

葉菜類의 環境制御 모델 研究

I. 夜溫 및 養液內 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ 比가 백경채 및 탐채의 生育에 미치는 影響

朴權瑀, 申榮周, 李龍範*

高麗大學校 園藝科學科, *서울市立大學校 環境園藝科

Studies on the Modelling of Controlled Environment in Leaf Vegetable Crops

I. Effects of Night Temperature and $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ Ratio in Nutrient Solution on the Growth of Chinese White Cabbage(*B. chinensis* L. var. *chinensis*) and Chinese Flat Cabbage(*B. chinensis* L. var. *rosularis*)

Park, Kuen-Woo · Shin, Young-Ju and Lee, Yong-Beom*

Dept. of Hort. Sci., Korea Univ., Seoul 136-701

*Dept. of Env. Hort., Seoul Municipal Univ., Seoul 130-743

Summary

The effects of different night temperatures and $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratios in nutrient solution on the growth and quality of Chinese white cabbage(*B. chinensis* L. var. *chinensis*) and Chinese flat cabbage(*B. chinensis* L. var. *rosularis*) were studied. The results were summarized as follows.

1. Fresh weight was increased higher in night temperature 15°C than $5, 10^\circ\text{C}$, but content of vitamin C and dry weight ratio were increased as night temperature was lowered.
2. The growth of Chinese white cabbage and Chinese flat cabbage was bad extremly in $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ (0 : 8), and the others were little different.
3. In nutrient solution, the higher $\text{NO}_3^- - \text{N}$ concentration was, the more content of vitamin C, and the higher $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ concentration was, the more dry weight ratio.¹⁾

키 워 드 : $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ 比, 백경채, 야온 탐채

Key words : night temperature, $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratio, chinese white cabbage(*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*), chinese flat cabbage(*B. chinensis* L. var. *rosularis*)

緒 言

시설원예작물에 있어 환경제어 modelling에 관한 초기연구는 작물별 최적환경을 설정하여 최대의 수량을 올리는데 그 목적이 있었다. 그러나 1972년 세

계적인 Oil shock 이후의 연구는 최대수량에는 못 미칠지라도 시설의 경영적인 측면에서 가장 수지가 맞는 환경제어 model을 찾게 되었다. 이를 위해서 시설내의 각종 환경 data를 이용하여 난방비를 절감하는 차원에서 작물생산성 제고와 품질하락을

본 연구는 한국과학재단 연구비로 수행됨.

막은 연구가 실시되었다.^{1,26)} 이와 같은 연구는 외국의 경우 처음에는 생장의 유형이 비교적 간단하고 생육기가 짧은 radish, head lettuce 등을 대상으로 진행되다가 근래에 이르러 과채류인 오이, 토마토의 생장제어 modelling에 대하여 심도있는 연구가 이루어지고 있다.^{15, 16, 18, 25)}

따라서 본 연구는 국내에서 많이 이용하는 잎상추, 쪽삭, 들깨와 근래 중국채소로서 재배가 증가되는 백경채와 탐채의 최적환경 모델을 설정하여 차기에 공장적 생산을 하는데 기초자료를 얻고자 야온, 일장, 양액 조성, 공중습도 및 배지의 조건 등의 영향에 대한 시험을 수행하였던 바, 일차로 야온과 양액 내의 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ 가 백경채와 탐채의 생육과 몇가지 품질요인에 미치는 영향 및 양액특성변화를 조사, 보고하고자 한다.

材料 및 方法

본 실험은 고려대학교 자연자원대학 원예과학과 실험실과 지붕형 유리온실에서 수행되었다.

1. 야온에 따른 백경채와 탐채의 생육변화

사용된 공시재료는 서울종묘의 '백경채' (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis*)와 일본 사카다 종묘의 '탐채' (*Brassica chinensis* L. var. *rosularis*)로 하였다.

1991년 1월 31일 원예용상토 : 모래를 1 : 1 비율로 섞은 상토에 파종하여 육묘후 본엽 2~3매 시기인 2월 25일에 동일 비율의 상토로 채운 직경 11cm되는 플라스틱 포트에 정식하였다. 정식후 2주째 식물이 완전히 활착된 후 주간온도는 18°C를 유지하면서 야간온도는 각각 5, 10, 15°C로 조절하여 처리한 후 3주후 수확하여 생육을 조사하였다. 일장은 12시간으로 조절하였다. 엽수는 잎자루를 포함해서 1.5cm 이상 크기의 엽수를 조사했고, 엽면적은 엽병과 엽신을 분리시켜 엽신만의 면적을 엽면적 측정기(LI-300A, Li-cor)를 이용하여 측정했으며 이것의 무게를 엽중으로 간주하였다. 엽면적을 엽중으로 나눈 엽중량비(Leaf weight ratio, LWR)를 구했으며, 엽신과 엽병을 포함한 전체 지상부 무게와 지상부의 건물율, 그리고 vitamin C를 조사하였다. 건물율은 100°C에서 48시간 건조시켜 생체중에 대한 백분율로 표시하였다. Vitamin C의 함량은 식물전체를 혼합하여 측정했는데 spectrofluorometer(Kontron SFM)을 이용한 형광광도법¹⁴⁾으로 조사하였다.

2. 양액내 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ 가 백경채의 생육과 품질에 미치는 영향.

공시재료는 서울종묘의 '백경채'였으며 양액내의 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ 의 비율이 백경채의 생육 및 품질에 미치는 영향에 대하여 조사코자 실시하였다.

파종은 1992년 1월 30일, 3×3×3cm³의 정육면체 스폰지의 중심을 blade로 관통하여 그 곳에 2~3립의 종자를 집과한 후 육묘용 bed에 넣어 저면 관수하였다. 본엽 1~2매때 1/2농도의 山崎양액을 공급하고 일주일뒤 원래의 농도로 배양액을 공급하여 육묘하였다. 처리는 山崎양액을 변형시켜 NO_3^- 와 NH_4^+ 의 비를 NaNO_3 와 NH_4Cl 을 이용하여 8 : 0, 6 : 2, 4 : 4, 2 : 6, 0 : 8의 5처리로 하여 수경재배용 pot에 양액을 각 10ℓ씩 넣고 등근 스티로폼 재식판을 띄워 floating culture를 실시하였다.²¹⁾ 매 시간당 15분씩 air pump를 이용해 aeration을 시켜주었고, 배양액은 pH를 6으로 조정하여 1주일 간격으로 양액을 갈아주었다. 실험구는 3반복으로 반복당 4개체를 완전임의배치하였고, 정식후 1주일 간격으로 3회 수확하였다. 기타 생육 조사사항은 야온실험에 준하였다.

結果 및 考察

1. 야온에 따른 백경채와 탐채의 생육 및 품질변화

백경채의 경우, 15°C에서는 엽수가 가장 많았고 엽면적이 다른 처리구 보다 넓었으며 5°C와 10°C는 거의 차이가 없었으나 10°C에서 엽중량비(LWR)가 15°C보다 높은 것으로 보아 엽육이 15°C보다 두꺼운 것을 알 수 있었다. Cooper²²⁾는 많은 채소를 이용하여 실험한 결과 어느정도 단계까지는 근권온도가 높을수록 엽수가 증가한다고 보고했는데 본 실험에서도 유사한 결과를 얻었다. 생체중은 15°C에서 가장 무거웠으며 야온이 낮아질수록 생체중이 감소하며 처리간 유의성을 나타내었다(Table 1). 이것은 백경채가 저온에서는 생육이 불량한 때문이라 생각된다.¹²⁾ 그러나 건물율은 5°C에서 가장 높았고, 야온이 높아질수록 낮아지며 처리간 유의성을 나타내었다. 이는 생육적온에서는 양수분의 흡수가 잘 이루어져 생체내의 수분이 높은 반면, 생육이 억제되어 저온에서는 건물의 집적이 상대적으로 높아진 때문으로 사료된다.

Vitamin C도 15°C에서 보다는 야온이 낮아질수록 함량이 다소 높았는데 이것은 vitamin C의 회석효과로 보여진다. 즉, 단위무게당 vitamin C의 함량은

저온구가 높지만 식물체 당 vitamin C는 야온이 높은 15°C에서 많기 때문이다. Vitamin C의 생성에 있어 leaf discs안에서 light-conditioned synthesis가 14~24°C범위에서 증가되는데²³⁾ 이때의 여러가지 과정들이 복합적으로 균형을 이루게 된다.^{24, 25)} 그러나 종종

낮은 온도에서 ascorbic acid농도가 단위 생체중을 기준으로 증가된다고 berg 등은^{17, 26)} 보고했는데, 이는 낮의 온도가 높고 밤에는 낮을 경우 호흡에 의한 당의 소모가 적어 동화산물이나 2차산물의 집적이 높아진 때문이라고 한다.

Table 1. The effects of different night temperatures on the growth of Chinese white cabbage (*Brassica chinensis* L. var. *Chinensis*) in 21 days after treatment.

Temperature (Day/Night)	Leaf number	Leaf area ²⁾ (cm ² /leaf)	Leaf weight (g/leaf)	LWR ³⁾ (cm ² /g)	Fresh top weight (g/pl.)	Dry top weight (%)	Vitamin C (mg/100gFW)
18/ 5°C	5.6 b ²⁾	23.47 b	0.8 b	28.98	4.9 c	9.6 a	25.39
18/10°C	6.0 b	24.70 b	0.8 b	35.88	5.8 b	7.6 b	22.45
18/15°C	7.8 a	34.65 a	1.1 a	31.79	8.8 a	6.4 c	22.44

²⁾ Leaf area measured only area of one leaf blad without petiole.
³⁾ LWR : Leaf weight ratio(leaf area/leaf weight).
²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

담채의 경우, 10°C와 15°C가 5°C보다 엽수가 많았으며 엽면적과 엽중도 같은 경향을 보였다. 그러나 엽중량비는 오히려 10°C가 다른 처리구보다 다소 높은 것으로 보아 오히려 엽육은 5°C보다는 10°C가 두꺼운 것을 알 수 있다. 담채의 생체중은 야온이 높아질수록 월등히 증가하며 처리간 유의성이 있는 반면, 건물율과 vitamin C는 야온이 낮아질수록 많으며 처리간 유의성을 나타냈는데 이것 역시 생육에

알맞은 온도하에서는 vitamin C나 건물율의 회석효과가 나타난 때문으로 본다(Table 2).

담채의 외관적인 품질면에서 볼 때 잎이 소형이며 동그랗고, 엽병이 짧을수록 좋은데,^{12, 22)} 이런 외적 모양새와 내적인 영양을 고려해 볼 때 겨울철 담채 재배시는 야간온도를 5°C로 낮추고 재식밀도를 높이는 것이 난방비 절감이나 품질면에서 유리하다고 사료된다.

Table 2. The effects of different night temperatures on the growth of Chinese flat cabbage (*Brassica chinensis* L. var. *rosularis*) in 21 days after treatment.

Temperature (Day/Night)	Leaf number	Leaf area ²⁾ (cm ² /leaf)	Leaf weight (g/leaf)	LWR	Fresh top weight (g/pl.)	Dry top weight (%)	Vitamin C (mg/100gFW)
18/ 5°C	9.3 b ²⁾	15.65 ab	0.5 a	32.60	4.6 c	13.7 a	31.52
18/10°C	11.1 a	14.86 b	0.4 b	37.15	5.8 b	8.6 b	29.79
18/15°C	11.9 a	17.55 a	0.5 a	36.10	7.2 a	7.2 c	28.73

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

2. 양액내 NO₃⁻ : NH₄⁺가 백경채의 생육과 품질에 미치는 영향.
 생육초기에는 NO₃⁻ : NH₄⁺의 비율이 8 : 0, 6 : 2, 4 : 4 비율의 배양액에서 2 : 6이나 0 : 8보다 엽수가 많고, 엽면적이 넓고, 잎과 생체중이 무거웠으나 생육후기인 3주째에는 NO₃⁻가 전혀없는 NH₄⁺ 단독 처리구에서만 잎이 작고 엽수가 적으며 다른 처리

구에 비해 생체중이 극히 저조하여 생육상태가 현저히 불량하였고, 다른 처리구 사이에서는 처리간에 차이가 나타나진 않았으나 엽수는 8 : 0에서, 엽면적과 생체중은 4 : 4에서 가장 양호하였다. 근장은 초기생육에서는 8 : 0이 양호하였으나 후기생육에서는 다른 처리구에 비해 NH₄⁺ 단독 사용시 극히 뿌리생육이 저조하였다. 이는 이미 보고된 바와 같이^{3, 5, 9, 10, 11)}

NH₄⁺의 해작용에 따른 생육의 저해로 생각된다. 그 원인은 NO₃⁻ : NH₄⁺ 비율에 있어서 NH₄⁺의 공급이 상대적으로 큰 경우는 식물체내 대사작용시 광합성이 저해되며, 건전한 식물체에 있어서는 체내 산소결핍으로 호흡부족 현상이 나타나기 때문으로 본다²⁾ (Table 3). 그러나 Iwada¹³⁾에 의하면 NH₄⁺의 해작용은 작물에 따라 다르다고 한다. 대체로 양파, 순무, 시금치는 NH₄⁺시비에 대해 강하여 NH₄⁺증시에 따른 해가 작지만 양배추, 완두, 토마토에서는 NH₄⁺증가에 따라 심한 수량감소를 나타낸다. 따라서 백경채는 비교적 NH₄⁺에 강한 식물로 생각된다.

반면, 지상부의 건물율은 0 : 8 처리구에서 가장

높았고, 그의 처리간에는 차이가 없었다(Table 3). 대체로 양분조건이 불량하여 생육이 저해되면 지상부의 건물율이 높아지는데 이는 엽채류뿐만 아니라 과채류에서도 나타난다. Tremblay 등은 엽채류인 celery에서는 양액내 전질소의 함량이 증가됨에 따라 엽면적과 지상부의 건물율이 증가되었으며, 지하부의 건물율은 감소하여 지상부 : 지하부의 건물율 비율이 증가되었다고 하였다.²⁴⁾ 품질면에서 보면, vitamin C의 함량은 NO₃⁻가 많을수록 높은 경향을 보여 주었다. 이것은 Åberg 와 Ekdahil의 녹색식물에 있어 질소시비가 많아지면 vitamin C의 함량이 많다는 보고와 일치된다.²⁵⁾

Table 3. The effects of NO₃⁻ : NH₄⁺ ratio in nutrient solution on the growth of Chinese white cabbage (*Brassica chinensis* L. var. *Chinensis*) in 21 days after treatment.

Period of Treatment (days)/ (NO ₃ ⁻ : NH ₄ ⁺)	Number of leaves	Leaf area (cm ² / leaf)	Leaf weight (g/ leaf)	LWR (cm ² / (g))	Root length (cm)	Fresh top weight (g)	Fresh root weight (g)	Dry top weight (%)	Vit.C (mg/ 100g FW)
7									
8 : 0	6.3a ²⁾	9.31a	0.2a	46.6	23.5a	2.7a	0.14a	5.9	
6 : 2	6.7a	8.32a	0.2ab	41.6	15.5b	2.2ab	0.10a	5.0	
4 : 4	5.7ab	8.01ab	0.2ab	13.4	19.7ab	2.0ab	1.40a	5.5	
2 : 6	5.0b	7.17ab	0.2ab	35.9	18.0ab	1.6b	0.25a	6.3	
0 : 8	5.0b	5.66b	0.2ab	28.3	13.3b	1.3b	0.19a	6.9	
14									
8 : 0	7.7a	15.19a	0.5a	30.4	29.7a	6.3a	0.40b	5.7b	
6 : 2	7.7a	14.50a	0.4a	36.3	17.1b	5.9a	0.22b	5.8b	
4 : 4	7.7a	15.60a	0.5a	31.2	17.3b	6.2a	1.62a	5.6b	
2 : 6	7.7a	11.09ab	0.4ab	27.7	16.5b	4.4ab	1.62a	6.4ab	
0 : 8	6.3b	8.46b	0.3b	28.2	16.2b	2.7b	1.50a	6.7a	
21									
8 : 0	10.0a	43.01a	1.7a	25.3	49.0a	32.2a	4.04a	5.7b	26.25
6 : 2	9.3a	44.05a	1.8a	24.5	42.3a	29.5a	3.70a	5.9b	20.96
4 : 4	9.7a	58.22a	2.1a	27.7	41.2a	38.2a	4.61a	5.4b	14.11
2 : 6	9.3a	44.57a	1.8a	24.8	37.5a	28.5a	3.19a	6.0b	17.71
0 : 8	7.0b	21.31b	0.8b	26.6	24.0b	8.0b	2.13a	7.6a	17.43

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

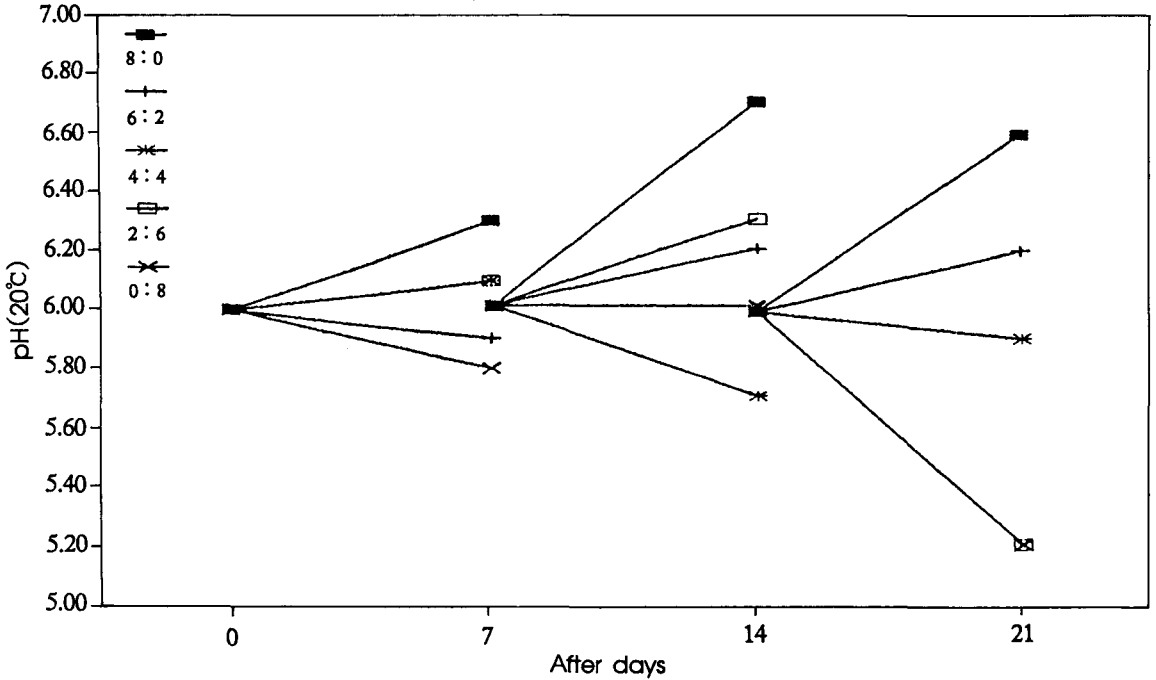


Fig. 1 The changes of pH(20°C) according to $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratio on the growth of chinese white cabbage(*Brassica chinensis* L. var. *Chinensis*) in nutrient solution.

양액내 2가지 질소태의 비율변화에 따른 pH의 변화폭은 작았지만, 대체로 NO_3^- -N가 많은 구는 pH가 증가하고 반대로 NH_4^+ -N의 농도가 높은 구는 감소하는 경향을 나타냈다(Fig. 1). 이것은 이미 잘 알려진 사실로²¹⁾ NO_3^- 단독구에서는 NO_3^- 흡수가로 인해 pH가 증가되고, NH_4^+ -N 농도가 높은구는 NH_4^+ 흡수로 pH가 감소하기 때문이다.

일반적으로 NO_3^- 는 고농도로 사용해도 식물 생육에 해가 나타나는 경우가 없는데 NH_4^+ 는 낮은 농도라해도 단독 사용하면 생육장해가 나타나기 쉬운 이유는 체내에서 일부의 NH_4^+ 가 NH_3 로 변하기 때문이다.²¹⁾ 그래서 NO_3^- 를 전혀 사용하지 않은 0:8처리구에서는 생육이 불량하고 그 결과 양분흡수가 원활하지 못했기 때문에 EC농도가 다른처리구에 비해 높은 것을 볼 수 있다. 그 밖의 다른 처리구의 양액내 EC는 별다른 변화없이 거의 안정된 수치로 측정되어 배경채가 광범위한 양액조건에서 견딤성이 있는 것을 알 수 있다(Fig. 2).

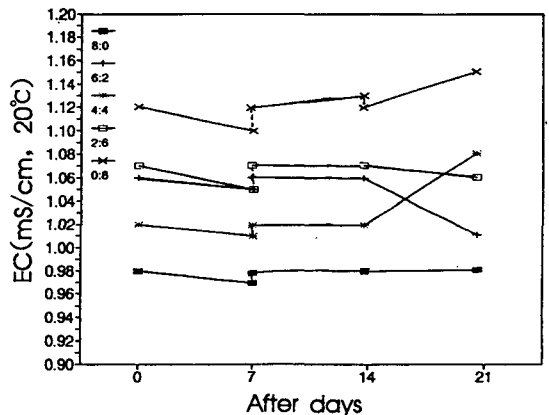


Fig. 2 The changes of EC(ms/cm, 20°C) according to $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratio on the growth of chinese whitecabbage (*Brassica chinensis* L. var. *Chinensis*) in nutrient solution.

摘 要

야온과 시용질소의 형태를 달리한 양액이 탑재와

백경채의 생육 및 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시한 실험의 결과는 다음과 같다.

1. 탑채, 백경채 모두 야온 15°C에서 생육이 왕성하여 생체중이 무거웠으나 건물율과 vitamin C의 함량은 온도가 낮아질수록 증가하였다.
2. 양액의 N형태 비율에 따른 백경채의 생육은 $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ 의 비가 0 : 8에서만 극히 생육이 저조하고, 다른 처리구에서는 큰 차이가 없었다.
3. 양액내 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 의 함량이 높을수록 vitamin C의 함량이 많고, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 의 함량이 높을 때는 건물율이 높았다.

引用文獻

1. Albright, L. D., D. Wolfe, and S. Novak. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield : II. Thermal model and simulations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4) : 562-568.
2. Cooper, A. J. 1973. Root temperature and plant growth. Commonwealth Agricultural Bureaux.
3. Cox, D. A. and J. G. Seeley. 1984. Ammonium injury to poinsettia : Effects of $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratio and pH control in solution culture on growth, N absorption and N utilization. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 57-62.
4. Ganmore, R. N. and U. Kafkafi. 1983. The effect of root temperature and $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratio of strawberry plants. I. Growth, flowering, and root development. Agronomy J. 75 : 941-947.
5. Goyal, S. S., O. A. Lorenz, and R. C. Huffaker. 1982. Inhibitory effects of ammoniacal nitrogen on growth of radish plants. I. Characterization of toxic effects of NH_4^+ on growth and its alleviation by NO_3^- . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(1) : 125-129.
6. 池田英男, 大澤孝也. 1981. 施用窒素形態とそ菜的適應性(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(4) : 454-462.
7. 池田英男, 大澤孝也. 1980. 施用窒素形態とそ菜的適應性(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(4) : 435-442.
8. 池田英男, 大澤孝也. 1981. 施用窒素形態とそ菜的適應性(第3報) 水耕栽培において NO_3^- , NH_4^+ , 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(4) : 563-570.
9. Ikeda, H. and T. Osawa. 1981. Nitrate-and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containi9ng ammonium nitiate and the resultant change of solution pH. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50 : 225-230.
10. 池田英男, 大澤孝也. 1979. 水耕培養液中の NO_3^- と NH_4^+ 의 濃度並びに比率がそ菜的 生育, 葉中N成分及び培養液中のpHに及ぼす影響. 日園學雜. 52(2) : 159-166.
11. 池田英男, 吉田好範, 大澤孝也. 1985. 培養液中の NO_3^- と NH_4^+ 의 比率及び液溫がミツバ, シュンギク並びにネギ의 生育及ぼす影響. 日園學雜. 54(1) : 58-65.
12. 池谷保緒, 寺田洋子. 1986. 中國野菜の栽培と料理. 家の光協會.
13. Iwata, M. 1983. Effects of nitrogen sources and nitrogen-supplied period on the growth, yield, and quality of vegetable crops. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24(4) : 265-275.
14. 주현구 외 6人. 1991. 식품분석법. 유림문화사. pp.187-188.
15. Krug, H. and H. P. Liebig. 1984. Analyse, Kontrolle und Programmierung der Pflanzenproduktion in Gew chsh usern mit Hilfe beschreibender modelle III. Produktion von Rettich Gartenbauwissenschaft. 49 : 7-18.
16. Krug, H., E. Lederle, and H. P. Liebig. 1985. Modelle zur Kultur-und kosteng nstigen Temperatur F hrung w hrend der Auflaufphase. Gartenbauwissenschaft. 50 : 54-59.
17. Lona, F. and Porzio-Giovanola. 1951. Ricerche sulla fisiologia dell'acido ascorbico. VII. Contenuto in acido ascorbico delle piante in relazione al fattore termporico (With an Engl. summary.) Nuovo Giorn. Bot. ital. 58 : 462-474.
18. McAvoy, R. J., H. W. Jane, G. A. Giacomelli, and M. S. Giniger. 1989. Validation of a computer model for a single-truss tomato cropping system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(5) : 746-750.

19. McElhannon, W. S. and H. A. Mills. Influence of percent $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ on growth, N absorption, and assimilation by Lima Beans in solution culture. *Agronomy J.* 70 : 1027-1032.
20. Murphy, E. F. and M. R. Covell. 1951. Tomatoes in Maine. *Maine Agriculf. Exper. Stat. Bull.* 489 : 1-70
21. 박권우, 김영식. 1991. 수경재배의 이론과 실제. 고려대학교 출판부. pp.50-97
22. 清田男. 1985. 有望新野菜のつくり方. 農山漁村文化協會.
23. Somers, G. F., W. C. Kelly, and K. C. Hamner. 1948. Changes in ascorbic acid content of turnip-leaf discs as influenced by light, temperature, and carbon dioxide concentration. *Arch. of Biochem.* 18 : 59-67.
24. Tremblay, N. and A. Gosselin. 1989. Growth and nutrient status of celery seedlings in respnse to nitrogen fertilization and $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ ratio. *HortScience* 24(2) : 284-288.
25. Van Holsteijn., H. M. C. 1981. Growth and photosynthesis of lettuce van de landbouwhogeschool to wageningen.
26. Wolfe, D. W., L. D. Albright, and J. Wyland. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield : Growth response of tomato and cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(4) : 562-568.
27. Åberg, B. 1946. Effects of light and temperature on the ascorbic acid content of green plants. *Kungl. Lantbruksh gsk Ann.(Uppsala)* 13 : 239-273.
28. Åberg, B. and I. Ekdahil. 1948. Effects of nitrogen fertilization on the ascorbic acid content of green plants. *Physiologia Plantarum.* Vol. 1. : 290-329.

신 간 소 개

농업기계 분야의 혁신기술에 관한 조사연구

편집발행 : 일본농업기계학회

발행년도 : 1991년

< 내 용 >

이 책은 일본농업기계공업회의 위탁으로 농업기계학회가 실시한 2000년대의 농업기계분야의 혁신 기술개발 가능성 및 전망에 대한 조사보고서 임.

- 장래의 농업과 기계화 방향
- 국내 농업기계화연구 현상과 장래에 관한 조사
- 해외 농업기계화연구 현황조사
- 저생산비 농업기계화 기술
- 농산물 품질향상을 위한 기계화 기술
- 농산물의 부가가치 증대를 위한 기술
- 농업기계화를 위한 정보기술

(윤진하)