

최 종
연구보고서

635.7
L293 4
v. 3

MONO 1200009288

보건적 고기능성 허브 생산체계 개발

Development of Highly Functional Herbs Production System

연구기관

고 려 대 학 교

농림부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “보건적 고기능성 허브 생산체계 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. 30.

주관연구기관명 : 고려대학교
총괄연구책임자 : 박 권 우
선임 연구원 : 이 금 표
연구원 : 강 호 민
연구원 : 이 문 정
연구원 : 정 지 호
연구원 : 김 예 희
연구원 : 백 혜 원
연구원 : 김 민 순
연구원 : 이 호 선

요 약 문

I. 제 목

보건적 고기능성 허브 생산체계 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1986년 국내 최초로 서양채소와 함께 재배법이 소개되면서 국민의 식생활 수준향상과 해외 여행의 자유화에 힘입어 다양한 국외 먹거리에 접한 우리나라 사람들이 허브에 대한 관심을 본격적으로 갖게 된 것은 1990년대 중반 부터라고 생각된다. 1990년대 들어 몇몇 종묘 업체가 종자를 수입하고 허브 농장이 몇 군데 생기면서 시민들의 허브에 대한 관심은 증가하게 되었다. 이는 허브가 단순히 '음식의 맛과 향을 내는 식물'의 범주를 넘어서 그 외 보건적 효과와 함께 다양한 생리병의 치료적 효과, 각종 가공품 생산 가능성이 높아지면서 이루어진 결과로 생각된다. 1997년말 약 17ha정도에서 허브를 재배하고 있으며 이들은 주로 허브농장으로 실제 생산 농가는 2ha정도 되는 것으로 추측된다. 그러나 21세기에는 보다 많은 사람들이 허브에 관심을 가질 것으로 생각되어 새로운 시도가 필요하다고 생각된다. 이런 점에서 외국의 수입허브와 함께 국내 자생허브 가운데 한국인의 입맛에 맞는 허브, 한국의 장마철과 추운 겨울에 월동 가능한 작물, 부가가치를 높일 수 있고 보건적 효능이 높은 허브를 선발하여 국내 생산 시스템을 구축할 필요가 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 고기능성 허브의 선발

가. 주요 허브의 종류별, 지역별 월동력 조사

허브의 국내 연중재배를 위해서는 종류별, 지역별 월동력 조사를 실시한다.

나. 한국인의 기호에 맞는 허브 선발

허브재배 실험에 앞서 허브에 대한 올바른 홍보 차원에서 허브별로 약 20여명의 관능검사팀을 짜서 기호도를 조사해 보았다. 이 결과를 허브재배 실험시 비중을 두어 실험을 실시한다.

2. 고기능성 허브의 육묘 및 생산 시스템 개발

가. 허브 발아특성 및 발아력 증진

소비가 계속적으로 증가될 것으로 전망되는 이들 작물의 대량생산 및 이용목적에 따른 재배방법 확립이 필요하다. 이를 위해 각 작물별로 재배기간 단축을 위한 획일적 묘생산과 허브종자의 발아촉진과 발아력 증진에 대한 실험을 실시한다.

나. 허브종류별 최적 발근조건 구명

고품질의 작물을 단기간내 대량생산하기 위해서는 보다 효과적인 생산 체계가 마련되어야 한다. 이런 관점에서 여러 가지 허브식물의 삼목시 최적발근조건을 선발하고자 근권환경 및 삼수채취의 여러인자를 조절하여 실험한다.

다. 허브 파종상토, 파종상 크기 및 육묘용 혼합상토 선발

허브대량증식 및 주년생산 및 대량생산을 이루기위해 알맞은 상토와 plug, pot의 크기를 선발한다.

3. 고기능성 허브의 저장 체계 개발

가. 허브 작물별 MA저장 조건 선발

신선허브의 국내 유통 시 저장에 대한 충분한 연구가 필요하다고 사료 되어 적정 저장조건을 선발하기 위해서 허브종류별로 저장 특성을 조사한다.

나. 재배조건에 의한 허브 저장성 향상

MA저장 시 저장 기간을 늘리고 저장 중 산물의 신선도를 높이기 위해서 양액내 이온을 조절하여 새로운 재배조건을 제시한다.

다. 고기능성 허브의 저장 및 건조가공 시 기능성 물질변화 연구

기능성 물질 첨가 시 저장에 미치는 추가적인 효과와 저장 시 기능성물질 변화를 조사한다.

4. 허브의 국내 양액재배법 확립

가. 허브 종류별 최적 양액농도 구명

국내 허브 양액재배 시 기초가 되는 양액을 개발하고자 소비자들의 선호도가 높은 작물을 중심으로 실험을 수행한다. 작물별로 이온조성을 달리하여 한국형 허브배양액을 개발하고자 한다.

나. 양액내 이온별 농도에 따른 허브 품질 변화

양액재배시 양액내 양분의 조성 및 양을 조절하여 각 작물별 품질을 증

가시키고자 한다.

다. 고기능성 부여에 따른 허브식물 생육 조사 및 최적 처리농도 구명
이미 항암작용등으로 그 효능이 인정된 selenium을 허브 작물 재배 시
적정 처리농도를 선발한다.

라. 고기능성분 부여에 따른 각종 함유성분 변화연구

기능성물질(Se) 첨가시 허브식물의 반응양상 및 품질에 미치는 영향을
조사한다.

5. 고기능성 허브 재배지침서 작성

허브 작물에 대한 이해와 기술을 보급을 위해 농민뿐만아니라 일반재배
가들을 위해 간단한 재배지침서를 작성한다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 개발된 허브 육묘용 상토조성기술, 허브종류별 최적배양액조성, 허브 저장기술 등에 대한 대농민 기술 교육이 필요함.
2. 허브 재배지침서를 다수 만들어 배포해 농가소득 증대에 이바지하도록 해야한다.
3. Se 이외의 각종 기능성 물질의 식물 및 인간에 대한 국내 한계허용치 및 각종 식물에의 적정공급방법 및 공급 시기 등 조사연구가 취약함.
4. 국내에서 자연산 대추음료 소비가 급증하는데 비추어 각종 고기능성 허브 및 채소의 드링크제 및 가공산물 소비 및 생약적 이용증대를 위해 신성품 개발이 요구됨.
5. 학문적으로는 특수성분에 대한 흡수, 이동의 mechanism연구와 수확 후 저장 등에 대한 생리적 연구가 현재보다 더 심화되어야 한다고 생각됨.
6. 의학계에서도 고기능성 함유 식물의 생약적, 임상적 연구가 많이 이루어져야 한다고 생각됨.

Development of Highly Functional Herbs Production System

Chapter 1. Introduction

Research objective and contents

Chapter 2. Selection of High Functional Herb

1. Herb selection of hit Korean's taste

Thyme(40%), lavender(20%), mint, sage, basil (15.6%), rosemary, balm, marjoram(13.3%) and parsley(11.1%) were selected as the preference herbs for Korean.

2. Investigation of herb wintering

Hyssop, lovage, thyme, balm, sage, mint and chive can be overwintered in Seoul area in field condition with our overwintering system. And mint, oregano, sorrel, hyssop and rosemary are possible to overwintering in plastic double greenhouse (minimum temp. 0~-1℃) in Seoul.

Chapter 3. Development of High Functional Herb Planting and Production System

1. Investigation of a distinctive quality of herb seeds and improvement of germination of herb seeds.

This experiment was carried out to increase the germination ability of herbal seeds in *Labiatae* and *Umbelliferae* plants. 0.1M, 0.5M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and PEG -0.5MPa hasten the growth of a plant germination ability of seeds.

2. Study of optimum herb rooting condition

Good rooting(100%) were shown in most plants with the substrate in turn of perlite, cocobita, TKS-2/vermiculite, TKS-2/perlite, TKS-2/vermiculite /perlite, cocobita/vermiculite, cocobita/perlite treatments. Cuttings of herb had grown in lower light intensity(max. $700 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) showed lower rooting ratio than the one grown in higher light intensity(max. $1,400 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

3. Selection seeding substrate and sowing plug size

Most herbs showed better germination in compound substrates included TKS, sand, perlite, and field soil.

4. Selection of herb planting substrate and investigation of substrate quality

Most herbs showed better growth in cocopeat substrate because of their physical and chemical properties. And nutrient concentration 1-fold (EC=1.2mS/cm) was good.

Chapter 4. Study of high functional herb storage

1. Selection of herb MA storage condition

This study was conducted to find out ideal storage conditions. The best storable condition during storage was about 10°C degree and 40um ceramic film treatment in most herb plants.

2. Improvement of self life by control of cultivation condition

In preharvest treatment, higher nitrogen fertilization treatment(0, 30, 60, 90kg/10a) for growth phase, better firmness, chlorophyll content except vitamin C content at harvest and this effect was continued to final day. And we had same result with 0.5% CaCl₂ treatment.

3. Change of herb qualities during storage and dry processing

The vitamin C and essential oil content were increased with increasing treatment of selenium. Chlorophyll content did not show significant difference following selenium treatment. The content of essential oil was higher in fresh plants than dried plants.

Chapter 5. Establishment of herb hydroponic culture system

1. Study of optimum nutrient solution concentration

Optimum EC for the best growth was different for each plant. In most cases, as the concentration of nutrient solution increased, the growth of herbs showed the increasing tendency. Cocopeat(50:50 v/v) and 1-fold (EC=1.2mS/cm) treatment were good.

2. Change of herb quality by control of ion composition in nutrient solution

The increase of sulfur in nutrient solution brought to increase the content of essential oil in herb. Phosphate concentration decreased of content and yield of essential oil from herb. The increase of magnesium concentration positively affected of the content and yeild of essential oil.

3. Investigation of plant growth according to supplyment functional ion and selection of optimum treatment condition

Treatment of 2ppm Na_2SeO_4 in nutrient solution can be acceptable concentration of selenium for human.

4. Change of herb quality by supplyment of functional ion

Treatment of 2ppm Na_2SeO_4 increased internal quality of herbs than non-treated plants. And these quality were maintained during storage.

Chapter 6. Development of herb mass production system

The most appropriate substrate for growing herbs was cocobita:perlite (1:1 v/v) and fold nutrient solution. And we can control growth and essential oil content of herb plants by irrigation.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Research objective and contents	17
---------------------------------------	----

Chapter 2. Selection of High Functional Herb

1. Herb Selection of suit Korean's taste	21
2. Investigation of herb wintering	25

Chapter 3. Development of High Functional Herb Planting and Production System

1. Investigation of a distinctive quality of herb seeds and improvement of germination of herb seeds	27
2. Study of optimum herb rooting condition	34
3. Selection seeding substrate and sowing plug size ...	58
4. Selection of herb planting substrate and investigation of substrate quality	63

Chapter 4. Study of high functional herb MA storage

1. Selection of herb MA storage condition..... 81
2. Improvement of self life by control of cultivation condition 91
3. Change of herb quality during storage and dry processing 109

Chapter 5. Establishment of herb hydroponic culture system

1. Study of optimum nutrient solution concentration ... 159
2. Change of herb quality by control of ion composition in nutrient solution 181
3. Investigation of plant growth according to supplyment functional ion and selection of optimum treatment condition 189
4. Change of herb quality by supplyment of functional ion 196

Chapter 6. Development of herb mass production system 201

목 차

요 약 문	2
1장 서론	
1절 연구개발의 목적과 범위	17
2장 고기능성 허브의 선발	
1절 주요 허브의 종류별, 지역별 월동력 조사	21
2절 한국인 기호에 맞는 허브 선발	25
3장 고기능성 허브의 육묘 및 생산체계 개발	
1절 허브의 발아특성 및 발아력 증진 연구	27
2절 허브 종류별 최적 발근조건 구명	34
3절 허브 과중상토 및 과중상 크기 선발	58
4절 육묘용 혼합상토 선발 및 특성	63
4장 고기능성 허브의 저장체계 개발	
1절 허브 작물별 MA저장 조건 선발	81
2절 재배조건에 의한 허브 저장성 향상	91
3절 고기능성 허브의 저장 및 건조가공 시 기능성 물질 변화 연구	109

5장 허브의 국내 양액재배법 확립

1절 허브 종류별 최적 양액농도 구명.....	159
2절 양액내 이온별 농도에 따른 허브 품질 변화.....	181
3절 고기능성 부여에 따른 허브식물 생육 조사 및 최적 처리농도 구명.....	189
4절 고기능성분 부여에 따른 각종 함유성분 변화연구 ...	196

6장 고기능성 허브의 대량생산 체계 개발

.....	201
-------	-----

제1장 서론

연구개발의 목적과 범위

제1장 서론

제1절 연구개발의 목적과 범위

1. 고기능성 허브의 선발

가. 주요 허브의 종류별, 지역별 월동력 조사

허브의 국내 연중재배를 위해서는 종류별, 지역별 월동력 조사가 매우 중요하다 생각된다. 특히 서울지역의 경우에 간이 2중 온실에서 간단한 난방(유지온도 0~-1℃)으로 월동 가능성을 구명하는 것이 앞으로 허브의 국내정착을 유도하는데 도움이 되리라 생각되어 종류별, 지역별 월동력 조사를 하였다. 조사지는 제주의 농가, 전남 보성의 장평, 양재동 허브랜드 농장, 고려대 농장 그리고 평창 허브나라 등을 방문, 조사하였다. 아울러 서울에서 온실의 최저 가온상태 하에서 어느정도 계속 수확하면서 월동가능한 식물을 조사하였다. 또한 간이멀칭에 의한 월동력도 조사하였다.

나. 한국인의 기호에 맞는 허브 선발

허브식물의 보건적 효능이라는 기능성 때문에 국내외로 소비가 증가되고 있는데, 현재 국내에 수입 재배되고 있는 많은 허브의 참다운 이용법을 모르고 있다. 허브 재배 실험 못지 않게 소비자의 기호에 맞는 허브의 선발 보급이 시급하다. 이러한 관점에서 각 허브별로 약 20명의 관능검사팀을 짜서 기호도를 조사해보았다.

2. 고기능성 허브의 육묘 및 생산 시스템 개발

가. 허브 발아특성 및 발아력 증진

소비가 계속적으로 증가될 것으로 전망되는 이들 작물의 대량생산 및 이용목적에 따른 재배방법 확립이 필요하다. 이를 위해 각 작물별로 재배기간 단축을 위한 획일적 묘생산과 허브종자의 발아촉진과 발아력 증진이 매우 중요하다. 따라서, 여러 가지 허브 종자에 priming 처리를 하여 각 종자의 발아에 미치는 영향과 효과적인 처리를 선발하여 허브의 대량생산을 위한 기초를 마련하고자 하였다. 선호도와 소비가 높은 꿀풀과 9종, 산형화와 6종의 허브종자를 선발하여 실험하였다.

나. 허브종류별 최적 발근조건 구명

고품질의 작물을 단기간내 대량생산하기 위해서는 보다 효과적인 생산 체계가 마련되어야 한다. 이런 관점에서 여러 가지 허브식물의 삽목시 최적발근조건을 선발하고자 근권환경 및 삽수채취의 여러인자를 조절하여 실험하였다.

다. 허브 파종상토, 파종상 크기 및 육묘용 혼합상토 선발

허브대량증식 및 주년생산 및 대량생산을 이루기위해 알맞은 상토와 plug, pot의 크기를 선발하였다. 따라서 국내에서 이미 사용되고있는 여러상토를 중심으로 그 물리, 화학적 특성을 증가시키기 위해 여러 가지 배지를 단용 또는 혼합시용하여 육묘상의 생육을 비교해 보았고 그 결과를 토대로 육묘용 적정 상토를 선정하였다. 또한 파종상토와 파종상의 크기에 따른 작물 생육효과를 조사하였다.

3. 고기능성 허브의 저장 체계 개발

가. 허브 작물별 MA저장 조건 선발

신선허브의 국내 유통 시 저장에 대한 충분한 연구가 필요하다고 사료되어 허브종류별로 저장 특성을 조사하였다. 아울러 작물별 적정 저장 온도 및 MA저장용 필름재를 선정하였다.

나. 재배조건에 의한 허브 저장성 향상

MA저장 시 저장 기간을 늘리고 저장 중 산물의 신선도를 높이기 위해서 양액내 이온을 조절하여 재배하였다. 스트레스 저항성 향상 및 작물의 조직을 강화할 수 있는 인자들을 조절하여 실험을 실시하였다.

다. 고기능성 허브의 저장 및 건조가공 시 기능성 물질변화 연구

기능성 물질 첨가 시 저장에 미치는 추가적인 효과와 저장 시 기능성물질 변화를 조사하였다. 또한, 기능성 물질을 첨가한 산물의 생체 저장 및 건조 저장온도에 따라 정유수율을 수증기 증류법에 의하여 추출 비교하였다. 저장 방법에 따라 저장 최종일의 정유 함량을 비교해 보다 고품질의 산물을 소비자에게 제공하고자 실험을 실시하였다.

4. 허브의 국내 양액재배법 확립

가. 허브 종류별 최적 양액농도 구명

국내 허브 양액재배 시 기초가 되는 양액을 개발하고자 소비자들의 선호도가 높은 작물을 중심으로 실험을 수행한다. Belgium의 European Vegetable R & D center에서 개발한 양액조성을 기준으로 농도 및 이온

별 조성을 달리 하여 실시하여 한국형 허브배양액을 개발하고자 하였다.

나. 양액내 이온별 농도에 따른 허브 품질 변화

양액재배시 양액내 양분의 조성 및 양을 조절하여 각 작물별 품질을 증가시킴.

다. 고기능성 부여에 따른 허브식물 생육 조사 및 최적 처리농도 구명
채소의 보건의 기능성을 증가시킨 채소의 생산은 농가소득을 증대시킬 뿐만 아니라 소비자의 건강도 증진시킨다는 취지에서 매우 중요한 일이라 생각된다. 본 실험은 이미 항암작용등으로 그 효능이 인정된 selenium을 허브 작물 재배 시 적정 처리농도를 선별하고자 실험을 수행하였다.

라. 고기능성분 부여에 따른 각종 함유성분 변화연구

기능성물질(Se) 첨가시 허브식물의 반응양상을 조사하고 품질에 미치는 영향을 살펴보고자 실시하였다.

5. 고기능성 허브 재배지침서 작성

보다 고소득 작물 재배를 통한 농가소득 증대를 위해 체계적인 농민 교육이 필요하리라 생각된다. 따라서 허브 작물에 대한 이해와 기술을 보급을 위해 농민뿐만아니라 일반재배가들을 위해 간단한 재배지침서를 작성한다.

제2장 고기능성 허브의 선발

1절 주요 허브의 종류별, 지역별 월동력 조사

2절 한국인 기호에 맞는 허브 선발

제2장 고기능성 허브의 선발

제1절 주요 허브의 종류별, 지역별 월동력 조사

1. 서 설

허브의 국내 연중재배를 위해서는 종류별, 지역별 월동력 조사가 매우 중요하다 생각된다. 특히 서울지역의 경우에 간이 2중 온실에서 간단한 난방(유지온도 0~-1℃)으로 월동 가능성을 구명하는 것이 앞으로 허브의 국내 정착을 유도하는데 도움이 되리라 생각되어 종류별, 지역별 월동력 조사를 하였다.

2. 재료 및 방법

국내 허브재배는 그 면적이 협소하여 조사하기가 어려우나 몇 군데 허브 재배지에서 월동실태를 조사했다. 조사지는 제주의 농가, 전남 보성의 장평, 양재동 허브랜드 농장, 고려대 농장 그리고 평창 허브나라 등을 방문, 조사하였다(Table 1). 아울러 서울에서 온실의 최저 가온상태 하에서 어느 정도 계속 수확하면서 월동 가능한 식물을 조사하였다(Table 2). 또한 간이 멀칭에 의한 월동력도 조사하였다(Table 3).

3. 결과 및 고찰

제주도는 북제주군 지원사업으로 약 60,000m²(2,000평)에서 mint와 lemon

balm을 재배하고 있었고, 흑색비닐멀칭을 해 준 상태에서 월동이 되고 있었다.

목포는 우리나라에서 가장 오래된 허브농장으로 고 최갑철씨가 1988년부터 시작했는데 창립자가 서거후 관리가 엉망이었으나 그곳에서는 월계수(bay laurel)가 자연상태에서 월동하고, 향신제비꽃(violet)이 잘 자라고 있었다.

보성 인접의 장평은 주로 sage, thyme, pineapple mint가 노지 월동되어 있었다. 서울에서는 지하부 상태로 월동하는 thyme, mint, balm, lovage, horseradish가 조사됐고 지상부 줄기가 월동할 수 있는 것으로 hyssop, thyme, sage였다.

강원도 평창에서는 추위에 강한 mint, horseradish, balm 등이 충분히 복토를 하거나 벚짚을 덮어서 월동하고 지상부 줄기 상태의 월동은 불가능했다(Table 1).

서울지역의 간이온실(이중)에서 최저 0~-1℃를 유지할 경우에 대부분의 중요한 허브가 월동이 가능했다. 저온에 민감한 영년생 lovage를 제외한 mint, oregano, sorrel, hyssop, rosemary, fennel 등이 잘 자랐으며, 일년생식물로 majoram, parsley, chervil, fennel이 월동이 잘됐다. 따라서 서울지역에서는 상치재배가 가능한 정도의 시설환경하에서는 허브의 계속적 생산이 가능하다고 생각된다. 이로써 수경재배를 할 경우에는 겨울에도 계속적으로 수확을하여 출하할 수 있다고 본다(Table 2).

Table 1. Research to herb overwintering condition in several areas.

Area	Overwintering crops in field	research
Jeju	Lemon balm, Mint	Farm in Pukjeju-gun
Mokpo	Violet, Bay laurel	
Jangpyung	Sage, Thyme, Pineapple mint	Farm of Herb land
Seoul	Hyssop, Lovage, Thyme, Balm, Sage, Mint, Chives	Korea Univ. experiments field
Pyungchang	Mint, Hoarseradish, Balm	Herbs Country Co.

Table 2. Overwintering possibility of herb with green condition in plastic double greenhouse (minimum temp. 0~-1°C).

Perennial	mint, oregano, sorrel, hyssop, rosemary
Annual	majoram, parsley, chervil, fennel

Table 3. Research to the difference of stem overwintering with several mulching materials.

Crops	Mulching materials	Rate of overwintering stems
Hyssop	Control	12
	Rice straw mulching	85
	PE mulching	100
Thyme	Control	82
	Rice straw mulching	100
	PE mulching	100
Sage	Control	80
	Rice straw mulching	100
	PE mulching	100

Table 3에서는 hyssop, thyme, sage의 노지 mulching 방법에 따른 지상부 가지의 월동율을 표시했다. 대체로 전체 줄기길이에 대한 고사율을 뺀 것을 월동율로 표시했다.

결과를 보면 서울지역에서 허브를 비닐멀칭시키면 월동에는 크게 문제가 없었다. 다만 노지월동시에 줄기가 20~80% 정도 죽는 결과를 나타냈다. 그러나 새줄기는 죽지만 첫해만 넘기면 묵은 가지에서 다음 해 새싹이 나는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 영년생 허브는 일년차 월동시 비닐이나 벗짚(20cm두께)을 덮어주면 효과적이라고 생각된다.

제2절 한국인 기호에 맞는 허브 선발

1. 서 설

현재 국내에는 많은 종류들의 허브가 수입되어 재배, 이용되고 있는데 반해 소비자들이 그 이용법을 잘 모르고 있다. 또 국내 재배환경이나 이용에 대한 뚜렷한 지식 없이 무분별하게 수입되는 경향도 크다. 따라서 허브 재배실험에 앞서 허브작물 각각에 대한 지식보급과 소비자의 기호에 맞는 허브의 선발 보급이 시급하다. 이러한 관점에서 각 작물별 그 기호도를 조사해보고자 한다. 이는 각 허브 작물에 대한 홍보효과도 가져올 것이라 사료되어 실시하였다. 한국인의 기호에 맞는 허브의 선발은 본 연구를 계속적으로 수행하는데 있어서 보다 중점적으로 연구를 수행코자 실시했다.

2. 재료 및 방법

각 허브별로 20명의 관능조사팀의 선호도를 조사하고자 하였다. 관능조사팀의 구성은 원예학과 졸업생들로 석사과정 이상의 학생들과 허브의 종류와 이용에 대한 지식이 있는 자로 설정하였다. 조사방법은 각 개인의 취향에 따라 향기, 색, 모양 및 이용에 대한 점들을 고려하여 5가지를 선호하는 순서에 따라 선택하도록 한다.

3. 결과 및 고찰

20명의 관능조사팀이 선택한 허브의 종류들을 %로 표시하면 다음과 같다.

또 이 결과를 토대로 우선 선호도별로 분류하여 상위 5가지 작물을 선발하면 table 4와 같다.

Thyme(90%), Lavender(45%), Mint(35%), Sage(35%), Basil(35%),
 Rosemary(30%), Balm(30%), Majoram(30%),
 Parsley(25%), Angelica(20%), Oregano(15%), Coriander(15%),
 Caraway(15%), Chive(10%), Lovage(10%), Dill(10%),
 Horseradish(10%), Pelargonium(10%), Fennel(5%), Borage(5%),
 Chamomile(5%), Hyssop(5%), Savory(5%), Anise(5%).

Table 4. The taste for herb.

order of taste crops(person)	1 (18)	2 (9)	3 (7)	4 (6)	5 (5)
Herb name	Thyme	Lavender	Mint, Sage, Basil	Rosemary, Balm, Marjoram	Parsley

위의 결과에서도 알 수 있듯이 우리 나라 사람들이 선호하는 허브는 강한 향기를 지닌 것보다는 은은한 향기를 우선적으로 선호하는 것을 알 수 있다. Thyme의 경우는 우리 나라에 자생하는 품종들로 여러 종류가 있고 향신료로의 이용이외에도 지피식물로 사용할 수 있어 그 가치가 매우 유용하다. Lavender와 mint의 경우는 이미 많은 상품에 이용되고 있어 소비자들에게 더 친숙한 것으로 보아진다. 이 밖에도 대부분이 꿀풀과이며 달콤한 향기와 작은 꽃과 크지 않은 잎을 가지고 있는 작물을 선호하는 것으로 나타났다.

제3장

고기능성 허브의 육묘 및 생산체계 개발

1절 허브의 발아특성 및 발아력 증진연구

2절 허브 종류별 최적 발근조건 구명

3절 허브 파종상토 및 파종상 크기 선발

4절 육묘용 혼합상토 선발 및 특성

제3장 고기능성 허브의 육묘 및 생산 체계 개발

제1절 허브의 발아특성 및 발아력 증진 연구

1. 서 설

허브의 國內 導入은 일부 愛好家가 외국여행 등에서 收集한 것 외에 국내에서는 처음으로 서양채소론 (Park, 1986)을 통하여 18종의 허브가 소개되었다. 1990년대에 들어 국민의 생활수준의 향상과 먹거리에 대한 관심의 증대로 1997년말 약 17 ha 정도에서 허브가 재배되었으며, 실제 생산농가는 2 ha 정도 되는 것으로 추측되고 있다. 김(1998)에 의하면 허브온실 21,280m² (약 7,000평), 노지면적은 허브농장을 포함해 19,700m² (약 9,900평) 정도로 파악하고 있으며, 충북이 가장 많은 재배면적을 보유하고 있고, 그 외 경기, 전남 순으로 재배되고 있다. 이러한 상황에서 앞으로 보다 많은 사람들이 허브에 관심을 가질 것으로 생각되며, 이에 따른 재배면적의 증가가 계속 이루어질 것으로 생각된다. 그러나, 허브는 溫帶産이기는 하지만, 국내에서는 그 栽培年限이 짧은 導入植物이 대부분이기 때문에, 외국의 재배 환경과는 상이한 국내의 재배환경에서 재배 농가들은 많은 시행착오를 겪고 있는 것이 현실이다. 재배의 성공을 위해서는 현재 여러 가지 과제를 해결해야 하는데, 국내 재배의 경우 사계절의 구분이 명확한 재배환경에서 온도와 습도가 높은 여름철과 영하의 건조한 겨울철에서의 허브재배의 어려움 그리고, 대부분의 허브종자를 외국에서 수입해야 하는 현실에서 營養繁殖이 유리한 허브들의 大量繁殖 방법의 확립을 최우선 과제로 볼 수 있다. 최근 많은 소비자들의 관심에 의해 허브의 재배농가가 급속히 증가하고 있다. 하

지만 대부분의 허브종자는 수입에 의존하고 있고 육묘기까지 소요되는 기간이 긴 단점이 있다. 따라서 고품질의 작물을 단기간내 대량생산하기 위해서는 보다 효과적인 생산체계가 마련되어야 한다. 이런 관점에서 여러 가지 허브 종자에 priming 처리를 하여 각 종자의 발아에 미치는 영향과 효과적인 처리를 선발하여 허브의 대량생산을 위한 기초를 마련하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

꿀풀과 9종, 산형화과 6종의 허브종자를 이용하였다. 각 종자별로 발아에 효과적인 처리와 처리농도를 선발하고자 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaCl , $\text{KNO}_3+\text{K}_3\text{PO}_4(1:1)$ 0.1, 0.3, 0.5 mole과 PEG -0.5, -1.0, -1.5MPa를 각각 처리하였다. 종자는 9cm petridish에 여과지(whatman No.1)를 깔고 각각의 시약을 주입하여 10°C, 암조건하에서 5일간 처리한 후 증류수 세척하고 20°C에서 48시간동안 건조시켰다. 그리고 각 petridish에 50립씩 치상하여 증류수를 주입하고 20°C의 성장상에 넣어 발아를 관측하였으며, 실험은 3반복으로 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

산형화과 허브종자의 경우 대조구의 발아율이 모두 50% 이상이었으나 priming에 의해 오히려 발아율이 저하하는 현상이 나타나기도 하였다(Table 5).

Dill과 fennel은 17%까지 priming에 의해 발아율이 향상되었고, chervil은 무처리가 20%인데 $\text{KNO}_3+\text{K}_3\text{PO}_4(1:1)$ 처리구에서 최고 93%까지 발아가 촉진되어 23% 증가를 보였다. 매우 효과적이었다. 이 중 PEG 처리는 세 가지 종자에 있어서 모두 효과적으로 작용하였다. 또한 chervil과 fennel의 경우는

전체적으로 priming에 의한 발아소요일 경감에도 효과가 있었다(Table 7).

꿀풀과 허브종자의 경우 $\text{KNO}_3 + \text{K}_3\text{PO}_4(1:1)$ 처리는 모든 종자에 있어서 발아율을 향상시키지 못했으며 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 는 savory, sage와 mint를 제외한 식물에서, PEG 처리는 9개식물 모두의 발아율을 향상시켰다(Table 6). $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 는 basil에, PEG는 marjoram, summer savory, sage에 매우 효과적으로 작용하였다. Mint의 경우는 대조구의 발아율도 매우 낮았고 priming에 의한 효과도 저조하였다.

이상 산형화과와 꿀풀과 허브종자의 적정 priming 처리방법의 실험에서 산형화과의 경우 대체적으로 발아율이 저조했다. 이는 산형화과 허브류의 종피가 얇아 저장력이 낮기 때문에 priming 효과가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

꿀풀과 허브종자의 경우에는, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 와 PEG 처리가 발아율을 크게 향상시켰다. Mint는 priming에 의한 발아율 향상에는 효과가 없었으나 대조구에 비해 발아소요일을 다소 감소시킨 경향을 보였다(Table 8). 따라서, mint는 소규모 번식시 종자번식보다 삽목번식을 이용하는 것이 효과적이라고 본다.

Table 5. Effect of priming treatment on germination(%) of *Umbelliferae* plant.

Treat. (mol)	plant	Parsley	Dill	Chervil	Caraway	Coriander	Fennel
Ca(NO ₃) ₂	0.1	64.40	75.56	91.11	93.33	55.33	83.33
	0.3	52.22	75.56	90.00	90.00	32.67	87.33
	0.5	53.33	75.56	84.44	85.56	24.00	70.67
NaCl	0.1	48.89	76.67	34.44	84.44	54.00	75.33
	0.3	64.44	76.67	87.78	87.78	39.33	74.67
	0.5	53.33	80.00	85.56	78.89	10.00	66.00
KNO ₃ +K ₃ PO ₄ (1:1)	0.1	56.67	77.78	93.33	86.67	67.33	78.00
	0.3	53.33	77.78	86.67	81.11	41.33	66.67
	0.5	47.78	74.44	80.00	71.11	34.00	52.00
PEG(MPa)	-0.5	63.33	77.78	56.67	80.00	52.00	83.33
	-1.0	55.56	75.56	84.44	92.22	38.00	78.67
	-1.5	56.67	75.56	86.67	83.33	17.33	72.00
Control		60.00	72.22	70.00	90.00	50.00	70.00

Table 6. Effect of priming treatment on germination(%) of *Labiatae* plant.

Plant Treat. (mol)	Plant									
	Oregano	Marjoram	Summer Savory	Winter Savory	Lavender	Basil	Balm	Sage	Mint	
Ca(NO ₃) ₂	0.1	83.33	78.89	68.89	64.44	46.00	90.00	62.00	20.67	8.50
	0.3	81.11	70.00	74.44	70.00	42.00	86.00	76.00	24.00	12.30
	0.5	75.56	70.00	54.44	71.11	42.00	85.33	78.00	22.00	9.57
NaCl	0.1	61.11	81.11	78.89	57.78	30.67	82.67	61.33	24.00	8.04
	0.3	57.78	60.00	40.00	37.78	32.67	90.00	60.00	15.00	10.17
	0.5	43.33	48.89	36.67	35.56	29.33	80.00	54.00	14.67	7.87
KNO ₃ +	0.1	10.00	31.11	34.44	0	25.33	68.67	57.33	16.00	16.00
K ₃ PO ₄ (1:1)	0.3	2.22	37.78	32.22	3.33	18.00	46.70	56.00	26.67	6.24
	0.5	3.33	21.11	32.22	7.78	14.00	46.70	48.00	16.00	7.30
PEG(MPa)	-0.5	74.44	90.00	91.11	65.56	43.33	86.00	60.00	38.67	0
	-1.0	74.44	92.22	82.22	74.44	36.00	92.67	73.33	40.00	8.71
	-1.5	74.44	85.56	75.56	73.33	33.33	85.33	70.00	46.00	9.60
Control		72.22	65.00	73.33	64.44	31.33	72.67	68.00	26.00	11.20

Table 7. Effect of priming treatment on T_{50} of *Umbelliferae* plant.

Treat. (mol)	Plant						
	Parsley	Dill	Chervil	Caraway	Coriander	Fennel	
Ca(NO ₃) ₂	0.1	6.21	1.15	4.18	5.88	2.87	2.49
	0.3	8.44	1.15	4.83	5.63	10.37	3.74
	0.5	8.44	2.93	4.57	6.58	11.72	4.72
NaCl	0.1	5.78	1.56	6.80	6.48	8.79	2.90
	0.3	6.48	0.91	4.24	5.28	10.07	3.74
	0.5	5.93	0.99	4.97	5.92	16.53	4.06
KNO ₃ +K ₃ PO ₄ (1:1)	0.1	5.83	0.87	5.66	6.05	9.25	2.65
	0.3	7.28	2.51	5.06	9.80	13.35	3.66
	0.5	7.80	3.48	4.77	10.84	15.16	5.86
PEG(MPa)	-0.5	7.64	0.71	7.82	6.19	8.81	2.98
	-1.0	7.14	1.31	6.07	5.50	8.97	4.11
	-1.5	8.19	2.07	6.68	7.13	17.85	4.29
Control		5.79	1.65	7.70	7.06	9.60	4.95

Table 8. Effect of priming treatment on T_{50} of *Labiatae* plant.

Treat. (mol)	Plant									
	Oregano	Marjoram	Summer Savory	Winter Savory	Lavender	Basil	Balm	Sage	Mint	
Ca(NO ₃) ₂	0.1	3.87	1.56	3.63	6.02	11.47	1.52	8.20	15.45	8.50
	0.3	4.77	2.68	2.85	5.98	12.82	1.84	9.45	16.36	12.30
	0.5	4.84	3.84	3.47	5.32	11.55	2.13	8.57	14.97	9.57
NaCl	0.1	3.91	1.26	3.83	5.81	10.11	1.80	10.13	14.42	8.04
	0.3	4.02	2.04	5.42	7.82	11.06	1.27	9.39	17.91	10.17
	0.5	4.87	3.18	8.13	7.31	14.39	2.20	10.44	18.50	7.87
KNO ₃	0.1	4.78	4.47	10.06	-	16.71	2.20	11.66	18.33	16.00
K ₃ PO ₄ (1:1)	0.3	6.00	7.06	8.18	14.3	14.93	8.00	13.42	16.50	6.24
	0.5	7.33	8.37	9.07	15.29	13.80	7.29	14.56	6.46	7.30
PEG (MPa)	-0.5	5.06	1.26	3.60	5.14	11.50	1.84	9.47	11.48	-
	-1.0	2.51	1.22	1.50	4.22	11.52	1.62	10.85	10.33	8.71
	-1.5	4.08	1.74	1.68	5.46	11.94	1.82	9.26	10.33	9.60
Cont.		5.22	3.26	3.91	6.40	12.94	1.66	9.84	12.21	11.20

제2절 허브 종류별 최적 발근조건 구명

1. 서 설

허브의 大量繁殖은 주로 營養繁殖 방법 중의 하나인 挿木을 통하여 이루어지는데, 기존의 果樹類 및 花木類에서 이루어진 연구 결과와는 상이한 점이 많아 이 분야에서의 연구가 절실한 실정이다. 따라서, 본 연구는 허브의 挿木 發根生理에 관한 연구를 통하여 挿穗의 製造, 發根床土 選拔, 挿木 方法 등에 대한 最適 조건을 구명하기 위하여 수행되었다.

2. 실험 방법

가. 삽목시 배지 종류 및 혼합비율의 영향

본 실험은 1999년 4월 2일부터 6월 26일까지 고려대학교 원예과학과 채소 연구실 실험온실에서 수행되었고, rosemary (*Rosmarinus officinalis*), English lavender (*Lavandula angustifolia*), fringed lavender (*Lavandula dentata*), common thyme (*Thymus vulgars*), lemon verbena (*Verbena officinalis*)를 공시작물로 하였다. 삽목용 배지는 모래(sand), 펄라이트(perlite), 버미큘라이트(vermiculite), 피트모스(peatmoss), 코코비타(cocobita), TKS-2 등 5종을 기본 배지로 하였고 이들을 각각 조합한 7종의 혼합배지를 제조하였다. 혼합배지는 TKS-2/perlite, TKS-2/vermiculite, TKS-2/vermiculite/perlite, TKS-2/cocobita, cocobita/perlite, cocobita/vermiculite, perlite/vermiculite로 하였고, 각각을 동량(50:50, v/v)으로 배합한 후 실험에 사용하였다. 삽수는 rosemary의 경우 생장점으

로부터 8 cm의 길이, 나머지 허브들은 5 cm의 길이로 잘라 제조하였다. 삽목용기는 50공 plug tray를 이용하였고, 삽목후 삽목용 터널에서 발근을 유도하였는데, 삽목용 터널은 지중 전열선을 이용하여 지온 $20 \pm 5^\circ\text{C}$, 대기온도 $22 \pm 5^\circ\text{C}$ 를 유지하였고, 가습기를 이용하여 상대습도 80% 이상이 되도록 하였으며, 70% 차광하여 광도가 최고 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 가 유지되도록 하였다. 관수는 수시로 실시하였으며, 배지종류와 상태 그리고 날씨에 따라 조절하였다.

실험구 배치는 각 처리당 10개의 삽수를 배치하고 이를 난괴법으로 3반복 임의배치 하였다. 구를 조사항목은 근장, 근수, 발근율, 고사율 등 4가지 항목을 설정하였고, 발근조사는 7-10일 간격으로 실시하였다.

나. 삽목시 삽수채취용 모본의 부위별 발근 효과

삽수는 rosemary의 경우 모본의 가지를 3부위로 나누어, 상부는 당년지의 신초 부위를 이용한 녹지삽 (greenwood cutting)으로, 중부는 전년지를 포함하여 부분적으로 목질화가 된 부위를 이용한 반속지삽 (semiwood cutting)으로, 하부는 전체적으로 완전히 목질화가 진행된 부위를 이용한 속지삽 (wood cutting)으로 이용하기 위하여, 동일하게 8 cm의 길이로 잘라 제조하였다. Lavender는 동일 가지에서 5 cm의 길이로 상부, 중부, 하부로 나누어 제조하였다. Verbena의 경우는 상부와 하부로 나누어 발근 경향을 관찰하였는데, 상부는 당년지를 이용하여 정단에서 5 cm를 잘라 이용하였고, 하부는 전년지로 목질화가 된 부위를 이용하였다. 삽목방법, 조사항목 및 조사방법은 상기와 동일하게 수행하였으며, 생장조절제는 처리하지 않았다.

다. 삼수 채취전 모본의 생육시 광조건의 영향

삼수 채취전 광조건의 영향을 알아보기 위하여 thyme을 낮 최고 $1,400 \mu \text{mol} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 의 온실과 최고 $700 \mu \text{mol} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 의 광조건인 온실에서 각각 재배 후, 이들을 모본으로 하여 삼수를 제조하였다. 각각을 동일한 삼목용 비닐터널에서 삼목한 후 7일 간격으로 발근조사를 수행하였다.

라. 발근용 상토의 물리·화학적 조사

상토의 물리·화학적 특성을 조사하기 위하여 가비중 및 포장용수량 (Klute, 1986) 그리고 양이온 치환용량 (cation exchange capacity: CEC)을 측정하였다. 이 침출액을 여과하여 pH를 측정한 후, 이 침출액의 전이온농도(EC)를 측정 산출하였다 (Klute, 1986).

3. 결과 및 고찰

가. 삼목시 배지 종류 및 혼합비율의 영향

Table 1과 같이 총 12종의 단용 혹은 혼합배지를 이용하여, rosemary (*Rosmarinus officinalis*), English lavender (*Lavandula angustifolia*), fringed lavender (*Lavandula dentata*), lemon verbena (*Verbena officinalis*), common thyme (*Thymus vulgars*)에서 채취한 삼수의 발근 실험을 실시한 결과는 table 9-12와 같다.

Rosemary의 경우 삼목 후 15일째에 발근율을 조사한 결과 대체로 양호한 발근율을 보여 주었다. 가장 높은 발근율을 나타낸 배지는 코코비타와 TKS-2를 50:50(v/v)으로 혼용한 배지 였으나, 기타 코코비트, 버미큘라이트, 모래 등에서도 높은 발근율을 나타내었다 (Table 9). 전체적으로 90% 이상의 발근율을 보인 배지처리 중에 근장과 근수를 비교할 경우 유기배지

에서 높은 수준을 나타내었는데, 이는 rosemary가 다른 허브에 비하여 상대적으로 낮은 통기성에서도 우수하게 발근할 수 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다. 물론, 무기배지에서는 고사율이 10% 미만으로 유기배지 조합보다는 상대적으로 낮은 수준을 나타내었다. 하지만, 고사한 개체가 하나도 없었던 펄라이트 단용 처리구와 코코비타/TKS-2 및 cocobita/vermiculite의 혼용 처리구를 비교할 경우 근장과 근수가 유기혼용 배지에서 상당히 높은 수준으로 나타나 rosemary의 발근에는 유기배지의 적용이 매우 유리할 수 있음을 보여준 결과라 할 수 있다. 삽목 후 15일째에도 80%의 발근율은 sand와 TKS-2/ vermiculite에서만 이루어지고, 다른 상토의 경우에는 이에 미치지 못하여 로즈마리의 삽목시 발근속도에 있어서는 코코비타와 버미큘라이트의 조합이 상당히 유리한 것으로 나타났다.

Table 9. Effect of several substrates on rooting²⁾ of rosemary (*Rosemarinus officinalis*) cuttings.

Substrates	Rooting rate (%)	Root length (mm)	No. of root (ea.)	Permenent wilting ratio (%)
Sand	90 b	19.8 bc	8.5 a	10 d
Vermiculite	90 b	9.8 cd	6.7 ab	10 d
Perlite	80 c	24.0 b	2.4 bc	0 e
TKS-2	20 e	4.0 d	0.8 c	30 b
Cocobita	80 c	13.3 bcd	3.7 bc	20 c
TKS-2/Ver	80 c	24.2 b	6.4 ab	20 c
TKS-2/Per	60 d	10.4 cd	3.4 bc	40 a
TKS-2/Ver/Per	80 c	26.0 b	3.2 bc	20 c
Co/Ver	80 c	20.6 bc	4.0 abc	20 c
Co/Per	90 b	15.6 bcd	6.0 ab	10 d
Co/TKS-2	100 a	38.9 a	8.4 a	0 e
Per/Ver	90 b	18.2 bc	6.1 ab	10 d

²⁾ Rooting was evaluated on 15th day after cutting treatment.

English lavender와 fringed lavender의 삽목에서는 rosemary와는 상이한 결과를 보여주었다. 삽목 후 10일째에 발근조사를 해 본 결과 English lavender는 전체적으로 무기배지에서 높은 발근율을 나타내었는데, 모래, 버미큘라이트, 펄라이트를 사용한 처리구에서는 80%이상이 발근되었다 (Table 10). 근장과 근수에 있어서도 유기배지인 TKS-2와 코코비타 삽목 결과보다 높은 수치를 나타내었다. 전체적으로 유기배지 단용보다 무기배지와 혼용처리구에서 발근율이 향상되어 English lavender는 삽목 시 무기배지의 적용이 적합한 것으로 사료되었다. 무기배지는 통상적으로 함수율이 낮아 삽수가 쉽게 위조될 것으로 여기지만, 본 실험결과 관수 및 함수율이 유지될 경우, 발근에 상당히 좋은 상태로 판단되었다. 코코비타와 버미큘라이트의 혼용처리에서 전혀 발근이 이루어지지 않은 점은 원인을 규명하기에는 상당히 어려움이 있었는데, lavender의 발근이 상토의 통기성에 의존적인 특성을 갖고 있음으로 미루어볼 때, 이 혼용배지의 통기성에 문제가 있었을 것으로 사료되었다.

Fringed lavender는 English lavender와 전체적으로 비슷한 발근 경향을 보였는데, 펄라이트 단용구에서 전혀 발근이 이루어지지 않은 점이 특징이었다 (Table 11). 전체적으로 펄라이트를 혼용한 처리구에서 발근율이 현저히 저하된 점도 fringed lavender의 발근에는 펄라이트의 적용이 적합하지 않음을 나타내고 있다. 또한, English lavender가 코코비타와 버미큘라이트 혼용처리구에서 발근이 전혀 이루어지지 않았던 것처럼 fringed lavender에서도 발근이 전혀 이루어지지 않았는데, 이는 이 혼용상토의 기상·액상·고상의 비율이 부적합하거나 혹은 화학적 특성이 부적합했음을 의미한다. 그러나, 좀더 추가적인 실험이 필요하다고 여겨진다.

Table 10. Effect of several substrates on rooting²⁾ of English lavender (*Lavandula angustifolia*) cuttings.

Substrates	Rooting rate (%)	Root length (mm)	No. of root (ea.)	Permenent wilting ratio (%)
Sand	100 a	37.0 a	18.0 a	0
Vermiculite	80 b	3.6 cd	11.0 b	0
Perlite	100 a	13.0 bc	18.0 a	0
TKS-2	40 d	6.4 bcd	1.0 d	0
Cocobita	60 c	0.8 d	3.6 cd	0
TKS-2/Ver	40 d	2.8 cd	2.0 d	0
TKS-2/Per	80 b	14.0 b	4.2 cd	0
TKS-2/Ver/Per	20 e	3.4 cd	0.2 d	0
Co/Ver	0 f	0.0 d	0.0 d	0
Co/Per	100 a	8.6 bcd	14.0 ab	0
Co/TKS-2	80 b	11.0 bc	1.8 d	0
Per/Ver	80 b	6.0 bcd	8.6 bc	0

²⁾ Rooting was evaluated on 10th day after cutting treatment.

Table 11. Effect of several substrates on rooting²⁾ of fringed lavender (*Lavandula dentata*) cuttings.

Substrates	Rooting rate (%)	Root length (mm)	No. of root (ea.)	Permenent wilting ratio (%)
Sand	100 a	16.6 a	14.2 a	0
Vermiculite	80 b	1.6 b	8.4 bc	0
Perlite	0 e	0 b	0 e	0
TKS-2	20 d	0.8 b	0.4 e	0
Cocobita	20 d	0.2 b	0.8 e	0
TKS-2/Ver	80 b	6.0 b	4.2 cde	0
TKS-2/Per	0 e	0	0 e	0
TKS-2/Ver/Per	100 a	22.6 a	12.2 ab	0
Co/Ver	0 e	0 b	11.0 e	0
Co/Per	20 d	0.6 b	2.4 de	0
Co/TKS-2	40 c	1.4 b	1.4 e	0
Per/Ver	80 b	3.0 b	7.2 bcd	0

²⁾ Rooting was evaluated on 10th day after cutting treatment.

본 결과에서 같은 속의 lavender도 발근생리에 있어 미묘한 차이를 보였다. English lavender는 무기배지 단용 혹은 유기배지 중 코코비타와의 혼용이 발근에 유리하였고, fringed lavender는 펄라이트를 제외한 무기배지 단용 혹은 유기배지 중 TKS-2와의 혼용처리구에서 발근율이 높았다. 이러한 차이는 결과적으로 모든 허브류들은 비록 광범위하게 적용가능한 배지가 존재할 수 있지만, 각각의 속 혹은 품종별로 특별히 최적의 배지를 선발할 필요가 있음을 암시한다고 할 수 있다.

Lemon verbena의 삽목 발근에 적합한 상토별 실험 결과는 table 5와 같다. 전체적인 경향을 보면 확실하게 단용 처리구에서는 펄라이트, 코코비타에서 높은 발근율을 보였고, 상대적으로 유기배지에서는 발근율이 저조하였다. 이에 따라, 유기배지와 무기배지의 혼용 처리구에서는 유기배지 단용보다 월등히 발근율과 근장, 근수가 향상되는 결과를 보였다. 이러한 결과로 판단할 때, lemon verbena는 통기성이 양호한 무기배지 혹은 혼용배지가 발근에 적합한 상토라 여겨진다.

Table 12. Effect of several substrates on rooting²⁾ of lemon verbena (*Verbena officinalis*) cuttings.

Substrates	Rooting rate (%)	Root length (mm)	No. of root (ea.)	Permenent wilting ratio (%)
Sand	60 b	2.6 e	1.6 cd	0 c
Vermiculite	0 d	0 e	0 d	0 c
Perlite	100 a	34.0 a	8.6 a	0 c
TKS-2	40 c	10.0 b-e	1.8 cd	0 c
Cocobita	100 a	10.6 b-e	5.0 abc	0 c
TKS-2/Ver	100 a	30.2 ab	7.0 ab	0 c
TKS-2/Per	100 a	18.0 a-e	5.4 abc	0 c
TKS-2/Ver/Per	60 b	3.4 de	2.6 cd	0 c
Co/Ver	100 a	27.2 abc	9.0 a	0 c
Co/Per	100 a	25.2 a-d	5.2 abc	10 b
Co/TKS-2	40 c	6.2 cde	2.6 cd	30 a
Per/Ver	40 c	7.2 cde	2.4 bcd	30 a

²⁾ Rooting was evaluated on 24th day after cutting treatment.

Common thyme의 발근율을 비교해 보면, 최종적인 발근은 상토의 종류에 따라 큰 차이가 없음을 나타내어 광범위한 적응성을 갖는 것으로 보여진다 (Table 13). TKS-2 단용을 비롯하여 유기, 무기배지의 단용처리는 혼용처리보다 발근율이 낮음을 알 수 있다. 즉, 유기, 무기배지의 단용처리는 최종적인 발근율에는 큰 차이가 없을지라도 발근속도가 저하되는 단점을 보여주고 있다 할 수 있다.

Table 13. Effect of several substrates on rooting²⁾ of common thyme (*Thymus vulgaris*) cuttings.

Substrates	Rooting rate (%)	Root length (mm)	No. of root (ea.)	Permenent wilting ratio (%)
Sand	100 a	7.4 d	6.6 cd	0 b
Vermiculite	80 b	3.6 f	1.6 d	20 a
Perlite	80 b	2.6 f	5.2 c	20 a
TKS-2	80 b	5.2 de	8.0 bc	20 a
Cocobita	100 a	6.2 de	5.8 abc	0 b
TKS-2/Ver	100 a	21.2 c	8.4 bc	0 b
TKS-2/Per	100 a	25.0 bc	9.4 ab	0 b
TKS-2/Ver/Per	100 a	32.8 a	9.6 a	0 b
Co/Ver	100 a	7.6 abc	9.4 ab	0 b
Co/Per	100 a	16.2 bcd	9.0 b	0 b
Co/TKS-2	100 a	26.2 bc	9.6 a	0 b
Per/Ver	100 a	3.4 f	5.2 c	0 b

²⁾ Rooting was evaluated on 24th day after cutting treatment.

나. 모본 부위별 삼수채취에 따른 발근 변화

삼목 발근은 삼수의 내적 호르몬의 변화에 따라 민감하게 반응하게 되는데, 이러한 발근의 원천은 결국 모본에서의 영양조건 및 위치와 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다. 본 실험은 각 삼수 준비시 모본에서의 위치를 토대로 삼목시 발근에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 모본의 한 가지에서 3부분으로 나누어 상부, 중부, 하부로 구분하여 삼목한 후, 발근율을 비교하였는데, rosemary의 결과를 table 14에 나타내었다. 전체적인 발근율은 큰 차이 없이 TKS-2를 제외하고 모두 높은 발근율을 보여주었는데, 위치별 결과를 비교하여 보면, 모래의 경우 상부가 90%, 중부가 86%의 발근율로 하부의 20%에 비하여 현저히 높은 발근율을 나타내었다. 반면에 펄라이트의 경우에는 상부, 중부, 하부 모두 큰 차이없이 80% 이상의 발근율을 보여 주어 위치효과를 볼 수 없었다. 이러한 점을 비교하여 볼 때, rosemary는 왕성한 번식성을 갖고 있는 것으로 판단되며, 위치효과가 다른 허브 및 식물에 비하여 상대적으로 적은 것으로 사료된다. 따라서, rosemary는 모본에서의 채취부위에 의해서 보다는 삼목시 사용되는 상토 및 발근환경에 더 큰 영향을 받는 것으로 볼 수 있다.

English lavender는 앞서의 발근 상토 선발 실험에서와 같은 비슷한 발근 경향을 보였는데, 대체로 중부의 채취 삼수가 높은 발근율을 나타내었다 (Table. 15). 전체적인 발근 경향을 보면, 상토의 EC가 낮은 처리구들에서 주로 무기배지 단용 혹은 혼용조건에서 발근율이 상승하였으며, TKS-2가 섞여 있는 배지에서는 발근율이 급격히 감소하였다. 삼수 채취 위치별 효과를 보면, 일정한 경향을 발견하기는 힘들었으나, 하부에서 채취한 삼수일수록 유기배지에서의 발근율이 감소하는 경향을 보였다. 실제적인 삼목 재배에 있어 이러한 점들을 고려해야 할 것으로 사료된다.

Fringed lavender의 경우에는 English lavender와는 상이하게 상부에서의

발근율이 대체로 우수하였고, 코코비타, 펄라이트 단용 및 코코비타와 무기 배지의 혼용처리구에서만 하부에서 채취한 삽수의 발근율이 높았는데, 이는 하부에서 채취한 삽수가 상대적으로 위조에 강한 것을 의미한다 (Table 16). 반면에, 상부에서 채취한 삽수는 충분한 관수와 통기성을 확보해줄 때, 중부와 하부보다 높은 발근 잠재력을 갖고 있는 것으로 사료되었다.

Lemon verbena의 삽수 채취 위치별 발근 경향은 fringed lavender와 비슷한 경향을 보였다. 즉, 코코비타, 펄라이트 단용 및 무기배지와 혼용처리구에서 상부의 삽수가 높은 발근율을 보여주었다 (Table 17).

이러한 삽수의 채취 위치별 발근 경향은 종마다 상이한 결과를 보여주고 있는데, Rio et al. (1986)에 의하면, olive에서 기부, 중부, 상부로 나누어 삽목 발근율을 조사한 결과 기부 85%, 상부 70%, 그리고 중부 60%의 발근율을 나타내었는데, 이는 탄소화합물의 양에 의존적이기 때문이라고 하였다. 따라서, 각 종별로 삽수 채취시 탄소화합물의 양을 정확히 분석하여 그 관련성을 파악해보는 것이 필요하다고 볼 수 있다.

Table 14. Rooting^{z)} ratio (%) of rosemary (*Rosemarinus officinalis*) cuttings as affected by cut position.

Substrates	Cut position ^{y)}		
	Upper	Middle	Lower
Sand	90 ab	86 ab	20 c
Vermiculite	90 ab	86 ab	80 ab
Perlite	80 b	80 ab	80 ab
TKS-2	20 d	20 c	0 d
Cocobita	80 b	100 a	80 a
TKS-2/Ver	80 b	80 ab	60 b
TKS-2/Per	60 c	80 ab	80 a
TKS-2/Ver/Per	80 b	80 ab	80 a
Co/Ver	80 b	80 ab	60 b
Co/Per	90 ab	80 ab	60 b
Co/TKS-2	100 a	100 a	80 a
Per/Ver	90 ab	70 ab	60 b
Average	78.3	76.8	61.6

^{z)} Rooting was evaluated on 15th day after cutting treatment.
^{y)} Upper(softwood cutting), middle(semiwood cutting), lower(wood cutting).

Table 15. Rooting^{z)} ratio (%) of English lavender (*Lavandula angustifolia*) cuttings as affected by cut position.

Substrates	Cut position ^{y)}		
	Upper	Middle	Lower
Sand	100 a	100 a	60 b
Vermiculite	80 ab	100 a	40 c
Perlite	100 a	100 a	60 b
TKS-2	40 c	40 d	0 e
Cocobita	60 b	40 d	20 d
TKS-2/Ver	40 c	60 c	40 c
TKS-2/Per	80 ab	80 b	20 d
TKS-2/Ver/Per	20 e	60 c	80 a
Co/Ver	0 f	40 d	60 b
Co/Per	100 a	80 b	20 d
Co/TKS-2	80 ab	60 c	40 c
Per/Ver	80 ab	80 b	60 b
Average	65.0	70.0	41.6

^{z)} Rooting was evaluated on 10th day after cutting treatment.

^{y)} See table 14.

Table 16. Rooting²⁾ ratio (%) of fringed lavender (*Lavandula dentata*) cuttings as affected by cut position.

Substrates	Cut position ^{y)}		
	Upper	Middle	Lower
Sand	100 a	100 a	80 a
Vermiculite	80 ab	80 b	80 a
Perlite	0 e	60 c	80 a
TKS-2	20 d	20 e	20 d
Cocobita	20 d	80 b	40 c
TKS-2/Ver	80 ab	60 c	20 d
TKS-2/Per	0 e	0 f	20 d
TKS-2/Ver/Per	100 a	80 b	40 c
Co/Ver	0 e	80 b	80 a
Co/Per	20 d	60 c	80 a
Co/TKS-2	40 c	40 d	0 e
Per/Ver	80 ab	100 a	60 b
Average	45.0	63.3	50.0

²⁾ Rooting was evaluated on 10th day after cutting treatment.

^{y)} See table 14.

Table 17. Rooting^{z)} ratio (%) of lemon verbena (*Verbena officinalis*) cuttings as affected by cut position.

Substrates	Cut position ^{y)}	
	Upper	Lower
Sand	60 bc	80 ab
Vermiculite	0 d	90 a
Perlite	100 a	70 b
TKS-2	40 c	80 ab
Cocobita	100 a	50 cd
TKS-2/Ver	100 a	90 a
TKS-2/Per	100 a	60 c
TKS-2/Ver/Per	60 bc	80 ab
Co/Ver	100 a	60 c
Co/Per	100 a	90 a
Co/TKS-2	40 c	40 d
Per/Ver	40 c	90 a

^{z)} Rooting was evaluated on 24th day after cutting treatment.

^{y)} See table 14.

다. 삼수 채취전 모본의 생육시 광조건의 영향

삼목시 삼수의 발근은 기본적으로 삼수 채취 전 모본의 생육 및 영양에 따라 다른 결과를 보일 수 있다. *Hedera helix*의 삼목 연구에서 고광도에서 생장한 식물로부터 얻어진 삼수보다는 비교적 저광도에서 생육된 것이 양호하다고 하였고 (Poulson and Anderson, 1980), blueberry의 삼목에 있어서도 비교적 낮은 광 하에서의 삼목이 더 나은 발근 효과를 나타내었다고 하였다 (Waxman, 1965). 그러나, Weigel et al. (1971)은 생장조절제의 처리시에 전분의 함량이 낮아지고 상대적으로 전분의 가수분해 산물인 당류의 증가가 이루어져 발근율이 향상되었다고 하였다. 이때의 발근생리는 많은 경우, 탄소화합물의 축적의 측면에서 본다면, 모본의 광합성량 및 영양조건을 대변하는 C/N율로 설명된다. 즉, 체내의 탄소량과 질소량의 비율에서 탄소량이 상대적으로 높을 경우, 이때의 삼수는 발근에 필요하거나 혹은 발근을 유도하는 체내 호르몬의 합성을 유도하는 여러 종류의 당류를 축적된 다량의 탄소화합물로부터 얻어내게 된다. 또한, 높은 광도에서 생육이 잘 이루어진 모본에서 채취된 삼수가 발근율도 좋을 수 있으나, 일반적으로 생육이 왕성하였던 모본보다는 생육이 저조한 모본에서 채취한 삼수가 더 발근율이 높다는 보고가 많다 (Wilkins, 1988).

본 연구에서는 common thyme을 대상으로 낮은 광도 ($\max. 700 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)와 높은 광도 ($\max. 1,400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)에서 생육이 이루어진 모본에서 채취한 삼수들의 발근율을 비교하였다. Table 18에 나타난 바와 같이, TKS-2의 단독 처리구를 제외한 시험한 전체 상토조합에서 모두 발근율이 증가하였다. 이것은 실제 삼목을 통한 common thyme의 증식에 있어 모본의 관리가 매우 중요함을 의미한다. 즉, 삼목시 발근율을 높이기 위해서는 모본을 차광한 온실보다는 충분한 광 하에서 생육시키는 방안이 모색되어야 하며, 삼목 전에는 과다한 질소비료의 사용을 삼가하여 모본의 C/N율을 높여

주는 것이 필요하다고 사료된다.

Table 18. Effect of mother plants grown with different light intensities on rooting ratio^{z)} of thyme (*Thymus vulgaris*) cuttings.

Substrates	Grown with lower light intensity	Grown with higher light intensity
Sand	20	60 ** y)
Vermiculite	20	60 **
Perlite	0	60 **
TKS-2	40	40 ^{NS}
Cocobita	20	40 *
TKS-2/Ver	60	100 **
TKS-2/Per	20	100 **
TKS-2/Ver/Per	0	100 **
Co/Ver	80	100 **
Co/Per	80	100 **
Co/TKS-2	80	100 **
Per/Ver	40	80 **

z) Rooting was evaluated on 24th day after cutting treatment.
y) **, *, ^{NS}: Significance comparison between cuttings differently grown with lower light intensity (max. $700 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$) and higher light intensity (max. $1,400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$) treatments at the 0.01, 0.5, and nonsignificant, respectively.

라. 발근용 상토의 물리·화학적 특성

허브 발근용 상토의 물리적, 화학적 특성을 조사한 결과는 table 19과 같다. 상토의 부피에 대한 건조 질량의 비인 가밀도는 가장 무거운 상토인 모래가 $1.17 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 으로 가장 높았고, 버미큘라이트 ($0.19 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), 펄라이트 ($0.16 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), TKS-2 ($0.13 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$), 코코비타 ($0.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)의 순서로 감소하였다. 그러나, 포장용수량의 경우도 비슷한 경향을 보였으나, 코코비타가 531.0 %로 가장 높은 함수율을 나타내었고, 버미큘라이트는 가밀도에 비하여 상대적으로 높은 함수능력을 보인 것이 특징적이었다. pH는 전체적으로 5-7 정도의 분포를 나타내었지만, 펄라이트의 경우 8.0까지 높아져 pH 교정이 필요한 것으로 사료되었다. EC의 경우는 단용 배지의 경우 모래, 버미큘라이트, 펄라이트의 경우는 무기 배지로서 전이온 농도가 매우 낮은 것에 반하여, 유기배지인 TKS-2와 코코비트는 각각 1.26 , $1.63 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 로 상당히 높은 이온농도 수준을 나타내었다. 플러그용 상토로 사용되는 배지의 물리적 기준에 대해서는 오래 전부터 많은 연구자가 적정 범위를 제시하여 왔다. 지금까지 적정하다고 알려진 삼상분포는 고상:액상:기상 = 10-15:70-65:20%의 범위로 공극율이 매우 높은 것이 특징이다. 이처럼 높은 공극률이 요구되는 것은 플러그 묘판을 이용할 경우 배지의 양이 적고 뿌리의 밀집도가 높아질 수 있어 통기성이 불량해질 수 있고, 수분관리가 어렵기 때문이다. 또 토양을 주재료로 한 배지에서는 뿌리가 이용할 수 없는 결합수가 배지양의 5-10%인 반면에 비토양 배지에서는 20-25%로 높은 것도 비토양 배지의 공극율이 커야하는 이유 중의 하나이다 (Fonteno and Nelson, 1990). 이러한 측면에서 볼 때, 본 실험에 이용한 펄라이트와 버미큘라이트는 통기성의 측면에서 우수한 상토로 예상되었다. 본 실험에서 이용한 유기배지인 TKS-2와 코코비타는 각각 일반적으로 알려져 있는 유기배지인 피트모스 (peatmoss)와 코코넛 코이어 더스트 (coconut coir dust)의

단점들을 약간씩 보완한 배지로 볼 수 있다. TKS는 일반적으로 부피의 98% 정도를 차지하는 수분세포를 가지고 있어 물과 공기를 적정한 비율로 함유할 수 있다. 따라서 통기성 및 보수력이 우수하고, 입자 표면에 COO-가 있어 CEC가 커 보비력이 좋다. 또한 분해에 안정하여 수분과 질소가 첨가된 상태에서도 분해가 느리게 일어나기 때문에 이화학성의 안정이 장기간 유지될 수 있다. 한랭지의 습지에서 생산되기 때문에 병해충 및 잡초종자가 없어 발근용 배지로서의 잠재력을 가지고 있다. 그러나, 함수량이 지나치게 많아 과습의 우려가 있으며, 보수량은 높지만 수분장력이 클수록 함수량이 급격하게 떨어져 위조에 빨리 도달하고, 한번 건조시 재흡수가 다소 어려운 단점들을 갖고 있다 (Beardsell, 1979; Nelson, 1991). 이러한 단점들 때문에 다른 무기배지와 혼용이 실제로 많이 적용되고 있고, 본 실험에서도 혼용처리의 효과를 살펴보았다. 코코비타는 코코넛 과실의 중과피나 껍질 조직으로 스리랑카, 인도, 필리핀, 인도네시아 등지에서 생산되며, 이것은 피트모스의 대체재료로 1980년대부터 본격적으로 이용되기 시작하였다 (Meerow, 1994). 대체적인 화학적 특성은 pH 5.6-6.9, EC 0.3-2.9 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, CEC 38.9-60 $\text{me} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 의 범위를 보이며, EC의 차이는 주로 바다를 통한 이동 때문에 Na와 Cl의 함량이 높을 수 있다 (Evans et al., 1996). 본 실험에서 EC가 1.63 정도로 상대적으로 높은 수준을 보인 것은 이러한 특성을 반영한다고 할 수 있다. 코코비타는 친수성이 강하며 건조한 다음에도 쉽게 수화되며, 배수성이 좋고, 잡초 및 병원균이 없으며, 피트모스보다 분해에 안정하고 화학성이 허용범위를 유지하는 장점들을 갖아 본 발근 실험에 적용하였다 (Cresswell, 1992). 이러한 배지특성은 이들의 단용 및 혼합처리에서 발근율에 상당한 영향을 미칠 것으로 사료되었으며, 앞으로 허브의 삼목번식에 있어 기초자료로서의 의미를 갖을 것으로 생각된다.

Table 19. Physical and chemical properties of various substrates for the herb cuttings.

Substrates (mixed ratio)	Bulk density (g/cm ³)	Field moisture capacity (%)	pH	EC (mS · cm ⁻¹)
Sand	1.17	23.5	6.6	0.02
Vermiculite	0.19	175.9	8.1	0.18
Perlite	0.16	92.7	7.3	0.04
TKS-2	0.13	520.7	5.8	1.26
Cocobita	0.10	531.0	5.9	1.63
TKS-2/Ver ²⁾ (1:1)	0.15	304.8	6.5	0.74
TKS-2/Per (1:1)	0.16	210.0	6.0	0.60
TKS-2/Ver/Per (1:1:1)	0.17	289.8	6.7	0.54
Co/Ver (1:1)	0.13	387.4	6.5	0.82
Co/Per (1:1)	0.14	244.9	6.8	0.60
Co/TKS-2 (1:1)	0.11	582.0	5.8	1.59
Per/Ver (1:1)	0.17	168.4	8.0	0.14

²⁾ Ver: vermiculite, Per: perlite, Co: cocobita

4. 적 요

배지의 가밀도는 코코비타, 포장용수량은 모래, pH는 인조상토인 TKS-2, 그리고 EC의 경우는 펄라이트가 가장 낮았다. 반면에 가밀도와 pH는 버미쿨라이트에서, 포장용수량은 코코비타와 TKS-2 (1:1, v/v) 혼합배지에서, 그리고 EC는 코코비타에서 가장 높았다. Rosemary의 발근에 미치는 상토의 영향은 코코비타:TKS-2를 1:1 (v/v)로 혼합한 배지에서 발근율, 근장, 근수 등에서 가장 좋았다. 반면에 가장 생육이 저조하였던 처리구는 TKS-2 단용구였다. 동일한 배지 내에서 발근양상은 시간이 장기간 소요될수록 발근율이 증가하였다. English lavender를 모래와 펄라이트, 코코비타와 펄라이트를 각각 1:1 (v/v)로 조합한 처리구들에서 발근율, 발근수, 근장이 좋았다. Fringed lavender에서는 모래, TKS-2, 버미쿨라이트/펄라이트에서 발근율과 근 생장이 좋았다. Lemon verbena는 펄라이트, 코코비타, TKS-2/버미쿨라이트, TKS-2/펄라이트, TKS-2/버미쿨라이트/펄라이트, 코코비타/버미쿨라이트, 코코비타/펄라이트의 처리구들에서 발근이 100% 이루어졌다. 백리향은 버미쿨라이트, 펄라이트, TKS-2 단용구에서만 80% 발근이 이루어졌고, 그 외의 상토에서는 100% 발근이 이루어졌다. 부위별 발근실험에서 rosemary는 코코비타/TKS-2의 배지조합에서 녹지삽목을 할 경우, 100% 발근이 이루어졌다. English lavender는 녹지삽목의 경우 모래, 펄라이트, 코코비타/펄라이트의 처리구에서 100%, 그리고 반숙지삽의 경우는 모래, 버미쿨라이트, 펄라이트 단용구에서 100% 발근이 이루어졌다. 그러나, fringed lavender에서는 녹지삽목의 경우, 모래와 TKS-2/버미쿨라이트/펄라이트, 그리고 반숙지삽목의 경우, 모래에서 100% 발근되었다. 또한, lemon verbena는 녹지삽의 경우 펄라이트, 코코비타, TKS-2/버미쿨라이트, TKS-2/펄라이트, 코코비타/버미쿨라이트, 코코비타/펄라이트의 상토 처리구에서 100% 발근되었다. 낮

은 광도에서 자란 백리향은 높은 광도에서 자란 백리향보다 삽목시 발근율이 낮았다.

5. 인용 문헌

- Nelson, P. V. 1991. Greenhouse operations and management. 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. pp. 171-207.
- Poulson, A. and A. S. Anderson. 1980. Propagation of *Hedera helix*: Influences of irradiance to stock plants, length of internode and topophysics of cutting. *Phys. Plant.* 49: 359-356.
- Rio, C. D., J. M. Carballero, and L. Rallo. 1986. Effect of cutting type and IBA on the seasonal variation in rooting of olive cultivars Picual and Gordal Sevillana. *Olea.* 17: 23-26.
- Waxman, S. 1965. Propagation of blueberries under fluorescent light at various intensity. *Proc. Inter. Plant prop. Soc.* 15: 154-158.
- Weigel, L., W. Horn, and B. Hock. 1984. Endogeneous auxin levels in terminal stem cuttings of *Chrsanthemum moriforium* adventitious rooting. *Physiol. Plant* 61: 422-428.
- Wilkin, H. F. 1988. Techniques to maximize cutting production. *Acta Hort.* 226(1): 137-143.

제3절 허브 파종상토 및 파종상 크기 선발

1. 서 설

공정묘의 안정적 생산과 묘수용농가 확대를 위한 능률적인 보급을 위하여 여러가지 허브 육묘의 재배기술에 대한 자료를 마련할 필요성이 있다고 생각된다.

2. 재료 및 방법

가. 파종용 적정 상토를 선발

파종용 적정 상토를 선발하기위해 시판되는 파종용 상토중 TKS(파종용 상토/제조국:독일)를 이용 상토의 물리성을 증진시키기 위해 버미큘라이트, 펄라이트, 모래를 혼합한 상토(각각 1:1, v:v)와 근래 배지경등에서 이용이 증가되고 있는 코코비타를 펄라이트와 혼합하여 사용하였다. 각각의 혼합상토를 72공의 플레이트에 수분을 충분히 주입시킨후에 채워넣고 종자를 파종하였다. 작물당 발아소요일, 생존율을 조사하다. 발아후 각 상토별로 작물의 생육정도를 조사하였다.

나. 파종상 크기를 선발

파종상 크기를 선발하기 위해서 실시한 실험은 일반적으로 시판되는 파종상을 이용하여 실험을 실시하였다. 파종플레이트의 수가 각각 288(1.9×1.9×2.6cm), 200(2.3×2.2×4.4cm), 162(2.6×2.5×4.7cm), 128(2.8×2.7×5cm), 72(3.7×3.6×4.3cm) 그리고 50(4.5×4.5×5.3cm)공인 플레이트를 이

용하였다. 상토는 위 실험에서 선정된 TKS와 모래를 혼합한 상토(1:1, v:v)를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 파종용 적정 상토를 선발

파종용 적정 상토를 선발하고자 한 실험의 결과는 다음과 같다(표 20). 초기 발아상태는 모든 상토 처리구에서 비슷한 경향을 나타냈으나 최종적으로는 코코비타(C)를 이용한 상토에서는 50%이하의 발아율을 나타냈고 TKS(T)를 이용한 상토에서는 모두 양호한 발아상태를 보였다. 작물 대부분이 TKS에 버미큘라이트(V)와 모래(S)를 혼용한 상토에서 양호한 발아율과 생육상태를 나타냈다. 두 처리구간의 차가 크지는 않았지만 마조람과 바실은 TV에서 가장 좋은 생육상을 나타냈고 그 다음으로는 TS에서 생육이 좋았다. 오레가노와 백리향은 TS, TV 순으로 생육상태를 보였다. 고수의 경우는 다른 작물과는 달리 펄라이트(P)를 혼용한 상토에서 가장 좋은 생육을 나타냈고 그 다음으로는 TS에서 좋은 생육상을 보였다. 코코비타의 경우는 초기 발아까지는 별 문제가 없었으나 작물이 본엽을 내는데까지 오랜 시간이 소요되었다. 또한 생육속도가 다른 상토의 처리구와 비교하였을 때 매우 느렸다. 이는 상토의 양분이 거의 함유되어있지 않았기때문으로 본다. 근래 수경재배시 배지경으로 주로 사용을 하고 있으나 이를 파종용 상토로 사용하는데는 부적절하다고 사료된다. 대신 다른 상토의 물리성을 증진시키기 위한 혼합상토로의 이용은 가능하다고 본다.

Table 20. Effect of different media on the plant growth.
(unit : cm)

Plant	Media	TV ²	TP	TS	CP
Marjoram	Plant height	10.00	7.13	9.80	3.53
	Leaf length	1.78	1.73	1.98	0.87
	Leaf width	1.28	1.15	1.23	0.57
Oregano	Plant height	6.03	5.33	6.97	1.57
	Leaf length	2.00	1.83	2.03	0.83
	Leaf width	1.83	1.70	1.83	0.65
Basil	Plant height	8.43	5.70	6.60	1.60
	Leaf length	0.80	1.20	0.77	0.40
	Leaf width	0.37	0.60	0.43	0.23
Thyme	Plant height	6.25	6.23	7.25	2.73
	Leaf length	4.18	4.35	4.40	2.53
	Leaf width	3.08	3.08	3.28	1.95
Coriander	Plant height	6.80	15.5	14.4	4.1
	Leaf length	1.67	1.67	2.30	1.07
	Leaf width	1.73	1.90	1.97	1.30

²T: TKSS, V: vermiculite, P: Perlite, S: Sand, C: Cocobita

나. 파종상의 크기 선발

파종상의 크기를 실험한 결과는 표 21과 같이 나타났다. 시판하기 적절한 크기에 도달했을 때 생육상태를 조사하였다. 마조람의 경우 각 플레이트의 크기에서 전반적으로 양호했으나 128, 72 그리고 50공의 플레이트 순으로 생육상태를 나타냈다. 다른 작물들도 비슷한 양상을 나타냈다. 128, 72 그리고 50공의 플레이트에서 처리간의 차이가 그리 크지않은 것은 작물이 그 이상으로 생육을 하기 위해서는 보다 많은 양분을 필요한 것으로 사료된다. 따라서 본 실험의 결과 일반 분으로 정식하기 전이나 화원등에서 소비자에게 판매되기 위한 파종상의 크기는 128(2.8×2.7×5cm)와 72(3.7×3.6×4.3cm)공의 플레이트가 적정하다고 본다.

Table 21. Effect of plug cell size on the plant growth.
(unit:cm)

Plant No. cell		228	220	162	128	72	50
Marjoram	Plant height	7.10	8.17	8.30	13.07	12.17	11.50
	Leaf length	1.23	1.47	1.63	2.40	2.50	2.67
	Leaf width	1.00	1.17	1.00	1.70	1.80	1.87
Oregano	Plant height	4.43	5.97	6.53	9.17	8.73	8.60
	Leaf length	1.03	1.20	1.30	1.87	1.80	1.77
	Leaf width	0.77	0.87	1.13	1.30	1.90	1.33
Basil	Plant height	1.10	4.97	5.93	7.50	9.50	7.57
	Leaf length	3.17	3.20	4.13	5.37	6.07	6.53
	Leaf width	2.30	2.23	2.67	3.23	3.83	4.13
Thyme	Plant height	2.77	6.70	8.47	9.57	9.53	9.43
	Leaf length	0.40	0.80	0.77	1.03	1.00	0.93
	Leaf width	0.23	0.40	0.43	0.50	0.50	0.50
Coriander	Plant height	4.73	4.90	1.53	11.40	13.50	13.73
	Leaf length	1.80	1.83	2.07	2.33	2.73	2.90
	Leaf width	2.00	2.07	2.50	2.93	3.40	3.30

제4절 육묘용 혼합상토 선발 및 특성

1. 서 설

허브는 여름이 건조하고 겨울이 따뜻한 지중해가 원산지인 식물이 많기 때문에 우리나라에서 재배할 경우에는 생육기간이 여름 한철에만 집중되고 지속적인 생산을 위해서는 많은 자본이 소요될 수 있다. 때문에 작물의 생육기간을 단축시키고 대량생산체계를 갖추기 위해서는 종자번식보다는 삽목 번식을 이용하는 것이 효율적이라고 본다.

영양번식법은 원예작물의 번식에 있어 중요한 방법으로써 관상식물 경우는 70%이상을 삽목을 이용하여 상업적으로 증식하고 있다(Davies 등, 1994). 원예작물에 있어서 묘는 수량과 품질에 절대적인 영향을 미치며, 육묘에서 가장 기본적 요소가 되는 것은 배양토로써, 좋은 배양토의 조건으로는 보수력이 높고 공극률과 양수분의 흡수능력이 높으며 병충해의 위험이 없는 것이어야 한다(Danielas와 Wright, 1988; Fonteno 등, 1981; Lemaire 등, 1985; Park과 Chung, 1987). 피트모스와 버미큘라이트는 보수력과 염기의 치환력이 좋아 육묘용 배양토의 재료로써 이미 많은 연구가 진행되어 왔다(Adams 등, 1978; Chong 등, 1991; Luit과 Borma, 1981; Wallace, 1988; Wang과 Blessington, 1990; Regulski, 1983). 현재 농가에서 사용하고 있는 배양토는 발효, 모래, 그리고 유기물 혼합원인 퇴비, 부엽, 왕겨 등을 이용하고 있는데, 이러한 유기물 재료는 일정 기간동안 숙성시켜야 하는 등 제조에 많은 어려움이 있어 최근에는 외국에서 수입한 원예용 배양토를 배합하여 사용하고 있으나 이에 대한 정밀한 물리·화학적 분석이 이루어져 있지 않다.

따라서 본 실험에서는 여러 가지 허브의 효과적인 대량생산체계 확립을 위한 기초연구로써 허브의 삽목시 성장조절제의 종류 및 농도 선발과 육묘 생산시 적정 상토를 선발하고자 하였다. 본 연구는 이상과 같이 상토의 무병성, 경제성을 고려하면서 허브 초기 생육에 가장 알맞은 배합 상토를 선 발하기 위하여 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 삽목시 성장조절제의 처리

Majoram(*Origanum hortensis*), oregano(*Origanum vulgare* L.), thyme(*Thymus vulgaris*), pineapple-mint(*Mentha* spp), rosemary (*Rosmarinus officinalis*) 그리고 lavender(*Lavandula vera*)의 6종의 허브 를 공시작물로 하였다. 삽수는 녹지로써 성장점으로부터 8cm 길이로 채취하 였고, 잎은 6장을 부착하여 처리당 10개의 삽수를 굽은 입자의 강모래에 삽 목하였다. 삽목상은 비닐로 밀폐하고 지중과 지상 가온을 하여 지중(전열선 이용), 기온온도를 25℃로 유지시켜 주었다. 삽목상은 차광막을 이용하여 75% 차광하고, 가습기를 이용하여 습도를 충분히 유지시켜 주었다.

성장조절제는 IBA와 NAA를 각각 대조구와 50, 100, 200, 300, 400, 500, 그리고 1000pm의 농도로 5초간 침지하여 3반복 처리하였다. 삽수는 1998년 3월 4일 처리하여 10일 후인 3월 14일 발근율을 조사하였고, 처리 3주 후인 4월 3일 최종 발근률과 지상부와 지하부의 가장 긴 것을 초장과 근장으로하 여 조사하였다.

나. 육묘용 혼합상토 선정

육묘용 적정 상토를 선별하기 위해서 이용된 혼합상토는 다음과 같다.

TKS(제조국:독일):sand(2:1, v/v), TKS:perlite(2:1, v/v), peatmoss:field soil(1:1, v/v), peatmoss:sand(1:1, v/v), cocobita:sand (1:1, v/v), field soil:sand(2:1, v/v)를 혼합상토로 하여 각 처리당 6반복으로 하였다. 신품 발근된 묘(약 3주)를 pot(7×9cm)에 정식하고 생육초기에는 저면관수로 후반에는 살수관수를 하여 급액하였다. 공시작물은 위 실험에서 사용한 작물과 동일하다. 생육조사는 관행의 방법에 준하여 실시했다. 식물의 초장을 정식후 14일, 24일 그리고 관행적으로 볼 때 알맞은 묘의 크기가 된 시기인 34일째 각각 조사하였다. 그리고 34일째 채취해 지상부 및 지하부 생육 및 건물중을 조사하였다. 통계는 SAS를 이용해서 Duncan의 다중검정법으로 분석하였다.

다. 육묘 상토의 물리·화학적 측정

가밀도(bulk density)는 미리 중량이 측정된 core를 이용하여 배양토를 수직으로 밀어 넣어 들어낸 뒤, 배양토와 core의 전중량을 측정하고 core의 부피에 대한 건토의 무게를 계산하여 측정하였다(Cho 등, 1985).

육묘 상토의 pH와 EC는 풍건한 배양토 10g을 250mL 비커에 취하여 증류수 50mL을 가하고 1시간 방치 후 측정하였다. 유기물 함량(organic matter content)은 Tyurin법을 사용하였다(Cho 등, 1985). 0.5mm체로 거른 풍건한 배양토 0.5g을 250ml 삼각 플라스크에 넣고, 후드에서 0.4N의 $K_2Cr_2O_7$ 와 H_2SO_4 혼합용액을 10mL을 첨가하였다. 소형여두를 덮고 200℃ 정도의 뜨거운 전열판에 가열하여 플라스크 바닥에서 기포가 발생하기 시작하여 정확히 5분간 가열하였다. 냉각 후 증류수 약 150mL 가하고 5mL의 85% H_3PO_4 첨가한 후 5~6방울의 지시약(α - α dipyridil)을 첨가하고 0.2N $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ 용액으로 적정(검은 주황색 → 남청색 → 담록색)하여 계산하였다. 양이온 치환용량(cation exchangable capacity;CEC)은 건토 5g을 1N- NH_4OAc 50mL로 30분간 진탕 후 그 침출액을 여과하여 pH를 측정하였다. 그리고 이 침출액

을 1N-NH₄OAc 채워 AAS측정하여 양이온치환용량을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 삼목시 성장조절제 처리

발근율에 미치는 NAA의 효과를 본 결과(Table 22), 마조람에서는 10일째 대조구의 발근율이 70%인데 비해 50과 100ppm처리에서는 80%로 10%정도 향상되었다. 그러나, 3주일 후에도 대조구가 90% 발근율을 보이는데 비해 50과 100ppm 처리구 뿐만 아니라 300-500ppm구에서도 100%의 발근율을 나타내고 있어 큰 차이가 없었다.

반면 오레가노는 10일째 대조구가 75%의 발근율을 나타냈으나 300ppm구를 제외하고 오히려 낮은 발근율을 보였다. 그러나 3주일째는 대조구 뿐만 아니라 처리구에서도 100%의 발근율을 보여서 오레가노의 경우는 NAA처리 효과를 발견할 수 없었다.

라벤더는 삼목 후 10일째에 발근율이 대조구에서 10%였으며 다른 처리구에서는 오히려 발근이 이루어지지 않았다. 3주째 가서도 대조구가 70%인데 비해서 100ppm 처리구의 80%, 그리고 200ppm에서 의외로 100%의 발근율을 나타냈다.

세 종류의 허브에 있어 NAA효과는 기대했던 것보다 만족스럽지 못했다.

IBA처리에 따른 마조람, 오레가노, 그리고 로즈마리의 효과 실험 결과는 Table 23과 같다. 여기서 마조람은 10일째 대조구에서 70%인데 기타 처리구에서는 100% 발근율을 나타냈으며 21일째는 거의 모든 구가 100% 발근되었다.

오레가노에 있어 IBA 효과 역시 10일째는 대조구가 다소 낮았으나 21일째는 100%로 발근했으며 처리구와 대조구 모두 차이가 없었다.

로즈마리는 10일째는 발근이 전혀 안되었으나 21일째는 100% 발근이 이루어졌다.

대체로 IBA의 효과는 전혀 인정되지 않았다. 이와 같이 호르몬에 의한 생육결과가 효과적으로 나타나지 않은데는 허브 식물의 줄기가 가늘고 5초간 처리하므로써 충분한 흡수가 이루어지기에 시간이 너무 짧은 이유 때문이 아닌가 생각된다. Chung(1986)에 의하면 NAA 200mg/L에서 2시간, 그리고 IBA 1000mg/L에서 30분 처리가 개나리 삽목에서 효과가 있었다고 한다. 그러나 쥐똥나무는 NAA 500mg/L, 수국은 NAA 200mg/L 2시간 처리에서 효과가 있었다고 한다. 병꽃나무는 IBA 200mg/L처리가 발근을 촉진했다고 하였다.

이상의 결과를 볼 때 식물에 따라 호르몬의 종류 또는 처리 농도, 시간 등에 대한 반응이 매우 다양한 것을 알 수 있다. 木本類인 관상수의 IBA또는 NAA 성장조절제 처리 시간은 30분 또는 2시간으로 매우 긴데 비해 본 실험에서의 5초간 처리는 허브의 줄기가 매우 연약함에도 불구하고 너무 짧게 처리한 것으로 사료되어 앞으로 시간 처리에 따른 비교실험이 필요하다고 생각된다.

Table 22. Effects of NAA treatment on the rooting(%) of several herbs.

Treat. (ppm)	Marjoram		Oregano		Lavender	
	after 10 days	after 21 days	after 10 days	after 21 days	after 10 days	after 21 days
	(%)		(%)		(%)	
Con.	70	90	75	100	10	70
50	80	100	50	80	20	60
100	80	100	60	100	0	80
200	50	90	90	100	0	30
300	70	100	100	100	10	30
400	0	60	50	100	0	60
500	50	100	50	70	0	30
1000	30	90	70	100	0	60

Table 23. Effects of IBA treatment on the rooting(%) of several herbs.

Treat. (ppm)	Marjoram		Oregano		Rosemary	
	after 10 days	after 21 days	after 10 days	after 21 days	after 10 days	after 21 days
	(%)		(%)		(%)	
Con.	70	100	75	100	0	100
50	100	100	100	100	0	100
100	80	100	80	100	0	100
200	100	100	100	100	0	100
300	100	100	100	100	0	80
400	80	100	80	100	0	100
500	100	80	100	100	0	100
1000	100	100	100	100	0	100

나. 혼합상토에 따른 허브류의 생육

마조람을 정식 후 14일, 24일, 34일 될 때 초장을 조사한 결과, 정식 후 14일까지는 차이가 없다가 24일째에는 TKS:S(2:1)구가 가장 좋았다. 그러나, 34일째(5주)는 오히려 PM:FS(1:1)구가 가장 좋았고 다음이 TKS:S(2:1) 그리고 FS:S(2:1)구 였다. 그러나, 이들 상호간에는 유의성이 없었다. 지상부 신선중은 TKS:S가 가장 좋았다. 반면에 지상부와 근부 건물중은 PM:FS(1:1)가 가장 높았다. 이로미루어 마조람은 유기물인 피트모스가 충분히 함유된 토양에서 잘 자라는 것을 알 수 있다. 원래 마조람의 학명 (*Origanum*)이 의미하는대로 비탈에서 잘 자라는 허브류로써 보습력이 많은 피트모스에서도 적응해서 잘 자란다고 사료된다. 마조람은 pH 5.6~6.4에서 잘 자란다. 그런데 PM:FS의 pH는 4.93인데도 불구하고 마조람의 생육이 34일째 좋은 것으로 미루어 마조람은 토양 적응성이 매우 높은 식물임을 알 수 있었다.

Table 24. The effects of various media on the growth of marjoram after 34days.

Media	Top height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight(g)		Dry weight ratio(%)	
				Top	Root	Top	Root
TKS:P (2:1/v:v)	20.2b ²	1.21b	0.94a	0.95c	0.71a	0.20e	0.08b
TKS:S (2:1/v:v)	33.5a	1.90a	1.13a	5.09a	0.52ab	0.50b	0.05c
PM:S (1:1/v:v)	16.0c	1.10b	0.60a	0.17d	0.09c	0.34c	0.01d
PM:FS (1:1/v:v)	37.5a	1.97a	1.30a	2.23b	0.36b	0.65a	0.10a
FS:S (2:1/v:v)	35.8a	0.97b	0.60a	2.37b	0.44b	0.35c	0.05c
Co:S (1:1/v:v)	17.9c	1.70a	0.87a	0.67c	0.52ab	0.16d	0.07bc

²Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

오레가노의 생육 양상은 마조람과 유사하다. 다만 내한성이 강한 것으로 알려져 있는 식물이다. 오레가노도 초기 정식 후 14일째까지는 큰 차이가 없으나 24일째는 CO:S(1:1)과 PM:S(1:1)를 제외하고는 다른 5개 처리 간에 차이가 없었다. 마조람에서와 같이 34일째는 PM:FS, FS:S에서 생육이 좋았으며 마조람에서 부진했던 TKS:P에서도 좋은 생장을 나타내었다. 지상부와 지하부의 건물중도 일반 생육과 유사한 결과를 나타냈다. 이로 미루어 같은 *Ocinum* 속에 속하는 마조람과 오레가노는 유기질이 많은 흙에서 잘 자라는 것을 알 수 있다.

이들 마조람과 오레가노는 건조한 비탈에서 잘 자라기 때문에 앞으로 육묘시의 관수량과 활착, 또는 육묘시 광조건과 초기 생육 등에 대한 보다 심도 깊은 연구가 기대된다. 아울러 국내에서 피자산업이 발달됨에 따른 건조 마조람의 수요량이 증가될 것인바 제주도 등지의 중산간지대에서 대량 생산 연구를 한다면 수입대체 효과가 있으리라 본다.

Table 25. The effects of various media on the growth of oregano after 34 days.

Media	Top height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight(g)		Dry weight ratio(%)	
				Top	Root	Top	Root
TKS:P (2:1/v:v)	36.3a ²	2.77a	1.70ab	5.64ab	1.19a	0.94a	0.10a
TKS:S (2:1/v:v)	32.0b	2.77a	1.47ab	6.58a	0.43b	0.78b	0.06b
PM:S (1:1/v:v)	17.2d	1.87b	1.47ab	1.33d	1.09a	0.31c	0.06b
PM:FS (1:1/v:v)	36.8a	2.80a	2.00a	2.92cd	1.15a	0.36c	0.06b
FS:S (2:1/v:v)	36.2a	2.87a	1.70ab	3.98bc	0.53b	0.82ab	0.19a
CO:S (1:1/v:v)	24.2c	1.53b	0.97b	1.33d	1.23a	0.29c	0.15a

² See table 24

로즈마리의 생육에 미치는 혼합상토의 영향을 보면, 정식 후 14일째가 되면 오레가노와 마조람은 큰 차이가 없었으나 로즈마리는 상당한 생육차이를 보인다. 24일까지는 변화가 없이 유사한 경향을 보였으며, 34일째는 TKS:P, TKS:S가 같고 나머지 혼합상토는 차이가 없었다. 특히 TKS:P는 지상부 신선중이 가장 높은 수치를 보였다. Park(1997)에 의하면 로즈마리의 시비는 퇴비를 충분히 주므로서 좋은 향을 얻을 수 있다고 했다. 그래서 TKS 같은 유기물을 선호하여 TKS가 혼합된 상토에서 생육이 좋은 것으로 사료된다. 그러나 로즈마리는 다른 마조람이나 오레가노와 달리 생육이 매우 더딘 것을 알 수 있었다. 이는 마조람이나 오레가노와 같이 초본성이 아니고 관목성이므로 생육이 느린 것을 알 수 있다. 즉, 정식 후 34일째 임에도 불구하고 로즈마리 초장은 최고 12.5cm로서 약 20일만에 15cm자라는 오레가노와 마조람을 비교할 수 없다. 따라서 로즈마리는 생육이 느리므로 플러그로 삼목육묘시 홀의 수가 많은 것을 사용해도 충분히 육묘가 가능할 것으로 사료된다.

Table 26. The effects of various media on the growth of rosemary after 34 days.

Media	Top height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight(g)		Dry weight ratio(%)	
				Top	Root	Top	Root
TKS:P (2:1/v:v)	13.0a ^z	3.10ab	0.37a	1.36a	0.18ab	0.25ab	0.01a
TKS:S (2:1/v:v)	12.7a	3.23a	0.37a	0.83ab	0.09bc	0.31a	0.01a
PM:S (1:1/v:v)	9.2b	3.07ab	0.23ab	0.67ab	0.13ab	0.18b	0.07a
PM:FS (1:1/v:v)	9.4b	2.93ab	0.33a	0.89ab	0.12ab	0.19b	0.01a
Co:S (1:1/v:v)	9.5b	2.60b	0.33a	0.67ab	0.22a	0.17b	0.02a

^z See table 24

목욕 제품에 쓰이는 최고의 향을 내는 라벤더는 종자 및 삼목 번식을 한다. 본 연구의 결과(Table 27)를 보면 정식 후 14일까지의 생육은 6~7cm인데 약 20일이 지나도 최고 16cm까지 10cm정도밖에 자라지 않아 라벤더도 로즈마리처럼 생육이 더딘 것을 알 수 있다. 특히 피트모스와 모래를 섞은 처리구가 역시 가장 생육이 나빴다. 이는 두 배지에 충분한 양분이 들어있지 않기 때문이라 사료된다. Table 7에서 최고의 생육은 16.5cm를 나타낸 TKS와 모래 혼합구인 TKS:S구가 PM:S구의 3배까지 생육을 나타내는 것을 알 수 있다. 그러나 생체중은 TKS:S가 가장 좋고 TKS:P와 PM:FS가 같게 나타났다. 이와같이 상토의 종류에 따른 식물의 다양한 생육반응은 Chung(1986)이 보고한 바와 같다.

이상의 결과로 미루어 국내 보급용 묘목 뿐만아니라 수출용 라벤더 묘목 생산을 위해서는 TKS와 펄라이트(P)를 혼용해서 사용한다면 다른 모래나 흙보다 해외통관도 유리하리라 생각된다.

Table 27. The effects of various media on the growth of lavender after 24 days.

Media	Top height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight(g)		Dry weight ratio(%)	
				Top	Root	Top	Root
TKS:P (2:1/v:v)	9.7c ^z	4.86a	0.75a	1.24a	0.09a	0.16ab	0.02a
TKS:S (2:1/v:v)	16.5a	4.79b	0.79a	1.35a	0.08a	0.15ab	0.01ab
PM:S (1:1/v:v)	5.0f	4.46c	0.54a	0.50b	0.09a	0.10bc	0.01ab
PM:FS (1:1/v:v)	12.4b	3.02f	0.42a	1.24a	0.08a	0.19a	0.005b
FS:S (2:1/v:v)	9.5d	4.03d	0.51a	1.17a	0.08a	0.17ab	0.01ab
CO:S (1:1/v:v)	7.0e	3.64e	0.57a	0.29c	0.11a	0.08c	0.01ab

^z See table 24

파인애플 민트도 다른 작물과 같이 정식 후 2주까지는 큰 변화가 없었다. 그러나 3주째 역시 TKS:S가 가장 좋았으며 이와같은 결과는 정식 후 34 일째까지 계속되었다.

초장은 큰 차이가 나는데도 불구하고 생체중은 TKS:S, TKS:P 그리고 PM:FS가 각각 93.4, 6.88, 5.06으로 나타났다(Table 28).

박하는 이차대전 전까지 국내에서 가장 많이 재배되었던 허브식물로써 주로 박하유를 추출해서 과자제조등에 사용했었다(Park, 1997). 그러므로 한국인에게는 비교적 친숙한 허브로써 앞으로 다양한 품종을 수입해서 보급한다면 가장 빨리 한국인에게 적응할 수 있는 허브라고 생각된다. 특히 알맞은 시비만 한다면 토양적응성이 넓기 때문에 다수확을 올릴 수 있을 것이 예상된다.

Table 28. The effects of various media on the growth of pineapple mint after 34 days.

Media	Top height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight(g)		Dry weight ratio(%)	
				Top	Root	Top	Root
TKS:P (2:1/v:v)	33.8b ²	4.47a	1.97a	6.88ab	0.59b	0.50bcd	0.09bc
TKS:S (2:1/v:v)	38.3a	4.17ab	2.07a	9.34a	0.59b	0.88a	0.13bc
PM:S (1:1/v:v)	18.7d	2.80d	1.30a	1.75d	0.49b	0.29d	0.07c
PM:FS (1:1/v:v)	26.8e	3.67c	1.67a	4.19b	1.70ab	0.54bc	0.17b
FS:S (2:1/v:v)	31.4c	3.97bc	1.97a	4.74b	2.51a	0.58b	0.28a
CO:S (1:1/v:v)	21.6e	2.87d	1.20a	2.53cd	1.67ab	0.32cd	0.17b

² See table 24

백리향은 생육도 다른 식물과 마찬가지로 정식후 14일까지는 큰 차이가 없었으나 24일부터 차이가 나기 시작해서 34일째는 처리간의 차이가 많았다 (Table 29).

Park(1997)에 의하면 국내에서도 울릉도에 백리향이 자생한다고 한다. 그러므로 국내자생 백리향의 대량번식과 가공, 이용 등에 대한 연구도 병행한다면 농가소득증대가 기대된다. 아울러 백리향은 지피식물로서 조경소재로 많이 사용되는데 서울등에서의 월동은 다소 문제가 있으므로 내한성이 강한 계통을 선발해서 조경소재로 삼으면 정원도 아름답게하고 채취하여 이용할 수 있어 국내 허브확산에 일조를 할 수 있다고 본다.

Table 29. The effects of various media on the growth of thyme after 34 days.

Media	Top height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight(g)		Dry weight ratio(%)	
				Top	Root	Top	Root
TKS:P (2:1/v:v)	24.2a ²	0.70a	0.43a	0.81b	0.05b	0.09b	0.01b
TKS:S (2:1/v:v)	18.0bc	0.73a	0.43a	0.94a	0.11ab	0.13b	0.03b
PM:S (1:1/v:v)	14.6c	0.63a	0.33a	0.38c	0.07b	0.05b	0.02b
PM:FS (1:1/v:v)	21.3ab	0.73a	0.47a	0.48c	1.70a	0.75a	0.17a
FS:S (2:1/v:v)	19.3abc	0.67a	0.50a	0.85b	0.03b	0.13b	0.02b
Co:S (1:1/v:v)	15.1c	0.63a	0.40a	0.29d	0.19ab	0.05b	0.02b

² See table 24

다. 육묘용 혼합상토의 특성

각종 배양토들의 물리, 화학적 특성을 알아본 결과는 다음 Table 30과 같다. 가밀도는 같은 부피(1cm^3)당 배양토의 무게(g)로써, 입자가 무거운 모래, 발효이 $1.18\text{g}/\text{cm}^3$ 로 무거움을 알수 있었다. 반면, TKS, peatmoss나 Cocobita를 혼용한 배지는 낮은 수치를 나타냈고, 그 중 TKS:perlite처리가 입자가 가장 가벼움을 알 수 있었다. 이 결과는 토양의 구조, 공기유통이나 물의 저장능력 등을 반영하여 준다(Latimer 등, 1991). 또한, 가밀도는 유기물 함량이 많은 토양에서 낮다는 그 전의 연구와도 같은 결과를 나타냈다(Deboodt와 Verdnock, 1971).

각 배양토들의 pH값은 peatmoss 혼용상토에서 4.93으로 약간 낮은 수치를 나타내기는 했지만 전체적으로 pH가 5~6범위에 있어 약산성으로, 모두 양분의 유효도면에서 큰 문제가 없음을 보여준다. EC는 TKS:peatmoss(2:1)가 2.27로 가장 높고 다른 혼합상토는 1이하였다. 유기물 함량은 TKS 혼용배지에서 가장 높은 수치를 나타냈고, field soil:sand에서 가장 낮은 수치를 나타냈다. 같은 TKS혼용이라도 sand와 perlite를 첨가한 배지의 유기물 함량의 차이는 크게 나타났다. 양이온치환용량은 일정량의 토양 또는 교질물이 가지고 있는 치환성 양이온의 총량의 당량으로 표시한 것이며, 작물의 생육을 위해서는 적어도 $15\sim 20\text{ me}/100\text{g}$ 는 되어야 한다. 본 실험에 사용된 배지중 FS:S와 CO:S를 제외하고는 모두 적정 양이온치환용량을 갖는 것을 볼 수 있었다. 작물의 정상적인 생육을 위해서는 치환성양이온(K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})이 K^+ 의 경우 $0.5\text{ me}/100\text{g}$, Ca^{2+} 은 $6.0\text{ me}/100\text{g}$, Mg^{2+} 은 $2.0\text{ me}/100\text{g}$ 이 되어야 하는데(Cho 등, 1985) 대부분 생육이 좋았던 TKS:P의 경우 모두 적정 수치를 나타냈다.

Table 30. Physical and chemical properties of basic media.

Media	Bulk density (g/cm ³)	pH	EC	Organic matter (%)	C. E. C (me/100g)	Ca ²⁺ (me/100g)	K ⁺ (me/100g)	Mg ²⁺
TKS ² :S (2:1/v:v)	0.38	5.61	0.81	8.21	25.66	12.48	2.46	1.41
TKS:P (2:1/v:v)	0.12	5.37	2.27	25.00	34.54	17.28	3.92	1.90
PM:S (1:1/v:v)	0.56	5.13	0.14	6.41	16.75	1.29	0.47	3.11
PM:FS (1:1/v:v)	0.58	4.93	0.23	4.69	16.18	2.46	1.36	1.36
FS:S (2:1/v:v)	1.18	6.98	0.16	1.52	4.42	1.22	1.09	0.56
CO:S (1:1/v:v)	0.45	6.05	0.27	4.76	10.35	0.49	3.24	1.12

²TKS: substrate which was made in Germany, used from vegetables.

S: Sand

P: perlite

PM: Peatmoss

FS: Field soil

Co: Cocobita

이상의 실험을 종합해 보면, 마조람은 TKS:P, PM:FS, FS:S, 오레가노는 TKS:P, PM:FS, FS:S, 로즈마리는 TKS:S, 그리고 백리향은 TKS:P, PM:FS, FS:S에서 잘 자랐다. 대체로 초본성이거나 잎이 비교적 연약해서 초기생육에 양분이 많이 필요하지 않은 마조람, 오레가노, 백리향은 TKS:S, PM:FS, FS:S에서 잘 자라고 반관목성인 로즈마리와 라벤더 그리고 생육이 왕성한 파인애플민트는 TKS:S에서 잘 자랐다. 이와 같이 모든 처리구에서 TKS가 들어간 구가 양호한 생육을 나타낸 것은 TKS가 많은 양분을 포함하고 있는 독일산 육묘용 상토였기 때문으로 사료된다. 때문에 TKS가 배합된 상토가 다른 종류보다 CEC가 월등하게 높은 것을 알 수 있다. 반면에 낮은 생육을 보였던 CO:S, PM:S, FS:S 등의 그 생육이 저조한 것은 상토 내의 양분이 낮기

때문으로 본다. 물론 토양의 물리화학적 성도 중요하나 발근 후의 어린묘는 이용가능한 양분에 따라 생육이 달라짐을 알 수 있다.

Chung(1986)은 *Rhododendron*은 피트:펄라이트를 2:1로 처리한 것이 발근도 잘 되고 뿌리의 건물중도 양호했다고 하였다. 반면에 *Bougainvillea*와 *Ligustrum*은 피트:펄라이트:버미큘라이트를 각각 1:1:1로 혼합한 것이 최고의 발근을 나타냈다고 보고한 바와 같이 상토의 물리적, 화학적 특성이 생육에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

따라서 앞으로 허브의 육묘를 위해서는 TKS와 같은 유기성 배지에 알맞은 무기성 배지를 혼합해서 사용하는 것이 좋으리라 사료된다. 다만 이들 피트 모스를 주원료한 상토들은 전량 외국에서 수입해서 사용하므로 생육이 크게 뒤지지 않는다면 국산 용토와의 배합연구를 계속적으로 수행해야 한다고 사료된다.

4. 적 요

생장조절제인 NAA와 IBA의 농도별 처리(5초 침지)에 따른 마조람, 오레가노, 로즈마리, 라벤더, 백리향의 발근효과는 나타나지 않았다.

상토의 배합종류에 따른 육묘의 생육을 보면, 파인애플민트는 TKS:S(TKS와 모래 혼합), TKS:P(TKS와 펄라이트), PM:FS(피트모스와 발효)의 순으로 생육이 좋았고, 마조람은 PM:FS, TKS:S에서, 오레가노는 FS:S, 로즈마리는 TKS:P와 TKS:S에서 우수한 생육을 보였다. 또한, 백리향의 경우는 TKS:P, PM:FS, FS:S의 처리구에서 생육이 잘 이루어졌다.

이상과 같이 대부분의 작물이 TKS와 모래, 펄라이트, 발효를 혼합한 상토에서 생육이 우수했는데, 이는 혼합된 상토들의 물리적(공극율과 포트용수량), 화학적(pH 및 적당한 양분의 잔존여부) 특성이 묘의 생육에 적절하였기 때문으로 사료된다.

5. 인용문헌

- Adams, P., J. N. Davis, and G. W. Winsor. 1978. Effects of nitrogen, potassium and magnesium on the quality and chemical composition of tomatoes grown in peat. *J. Hort. Sci.* 53:115-122.
- Chong, C., R. A. Cline, D. L. Rinker, and O. B. Allen. 1991. Growth and mineral nutrient status of containerized woody species in media amended with spent mushroom compost. *J. Amer. Soc. Hort Sci.* 116:242-247.
- Chung, H. J. 1986. The promotive effect of NAA, IBA and ethylchlorate on rooting cuttings of certain ornamental plants and some

- physiological studies. Ph.D. Thesis of Korea Univ.
- Cho, S. J. et al. 1985. Soil science. Hyangmun-Sa. pp. 58-61, 145-149, 167-169, 297-301, 343-344.
- Deboodt, M. and O. Verdmock. 1971. Physical properties of peat and peatmoulds improved by perlite and foampastics in relation to ornamental plant growth. Acta Hort. 18:8-25.
- Daniels, W. L. and R. D. Wright. 1988. Cation exchange properties of pine bark growing media as influenced by pH, particle size, and cation species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:557-560.
- Davies, F. T., T. D. Davis, and D. E. Dester. 1994. Commercial importance of adventitious rooting to horticulture. pp. 53-59. In: T. D. Davis, and B. E. Haissing eds., Biology of adventitious root formation. Plenum Press, New York.
- Fonteno, W. C., D. K. Cassel, and R. A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:736-741.
- Luit, B. Ven, and R. Borma. 1981. Quality check of ion chelates applied to ornamental shrubs on sphagnum peat. J. Hort. Sci. 56:125-129.
- Lemaire, F., A. Dartigues, and L. M. Riviere. 1985. Properties of substrate made with spent mushroom compost. Acta Hort. 172:13-30.
- Latimer, J. G., Johjima, and K. Harada. 1991. The effect of mechanical stress on transplant growth and subsequent yield of four cultivars of cucumber. Sci. Hort. 47:221-230.
- Park, C. H. and H. D. Chung. 1987. The effects of the compound

- substrates with Sphagnum peatmoss and vermiculite on physical and chemical characteristics, and on the growth of cucumber seedlings. J. Kor. Hort. Sci. 28:9-17.
- Park, K. W. 1997. Cultural practices and processing of herbs. Korea University Press.
- Penningsfeld, F. and P. Kurzmann. 1966. Hydrocukultur und Trofkultur. Verlag Euger Ulmer.
- Regulski, F. J., Jr. 1983. Physical properties of container media composed of gasifier residue in combination with sphagnum peat, bark, or sand. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:186-189.
- Wallace, G. P. 1988. Effect of nitrapyrin and nitrate level on growth, elemental composition, and water relations of tomato growth in peat-vermiculite. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:285-289.
- Wang, Y. T. and T. M. Blessington. 1990. Growth and interior performance of poinsettia in media containing composted cotton burs. HortScience. 25:1609-1612.

제4장 고기능성 허브의 저장체계 개발

1절 허브 작물별 MA저장 조건 선발

2절 재배조건에 의한 허브 저장성 향상

3절 고기능성 허브의 저장 및 건조가공 시
기능성 물질변화 연구

제4장 고기능성 허브의 저장체계 개발

제1절 허브 작물별 MA저장 조건 선발

1. 서 설

최근들어 허브의 소비가 계속적으로 증가되고 있는데 국내에서는 아직 허브류만의 적절한 저장 환경이 확립되어 있지 않다. 국내 유통되고 있는 대부분의 허브류들은 일반 다른 채소류에 비하여 아주 적은 규모로 유통되므로 일반적인 채소류에 비해 유통기한을 좀 더 연장시켜야 되는 문제점이 있다. 비교적 허브의 소비가 많은 유럽, 북미에서도 4-5℃의 저온고에서 채소류와 함께 유통되는데, 호온성 허브 식물들은 5℃ 저장 온도에서 저온장해를 일으키기도 한다. 따라서 국내 생산, 유통되고 있는 허브작물의 효과적인 장기저장을 위하여 소규모 포장 가능한 MA저장법을 이용하여 각 작물별 최적 조건을 선발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

각 작물별 저온 장해가 일어나는 온도를 피하여 몇 가지 온도를 설정하였다. 포장재는 세라믹 필름 40 μ m, 80 μ m을 이용하였다. 저장 기간중 포장재 내 CO₂ 함량, C₂H₄ 함량을 조사하였다. 外的品質은 저장중 生體重 감소율과 외관品質을 조사하였다. 生體重 감소율은 저장 전 중량을 100%로 하여 저장중 감소정도를 百分率로 나타내었다. 외관品質은 1~5까지의 등급으로 분류하여 수확 당시의 아주 좋은 상태는 5점, 좋은 상태는 4점, 판매가 가능한 보통의 상태는 3점, 나쁜 상태는 2점, 폐기 처분의 상태는 1점으로 표시하였다. 內的 品質은 葉綠素 함량, 비타민 C 함량을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 3가지 품종의 바실에 적합한 MA저장조건 구명

바실의 MA저장에 적합한 포장재는 sweet basil, purple basil, 그리고 bush basil 모두 40 μ m ceramic film이었다. 일단 저장기간이 3품종 모두 40 μ m ceramic film에서 15일도 가장 길었으며 80과 20 μ m ceramic film보다 3, 6일 더 저장하였음에도 외관품질, 엽록소, 비타민 C함량 또한 우수하게 유지되었다. 저장중 생체중 감소를 보면 저장기간이 짧았음에도 20 μ m ceramic film에서 3품종 모두 10%이상의 높게 나타났으며 역시 가장 두꺼웠던 80 μ m ceramic film이 1~2%의 적은 감소를 보였다. 가장 저장성이 우수하였던 40 μ m ceramic film은 저장최종일에 4%내외의 생체중 감소를 보여 수분손실로 인한 상품성손실은 발생하지 않았다(Table 31). 저장온도별 3품종 바실의 저장성을 비교해 보면 모두 15 $^{\circ}$ C에서 가장 우수하였는데 먼저 저장수명이 15 $^{\circ}$ C는 3 품종모두 15일로 가장 길었고, 다음으로 24 $^{\circ}$ C, 5 $^{\circ}$ C 순서였다. 저장최종일의 외관품질도 15 $^{\circ}$ C 저장에서 대체로 우수하였으며 특히 비타민 C의 함량이 저장기간동안 높은 수준으로 유지되었다. 24 $^{\circ}$ C 와 5 $^{\circ}$ C를 비교하면 저온인 5 $^{\circ}$ C 에 비해 오히려 24 $^{\circ}$ C 가 저장기간이 3일 더 길었으며 외관품질도 높게 나타났다. 그러나 24 $^{\circ}$ C 저장에서는 엽록소의 파괴가 많았는데 이는 chlorophyllase의 활성이 고온에서 높아지며, 생체중 감소 또한 많이 일어났기 때문이다. 비타민 C 함량 또한 24 $^{\circ}$ C 와 5 $^{\circ}$ C에서 낮았는데 5 $^{\circ}$ C의 경우는 저온장해에 의한 비타민 C의 함량감소가 급속히 발생한 것으로 보이고, 24 $^{\circ}$ C 에서는 엽록소의 함량감소와 같은 원인인 고온과 많은 생체중감소가 비타민 C의 함량을 감소시킨 것으로 보인다(Table 32).

Table 31. The qualities of 3 basil on kinds of films at final day in 15°C storage.

Species	Film thickness	Shelf life (days)	Visual quality score	Water loss (%)	Total chlorophyll (mg/g)	Vit. C (mg/100gFW)
Sweet basil	80	12	3.9 a ^y	1.22 c	28.80 a	3.09 c
	40	15	4.0 a	3.87 b	30.23 a	6.86 a
	20	9	3.0 b	11.53 a	32.60 a	4.98 b
Purple basil	80	12	4.0 a	1.44 b	30.32 a	2.00 b
	40	15	3.9 a	3.38 b	29.81 a	4.51 a
	20	9	3.3 b	14.33 a	22.35 c	4.21 a
Bush basil	80	12	2.6 b	1.39 b	28.79 a	3.25 a
	40	15	2.5 b	2.16 b	26.88 ab	2.61 b
	20	9	3.6 a	11.23 a	24.14 b	3.19 ab

z 80, 40, 20 : 80, 40, 20 μm thickness of ceramic film.

y Mean separation of within columns of cultivars by DMRT at 0.05 level.

Table 32. The qualities of 3 basil on storage temperature at final day in 40 μ m ceramic film packaging.

Species	Storage temperature	Shelf life (days)	Visual quality score	Water loss (%)	Total chlorophyll (mg/g)	Vit.C (mg/100gFW)
Sweet basil	5 °C	6	3.3 b ^z	0.85 c	38.17 a	1.33 b
	15 °C	15	4.0 a	3.87 b	30.23 b	6.86 a
	24 °C	9	3.0 b	4.53 a	27.60 c	1.53 b
Purple basil	5 °C	6	3.3 a	0.87 c	33.81 a	1.68 b
	15 °C	15	3.9 a	3.38 b	29.81 b	4.51 a
	24 °C	9	3.1 b	4.33 a	22.35 c	2.01 b
Bush basil	5 °C	6	2.1 b	0.88 c	28.79 a	1.74 b
	15 °C	15	2.5 b	2.16 b	26.88 ab	2.61 a
	24 °C	9	2.8 a	4.23 a	23.14 b	1.99 b

z 80, 40, 20 : 80, 40, 20 μ m thickness of ceramic film.

y Mean separation of within columns of cultivars by DMRT at 0.05 level.

나. 박하(Mint)

1) Spearmint와 pineapplemint

기존의 연구결과 박하류는 0℃에서 가장 우수한 저장성을 보였기에 본 실험에서는 3가지 포장재를 이용하여 1±1℃ 와 24±1℃에서 실험하였는데 1±1℃저장처리에서 저온장해가 저장 2일이후부터 나타나 오히려 24±1℃에서 저장기간이 더 길었다. 특히 pineapple mint의 경우 1±1℃의 40μm ceramic film에서 저온장해(엽색이 보라색으로 변함)가 심하게 나타났다. 또한 spear mint에서도 같은 경향을 보였는데 이러한 저온장해 현상은 수분 손실이 많았던 대조구에서는 거의 발생하지 않았다(Table 33). 저장수명을 보면 두품종 모두 1±1℃에서는 40μm ceramic film과 wrap은 저온장해로 4일간 저장이 가능하였고 대조구는 수분손실 때문에 저장수명이 4일정도 밖에 되지 않았다.

그러나 24±1℃의 경우는 40μm ceramic film은 저온장해가 없어 8일간 저장이 가능하였으며 wrap은 다소 많은 수분손실로 인해 4일간 저장이 가능하였다. 대조구는 2일만에 30%의 수분감소를 보이며 상품성을 잃었다. 외관 품질은 1±1℃의 40μm ceramic film과 wrap은 저온장해로 점수를 잃었고 나머지 처리구는 수분손실이 외관품질저하의 원인이 되었다. 수분손실을 보면 두품종 모두 저온장해가 많았던 1±1℃에서는 40μm ceramic film과 wrap은 1%내외의 적은 감소를 보였으며 대조구는 두 온도 모두에서 상품성을 잃는 5%수준을 훨씬 넘는 수준감소를 보였다. 24±1℃에서는 40μm ceramic film은 저장최종일(8일)까지 5% 미만의 수분감소를 보였으며 wrap은 저장 4일만에 9%내외의 수분감소를 보여 상품성을 잃었다(Table 33). 엽채류의 품질 중 가장 중요한 요소중 하나인 엽록소의 함량을 보면 두 품종모두 1±1℃의 저온저장시 그 감소가 적었으며, 24±1℃저장에서는 비교적 많은 감소를 보여 육안으로도 황화를 확인할 수 있었다. 포장재별로는 1±1℃저장에서

두 품종 모두 $40\mu\text{m}$ ceramic film에서 엽록소 감소가 적었으나 $24\pm 1^\circ\text{C}$ 저장에서는 저장최종일이 달라 비교하기가 어렵다(Table 33).

저장온도별로 $1\pm 1^\circ\text{C}$ 저장에서 엽록소 감소가 적었던 것은 chlorophyllase의 활성이 원인으로 생각되며 포장재별로 $40\mu\text{m}$ ceramic film에서 엽록소 감소가 적었던 것은 엽록소 함량 감소에 수분손실이 영향이 미치지 때문이다.

이상의 결과를 종합해보면 박하류의 MA저장시 저장온도는 3°C 이상으로 하는 것이 좋으며 포장재는 기존의 wrap보다는 $40\mu\text{m}$ ceramic film이 효과적이었다. 본 실험에서 보면 $3\pm 1^\circ\text{C}$ 의 저장온도에서는 저장수명이 $40\mu\text{m}$ ceramic film이 wrap보다 14일간 더 저장할 수 있었다.

Table 33. The qualities of spear mint and pineapple mint on kinds of films at final day in 1 and 24°C storage.

Species	Storage temp.	Films	Shelf life (days)	Visual quality score	Water loss (%)	Total chlorophyll (mg/g)
Spear mint	1±1°C	40µm CE	4	2.4 a	0.66 b	20.58 a
		Wrap	4	2.4 a	1.06 b	16.22 b
		Control	4	2.1 a	12.58 a	15.89 b
	24±1°C	40µm CE	8	3.4 a	4.11 c	12.04 ab
		Wrap	4	3.1 a	9.05 b	13.61 a
		Control	2	2.2 b	21.12 a	11.05 b
Pineapple mint	1±1°C	40µm CE	4	2.6 a	0.29 b	12.03 a
		Wrap	4	2.7 a	0.61 b	11.85 a
		Control	4	1.8 b	30.03 a	11.76 a
	24±1°C	40µm CE	8	2.8 a	1.52 c	8.59 b
		Wrap	4	2.6 a	8.46 b	11.24 a
		Control	2	2.1 b	20.03 a	10.75 ab

z 80, 40, 20 : 80, 40, 20 µm thickness of ceramic film.

y Mean separation of within columns of cultivars by DMRT at 0.05 level.

다. 수영(Sorrel)

수영의 저장시 저장 온도 24℃의 망으로 포장한 대조구는 2일, wrap 포장구는 3일, 40 μm ceramic film의 경우 6일간 저장이 가능하였으며 1℃의 저장 온도에서는 망으로 포장한 대조구는 3일, wrap 포장구는 5일, 40 μm ceramic film 처리구는 8일간 저장이 가능하여 수영은 1℃의 저온에서 저장 기간이 연장되었으며 포장재의 두께가 두꺼울수록 효과적인 저장이 가능하였다. 각각의 저장 최종일의 생체중 감소는 1℃와 24℃ 저장 온도 모두 망으로 포장한 대조구에서 가장 크게 나타났으며 다음으로 25℃의 wrap 포장구였으며 1℃의 40 μm ceramic film 처리구에서 생체중 감소가 가장 적었다(Fig. 1). 포장내의 CO₂ 축적 농도는 0℃와 20℃ 모두 필름 포장 처리구에서 약 1.3%와 2.7%의 농도를 보이며 가장 높게 나타났으며 C₂H₄는 20℃의 필름 처리구에서만 0.15 ppm만 축적되는 경향을 보였다(Table 34). 이러한 포장내 대기 조건에 의한 저장 기간 중의 엽록소 함량의 변화를 측정한 결과 0℃ 처리구의 경우 수분 감소가 월등히 적었고 또한 포장내 CO₂가 어느 정도 축적되었던 wrap과 필름 처리구에서 엽록소 함량이 높게 유지되었으며, 20℃ 처리구의 경우 망으로 포장한 처리구나 wrap 포장에 비해 생체중 감소가 적었고 CO₂축적농도가 높았던 40 μm ceramin film 처리구에서 엽록소 함량이 월등히 효과적으로 유지되었다. 저장 최종일의 포장재내의 아세트알데하이드를 측정해 본 결과 1℃와 20℃ 모두 40 μm ceramic film 처리구에서 미약한 농도로 감지는 되었으나 저장 초기의 함량에 비해 거의 변화가 없었다(Table 34).

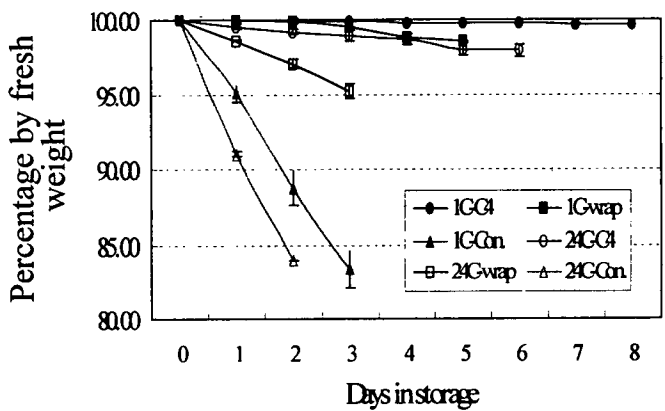


Fig 10. Change of fresh weight on packing materials at 1 and 24°C storage of Sorrel.

Vertical bars represents SD from the mean (n=4)

z See Table 1

Table 34. The CO₂, C₂H₄ and CH₃CHO concentraion on packing materials at 0 and 20 °C storage.

Temp.	Packing material	CO ₂ conc. (%)		C ₂ H ₄ conc. (ppm)		CH ₃ CHO conc. (mmole)	
		Inatial	Final	Initial	Final	Initial	Final
0 °C	40 μm ceramic film	1.185 ±0.073	1.341 ±0.349	0.0929 ±0.054	0	1.390 ±0.041	1.568 ±0.112
	Wrap	0.264 ±0.115	0.952 ±0.429	0	0	0.325 ±0.133	0
20 °C	40 μm ceramic film	2.196 ±0.140	2.660 ±0.211	0.152 ±0.082	0.146 ±0.017	1.708 ±0.017	1.931 ±0.370
	Wrap	0.611 ±0.064	0	0.041 ±0.022	0	0.651 ±0.031	0.092 ±0.006

제2절 재배조건에 의한 허브 저장성 향상 연구

1. 서 설

산물의 수확 후 품질은 저장전 산물의 품질에 따라 크게 영향을 받게 된다. 즉 산물은 수확전의 여러 요인 즉, 재배시기에 따른 기온, 광량, 광질, 관수, 영양상태, 병충해 정도에 따라 품질에 큰 영향을 받게 되므로 수확 산물의 품질 향상이 고품질 장기 저자를 위한 우선적 과제라 할 수 있다. 따라서 본 실험은 현재 국내에서 소비량이 증가하고 있는 작물을 위주로 소 포장 유통시 동일 규격내의 적정 MA 저장 환경을 조성해 보고자 하였으며, 또한 재배시기나 시비량에 따른 수확산물의 품질이 저장후에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보려고 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 바실

1) 재배중 황과 인의 농도에 의한 바실의 저장성 향상

바실 3품종을 NFT 방식으로 1997년 7월 25일부터 8월 28일 까지 재배하였다. 인이온은 KH_2PO_4 을 가지고 그리고 황이온은 Na_2SO_4 을 각각 1/2, 1, 2, 3 meq로 공급하였다. 포장재는 80 μm , 40 μm and 20 μm 세라믹 필름으로 선정하여 15°C에서 상대습도를 60%로 하여 저장하였다.

2) 저장전처리에 의한 바실의 저장성 향상

수확전 열처리를 위하여 재배시 최고온도를 $39 \pm 1^\circ\text{C}$, 평균온도 $32 \pm 1^\circ\text{C}$

그리고 대조구를 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 설정하여 7월 10일부터 7월 30일까지 재배하였다. 수확 후 필름을 $40\mu\text{m}$ 세라믹 필름으로 하고 저장온도는 5, 15, 20°C 로 하였다(상대습도 60%).

나. 고수 (Coriander)

토양 재배와 수경재배 시스템으로 작물을 재배하였다. 수경재배시 배양액 내 셀레늄 2ppm을 첨가하였다. 0°C 와 20°C 의 저장 온도에 $80\mu\text{m}$ ceramic film과 $40\mu\text{m}$ ceramic film에 포장하였다.

다. 파슬리 (Parsley)

1) 재배 시기에 따른 저장성 비교

겨울과 봄, 여름에 재배한 파슬리를 $40\mu\text{m}$ 세라믹 필름에 포장하여 0°C 에 저장하였다.

2) 포장 중량과 파슬리 엽병에 따른 저장성 비교

'Paramount' 품종과 'Clivi' 품종의 파슬리를 0°C 의 저장 온도에서 modified atmosphere 저장하였다. 포장 중량은 각각 20 g, 40 g 과 60 g 처리로 하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 바실

1) 재배중 황과 인의 농도에 의한 바실의 저장성 향상

본 실험은 양액재배중 양액내 황과 인의 농도조절에 통해 바실의 저장성 향상을 꾀하였다. Sweet basil의 경우 황 2배농도에서 저장 최종일에 엽록소와 비타민 C함량이 높게 유지되었으며 외관품질도 가장 우수하였다. 그리

고 황과 인 1/2배농도에서는 저장후 엽록소와 비타민 C함량이 낮게 나타나 sweet basil의 경우 황과 인이 생육과 정유성분 뿐만 아니라 저장성에도 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. Purple basil는 외관품질은 이온농도에 영향을 받지 않았지만 엽록소 함량은 황과 인이 3배였을 때 가장 높은 수치를 보였다. Bush basil의 경우 황과 인이 각각 3배와 2배였을 때 외관품질이 우수하였으며 특히 황 3배처리에서 엽록소와 비타민 C의 함량이 높았다. 이상의 결과를 보면 바실류의 저장에 있어 황과 인 특히 황의 재배중 고농도 처리는 저장성을 향상시킬 수 있었다(Table 35).

2) 저장전처리에 의한 바실의 저장성 향상

저장 전처리중 먼저 수확후 저장전처리로 저온처리를 살펴보면 3 품종 모두에서 저장수명이 연장되었는데 아무 처리를 하지 않은 대조구의 경우 5℃의 저온저장이었던 관계로 저장 6일만에 저온장해현상이 심하게 나타나 저장을 종료하였다. 그러나 저온처리구의 경우 3품종 모두에서 저장10일이 지나면서 저온장해 현상이 나타나 12일까지는 저장이 가능하였다.

내적 품질변화를 보아도 엽록소의 경우 sweet basil과 bush basil에서 대조구에 비해 높은 수준을 유지하였다. 그러나 비타민 C의 경우는 저장기간이 길었던 관계로 대조구보다 낮은 수준이었다(Table 36).

저장 전처리중 수확전 재배기간중 고온처리의 효과를 살펴보면 3품종 모두 저장수명이 연장되었는데 대조구(6일)에 비해 10일로 4일이 연장되었다. 내적품질을 보면 sweet basil에서는 엽록소함량이 높게 유지되었고, purple basil에서는 비타민 C 함량이 높았다(Table 36). 처리별 CO₂와 C₂H₄의 농도를 보면 3 품종 모두 수확전 고온처리에서 높았으며 저온처리도 대조구보다는 높았다. 고온처리는 재배중 오전 10시부터 오후 4시까지 6시간동안 38~40℃로 고온처리하였는데 이러한 고온처리는 열대나 아열대 작물의 저온장

해현상을 완화시키는 효과가 있다고 한다. 하지만 지금까지 이러한 고온처리는 수확후 항온기에서 38~40℃로 24~48시간 정도 처리하는 것이었다. 때문에 수확후 조직이 연약한 엽채류에서는 적용이 힘든 처리였다. 본 실험에서 실시한 수확전 고온처리는 식물체의 생육후기에 낮에 일정기간동안에 만 받는 스트레스이기 때문에 그 정도가 심하지 않으면 식물체에 해가 나타나지 않으며 바실과 같이 여름철에 재배하는 작물의 경우 특별한 시설 없이 재배온실의 환기억제로 처리가 가능하다.

Table 35. The qualities of 3 basils on S and P concentration in nutrient solution at 15 days in 15°C storage.

Species	Anion conc.	Visual quality score	Water loss (%)	Total chlorophyll (mg/g)	Vit. C (mg/100g FW)	CO ₂ conc. (%)	C ₂ H ₄ conc. (μl/l)
Sweet basil	Cont	4.0ab ^z	3.87a	30.23a	6.86b	1.45a	0.11ab
	S1/2	3.9ab	3.55a	28.17a	2.48d	1.41a	0.12ab
	S2	4.3a	3.26a	31.06a	7.94a	1.60a	0.08b
	P1/2	3.4b	3.34a	25.67a	2.79d	1.62a	0.16a
	P2	3.8ab	4.86a	28.54a	5.97c	1.46a	0.14ab
Purple basil	Cont	3.9a	3.38b	26.81bc	4.51a	1.77a	0.13c
	S1/2	3.9a	3.40b	24.91bc	4.01b	2.41a	0.18b
	S3	3.9a	4.12ab	28.02b	1.06c	2.31a	0.24a
	P2	3.8a	3.77b	21.52c	0.47d	2.04a	0.21ab
	P3	3.8a	4.54a	33.73a	4.09b	2.17a	0.16bc
Bush basil	Cont	2.0b	2.16a	25.88b	0.61e	3.55a	0.13bc
	S2	2.4ab	2.62a	25.14bc	1.77b	2.62ab	0.17ab
	S3	3.0a	2.47a	28.35a	4.29a	2.18b	0.19a
	P1/2	2.0b	2.08a	22.40d	0.92d	2.67ab	0.15bc
	P2	2.6ab	2.70a	23.25cd	1.54c	2.57ab	0.08c

^z : See table 31.

Table 36. The qualities of 3 basil on pre-storage temperature treatment at final day in 5°C storage.

Species	Treat.	Shelf life (days)	Visual quality score	Water loss (%)	Total chlorophyll (mg/g)	Vit. C (mg/100gFW)	CO ₂ conc. (%)	C ₂ H ₄ conc. (μl/l)
Sweet basil	Cont.	6	3.3a ^z	0.85b	38.17b	1.33a	2.05b	0.11b
	Pre-cooling	12	3.0ab	1.07a	38.99ab	0.36b	2.08b	0.22a
	Pre-harvest heating	10	2.5b	0.95ab	40.18a	0.49b	2.24a	0.27a
Purple basil	Cont	6	3.3a	0.87c	33.81a	1.68a	1.15b	0.04b
	Pre-cooling	12	2.3b	0.99b	24.29b	0.42c	1.14b	0.05b
	Pre-harvest heating	10	2.2b	1.20a	31.63ab	1.26b	1.69a	0.11a
Bush basil	Cont	6	2.1b	0.88c	25.18b	0.79a	1.74a	0.11b
	Pre-cooling	12	3.0a	1.08b	37.11a	0.52b	1.79a	0.15a
	Pre-harvest heating	10	2.8a	1.61a	24.43b	0.46b	2.04a	0.15a

^z : See table 31.

나. 고수 (Coriander)

0℃와 20℃의 저장 온도에 80 μm ceramic film과 40 μm ceramic film에 포장하여 저장한 결과 20℃의 모든 처리구는 6일간 저장이 가능하였으며 0℃ 처리구는 토양 재배, 수경재배, 셀레늄 처리 방법에 관계없이 필름 종류에 따라 저장기한이 달랐는데, 즉 80 μm ceramic film 처리구는 48일간, 40 μm ceramic film 처리구는 63일간 저장이 가능하였다(Fig. 2, 3).

20℃ 온도 처리구의 처리구별 저장 최종일의 생체중 감소는 토양 재배 후 40 μm ceramic film 처리구를 제외하고는 생체중 감소가 적었으며 재배 처리구별로는 큰 차이를 보이지 않으며 전반적으로 40 μm ceramic film 처리구가 80 μm ceramic film 처리구에 비해 생체중 감소가 조금 더 컸다. 0℃ 온도 처리구에서는 80 μm ceramic film 처리구와 40 μm ceramic film 처리구 모두에서 재배 방법에 따른 처리구별로는 생체중 감소에 있어서 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 2, 3). 같은 저장 기간에서는 80 μm ceramic film 처리구가 40 μm ceramic film 처리구에 비해 생체중 감소가 적었으나 황화는 40 μm ceramic film 처리구에 비해 빠르게 진행되었다.

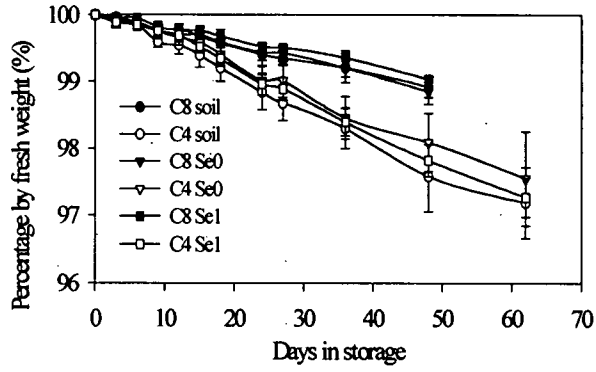


Fig. 2. The weight loss of coriander according to film packages and cultural methods in 0°C MA storage.

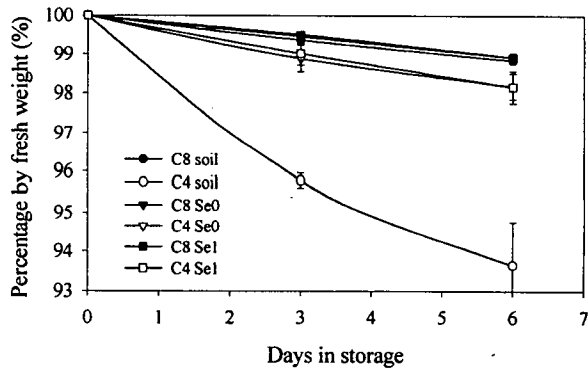


Fig. 3. The weight loss of coriander according to film packages and cultural methods in 20°C storage.

다. 파슬리 (Parsley)

1) 재배 시기에 따른 저장성 비교

겨울과 봄, 여름에 재배한 파슬리를 40 μ m 세라믹 필름에 포장하여 0℃에 저장한 결과 겨울에 재배한 처리구와 봄에 재배한 처리구, 봄에 재배한 처리구를 각각 77일, 84일, 56일 동안 저장하였다. 저장 최종일에 생체중 감소는 겨울과 봄에 재배한 처리구는 비슷한 수준이었으나 여름에 재배한 처리구에서 생체중 감소가 두드러졌으며 저장 기간 동안에도 겨울과 봄에 재배한 처리구에 비해 여름에 재배한 처리구에서 생체중 감소가 현저하였다 (Fig. 14).

파슬리의 경우 질산염은 일반적인 엽채류와 동일하게 엽병에 주로 집적되나 시비수준이 높아지면 잎에서 주로 집적되며, 약광에서 재배한 산물은 강광에서 비해 질산염의 농도가 증가한다. 본 실험에서도 이와 동일하게 강광하에서 자란 여름에 재배한 처리구에서 질산염 함량이 가장 낮았으며 약광에서 재배된 겨울과 봄에 재배한 처리구에서 높게 나타났다. 또한 질산염이 엽병에서보다 잎에서 집적 수준이 높은 것으로 미루어 재배 당시 질소 시비수준이 높았던 것으로 사료된다(Table 37).

식물의 조직이 C_2H_4 에 노출되면 엽록소의 감소, 연화, 수분 손실 등을 유도하는데, 이는 C_2H_4 에 의한 chlorophyllase와 cell wall hydrolizing 효소와 polygalacturonase 등의 세포벽 분해 효소들의 활성이 높아지기 때문이다. 또한 일반적인 엽채류 등의 영양 성장 조직은 비교적 저농도의 C_2H_4 에도 반응하게 되므로 장기 저장에 큰 어려움이 따른다. 본 실험에서의 처리구별 저장 전후의 경도와 엽록소 함량을 비교해 본 결과의 경우 저장 전후 모두 봄에 재배한 처리구에서 가장 높았으나 겨울에 재배한 처리구와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 여름에 재배한 처리구의 경우 재배 당시 수분 흡수가 용이하고 생육 속도가 빨라 다른 두 처리구에 비해 산물의 조직이 치밀

하지 못하였고, 생체중 손실과 포장내 축적된 C_2H_4 의 축적 농도가 높았던 결과로 경도가 저장 전 후 모두 가장 낮았다(Table 37). 엽록소의 경우 일반적으로 엽채류의 엽록소는 강광에서 재배될수록 함량이 증가되며, 산물을 저장할 경우에는 저장온도와 C_2H_4 에 가장 민감하게 반응하게 되는데 주로 저장온도가 높으며 C_2H_4 농도가 높을수록 파괴가 촉진된다. 본 실험에서도 재배 당시 광 환경이 양호하였던 여름에 재배된 산물에서 가장 높았으며 다음으로 봄, 겨울순이었다. 그러나 저장 후의 엽록소 감소를 보면 겨울에 재배한 처리구는 약 5%, 봄에 재배한 처리구는 23%, 여름에 재배한 처리구는 32%가 감소되어 여름에 재배한 산물을 저장한 처리구에서 함량이 가장 낮았는데 이는 저장기간 중 처리구들 중 가장 고농도의 C_2H_4 에 노출되었기 때문으로 사료된다(Table 37).

파슬리에 특히 많이 함유되어 있는 비타민 C는 엽록체의 항산화제의 일부분으로 일반적인 엽채류는 광환경이 좋을수록, 일조시간이 길어질수록 함량이 증진되는데, 이는 엽록체에 존재하는 비타민 C의 전구물질인 glucose의 합성이 광도에 영향을 받기 때문이다. 또한 저온에 생육할 경우 고온에 비해 비타민 C의 함량이 증진되는데 이는 합성에 의한 함량의 증진이라기 보다는 ascorbic acid oxidation이 억제되어 함량이 증가되었기 때문이다. 따라서 재배지역, 수확시기에 따라 함량의 차이가 발생된다. 본 실험에서도 재배시기에 따라 비타민 C 함량의 차이를 보이는데, 광환경이 좋은 여름에 재배한 처리구에서 비타민 C의 함량이 높았으나 외기온이 낮은 겨울에 재배한 처리구에서 함량이 더욱 높게 나타나 이전에 보고된 것과 동일한 결과를 보였다. 산물은 특히 수확 후 수분 손실(위조)정도에 따라 비타민 C 산화의 주효소인 ascorbate oxidase가 활성화되어 비타민 C의 파괴가 촉진되는데, 본 실험에서도 겨울에 재배한 처리구는 9%, 봄에 재배한 처리구는 26% 함량이 감소한데 비해 단 기간내에 생체중 감소가 월등하였던 여름에 재배한 처

리구는 59%나 비타민 C 함량의 감소를 보였다(Table 37).

Table 37. The quality of parsley according to cultural season in 0°C MA storage.

Cultural seasons	Firmness (g/mm ²)	Total chlorophyll (mg/gFW)		Vitamin C content (mg/100gFW)		Dry weight(%)		
		Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	
Before storage	Winter	1127b ^{z)}	4.99b	1.09b	119a	51.9a	17.7b	9.3c
	Spring	1203a	5.32a	1.44a	98.1c	48.0b	18.6a	9.6b
	Summer	1085b	5.60a	1.16b	103b	36.4c	17.2c	10.1a
After storage ^{y)}	Winter	625b	4.76a	0.81a	108a	46.9a	19.6b	12.2b
	Spring	701a	4.12b	0.74b	73.0b	28.8c	20.7a	11.7c
	Summer	608c	3.82c	0.81a	42.3c	31.5b	18.9c	13.5a

^{z)}Mean separation of within columns by DMRT at 0.05 level.

^{y)}Shelf life of winter, spring and summer treatment was 77, 84, 56days respectively.

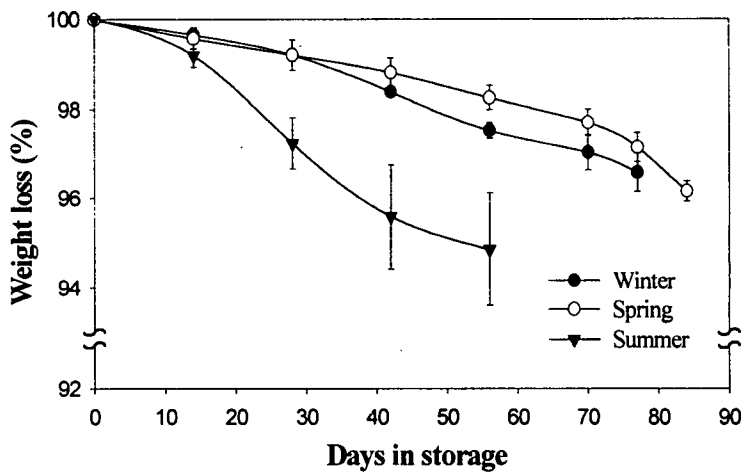


Fig. 4. The change of fresh weight in packaged parsley according to cultural seasons in 0C MA storage.

2) 포장 중량과 파슬리 엽병에 따른 저장성 비교

'Paramount' 품종과 'Clivi' 품종의 파슬리를 0℃의 저장 온도에서 modified atmosphere 저장한 결과 저장 기간이 각각 56일, 42일로 'Paramount' 품종에서 저장 기간을 좀 더 연장시킬 수 있었다. 일반적으로 엽채류의 저장 중 상품성을 유지할 수 있는 수분 손실의 최대 한계치는 약 5~7%인데, 본 실험에서의 저장 최종일의 생체중 손실율을 전반적으로 약 5% 였다. 각 저장 기간 동안의 생체중을 측정한 결과 'Clivi' 품종이 'Paramount' 품종에 비해 조금 더 감소되는 경향이었으며 'Clivi' 품종의 경우 저장 최종일의 생체중 손실은 3%에 불과하였으나 외관이 불량하여 저장을 마무리하였다. 포장 중량별 생체중 감소율을 비교해 본 결과 'Paramount' 와 'Clivi' 두 품종 모두 저장 기간 동안의 생체중 감소가 20 g 처리구에서 가장 많았으며 60 g 처리구에서 생체중이 가장 효과적으로 유지되었다(Fig. 5).

저장 최종일 육안관능검사를 측정한 결과 'Paramount' 품종의 경우 40 g 처리구에서 가장 상태가 좋았으나 처리간 유의성은 없었다. 'Clivi' 품종의 경우 역시 현재 일반적으로 유통되고 있는 포장 중량인 20 g 처리구에 비해 40 g 과 60 g 처리구에서 외관적 품질이 좋았다(Table 38).

저장 최종일에 품종별 품질을 비교해본 결과 두 품종 모두 전반적으로 포장 중량이 늘어날수록 효과적으로 유지되었다. 'Paramount' 품종의 경우 경도는 40 g 처리구에서 가장 높았으나 엽록소나 비타민 C 는 60 g 처리구에서 저장 후 함량이 가장 높았다. 그러나 엽록소, 비타민 C의 경우 40 g 처리구의 함량과 거의 동일하였으며 차이에 유의성이 없었다. 'Clivi' 품종에서는 40 g 처리구에서 경도, 비타민의 C의 함량이 가장 높았으며 엽록소의 함량은 60 g 처리구에서 가장 높았다(Table 38, 39). 두 품종 모두 20 g 처리구에서는 40 g, 60 g 처리구에 비해 저장 후 품질이 현저히 저하되는

경향이었으나 40 g 처리구와 60 g 처리구는 처리구별 큰 차이를 보이지 않으며 효과적인 저장이 가능하였다. 산물은 수확 후 처리나 수송의 과정을 통해서 상처가 발생하거나 수분이 손실되어 위조가 발생하여 품질이 저하되는데 되는데, 특히 저장시에는 위조에 의해 비타민 C 함량의 파괴가 촉진된다. 따라서 산물을 포장할 경우 포장내 상대습도가 높고 엽록체의 산화가 감소되어 비타민 C 함량이 효과적으로 유지될 수 있다. 이러한 품종별 저장 후 품질을 비교해 본 결과 포장내의 대기 조성은 CO₂ 농도는 8% 정도이며, C₂H₄ 농도는 적어질수록 파슬리의 장기 저장에 가장 효과적임을 알 수 있다.

예비 실험으로 미루어 볼 때 전반적으로 엽병의 두께가 두꺼울수록 저장 전후 모두 품질이 우수함을 알 수 있었다. 셀러리나 식용대황의 경우 잎에서보다는 엽병에서 더 많은 에너지를 지니며 잎에 비해 표면이 균일하고 표면적이 적으므로 수분 손실이 적다. 따라서 이러한 작물의 엽병은 잎에 비해 저장기간이 월등히 연장될 수 있다. 이러한 효과는 본 실험에서도 동일한 결과를 보였다. 즉, 저장 기간 중의 생체중 감소는 엽병 두께가 5 mm 이상인 처리구가 4 mm 이하 처리구에 비해 적었는데, 특히 실험 1의 우수한 조건인 40 g 정도로 하여 포장해서 5 mm 처리구의 경우 저장 70일 후에도 생체중 감소가 1% 미만으로 생체중 유지에 월등한 효과를 나타냈다. 따라서 경도의 경우 생체중 감소가 적었던 5 mm 처리구에서 현저히 높게 유지되었다. 엽록소 함량은 저장전의 경우 처리별 큰 차이는 없었으나 저장 후에는 잎의 경우 4 mm 처리구에 비해 5 mm 처리구가 효과적이었다. 비타민 C 함량 역시 저장 전후 모두 0.5 mm 처리구에서 함량이 높게 유지되었다(Table 40).

위의 실험을 미루어 보면 엽병이 굵고 엽색이 짙은 개체를 선별하여 저장하는 것이 저장 기간 동안 품질 유지에 효과적임을 알 수 있다.

Table 38. The quality of 'Paramount' parted to weight of parsley per package in 0°C MA storage.

	Packing weight	Visual quality score ^{z)}	Firmness (g/mm ²)	Total chlorophyll (mg/gFW)		Vitamin C content (mg/100gFW)		Dry weight(%)	
				Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	Leaf	Petiole
Before storage ^{y)}		5.0	1085	5.79	0.90	98.1	32.3	17.0	10.1
After 56days	20g	3.0a ^{x)}	607c	3.63b	0.81b	42.3b	31.5a	18.9a	13.5a
	40g	3.3a	718a	3.92a	0.86a	58.0a	31.6a	17.1c	12.3b
	60g	3.1a	680b	4.04a	0.79b	58.1a	27.8b	17.2b	11.7c

^{z)}Visual quality score

5: Fresh at harvest, 4: Fair fresh, 3: Fresh and limited for sale, 2: Yellowish and not for sale, 1: Severe yellowing and wilting

^{y)}Cultural season of parsley was summer

^{x)}Mean separation of within columns by DMRT at 0.05 level.

Table 39. The quality of 'Clivi' parted to weight of parsley per package in 0°C MA storage.

	Packing weight	Visual quality score ^{z)}	Firmness (g/mm ²)	Total chlorophyll (mg/gFW)		Vitamin C content (mg/100gFW)		Dry weight(%)	
				Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	Leaf	Petiole
Before storage ^{y)}		5	987	4.80	0.87	83.4	47.4	19.3	12.0
After 42days	20g	3.1b ^{x)}	528c	3.02c	0.44b	43.5c	33.6b	20.6a	15.8a
	40g	3.5a	683a	3.47b	0.47a	71.9a	31.6b	19.9b	15.6a
	60g	3.4a	663b	4.19a	0.46a	50.7b	38.4a	20.1a	14.6b

^{z)}See table 36.

^{y)}Cultural season of parsley was summer

^{x)}Mean separation of within columns by DMRT at 0.05 level.

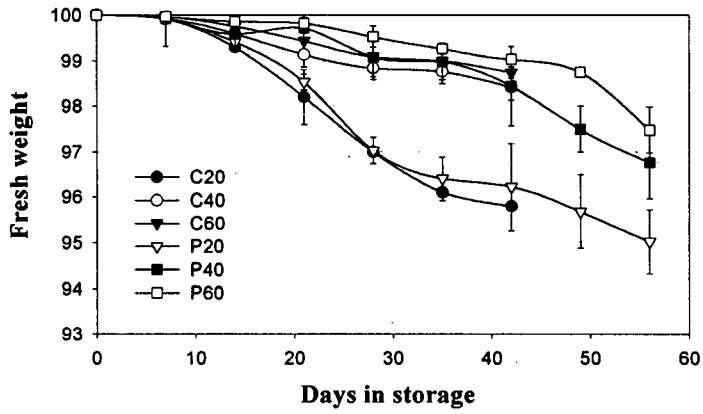


Fig. 5. The change of fresh weight according to parsley cultivars and packing load in 0C MA storage.

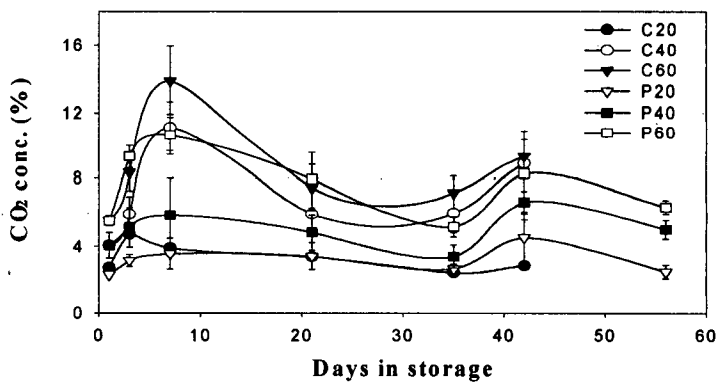


Fig. 6. The change of CO₂ concentration according to parsley cultivars and packing load in 0C MA storage.

Table. 40. The quality of parsley parted to width of petiole in 0°C MA storage

	Width of petiole	Firmness (g/mm ²)	Total chlorophyll (mg/gFW)		Vitamin C content (mg/100gFW)		Dry weight(%)	
			Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	Leaf	Petiole
Before storage ²⁾	4mm	722b ^{y)}	5.76a	1.34a	78.9b	52.0a	17.3a	11.1a
	5mm	1102a	5.64b	1.14b	81.8a	50.9b	16.4b	10.8b
After 70days	4mm	646b	4.68b	0.91a	51.7b	25.4b	18.1a	12.7a
	5mm	899a	5.28a	0.67b	53.4a	33.9a	17.9b	10.7b

²⁾Cultural season of parsley was fall

^{y)}Mean separation of within columns by DMRT at 0.05 level.

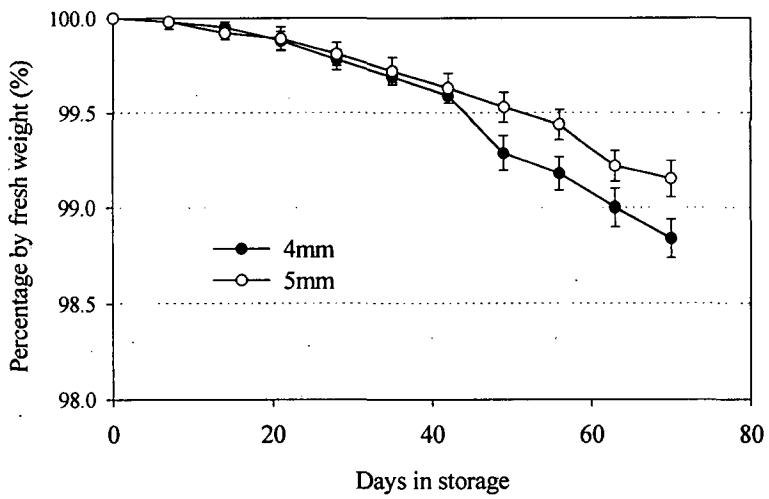


Fig. 7. The change of weight loss on packaged parsley according to width of petiole in 0C MA storage.

제3절 고기능성 허브의 저장 및

건조가공 시 기능성 물질변화 연구 분야

1. 서 설

최근 허브의 수요가 증가하여 그 생산도 늘어나고 있지만, 시중에서 유통 판매되는 허브의 品質에는 문제가 많다. 허브 유통의 주요 형태는 건조상품인데 이는 수송과 판매가 쉽고 적정 조건에서 1년 이상 저장이 가능하기 때문이다. 신선한 허브는 건조된 허브보다 향기가 좋으나 변질되기 쉽기 때문에 상업적으로 널리 이용되는데 제한이 되어왔다(Kader, 1992). 특히, basil은 好溫性 작물로 일반 엽채류와 달리 5℃에서 低溫障害를 일으키기 때문에(Lange와 Cameron, 1997), basil을 이용하는데 있어 생체 유통시 장기 저장과 저장성 향상을 위한 효과적인 저장 조건 및 포장 유형을 선정하는 것이 중요하다. 또한 허브의 신선도는 건조된 허브의 品質에 영향을 미치는 매우 중요한 요인이며, 허브류의 건조 이용시 건조 조건도 허브의 品質에 많은 영향을 준다. 허브의 이용시 品質은 감각적 특성과 정도를 근거로 판단되는 반면 소비자가 이용하는 가공 허브에 대한 정보는 부족하기 때문에 저장 중 생산물의 品質을 최고로 보존하는 가공법의 발달이 시급하다.

Selenium은 식물체에서 필수 원소는 아니지만 인간과 동물에는 매우 낮은 농도로 요구되어지는 필수 미량원소로 균형을 잃으면 selenium 독성이나 결핍증으로 인해 건강에 문제를 일으킨다(Thompson과 Scott, 1969; Mikkelsen과 Wan, 1990). Selenium의 1일 권장 섭취량은 성인 1인의 경우 약 100-200 $\mu\text{g}/\text{day}$ 로 알려져 있으며(Sakurai와 Tsuchiya, 1975; Yoshida와 Yasumoto, 1987; Frankenberger과 Benson, 1994) 대부분의 과일과 채소는 0.01 $\mu\text{g}/\text{g}$ 이

하의 selenium을 함유하고 있다(Morris와 Levander, 1970).

한편 삶의 질이 높아지면서 인간이 섭취하는 식품과 이들의 구성요소들간의 안전성과 영양적 가치에 대한 소비자들의 관심이 점차 증가하고 있다. 이러한 현상은 BHT(butylated hydroxy toluene)와 BHA(butylated hydroxy anisole)와 같은 합성 항산화제를 대신할 수 있는 천연 항산화제의 필요성을 나타낸다(Farag 등, 1989a; Cuvelier 등, 1994). 허브는 비타민 C와 비타민 E 뿐만 아니라, 추출되는 精油의 여러 성분들이 항산화 효과를 가지므로 식품 안전성의 관점에서 볼 때 합성 항산화제보다 바람직한 항산화제를 공급할 수 있다고 생각된다.

따라서, 본 연구는 기능성 원소로서의 역할을 하는 selenium을 basil의 수경재배시 양액내 처리하였을 때 basil의 저장성에 미치는 영향과 저장 중 여러 가지 品質 변화를 구명하고자 한다. 또한 selenium을 첨가한 기능성 채소로서 basil을 소비자에게 공급할 수 있는 적절한 방법을 제시하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. Basil의 수경재배시 selenium 처리가 저장중 品質에 미치는 영향
수경재배시 selenium 처리에 따른 basil의 최적 저장조건을 선정하고 저장중 品質에 미치는 영향을 알아보기 위하여 본 실험을 수행하였다.

나. Selenium 적정 처리농도 및 최적 저장조건 선정

1) 재배방법 및 selenium 처리

Sweet basil(*Ocimum basilicum* L.)을 1998년 6월 10일에 파종하여 7월 5일부터 10일간 허브 배양액 0.5배에서 순화 후 배양액 1배액에 정식하였다.

재배방식은 DFT(deep flow technique)를 사용하였으며 배양액은 Belgium의 European Vegetable R & D Center(Benoit and Ceusternans, 1994)에서 개발한 허브 배양액 1배액을 기본 양액으로 하여 수확 3주전에 selenium을 sodium selenate(Na_2SeO_4)의 형태로 각각 0, 2, 4, 6, 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리하였다.

2) 저장조건 선정

1998년 8월 17일에 basil을 수확하여 10℃에서 豫冷 후 8월 18일에 포장하였다. 저장 온도는 5℃와 10℃에서 저장하였으며, 포장재는 Park 등(1998)에 의해 40 μm ceramic film(20×25cm)을 사용하여 MA(modified atmosphere)저장하였다.

다. 재배중 selenium 처리시 basil의 저장중 品質 변화

1) 재배방법 및 selenium 처리

Sweet basil(*Ocimum basilicum* L.)을 1999년 3월 26일에 파종하여 5월 4일부터 10일간 허브 배양액 0.5배에서 순화 후 배양액 1배액에 정식하였다. 재배방식은 DFT(deep flow technique)를 사용하였으며 배양액은 Belgium의 European Vegetable R & D Center(Benoit and Ceusternans, 1994)에서 개발한 허브 배양액 1배액을 기본 양액으로 하여 수확 3주전에 selenium을 sodium selenate(Na_2SeO_4)의 형태로 각각 0, 2, 4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리하였다.

2) 저장조건

1999년 6월 10일에 basil을 수확하여 10℃에서 豫冷 후 6월 11일에 포장하였다. 저장 온도는 앞선 실험에서 가장 효과적이었던 10℃에서 저장하였다. 포장재는 40 μm ceramic film(20×25cm)과 현재 시중에서 채소류의 유통

시 주로 사용되는 PET(polyethylene terephthalate) 상자(10.5×16.5×4.5cm, 두께 0.25mm)를 사용하여 15일간 저장하였다.

라. Basil의 수경재배중 selenium 처리시 이용방법에 따른

精油 함량 및 성분 변화

1) 이용 방법에 따른 처리

가) 생체저장

1998년 8월 17일에 basil을 수확하여 10℃에서 豫冷 후 8월 18일에 포장하였다. 저장 온도는 앞선 실험과 마찬가지로 10℃에서 저장하였으며, 포장재는 40 μ m ceramic film(20×25cm)을 사용하여 MA(modified atmosphere)저장하였다.

나) 건조저장

위와 동일한 날에 수확한 basil을 40℃와 70℃의 熱風 乾燥機에서 각각 6일과 3일간 건조한 후 갈색유리병에 담아 생체저장 종료일까지 상온에서 보관하였다가 분석에 사용하였다.

다) 조사항목

재배중 selenium 처리에 의한 外的 생육 상태를 알아보기 위하여 수확일에 실시하였으며 草長, 根長, 葉長, 葉幅, 直徑 그리고 地上部和 地下部の 生體重을 조사하였다.

저장 기간 중 포장재 내 이산화탄소, 에틸렌 그리고 아세트알데히드의 함량을 gas chromatography를 사용하여 측정하였고 각 가스별 측정 조건은 Table 41과 같다(Park과 Kang, 1998).

外的 品質은 저장중 生體重 감소율과 외관品質을 조사하였다. 生體重 감소율은 저장 전 중량을 100%로 하여 저장중 감소정도를 百分率로 나타내었다. 외관品質은 1~5까지의 등급으로 분류하여 수확 당시의 아주 좋은 상태는 5점, 좋은 상태는 4점, 판매가 가능한 보통의 상태는 3점, 나쁜 상태는 2점, 폐기 처분의 상태는 1점으로 표시하였다. 內的 品質은 葉綠素 함량, 비타민 C 함량, 乾物率, 電解質 溶出量, selenium 함량(Whetter와 Ullrey, 1978), 精油 함량 및 성분을 조사하였다. 조사방법은 3장의 방법과 같이 실시하였다.

Table 41. Conditions of gas chromatography.
(Park and Kang, 1998)

Conditions	Carbon dioxide	Ethylene	Acetaldehyde
Column	Active carbon	Aluminum oxide	Poropak Q
Detector	TCD	FID	FID
Carrier gas	He	N ₂	N ₂
Flow rate	40 mL/min	30 mL/min	40 mL/min
Injection temp.	180 °C	110 °C	140 °C
Oven temp.	180 °C	110 °C	140 °C
Detector temp.	240 °C	150 °C	160 °C
Instrument	Hewlett Packard 5890 II		

3. 결과 및 고찰

가. Basil의 수경재배시 selenium 처리가 저장중 品質에 미치는 영향

수경재배 중 selenium(Na_2SeO_4) 처리가 basil의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 생육조사를 실시한 결과 selenium 처리농도가 증가함에 따른 뚜렷한 생육차이는 없었으나 草長과 根長 및 地上部와 地下部の 生體重이 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 가장 좋은 생육을 나타내었으며, 葉幅과 直莖의 경우 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 생육이 저조해짐을 알 수 있다(Table 42). Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구의 생육이 저조한 것은 작물의 재배시 고농도의 selenium 처리에 의해 나타난 selenium 독성으로 인한 해가 발생하였기 때문인 것으로 사료되며 Fang과 Shen(1992)에 의해서도 selenium 독성에 의한 생산량 감소가 보고된 바 있다. Basil의 저장수명은 외관상 低溫障害의 발생 정도에 따라 결정하였다. 초기 低溫障害의 발생은 5°C 는 6일 이후, 10°C 는 8일 이후에 나타났다. 저장 수명은 5°C 와 10°C 에서 무처리구의 경우는 모두 10일이었으며 5°C 저장시 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 은 11일, Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 은 모두 13일이었다. 10°C 의 경우 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 13일간 저장하였으며 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 은 15일동안 저장가능하였다(Table 43). Lange와 Cameron(1994)도 10°C 이상에서 약 12일 정도 저장이 가능하였으며 basil의 수분손실을 방지하고 저장성 향상을 위해서 10°C 이상의 온도에서 저장되어야 한다고 보고하였다. 따라서 5°C 보다는 10°C 에서 저장하는 것이 효과적이라고 사료된다. 또한 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구의 초기 생육이 좋지 않았던 것이 저장 수명을 단축시키는데에 영향을 미쳤던 것으로 생각되어진다.

Table 42. Effects of selenium concentration in nutrient solution on the growth of sweet basil cultivated in 1998.

Plant	Na ₂ SeO ₄ (mg · L ⁻¹)	Top length (cm)	Root length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Fresh weight (g)	
							Top	Root
	0	66.8c ^z	47.6b	10.3a	5.2b	5.2b	184.76b	86.03b
	2	74.7ab	51.4ab	9.4b	5.6ab	5.6ab	164.14b	79.83b
Basil	4	77.3a	59.2a	10.5a	6.0a	6.0a	221.96a	129.83a
	6	71.3bc	52.0ab	9.3b	5.1b	5.1bc	190.80b	86.77b
	8	75.0ab	58.4a	8.9a	4.6c	4.6c	169.02b	86.37b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 43. Effects of selenium concentration in nutrient solution on the shelf life and visual quality of sweet basil at 5, 10°C MA storage.

Plant	Storage temperature	Na ₂ SeO ₄ (mg · L ⁻¹)	Shelf life (day)	Visual quality score ^z
Basil	5°C	0	10	2.8a ^y
		2	11	2.8a
		4	13	2.9a
		6	13	3.0a
		8	13	3.0a
	10°C	0	10	2.9ab
		2	13	2.8b
		4	15	3.1a
		6	15	3.1a
		8	13	2.8b

^zVisual quality score

5: excellent, 4: good, 3: moderate, 2: poor, 1: very poor

^yMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

원에 산물의 신선한 상태를 오래 지속하기 위해서는 수확 후에도 계속되는 호흡작용을 억제하고 증산을 막는 것이 중요하다. 菜蔬類의 경우 대부분 수분함량이 90%이상 되는데 온도가 높아지고 상대습도가 낮아질수록 증산이 왕성해져 저장전과 비교하여 저장산물의 生體重이 5-10%까지 줄어들면 상품성을 상실하게 된다(Kay, 1991). 따라서, 수확한 산물의 生體重 감소는 외관상 品質 저하를 초래할 뿐만 아니라 생리적인 손상을 일으킨다. 5℃에서 저장한 basil의 生體重 감소율은 모든 처리구가 1% 내외였으며 저장 13일째 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 1.59%로 가장 컸다. 대조구인 selenium 무처리구의 경우 저장 10일째 低溫障害의 발생으로 저장을 종료하였다. 10℃ 저장에서의 生體重 감소율은 1% 이내로 5℃에서보다 적었으며 그 중 저장 15일째 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구가 0.59%로 가장 적은 生體重의 감소율을 보였다(Fig. 8). 저장 중 生體重 감소율은 저장기간, 저장온도, selenium 처리에 의해 영향을 받았다.

MA 저장시 포장재 내에 발생한 이산화탄소, 에틸렌, 그리고 아세트알데히드의 농도를 측정한 결과는 다음과 같다. 포장재 내 이산화탄소의 농도는 저장기간동안 감소하는 경향을 보였다. 온도별로는 5℃보다 10℃에서 그 농도가 더 높았으며 selenium처리에 의한 큰 차이를 보이지 않았지만 저장 종료시 5℃의 경우는 무처리구에 비해 selenium 처리구에서 약 1% 정도 그 함량이 낮았다. 10℃의 경우 Na_2SeO_4 $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 7.6%로 가장 높았다(Fig. 9). Smyth 등(1998)도 5℃에서 iceberg 상추의 MA 저장시 이산화탄소의 생산률이 시간이 지남에 따라 감소되어 저장성이 약화되었다고 보고한 바 있다. Kader(1986)에 의하면 5% 이상의 이산화탄소 농도에서 장해가 발생한다고 하였는데 그 이상의 농도에서도 가스 장해는 발생하지 않았다. 포장재 내 에틸렌의 농도는 저장 초기에 감소하다가 대체로 低溫障害가 발생하기 시작한 10일 이후에 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 저장

종료시 5℃는 0.3-0.4ppm으로 0.3ppm이내인 10℃보다 포장재 내 에틸렌 농도가 높았는데 이는 5℃에서의 低溫障害 정도가 더 먼저 나타났기 때문으로 사료된다(Fig. 10). Knee 등(1983)에 의하면 저온에서 에틸렌 생성은 억제되지만 그 작용은 효과적으로 억제되지 못하며 산물의 조직이 오히려 저온에서는 에틸렌에 민감해진다고 한다. 에틸렌은 植物的 老化를 촉진시키는 호르몬으로서 chlorophyllase의 활성화에 따른 葉綠素의 파괴와 polygalacturonase의 활성화에 따른 조직의 연화나 탈리를 일으키며 低溫障害의 피해 증상을 심화시켜 저장성을 떨어뜨린다(Lee 등, 1996). 저장 중 포장재 내 아세트알데히드의 농도는 10℃에서는 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구를 제외하고 모든 처리구가 0.02mmol 수준이었으며, 5℃의 경우 저장 종료시 무처리구가 selenium 처리구에 비해 높은 0.1mmol로 나타났다. 그리고 10℃는 5℃에 비해 포장재 내 아세트알데히드의 농도가 낮았다(Fig. 11).

원예 산물의 색은 소비자가 생산물을 선택할 때 가장 큰 영향을 주는 요인이며 특히 녹색 채소에서의 葉綠素 함량은 greenness와 관련이 있다. 따라서 葉綠素 함량은 산물의 品質 척도로 사용된다. 또한 葉綠素 함량은 아미노산 함량과 lipid peroxidation product와 더불어 老化의 측정 기준이다(Philosoph-Hadas 등, 1994). 저장 온도별로 저장 후의 葉綠素 함량을 비교해 보면 10℃보다 5℃에서 그 함량이 낮았다. Selenium처리별로 보면 5℃에서는 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 葉綠素의 함량이 $0.029\text{mg} \cdot \text{cm}^{-1}$ 로 가장 높게 유지되었으며 10℃의 경우에는 처리별 유의차를 나타내지 않았다(Fig. 11). 포장된 허브의 수분 손실이 적을 경우 葉綠素 감소는 온도에 의존적이며 특히 저온이 葉綠素 함량의 유지에 효과적이다. Sankat와 Maharaj(1996)에 의하면 shado beni 저장시 3℃와 10℃가 葉綠素 함량의 유지에 효과적이었으며 특히 3℃에서는 저장중 葉綠素가 거의 감소하지 않았다고 한다. 그러나 basil의 경우 5℃에서 低溫障害가 발생하여 그 함량이 낮았던 것으로

사료된다. 또한 이산화탄소의 증가는 브로콜리의 저장중 색과 葉綠素 보유력을 향상시킬 수 있다고 하였는데(Lebermann 등, 1968), 5℃보다 10℃에서 이산화탄소의 농도가 높아 葉綠素 함량을 높게 유지시킬 수 있었던 것이라 생각된다.

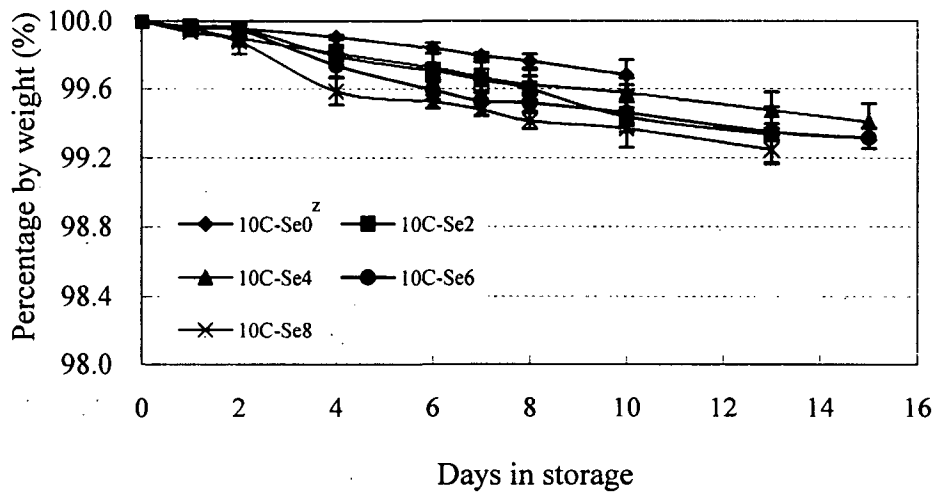
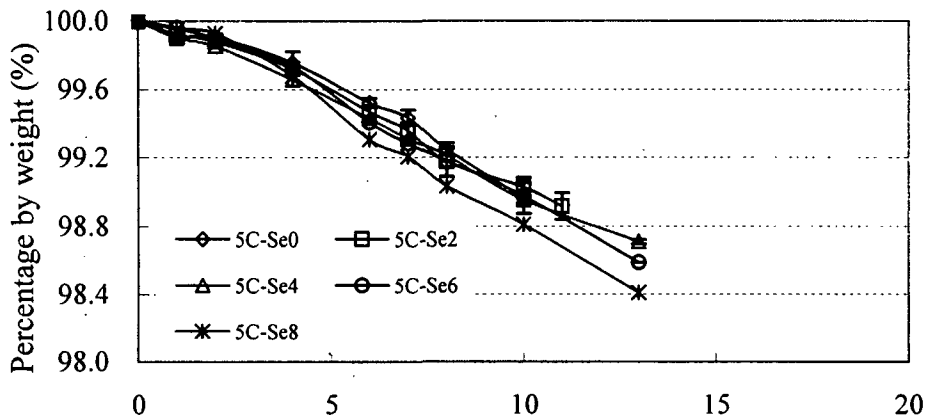


Fig. 8. Changes in fresh weight during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration in nutrient solution and storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=5).

^Z10C-Se0/2/4/6/8: Na₂SeO₄ 0/2/4/6/8mg·L⁻¹ in 10°C MA storage.

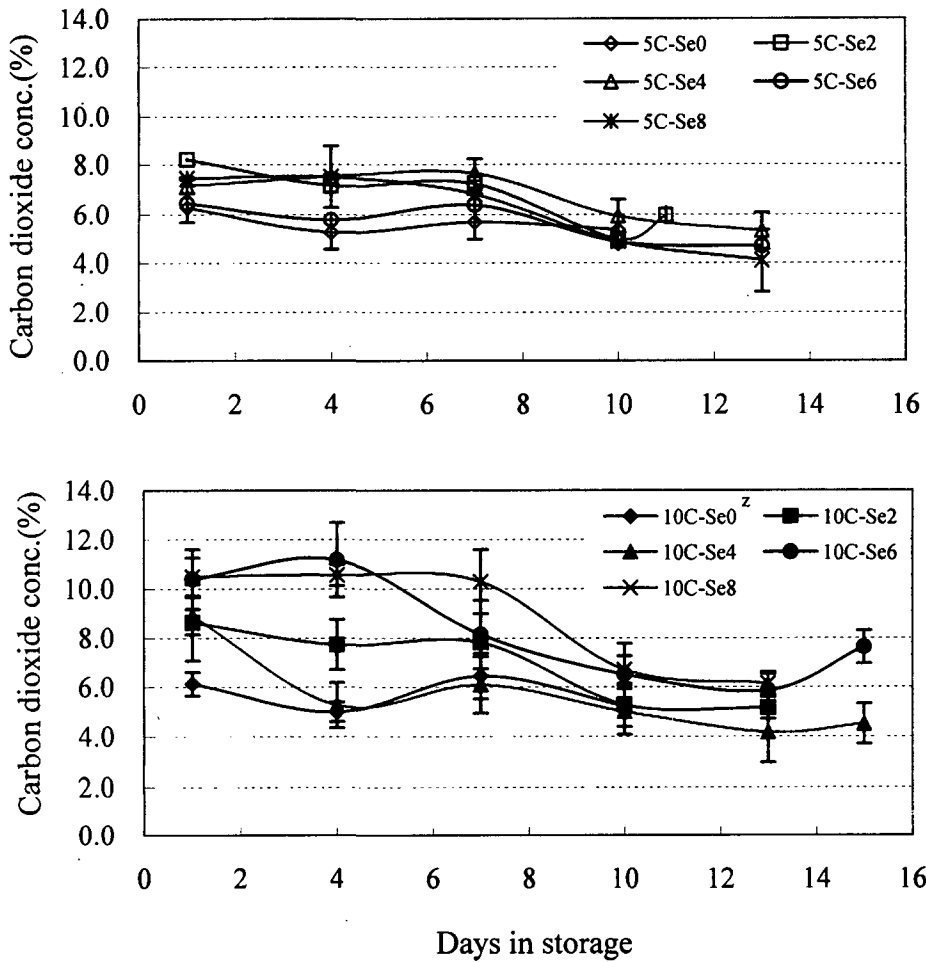


Fig. 9. Changes in carbon dioxide concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration in nutrient solution and storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=5).

^zSee Fig. 8.

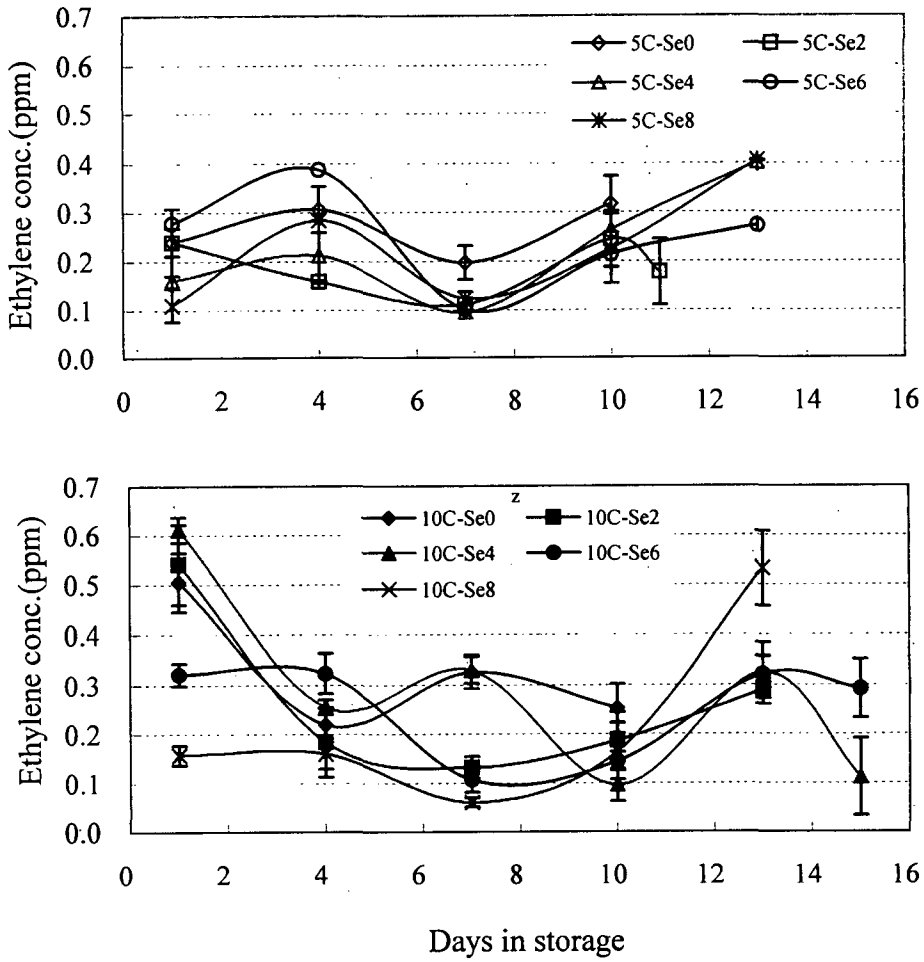


Fig. 10. Changes in ethylene concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration in nutrient solution and storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=5).

^zSee Fig. 8.

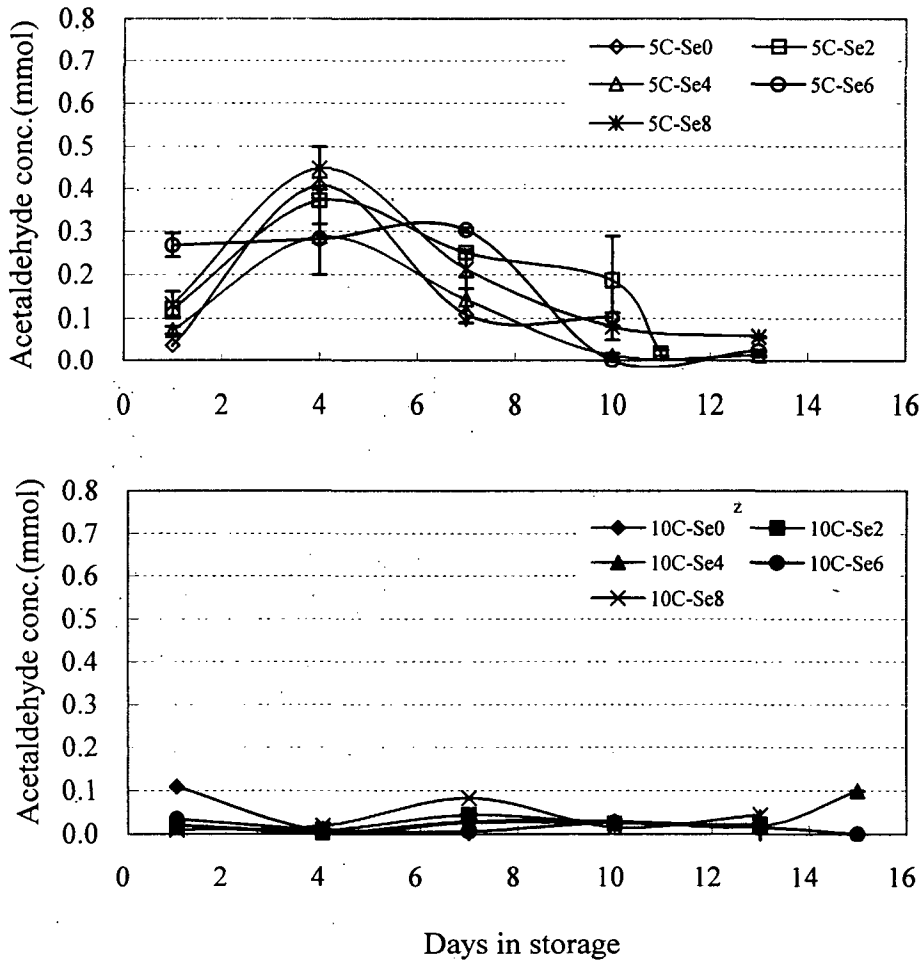


Fig. 11. Changes in acetaldehyde concentration during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration in nutrient solution and storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=5).

^zSee Fig. 8.

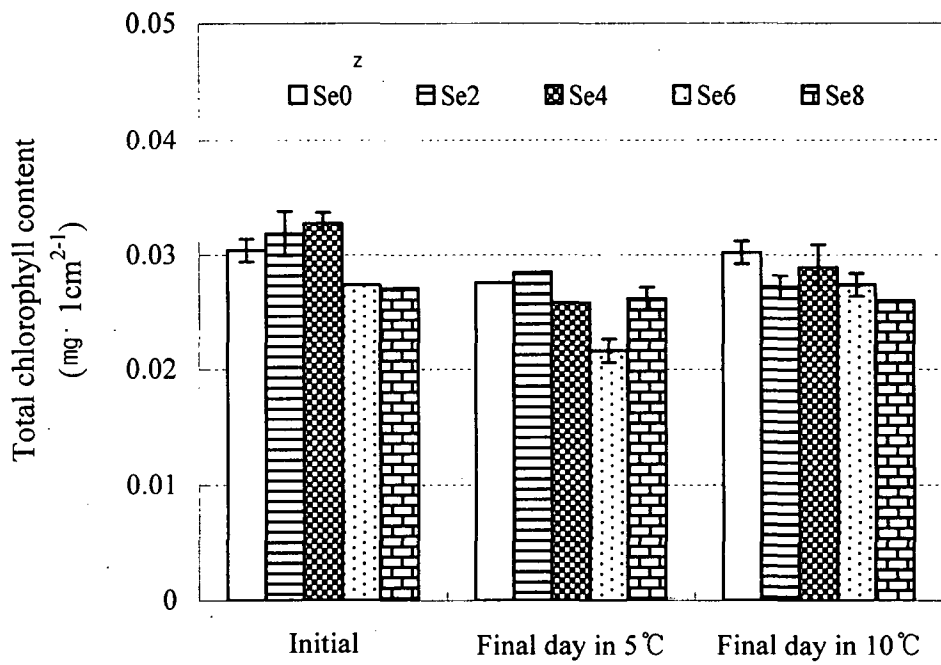


Fig. 12. Effects of selenium concentration in nutrient solution and storage temperature on the total chlorophyll content of sweet basil at final day of each storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean($n=4$).

^zSe0/2/4/6/8: Na_2SeO_4 0/2/4/6/8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

비타민 C는 원예산물의 중요한 영양분의 하나로 수확 후 저장시 品質 및 영양적 가치의 지표로 사용된다. 비타민 C의 파괴는 저장기간과 온도에 의해 크게 영향을 받는데(Marcy 등, 1984; Mozafar, 1994), 특히 저장 중 저온은 비타민 C의 파괴를 줄이고 그 결과로 나타나는 갈변을 지연시킨다(Lee와 Chen, 1998). Selenium 처리에 의한 저장 전 비타민 C 함량은 Na_2SeO_4 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 약간 감소하였으나 대체로 selenium 처리 농도가 증가함에 따라 비타민 C 함량도 증가하는 경향을 나타내었다. 저장 후 비타민 C 함량은 5°C보다 10°C 저장시 더 높게 유지되었으며 10°C의 Na_2SeO_4 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구가 11.6 $\text{mg} \cdot 100\text{g FW}^{-1}$ 으로 가장 높았다(Fig. 13).

電解質 溶出量은 저장 중 低溫障害의 지표로 사용되는데, 10°C보다 5°C 저장 후에 증가폭이 컸으며 특히 Na_2SeO_4 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구가 초기에는 16.66%였는데 저장 후 5°C와 10°C에서 각각 37.82%와 28.32%로 크게 증가하였다(Fig. 13). 이는 초기 생육이 저장수명에 미쳤던 결과와 일치한다. 따라서 低溫障害를 줄이기 위해서는 5°C보다는 10°C에서 저장하는 것이 효과적이라고 사료된다.

저장 초의 건물율은 생육이 가장 양호했던 Na_2SeO_4 4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구가 10.32%로 가장 낮았으며 저장 후의 건물율은 저장 초와 큰 차이를 보이지 않았지만 저장 온도별로 보면 10°C보다는 5°C에서 수분 손실로 인하여 건물율이 증가하였다(Fig. 14).

Selenium 함량은 selenium 처리 농도가 증가함에 따라 증가하였으며 저장 종료시의 함량도 처리 농도가 증가함에 따라 증가하였다. 무처리구에서는 selenium이 거의 함유되어 있지 않았으며 Na_2SeO_4 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 과 Na_2SeO_4 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 5°C에서 각각 251 $\mu\text{g} \cdot \text{DM}^{-1}$ 과 314.5 $\mu\text{g} \cdot \text{DM}^{-1}$ 로 10°C보다 높게 유지되었으며, Na_2SeO_4 2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 Na_2SeO_4 4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 10°C에서 47 $\mu\text{g} \cdot \text{DM}^{-1}$ 과 68.7 $\mu\text{g} \cdot \text{DM}^{-1}$ 로 5°C보다 높게 유지되었다(Fig. 15). Barak와

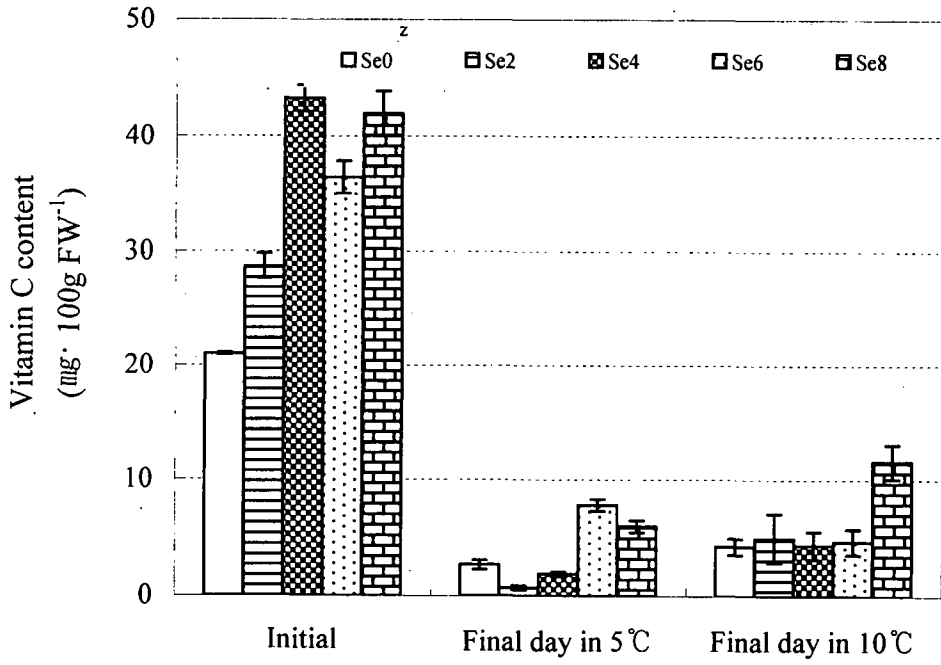


Fig. 13. Effects of selenium concentration in nutrient solution and storage temperature on the vitamin C content of sweet basil at final day of each storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 12.

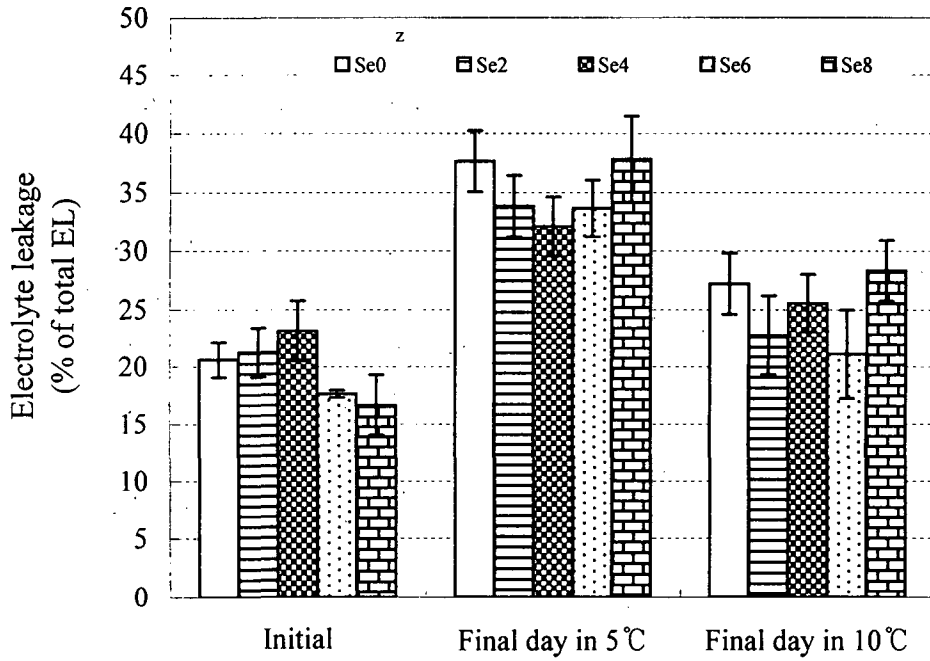


Fig. 14. Effects of selenium concentration in nutrient solution and storage temperature on the electrolyte leakage of sweet basil at final day of each storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 12.

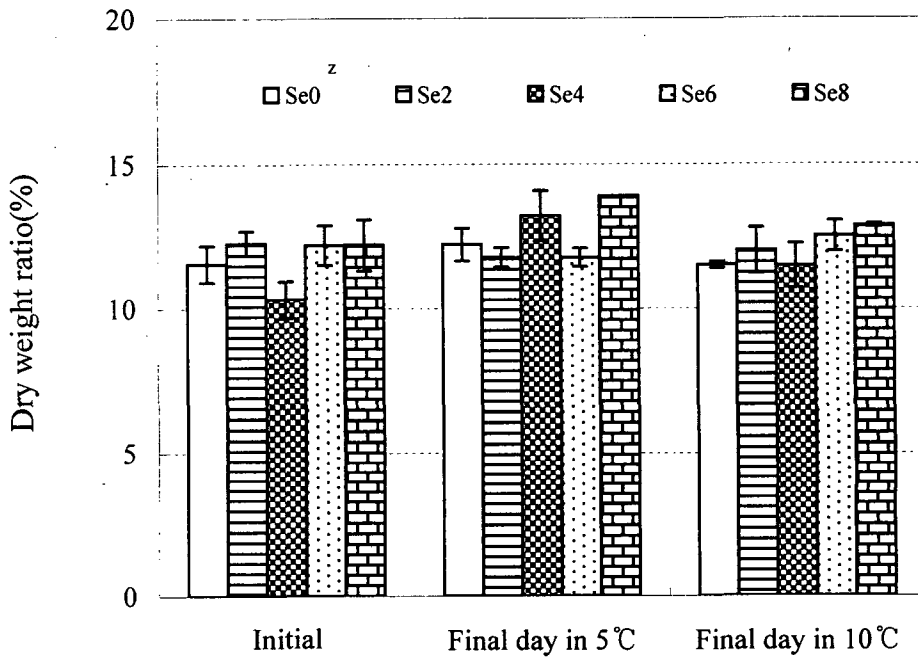


Fig. 15. Effects of selenium concentration in nutrient solution and storage temperature on the dry weight ratio of sweet basil at final day of each storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig.12.

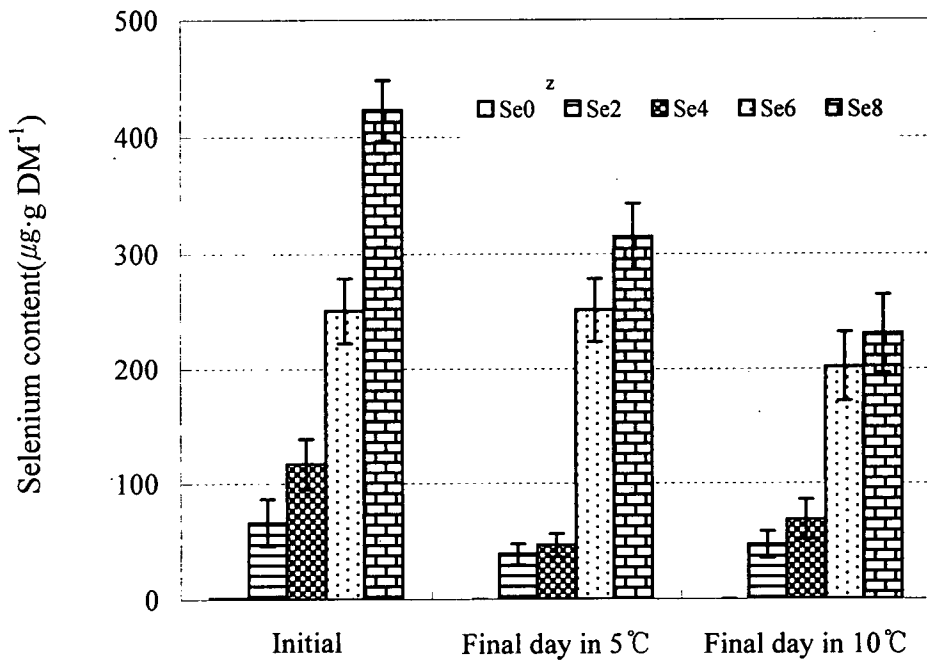


Fig. 16. Effects of selenium concentration in nutrient solution and storage temperature on the selenium content of sweet basil at final day of each storage temperature.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 12.

나. 재배중 selenium 처리시 basil의 저장중 品質 변화

앞선 실험에서 고농도의 selenium 처리시 생육이 오히려 저조하였으며, 저장 品質 유지에도 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하의 처리구가 효과적이었기 때문에 본 실험에서는 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구만 두었다. 수경재배 중 selenium(Na_2SeO_4) 처리에 의한 생육 상태는 수확시 草長은 무처리구가 selenium 처리구보다 컸지만 葉長과 葉幅 그리고 地上部와 地下部の 生體重은 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구의 경우에 좋은 생육을 보였다(Table 44).

Table 44. Effects of selenium concentration in nutrient solution on the growth of sweet basil cultivated in 1999.

Plant	Na_2SeO_4 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Fresh weight (g)	
						Top	Root
	0	73.3a ²	9.7b	5.0b	7.9a	147.4a	48.8b
Basil	2	59.5b	11.6 a	7.7a	8.0a	153.5a b	63.4a
	4	56.0c	9.3b	5.5b	7.2b	170.7b	58.0a

²Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

재배 중 selenium 처리에 따른 저장 중 生體重 감소율은 40 μ m ceramic film과 PET 상자에서 모두 selenium 처리구보다 무처리구에서 컸지만 통계적 유의차는 없었다. 그러나 PET 상자는 40 μ m ceramic film보다 약 6% 정도의 큰 生體重 감소율을 보였다. 40 μ m ceramic film의 경우에는 生體重 감소율이 저장기간 중 1% 이내로 적어 문제가 없었지만 PET의 경우 저장 11일 이후부터는 5% 이상의 감소를 보여 상품성의 저하를 나타내었다(Fig. 17). 따라서 PET 포장재의 경우 유통시 충격으로부터 산물을 보호할 수 있고 수송과 판매에 편의성을 줄 수는 있지만 生體重 감소율이 커서 장기 저장시에는 비효과적이라 생각된다.

외관상 점수는 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구에서 가장 높게 나타났으며, 저장 13일째 PET 포장재의 무처리구에서는 심한 곰팡이와 수침상으로 나타나는 低溫障害 현상이 많이 진행되었다. 저장중 수분 손실이 5% 이상이면 低溫障害와 연관된 조직붕괴가 촉진된다고 한다(Lee 등, 1996).

저장중 포장재 내의 이산화탄소, 에틸렌, 아세트알데히드의 농도를 조사하였는데, PET 포장재의 경우 필름 내부의 가스 농도는 매우 낮았다. 40 μ m ceramic film내의 이산화탄소 농도는 저장 초기에는 처리간 차이가 없었으나 저장 전기간 동안 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구에서 이산화탄소의 농도가 4.7%로 가장 낮았다(Fig. 18). 低溫障害를 입은 植物에서는 호흡량이 증가(Cheng과 Shewfelt, 1988)한다고 하는데, 40 μ m ceramic film의 무처리구에서 저장 최종일에 이산화탄소가 7.8%로 가장 높아 低溫障害가 발생하였음을 알 수 있다. 따라서 selenium처리에 의해 低溫障害가 어느 정도 감소될 수도 있다고 사료된다. 포장재 내 에틸렌 농도는 저장 초기에는 감소하다가 40 μ m ceramic film의 경우 대조구에서는 저장 5일째 크게 증가하였다(Fig. 19). 이러한 에틸렌 함량의 증가는 低溫障害를 입었다는 것을 나타내며, 이러한 低溫障害로 인한 에틸렌 발생량 증가는 Wang과 Adams(1980)에 의해서

도 밝혀진 바 있다. 포장재 내의 아세트알데히드의 농도는 저장기간중 큰 변화가 없었지만 저장 최종일에 40 μ m ceramic film의 무처리구에서 selenium 처리구의 약 3배나 높은 0.21mmol까지 증가하였다(Fig. 20). 포장재내 이산화탄소 농도가 증가하면 호흡을 억제하여 산소 소비가 줄어들어 무산소 호흡이 발생(Kader, 1980)하여 발효 산물인 에탄올(Cameron 등, 1995)과 아세트알데히드가 축적되어 이취가 발생한다고 하는데(Kader, 1980; Pesis와 Ben-Arie, 1984), 무처리구의 경우 이산화탄소 농도가 증가하여 무산소 호흡으로 인해 아세트알데히드가 축적된 결과이다.

저장 초의 葉綠素 함량은 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구에서 0.052mg · cm⁻¹로 가장 높았으며, 대조구와 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구는 처리간 유의차가 없었다. 40 μ m ceramic film에서는 저장 최종일에 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구에서 葉綠素 함량이 가장 높게 유지된 반면, PET의 경우에는 무처리구에서 그 함량이 높았다. 그리고 40 μ m ceramic film이 PET 포장재보다 葉綠素 함량이 높게 유지되었는데(Fig. 21), 과도한 수분손실이 葉綠素의 함량을 크게 감소시키고 잎의 老化를 촉진시킨다는 Sankat와 Maharaj(1996)의 보고와 일치하였다. 또한 Barth 등(1992)도 브로콜리 유통시 분무를 통한 습도 유지가 葉綠素 함량을 유지하는데 효과적이라고 하였다.

저장 중 basil의 비타민 C 함량 변화를 보면 초기에는 무처리구, Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구와 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구가 각각 38.5, 37.6, 34.5mg · 100g FW⁻¹으로 그 함량이 점차 감소하여 selenium 처리에 의한 비타민 C 함량의 증가는 나타나지 않았지만, 40 μ m ceramic film의 경우, 저장 5일째 무처리구의 비타민 C 함량은 6.7mg · 100g FW⁻¹로 매우 급격한 감소를 나타내었다. 40 μ m ceramic film과 PET 포장재 모두 selenium 처리구에서 저장 중 비타민 C 함량의 감소폭이 적었다. 또한 두 포장재 모두 저장 최종일의 비타민 C 함량은 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구에서 가장 높게 유지되었다. 저장 종료시

Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구를 제외하고 $40\mu\text{m}$ ceramic film이 PET 포장재보다 비타민 C 함량의 유지에 효과적이었다(Fig. 22). 작물 조직 내 비타민 C 감소율의 증가는 수확 후 저장 온도와 낮은 습도에 의해 영향을 받는다(Ezell과 Wilcox, 1959). MA저장에 의한 비타민 함량의 유지 효과는 브로콜리의 MA저장시에도 나타났다. 이는 항산화계 비타민뿐만 아니라 다른 品質 유지에 가장 효과적이었는데 이산화탄소의 증가와 산소의 감소에 따른 수분이 조직내 비타민 함량을 유지하는데에 영향을 주기 때문이다(Barth와 Zhuang, 1996). Kang(1999)에 의하면 5°C 와 10°C 저장의 경우 비타민 C 함량을 감소시키는 원인이 低溫障害인 것으로 보이며 따라서 비타민 C의 함량 감소도 低溫障害의 지표로 이용될 수 있다고 하였다.

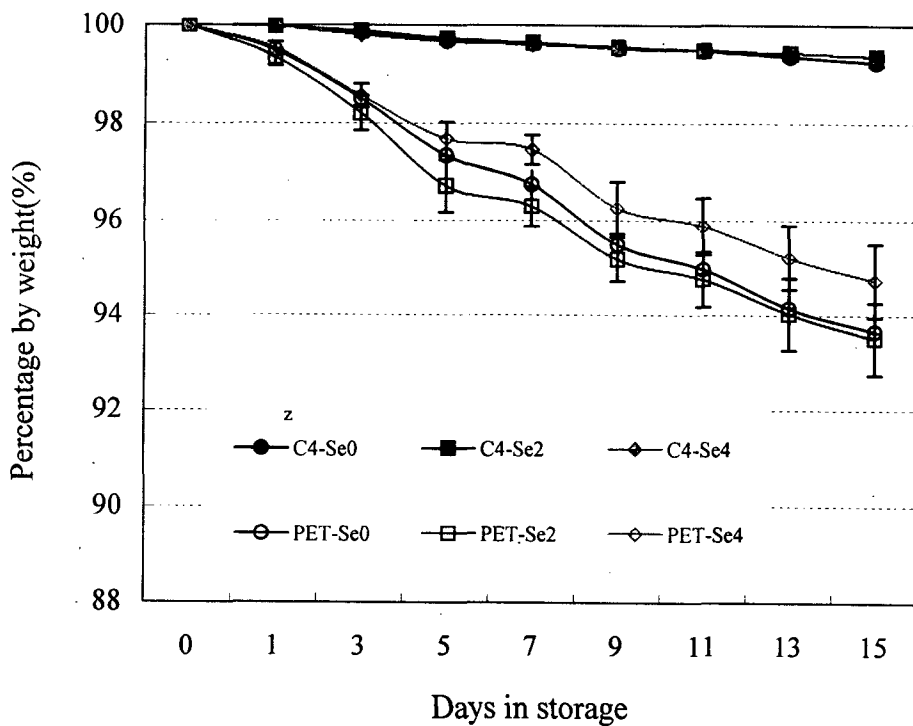


Fig. 17. Changes in fresh weight during storage of sweet basil as influenced by selenium concentration in nutrient solution and packing materials.

Vertical bars represent SD from the mean(n=5).

^zC4: Ceramic 40 μ mfilm

PET: Polyethylene telephalate 0.25mm film box

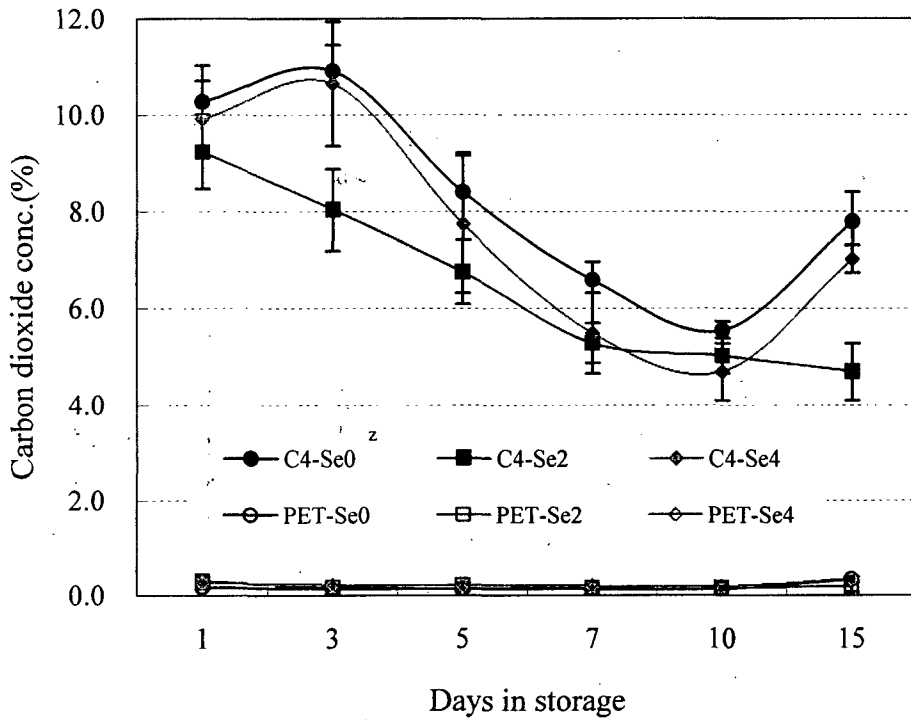


Fig. 18. Changes in carbon dioxide concentration during storage of sweet basil as influenced selenium concentration in nutrient solution and packing materials.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

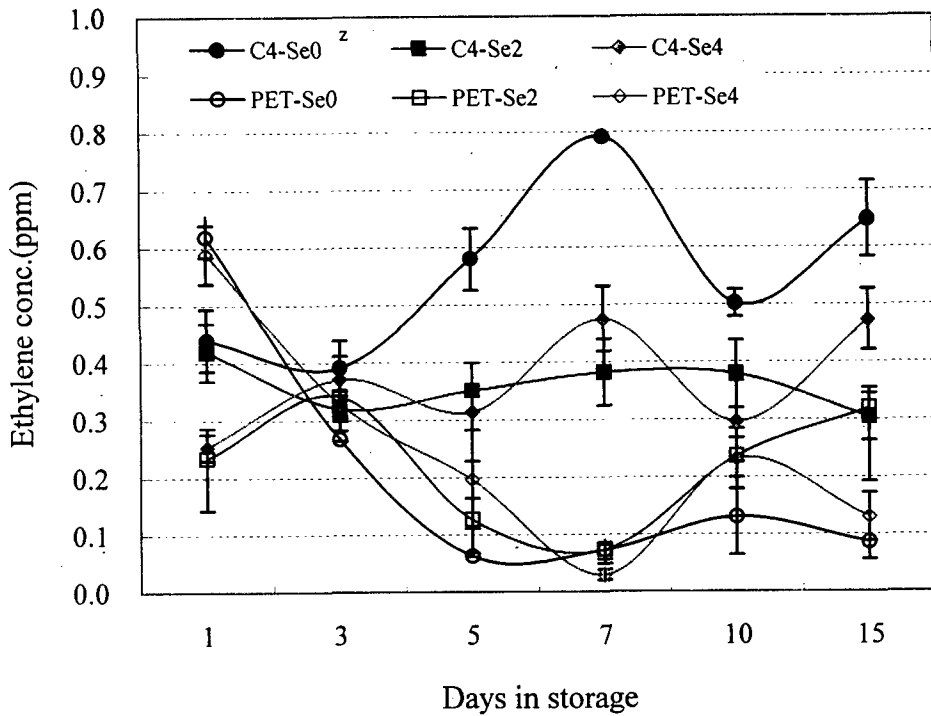


Fig. 19. Changes in ethylene concentration during storage of sweet basil as influenced selenium concentration in nutrient solution and packing materials.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

²See Fig. 17.

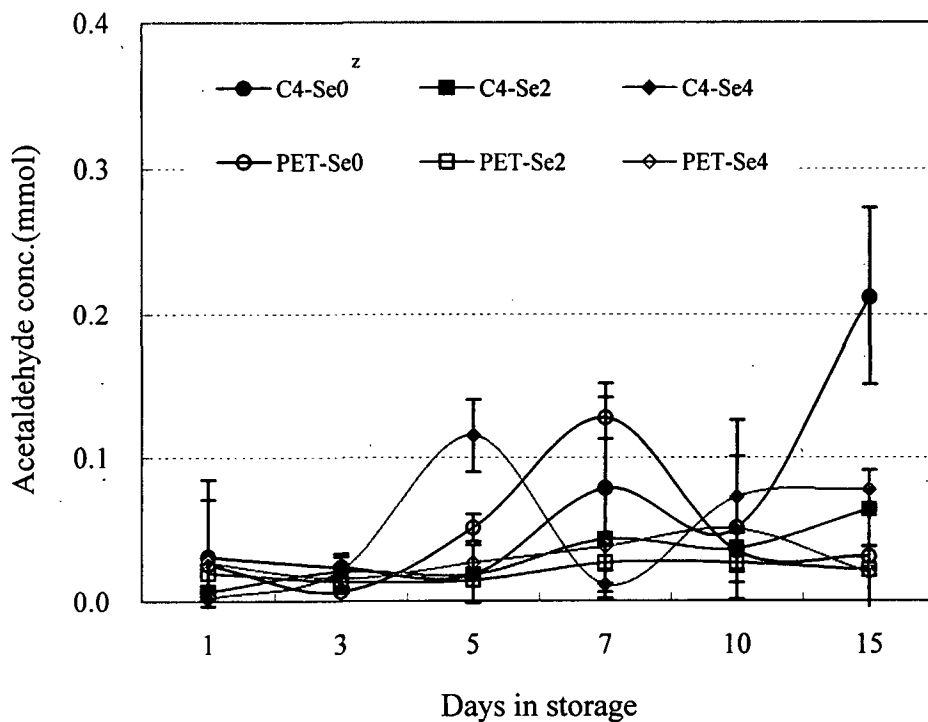


Fig. 20. Changes in acetaldehyde concentration during storage of sweet basil as influenced selenium concentration in nutrient solution and packing materials.

Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

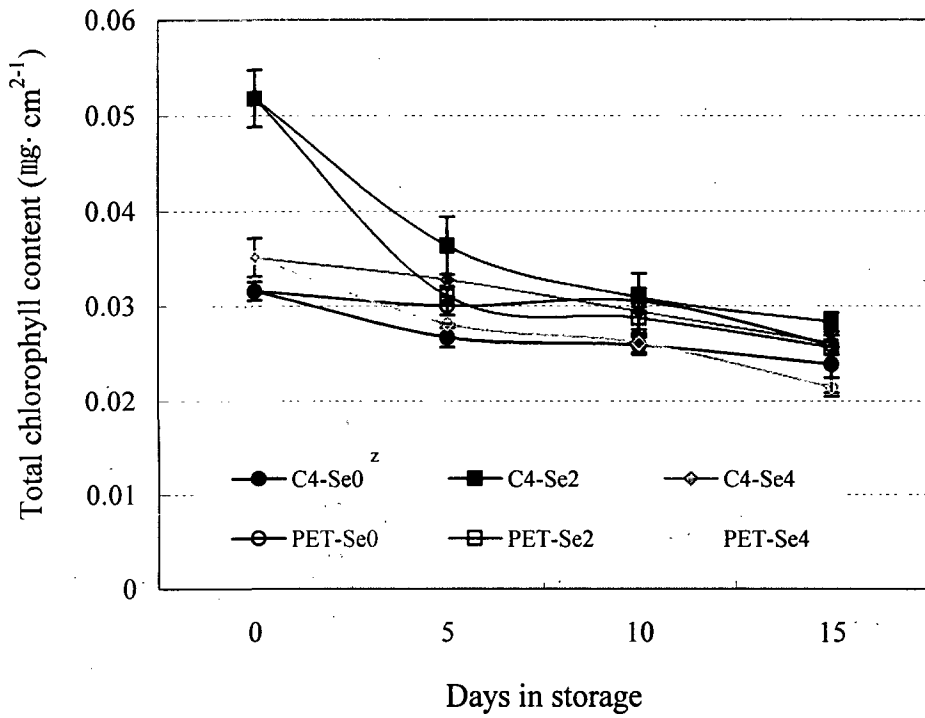


Fig. 21. Changes in total chlorophyll content during storage of sweet basil
Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

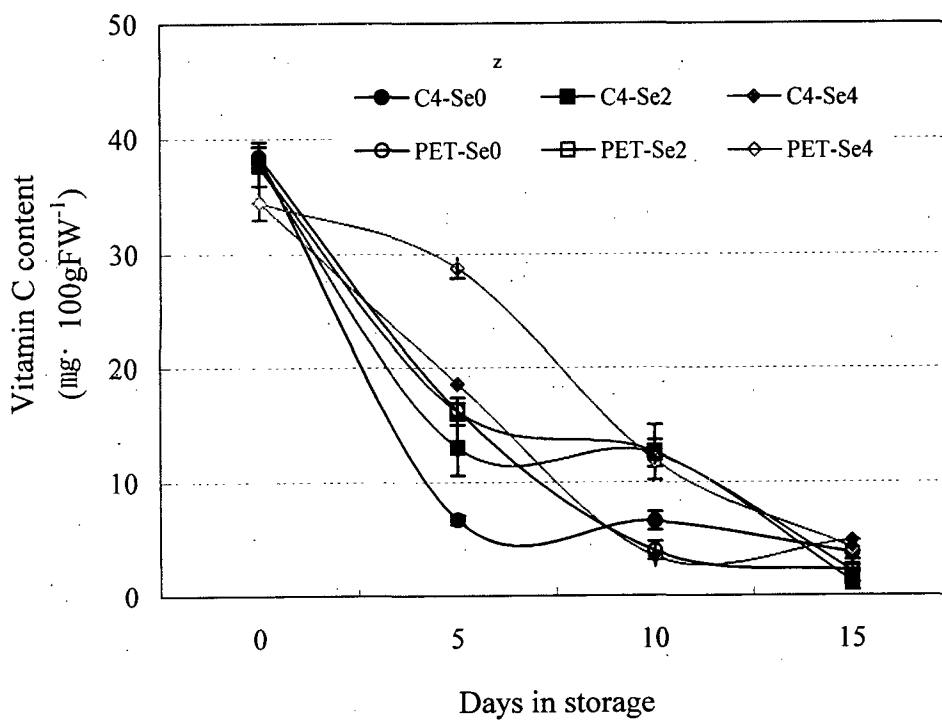


Fig. 22. Changes in vitamin C content during storage of sweet basil. Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

저장전 電解質 溶出量은 무처리구와 selenium처리구 간에 거의 차이가 없었으나 저장 10일째 PET 포장재의 경우 무처리구에서 55%까지 selenium 처리구에 비해 현저히 증가하였다. 저장 최종일에 40 μ m ceramic film의 경우에는 무처리구는 36%, Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구와 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구는 각각 34%, 29%로 대조구가 selenium처리구보다 電解質 溶出量이 약간 높았지만 유의성은 없었다(Fig. 23).

저장 중 건물율은 크게 변화하지 않았으며 저장 최종일에는 모든 처리구의 건물율이 차이를 보이지 않았다(Fig. 24).

Basil의 selenium 함량은 처리 농도에 비례하여 증가하였으며 저장중 selenium 함량의 변화는 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구의 감소율이 50%이내로 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구보다 감소율이 적었으며 포장재에 따른 차이는 없었다(Fig. 25).

허브류에서의 향기 성분의 함량과 종류는 중요한 品質 특성 중의 하나로 저장 초의 精油 함량은 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구에서 0.28%로 가장 많았지만 처리간 유의성은 크지 않았다. 저장 중 精油 함량의 감소율은 무처리구가 selenium 처리구에 비해서 컷으며 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구에서 감소율이 30% 이내로 그 함량이 높게 유지되었다. 특히 40 μ m ceramic film 포장재의 경우 무처리구에서는 그 함량이 약 74%이상 감소되었으며, Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구의 경우 두 포장재 모두 약 50%정도 감소하였다. 포장재에 따른 차이는 없었다(Fig. 26). Basil의 주요 精油 성분으로는 eugenol, linalool, 1,8-cineole, camphor, β -fenchyl alcohol, estragole 등으로 나타났다. 저장 초기의 eugenol은 Na₂SeO₄ 2mg · L⁻¹처리구에서 46.323%로 가장 높았으며, 무처리구에서 40.497%로 가장 낮았다. 저장 후에는 포장재에 따라 selenium 처리구는 PET에서 그 함량이 높게 유지되었으며, 무처리구는 40 μ m ceramic film 포장재에서 더 높았다. 감소율은 Na₂SeO₄ 4mg · L⁻¹처리구에서

가장 적었는데, 이는 selenium처리에 의해 항산화적 특성이 있는 eugenol 함량에 영향을 미친 것으로 사료된다. Linalool과 estragole, 그리고 1,8-cineole의 경우에는 selenium 처리에 따라 그 함량이 감소하였다. 저장 후의 linalool의 경우 저장 전과 비교하여 거의 감소하지 않았으며, 1,8-cineole은 무처리구에 비해 selenium 처리구에서 높게 유지되었다. 精油 함량의 변화에 포장재의 효과는 크게 작용하지 않았다(Table 45).

Table 45. Effects of selenium concentration in nutrient solution and packing materials on the essential oil composition of sweet basil during storage.

Packing materials	Na ₂ SeO ₄ (mg · L ⁻¹)	Essential oil composition (% total essential oil)						
		1,8-Cineole	Linalool	Camphor	β-Fenchyl alcohol	Estragole	Eugenol	
Before storage	0	4.306a ^z	40.120a	1.203a	0.870b	0.733a	40.497c	
	2	3.323b	39.380a	1.196a	1.006a	0.516b	46.323a	
	4	2.150c	37.337a	1.083a	0.940ab	0.406c	45.207ab	
After storage	Ceramic 40 μ m film	0	0.090g	39.970a	0.833b	0.380c	0.596a	34.767d
		2	1.776e	31.673b	0.746b	0.173de	0.386c	33.180d
		4	1.360f	33.767b	0.706b	0.240d	0.116d	44.420ab
	PET	0	0.110g	32.307b	1.110a	0.136e	0.403c	27.010e
		2	1.906de	37.303a	0.790b	0.216de	0.406c	39.640c
		4	2.006cd	33.363b	0.693b	0.193de	0.360c	42.447bc

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

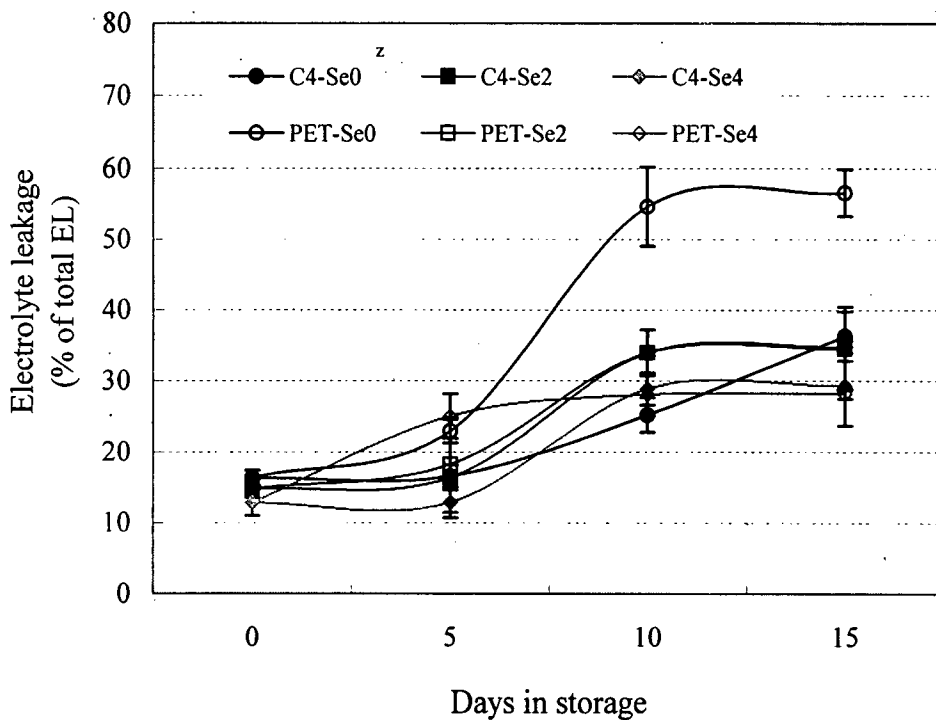


Fig. 23. Changes in electrolyte leakage during storage of sweet basil.
Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

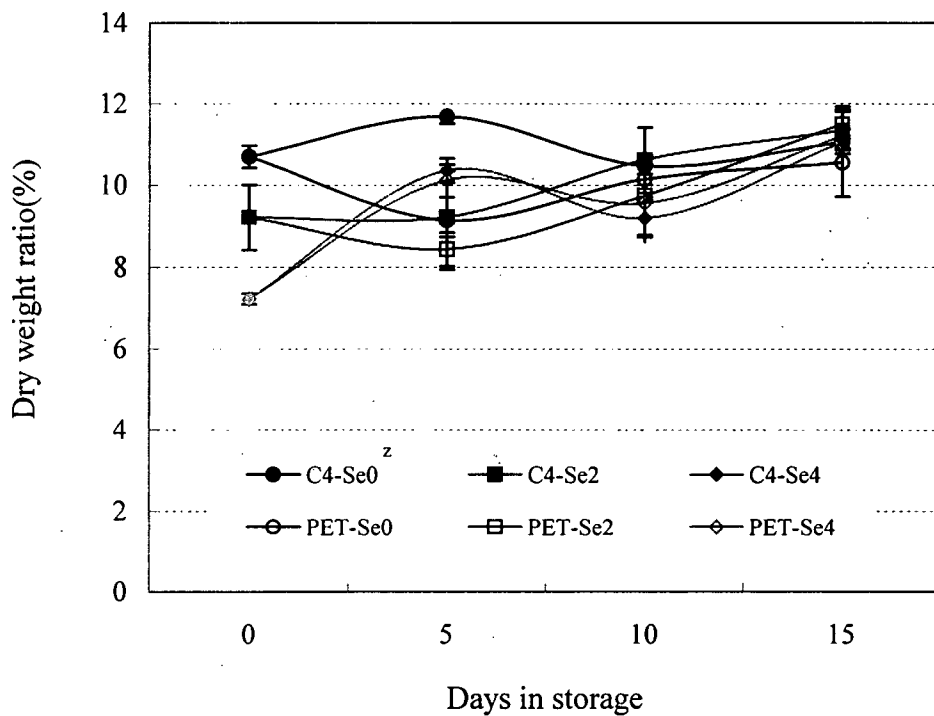


Fig. 24. Changes in dry weight ratio during storage of sweet basil.
Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

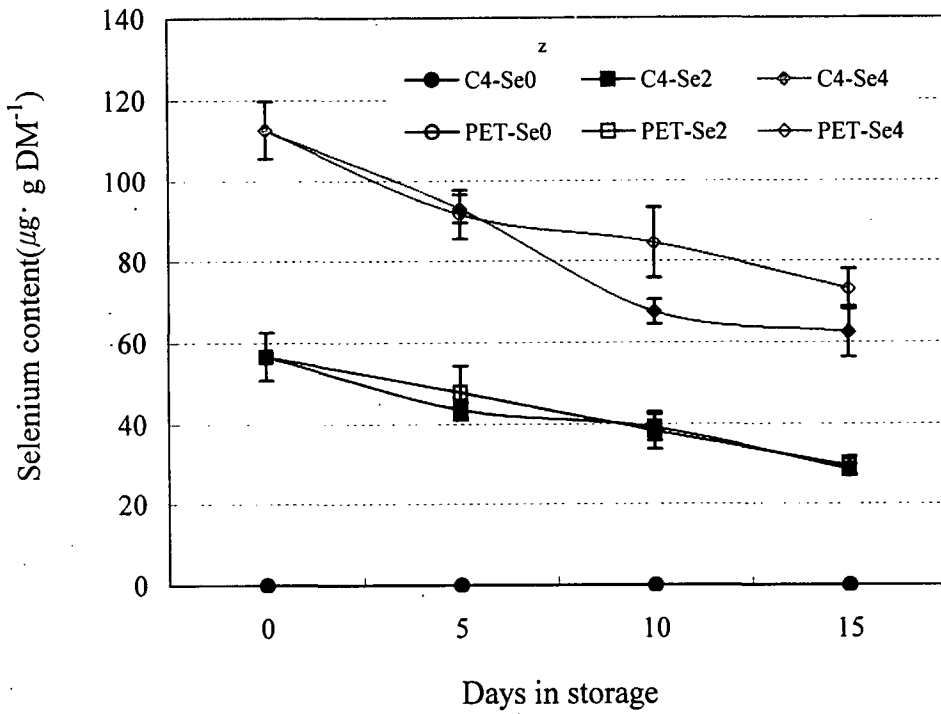


Fig. 25. Changes in selenium content during storage of sweet basil.
Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

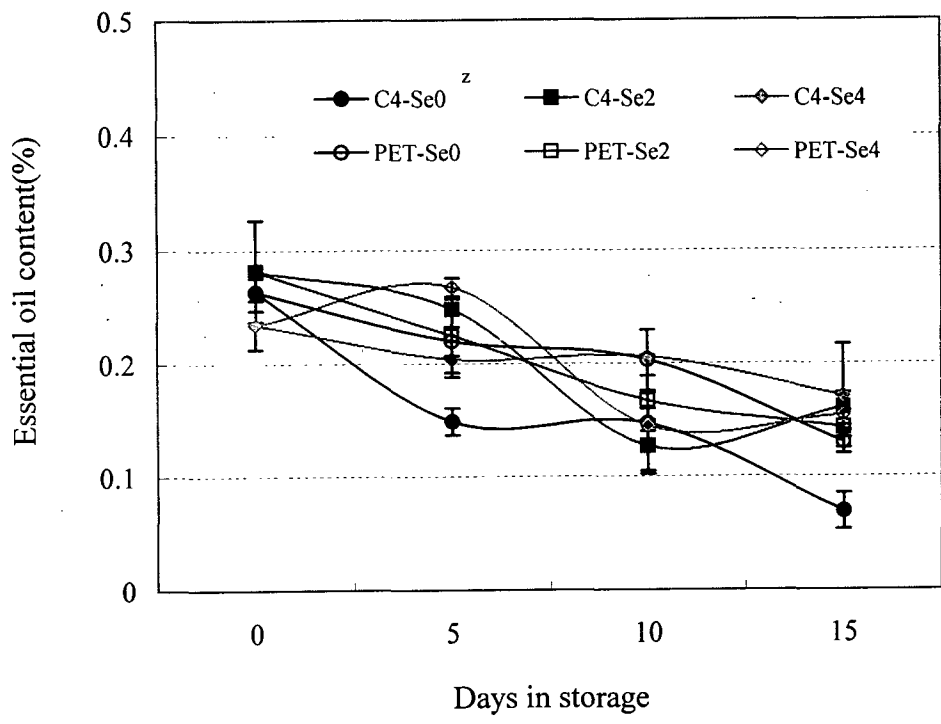


Fig. 26. Changes in essential oil content during storage of sweet basil. Vertical bars represent SD from the mean(n=4).

^zSee Fig. 17.

다. Basil의 수경재배중 selenium 처리시 이용방법에 따른

精油 함량 및 성분 변화

Basil을 10℃에서 생체저장과 40℃와 70℃에서 건조저장시 精油 함량과 성분의 변화를 보면 다음과 같다. 저장 전 精油 함량은 selenium 처리농도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나 Na_2SeO_4 4, 6, $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 精油 함량의 처리간 유의차는 나타나지 않았다. 저장 종료시 精油 함량의 감소율은 10℃에서의 생체저장이 건조저장보다 적었으며, 건조저장의 경우 40℃가 70℃보다 精油 함량 유지에 효과적이었다. 植物體의 향기 성분은 건조 온도가 증가함에 따라 손실이 더 크다고 알려져 있다. Selenium 처리 별로는 10℃ 생체저장시 무처리구의 精油 함량이 0.17%에서 0.054%로 크게 감소한 반면 고농도인 Na_2SeO_4 $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 과 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 精油 함량의 감소가 적어 고농도의 selenium 처리가 저장중 精油 함량 유지에 효과적이라고 사료된다. 건조 저장시 40℃의 경우는 무처리구가 10℃ 생체저장보다 오히려 精油 함량의 감소가 적었지만 selenium 처리구에서는 0.1% 이상 감소하였다. 70℃ 건조저장시는 무처리구와 Na_2SeO_4 2, $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 저장 초기보다 50%이상 精油 함량이 감소하였으며 Na_2SeO_4 6, $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구도 10℃ 생체저장이나 40℃ 건조저장의 경우보다 감소폭이 컸다(Table 46). Basil의 주요 精油 성분은 linalool, eugenol, estragole 등으로 나타났다. 저장 초기의 eugenol 함량은 selenium 처리 농도가 증가함에 따라 높아지는 경향을 나타냈으며 Na_2SeO_4 $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구가 약 410,000ppm으로 가장 높았다. 저장 후의 함량은 저장 방법에 따라서는 생체저장이 건조저장보다 eugenol 함량이 높았다. 10℃ 생체저장시는 Na_2SeO_4 2, $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 감소율이 적었으며 40℃ 건조저장시 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 그 함량이 가장 높게 유지되었다. 그리고 70℃ 건조저장 후에는 모든 처리구에서 10,000ppm 이하로 감소하였으며 처리간 차이가 없었다(Fig. 27). Linalool

의 함량은 selenium 처리 농도가 고농도로 갈수록 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구까지는 94,000ppm까지 증가하였으나 Na_2SeO_4 $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 과 Na_2SeO_4 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 감소하였다. 10°C 생체저장과 40°C 의 건조저장 이후에는 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서 감소율이 적었으며 70°C 건조저장시에는 eugenol 처럼 처리간 차이를 나타내지 않고 모든 처리구에서 2,500ppm 이하로 크게 감소하였다 (Fig. 28). Estragole의 함량은 selenium 처리농도가 증가할수록 감소하였으며 무처리구에서 25,000ppm으로 가장 높았다. 10°C 생체저장후에 Na_2SeO_4 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구에서는 거의 감소하지 않았으며 Na_2SeO_4 4, $6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 처리구는 약 65%까지 감소하였다. 70°C 건조저장 후에는 다른 精油 성분들과 마찬가지로 모든 처리구에서 크게 감소하였다 (Fig. 29). 따라서 basil의 이용시 精油 함량 및 성분 유지하는 측면에서 건조저장보다는 생체저장이 바람직하며 selenium 처리 농도는 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하의 농도가 효과적이라고 사료된다.

Table 46. Effects of storage methods and selenium concentration in nutrient solution on the essential oil content of sweet basil.

Storage methods	Storage temperature	Na ₂ SeO ₄ (mg · L ⁻¹)	Essential oil content (%)	Dry weight ratio(%)
Before storage		0	0.170f ²	11.55b-e
		2	0.376bcd	11.68bcd
		4	0.524a	10.32h
		6	0.429a	12.19abc
		8	0.525a	12.20abc
Fresh MA storage	10°C	0	0.054g	11.51cde
		2	0.334d	12.01abc
		4	0.342cd	11.47cde
		6	0.489a	12.51ab
		8	0.513a	12.87a
Drying storage	40°C	0	0.148f	10.41gh
		2	0.266e	10.69e-h
		4	0.358bcd	10.45fgh
		6	0.386bcd	10.89d-h
		8	0.407b	11.28c-g
	70°C	0	0.073g	11.78bcd
		2	0.164f	11.34c-f
		4	0.264e	11.68bcd
		6	0.329d	11.81bcd
		8	0.359bc	11.78bcd

²Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

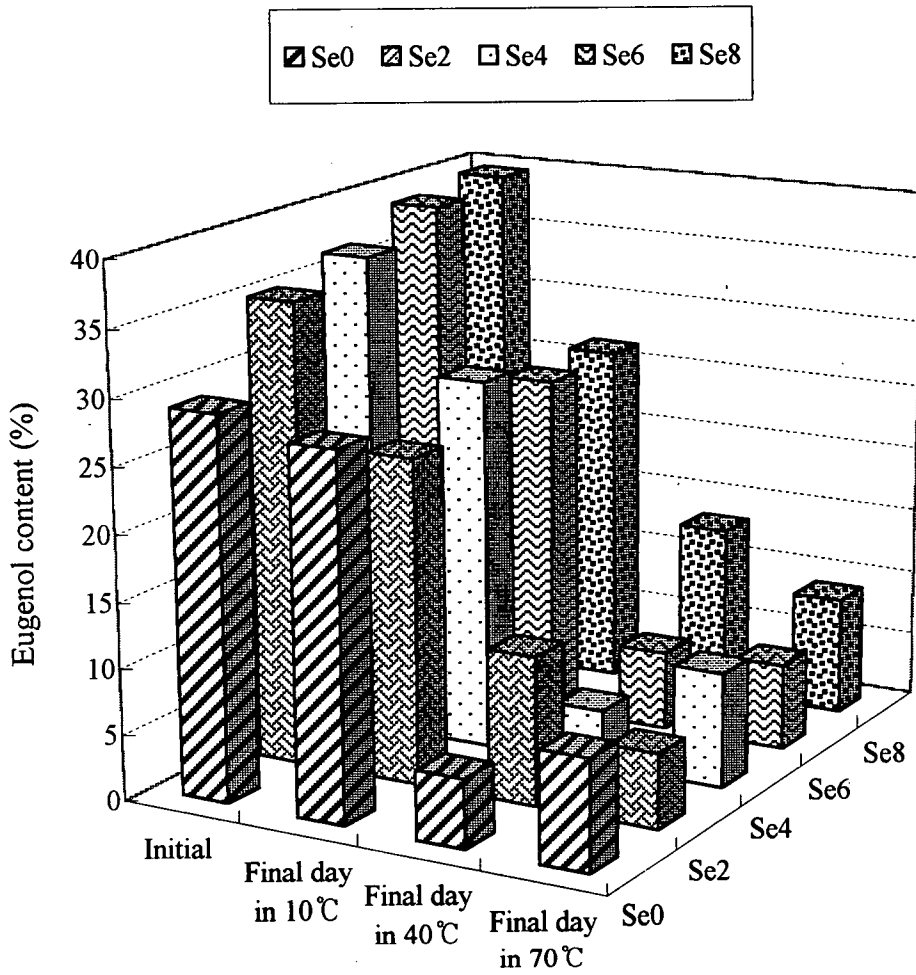


Fig. 27. Effects of storage methods and selenium supplement in nutrient solution on the eugenol content of sweet basil.

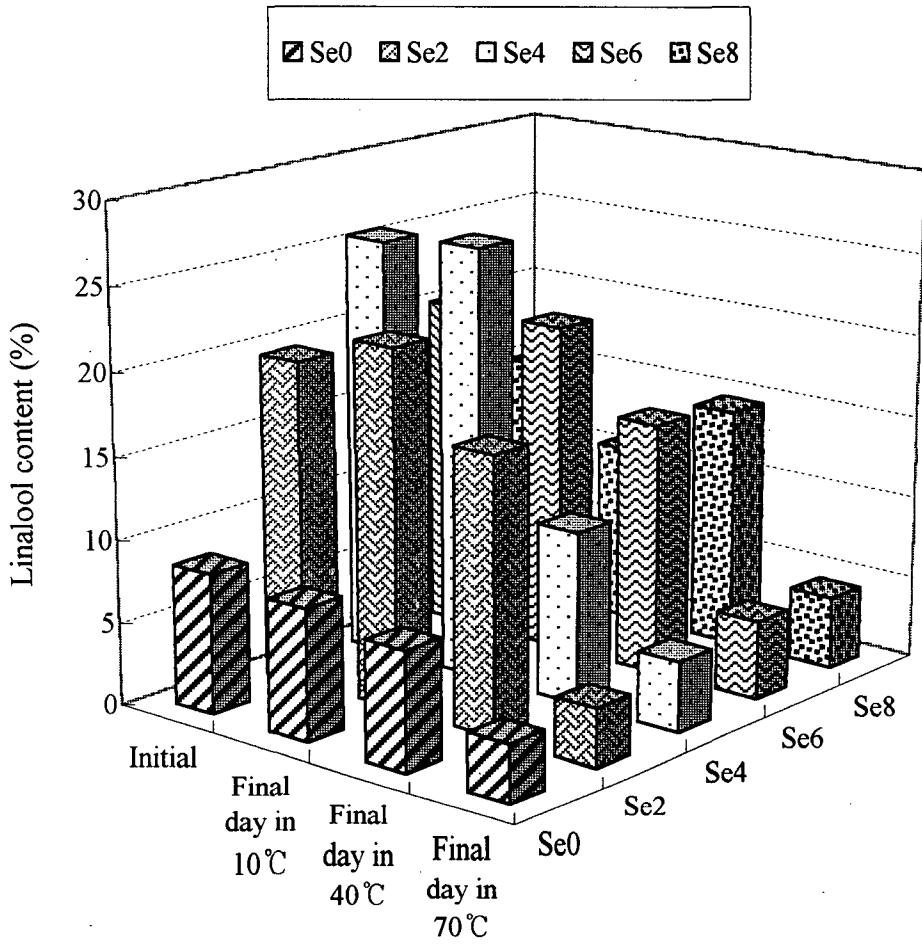


Fig. 28. Effects of storage methods and selenium supplement in nutrient solution on the linalool content of sweet basil.

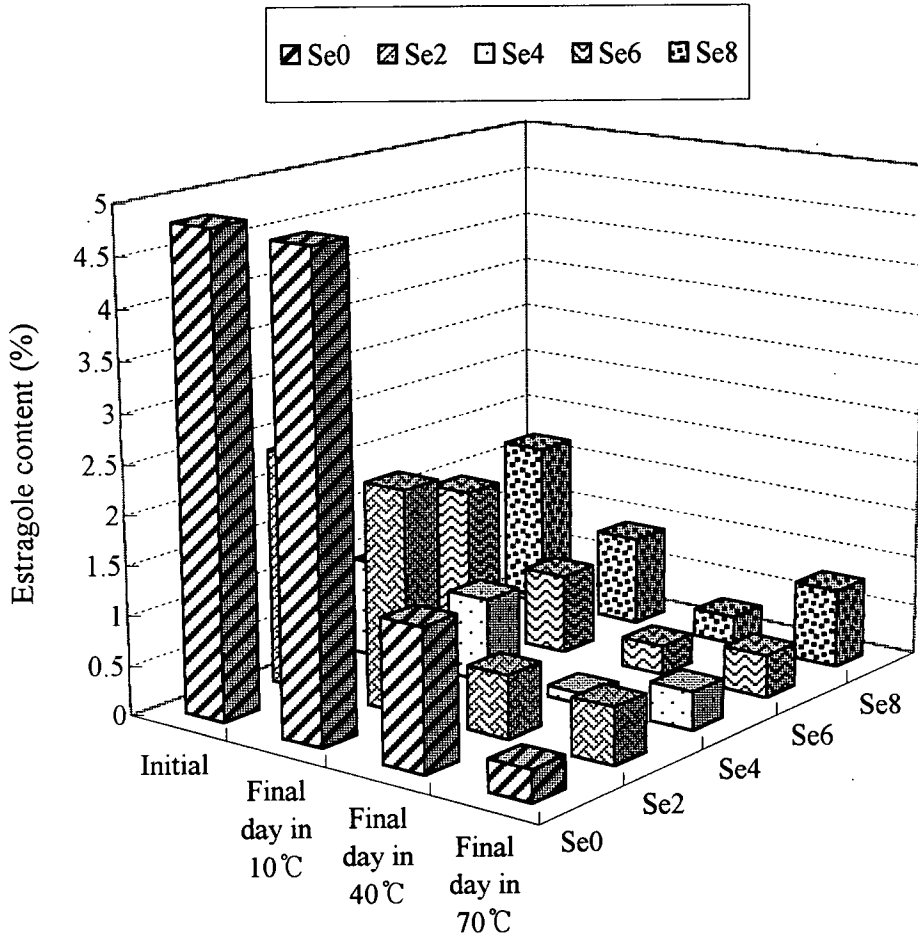


Fig. 29. Effects of storage methods and selenium supplement in nutrient solution on the estragole content of sweet basil.

4. 적 요

본 실험은 basil의 水耕栽培시 항산화적 특성을 가진 기능성 물질 selenium을 처리하였을 때 basil의 저장성에 미치는 영향, 저장중 品質 변화 및 저장방법에 따른 精油 함량 및 성분의 변화를 구명하기 위하여 수행되었다.

Selenium을 sodium selenate(Na_2SeO_4)의 형태로 수확 3주전에 0, 2, 4, 6, $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 양액 내 처리하였다. Basil의 MA 저장시 5°C 에서는 低溫障害가 발생하여 電解質 溶出量이 크게 증가하였다. 그러나 5°C 에서도 selenium 처리에 의해 저장기간을 3일간 연장시킬 수 있었다. 생체중 감소율은 10°C 가 적었으며, 비타민 C 함량도 10°C 에서 더 높았다. 저장 중 selenium의 감소율과 selenium 처리 작물의 체내 섭취시 과잉 및 결핍증을 고려하여 적정 selenium 처리농도는 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이하가 효과적이라고 사료된다.

Basil의 水耕栽培時 기능성 물질의 첨가가 저장중 品質 변화에 미치는 영향은 다음과 같다. Selenium을 sodium selenate(Na_2SeO_4)의 형태로 수확 3주전에 0, 2, $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 양액 내 처리하여 10°C 에서 $40\mu\text{m}$ ceramic film을 사용한 MA저장과 PET(polyethylene terephalate) 상자를 사용한 저온저장을 하였다. 생체중 감소율은 두 포장재 모두 selenium 처리구보다 무처리구에서 컸으며 PET의 경우는 5%이상 크게 감소하였다. 비타민 C 함량은 selenium 처리구가 무처리구보다 감소율이 적었다. Selenium 함량은 양액내 처리농도에 따라 증가하였으며 저장 후에도 같은 경향을 나타내었으며 포장재간 유의차는 없었다. 精油 함량은 Na_2SeO_4 $4\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 감소율이 가장 적었다. Selenium 처리에 의해 작물 내 selenium 함량 및 精油성분 및 함량, 비

타민 C 등을 효과적으로 유지할 수 있었다.

Basil을 10℃ 생체저장과 40, 70℃ 건조저장시 精油 함량 및 성분 변화를 보면 생체 저장이 건조저장보다 精油 함량 및 성분 유지에 효과적이며 건조 온도가 증가할수록 精油 함량이 크게 감소하였다. Eugenol과 linalool은 selenium 처리농도가 증가할수록 그 함량이 높아졌으며, estragole은 감소하는 경향을 나타내었다.

5. 인용문헌

- Barak, P. and I.L. Goldman. 1997. Antagonistic relationship between selenate and sulfate uptake in onion (*Allium cepa*): Implications for production of organosulfur and organoselenium compounds in plants. J. Agric. Food Chem. 45: 1290-1294.
- Barth, M.M., A.K. Perry, S.J. Schmidt, and B.P. Klein. 1992. Misting affects market quality and enzyme activity of broccoli during retail storage. J. Food Sci. 57(4): 954-957.
- Barth, M.M. and H. Zhuang. 1996. Packaging design affects antioxidant vitamin retention and quality of broccoli florets during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology 9: 141-150.
- Benoit, F. and N. Ceusternans. 1994. Hydroponic culture kitchen herbs. ISHS-Symposium on growing media and plant nutrition in horticulture. Glasshouse Crops Research Station, NAALDWIJK, the Netherlands.
- Cameron, A.C., P.C. Talasila, and D.W. Joles. 1995. Predicting permeability needs for modified atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. HortScience 30(1): 25-34.
- Cheng, T.S. and R.L. Shewfelt. 1988. Effect of chilling exposure of tomatoes during subsequent ripening. J. Food Sci. 53: 1160-1162.
- Cuvelier, M.E., C. Berset, and H. Richard. 1994. Antioxidant constituents in sage(*Salvia officinalis*). J. Agric. Food Chem. 42: 665-669.

- Ezell, B.D. and M.S. Wilcox. 1959. Loss of vitamin C in fresh vegetables as related to wilting and temperatures. *J. Agric. Food Chem.* 7: 507-
- Fang, X.H. and X.R. Shen. 1992. Effect of selenium on the growth and nutrient metabolism of tea plants. *China-Tea*. 14(2): 28-30.
- Farag, R.S., A.Z.M.A. Badei, F.M. Hewedi, and G.S.A. El-Baroty. 1989a. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *JAOCS*. 66(6): 792-799.
- Frankenberger, W.T.Jr. and S. Benson. 1994. Selenium in the environment. pp. 5, 30. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Kader, A.A. 1980. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres. *Food Technology* 3: 51-54.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effect of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40: 99-104.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. pp. 211-213.
- Kang, H.M. 1999. Chilling stress alleviation effect of pre-harvest heat treatment during cultivation in warm-season vegetables at low temperature storage. The thesis for degree of doctor Korea Univ.
- Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, New York. pp. 356-358. p.430
- Knee, M., N.E. Looney, S.G.S. Hatfield, and S.M. Smith. 1983. Indication of rapid ethylene synthesis by apple and pear fruits in

- relation to storage temperature. *J. Exp. Bot.* 34: 1207-1215.
- Lange, D.L. and A.C. Cameron. 1994. Postharvest shelf life of sweet basil (*Ocimum basilicum*). *HortScience* 29(2): 102-103.
- Lange, D.L. and A.C. Cameron. 1997. Pre-and postharvest temperature conditioning of greenhouse-grown sweet basil. *HortScience* 32(1): 114-116.
- Lebermann, K.W., A.I. Nelson, and M.P. Steinberg. 1968. Post-harvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 1. Respiration of shoots and color of flower heads. *Food Technology* 22: 143-146.
- Lee, H.S. and C.S. Chen. 1998. Rates of vitamin C loss and discoloration in clear orange juice concentration during storage at temperatures of 4-24°C. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4723-4727.
- Lee, S.G., D.M. Kim, S.W. Park, Y.J. Yang, S.J. Choi, J.G. Kim, Y.M. Park, and Y.S. Hwang. 1996. Postharvest physiology of horticultural crop. Sungguun Publish. pp. 136, 185-187.
- Marcy, J.E., T.R. Graumlich, P.G. Crandall, and M.R. Marshall. 1984. Factors affecting storage of orange concentrate. *J. Food Sci.* 49: 1628-1629.
- Mikkelsen, R.L. and H.F. Wan. 1990. The effect of selenium on sulfur uptake by barley and rice. *Plant and soil* 121: 151-153.
- Morris, V.C. and O.A. Levander. 1970. Selenium content of foods. *J. Nutrition.* 100: 1383-1388.
- Mozafar, A. 1994. Plant vitamins: agronomic, physiological and nutritional aspects. CRC Press, Inc. pp. 10.
- Park, K.W. and H.M. Kang. 1998. Effects of the sources and thickness

- of plastic films on the shelf life and quality of cucumber during modified atmosphere storage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39: 397-401.
- Park, K.W., H.M. Kang, and E.M. Yang. 1998. Effect of the film packages, anion concentration and pre-treatments on the qualities of basil in MA storage. J. Japan. Soc. Hort. Sci. vol. 67(1): 322.
- Pesis, E. and R. Ben-Arie. 1984. Improvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. J. Food Sci. 49: 896-899.
- Philosoph-Hadas, S., S. Meir, B. Akiri, and J. Kanner. 1994. Oxidative defense system in leaves of three edible herb species in relation to their senescence rates. J. Agric. Food Chem. 42: 2376-2381.
- Sankat, C.K. and V. Maharaj. 1996. Shelf life of the green herb 'shado beni' (*Eryngium foetidum* L.) stored under refrigerated conditions. Postharvest Biology and Technology 7: 109-118.
- Smyth, A.B., J. Song, and A.C. Cameron. 1998. Modified atmosphere packaged cut iceberg lettuce: Effect of temperature and O₂ partial pressure on respiration and quality. J. Agric. Food Chem. 46: 4556-4562.
- Thompson, J.N. and M.L. Scott. 1969. Role of selenium in the nutrition of the chick. J. Nutr. 97: 335-342.
- Wang, C.Y. and D.O. Adams. 1980. Ethylene production by chilled cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Physiol. 66: 841-843.
- Whetter, P.A. and D. Ullrey. 1978. Improved fluorometric method for determining selenium. J. ASSOC. OFF. ANAL. CHEM. 61(7): 927-930.

제5장 허브의 국내 양액재배법 확립

1절 허브 종류별 최적 양액농도 구명

2절 양액내 이온별 농도에 따른 허브 품질 변화

3절 고기능성 부여에 따른 허브식물 생육 조사
및 최적 처리농도 구명

4절 고기능성분 부여에 따른 각종 함유성분 변화연구

제5장 허브의 국내 양액재배법 확립

제1절 허브 종류별 최적 양액농도 구명

1. 서설

허브를 채소로써 이용하는데 있어, 소비자가 요구하는 보다 고품질, 고기능성 허브의 생산은 토양재배에서는 한계가 있으므로 양액재배를 통한 새로운 기술개발이 요구된다. 이를 위해 품질향상을 위한 양액재배의 재배적 조치가 필요하다. 허브는 그 종류가 매우 다양하기 때문에 기능화를 위해서는 먼저 적정양액농도 구명과 그에 따른 알맞은 양액조성의 개발이 매우 중요하다.

2. 재료 및 방법

본 실험에서는 벨기에의 European Vegetable R&D Center에서 Benoit와 Ceusternans(1994)에 의해 개발된 허브용 養液을 사용하였다. 허브용 養液을 각각 0.5, 1, (EC=2.4mS/cm), 2, 3배의 4 처리로, 1배액의 경우 EC=2.4mS/cm, pH 6.5였다.

3. 결과 및 고찰

가. 바실

먼저 토마토의 향기를 제거시켜서 salad의 맛을 향상시키는 basil은 잎이

넓고 잘 자라는 Sweet basil과 색깔이 자소같은 purple basil 그리고 잎이 작은 bush basil을 대상으로 실험한바 그 결과는 table 47~52와 같다.

표 47에서 Sweet basil은 0.5배액에서 초장, 근장 그리고 지상부중이 가장 높았으며 농도를 1, 2, 3배액으로 올릴수록 생육이 저조했다. 특히 DFC 방식에 의해 재배하므로써 후기에는 작물이 넘어가는 사례가 생겨 줄기를 고정시키는 어려움이 있었다. 따라서 Sweet basil은 키가 20~30cm정도 났을 때 수확하는 것이 수경재배시 줄기가 쓰러짐에 따른 줄기고정의 노동력이 감소된다고 본다. 건물율은 생장이 나쁜 고농도(3배액)에서 높았는데 이는 생육억제에 따른 집적의 효과로 사료된다. 엽록소를 측정 한 결과(Table 48)를 보면 생육이 억제되어 질소질집적이 높은 2배, 3배액에서 O.D. 값이 높았다. 아울러 정유성분도 0.5배액에서는 0.069%인데 비해 생육이 0.5배액에 비해 절반도 못되게 자란 3배액에서 0.145%로 약 2배가 되었다. 생체중에 대한 총생산량은 0.5배액에서 높았으므로 이는 일종의 희석효과로 사료된다. 따라서 강한 향을 싫어하는 한국인의 기호에 맞게 sweet basil을 재배하려면 낮은 농도에서 재배가 유리하다고 생각된다.

Table 47. Effect of nutrition solution concentration on growth of sweet basil green (*Ocimum basilicum*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
0.5	73.67a	12.10a	6.97a	26.33b	68.23a	329.10a	160.68a	9.10c	5.21b
1	64.93b	10.30b	5.50b	29.33ab	51.67b	235.43b	113.69b	10.04c	5.65ab
2	55.53c	9.60c	5.13b	37.00a	42.90bc	215.74bc	95.41b	15.54a	6.58ab
3	46.30d	7.53d	4.13c	15.67c	31.73c	147.95c	84.86b	12.24b	7.04a

Table 48. Effect of nutrient solution concentration on the internal quality of leaves from sweet basil green (*Ocimum basilicum*).

Concn. Solution	Content of chlorophyll a ²⁾	Content of chlorophyll b ²⁾	Content of essential oil (%)
0.5	0.131b	0.353b	0.069b
1	0.146ab	0.393ab	0.067b
2	0.155a	0.417a	0.080b
3	0.164a	0.450a	0.145a

²⁾ O.D value

색깔이 자색으로 짙은 purple basil은 생육이 매우 저조했는데, 이는 엽록소의 함량이 Sweet basil보다 다소 낮기 때문이 아닌가 생각된다. 대체로 자색 자소의 생육도 청색자소(일종의 잎이 오글거리는 들깨계통)보다 생육이 낮은 것은 잘 알려져있다.

purple basil의 생육은 sweet basil보다 1/3배에 불과했고 초장도 10~20cm정도 작았다(Table 49).

생육은 1배액에서 가장 좋았으며 나머지 처리간에서는 차이가 없었다. 건물율은 농도가 높을수록 높았으며, 엽록소의 O.D값도 높은 농도에서 높게 나타났다(Table 50). 즉, 높은 농도에서 자색이 진하게 나타났다. 정유성분은 sweet basil과 반대로 알맞게 자란 1배액에서 높았는데 이는 앞으로 연구의 대상이 된다고 사료된다. 왜냐면 sweet basil에서 나타난 집적 효과가 없었기 때문이다. purple basil은 sweet basil과 달리 측지의 수에도 20~30cm 낮게 나타났다.

Table 49. Effect of nutrient solution concentration on growth of basil purple (*Ocimum basilicum purpurascens*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
0.5	52.37a	10.03a	5.67a	11.33a	41.83a	105.18b	26.46b	8.44c	4.90b
1	64.77a	10.03a	5.80a	23.67a	32.47b	174.45a	36.06ab	9.75b	6.92a
2	57.17a	9.50a	5.53a	17.33a	38.77ab	110.98b	34.32ab	11.71a	6.84a
3	39.63a	10.03a	5.50a	21.67a	40.05a	113.02b	52.95a	12.18a	6.77a

²⁾ O.D value

Table 50. Effect of nutrient solution concentration on the internal quality of leaves from basil purple (*Ocimum basilicum purpurascens*).

Concn. Solution	Content of chlorophyll a ²⁾	Content of chlorophyll b ²⁾	Content of essential oil (%)
0.5	0.150a	0.388a	0.056c
1	0.157a	0.403a	0.116a
2	0.159a	0.404a	0.075b
3	0.172a	0.437a	0.063bc

²⁾ O.D value

키가 작은 bush basil도 표준액에서 측지수와 생체중이 높게 나타났다(Table 51). 생체중의 증가와 감소의 폭이 표준액을 기점으로 뚜렷하게 나타났다. 그러나 건물율은 양액의 농도가 증가할수록 뚜렷한 증가를 나타내서 건물의 집적 효과를 나타냈는데 이와같은 경향은 뿌리에서도 나타났다. 그러나 엽록소의 O.D 값은 다른 두가지 basil과 달리 농도가 높을수록 낮은 수치를 나타냈다(Table 52). 이것은 측정부위의 오차인지 아니면 작은 잎을 가진 품종의 특징인지는 차년도에 기능성화 주입시에 재차실험을 해볼 필요가 있다고 본다.

본 연구에서는 우선적으로 성장만을 위주로 조사했으므로 앞으로 비타민류, 무기염류 분석이 병행되어야 한다고 생각된다.

대체로 일반채소와 달리 생육기간이 짧은 것이 많아서 수확적기가 자나면 생육상의 변화가 빨리 오기 때문에 허브 종류에 대해 면밀한 검토가 요구된다고 볼 수 있다. Bush basil은 키가 작아서 온실내에서 끈을 맬 필요가 없고, 아울러 잎이 작기 때문에 수확 후 샐러드로 이용시 잎을 자르거나 할 필요가 없는 장점이 있다. 때문에 bush basil의 양액재배 표준화가 필요하다고 본다.

Table 51. Effect of nutrient solution concentration on growth of bush basil (*Ocimum minimum*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf length h(cm)	Leaf width (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
0.5	30.70a	2.30a	1.13a	72.67b	33.30a	74.86b	7.96b	5.60b	4.43c
1	29.07a	1.40a	0.83b	98.00a	24.93a	113.31a	11.14a _b	7.06b	7.34b
2	25.23a _b	5.27a	0.83b	51.00c	29.93a	51.89bc	14.78a _b	8.16b	6.99b
3	18.47b	1.20a	0.70b	28.00d	30.63a	30.31c	23.51a	14.64a	8.38a

Table 52. Effect of nutrient solution concentration on growth of the internal quality of leaves from bush basil (*Ocimum minimum*).

Concn. Solution	Content of chlorophyll a ²⁾	Content of chlorophyll b ²⁾	Content of essential oil (%)
0.5	0.119a	0.338a	0.047b
1	0.119a	0.319ab	0.063b
2	0.107ab	0.276bc	0.068b
3	0.099b	0.263c	0.243a

²⁾ O. D value

나. Mint류

Spearmint에서는 양액의 농도가 0.5배와 1배에서 생육과 단위면적당 생산량도 좋았다(Table 53). 두 처리간의 유의차는 없었다. 반면에 처리양액 농도가 올라갈수록 지상부 생육이 민감하게 감소하였다. 건물율은 2배까지는 증가하는 경향을 보였는데 유의차이는 없었다.

Mint류는 포복지가 형성되는데 베드내에서도 포복지가 형성된 것을 관찰할 수 있었다. 본 연구에서는 초장이 처리간에 차이가 확실히 나타나는 것을 볼 수있게 하기 위하여 낮은 농도에서 거의 60cm가깝게 생육시켰는데 실제 상업적 재배에서는 치마상추 수확하듯이 어린잎이나 줄기를 따서 이용하는 것이 좋다고 본다.

Table 53. Effect of nutrient solution concentration on growth of spearmint (*Mentha crispa*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Number of lateral shoots	Leaf length (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
					Top	Root	Top	Root
0.5	55.40ab	37.60a	6.18ab	55.8a	66.92a	12.62d	12.2a	7.97ab
1.0	58.70a	51.40a	6.64a	61.0a	65.96a	14.52c	11.86a	8.72a
1.5	47.54bc	28.00a	5.28bc	61.2a	38.7ab	15.86a	17.96a	5.63ab
2.0	43.56c	22.80a	5.02c	71.4a	20.78b	15.40b	17.94a	5.67b

Peppermint는 spearmint보다 초장이 길게 나타났는데 0.5, 1.0배 액에서 지상부 생육과 수량이 높았다(표 54). 어린잎을 전량 수확하는 시스템에서는 길이가 70cm이상되면 줄기노화에 따른 향기의 감소가 이루어지고 잎은 거칠어지므로 전체식물의 실용화는 곤란할 것으로 본다. 따라서 줄기가 20cm이상 자라면 수차례 잘라서 수확하는 것이 좋으리라 사료된다.

Table 54. Effect of nutrient solution concentration on growth of peppermint (*Mentha piperita*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf sheath width(cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	Content of Chlorophyll ²⁾ ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
0.5	76.54a	7.06a	3.56a	28.94b	26.68b	117.44ab	16.7a	12.47a	8.75a
1.0	75.68a	6.62a	3.42a	31.18ab	35.52a	142.62a	15.14a	15.28a	20.46a
1.5	72.8ab	5.48b	3.16a	49.18ab	35.36a	94.48bc	8.38a	17.89a	14.34a
2.0	63.38b	5.4b	3.48a	45.98ab	38.12a	71.20c	10.72a	20.24a	11.36a

Total chlorophyll value

다. Lemon balm

잎은 박하와 유사하나 레몬의 향기가 나기때문에 홍차에서 건조잎을 섞어서 판매하기도 한다. 대체로 월동이 잘되며 국내에서는 어디에서나 가꿀 수 있다.

Lemon balm의 경우에는 생체중은 0.5배에서 가장 높았으나 건물중은 1배와 2배가 더 높았다(표 55). 그 외 뿌리발달등도 0.5배, 1배액에서 잘 이루어졌다. 따라서 lemon balm은 뚜렷하게 양액농도 증가와 함께 생육억제 현상을 보여 다른허브들 보다 내비성이 약한 식물로 사료된다. Lemon balm의 엽록소도 시비량이 증가할수록 높게 나타났다(표 56). 이는 기대했던 결과로서 앞서 언급했듯이 하나의 집적효과로 추측된다. 정유성분은 0.5배액에서 2배액으로 증가할수록 증가하다가 3배액에서 함량은 1배액과 같은 수준으로 하락했다. 이는 sweet basil에서 농도가 높을수록 정유성분이 높게 나타난 결과와 차이가 있다. 그러나 여기서 총생체중에 대한 정유의 함량은 생육이 좋은 0.5배액에서 높은 것으로 나타나 생장억제에 따른 집적효과로 생각된다.

Table 55. Effect of nutrient solution concentration on growth of lemon balm (*Melissa officinalis*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
0.5	55.83	8.3	5.77	44	59.0	225.89	149.12	11.73	6.21
1	49.25	7.48	5.58	26.75	56.13	164.86	111.25	17.36	6.90
2	40.50	7.45	5.56	19.25	49.83	144.77	91.93	16.84	8.70
3	37.30	7.05	5.3	24.67	46.17	106.48	77.63	16.51	8.40

Table 56. E on the internal quality of leaves from effect of nutrient solution concentration lemon balm (*Melissa officinalis*).

Concn. Solution	Content of chlorophyll a ²⁾	Content of chlorophyll b ²⁾	Content of essential oil (%)
0.5	0.194	0.591	0.017
1	0.188	0.531	0.023
2	0.238	0.662	0.035
3	0.227	0.654	0.022

²⁾ O.D value

라. Dill

Dill의 경우에는 1배에서 생육이 다른 농도의 처리에서보다 월등히 높았으나, 건물비는 3배에서 더 높은 값을 나타냈다(Table 57). 0.5배 95g보다 243g으로 2.5배 정도였으며 그 외 3배액에서는 1배액의 10%에 해당될 정도로 생육이 저조했다. Dill은 유럽에서는 야생하고 있어 비료의 요구도가 크지 않은 이유도 표준 적정농도에서 최대의 생육이 이루어진 것으로 본다. 따라서 알맞은 농도에서 생육이 확실히 촉진되는 식물로 양액재배 적응도가 높은 식물로 생각된다. 다만 줄기가 강건하지 못해 장기재배시는 줄을 띄워줘야하는 단점이 있다. 성분 분석 결과, 엽록소는 0.5배와 1배에서 높은 값을 나타냈고, 비타민 C는 생육이 좋았던 1배에서 함량이 가장 높았다(Table 58).

허브를 건조시에 색깔이 자연색이 강할수록 고품질이 되는데 표 20에서 나타난 바와같이 표준액에서 최대의 엽록소 함량을 나타냈다. 그리고 정유성분도 1배액에서 다른 처리구보다 높은 경향을 보였다. 이는 알맞은 엽록소의 분포가 광합성을 통한 2차산물의 기본 물질인 탄수화물의 형성을 촉진시키고, 그 결과 정유의 합성도 잘 이루어졌다고 본다. 앞서 다른 식물에서 언급했듯이 생육stress에 다른 정유 함유량이 증가되는 식물이 있는가하면 최적 생육일 때 정유성분의 합성이 극대화되는 식물이 있는 것을 알 수 있다.

Table 57. The effects of ion strength in nutrient solution on the growth of dill (*Anethum graveolens*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
				Top	Root	Top	Root
0.5	46.63	10.75	54.17	95.41	23.17	20.65	14.79
1	62.70	21.67	46.93	243.39	44.81	22.3	9.04
2	47.75	11.25	21.30	85.60	85.60	24.20	7.89
3	30.15	11.00	19.23	20.10	8.89	30.50	6.40

Table 58. Effect of nutrient solution concentration on the internal quality of leaves from dill (*Anethum graveolens*).

Concn. Solution	Content of chlorophyll a	Content of chlorophyll b	Content of essential oil (%)	Content of vitamin C (mg/100g F.W.)
0.5	0.858	0.319	0.014	4.7
1	1.140	0.393	1.008	6.9
2	0.658	0.231	0.054	33
3	0.384	0.138	0.042	2.6

²⁾ O.D value

마. Sweet majoram

최근에 이태리 음식의 대표인 피자집이 인기가 있으면서 피자맛을 내기 위한 건조 majoram과 oregano의 수입이 급증하고 있다. 따라서 본 식물을 양액재배 뿐만 아니라 토양재배를 통해서도 대량재배가 요구되는 식물이다. 지금까지 서양에서는 자생사기 때문에 양액재배연구가 미진한 식물이다.

Sweet majoram의 실험결과 0.5배와 1배에서 생체중이 높게 나타났다(표 59). 2배에서는 0.5배나 1배에 비해 생육이 1/10으로 현저히 저하하였고 3배는 높은 농도에 의해 작물이 염해를 받아 모두 고사하였다. 이는 majoram이 유럽의 비교적 척박한 토양에 잘 적응하여 저농도에서 생육이 잘 되는 것을 뜻한다. 아울러 3배액에서 고사한 것은 다른 허브류와 달리 자생지가 해안변보다는 산비탈쪽 즉, 내륙에 많이 분포되어있어 내염성이 약한 때문으로 사료된다. 학명의 *Oreganum*이라는 뜻 자체가 산을 오르다라는 뜻이 있는데 이는 지중해의 산에 많이 있는 식물을 뜻하기 때문이다.

Marjoram의 엽색은 0.5배에서 가장 짙었고 농도가 높아질수록 엽색이 옅어지면서 전형적인 뿌리손상에 따른 염해증상을 나타냈다(Table 60). 이는 염농도가 높을수록 다른 일종의 생리 장애가 아닌가 추측된다. 비타민 C의 농도는 생육이 억제된 2배액에서 가장 높았는데 이는 단위 생체중당의 계산이기 때문에 총 생산량 면에서는 0.5배액에서 더 많은 비타민 C가 합성된 것을 알 수 있다. marjoram은 건조 후 향성 분변화등에 대해 지속적인 연구가 요구되며 양액재배용과 토양재배용의 향기성분비교가 기대되는데 이는 현재 본 연구 수행 작물 중에 이용적 면에서 가장 젊은세대에 많이 맛들여진 식물이기 때문이다. 아울러 돼지고기 소시지에 필수적이므로 이 방향의 연구도 계속되어야 한다.

Table 59. The effects of ion strength in nutrient solution on the growth of sweet majoram (*Oreganum majorana*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
0.5	78.00	3.50	1.73	141	45.57	134.30	36.29	16.90	11.74
1	72.25	3.10	1.68	117	60.70	105.13	36.83	17.10	9.36
2	55.57	2.6	1.13	32.3	28.2	12.93	13.80	20.30	12.67
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 60. The effects of ion strength in nutrient solution on the internal quality of leaves from sweet majoram (*Oreganum majorana*).

Concn. Solution	Content of chlorophyll a ^{z)}	Content of chlorophyll b ^{z)}	Content of vitamin C (mg/100g F.W.)
0.5	0.152	0.443	2.03
1	0.138	0.393	2.63
2	0.094	0.266	5.58
3	-	-	-

^{z)} O.D value

바. Oregano

Marjoram과 같이 피자 전용허브인 oregano는 결과가 marjoram과 동일했다. 대체로 외적인 모습이 비슷하나 개화시 marjoram과 oregano가 차이가 날뿐이다.

Oregano는 1배에서 생육이 가장 좋았다(Table 61). 그러나 건물중은 2배에서 보다 높은 값을 나타냈다.

Oregano 역시 1배액에서 생육이 좋았고 2배액에서는 0.5배액에 비해 생육이 절반으로 떨어져 marjoram에서 1/10로 억제되는 것 보다는 완만한 경향을 보였다. 그러나 3배액에서는 역시 모두 고사하여 marjoram과 같은 속 식물임을 여실히 보여주었다. 건물율은 지상부생육과 반대로 2배액에서 다소 높은 값을 보였는데 이것 역시 건물의 희석 효과 내지는 생육이 억제된 식물에서의 이온 집적작용인 것으로 생각된다.

Oregano 역시 marjoram 처럼 포장재배와 수경의 비교연구가 필요하다고 사료된다.

Table 61. The effects of ion strength in nutrient solution on the growth of oregano (*Oreganum vulgare*).

Concn. Solution	Top	Leaf	Leaf	Number of lateral	Root length	Fresh weight		Dry weight	
	length	length	width			(g/plant)		ratio (%)	
	(cm)	(cm)	(cm)	shoots	(cm)	Top	Root	Top	Root
0.5	53.30	3.47	2.30	18	39.05	73.03	41.98	18.13	6.24
1	64.33	3.83	2.43	21	34.0	86.09	35.91	19.42	13.97
2	46.17	1.93	1.58	15	40.17	32.00	24.75	22.55	17.2
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

사. Sage

Sage도 1배에서 생육이 가장 양호했다(표 62). 즉, 0.5배액이 식물무게가 약 2.8g인데 비해 1배액은 26g으로 약 25% 증가를 보였다. 반면에 2배액에서는 0.5 배에 비해 절반 그리고 3배액에서는 약 1/4로 감소하며 이 작물 역시 내염성이 약한 것으로 사료된다. 실제 sage는 양액재배보다는 포장에서 가꾸는 식물로서 줄기가 목화되기전에 수확건조하여 분말화시키는 허브다. 그러나 기능성화 연구의 기본은 양액재배만이 가능해서 본 연구를 실시하게 된 것으로 정유(essential oil)의 분석이 필요하리라 본다.

Sage는 간단히 비닐 피복으로 서울지역에서 월동이 가능하므로 앞으로 가정원예에서도 이용이 기대된다. 특히 한국같이 공기오염이 심한 곳에서 기도의 이상이 많이 나타나는데 Sage차는 목감기등에 특효가 있다. 다만 노지재배시 강한 향기는 한국 소비자의 기호에 맞지 않아 기능성이 함유된 양액재배용 sage 생산이 기대된다.

Table 62. The effects of ion strength in nutrient solution on the growth of sage (*Salvia officinalis*).

Concn. Solution	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)	
					Top	Root
0.5	26.67	8.40	2.3	74.67	20.55	12.08
1	35.0	7.75	2.2	102.33	26.05	26.05
2	11.17	6.20	1.45	84.63	11.97	12.23
3	6.83	5.05	1.20	77.67	4.96	7.36

아. *Artemisia* 속 식물

1) Tarragon

우리나라에서는 흔히 쑥쑥을 말하는데 지중해 연안에서는 독특한 건조한 여름환경으로 인해 우리나라의 쑥과 같이 잎이 넓은 것보다는 코스모스 잎처럼 잎이 가는 것과 잎이 좁은 tarragon이 많이 채취되어 이용되고 있다. 많은 향신채 가운데 쑥은 재래 한방에서도 많이 쓰이며 쑥국 등을 즐기기 때문에 양액재배를 통한 연간 쑥생산은 한국소비자의 기호에 맞으리라고 본다. 이와 같은 생각을 가지고 본 실험을 실시한 바 지상부중이 0.5배와 1배액에서 좋았고 2, 3배로 올라갈수록 생장이 억제되었다(Table 63). 그러나 그 생장의 억제가 다른 작물에 비해 둔하게 나타나 타라곤은 내염성이 비교적 강한 식물로 추측되었다. 생육억제에 따른 엽록소의 분석에 경우에도 0.5배액이 가장 높았으나 농도가 높아짐에 따른 엽록소 감소의 폭은 작았다. 너무 많은 시료를 채취하여 정유성분분석이 늦어져 본 표에는 자료 보완을 못했으나 10월말 보고서에서는 제출코자 한다.

Table 63. Effects of nutrient solution concentration on the growth of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) at 80 days after planting.

Nutrient Solution Concentration ²⁾	Top Length (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	No. of Leaf	Root Length (cm)	Fresh Weight (g)		T/R	Chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
						Top	Root		
0.5	58.63	6.63	0.6	216.50	23.43	10.96	4.23	2.59	34.52
1	46.28	6.70	0.75	209.75	25.53	10.47	3.47	3.02	23.64
2	44.30	6.90	0.65	122.25	31.75	8.52	3.70	2.30	23.84
3	33.5	6.60	0.67	51.67	28.67	4.77	2.65	1.80	27.77

²⁾ European Vegetable R & D Center solution.

2) Mugwort

Mugwort의 경우에도 0.5배액에서 초장이 컸고 생체중도 높았다. 이미 잘 알려진 바대로 썩의 흡비력은 대단히 척박한 땅에서도 매우 잘 생육하는 것을 알 수 있는데 본 양액재배에서도 같은 결과를 보였다(표 64). 그러나 농도가 높아짐에 따라 생육억제의 정도는 심하지 않았는데 이는 다른 한편으로 내비성이 강하다는 특징을 나타내는 것이다. Oregano와 majoram이 고농도에서 엽록소의 형성이 현격하게 낮아지거나 tarragon의 경우 다소 감소하는 것과는 달리 mugwort에서는 오히려 증가하는 경향을 보였다. 물론 생체중대비 총생산량은 0.5배가 높았으나 단위생체중당으로는 3배에서 0.5배의 2배에 해당되고 있다. 따라서 앞으로 썩의 경우에 엽색과 nitrate 또는 비타민 C와의 관계 연구가 필요하다고 사료되며 이에 대한 보충연구를 실시코자 한다.

Table 64. Effects of nutrient solution concentration on the growth of mugwort (*Artemisia vulgaris*) at 80 days after planting.

Nutrient Solution Concentration ²⁾	Top Length (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	No. of Leaf	Root Length (cm)	Fresh Weight (g)		T/R	Chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
						Top	Root		
0.5	52.75	7.33	6.30	47.25	40.5	14.87	7.11	2.09	26.70
1	51.38	8.13	5.03	17.00	47.38	10.15	4.26	2.38	32.05
2	40.70	8.5	5.00	16.75	47.50	9.45	4.00	2.36	58.44
3	40.20	7.63	4.50	20.5	39.39	6.71	3.33	2.02	51.46

²⁾ See table 63.

3) Wormwood

Wormwood는 0.5, 1, 2, 3 배로 갈수록 양액의 농도를 증가시킴에 따라 생육, 잎크기, 엽폭, 엽수, 지상부중, 지하부중 모두가 감소하는 경향이 뚜렷했다(Table 65). Wormwood 역시 3배액에서 생체중 감소가, 가장 생장이 좋은 0.5배액에 비해 절반 가량으로 줄어들어 내염성이 아주 강한 식물로 추측된다. 엽록소의 함량도 tarragon처럼 감소되는 경향보다는 mugwort처럼 증가의 추세를 나타냈다.

Table 65. Effect of nutrient solution concentration on growth of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) at 80 days after planting.

Nutrient Solution Concentration ²⁾	Top Length (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	No. of Leaf	Root Length (cm)	Fresh Weight (g)		T/R	Chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
						Top	Root		
0.5	25.75	12.6	8.48	$\frac{11.2}{5}$	61.38	13.75	5.43	2.53	31.86
1	20.43	10.4	7.78	8.75	69.58	9.07	5.23	1.73	49.98
2	16.68	7.98	6.2	9.75	53.75	5.93	4.17	1.42	36.47
3	15.8	6.88	5.8	7.75	51	5.93	2.47	2.40	47.76

²⁾ See table 63.

4) 참쭉

배양액 농도에 따른 참쭉의 생육상태를 알아본 결과 0.5배 농도일 경우 초장, 엽수, 생체중뿐 아니라 경수도 많았다. 그러나 엽장과 엽폭의 경우는 1배일 경우가 더 높았다. 그리고 2배, 3배로 농도가 높아질수록 생육은 저조하였다(Table 66). 그런데 생육 전반기에는 0.5배의 생육이 현저하게 좋았으나 점차 생육후반기가 되어갈수록 1배의 생육이 점차 호전되어 수확시는 큰 차이를 볼 수 없었다. 이는 앞서 다른 쭉종류에서와 같이 내염성이 강한데다가 뿌리의 생육이 1배액에서 높은 것과 같은 맥락에서 생각할 수 있다. 따라서 어린 쭉을 수확할 때는 0.5배액을 그리고 다소 장기재배시에는 1배액을 이용하는 것이 좋으리라 생각되어 2차적으로 1배액이하의 농도에서 재차 실험을 실시했다.

엽록소의 함량은 0.5배액에서 $39\mu\text{g}$ 이었으나 양액의 농도가 올라갈수록 증가하여 3배액에서는 약 $52\mu\text{g}$ 이 되었다(Table 67). 역시 다른 쭉종류처럼 내염성이 강한 것을 볼 수 있다. 아울러 정유성분을 분석해 본 결과 3배액에서 가장 높은 함량을 나타냈다. 본 연구는 총 정유함량을 조사했기 때문에 좋은 향기인지 또는 부적합한 향기인지 분석치 못했다. 염농도 증가에 따른 정유성분의 증가는 실제 포장에 응용여부를 조사해볼 필요가 있다고 생각된다. 국내에서도 산간에서 쭉재배를 하여 정유를 추출하는 곳이 1-2군데 있는 것으로 알려져 포장에서 시비와 쭉의 정유성분과의 관계 연구가 필요하다고 생각된다.

Table 66. The effects of nutrient solution concentration on the growth of *Artemisia mongolica* var. *tenuifolia* at 70 days after planting.

Nutrient Solution Concentration ²⁾	Top Length (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	No. of Leaf	No. of Stem	Diameter of Stem (cm)	Root Length (cm)	Fresh Weight (g)		T/R	Dry weight ratio (%)	
								Top	Root		Top	Root
								0.5	19.43 ²⁾	7.55	6.35	63.25
1.0	19.38	8.25	6.60	46.75	5	1.34	40.25	28.39 18.14	1.62	8.75	6.98	
2.0	18.53	8.08	5.88	27.5	3.25	0.9	27.5	19.10 13.07	1.50	10.04	6.69	
3.0	17.60	7.75	6.00	29.5	2.75	0.93	29.5	17.74 11.82	1.50	11.17	8.28	

²⁾ See table 63.

Table 67. The effects of nutrient solution concentration on qualities *Artemisia mongolica* var. *tenuifolia* at 70 days after planting.

Nutrient Solution Concentration ²⁾	Chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{ml}$)			Contents of Essential Oil (%)
	a	b	Total	
0.5	32.03	7.20	39.23	0.021
1	34.35	7.74	42.09	0.023
2	40.67	10.80	51.47	0.036
3	41.97	9.64	51.61	0.040

²⁾ See table 63.

1차실험에서 0.5배액에서 생육이 좋아 최적의 농도를 찾기 위해 배양액의 농도를 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9로 다시 세분화시켜서 실험한 바 표 68과 같은 결과를 얻었다. 지상부의 생육은 0.5배보다 0.3배에서 최고치를 보였다. 대체로 초기 생육이므로 0.9배액으로 올라갈수록 생육이 다소 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 따라서 썩은 생육의 정도에 따라 0.3-1배액의 범위내에서 재배하면 큰 문제가 없으리라 생각된다.

Table 68. The effects of nutrient solution concentration on the growth of *Artemisia mongolica* var. *tenuifolia* at 30 days after planting.

Nutrient Solution Concentration ²⁾	Top Length (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	No. of Leaf	Root Length (cm)	Fresh Weight (g)		T/R
						Top	Root	
0.1	9.43 ²⁾	3.57	3.6	20	31.17	3.43	4.63	0.74
0.3	11.50	5.17	4.7	26	33.50	13.02	9.72	1.34
0.5	10.80	4.67	4.27	17.67	29.83	7.64	5.10	1.50
0.7	10.07	4.00	3.83	17.33	25.67	8.86	5.03	1.76
0.9	10.90	4.83	4.13	16.67	28.57	15.47	7.78	1.99

²⁾ European Vegetable R & D Center solution.

제2절 양액내 이온별 농도에 따른 허브 품질 변화

1. 서설

허브에 대한 연구는 오랜동안 광범위한 지역에서 번식, 精油와 성분 에 대한 연구가 수행되었는데, 각 영양소가 식물의 생육과 精油의 변화에 미치는 영향에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았으며, 특히, 국내에서는 허브에 대한 관심의 증대에도 불구하고, 연구가 극히 적은 상황이다.

따라서 본 실험은 水耕栽培를 통한 養液組成 변화가 허브의 생육 및 精油 함량에 미치는 영향을 究明하여, 효과적이고 고품질의 생산을 이룰 수 있는 養液을 조성하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

양액에서 질소원의 공급차이가 식물생육을 달리한다는 것은 잘 알려져 있다. 그러나 본 연구에서 사용한 유럽채소연구소 양액은 이점이 명확히 구분되지 않아서 질소원공급에 따른 생육양상을 조사해 보기로 했다. 표 69에서와 같이 양액의 질소 공급원을 $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ 으로 나누어 그 비를 달리해서 공급하여 작물을 재배하였다.

3. 결과 및 고찰

가. Sweet basil

Sweet basil의 경우 질소의 비가 18:0과 16:2에서 수확량이 높았다. 이

결과로 basil의 경우는 질소원으로 NH₄-N보다는 NO₃-N을 더 선호하는 것을 알 수 있었다(Table 69). 그러나 basil은 생체로 먹는경우가 매우 많아 지상부의 nitrate분석이 이루어져야 한다고 본다. 역시 많은 시료관계로 본 표에서는 표시하지 않았으나 완전 NO₃를 사용한 것보다는 생육의 차이가 없다면 다소의 NH₄를 혼합시킨 양액을 만드는 것이 좋다고 생각된다. 본 연구 결과로는 16:2구가 18:0구에 비해 유의차는 없었다. 지상부의 생육은 약간 감소하나 건물율은 가장 높았기 때문에 basil의 최적배양액에서 NO₃ : NH₄는 16:2가 좋다고 본다. 물론 nitrate함량에 따라 본 추천 양액의 농도는 달라질 수 있다.

Table 69. Effect of ratio of NO₃-N : NH₄-N in nutrient solution on growth of sweet basil green (*Ocimum basilicum*).

Ratio of NO ₃ -N:NH ₄ -N (mmol/L)	Top length (cm)	Leaf sheath width(cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)		Yield (g/m ²)
					Top	Root	Top	Root	
18:0	35.83a	9.61a	6.92a	26.28ab	33.64a	6.96b	9.07d	6.90b	37.38a
16:2	41.19a	10.35a	7.3a	32.91a	32.91a	7.78b	14.18a	11.87a	36.57a
14:4	40.45a	10.53a	7.78a	21.61b	31.81a	6.64b	10.26c	0.56c	35.34ab
12:6	38.56a	9.77a	7.0a	18.55b	22.32b	20.56a	13.75b	9.84b	24.80c

나. Spearmint

Spearmint의 경우는 $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 12:6인 양액에서 생육이 가장 좋았으며 단위면적당 생산량도 가장 높았다(Table 70). 이는 같은 꿀풀과 작물인데도 불구하고 그 결과가 basil의 경우와 상이한 차이가 있었다. 이는 mint류가 암모니아태 질소를 선호하는 경향이 있기 때문으로 본다. 다만 생체중 생육은 좋으나 건물율이 18:0 또는 16:2보다 다소 떨어지는 경향을 보였다. 따라서 다른 성분의 양액조성에 따른 건물율 증가 연구가 필요하며 본 결과를 다른 여러종류의 mint 품종과 비교해야 하리라 본다. 건물율이 높은 것은 시료채취 시 mint의 줄기가 혼합되기 때문으로 사료된다. 이는 시료 준비 시 잎만을 채취해서 건조하기가 어렵기 때문이다.

Table 70. Effect of ratio of $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ in nutrient solution on growth of spearmint (*Mentha crisper*).

Ratio of $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$ (mmol/l)	Top length (cm)	Number of lateral shoots	Leaf sheath width(cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight (%)	
						Top	Root	Top	Root
						18:0	28.92b	15.3b	3.73b
16:2	41.82a	34.4ab	5.12a	3.07bc	27.49a	31.4ab	11.87a	18.08a	7.33b
14:4	44.54a	32.86ab	5.64a	3.26ab	24.8a	27.64ab	7.66b	17.38a	9.31a
12:6	43.54a	42.8a	5.54a	3.85a	21.6a	49.22a	12.82a	17.15ab	9.19a

다. Dill

Dill의 경우는 $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 16:2에서 23.9g/plant로 가장 높았고 다음이 14:4에서 생체중이 11.25g을 나타냈다(표 71). 이 결과로 보아 dill의 경우는 $\text{NH}_4\text{-N}$ 에 대한 감수성이 위 실험의 다른 작물들보다는 높은 것으로 사료된다. Benoit(1991)에 의하면 dill은 어릴 때 수확시에 양분의 요구도가 높지 않다고 했는데 이는 잎면적이 매우 작은데 따른 식물적 특성으로 본다.

본 보고에서 dill의 정유성분 추출이 역시 빠져 있는데 기 재료를 이용한 추출을 해 보고자 한다. 아울러 dill도 오이 샐러드나, 상추 샐러드에 광범위하게 이용되므로 질소조성에 따른 NO_3 의 함량조사도 필요하리라 생각된다.

Table 71. Effect of ratio of $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ in nutrient solution on growth of dill (*Anethum graveolens*).

Ratio of $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$ (mmol/l)	Top length (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)	
				Top	Root
18:0	25.48b	12.64a	13.63b	8.48b	1.11ab
16:2	44.08a	16.80a	16.80ab	23.90a	0.60b
14:4	41.96ab	8.20a	20.58a	11.25ab	1.22a
12:6	30.98ab	7.50a	21.12a	4.48b	0.50b

라. Caraway

Caraway는 같은 산형화과이지만 dill과는 다른 결과를 나타냈다. $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 비가 18:0과 16:2에서 생육이 좋았는데 특히 16:2의 비에서 생육이 가장 좋았다(Table 72). 이는 $\text{NO}_3\text{:NH}_4$ 가 8:1에 해당되어 대체로 NH_4 가 10%내외면 알맞다는 일반적인 개념과 일치하고 있다. Caraway 역시 양액재배에 대한 연구가 많지 않으므로 자료비교가 어려웠지만 비교적 잘 자랐다. 특히 잎이 당근 잎보다 다소 가늘고 향이 좋아 소비가 예상되나 고온기에는 견디지 못하는 호냉성 작물이므로 여름재배는 어렵다고 생각된다. 그래서 보다 다양한 품종을 구입해서 재배할 필요가 있는데 이는 종자도 많이 식용하기 때문이다.

Table 72. Effect of ratio of $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ in nutrient solution on growth of caraway (*carum carvi*).

Ratio of $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$ (mmol/l)	Top length (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
				Top	Root	Top	Root
18:0	36.86b	25.6a	20.5b	29.85b	12.4a	7.56b	6.48ab
16:2	43.18a	20.6b	24.56a	34.38a	12.37a	10.47a	6.85a
14:4	32.46c	18.33b	18.33b	27.43b	10.43ab	6.17c	6.84a
12:6	25.82d	11.6c	11.6c	13.64c	8.38b	7.08bc	5.90c

마. Hyssop

Hyssop은 영년생으로 키가 40~50cm 되게 자라면서 줄기 아래가 목회되는 경향이 있는데 피복만 잘하면 중부지방에서도 월동이 가능하다.

질소태 영양소의 비교실험에서 NO₃-N : NH₄-N의 비가 16:2에서 생육이 양호했다(Table 73). 그러나 18:0과 14:4 처리에서는 비슷한 양상을 나타냈다. 건물율은 14:4 처리가 생육이 양호했던 16:2 처리구에서 보다 높았다. 대체로 허브의 건물율이 10%내외이나 본 hyssop도 목질부가 있어 top의 건물이 매우 높은 경향을 보였다. 따라서 샐러드용은 rosmary나 sage과 함께 어린 줄기의 끝부분만 이용해야할 허브식물로 생각된다. 노지와 양액재배에서 생육이 매우 잘되므로 한국인의 기호도에만 맞으면 기능성화가 용이하다고 본다. 그러나 기호도 조사에서는 좋은 결과를 보이지 않았다.

Table 73. Effect of ratio of NO₃-N : NH₄-N in nutrient solution on growth of hyssop (*Hyssopus officinalis*).

Ratio of NO ₃ -N:NH ₄ -N (mmol/l)	Top length (cm)	Number of lateral shoots	Leaf sheath width (cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)		Yield (g/m ²)
						Top	Root	Top	Root	
18:0	27.79a	12.3ab	3.42a	0.81a	34.44a	13.11b	4.1ab	17.02b	11.63a	14.58ab
16:2	34.72a	20.7a	3.92a	0.91a	32.5a	21.24a	6.28a	17.84b	8.93ab	22.98a
14:4	27.66a	17.25a	3.74a	0.84a	20.2	14.81ab	5.03ab	21.78a	5.74b	16.46ab
12:6	19.61b	8.25b	3.58a	0.79a	32.03a	9.58b	2.84b	18.39ab	12.55a	10.63b

바. Sorrel

우리나라의 시골개울가에서 흔히 볼 수 있는 수영의 일종으로 근대같은 넓은 잎을 식용한다.

Sorrel의 질소태 실험 결과는 $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 14:4에서 다른 처리구에서보다 월등하였다(Table 74). 18:0과 16:2의 처리구에서는 비슷한 결과가 나타냈다. 12:6의 처리구에서는 생육의 현저한 저하 현상을 나타냈다. 그러나 성분분석의 결과 비타민C의 함량이 16:2 처리구에서 가장 높은 값을 나타내서 생육결과와는 약간의 차이를 보였다(Table 75).

Table 74. Effect of ratio of NO₃-N : NH₄-N in nutrient solution on growth of sorrel (*Rumex acetosa*).

Ratio of NO ₃ -N:NH ₄ -N (mmol/l)	Top length (cm)	Leaf sheath width (cm)	Leaf width (cm)	Number of lateral shoots	Root length (cm)	Fresh weight (g/plant)		Dry weight ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
18:0	35.45a	18.2a	6.65b	25.25a	43.58a	86.65a	13.28a	7.79bc	9.12bc
16:2	42a	21a	7.83ab	28.67a	36.17a	83.03a	21.1a	8.32b	9.56b
14:4	37.88a	18a	8.45a	33.5a	26.95a	131.9a	19.28a	9.73a	8.67c
12:6	33.67a	17.5a	7.17b	26.33a	36.9a	57.87a	23.0a	7.38c	12.13a

Table 75. Effect of ratio of NO₃-N : NH₄-N in nutrient solution on internal quality of sorrel (*Rumex acetosa*).

Ratio of NO ₃ ⁻ -N:NH ₄ -N (mmol/L)	Content of organic acid in leaves (%)	Content of organic acid in stem (%)	Content of Vit.C in leaves (mg/100g F.W)
18:0	10.87a	13.20a	48.2b
16:2	11.54a	12.89a	55.8a
14:4	10.09b	10.24ab	29.5d
12:6	10.26ab	10.10b	40.0c

제3절 고기능성 부여에 따른 허브식물 생육 조사 및 최적 처리농도 구명

1. 서 설

최근 국민의 생활수준이 향상되면서 식문화도 비례하여 발전해가고 있다. 특히, 허브식물은 그 보건의적 효능이라는 기능성 때문에 소비자가 증가해가고 있는 추세이다. 따라서 채소의 보건의적 기능성을 증가시킨 작물생산은 농가소득을 증대시킬 뿐만 아니라 소비자의 건강도 증진시킨다는 취지에서 매우 중요한 일이라 생각된다.

본 실험은 Se를 함유한 기능성 허브를 생산키위하여 양액내에 첨부해야할 적정농도를 선별하고자 하였다. 따라서, 허브작물에 Se(Sodium selenate ; Na_2SeO_4)을 첨가시켜 기능성 증진 유무구명과 기능성 허브를 통해 Se의 하루 권장량을 섭취하기 위한 적정 Se 처리농도를 선별하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 고수

본 실험은 고려대학교 채소학실험실 하우스에서 고수(*Coriander sativum* L.)를 공시작물로 하여 1997년에 수행하였다. 재배방식은 담액수경방식으로 하고 배양액조성은 Belgium의 European Vegetable R & D Center의 Herb 배양액(Benoit and Ceusternans, 1994)을 사용하였다. 본엽이 1.5매일 때 정식후 배양액내에 Na_2SeO_4 의 농도를 0, 2, 4, 6, 8ppm으로 처리하여 실험을 시작하였다. 배양액은 2주마다 갱신하였고 공기는 air compressor에 기포받

생기를 연결하여 공급하였다(airation day - 15 on / 45 off, night - 15 on / 105 off).

3. 결과 및 고찰

가. 고수

고수의 양액재배시 배양액내에 Se을 농도별로 처리한 실험에서는 2ppm 처리구에서 외관상 생육은 가장 좋았으나 처리구간에 유의차는 크지 않았다 (Table 76). Se 4ppm 이상의 처리구에서는 Se의 과잉장해가 나타났는데 대조구에 비해 초장과 생체중도 감소하였고, 작물의 엽주위가 검게 타거나, 특히 하엽에서 황화현상이 나타났다. 이와같은 결과로, 고수의 경우는 4ppm 정도의 처리까지는 식물체내의 기작에 의해 Se에 대한 내성과 함께 외적 생육의 향상을 가져온다는 것을 알 수 있다. 작물내 Se의 흡수량은 낮은 농도에서 더 많은 흡수가 일어났다(Table 77). Nitrate함량은 Se의 흡수와 부의 상관을 보였다(Table 78). 이는 배양액 농도에 의한 결과인지 Se의 효과인지에 대한 연구 및 고찰이 더 필요하다고 사료된다.

위의 결과들에서 양액재배시 Se을 처리하는 경우, 외적생육을 향상시킬 뿐 아니라 비타민 C 및 식물체의 정유함량을 증가시키고 작물내 nitrate의 함량도 감소시켜 내적 품질도 증가시키는 것을 볼 수 있었다.

또한 양액재배를 통한 고수의 생산시 소비자가 보다 고품질의 기능성 작물을 안심하고 섭취하기 위해서는 Na_2SeO_4 를 2ppm이하로 처리하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다. 아울러 고수를 토양재배시 보다 양액재배를 하므로써 소비자가 싫어하는 빈대냄새를 다소 낮추고 샐러드로써 중요한 부드러운 맛을 첨가시킬 수 있어 앞으로의 소비 증대에 큰 역할을 한 것으로 사료된다. 다만 유통시 Se을 함유한 고수가 장기간 저장될 수 있는지에 대한 실험은 추가로

수행코자 한다.

Table 76. Effect of Se supplement in nutrient solution on growth of coriander(*Coriander sativum* L.).

Se conc. (ppm)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	L/W ratio (cm)	Stem base diameter(mm)	Number of lateral shoots	Fresh weight (g/plant)	
							Top	Root
0	52.50 a ²	3.43 bc	4.27 c	0.80 a	14.83 a	14.33 b	71.83 a	14.70 a
2	54.00 a	3.70 bc	4.53 bc	0.74 c	13.93 a	17.33 b	92.73 a	14.40 a
4	35.67 b	4.23 a	5.57 a	0.81 a	13.97 a	14.67 b	73.00 a	16.37 a
6	36.97 b	3.87 ab	5.33 ab	0.76 b	14.83 a	24.67 a	66.83 a	17.17 a
8	28.50 c	3.37 c	4.83 abc	0.74 c	12.93 a	18.33 b	46.83 b	13.03 a

² Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

Table 77. Effect of Se concentration in nutrient solution on internal quality of coriander(*Coriander sativum* L.).

Se strength (ppm)	Content of total Chlorophyll (mg/g FW)	Content of essential oil (%)	Content of Vit. C (mg/g FW)	Content of Se ($\mu\text{g}/100\text{g}$ FW)
0	2.4 b ^z	0.012 d	25.9 b	179 e
2	2.6 a	0.023 a	22.7 c	226 d
4	2.4 b	0.019 b	23.9 b	425 c
6	2.3 b	0.014 c	31.2 a	599 b
8	2.7 a	0.011 d	31.6 a	769 a

^z See table 76.

Table 78. Effects of selenium concentrations in nutrient solution on the mineral content of coriander at 17days after treatment.

(Unit: mg/kg FW)					
Se conc. (ppm)	NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg
0	1731.2 b ^z	167 a	8056 e	226.8 c	196.8 d
2	1863.5 a	141 d	9312 a	130.8 e	180.8 e
4	1334.4 c	144 c	9000 c	279.2 b	243.2 a
6	1334.4 c	129 e	8944 d	527.8 a	222.4 b
8	1863.5 a	155 b	9176 b	144.8 d	200.0 c

^z See table 76.

나. Artemisoa류

Se 처리에 따른 식물체의 생육과 흡수양상을 살펴본 결과 Se 이 식물에게 있어 필수원소가 아님에도 불구하고 Na_2SeO_4 2mg/ℓ 처리에서 식물의 생육은 가장 좋았으며 농도가 증가함에 따라 식물의 생육은 현저하게 감소하였다. 특히 이들 식물은 2mg/ℓ 이상에서는 생육이 현저하게 떨어져 다른 어떤 식물보다 Se에 대해 고농도에서 지상부 생육이 억제되는 것은 볼 수 있었다 (Table 79-82). Taragon의 경우 2mg/ℓ 에서 지상부가 20.5g인데 4mg/ℓ 에서는 3/2도 급격히 생장이 억제 된다. Wormwood도 2mg/ℓ 에서 10.9g인데 4mg/ℓ 에서는 0.9g으로 1/10도 채 안된다. 그러나 tarragon 과 wormwood 의 경우 감소의 폭이 적었다. 식물에 의한 Se 의 흡수양상을 살펴본 결과 모두 농도가 높아질수록 증가하는 경향을 보여주었다. 그러나 tarragon과 wormwood의 경우는 증가의 폭이 적었다. 따라서 모든 결과로 미루어 볼 때 tarragon 과 wormwood 는 Se의 흡수를 많이하지 않아서 Se에 대한 강한 내성을 보이며 참쑥과 mugwort 의 경우는 Se 처리에 의한 반응이 민감한 것으로 사료되어진다.

Se 농도가 증가함에 따라 K, Ca, Mg는 6ppm까지 증가하는 추세이나 NO_3 와 P는 감소하는 추세였다. 이는 SeO_4^{2-} 가 음이온이기 때문에 길항관계에 따른 흡수저하도 생각된다. 대체로 NO_3^- 가 감소하고 양이온인 k, Ca, Mg가 증가하는 것은 영양적인 측면에서 저질산염을 가진 보건의적 채소로서 중요하다고 생각된다. 다만 적정농도라고 추정되는 Se 2ppm하에서 낮은 P, Ca, Mg는 설명이 곤란하나 K는 증가한 것이 중요하다. 아울러 Se 2ppm에서 질산염이 높은 것도 다소 문제로 생각된다.

Table 79. The effects of selenate concentration on the growth of *Artemisia* genus plants.

Plant $\text{Na}_2\text{SeO}_4^{2-}$ (mg/l)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaf	Root length (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight ratio (%)		T/R ratio	
						Top	Root	Top	Root		
						0	24.3a ^z	8.5b	7.2b		27.0b
<i>Artemisia</i> <i>mongolica</i> var. <i>tenuifolia</i>	2	23.3a	10.9a	8.9a	37.7a	33.1a	20.5a	9.8a	11.4c	11.3d	2.09b
	4	19.6b	5.9c	5.0c	16.3c	15.5b	3.2c	1.4c	19.7b	15.0c	2.28b
	6	13.5c	3.8d	3.5d	14.3c	12.4b	2.4c	0.7c	24.1a	24.2a	3.42a
	8	12.3c	3.5d	4.00cd	14.3c	11.3b	1.8c	0.9c	24.2a	19.3b	2.0b

^z Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y The concentration of nutrient solution for herb plants developed by European Vegetable R & D Center in Belgium

Table 80. The effects of selenate concentration on the growth of *Artemisia* genus plants.

Plant $\text{Na}_2\text{SeO}_4^{2-}$ (mg/l)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaf	Root length (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight ratio (%)		T/R ratio	
						Top	Root	Top	Root		
						0	24.0b	7.0b	6.3b		14.7a
<i>Artemisia</i> <i>vulgaris</i>	2	31.2a	10.5a	9.3a	19.3a	43.2a	10.9a	5.6a	11.9e	8.1d	1.94c
	4	13.3c	2.9c	2.8c	6.0b	7.0c	0.9c	0.3c	18.3c	20.0b	3.00b
	6	13.1c	2.9c	3.3c	8.0b	11.8c	0.98c	0.3c	24.1b	26.0a	3.27b
	8	12.8c	2.8c	2.7c	4.7b	5.8c	0.54c	0.10c	25.0a	20.3b	5.40a

^z Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y The concentration of nutrient solution for herb plants developed by European Vegetable R & D Center in Belgium

Table 81. The effects of selenate concentration on the growth of *Artemisia* genus plants.

Plant $\text{Na}_2\text{SeO}_4^{2-}$ (mg/l)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaf	Root length (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight ratio (%)		T/R ratio	
						Top	Root	Top	Root		
<i>Artemisia dracunculus</i>	0	46.1a	8.2a	0.9ab	247.3a	50.5a	13.8b	10.6a	12.3b	7.2c	1.30b
	2	41.7a	7.1a	1.1a	188.7ab	51.0a	19.6a	9.4a	12.2b	9.3b	2.08a
	4	44.8a	7.4a	1.0ab	197.7a	34.3b	14.5ab	6.7bc	14.2a	10.2a	2.16a
	6	42.3a	7.7a	1.0ab	179.7ab	51.8a	14.7ab	8.0ab	13.3ab	7.2c	1.83a
	8	39.8a	6.8a	0.8b	122.7b	47.0ab	8.0c	4.5c	14.1a	8.7b	1.78ab

^z Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y The concentration of nutrient solution for herb plants developed by European Vegetable R & D Center in Belgium

Table 82. The effects of selenate concentration on the growth of *Artemisia* genus plants.

Plant $\text{Na}_2\text{SeO}_4^{2-}$ (mg/l)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaf	Root length (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight ratio (%)		T/R ratio	
						Top	Root	Top	Root		
<i>Artemisia absinthium</i>	0	34.2ab	16.9ab	17.3ab	9.0a	54.7a	17.0b	9.0ab	13.5c	9.1a	1.88a
	2	36.1ab	18.7a	21.8a	10.0a	44.3a	29.6a	15.0a	18.4a	10.2a	1.97a
	4	35.6ab	16.7b	18.7ab	11.7a	45.3a	24.2ab	14.7a	15.3b	10.0a	1.64a
	6	30.6b	14.3c	16.1b	12.0a	54.5a	22.2ab	12.2ab	14.5bc	10.4a	1.81a
	8	38.8a	15.9bc	17.4ab	6.7a	48.3a	16.2b	7.7b	14.9b	10.3a	2.10a

^z Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

^y The concentration of nutrient solution for herb plants developed by European Vegetable R & D Center in Belgium

제4절 고기능성분의 부여에 따른 각종 함유 성분의 변화 연구

1. 서설

지금까지 국내에는 채소의 기능성 향상법에 대한 이론적 정립이 없는 실정이며 특수한 성분을 인위적으로 주입시킨 채소 판매도 이루어지지 않고 있다. 다만 산채류와 허브식물을 중심으로 한 채소의 약리적인 효과 측면에서 연구들이 이루어지고 있다. 현재, 국내·외 연구에서 기능성식품의 대상은 항암성분이라는데 주로 초점을 맞추고 있다. 허브의 기능성을 강조한다면 기존 채소의 보건의적 효능의 과대선전이 될 수 있으나 품질의 요인 중에 상상적 품질면에서는 정신건강적 측면으로서는 한 의미가 있다고 본다.

2. 재료 및 방법

양액재배를 통해 기능성 물질을 직접 첨가하는 경우 작물내 흡수 정도와 부수적인 품질의 변화를 알아보고자 하였다. 본 실험은 고려대학교 채소학 실험실 하우스에서 허브식물을 공시작물로 하여 수행하였다. 재배방식은 담액순환수경으로하고 배양액조성은 Belgium의 European Vegetable R & D Center의 Herb 배양액을 사용하였다. 배양액 내에 Na_2SeO_4 의 처리농도는 0, 2, 4, 6, 8ppm으로 하였다. 배양액은 2주마다 갱신하였다. 수확은 화방이 출현되고 개화되기 전에 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

작물별로 셀레늄을 첨가하여 재배했을 때 작물의 품질에 미치는 영향을 조사한 실험 결과는 다음과 같다.

작물마다 셀레늄에 대한 내성을 지니는 처리농도에는 차이가 있었으나 대부분 8ppm 처리까지는 외관상 큰 해가 보이지 않았다.

Mint의 경우, 처리구모두 외관상 생육의 차이도 보이지 않았고 vit. C의 함량에도 차이가 없었다(Table 83). 그러나 정유의 함량은 Se 첨가 농도가 증가할수록 증가한 것을 볼 수 있었고(Table 84), Se의 흡수농도도 처리가 높아질수록 계속적으로 증가하였다. 또한 흡수농도가 다른 처리구에 비해 월등히 높은 것을 볼 수 있는데(Table 85), 생육특성상 내염성도 높을뿐더러 Se에 대한 내성도 매우 큰 것으로 사료된다. 이를 응용하여 Se이 과다한 지역에서는 오히려 Se을 축적식물로써 이용하여 토양의 피해도 줄이고 유용물질인 정유의 함량이 높은 작물을 수확할 수 있을것으로 사료된다.

Oregano는 Se 처리에 의해 엽록소와 vit. C의 함량이 모두 감소하였지만(Table 83), 정유의 함량은 계속적으로 증가하였다. Se 8ppm 처리구의 경우, 정유의 함량이 대조구에 비해 2배나 증가하였다(Table 84). 그러나 Se의 흡수는 4ppm 이상의 경우 더 이상 크게 증가하지않았다(Table 85). 또 Se 8ppm처리구의 경우 외관상 생육도 대조구에 비해 저하한 것을 볼 수 있었다. 이는 oregano의 경우 Se에 대한 내성이 그리 크지 않은 것을 알 수 있다.

Basil의 경우 Se 처리에 따른 엽록소와 vit. C함량에 대한 결과는 그리 효과적이지 않았다(Table 83). 정유의 함량도 1ppm 처리구에서만 대조구에 비해 다소 증가했고 그 이상의 처리구에서는 처리구간에 유의차가 전혀 없었다(Table 84). Se의 흡수량도 다른 작물에 비해 적었으며 3ppm 처리구에

서 가장 많이 흡수하였고 4ppm 처리구에서는 오히려 다시 흡수량이 감소하였다(Table 87). 그러나 외관상 생육에 있어서는 처리구간에 차가 인정되지 않았다.

Table 83. Effects of selenium on the internal quality of herbs.

Se Treat. (ppm)	Mint	Oregano	Basil	Mint	Oregano	Basil
	chlolophyll (mg/gFW)			vit. C (mg/100gFW)		
0	2.94	2.49	1.63	55.1	24.2	22.1
2	2.37	1.81	1.25	54.4	11.4	23.8
4	2.86	1.96	1.60	47.6	15.7	21.5
6	2.73	2.04	1.58	50.4	18.8	17.3
8	2.87	2.08	1.81	53.7	19.1	21.4

Table 84. Effect of selenium on the essential oil contents(%) of herbs

Se Treat. (ppm)	Mint	Oregano	Basil
0	0.215	0.060	0.066
2	0.224	0.075	0.110
4	0.210	0.083	0.090
6	0.300	0.092	0.090
8	0.280	0.178	0.090

Table 85. Anion contents in selenium treated mint plant.

Se Treat. (ppm)	Selenium ($\mu\text{g}/100\text{gFW}$)	Anion contents (ppm)			
		SeO_4^{2-}	NO_3^-	$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$	SO_4^{2-}
0	6.9	32.14	195.20	287.05	80.79
2	520	39.31	210.97	319.01	203.27
4	1,419	38.05	180.63	207.46	46.72
6	2,357	50.29	325.53	181.03	173.38
8	3,264	30.50	125.60	236.68	184.23

Table 86. Anion contents in selenium treated oregano plant.

Se Treat. (ppm)	Selenium ($\mu\text{g}/100\text{gFW}$)	Anion contents (ppm)			
		SeO_4^{2-}	NO_3^-	$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$	SO_4^{2-}
0	1.7	24.78	248.83	242.93	98.03
2	241.5	15.13	242.75	220.85	96.00
4	1,113	20.24	189.75	195.50	30.62
6	1,113	24.66	204.20	216.18	125.28
8	1,221	12.47	199.04	231.56	90.28

Table 87. Anion contents in selenium treated basil plant.

Se Treat. (ppm)	Selenium ($\mu\text{g}/100\text{gFW}$)				
		SeO_4^{2-}	NO_3^-	$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$	SO_4^{2-}
		(ppm)			
0	3.1	144.49	187.72	266.95	144.49
1	150.5	156.90	200.02	672.01	156.90
2	260	143.42	189.66	304.16	143.42
3	536.5	135.43	166.38	314.45	135.43
4	139	136.47	181.66	236.83	136.47

4. 적 요

고기능성 채소 생산을 위해 항산화효과가 뛰어난 셀레늄을 배양액을 통해 식물체내로 공급시 허브식물의 생육과 내적품질에 미치는 영향을 알아보고자 본 실험을 수행하였다. 허브를 수확 4주전 배양액에 sodium selenate (Na_2SeO_4)을 각각 0, 2, 4, 6, 8ppm의 수준으로 처리하였다. 엽중 Se의 농도는 basil을 제외하고는 Na_2SeO_4 의 농도 증가에 따라 유의성 있게 증가하였다. Vitamin C 함량은 Na_2SeO_4 의 처리농도가 증가함에 따라 balm은 증가하는 경향을 보였지만, 다른 작물들은 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였다. Na_2SeO_4 처리는 6, 8ppm의 처리구에서 엽중 nitrate함량을 다소 감소시켰다. 총 정유의 함량은 모두 작물내 selenium의 농도가 증가할수록 증가하였다. 그러나 작물별로 각 성분의 함량은 서로 다른 경향을 나타냈다.

제6장 고기능성 허브의 대량생산 체계 개발

제6장

고기능성 허브의 대량 생산 체계 개발

제1절. 서 설

허브는 가정에서 화분에 심어서 햇빛이 잘 드는 창가에 두면 독특한 향기로 건강한 생활을 할 수 있도록 할 뿐 아니라 새로운 먹거리 제공으로도 큰 의미를 가질 수 있는 작물이다. 바실은 이태리 등지에서 가정에서 계절별로 포트에 재배하며, 산업적으로 온실에서 신선한 바실을 포트에서 연중재배 가능한 상태이다. 따라서 우리나라 환경에서 재배 시 큰 무리가 없고 국내 소비자들에게도 선호도가 높은 바실을 이용하여 대량 생산기술을 구축하고자 하였다. 방향식물의 재배시 정유의 생산은 대단히 중요한 요소이며, 수분환경은 이에 결정적인 요인이 된다. 본 실험은 일차적으로, 대량생산 포트 재배시 바실의 생육과 정유함량을 향상시킬 수 있는 최적의 배지와 적정 배양액의 농도를 선발하였다. 또한, 관수량에 따른 외관상의 생육과 내적인 품질, 정유의 생산성과의 관계를 구명하고자 하였으며, 각각의 생리적인 차이와 원인을 분석하고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 培地의 종류와 培養液濃度에 의한 영향

Basil의 固形培地耕시 生育에 적합하고 精油의 含量과 品質을 높일 수 있

는 培地의 종류와 培養液의 濃度를 구명하기 위하여 본 실험을 수행하였다. 1999년 2월 10일에 피트모스, 코코피트, 펄라이트 (1:1:1 v/v) 혼용 배지에 파종하여, 3월 11일에 定植시켜 6주간 栽培하였다.

가. 培地의 종류

培地의 종류는 固形培地으로 펄라이트 單用, 코코피트 單用, 피트모스 單用 그리고 코코피트와 펄라이트 混用(1:1 v/v), 피트모스와 펄라이트 混用(1:1 v/v)을 사용하였으며 600ml의 플라스틱 포트에 500ml의 배지를 채웠다. 펄라이트 單用은 保水力 증진을 위해 大粒과 小粒을 1:1로 混合하여 사용하였다. 코코피트와 피트모스는 定植시 苦土石灰를 사용하여 pH를 5.5에서 6정도로 보정하여 사용하였다. 灌水는 非循環式으로 點滴핀을 이용하여 定植 後 3주를 중심으로 하여 灌水量을 달리하였다. 각 培地別 灌水量은 Table 88과 같다.

Table 88. Amount of watering on different substrate.

Substrate	Before 3 week ² (mL/plant/day)	After 3 week (mL/plant/day)
Perlite	60	120
Cocopeat	30	60
Peatmoss	30	60
Cocopeat:Perlite 1 : 1 (v/v)	45	90
peatmoss:Perlite 1 : 1 (v/v)	45	90

² 3 Weeks before harvesting.

나. 培養液濃度 처리

본 실험에서는 허브용 養液을 사용하였다. 濃度는 허브용 養液을 각각 0.5, 1, (EC=2.4mS/cm), 2, 3배의 4 처리로, 1배액의 경우 EC=2.4mS/cm, pH 6.5였다.

2. 灌水量에 따른 生育 및 品質의 영향

관수량에 따른 바실의 생육과 정유의 생산량의 차이, 수분 스트레스에 의한 생리적인 변화를 조사하기 위해 실험을 수행하였다. 생육에 최적으로 선발된 코코피트 : 펄라이트 1:1 혼용배지와 허브 培養液 1배를 사용하여 관수량을 4단계로 하고 DFT 처리를 포함하여 모두 5처리구로 하였다. 4월 초순에 동일배지에 파종하여 5월 7일에 정식하였으며 정식 6주 후에 수확하였다. 재배는 와그너 포트(1/20000a)에 3개체씩 4개의 포트 12개체씩을 한 처리구로 하여 點滴灌水를 하였다. 각 처리별 관수량과 처리구의 배지 상태를 Table 89에 명시하였다.

Table 89. Parameter of watering treatment.

Parameter		D1	D2	D3	D4
Irrigation quantity(ml/plant)	before 2weeks ^y	25	75	225	675
	after 2weeks	30	90	270	810
Soil water content (%)		17.15± 3.23	45.21± 10.4	166.54± 44.8	345.02± 68.5
Soil water potential (MPa)		-1.98~ -1.5	-0.96~ -0.5	-0.24~ -0.15	-0.18~ -0.09

^z 2 Weeks before harvesting.

3. 生育 및 內的品質 調査

收穫時 生育調査를 실시하였다. 조사항목은 草長, 葉長, 葉幅, 直徑, 葉面積, 地上部와 地下部 生體重 그리고 地上部와 地下部の 乾物率을 조사하였다. 葉面積은 葉面積 測定機(LI-3000A, LI-COR)를 이용하여 측정하였다.

근활력은 TTC용액(2,3,5-Triphenyl-tetrazolium chloride)을 사용하여 470nm파장의 spectrophotometer(Beckman DU-64)로 흡광도를 측정하였다(吉田武彦, 1966).

葉綠素含量, 비타민 C 含量, NO₃-N 함량와 무기물 함량을 측정하였다.

수분스트레스에 의한 세포막의 손상정도를 알아보기 위해 電解質 溶出量을 측정하였다. 전해질 용출량은 총 전해질 용출량에서 각 시간별 전해질 용출량으로 나누어 총전해질 용출량에 대한 %로 계산하였다(Lafuente 등, 1991).

Tris-HCl(pH 5.5)로 추출한 시료를 0.1ml를 guaiacol 0.5ml, 1% H₂O₂ 10ml, 235ml의 sodium acetate buffer(pH 5.4)를 혼합한 반응액 2.9ml과 반응시켜 흡광도의 증가변화를 spectrophotometer(Beckman DU-64)로 5분간 흡광도의 변화를 측정하였다. 시간당 단백질(mg)에 대한 0.1D값의 증가정도로 환산하였다(Liu와 Li, 1991).

생체시료 0.5g을 3% sulfosalicylic acid 10ml을 넣어 간 후 여과하여, 여과액 2ml에 30ml의 glacial acetic acid와 6M phosphoric acid 20ml, ninhydrin을 혼합한 용액에 2ml을 넣고 glacial acetic acid 2ml을 넣어 100℃에서 1시간 반응시킨후 ice bath에서 냉각하여 반응정지시키고, 4ml의 toluene을 넣어 적색의 상등액만을 분리하여 spectrophotometer(Beckman DU-64) 520nm의 파장에서 측정하였다(Bates, 1973).

精油抽出은 steam distillation 장치를 이용하여(Chales와 Simon, 1990)

抽出하였고, 抽出한 精油의 含量은 生體重에 대한 百分率로 계산하였다. Gas chromatography와 gas chromatography mass spectro-metry를 이용하여 분석하였다. 분석된 精油成分의 含量은 peakarea percentage로 표시하였다.

4. 光合成 測定

광합성량이 최고조인 오전 7-8시와 감소한 정오, 일일 2회를 측정하였다. 오전의 경우 광량이 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 하에서 측정하였고 정오의 경우 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 이상이였다. 광합성 측정기기(LI-6200, Li-COR)를 사용하여, 순광합성량(net photosynthesis), 기공 전도율(stomatal conductance), 기공저항(stomatal resistance) 등의 측정치를 PC computer를 통해 얻어내었다.

5. 培地 분석

가. 培地 水分含量

培地를 採取하여 오븐 乾燥重量法으로 圃場容水量을 측정하였다(Kim 등, 1988).

나. 배지의 수분 포텐셜 측정

재배중 표면에서 15cm 깊이의 배지를 채취하여 thermocouple psychrometer인 Tru-Psi(Decagon Co.)로 측정하였다. 관수후 2시간 경과후, 오전, 오후 2회 측정하였다.

다. 培地 pH, EC

培地 pH와 EC의 측정은 1:10법을 사용하였으며, pH는 活酸性을 측정하였다(Cho 등, 1985; Kim 등, 1988).

라. 有機物 含量

培地의 有機物 含量 측정은 Tyurin법을 사용하였다(Cho 등, 1985; Kim 등, 1988).

마. 陽이온 置換容量

陽이온 置換容量(cation exchangable capacity;CEC)은 Bröwn 간이법을 사용하여 측정하였다(Kim 등, 1988).

6. 統計方法

統計分析은 SAS(SAS Institute, 1985) program을 이용하여 Duncan의 '多衆檢定에 의해 처리하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 培地의 종류와 培養液濃度에 의한 영향

가. 外觀上 生育의 差異

초장, 엽의 크기, 직경 등은 생체중과 같은 경향을 보여, 전반적인 외관 생육과 일치하였다. 반면, 건물률은 외관생육이 좋은 경우 낮은 경향을 보였으며, 저농도 양액보다 고농도의 처리구에서 높은 경향을 보였다. 각각의 배지에서 0.5, 1, 2, 3배의 다른 배양액 농도하에서 재배한 결과, 외관생육이 전반적으로 0.5, 1배가 좋았다(Table 90). 2배 이상의 농도에서는 생육이 저조하였으며 3배의 경우 어느 정도 생육하다가 억제되는 경향을 나타내었다. 동일한 허브 양액으로 재배한 Suh(1998)의 경우, NFT로 재배시 생육은 0.5배의 농도에서 양호하였다고 한다.

배지별로 살펴보면 펄라이트의 경우, 2배가 1주당 114.70g의 생체중으로 월등히 좋은 생육을 보였으며, 0.5, 1배가 약 86g으로 그 다음으로 좋았다. 코코피트 배지의 경우, 0.5배, 1배에서 생체중이 약 100g정도로 2, 3배의 경우 이보다 약 20g-30g이나 저하하였다. 피트모스의 경우는 전반적으로 다른 배지에 비해 생육이 저조하였다. 0.5배와 1배가 1주당 각각 93g, 84g이었으며, 2, 3배는 60g 정도로 좋지 못했다. 혼용배지의 경우는 양액 농도 0.5배보다 1배에서 더 좋은 생육을 보였다. 코코피트, 펄라이트 혼용과 피트모스와 펄라이트 혼용 배지의 경우, 1배 농도에서 각각 110g, 105g의 생체중을 보였다. 특히 생육이 저조했던 피트배지에 비해 펄라이트를 혼용한 배지의 경우, 생육이 향상되는 것으로 나타났다. 배지별로는 특히, 피트모스의 경우가 생육이 저조하였으며, 펄라이트의 경우는 다른 배지에 비해, 고

농도의 양액을 요구하였다. 전반적으로 코코피트를 사용한 처리구, 즉 단용 배지와 펄라이트와 혼용한 배지의 생육이 약간 더 좋은 것으로 보인다.

Table 90. The Effect of nutrient solution concentration and substrate on growth of basil.

Sub. ^z	Conc. of NS ^y (fold)	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Fresh weight (g/plant)	Dry matter ratio (%)
P	0.5	59.99 b	11.40 b	7.47 a	6.90 ab	86.53 b	15.86 a
	1	60.23 b	12.40 ab	8.13 a	6.75 b	86.97 b	13.83 ab
	2	64.10 a	13.70 a	8.73 a	7.33 a	114.70 a	12.89 b
	3	50.83 c	11.23 b	7.70 a	6.15 c	69.77 c	13.36 ab
CO	0.5	60.00 a	12.77 a	7.90 a	8.20 a	106.24 a	12.85 b
	1	59.27 ab	12.30 a	7.10 ab	7.48 a	99.14 ab	12.95 b
	2	56.43 b	12.30 a	7.47 a	7.73 a	83.79 bc	13.35 b
	3	47.73 c	9.83 b	5.97 b	6.22 b	74.97 c	16.01 a
PM	0.5	67.00 a	12.33 a	7.67 a	6.67 a	93.57 a	12.88 a
	1	53.67 b	10.80 b	6.17 bc	6.67 a	84.77 a	11.40 b
	2	49.67 bc	11.23 ab	6.77 ab	5.77 b	65.63 b	13.13 a
	3	47.33 c	9.23 c	5.10 c	5.53 b	61.68 b	13.54 a
CO:P (1:1 v/v)	0.5	58.27 b	12.67 b	8.57 a	7.53 a	98.10 b	12.93 b
	1	68.67 a	14.00 a	8.67 a	7.53 a	110.06 a	13.28 b
	2	57.23 b	11.07 c	6.77 b	6.07 b	77.71 c	15.17 a
	3	48.40 c	10.87 c	6.87 b	5.77 b	62.87 d	14.94 a
PM:P (1:1 v/v)	0.5	60.20 a	12.70 ab	7.73 a	7.35 ab	93.33 b	13.83 b
	1	63.17 a	13.60 a	8.53 a	7.63 a	105.53 a	15.29 a
	2	59.33 a	11.23 bc	7.63 a	6.83 b	76.42 c	15.26 a
	3	48.00 b	10.00 c	7.47 a	5.63 c	58.78 d	15.99 a

^z Sub. : substrate, P : perlite, CO : cocopeat, PM : peatmoss

^y NS : nutrient solution.

0.5(pH=6.7/EC=1.4), 1(pH=6.4/EC=2.4) 2(pH=6.0/EC=4.5) 3(pH=5.7/EC=6.3)

^x Means separation within columns and substrate by DMRT at the 5% level.

나. 內的인 品質의 差異

엽록소 함량의 경우(Fig. 30), 모든 배지에서 0.5배 처리구에서 함량이 가장 낮았다. 코코피트의 경우 1배, 피트모스는 2배, 코코피트와 펄라이트의 경우는 3배, 피트모스와 펄라이트 혼용 배지의 경우는 1배 이상에서 높은 것으로 나타났다. 엽록소는 광합성 장소이며 생육에 중요한 영향을 미친다. Monoterpene의 생합성이 색소체에서 일어날 가능성이 높으며, 정유의 생합성이 엽록체에서 이루어진다는 추측도 있어 정유의 생합성과 엽록소 함량은 중요하다고 할 수 있다(McCaskill과 Croteau, 1995). 본 실험의 각 배지에서 배양액 농도에 따른 엽록소 함량과 정유함량의 경향이 유사하게 일치하고 있다. 배지별로는 뚜렷한 차이를 나타내지 않고 있으며, 전반적으로 1,2배에서 높게 나타났다.

Vitamin C의 경우 펄라이트배지를 제외하고, 대체적으로 2, 3배에서 많았으며 코코피트와 피트모스 배지의 3배, 즉 생육이 좋지 못했던 처리구에서 높은 것으로 나타났다(Fig. 31) Premuzic 등(1998)은 시비와 비타민 C 함량과의 정의 상관관계를 언급하였는데, 이는 시비에 의해 탄수화물을 이용하여 아미노산과 비타민 C의 함량을 증가시킨다고 하였다. 비타민 C는 각각의 원소에 따라 작물에 따라 다른 상관관계를 보인다(Mozafar, 1994). 코코피트와 피트모스 단용배지의 양액 농도 3배처리시 약 $35\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 으로 가장 높았다. 코코피트 펄라이트 혼용배지의 경우 최고 $25\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 으로 $10\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 정도가 적었다. 피트모스 펄라이트 배지는 $20\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 이하로 가장 낮은 vitamin C 함량을 보였다.

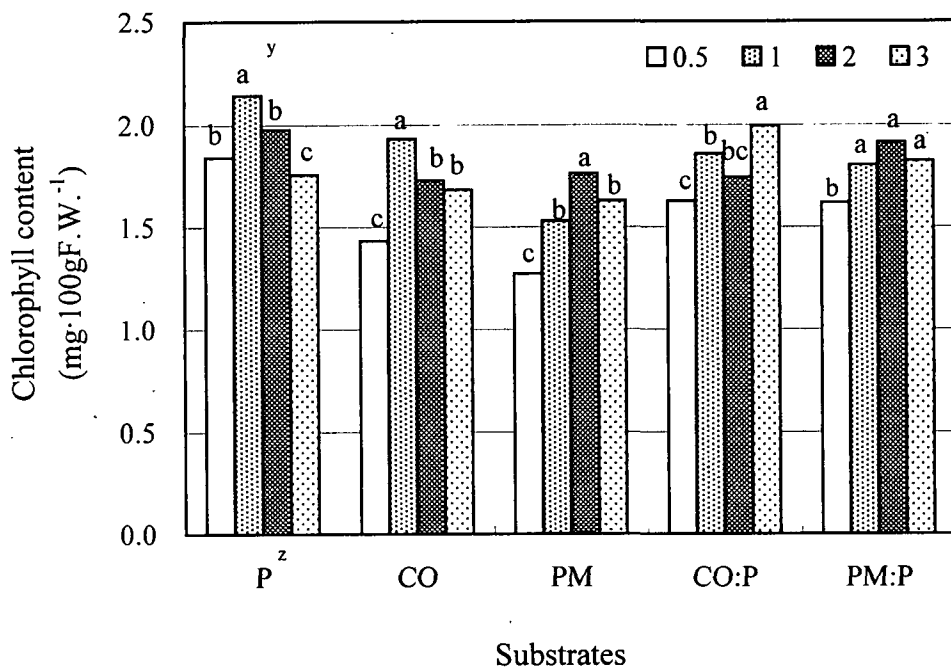


Fig. 30. The comparison in chlorophyll content depend on nutrient solution concentration and substrate.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

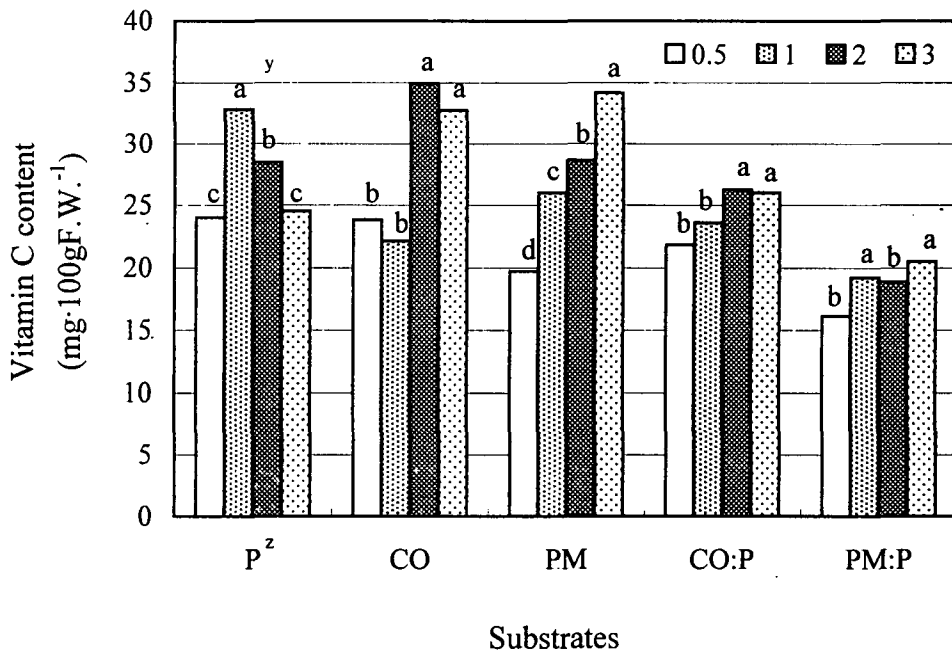


Fig. 31. The comparison in vitamin C content depend on nutrient solution concentration and substrate.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

질산염 함량의 경우도 대체적으로 3배 농도에서 높았다(Fig. 32). 이는 배지내에 염의 집적으로 생육에 비해 흡수가 상대적으로 많이 일어나기 때문이 아닌가 사료된다. 유럽에서는 질산염의 함량을 2500-3000ppm으로 제한하고 있다고 한다. 피트모스 3배처리 경우 $4.1\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 으로 상당히 높은 값을 보였으며, 1, 2, 3배도 약 $2.5\text{-}3\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 으로 전반적으로 다른 배지에 비해 높았다. 이에 비해 코코피트와 피트모스배지에 펠라이트를 혼용한 경우 단용처리구에 비해 질산염의 함량이 떨어졌다. 특히 코코피트 배지 처리구에서는 네농도 모두가 $1.5\text{-}2\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 사이로 낮았으며, 코코피트와 펠라이트혼용배지는 이보다 0.5mg 정도 더 떨어진 결과를 보였다. 단용배지보다 $5\text{-}10\text{mg} \cdot 100\text{gF.W.}^{-1}$ 낮아졌다. 이는 피트모스 배지의 경우, 염의 집적과 관련이 있는 것으로 보인다. 또한 펠라이트를 혼용할 경우, 배지내 염의 집적이 단용배지보다 적어 식물체 내의 질산염 함량도 이보다 적은 수준으로 유지되는 것으로 사료된다. 즉 펠라이트가 배지내의 통기성을 양호하게 하고 관수시 과습하지 않게 배수를 도와 적정 수분을 보유하도록 물리성을 개선하는 효과를 나타내는 것으로 보인다.

정유함량의 경우 단용배지의 경우 1배에서 높은 수치를 나타내었으며, 0.5배와 3배는 0.15%이하의 낮은 함량을 보였다(Fig. 33). 이에 비해 펠라이트를 혼용한 배지의 경우는 단용배지에 비해 정유함량이 높았으며, 특히 코코피트와 펠라이트 혼용배지의 경우 0.25-0.3% 이상의 높은 함량을 나타내었다. 피트모스와 펠라이트 혼용배지의 양액농도 1, 2, 3배의 경우 0.25%에 조금 못 미치지만 높은 함량을 보였다. 정유함량은 외적인 생육과는 다른 양상을 나타내었지만, 코코피트와 펠라이트 혼용배지의 양액 1배 처리시 작물과 정유함량의 생산이 최대로 일치하여 최고의 수율을 올릴 수 있다.

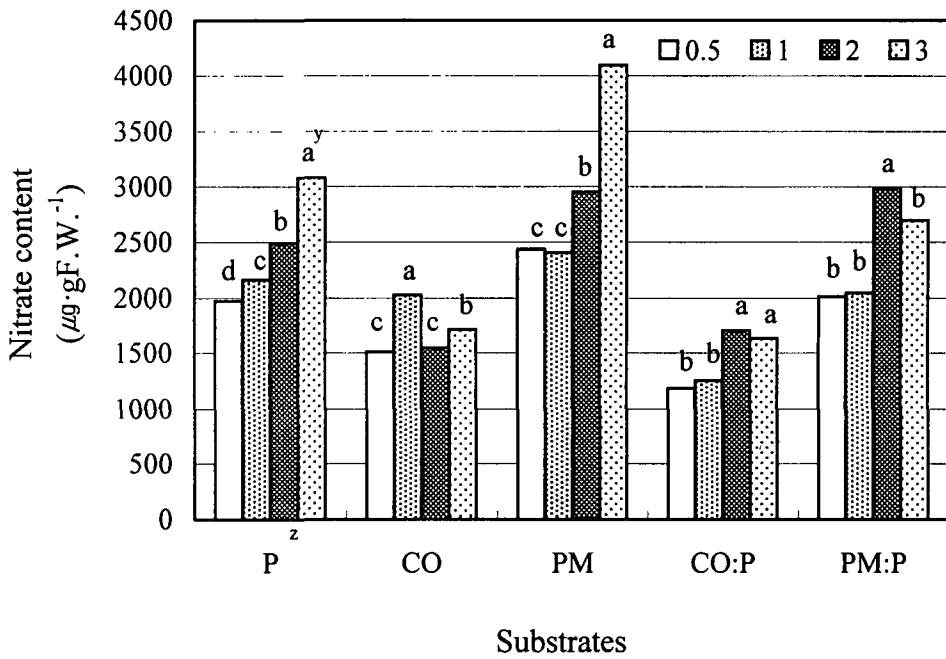


Fig. 32. The comparison in nitrate content depend on nutrient solution concentration and substrate.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

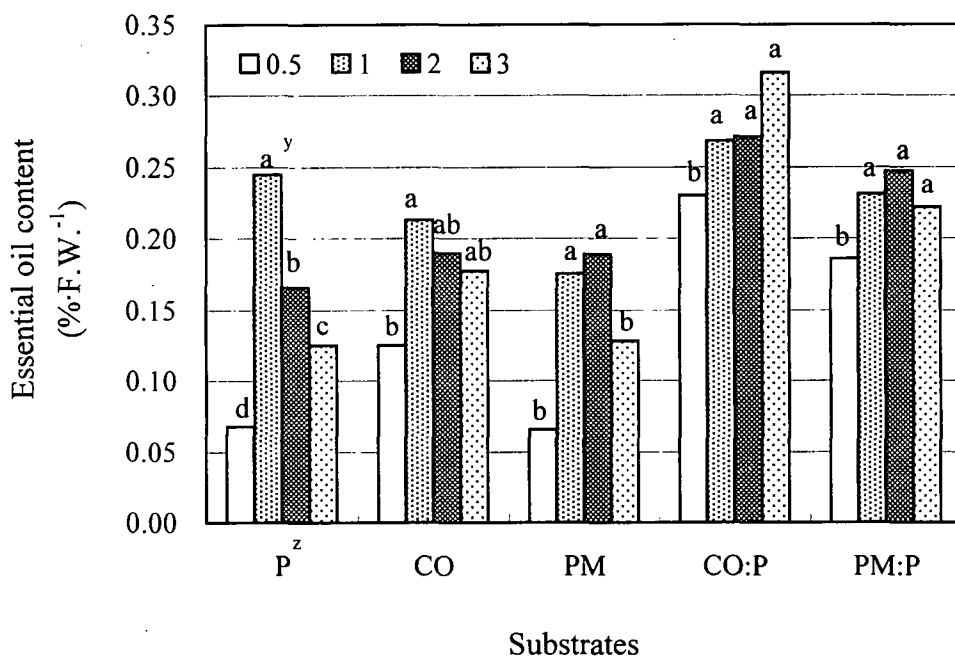


Fig. 33. The comparison in essential oil content depend on nutrient solution concentration and substrate.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

다. 배지의 理·化學的 特性

포트배지의 pH와 가용성 염류의 측정 결과는 작물의 최적 양분량을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 온실 포트 배지의 pH, EC, 특정 양분에 대한 분석은 식물체내의 양분 상태를 점검하고 비료 사용을 조절하기 위한 중요한 관리방법이다. 또한 배지를 직접 만들어 사용할 경우 정식전 배지의 분석을 통해, 배지가 적정 pH를 유지하고 용해성 염이 적정 범위내에 있도록 해야 한다. 배지는 식물을 지지, 수분을 보유하고 식물 생장에 필요한 통기성과 양분보유력을 갖고 있다. 하나의 물질에 다른 구성성분과 혼합시키므로써 원하는 기상, 액상, 식물생장을 위한 양분비를 갖출 수 있다(Reed, 1996).

배지의 물리적인 특성인 포장용수량은 펄라이트가 231.99%로 가장 적고, 피트모스가 672.35%로 가장 높았으며, 코코피트가 그보다 100%정도 적은 580.41%였다(Table 92). 코코피트와 펄라이트 혼용배지와 피트모스와 펄라이트 혼용배지는 단용보다 200-250% 정도 감소된 400%정도의 수준이었다. 펄라이트는 포장용수량이 작아 유효수분 함량이 피트모스와 펄라이트에 비해 적다(Fig. 34). 관수시 펄라이트는 배수가 잘되고, 보수력이 낮아 다른 배지에 비해 많은 관수량을 요하게 된다. 펄라이트는 보수력이 좋아 1배 이상의 농도에서도 염의 집적이 적어서 다른 배지와 달리 2배에서 생육이 좋았던 것으로 추정된다(Table 91). 반면에 피트는 보수력이 높아, 동일한 양을 관수시 다른 배지에 비해 과습하기 쉽다.

pH는 배지용액내에 존재하는 수소이온(H^+)농도를 측정하는 것으로 식물 필수 영양소의 이용성에 관여한다(Reed, 1996). Bugbee(1995)에 의하면, 작물에 따라 최적 pH의 범위는 넓게 나타난다. 식물은 영양이 제한적이지 않

다면, pH 4-7에서 동일하게 자라지만 pH가 높거나 낮은 경우 양분의 유효도가 감소하여 뿌리의 생육이 감소한다. 양액재배의 경우 5.5-5.8 정도의 약산성이 양분의 유효도에서 최적이라고 한다. 펄라이트는 pH 6.93으로 중성에 가까우나 피트모스는 pH 5.09으로 산성이다. 펄라이트를 혼용한 배지는 단용배지에 비해 pH가 높아졌다(Table 92). 따라서 펄라이트를 섞을 경우 물리성 뿐 아니라 식물의 생육에 적절한 pH로 화학적인 성질도 개선할 수 있었다. 무기배지인 펄라이트는 중성에 가까우나, 코코피트나 피트는 산성이 강하여 고토석회를 사용하여 1정도 pH를 보정하였다(Reed, 1996; Park, 1996). 재배전에 pH는 5이상의 범위로 보정하였으나, 재배후 배지를 분석한 결과 양액의 첨가등으로 pH가 많이 떨어졌다. 특히 생육이 좋지 않았던 피트모스의 경우, pH가 4.30까지 떨어졌다.

EC(전기전도도)는 배지내에 존재하는 모든 이온의 농도 합을 의미하는 이온 농도를 측정하는 것으로 이온의 이동성, 전하, 농도, 및 온도에 비례한다(Park, 1998; Reed, 1996). 재배전, 코코피트는 EC가 1.933mS/cm로 가장 높았으며, 피트모스는 0.579mS/cm였다. 재배후 배지분석의 결과, 피트모스의 경우 2,3배 농도처리의 배지에서 EC가 4mS/cm이상으로 염이 집적되었음을 알 수 있었다(Table 92). Udagawa(1995)에 의하면, NFT에 딜과 백리향을 재배한 결과, 양액의 EC가 2.4와 3.6에서 각각 생육이 잘되고 정유함량이 가장 높았다고 한다. 따라서, 피트모스 배지의 2,3배 처리는 pH와 EC 모두 생육에 제한 요인이 된다.

무기배지인 펄라이트의 경우, 무기염류 함량이 거의 없으며, 양이온치환 능력도 매우 낮았다(Table 91). 포트재배의 경우 펄라이트는 배수가 잘되어, 양분의 보유력이 떨어져 관수량의 요구도가 높고, 타배지에 비해 고농

도의 양액농도가 요구된다. 피트모스는 다른 배지에 비해 염의 집적이 잘되며, 피트모스가 코코피트에 비해 포장용수량이 높은 물리적인 특성으로 동일한 양의 관수시 더 많은 양액이 배수되지 않고 배지내에 남아 근권의 화학적인 조건을 변화시켜 생육에 영향으로 미치는 것으로 보인다(Table 92). 이 두 유기배지에 무기배지인 펄라이트를 섞어서 사용할 경우 배지의 이화학적 특성이 상호보완되어 생육에 좋은 근권환경이 될 것이다.

Table 91. Physical and chemical properties of substrate.

Sub. ^z	Field moisture capacity (%)	pH	EC (mS/cm)	Organic matter (%)	C. E. C ^z (me/100g)	Exchangeable cation (me/100g)		
						Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
P	231.99	6.93 ^y	0.049	0.358	0.414	0.044	0.043	0.037
CO	580.41	5.20	1.933	80.45	22.883	0.639	9.905	7.484
PM	672.35	5.09	0.579	78.13	43.127	5.880	10.682	17.749
CO:P (1:1 v/v)	368.50	5.60	0.818	24.64	31.081	0.407	6.861	3.904
PM:P (1:1 v/v)	402.45	5.20	0.264	29.21	34.238	2.826	4.529	6.776

^z C.E.C : cation exchange capacity

^y pH before revision

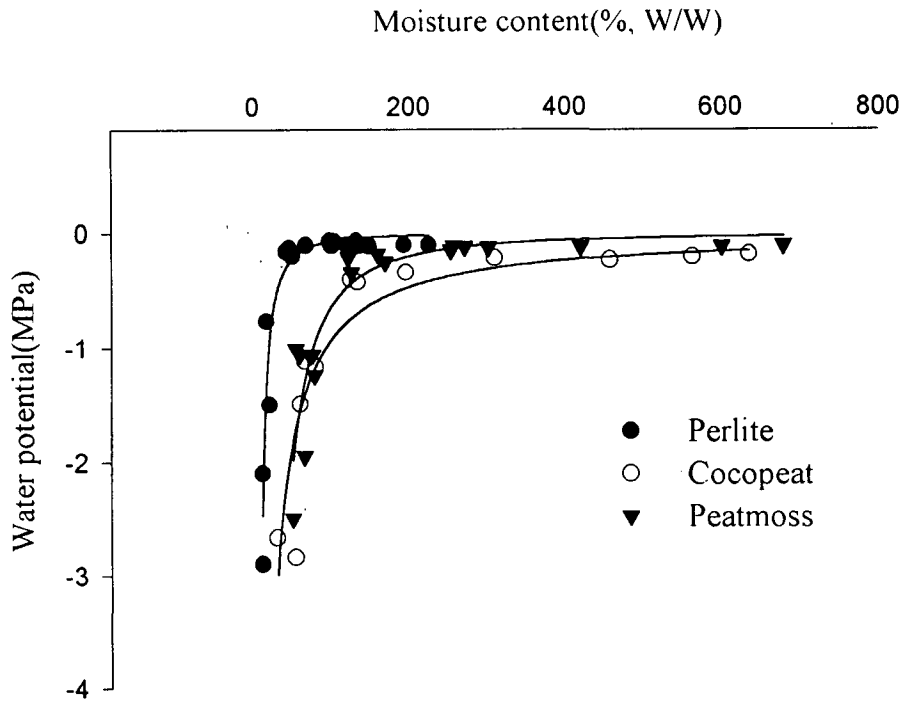


Fig.34 Moisture characteristic curves of substrate.

Table 92. Change of chemical properties of substrate after planting.

Sub. ^z	Conc. of NS ^y (fold)	pH	EC (mS/cm)	Organic matter (%)	C.E.C ^z (me/100g)	Exchangeable cation (me/100g)		
						Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
P	0.5	7.28	0.24	0.03	10.854	6.911	2.410	1.456
	1	7.13	0.57	0.14	15.191	7.962	5.280	1.817
	2	7.05	1.19	0.34	17.308	8.635	6.497	2.109
	3	6.90	1.40	0.21	19.611	9.900	7.060	2.331
CO	0.5	5.24	0.98	66.89	60.221	23.997	11.972	7.862
	1	4.98	1.61	67.58	63.556	23.701	14.130	10.345
	2	4.86	2.44	64.13	66.646	24.810	15.655	6.283
	3	4.76	3.57	69.72	72.942	26.123	20.008	7.319
PM	0.5	4.74	1.50	61.60	67.809	24.870	7.105	21.842
	1	4.64	2.33	60.68	80.486	25.519	11.885	28.100
	2	4.45	4.07	56.78	80.999	32.031	17.611	15.814
	3	4.30	4.84	62.06	85.535	31.557	22.376	15.839
CO:P (1:1 v/v)	0.5	5.60	0.85	19.40	33.965	17.226	1.964	5.403
	1	5.26	1.02	19.83	36.721	19.152	2.509	4.786
	2	4.98	1.70	20.60	41.284	18.019	8.056	4.770
	3	4.88	2.40	22.33	47.001	18.748	11.417	4.836
PM:P (1:1 v/v)	0.5	5.38	0.83	33.62	46.772	20.369	6.555	6.776
	1	5.23	1.35	33.70	55.157	21.911	11.389	9.400
	2	5.09	2.16	33.70	55.385	21.816	14.389	10.464
	3	4.89	2.72	33.19	58.765	20.724	17.174	6.776

^z C.E.C : cation exchange capacity

^y not detected

^x pH before revision

2. 灌水量에 따른 生育 및 品質의 영향

가. 外觀上 生育의 差異

관수를 달리하여(Table 89) 재배한 결과 관수량이 가장 적은 D1처리구의 경우가 생체중이 가장 저조하였으며 D3, D4 두 처리는 유의차가 없이 가장 좋은 생체중을 보였다(Table 93). 반면 DFT처리의 경우 관수량이 많은 두 처리 D3, D4보다 생체중이나, 초장은 적었다. 그러나, 엽면적은 D3, D4와 크게 유의성이 없는 것으로 나타났다.

담액수경의 경우, 수직으로의 생육보다는 측지의 생육이 좋아 엽수가 더 많아지는 경향을 보였다. 이는 생육 초기에는 식물이 담액수경에 잘 적응하지 못하고 배지경보다 생육이 저조하기 때문인 것으로 사료된다. 적정관수시 근권의 환경이 좋아 배지경이 담액수경보다 생육에 더 적합하다고 사료된다. 이는 근활력 측정을 통해 알 수 있었는데, 관수량이 적고 생육이 저조한 D1, D2보다는 담액수경, 즉 DFT 처리가 근활력이 높았으나 관수량이 적정한 D3, D4보다는 낮게 나타났다(Fig. 35). 건물률의 경우 D1이 16.40%로 가장 높았으며, 다시 말해 식물체의 수분률이 가장 낮았다. 이는 적은 관수량에 따른 지속적인 수분 흡수 부족으로 인한 것으로 추측된다. Gauthier(1995)에 의하면, 토마토 양액재배시 NFT처리구가 피트나 락올처리구보다 건물률이나 과실의 생산량이 더 적었다고 한다.

Table 93. The Effects of irrigation treatment on the growth of basill.

W. T ^x	Top length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)		Dry matter ratio (%)	
						Top	Root	Top	Root
D1 ^z	51.50 d	7.45 c	3.86 d	4.78 d	845.6 c	43.38 d	25.24 c	16.40 a	10.71 c
D2	63.50 c	8.75 b	5.68 c	6.43 c	2163.3 b	92.34 c	26.28 c	15.53 ab	13.34 b
D3	83.50 a	10.38 a	7.00 a	9.05 a	4352.6 a	194.91 a	27.77 a	13.70 d	14.88 a
D4	83.25 a	10.63 a	7.05 a	8.28 b	4610.0 a	197.38 a	35.05 b	15.00 bc	11.45 c
DFT	69.00 b	11.00 a	6.43 b	8.98 a	4404.1 a	154.62 b	79.62 a	14.13 cd	6.18 d

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

^x Watering treatment.

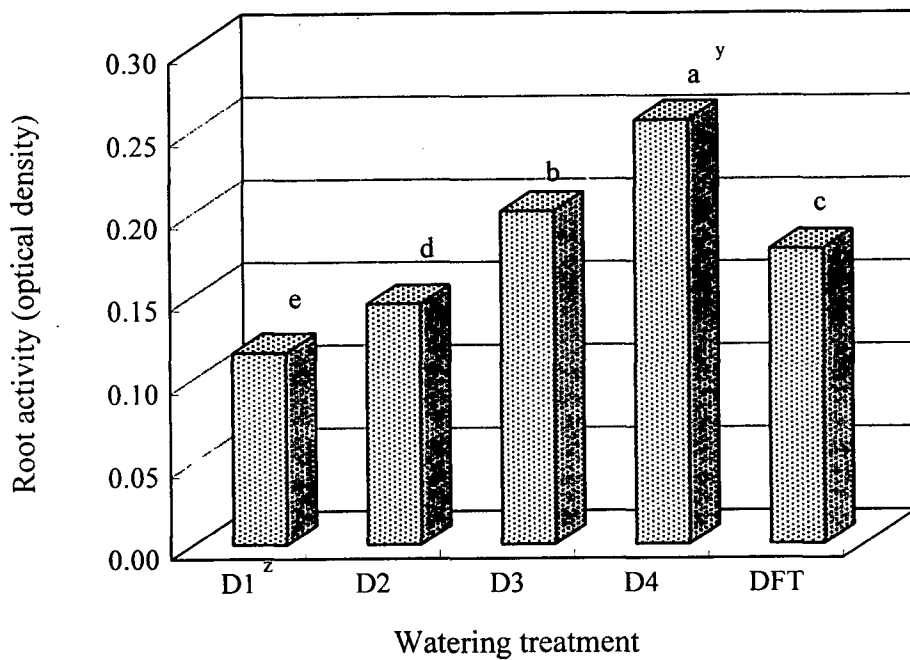


Fig. 35. The comparison in root activity depend on watering.

^z See Table 89 .

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

나. 內的인 品質의 差異

엽록소의 함량은 생육이 저조한 D1이 $2.17\text{mg} \cdot 100\text{gFW}^{-1}$ 으로 가장 높았으며, DFT가 가장 낮은 $1.49\text{mg} \cdot 100\text{gFW}^{-1}$ 을 나타내었다. 외관상으로도 배지내 수분이 적어 생육이 나쁜 처리구의 엽색이 짙었다(Fig. 36).

Vitamin C함량은 생육이 좋은 D4처리구가 $53.54\text{mg} \cdot 100\text{gFW}^{-1}$ 로 가장 높았으며, D1의 경우 이보다 약 $10\text{mg} \cdot 100\text{gFW}^{-1}$ 적게 나타났었다(Fig. 37). DFT의 경우는 $33.2\text{mg} \cdot 100\text{gFW}^{-1}$ 로 거의 $20\text{mg} \cdot 100\text{gFW}^{-1}$ 이나 적은 함량을 보였다. Shinohara와 Suzuki(1988)에 의하면, 상처에서 NO_3 함량이 많을수록 비타민 C의 함량이 적었으며 양액재배시 수확 2-7일전에 질산염의 농도가 낮은 양액으로 이식하여 NO_3 함량을 떨어뜨리고 비타민C의 함량을 증가시켰다는 보고가 있다. 일반적으로, 질소시비는 비타민 C의 함량을 감소시키며, Watanabe 등(1989)은 시금치에서 양분의 공급을 제한하여 NO_3 를 감소시키고, 비타민 C의 함량을 증가시켰다고 한다. K시비의 경우는 많은 다른 작물과 환경하에서도 일반적으로 비타민 C의 함량에 정의 상관관계를 보이고 있다고 한다(Mozafar, 1994). 칼슘시비의 경우도, 비타민 C와 비례관계에 있다고 한다(Walke, 1980; Novobranova, 1982).

$\text{NO}_3\text{-N}$ 는 D3가 $2178\mu\text{g} \cdot \text{gFW}^{-1}$ 으로 가장 높았으며, DFT가 $1928\mu\text{g} \cdot \text{gFW}^{-1}$ 이었다. 유럽에서는 질산염의 함량을 2500-3000ppm으로 제한하고 있다고 한다. 따라서 본실험에서는 허브양액 1배를 사용하여 과도한 관수를 하지 않았으므로 질산염의 과다함량이 문제가 되지는 않았다. 무기이온 P, K, Ca, Mg의 함량은 D4처리가 가장 높았다. D1, DFT의 경우 가장 낮은 함량을 보였다(Table 94).

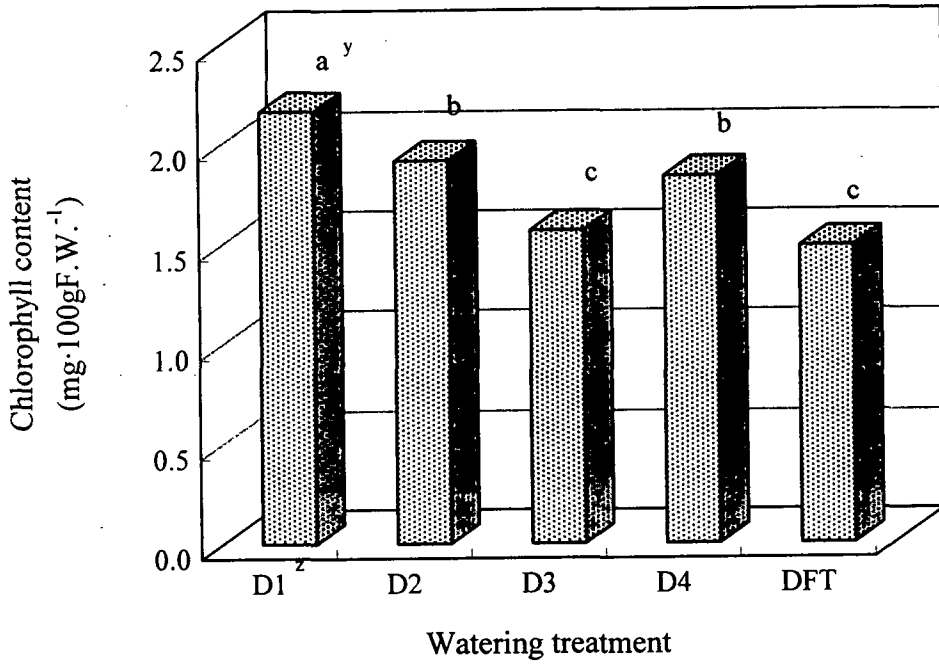


Fig. 36. The comparison in chlorophyll content depend on watering

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

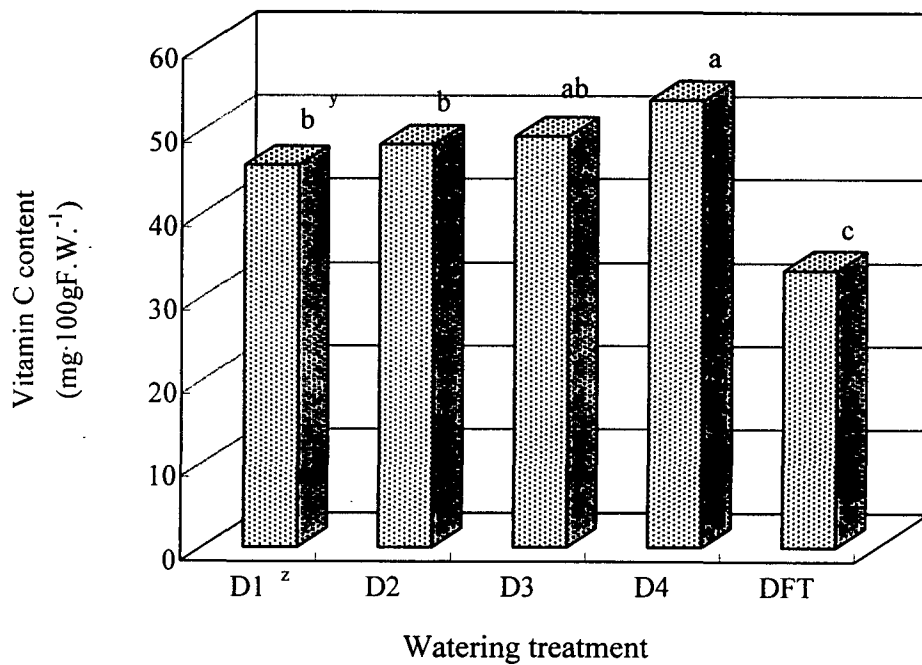


Fig. 37. The comparison in vitamin C content depend on watering

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

Table 94. Effects of irrigation treatment on the mineral content of basil.

Watering treatment	NO ₃ -N content ($\mu\text{g} \cdot \text{gF.W.}^{-1}$)	Mineral content ($\text{mg} \cdot \text{gF.W.}^{-1}$)			
		P	K	Ca	Mg
D1 ^z	1860 bc ^y	1.052 e	22.215 c	4.520 d	1.225 c
D2	1674 e	1.201 d	23.665 b	5.090 c	1.290 b
D3	2178 a	1.966 b	24.805 b	5.480 b	1.293 b
D4	1788 bc	2.482 a	26.915 a	5.713 a	1.354 a
DFT ^x	1928 b	1.494 c	21.877 c	4.700 d	1.208 c

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

^x Deep flow technique .

다. 스트레스에 관련된 生理的 差異

식물의 잎은 광합성으로 공기 중의 이산화탄소를 고정하며, 증산에 의해 물을 배출한다. 증산으로 세포의 함수량이 감소하면 세포의 팽압은 저하하며 원형질 삼투압의 증가로 수분포텐셜이 감소하여 스트레스가 발생하게 된다(Larcher, 1995). 외관생육과 내적인 품질의 차이에 동반해 수분스트레스 하의 식물체내의 생리적인 차이를 구명하기 위해 순광합성량, 기공전도율, 기공저항을 측정하였으며, 기공의 형태를 현미경 사진으로 나타내었다. 이에 더하여, 전해질 용출량과 peroxidase activity, proline 함량을 측정하였다.

순광합성량은 D3, D4, DFT가 약 $20\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도로 모두 유의차가 없었다(Fig. 38). 그러나 수분이 부족한 D1, D2의 경우 동화량이 $10\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이하로 상당히 저조하였다. 또한 정오에는 D1의 경우 거의 광합성이 일어나지 않았다. 이는 D1의 경우 수분의 부족으로 증산력이 없으며, 광과 온도가 높은 정오경에 기공을 닫아버리기 때문으로 추정된다. 즉, Fig. 39에서 알

수 있듯이 오전 8시 경의 경우는 기공 저항이 큰 차이를 보이지 않으나, 정 오에는 D1처리의 기공저항이 상당히 높은 것으로 나타나고 있다. 따라서, Fig. 40에서 알 수 있듯이 기공의 전도도는 $1s \cdot cm^{-1}$ 이하의 낮은 수치를 보였다. 수분의 부족시 증산율이 감소하며 기공저항은 증가하고, 낮은 CO₂전도도로 인하여 광합성의 감소뿐 아니라 심하면 기공을 폐쇄시킨다(Gu 등, 1996; Sharkey와 Seemann, 1989).

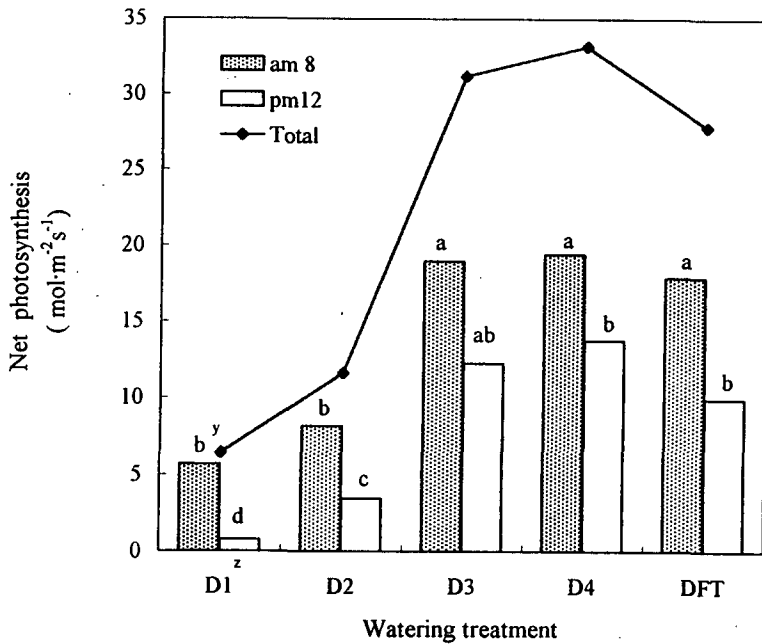


Fig. 38. The comparison in net photosynthesis depend on watering.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

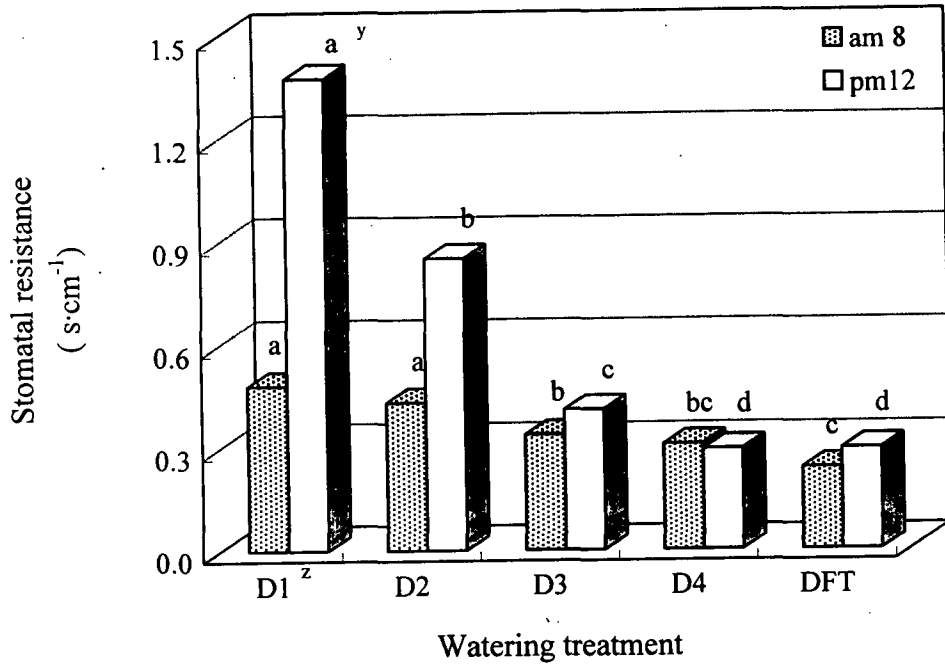


Fig.39. The comparison in stomatal resistance depend on watering

^z See Table 89 .

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

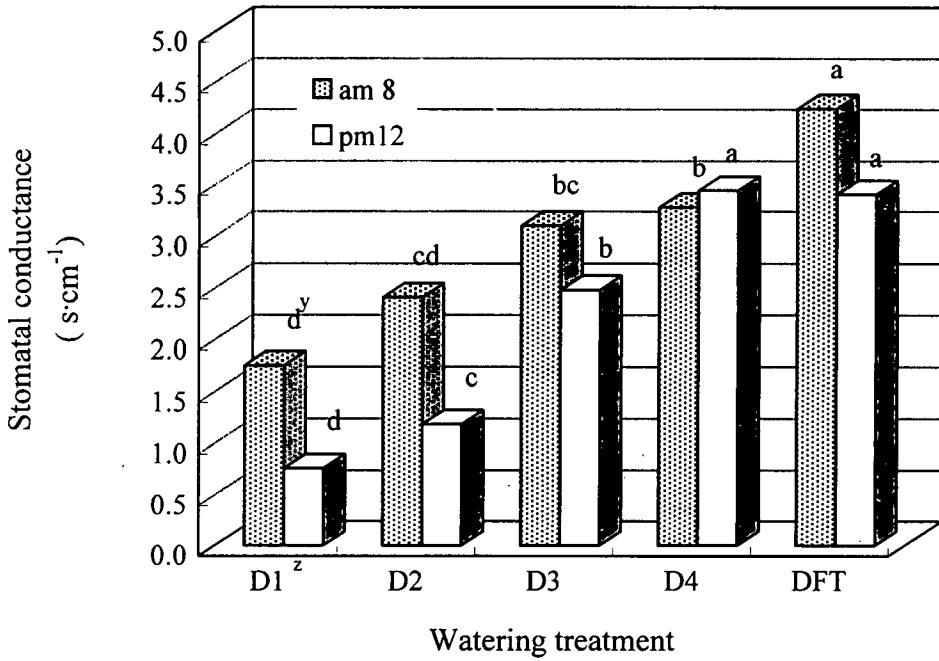


Fig.40. The comparison in stomatal conductance depend on watering

^z See Table 89 .

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

식물체의 장해나 스트레스에 대한 지표로 사용되는 전해질 용출량을 측정한 결과, 스트레스를 받았다고 추정되는 처리구 D1, D2는 전해질 용출량이 적었으며 D4나 DFT처리구는 많았다(Fig. 41). 재배중의 수분 스트레스의 내성으로 인한 세포막의 강화현상으로 사료된다. 저장전 바실의 전해질 용출량은 대조구와 고온처리구가 같은 수준이었으며, 10℃ 저장에서도 저장 10일까지 처리간 차이 없이 저장 전과 같은 수준이었으나 에틸렌 발생량이 급증한 저장 10일 이후 대조구의 전해질 용출량이 급증하였다. 그러나 고온처리구의 경우 대조구의 절반 이하의 전해질 용출량을 보여 저온장해 완화의 효과를 나타내었다고 한다(Kang, 1999). 식물의 수분스트레스에 대한 적용으로 건조에 대한 세포의 내성을 들 수 있다.

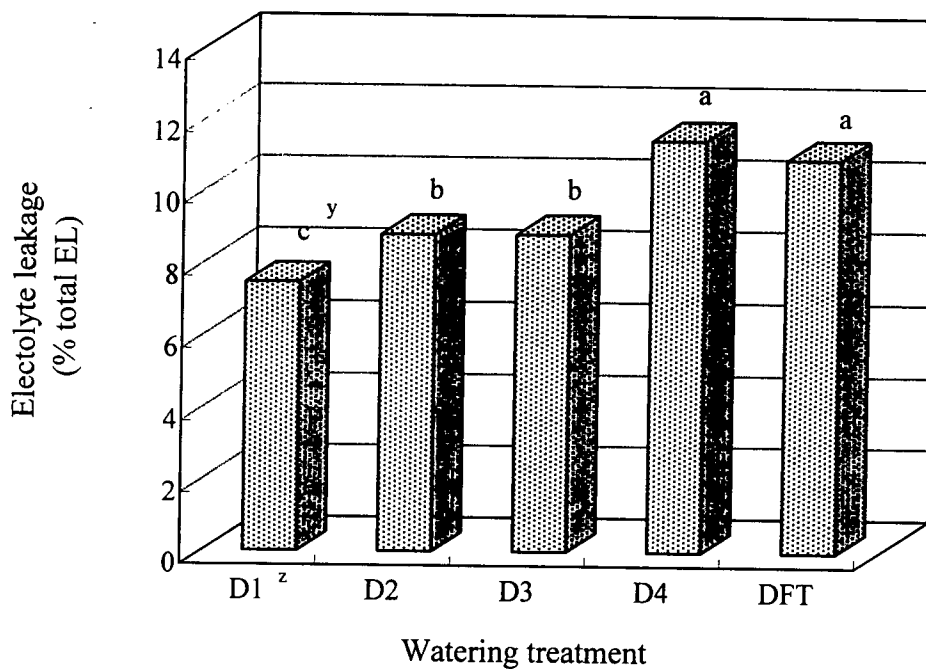


Fig. 41. The comparison in electrolyte leakage depend on watering.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

심한 스트레스는 식물의 비정상적인 물질대사를 유발한다. 스트레스의 지표로, peroxidase, glutathione reductase, dehydroascorbate reductase 등의 효소의 활성이 변하며, polyamines의 합성, ascorbic acid, tocopherol 등의 항산화제의 축적, proline, betaine, polyols 등의 삼투조절물질의 생산뿐 아니라 많은 polyphenol이나 anthocyanin등의 많은 2차 산물이 생성된다. 특히 abscisic acid, jasmonic acid, ethylene 등의 스트레스성 호르몬이 나타난다(Larcher, 1995; Katterman, 1990). 산화적인 스트레스에 의해 활성화되는 guaiacol oxidizing peroxidase (GPOD)의 activity를 분석한 결과 D1의 처리구, 즉 수분스트레스를 가장 많이 받았다고 추정되는 처리구에서 활성이 제일 높았으며, D3구가 제일 적은 활성을 나타내었다(Fig. 42). 식물생장과 peroxidase의 함량은 반비례하며, 노화시 증가하여 엽록소의 감소를 유발한다(Liu, 1991; Ford와 Simon, 1972). 수분스트레스 시 많은 작물은 엽내의 proline을 축적한다고 밝혀진 바 있다(Sells와 Koepe, 1981; Mcmichael과 Elmore, 1978; Huang과 Cavalieri, 1979). 분석 결과, D1, D2처리가 각각 $9.83 \mu\text{mol} \cdot \text{gF.W.}^{-1}$ 과 $6.52 \mu\text{mol} \cdot \text{gF.W.}^{-1}$ 으로 나머지 세 처리구에 비해 proline의 함량이 많았다(Fig. 43). Proline은 삼투조절로 이온흡수율을 높이는 물질로 보고되고 있으며, Saranga(1992)에 의하면, 배에 ABA와 Proline의 처리시 내건성이 증가하며, 생존율이 증가하였다고 한다. 또한 Handa(1983)에 의하면, 토마토의 경우, 수분스트레스에 적응된 개체일수록 proline의 함량이 월등히 높았다고 한다. Sells(1981)는 옥수수의 단계별 수분스트레스 실험에서, 어느 정도의 스트레스시 proline의 산화에 관여하는 미토콘드리아의 기질 특성을 변화시켜, proline의 산화를 감소시키며, -20bar이상의 수분스트레스를 받을 경우 proline이 축적되었다고 한다.

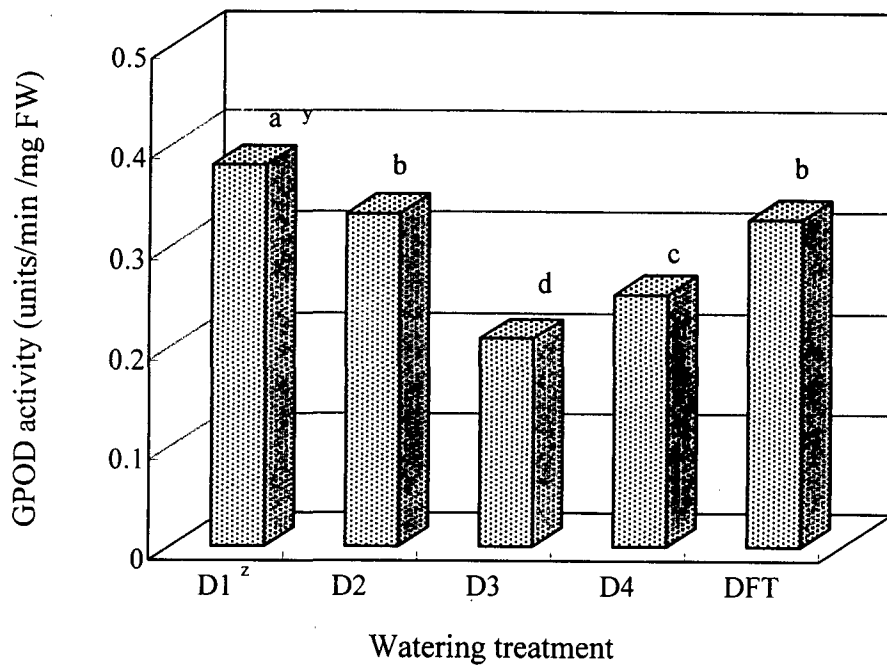


Fig. 42. The comparison peroxidase activity depend on watering.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

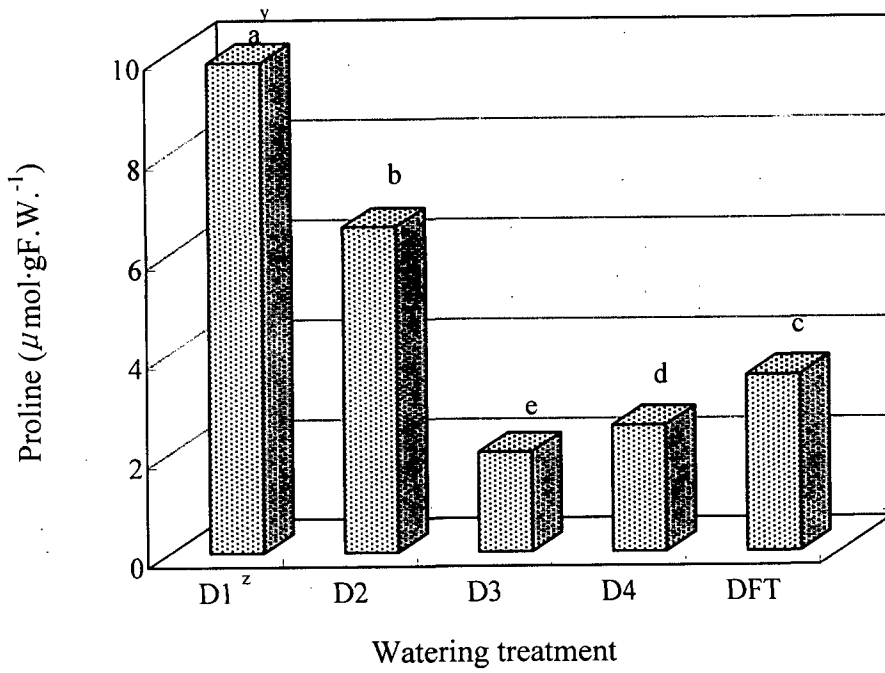


Fig. 43. The comparison proline content depend on watering.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

라. 스트레스에 의한 정유함량과 생산량

생체 100g에 대한 정유함량은 생육이 저조한 D1처리구에서 0.335%로 가장 높았으며, 관수량이 많아지는 D4로 갈수록 함량이 줄어들었다(Fig. 44). 외관상 생육이 좋은 D4의 경우는 0.11% 정도에 그쳐 정유함량과 생육은 負의 관계를 나타내었다. 특히 DFT의 경우는 0.06%로 정유함량은 많이 저조하였다.

정유샘의 수를 관찰한 결과, 100배 배율의 시야에서 볼 수 있는 단위면적 $3.14 \times 10^{-2} \text{cm}^2$ 에서 D1의 경우, 10.20개로 가장 많다. 수분스트레스에 의해 정유함량의 증가를 추출로 확인하였으며, 가시적인 관찰의 결과 또한 이와 일치하는 경향을 볼 수 있었다. 저수분 함량의 처리구 D1의 경우가 샘의 수가 많은 것을 볼 수 있었으며, D4로 갈수록 그 수가 감소하였다. Letchamo와 Gosselin(1996)의 연구도, 정유샘의 수와 정유량과는 비례적인 관계 ($r=0.64$)가 있다고 뒷받침한다. 백리향의 경우, 앞의 뒷면이 앞면보다 더 많은 정유샘이 있으며, 60-65%는 앞의 중간에, 20%는 기부에 위치한다고 추정하였다. 배지 수분 함량이 90%, 70%, 50%시 정유샘의 크기와 수에 있어서 뚜렷한 차이를 볼 수 있었으며, 배지 수분 함량이 감소, 즉 수분 스트레스를 받을 경우 표면상피층이 증가하는 경향을 보였다고 한다. 상피웁스층과 정유샘 수와의 상관관계는 비례적이긴 하지만($r=0.84$, $p \leq 0.01$), 상피웁스층과 정유함량과의 상관관계는 미약하다($r=0.49$)고 한다. 그러나, 웁스층의 분포가 많을수록 수분손실이 줄고 앞의 큐티클 층의 정유의 휘발이 줄어든다고 추측하였다.

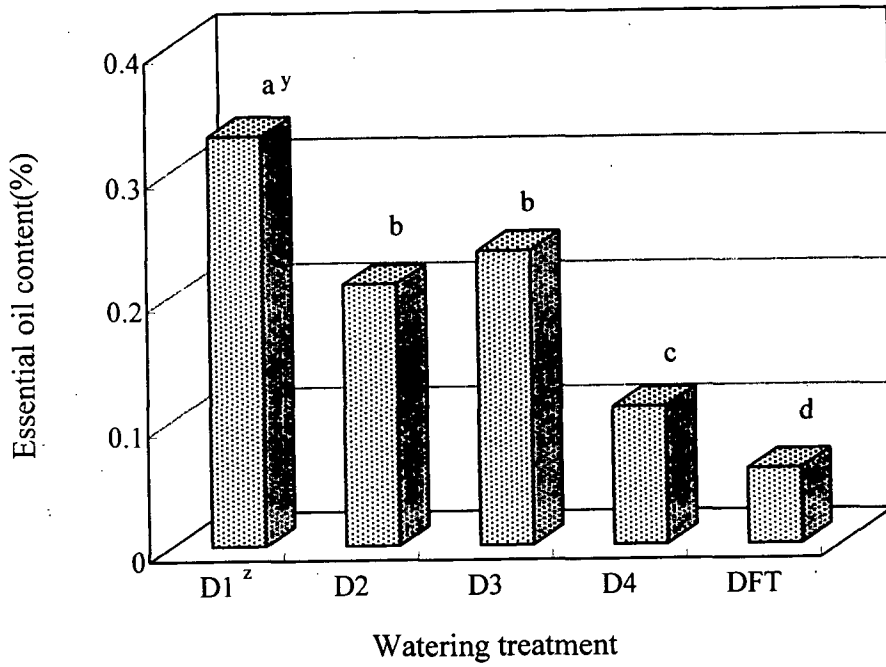


Fig. 44. The comparison in essential oil content depend on watering.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

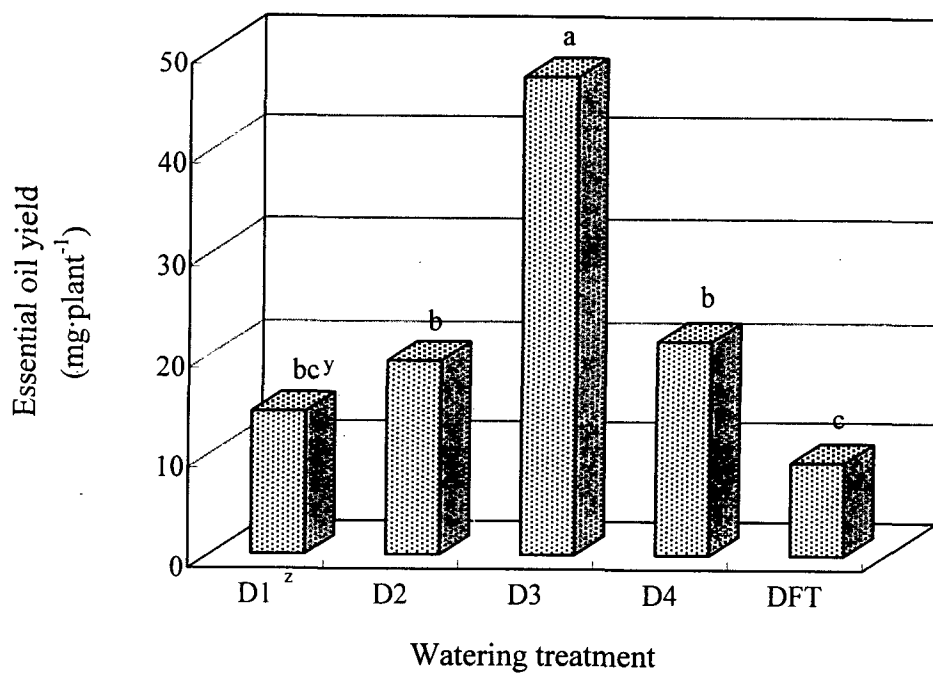


Fig. 45. The comparison in essential oil yield depend on watering.

^z See Table 89.

^y Means separation within columns by DMRT at the 5% level.

정유 생산량의 측면에서 볼 때 주당 정유생산량은 D3가 47.37mg으로 가장 높았으며, D2와 D4는 20mg정도였다(Fig. 45). 이에 반해 정유 함량이 가장 높았던 D1의 경우는 생육이 저조하여 식물체의 생산량이 적어 정유생산량은 저조하였으나 생육이 좋은 DFT는 함량이 적어 주당 정유 생산량이 가장 적게 나타났다. Lee(1992)에 따르면, 스위트바실의 담액수경 시, kg당 정유함량은 떨어지나 수량이 높은 2배의 고농도가 주당 정유생산은 높게 나타났다. 즉 본 실험과 같이, 정유함량과 외관 생육은 반비례하는 경향의 일치를 볼 수 있었다.

제4절 적 요

바실은 이태리 등지에서 가정에서 계절별로 포트에 재배하며, 산업적으로 온실에서 신선한 바실을 포트에서 연중재배 가능한 상태이다. 가정에서 화분에 심어서 햇빛이 잘 드는 창가에 두면 독특한 향기로 실내재배에 큰 의미를 가질 수 있다. 방향식물의 재배시 정유의 생산은 대단히 중요한 요소이며, 수분환경은 이에 결정적인 요인이 된다. 본 실험은 일차적으로, 대량 생산 포트 재배 시 바실의 생육과 정유함량을 향상시킬 수 있는 최적의 배지와 적정 배양액의 농도를 선별하였다. 또한, 관수량에 따른 외관상의 생육과 내적인 품질, 정유의 생산성과의 관계를 규명하고자 하였으며, 각각의 생리적인 차이와 원인을 분석하고자 하였다.

배양액농도에 따른 생육은 배지에 따라 약간의 차이가 있으나 보통 1, 2배에서 양호하였으며, 3배의 경우 생육이 좋지 못했다. 배지와 생육의 경우, 코코피트를 사용한 경우가 생육이 좋았으며, 펄라이트의 경우도 양호하

였으나, 피트모스의 경우 생육이 저조하였다. 내적인 품질은 동일한 경향을 보이지 않았으나, 정유함량의 경우 코코피트와 펄라이트(1:1 v/v)를 혼용한 처리구에서 높은 수치를 보였다. 따라서, 생육과 정유함량의 두 요소를 고려해 볼 때, 코코피트 펄라이트 1:1(v/v)혼용 배지에 벨기에의 유럽채소연구회에서 개발한 허브 培養液 1배(EC=2.4mS/cm)가 가장 적합하였다.

관수량에 따라서 생육은 관수량이 많은 D3, D4에서 좋았다. 100g당 정유함량은 D1 처리구에서 0.33%로 가장 높았다. Proline과 peroxidase activity, 광합성, 기공저항, 기공전도도 등을 측정한 결과 D1 처리구는 수분스트레스를 받았음이 입증되었고, 그 결과로 정유의 합성이 증가되었다. 그러나, 주당 정유생산량의 측면에서 볼 때 생육과 정유함량 두 요소 다 적절하였던 D3처리구가 47.37mg으로 20mg이하의 나머지 처리구에 비해 월등히 높았다.

제5절 인용문헌

- Bates, L.S. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39:205-207
- Bugbee, B. 1995. Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture. pp. 15-30. In: *Proceedings of the 16th Annual Conference on Hydroponics*. Hydroponic Soc. Am. San Ramon, CA.
- Chares, J.D. and J.E. Simon. 1990. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(3):458-462.

- Cho, S.J. et al. 1985. Soil science. pp. 346, 349-350. Hyangmun-Sa.
- Ford, T.W. and E.W. Simon. 1972. Peroxidase and glucose-6-phosphate dehydrogenase levels in cotyledons of *Cucumis sarivus*. J. Exp. Bot. 71: 423-431.
- Gauthier, L., H. Xu and A. Gossilin. 1995. Effects of fertigation management on growth and photosynthesis of tomato plants grown in peat, rockwool and NFT. Scientia Horticulturae. 63:11-20
- Gu, S., L.H. Fuchigami, S.H. Guak and C. Shin. 1996. Effects of short-term water stress, hydrophilic polymer amendment and antitranspirant on stomatal status, transpiration, water loss, and growth in 'Better Boy' Tomato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(5):831-837.
- Handa, S., A. Ray, K.A. Handa and N.C. Carpita. 1983. Solutes contributing to osmotic adjustment in cultured plant cells adapted to water stress. Plant physiol. 73: 834-843.
- Huang A.H.C., A.J. Cavalieri. 1979. Proline oxidase and water stress-induced proline accumulation in spinach leaves. Plant physiol. 63:531-535.
- Kang, H.M. 1999. Chilling stress Alleviation effect of pre-harvest heat treatment during cultivation in warm-season vegetable at low temperature storage. Thesis for Degree of Doctor, Korea University, Seoul.
- Kim, C.H. 1998. Studies on the change of yearly demand of western vegetables and herbs in main hotels in Korea. Thesis for Degree of Master, Korea University, Seoul.

- Kim, D.S. et al. 1988. Methods of soil chemical analysis. pp. 24, 27-28, 38-40, 117-119. Rural Development Administration. Institute of Agricultural Technique.
- 吉田武彦. 1966. 根の活力測定法. 日本土壤肥料學雜誌 第37卷 第1號. pp. 63-68.
- Lacher, W. 1995. Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups. pp.321-333, 379-408. Springer-Verlag. Berlin.
- Lafuente, M.T., A. Belver, M.G. Guye and M.E. Saltveit, Jr. 1991. Effect of temperature conditioning on chilling injury of cucumber cotyledons. Plant Physiol. 95: 443-449.
- Lee, B.S. 1992. Effects of hydroponic system, ionic strength and shading materials on the growth and essential oil contents of sweet basil(*Ocimum basilicum*). Thesis for the Degree of Master. Chun-nam University. Kwang-Ju.
- Letchamo, W. and A. Gosselin. 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* and influenced by light intensity and water supply. Journal of Horticultural Science. 71(1):123-134.
- Liu. K.B. and S.X. Li. 1991. Effect of NaCl on element balance, peroxidase isozyme and protein banding patterns of *Lycopersicon* leaf cultures and regenerated shoots. Scientia. Horticulturae. 46: 97-107.
- McCaskill, D. and R. Croteau. 1995. Monoterpene and sesquiterpene biosynthesis in glandular trichomes of peppermint (*Mentha* ×

- piperita*) rely exclusively on plastid-derived isopentenyl diphosphate. *Planta* 197(1):49-56.
- McMichael, B. L. and C. D. Elmore. 1978. Proline accumulation in water stressed cotton leaves. *Crop Sci.* 17:905-908.
- Mozafar, A. 1994. Plant vitamins: agronomic physiological and nutritional aspects. pp.157-178. CRC press. Florida.
- 農村振興廳. 1997. 作物栽培生理의 理論과 實驗. pp 382-385. 文榮堂.
- Novobranova, T.I., V.A. Gudkovskii and T.L. Uryupina. 1982. Effect of calcium on resistance of apples and pears to fungal rot during preservation. *Chem. Abstr.*, 97:22367e.
- Park, K.W. 1996. The cultivation and uses of herbs. pp. 1-10. Press of Korea Univ. Seoul.
- Park, K.W., Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture pp. 4-8, 13-24, 52-58, Academic Press. Seoul.
- Premuzic, Z., M. Bargiela, A. Garcia, A. Rendina and A. Iorio. 1998. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. *Hort. Sci.* 33(2):255-257.
- Reed, D.W. 1996. A grower's guide to water, media and nutrition for greenhouse crops. pp. 82-89, 110-116. Ball Publishing. USA.
- Saranga, Y., D. Rhodes. and J. Janicks. 1992. Changes in amino acid composition associated with tolerance to partial desiccation of celery somatic embryos. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(2): 337-341.
- Sells, G.D. and D.E. Koepe. 1981. Oxidation of proline by mitochondria isolated from water-stressed maize shoots. *Plant physiol.* 68:1058-1063.

- Sharkey, T.D. and J.R. Seemann. 1989. Mild water stress effects on carbon-reduction-cycle intermediates, ribulose biphosphate carbosylase activity and spatial homogeneity of photosyntheses in intact leaves. *Plant physiol.* 89: 1060-1065.
- Shinohara, Y. and Y. Suzuki. Quality improvement of hydroponically grown leaf vegetables. 1988. *Acta Hort.* 230:279-283
- SAS. 1985. *SAS/STAT User's guide*. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Suh, E.J. 1998. Effects of cultivar, Mineral elements and growing condition on the growth and essential oil contents of basils in hydroponics. Thesis for Degree of Doctor, Korea University, Seoul.
- Udagawa, Y. 1995. Some responses of Dill(*Anethum graveolens*) and thyme(*Thymus vulgaris*) grown in hudroponic to the concentration of nutrient solotion. *Acta Hort.* 396:203-210.
- Walker, R.R., J.S. Hawker and E. Teureukfalvy. 1980. Effect of NaCl on growth, ion composition and ascorbic acid concentration of capsicum fruit. *Scientia Horticulturae.* 12: 211-217.
- Watanabe, Y., S. Shiwa and N. Shimada. 1989. Effects of intermittent solution supply on contents of ascorbic acid sugar, nitrate, and soluble oxalate of spinach plants. *Chem. Abstr.* 59(6):563.