

## 실파의 수경재배에 적합한 양액종류 선발

원재희\* · 전신재 · 김상수 · 박권우<sup>1</sup>  
강원도농업기술원, <sup>1</sup>고려대학교 원예과학과

### Selection of Proper Nutrient Solution Existing for the Water Culture of Young Welsh Onion

Jae Hee Won\*, Shin Jae Jeon, Sang Soo Kim, and Kuen Woo Park<sup>1</sup>  
Gangwon Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 200-939, Korea  
<sup>1</sup>Dept. of Horticultural Science, Korea Univ., Seoul 136-701, Korea

**Abstract.** The purpose of this experiment was to select proper nutrient solution for the water culture of young welsh onion (*Allium fistulosum* L.). Using two welsh onion varieties, 'Geumjanguedaepa' and 'Tokyo-Okuro', which are good for water culture, four different nutrient solutions which were Chiba Agricultural Experiment Station solution for welsh onion, M's solution for leafy vegetables, Takekawa's solution for welsh onion, and Yamazaki's solution for welsh onion seedling were tested. Among the four nutrient solutions, increments of fresh weight and dry weight per block were the highest in Yamazaki's solution and, in the next, were placed by the order of M's solution, Chiba Agricultural Experiment Station solution and Takekawa's solution. Considering all the other results and fresh weight and dry weight increments, Yamazaki's solution for welsh onion seedling was selected as the best nutrient solution for water culture of young welsh onion.

**Key words :** *Allium fistulosum*, nutrient solution, Yamazaki's solution for welsh onion seedling, young welsh onion

\*Corresponding author

## 서 언

파는 우리나라의 주요한 양념채소로서, 그 중 실파의 경우 쪽파 대용 및 5-6월의 대파 단경기에 출하를 목적으로 한 재배가 주를 이루고 있다. 신선 채소류의 소비 경향이 청정·고품질화를 선호하여 파에 있어서도 작고 연하며 어린 실파나 쪽파를 선호하는 추세에 따라 최근 수요가 증가하고 있다.

이러한 변화에 맞춰 1990년대 중반부터 쌈채소를 수경재배하는 일부 농가에서 실파를 생산하여 백화점 등에 소포장 단위로 소량씩 출하하고 있다. 앞으로 수경재배로 생산된 실파가 일본에서처럼 전체 실파 소비의 일정 부분까지 차지하게 되면 실파 단일 작목의 대단위 주년재배가 가능하리라 여겨진다.

실파에 대한 수경재배 연구에서는 재배시스템(Hisatomi와 Minegishi, 1985), NO<sub>3</sub>-N과 NH<sub>4</sub>-N과의 관계(Ikeda 등, 1985; Park 등, 1994), 양액온도(Park과

Lee, 1995), 고품질을 위한 수확 전처리 기술(Inoue 등, 1996; 1998), 시스템별 양액농도 및 온도관리(Sakiyama, 1995) 등에 관한 연구가 진행되었다.

현재 우리나라의 실파 수경재배는 엽채소 수경재배의 한 작목으로 재배하고 있어 범용성 엽채류 수경재배용 배양액을 공급하여 재배하고 있어 실파에 적합한 양액을 공급하고 있지 못한 실정이다. 따라서 본 연구는 앞으로 실파 수경재배의 전업농이 사용할 수 있도록 본 연구진이 연중 재배착형용으로 선발한 실파 수경재배용 품종(Won 등, 2005)을 이용하여 기존의 양액 중에서 적합한 종류를 선발하고자 본 시험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

본 시험의 공시작물은 파(*Allium fistulosum* L.)로서 수경재배용으로 선발한 '금장외대파(홍농종묘)'와

‘토쿄구로(協和種苗)’ 2품종을 사용하여 2000년 6월 15일 파종하고 6월 29일 정식하여 8월 25일 수확하였다.

재배방식은 플라스틱 사각 용기(40×50×15 cm)를 이용하여 담액식으로 하였고 뿌리에 산소를 공급하기 위하여 컴프레서를 이용하여 공기를 충분히 폭기시켰다. 파종방법은 발아세와 천립중을 환산하여 폴리우레탄 스펀지에 식재 구(block)당 활착개체수가 13~15주가 되도록 播種한 뒤 아크릴판으로 압착을 하여 발근 활착을 유도한 후 EC 약 0.8 dS·m<sup>-1</sup>의 농도에서 양액 육묘하여 자엽이 직립 후 본엽 1매 출엽기에 정식하였으며, 재식간격은 10×10 cm로 하였다.

양액종류 처리는 지바농시 처방의 파 전용 양액과 타케가와액, 아마자키 처방의 싹파용 양액 및 M식 수경연구소 처방의 M식 표준액 등 4종류(Takekawa, 1990)를 이용하였다(Table 1).

pH와 EC는 보정하지 않고 배양액은 10일 간격으로 교환하였다. 처리 후 10일 간격으로 식물체 시료를 채취하여 엽수, 초장, 경경, 구당 생체중, 건물중, 건물율, 엽록소 함량을 측정하였고 최종 수확기에 무기물(전질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 황) 함량을 측정하였다. 전질소 함량은 Kjeldahl법(2400 Kjeltech Analyzer Unit, Foss Co.), 인은 Vanadate법(Lamda Bio20, Perkin Elmer Co.), 그리고 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 황 함량은 습식 분해(HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 후 ICP(Integra XMP, GBC Co.)를 이용하여 분석하였다. 또한 배양액 내의 이온함량은 Ion Chromatography(DX-120, Dionex Co., Cation column : IonPacR CS12A, Anion column : IonPacR AS14)로 측정하였다. 시험구는 완전임의배치 3반복으로 처리하였고 통계처리는 SAS program(ver. 8.01, SAS Co.)을 이용하여 Duncan의 다중검정을 실시하였다(SAS, 1985).

**Table 1.** The macronutrient concentrations in the various nutrient solutions used for test to select proper nutrient solution.

Nutrient solution <sup>z</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</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
	me·L <sup>-1</sup>						
C. S.	8.0	4.0	6.0	6.0	2.0	2.0	4.0
M. S.	16.0	1.4	4.0	8.0	8.0	4.0	4.4
T. S.	8.0	4.0	5.0	6.0	2.0	2.5	4.8
Y. S.	9.0	3.0	6.0	7.0	2.0	2.0	4.4

<sup>z</sup>C. S. : Nutrient solution of Chiba Agricultural Experiment Station for welsh onion

M. S. : M's standard nutrient solution for leafy vegetables by M's hydroponics research center

T. S. : Nutrient solution for welsh onion by Takekawa

Y. S. : Nutrient solution for welsh onion seedling by Yamazaki

**Table 2.** The effects of nutrient solutions on the growth of young welsh onion in water culture.

Variety	Nutrient solution <sup>z</sup>	Top length (cm)	No. of leaves	Leaf sheath width (mm)	Top			Dryness of leaf tip <sup>y</sup>
					Fresh wt (g/block)	Dry wt (g/block)	DM ratio (%)	
Geumjang-uedaepa	C. S.	62.9 ab <sup>x</sup>	4.0 a	3.6 b	52.9 ab	8.8 ab	5.69 a	2.7 a
	M. S.	65.8 a	4.2 a	3.7 ab	58.6 a	9.7 a	5.81 a	2.3 a
	T. S.	61.5 b	4.0 a	3.7 ab	50.2 b	7.9 b	5.45 b	2.3 a
	Y. S.	65.2 a	4.2 a	3.8 a	60.5 a	9.3 a	5.45 b	2.1 a
Tokyokuro	C. S.	60.2 b	3.7 b	3.3 b	50.7 ab	8.6 a	5.61 a	2.3 a
	M. S.	65.8 a	4.2 a	3.8 a	53.4 a	8.5 a	5.89 a	2.2 a
	T. S.	62.8 ab	3.7 b	3.7 a	47.3 b	7.8 b	5.68 a	2.2 a
	Y. S.	63.1 ab	3.9 ab	3.8 a	56.3 a	8.4 a	5.59 a	2.2 a

<sup>z</sup>See Table 1.

<sup>y</sup>Degree of leaf tip dryness (0 : none ~ 5 : very severe)

<sup>x</sup>Means separation within columns of each variety by DMRT, P=0.05.

결과 및 고찰

외형적 생육을 보면(Table 2), 초장은 ‘금강외대파’의 경우 타케가와액, ‘토쿄구로’의 경우 지바농시액에서 유의적으로 작았고, 엽수는 ‘토쿄구로’의 경우 M식액이 유의적으로 많았으나, ‘금강외대파’에서는 4종류 배양액 간에 차이가 없었다. 엽초부경은 두 품종 모두 지바농시액에서 가장 좁았고 나머지 3가지 배양액 간에는 차이가 없었다. 식재 구당 생체중의 경우 두 품종 모두 아마자키액과 M식액이 양호하였다. 식재 구당 건물중의 경우 타케가와액이 가장 적었고 나머지 3종류 배양액 간에는 차이가 없었다. 식재 구당 개체수는 13~15개 범위로 처리하였는데 본 시험 결과에서는 data를 표시하지 않았으나 고통도인 M식액의 경우에는 개체간의 생육차가 심하게 나타났고 반면에 아마자키액에서는 구당 개체들 간의 변이가 적어 고르게 생육하였다.

실패 재배중의 양액 종류별 EC의 변화를 살펴보면, M식액에서 EC가 2.2 dS·m<sup>-1</sup> 정도로 높았으며, 나머지 배양액들은 1.6 dS·m<sup>-1</sup> 수준으로 상대적으로 낮았다.

처리 후 10일까지는 모든 양액종류에서 EC가 증가하였는데, 이는 대부분의 Allium속 작물들처럼 초기 생육이 더딘 실패에서 양분 요구량보다 이수량이 높아서 나타난 결과라고 여겨지고(Inden과 Asahira, 1990), 양액 1차 교환 후인 처리 후 11일부터는 M식액을 제외한 나머지 배양액에서는 서서히 감소하는 경향이었다(Fig. 1).

양액 종류별 pH의 정시적 변화(Fig. 2)를 보면, 모든 종류의 배양액 pH가 초기에는 6.5 전후였으며 처리 후 10일까지는 모두 서서히 저하되었다. 1차 양액 교환 후인 처리 11일째부터는 M식액을 제외한 양액이 모두 pH의 지속적인 저하를 보였는데, 이러한 양상은 2차 양액 교환 후인 처리 21일째부터 더욱 심화되었다. 이러한 양액 내 pH의 저하는 파가 암모니아태 질소를 선호하는 성질(Ikeda 등, 1985)과 식물체 뿌리의 암모니아태 질소의 흡수에 대한 수소이온의 방출에 따른 결과(Mengel과 Kirkby, 1979)라고 여겨진다.

그러나 M식액의 경우 1차 양액교환 시에는 pH가 하강하였으나 2차 및 3차 양액교환 시에는 처음에는 하강하다가 3~4일 후부터는 상승하는 경향을 나타내었

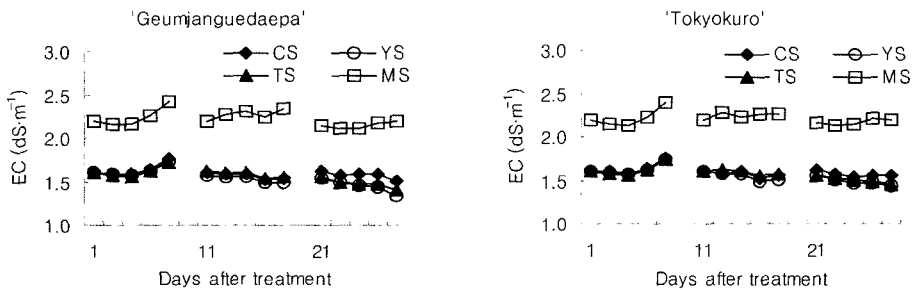


Fig. 1. The changes of EC within the nutrient solutions in water culture of young welsh onion. CS, MS, TS and YS : see Table 1.

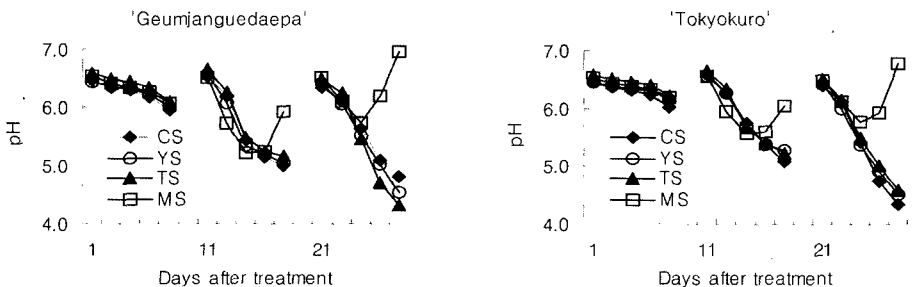


Fig. 2. The changes of pH within the nutrient solutions in water culture of young welsh onion. CS, MS, TS and YS : see Table 1.

다. 이는 다른 양액종류들의 암모니아태 질소 농도가 3~4 me·L<sup>-1</sup>이었던 것과는 달리 M식액의 경우 1.4 me·L<sup>-1</sup>로 농도가 낮아 1차 교환기에는 생육 속도 및 양분흡수 속도가 느려 암모니아태 질소가 부족하지 않았으나 생육 중·후기에는 양분흡수 속도가 빨라졌고 실험 파의 특성상 질산태 질소보다 암모니아태 질소의 흡수를 우선적으로 선호함으로써 암모니아태 질소의 부족으로 이후에는 질산태 질소만을 흡수함으로써 양액교환 3~4일까지 감소하던 pH가 이후 다시 급격히 증가한 것으로 보인다.

실험 파 내의 무기물의 함량을 보면(Table 3), 전질소 함량은 M식액에서 가장 낮았는데, 이는 M식액이 총 질소함량은 다른 배양액보다 높았으나 파가 선호하는 질소 형태인 암모니아태 질소의 농도가 다른 배양액보다 현저히 낮아서 기인한 것으로 생각된다(Table 1).

배양액간 질산태 질소와 암모니아태 질소 비율을 비교해 보아도 M식액은 12.1:1로서 다른 양액들의 2:1과 3:1보다 월등히 높아, 암모니아태 질소를 우선적으로 흡수하는 파의 특성상 질소의 흡수가 상대적으로 부족한 상태였다고 여겨진다(Ikeda 등, 1985; Park 등, 1994). 이와 같은 양액간 식물체 내 총 질소 함량의 차이는 생육 후기에 측정된 배양액 내의 암모니아태 질소 흡수 농도와 이온 흡수율에서도 같은 양상이었다(Table 4, Fig. 3).

Kafkafi(1990)는 암모니아태 질소가 질소 급원으로 일정 비율 이상 존재할 경우 총 질소와 인은 증가시키고 2가 양이온은 감소시킨다고 하였는데, 본 시험의 결과 이와 유사하였다(Table 3). 또한 칼슘 함량은 M식액이 나머지 양액종류에 비해 30~40% 이상 높았는데, 이는 양액 내 칼슘 이온 농도가 M식액은 8 me·

**Table 3.** The effects of nutrient solutions on the mineral contents of small Welsh onion in water culture.

Variety	Nutrient solution <sup>z</sup>	Total N	P	K	Ca	Mg	S
		% D.W.					
Keumjang-uedaepa	C. S.	4.74 a <sup>y</sup>	1.00 a	4.99 b	0.74 b	0.29 b	0.31 a
	M. S.	4.40 c	0.85 b	5.69 a	1.14 a	0.30 b	0.32 a
	T. S.	4.64 ab	0.94 a	5.51 a	0.77 b	0.36 a	0.31 a
	Y. S.	4.59 b	0.97 a	5.63 a	0.80 b	0.31 ab	0.32 a
Tokyokuro	C. S.	4.67 a	1.00 a	4.80 c	0.63 c	0.27 c	0.25 a
	M. S.	4.39 a	0.74 a	5.92 a	1.12 a	0.31 b	0.34 a
	T. S.	4.62 a	0.80 a	5.09 bc	0.71 bc	0.34 a	0.29 a
	Y. S.	4.39 a	0.91 a	5.40 b	0.78 b	0.32 b	0.29 a

<sup>z</sup>See Table 1.

<sup>y</sup>Means separation within columns of each variety by DMRT, P=0.05.

**Table 4.** The uptake concentration of macronutrients of the nutrient solutions in water culture of young welsh onion<sup>z</sup>.

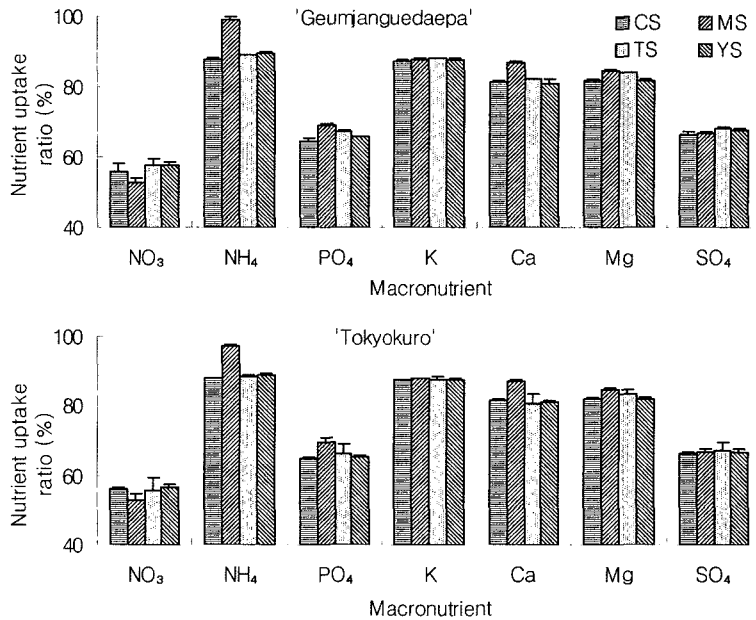
Variety	Nutrient solution <sup>y</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
		me·L <sup>-1</sup>						
Keumjang-uedaepa	C. S.	4.77 c <sup>x</sup>	3.52 b	3.87 b	5.32 d	1.79 b	1.74 c	2.70 b
	M. S.	8.70 a	1.35 d	2.76 d	7.10 a	7.11 a	3.47 a	2.73 b
	T. S.	4.93 c	3.56 a	3.36 c	5.36 d	1.80 b	2.20 b	3.34 a
	Y. S.	5.51 b	2.69 c	3.95 a	6.23 b	1.77 b	1.73 c	2.09 c
Tokyokuro	C. S.	4.82 c	3.52 b	3.90 a	5.33 c	1.79 b	1.75 c	2.70 b
	M. S.	8.74 a	1.32 d	2.77 c	7.12 a	7.14 a	3.48 a	2.72 b
	T. S.	4.77 c	3.55 a	3.31 b	5.34 c	1.77 b	2.18 b	3.29 a
	Y. S.	5.41 b	2.67 c	3.92 a	6.21 b	1.77 b	1.74 c	2.06 c

<sup>z</sup>The nutrient solutions were sampled on the 10th day after renewal of 30th day after treatment.

<sup>y</sup>See Table 1.

<sup>x</sup>Means separation within columns of each variety by DMRT, P=0.01.

### 실파의 수경재배에 적합한 양액종류 선발



**Fig. 3.** The macronutrients uptake ratio of young welsh onion according to the nutrient solutions in water culture. The nutrient solutions was sampled on the 10th day after renewal on the 30th day after treatment. CS, MS, TS and YS : see Table 1. The calculation equation of uptake ratio is (final concentration within nutrient solution/initial concentration within nutrient solution) $\times$ 100. Vertical bars associated with each data point represent the SD (n=3).

L<sup>-1</sup>으로서 나머지 양액들의 2 me·L<sup>-1</sup>에 비해 월등히 높았기 때문이라고 여겨지며, 칼륨의 경우도 비슷한 양상으로 다른 배양액들보다 칼륨 이온 농도가 1~2 me·L<sup>-1</sup> 높은 M식액에서 다소 높았다. 그러나 마그네슘의 경우 M식액의 마그네슘 이온 농도가 다른 배양액보다 1.5~2 me·L<sup>-1</sup> 높았음에도 불구하고 식물체 내 함량에서 차이가 없거나 낮았던 이유는 마그네슘 이온이 같은 2가 양이온으로 M식액 내 마그네슘 이온(4 me·L<sup>-1</sup>)에 비해 두 배의 농도로 존재하는 칼슘 이온(8 me·L<sup>-1</sup>)과의 길항작용으로 흡수가 억제되었기 때문이라고 사료된다(Mengel과 Kirkby, 1979). 무기물의 식물체내 총 함량으로 볼 때 고농도인 M식액의 무기물 함량이 높은 경향을 보였는데, 이러한 차이가 M식액의 건물율을 높게 한 하나의 원인이라고 여겨진다.

처리 후 30일째 10일간 흡수된 이온농도(Table 4)는 전체적으로 볼 때 이온의 농도가 높았던 양액종류에서 이온별 흡수량이 많았음을 알 수 있다. 또한 공급한 농도와와의 비교한 흡수율(Fig. 3)을 볼 때 질소의 경우 질산태 질소는 60% 미만으로 이온들 중에서 가장 흡수율이 낮았던 반면 암모니아태 질소는 흡수율이 가장 높았으며 암모니아태 질소의 농도가 가장 낮았던

M식액의 흡수율은 두 품종 모두 95% 이상으로 높아 거의 모든 암모니아태를 흡수함으로써 암모니아태 질소의 고갈 상태에 도달했다는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 결과 역시 파는 질산태 질소보다 암모니아태 질소를 선호한다는 것을 시사한다고 여겨진다(Ikeda 등, 1985; Park 등, 1994).

이상의 결과, 생육과 수량 측면에서 양호했던 아마자키액과 M식액 중에서 이온 간의 비율이 상대적으로 적절하여 각 이온들이 균형있게 흡수되었고 배양액 내 전이온농도가 상대적으로 저농도이면서 실파의 생육이 우수한 아마자키액을 적정 양액종류로 선발하였다.

### 적 요

실파용으로 적합한 양액종류를 선발하고자 수경재배 용으로 선발한 '금장외대파'와 '토쿄구로파'을 공시하여 담액식으로 시험을 수행하였다. 양액종류로 기존 파용 지비농시액, 엽채소용 M식액, 파용 타케가와액, 및 싹파용 아마자키액을 이용하여 시험한 결과, 구당 생체 중 및 건물중에 있어서 두 품종 모두 아마자키액, M식액, 지비농시액, 타케가와액 순으로 양호하였다. 생체

중과 건물중 증가, 그리고 양분 흡수율 및 기타 요인을 모두 고려하였을 때 실과 수경재배용으로 가장 적절한 배양액으로 싹파용 아마자키액을 선발하였다.

**주제어** : 싹파, *Allium fistulosum* L., 양액, 파 육묘용 아마자키액

## 인 용 문 헌

1. Hisatomi, T. and M. Minegishi. 1985. Managing evaluation of the producing hoso-negi (*Allium fistulosum* L.) by simple gravel culture. Bulletin of the Nara Agricultural Experiment Station 16:36-42 (In Japanese).
2. Ikeda, H., Y. Yoshida, and T. Osawa. 1985. Effects of ratios of  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  and temperature of the nutrient solution on growth of Japanese honewort, garland chrysanthemum and welsh onion. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 54:58-65 (In Japanese).
3. Inden, H. and T. Asahira. 1990. Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). p. 159-178. In: J. Brewster and H. Rabinowitch (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science and minor crops. CRC Press, Boca Ronto, Florida, USA.
4. Inoue, K., K. Sugimoto, S. Kondo, Y. Hayata, and H. Yokota. 1996. Uptake of exogenous L-ascorbic acid by lettuce (*Lactuca sativa*) and leaf onion roots through immersion. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65:537-543 (In Japanese).
5. Inoue, K., N. Oyama, S. Kondo, Y. Hayata, and H. Yokota. 1998. Production of ascorbic acid enriched vegetables : Absorption of an L-ascorbic acid solution and the effect of storage temperature on the foliar exogenous ascorbic acid content. J. Hort. Sci. Technol. 75:681-686.
6. Kafkafi, U. 1990. Root temperature, concentration and the ratio  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  effect on plant development. J. Plant Nutr. 13:1291-1306.
7. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1979. Principles of plant nutrition, 2nd Ed. Int. Potash Institute, Bern, Switzerland.
8. Park, K.W., and J.H. Lee. 1995. Effects of nutrient solution temperatures on the growth and quality of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) in winter season. J. Bio. Fac. Env. 4(2):144-151 (In Korean).
9. Park, K.W., J.H. Lee, and M.H. Chiang. 1994. Effects of  $\text{NO}_3^-:\text{N}:\text{NH}_4^+:\text{N}$  ratio in nutrient solution on the growth and quality of welsh onion (*Allium fistulosum* L.). J. Bio-Env. Con. 3(2):99-105 (In Korean).
10. Sakiyama, H. 1995. The study of concentration and temperature of nutrient solution for year-round culture of leaf vegetables in hydroponic culture of NFT system. Res. Rept. of Chiba Agri. Expt. Sta. (Vegetables) 13-22 (Proceeding, in Japanese).
11. SAS. 1985. SAS/STAT *User's guide*. SAS Institute. Inc., Cary, North Carolina, USA.
12. Takekawa, M. 1990. Text book of hydroponics. p. 38-41, 174-177, 272-273. Fuminkyokai Co., Tokyo, Japan (In Japanese).
13. Won, J.H., S.S. Kim, S.Y. Ahn, and K.W. Park. 2005. Selection of desirable varieties for the year-round water culture of young welsh onion. J. Bio-Env. Con. 14(4):254-262 (In Korean).