吳世明, 李在奭, 韓相政. 1985. 들깨의 주요 특성과 葉 利用을 위한 품종선발에 관한 연구. 韓園誌 26:113-121.
  35. Ruth, G. N. and U. Kafkafi. 1980. Root temperature and percentage  $\text{NO}_3\text{:NH}_4$  effect on tomato plant development. I. Morphology and growth. Agron. J. 72:755-761.
  36. Ruth, G. N. and U. Kafkafi. 1983. The effect of root temperature and  $\text{NO}_3\text{:NH}_4$  ratio on strawberry plants. I. Growth, flowering, and root development. Agron. J. 75:941-946.
  37. Ruth, G. N. and U. Kafkafi. 1985. The effect of root temperature and nitrate/ammonium ratio on strawberry plants. II. Nitrogen uptake, mineral ions, and carboxylate concentrations. Agron. J. 77:835-840.
  38. SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT user's guide: Release 6.03 edition. SAS Institute, Cary, N. C., USA.
  39. Van der Boon, J., J. W. Steenhuizen and E. G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration,  $\text{NH}_4\text{/NO}_3$  ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 65:309-321.
  40. 山崎肯哉. 1982. 養液栽培全篇. 博友社, 東京.

## 학 회 광 고

한국생물생산시설환경학회는 본 학회지인 “生物生産施設環境”에 광고게재를 희망하는 업체를 아래와 같이 접수하고 있사오니 많은 참여를 부탁드립니다.

- 아 래 -

1. 광고접수 : 수시접수(제3권 제1호에 게재할 광고는 4월30일까지)
2. 문의처 : 본 학회 사무국