

백합과 전용배양액이 부추의 Ascorbic acid의 함량에 미치는 영향

황화자^{1*} · 장성호² · 양은영¹ · 이상규¹ · 최기영³ · 윤형권¹

¹원예연구소 채소과, ²절강성 농업과학기술원, ³원광대학교 생명자원과학연구소

Effect of Nutrient Solution for Hydroponics of *Liliaceae* Leaf Vegetables on the Amount of Ascorbic Acid in Chinese Chive

Hua Zi Huang^{1*}, Cheng Hao Zhang², Eun-Young Yang¹, Sang Gyu Lee¹,
Ki Young Choi³, and Hyung Kweon Yun¹

¹Division of Vegetable, National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Zhejiang Academy of Agricultural Sciences Institute of Vegetables, P.R.CHINA

³Institute of life Science and Natural Resources, Wonkwang Univ., Iksan 570-749, Korea

Abstract. In this study, nutrient solution for *Liliaceae* (Chinese chive) leafy vegetable was developed. The various strength (1/2, 1 and 3/2) of nutrient solution recommended by National Horticultural Research Institute (NSH) was applied to the crops in deep flow technique (DFT) system for 42 days. The growth of Chinese chive were highest in the treatment of 1/2 strength. The proper constitution of nutrient solution developed for liliaceae crops (NSL) was N 12, P 2.5, K 7, Ca 4 and Mg 2 me/L. The crops were grown two times in March and September to examine the appropriateness of the NSC. As a result, the relative growth rate and the amount of chlorophyll (SPAD value) of Chinese chive treated with NSL were increased 1.11 times. The most important nutrient factor of ascorbic acid were also increased 1.16 times.

Key words : ascorbic acid, Chinese chive, chlorophyll, DFT, relative growth rate

*Corresponding author

서 언

채소의 품질을 판단하는 요인에는 외적인 요인-형태, 색깔, 크기 등이 있고 내적인 요인-인체에 유익한 성분의 함량, 향 등이 있다. 소비자들의 채소의 질에 대한 요구가 외적인 요인으로부터 점차 내적인 요인으로 전환되면서 채소재배기술수 준이 많이 향상되고 있다. 따라서 채소중 유용한 성분에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 그 중 항산화제로 알려져 있는 ascorbic acid는 인체에 중요한 필수적인 성분 중 하나로서 성인 이 하루에 필요한 Ascorbic acid의 량은 남자는 70 mg이고 여성은 60 mg이다. 하지만 ascorbic acid는 인체내부에서 직접 만들어지지 않고 외부에서 섭취를 해야만 하는 성분이다. 양액재배시에 ascorbic acid의 농도를 증가시키는 방법에는 직접 첨가하는 방법과

pH를 조절하는 방법, 그리고 기타 다른 성분물질을 첨가하는 방법 등이 있다.

본 연구에서는 백합과 전용배양액을 개발하여 부추 재배시에 전용배양액이 부추의 생육 그리고 ascorbic acid함량에 미치는 영향을 고찰하고자 한다.

십여년전만 해도 몇몇 농가의 전유물처럼 여겨져 왔던 수경재배는 특수농법으로 간주되었지만 국민소득 향상과 건강에 대한 관심이 높아지면서 청정 과일, 채소 생산이라는 안전생산 농법으로 보편화되고 있는 추세이다. 유럽은 배지경 수경재배면적이 전체 면적의 70% 이상이고 아시아는 50% 이상이다. 한국의 수경재배면적은 1992년도에는 13.2 ha 미만이었으나 1996년에는 275.1 ha, 1998년에는 553 ha, 2004년에는 급성장하여 847 ha로 급증하였다. 현재 한국의 수경재배는 가속화단계로서 앞으로 시설재배면적의 5%까지 면

백합과 전용배양액이 부추의 Ascorbic acid의 함량에 미치는 영향

적이 증가할 것으로 생각된다. 수경재배의 장점은 연작 장애 방지가 가능하고 같은 지점에서 장기간 연속재배를 할 수 있고 안정수확이 가능하고 토지조건에 관계없이 지하부 환경을 적환경으로 조절할 수 있으며 재배 환경이 청결하다는 점이다. 시설비가 많이 들고 시설을 설치하는데 일조량이 충분하고 바람이 강한 곳이나 적설량이 많은 곳은 피해야 하며 양액조성과 농도보정, 병해오염방지 등 대책기술이 필요하며 완충능력이 낮아 환경의 변화에 민감하게 반응하는 것이 단점이다. 일반적으로 싹 채소를 수경재배 하는 대부분의 농가는 한 가지 양액으로 여러 작물의 채소를 재배하고 있으며 농도 관리만으로 재배, 수확하여 이로 인한 생육 장애가 발생하고 작물별 전용배양액의 중요성이 간과되고 있다.

배양액 조성은 이온간의 당량비를 이용한 Steinner (1980) 방법, 식물체의 무기성분 함량 또는 일정기간 식물이 흡수하는 양수분 흡수율을 Yamazaki(1981) 방식으로 얻은 방법 등이 적용되었다. 현재까지 만들어져 사용되고 있는 배양액은 원예연구소 배양액(NSH), 일본원시 배양액, Yamazaki 배양액, 유럽온실작물연구소 배양액 등이 있다. 배양액의 종류에 따라 적용되는 작물 및 재배 방법 등이 다르기 때문에 적합한 조성액을 선택하여야 한다.

배양액의 사용방법에는 시판되고 있는 전용비료를 사용하는 방법과 화학시약을 이용하여 직접 조제하여 사용하는 방법이 있다. 본 실험에서는 국내 유통되는 백합과 엽채류 중 부추작물의 양수분 흡수율과 이온간의 상호작용을 추적하는 Homes(1955)의 계통적 변량법을 적용한 양이온 분포도를 적용하여 전용 배양액을 개발한 후 그 배양액의 실증실험을 통하여 적합성을

평가하고 전용배양액 사용시 부추의 ascorbic acid함량의 변화에 대한 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

원예연구소 벤로형 가정원에 베드(100 cm×31 cm×21 cm)에 그린벨트 부추(농우바이오)를 담액 수경방식으로 재배하였다. 정식 후 뿌리 활착이 완료된 후 원예연구소 표준액(The nutrient solution of National Horticultural Research Institute: NSH액)인 1배액(N-P-K-Ca-Mg=16-4-8-8-4 me·L⁻¹)과 1/2배액, 및 3/2배액 등 3처리로 재배하면서 배양액의 pH(JP/MH-20P, TOA)와 EC(JP/OM-21P, TOA)변화를 측정하고, Yamazaki(1981) 방식에 의한 배양액의 양수분 흡수율을 산정하였으며 정식 31일에 생육, 상대성장률(RGR)과 잎의 무기성분 함량을 분석하였다. 식물체 잎의 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 함량은 80°C에서 2일간 건조한 후 건물중 0.5 g을 ternary 용액(HNO₃:HClO₄:H₂SO₄=10:4:1 v/v) 10 mL를 가해 분해한 후 각 과장별 무기이온 함량을 AAS(AA-6800, Shimadzu)로 분석하였다. Ascorbic acid 함량은 생체 시료 10 g를 2.5% meta-phosphoric acid 25 mL와 함께 10,000 rpm으로 5분간 마쇄한 후 15,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후 상등액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 10 μl씩 주입하여 HPLC로 분석하였다. HPLC(Waters, USA)의 분석조건은 Dual λ Absorbance Detector로 하였고, 컬럼은 Nova Pak C₁₈ column(3.9×150 mm)으로 이동상 용매는 KH₂PO₄-H₃PO₄(pH 2.8):MeOH (90:10)을 0.5 mL/min으로 흘려 254 nm에서 10 min 동안 측정하였다.

Table 1. Calculated n/wz value of *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable based on the Yamazaki's formula.

Crop	Nutrient strength	Amount of absorbed water (L)	P	K	Ca	Mg
			me·L ⁻¹			
Chinese chive	1/2S	7.78	2.41	5.26	3.90	0.39
	1S	3.65	3.06	6.19	4.71	2.03
	3/2S	5.73	5.48	13.22	16.93	3.49

^zn/w indicates the formula devised by Yamazaki to determine the amount of macro nutrients and water uptake at regular intervals during substrate culture.

if $y > y_1$, $n/w = a/w(y - y_1) + y_1$; if $y < y_1$, $n/w = -a/w(y_1 - y) + y_1$

Where a indicates initial volume of culture solution in each tray (L) and w indicates the amount of water absorbed by plants (L).

^yy and ^{y1}y1 indicate the initial and final concentration of macronutrients in culture solution (me·L⁻¹), respectively.

^sS indicates standard nutrient solution of Horticultural Experiment Station in Japan.

결과 및 고찰

1. 작물별 전용 배양액 개발

Table 1은 각 농도 처리에서별 양수분 흡수율 산정 결과이다. 도표에서 보여주는 바와 같이 부추는 배양액의 농도가 1/2S인 경우 수분흡수율이 가장 높았고 그 다음으로 3/2S 농도에서 높았다. 그리고 P, K, Ca, Mg 등 4가지 양이온은 전부 3/2S 농도에서 가장 높았다(Table 1).

채소의 생육기간 중 무기양분흡수량의 경과 추세는 일반적으로 생육초기에 질소흡수량이 칼륨흡수량을 상회하는 경우가 많으나. 머지 않아 이 순위는 역전되어 초기에 적었던 칼슘흡수량이 질소흡수량을 초과한다. 한편 인과 마그네슘의 흡수량은 조금씩 증가한다. 채소의 생육에 따른 5대 양분의 흡수경과를 보면, 흡수 최성기가 생육 도중, 즉 지상부 繁茂기에 오므로 흡수곡선이 볼록렌즈모양을 이루며 흡수최성기에 전 흡수량의 60~80%를 흡수하고, 그 후에는 흡수량이 감소한다.

무기이온 함량은 NSL과 NSH에서의 결과를 비교하였을 때 별로 큰 차이가 없었다(Table 2).

정식 31일후 NSH의 3가지 농도처리(1/2배액, 1배액, 3/2배액)에 따른 생육 조사결과, 1/2배액에서 다소

Table 2. Inorganic ions amount according to the various nutrient solutions.

Treatment		K	Ca	Mg
		%		
Chinese chive	NSL	3.44	1.67	0.66
	NSH	3.64	1.10	0.57
	Proper range	3.0-4.5	2.5-3.5	0.3-1.0

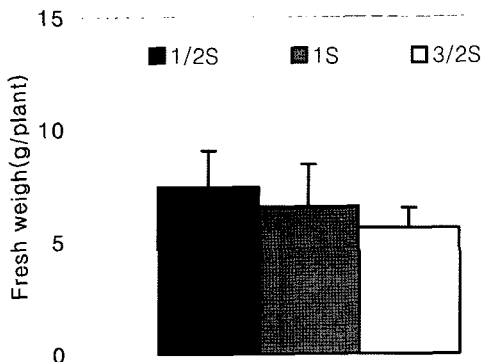


Fig. 1. Fresh weigh of *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable according to various strength of NSH.

높은 경향을 보였다(Fig. 1).

Yamazaki(1981)의 양수분 흡수율은 일사량, 온도, 습도, 재배 시스템, 생육 단계, 재식 밀도 등에 따라 흡수율이 달라질 수 있으며, 농도의 변화가 있더라도 조성에는 변화를 주지 않는 작물 개개의 흡수 조성이 균형 있는 배양액 조성이라 할 수 있다. 한편 양이온 분포도는 Homes(1955)의 계통적 변량법을 적용한 것으로 이온 군내에서 한 군의 균형을 잘 유지시켜 주면 다른 군은 각 군 내에서 자유로이 바꿀 수 있어 군내 이온 간의 상호 작용을 명확히 할 수 있다는 방법으로 본 실험에서는 단일 작물이 아닌 여러 작물에 적합하도록 조성하기 위해 작물의 양수분 흡수율을 근간으로 한 후 양이온 분포도를 사용하여 오차 범위를 줄이고자 시도하였다. 또한 Takano(1981)는 수경재배에서 음이온과 양이온의 이온 비율은 PO_4^{3-} 에 의해 1.1~1.25로 하는 것이 좋다는 보고를 근거로 본 배양액 조성에는 음이온과 양이온 비율을 1:1.2로 조정하여 백합과에 적합한 배양액조성을 N 12, P 2.5, K 7, Ca 4, Mg 2 me·L⁻¹로 하여 배양액을 개발하였다.

부추 전용배양액의 양이온 조성표이다. 표에서 알 수 있는바와 같이 부추의 K, Ca, Mg 양이온 조성의 평균치는 K 44.7%, 35.5%, 19.9%이다(Fig. 2).

2. 전용배양액 실증실험

개발 배양액의 적합성을 평가하기 위해 부추를 3월, 9월에 2회에 걸쳐 재배하였으며 재배기간 중 배양액의 pH, EC 변화를 계속하였다. pH는 양분흡수에 영향을

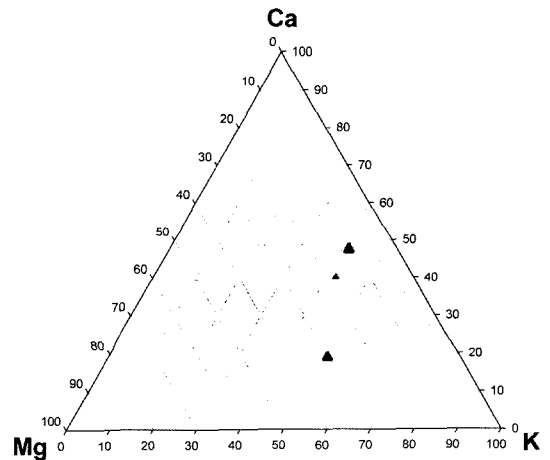


Fig. 2. Cation composition of the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable.

미치는 중요한 요인으로서 일반적으로 엽채류 수경재배에 있어 적절한 pH의 범위는 5.5~6.5 범위로 관리하면 적절하다. 가장 중요한 부분은 pH의 변화가 적어야 하며 배양액의 온도가 일정하게 유지하는 것이 중요하다. pH의 변화가 심하면 원소간의 길항작용으로 인한 무기이온의 불균형으로 생리작용현상이 다소 발생하기 때문에 pH를 안정적으로 유지시키는 것이 매우 중요하다. 수경재배에 있어 pH의 변화는 배지의 특성과 급액방식, 그리고 EC의 농도에 따라서 약간의 차이가 있다. 일반적으로 pH가 5 이하에서는 미량원소의 과잉흡수가 발생되고 7이상에서는 양분결핍을 초래할 가능성이 있다. 따라서 pH수치는 pH meter로 수시로 측정하여 적절히 보정해 주어야 한다. pH보정은 산이나 염기를 첨가하는 것이다. EC관리에 있어서는 계절별, 생육 단계별 그리고 재배 방식별로 조절하는 것이 적절하다. 작물의 종류나 재배환경 등에 따라 적정농도범위가 상이하므로 수분흡수량이 많고 생육이 빠른 하절기에는 동절기에 비해 저농도로 관리하여 수분흡수를 촉진시키므로서 양분흡수량을 촉진시키는 것이 바람직하다(Park과 kim, 1988). 배양액의 EC는 개발된 과별 전용 배양액의 1배액 농도를 기준으로 하였고, 재배기간 중 pH는 5.5~6.5 범위로 보정하였다.

재배기간 동안 배양액 종류에 따른 백합과 엽채류의 EC와 pH의 변화를 조사한 결과 NSH에 비하여 NSL이 재배기간 동안 pH의 변화가 적었으며 EC는 큰 변화가 없어 재배기간 동안 매우 안정적이었다(Fig. 3과 Fig. 4).

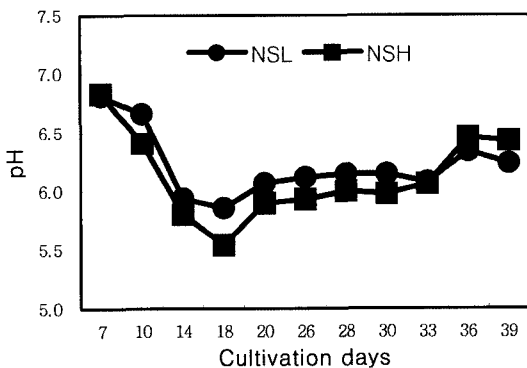


Fig. 3. The pH change of the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable(NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH) during the culture of *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable.

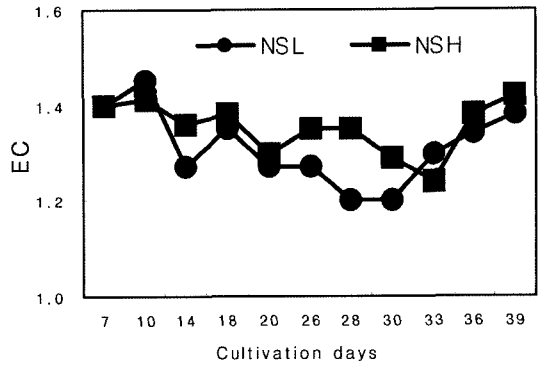


Fig. 4. The EC change of the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable(NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH) during the culture of *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable.

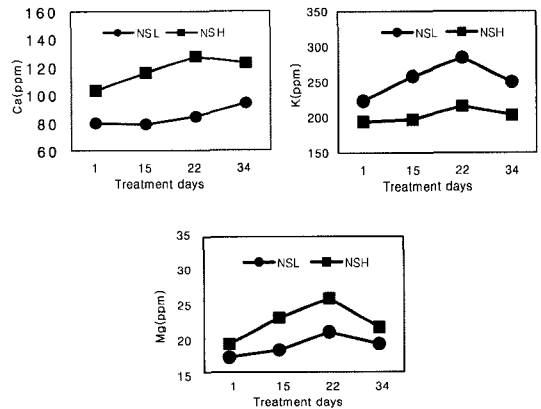


Fig. 5. Inorganic compound amount according to the treatment days in the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable (NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH).

또한 재배기간동안 NSH과 NSL로 처리한후 배양액의 무기성분의 변화를 조사한 결과는 아래와 같다(Fig. 5). 칼륨과 마그네슘의 경우 NSL에서 NSH에 비해 처리일수의 증가에 따라 증가하다가 다시 감소하는 추세를 보여주었고 칼슘은 다소 증가추세를 보여주었다.

정식후 31일째 배양액 종류에 따른 백합과 엽채류의 생육을 조사한 결과 부추에서 NSH보다는 NSL에서 1.37배 더 높은 결과를 보여주었다(Fig. 6). 생육의 증가는 생육초, 중기의 빠른 성장율에서 기인된 것으로 보인다.

정식후 31일째 상대성장율(RGR)을 조사한 결과 NSL에서의 결과가 NSH보다 부추에서 각각 1.11배 높은 추세를 보여주었다(Fig. 7).

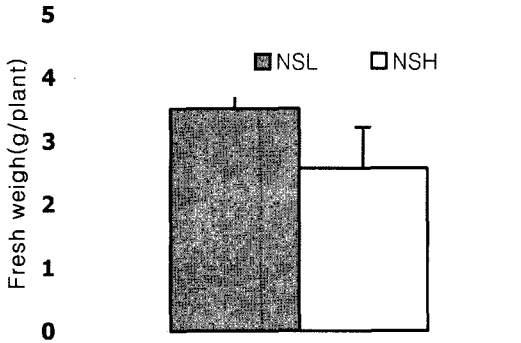


Fig. 6. Fresh weigh of *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable cultured in the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable (NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH).

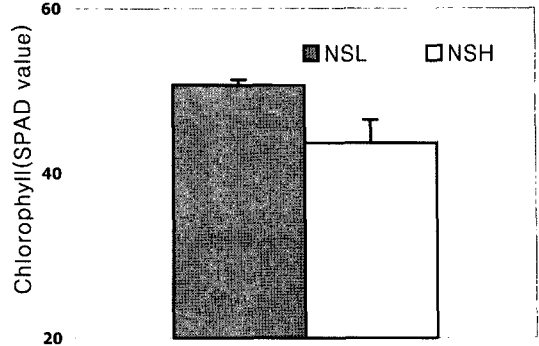


Fig. 8. Chlorophyll content in *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable cultured the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable (NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH).

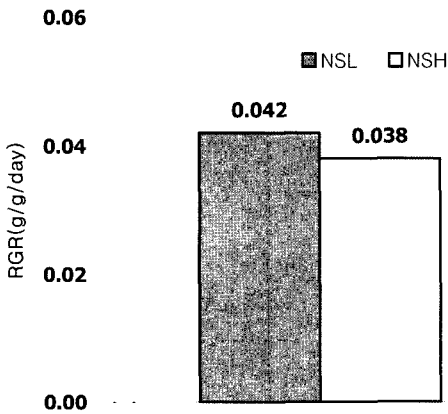


Fig. 7. Relative growth rate of *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable cultured the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable (NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH).

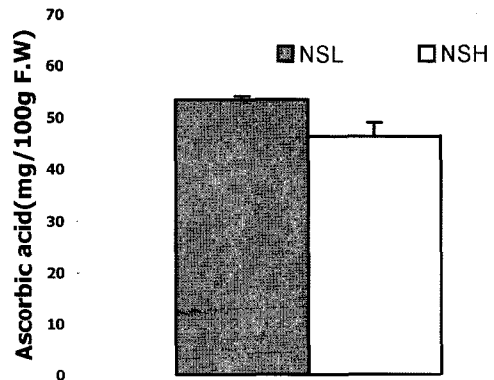


Fig. 9. Ascorbic acid content in *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable cultured the nutrient solution for *Liliaceae*(Chinese chive) leafy vegetable (NSL) and the nutrient solution recommended by NHRI(NSH).

정식 후 31일째 부추의 엽록소(SPAD value)함량을 측정한 결과 NSL에서의 수치가 NSH에 비해 1.16배 증가하였다(Fig. 8).

정식후 31일째 항산화성분인 ascorbic acid의 함량을 측정한 결과 부추에서 1.16배 증가하였고 채소와 과일은 품종에 따라 ascorbic acid의 함량이 2~3배 차이가 날수 있으며 토마토의 경우에는 15배 차이가 발생한다고 보고하였다(Mozafar, 1994).

이상의 실험결과로 백합과 전용배양액을 이용하여 재배했을 때 기존 배양액에 비해 생육과 항산화 성분인 ascorbic acid의 함량을 높일 수 있어 농가소득에 다소 보탬이 될 것으로 생각된다. 앞으로 양액공급 장치나 폐양액의 재이용 기술, 개별 무기성분의 제어 등과 같은 기술에 있어서 계속적으로 개발을 추진하여야

할것이다.

적 요

본 연구에서는 양수분 흡수율과 양이온 비율에 근거하여 백합과(부추)에 적합한 전용배양액을 개발하였다. 원예연구소 배양액(NSH)을 1/2배액, 1배액, 3/2배액의 농도로 42일간 담액 수경재배를 한 결과 1/2배액에서 세가지 작물의 생육이 가장 좋았다. 양수분 흡수율에 근거하여 개발된 백합과 전용배양액(NSL)의 조성은 N 12, P 2.5, K 7, Ca 4 and Mg 2 me/L이다. NSL로 처리한 부추 작물의 상대성장율(RGR)은 1.11배 증가하였으며 엽록소 함량(SPAD value)은 1.16배 증가하였다. 그리고 부추의 가장 중요한 영양성분

백합과 전용배양액이 부추의 Ascorbic acid의 함량에 미치는 영향

중 하나인 항산화성분-Ascorbic acid의 함량이 1.16배 증가하였다.

주제어 : ascorbic acid, 부추, 상대생장율, 수경재배, 엽록소

인 용 문 헌

1. NHRI, RDA. 2004. Hydroponics culture.
2. Pyo, H. G. 1978. Vegetable Horticulture.
3. Choi, K.Y, E.Y. Yang, D.K. Park, Y.C. Kim, T.C. Seo, H.K. Yun and H.D. Seo. 2005. Development of nutrient solution for hydroponics of cruciferae leaf vegetables based on nutrient-water absorption rate and the cation ratio. *J. Bio-Env. Control.* 14(4):289-297
4. Homes, M.V. 1955. A new approach to the problem of plant nutrition and fertilizer requirement. Part 1. *Soil and Fertilizers* 18:1-4.
5. Ikeda, A. 1986. Control of nutrient solution by nutrient absorption characteristic of crops. *Agr. and Hort.* 61:205-210.
6. Ikeda, A. and T. Osawa. 1981. Nitrate- and ammonium-N absorbed by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 50:225-230.
7. Kim, Y.C. 1998. Development of Korean type nutrient solution, medium and automatic control system in horticultural crops. R.D.A. Suwon. Korea.
8. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. 1st ed. Academy Books, Seoul. p. 76-90.
9. Takano, T. 1981. States and problems of hydroponics - The nutrient solution formation. *Agr. and Hort.* 7:69-74.
10. Yamasaki, K. 1981. The problem and present state of hydroponic culture (1). Nutrient solution management of hydroponic culture-nutritive characteristic of each crop by nutrient/water. *Agr. and Hort.* 56(4):563-568.
11. Yamasaki, K. 1982. A review on solution culture. Hakuyusha, Toyko. p. 34-49.
12. Yeo, K.H and Y.B. Lee. 2004. Development of optimum nutrient solution for sweet basil in a closed systems. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22(1):29-36.