

석사학위논문

모관양액공급방식 수경재배에서의 쌈채류 생육특성



원예학과

박시중

2003년 12월

모관양액공급방식 수경재배에서의 삼채류 생육특성

지도교수 장 전 익

박 시 종

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함



박시종의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____

위 원 _____

위 원 _____

제주대학교 대학원

2003년 12월

Growth characteristics of ‘Ssam’
vegetables in hydroponics
to use capillary supply system

Park, Si-Jong

(Supervised by Professor chang, Jeun-ik)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
AGRICULTURE

DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2003. 12

목 차

Summary	1
I. 서 언	3
II. 재료 및 방법	5
1. 파종 및 정식	5
2. 수행방법	5
3. 생육 및 수량	8
4. 식물체의 무기성분 분석	9
III. 결과 및 고찰	10
1. 양액공급장치에 대한 시험	10
1) 생육특성	11
2) 식물체의 무기성분 함량	12
3) 상품수량	13
2. 배지별 생육시험	14
1) 생육특성	16
2) 식물체의 무기성분 함량	17
3) 상품수량	18
IV. 적요	19
V. 부록	21
VI. 인용문헌	22

SUMMARY

This studies were conducted to test the efficiency closely using the capillary supply system and to the productivity of some 'Ssam' vegetables in Jeju scoria and cocopeat as culture media. In the Test 1, Growth characteristics were investigated through transplanting eight 'Ssam' vegetables including 'Kale' on the scoria culture media as an experiment to know the efficiency of supply system, In the Test 2, The distinctions of the growth and productivity were investigated through transplant on not only the scoria and cocopeat culture media but also the mixed scoria and cocopeat media to the differences of growth characteristics of crops by culture media.

1. Test on the capillary supply system



1) The change of pH and EC level on the early step of transplant is as follows. The pH6.1 on the early step was gradually increasing, and appeared to be pH6.8 after 60 days whereas the EC level increased from 1.4mS/cm to 1.8mS/cm.

2) Growth of eight 'Ssam' vegetables including kale is generally good in the temperature of the daytime(23~29°C), and nighttime(14~17°C). Harvest time is the earliest for Kale and red mustard leaf. on 16. May.

3) Content in connection with component of mineral by the crops and crude protein showed similar results compared to a table of USDA food nutrient database.

4) As the capillary supply system is powerless system, the effect of

saveenergy was obvious without the necessity of power for providing nutrient solution

2. Test on Growth characteristics in three culture media

1) The changes of pH and EC in three culture media indicated media of Cocopeat on the early stage of transplant was lowest as pH4.9, while mixed media, Scoria were high as pH5.6, pH6.2 respectively. The EC level increased in three culture media. media of cocopeat greatly increased from 0.8mS/cm to 2.1mS/cm most while media of Scoria changed from 1.5mS/cm to 1.8mS/cm least.

2) In the growth characteristics of Kale, Red mustard leaf, and Red rhubarb chard by 3 media, Scoria and mixed media was superb in some aspects of leaf length, leaf width, number of leaves as compared to cocopeat media.



3) In the component of mineral and crude protein content, There was no big difference.

4) When 60 days passed after transplant, at the quantity of commodity by the 100 plants, scoria and mixed media were high in quantity compared to media of cocopeat.

It resulted that suggest the effect of saveenergy to cultivate 'Ssam'vegetables using the capillary supply system, Furthermore, the application of scoria and cocopeat was possible as mixed media with this system.

I. 서 언

‘쌈’이란 국어대사전을 찾아보면 ‘김, 상추, 근대, 배추등으로 밥과 반찬을 싸서 먹는 일 또는 그 음식’이라고 정의하고 있고, 쌈재료는 잎채소, 산채, 서양채, 허브 가운데 잎이 넓어서 쌈으로 이용할 수 있는 모든 채소가 그 대상이 된다고 하였다(Park과 Ryu, 1998). 최근 서구식 식문화의 급속한 도입에 의해 쌈채소는 패스트푸드 식품과 육류 소비량의 증가로 신선 채소로서 소비가 계속 증가하고 있고 비타민과 무기염류의 공급원이자 각종 보건적 효능이 인정받고 있는 채소류이다. 이러한 식생활의 변화는 기능, 건강성이 부여되고 안정성이 높은 쌈채소를 찾는 소비자층의 증가로 이어지면서 연중 안정생산과 재배법, 작물의 선택 등 생산자인 농민들의 관심도 높아지고 있으며, 재배면적도 크게 증가하고 있는 실정이다(Park과 Ryu, 2000). 쌈채소와 관련된 국내연구는 고령지 농업시험장에서 실시한 쌈채소 선발 시험(Jang 등 1999)과 외국 도입 엽채류의 특성 연구(Seo, 2001), 그리고 몇 가지 쌈채소의 일시수확형 재배시 적정 재식거리 구명(Suh, 2001)등 최근 연구가 이루어지고 있다.

수경재배는 토양재배에 비하여 근권환경의 조절이 쉬우므로 신선채소인 쌈채소의 안전생산에 아주 유용한 재배 수단이 되고 있다. 일반적으로 수경재배에 의한 작물생육은 배지내의 수분함량이 매우 중요하며(Giacomelli, 1998), 고행배지와 같은 재배시스템의 경우 외부환경 변화가 근권부 환경에 미치는 영향이 크므로 재배시스템의 종류, 배지 및 양액 관리방법에 따라 작물생육이 다르게 나타난다(Son, 1998)고 하였다. 고행배지시스템은 전체 수경재배면적의 상당부분을 점하고 있으며, 그 중에 작업성이 우수한 재배시스템이 선호되고 있다(손, 2001)고 하였는데 이러한 고행배지는 보수성 증가와 양이온치환용량(CEC) 증가를 통한 보비력 향상을 위해 이용되는 유기물질로서 피트모스와 코코피트가 있는데 피트모스는 최근 환경보호로 인한 채취의 제한과 구입가격에서 코코피트에 비해 높기 때문에 코코피트가 경제성이 인정되고 있다(Eswarn, 1993; Heiskanen.

J., 1995; Paustin 등 1992)고 하였고, 제주산 송이는 제주에 많이 매장되어 있는 부존자원이며 다공질의 화산회토로 양수분 유지 및 산소공급이 원활하다(張, 1996)고 하였다. 수경재배는 토양환경과 수질오염의 염려가 없고, 작물의 생산성 극대화, 고품질화, 연작장해가 없는 환경친화형 재배기술로서 발전하고 있는데(Park 등 2001), 환경농업 측면에서는 아직도 시설내 농약과 비료 사용량은 줄지 않고 있으며, 이는 토양과 수질환경의 악화로 나타나게 된다. 따라서 양액 공급에 따른 전력 등 에너지가 필요치 않는 일종의 폐쇄식 수경재배 방법으로써 작물이 주위환경에 따라 양수분 흡수량이 다르게 나타나는 모세관현상에 의해 배지내의 양액을 작물이 흡수한 만큼 공급되므로 배액이 없고, 공해의 염려가 없으며 고품질 채소의 저비용 생산이 가능한 새로운 모관양액공급시스템을 이용하여 그 효율성을 밝히고 배지별 몇 가지 쌈채소의 생육과 생산성을 구명코자 이 시험을 수행하였다.



II. 재료 및 방법

1. 파종 및 정식

1) 시험 1. 양액공급장치에 대한 시험

공시 식물재료는 한국 아시아종묘에서 케일(*Brassica oleracea* L.), 적겨자(*Brassica juncea* L.), 적근대(*Beta vulgaris* L.), 비트(*Beta vulgaris* L.), 오크리프(*Lactuca sativa* L.), 곱슬케일(*Brassica oleracea* L.), 토스카노(*Brassica oleracea* L.), 적잎치커리(*Cichorium intybus* L.) 이상 8작물의 종자를 구입하였고 상토는 바이오상토2호(홍농종묘)를 사용하여 2002년 3월 29일 10×20 플러그 트레이에 파종하였으며 2002년 4월 29일 송이배지에 포기사이 15cm, 줄사이 20cm 간격으로 정식하였다.

2) 시험 2. 배지별 생육시험

공시 식물재료는 한국 아시아종묘에서 케일(*Brassica oleracea* L.), 적겨자(*Brassica juncea* L.), 적근대(*Beta vulgaris* L.) 이상 3작물의 종자를 구입하였고 상토는 바이오상토2호(홍농종묘)를 사용하여 2003년 3월 13일 10×20플러그 트레이에 파종하였으며 2003년 4월 16일 코코피트단용배지와 송이단용배지, 코코피트와 송이(1 : 1, v/v)를 혼합한 배지에 포기사이 15cm, 줄사이 20cm 간격으로 정식하였다.

2. 수행방법

두 시험 모두 육묘기간동안 실내기온은 낮에는 25℃내외, 밤에는 15~18℃ 정도였으며 2일에 1회 관수하였고, 본엽이 1~2엽이 전개되었을 때부터는

관수횟수를 늘려가며 관리하였다. 정식후에는 재배기간이 봄에서 여름으로 이어지는 시기이므로 근권온도의 상승을 억제하기 위하여 낮시간(10:00~14:00)에는 Plastic film house의 측창을 개방하여 고온저해를 최소화 하였다. 양액의 소비는 약 $900L \cdot day^{-1}$ 로 3일에 1번꼴로 양액탱크에 양액을 보충하였으며, 여름철 고온에 의한 염류집적 및 양분의 과잉흡수등의 식물생리장해를 고려하여 양액과 원수를 1회씩 번갈아 가며 보충하였다.

1) 양액처방

양액은 한국 원예연구소 상추전용 처방액을 기준으로 pH는 6.5~7.0범위로 조정하였고, EC는 1.0~1.5mS/cm범위로 조정하여 관리하였다.

Table 1. Composition of macroelement in nutrient solution.

Fertilizer	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	KNO_3	KH_2PO_4	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
g/1,000L	840	620	150	500

Table 2. Composition of microelement in nutrient solution.

Fertilizer	Fe-EDTA	H_3BO_3	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	$CuSO_4 \cdot 4H_2O$	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$
mg/1,000L	20,000	3,000	2,000	220	50	20

2) 모관양액공급장치 설치

모관양액공급장치의 설치는 양액탱크(3,000L)의 밑 부분에 직경 25mm의 PVC파이프를 연결하고, 이 파이프를 주 급액관에 연결하는 중간위치에 수위 조절 볼탭(ball tap)을 이용하여 연결한다. 이 볼탭을 지나서 양액이 흘러가도

룩 직경 60mm의 PVC 직관을 주 급액관으로 하여 연결하는데 볼탑의 수위와 주급액관의 수위가 같게 설치하였다. 이 주급액관의 상단부 1/3 위치에 $\phi 10\text{mm}$ 정도의 구멍을 재식거리와 같은 간격으로 뚫는다. 이 구멍에 $\phi 8\text{mm}$ 의 PE파이프를 꼽아 넣는데 이를 급액노즐이라 하고, 이 급액노즐속에는 폴리에스테르 섬유제품($8\times 4\times 1200\text{mm}$)을 두겹으로 채워넣는데 급액노즐의 길이(40cm)보다 20cm정도 더 길게하여 한쪽 끝 5cm는 주급액 관속에 들어가게 하고, 다른 쪽 끝 15cm는 작물이 심겨져 있는 배지속에 들어가게 설치하였고 배지는 송이를 이용하여 20cm 깊이로 재배베드에 채웠다.

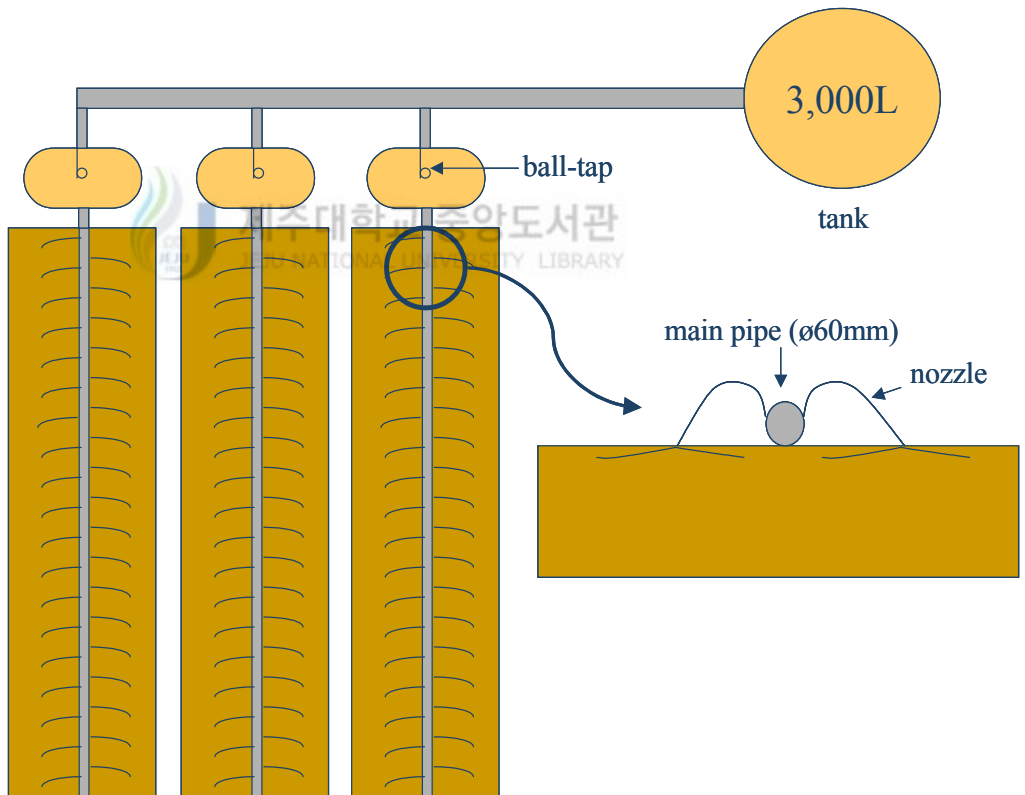


Fig. 1. Installation of capillary supply system.

3) 배지의 화학적 성분 분석

(1) 시험 1

Table 3은 시험전 송이버지의 화학적 성분 분석치이다.

Table 3. Chemical properties of scoria before cropping.

Culture media	pH	EC (mS/cm)	O.M (%)	AV-P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. cation(mM/100g)		
					Ca	Mg	K
Scoria	6.1	1.4	1.33	49.6	5.38	2.27	4.58

Cation analysis carried out using Atomic Adsorption Spectrophotometer(AA-6701), Japan. Shimadzu (Ca, Mg, K)

(2) 시험 2

Table 4는 코코피트단용배지와 송이단용배지, 그리고 코코피트와 송이(1 : 1, v/v)를 혼합한 배지의 화학적 성분 분석치이다.

Table 4. Chemical properties of media before cropping.

Culture media	pH (1:5)	EC (mS/cm)	AV-P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. cation(ppm)		
				Ca	Mg	K
Cocopeat	4.9	0.8	18	4.4	2.1	5.4
Cocopeat:Scoria(1 : 1)	5.1	1.1	42	49	18	62
Scoria	6.2	1.4	49	107	39	360

Cation analysis carried out using Atomic Adsorption Spectrophotometer(AA-6701), Japan. Shimadzu (Ca, Mg, K)

Co : cocopeat

Sc : scoria

3. 생육 및 수량

시험1과 2에서 정식후 20일에 엽장, 엽폭, 엽수를 조사하였으며, 잎의 생체중과 건물중은 작물별 50그루를 대상으로 줄기와 엽장이 일정크기(10cm)이하인 잎을 제외한 한그루의 모든 잎을 채취하여 조사하였다. 또한 싹채소의 적

정크기는 가락동 농수산물유통공사에서 쌈채소 경매시 손바닥 정도 크기가 가장 최상품으로 취급하고 있다(Jang, 1999)고 하여 그 기준으로 판단한 상품성 있는 엽채류의 생육조사와 생산량을 시험 1은 2002년 6월28일에, 시험 2는 2003년 6월15일에 동일한 방법으로 각각 실시하였다.

4. 식물체의 무기성분 분석

생육조사를 마친 쌈채소를 -70°C 의 초저온냉동고에 동결시킨 후 동결건조기를 이용 -50°C 에서 48시간 건조 시켰으며 동결건조된 시료를 분쇄하여 냉장고에 보관한 후 0.5g을 정량하여 Kjeldahl법으로 분해한 뒤 유도결합플라즈마분광광도계(ICP. IRIS Advantage. Thermo Jarrell Ash. USA.)로 측정하였으며 검출파장은 Ca은 318nm, Mg은 203nm, K은 766nm 이고, Fe은 260nm으로 하였다.

조단백질 함량은 분해된 시료를 전질소분석기(keltec 1030 nitrogen analyzer)로 측정하여 측정값에 각각 6.25를 곱하여 환산하였고, P은 Vanado molybdate흡광도법으로, 비타민C는 5% metaphosphoric acid로 추출한 여과액을 hydrazine 비색법으로 하여 각각 Spectrophotometer(Ultrospec-400, England)로 측정하였다.

배지의 pH와 EC는 각각 1:5법으로 (pH/EC meter(460-CP, ISTEK)) 측정하였으며, 무기성분은 5g의 배지에 1N-NH₄OAc 용액으로 30분간 진탕시킨 후 원자흡광분광광도계(AA-6701. Shimadzu. Japan)로 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 양액공급장치에 대한 시험

플러그 트레이에 30일간 육묘한 묘는 8작물 모두 본엽 3~4매로 생육이 양호하였고, 발아율은 케일, 적겨자는 90%이상, 오크리프, 쌈케일, 곱슬케일은 85%이상, 적근대, 비트, 적잎치커리는 80%정도를 나타냈다. 그림 2는 정식후 시설내의 온도는 평균 주간(07:00~17:00) 22~28℃, 야간(17:00~07:00) 13~16℃로 유지되었다.

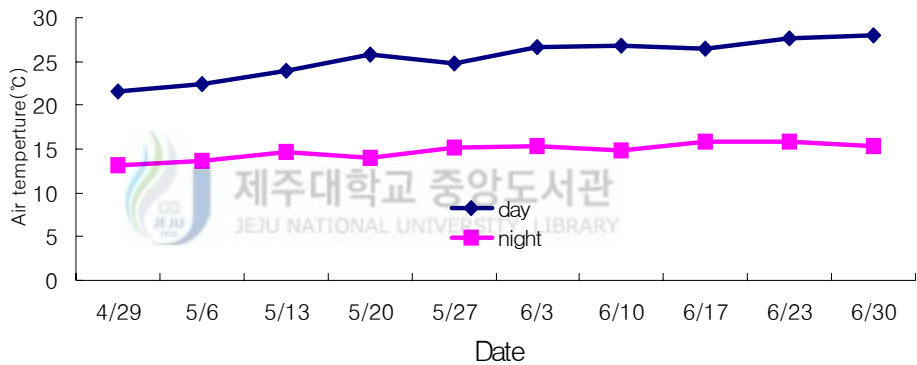


Fig. 2. Air temperature in plastic film house during 'Ssam' vegetables growing season.

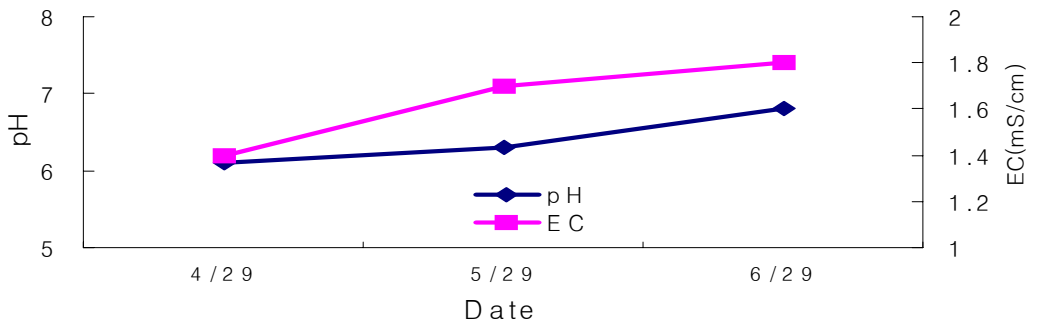


Fig. 3. Changes of pH and EC in scoria

송이버지의 pH 및 EC 변화는 그림2에서 보는 바와 같이 정식후 초기의 pH는 6.1이었으나, 60일이 경과한 6월29일에는 pH6.8로 증가하였다. 山崎(1982)는 pH변화의 주원인을 양이온과 음이온의 흡수균형의 차이라고 하였으며, 양액의 pH를 낮추는데 인산(H_3PO_4), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4) 등이 사용되므로(Park, 1991) 배지에서의 pH 저하는 음이온인 인산의 지속적인 흡착이 주된 원인이라고 한 보고(김, 1999)와는 다른 결과를 보였다. 이는 공급양액의 pH가 6.5~7.0으로 조절되어 있어 오히려 배지의 pH를 높여주는 것으로 생각되었으며, 또한 송이가 pH에 대해 비교적 안정적으로 변화하는 결과를 보인것(張, 1996)과 유사하였다. EC는 정식후 초기에 1.4ms/cm였는데 60일이 지났을 때에는 1.8mS/cm 로 변화하였다. 靑木(1991)은 상추의 NFT재배에서 일본 원시처방액을 사용했을 때 EC 2.0~2.5mS/cm 및 pH6.0~7.5를 추천하였고, Kim 등(1991)은 EC 1.2mS/cm에서 상추의 생체중이 가장 높았다고 보고하였는데 양액재배시 대부분 작물의 허용범위가 pH 5.5~6.5내에 있고, EC는 1.5~2.5mS/cm를 적정범위로 하고 있다는 점을 감안하였을 때 본 시험의 재배방식과 각 쌈채소의 적정 생육조건이 다소 차이가 있지만 pH 및 EC에 의한 생육장애는 없을 것으로 판단되었다.

1) 생육특성

모관양액공급방식을 이용한 쌈채류 8작물의 정식후 20일이 경과했을때의 생육특성은 Table 5와 같다. 30일간의 육묘과정을 거쳐 본엽이 3~4매로 전개된 유묘를 송이버지에 정식하였고 20일이 지나서 모든작물이 수확 가능한 상태였으며 특히 케일과 적겨자는 수확시기가 타작목에 비해 2~3일 가량 빠른 경향을 보였다. Suh 등(2001)은 몇 가지 쌈용채소의 일시수확형 재배시 적정 재식거리 구멍에 있어 수확이 가능할 수 있을 만큼의 재식거리는 관행 20×20cm (포기사이×줄사이)보다 수확량이 높다고 보고하였는데 본 실험에서의 15×20cm도 재배하는데 큰 영향이 없었으며, 이보다 더 낮은 재식거리도 재배가 가능할

것으로 사료되었다.

Table 5. The growth characteristics of 'Ssam' vegetable cultivars at 20 days after transplanting to used the capillary supply system in Plastic film house.

Vegetables	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves (ea/plant)	leaf Fresh weight (g/leaf)
Leaf beet	16.2	6.4	6.2	5.8
Red mustard leaf	20.4	11.2	11.4	6.7
Red rhubarb chard	25.6	10.1	8.6	6.9
Oak leaf	13.9	-	12.0	1.4
Kale	20.1	12.8	10.3	7.8
Red Kale	19.2	7.1	7.3	5.7
Toscano	16.6	6.4	8.6	4.6
Red leaf chicory	15.5	6.6	8.3	4.1

2) 식물체의 무기성분 함량



Table 6. Content of mineral elements in 'Ssam' vegetables.

Vegetables	mg/100g				
	P	K	Ca	Mg	Fe
Leaf Beet	56	952	61	39	5.1
Red mustard leaf	49	485	119	40	1.8
Red rhubarb chard	36	1094	90	141	4.9
Oak leaf	26	274	72	65	0.8
Kale	46	364	291	62	0.9
Red Kale	57	362	130	58	1.3
Toscano	186	370	74	59	1.7
Red leaf chicory	35	302	24	35	0.6

Table 6은 8개 쌈채소의 가식부 100g의 무기성분함량을 나타낸 결과로 식품분석표(USDA, 1998)와 비슷한 결과를 보였다.

3) 상품수량

Jang 등(1999)은 쌈채소의 적정크기는 가락동 농수산물유통공사에서 쌈채소 경매시 손바닥 정도 크기가 가장 최상품으로 취급하고 있다고 하였고, Seo 등 (2001)은 5월에 정식한 엽채류의 경우 추대가 잘 이루어지지 않는 케일, 적근대, 엔다이브 등은 수확일수가 90일 이상 가능하다고 하였으며, 추대가 빠른 다채 등은 60~70일간 가능하다고 하였다. 본 시험에서는 수확시기를 추대시기에 앞서 실시하여 추대에 의한 상품수량의 변화경향은 배제하였다. Table 7은 정식후 60일이 경과하여 수확한 것으로 적정 상품크기로 인정될 때의 엽장, 엽폭, 엽중과 엽수를 나타낸 결과로 이는 작물별 생육특성과 쌈으로서의 상품 가치를 인정하였으므로 재배시기에 따라서 약간의 차이가 있을 것으로 판단되었다. 공급시스템의 효율성에 있어서는 양액조제 등에 필요한 노동력을 제외하면 양액공급을 위한 전력이 필요 없어 전기 에너지 절약효과가 뚜렷하였고 따라서 전기고장 등의 염려가 없었다.



Table 7. The growth characteristic of marketable 'Ssam' vegetables at 60 days after transplanting to used the capillary system in Plastic film house.

Vegetables	marketable size			No. of leaves (ea/plant)
	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g/leaf)	
Leaf beet	22.6	8.5	6.2	18.3
Red mustard leaf	24.5	10.5	6.3	25.7
Red rhubarb chard	23.6	10.2	7.3	24.3
Oak leaf	18.9	-	1.8	55.0
Kale	23.2	11.7	7.7	26.4
Red Kale	22.1	7.7	6.2	21.8
Toscano	22.6	7.2	6.5	31.6
Red leaf chicory	24.5	5.4	4.8	38.8

2. 배지별 생육시험

배지별 재배시험에서는 모관양액공급장치에 대한 재배시험의 결과를 토대로 케일을 비롯한 3작물의 배지별 생육특성의 차이를 알아보기 위해 모관양액공급을 이용하여 송이단용배지와 코코피트단용배지, 송이와 코코피트 혼합배지(1 : 1, v/v)에 정식하였고, 재배기간동안의 온도변화는 그림 4에 나타냈다.

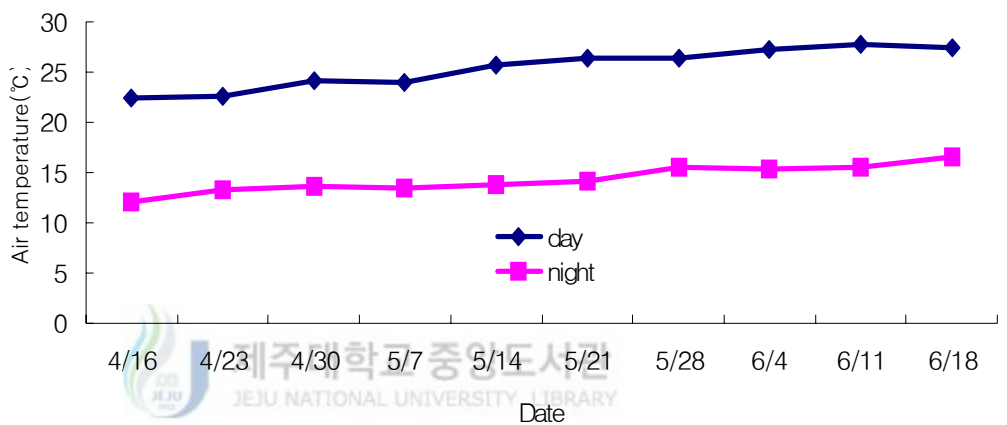


Fig. 4. Air temperature in Plastic film house during 'Ssam' vegetables growing season.

재배기간동안의 온도는 평균 주간 22~27°C, 야간 12~16°C로 유지되었다. Tachibana (1983)는 과채류나 엽근채류에서는 30°C의 온도는 고온에 속한다고 하였는데, 본시험에서는 정식후 재배기간중 12:00~14:00 사이에는 최고 35°C를 넘는 경우가 있었으나, 재배하는데 큰 장애를 초래하지는 않았다. 이는 고온의 조건이 모관력에 의한 배지의 양수분 유입량에 영향을 미쳤는지 분명하지 않아 온도별 양수분 유입량에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료되었다. 급액인공섬유를 이용한 송이배지 유입량에 관한 연구(金 등, 1999)가 있었으나, 이는 유입량이 온도별 차이가 아닌 경과시간에 따른 차이이므로 명확히 구명할 수 없었다.

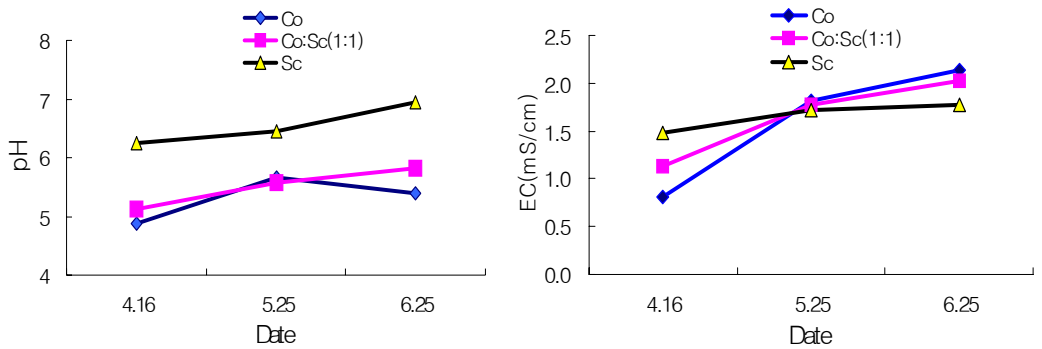


Fig. 5. Changes of pH and EC in Three culture media

3가지 배지의 pH 및 EC 변화는 그림 5에서 보는 바와 같이 정식초기의 코코피트단용배지, 혼합배지, 송이단용배지의 pH는 각각 pH4.9, pH5.6, pH6.2였으나 60일이 지나서는 각각 pH5.4, pH5.8, pH6.9로 변화하여 송이단용배지와 혼합배지는 지속적으로 수치가 증가하는 추세를 보였으며, 코코피트단용배지는 초기에는 증가하다가 점차 떨어지는 경향을 보였다. EC는 각 배지별 0.8, 1.1, 1.5mS/cm에서 2.1, 2.0, 1.8mS/cm로 변화했는데 송이단용배지가 변화폭이 가장 작았으며, 코코피트단용배지가 변화폭이 가장 컸다. 코코피트를 배지로 사용했을 때 증발산속도가 펄라이트나 버미큘라이트에 비해 크다(Yoon 등 1999)는 연구와 관련하여 증발산 속도는 크고 염류흡착력은 높아 EC가 높게 나타나는 것으로 생각되었다.

1) 생육특성

Table 8. The growth characteristics of 'Ssam' vegetable cultivars at 20 days after transplanting to used the capillary supply system in Plastic film house.

Vegetable	culture media	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf fresh weight (g/leaf)	No. of leaves (ea/plant)	Leaf dry weight (%/leaf)
Kale	Co	18.5b ^z	12.3a	6.5b	8.8b	9.8a
	Co : Sc(1 : 1)	19.1b	12.3a	6.7ab	10.6a	9.7a
	Sc	20.6a	12.4a	6.9a	10.2a	9.7a
Red mustard leaf	Co	18.2b	11.1a	6.8a	10.2b	8.1a
	Co : Sc(1 : 1)	20.4a	11.2a	7.2a	12.3a	7.9b
	Sc	19.6a	10.8a	7.1a	12.4a	7.9b
Red rhubarb chard	Co	23.6b	9.6b	6.7a	7.4b	8.5a
	Co : Sc(1 : 1)	24.2ab	10.1ab	6.9a	8.1a	8.6a
	Sc	25.1a	10.6a	6.9a	8.3a	8.5a

^z Mean separation within three columns by Duncan's multiple range test the 5% level.

Co : cocopeat

Sc : scoria



Table 8은 정식후 20일이 경과했을 때 배지에 따른 3작물의 생육특성을 조사한 결과로 엽장은 송이단용배지에서 케일이 20.6cm, 적근대가 25.1cm로 가장 높았고, 혼합배지에서 적겨자가 20.4cm로 가장 높았으며 코코피트단용배지에서는 케일, 적겨자, 적근대가 각각 18.5, 18.2, 23.6cm로 가장 낮았다. 엽수는 혼합배지에서 케일이 10.6매로 가장 많았고, 송이단용배지에서 적겨자와 적근대가 각각 12.4, 8.3매로 가장 높았으며, 코코피트단용배지에서는 케일, 적겨자, 적근대가 각각 8.8, 10.2, 7.4매로 가장 낮았다. 엽폭과 엽중에서는 3작물 모두 배지에 따른 유의차가 없었고, 엽수는 혼합배지와 송이단용배지는 유의차가 없었으나, 이 두배지와 코코피트단용배지와는 유의차가 인정되었다.

2) 식물체의 무기성분 함량

Table 9. Content of mineral elements, nitrogen in 'Ssam' vegetables.

Vegetables	Culture media	Crude protein (g/100g)	mg/100g					
			P	K	Ca	Mg	Fe	Vit C
Kale	Co	4.8a	41.2c	339c	265b	65a	1.3a	147a
	Co:Sc(1:1)	4.6b	42.4b	348b	262b	64a	1.0b	144a
	Sc	4.4c	46.3a	364a	290a	61a	0.9b	144a
Red mustard leaf	Co	4.7a	49.4a	442c	112b	37a	1.9a	60b
	Co:Sc(1:1)	4.9a	49.8a	459b	106c	37a	1.8a	60b
	Sc	3.8b	49.9a	485a	119a	40a	1.9a	65a
Red rhubard chard	Co	3.5b	38.1a	1029b	91b	128b	4.9a	9.9b
	Co:Sc(1:1)	4.2a	38.3a	1026b	104a	129b	4.9a	11.7a
	Sc	3.6b	36.1b	1094a	90b	140a	4.9a	10.7ab

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

Co : cocopeat

Sc : scoria

Table 9는 배지별 3작물의 무기성분 및 조단백, 비타민C 함량을 나타낸 것으로 케일은 송이단용배지에서 P, K, Ca이 각각 46.3, 364, 290mg으로 가장 높게 나왔고 코코피트단용배지에서는 조단백질과 Fe, 비타민C가 각각 4.8g, 1.3mg, 147mg으로 가장 높게 나타났으나 큰 유의차는 없었다. 적겨자는 혼용배지에서 조단백질이 4.9g으로 가장 높게 나타났고, 송이단용배지에서는 K, Ca, Mg, 비타민C가 각각 485, 119, 65mg으로 가장 높게 나타났다. 적근대는 혼합배지에서 조단백질이 4.2g, Ca이 104mg, 비타민C가 11.7mg으로 가장 높게 나타났으며, 송이단용배지에서는 Mg함량이 140mg으로 가장 높게 나왔으나 전체적으로 3작목의 배지별 무기성분함량의 차이는 조단백질을 제외한 전 성분에서 유의차는 없었다.

3) 상품수량

Table 10. The growth characteristic of marketable 'Ssam' vegetables at 60 days after transplanting to used the capillary system in Plastic film house.

Vegetable	Culture media	marketable size			No. of leaves (ea/plant)	Leaf dry weight (%/leaf)	Total leaf yield (kg/100plant)
		Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	leaf fresh weight (g/leaf)			
Kale	Co	22.5	15.1	7.1	22.8b ^z	9.8	15.9b
	Co:Sc(1:1)	23.1	15.3	7.2	25.8a	9.7	18.1a
	Sc	23.2	15.4	7.2	25.4a	9.7	18.3a
Red mustard leaf	Co	21.2	11.3	6.3	20.2b	8.1	12.6b
	Co:Sc(1:1)	21.6	11.7	6.5	23.2a	7.8	14.7a
	Sc	21.6	11.1	6.4	23.1a	7.9	14.4a
Red rhubarb chard	Co	26.6	10.6	7.1	21.4b	8.5	14.7b
	Co:Sc(1:1)	26.2	10.6	7.0	23.1a	8.5	16.0a
	Sc	27.1	10.4	6.9	23.3a	8.4	15.7a

^z Mean separation within three columns by Duncan's multiple range test the 5% level.

Co : cocopeat

Sc : scoria

Table 10은 배지별 3작물의 정식후 60일이 경과했을때, 상품성이 있다고 판단되는 크기의 엽장, 엽폭, 엽중, 엽수, 건물중을 나타낸 결과로 엽장과 엽폭, 엽중, 건물중에서는 차이가 나타나지 않았으나 엽수에서 케일을 비롯한 3작목 모두 코코피트 단용배지보다 혼합배지와 송이단용배지에서 작목 1주당 2~3배 가량 많이 나타나 유의차를 보였다. 이는 총 상품수량에도 영향을 미쳐 60일이 지난 시기에 상품수량을 조사한 결과 100주당 케일은 코코피트단용배지, 혼합배지, 송이단용배지에서 각각 15.9, 18.1, 18.3kg으로 코코피트단용배지에서 상품수량이 저조하였고, 송이단용배지가 높았으며, 적겨자는 각각 12.6, 14.7, 14.4kg으로 혼합배지에서 가장 많은 수확량이 나타났고 코코피트단용배지에서 가장 적게 나타났다. 적근대도 비슷한 경향으로 각각 14.7, 16.0, 15.7kg으로 혼합배지에서 가장 높았으며, 코코피트단용배지에서 가장 낮았다. 총 수확량에 있어 혼합배지와 송이단용배지에서는 3작목 모두 유의차가 거의 없었으나 코코피트단용배지와는 유의차가 인정되었다.

IV. 적 요

모관양액공급시스템을 이용한 수경재배에서 장치의 효율성과 3가지 배지별 싹채류의 생산성을 구명코자 수행하였다. 첫째 시험에서는 공급시스템의 효율성을 알아보기 위해 송이배지에 케일을 비롯한 8작물을 정식하여 생육특성을 조사하였으며, 둘째 시험에서는 배지별 작물의 생산성을 알아보기 위해 송이배지와 코코피트배지 그리고 송이와 코코피트(1 : 1, v/v)혼합배지에 3작물을 정식하여 시험하였다.

1. 양액공급장치에 대한 시험

1) 정식초기 배지의 pH와 EC의 변화는 초기pH6.1에서 점차 증가하여 60일이 지나서는 pH6.8이 되었으며 EC는 1.4mS/cm에서 1.8mS/cm로 증가하였다.

2) 4월에서 6월까지의 주간 23~29℃, 야간14~17℃의 온도에서 케일을 비롯한 8작물 모두 생육이 양호하였으며, 수확시기는 케일, 적겨자가 5월16일로 가장 빨랐다.

3) 작물별 무기성분 및 조단백질 함량에 있어서 미농무성식품분석표와 비슷한 결과를 보였다.

4) 모관양액공급장치는 무동력 장치로서 양액공급을 위한 전력이 필요없어 에너지 절약효과가 뚜렷하였다.

2. 배지별 생육시험

1) 3가지 배지의 pH와 EC의 변화는 정식초기 코코피트 단용배지가 pH4.9로 가장 낮았으며, 혼합배지가 pH5.6, 송이단용배지가 pH6.2로 높았고 정식후 60일이 지나서는 각각 pH5.4, pH5.8, pH6.9로 변하였다. EC는 전배지에서 증가하였는데 코코피트 단용배지가 0.8mS/cm에서 2.1mS/cm로 가장 크게 증가하였고, 송이단용배지가 1.5mS/cm에서 1.8mS/cm로 작게 변하였다.

2) 배지별 케일, 적겨자, 적근대의 생육특성에서는 혼합배지와 송이단용배지가 코코피트단용배지에 비해 엽장, 엽폭, 엽수에서 우수하였다.

3) 배지별 무기성분과 조단백 함량에서는 큰 유의차를 보이지 않았다.

4) 정식후 60일이 경과했을때 100주당 상품수량은 혼합배지와 송이단용배지가 전작물에 있어서 코코피트단용배지에 비해 수량이 높았다.

모관양액공급장치를 이용한 쌈채류 재배시 에너지 절감효과를 충분히 기대할 수 있었고, 이러한 장치에 혼합배지로서 제주산 송이와 코코피트의 활용이 가능하였다.



V. 부록



Fig. 6. The capillary supply system and 'Ssam' vegetables

VI. 인용문헌

- Eswarn. H. E. Van Den Berg. and P. Reich(1993). Organic carbon in soils of the world. *Soil Sci. Soc Am. J.* 57:192-194.
- Gerick, W.F. 1946. Principles of hydroponics. *Chemical Products and Chemical News* 9:43-47.
- Giacomelli, G.A. 1998. Monitoring plant water requirements within integrated crop production systems. *Acta Hortic.* 458:21-27.
- Gislerod, H.R. 1982. Effect of root temperature and propagation media on chrysanthemum in circulating nutrient solution. *Acta Hortic.* 126:417-425.
- Graves, C.J. 1986. A summary of work on solution heating and intermittent solution circulation for tomatoes in nutrient film culture. *Acta Hortic.* 178:79-84.
- Gosselin, A. and M.J. Trudel. 1984. Effects of root-zone heating on plant productivity and energy conservation in northern greenhouses. *Acta Hortic.* 148:844-853.
- Heiskanen. J. 1995. Physical properties of two-component growth media based on Sphagnum peat and their implications for plant available water and aeration. *Plant Soil.* 172(1):45-54.
- Paustian. K., W. J. Parton. and J. Person. 1992. Modeling soil organic matter-amended and nitrogen fertilized long-term plots. *Soil Sci. Soc Am. J.* 56:476-488.
- Hewitt, E.J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. *Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crop.* p.547.

- 張炳春. 1993. 根圈溫度와 溶存酸素가 養液栽培 菜蔬의 養分吸收 및 生長에 미치는 影響. 全北大學校 大學院. 博士學位論文.
- 張田益. 1996. 濟州 송이培地의 特性과 活用方案. 園藝用 培地의 特性과 活用に 關한 심포지엄. 韓國施設園藝學會. pp.77-98.
- 張田益. 1998. 園藝施設學의 基礎知識. pp.269-311.
- Jang, S.W., W.b. Kim, S.J. Kim, and I.C. Ryu. 1999. The study of development of new income vegetable for summer production on alpine(in korean). pp.360-371. The annual report of National Alpine Agricultural Experiment Station.
- Jang, S.W., W.B. Kim, and K.O. Ryu. 2001. Selection of Promising ' Ssam ' Vegetable for Summer Production in Highland J. Kor. Hort Sci. and Technol. 19(2):140-144.
- 강성민. 2002. 모관양액공급시스템을 이용한 넷트멜론 품종선발. 제주대학교 대학원. 석사학위논문.
- 金奉燦. 1999. 송이(Scoria)의 養分吸着 特性에 따른 養液造成이 토마토의 收量과 品質에 미치는 영향. 濟州大學校 大學院. 碩士學位論文.
- 김우일. 1999. 섬유를 이용한 양액 공급과 토마토의 생육과 수량. 제주대학교 대학원 석사학위논문.
- Kim, H.K., J.H. Lee., B.S. Lee, and S.J. Chung. 1995. Effects of selected hydroponic systems and nutrient solutions on the growth of leaf lettuce. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(2):151-157.

- Lee, B.S., S.G. Park, and S.J. Chung. 1998. Effect of substrates and irrigation methods on the plant growth and fruit yield of hydroponically grown cucumber plants. *J. Bio. Fac. Env.* 7(2):151-158.
- Morgan, J.U. and R. O'Haire. 1978. Heated hydroponic solutions as an energy saving technique. *Acta. Hort.* 76:173-175.
- 朴權瑀, 韓敬仙, 元載喜. 空心菜의 生育에 미치는 繁殖方法 및 施肥量의 影響. 한국원예학회지 34(4):241-247.
- Park, K.W., M.H. Chang, J.H. Won, and K.H. Jang. 1995. The effect of nutrient solution temperature on the absorption of water and mineral in Chinese leafy vegetables. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:309-316.
- Park, K.W., Y.B. Lee., N.H. Choi, and J.C. Jeong. 1990. Effects of Culture media and nutrient solutions on the yield and quality of cucumber (*Cucumis sativa* L.) and tomato (*Lyopersicon esculentum* MILL.). *Korean J. Environ.. Agric.* 9(2):143-151.
- 朴權瑀, 李龍範, 崔南勳, 鄭鎮喆. 1990. 培地 및 養液의 差異가 오이와 토마토의 收量과 品質에 미치는 影響. *J. Kor. Env.* 9(2):143-151.
- 박권우 외, 1998. 기능성 건강식 모듬쌈채 p.8.
- 山崎肯哉. 1982. 養液栽培全編. 博友社. 東京.
- 서범석외, 1999. 친환경적 양액재배. pp.12-45.
- Seo, S.Y., J. Kim, E.J. Kim, J.H. Jo, J. Ryu, and Y.K. Choi. 2001. Studies on Characteristics in Introduced Leaf Vegetables. Conference of the Korean Society for Horticultural Science. p.55.

손정익, 박종석. 1997. 점적관수식 고품배지시스템의 근권온도 및 수분 환경 분석. 한국원예학회지 15(2):254-255.

Suh. D.W., H.J. Lee., J.H. Cheung, and K.B. Choi. 2001. Optimum Planting Density of Some Vegetable Crops Cultivation for Wrapping Harvested in a Time. p.55.

Tachibana, S. 1983. 養液栽培における培地温度と作物の生育, 農業及園 58(12):1515-1522.

USDA. 1998. Nutrient Database for Standard Reference, Release 12.

Yoon, Y.M., S.H. Chang, J.G. Kim, C.H. Pak. 1999. The Effect of Moisture Characteristics in Medium Mixed with Vermiculite , Perlite , and Cocopeat on Growth of *Bletilla striata*. J. Kor. Hort Sci. Technol. 17(5). p.674.



감사의 글

새봄을 일찍 맞이하려는 듯 유난히도 첫눈이 이른 2003년의 겨울입니다. 제게는 학위취득의 영광을 가져다 준 고마운 해이기도 합니다. 그동안 저를 도와주신 분들께 감사의 말을 전하고 싶습니다.

본 논문이 완성되기까지 정년을 앞두고도 아버지처럼 제 논문지도에 열과성을 다하여주신 장전익 지도교수님께 먼저 깊은 감사를 드립니다.

대학원 과정을 이수하면서 아낌없는 지도편달을 주신 문두길교수님, 멀리 타국에 가 계시면서도 늘 격려를 보내주신 박용봉교수님, 넓은 아량으로 버팀목이 되어주신 소인섭교수님, 충고속에서도 애정과 관심을 보여준 강훈교수님, 세세한 부분까지 조언해주신 송관정교수님, 또한 평소 많은 가르침을 주신 한해룡교수님, 백자훈교수님께도 감사드립니다.

선임조교이자 실험을 도와준 강석범선생님, 시험을 같이 했던 제주도농업기술원의 김성배박사님, 포장을 제공해주신 이행안사장님 그리고 논문작성에 있어 자료수집과 편집을 도와준 오승진선배, 현윤규선배, 채치원선배, Andrew yang에게도 감사를 드립니다. 바쁜시간을 쪼개어가며 분석실험을 도와준 화학과의 희철이와 선영이, 포장에서 구슬땀을 같이 흘려준 찬규, 지훈, 행선이형, 경현이형, 그리고 언제나 곁에서 응원해주는 원예학과 대학원생 모두에게 고마움의 뜻을 전합니다.

대학원 생활하는동안 많은 관심을 보여준 할머니와 우리 큰집식구들에게도 감사드립니다. 그리고 무엇보다도 큰아들 뒷바라지하느라 손발이 부르르도록 고생하시는 부모님과 ‘형 잘돼가?’ 라며 격려해주는 동생 시현이에게 감사하단 말을 전하고 싶습니다.