

발간등록번호

11-1543000-002009-01

벼 육묘 시설의 연중활용을 위한 어린잎 채소 생산 및  
저장유통 기술 개발

(Development of Techniques to Maintain Freshness  
and Produce Standardized Goods For Baby Vegetables  
using Automated Rice Seedling Producing System)

강원대학교 산학협력단

농림축산식품부

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “벼 육묘 시설의 연중활용을 위한 어린 입채소 생산 및 저장유통 기술 개발”(개발기간 : 2014. 09. 25 ~ 2017. 09. 24)과제의 최종보고서로 제출합니다.

주관연구기관명 :	강원대학교 (대표자)	최기영	
협동연구기관명 :	강원대학교 (대표자)	강호민 (인)	
참여기관명 :	신선미세상 (대표자)	김동혁 (인)	

주관연구책임자 : 강원대학교 최기영  
협동연구책임자 : 강원대학교 강호민  
참여기관책임자 : 신선미세상 김동혁

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

### 3. 보고서 요약서

#### 보고서 요약서

과제고유번호	114072-3	해당 단계 연구 기간	3년	단계 구분	응용, 개발
연구사업명	단위사업	농생명산업기술개발사업			
	사업명				
연구과제명	대과제명	벼 육묘 시설의 연중활용을 위한 어린잎 채소 생산 및 저장유통 기술 개발			
	세부 과제명	벼 육묘 자동화 시스템을 이용한 어린잎 채소 규격 생산 기술 개발 벼 육묘 자동화 시스템에서 생산한 어린잎 채소의 유통 저장 기술 개발 벼 육묘 자동화 시스템 생산 어린잎 채소의 현장 유통 적용			
연구책임자	최기영	해당단계 참여 연구원 수	총: 19명 내부: 13명 외부: 6명	해당단계 연구개발비	정부: 330,000천원 민간: 60,000천원 계: 390,000천원
	강호민	총 연구기간 참여 연구원 수	총: 22명 내부: 19명 외부: 3명	총 연구개발비	정부: 256,500천원 민간: 88,500천원 계: 345,000천원
	김동혁	총 연구기간 참여 연구원 수	총: 5명 내부: 0명 외부: 5명	총 연구개발비	정부: 60,000천원 민간: 30,000천원 계: 90,000천원
연구기관명 및 소속부서명	강원대학교 산학협력단			참여기업명 농업법인회사 (주)코레곤 신선미세상	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)				보고서 면수	366

#### 4. 국문 요약문

		코드번호	D-01
연구의 목적 및 내용	<p><b>1. 목적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 벼 육묘 자동화 시스템 이용을 증대 (현 수준) 10% → (목표) 50%</li> <li>○ 어린잎 채소 규격 생산</li> <li>○ 기존 어린잎 채소(엽채류) 선도 유지 기간 (현 수준) 4~6일 → (목표) 7~10일</li> </ul> <p><b>2. 내용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 벼 육묘-어린잎 채소 겸용 공장 생산 시스템 개발</li> <li>- 어린잎 채소 규격품 안정 생산 기술 개발</li> <li>- 재배시기별, 광 적응성에 따른 작목 선발 및 소비자 니즈 대응 신작물 탐색 및 확대 적용</li> <li>- 환경 관리(불량환경, 급액관리 등) 기술 개발</li> <li>- 어린잎 채소 상품성 제고 기술 개발 : phytonutrient 맞춤형 상품 개발</li> <li>- (현 수준) 엽채류 단순포장 → (목표) 소비자 니즈 대응 개별 소포장 상품화</li> <li>- 수확 전·후 관리 기술 개발 : 1세부 선정 작물별 어린잎 채소 수확 후 특성 비교, 안전 생산을 위한 수확 전 관리 기술 및 수확 후 관리 매뉴얼 개발</li> <li>- 수확 후 품질 관리 기술 개발 : 살균 소독 기술, 황화 억제 기술 개발</li> <li>- 수확 후 신선도 유지 기술 개발 : MAP 기술, 최적 예냉 조건 및 기술</li> <li>- 엽채류 국내 유통 과정 모니터링 : 대형마트, 백화점·기업형 슈퍼마켓(SSM), 택배 및 경매단계별</li> <li>- 세부 과제 결과의 현장 유통 적용 : 생산 및 수확 후 관리 저장 유통 시스템(2~3년차)</li> </ul>		
연구개발성과	<p><b>1. 벼 육묘 시설 연중활용을 이용한 어린잎 채소 생산시스템</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 벼 육묘시설을 활용한 어린잎 채소 생산 기술(기술이전 1건)</li> <li>- 광보광다단대차형 식물재배장치(특허출원 1건, 특허 등록 1건)</li> <li>- 벼 육묘 시스템에 적합한 어린잎 채소 최적 생산 모델링</li> <li>- 어린잎 채소 안정생산 기술개발 : 시기별, 다단위치별 수확시기 구명</li> <li>- 고온기, 저온기 등의 불량 환경과 급액 관리에 의한 어린잎 채소 적정 수확기 구명</li> <li>- 벼 육묘판에서의 어린잎 채소 종류별 적정 과종량 및 생력화를 위한 과종법 구명</li> <li>- 벼 육묘시설에서의 현장실증에 따른 안정생산 매뉴얼 개발(홍보 1건)</li> <li>- 소비자 니즈 대응 신작물(큰다닥냉이, 왕고들빼기) 어린잎 채소의 맛</li> </ul>		

	<p>축형 상품 개발 3건</p> <p><b>2. 벼 육묘 시설에서 생산한 어린잎 채소의 유통 저장 기술 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과산화수소수를 이용한 어린잎 채소 고온 스트레스 저항성 증진 효과 구명</li> <li>- 수확 전 전해수 엽면살포를 이용한 살균 소독 효과 입증</li> <li>- MAP 적용 시 포장내 고이산화탄소 가스 주입 처리의 황화 억제 효과 구명</li> <li>- 1세부 선정 주요 어린잎 채소 MAP 기술 개발로 인한 선도 유지 기간 최대 10일 이상 증가 입증</li> <li>- 연구 결과 현장 적용하여 최적의 유통 조건 제시</li> </ul> <p><b>3. 벼 육묘 자동화시스템 생산 어린잎 채소의 현장 유통 적용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제 1세부 벼육묘 시설에서 재배된 어린잎 채소를 활용한 상품화 3건 성과 도출</li> </ul>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 벼 육묘-어린잎 채소 겸용 생산 자동화 시스템 개발로 농가 소득 증대</li> <li>○ 벼 육묘 자동화 시스템 이용율 증대 (현 수준) 10% → (목표) 50% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 어린잎 채소 자동화 생산 시스템 신규 생산 설비 투자 없이 어린잎 채소의 안정적 생산으로 공장 생산 방식에 따른 농가 소득 증대 기여</li> <li>- 벼 육묘시설에서의 어린잎 채소 생산 매뉴얼 (기술 이전 및 기술 교육 확대 및 사업화)</li> </ul> </li> <li>○ 광보강 다단대차형 식물재배 장치(특허 출원 1건, 특허 등록 1건)</li> <li>○ 어린잎 채소 다양화를 통한 기능성 강화 상품화 체고 기술 : 산채 어린잎 채소 안정생산기술 후속 사업진행</li> <li>○ 어린잎 채소 선도유지기술 개발을 통한 상품 경쟁력 강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선도 유지 기술 개발 → 상품 경쟁력 증대 및 유통기간 연장 : 개발된 OTR 필름의 어린잎 채소 포장에 적용(사업화)</li> <li>- 살균 소독 기술 개발 → 상품 안전성 강화 → 상품 경쟁력 강화</li> <li>- 황화 억제 기술 개발 → 특정 어린잎 채소의 유통기간(저장수명) 연장 → 상품 경쟁력 강화</li> </ul> </li> </ul>				
<p>중심어 (5개 이내)</p>	<p>벼육묘 어린잎 채소 겸용 생산시스템</p>	<p>상품 경제성</p>	<p>저장수명</p>	<p>MAP</p>	<p>유통</p>

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		코드번호	D-02
Purpose& Contents	<p><b>1. Purpose</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Increase utilization rate of rice seedling system (current level) 10% → (target) 50%</li> <li>○ shelf life of existing baby leaf vegetables (current level) 4 ~ 6 days → (target) 7 ~ 10 days</li> </ul> <p><b>2. Contents</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of plant culture system for both rice seedling and baby leaf vegetables</li> <li>- Developmnet of stable cultivation technology for baby leaf vegetables</li> <li>- Selection of crops according to cultivation and Light</li> <li>- Serch and apply new crops for costomer needs</li> <li>- Development of environment management (Bad enviornment, management etc.)</li> <li>- Development of technology to improve the marketability of baby leaf vegetables: phytonutrient customized products.</li> <li>- (Current level) Simply baby leaf vegetables → (target) Customized small-scale packing for consumer needs</li> <li>- Development of post-harvest management technology: Comparison of post-harvest characteristics of baby leaf vegetables by selected 1st detailed research project, development of pre-harvest management technology for safe production and development of post-harvest management manual</li> <li>- Development of post-harvest quality management technology: Development of disinfection technology, inhibition of yellowing</li> <li>- Development of freshness retention technology after harvest: MAP technology, optimum precooling conditions and technology</li> <li>- Monitoring the domestic distribution process of baby leaf vegetables: Large-sized mart, department store, enterprise-type supermarket (Super Supermarket: SSM), home delivery and auction stage</li> <li>- Field distribution application of detailed results: Production and post-harvest management Storage distribution system (2nd ~ 3rd year)</li> </ul>		

<p style="text-align: center;"><b>Results</b></p>	<p><b>1. Development of baby leaf vegetable production system using rice seedling facility for year-round</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production technology of baby leaf vegetables using rice nursery facility (1 technology transfer)</li> <li>- Light supplement multi-layer system plant cultivation equipment (1 Patent application)</li> <li>- Optimal cultivation modeling of baby leaf vegetables in rice seedling system</li> <li>- Development of stable cultivation technology of baby leaf vegetables: To find out the harvesting period by season and multi-layer system</li> <li>- Investigate suitable harvest period of baby leaf vegetables due to poor environment such as High or Low temperature and water supply management</li> <li>- Sowing method for proper seedling and harvesting of baby leaf vegetables in rice seedling tray</li> <li>- Development of stable cultivation manual according to field test at rice nursery facility (1 publicity)</li> <li>- Development of customized products of new baby leaf vegetable (<i>Aagstische rugosa</i> O. Kuntze and <i>Lepidium sativum</i> L.) for consumer needs</li> </ul> <p><b>2. Development of distribution and storage technology of baby leaf vegetables produced in rice seedling facility</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effect of Hydrogen Peroxide Water on the enhancement of high temperature stress resistance in baby leaf vegetables</li> <li>- Demonstration of disinfection effect by foliar spray of electrolyzed water before harvest</li> <li>- Yellowing inhibition effect of high carbon dioxide gas injection treatment in packaging</li> <li>- The development of the MAP technology of the major baby leaf vegetables selected in the 1st detailed research project proved that shelf life increased by more than 10 days</li> <li>- The result of the study is applied to the field to provide optimal distribution conditions</li> </ul> <p><b>3. Application on field distribution of baby leaf vegetables cultivated from rice seedling system</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivation of 3 commercialization of baby leaf vegetables cultivated in the first detail rice nursery facility</li> </ul>
---	---

<p><b>Expected Contribution</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Increase farm income by developing cultivation system for both rice seedling and baby leaf vegetable <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribution to increase farm income according stable production of baby leaf vegetables without investment in new production facilities and factory production methods</li> <li>- Baby leaf vegetables manual in rice nursery facility(Technology transfer and technical education expansion and commercialization)</li> </ul> </li> <li>○ Increase utilization rate of rice seedling system (current level) 10% → (target) 50%</li> <li>○ Light supplement multi-layer system plant cultivation equipment (Patent registration proceeding)</li> <li>○ Technology to improve the marketability of baby leaf vegetables through diversification: Follow-up business of stable production technology of wild baby leaf vegetables</li> <li>○ Development of freshness maintenance technology → Increase of product competitiveness and extension of distribution period: Application of developed OTR film to baby leaf vegetables packaging (commercialization)</li> <li>○ Development of sterilization disinfection technology → Strengthen product safety → Strengthen product competitiveness</li> <li>○ Development of yellowing suppression technology → Extension of distribution period of specific baby leaf vegetables → Enhancement of product competitiveness</li> </ul>				
<p><b>Keywords</b></p>	<p>Combined production system of rice seedling and baby vegetable</p>	<p>product competitiveness</p>	<p>Shelf-life</p>	<p>MAP</p>	<p>distribution</p>

## < CONTENTS >

<b>Chapter 1. Introduction</b>	
1. Research background .....	10
2. Research objectives and aspects .....	23
<b>Chapter 2. Review of the current status of research</b> .....	24
<b>Chapter 3. Results and Discussion</b>	
1. Development of baby leaf vegetable production system using rice seedling facility for year-round .....	26
2. Development of distribution and storage technology of baby leaf vegetables produced in rice seedling facility .....	169
3. Application on field distribution of baby leaf vegetables cultivated from rice seedling system .....	319
<b>Chapter 4. Achievement of Goal and Contribution</b> .....	338
<b>Chapter 5. Outcomes of research and its application</b> .....	341
<b>Chapter 6. Comparison of related overseas technologies</b> .....	349
<b>Chapter 7. Security rating of R&amp;D achievement</b> .....	355
<b>Chapter 8. Facilities and Equipment</b> .....	356
<b>Chapter 9. Safety of Laboratory</b> .....	357
<b>Chapter 10. Representative research achievements of R &amp; D tasks</b> .....	360
<b>Chapter 11. ETC</b> .....	361
<b>Chapter 12. Reference</b> .....	363

# < 목 차 >

제 1장 연구개발과제 개요	
제 1절 연구개발의 필요성 .....	10
제 2절 연구 개발의 목적과 범위 .....	23
제 2장 국내외 기술개발 현황 .....	24
제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과	
제 1절 벼 육묘 시설 연중활용을 이용한 어린잎 채소 생산시스템 개발	
1. 벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 최적 생산 모델링 .....	26
2. 벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 자동화시스템 설계 .....	151
3. 어린잎 채소 상품성 제고 기술 개발 .....	157
제 2절 벼 육묘 시설에서 생산한 어린잎 채소의 유통 저장 기술 개발	
1. 수확 전 · 후 관리 기술 개발 .....	169
2. 수확 후 품질 관리 기술 개발 .....	192
3. 수확 후 신선도 유지 기술 개발 .....	228
4. 현장 기술 적용 .....	307
제 3절 벼 육묘 자동화시스템 생산 어린잎 채소의 현장 유통 적용	
1. 업체류 국내 유통 과정 모니터링 .....	319
2. 세부 과제 결과의 현장 유통 과정 적용 .....	324
제 4장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도 .....	338
제 5장 연구 개발 성과 및 성과 활용계획 .....	341
제 6장 연구개발 과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	349
제 7장 연구개발 성과의 보안등급 .....	355
제 8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설 · 장비현황 .....	356
제 9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	357
제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	360
제 11장 기타사항 .....	361
제 12장 참고문헌 .....	362

# 제 1장 연구개발과제의 개요

## 제1절 연구개발의 필요성

### ○ 농촌노동력 부족과 고령화로 인한 벼 공동 전문 육묘장의 증가 추세

- 농촌 고령화로 농가의 육묘부담을 줄이고, 쌀 생산비 절감을 통한 경쟁력 향상을 목적으로 수도 공동육묘 지원사업이 농촌진흥청과 농협중앙회 중심으로 추진되어 국내 벼 공급량의 27%(4천44개소)가 벼 공동 육묘장에서 보급되고 있는 실정임.
- 벼 자동화 육묘센터는 못자리 설치·육묘작업 등에 소요되는 노동력과 생산비를 대폭 절감할 수 있는데다, 육묘를 실패할 우려가 매우 낮다는 점 때문에 전국적으로 100여 곳 이상이 설치되어 운영되고 있음.
- 강원도 내 벼 공동육묘장은 60개소가 설치되어 있으며, 이 중 개인 운영이 46개소(76.7%)로 가장 높으며, 농협 6개소, 법인 1개소, 기타 6개소 설치됨(강원농업기술원 내부자료, 2014).
- 그럼에도 불구하고 벼 자동화 육묘시설은 벼의 육묘 특성상 봄철 1~2개월만 사용되며, 나머지 10개월 정도는 고가의 시설이 활용되지 못하고 있음. 방치 또는 창고 등으로 사용되어 본래의 가치를 충분히 활용하고 있지 못함.
  - 벼 자동화 육묘시설의 연중 사용을 위한 시스템 개발 절실.
- 벼 자동화 육묘센터는 발아실과 육묘실의 내부 온·습도 조절장치, 다단 재배상, 자동 관수 시설 등이 겸비되어 있어 어린잎 채소, 엽채류 생산이나 원예작물 육묘시설로 활용이 충분히 가능하리라 판단됨.

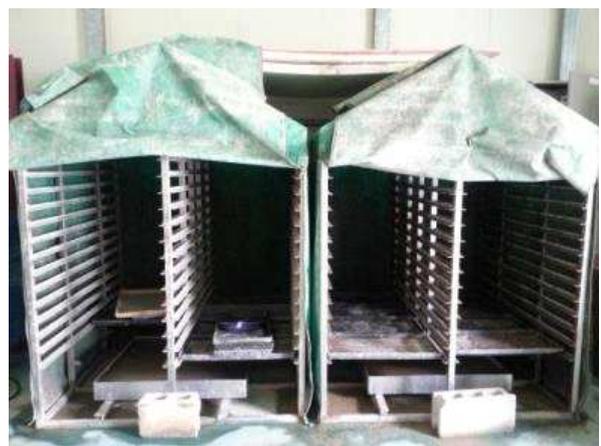


그림 1-1-1. 벼 육묘 모자리 후 방치된 육묘장 시설(환기팬, 차광필름, 관수시설, 발아상이 비치되어 있어 시설 활용 가능성이 모색되어야 함)



그림 1-1-2. 벼 육묘 다단 재배 시스템 사용 예와 공동육묘장 묘관리 방법

### ○ 기능성 어린잎 채소 수요 증가 및 신선도와 안전성 확보 급선무

- 산업의 발달, 생활수준 및 소득 향상, 여성의 사회진출, 외식산업 성장 등 식품에 대한 소비 패턴과 기호도에 변화가 생기며, 웰빙 트렌드에 맞추어 단순 먹거리 중심에서 건강 중심의 먹거리로 변모하고 있음.
- 농업회사법인 미래원의 김 ○○부장은 “새싹채소가 상품화돼 일반 소매매장에 등장한 것은 10년 전쯤 되고, 5년 전쯤 어린잎 채소 시장이 뒤늦게 형성됐다”면서 “하지만 최근엔 어린잎 채소류쪽으로 시장 소비가 옮겨가는 추세”라고 말함.
- 식품으로 이용하는 채소류는 신선도와 안전성을 최우선으로 고려해야 함.
- 시중 유통되는 엽채류는 음식을 싸 먹을 수 있는 손바닥 크기의 쌈채소, 샐러드에 이용되는 손가락정도 길이의 어린잎 채소, 파종 후 짧은 기간 싹을 키워 생육초기 어린 배추과 자엽을 식용하는 싹채소로 구분 이용됨(Meyerowitz, 1997).
- 어린잎 채소는 신선가공품(fresh cut product)로 이용되고 있는 데, 즉 샐러드 크기의 채소를 수확 당시의 신선도를 최대한 유지한 상태로 가공, 포장, 유통되어 좋은 품질을 소비자에게 전달하는 것을 최우선으로 하는 제품군임.
- 시중 유통되는 어린잎 채소로는 상추류인 로메인, 롤로로사, oak leaf, salad bowq, tat soi, 비트, 적근대, mizuna, 겨자, 엔디브 등임(Meyerowitz, 1997).
- 어린잎 채소는 새싹채소와 함께 기능성이 뛰어난 채소로 알려져 비타민, 미네랄 등유효 영양성분이 일반 채소보다 최고 4배, 어린잎을 수확하기 때문에 재배기간이 짧고 농약에 대한 걱정을 덜 수 있어 소비자로부터 주목받고 있음(박 등, 2008).
- 리스테리아균에 오염된 켈탈로프(Cantalope) 멜론에 의한 사망, 포장 농산물에서의 살모넬라균 등이 검출로 인한 리콜 등을 방지하기 위해서는 생산단계에서부터 안전한 방식으로 채소를 생산하는 것이 가장 중요함.

스포츠조선 라이프 DODO & SHOES

스포츠조선 라이프

뉴스 자동차 판매 인파 연예 리빙 24 게임 생활 소비자 고지

최신기사 야구 축구 농구 해외 특집 연예 라이프 도도 강아

### 봄바람과 함께 외식업계는 '채소바람'

2013년 04월 24일 14:07:34



한솔도시락'은 양상추, 로메인상추, 허채, 적근대 등 건강 야채로 구성된 샐러드 사를 새롭게 선보였다.

업계 관계자는 "건강을 생각하는 소비자들로 인해 외식업체로 건강하고 신선한 매 찾는 소비행태가 늘고 있다"며 "외식업계에서 웰빙 마케팅이 여전한 고객들에게 어는 만큼 앞으로 채소를 이용한 메뉴 개발이 활발하게 이뤄질 것으로 보인다"고 밝힌 최만식 기자 cms@sportschosun.com

연말뉴스

'새싹채소' 대농바이오, 60억 매출 농장기업 우뚝

기사입력 2013-02-11 08:51 | 최종수정 2013-02-11 09:19

안전한 먹을거리를 찾던 소비자들의 눈길은 웰빙식품 새싹채소에 쏠렸다. 시장을 선점한 대농바이오는 중증장구해 시장을 석권했다.

새싹채소는 씨앗이 발아해 싹이 튼 지 4일 이내 수확해 먹는 청정채소다. 다채, 황금배추, 무싹, 브로콜리, 적양배추 등이 대표적이다.

대농바이오의 생산품목은 아이순, 베이비채소 품종까지 합쳐 30가지가 넘고 '해가른' 브랜드로 백화점, 호텔, 대형마트로 유통된다.

대농바이오는 신상삼 가공에도 눈길을 돌렸다. 2009년 경기도농업기술원의 기술이전으로 '산삼가득 먹거리'를 생산해 인도네시아와 일본 수출과 대형마트 납품으로 10억원의 매출을 올렸다.



새싹채소로 60억 매출 올린 대농바이오 (장구=연말뉴스) 김경태 기자 = 2009년 국내 최초로 새싹채소를 도입해 식탁 혁명을 주도한 경기도 광주 대농바이오 황성현(56) 대표가 개회사를 돌리라고 있다. 대농 바이오는 설립 10년 만에 새싹채소 800을 생산해 매출 60억을 올린 농장기업으로 성장했다. < >

50년의 시선으로 농업의 희망을 봅니다

농민신문 The Farmers Newspaper

농촌+ 소비자+ 라이프+ > 정보광장 > 더보기 >

[특재] 농민신문의 농촌서적 / 협동조합 / 글은 지역서적 / 글은 / 영농 / 농가경제 / 특산 / 조식

농민신문 <http://www.nongmin.com> 구독신청 [광고문의] [문의]

주부장동일 2013-01-01

### 전북 진안 천준진씨, 어린잎 채소 생산 연 매출 13억



"참이 자유무역협정(FTA)에 대한 대응준비가 부족했지만 한국농업의 가능성은 무궁무진합니다. 일본 거무치와 한국 김치가 다르듯이 우리 농산물이 가진 약용성분을 연구하고 체계화한다면 전망은 밝다고 확신합니다." 어린잎 채소 연 13억원 매출을 올리고 있는 천준진씨(42 전북 진안군 부귀면 신갈리 사직)는 자신감이 넘칩니다.

강원도민일보

딱그만큼만 자라나깐

지역 고성

### 고성 어린잎채소 재배단지 확대

군, 농자화센터 등 지역 농업기술센터도 개발

2014.02.26

고성군이 고부가가치 지역 특산물인 어린잎채소 재배단지를 확대해 농가소득 증대에 나선다.

군은 총액 2억9000만원의 사업비를 투입해 어린잎 채소 재배를 위한 이호시골하루스 8호, 저문지창고 5호, 풍지마을거리 8대, 비둘새거리 2대, 풍지 및 모장재 마을 지원, 강경재, 어마리삼, 적벽비 등 10호의 어린잎채소 재배단지 조성사업을 추진할 계획이다.

이를 위해 업체류 재배 생산자조직 및 농업인 등을 대상으로사업 대상자를 선정했으며, 내달부터 오는 11월까지 사업을 시행할 예정이다.

특히 '해당삼순수'를 이용한 어린잎채소 재배단지 조성은 지난해 농촌진흥청으로부터 '2014 신규 지역 농업특산물사업' 대상으로 선정했으며, 지역의 향토색에 맞는 사업을 통해 농가 소득은 물론 지역경제 활성화에 도움이 될 것으로 평가된다.

이제부터 군은 앞으로 단계적으로 어린잎채소 재배면적을 확대하고, 기능성 어린잎채소 분말 가공식품 개발 등을 통해 농가소득에 앞장설 계획이다.

어린잎채소는 20일 정도만 단거 재배로 수확이 가능해 저온온실-기온이 거운 농업박치에 비해 짧은 것이 특징이며, 저비용 고효율 고부가가치 작목으로 전망되고 있다.

고성/남정현 icnam@kado.net  
< 지역기자 @ 강원도민일보 무단전재 및 재배포금지 >

그림 1-1-3. 어린잎 채소 이용 형태, 생산 재배 현황

- 초기 시설이 투자된 엽채류 식물공장 시스템에서의 마켓 전략 실패 사례
  - 최근 일부 IT와 협력된 농업회사 법인에서는 환경친화적 재배 방식으로 환경이 조절되는 완전제어형 식물공장시스템에서 기능성 엽채류 생산이 시도 유통하고 있음.

- 그러나 초기 시설 투자 대비 업체류 재배 기술 know-how을 습득하지 못함에 따라 차별화된 시장 마케팅 전략에 실패하는 사례가 매우 많음.
- 한편 어린잎 채소의 요구가 증가하고 있으나, 채소 생산설비 부족, 초기 투자비 부담 등에 따른 생산 애로를 해결할 수 있는 벼 육묘-어린잎 채소 겸용 공장식 생산시스템 구축은 지역 특화작목 육성이 가능하다는 특징을 갖춤.
- 본 과제는 이미 보급되어 운영되는 벼 자동화 육묘시설을 활용하여 안전한 기능성 어린잎 채소를 생산하는 시스템이 특징임. 즉 벼 육묘 이후 6월 ~ 다음해 3월 까지 기능성 어린잎 채소를 생산하는 벼 육묘-어린잎 채소 겸용 공장식 생산시스템을 개발함에 따라 안정적인 가격 경쟁력을 갖춘 지역 농산업으로 자리매김하는 장점을 가짐.

### ○ 수경 재배 및 인공광원 등 환경 관리를 통한 어린잎 채소 연중 생산

- 수경재배는 작물특성을 고려하여 생육단계에 적합한 급액관리가 가능하며, 환경 조절기술을 접목함으로써 기능성 성분 함량 증대가 가능하리라 봄. 한편 어린잎 채소 재배 특성상 기존 원예용 상토에서도 재배가 가능할 수 있으므로, 이에 대한 연구가 필요함.
- 경기도 고양시 한 업체는 외부환경과 분리된 완전제어형 다단식 식물공장에서 인공광원(LED)를 이용하여, 각 층위 상관없이 균일한 생산이 가능하므로, 상추 등 업체류를 하루 1,500봉지, 연간 40톤씩 생산함.
- 태양광 이용형 온실에서의 Ebb&Flow 시스템을 적용하여 어린잎 채소를 연중 생산함으로써 기존 시설 농가에 비해 고품질 상품화로 경쟁력을 갖추고 있음.
- 수경 재배와 인공광원을 통한 기술을 접목하여 재배하였을 때, 규격화된 어린잎 채소의 연중 계획생산이 가능하리라 봄.

### ○ 유용 성분 강화 기술 개발의 필요성

- 본 과제에서 다루게 되는 어린잎 채소는 다양한 가능성이 가지고 있음이 일부 보고되고 있다. 그러나 본 연구에서 다루게 되는 벼 육묘용 자동화 시설은 어린잎 채소 생산에는 적절하지 않는 생육 환경이고 따라서 기능성 성분에 대한 검증 연구를 통해 기존의 생산품과 품질에 문제가 없음을 확인하여 벼 육묘-어린잎 채소 겸용 공장식 생산시스템 구축을 가능하게 함.
- 현재의 어린잎 채소는 단순히 샐러드용으로 생산되는 몇 가지 주요 업체류를 혼합하여 생산된 것으로 한 가지 주제를 가지고 포장된 제품은 아직 국내에서는 생소한 제품군에 속함. 따라서 이들에 대한 영양성분의 보고와 함께 기능성 성분이 충족됨을 알려 소비자 선호를 리드할 필요가 있음.
- 기능성 성분의 양액 내 투여를 통한 인위적인 기능성 강화 어린잎 채소의 생산은 이들이 가지는 일부 기능성을 보다 강화하게 되고, 이것은 소비자의 선호를 이끌게 된다. 그러나 기능성 성분의 강제 투여는 채산성에 문제를 일으킬 수 있고, 관리 주의하여야하므로 이들의 적정 투여 시기와 농도, 공급량의 연구를 통하여 최적의 조건을 확보함이 필요함
- 복합 환경관리 및 양액 이온 조성을 통해 강화되는 기능성 성분들은 재배 시기 및 수확시기에 따라 변하게 되고 특히 어린잎 채소에 있어서 생육 기간이 짧고 빠르게 변화하기 때문에 적정 시기에 대한 품질 지표 마련할 필요성 있음.
- 농가에서는 생산품목에 소비자가 알아볼 수 있게 phytonutrient를 분석해서 영양소와 효

능을 표시함으로써 건강에 관심이 많은 소비자의 신뢰도 증진을 유발시켜 소비촉진이 가능하며, 농가 판매 신장효과가 가능하며, 기능성 물질 표시로 외국 농산물과 차별화를 통한 수입농산물과 경쟁력 제고가 가능함.

○ 어린잎 채소의 수확 후 유통 단계 선도 유지의 중요성

- 어린잎 채소의 수확 후 생리 특성은 ‘조직이 연약하고’, ‘수분손실이 심하다(표피조직의 미발달)’, ‘호흡 등의 생리활동이 왕성하다’ 라는 특성을 가짐.
- 현재 저온저장에서도 유통기한을 최대 6일도 정하고 있으며, 상온 유통의 경우 3일 내외임.
- 어린잎 채소의 호흡률은 성체보다 큰데, 특히 우리나라 유통조건수준인 10도에서 급격히 상승함.
- 기본적으로 성체의 50%수준의 저장수명을 가짐.



그림1-1-4. 어린잎 채소 수확후 유통 관리 중요성

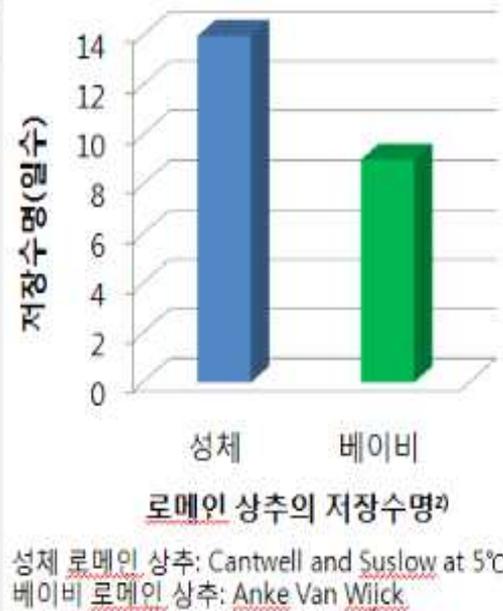
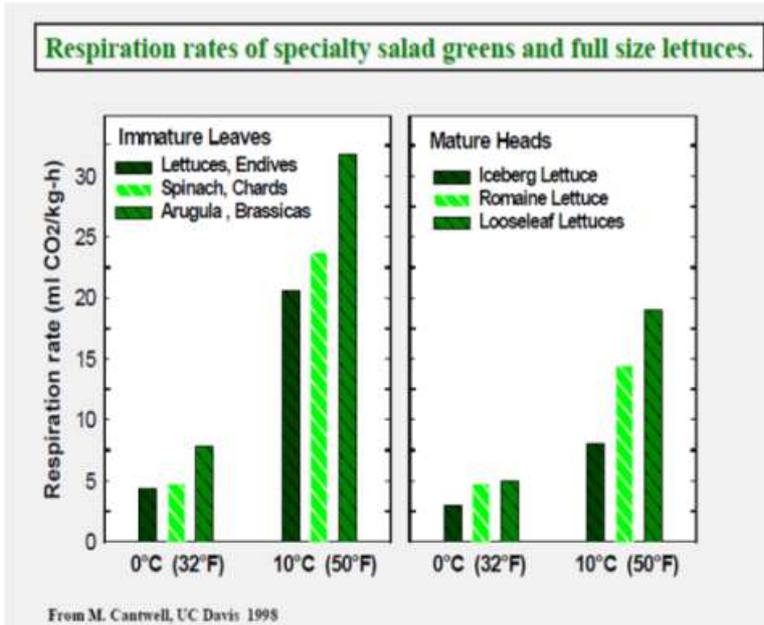


그림 1-1-5 엽채류 저장 온도별 호흡율(좌)와 수확 크기에 따른 저장 수명(우)

- 어린잎 채소와 같이 수확 후 품질저하가 심한 농산물은 반드시 cold chain을 통해 유통되어야 하는데, 미국의 경우 이력추적관리제도를 통해 유통 중 cold chain이 34~40°F(1.1~4.4°C) 범위를 벗어났을 경우 수거하여 폐기함.
- 이러한 일시적인 온도 관리 미흡이 농산물 안정성을 크게 위협하기도 하는데, 신선편의의 경우 5도 저장 후 22도에서 5시간만 노출시켜도, 세균, 효모, 곰팡이, Pseudomonas 등이 크게 증가함.

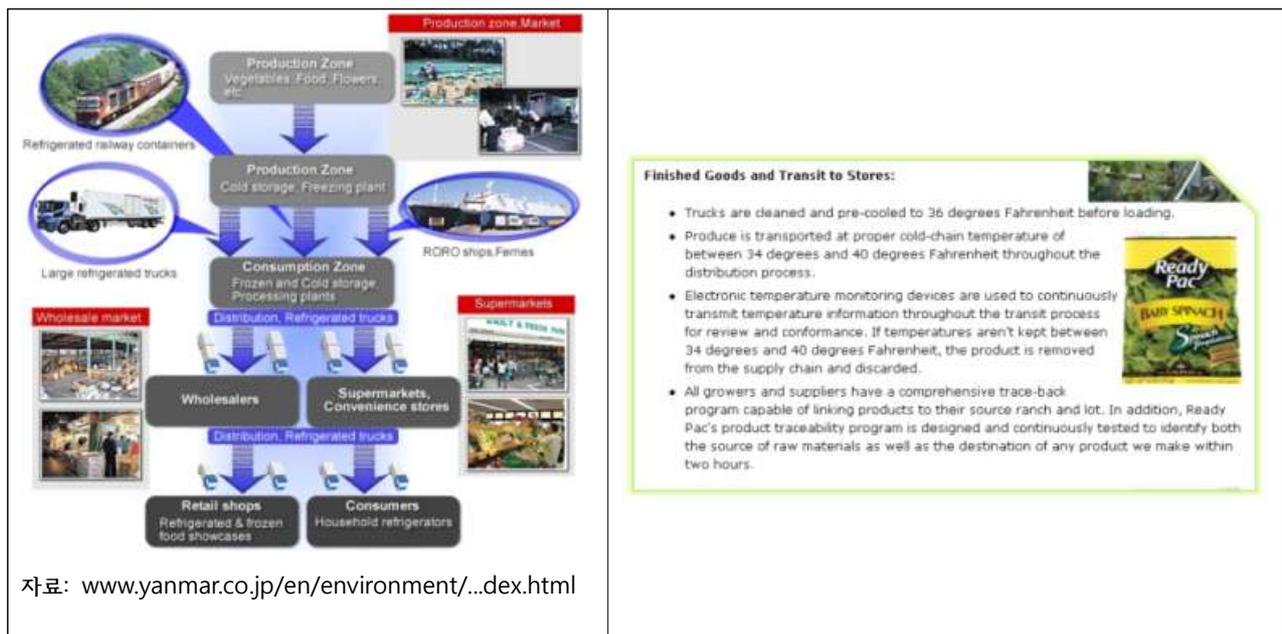


그림 1-1-6. 어린잎 채소 생산에서 소비까지의 유통경로(해외)

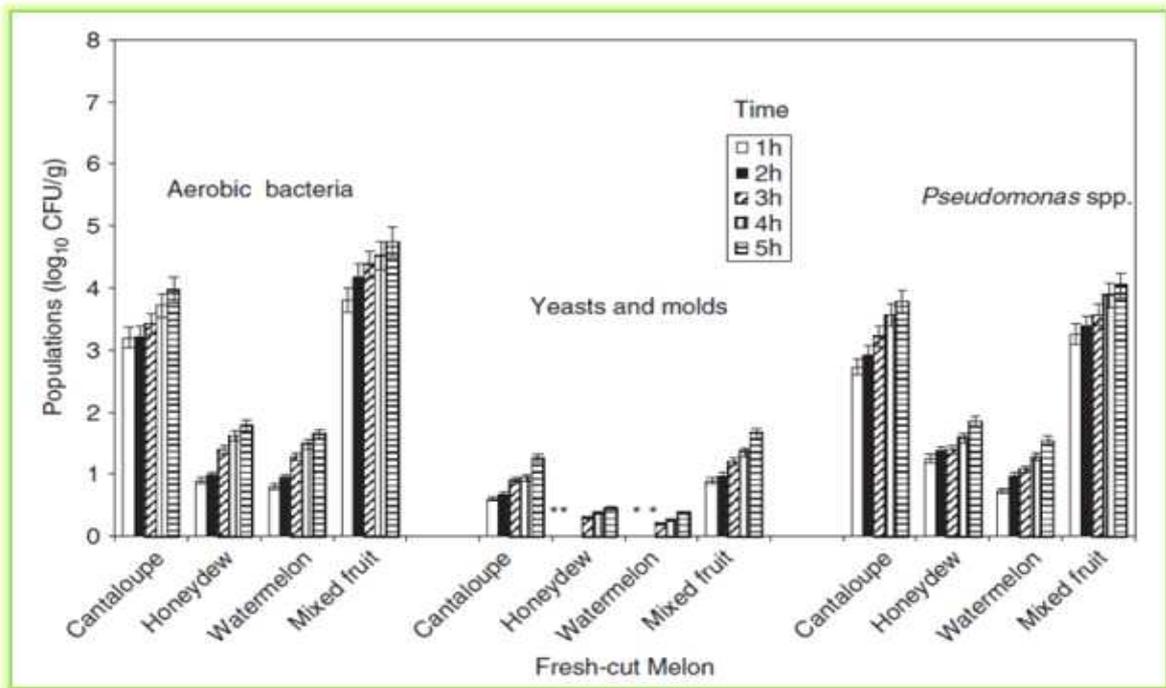


그림 1-1-7. Populations of aerobic mesophilic bacteria, yeast and mold and Pseudomonas spp. on fresh-cut melon left at 22 °C for up to 5 h before refrigeration at 5 °C for 3 h. \*Below detection (<1 cfu/g). Source : D.O. Ukuku, G.M. Sapers / Food Microbiology 24 (2007) 288-295

- 국내 새싹채소의 유통 과정 환경 모니터링 결과(2008년 강호민) 상하차 기간 4시간 정도를 상온에 노출되고 있는 실정이었으며, 대형유통업체에서도 일부 매장은 외국과 같은 전용 dock시설 없이 하차기간 중 상온에 그대로 노출되고 있음.
- 국내 어린잎 채소의 소비 중 상당 부분은 상온에서 1~2일의 수송기간이 소요되어, 현재 신선도 유지를 위해 아이스박스에 포장되어 배송되어, 운송비 상승, 온도관리의 안정성 미확보 등의 문제점 발생.

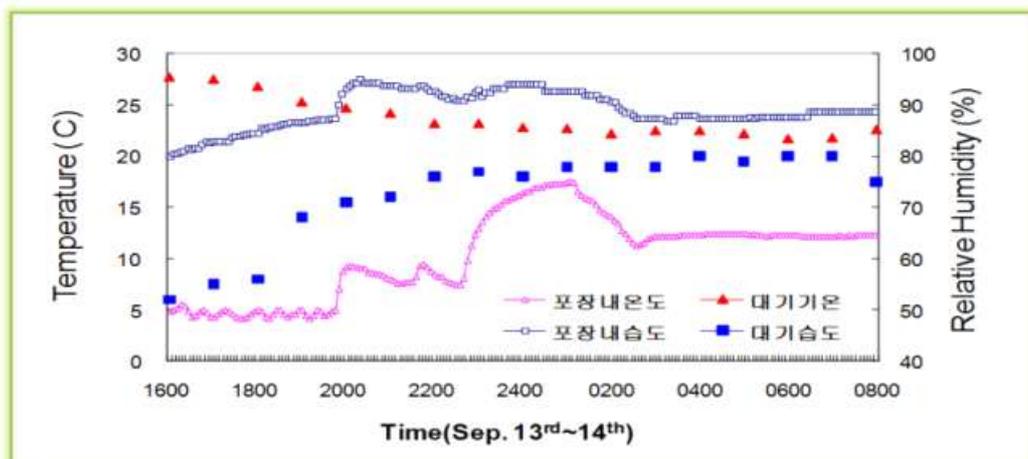


그림 1-1-8. 국내 새싹채소 유통 현황



그림 1-1-9. 국내 대형마트 신선식품 하역 과정

- 현재 국내 베이비 채소의 유통 포장 현황을 보면 아직도 일부 제품은 비밀폐형 용기도 사용되고 있는데, 반해 미국 등 선진국에서는 틈이 있는 용기를 사용할 경우에도 다시 필름으로 포장하여 완전 밀폐형 상태에서 유통되고 있음.
- 실제 어린잎 채소와 같이 보호 조직이 덜 발달하고, 호흡과 증산 작용이 큰 농산물은 상온에서 노출될 경우 쉽게 품질 저하가 발생하는데, 20도에서 1일만 경과하여도 판매가 어려운 상태가 되어 3일 후면 폐기수준이 됨. 그러나 적정한 MA조건에서는 3일 후에도 신선한 상태를 그대로 유지함.



그림 1-1-10. 국내 유통 어린이일 채소 용기 (일부)



그림 1-1-11. 외국의 완전밀폐형 용기



그림 1-1-12. 베이비채소 포장의 MAP 효과

- 국내 베이비 채소 판매 형태는 단독 포장도 있으나, 대부분 혼합 형태를 이루고 있으나, 작물별 저장성을 고려하지 않고 색상이나 가격 등에 의해 조합하여 한 가지 작물의 품질저하로도 전체 포장이 판매 불가에 놓이는 경우가 많음.
- 본 연구팀의 사전 연구에서 새싹채소의 혼합 저장에서 저장성이 떨어지는 한 가지 작물로 인해 혼합포장의 상품성 저하가 관찰되었음.

다채(비타민), 청경채, 잎비트 : 2,300원

100% 무농약  
무공해 재배  
**친환경인증  
베이비채소**  
(50g)



**어린이 스프링믹스5**는 어린이 전용 종자를 사용하여 계약재배로 생산된 안전한 무농약인증 제품입니다. 3단 세척 공법을 적용한 씻어 나온 채소로 샐러드뿐만 아니라 비빔밥, 곁질이 등으로 사용하시면 좋습니다.

<유통기한> 6일

<주의사항>  
냉장보관(0~5℃), 개봉한 제품은 냉장보관하시고, 반드시 유통기한내에 드시기 바랍니다.

스프링믹스 40g : 2,600원

<원재료명>  
비타민, 시커리, 적근대, 시금치, 케일(국산)

그림 1-1-13. 국내 유통 어린이 채소

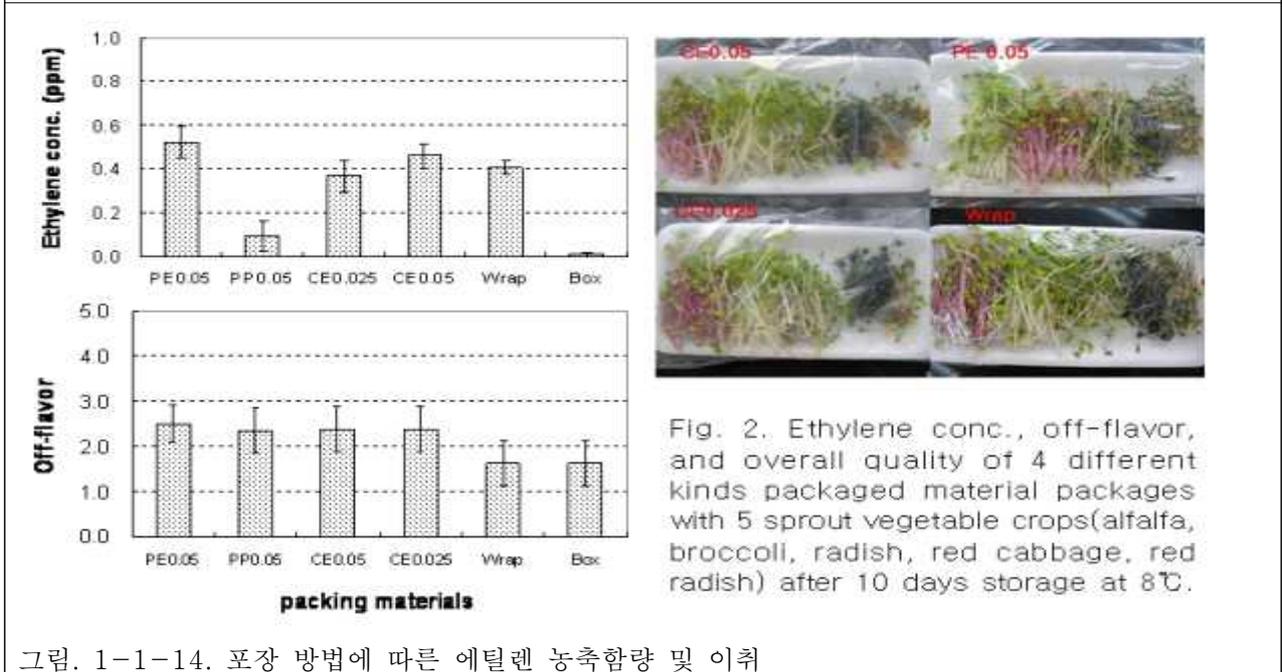


그림. 1-1-14. 포장 방법에 따른 에틸렌 농축함량 및 이취

○ 벼 자동화 육묘시설을 활용한 기능성 어린잎 채소 수익모델 개발로 농가 소득 기여

- 벼 육묘기간인 4~6월을 제외한 나머지 기간에는 방치되고 있는 벼 자동화 육묘시설의 벼 발아실, 육묘용 다단재배상, 자동관수 시설 등을 활용하여 기능성 어린잎 채소 생산에 적합한 시스템 개발, 작목 선발을 통해 기존 수도(벼)용 자동화 육묘 시설의 어린잎 채소 생산 모델을 개발하고자 함.
- 특히 어린잎 채소는 신선가공품으로 주로 이용됨에 따라 안전성을 확보하기 위해 생산단계에서 청정한 수경재배 방식으로 재배하여 살모넬라균과 같은 유해 식중독 오염원을 차단함이 중요함.
- 포장재질, 수확 후 관리에 의해 선도 유지에 결정적 영향을 미침으로써 생산과 선도유지 일관생산 시스템을 협업하여 안전한 기능성 어린잎 채소 생산시스템을 확립하고자 함.
- 현행 육묘장은 주로 농산물의 건조, 농자재 보관창고 등으로 주로 활용되고 있으며, 일부 달래(<http://blog.naver.com/clay90/90187307546>), 또는 목이버섯 재배(전북중앙신문, 2011년 9월 19일) 등으로 재배되고 있음.
- 기존 자동화 육묘 온실에는 환기창이 설치되지 않았거나, 다단 재배상에는 인공광이 설치되어 있지 않아 비교적 재배기간이 짧으면서도 기능성분을 최대화 할 수 있는 어린잎 채소 생산 수익 모델을 개발함으로써 농가 소득에 기여할 수 있음.
- 일본에서는 반침수 floating 시스템을 통한 수도 육묘에 대한 다양한 연구개발이 이루어지고 있으나, 이러한 시스템을 통한 어린잎 채소 생산 모델은 시도되고 있지 않음.



그림 1-1-15. 벼 육묘 전용 다단식 벤치

**다양한 조건에 상응한 가격으로 선별됩니다.**  
수시, 선별물만 대거

**환경일보**

환경뉴스 | 환경포커스 | 전국네트워크 | 오미·전북지역 | 특집 | 환경영웅 | 특사리뷰

수도권 | 강원도 | 충청권 | 경상권 | 호남권 | 제주권

**HILLSTATE** **당신의 새로운 주거중심 당진읍**  
총 915세대 | 5/15 1순위, 5/16 3순위 | 분양문의 1644-1111

친천군, 적기모내기 완료 벼 육묘장 효과 특출함!

【간성-환경일보】 박미영 기자 = 충청북도 진천군은 적기모내기 영농준비로 5240 ha 모내기를 순조롭게 마무리 했다.

군은 올해 모내기 관리용 이삭 기호로 인한 저온 및 비행피해, 품묘 등 피해가 발생했으나 군에서 설치한 10개소 모자리 육묘장을 잘 써보게 될지 기대를 모인한 벼농부의 육묘를 공급했다.

특히 군비 2천5백만원을 들여 예비 모자리 1만5천자루를 공급하는 등 농업인의 불편을 해소하는데 큰 역할을 했다.

한편 벼 육묘장은 모내기가 끝나면 여러모로 사용이 어려워 특히 하우스를 이용해 수확, 시금치 등 시금치재배로 농가 소득향상에 활용하고, 농업기계 및 장비 보관장으로도 활용해 유효적절하게 사용할 계획이다.

군 관계자는 "모자리 육묘장 설치를 점차적으로 확대해 농촌 노령화 및 소규모 육묘에 따른 노동력 부족을 해소하고 후방 견인한 육묘 생산 공급으로 작기 한정영농 추진이 될 수 있도록 운영할 계획"이라고 말했다.

**全北日報** **경제** **우석대학교**

전대기사 | 정치 | 경제 | 사회 | 교육 | 문화 | 스포츠 | 지역 | 생활 | 오미

【간성】 경제발전 | 금융 · 증권 | 건설 · 부동산 | 관광 · 기업 | 서비스 · 쇼핑 | IT · 과학 | 노동 · 노사

**비공동 육묘장서 표고배지버섯으로 고소득**  
김제벼구농협 900kg 생산

김대성 | chungsil@jknr / 관동수정 | 2023.05.18 18:14

트위터 | 페이스북 | 구글플러스

김제벼구농협의 배 곶동 육묘장에서 표고배지버섯을 재배하고 있다. (desk@jknr)

**영남일보** **사회**

농한기 비공동육묘장 활용 표고버섯 재배

김제벼구농협이 배 곶동 육묘장에서 표고버섯 재배를 하고 있다.

배 곶동 육묘장은 배 곶동에서 배 곶동으로 옮겨온 배 곶동 표고버섯 재배는 지난 11월 시범사업으로 시작해 12월 현재 순조로운 생산상태로 출하를 계획해 두고 있다.

이 같은 시범사업은 농사가 끝나면 11월부터 다음해 4월까지 다양한 소득원이 없는 농가에 △규농노병 예방 △담배차량 기준 시효의 어류효율 확대 △규포로 소득원 창출 등 '일석다조의 효과'를 함께 만끽할 수 있어 기대되고 있다.

지역 내 농가에서 배 곶동육묘장은 △대형 4개소(표고버섯 재배소 1만4천만원 상당), △소형 40개소(표고버섯 재배소 4천만원 상당)로 연 총 33개(4~6월)만 사업할 예정이다.

따라서 군은 많은 벼농을 몰려 설치한 이 시설물이 효과가 끝난 후인 내달 9개월은 다양한 활용방안이 없애 배여 있는 상태로 놓리고 있다는 점에 착안해, 최근 농민들에게 새 소득원 확보를 위한 기술보급 및 지원 사업을 시작하도록 했다.

이를 위해 군은 지난 11월 현재 배 곶동 2개 육묘장을 시범사업자로 선정하고, 확보한 3천만원(각 1천500만원)의 예산으로 △남양시농 △북부시농 △공군농공 등 표고버섯표고버섯 재배를 위한 기술보급 및 지원에 나선다.

시범사업에 참여한 김창학(55)농가는 "배섯이 출하되면 소득도 늘겠지만 무엇보다 겨울철 농한기에 할 일이 생겨 즐겁다"고 했다.

한편 군은 지역 내 배 곶동육묘장(대형 4개소, 소형 40개소)을 대상으로 표고버섯 표고버섯 재배에 보급해, 새로운 지역특화작업으로 육성할 계획이다.

**익산시민뉴스**

농의 마을 '웅포드림빌리지'에서 산 농촌교육하세요

웅포드림빌리지에서 산 농촌교육하세요

살아있는 농촌교육을 할 수 있는 농촌교육장이 웅포에서 처음으로 문을 열었다.

17일 오전 웅포면 달산리 서산농 마을에서는 자연 거관과 농민, 송출소고 어린이 등 100여명이 참석한 가운데 웅포드림빌리지(대표 김명덕) 개장식이 열렸다.

농촌교육장은 유치원과 초·중학교 교과과정과 연계한 현장체험을 할 수 있도록 조성했다. 익산시에는 황포, 웅포, 삼기 등지에 4개의 농촌교육농장이 있다.

이번 개장식에서는 웅포 서산농 마을과 1사 1촌을 맺은 송출소고 어린이들이들이 직접 체험에 나섰다. 어린이들은 배 곶동 안에 마련된 실내 물놀이장에서 물놀이를 하고 대나무 피라를 만들어 보는 시간을 가졌다.

웅포드림빌리지는 올해 3월 농업기술센터에 추진한 농촌교육농장 시범사업에 선정됐다. 이곳에서는 전통농어를 비롯해 닭, 도끼, 닭, 송출소고 등 농산물도 볼 수 있고, 직접 만져볼 수 있다. 또 실내 물놀이장에서 물놀이, 대나무 피라를 활용한 전통공예품 등 교과서에 나오는 농촌 체험을 할 수 있다. 이외에도 노인들에게 무료 열람사업도 함께 운영할 계획이다.

체험을 희망하는 학교나 가족들은 웅포드림빌리지 농장주(김명덕 862-3577, 010-3672-5615)에 신청, 참여할 수 있다.

한편 이와 관련해 농업기술센터 관계자는 "농촌교육농장을 학교교육과 연계해 프로그램을 다양화하고 농장주들의 농장 운영 능력도 강화해 자연과 환경 교육의 장소로 가꿔나가겠다"고 말했다.

〈저작권자 © 익산시민뉴스 무단 전재 및 재배포 금지〉

그림 1-1-16. 벼 육묘장 활용 형태

- 현재 다단계 베드 및 자동화 시설을 이용하고 있는 곳은 추가 투입을 통한 새싹채소 생산하는 전북 익산의 오산농협과, 10월부터 이듬해 이른 봄까지 달래 생산에 이용하고 있는 신안군임.

**全北日報** 검색 + **우성대학교**

전대(사) | 정치 | 경제 | 사회 | 교육 | 문화 | 스포츠 | 지역 | 생활 | 오차·면 | 기획

[지역] 지역발전 | 전주 | 군산 | 익산 | 정읍 | 남원 | 김제 | 완주 | 전진 | 무주 | 경주 | 임실 | 순창 | 고창 | 무안

### 익산, 전국 최초 '회전식 벼 육묘장' 개장

4억 용어 1744㎡ 대규모 시설 28일 준공식 거행  
 김경호 | news@jja.com | 2013-12-20 14:31:17

트위터 페이스북 구글플러스



전국 최초의 회전식 다목적 벼 공동육묘장이 익산시 오산면에 들어섰다.

익산 오산농협(조합장 김상환)은 28일 이찬수 시장, 시의회 김경호 의장, 전북도 문명수 농림수산국장, 지역 농협장 등 주한 500여명이 참석한 가운데 전국 최초의 회전식 다목적 벼 공동육묘장 준공식을 거행했다.

이번에 개장한 벼 공동육묘장은 사업비 4억1,000만 원(도출 1억5,000만 원, 시비 1억 원, 자부담 1억6,000만 원)이 투입되어 1,744㎡(527평) 규모로 육묘장 1동, 복합실 1동, 밭아실 1동 등으로 조성되어 있다.

이 곳은 1년에 4회 6만 잎자의 육묘를 생산해 약 250ha 면적에 벼를 이앙할 수 있는 대규모 육묘장으로서 지역 농업인들에게 큰 기대를 안기고 있다.

특히 기존의 벼 공동육묘장은 연간 50~600원 정도 사용 후 과채료를 육묘하고 **고추** 등 건조시금의 역할과 **크롬 보관** 등으로 활용을 했으나 이번에 개장한 공동육묘장은 전국 최초로 연구개발한 신기술로 집약한 회전식 육묘장으로 **친환경** 칩비추 세척제소 등 세척 7종은 연간 300t의 생산하여 5억원 정도의 수입을 올릴 것으로 예상되고 있다.

이 시설은 이날 개장식 인사말을 통해 "이번 벼 육묘장 준공은 농가소득증대는 물론 소비자가 선호하는 안전한 고품질 쌀과 채소를 생산해 낼 것으로 크게 기대한다"고 말했다.

보도자료/제명

Facebook Twitter

번호 488 조회수 720  
 등록자명 김한오 등록일 2013-12-20 15:25:00  
 제목 새로운 소득작목 '달래', 다단계배 상품



겨울철에 사용하지 않는 벼 공동육묘장과 비가림하우스를 이용 새로운 소득작목 개발에 성공 농업인들의 관심을 모으고 있다.

신안군은 겨울철에 사용하지 않는 벼 공동육묘장과 비가림 하우스를 이용 겨울철 달래 다단계배에 성공 농가 소득작목으로 확대 보급할 계획이라고 밝혔다.

신안군은 4~5월 묘를 기르는 시기에만 사용되고 있는 벼 공동육묘장의 활용도를 높이면서 농가 소득을 창출하기 위해 지난 10월 달래 다단계배를 실시한 결과 성공률 거꾸어 12월 13일 첫 출하를 시작했다.

그림 1-1-17. 새싹채소 활용되고 있는 벼 육묘장

## 제 2절 연구 개발의 목적과 범위

### 1. 연구개발의 최종 목표 및 주요내용

#### 가. 벼 육묘 자동화 시스템을 이용한 어린잎 채소 규격 생산 기술 개발

- 벼 육묘-어린잎 채소 겸용 공장 생산 시스템 개발
- 어린잎 채소 규격품 안정 생산 기술 개발
- 재배시기별, 광 적응성에 따른 작목 선발 및 소비자 니즈 대응 신작물 탐색 및 확대 적용
- 환경 관리(불량환경, 급액관리 등) 기술 개발
- 어린잎 채소 상품성 제고 기술 개발 : phytonutrient 맞춤형 상품 개발
- 벼 육묘 자동화 시스템 이용율 증대 (현 수준) 10% → (목표) 50%
- 어린잎 채소 규격 생산 : (현 수준) 엽채류 단순포장 → (목표) 소비자 니즈 대응 개별 소포장 상품화

#### 나. 벼 육묘 자동화 시스템에서 생산한 어린잎 채소의 유통 저장 기술 개발

- 수확 전·후 관리 기술 개발 : 1세부 선정 작물별 어린잎 채소 수확 후 특성 비교, 안전 생산을 위한 수확 전 관리 기술 및 수확 후 관리 매뉴얼 개발
- 수확 후 품질 관리 기술 개발 : 살균 소독 기술, 황화 억제 기술 개발
- 수확 후 신선도 유지 기술 개발 : MAP 기술, 최적 예냉 조건 및 기술
- 기존 어린잎 채소(엽채류) 선도 유지 기간 (현 수준) 4~6일 → (목표) 7~10일

#### 다. 벼 육묘 자동화 시스템 생산 어린잎 채소의 현장 유통 적용

- 엽채류 국내 유통 과정 모니터링 : 쌈채소, 어린잎 채소의 대형마트, 백화점·기업형 슈퍼마켓(SSM), 택배, 및 경매단계별
- 세부 과제 결과의 현장 유통 과정 적용 : 생산 및 수확 후 관리 저장 유통시스템

## 제 2장 국내외 기술개발 현황

### ○ 벼 육묘시설

벼 자동화 육묘센터는 전국적으로 100여곳 이상이 설치되어 운영되고 있다. 그러나, 벼 육묘 특성상 봄철 1~2개월만 사용되며, 나머지 10개월 정도는 복토기, 다단재배상, 벼 육묘판, 자동관수시설 등의 장비와 밭아실 및 육묘실 등의 시설을 활용되지 못해 방치되고 있다. 현재 육묘장은 농산물 건조, 농자재 보관창고 등으로 이용되고 있으며, 일부 달래 또는 목이버섯 재배(전북중앙신문, 2011) 등을 재배되고 있다. 또 전북 익산의 오산농협에서 새싹채소를 생산하고 있다.

### ○ 어린잎 채소 시장 및 생산 기술

어린잎 채소 시장은 현 백화점 및 대형슈퍼마트에서 전용 매대가 있으며, 어린 엽채류를 5~6종씩 한데 섞어 한팩씩 소포장하여 판매되고 있다. 어린잎 채소는 2013년 200억원대의 시장 규모로 추산되고 있다(Nongmin, 2013). 어린잎 채소는 성숙되지 않은 10cm이내의 잎을 먹는 채소로, 부드러운 식감으로 새싹채소와 함께 비타민, 미네랄 등 유효성분이 일반 채소보다 최고 4배가 높다고 알려져 있다(Lee 등, 2007). 박 등(2003)은 베이비채소 재배를 플러그 트레이에 이용할 경우 정식이 필요 없어 어린잎 채소 생산에 경제적인 방법이라고 하였으며, 박과 류(1998)는 알맞은 씹의 크기로 20cm를 제시한 기준에 의해 baby 채소용 잎상추 생산시험에서 플러그트레이를 18공, 32공, 50공, 72공, 105공 등 5개 종류로 비교시험을 수행하였고, 소비자 기호도 조사결과(경기도원, 2004) 국화과 베이비채소는 셀러드 이용 시 절단을 하지 않고 그대로 이용할 수 있는 10cm가 적당한 것으로 나타나 cell 크기 72공 이하의 트레이가 적합하다는 연구(박 등, 2004)가 있었다.

최근 건강에 대한 관심 증가로 농산물의 대상으로 기능성 물질에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 기능성 새싹채소 생산을 위해 Se와 Ge와 비타민 B12를 무순과 브로콜리 새싹에 처리한 결과 무순 Se 1ppm에서 초장이 감소하였으며, Se의 흡수량은 무순과 브로콜리에서 농도가 높을수록 흡수량이 증가하였으며 총 페놀함량은 무순 Se 농도가 높을수록 증가하였으나, 브로콜리에는 큰 차이가 없었으며 총 플라보노이드 함량도 무순은 Se농도가 증가할수록 흡수량이 증가하였다고 한다(윤 등, 2007). 미국 존스 홉킨스 의과대학 Paul Talalay 등은 브로콜리 어린 순(새싹)에 함유된 설포라판(sulforaphane, 글루코시놀레이트 분해산물의 일종)은 phase I enzyme의 inhibitor로, phase II enzyme의 inducer로 작용하면서 강력한 항암작용을 갖는다고 보고되었다(Fahey et al. 1997; Shapiro et al., 2001). 일본의 경우 기능성 채소로서 채소나 광일에 함유되어 있지 않은 비타민 B12를 포함한 스프라우트(Multi vitamin B<sub>12</sub> 순이)도 개발되어 판매되고 있으며, 새싹채소의 경우 브로콜리새싹의 sulforaphane의 항암효과(Zhang 등, 1992), 메밀새싹의 rutin의 순환계 질병 예방 및 치료효과뿐만 아니라 종자보다 소화 흡수가 용이하고 성체보다 높은 영양적 가치가 있다는 연구결과가 있다(Steadman 등, 2001).

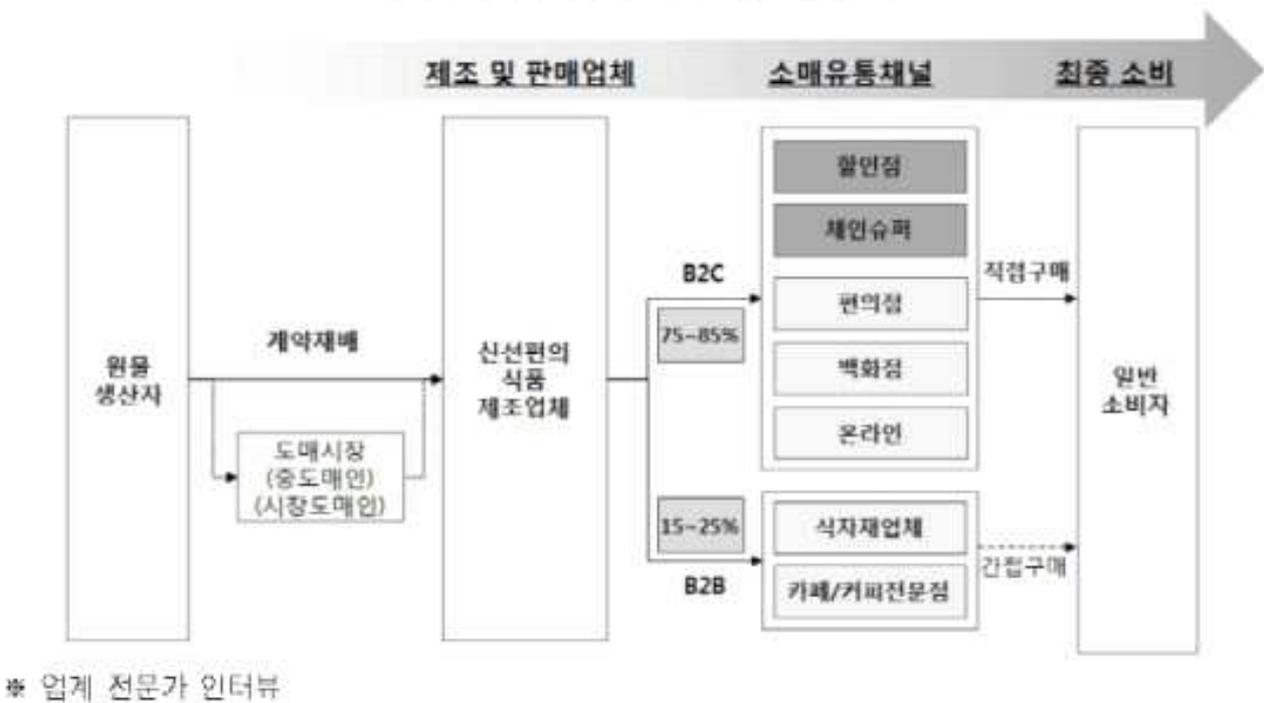
○ 어린잎 채소 유통 저장 기술

어린잎 채소는 크기가 작은 상태에서 절단하므로 성체에 비해 절단면의 최소화로 장기 유통이 가능하며(Park 등, 2009), 새싹 및 베이비채소 저장성 향상에 관한 연구(고려대, 2004~2007)까지 수행된 바 있으나, 새로운 포장재와 살균 기술 등장으로 후속 연구가 요구되어진다.

○ 신선편이식품의 유통구조

현재 유통채널을 보면 B2C구조(일반소비자 직접구매 라인)이 80%내외를 차지하고 있으며,식자재업체, 전문점 등의 B2B(소비자 간접구매)가 20%내외를 차지하고 있다.

[그림 3-3] 신선편의식품 유통 구조



## 제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1절 벼 육묘 시설 연중활용을 이용한 어린잎 채소 생산시스템 개발

#### 1. 벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 최적 생산 모델링

##### 가. 시기별 차광에 의한 어린잎 채소 생육

###### [실험 1] 국화과와 배추과의 어린잎 채소 생육

2015년 3월 18일 공시품종 18종(표 3-1-1)을 파종(3×5cm 간격)하여 파종 후 본엽 1~2매가 출현된 4월 1일에 차광 3처리(대조구, 차광 I, 차광 II)한 후 13일 동안 재배하였다. 차광 처리에 따른 생육량(초장, 엽수)은 델타 값(처리 후 생육량 - 처리 전생육량)으로 산출한 결과 십자화과 어린잎 채소는 초장 증가형을, 국화과 채소는 엽수 증가형을 나타냈다. 그림 3-1-1의 차광 처리 13일째 차광 처리 전후의 초장과 엽수 변화를 나타낸 결과로 점선은 13일 동안 초장 5cm, 엽수 2매를 기준선으로 표기한 것이다. 차광율이 높아질수록 십자화과 어린잎 채소 중에서는 케일, 열무, 순무 등의 초장이 길어지는 경향을 국화과 채소는 공시 품종 대부분에서 초장이 길어졌다. 청경채, 치커리, 적치커리, 쑥갓은 차광 II(대조구 대비 60% 차광)에서도 엽수가 증가하여 공시된 18종 중 광 요구도가 낮아 다단식 육묘시스템 적용 시 저단 생육이 가능하리라 보여진다.

4월 8일부터 3일 동안 측정한 광량과 온도 변화를 보면, 차광에 따른 일평균 광량은 대조구에 비해 차광 I 39.3±9.3%, 차광 II 61±10%로 적었으나, 일평균 온도는 대조구 17.5℃, 차광 I 15.6℃, 차광 II 15.6℃로 차광 처리구에 따른 일평균 온도는 차이가 없었다.

표 3-1-1. 국화과와 배추과 어린잎 채소 18종

과	작물 (시판회사)
국화과 (9종)	적측면 상추(권농, 삼성, 신젠타), 치커리(제일종묘), 레드치커리(제일종묘), 로메인(제일종묘), 잎상추 2종 '청치마', '적치마' (신젠타), 쑥갓 '개량사또' (진흥종묘)
배추과 (9종)	적양배추(아람종묘), 새싹배추(아시아종묘), 케일(제일종묘), 겨자채(제일종묘), 적겨자(제일종묘), 청경채(제일종묘), 순무(제일종묘), 열무 2종 '산내들', '무시로' (제일종묘)

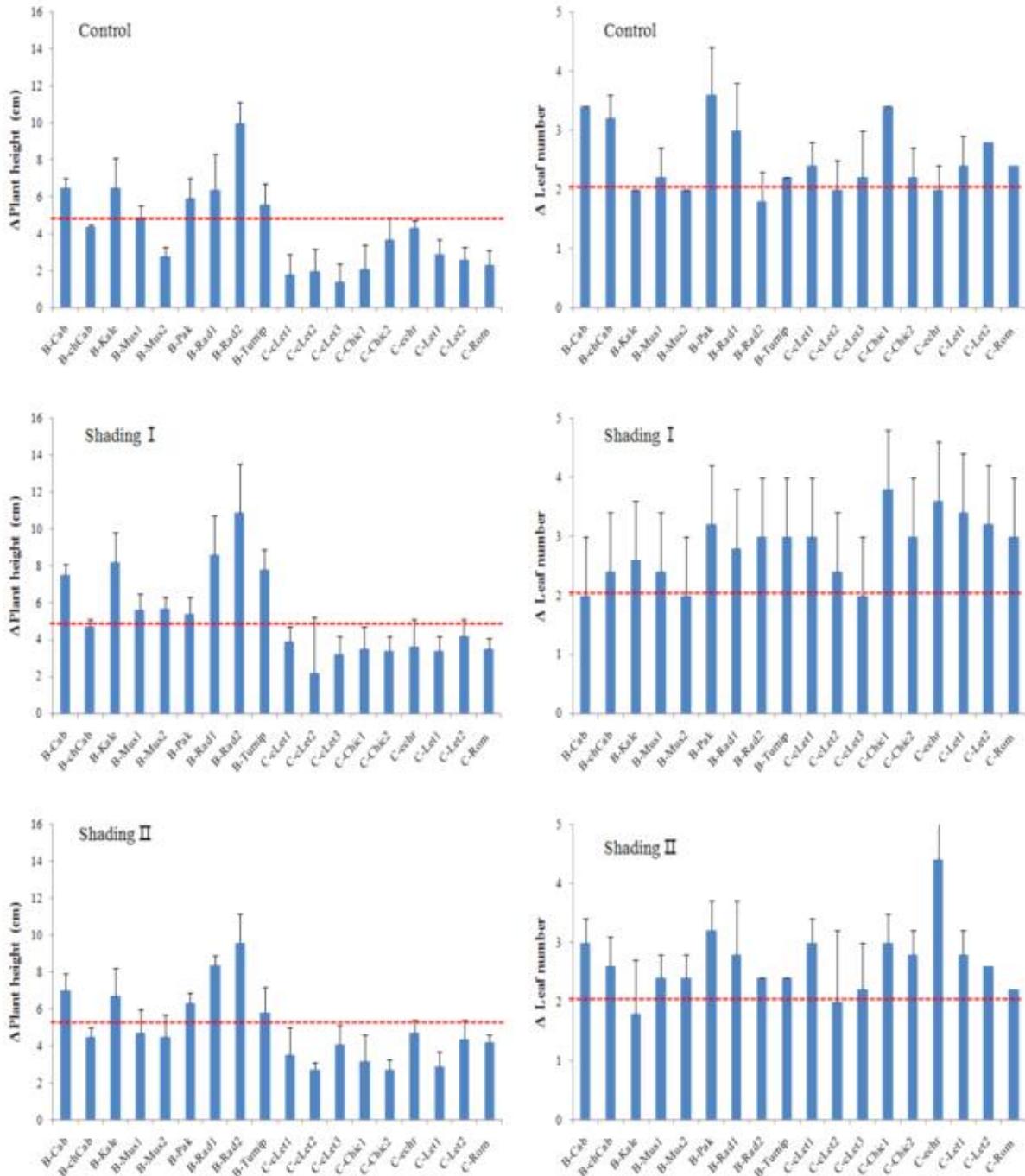


그림 3-1-1. 차광 13일 후 어린잎 채소 초장 및 엽수 변화 (B-cab: 적양배추, B-chCab: 새싹배추, B-kale: 케일, B-Mus1: 청겨자, B-Mus2: 적겨자, B-pak: 청경채, B-Rad1: 산내들 열무, B-Rad2: 무시로 열무, B-Tunip: 순무, C-cLet1: 적축면상추, C-cLet2: 선충포잡적축면상추, C-Chic 1: 치커리, C-echr: 개량사또썩갓, C-Let1: 청치마상추, C-Let2: 적치마상추, C-Rom: 로메인상추

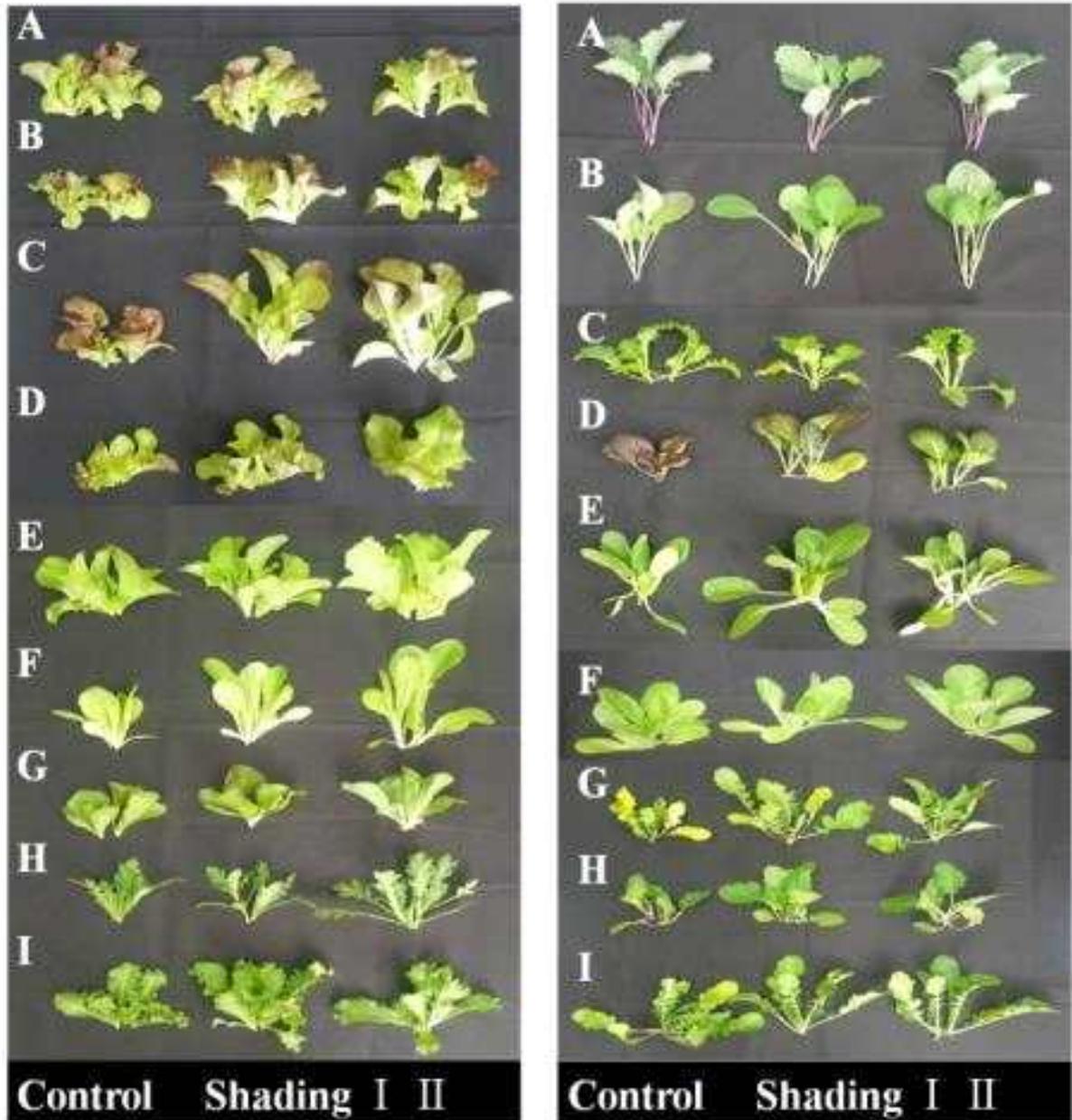


그림 3-1-2. 차광 13일 후 국화과 (좌)와 배추과(우) 어린잎 채소 생육 (Left: 적촉면상추 [A(권농), B(삼성), D(신젠타)], 적치마상추 (C), 청치마상추(E), 로메인상추 (F), 적치커리 (G), 쪽갓 (H), 앤다이브 (I), Right: 적양배추 (A), 케일 (B), 청겨자 (C), 적겨자 (D), 청겨자 (E), 새싹배추 (F), 순무 (G), 열무 [H(산내들), I(무시로)])

**[실험 2] 재식밀도에 의한 배추과 6종의 어린잎 채소 생육**

벼 육묘판에서의 어린잎 채소 작물별 적정 재식밀도를 알아보고자 배추과 6종[적겨자(제일종묘), 청겨자(제일종묘), 적다채(아시아종묘), 비타민다채(아시아종묘), 청경채(아시아종묘), 케일(제일종묘)]을 공시하여 줄간 2cm, 3cm, 4cm, 5cm, 6cm로 각각 달리하고, 주간 간격은 2.5cm로 동일하게 점파중하였다.

파종 17일 후 어린잎 채소의 평균 초장은 2.5~3.2cm, 엽수는 2.1~2.9매 (케일의 경우 1.4매) 엮을 때(표. 3-1-2) 차광 3 처리(control, 차광 I, 차광 II)하에서 재식밀도에 따른 생육

을 측정하였다. 초장, 엽장, 엽폭, 엽수 등은 5일 간격으로 측정하면서 처리 31일 후 생육 조사(초장, 엽수, 엽폭, 엽장, 생체중 등) 및 엽면적을 측정하고 수확하였다. 엽면적은 엽장×엽폭으로 산출하였다.

차광 처리 기간 중 대조구의 일평균 최대 광량은 오후 1시에 317.5W/m<sup>2</sup>, 였으며, 차광 I 처리는 정오에 153.7W/m<sup>2</sup>, 차광 II 처리는 오후 3시에 118.8W/m<sup>2</sup>로 하루 중 최대 광량을 보이는 시간적 차이가 있었으며, 차광 I 은 대조구에 비해 51.4%, 차광 II 는 62.6% 광량이 적었다. 대조구에 비해 차광 I 과 차광 II 의 평균 광량이 50~60% 적었을 때 초장, 엽장, 엽폭, 엽수는 표 3과 같이, 작물별 차이를 보였다. 차광에 따른 초장은 증가하고, 엽수는 감소한 반면 엽장과 엽폭은 줄 간격이 조밀해지는 2~3cm 처리에서는 엽장과 엽폭이 길어지는 경향을 보여 차광에 따른 생장 형태에 차이를 보였다.

그림 3-1-3은 차광에 따른 재식밀도별 생체중과 수량이다. 적겨자와 청겨자는 차광 I 에서 재배했을 때 수량이 감소하는 경향을, 적다채와 비타민다채, 청경채는 차광처리에서 수량이 증가하는 경향을, 케일은 차광에 따른 차이가 없는 경향을 나타냈다. 주당 생체중은 재식밀도가 낮아질수록, 즉 줄 간격 4cm에서 6cm로 갈수록 증가하는 경향을 보였다. 그러나 케일의 경우 대조구에서는 생체중 차이가 없었으며, 차광 I 처리에서는 재식밀도가 낮아질수록 생체중이 낮아져 같은 배추과라 하더라도 케일은 엽수가 상대적으로 적어 재배 기간이 본 실험보다 더 연장하여 재배했을 때 차광과 재식밀도에 따른 차이를 보이라 판단되었다. 31일 동안 차광처리 하면서 재식밀도에 따른 작물별 초장 변화는 그림 3-1-3과 같다. 적겨자와 청겨자의 경우 처리 15일 이후 초장 증가를 보이며 재식밀도가 높아질수록 초장 변화 증가는 적었으며, 차광 II 처리에서 초장 증가가 컸다. 적다채와 비타민다채, 청경채는 처리 10일 이후 완만한 초장 증가를 보이며, 차광 처리와 재식밀도에 따른 변화가 적었다. 케일은 5일 이후 초장 증가가 차광처리간 차이없이 증가하였으며, 재식밀도도 줄간 5cm, 4cm 처리에서 높았다. 엽수 변화는 그림 3-1-6과 같이 비타민다채에서 가장 높고, 케일에서 낮아 수량에도 영향을 준 것으로 보이며 초장 증가 변화와 유사한 경향을 나타냈다. 재식밀도가 높아질수록 적다채는 엽면적의 감소하는 경향을, 청겨자, 비타민다채, 청경채, 케일은 완만한 감소 경향을 보여 차광과 재식밀도에 따른 엽장과 엽폭 변화가 엽면적에 차이를 보였다.

표 3-1-2. 배추과 6종 어린잎 채소의 파종 17일째 차광처리 전 생육

품종	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)
적겨자	2.8±0.4 <sup>z</sup>	1.9±0.3	0.9±0.1	2.1±0.3
청겨자	2.5±0.4	1.7±0.4	0.9±0.2	2.3±0.5
적다채	2.8±0.2	1.9±0.3	1.0±0.1	2.3±0.5
비타민다채	2.6±0.2	1.7±0.2	0.9±0.1	2.9±0.3
청경채	3.1±0.3	2.2±0.3	0.9±0.1	2.7±0.5
케일	3.2±0.4	1.8±0.3	0.6±0.2	1.4±0.5

<sup>z</sup>표준편차 (n=35)

표 3-1-3. 벼육묘관에서 재식밀도와 차광에 따른 배추과 6종의 처리 31일째 생육(재배 기간: 2015년 5월 8일~ 2015년 6월 12일)

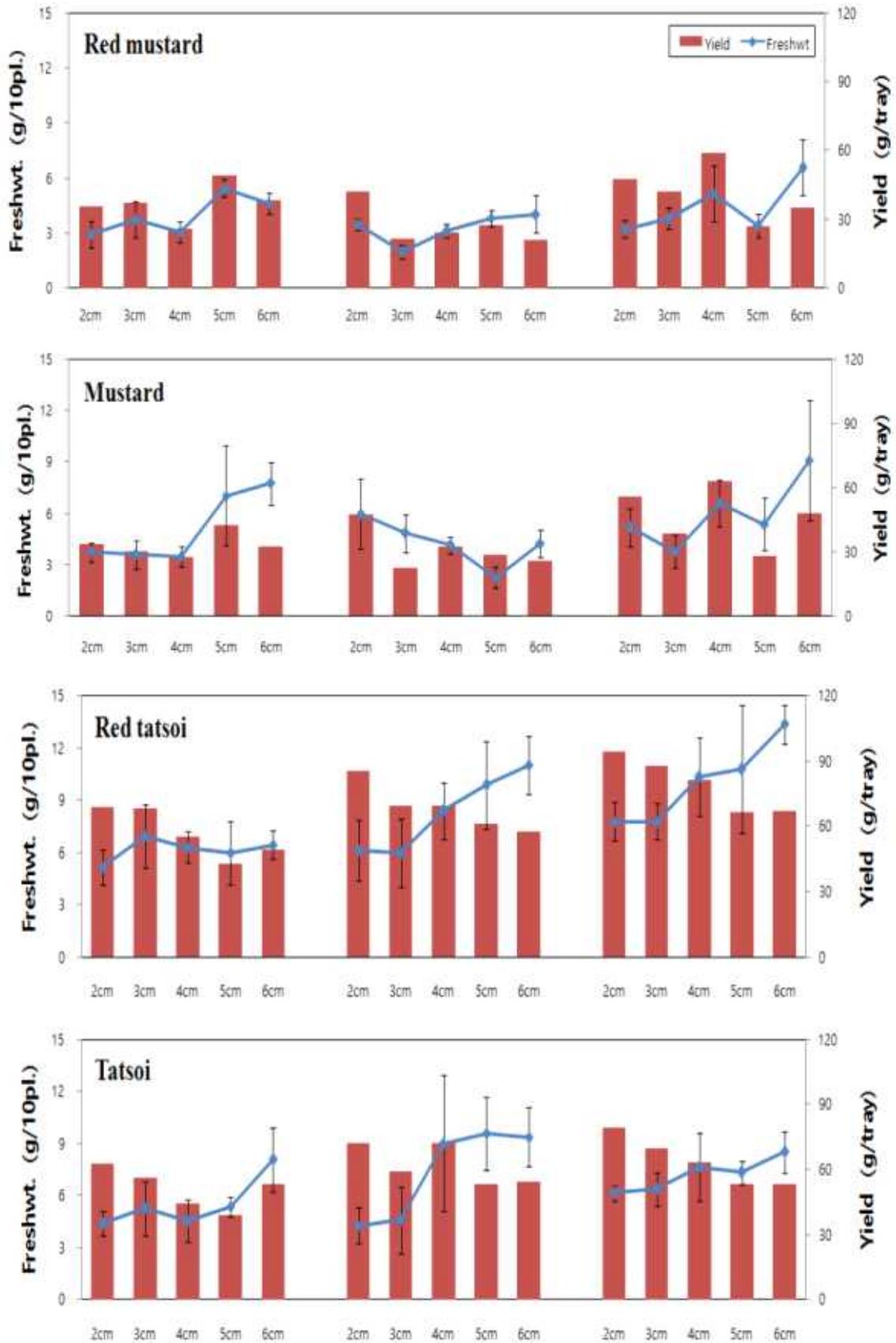
작물	줄간(과중량) (cm, 립/판)	초장(cm)			엽장(cm)			엽폭(cm)			엽수(ea)		
		대조구	차광 I	차광 II									
적겨자	6 (100립)	6.5	5.6	6.6	5.4	4.6	5.7	2.0	1.8	2.0	5.6	5.6	5.4
	5 (120립)	6.5	5.4	6.2	5.3	4.5	5.2	2.0	1.7	1.8	6.0	5.4	5.8
	4 (140립)	4.7	4.7	6.7	3.8	3.8	5.9	1.4	1.5	2.1	5.6	5.6	6.0
	3 (200립)	4.8	4.8	5.7	3.8	3.8	4.7	1.4	1.3	1.7	5.2	5.0	5.6
	2 (300립)	4.3	4.5	5.8	3.4	3.7	4.8	1.3	1.4	1.9	5.4	5.2	5.4
청겨자	6 (100립)	5.7	5.8	7.2	4.8	4.9	6.4	1.9	1.9	2.1	5.2	5.2	4.8
	5 (120립)	5.4	5.3	6.4	4.5	4.4	5.4	1.7	1.7	2.2	5.4	4.8	4.4
	4 (140립)	4.3	5.0	7.4	3.3	4.2	6.5	1.4	1.7	2.2	4.8	4.8	4.6
	3 (200립)	4.2	5.1	6.0	3.4	4.3	5.7	1.4	1.6	2.3	4.4	4.4	4.8
	2 (300립)	4.5	4.9	7.1	3.6	4.0	6.2	1.4	1.6	2.2	4.8	4.8	4.4
적다채	6 (100립)	5.4	5.6	6.9	5.4	4.6	6.1	2.0	2.0	2.0	6.2	5.8	5.6
	5 (120립)	4.8	5.6	5.8	4.8	4.7	4.9	2.1	1.9	2.5	6.0	6.0	6.4
	4 (140립)	4.6	5.5	5.9	4.6	4.6	5.0	1.8	1.9	2.1	6.0	6.2	6.0
	3 (200립)	5.0	5.0	6.4	5.0	4.0	5.4	1.8	1.9	2.2	6.2	5.8	5.4
	2 (300립)	4.4	5.4	5.3	4.4	4.4	4.4	1.8	1.7	2.1	6.2	5.2	5.6
비타민 다채	6 (100립)	4.3	5.0	5.1	3.5	4.1	4.2	1.9	1.8	1.8	7.4	7.2	7.2
	5 (120립)	4.1	4.6	4.8	3.2	3.7	3.9	1.7	1.9	1.9	6.6	6.8	7.0
	4 (140립)	3.8	4.3	5.1	2.8	3.5	4.2	1.4	1.7	1.9	6.4	6.6	6.6
	3 (200립)	4.1	4.3	4.9	3.2	3.4	3.9	1.7	1.4	1.8	6.6	6.6	6.4
	2 (300립)	3.8	4.3	4.4	2.9	3.5	3.6	1.5	1.5	1.8	6.6	6.6	5.6
청경채	6 (100립)	4.5	4.9	6.0	3.6	4.0	5.3	1.6	1.5	1.5	7.0	5.6	6.6
	5 (120립)	5.4	5.6	5.2	4.4	4.7	4.2	1.8	1.7	1.7	6.6	6.8	6.4
	4 (140립)	5.5	5.7	5.6	4.6	4.8	4.7	1.9	1.7	1.6	6.4	6.6	5.4
	3 (200립)	5.5	5.4	5.4	4.5	4.3	4.4	1.8	1.7	1.7	6.2	6.8	5.8
	2 (300립)	4.3	4.9	5.6	3.3	4.1	4.6	1.3	1.6	1.5	6.0	6.2	5.6
케일	6 (100립)	8.5	8.8	11.3	5.4	6.2	8.6	2.2	1.9	1.7	3.6	3.2	4.0
	5 (120립)	8.8	8.8	10.2	5.4	6.5	7.4	2.4	2.4	2.6	3.2	3.0	3.0
	4 (140립)	8.6	10.5	10.5	6.1	7.7	7.9	2.4	2.7	2.8	3.0	3.6	3.2
	3 (200립)	8.0	8.9	9.0	5.9	6.6	6.6	2.3	2.2	2.2	3.6	3.2	3.2
	2 (300립)	7.7	8.1	9.0	4.8	5.8	6.2	1.7	1.9	2.0	3.0	3.0	3.0

\*n=5 평균값

Control

차광 I

차광 II



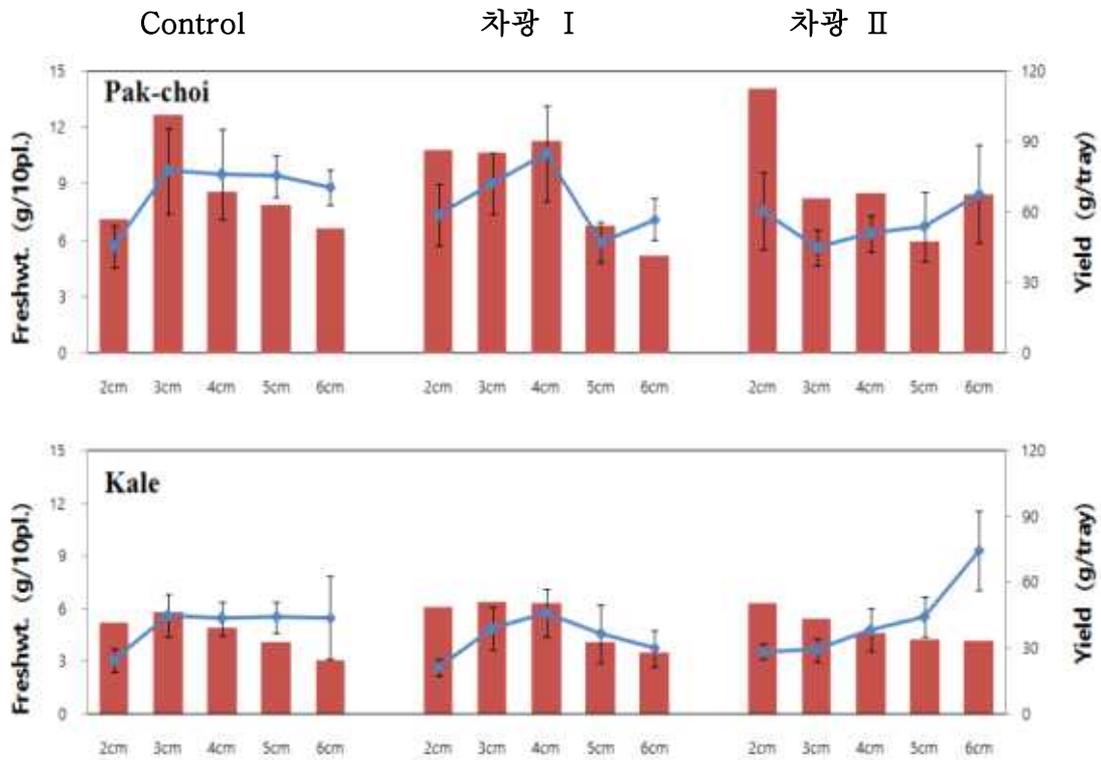
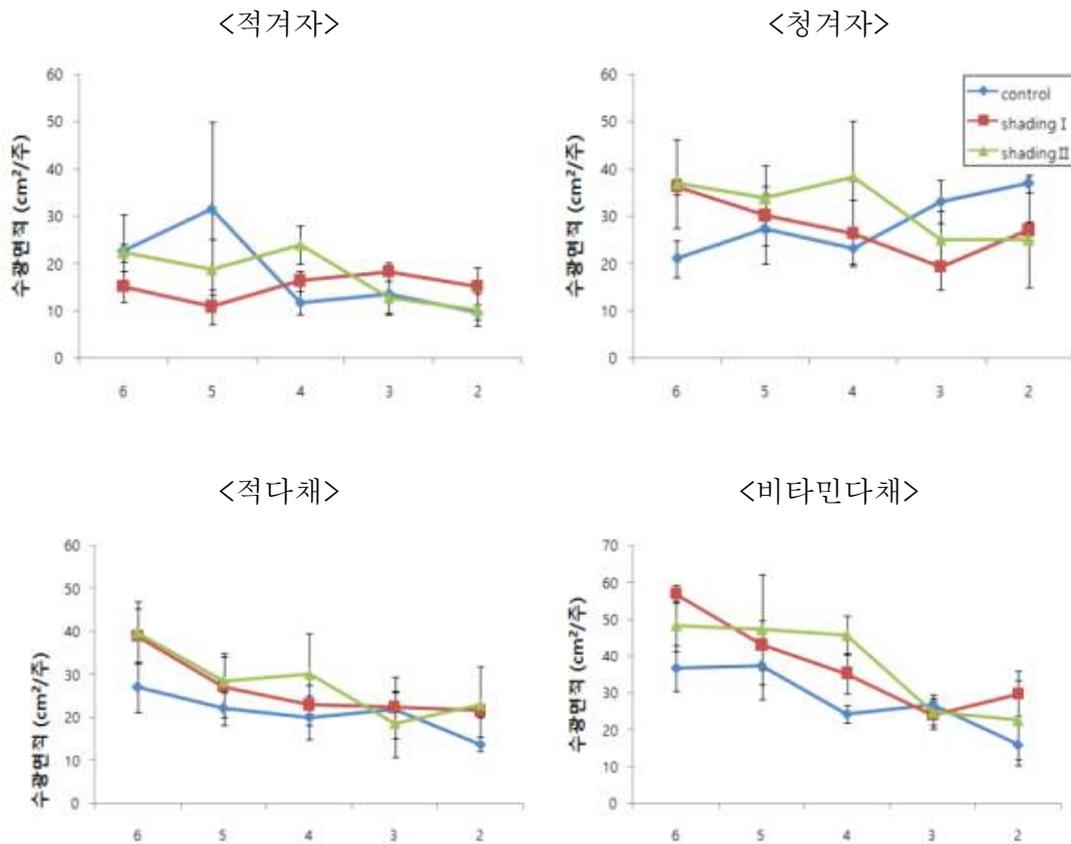
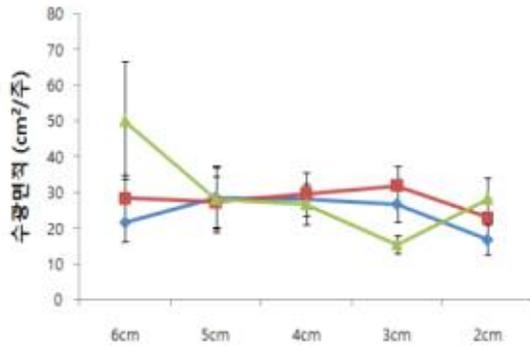


그림 3-1-3. 벼육묘판에서 재배된 재식밀도와 차광에 따른 배추과 6종의 처리 31일째 생체 중과 수량



<청경채>



<케일>

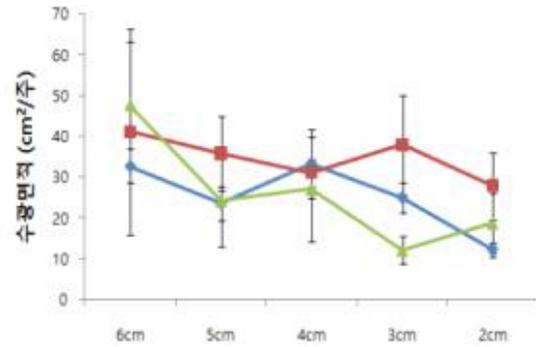
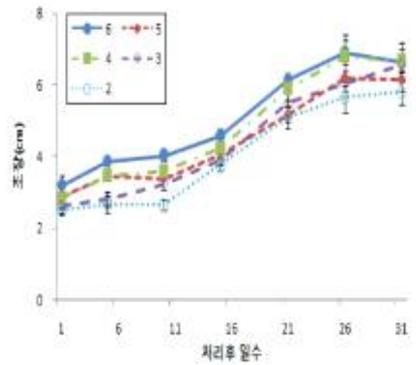
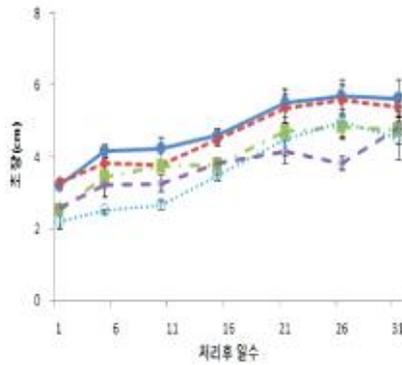
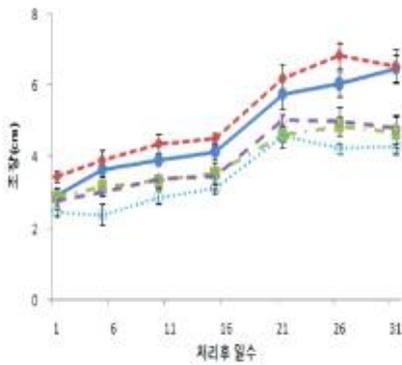


그림 3-1-4. 벼육묘판에서 재배된 재식밀도와 차광에 따른 배추과 6종의 처리 31일째 엽면적

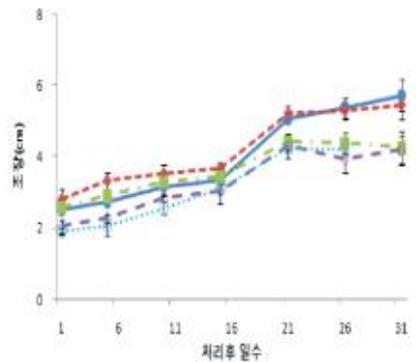
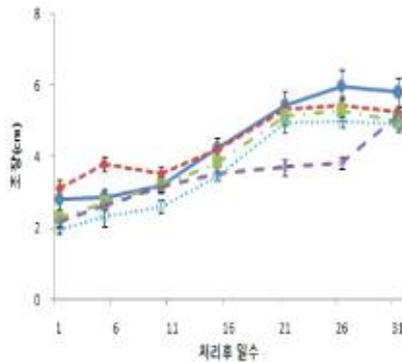
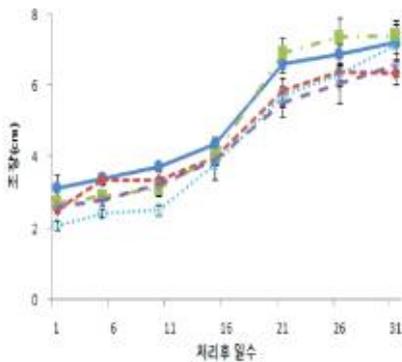
Control

차광 I  
<적겨자>

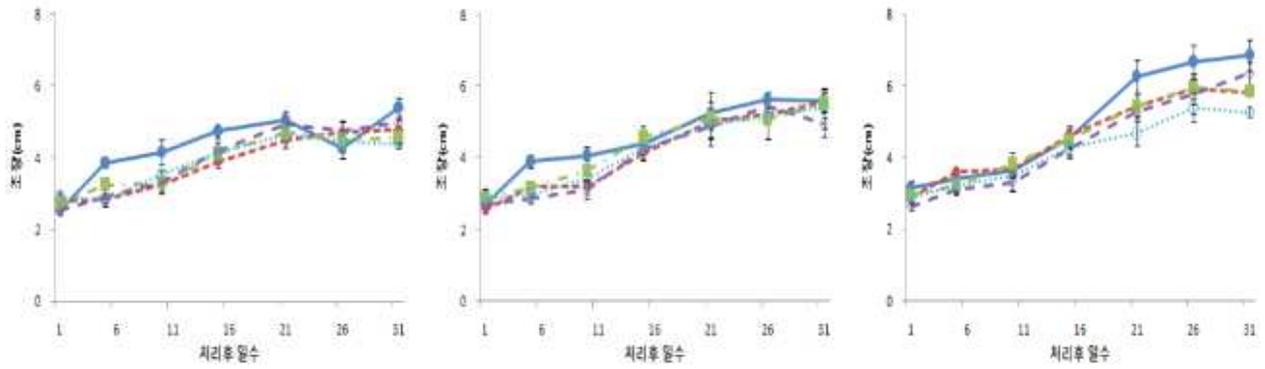
차광 II



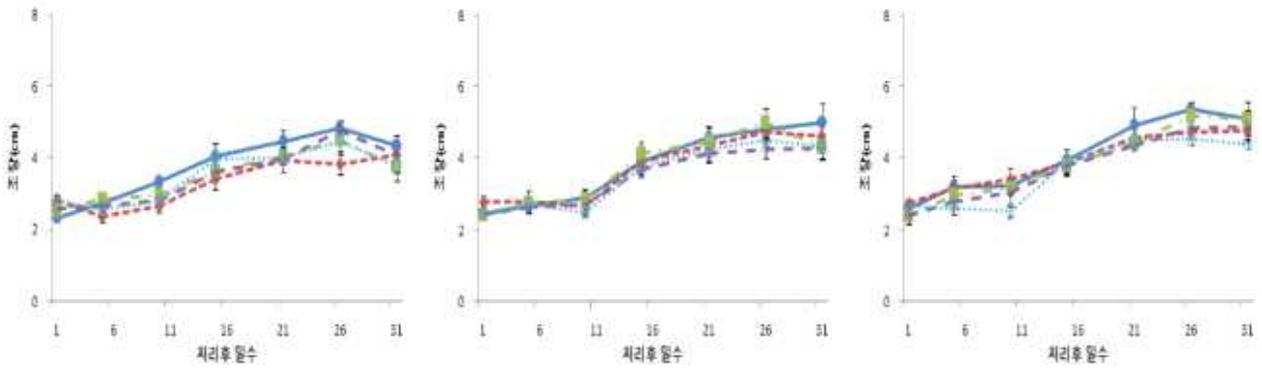
<청겨자>



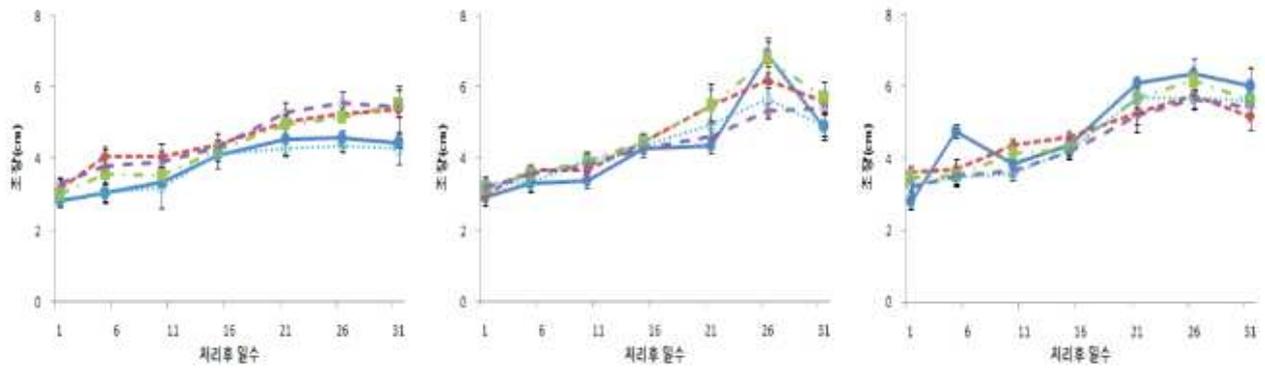
<적다채>



<비타민다채>



<청경채>



<케일>

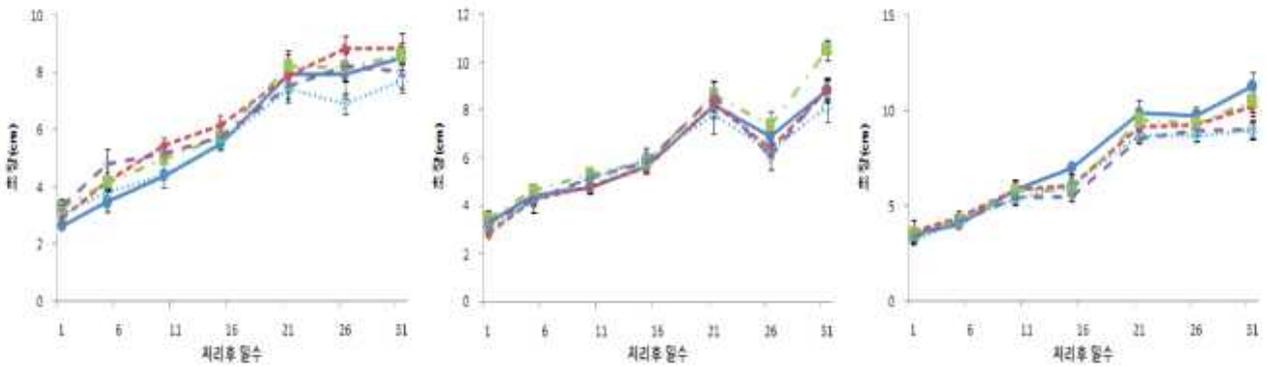


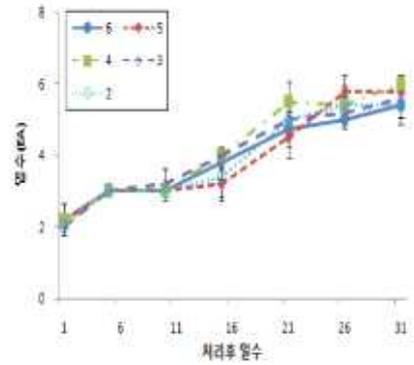
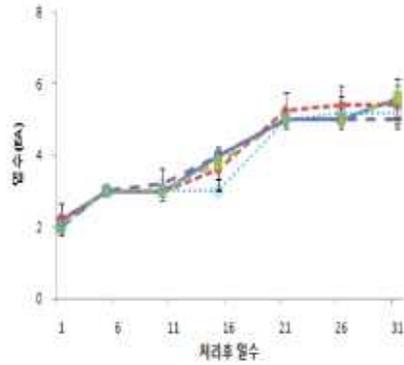
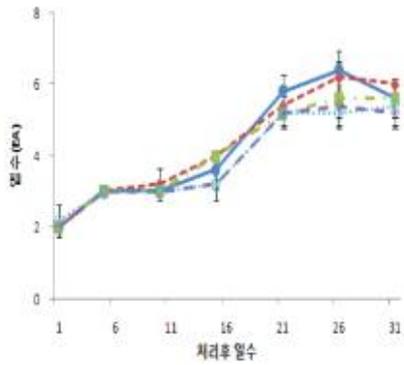
그림 3-1-5. 벼육묘판에서 재배된 재식밀도와 차광에 따른 배추과 6종의 처리 31일째 초장

Control

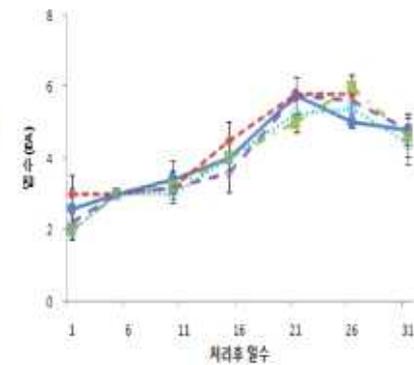
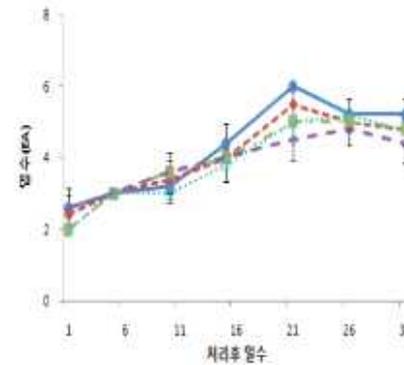
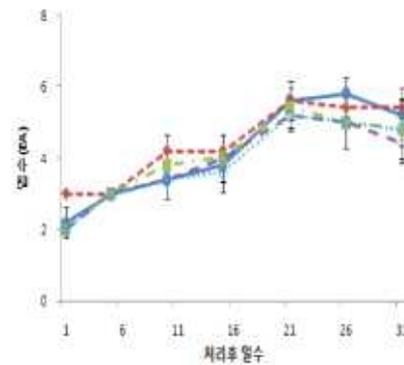
차광 I

차광 II

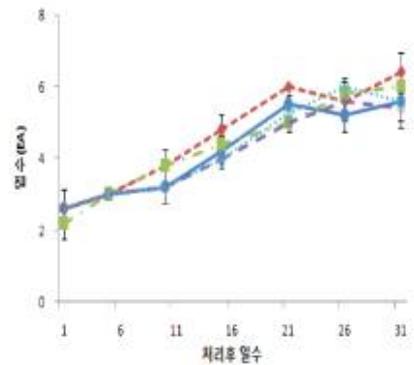
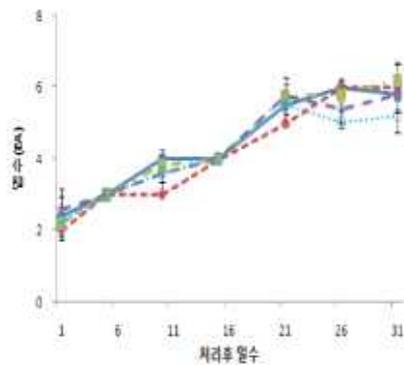
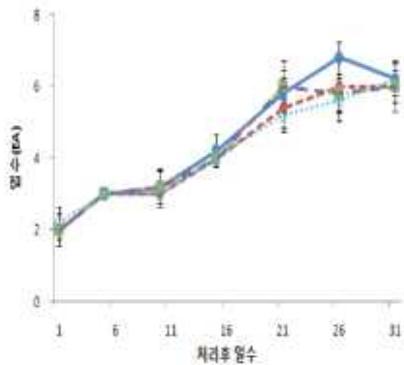
<적겨자>



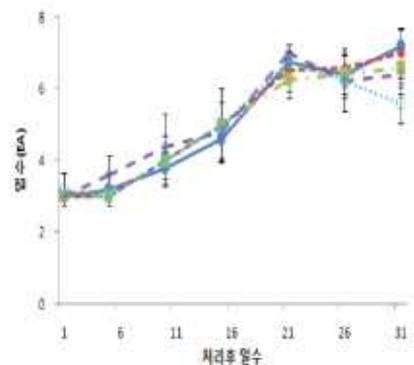
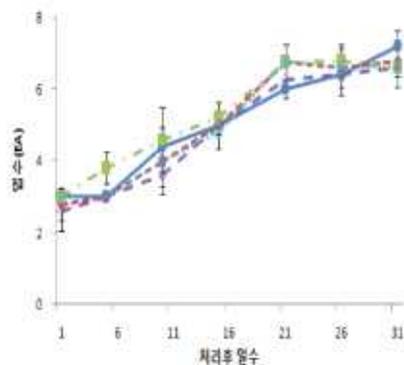
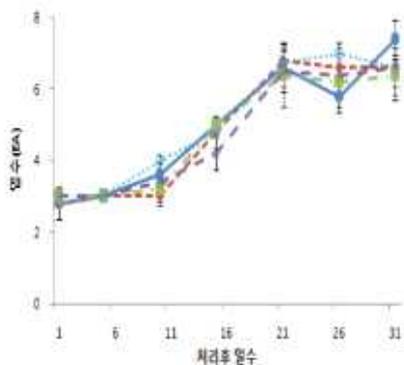
<청겨자>



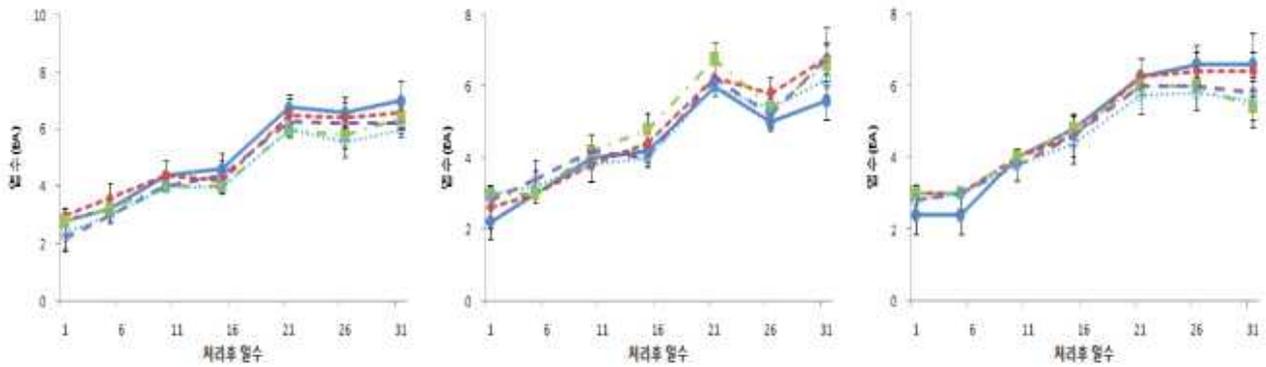
<적다채>



<비타민다채>



<청경채>



<케일>

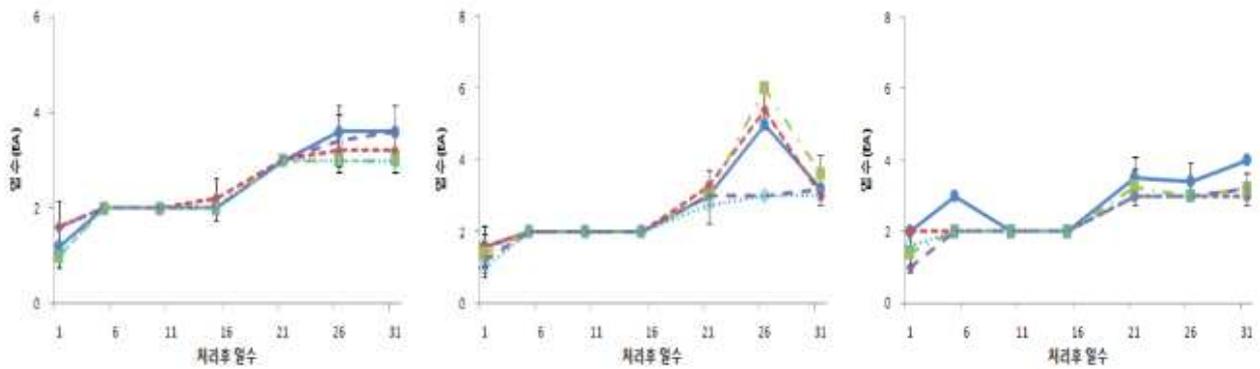


그림 3-1-6. 벼육묘판에서 재배된 재식밀도와 차광에 따른 배추과 6종의 처리 31일째 엽수

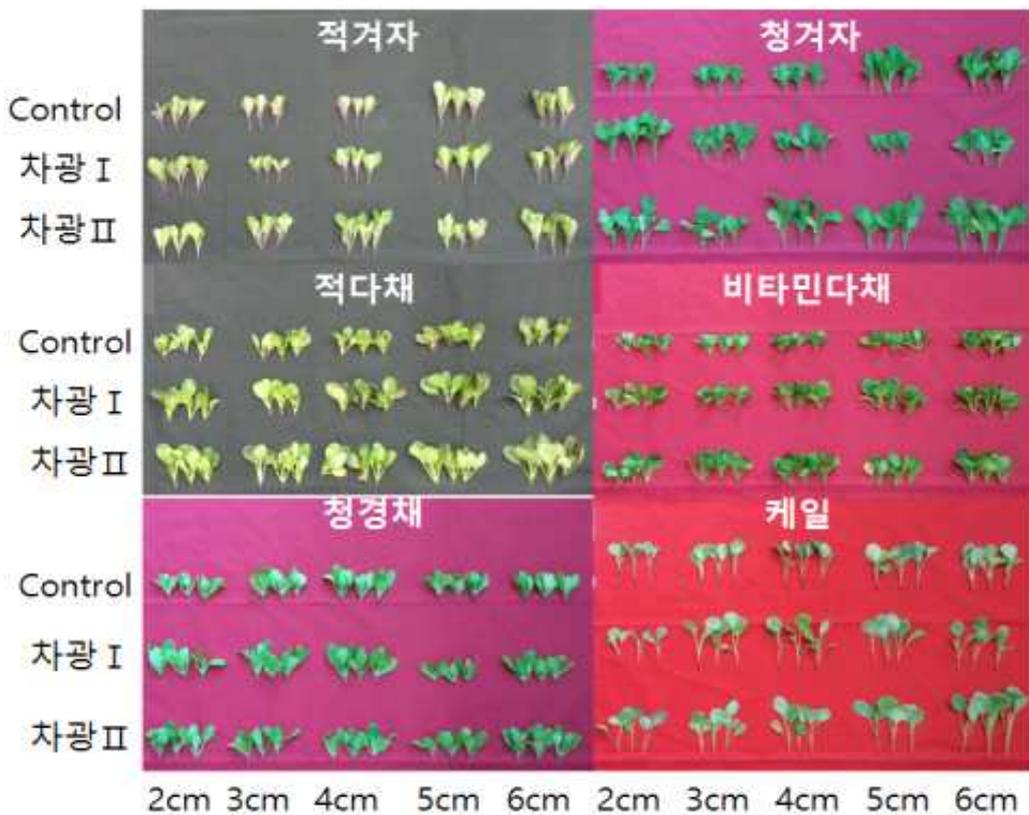


그림 3-1-7. 벼육묘판에서 재배된 재식밀도와 차광에 따른 배추과 6종의 처리 31일째 생육

**[실험 3] 국화과 2종의 어린잎 채소 생육**

국화과 어린잎 채소 2종[레드셀로드볼(코레곤종묘), 선충포잡적축면(권농종묘)]의 차광에 따른 5월 중 생육을 조사하고자 벼육묘판에 재배하였다. 4월24일 5cm간격으로 5줄, 50립 파종하여 엽수가  $3.5 \pm 0.1$  된 18일째 차광 3처리(Control, 차광 I (대조구 대비 53%광), 차광 II (대조구 대비 78%)한 후 16일 동안 재배하였다. 처리 후 5일 간격으로 초장, 엽수를 조사하고 16일째 생육 및 엽록소함량(SPAD, Inmolta 502, Japan)을 측정하였다.

레드셀로드볼의 초장에서 대조구와 차광I 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 차광II 에서는 다소 낮은 경향을 나타내었다. 엽수에서는 생육기간이 짧은 어린잎 채소의 특징에 따라 엽수에서 처리 간 차이를 나타내지 않았다. 그러나 개별 생체중에서는 차광 I, II 모두 대조구에 비하여 낮은 중량을 나타내었다. 파종 50립을 기준으로 한 한 개의 플레이트당 총 생산량에서는 대조구와 차광II 사이에서는 차이를 나타내지 않았으며 차광I에서 다소 낮은 총수량을 나타내었다. SPAD로 측정한 엽록소 함량에서는 차이를 나타내지 않았다.

선충포잡적축면 에서는 초장의 경우 대조구와 차광I에서 차이를 나타내지 않았고, 차광II 에서 초장이 증가하였다. 엽수에서는 대조구와 차광II에서 차이를 나타내지 않았고 차광I에서 다소 낮았다. 주당 생체중은 차광 II에서 대조구와 차광I에서 비하여 큰 폭의 증가가 나타났다. 따라서 1개의 플레이트 50립 차종상의 총 중량의 경우 차광II에서 유의적으로 높은 중량 증가를 나타내었다. 그러나 SPAD를 이용한 엽록소 측정에서는 차광II 가 다소 낮은 함량을 나타내었다.

표 3-1-4. 차광 16일 후 상추 생육

	초장 (cm)			엽수 (ea)			생체중 (g /pl.)			수량(g/50립)			SPAD (value)		
	대조구	차광I	차광II	대조구	차광I	차광II	대조구	차광I	차광II	대조구	차광I	차광II	대조구	차광I	차광II
레드셀로드볼 (코레곤)	15.1	15.4	14.5	6.5	6.2	6.3	3.3	2.4	2.9	105	75.9	105.4	26.0	23.0	23.0
선충포잡적축면 (권농)	15.1	14.4	19.9	5.8	5.0	6.0	4.7	4.0	6.2	142.0	126.5	162.1	29.8	25.9	24.0

초기 생육: 레드셀로드볼 (초장  $4.1 \pm 0.1$ cm, 엽수  $3.5 \pm 0.2$ 매), 선충포잡적축면 ( $4.6 \pm 0.1$ cm, 엽수  $3.4 \pm 0.4$ 매)



그림 3-1-8. 차광 16일 후 벼육묘판에서의 어린잎 채소 레드샐러드볼과 적측면상추 생육

**[실험 4] 광조절에 따른 배추과 3종과 상추 생육**

재배 기간 중 광 조절에 의한 어린잎 채소 생육을 알아보고자 그림 과 같이 생육초기, 또는 후기 2015년 6월 18일 배추과 3종(백경채, 비타민다채, 알파인배추) 와 청치마 상추 등 4종을 벼육묘판에 파종하여 차광시기 차이에 따른 생육을 조사하였다. 벼육묘판 배수는 홀을 24개(5.5mm)를 뚫었다.

실험재료는 배추과 3종(백경채, 비타민 다채, 알파인 배추) 과 청치마 상추 등 4종을 벼육묘판에 2015년 6월 18일 파종하였다. 차광처리 방법은 하우스형 파이프를 이용하여 길이 20m, 폭 3m, 높이 1.8m의 소형 하우스를 설치한 후, 시판되고 있는 흑색 차광망을 이용하여 직사광의 50% 차광 처리와 대조구로 구분하여 처리하였다. 육묘일수는 20일로 하였으며, 차광일수는 4수준(대조구(A), 전처리 10일(B), 후처리 10일(C), 20일(D))으로 배치하여(그림 43) 실험을 실시하였다. 차광처리에 따른 차이를 확인하기 위해 초장, 엽장, 엽폭, 엽병, 경경, 엽록소 함량(SPAD, Inmolta 502, Japan), 생체중 및 건물중을 측정하였으며, 건물중은 80℃에서 72시간 건조 후 중량을 측정하였다.

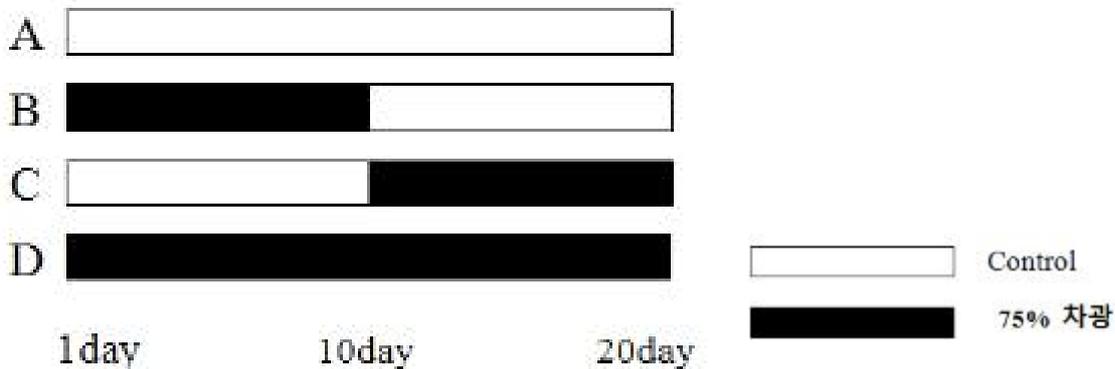


그림 3-1-9. 재배기간 중 차광시기별 처리

차광처리에 의한 엽채류의 생육을 분석한 결과 표 3-1-5~6과 같다. 모든 처리구에서 차광 처리구에 비해 대조구의 생육이 좋았다. 이는 차광율이 높을수록 초장이 신장된다고 보고한 Moon & Pyo(1981)의 연구결과와는 약간의 차이를 보였다.

표 3-1-5. 차광 처리에 따른 생육(차광처리 후 10일)

작물명	처리	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	SPAD (Value)	생체중 (g)	건물중 (g)
비타민 다채	대조구	11.9	6.6	2.3	3.9	1.3	32.8	0.7	0.05
	차광	9.3	4.6	1.5	3.6	1.1	27.4	0.3	0.01
백경채	대조구	13.2	7.6	2.4	3.9	1.4	28.6	0.8	0.05
	차광	9.3	5.1	1.8	3.3	1.2	22.6	0.3	0.02
알파인 배추	대조구	12.6	10.9	3.6	1.8	1.8	21.2	1.6	0.08
	차광	8.5	5.6	2.0	2.8	1.4	20.3	0.3	0.02
청치마 상추	대조구	9.9	9.1	2.9	0.4	1.2	14.6	0.7	0.03
	차광	6.5	5.6	2.0	0.9	0.8	10.2	0.2	0.01

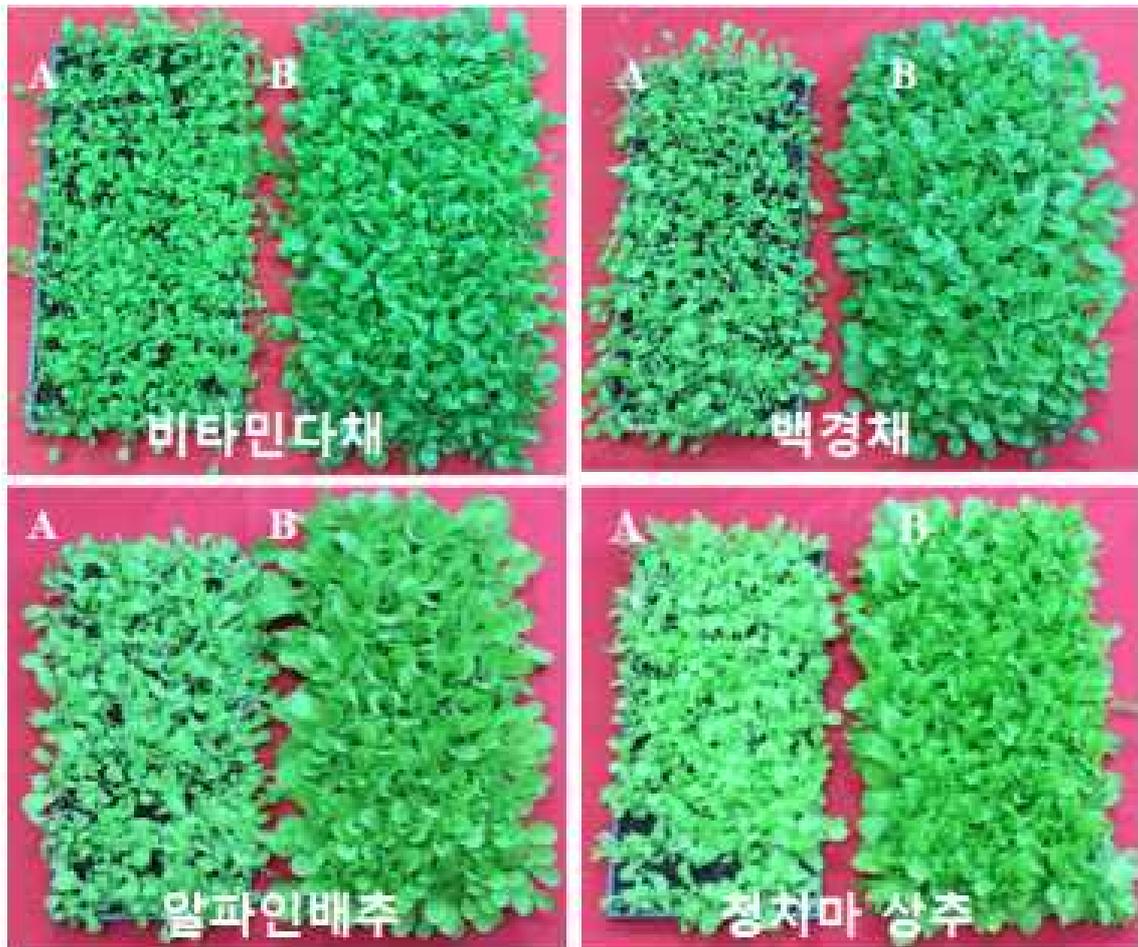


그림 3-1-10. 재배기간 중 차광처리 후 10일째 생육

표 3-1-6. 어린잎 채소 재배기간 중 차광 시기별 처리에 따른 생육(과중 후 20일)

		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	SPAD (Value)	생체중 (g)	수량 (g/판)
비타민 다채	A <sup>z</sup>	15.2a	9.9a	2.9a	3.1bc	1.7a	39.4a	1.7a	554.3
	B	13.5b	9.0b	2.8a	3.3ab	1.5ab	31.7c	1.7a	413.1
	C	11.8c	7.0c	2.4b	3.6a	1.3b	36.4ab	0.8b	311.5
	D	9.4d	5.3d	1.9c	2.9c	0.9c	34.0bc	0.6b	237.0
백경채	A	16.9a	10.4a	3.1a	3.1a	1.6a	31.3a	1.8a	708.2
	B	13.3b	8.1c	2.5b	3.0a	1.4b	28.1a	1.2b	445.1
	C	13.5b	9.2b	3.1a	2.8a	1.5ab	31.8a	1.5a	541.5
	D	11.6c	7.0c	2.4b	3.0a	1.3b	31.3a	0.9b	389.1
알파인 배추	A	15.6a	12.5a	4.8a	2.8a	2.0a	19.2b	3.4a	869.2
	B	13.7b	11.5a	4.2b	1.8c	2.0a	15.8c	2.8a	858.2
	C	11.5c	8.8b	3.4c	2.5ab	1.7b	21.7ab	1.7b	486.5
	D	10.4c	8.0b	3.1c	2.4b	1.5b	23.9a	1.3b	477.8
청치마 상추	A	17.0a	14.8a	4.4a	0.5c	1.5b	15.1a	2.2a	867.9
	B	16.1a	12.6b	3.4b	0.6c	1.9a	15.8a	1.3b	851.7
	C	11.0b	9.8c	3.1b	0.8b	1.3b	13.7b	1.0b	544.8
	D	8.9c	7.7d	2.4c	1.0a	1.0c	13.1b	0.6c	362.1

<sup>z</sup>는 그림 3-1-9 참조

육묘 후 재배기간 중 광조절에 의한 어린잎 채소 생육을 알아보하고자 30일 재배기간 중 초기 15일 차광하거나 후기 15일 차광 또는 기간 중 계속 차광 되었을 때의 생육량을 조사하였다. 육묘 후 15일 동안 공시작물 4종의 대조구 대비 약 75% 차광은 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 엽록소함량 및 생체중이 감소하였다(표 3-1-5).

계속적인 높은 광량에서 재배된(평균) A처리에서의 초장과 엽록소 함량 및 수량이 높았으며 계속 차광 D에서 생육은 가장 높았고 뿌리양도 적었다(그림 3-1-11). 한편 초기 차광된 B 처리가 후기 차광된 C처리보다 높은 수량을 나타내 어린잎 채소의 생육량을 높이기 위해서는 생육 중에 수확기에는 광요구가 필요할 것으로 판단되었다.



그림 3-1-11. 차광처리 후 20일째 뿌리 생육(블럭크기는 10cm × 10cm)

엽채류의 차광처리에 의한 지상부 및 지하부의 생육을 분석한 결과(표 3-1-6) 대체적으로 대조구(A)>차광 전처리 10일(B)>차광 후처리 10일(C)> 20일 처리 처리구(D)의 순으로 나타났다. 공시된 작물의 차광은 생육초기에는 수량에 영향을 주지 않으나 후기 차광은 생육과 수량저하요인으로 작용할 수 있으리라 본다. 한편 백경채의 경우 B와 C처리에 있어 생육이 다른 처리구에 비하여 높은 것을 알 수 있었다. 이는 김 등(2001)의 연구결과처럼 몇가지 차광 처리구에서 왕성한 생육을 보고한 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

## 나. 다단식시스템에서의 어린잎 채소 생육

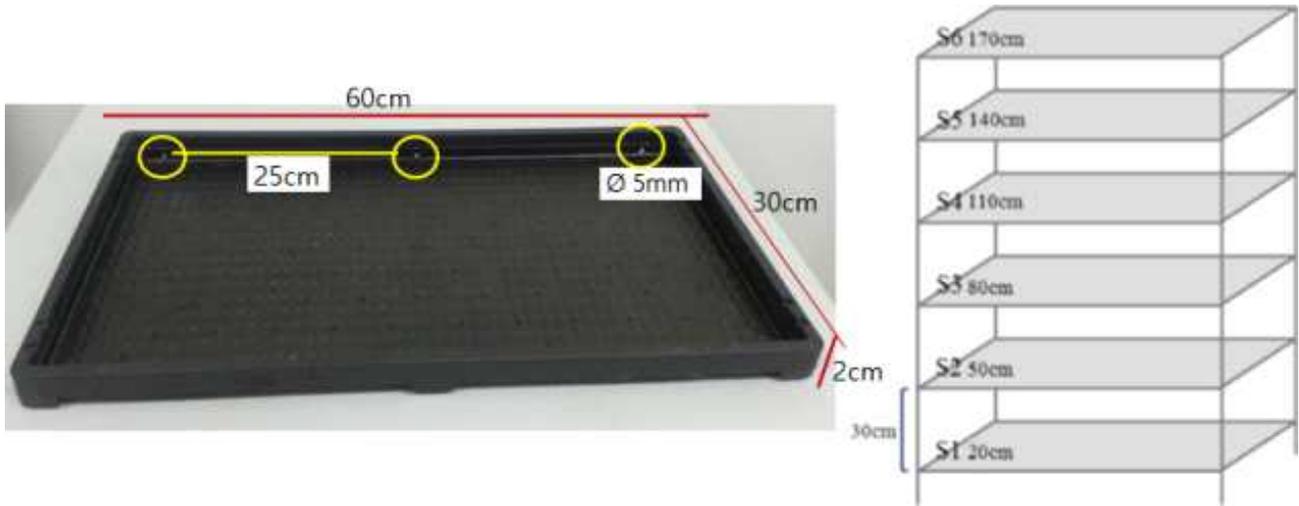


그림3-1-12. 실험에 사용된 시판 유통 중인 벼 육묘판과 자체제작한 다단식시스템

### (1) 다단식시스템에서의 재배

#### [실험 1] 들깨 어린잎 채소의 생육

선반 높이별 S2(하단바닥으로부터 50cm), S4(110cm), S6(170cm)으로 다단처리를 하여 들깨 생육조사 실험이다. 2015년 4월 3일 만추잎들깨(진홍종묘, 제일종묘) 2품종을 파종하여 27일 뒤인 5월1일에 다단처리를 시작하였고, 5월21일에 생육조사를 마쳤다. 조사방법은 처리 후 5일 간격으로 20일 동안 초장, 엽수를 조사하였고, 마지막 조사에는 생체중, 수량(g/50립), SPAD를 추가로 조사하였다.

만추 잎들깨 진홍 종묘 육종품의 경우 초장은 하단에서 상단으로 진행할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 특징은 광량 부족에 따른 초장 증대로 판단되었다. 주당 생체중은 초장과 엽수의 차이가 동일하게 반영되어 하단에서 상단으로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었으며 50립을 기준으로 한 총 중량에서도 하단에서 상단으로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었다. SPAD로 측정된 엽록소의 함량도 하단에서 상단으로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 특징은 어린잎을 수확하는 경우 적절한 차광이 생육 및 수확물의 증가로 연결되는 좋은 특성을 가지고 있다고 판단되었다. 따라서 이후의 연구에서는 이에 따른 좀더 세부적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단되었다.

만추 잎들깨 제일종묘 육종품의 경우 초장 및 엽수에서 진홍 종묘 육종품과 동일하게 유사한 특징을 나타내었으나 그 차이는 크지 않았다. 그리고 주당 생체중과 50립 기준 총 수확량, 그리고 SPAD 값에서 4단인 중간단에서 가장 좋은 수확량을 나타내었다.

위의 결과를 종합하면 진홍종묘에서 육종한 품종이 제일종묘 육종품보다 벼육묘 시스템에 더욱 적합한 품종이라고 판단되었다.

표 3-1-7. 다단재배상에서의 생육 20일 후 들깨

	초장(cm)			엽수(ea)			생체중(g/plant)			수량(g/50립)			SPAD(value)		
	S2	S4	S6	S2	S4	S6	S2	S4	S6	S2	S4	S6	S2	S4	S6
만추앞들깨(진흥)	16.8	15.8	12.9	16.8	15.8	12.9	3.1	2.7	2.0	68.9	60.5	55.4	29.3	29.5	26.6
" (제일)	17.7	17.2	17.0	17.7	17.2	17.0	2.9	3.5	2.9	110.3	113.1	110.0	25.9	30.2	28.1

초기생육은 진흥 초장  $4.9 \pm 0.1$ cm, 엽수 4매, 제일  $6.1 \pm 0.2$ cm, 엽수 4매이다.

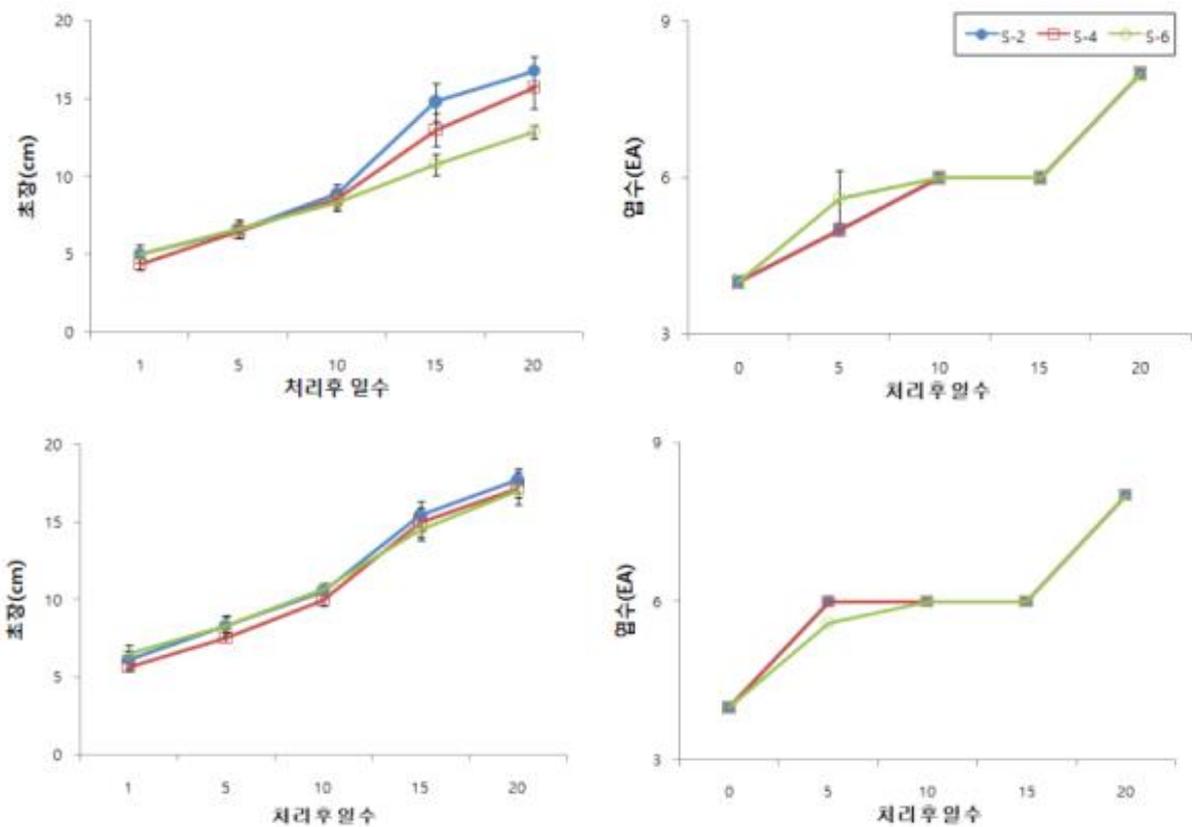


그림 3-1-13. 5월 1일 ~ 5월 21일, 다단식시스템에서의 만추 앞들깨의 초장과 엽수 변화 (상 진흥종묘, 하 제일종묘)



그림 3-1-14. 다단식시스템에서의 20일째 만추잎들깨의 생육(상:진홍종묘, 하:제일종묘)

#### [실험 2] 로켓루꼴라와 국화과 6종의 어린잎 채소 생육

2015년5월4일 로켓루꼴라와 국화과 6종(레드치커리, 레드치커리, Celinet, Diablotin, Lettony, 로메인화이트, 레드셀로드블)을 과중하여 다단식시스템에서 10일 동안 재배하였다. 14일 육묘한 후, 5월18일 다단식시스템에 벼육묘판을 설치한 후, 5월29일에 수확하였다. 조사방법은 처리 후 5일 간격으로 초장, 엽장, 엽수를 조사하였고, 10일째 조사에는 수량(g/60~90립)과 SPAD를 측정하였다.

로켓루꼴라는 초장을 제외하고 5단에서 하단에 비하여 우수한 생육 특성을 나타내었고, 레드치커리 5단에서 1단과 3단에 비해 높은 생육을 나타내었다. Celinet 은 초장에서는 3단이 좋았고, 총 수량에서 1단이 우수한 결과를 나타내었다. Diablotin 은 5단에서 가장 좋은 생육을 나타내었으나 1단에서 초장과 총수량에서 비교적 우수한 결과를 나타내었다. Lettony의 경우 3단에서의 재배가 5단 보다 총수량에서 우수한 결과를 나타내었다. 로메인화이트와 레드셀러드블은 5단에서 가장 좋은 생육을 보였다.

표 3-1-8. 다단식시스템을 이용한 국화과 생육 (처리 10일 후)

	초장 (cm)			엽수 (ea)			생체중 (g)			수량 (g/60~90립)			SPAD (value)		
	S1	S3	S5	S1	S3	S5	S1	S3	S5	S1	S3	S5	S1	S3	S5
로켓루꼴라(90립)	13.8	13.0	12.8	6.2	6.0	6.7	1.4	1.1	2.1	78.0	64.8	89.4	35.6	37.5	39.1
레드치커리(90립)	8.6	9.2	9.2	4.5	4.2	4.5	0.8	0.8	1.0	30.0	25.2	34.5	34.1	29.8	34.0
Celinet (60립)	12.6	13.7	8.7	4.8	6.0	6.2	0.8	1.4	1.4	51.0	47.5	46.0	25.4	28.8	28.1
Diablotin (60립)	9.9	9.1	7.5	4.7	4.3	5.2	0.7	0.6	0.6	34.9	31.5	36.1	21.1	19.7	25.1
Lettony (60립)	12.1	12.5	10.6	5.5	5.5	5.5	1.2	1.2	1.1	50.7	56.1	46.9	28.4	27.6	29.2
로메인화이트(60립)	17.9	17.0	17.2	6.0	6.3	7.3	2.2	2.8	3.6	127.7	119.8	162.5	17.5	21.1	20.8
레드셀로드볼(60립)	13.7	12.9	12.6	5.5	5.3	5.5	1.7	1.1	1.7	44.6	72.9	79.3	19.2	19.7	23.4

\*초기 생육은 로켓루꼴라 초장  $6.3 \pm 0.2$ cm, 엽수 3매, 레드치커리 초장  $3.4 \pm 0.1$ cm, 엽수 2매, Celinet 초장  $3.8 \pm 0.1$ cm, 엽수 3매, Diablotin 초장 2.6cm, 엽수  $2.1 \pm 0.2$ 매, Lettony 초장  $3.4 \pm 0.1$ cm, 엽수  $2.3 \pm 0.1$ 매, 로메인화이트 초장  $4.6 \pm 0.1$ cm, 엽수 3매, 레드셀로드볼 초장 3.4cm, 엽수  $2.3 \pm 0.3$ 매이다.



그림 3-1-16. 다단식시스템 위치별 벼육묘판에서의 10일 재배된 어린잎 채소 생육

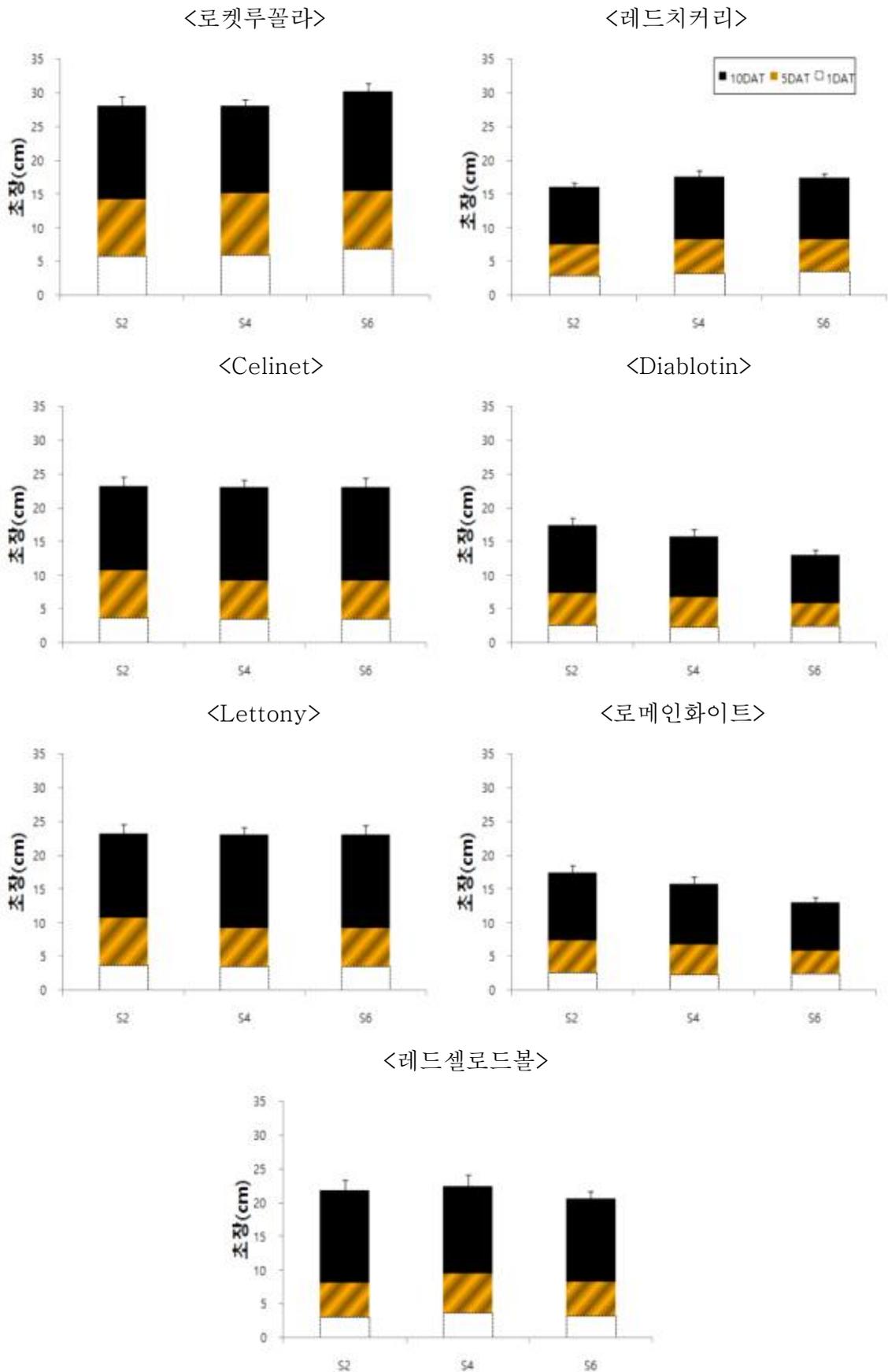


그림 3-1-15. 다단식시스템 위치별 재배기간 중 어린잎 채소 초장 변화

**[실험 3] 콘셀러드형 어린잎 채소 3종의 생육**

콘셀러드 3종의 품종은 Amely, Juvert, Accent를 사용하였다. 5월4일 파종 후 초장이 1cm, 엽수 5cm 내외 되었을 때 5월29일 다단식시스템 위치에 따른 생육량을 알아보기 위하여 20일 재배하였다. 5일 간격으로 초장, 엽수를 측정하고, 20일째, 생체중, 수량(g/60립), SPAD를 조사한 결과 다단식위에 따른 콘셀러드 3종의 초장과 엽수는 차이가 없었다. 광량이 많은 S6에서 초장이 짧고 엽록소량이 높은 경향을 나타냈다.

Amely 의 경우 6단에서보다 4단에서 우수한 결과를 나타내었다. Juvert는 초장과 엽수 그리고 주당 생체중에서 4단이 우수하였다. Accent는 6단에서 가장 좋은 결과를 나타내었다. 따라서 Accent는 다단재배시스템에 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

표 3-1-9. 다단식시스템을 이용한 어린잎 채소 콘셀러드 3종 생육(처리 20일 후)

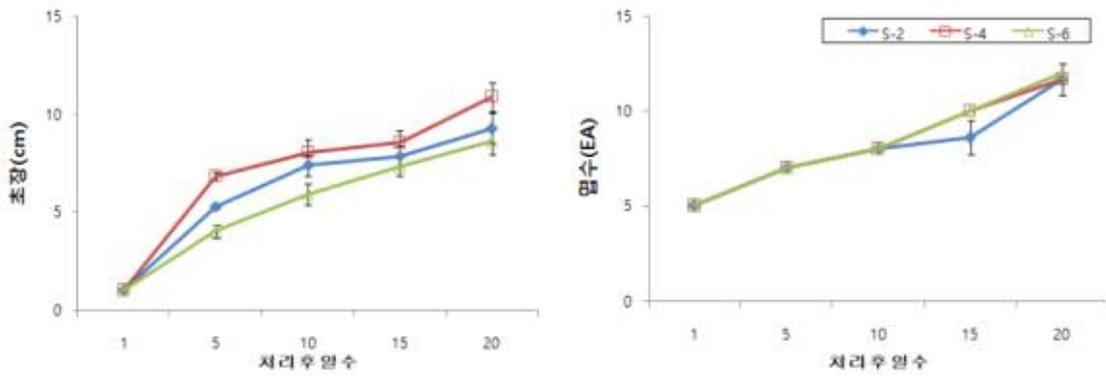
품종	초장 (cm)			엽수 (ea)			생체중 (g /pl.)			수량(g/60립)			SPAD (value)		
	S2	S4	S6	S2	S4	S6	S2	S4	S6	S2	S4	S6	S2	S4	S6
'Amely'	9.3	10.9	8.7	11.7	11.7	12.0	1.1	1.3	1.2	66.7	100.9	81.0	36.3	36.9	39.6
'Juvert'	9.9	10.3	8.6	11.3	12.0	11.0	1.2	1.4	1.1	81.8	79.2	77.1	33.8	32.1	29.6
'Accent'	9.3	7.4	8.8	11.7	10.3	12.0	1.1	0.8	2.0	85.6	57.1	87.48	39.2	30.6	43.2

\*초기조사는 Amely 초장 1cm±0, 엽수 5±0, Juvert 초장 1cm±0, 엽수 5±0, Accent 초장 1cm±0, 엽수 5±0이다.

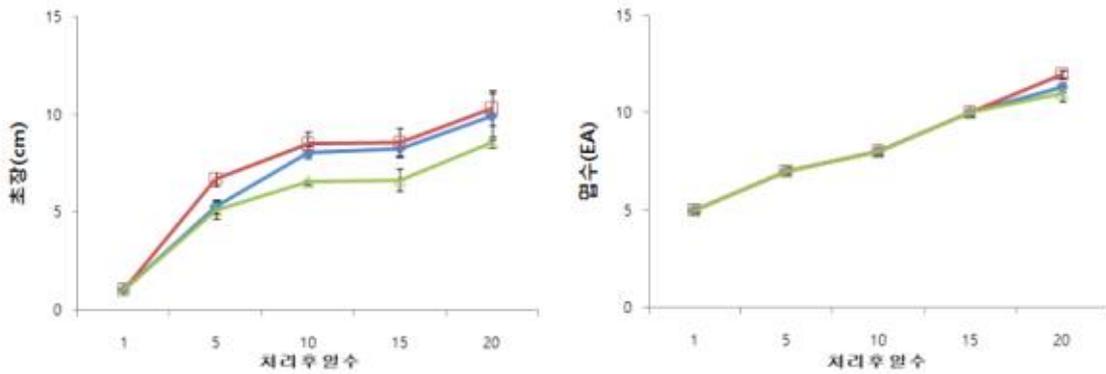


그림 3-1-17. 다단식시스템의 베타카로틴에서 재배한 어린잎 채소 생육(처리 20일 후)

<Amely>



<Juvert>



<Accent>

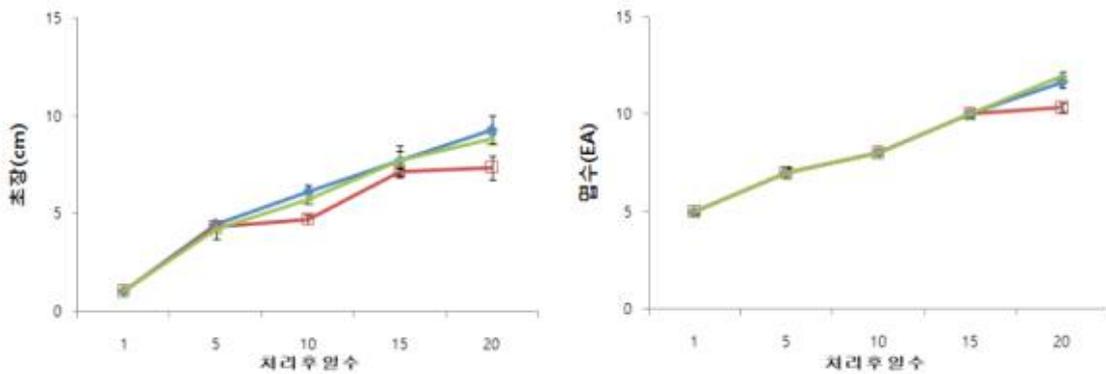


그림 3-1-18. 차광에 따른 다단식시스템에서의 초장과 엽수 변화  
(재배기간: 2015.5.29~6.18)

[실험 4] 국화과 5종의 어린잎 채소 생육

선반높이별 S1(하단바닥으로부터 50cm), S2(80cm), S3(110cm), S4(140cm), S5(170cm)으로 나누어 차광 처리하여 엽채류의 생육을 조사하였다. 파종은 5월19일에 하여, 14일 뒤인 6월2일에 차광처리를 시작하였으며, 6월11일에 조사를 끝냈다. 조사방법은 처리 후 5일 간격으로 초장, 엽수를 조사하였고, 마지막 조사일에는 SPAD, 생체중, 수량(g/60립)을 추가로 조사하였다. 조사 품종은 로메인화이트, 로켓루꼴라, 상추레드셀로드볼을 사용하였다.

실험에 사용된 3개 품종 모두 6단에서 가장 높은 SPAD 값을 나타내었으며, 하단으로 갈수록

록 값은 경향을 나타내었다.

로메인 화이트의 경우 수량은 S5에서, 로켓루꼴라는 S6 가장 높았다. 레드셀러드볼의 경우 S2에서 가장 높은 수량을 나타냈다.

표 3-1-10. 다단식시스템을 이용한 높이에 따른 어린잎의 생육(처리 9일 후)

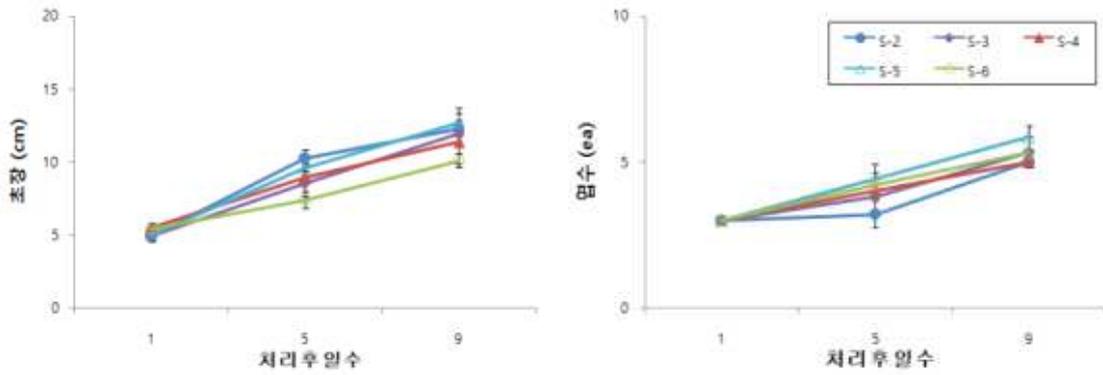
작물명	SPAD(Value)					수량(g/60립)				
	S2	S3	S4	S5	S6	S2	S3	S4	S5	S6
로메인화이트	17.1	15.2	15.3	22.1	24.5	44.8	25.3	41.1	53.9	41.5
로켓루꼴라	12.2	30.5	32.8	33.3	35.8	47.0	51.9	58.7	65.1	74.3
상추 레드셀러드볼	17.6	18.3	15.1	20.3	20.6	31.2	16.2	22.0	21.6	21.4

\*초기생육은 로메인화이트 초장 5.1±0.1, 엽수 3.0±0, 로켓루꼴라 7.1±0.1, 엽수 3.0±0, 상추레드셀러드볼 3.9±0.1, 엽수 2.9±1.3

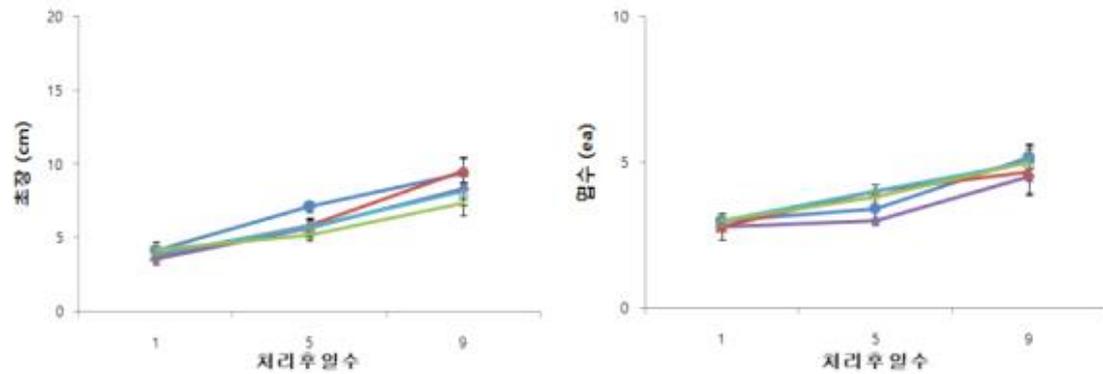


그림 3-1-19. 다단식시스템에 위치별 벼육묘판에서 처리 9일 후 어린잎 채소 생육

<로메인화이트>



<레드샬로드볼>



<로켓루꼴라>

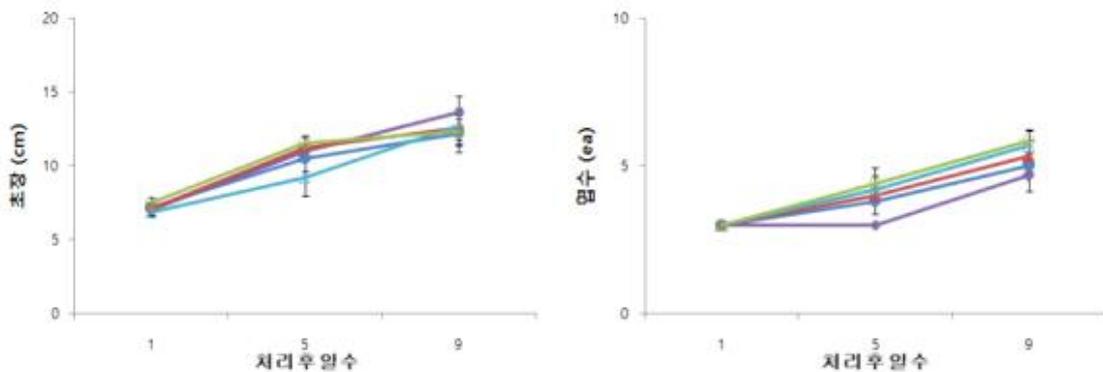


그림 3-1-20. 차광에 따른 다단식시스템에서의 초장과 엽수 변화  
(재배기간: 2015. 06.02~ 06.11)

치커리 2품종(레드치커리, 치커리 이탈리아코)을 5월 19일 파종한 후, 차광 처리는 20일 뒤인 6월8일, 마지막 조사일은 처리 후 10일 뒤인 6월18일에 마쳤다. 조사방법은 처리 당일부터 5일 간격으로 초장, 엽수를 조사하였고, 마지막 조사일에는 추가로 SPAD, 생체중, 수량(g/60립)을 조사하였다. 두 품종 모두 SPAD 값은 단수가 낮아 질수록 떨어지는 경향을 나타내었다. 그러나 수확량은 레드치커리는 S5에서 가장 좋았으며, 치커리 이탈리아코는 S4에서 가장 좋았다.

표 3-1-11. 다단식시스템을 이용한 차광에 따른 어린잎의 생육(처리 10일 후)

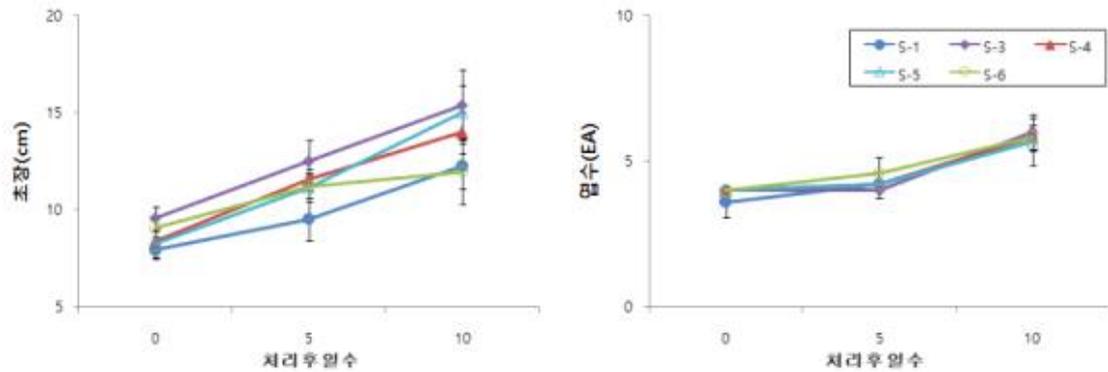
	SPAD(value)					수량(g/60립)				
	S2	S3	S4	S5	S6	S2	S3	S4	S5	S6
레드치커리	27.9	30.5	30.7	32.4	35.4	64.4	87.7	82.4	99.5	69.3
치커리 이탈리코	34.6	36.1	38.7	39.5	44.5	25.3	42.7	78.0	38.1	23.0

\*초기생육은 레드치커리 초장  $8.6 \pm 4.4$ , 엽수  $3.9 \pm 0.1$ , 이탈리코  $10.1 \pm 0.5$ ,  $3.1 \pm 0.3$



그림 3-1-21. 다단식시스템에 위치별 벼육묘판에서 처리 10일 후 어린잎 채소 생육

<레드치커리>



<치커리이탈리코>

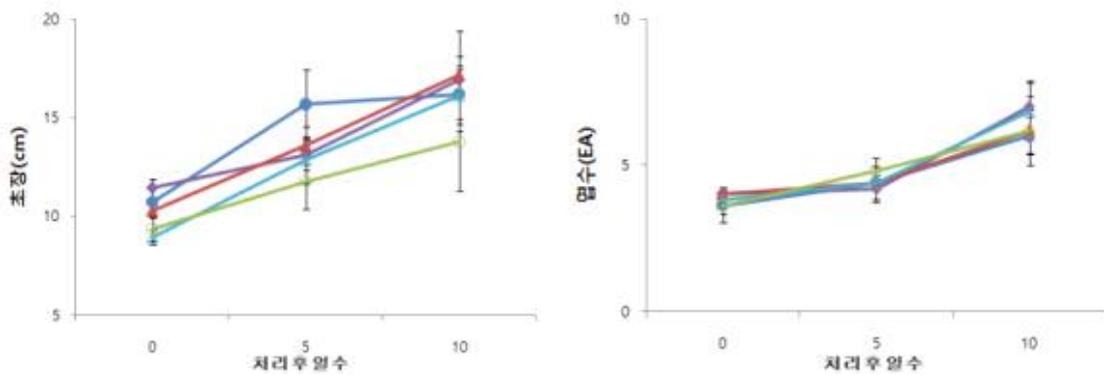


그림 3-1-22. 차광에 따른 다단식시스템에서의 초장과 엽수 변화  
(재배기간: 2015.6.8.~6.18)

[실험 5] 시기에 따른 국화과 2종 생육

표 3-1-12. 재배개요

층 <sup>2</sup>	품종	파종	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S2, S5	로메인화이트	15-05-19	15-06-02	15-06-11	14	9	23
	레드샐러드볼	15-10-22	15-11-12	15-11-26	21	14	35

<sup>2</sup>그림 3-1-12 참조

본 연구는 광도에 차이가 있는 다단식시스템 재배에서 어린잎 채소의 봄철(5월)과 초겨울철(11월) 생육을 비교하기 위해 실험을 하였다. 어린잎 채소의 품종은 로메인화이트, 레드샐러드볼(코레곤종묘)을 이용하여 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 2015년 5월 19일~6월 11일, 10월 22일~11월 26일까지 재배하였다. 벼 육묘상에 원예용 상토 1.5cm 층진한 후 줄뿌림으로 파종(3×3cm, 200립/트레이)하였다. 다단식시스템의 선반높이별 S2(하단으로부터 80cm), S5(140cm)에 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 봄철 파종은 15년 5월 19일에 하여, 14일 뒤인 6월 2일에 정식 하였고 9일 뒤인 11일에 수확을 하였다. 초겨울철의 경우 15년 10월 22일 파종, 21일 뒤인 11월 12일에 정식을 하였고 14일 뒤인 11월 26일 수확을 하였다.

그림3-1-23은 시기별 시간당 평균 광량과 온도를 나타낸 그래프이다. 5월 S5층의 최고 광량은 931.0W/m<sup>2</sup>, 11월은 604.0W/m<sup>2</sup>로 차이가 있었고, 평균온도 또한 5월 25.6℃, 11월 11.1℃로 온실 내 환경에 차이가 있었다. 재배기간 중 5월과 11월 모두 층에 따른 광량의 차이는 크게 나타났으나, 층에 따른 평균온도 차이는 크지 않았다(표 3-1-13). 두 품종 모두 5월 재배의 육묘기간은 14일, 11월 재배의 육묘기간은 21일이었다. 재배기간이 더 길었음에도 불구하고 봄철재배에서 높은 생육결과를 보였다. 이는 평균 광량과 온도에 따른 차이로 보이며 육묘기간의 결과만으로 볼 때는 11월보다 5월 육묘기간을 거치는 것이 더 유리할 것으로 보인다. S5층에서 로메인화이트의 생육결과는 5월 재배보다 11월 재배에서 모든 항목에서 유의적으로 높았다. 특히 5월 재배의 S5층의 생육결과는 모든 항목에서 재배시기에 따라, 광도의 차이에 따라 유의적 차이를 보였다. 레드샐러드볼 또한 전반적으로 11월에 비해 5월 재배에서 비교적 높은 생육결과를 보였다. 5월 S2층의 엽수와 엽장의 결과가 유의적으로 높은 것으로 보아 S5층에서는 엽수와 SPAD를 제외하고는 차이가 없었다. ‘로메인화이트’ 품종보다 ‘레드샐러드볼’에서 폴리페놀 함량이 높고, 다단에 따른 차이나 계절에 따른 차이는 두 개의 품종에서 반대의 경향을 보였다. 로메인화이트는 봄보다 초겨울철 재배에서 비교적 높은 함량을 보였고, 겨울철에도 S5층보다 S2층에서 높은 결과를 보였다. 레드샐러드볼은 S5층 재배시 계절에 따른 차이는 없었지만 봄 재배시 S2층에서 특히 높은 함량을 보였고, 겨울재배시에 S5층보다 낮은 함량을 보였다.

표 3-1-13. 재배시기 별 재배기간 중 다단식시스템의 광량과 온도환경

재배시기	층	광량(W/m <sup>2</sup> )			온도(℃)		
		최저	평균	최고	최저	평균	최고
Spring (05/19~06/11)	S2	0	25.8	227.0	11.7	23.5	38.4
	S5	0	111.6	931.0	10.8	25.6	44.9
Winter (10/22~11/26)	S2	0	3.3	125.0	-0.8	10.5	27.3
	S5	0	37.4	604.0	-2.1	11.1	39.9

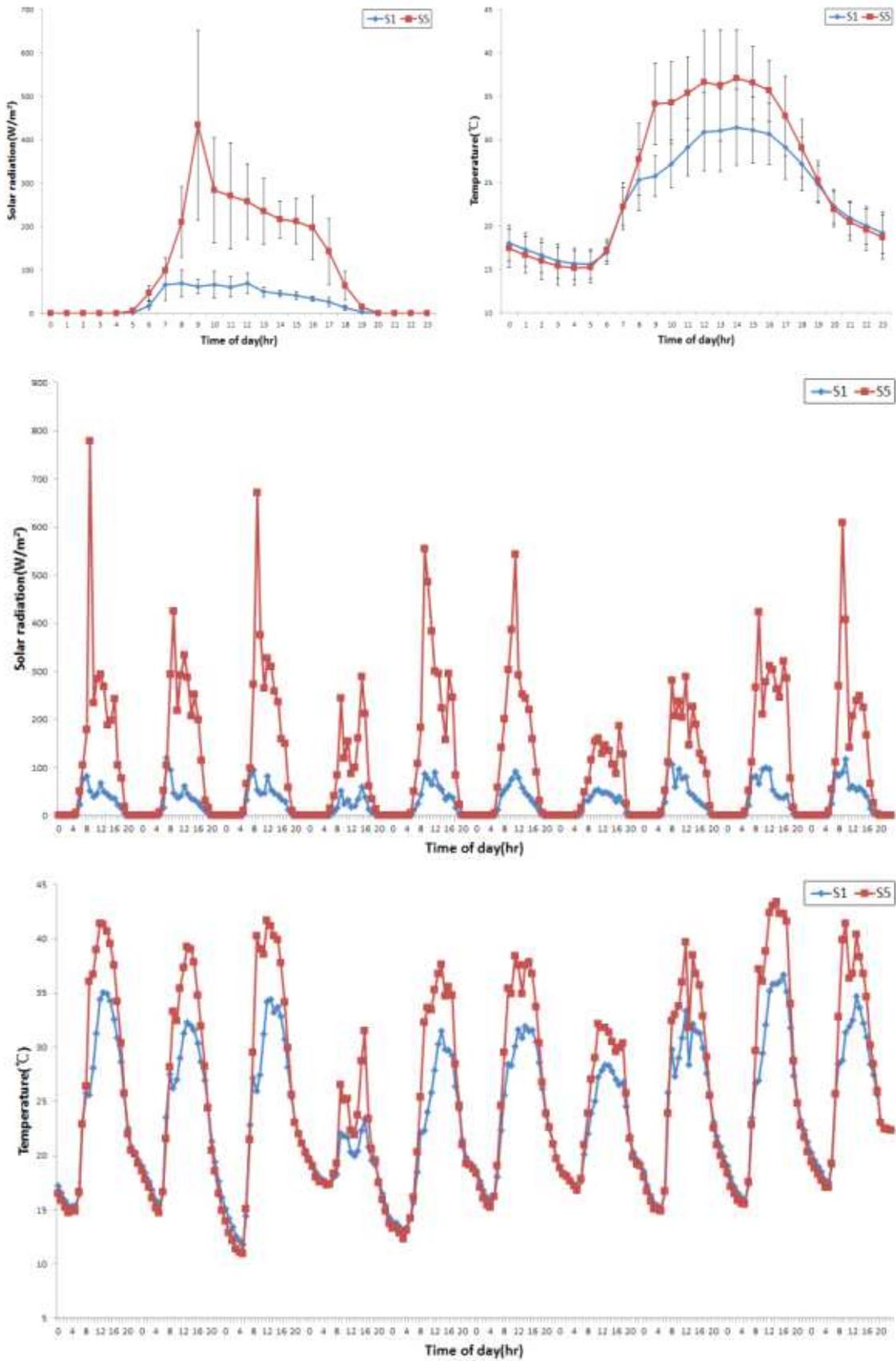


그림 3-1-23. 봄철 재배기간 중 광량과 온도(2015.6.2.~6.11)

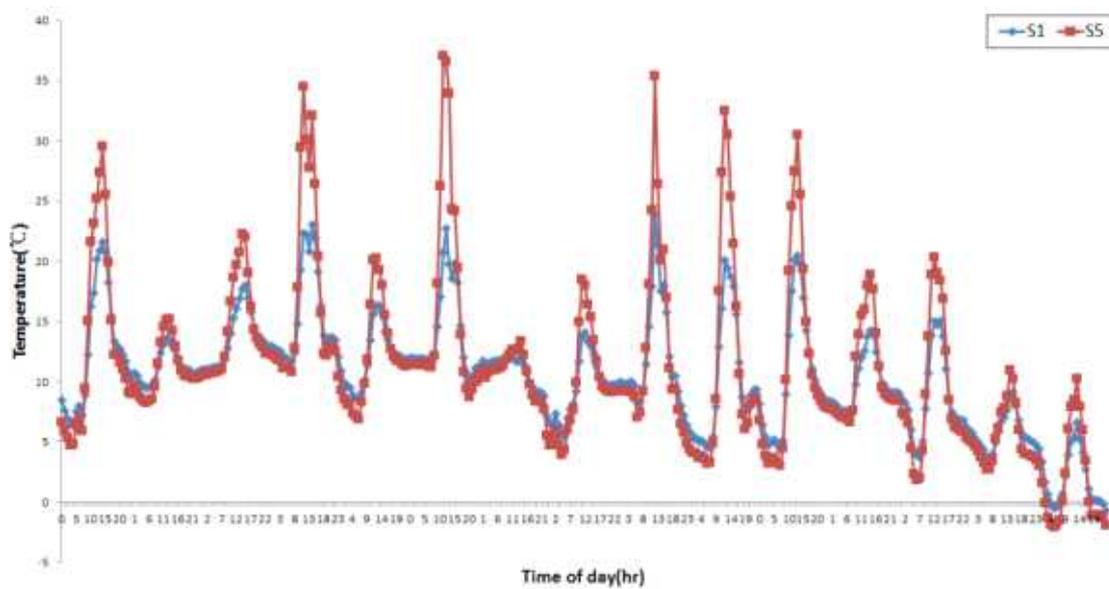
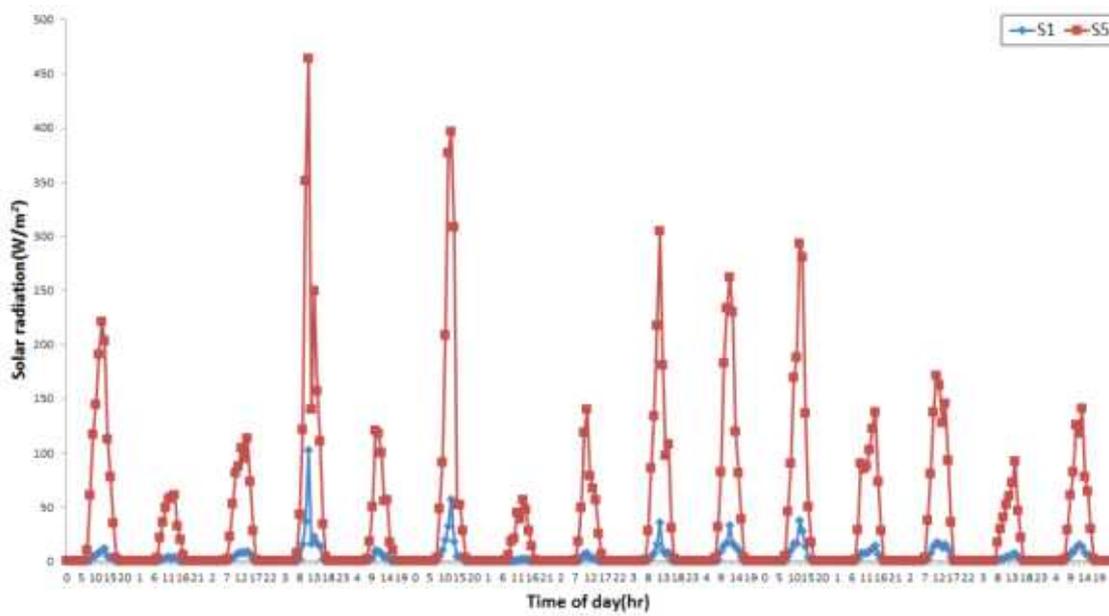
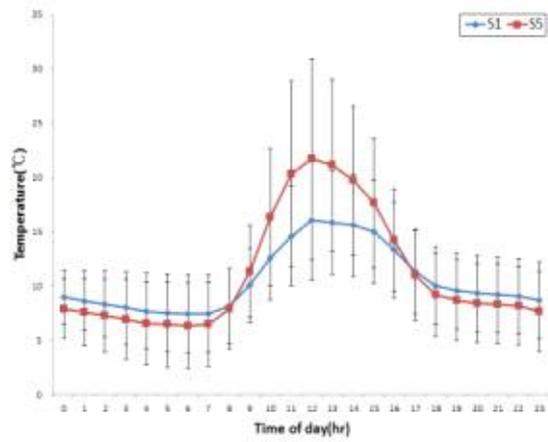
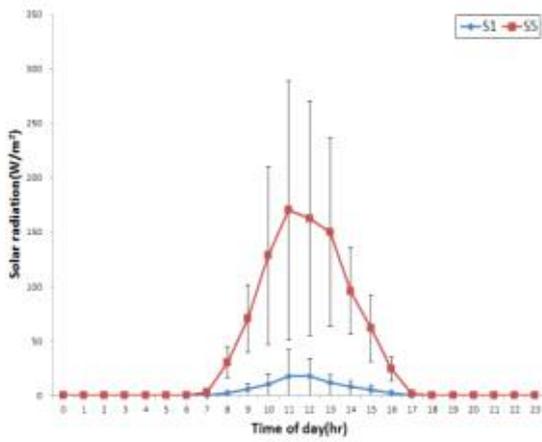


그림3-1-24. 초겨울철 재배기간 중 광량과 온도(2015.11.12.~11.26)

표3-1-14. 어린잎 채소 2종의 다단식시스템 처리 전 초기생육

품종	재배시기	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)
Romain White	Spring	4.9	4.7	1.5	3.0
	Winter	3.0	2.7	1.0	2.0
Red Saladball	Spring	4.2	3.8	1.8	3.0
	Winter	3.0	2.7	1.3	2.0

\*육묘기간(과종~정식) : 5월(14일), 11월(21일)

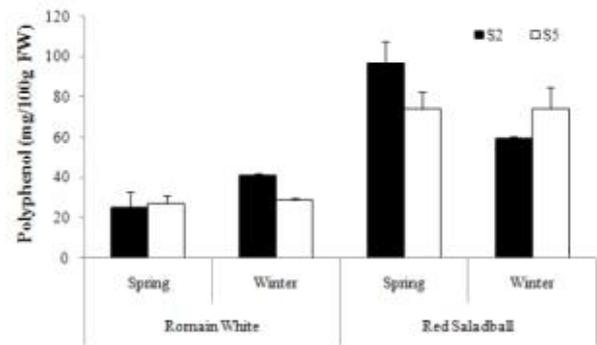
표3-1-15. 다단식시스템에서 봄·가을에 재배한 어린잎 채소의 생육

품종	재배시기	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)
Romain White	Spring	S2	12.3a	12.0a	2.7b	5.0b	17.1b	0.7b
		S5	12.7a	12.3a	3.3a	5.8a	22.1a	1.3a
Red Saladball 1	Winter	S2	8.0c	7.8c	1.9d	4.0c	15.5b	0.4b
		S5	9.2b	9.0b	2.2c	5.0b	17.8b	0.4bc
Romain White	Spring	S2	9.8a	9.4a	3.2a	5.2a	17.6b	0.5a
		S5	8.2bc	7.9bc	3.1a	5.0a	20.3a	0.4a
Red Saladball 1	Winter	S2	7.6c	7.3c	2.5b	4.0b	15.5c	0.6a
		S5	8.8b	8.4b	3.1a	4.0b	17.7b	0.5a

\*재배기간(정식~수확) : 5월(9일), 11월(14일)

표3-1-16. 다단식시스템에서 재배된 레드샐러드볼과 로메인화이트의 폴리페놀함량

		Polyphenol (mg/100g FW)	
		S2	S5
Spring	Romain White	25.3	27.2
	Red Saladball	96.8	74.0
Winter	Romain White	40.9	29.0
	Red Saladball	59.1	74.3



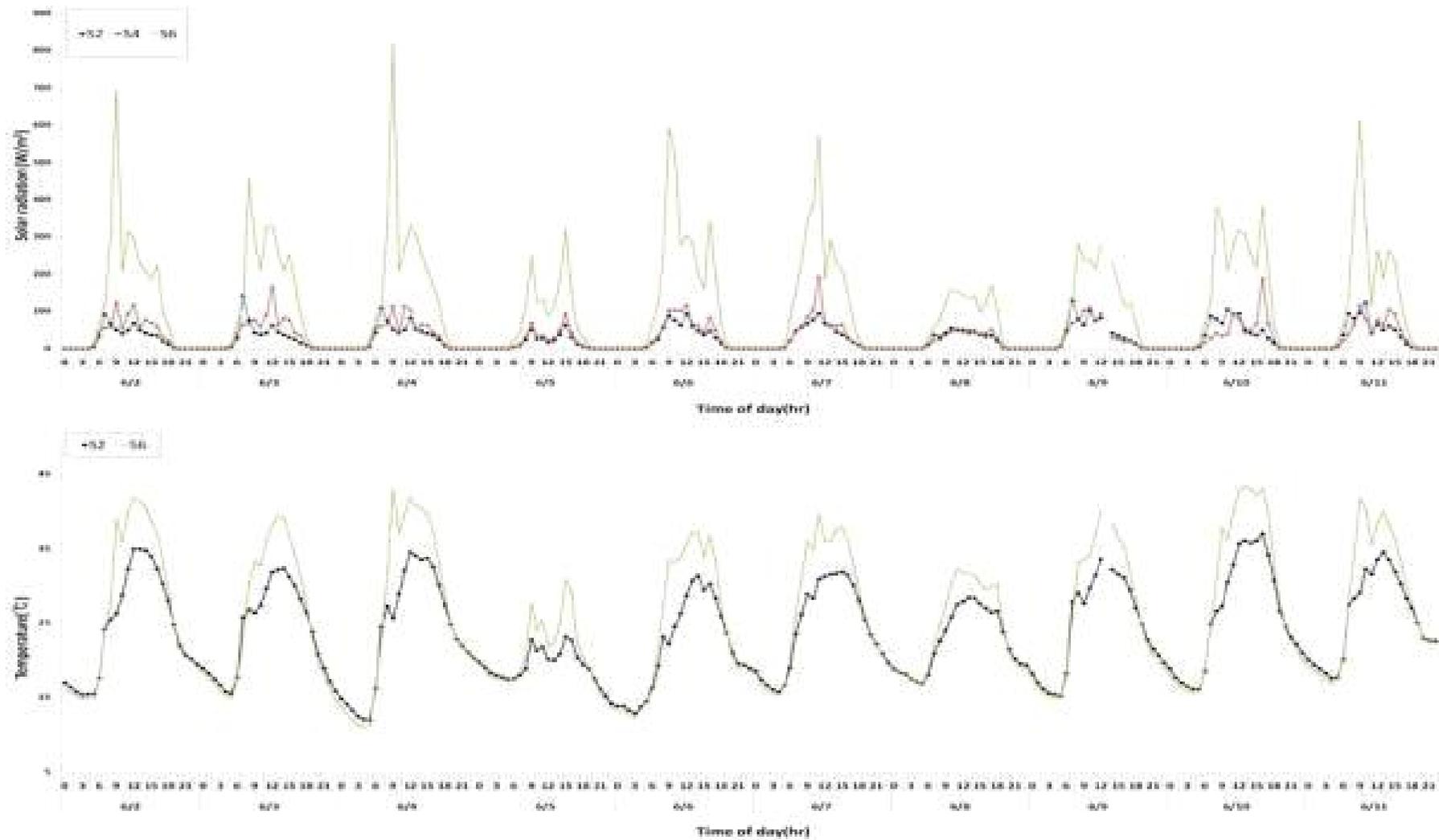


그림3-1-25. 봄철 다단식시스템 재배에 따른 생육기간 동안 위치별 시간당 평균 광량과 온도 변화(6월02일~11일 재배일수 9일)

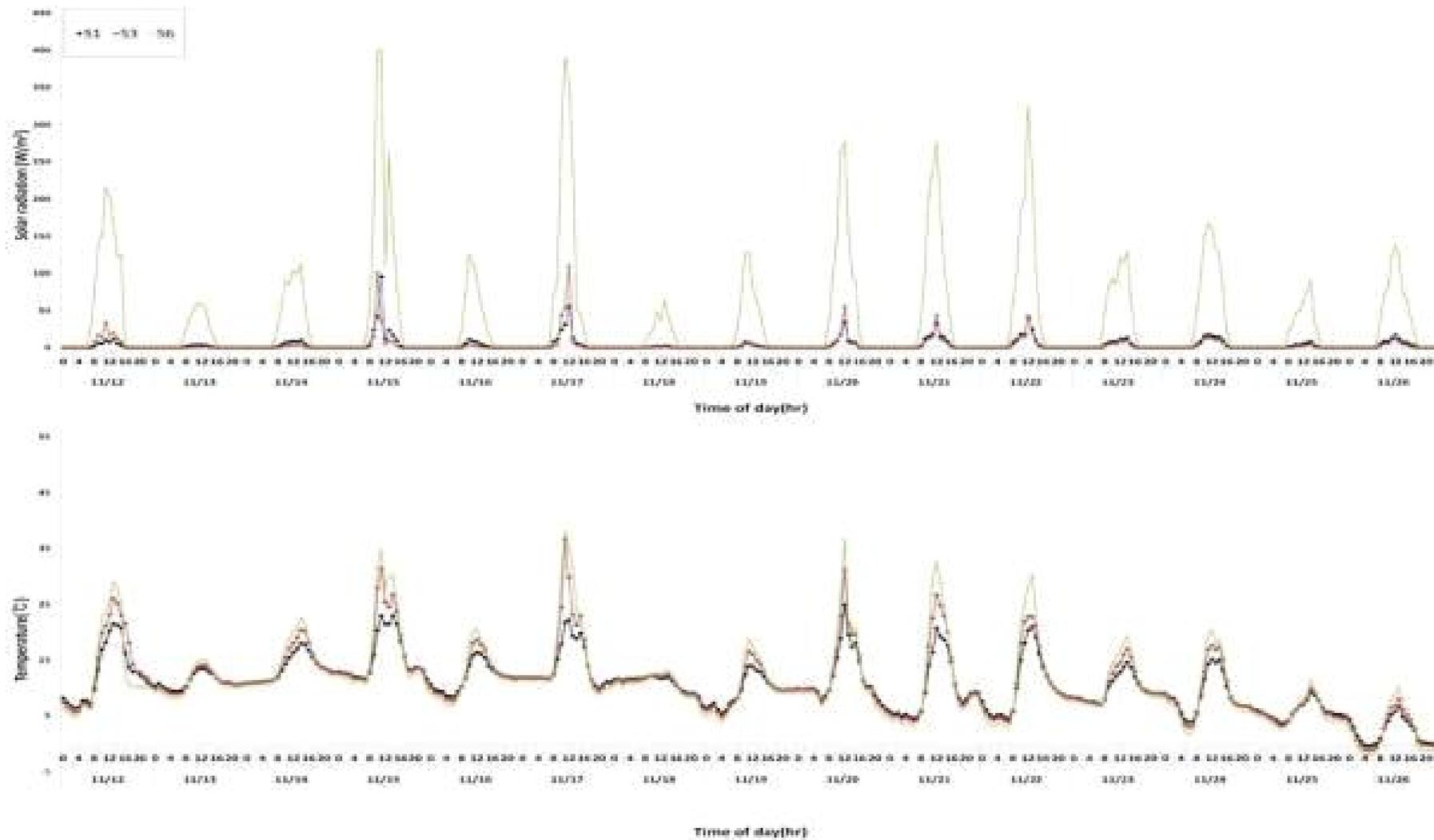


그림3-1-26. 가을철 다단식시스템 재배에 따른 생육기간 동안 위치별 시간당 평균 광량과 온도 변화(11월12일~26일, 재배일수 14일)

[실험 6] 로메인화이트 적정수확시기 결정

표3-1-17. 재배개요

구분	파종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
A	2015-08-28	2015-09-09	2015-09-14	2015-09-23	12	14	26
B	2015-12-01	2015-12-05	2015-12-16	2015-12-24	4	19	23
C	2016-01-19	2016-01-28	2016-02-07	2016-02-16	9	19	28
D	2016-06-10	2016-06-20	-	2016-06-27	10	7	17
				2016-07-02	10	12	22
				2016-07-04	10	14	24

표3-1-18. 재배시기별 다단식시스템 재배에 따른 로메인화이트의 생육

	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)
A	S1	13.2	12.9	2.5	4.5	15.3	0.7
	S3	14.4	14.2	2.7	5.1	15.4	1.0
	S6	14.5	14.1	3.9	6.7	24.6	2.5
	<sup>z</sup> S1S6	13.3	13.0	3.4	5.9	19.6	1.6
	S3S6	12.8	12.5	3.3	6.1	20.7	1.6
	S6S1	15.5	15.4	3.8	6.1	16.4	2.4
B	S6S3	9.7	7.9	1.1	2.9	10.3	0.2
	S6	10.4	8.5	1.3	3.0	13.8	0.2
C	S3S6	9.9	8.6	1.1	2.7	12.0	0.1
	S6	10.6	9.6	1.6	3.8	14.6	0.3
D	<sup>y</sup> S1-7	9.7	7.1	1.8	3.9	13.5	0.5
	S6-12	7.6	7.1	2.2	4.7	15.6	0.5
	S1-12	16.0	14.0	2.4	4.7	10.8	1.0
	S6-12	13.6	12.6	3.0	5.6	20.0	1.6
	S1-14	16.8	16.2	2.4	5.3	22.9	1.2
	S6-14	12.5	11.8	2.8	5.7	14.0	1.4
ave.		12.5	11.6	2.5	4.8	16.2	1.0

<sup>z</sup>다단 재배 5일 후 층위 이동 10일 후 수확, <sup>y</sup>다단 위치에서의 재배일

표 3-1-19. 다단식시스템 재배 기간에 따른 로메인화이트의 엽록소함량

처리	Chlorophyll a (g/g · FW)	Chlorophyll b (g/g · FW)	Total Chlorophyll (g/g · FW)
S1-7	11.86	3.96	15.82
S6-7	13.43	4.59	18.01
S1-12	9.15	2.71	11.86
S6-12	15.69	6.36	22.05
S1-14	15.67	5.60	21.27
S6-14	11.62	4.91	16.53

\*재배기간 :2016.6.10~7.4

표 3-1-20. 재배시기별 다단식시스템 재배에 따른 로메인화이트의 기능성물질 함량

층		Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
B	<sup>z</sup> S6S3	12.93 ± 0.52	15.98 ± 0.72	2.25 ± 0.12
	S6	19.16 ± 0.75	18.82 ± 1.32	1.96 ± 0.26
C	S3S6	13.12 ± 0.78	26.80 ± 3.35	2.25 ± 0.08
	S6	18.87 ± 2.81	22.81 ± 1.38	2.10 ± 0.06
D	<sup>y</sup> S1-7	13.45 ± 0.34	22.93 ± 5.93	3.08 ± 0.51
	S6-7	7.82 ± 1.40	13.91 ± 1.03	2.77 ± 0.23
	S1-12	11.68 ± 1.42	22.65 ± 4.36	2.16 ± 0.32
	S6-12	16.30 ± 1.98	20.84 ± 1.28	2.34 ± 0.48
	S1-14	15.19 ± 1.46	20.94 ± 1.74	2.71 ± 0.57
	S6-14	13.07 ± 1.28	14.10 ± 0.16	2.75 ± 0.75

<sup>z</sup>다단 재배 5일 후 층위 이동 10일 후 수확, <sup>y</sup>다단 위치에서의 재배일



그림 3-1-27. 다단식시스템재배에서 재배 기간에 따른 로메인화이트의 생육  
(재배 기간 2016.6.10~2016.7.4)

[실험 7] 레드샐러드볼 적정수확시기 결정

표3-1-21. 재배개요

	과종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
A	2015-08-28	2015-09-09	2015-09-14	2015-09-23	12	14	26
B	2015-12-01	2015-12-05	2015-12-16	2015-12-24	4	19	23
C	2016-01-19	2016-01-28	2016-02-07	2016-02-16	9	19	28
D	2016-06-10	2016-06-20	-	2016-06-27	10	7	17
				2016-07-02	10	12	22
				2016-07-04	10	14	24

표3-1-22. 재배시기별 다단식시스템재배에서 레드샐러드볼의 생육

	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)
A	S1	10.5	9.9	3.5	5.5	17.8	0.8
	S3	14.2	13.6	4.1	5.5	15.3	1.3
	S6	10.1	9.6	4.1	5.9	21.0	1.3
	<sup>z</sup> S1S6	11.4	11.2	4.2	5.9	17.7	1.6
	S3S6	9.6	9.4	4.1	5.9	19.0	1.6
	S6S1	10.1	9.8	3.4	4.9	17.2	0.7
B	S6S3	7.5	6.5	2.0	2.5	8.7	0.14
	S6	7.6	7.0	2.3	3.3	10.5	0.2
C	S3S6	7.5	6.9	2.0	2.6	21.6	0.13
	S6	8.2	7.5	2.2	3.8	14.0	0.26
D	<sup>y</sup> S1-1	8.79	7.93	2.84	3	15.58	0.41
	S6-1	6.87	5.45	2.48	3.1	20.28	0.38
	S1-2	13.41	11.38	3.72	4.7	14.76	1.03
	S6-2	10.6	9.31	3.44	4.2	23.02	0.74
	S1-3	14.1	13.3	3.78	4.4	17.18	1.08
	S6-3	12.18	11.05	3.99	4.5	19.64	1.43
ave.		10.2	9.4	3.3	4.4	17.1	0.8

<sup>z</sup>다단 재배 5일 후 층위 이동 10일 후 수확, <sup>y</sup>다단 위치에서의 재배일

표3-1-23. 재배시기별 다단식시스템 재배에 따른 레드샐러드볼의 엽록소함량

처리	Chlorophyll a (g/g · FW)	Chlorophyll b (g/g · FW)	Total Chlorophyll (g/g · FW)
S1-7	10.53	3.43	13.96
S6-7	12.04	3.82	15.86
S1-12	13.19	4.84	18.02
S6-12	12.98	4.57	17.55
S1-14	14.22	5.87	20.08
S6-14	13.64	5.88	19.51

\*재배기간 2016.6.10~7.4

표 3-1-24. 재배시기별 다단식시스템 재배에 따른 레드샐러드볼의 기능성물질 함량

		Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
A	S1	24.53 ± 3.65	13.11 ± 1.20	3.15 ± 0.35
	S3	24.68 ± 5.04	16.63 ± 2.82	3.03 ± 0.35
	S6	26.99 ± 1.53	14.54 ± 0.78	3.04 ± 0.38
	<sup>z</sup> S1S6	27.98 ± 1.22	18.55 ± 1.82	2.84 ± 0.38
	S3S6	26.60 ± 3.67	16.91 ± 0.78	3.35 ± 0.40
	S6S1	22.53 ± 2.15	18.53 ± 1.14	3.21 ± 0.66
B	S6S3	20.26 ± 1.20	21.01 ± 0.78	2.60 ± 0.43
	S6	20.42 ± 1.02	22.62 ± 1.50	2.03 ± 0.17
C	S3S6	18.19 ± 0.48	20.91 ± 0.51	2.35 ± 0.45
	S6	30.32 ± 2.60	26.47 ± 3.14	2.64 ± 0.17
D	<sup>y</sup> S1-7	8.60 ± 2.66	16.50 ± 7.17	3.10 ± 0.76
	S6-7	11.40 ± 0.83	16.10 ± 2.30	3.10 ± 0.52
	S1-1 2	14.30 ± 2.19	15.20 ± 0.59	2.80 ± 0.32
	S6-1 2	19.70 ± 0.37	19.40 ± 4.28	2.90 ± 0.63
	S1-1 4	12.80 ± 2.17	13.90 ± 0.49	2.60 ± 0.17
	S6-1 4	24.50 ± 5.26	13.90 ± 1.97	3.50 ± 0.64

<sup>z</sup>다단 재배 5일 후 층위 이동 10일 후 수확, <sup>y</sup>다단 위치에서의 재배일

표3-1-25. 레드샐러드볼 잎의 색도(층위 조절 9일 후)

재배시기	층	Colorimeter · Hunter		
		L	a	b
A	S1	41.1	-7.7	32.6
	S3	31.2	5.5	19.4
	S6	27.7	8.4	17.0
	S1S6	23.9	9.7	14.3
	S3S6	26.1	6.2	17.5
	S6S1	39.9	-8.0	30.5

\*다단식시스템 5일 후 S1 L: 40.1±3.5, a: 12.8±5.5, b: 28.1±2.7, S3 L: 30.8±4.2, a: 8.7±3.1, b: 25.0±6.5, S6 L: 26.8±2.6, a: 4.1±3.8, b: 19.2±5.3



그림3-1-28. 다단식시스템 재배시기에 따른 레드샐러드볼의 생육  
(재배기간 2016.6.10.~7.4)



그림3-1-29. 다단식시스템에서의 레드샐러드볼의 생육  
(재배기간 2015.8.28.~2015.9.23.)

[실험 8] 다채, 적다채 적정재배시기 결정

표3-1-26. 재배개요

품종	파종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
다채	2016-06-10	2016-06-20	-	2016-06-27	10	7	17
				2016-07-02	10	12	22
				2016-07-04	10	14	24
적다채	2015-12-22	2015-12-26	2016-01-06	2016-01-14	4	19	23
				2016-06-10	2016-06-20	-	2016-06-27
	2016-06-10	2016-06-20	-	2016-07-02	10	12	22
				2016-07-04	10	14	24

표 3-1-27. 다단식시스템 재배기간에 따른 다채와 적다채의 생육

품종	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)
다채	S1-7	10.38	3.07	2.61	4.60	35.68	0.76
	S6-7	9.67	3.06	2.56	4.50	35.76	0.69
	S1-12	11.42	3.95	3.46	5.60	32.56	1.80
	S6-12	11.32	3.41	2.79	6.40	36.22	1.50
	S1-14	14.30	3.43	3.05	5.60	38.66	1.30
	S6-14	11.87	3.52	2.80	6.70	43.34	1.61
적다채	<sup>z</sup> S3S6	10.48	6.49	2.32	3.70	26.23	0.42
	S6	12.01	7.22	2.76	4.30	27.67	0.64
	<sup>y</sup> S1-7	10.77	3.84	2.97	3.50	35.06	0.69
	S6-7	9.63	3.26	2.44	3.50	37.10	0.55
	S1-12	14.05	4.42	3.49	4.70	36.70	1.81
	S6-12	12.54	4.55	3.80	4.90	38.14	1.34
	S1-14	14.36	4.22	3.39	4.50	39.98	1.35
	S6-14	13.66	4.42	3.29	4.60	40.83	1.35

<sup>z</sup>다단 재배 10일 후 층위 이동 9일 후 수확, <sup>y</sup>다단 위치에서의 재배일

표 3-1-28. 다단식시스템 재배기간에 따른 다채와 적다채의 기능성물질 함량

품종	층	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
다채	S1-7	28.9 ± 4.49	30.3 ± 3.76	3.5 ± 0.25
	S6-7	33.0 ± 1.05	31.7 ± 5.30	4.0 ± 0.46
	S1-12	22.6 ± 0.95	34.0 ± 5.92	3.3 ± 0.48
	S6-12	35.6 ± 3.59	35.6 ± 6.30	3.8 ± 0.38
	S1-14	26.9 ± 2.87	33.2 ± 5.81	3.8 ± 0.22
	S6-14	36.0 ± 2.05	43.6 ± 7.75	4.0 ± 0.18
적다채	<sup>z</sup> S3S6	8.71 ± 3.00	10.5 ± 3.74	4.2 ± 0.43
	S6	29.1 ± 1.51	34.3 ± 1.21	4.1 ± 0.07
	<sup>y</sup> S1-7	29.2 ± 4.59	31.9 ± 5.22	3.4 ± 0.42
	S6-7	17.9 ± 3.69	17.5 ± 2.62	3.9 ± 0.40
	S1-12	21.4 ± 2.87	17.6 ± 3.77	3.7 ± 0.55
	S6-12	31.2 ± 3.49	24.1 ± 0.66	3.6 ± 0.49
	S1-14	31.7 ± 0.12	34.9 ± 5.93	4.3 ± 0.34
	S6-14	38.3 ± 1.88	45.1 ± 0.59	3.8 ± 0.28

<sup>z</sup>다단 재배 10일 후 층위 이동 9일 후 수확, <sup>y</sup>다단 위치에서의 재배일

표 3-1-29. 다단식시스템 재배기간에 따른 다채와 적다채의 엽록소함량

품종	처리	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total Chlorophyll
		(mg · FW)	(mg · FW)	(mg · FW)
다채	S1-7	16.43	5.54	21.97
	S6-7	10.94	3.45	14.39
	S1-12	15.45	5.02	20.46
	S6-12	10.85	4.50	15.35
	S1-14	7.71	2.67	10.37
	S6-14	8.31	3.29	11.59
적다채	S1-7	14.36	5.29	19.65
	S6-7	14.36	5.07	19.42
	S1-12	13.12	4.38	17.50
	S6-12	11.08	3.77	14.84
	S1-14	8.99	3.76	12.75
	S6-14	10.21	4.22	14.43

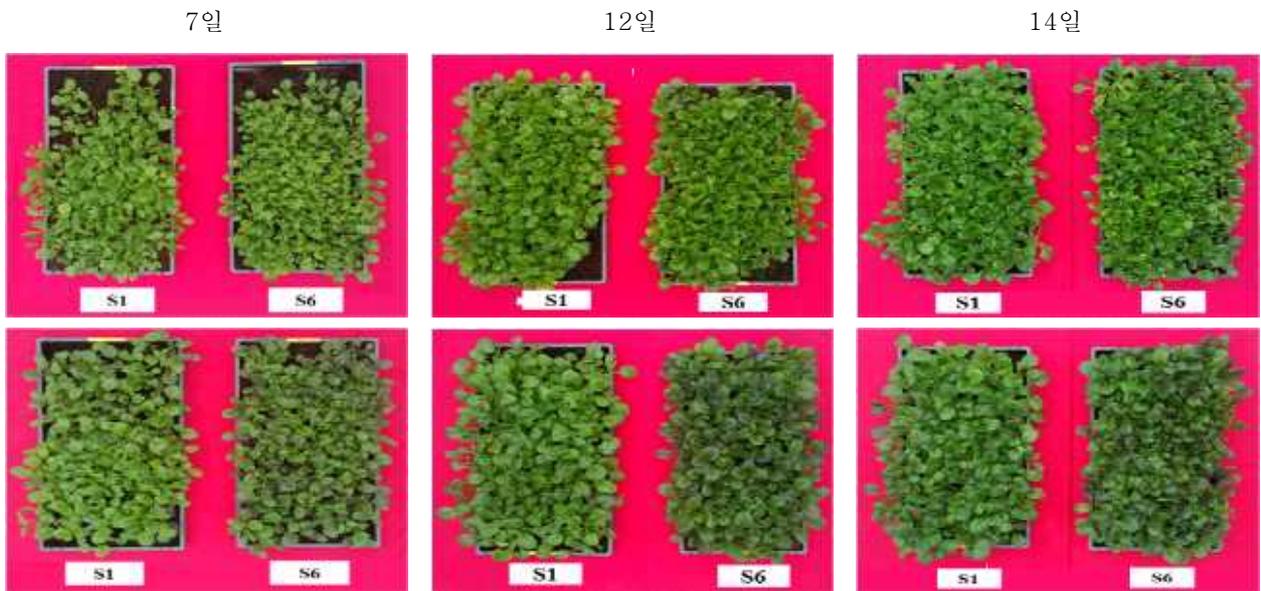


그림 3-1-30. 다단식시스템 재배기간에 따른 다채와 적다채의 생육

[실험 9] 가을철 재배일수에 따른 어린잎 채소 생육

표 3-1-30. 재배개요

층 <sup>z</sup>	품종	파종일	처리	수확일 (재배기간)
S1, S3, S6	왕고들빼기	16.9.23	16.10.3	16. 10. 8 ~ 10. 26(18일) 3일 간격으로 7일 수확
	로메인화이트			
	로켓루꼴라			

<sup>z</sup>그림 3-1-12 참조

본 실험은 왕고들빼기, 로메인화이트, 로켓루꼴라등 3품종을 이용하여 가을철 다단식시스템의 재배 일수에 따른 어린잎 생육을 알아보기로 하였다. 장소는 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 진행되었고, 벼육묘판에 상토를 1.5cm 충전하여 줄뿌림 파종(3×3cm,

100립/트레이)하였다. 과중 후 10일 되었을 때 다단시스템에 S1, S3, S6에 완전임의 배치법으로 3반복 하였다. 수확은 10월 8일을 시작으로 총 7번 하여 생육조사하였고, 다단 재배 처리 23일 후 기능성 물질함량 분석하였다. 기능성물질 함량은 플라보노이드, 안토시아닌, 폴리페놀 등을 분석하였으며, 플라보노이드는 Moreno 등(2004)의 방법을 응용하였으며, 안토시아닌, 폴리페놀은 Chang 등(2014)의 방법을 응용하여 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하였다.

재배 기간동안 S6의 하루 평균 최대 광량은  $542 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 가장 S1, S3 광량의 약 2.1배 높았다. 일평균온도는  $15.9 \sim 16.7^\circ\text{C}$ 로 S6과 S1, 3의 차이는  $0.8^\circ\text{C}$  정도였다.

처리 23일 때 층위별 왕고들빼기, 로메인화이트, 로켓루꼴라의 생육은 아래 표 3-1-1과 같다. 먼저 왕고들빼기는 S6일 때, 엽장 4.6cm, 엽수 3.7개, 생체중 0.4g으로 가장 좋았고, 건물중 및 건물율 10주생체중, SPAD에서도 값이 높았다. 로메인화이트에서는 S1과 S3일 때, 13.9cm, 13.7cm이며, 엽장은 12.1cm이었다. 엽수, 생체중, 건물중, 건물율, 10주 무게, SPAD값은 S6에서 좋았다. 로켓루꼴라는 S1에서 초장과 엽폭에서 높았으며, 엽수는 S6에서 5.1로 가장 컸으며, 생체중은 1g으로 가장 무거웠다.

재배일수별 어린잎 채소 생육을 품목별로 그림. 3-1-32~37으로 나타냈다. 왕고들빼기 엽장, 엽폭, 생체중을 보았을 때, S3, S6에서 재배 14~17일 기간 중 생육속도가 빨라졌다. 로메인화이트에서도 재배 8~20일 사이에 점차 증가하면서, 23일로 가면서 생육이 정체하였다. 로켓루꼴라는 8~14일동안 생육이 증가하다 17일에 잠시 주춤한 후 다시 성장하였다.

재배 23일 후 기능성 물질 분석 결과 왕고들빼기는 S3일 때, 안토시아닌  $32.3\text{mg}/100\text{g} \cdot \text{FW}$ , 폴리페놀  $32.1\text{mg}/100\text{g} \cdot \text{FW}$ 로 S1, S6 보다 높았다. 로켓루꼴라는 S3에서 안토시아닌에서  $48.8\text{mg}/100\text{g} \cdot \text{FW}$ 로 높았다. 플라보노이드는 1.9~2.2, 폴리페놀은 28.5~30.5mg/100g · FW 으로 층위간 유의성은 없었다.

이를 종합하여 시중 어린잎 채소 판매기준을 보았을 때, 왕고들빼기는 S3~S6에서 20~23일 사이에 수확하는 것이 좋으며, 로메인화이트는 S1~S3에서 8~17일, S6은 18일에 수확하는 것이 좋을 것 같다. 로켓루꼴라는 17일에 수확하는 것이 모든 층에 재배 가능하나, S6층서 재배하는 것이 상품의 중량을 늘리기 적합할 것으로 보인다.

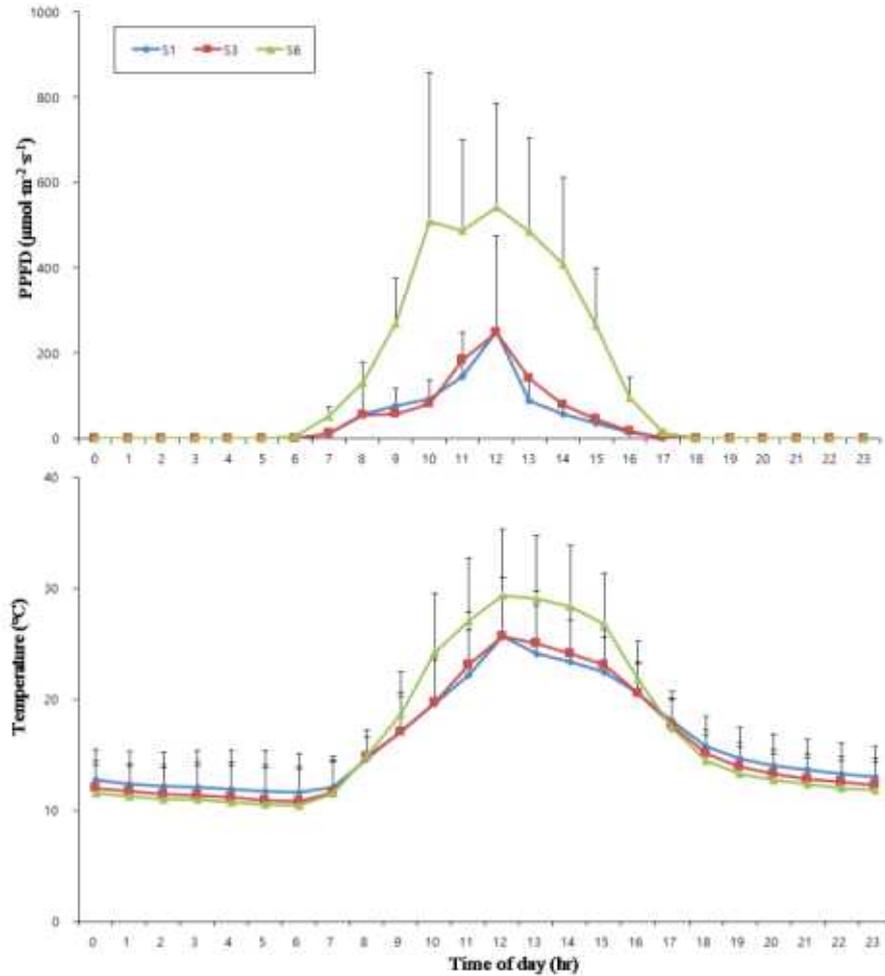


그림 3-1-31. 다단식시스템에서의 S1, S6에서 시간별 평균 광량과 온도 변화 (16. 10. 08 ~ 16. 10. 26)

표 3-1-31. 처리 23일째 층위별 3품종 생육

품종	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)	건물중 (g)	건물율 (%)	10주무게 (g)	SPAD (value)
왕고들빼기	S1	8.7c	2.8b	1.5b	2.6c	0.2c	0.01c	8.2b	2.0c	25.2b
	S3	12.1a	4.1a	2.0a	3.0b	0.3b	0.02b	8.2b	2.7b	23.7b
	S6	9.6b	4.6a	2.0a	3.7a	0.4a	0.04a	10.5a	4.6a	32.5a
로메인화이트	S1	13.9a	12.1a	2.4a	3.8ab	0.6b	0.03b	6.1b	5.6c	21.4b
	S3	13.7a	12.1a	2.5a	3.8b	0.6ab	0.03b	5.6b	6.5b	23.1b
	S6	9.0b	8.0b	2.5a	4.2a	0.7a	0.07a	9.6a	7.4a	28.9a
로켓루꼴라	S1	13.3a	4.8a	2.1a	3.8b	0.6b	0.04b	6.9c	6.4b	24.2b
	S3	11.7b	3.8b	1.8b	3.8b	0.3c	0.03c	7.7b	3.6c	25.1b
	S6	12.3ab	5.2a	2.3a	5.1a	1.0a	0.11a	11.3a	9.5a	34.7a

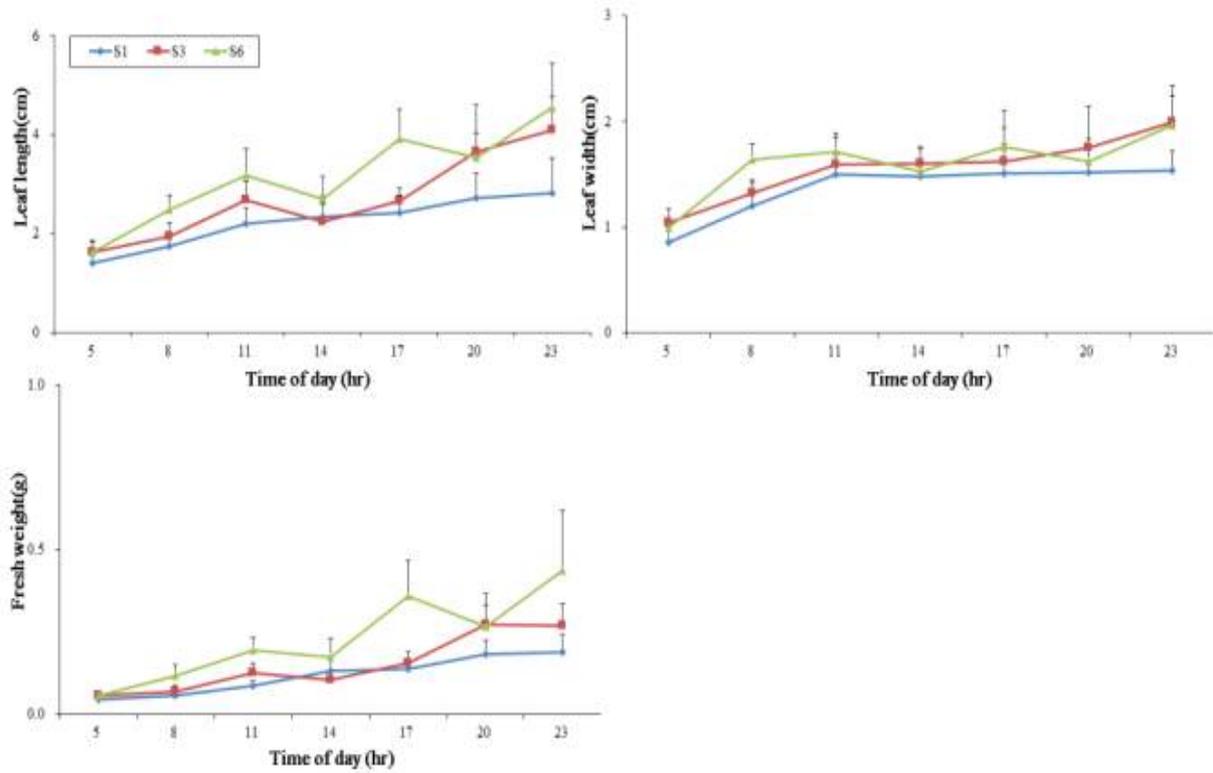


그림3-1-32. 가을철 다단식시스템의 재배일수별 왕고들빼기의 생육



그림3-1-33. 가을철 다단식시스템의 재배일수별 왕고들빼기의 생육

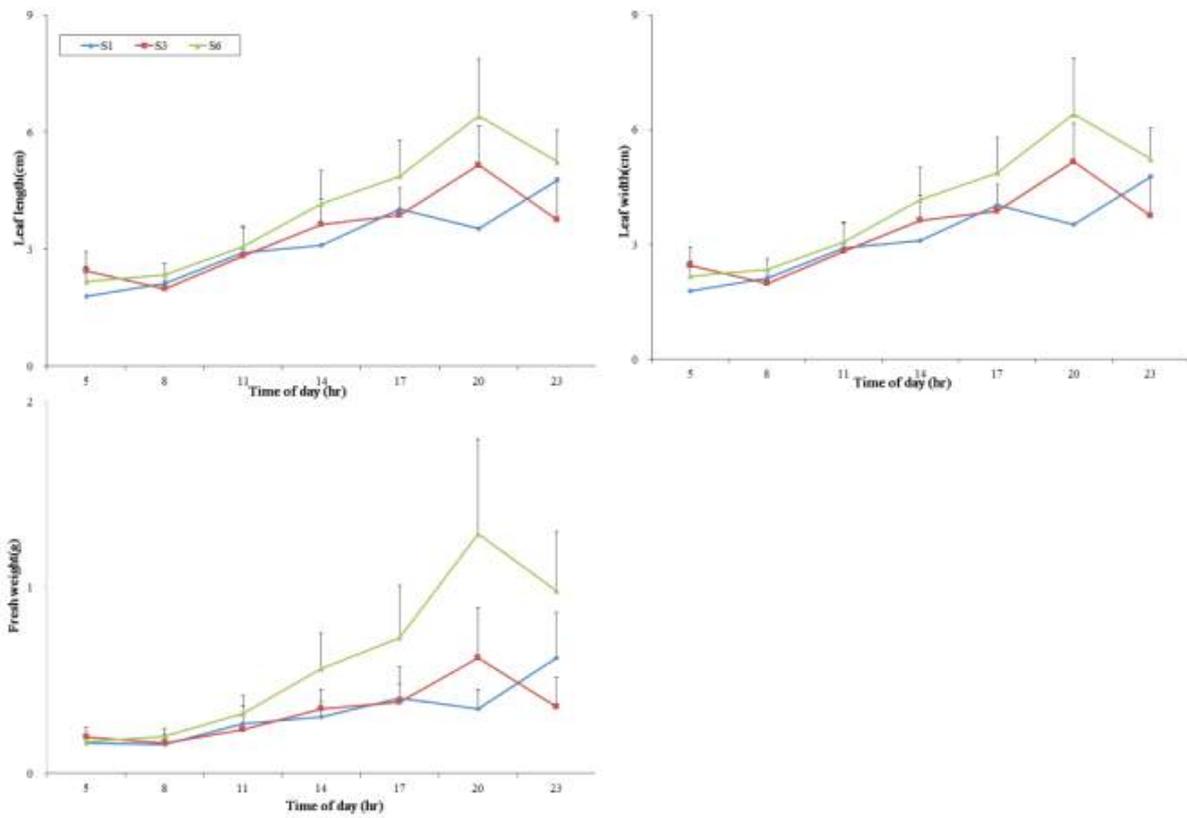


그림3-1-34. 가을철 다단식시스템의 재배일수별 로메인화이트의 생육



그림3-1-35. 가을철 다단식시스템의 재배일수별 로메인화이트의 생육

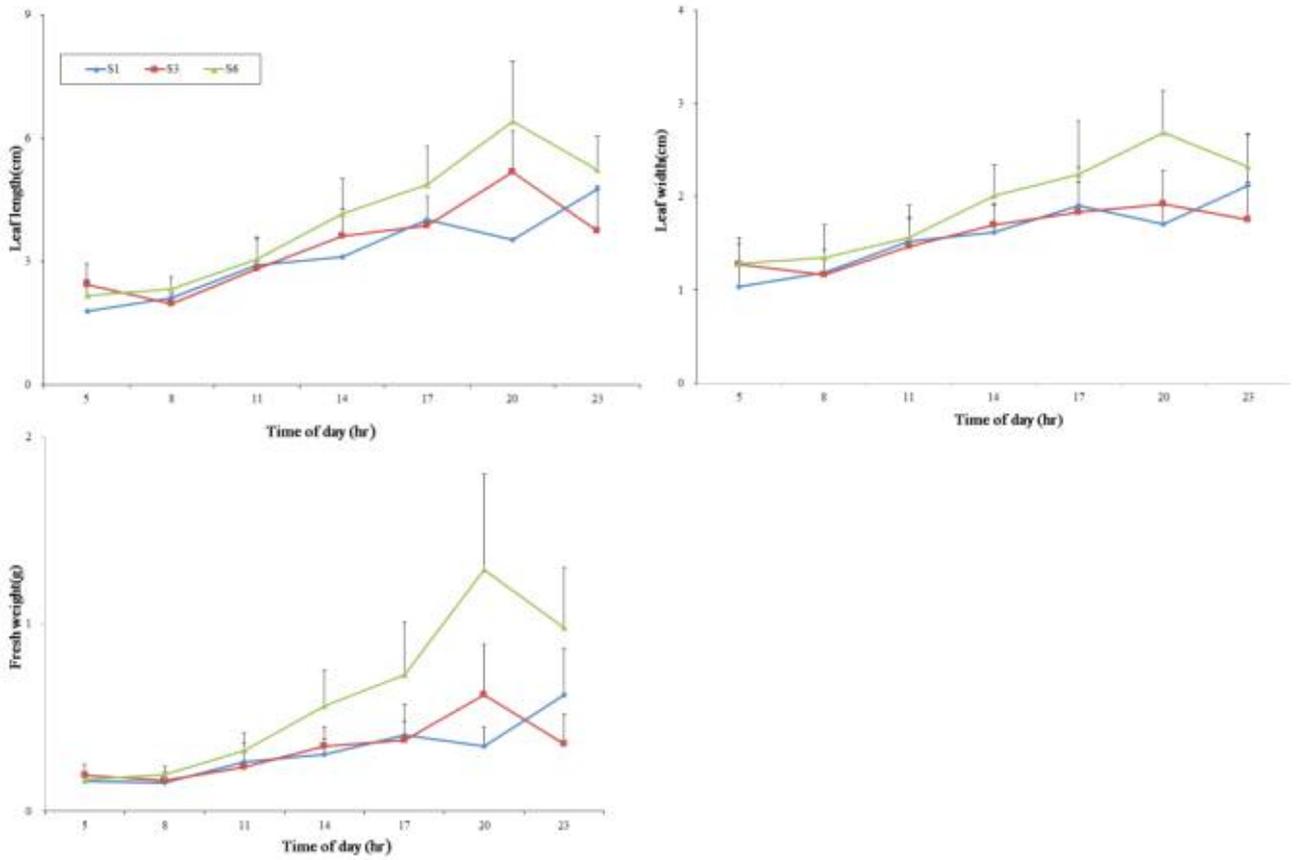


그림3-1-36. 가을철 다단식시스템의 재배일수별 로켓루꼴라의 생육



그림3-1-37. 가을철 다단식시스템의 재배일수별 로켓루꼴라의 생육

표3-1-32. 가을철 다단식시스템의 처리 23일 후 기능성물질 함량

품종	층위	플라보노이드 (O.D vlaue)	안토시아닌 (mg/100g · FW)	폴리페놀 (mg/100g · FW)
왕고들빼기	S1	1.1a	23.7b	21.7b
	S3	1.1a	32.3a	32.1a
	S6	1.5a	20.2b	30.2ab
로켓루꼴라	S1	1.9a	44.3a	28.5a
	S3	2.2a	48.8a	30.5a
	S6	2.2a	25.8b	30.5a
로메인화이트	S1	0.8b	26.0a	16.6b
	S3	0.8b	28.9a	23.5a
	S6	2.3a	26.3a	24.8a

표3-1-33. 가을철 다단식시스템의 처리 23일 후 엽록소함량 분석

품종	층위	Chlorophyll a (mg · FW)	Chlorophyll b (mg · FW)	Total Chlorophyll (mg · FW)
왕고들빼기	S1	1.2a	0.4a	1.6a
	S3	1.1a	0.4a	1.5a
	S6	0.9b	0.3b	1.2b
로켓루꼴라	S1	0.9a	0.3a	1.2a
	S3	0.9a	0.3a	1.2a
	S6	0.7b	0.2b	0.9b
로메인화이트	S1	0.8a	0.3a	1.1a
	S3	0.8a	0.3a	1.0a
	S6	0.8a	0.2b	1.0a

## (2) 다단식시스템에서 층위조절과 양액공급에 따른 어린잎 채소 생육

### [실험 1] 다단식시스템 층위조절에 따른 레드셀러드볼의 생육

다단식시스템을 이용한 어린잎 채소 재배 과정 중 다단 이동에 따른 광 조사가 어린잎 채소 생육에 미치는 영향을 알아보기로 다단식시스템 재배 7일째 층위 이동을 하였다. 상추레드셀러드볼을 2015년 6월 15일 파종하여 15일 육묘한 후 다단 S1, S3, S6 위치에 7일 재배한 후 S1과 S3은 S6으로, S6은 S1로 이동하여 13일 재배한 어린잎 채소 레드셀러드볼 상추 생육은 저층 S1, S3에서 S6으로 이동하는 경우 생육이 왕성해지면서 수량이 증가하였다. 이러한 경향은 1단에서 6단 3단에서 6단으로 이동하는 경우 모두에서 나타났다. 처리 기간 7월 중 다단 위치의 광량은 이러한 경향은 다단 재배 시에 하층에 존재 하였던 재배상을 상위로 이동함에 따라 수량차이를 극복하고 균일한 수량을 도모할 수 있을 것으로 판단되었다. 특히 6단에서 1단으로 이동한 경우에도 6단에서 지속 재배한 경우 보다 수량이 낮으나 하단에서 위치를 이동한 처리구에 비하여 큰 차이를 나타내지 않아 다단 내에서 위치 변화가 균일한 생산량을 만드는 데 큰 도움이 될 것으로 판단되었다.

따라서 후속 연구에서는 이러한 위치 변화를 적절히 활용하여 균일한 수량을 확보하는 연구로 진행할 예정이다.

표 3-1-34. 다단식시스템을 이용한 재배 중 층위 조절에 따른 어린잎 채소 상추 레드셀러드 볼 생육

처리	처리 5일		처리 20일 후				
	△초장 (cm)	△엽수 (ea)	△초장 (cm)	△엽수 (ea)	엽록소함량 (SPAD값)	지상부생체중 (g/주)	수량 (g/트레이)
S1-S1	3.9	3.8	6.9	4.7	11.1	0.4	44.3
S1-S6	4.0	3.6	7.8	6.0	18.7	1.1	126.8
S3-S3	5.4	4.1	7.4	4.8	12.6	0.6	73.4
S3-S6	5.3	4.1	10.2	6.2	18.2	1.4	132.4
S6-S6	4.6	4.0	9.8	6.7	17.9	0.5	149.3
S6-S1	4.7	4.0	11.0	5.7	16.7	1.3	135.8

\*S1, S3, S6은 다단 시스템 위치 그림 4 참조, △초장: (처리 후 초장 -처리 전 초장), △엽수: (처리 후 초장 -처리 전 초장), 수량: 비육묘판의 지상부 생체중.



그림 3-1-38. 다단식시스템에서 20일 재배된 상추레드셀로드볼



그림 3-1-39. 다단식시스템에서 층위 이동에 따른 상추레드셀로드볼 생육(S1, S3, S6 층위에서 7일 후 층 이동)

#### [실험 2] 다단식시스템과 이용한 양액 공급 유무에 따른 적다채 생육

S1, S3, S6 다단식시스템과 양액공급(EC 1.5dS/m)유무에 다단 처리 14일간 적다채를 재배하였다. 다단재배 기간 중 EC공급을 7회(2일 간격)으로 하였으며, 대조구는 수돗물로 공급하였다. 한편 다단식시스템 처리 5일 후 S1→S6, S3→S6, S6→S1로 층별 이동을 하고, 양액

공급 여부에 따른 생육 조사를 하였다. 파종은 6월24일, 다단 처리는 9일 뒤인 7월3일, 수확은 14일 뒤인 7월17일이다. 조사방법은 처리 당일부터 5일 간격으로 초장, 엽장, 엽폭, 엽수를 조사하였고, 수확 시 추가로 엽록소 함량, 생체중, 수량(g/170립)을 조사하였다.

벼육묘용 다단 재배에 적용한 적다채의 생육 실험에서 위치에 따른 초장, 엽수, 주당 생체중, 그리고 총수량의 변화는 고단으로 올라갈수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 양액 공급에 의한 증수의 효과가 나타났다(표 3-1-35). 재배 위치의 변화를 1단에서 6단으로, 3단에서 6단으로 변화시에는 총 수확량이 증대되는데 한 곳에 위치하였던 것에 비하여 증수되는 결과를 나타내었고, 6단에서 1단으로 이동하는 경우에는 총 수확량이 감소하는 결과를 나타내었다(표 3-1-36). 그러나 표 3-1-35에서 3단이나 1단 유지 보다는 증량되는 결과가 나타났기 때문에 전체 수확량의 균일성에는 재배단의 변환이 중요하게 작용할 것으로 판단되었다.

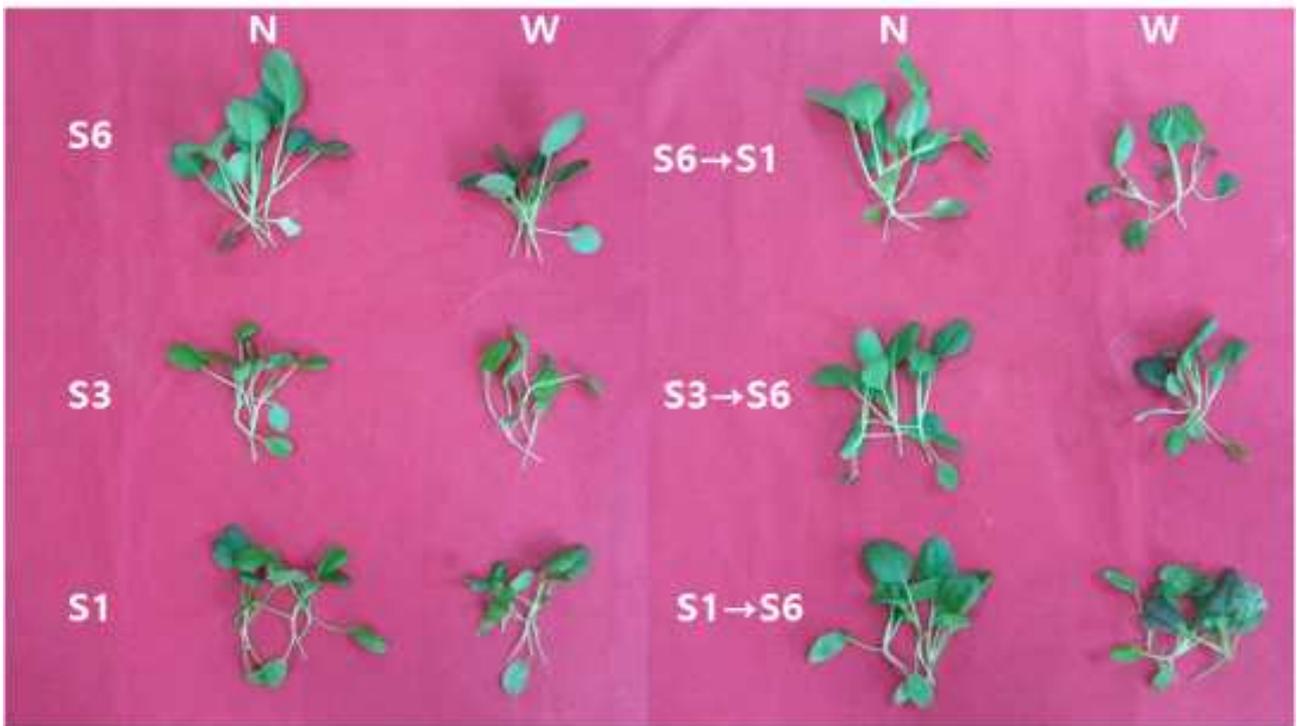


그림 3-1-40. 다단식시스템 층위 조절과 양액 공급에 따른 처리 14일째 적다채 생육

표 3-1-35. 다단식시스템 위치별 양액 공급에 따른 적다채 처리 14일째 생육

처리		△초장 (cm)	△엽수 (ea)	엽록소함량 (SPAD값)	생체중(g/주)	수량(g/트레이)
위치	양액					
S1	N	7.0	2.8	36.5	1.1	136.2
	W	5.5	2.6	32.4	0.9	131.6
S3	N	6.0	2.9	32.2	1.1	174.2
	W	5.3	2.1	32.0	0.8	169.3
S6	N	10.4	3.3	39.9	2.4	334.2
	W	7.9	3.2	38.2	2.1	291.0

\* N- 양액, W- 물, S1, S3, S6은 다단 시스템 위치(그림 4 참조)와 N(양액, 2일 간격 7회), W(지하수), △초장: (처리 후 초장 - 처리 전 초장), △엽수: (처리 후 초장 - 처리 전 초장), 수량: 벼육묘판의 지상부 생체중

표 3-1-36. 다단식시스템을 이용한 재배 중 층위 조절과 양액 공급에 따른 처리 14일째 적다채의 생육

처리		△초장 (cm)	△엽수 (ea)	엽록소함량 (SPAD값)	생체중(g/주)	수량(g/트레이)
위치	양액					
S1S6	N	5.1	2.5	38.9	2.5	317.6
	W	3.2	2.1	37.8	1.6	231.3
S3S6	N	4.3	1.9	37.5	1.9	341.4
	W	2	1.1	36.7	1.2	239.2
S6S1	N	6.6	2.3	38.0	1.8	192.3
	W	4.3	2.2	32.8	1.2	177.2

\*S1, S3, S6은 다단 시스템 위치로 처리 7일 후 층 이동(그림 4 참조) 및 N(양액 2일 간격 공급). W(지하수 공급), △초장: (처리 후 초장 - 처리 전 초장), △엽수: (처리 후 초장 - 처리 전 초장), 수량: 벼육묘판의 지상부 생체중

**[실험 3] 다층시스템과 양액공급에 따른 EC 농도별 레드샐러드볼 생육**

선반높이별 S2, S5로 나누어 차광처리를 하여 층별로 각각 일반 물과 EC1.0, EC1.5를 주어 생육을 비교하였다. 횃수는 선반 처리 후부터 2일 간격으로 수확일을 제외하고 총 5회였다. 파종은 6월24일에 하였고, 차광 처리는 9일 뒤인 7월3일, 마지막 조사일은 처리 후 14일 뒤인 7월17일일이다. 조사방법은 처리 당일부터 5일 간격으로 초장, 엽장, 엽폭, 엽수를 조사하였고, 마지막 조사일에는 추가로 SPAD, 생체중, 수량(g/170립)을 조사하였다. 품종은 상추 레드샐러드볼이다.

EC 농도에 따른 생육의 차이는 전반적으로 크게 나타나지 않았는데 이것은 생육 기간이 짧

게 설정되어 있는 어린잎 채소의 특징이라고 할 수 있는데 이러한 특징은 하단인 2단에서 생육한 경우 더욱 특징적으로 나타났다. 그러나 5단에서는 EC 1.5를 공급하였을 경우 다소 생육이 증가되는 경향을 나타내었다.

개별 초장, 엽장, 엽폭 및 엽수 에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 주당 생체중에서 5단의 경우 증가가 관찰 되었고, 170을 파종한 한 개 판에서 총 중량이 증가하는 경향을 나타내어 양액의 공급이 총 생산량에 영향을 주는 것으로 판단되었다. 그러나 이에 따른 경제성에 관하여는 좀 더 자세한 후속 연구가 필요하다고 판단되었다. 그 이유는 한단 2단의 경우 10% 정도의 증수가 되었으나 5단의 경우 50% 수준의 증수가 이루어져 있기 때문에 좀더 자세한 후속 연구를 통해 자료의 중첩을 통해 보다 확실한 결과를 도출할 필요성이 있다고 판단되었다.

표 3-1-37. 다단식시스템 양액 농도에 따른 처리 2주 후 생육

처리 위치	급액 (dS/m)	△초장 (cm)	△엽수 (ea)	엽록소함량 (SPAD값)	생체중(g/주)	수량(g/트레이)
S2	W	3.4	3.0	17.9	0.9	130.7
	1.0	3.4	3.0	13.0	0.9	134.5
	1.5	3.5	3.2	15.1	0.8	158.5
S5	W	3.5	3.1	15.6	0.9	121.2
	1.0	3.3	3.1	16.4	1.2	132.0
	1.5	3.3	3.0	19.6	1.2	200.8

\*S2, S5은 다단 시스템 위치(그림 4 참조)와 N(양액, 2일 간격 7회), W(지하수), △초장: (처리 후 초장 - 처리 전 초장), △엽수: (처리 후 초장 - 처리 전 초장), 수량: 벼육묘판의 지상부 생체중



그림 3-1-41. 다단식시스템 양액 농도에 따른 처리 14일째 상추레드셀로드볼 생육

**[실험 4] 양액 급액 횟수에 따른 어린잎 채소 생육**

배추과 2종(청경채, 비타민 다채) 과 적치마 상추를 2015년 6월 15일에 파종하여 7월 4일까지 재배하면서 수행하였다. 정식 후 본엽이 2개 전개 되었을 때(파종 후 5일) 급액을 실시하였다. 배양액은 야마자키 토마토 전용 배양액(pH 6.5, EC 1.5dS · mL)이었으며, EC는 3일 단위로 3번과 6번 주는 처리구로 처리하였다. 공급량은 일사량을 기준으로 맑은 날은 배액량이 공급량의 10~20%, 흐린 날은 배액량이 공급량의 5~10% 수준이 되도록 관리하였다.

양액 공급 횟수 결과 대부분의 생육결과는 유의적으로 증가하는 것으로 조사되었다. 특히 초장과 엽장, 엽폭이 가장 컸으며 엽병과 경경은 유의적 상관관계를 보였다. 양액 급액 횟수가 늘어날수록 tray의 수량도 늘어나는 것으로 보였다.

표 3-1-38. 양액 급액 횟수에 따른 적치마 상추, 청경채, 비타민 다채 생육(파종 후 20일)

작물명	횟수	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)	수량 (g/tray)
적치마	3	16.5c	16.0b	5.6a	0.4c	1.6b	1.6c	0.06c	455
상추	6	17.5b	17.5a	6.4a	0.4c	1.8a	2.5b	0.1bc	550
청경채	3	15.0d	8.7e	3.0b	4.4a	1.3c	1.3c	0.07bc	500
	6	19.0a	13.6c	5.1ab	3.7b	1.6b	3.5a	0.16a	610
비타민 다채	3	16.0c	9.5d	5.3ab	4.3a	1.3c	1.4c	0.11b	461
	6	19.4a	13.9c	5.3ab	3.7b	1.8a	3.7a	0.17a	515



그림 3-1-42. 파종 20일 후 어린잎 채소 생육

**[실험 5] 급액농도에 따른 어린잎 채소 생육**

배추과 청경채 와 적치마 상추를 2015년 6월 15일에 파종하여 7월 4일까지 재배하면서 수행하였다. 정식 후 본엽이 2개 전개 되었을 때(파종 후 5일)급액을 실시하였다. 배양액은 야마자키 토마토 전용 배양액을 사용하였으며, EC는 1.0, 1.5, 2.0 3수준으로 배치하여 실험을 실시하였다.

급액 농도에 따른 엽채류의 생육을 비교하였다. 먼저 파종 후 15일 급액 농도의 수준이 높아질수록 청경채와 적치마 상추 모두 다른 처리구에 비해 세력이 우세함을 알 수 있었다. 생육 초기에는 급액 농도가 고농도일수록 생육이 우세함을 알 수 있었다. 하지만 급액 농도 일수가 늘어나면서 고농도일수록 초세가 억제되며 생육상황이 불량해 짐을 알 수 있었다. 이는 EC 2.0으로 처리하면 뿌리가 흡수를 못 하

여 생육장애를 입은 것이라 생각되어진다. EC 2.0의 생육이 저조함에 따라 1tray의 수량 역시 EC 2.0의 처리구가 다른 처리구에 비해 저조함을 알 수 있었다.

표 3-1-39. 급액 농도에 따른 청경채와 적치마 상추의 생육(파종 15일)

	급액농도 (dS · m <sup>-1</sup> )	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)	수량 (g/tray)
청경채	1.0	9.6c	5.8c	2.5c	3.7a	1.4a	0.5c	0.03c	176
	1.5	10.8b	6.9b	2.8b	3.6a	1.4a	0.8b	0.05b	194
	2.0	14.1a	9.4a	3.7a	3.8a	1.5a	1.4a	0.07a	211
적치마 상추	1.0	5.7c	5.3c	2.7a	0.3b	1.1b	0.3b	0.04b	154
	1.5	6.5b	6.0b	3.0a	0.5a	1.2a	0.4a	0.02b	179
	2.0	7.4a	6.8a	4.9a	0.5a	1.3a	0.4a	0.02a	197

표 3-1-40. 급액 농도에 따른 청경채와 적치마 상추 생육(파종 25일)

	급액농도 (dS · m <sup>-1</sup> )	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)	수량 (g/tray)
청경채	1.0	16.0c	9.5c	5.3a	4.3a	1.3c	1.4c	0.11a	355
	1.5	19.4a	13.9b	5.3a	3.7b	1.8a	3.7a	0.17a	410
	2.0	18.0b	12.4a	4.3a	3.7b	1.6b	2.6b	0.13a	400
적치마 상추	1.0	10.9b	10.3c	3.4a	0.4a	1.3a	0.7c	0.04a	315
	1.5	12.5a	12.0a	4.1a	0.4a	1.3a	1.2b	0.05a	515
	2.0	11.5b	11.0b	4.1a	0.4a	1.3a	0.9a	0.03a	430



그림 3-1-43. 파종 20일 후 어린잎 채소 생육

[실험 6] 인공광원 재배시 양액의 농도별 어린잎 채소 다채, 적다채의 생육

표3-1-41. 재배개요

처리	파종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
L3 EC 1.5	2016-04-04	2016-04-18	-	2016-04-27	15	10	25
L6 EC 3.0				2016-05-16		+10	35
EC 4.5							

\*L3:100 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>, L6 :150 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>

어린잎 채소 ‘다채’와 ‘적다채’ 품종을 공시하여 급액 농도에 따른 생육을 비교하기 위해 실험을 하였다. 실험은 강원대학교 아산관에서 인공광원 L6( $150 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )을 이용한 완전 제어형 챔버(온도  $25^\circ\text{C}$ , 습도 75%) 내에서 진행을 하였다. 파종은 2016년 4월 4일 줄뿌림으로 200립 파종하였고, 정식은 4월 18일에 실시하였다. 육묘는 15일 동안 진행하고 이후 4월 27일까지 10일 동안 재배하여 1차 수확을 실시하였다. 또한 10일 더 재배하여 5월 16일 2차 수확을 실시한 뒤 실험을 종료하였다. 급액농도는 각각 EC 1.5, 3.0, 4.5dS/m로 조절하여 관수하였다. 인공광원에서 재배를 시작한 후 10일째 1차 수확을 실시하였고, 열흘 후에 2차 수확을 실시하였다. 같은 기간을 재배하였을 때 다채보다 적다채의 생육이 빠른 것을 알 수 있었다. 또한 전반적인 생육은 3층에서 재배한 것보다 6층에서 재배하였을 때 비교적 높았으며 2차 수확시기에서 두개의 품종 모두 초장을 제외하고는 1차 수확시기보다 더 높은 생육결과를 보였다. 특히 적다채의 생체중 결과는 1차보다 2차 수확에서 평균 1.13g 정도가 더 높은 것으로 나타났다. 1차 수확시 두 품종 모두 급액농도가 높아질수록 생육이 증가된 결과를 보였으나 2차 수확시 급액농도에 따른 경향차이는 없었다. 다채는 S6층 3.0dS/m에서 생체중이 가장 높았고, 적다채는 엽장, 엽폭, 엽수의 결과에서 좋았다. 엽록소함량의 결과 또한 2차 수확시 1차에 비해 높았으며, 3층보다 6층에서 좋았다. 그러나 생육결과와는 반대로 적다채보다 다채에서 엽록소함량이 높았다. 이는 적다채에서 붉은색을 나타내는 다른 성분의 함량이 높아진 결과로 추측된다. 2차 수확시기에서는 적색이 제대로 발현되지 않았기에 적합하지 않은 시기로 보인다. 이러한 결과를 고려하였을 때, 다채 6층 재배시에는 EC 3.0dS/m으로 관리하여 파종 후 35일째 되는 수확시기가 적합할 것으로 보인다. 또한, 적다채 6층 재배시 EC 3.0, 4.5dS/m에서 관리하여 파종 후 25일째 되는 시기에 수확해야 할 것으로 판단된다.

표3-1-42. 인공광원에서 10일 재배한 다채, 적다채의 생육

	LED (ea)	양액 농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
다 채		EC 1.5	11.1	8.5	3.1	5.9	35.6	0.7	8.1
	L3	EC 3.0	12.8	10.0	3.6	6.1	34.0	1.1	8.5
		EC 4.5	11.0	8.9	3.6	5.6	36.9	0.9	9.6
		EC 1.5	11.2	9.3	3.6	5.4	40.4	1.0	8.1
	L6	EC 3.0	12.7	10.4	3.9	5.4	40.0	1.3	15.1
		EC 4.5	14.0	11.5	4.3	5.6	39.6	1.4	15.5
적 다 채		EC 1.5	13.5	9.8	3.9	4.9	31.7	0.8	8.9
	L3	EC 3.0	14.5	10.8	3.9	4.4	30.9	0.8	8.8
		EC 4.5	13.0	10.3	3.8	4.2	34.4	0.9	9.8
		EC 1.5	12.9	10.1	3.7	4.6	39.9	1.2	9.9
	L6	EC 3.0	14.3	11.0	4.3	4.9	37.3	1.2	10.3
		EC 4.5	13.3	10.5	4.4	4.5	36.1	0.9	8.7

\*L3:  $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , L6 :  $150 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

표3-1-43. 인공광원에서 10일 재배한 다채, 적다채의 엽록소 함량

품종	LED (ea)	EC 1.5			EC 3.0			EC 4.5		
		Chlorophyll II (mg/g · FW)			Chlorophyll II (mg/g · FW)			Chlorophyll II (mg/g · FW)		
		a	b	total	a	b	total	a	b	total
다채	L3	12.60	3.90	16.50	15.85	4.79	20.64	15.84	4.89	20.72
	L6	12.94	4.22	17.16	17.97	5.79	23.76	11.29	4.17	15.46
적다채	L3	10.65	2.99	13.64	9.99	3.47	13.46	10.57	3.32	13.89
	L6	9.83	2.58	12.41	11.19	3.43	14.61	10.84	3.28	14.12

\*L3:100  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , L6 :150  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

표3-1-44. 인공광원에서 20일 재배한 다채, 적다채의 생육

	LED (ea)	양액 농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
다 채	L3	EC 1.5	7.7	6.4	3.2	4.7	36.8	0.9	8.9
		EC 3.0	10.1	8.6	3.8	6.0	37.6	1.8	21.2
		EC 4.5	9.1	7.6	3.6	6.2	38.8	1.5	14.5
	L6	EC 1.5	10.6	8.9	4.2	6.3	44.6	2.0	14.6
		EC 3.0	13.3	11.1	3.9	9.4	43.2	4.8	36.5
		EC 4.5	12.3	10.6	4.5	7.3	41.3	3.4	36.1
적 다 채	L3	EC 1.5	10.1	8.3	4.2	4.4	36.5	1.5	13.4
		EC 3.0	12.0	10.0	4.2	4.4	26.9	1.6	16.3
		EC 4.5	10.5	8.6	4.0	6.3	36.5	1.7	15.1
	L6	EC 1.5	12.7	10.3	4.7	4.2	45.7	1.9	15.5
		EC 3.0	15.0	11.4	4.8	6.6	39.7	2.7	26.4
		EC 4.5	12.7	10.9	5.4	5.0	37.5	3.2	31.2

\*L3:100  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , L6 :150  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

표3-1-45. 인공광원에서 20일 재배한 다채, 적다채의 엽록소 함량

품종	LED (ea)	EC 1.5			EC 3.0			EC 4.5		
		Chlorophyll II (mg/g-FW)			Chlorophyll II (mg/g-FW)			Chlorophyll II (mg/g-FW)		
		a	b	total	a	b	total	a	b	total
다채	L3	9.13	3.93	13.06	16.73	6.64	23.36	16.98	7.16	24.13
	L6	15.57	6.36	21.92	14.69	6.88	21.57	17.66	7.33	24.99
적다채	L3	15.31	6.50	21.81	11.41	4.68	16.09	16.31	6.70	23.00
	L6	19.82	7.90	27.72	13.82	5.99	19.80	18.48	8.10	26.57

\*L3:100  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , L6 :150  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

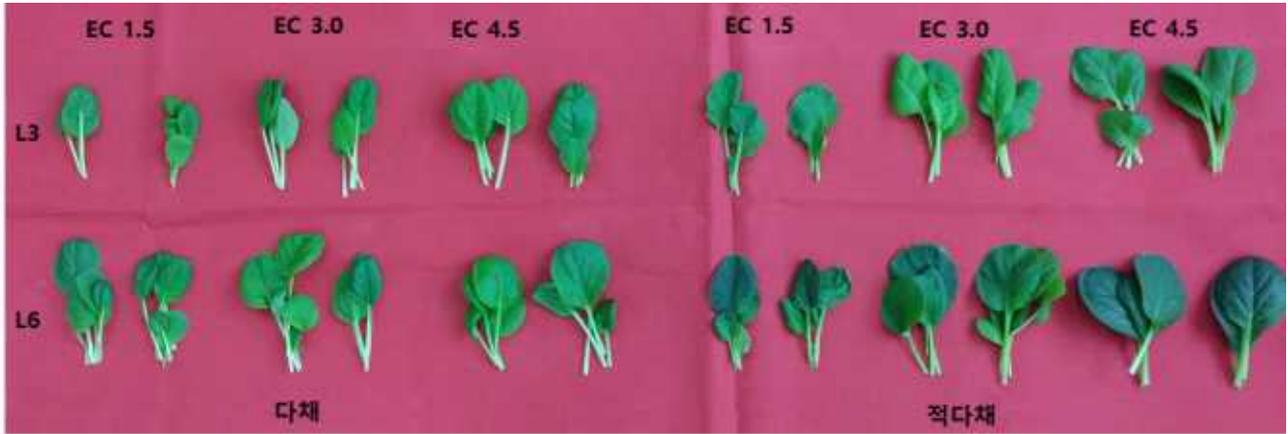


그림3-1-44. 인공광원에서 10일 재배한 어린잎 채소 생육



그림3-1-45. 인공광원에서 20일 재배한 어린잎 채소 생육

[실험 7] 다단시스템에서 양액의 농도별 어린잎 생육 특성

표3-1-46. 재배개요

품종	양액 농도	층	파종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
로메인 화이트, 레드셀러드볼	EC 1.5	S1 S6	2016-04-26	2016-05-10	-	2016-05-24	18	14	28
	EC 3.0								
	EC 4.5								
다채, 적다채	EC 1.5	S1 S6	2016-05-10	2016-05-24	-	2016-05-31	14	15	29
	EC 3.0								
	EC 4.5								

표 17-1-1. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 로메인화이트의 생육

층	양액 농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S1	EC 1.5	14.84	14.33	3.54	5.60	17.63	2.35	23.47
	EC 3.0	13.33	12.77	2.63	4.75	15.24	1.34	14.58
	EC 4.5	10.95	10.41	2.53	5.20	18.37	0.96	13.26
S6	EC 1.5	12.97	12.44	3.46	5.75	22.72	2.82	24.57
	EC 3.0	14.80	14.28	3.76	6.50	20.65	3.25	29.55
	EC 4.5	10.98	10.56	3.02	6.40	20.99	2.06	19.39

표 3-1-47. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 로메인화이트의 엽록소 함량

층	양액 농도	Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S1	EC 1.5	5.18 b	2.66 b	7.84 b
	EC 3.0	4.54 bc	2.46 bc	7.00 bc
	EC 4.5	6.14 a	3.15 a	9.28 a
S6	EC 1.5	4.50 bc	2.47 bc	6.97 bc
	EC 3.0	3.59 d	2.17 c	5.75 c
	EC 4.5	4.21 cd	2.36 bc	6.57 bc

표 3-1-48. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 로메인화이트의 기능성물질 함량

층	양액 농도	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S1	EC 1.5	9.04	8.92	8.43
	EC 3.0	10.47	12.41	8.34
	EC 4.5	9.21	10.52	7.60
S6	EC 1.5	12.21	12.02	7.54
	EC 3.0	15.36	16.95	15.34
	EC 4.5	13.04	12.68	13.07



그림3-1-46. 다단식시스템에서 양액 농도별 로메인화이트의 생육

표 3-1-49. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 레드셀러드볼의 생육

층	양액 농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S1	EC 1.5	14.17	12.84	4.72	5.30	11.03	6.39	27.07
	EC 3.0	12.88	12.07	4.63	5.45	10.15	4.51	26.83
	EC 4.5	10.25	9.97	3.31	5.10	22.03	0.71	12.02
S6	EC 1.5	11.85	11.07	4.79	5.85	15.33	11.84	31.35
	EC 3.0	8.73	8.29	3.97	6.40	14.97	6.56	36.51
	EC 4.5	6.58	6.29	2.56	4.80	23.89	0.57	10.12

표 3-1-50. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 레드셀러드볼의 엽록소 함량

층	양액 농도	Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S1	EC 1.5	5.55 a	2.94 a	8.49 a
	EC 3.0	5.21 a	2.89 a	8.10 a
	EC 4.5	6.02 a	3.25 a	9.26 a
S6	EC 1.5	5.49 a	3.11 a	8.59 a
	EC 3.0	5.34 a	3.04 a	8.38 a
	EC 4.5	4.96 a	3.05 a	8.00 a

표 3-1-51. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 레드셀러드볼 기능성물질 함량

층	양액 농도	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S1	EC 1.5	3.94	7.04	2.50
	EC 3.0	3.67	7.92	2.83
	EC 4.5	8.01	10.42	4.87
S6	EC 1.5	3.72	7.98	2.28
	EC 3.0	3.98	9.50	3.06
	EC 4.5	-	-	-



그림 3-1-47. 다단식시스템 재배에 따른 양액의 농도별 레드셀러드볼의 생육

표 3-1-52 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 다채의 생육

층	양액농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S1	EC 1.5	9.08	7.57	2.73	5.90	34.09	1.48	12.24
	EC 3.0	8.03	6.83	2.55	5.20	33.23	0.96	7.13
	EC 4.5	8.61	7.22	2.88	5.90	37.76	1.13	8.65
S6	EC 1.5	10.34	9.02	3.70	7.35	42.90	3.38	27.59
	EC 3.0	9.29	8.22	3.32	6.80	47.19	2.32	17.64
	EC 4.5	8.51	6.99	3.05	6.35	53.81	1.72	16.20

표 3-1-53. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 다채의 엽록소 함량

층	양액 농도	Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S1	EC 1.5	25.97 a	11.58 b	37.54 b
	EC 3.0	26.89 a	12.46 ab	39.34 ab
	EC 4.5	27.99 a	13.34 a	41.32 a
S6	EC 1.5	15.33 b	6.23 d	21.55 c
	EC 3.0	17.35 b	7.59 c	24.93 c
	EC 4.5	15.03 b	6.56 cd	21.59 c

표 3-1-54 다단식시스템 재배에 따른 양액의 농도별 다채의 기능성물질 함량

층	양액 농도	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S1	EC 1.5	21.26	26.36	16.57
	EC 3.0	21.36	24.04	13.74
	EC 4.5	22.53	19.75	12.87
S6	EC 1.5	21.09	25.13	12.94
	EC 3.0	21.53	13.07	14.10
	EC 4.5	21.04	18.44	12.14



그림 3-1-48. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 다채의 생육

표 3-1-55. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 적다채의 생육

층	양액 농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S1	EC 1.5	11.94	9.67	3.66	5.00	33.81	1.66	14.86
	EC 3.0	11.22	8.90	3.27	4.55	38.46	1.19	11.69
	EC 4.5	10.68	8.89	3.39	4.95	41.59	1.46	11.71
S6	EC 1.5	11.83	9.78	3.53	5.30	40.05	2.17	17.82
	EC 3.0	12.17	9.98	3.68	5.35	43.56	2.03	18.40
	EC 4.5	11.24	9.10	3.59	5.85	47.16	1.97	14.88

표 3-1-56. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 적다채의 엽록소 함량

층	양액 농도	Chlorophyll a (mg/g · FW)		Chlorophyll b (mg/g · FW)		Total Chlorophyll (mg/g · FW)	
S1	EC 1.5	24.45	b	10.75	b	35.20	b
	EC 3.0	27.77	a	12.72	a	40.48	a
	EC 4.5	24.09	b	10.82	b	34.90	b
S6	EC 1.5	12.92	d	5.71	d	18.62	d
	EC 3.0	22.47	b	9.86	b	32.32	b
	EC 4.5	16.87	c	7.35	c	24.21	c

표 3-1-57. 다단식시스템 재배에 따른 양액의 농도별 적다채의 기능성물질 함량

층	양액 농도	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S1	EC 1.5	23.91	20.40	9.70
	EC 3.0	30.84	32.38	13.94
	EC 4.5	29.68	26.99	12.54
S6	EC 1.5	28.06	30.68	8.34
	EC 3.0	24.48	23.71	5.94
	EC 4.5	16.99	21.62	13.54

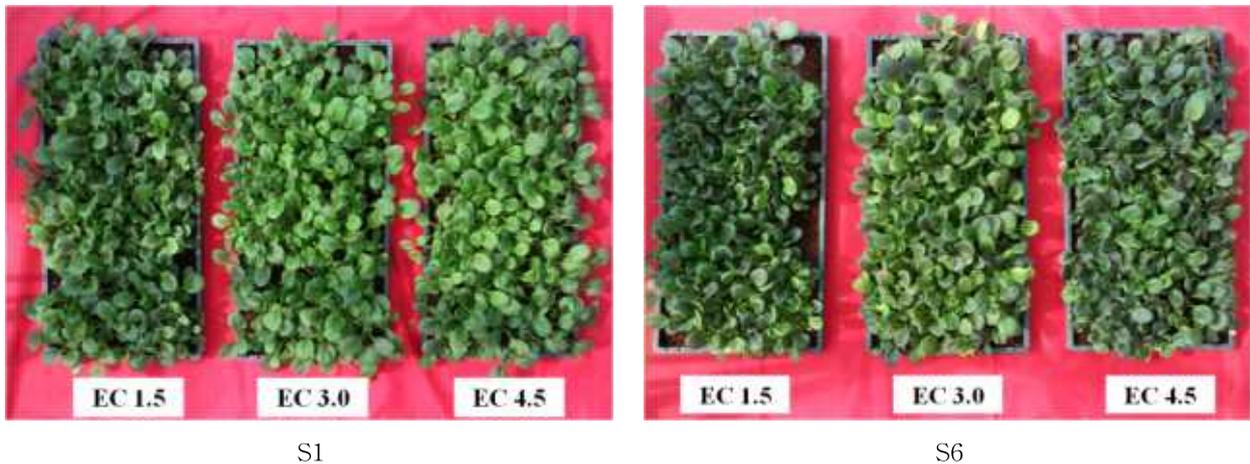


그림 3-1-49. 다단식시스템 재배에서 양액 농도별 적다채

### (3) 불량환경(고온기, 저온기)에서의 다단식시스템을 활용한 어린잎 채소 생육

#### [실험 1] 저온기 생육이 가능한 품종 선발 11종

2015년 1월 15일 파종하여 저온기에 어린잎 채소 생육 특성을 알아보고자 연구를 진행하였다. 품종은 적다채, 비타민다채, 청경채, 교나, 흥빛열무 등 배추과 5종, Shelby, Chevelle, Yabi, Beet, Swiss chard, Red swiss 등 명아주과 6종을 재배하였다.

생육 최성기는 배추과는 15~25일 명아주과는 25~35일 가장 생육이 좋았으며, 생육 최성기의 생체중 증가 요인으로는 배추과는 잎의 신장이 길어졌고, 명아주과는 엽수 증가로 생체중이 증가하였다. 하배측의 길이는 배추과에서는 4~5cm로 대체적으로 길었으며, 명아주과는 품종의 차이가 있었다. 저온기에 어린잎 채소 수확을 하기위해 품종 선발 방향을 정할 때, 배추과는 생수량 및 품질이 우수한 품종으로 정하는 것이 좋으며, 명아주과는 저광이면서 DIF에서 도장 엷제 품종을 선발하는 것이 적합할 것으로 보인다.

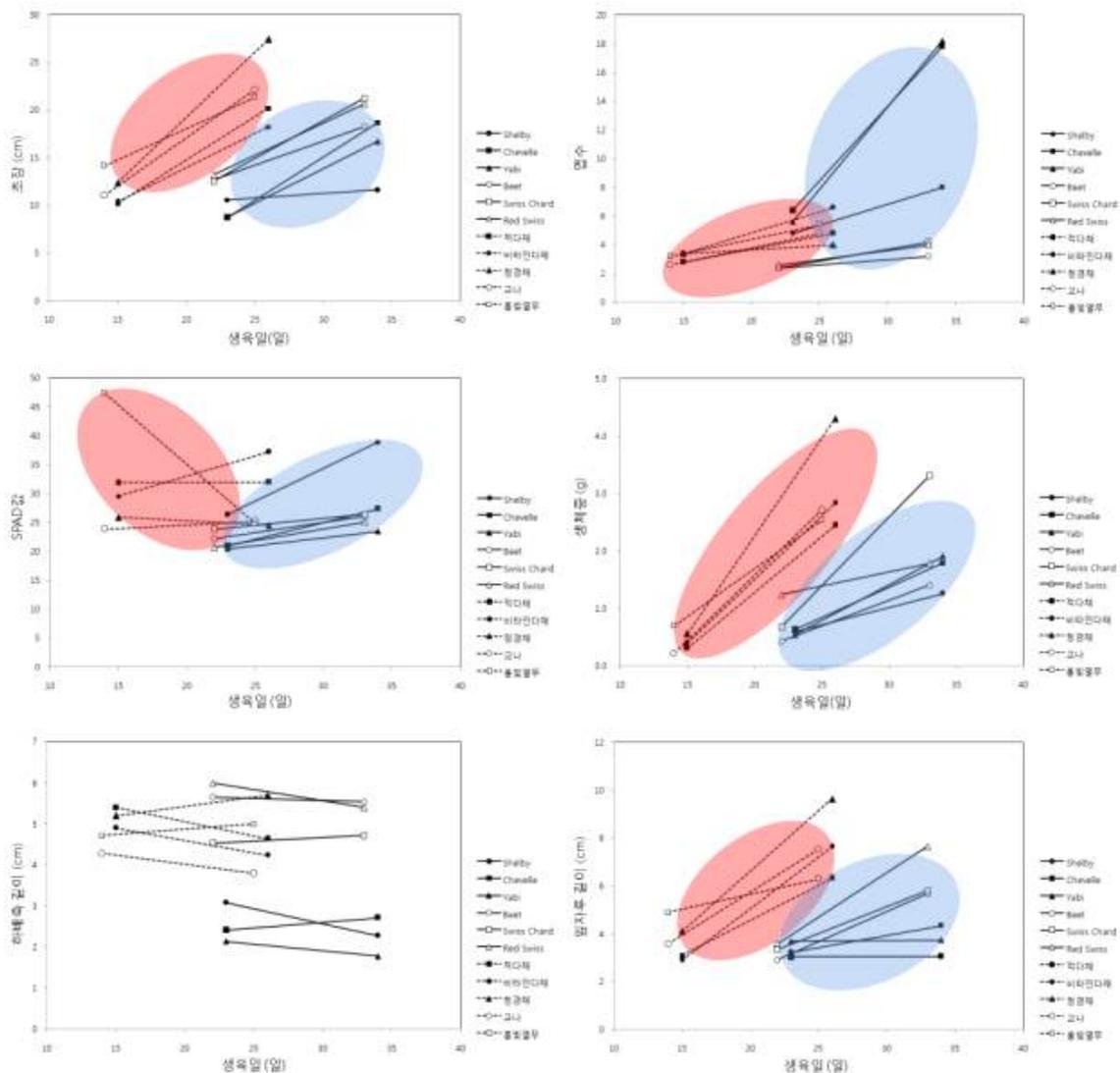


그림 3-1-50. 저온기 어린잎 채소 11종의 생육 특성

[실험 2] 저온기 다단식시스템 재배에 따른 층위조절에 따른 어린잎 생육특성

표 3-1-58. 재배개요

품종	파종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
레드치커리	2015-12-01	2015-12-05	2015-12-16	2015-12-24	12	14	26
청경채	2015-12-22	2015-12-26	2016-01-06	2016-01-14	4	19	23
수시로시금치	2016-01-05	2016-01-11	2016-01-21	2016-02-05	9	19	28
백경근대	2016-01-05	2016-01-11	2016-01-21	2016-02-05	10	7	17

표 3-1-59. 재배시기별 다단식시스템에서 어린잎 채소 4종의 생육

품종	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)
레드치커리	S6S3	6.7	5.7	1.0	2.0	23.1	0.1
	S6	7.0	6.4	1.0	2.0	24.7	0.1
청경채	S3S6	7.9	4.8	1.4	3.5	22.5	0.2
	S6	10.0	6.4	2.0	4.5	23.5	0.6
수시로시금치	S6S3	10.4	8.1	1.1	5.9	24.6	0.3
	S6	10.7	9.5	1.4	6.5	31.2	0.5
백경근대	S3S6	9.0	6.1	1.2	2.2	23.0	0.4
	S6	10.0	7.4	1.9	3.2	32.1	0.7

\*(S6S3은 S6에서 10일 재배 후 S3이동)

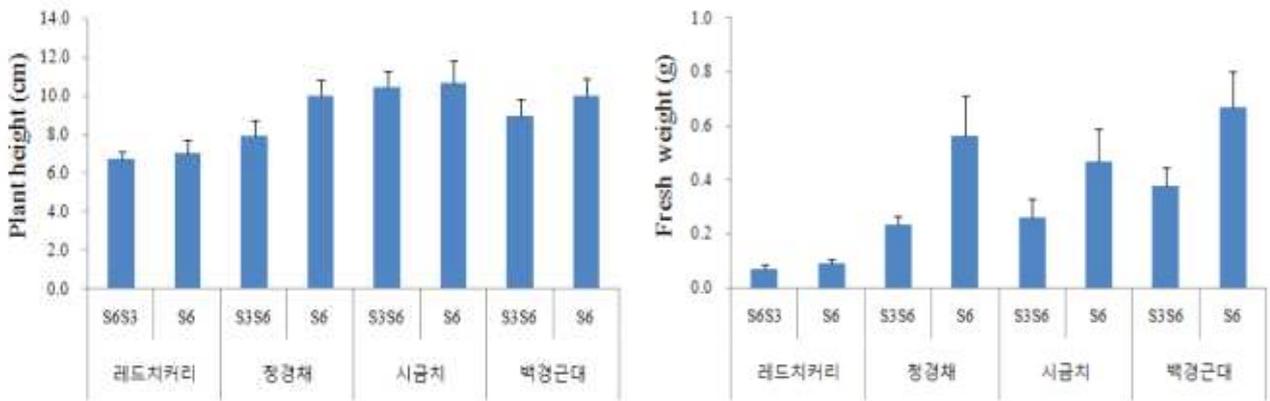


그림 3-1-51. 재배시기별 다단식시스템 재배에서 어린잎채소 4종 생육

표 3-1-60. 재배시기별 다단식시스템 재배에서 어린잎 채소 4종의 기능성물질 함량

품종	층	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
레드치커리	S6S3	21.08 ± 0.95	24.90 ± 0.49	3.27 ± 0.28
	S6	22.22 ± 1.56	25.18 ± 1.00	2.42 ± 0.25
청경채	S3S6	23.84 ± 2.12	26.23 ± 2.00	3.62 ± 0.33
	S6	11.35 ± 0.77	27.32 ± 0.65	3.59 ± 0.25
수시로시금치	S6S3	14.35 ± 1.74	18.02 ± 1.80	2.97 ± 0.22
	S6	25.85 ± 0.89	27.79 ± 2.61	3.24 ± 0.19
백경근대	S3S6	16.26 ± 2.84	18.92 ± 2.53	3.15 ± 0.44
	S6	26.64 ± 1.52	33.87 ± 7.67	3.66 ± 0.07

[실험 3] 고온기 다단식시스템의 재배일수에 따른 어린잎 채소 12품종 생육

표 3-1-61. 재배개요

품종	파종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
CELINET	2016-06-20	2016-06-30	-	2016-07-07	10	7	17
DIABLOTIN				2016-07-11		11	21
REDBAT				2016-07-16		16	26
로메인화이트							
로켓루꼴라							
로켓샐러드							
아시아다채							
아시아적다채							
비타민 다채							
물냉이							
방아							
왕고들빼기							
큰다닥냉이							

표3-1-62. 고온기 다단식시스템의 재배 일수에 따른 어린잎 채소의 생육

품종	재배 일자		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	
CELINET	C07	S1	6.9	6.5	2.4	3.8	21.1	0.4	0.019	
		S6	6.1	5.5	2.4	4.2	21.1	0.3	0.021	
	C11	S1	10.7	8.1	3.0	4.6	23.1	0.7	0.105	
		S6	9.4	8.3	4.1	5.0	28.3	1.2	0.093	
	C16	S1	13.6	10.7	3.4	5.2	21.6	1.2	0.058	
		S6	9.2	7.9	4.2	5.8	26.4	1.5	0.107	
DIABLOTIN	C07	S1	3.9	3.5	1.7	2.8	18.0	0.1	0.007	
		S6	4.4	3.9	2.1	3.0	21.9	0.2	0.012	
	C11	S1	4.2	3.8	2.0	4.0	19.8	0.2	0.010	
		S6	6.1	5.3	2.4	4.0	24.7	0.5	0.034	
	REDBAT	C07	S1	5.0	4.5	2.0	3.6	22.3	0.2	0.011
			S6	5.0	4.7	2.4	3.2	24.5	0.3	0.079
C11		S1	12.3	11.6	2.1	4.4	15.5	0.6	0.026	
		S6	9.3	7.2	2.4	5.4	18.8	0.7	0.046	
C16		S1	9.0	8.0	2.6	5.0	23.5	0.6	0.032	
		S6	8.3	7.0	2.8	4.8	30.0	0.7	0.050	
로메인화이트	C07	S1	7.4	6.6	1.2	3.2	12.9	0.2	0.011	
		S6	5.8	5.3	1.5	3.0	13.6	0.2	0.007	
	C11	S1	9.9	4.4	2.0	4.4	33.4	0.6	0.028	
		S6	9.0	5.1	2.6	4.2	35.8	0.9	0.053	
	C16	S1	13.4	11.7	1.7	4.2	15.8	0.6	0.024	
		S6	9.9	9.1	2.5	5.4	22.1	0.9	0.062	
로켓루꼴라	C07	S1	6.9	3.5	1.9	2.8	26.4	0.3	0.022	
		S6	6.2	3.4	1.9	2.6	26.9	0.3	0.031	
	C11	S1	11.4	1.3	1.4	10.0	24.5	0.4	0.045	
		S6	5.9	1.3	1.4	8.8	14.2	0.3	0.065	
	C16	S1	9.6	4.0	1.8	4.0	33.9	0.5	0.053	
		S6	7.9	4.0	2.0	5.2	34.7	0.7	0.104	
로켓샐러드	C07	S1	7.5	3.8	1.9	3.2	28.7	0.3	0.024	
		S6	6.8	3.2	1.9	3.4	31.7	0.4	0.036	
	C11	S1	8.8	2.8	3.0	7.6	24.0	0.5	0.044	
		S6	4.9	2.3	2.0	6.0	26.9	0.2	0.110	
	C16	S1	9.3	4.9	2.1	4.4	25.3	0.6	0.042	
		S6	7.7	4.2	2.0	4.6	34.2	0.6	0.086	
아시아다채	C07	S1	7.1	3.1	2.4	4.0	31.7	0.5	0.039	
		S6	5.8	2.6	2.2	4.2	29.9	0.4	0.034	
	C11	S1	12.8	5.3	2.3	3.0	25.2	0.4	0.042	
		S6	11.4	5.7	2.1	3.0	31.7	0.4	0.056	
	C16	S1	7.4	2.8	2.3	5.2	41.0	0.8	0.060	
		S6	6.8	2.8	2.1	5.6	39.6	0.6	0.072	
아시아적다채	C07	S1	7.8	3.6	2.5	3.0	29.1	0.4	0.029	
		S6	5.7	2.8	2.1	3.6	31.5	0.3	0.022	
	C11	S1	10.0	3.4	2.5	5.2	29.7	0.7	0.076	
		S6	10.3	3.6	3.0	6.4	36.2	1.3	0.072	
	C16	S1	12.3	4.2	3.4	4.8	34.3	1.3	0.082	
		S6	7.9	3.7	2.4	4.2	40.1	0.6	0.074	
비타민다채	C07	S1	6.3	2.5	1.9	4.4	29.9	0.3	0.026	
		S6	6.9	2.8	2.2	5.2	34.5	0.5	0.039	
	C11	S1	6.3	2.5	1.9	4.4	29.9	0.3	0.051	
		S6	6.9	2.8	2.2	5.2	34.5	0.5	0.143	
	C16	S1	10.3	2.9	2.6	5.2	32.3	0.7	0.192	
		S6	9.8	3.4	3.1	7.2	40.7	1.7	0.052	

\*재배기간 2016.6.20~6.30

품종	재배 일자	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD	생체중 (g/plant)	건물중 (g/plant)	
물냉이	C07	S1	7.0	1.0	1.1	8.5	26.6	0.2	0.012
		S6	4.7	1.2	1.3	8.5	16.3	0.3	0.024
	C11	S1	11.3	1.4	1.4	10.0	24.8	0.4	0.022
		S6	5.6	1.3	1.4	8.5	13.9	0.3	0.023
방아	C07	S1	3.2	1.3	1.2	5.0	20.7	0.1	0.009
		S6	6.2	2.2	2.1	5.5	17.5	0.2	0.024
	C11	S1	8.9	2.8	3.1	7.5	24.5	0.5	0.041
		S6	5.0	2.4	2.0	6.0	26.7	0.2	0.026
왕고들빼기	C07	S1	6.7	3.5	2.0	2.0	24.1	0.2	0.010
		S6	8.7	4.3	1.8	2.2	23.7	0.3	0.022
	C11	S1	7.7	1.9	1.7	4.0	22.9	0.3	0.026
		S6	6.1	1.9	2.0	4.0	26.7	0.3	0.044
	C16	S1	15.4	6.9	2.4	3.2	26.2	0.6	0.037
		S6	12.2	6.0	2.2	3.6	33.2	0.6	0.051
큰다닥냉이	C07	S1	4.7	1.3	1.1	2.8	23.2	0.1	0.006
		S6	5.5	4.6	1.4	3.4	22.6	0.1	0.012
	C11	S1	4.7	1.3	1.1	2.8	23.2	0.1	0.026
		S6	5.5	4.6	1.4	3.4	22.6	0.1	0.035
	C16	S1	7.8	1.4	1.4	4.2	23.8	0.2	0.017
		S6	7.6	2.2	2.1	5.2	26.3	0.7	0.064



그림 3-1-52. 고온기 다단식시스템에서 파종 26일째 어린잎 채소의 생육

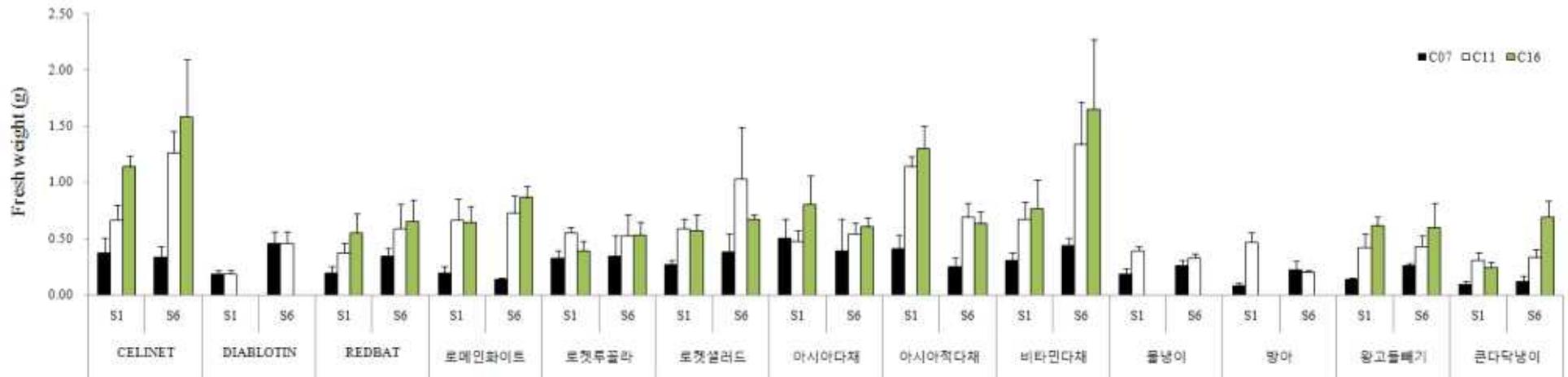


그림. 3-1-53. 고온기 다단식시스템의 재배 일수에 따른 어린잎 채소의 생체중 변화

[실험 4] 고온기 다단식시스템의 재배일수의 따른 어린잎 생육

표. 3-1-63. 고온기 다단식시스템 어린잎 채소 재배개요

층	품종	파종일	처리일	수확일(재배기간, 일)
S1	적다채	16.8.9	16.8.19	16.8.29(c10) 16.9.1(c13) 16.9.7(c20)
S6	다채	16.8.9	16.8.19	16.9.7(c20) 16.9.13(c26)
	로메인화이트	16.8.9	16.8.19	16.8.26(c8) 16.9.7(c20) 16.9.13(c26)
	레드셀러드볼	16.8.9	16.8.19	16.9.6(c19) 16.9.12(c25)
	로켓루꼴라	16.8.11	16.8.22	16.8.29(c12) 16.9.7(c16) 16.9.13(c22)
	왕고들빼기	16.8.11	16.8.22	16.9.1(c11) 16.9.6(16) 16.9.12(22)

본 실험은 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 적다채, 다채, 로메인화이트, 레드셀러드볼 등 4품종은 2016년 8월 9일부터 9월 13일까지, 로켓루꼴라, 왕고들빼기는 2016년 8월 11일부터 9월 13일까지 재배하였다. 벼육묘상에 원예용 상토 1.5cm 층진 한 후 줄뿌림 파종(3×3cm, 200립/트레이)하여, 파종 후 10~11일 되었을 때, 다단식시스템의 S1, S6에 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 재배 중 하루 2번, 300ml/tray씩 관수하였고, 표.00와 같이 단층위층서 재배한후 생육과 기능성물질 함량을 분석하였다. 기능성물질은 플라보노이드, 안토시아닌, 폴리페놀을 분석하였으며, 플라보노이드는 Moreno 등(2004)의 방법을 응용하였으며, 안토시아닌, 폴리페놀은 Chang 등(2014)의 방법을 응용하여 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하였다.

재배 기간 동안 S6의 하루 평균 최고광량은 301wat/m<sup>2</sup>으로, S1보다 약 3.8배 높았으며, 평균온도는 S6은 25.4℃, S1은 23.9℃로 평균 온도에는 차이가 없었다(그림. 3-1-54).

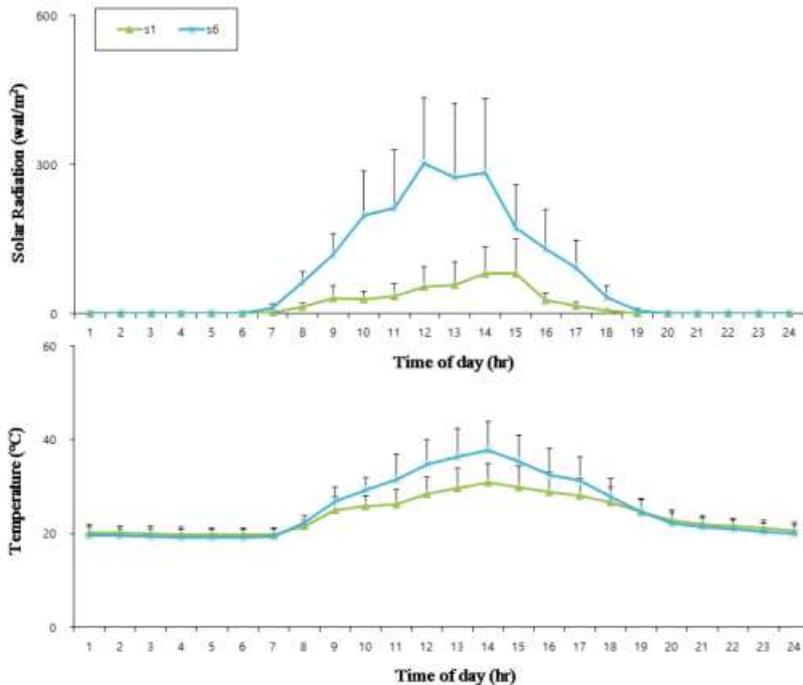


그림 3-1-54. 다단식시스템에서의 S1, S6에서 시간별 평균 광량과 온도 변화 (16. 8. 30 ~ 16. 9. 13)

다단 재배상에서의 위치와 재배일수에 따른 6품종의 어린잎 채소의 생육은 표. 3-1-64와 같다. 품목별로 재배일수가 길어질수록 초장 등 생육기 좋아지는 것을 알 수있다.

로메인화이트는 S1에서 26일 재배하였을 때, 초장과 엽장은 각각 14.6, 13.1cm로 다른 처리구보다 길었으며, 엽폭, 엽수, SPAD, 생체중 및 10주 무게 등에서는 S6에서 26일 재배했을 때 값이 가장 컸다. 그러나 엽수에서는 20일재배와 비교하였을 때 통계적으로 유의성이 없었다. 로메인화이트는 S1, S6 모든 곳에서 재배가능하나, 현재 시중에서 유통되는 어린잎 채소를 기준으로 볼 때, 여름철에는 S6에서 재배 20~26일 때 수확하는 것이 적합할 것으로 보인다.

레드셀러드볼은 초장과 엽장은 S1에서 25일 재배하였을 때 각각 10.7cm, 9.7cm로 가장 길었다. 엽폭은 S6 25일에서 3.0cm로 가장 넓었으나, S1에서 19일 재배했을때와 25일 재배했을 때, 엽폭은 유의성이 없었다. SPAD는 광량이 많은 S6에서 높은 값을 나타냈고, 특히 20일 재배하였을 때, 엽록소 합량이 23.4로 다른 처리에 비해 높았다. 생체중은 재배기간이 길수록 증가하였다. 레드셀러드볼은 S6에서 20~25일 사이에 수확하는 것이 엽장뿐만이 아니라, 무게에서도 좋을 것으로 보인다.

다채는 S1에서 26일 재배하였을 때 초장이 8.8cm로 가장 길었다. 그리고 S6에서 초장을 제외한 나머지 조사항목에서 높게 나왔다. 그중 엽장은 20일 재배하였을 때, 2.9cm로 가장 길었고, 생체중에서는 20,26일 재배했을 때 0.8g/plant로 높았다. 그러나, S1 재배하였을 때, 소비되는 어린잎 채소 규격에 적합하므로, 다채는 S1,S6 모두 재배 가능하며 재배 20~26일 사이 수확이 적합하다.

적다채는 S1 13일 재배하였을 때, 10.7cm로 가장 컸고, 엽장 또한 5.1cm로 가장 길었으나, 생체중은 0.7g으로 S6 20일 재배하였을 때 보다 0.1g 가벼웠다. 엽폭과 엽수는 S6 20일 재배하였을 때 3cm, 4.3개로 가장 컸다. SPAD값은 S6일 때, S1보다 높았으며, 그중 13일 재배하였을 때 40.7로 가장 높았다. 적다채의 경우도 S6에서 20일이 가장 수확 적기이나, S1에서도 재배가능하다.

로켓루꼴라는 초장과 엽장은 S6의 23일 재배하였을 때 각각 9.8cm, 4.5cm로 가장 컸으나, S1의 23일 재배하였을 때와 유의성이 없다. 엽장은 층위에 상관없이 재배 17일과 23일을 비교하였을 때, 평균값이 같다. 그러나 엽수와 엽폭, SPAD, 생체중에서는 S6에서 값이 높았으며, 통계적으로 유의성의 차이가 있다. 따라서 로켓루꼴라를 어린잎재배 할 때, 층위에는 상관없이 재배 17일 이후에 수확하는 것이 적합하다.

마지막으로, 왕고들빼기는 초장은 S1의 22일 재배하였을 때 11.1cm로 가장 길었으나, 엽장은 S6에서 22일 재배하였을 때 5.0cm로 길었다. 엽수 및 생체중은 S6의 22일 재배할 때가 좋았다.

표3-1-64. 고온기 다단식시스템의 재배 일수에 따른 어린잎 채소의 생육

	층	재배 기간	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무 계 (g)	건물율 (%)
로메인화이트	S1	C8	7.1d	5.7d	1.6c	3.0c	12.3d	0.2d	1.7de	4.4b
		C20	8.8c	7.9c	1.3cd	3.1c	13.0d	0.3d	2.7d	4.6b
		C26	14.6a	13.1a	2.3b	4.1b	18.2b	0.9b	9.3b	5.4ab
	S6	C8	5.5e	4.0e	1.3d	3.0c	14.6cd	0.1d	1.2e	10.1a
		C20	7.0d	6.3d	2.2b	5.4a	16.6bc	0.6c	3.7c	8.2ab
		C26	12.2b	11.3b	2.8a	5.8a	22.8a	1.5a	13.8a	7.1ab
레드셀러드볼	S1	C19	9.7b	8.2b	2.7a	4.7ab	12.7b	0.5b	2.9c	4.3d
		C25	10.7a	9.7a	2.9a	4.4ab	12.9b	0.8a	5.2b	5.1c
		C19	5.3c	4.6c	2.1b	4.1b	23.4a	0.3b	2.3c	8.1a
	S6	C25	9.3b	8.5b	3.0a	4.9a	20.6a	0.9a	8.4a	6.7b
		C20	7.4b	2.4c	1.9c	4.3c	40.3bc	0.3c	2.4b	10.4b
		C26	8.8a	2.5ab	2.1bc	5.2b	35.4c	0.5b	4.3b	10.7b
다채	S1	C20	7.4b	2.4c	1.9c	4.3c	40.3bc	0.3c	2.4b	10.4b
		C26	8.8a	2.5ab	2.1bc	5.2b	35.4c	0.5b	4.3b	10.7b
	S6	C20	7.7b	2.9a	2.3ab	6.4a	41.0b	0.8a	5.8a	14.4a
		C26	7.6b	2.8ab	2.4a	5.0b	49.2a	0.8a	5.7a	14.2a
적다채	S1	c10	7.3d	2.7e	1.9c	2.8c	31.5cd	0.3d	2.3c	7.7c
		c13	10.6a	5.1a	2.7ab	3.3b	30.6d	0.7ab	5.3b	5.9d
		c20	10.0ab	3.4cd	2.4b	4.2a	32.6cd	0.5c	5.1b	9.0b
	S6	c10	7.7cd	2.8de	1.9c	3.2b	38.9ab	0.4c	2.9c	8.8ab
		c13	8.5c	4.6ab	2.3b	4.0a	40.7a	0.6b	4.2b	8.0b
		c20	9.6b	3.9bc	3.0a	4.3a	35.4bc	0.8a	8.3a	10.3a
로켓루꼴라	S1	c12	5.7c	2.8b	1.5c	2.2c	29.5bc	0.2d	1.4b	7.2c
		c17	8.1b	3.9a	2.1ab	3.5b	28.4c	0.4c	2.9ab	8.9b
		c23	9.8a	3.9a	1.9b	3.9b	30.4bc	0.6b	4.4ab	7.9bc
	S6	c12	4.5d	2.1c	1.4c	2.0c	31.6bc	0.2d	1.3b	9.0b
		c17	8.2b	4.5a	2.3a	4.4a	33.9b	0.6bc	4.7ab	11.3a
		c23	9.3a	4.5a	2.3a	4.6a	44.9a	1.0a	5.4a	12.0a
왕고들빼기	S1	c11	8.3de	4.5b	2.7a	2.0d	21.8c	0.2c	1.8a	6.2d
		c16	9.9c	4.8b	2.1b	3.1b	21.2c	0.3bc	2.0a	7.4c
		c22	11.1a	4.5b	2.2b	3.1b	27.9b	0.4b	2.3a	10.1a
	S6	c11	7.6e	3.2c	1.5c	3.0c	0.0b	0.3bc	0.0a	8.5bc
		c16	8.9d	4.6b	2.1bc	3.0b	0.0b	0.4bc	0.0a	9.2bc
		c22	10.0b	5.0a	1.9b	4.0a	0.0a	0.5a	0.0a	10.2a

\* S1, S6: 지면으로부터 각각 20cm, 170cm위, C: Cultivation(재배기간)

표 3-1-65은 다단재배상에서 레드셀러드볼, 적다채, 로켓루꼴라, 왕고들빼기 4품종의 재배 일수 별 기능성 성분 함량을 측정한 결과이다. 레드셀러드볼은 S1보다 S6일 때, 플라보노이드, 안토시아닌, 폴리페놀 등 3개함량 모두 값이 높게 측정되었다. 또한 재배기간이 길어질수록 기능성 성분값이 낮아졌는데, S6에서 플라보노이드는 37.8에서 27.8로, 안토시아닌은 13.9에서 10.2 mg/100g · FW, 폴리페놀은 43.4에서 38.9 mg/100g · FW으로 감소하였다.

적다채는 레드셀러드볼과는 달리 다단의 위치에 따른 함량 차이는 없고, 재배일수가 길수록 3가지 함량 모두 증가하였다. 10일 재배하였을 때 플라보노이드 함량은 24.3~26.3에서 13일 되었을 때 40.5로 증가하였다. 그러나 폴리페놀함량은 10일 때 3.7~4.2mg/100g · FW에서 약 21.1~23.3mg/100g · FW로 약 7배 증가하였다.

이러한 결과 값은 로켓루꼴라에서도 나타났다. 10일 재배하였을 때, 폴리페놀 함량이 4.5~5.5mg/100g·FW에서 17~23일 재배하였을 때, 33.8~56.8mg/100g·FW로 8~10배 증가하였다. 루꼴라의 플라보노이드 함량은 재배일수가 길어질수록 값이 낮아지며, 안토시아닌 함량은 재배 17일일 때, S1이 21.5, S6 21.3mg/100g·FW로 값이 가장 좋았다.

왕고들빼기를 11일 재배하였을 때, 층위와는 상관없이 플라보노이드 함량이 많았지만, 안토시아닌, 폴리페놀함량은 16~22일 재배하였을 때 함량이 높았다.

표 3-1-65. 고온기 다단식시스템의 재배 기간에 따른 어린잎 채소 기능성물질 함량

	층	재배기간	플라보노이드 (O.D vlaue)	안토시아닌 (mg/100g·FW)	폴리페놀 (mg/100g·FW)
레드셀러드볼	S1	C19	15.8±0.2	9.2±0.4	32.4±2.3
		C25	14.6±0.2	9.5±0.6	18.8±0.8
	S6	C19	37.8±4.3	13.9±1.2	43.4±5.5
		C25	27.8±0.2	10.2±0.8	38.9±1.2
적다채	S1	c10	23.5±0.6	15.6±0.3	3.7±0.7
		c13	40.7±5.4	16.3±1.2	23.3±3.1
	S6	c10	26.3±3.6	15.7±0.7	4.2±0.2
		c13	40.4±3.8	13.0±2.3	21.1±1.8
로켓루꼴라	S1	c12	48.1±1.7	16.4±1.2	4.5±0.4
		c17	35.0±6.9	21.5±4.1	45.6±3.9
		c23	22.9±5.3	16.0±0.0	56.8±11.4
	S6	c12	36.6±0.4	15.4±0.7	5.5±0.5
		c17	27.0±4.7	21.3±2.0	52.8±0.6
		c23	26.0±4.9	14.8±1.0	33.8±2.0
왕고들빼기	S1	c11	24.4±4.8	9.7±0.4	28.8±1.9
		c16	6.4±3.5	10.6±0.7	37.9±5.0
		c22	11.9±2.6	10.3±0.0	43.9±4.0
	S6	c11	27.5±3.5	8.5±0.7	26.1±0.2
		c16	8.1±0.2	10.6±0.9	48.5±6.3
		c22	26.9±2.9	11.2±0.3	48.4±1.6

\* S1, S6: 지면으로부터 각각 20cm, 170cm위, C: Cultivation(재배기간)

이상의 결과를 토대로 다단시스템에서 고온기 재배시 어린잎 채소의 가능한 층위와 재배기간은 다음과 같다.

표3-1-66. 어린잎 채소 고온기 다단식시스템에서 적합 재배위치 및 재배일수

품종	재배위치	재배일수(일)
로메인화이트	S1,S6	20~26
레드셀러드볼	S6	20~25
다채	S1,S6	20~26
적다채	S6	20
로켓루꼴라	S1,S6	17
왕고들빼기	S6	22



그림3-1-55. 고온기 다단시스템의 재배 일수에 따른 어린잎 채소의 생육

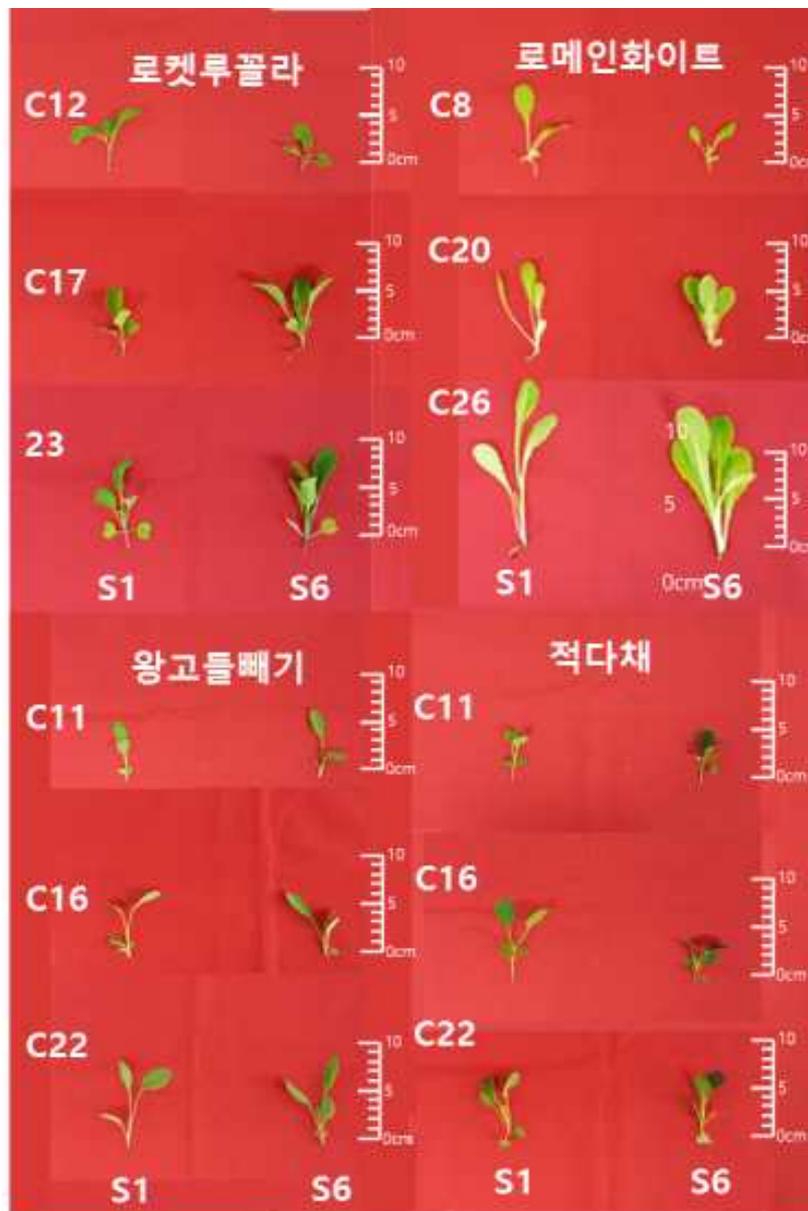


그림3-1-56. 고온기 다단시스템의 재배 일수에 따른 어린잎 채소의 생육

이상의 다단식시스템에서의 어린잎 채소 선발 및 재배 실험을 종합한 결과, 층위에 따른 적정 어린잎 채소로 저층에서는 다채, 로메인화이트, 로켓루꼴라 등이 있으며, 고층에서는 레드셀러드볼, 적다채, 아마란스, 큰다닥냉이 등이 적합하였다. 한편 층위와 상관없이 재배 가능한 작물은 로메인화이트, 청경채, (왕)고들빼기 등을 선발하였다.

어린잎 채소 다단식재배를 위한 층위별 작물 선발

층위	작물
저층	다채, 로메인화이트, 로켓루꼴라 등
고층	레드셀러드볼, 적다채, 아마란스, 큰다닥냉이 등
층위 무관	로메인화이트, 청경채, (왕)고들빼기 등

다단 재배상의 공간활용도를 높이고자 층위 조절을 통한 어린잎 채소를 재배한 결과, 로메인화이트는 층위에 무관한 반면, 엽색이 적색을 띠는 레드셀러드볼, 적다채 등은 수확 5~7일 전에 고층으로 층위를 변경하여 적정 광에서 재배하여야 엽색이 발현되므로 층위 이동이 필요하였다.

층위 조절에 따른 작물 선발

작물	적정 층위 <sup>z</sup>
레드셀러드볼, 적다채	S6, S3S6, S1S6
로메인화이트	층위 무관

<sup>z</sup>그림3-1-12 참조

양액 공급에 따른 어린잎 채소의 생육특성을 조사한 결과 레드셀러드볼과 적다채는 주 1~2회 EC 1.5dS · m<sup>-1</sup> 공급하는 것이 적합하였다. 그러나 품질을 고려하였을 때, 레드셀러드볼은 EC 3.0~4.5dS · m<sup>-1</sup>를 주 1~2회 공급하는 것이 폴리페놀, 안토시아닌, 플라보노이드의 함량을 높일 수 있었다.

벼 육묘기를 제외한 시설연중 활용을 위한 어린잎 채소에 적합한 시기를 구명한 결과, 레드셀러드볼과 진뺨롤라는 겨울철(12월~2월) 20일, 여름철(6~8월) 16일, 가을철(9월~11월) 18일이 적합하였고, 로메인화이트, 적다채, 다채는 겨울철 14일, 여름 12일, 가을 17일 적합하였다. 아마란스와 왕고들빼기는 겨울 21일, 여름 12일, 가을 16일 재배하여 수확하는 것이 좋았으며, 큰다닥냉이는 파종 25일 전후에 떡잎의 황화현상이 나타나 겨울 13일, 여름 11일, 가을 13일 전후에 수확하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

어린잎 채소의 시기별 적정 재배 일수

작물	적정 재배일수		
	12-2월	6-8월	9-11월
레드셀러드볼, 진빨볼라	20일	16일	18일
로메인화이트, 적다채, 다채	14일	12일	17일
아마란스, 왕고들빼기	21일	12일	16일
큰다닥냉이	13일	11일	13일

다. 소비자 니즈 대응 신작물 확대 적용(배초향, 큰다닥냉이)

[실험 1] 인공광원 광량과 상토중량에 따른 ‘배초향’의 생육특성

표3-1-67. 재배개요

광량 ( $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	상토량 (g)	과중	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
70(L2)	200g						
100(L3)	400g	2015-10-30	2015-11-05	2015-12-23	5	48	53
150(L6)	600g						

본 연구는 인공광원을 이용한 완전 제어형 챔버(온도 25℃, 습도 75%) 내 상토 중량에 의한 차이에 따른 식물의 생육특성을 확인하고자 하였다. 공시 품종은 배초향(*Agastache rugosa*, Asia seed Co., Ltd., Korea)를 이용하였고, LED광원을 이용하여 점등한 개수에 따라 L2( $70\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), L3( $100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), L6( $150\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )로 나누어 완전임의 배치 3반복으로 재배하였다. 상토(바로커, 서울바이오)는 건조한 상태의 무게를 측정하여 200, 400, 600g으로 중량에 차이를 두었다. 과중은 2015년 10월 30일에 하여 5일 후인 11월 5일에 광량에 의한 처리를 시작하여 48일후인 12월 23일에 조사를 끝냈다.

LED 인공광원 광량 차이에 따른 재배 48일 후 생육은 같은 광원 내에서 상토의 중량이 많을수록 높아지는 경향을 보였다. L2의 경우 상토중량에 따른 유의적 차이는 없었으나, L3에서는 상토중량이 600g인 처리에서 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 생체중에서 유의적으로 높은 경향을 보였다. L6에서는 초장과 엽수, 생체중은 상토중량 400g일 때 수치적으로 높거나 유의적 차이가 없었다. SPAD의 결과는 광량에 따른 경향은 없었으나, 광량이 많다고 해서 값이 높아지는 것은 아닌 것으로 보인다. 엽록소함량을 분석한 결과 같은 광량의 조건일 때 상토 중량에 따른 차이는 없는 것으로 보였으나 광량이 많은 L6에서 중량이 200g, 400g으로 비교적 적었을 때 다른 처리들보다 현저히 낮은 결과를 보였다. 이는 광량이 낮은 경우에는 상토중량에 대한 차이가 없지만, 광량이 높을때는 상토의 중량이 영향을 주는 것으로 보인다. 폴리페놀 함량은 광량이 높을수록 높은 함량을 나타냈고, 안토시아닌과 플라보노이드는 광량이나 상토중량에

따른 차이는 없었다.

표 3-1-68. 광량과 상토의 증량에 따른 처리 48일 후 배초향의 생육

광량	상토량	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)
L2	400g	18.7 cd	4.2 b	3.0 c	11.2 b	36.3 a	1.14 de
	600g	21.8 ab	4.8 b	3.5 bc	10.8 b	37.0 a	1.55 cd
L3	400g	18.1 d	4.8 b	3.6 bc	12.0 b	31.3 b	1.45 cd
	600g	22.1 a	6.2 a	4.6 a	14.0 a	33.2 ab	3.00 a
L6	200g	11.7 e	3.2 c	2.3 d	8.0 c	26.1 c	0.55 e
	400g	22.6 a	4.8 b	4.0 ab	13.2 a	25.9 c	2.17 bc
	600g	20.0 bc	5.8 a	4.3 a	14.0 a	30.1 b	2.63 ab

표 3-1-69. 광량과 상토의 증량에 따른 처리 48일 후 배초향의 엽록소함량

광량	상토량	Chlorophyll a (mg · FW)	Chlorophyll b (mg · FW)	Total Chlorophyll (mg · FW)
L2	400g	7.11 a	3.95 cd	11.07 c
	600g	6.72 a	3.43 d	10.14 d
L3	400g	7.13 a	4.78 ab	11.91 ab
	600g	7.13 a	5.02 a	12.15 a
L6	200g	3.65 b	1.21 e	4.86 f
	400g	5.27 b	1.74 e	7.01 e
	600g	7.16 a	4.20 bc	11.36 bc

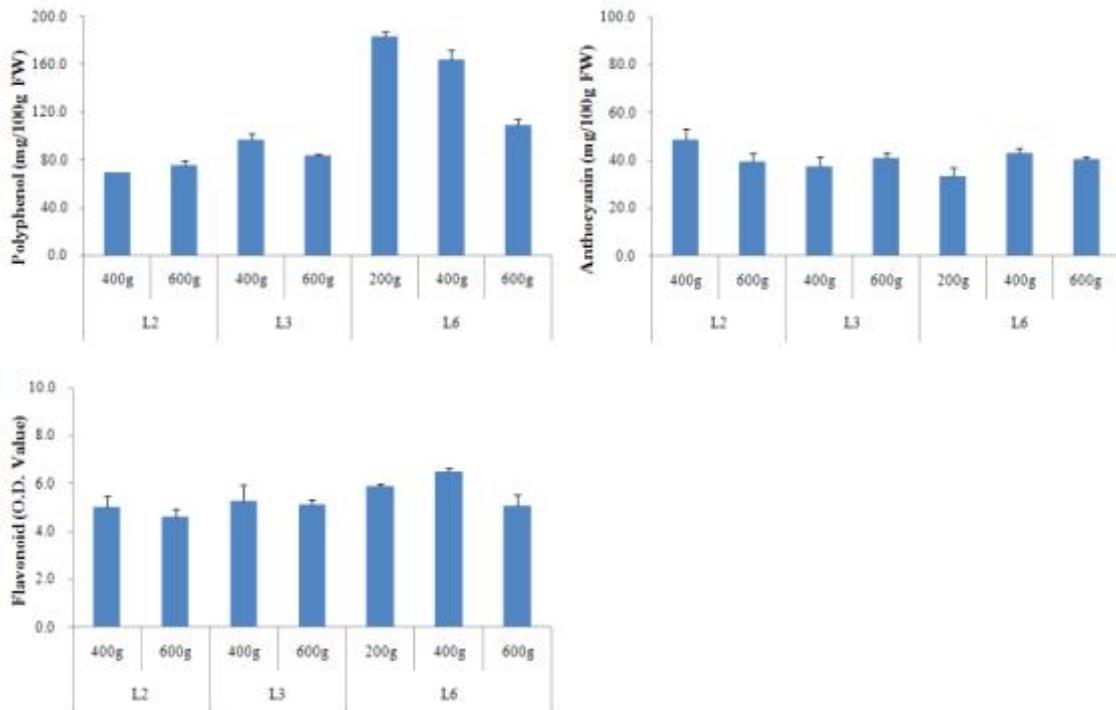


그림 3-1-57. 광량과 상토의 증량에 따른 처리 48일 후 배초향의 기능성물질 함량



그림 3-1-58. 광량과 상토의 중량에 따른 처리 48일 후 배초향의 생육

[실험 2] 다단식시스템 재배시 육묘일수에 따른 ‘배초향’의 생육특성

표 3-1-70. 재배개요

처리	파종	처리	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1, S3, S6	2015-09-30	2015-10-21	2015-11-23	21	33	54
	2015-09-30	2015-10-28	2015-11-23	28	26	54

본 실험은 배초향을 이용하여 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 2015년 9월 30일부터 11월 23일까지 재배하였다. 벼 육묘상에 원예용 상토 1.5cm 충전한 후 줄뿌림으로 파종(3×3cm, 200립/트레이)하였다. 파종 후 본엽의 엽폭이 0.5cm가 되었을 때인 10월 21일(S21), 두 번째 처리는 일주일 후인 10월 28일(S28)에 실시하였다. 다단식시스템의 S1, S3, S6에 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 처리를 시작한 후 33일째(S21C33), 26일째인 11월 23일(S28C26)에 모두 수확하였다. 총 재배기간은 54일로 같지만 다단식시스템에 처리하는 날짜에 차이를 두어 다단에서 재배되는 일수에 따른 영향을 알아보려고 하였다. 다단에 따른 차이는 S3층에서 초장의 결과가 유의적으로 가장 길었고, 육묘기간이 28일인 처리구에서 높았다. S6층의 생육결과는 21일 동안 육묘를 한 후 다단재배를 시작한 처리구보다 28일 동안 육묘를 진행했던 처리구에서 유의적 차이는 없었지만 수치적으로 더 높았다. 전반적으로는 나머지 모든 항목에서 육묘/재배기간 차이에 관계없이 광량이 높은 S6층에서 우수한 생육 결과를 보였다. 페놀함량은 육묘기간에 따른 차이는 크지 않았지만, 오히려 S21C33에서는 S1층에서 S28C26에서는 S6층에서 특히 높은 함량을 보였다. 안토시아닌과 플라보노이드의 함량은 다단에 의한 차이나 육묘기간에 의한 경향을 보이지 않았다.

표 3-1-71. 육묘일수 차이에 따른 다단식시스템에서 배초향 생육

육묘/재배기간	층	초장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S21C33	S1	8.9 d	2.7 c	8.0 b	23.5 b	0.5 b	4.7 e
	S3	10.8 b	2.7 c	8.0 b	23.4 b	0.5 b	5.1 e
	S6	8.8 d	3.3 b	8.6 a	28.7 a	0.9 a	9.5 b
S28C26	S1	10.1 c	2.7 c	8.0 b	23.6 b	0.6 b	5.8 d
	S3	11.4 a	2.7 c	8.0 b	24.3 b	0.6 b	6.6 c
	S6	9.9 c	3.6 a	8.6 a	29.2 a	1.0 a	10.1 a

\* S : Seedling(육묘기간), C : Cultivation(재배기간), 묘의 초기 생육: 육묘 21일째(초장 0.8/ 엽폭 0.5/ 엽수 2.0), 육묘 28일째(초장 2.7/ 엽폭 1.5/ 엽수 4.0)

표 3-1-72. 육묘일수 차이에 따른 다단식시스템에서 배초향의 기능성물질 함량

육묘/재배기간	층	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S21C33	S1	65.69	48.06	5.61
	S3	49.48	43.36	5.15
	S6	47.26	65.63	7.62
S28C26	S1	58.12	49.34	6.00
	S3	54.61	45.22	6.39
	S6	146.29	48.78	7.75

\* S : Seedling(육묘기간), C : Cultivation(재배기간)



그림 3-1-59. 육묘일수 차이에 따른 다단식시스템에서의 재배일수에 따른 배초향 생육

[실험 3] 다단식시스템 재배시 양액의 공급과 선반이동에 따른 '배초향'의 생육특성

표 3-1-73. 재배개요

층	공급액	과중	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1	W	2015-09-30	2015-10-21	-	2015-11-23	21	33	54
S3								
S6								
S3S4	N	2015-09-30	2015-10-28	2015-11-09	2015-11-23	28	26	54
S6S4								

본 연구는 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 배초향을 이용하여 다단식시스템의 S1, S3, S4, S6에서의 생육을 비교하였다. 과중은 2015년 9월 30일이며, 벼 육묘상에 원예용 상토 1.5cm 층진한 후 줄뿌림으로 과중(3×3cm, 200립/트레이)하였다. 과중 21일 후 S1, S3, S6으로 선반처리를 하였고, 6일 뒤인 11월 9일에는 3개의 반복 처리구를 S3→S4, S6→S4로 층 이동을 실시하였다. 또한 지하수(W)와 양액(N : Yamasaki 엽채류 배양액 EC 1.5 dS/m, 재배기간 중 총 6회)으로 나누어 공급하여 11월 23일에 모두 수확하였다. 양액의 유무에 따른 차이를 비교하였을 때 양액을 공급한 처리에서 비교적 높은 생육결과를 보였다. 특히 엽폭은 모든 층에서 양액을 공급한 처리구에서 높았고, S6층의 엽수는 약 1매정도 더 많았다. 또한 SPAD의 값 또한 가장 높았다. 양액의 공급 유무에 관계없이 S6층에서 초장을 제외하고 모두 높은 생육결과를 보였고, S1과 S3에서의 초장의 값이 선반을 이동한 처리구들보다 높은 것으로 보았을 때 S1과 S3층은 광량의 부족으로 비교적 도장했음을 알 수 있다. 선반을 이동한 처리의 생육결과는 이동하지 않은 처리구들과 큰 차이를 보이지 않았으나 S3층에서 S4층으로 이동한 것과 S6층에서 S3층으로 이동한 처리구의 생육결과가 비슷한 수치를 보이는 것으로 보아 선반의 이동이 있을 때 균일한 묘를 생산할 수 있을 것으로 보인다. 폴리페놀과 안토시아닌 함량의 결과는 어떠한 경향이나 유의적 차이를 보이지 않았으나 플라보노이드는 다단 층이 높아질수록 함량이 높아지는 경향을 보였고, 지하수보다 양액을 공급하는 편이 함량을 높이는 데 도움을 준 것으로 보인다.

표3-1-74. 다단식시스템 재배에 따른 과중 26일째 배초향의 생육

공급액	층	초장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
N	S1	10.3	3.1	8.0	24.5	0.7	6.3
	S3	10.8	3.0	8.0	25.2	0.6	6.6
	S6	9.2	3.5	9.6	29.4	1.0	10.2
W	S1	10.1	2.7	8.0	23.6	0.6	5.8
	S3	11.4	2.7	8.0	24.3	0.6	6.6
	S6	9.9	3.6	8.6	29.2	1.0	10.1
	S3S4	9.5	2.8	8.0	23.9	0.5	5.2
	S6S4	9.5	3.0	8.0	24.0	0.5	5.3

\* W: 지하수 공급, N: 양액 공급(EC 1.5 dS/m), S3S4 : S3층에서 S4층로 이동, S6S4 : S6층에서 S4층로 이동

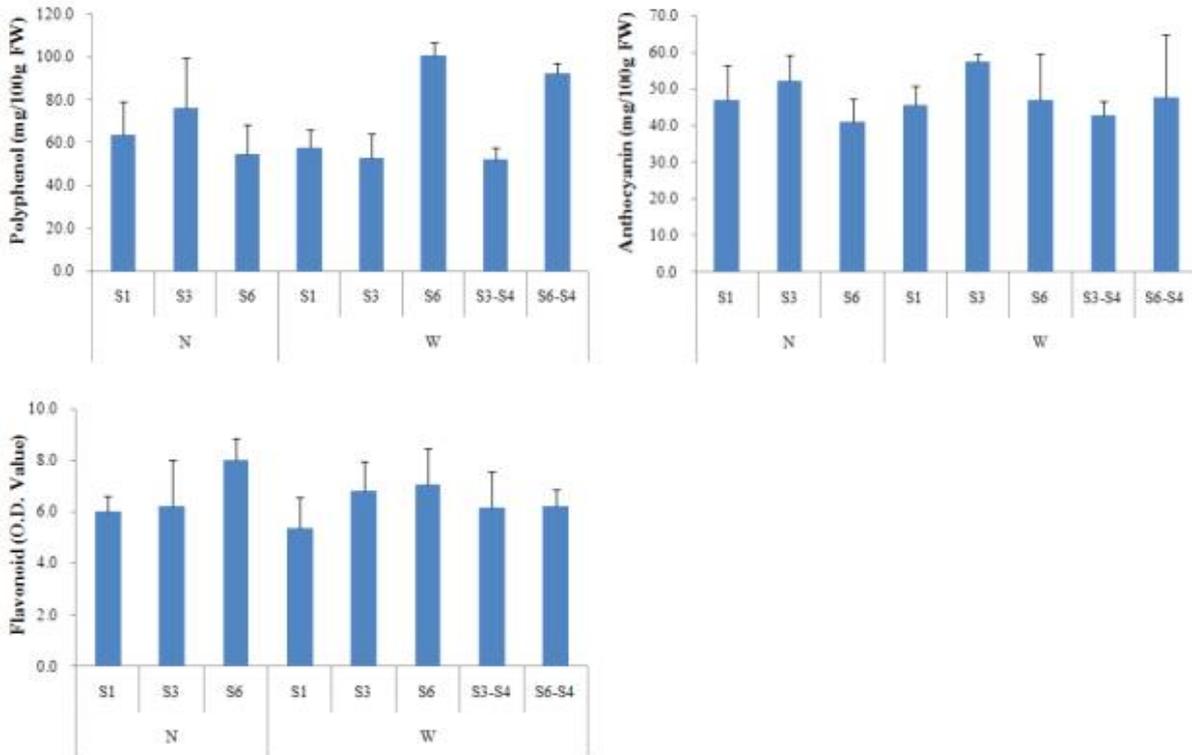


그림 3-1-60. 다단식시스템 재배에 따른 파종 26일째 배초향의 기능성물질 함량

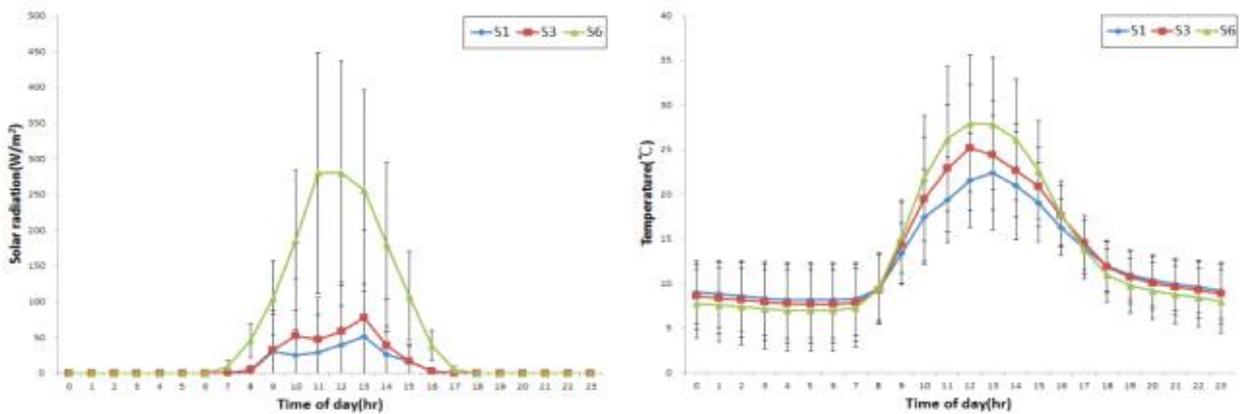


그림 3-1-61. 다단식시스템에서의 생육기간 동안 위치별 시간당 평균 광량과 온도 변화 (10월21일~11월23일)



그림3-1-62. 다단식시스템에서 26일 재배된 배초향

\* W: 지하수 공급, N: 양액 공급(EC 1.5 dS/m), T1 : S3층에서 10일 후 S4층로 이동,  
T2 : S6층에서 10일 후S4층로 이동

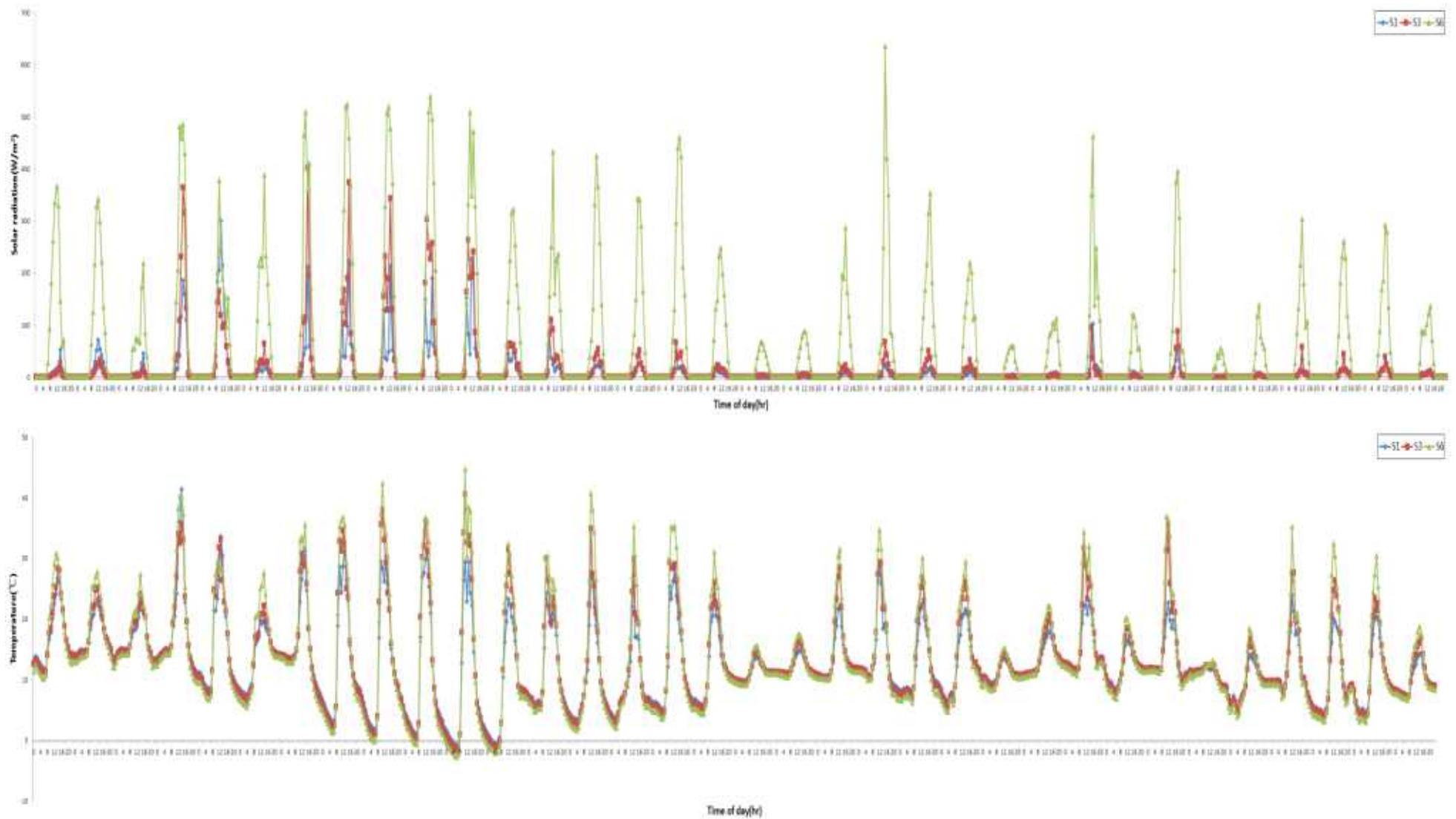


그림3-1-63. 재배기간동안의 다단식시스템에서의 위치별 평균 광량과 온도 변화(2015.10.21~11.23)

[실험 4] 양액의 농도별 ‘배초향’의 생육특성

표3-1-75. 재배개요

층	양액 농도	파종	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1	EC 1.5	2016-04-18	2016-04-25	2016-05-31	7	36	43
	EC 3.0						
S6	EC 4.5	2016-04-26	2016-05-24	2016-06-07	28	14	42

표3-1-76. 다단식시스템 재배시기에 따른 양액의 농도별 배초향의 생육

육묘/재배 기간	층	양액농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S07/C36	S2	EC 1.5	12.30 c	6.38 ab	3.59 ab	7.40 ab	26.46 a	0.92 bc	8.86 b
		EC 3.0	12.29 c	5.88 b	3.36 b	6.40 c	27.13 a	0.76 c	8.54 b
		EC 4.5	12.33 c	5.86 b	3.70 b	6.60 c	28.48 a	0.90 bc	10.16 b
S28/C14	S5	EC 1.5	17.67 a	6.95 a	4.10 a	7.90 a	32.91 a	1.70 a	16.18 a
		EC 3.0	14.51 b	5.74 b	3.36 ab	5.80 c	30.84 a	0.90 bc	9.35 b
		EC 4.5	12.34 c	6.11 b	3.59 ab	6.60 c	30.34 a	1.21 b	8.79 b
S28/C14	S2	EC 1.5	19.54 a	8.01 a	4.37 a	7.50 a	30.82 a	2.06 a	15.93 a
		EC 3.0	12.75 d	6.17 b	3.79 a	6.20 b	30.68 a	1.04 cd	10.24 bc
		EC 4.5	16.48 bc	6.24 b	3.77 a	6.60 b	29.10 a	0.91 d	9.74 c
S28/C14	S5	EC 1.5	19.25 a	7.00 b	4.35 a	8.10 a	32.26 a	1.91 ab	15.18 ab
		EC 3.0	17.34 ab	6.72 b	4.10 a	7.90 a	29.83 a	1.53 b	13.60 abc
		EC 4.5	14.85 cd	6.71 b	3.86 a	8.20 a	30.36 a	1.44 bc	11.76 abc

본 연구는 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 배초향을 이용하여 2016년 4월 18일부터 5월 31일까지 두 번에 걸쳐 실험하였다. 벼 육묘상에 코코넛코이어 배지를 1.5cm 충전한 후, 2~3회 이상 지하수로 염류를 씻어낸 후 Yamasaki 엽채류 배양액 (N-P-K-Ca-Mg = 6-1.5-4-2-1 me/L) 1.5dS/m를 이용하여 포수하였다. 그 후 줄뿌림으로 파종(3×3cm, 200립/트레이)하였고, 재배기간동안 엽채류 배양액을 이용하여 급액 농도를 EC 1.5, 3.0, 4.5dS/m 세 수준으로 나누어 공급하였다. 다단시스템 S2, S5층에 나누어 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 1차 실험은 파종 후 7일째 다단 처리하여 36일동안 재배(05/31)하였고, 2차 실험은 일주일후에 파종하여 28일 동안의 육묘 기간을 가진 후 14일동안 재배(06/07)하였다. 두 실험 모두 파종 후 수확일까지의 재배 일수는 43일로 같은 기간동안 실험하였다.

S07/C36의 생육결과는 S5층의 EC 1.5dS/m 수준에서 모든 생육결과에서 가장 높았다. S2층에서도 엽수, 엽장, 엽폭은 EC 1.5dS/m에서 비교적 높은 수치를 보였다. S28/C14의 생육

결과 또한 마찬가지로 두 개의 다단층 모두 EC 1.5dS/m에서 높은 생육결과를 보였다. 육묘 기간에 따른 배초향의 생육은 기간이 길었던 S28/C14에서 초장, 엽수, 생체중이 전반적으로 높았다. 특히 S28/C14의 생체중의 결과는 S2층 EC 1.5dS/m수준에서 가장 높았던 것으로 보아 육묘기간을 비교적 길게 가지는 것이 생체중을 높이는데 도움이 될 것으로 판단된다. 배초향 내 성분함량은 다단이나 급액농도에 따른 뚜렷한 경향이나 차이는 보이지 않았다. 폴리페놀 함량은 S2층에서는 육묘기간이 길었던 S28/C14처리에서 높았으나 반대로 S5층에서는 육묘기간이 짧았던 S07/C36처리에서 높은 함량결과를 보였다. 안토시아닌과 플라보노이드 함량 또한 S5층에서 S07/C36에서 비교적 높은 수치를 보였다. 이는 광량이 높은 곳에 처리할 때에는 육묘기간이 짧은 것이 함량을 높이는데 유리할 것으로 보인다.

표 3-1-77. 다단식시스템 재배에 따른 양액의 농도별 배초향의 엽록소 함량

육묘/재배 기간	층	양액농도	Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S07/C36	S2	EC 1.5	30.73a	12.27a	42.99a
		EC 3.0	29.58a	11.68a	41.25a
		EC 4.5	22.91c	8.53b	31.44c
	S5	EC 1.5	25.45bc	8.82b	34.26bc
		EC 3.0	27.32ab	10.44ab	37.74ab
		EC 4.5	25.10bc	9.62b	34.72bc
S28/C14	S2	EC 1.5	33.41a	15.12a	48.52a
		EC 3.0	26.00c	10.50c	36.50c
		EC 4.5	29.67b	11.93b	41.58b
	S5	EC 1.5	32.07ab	13.57ab	45.63ab
		EC 3.0	31.68ab	13.62ab	45.29ab
		EC 4.5	26.06c	10.50c	36.55c

표 3-1-78. 다단식시스템 재배에 따른 양액의 농도별 배초향의 기능성물질 함량

육묘/재배 기간	층	양액농도	Polyphenol (mg/100g · FW)	Anthocyanin (mg/100g · FW)	Flavonoid (mg/100g · FW)
S07/C36	S2	EC 1.5	45.76	53.14	3.10
		EC 3.0	41.16	55.50	2.79
		EC 4.5	42.29	50.96	3.57
	S5	EC 1.5	49.65	54.90	3.80
		EC 3.0	45.09	56.23	3.57
		EC 4.5	42.13	44.38	3.95
S28/C14	S2	EC 1.5	53.41	63.47	2.93
		EC 3.0	45.31	38.79	5.73
		EC 4.5	51.78	51.22	3.23
	S5	EC 1.5	39.09	36.79	3.72
		EC 3.0	38.63	36.70	2.83
		EC 4.5	45.70	49.70	3.91



S2

S5

그림 3-1-64. 다단식시스템 재배에 따른 양액의 농도별 배초향의 생육  
(S28/C14 : 2016-06-07 수확)

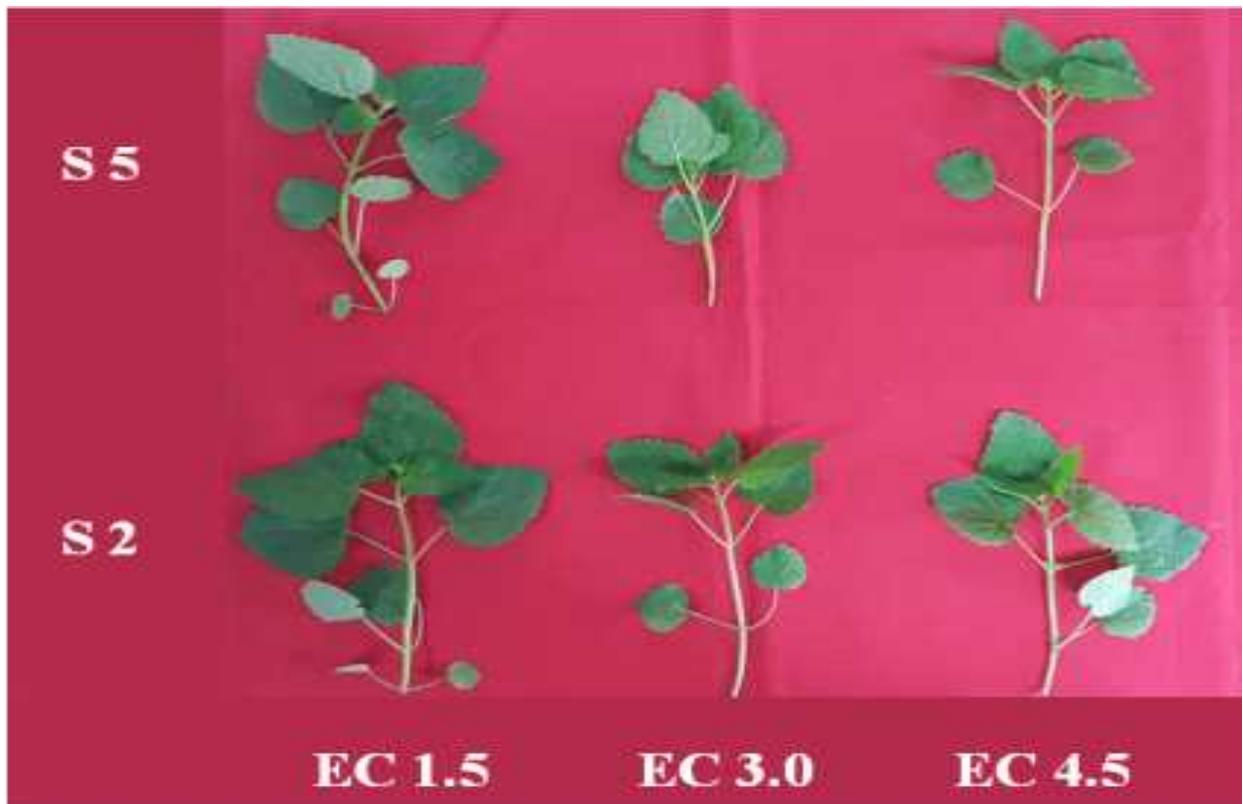


그림 3-1-65. 다단식시스템 재배에 따른 파종 42일후 배초향의 양액 농도별 생육(6/7일 수확)

[실험 5] 다단식시스템 재배에 따른 ‘배초향’의 적정수확시기 결정

표3-1-79. 재배개요

층	파종	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1, S6	2016-06-10	2016-06-20	2016-06-27		7	17
			2016-07-02	10	12	22
			2016-07-04		14	24

본 연구는 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 배초향을 이용하여 2016년 6월 10일부터 7월 4일까지 실험하였다. 벼 육묘상에 코코넛코이어 배지를 1.5cm 충전한 후, 2~3회 이상 지하수로 염류를 씻어낸 후 Yamasaki 엽채류 배양액 EC 1.5dS/m 수준으로 포수하였다. 그 후 줄뿌림으로 파종(3×3cm, 200립/트레이)하였고, 재배기간동안 EC 1.5dS/m로 재배하였다. 파종 10일 후에 다단 처리하였고, 처리 후 7일째 1차, 12일째 2차, 14일째 3차 수확하여 적정 수확시기를 알아보려고 하였다. 1차, 2차 수확시에는 S1층에서의 초장, 엽수, SPAD의 결과를 제외하고 S6층에서의 생육이 더 좋았으나 3차 수확시에는 모든 항목에서 S6층보다 S1층에서 높은 생육결과를 보였다. 엽록소함량의 결과에서도 6층에서 재배할 때 2차 수확일에서 가장 높은 함량을 보였다. S1층 재배시 2차 수확시점에서 높은 폴리페놀, 안토시아닌 함량의 결과를 보였고, 플라보노이드 함량은 재배기간이 길어질수록 증가된 경향을 나타냈다. S6층 재배시에는 세 개 항목 모두 재배기간이 길어질수록 함량이 높은 결과를 보였다. S1층에서 재배시 2차 수확일(처리 후 12일)이 적합할 것으로 보이며, S6층 또한 2차 수확시점이 적당하지만 기능성 함량까지 고려한다면 3차 수확일(처리 후 14일)도 가능할 것으로 보인다. 또한 배초향은 S1층에서의 생육과 기능성 물질 함량도 S6층과 비교할 때 큰 차이가 없으므로 고품을 요구하는 작물은 아닌 것으로 보여 다단재배에 매우 적합한 식물로 판단된다.

표 3-1-80. 다단식시스템 재배에 따른 수확시기별 배초향의 생육

층	수확	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)	TOTAL (g)
S1	1차	10.79	2.73	2.67	7.20	26.58	0.55	5.02	45.10
	2차	18.24	4.08	4.17	8.50	26.68	1.35	9.29	119.70
	3차	18.78	4.30	3.64	9.80	32.08	1.58	15.60	132.94
S6	1차	8.21	2.97	2.88	6.80	26.28	0.62	7.20	62.70
	2차	17.16	4.10	4.22	9.60	28.76	1.56	13.35	97.00
	3차	18.53	3.69	3.42	7.80	34.58	1.14	13.36	103.39

표 3-1-81. 다단식시스템 재배에 따른 수확시기별 배초향의 엽록소함량

층		Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S1	1차	28.06	9.80	37.85
	2차	21.19	6.79	27.98
	3차	26.66	9.77	36.42
S6	1차	15.43	4.92	20.34
	2차	23.69	8.70	32.38
	3차	20.50	7.30	27.79

표 3-1-82. 다단식시스템 재배에 따른 수확시기별 배초향의 기능성물질 함량

층		Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S1	1차	53.4 ± 8.40	44.2 ± 6.25	4.9 ± 0.13
	2차	74.6 ± 6.11	67.9 ± 8.80	5.0 ± 0.68
	3차	52.1 ± 1.19	55.3 ± 2.21	5.3 ± 0.08
S6	1차	40.1 ± 3.61	28.6 ± 3.42	5.4 ± 0.76
	2차	67.3 ± 2.89	64.6 ± 1.87	5.8 ± 0.84
	3차	79.7 ± 0.47	70.5 ± 1.90	6.2 ± 0.44



그림 3-1-66. 다단식시스템 재배에 따른 수확시기별 배초향의 생육

[실험 6] 다단식시스템 재배시 육묘일수에 따른 ‘큰다닥냉이’의 생육특성

표 3-1-83. 재배개요

층	과종	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1, S3, S6	2015-09-30	2015-10-13	2015-10-27	13	14	27
	2015-09-30	2015-10-19	2015-10-27	19	8	27

본 실험은 큰다닥냉이를 이용하여 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 2015년 9월 30일부터 10월 27일까지 재배하였다. 벼 육묘상에 원예용 상토 1.5cm 충전한 후 줄뿌림으로 과종(3×3cm, 200립/트레이)하였다. 9월 30일 과종 후 13일째(S13) 다단 처리를 하였고, 6일 뒤인 과종 19일째(S19)에 2차 다단처리를 실시하였다. 다단식시스템의 S1, S3, S6에 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 각각 처리를 시작한 후 14일째(S13/C14), 8일째(S19/C08)인 10월 27일에 모두 수확하였다. 총 재배기간은 두 처리 모두 27일로 동일하였다. 다단 처리시기에 따른 큰다닥냉이의 생육은 육묘기간이 길었던 S19/C08처리에서 전반적으로 수치는 높았으나 큰 차이는 없었다. 다단에 따른 생육은 육묘기간에 관계없이 모두 S6층에서 높은 경향을 보였는데, 특히 생체중의 경우 S6층에서 재배하였을 때 S1층과 S3층 무게의 약 2배의 결과를 보였다. 기능성 성분의 함유량은 육묘기간이나 다단층에 따른 뚜렷한 경향은 없었으나 S13/C14 처리에서는 S6층에서 3개 성분 모두 가장 높은 함량을 나타냈다. S19/C08에서는 S1층에서 폴리페놀과 안토시아닌 함량이 높은 수치를 보였다.

표 3-1-84. 다단식시스템에서 육묘일수에 따른 파종 27일 후 큰다닥냉이 생육

육묘/재배기간	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S13/C14	S1	9.6 bc	8.6 b	2.0 b	4.0 b	28.5 d	0.3 c	2.7 d
	S3	9.5 bc	8.4 bc	1.8 c	4.0 b	30.2 cd	0.3 d	3.1 cd
	S6	9.8 ab	8.8 ab	2.4 a	4.8 a	35.1 a	0.6 a	6.1 a
S19/C08	S1	9.1 c	7.9 c	1.9 bc	4.0 b	32.3 bc	0.3 c	3.5 c
	S3	10.4 a	9.3 a	2.0 bc	4.3 b	31.6 bc	0.5 b	4.6 b
	S6	10.0 ab	8.9 ab	2.6 a	4.8 a	33.1 ab	0.6 a	6.2 a

\* S : Seedling(육묘기간), C : Cultivation(재배기간)

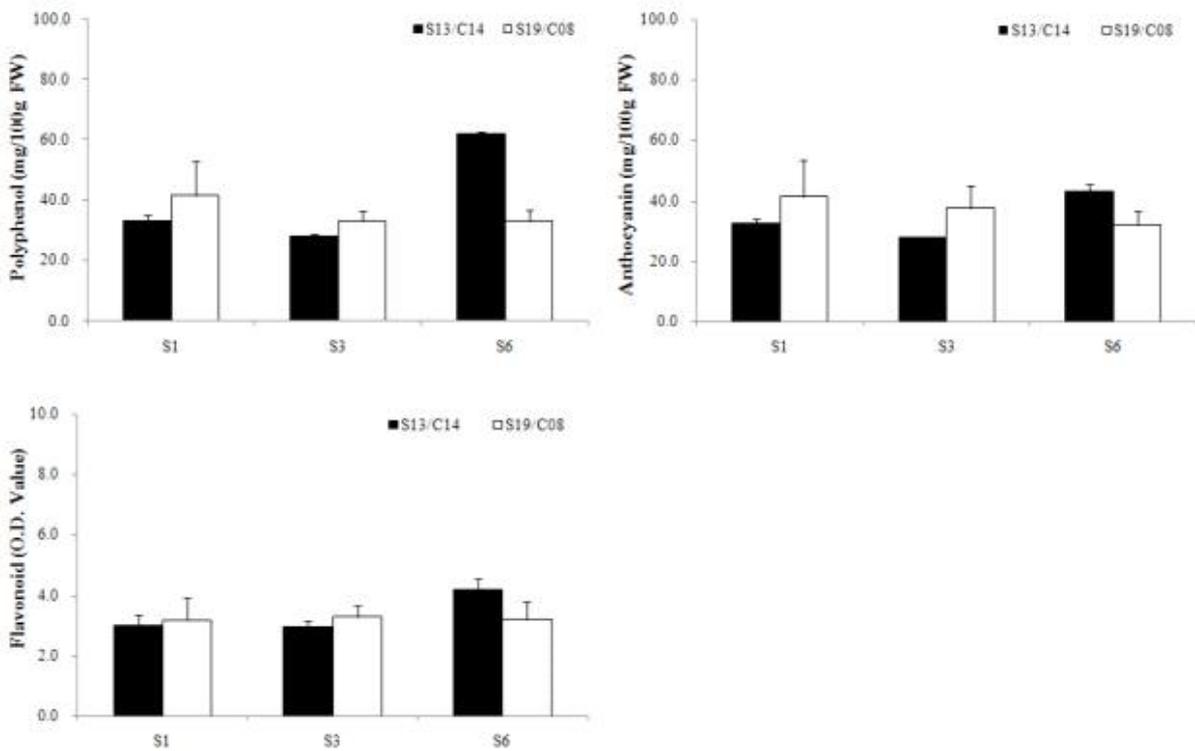


그림 3-1-67. 다단식시스템에서 육묘일수에 따른 파종 27일 후 큰다닥냉이 기능성물질 함량



그림 3-1-68. 다단식시스템에서 육묘일수에 따른 층위별 큰다닥냉이 생육

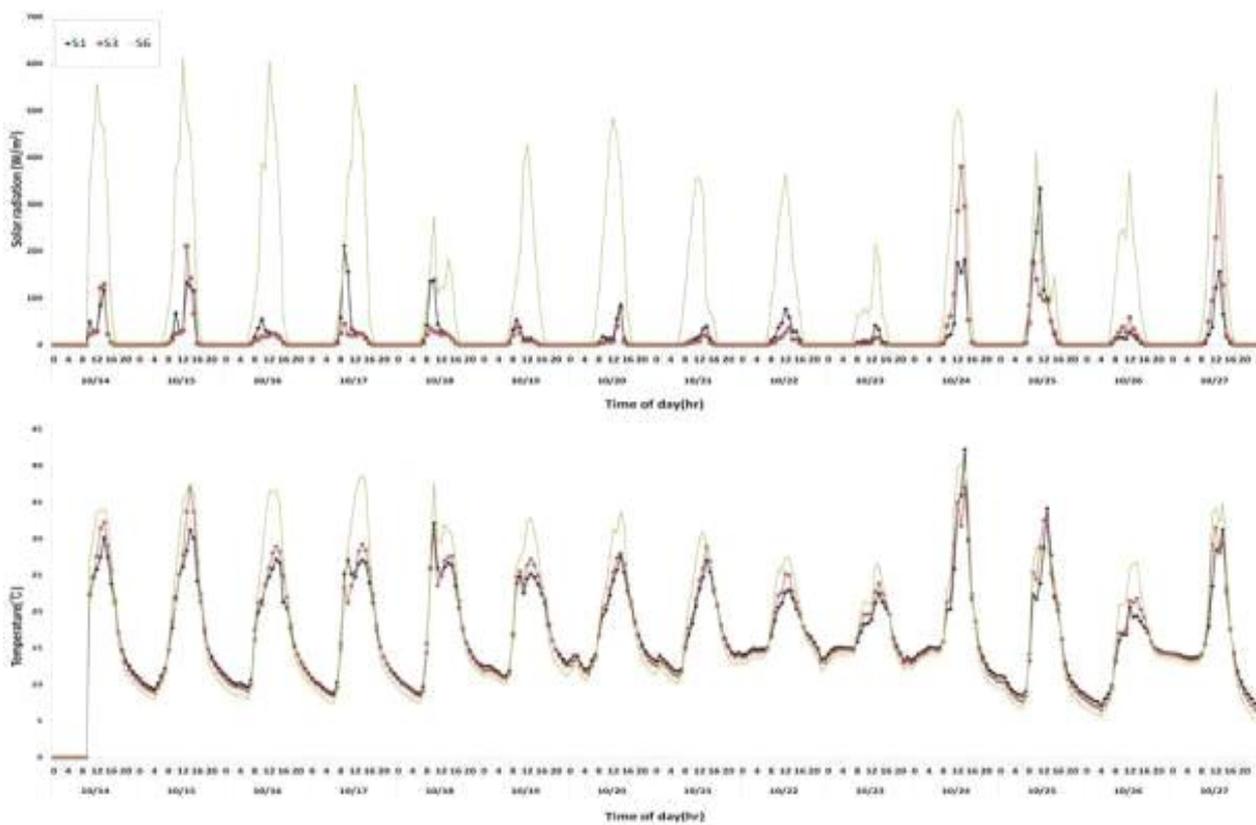


그림 3-1-69. 다단식시스템에서의 생육기간 동안 위치별 시간당 평균 광량과 온도 변화 (10월13일~27일, 재배일수 14일)

[실험 7] 다단식시스템 재배에 따른 양액농도별 ‘큰다다냉이’의 생육특성

표 3-1-85. 재배개요

층	양액농도	파종	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1	EC 1.5	2016-04-18	2016-04-25	2016-05-20	7	25	32
	EC 3.0						
S6	EC 4.5	2016-04-26	2016-05-10	2016-05-31	14	21	35

본 연구는 강원대학교 원예학과 2연동 플라스틱 온실에서 큰다다냉이를 이용하여 2016년 4월 18일부터 5월 31일까지 두 번에 걸쳐 실험하였다. 벼 육묘상에 코코넛코이어 배지를 1.5cm 층진한 후, 2~3회 이상 지하수로 염류를 씻어낸 후 Yamasaki 엽채류 배양액(N-P-K-Ca-Mg = 6-1.5-4-2-1 me/L) 1.5dS/m를 이용하여 포수하였다. 그 후 줄뿌림으로 파종(3×3cm, 200립/트레이)하였고, 재배기간동안 배액을 이용하여 급액 EC 1.5, 3.0, 4.5dS/m 세 수준으로 나누어 공급하였다. 다단시스템 S1, S6층에 나누어 완전임의 배치법으로 3반복하였다. 1차 실험은 파종 후 7일째 다단 처리하여 25일동안 재배(05/20)하였고, 2차 실험은 일주일후에 파종하여 14일 동안의 육묘 기간을 가진 후 21일동안 재배(05/31)하였다. 05/20의 생육결과는 S1층의 EC 3.0dS/m과 4.5dS/m에서 초장, 엽장, 생체중의 결과가 높았다. 광량이 많았던 S6층에서는 급액농도가 높아질수록 엽장, 엽폭, SPAD에서 높은 값을 보였으나 생체중은 EC 3.0 dS/m에서 S1층과 유사한 결과를 보였고 EC 1.5dS/m와 4.5dS/m는 0.2g 정도로 매우 낮은 결과를 보였다. 또한 사진에서도 볼 수 있듯이 S6층의 EC 1.5dS/m에서는 식물체가 거의 없었다. 05/31의 생육결과는 S6층보다 S1층의 초장, 엽장이 더 높았고 엽폭과 엽수는 처리간에 차이가 크지 않았고 생체중은 S6층에서 유의적으로 모든 급액농도에서 S1층에 비해 높은 결과를 보였다. 05/31의 엽록소함량의 결과는 급액농도에 따른 경향은 없었고 S1층에서는 EC 3.0, 4.5dS/m에서 S6층에서는 EC 4.5dS/m에서 가장 높은 값을 보였다. 폴리페놀, 안토시아닌, 플라보노이드 함량은 급액농도나 다단의 차이에 따른 경향이나 유의적 차이가 없었다.

표 3-1-86. 다단식시스템 재배에 따른 양액농도별 큰다닥냉이의 생육

육묘/재배기간	층	양액 농도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)
S07/C25	S1	EC 1.5	9.38b	8.72b	2.03b	4.00b	23.75c	0.47b	3.57b
		EC 3.0	10.28ab	9.73ab	1.92b	4.00b	25.44c	0.33bc	3.38b
		EC 4.5	10.79a	9.9a	2.61a	4.20ab	32.37b	0.65a	5.20a
	S6	EC 1.5	4.07d	3.46d	1.28c	4.30ab	35.33b	0.20c	1.17c
		EC 3.0	7.27c	6.61c	1.98b	4.60a	32.00b	0.46b	4.55ab
		EC 4.5	7.32c	7.03c	2.22ab	4.60a	43.02a	0.26c	3.57b
S14/C21	S1	EC 1.5	10.11a	9.87a	1.98ab	5.10b	28.74b	0.44b	4.68c
		EC 3.0	10.06a	9.74a	2.01ab	4.30c	33.43ab	0.47b	3.09d
		EC 4.5	8.92b	8.59a	1.70b	3.90c	34.24ab	0.29b	3.36d
	S6	EC 1.5	7.84b	6.63b	1.94ab	5.60ab	34.23ab	0.75a	6.06b
		EC 3.0	8.18b	7.22b	2.40a	6.20a	35.86a	0.71a	6.95b
		EC 4.5	8.83b	6.73b	2.21a	5.90ab	34.12ab	0.86a	8.45a

\* S : Seedling(육묘기간), C : Cultivation(재배기간)

표 3-1-87. 다단식시스템 재배에 따른 양액농도별 큰다닥냉이의 엽록소함량

육묘/재배기간	층	양액농도	Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S07/C25	S1	EC 1.5	13.80ab	5.82b	19.62b
		EC 3.0	17.47a	8.64a	26.10a
		EC 4.5	15.75a	7.75a	23.49ab
	S6	EC 1.5	9.54bc	3.95c	13.48c
		EC 3.0	6.68c	3.26c	9.94c
		EC 4.5	13.51ab	5.69b	19.19b

\* S : Seedling(육묘기간), C : Cultivation(재배기간)

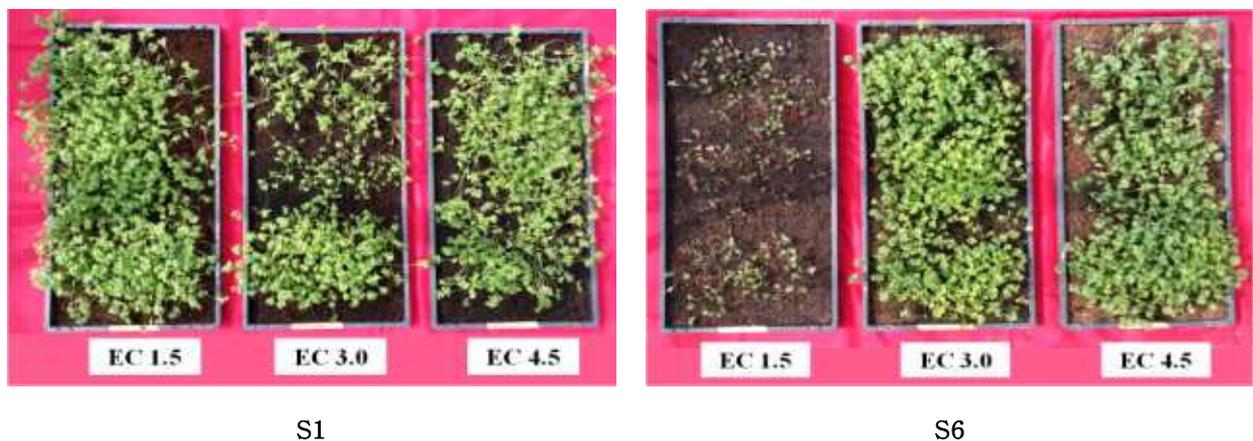


그림 3-1-70. 다단식시스템에서 양액농도별 큰다닥냉이의 생육

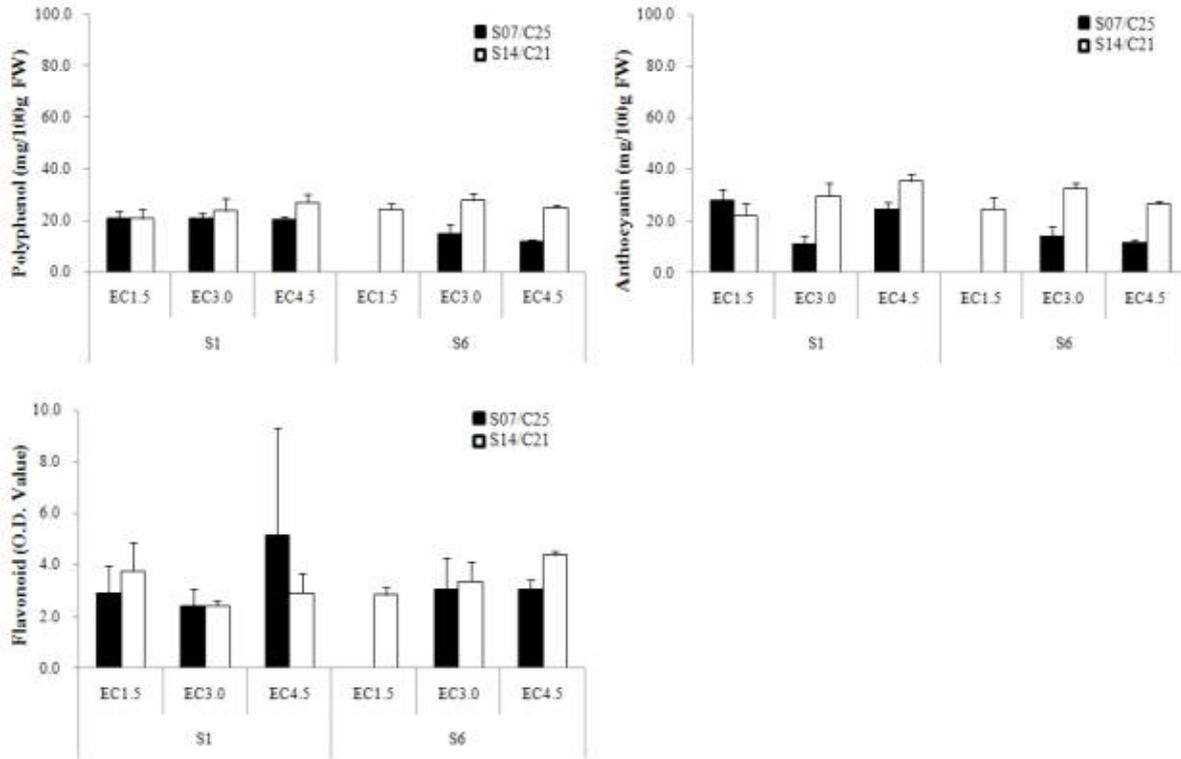


그림 3-1-71. 다단식시스템 재배에 따른 양액농도별 큰다닥냉이의 기능성물질 함량

[실험 8] 다단식시스템에서 ‘큰다닥냉이’의 적정수확시기 결정

표 3-1-88. 재배개요

처리	재배기간 (S)	과중	처리일자	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
S1, S6	S17	2016-06-1 0	2016-06-2 0	2016-06-27		7	17
	S22			2016-07-02	10	12	22
	S24			2016-07-04		14	24

표 3-1-89. 다단식시스템 재배에 따른 큰다닥냉이의 수확시기별 생육

층	수확 (일)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주무게 (g)	TOTAL (g)
S1	7	10.51	2.37	2.49	5.80	27.86	0.74	9.03	129.31
	12	9.99	1.97	2.31	5.50	26.62	0.57	6.36	126.44
	14	12.04	2.33	2.48	6.40	18.52	0.95	9.27	179.60
S6	7	8.66	2.64	2.11	6.70	29.13	0.61	6.20	146.93
	12	8.19	2.08	4.65	5.50	32.32	0.79	6.65	131.29
	14	10.67	2.22	2.11	6.70	20.12	0.75	8.71	169.97

표 3-1-90. 다단식시스템 재배에 따른 큰다닥냉이의 수확시기별 엽록소함량

층	수확 (일)	Chlorophyll a (mg/g · FW)	Chlorophyll b (mg/g · FW)	Total Chlorophyll (mg/g · FW)
S1	7	11.19	4.37	15.56
	12	5.30	2.08	7.37
	14	7.70	3.24	10.94
S6	7	4.55	1.69	6.24
	12	7.71	4.38	12.09
	14	4.30	2.49	6.79

표 3-1-91. 다단식시스템에서 재배된 수확시기별 큰다닥냉이의 기능성물질 함량

층	수확 (일)	Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
S1	7	29.3 ± 6.31	33.2 ± 9.12	2.9 ± 0.31
	12	41.8 ± 1.62	34.7 ± 3.22	3.0 ± 0.21
	14	17.2 ± 3.82	20.4 ± 7.64	3.1 ± 0.36
S6	7	40.6 ± 2.90	31.4 ± 0.33	2.7 ± 0.25
	12	31.8 ± 7.19	32.9 ± 7.98	3.5 ± 0.16
	14	46.4 ± 2.11	45.0 ± 2.61	3.5 ± 0.51

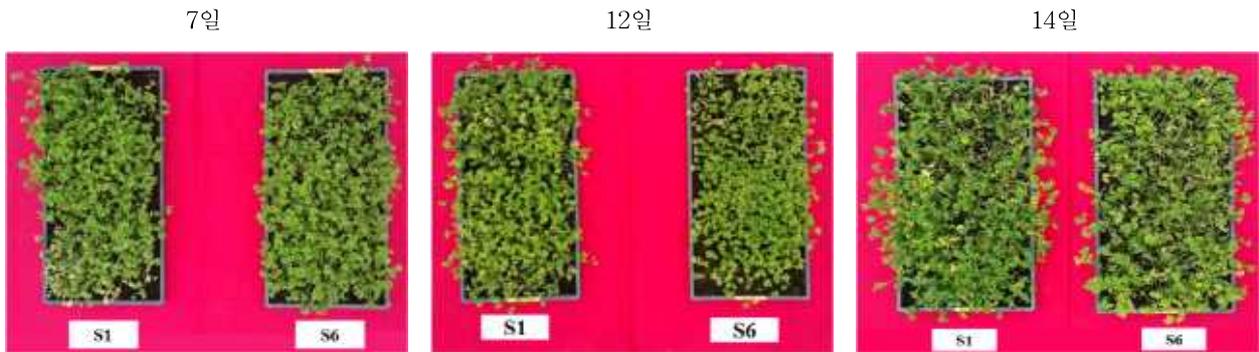


그림 3-1-72. 다단식시스템 재배에 따른 큰다닥냉이의 수확시기별 생육

이를 종합하였을 때, 배초향과 큰다닥냉이의 기능성 함량은 재배시기와 다단위치에 따라 차이를 보였다. 한편, 큰다닥냉이는 재배기간이 14~28일로 일반 어린잎 채소 재배 기간과 비슷한 반면, 배초향은 재배기간이 24~61일로 긴 특징을 갖고 있었다.

라. 어린잎 채소 비육묘판 적용에 필요한 생력화

[실험 1] 비육묘판에서 배수 구멍에 따른 수분함량 변화

배수구가 바닥에 없는 시판용 비 육묘판에 배수구를 24구 (Ø5mm) 처리하고, 원예용 상토를 2cm 복토한 후 작물이 없는 상태에서 급액 횟수에 따른 하루 동안 배지 내 수분함량 변화를 조사하였다. 1회 급액 량은 400ml 로 2시간 간격으로 3회 급액 처리하였다. 수분 함량은 비 육묘판의 매시간 무게를 측정하여 산출하였다.

$$\text{수분함량}(\%) = [(\text{측정 후 무게} - \text{측정 전 무게}) / \text{측정 전 무게}] \times 100$$

배수구 유무에 따른 24시간 후 수분함량은 배수구가 없을 때 높았으며, 급액횟수가 증가하면서 수분함량도 높았다(표 23)

급액 횟수가 증가함에 따라 1회 급액시 수분함량을 100%로 기준할 때 약 20% 증가하였으며, 3회 급액시 배수구가 유무에 따른 수분함량 편차를 커졌다. 이는 기존 시판되는 비 육묘판의 하단부에는 배수구가 없어 생육 초기에는 급액량에 따른 배지 내 수분함량이 유지 될 수 있으나, 생육 중기에는 급액량과 급액 횟수에 따른 배지 수분함량 변화가 작물 생육에 영향 인자로 될 수 있으므로, 차년도 연구에는 생육 단계별 작물 급액 전략이 필요하리라 본다.

표 3-1-92. 비육묘판 배수구와 급액 횟수에 따른 24시간 후 수분함량

배수구	0구			24구			
	1일 급액횟수	1	2	3	1	2	3
수분함량		45%	62%	72%	48%	60%	67%

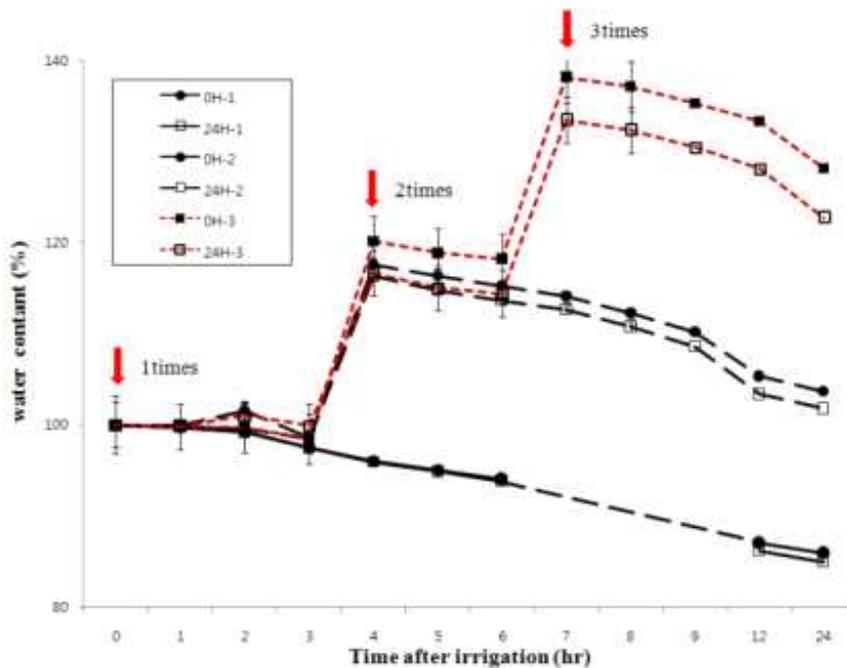


그림 3-1-73. 비육묘판 배액구와 급액횟수에 따른 하루 중 수분함량 변화 (0, 24는 트레이 배액구 숫자, ↓는 급액횟수임.)

**[실험 2] 벼육묘판에서 배수 구멍에 따른 엽채류의 생육변화**

건강다채와 개량담배상추를 2015년 6월 9일에 파종하여 7월 3일까지 재배하면서 수행하였다. 처리 내용은 벼육묘판을 5.5mm의 크기로 배수 구멍을 만들었고, 0, 12, 24, 48, Max(1024)로 5개 처리를 두었다. 본엽이 2매 전개되었을 때 액비를 공급하였다. 액비는 야마자키 토마토 전용 배양액을 사용하였으며, 3일 간격으로 하루에 1회 두상관수 하였다.

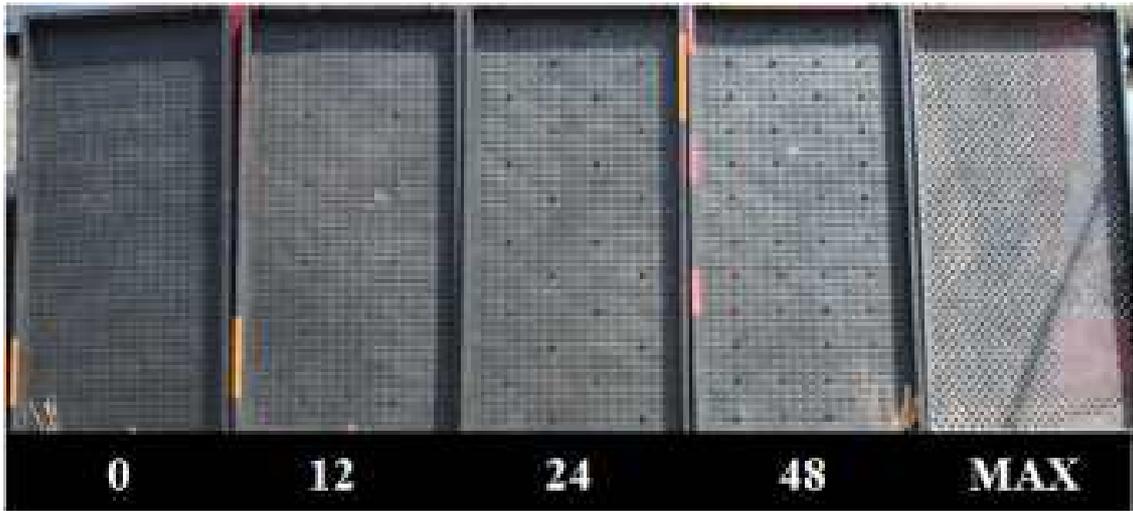


그림 3-1-74. 벼육묘판 구멍 처리구

초기 15일까지의 생육조사 결과 배수 구멍이 많을수록 생육은 좋았다. 하지만 25일이 지난 후에는 배수구멍 24개와 48개의 생육이 좋았으며, 뿌리의 양도 24, 48개의 배수 구멍이 가장 좋았다. 이는 근권 배지량에 비례하여 지상부의 생육도 비례함을 알 수 있었다.

표 3-1-93. 배수 구멍에 따른 파종 15일째 엽채류의 생육

작물명	배수구멍 개수	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)	수량 (g/tray)
건강다채	0	7.5bc	4.9ab	1.9bc	3.0b	0.9a	0.3bc	0.02bc	87.0
	12	7.3c	4.8b	1.9bc	3.3ab	0.9a	0.3bc	0.03ab	74.8
	24	8.3abc	4.9ab	1.6c	3.7a	0.9a	0.3c	0.02c	80.7
	48	9.0a	5.6a	2.3a	3.4ab	1.0a	0.5a	0.03a	91.7
	Max	8.5ab	5.1ab	2.1ab	3.6ab	1.0a	0.4ab	0.03ab	96.3
개량담배 상추	0	7.9a	6.5ab	1.6ab	1.6a	0.8a	0.2ab	0.01ab	22.4
	12	8.2a	7.4a	1.7a	1.3b	0.9a	0.2a	0.01a	12.3
	24	6.7b	5.6a	1.5ab	1.2bc	0.9a	0.2bc	0.01ab	36.9
	48	6.2b	5.2c	1.5ab	1.0c	0.8a	0.2c	0.01b	47.6
	Max	6.8b	5.5bc	1.4b	1.3b	0.9a	0.2bc	0.01ab	53.4

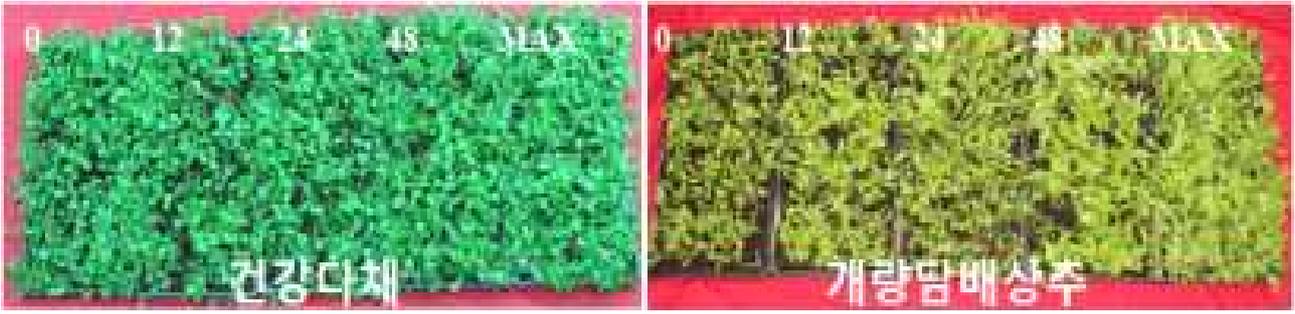


그림 3-1-75. 배수 구멍에 따른 파종 15일째 엽채류의 생육

표 3-1-94. 배수 구멍에 따른 파종 25일째 엽채류의 생육

작물명	배수구멍 개수	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)	수량 (g/tray)
건강다채	0	13.0b	8.3cd	2.3c	3.5a	1.2ab	1.0bc	0.07b	310
	12	14.1ab	8.8bc	2.4bc	3.5a	1.2ab	1.0bc	0.08b	320
	24	13.9ab	8.0d	2.4bc	3.9a	1.1b	0.9c	0.07b	385
	48	14.9a	9.9a	2.8a	3.6a	1.3a	1.5a	0.10a	275
	Max	14.5a	9.4ab	2.6ab	3.6a	1.2ab	1.3b	0.08b	275
개량담배 상추	0	15.4a	13.4a	2.8b	1.2a	1.4ab	0.9b	0.04bc	275
	12	15.8a	13.9a	3.1a	1.2a	1.6a	1.3a	0.06a	245
	24	13.3b	11.4b	2.6b	1.2a	1.3bc	0.8b	0.04c	345
	48	12.9bc	11.2b	2.5b	1.1a	1.3bc	0.9b	0.05ab	295
	Max	12.4c	10.7b	2.0c	1.2a	1.2c	0.6c	0.03c	215

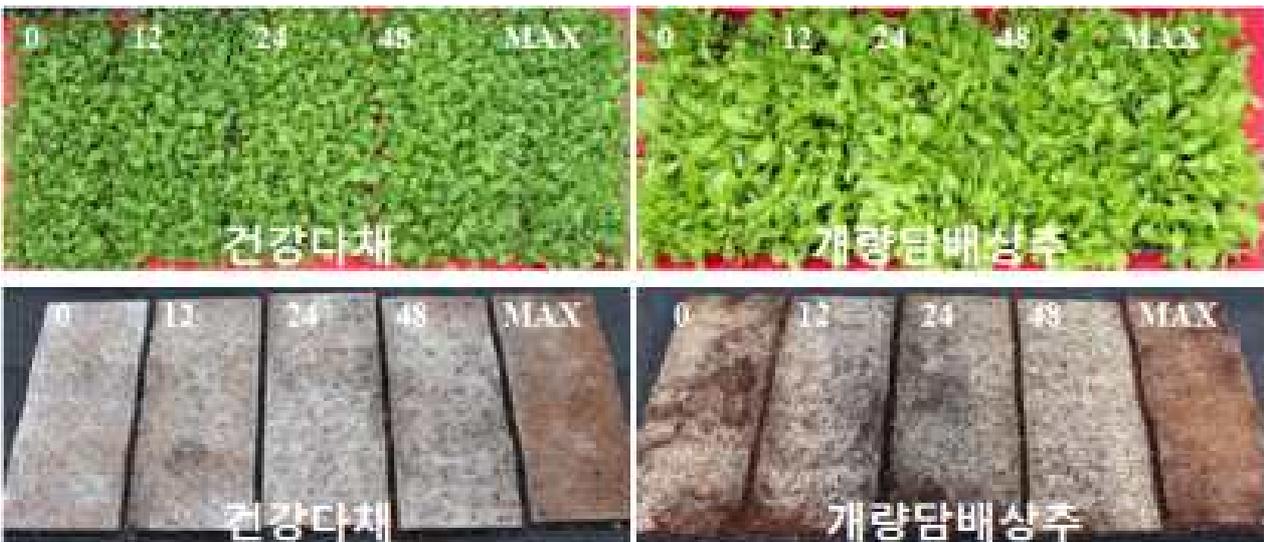


그림 3-1-76. 배수 구멍에 따른 파종 25일째 엽채류의 생육(상: 지상부, 하: 지하부)

### [실험 3] 파종 방법이 생육 및 수확에 미치는 영향

처리 품종은 적겨자, 청치마 상추, 청경 근대, 배추, 비타민 다채를 2015년 6월 25일 파종하여 7월 14일까지 재배하면서 수행하였다. 종류별 벼육묘판당 파종량은 산파와 조파 모두 200립을 파종하였다. 정식 후 본엽이 2개 전개 되었을 때 양액을 급액하였으며, 각 품종 별 생육은 초장, 엽장, 엽폭, 엽병, 경경, 생체중 및 1tray의 중량을 조사하였다.

파종 방법별 초기 묘소질은 표 26에서와 같이 적겨자와 배추를 뺀 나머지의 엽채류의 생육 상황에서 줄

뿌림 보다 산파의 생육 및 수확량이 많음을 알 수 있었다. 이는 파종밀도가 현저히 다른 두 육묘방식의 차이 때문이며, 보다 넓은 생육공간을 확보할 수 있는 묘가 더 건실한 묘를 생산하는 것으로 보인다.

표 3-1-95. 파종 방법에 따른 파종 20일째 생육

작물명	파종방법	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	수량 (g/tray)
적겨자	조파	16.1	11.2	3.5	2.6	1.6	1.3	230
	산파	14.9	11.1	3.2	2.2	1.9	1.3	180
배추	조파	13.1	11.3	4.3	1.6	1.9	1.8	375
	산파	12.3	11.3	4.7	1.0	2.0	2.1	425
다채	조파	12.7	8.8	2.9	2.5	1.4	1.0	220
	산파	14.6	10.9	3.3	1.7	1.7	1.8	235
근대	조파	13.3	10.9	2.2	2.3	1.6	0.9	240
	산파	17.0	14.0	2.9	2.6	2.5	1.9	285
상추	조파	11.7	11.2	4.6	0.4	1.7	1.5	215
	산파	13.2	12.6	4.8	0.6	1.5	1.6	245

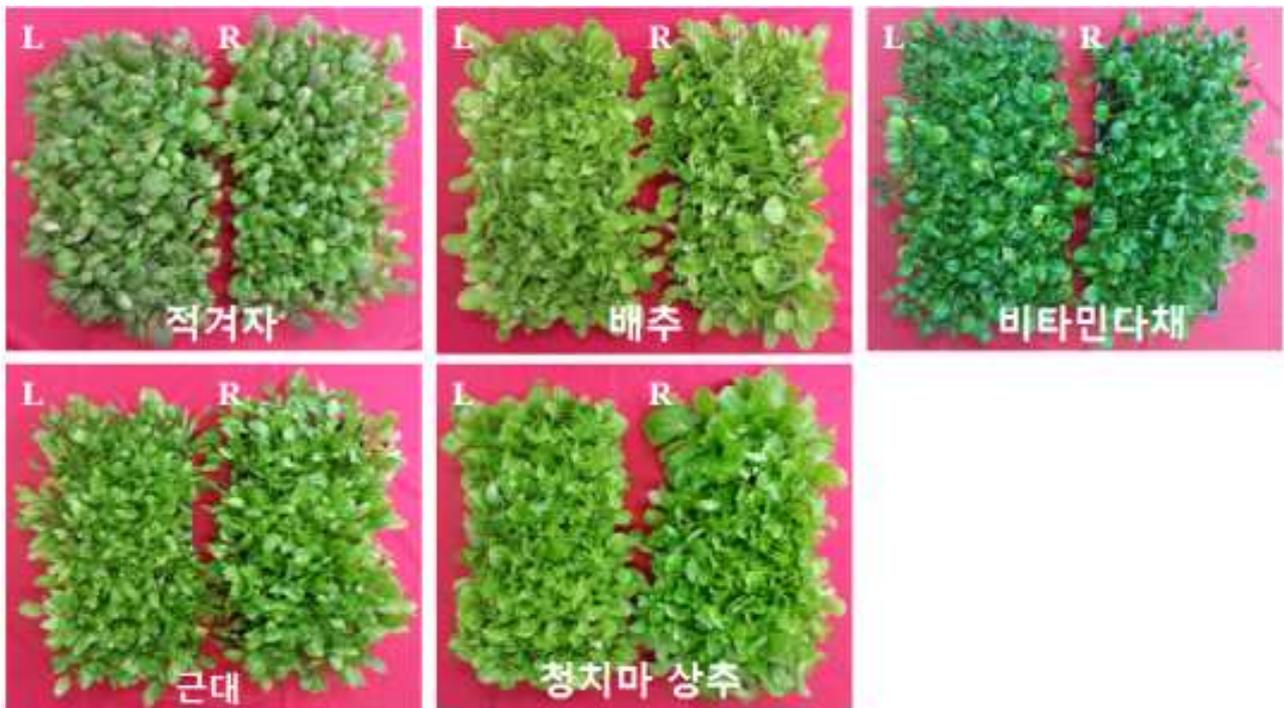


그림 3-1-77. 어린잎 채소 파종방법에 따른 파종 20일째 생육(L 조파, R 산파)

표 3-1-96. 파종 방법에 따른 파종 28일째 생육

작물명	파종방법	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병 (cm)	경경 (mm)	생체중 (g)	수량 (g/tray)
적겨자	조파	16.7	11.7	3.4	2.2	1.6	1.5	313.8
	산파	17.3	11.9	3.7	2.1	1.7	1.8	351.7
배추	조파	14.7	13.1	4.5	1.5	2.0	3.5	555.8
	산파	15.3	12.7	5.3	1.4	2.2	4.8	490.0
다채	조파	14.9	10.1	3.3	2.4	1.6	2.0	335.8
	산파	16.8	12.2	3.5	1.9	1.8	3.3	320.7
근대	조파	16.1	13.5	2.7	2.3	2.2	1.9	387.9
	산파	17.2	14.6	3.1	2.1	2.4	2.9	428.9
상추	조파	17.1	16.5	4.8	0.5	2.2	2.9	364.9
	산파	19.2	18.4	5.2	0.5	2.4	4.7	505.7



그림 3-1-78. 어린잎 채소 파종방법에 따른 파종 28일째 생육(L 조파, R 산파)

[실험 4] 다단식시스템 재배시 배지종류에 따른 어린잎 생육 특성

표 3-1-97. 재배개요

로메인화이트	과종	처리일자	다단조절	수확일자	육묘일수	재배일수	전체기간
HS				2016-07-11		7	16
CS	2016-06-23	2016-07-04			9		
Coir				2016-07-16		12	21
C+P							

\* HS(Horticulture substrate), CS(Coir Slab), C+P(Coir:Perlite=1:1)



그림 3-1-79. 과종 후 4일째 재배경과

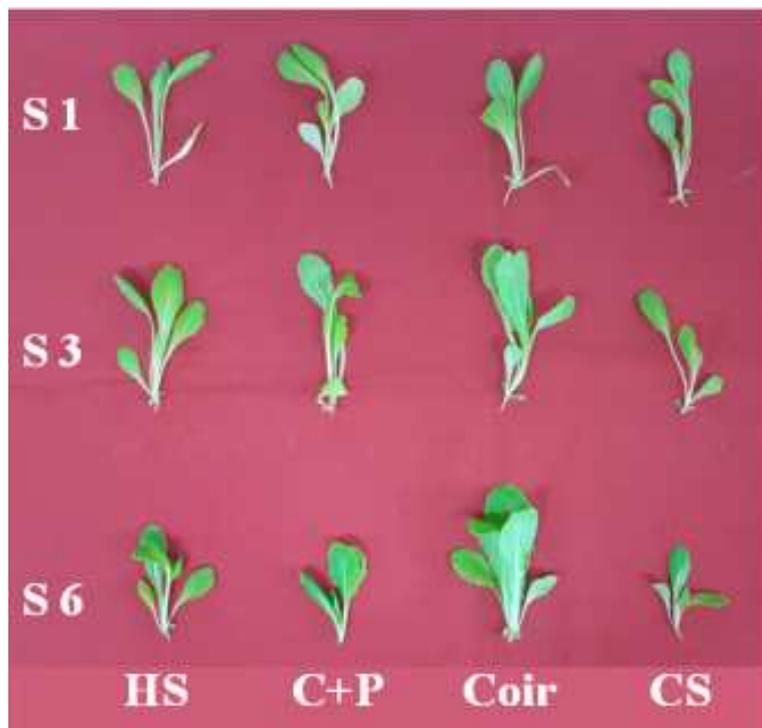


그림 3-1-80. 배지종류별 다단식시스템 재배에 따른 과종 21일째 로메인화이트 생육

표 3-1-98. 배지종류별 다단식시스템 재배에 따른 파종 21일째 로메인화이트 생육

배지 종류	재배 기간	층	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD	생체중 (g/plant)	건물물 (%)
HS	C07	S1	8.16 b	7.36 b	1.90 b	4.00 bc	17.60b	0.35 b	5.66 c
		S6	6.14 d	5.30 d	1.70 bc	3.80 c	22.98a	0.31 bc	10.39a
	C12	S1	11.78bc	10.15bcd	1.94 b	4.60 d	17.80b	0.58 de	4.83 bc
		S3	10.64d	9.48 cd	2.50 b	5.10 cd	17.96b	0.86 bcd	4.77 bc
		S6	8.80 e	7.80 e	2.52 b	5.70 b	17.96b	1.11 b	5.32 bc
		S6	8.80 e	7.80 e	2.52 b	5.70 b	17.96b	1.11 b	5.32 bc
CS	C07	S1	6.58 cd	5.98 cd	1.44 c	4.00 bc	14.24d	0.19 c	5.98 c
		S6	5.88 d	5.26 d	1.70 bc	3.80 c	15.98bcd	0.25 bc	8.37 b
	C12	S1	11.64bcd	10.78bc	2.19 b	5.10 cd	15.78bc	0.57 de	4.74 ab
		S3	11.19cd	10.54bcd	2.09 b	5.10 cd	16.46bc	0.58 de	5.00 bc
		S6	6.88 f	6.19 f	2.01 b	5.00 cd	23.02a	0.46 e	6.52 bcd
		S6	6.88 f	6.19 f	2.01 b	5.00 cd	23.02a	0.46 e	6.52 bcd
Coir	C07	S1	8.26 b	7.28 b	1.56 c	3.80 c	14.64cd	0.25 bc	5.15 c
		S6	7.50 bc	6.64 bc	2.26 a	4.40 abc	21.14b	0.53 a	8.25 b
	C12	S1	11.91ab	10.22bcd	2.41 b	5.20 c	16.38bc	0.88 bc	4.20 c
		S3	12.19bcd	10.41bcd	2.42 b	5.30 bc	13.56c	0.97 bc	4.12 c
		S6	11.34bcd	9.38 d	3.82 ab	6.30 a	22.56a	2.15 a	5.40 bc
		S6	11.34bcd	9.38 d	3.82 ab	6.30 a	22.56a	2.15 a	5.40 bc
C+P	C07	S1	10.34a	8.92 a	2.16 a	4.60 ab	16.74bc	0.50 a	5.28 c
		S6	6.66 cd	6.10 cd	2.22 a	4.80 a	22.50a	0.49 a	8.85 b
	C12	S1	12.12abc	11.35ab	2.13 b	5.00 cd	16.66b	0.61 de	4.75 bc
		S3	12.83a	12.28a	2.25 b	5.10 cd	16.56b	0.69 bcd	5.22 c
		S6	7.63 f	6.80 f	4.69 a	4.60 d	23.78a	0.72 cde	8.06 a
		S6	7.63 f	6.80 f	4.69 a	4.60 d	23.78a	0.72 cde	8.06 a

[실험 5] 다단시스템 재배시 급액횟수와 급액량에 따른 어린잎 생육 특성

표 3-1-99. 재배개요

1일 급액량 (ml)	1회공급량 (ml)	품종	파종	처리일	수확일	육묘일수	재배일	전체기간
600	300(2회)	다채	2016-04-04	2016-04-15	2016-04-29	11	15	26
	200(3회)							
	150(4회)							
	100(6회)							
400-400	200	로메인 화이트	2016-06-23	2016-07-04	2016-07-08	9	4	13
400-600								
600-600								
600-800								
					2016-07-16		12	21

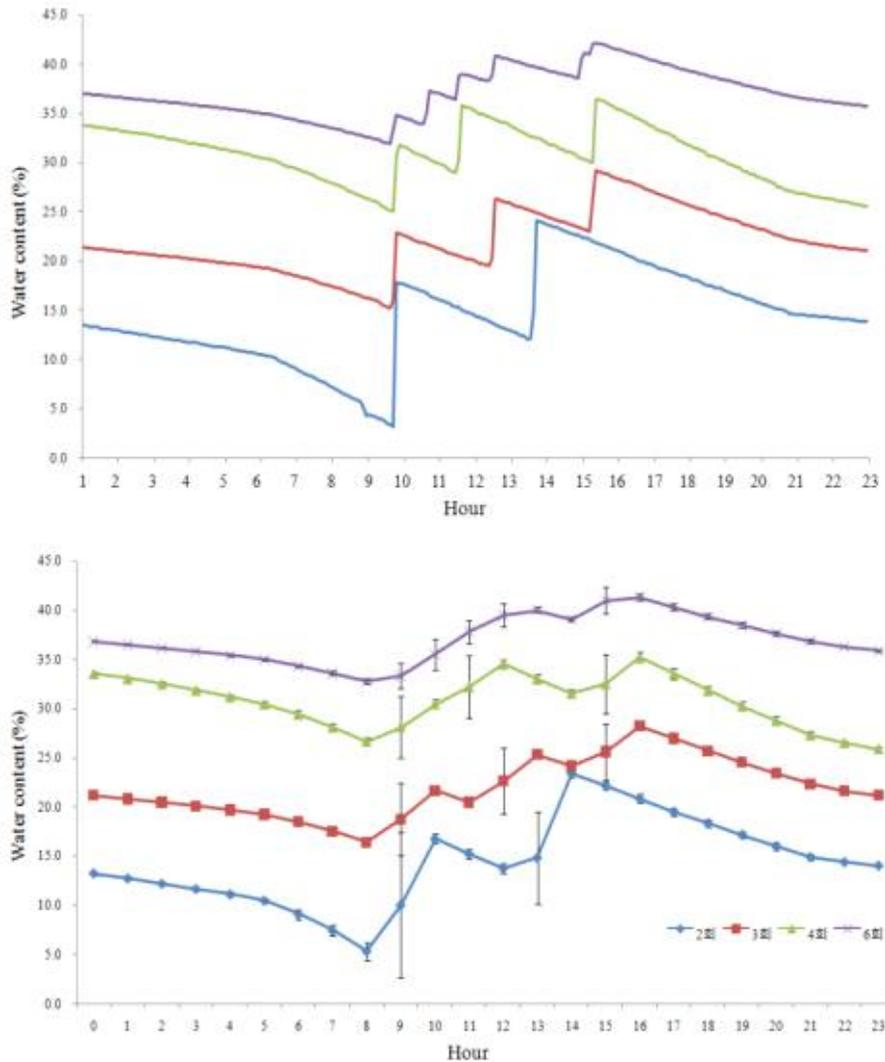


그림 3-1-81. 급액횟수에 따른 무게변화를 이용한 함수량

본 연구는 인공광원을 이용한 완전 제어형 챔버(온도 25℃, 습도 75%) 내에서 벼 육묘판을 이용한 어린잎 재배시 관수횟수에 따른 식물의 생육특성을 확인하고자 하였다. 시험 품종은 다채를 이용하였고, LED광원을 이용하여  $L6(150\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$ 의 조건에서 완전잎의 배치 3반복으로 재배하였다. 벼 육묘상에 코코넛코이어 배지를 1.5cm 충전한 후, 2~3회 이상 지하수로 염류를 씻어낸 후 Yamasaki 엽채류 배양액 EC 1.5dS/m를 이용하여 포수하였다.

파종은 2016년 4월 4일 실시하여 약 10일 동안의 육묘기간 동안 200ml×1회/1일 공급하여 주었다. 총 15일의 재배 기간동안 공급 배양액은 EC 3.0dS/m의 수준으로 매일 2회×300ml, 3회×200ml, 4회×150ml, 6회×100ml를 나누어 공급하였다. 모든 처리구에서 일일 공급량은 600ml로 동일하였으며, 급액시작 시간은 09시 30분을 시작으로 1시간 간격으로 실시하고 마지막 급액시작 시간은 15시 30분으로 하였다. 다음 그래프는 관수 횟수에 따른 무게 및 함수량의 변화를 살피기 위하여 벼 육묘판을 로드셀 측정 장치위에 올려놓고 데이터를 기록하였다. 각각 9시 30분에 급액을 시작하여 급액된 양에 따라 함수율이 변화하고 있는 것을 알 수 있다. 다채의 생육은 엽장의 결과에서만 관수 횟수가 많아질수록 엽장이 유의적으로 감소한 결과를 보였다. 다른 항목에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았으며 전반적으로 비슷

한 결과를 보였으나 4회에 나누어 공급하였던 처리구에서 비교적 높은 결과를 보였다. 건물물의 결과는 한번에 300ml를 공급한 2회 처리구에서 비교적 낮은 건물물을 보였고, 나머지 처리구는 비슷한 수치를 나타냈다.

표 3-1-100. 파종 후 26일째 급액횟수에 따른 다채의 생육

급액횟수	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중(g)		건물중(g)	건물물 (%)
					1주	10주	10주	
2회	12.9	11.1 a	3.3	7.0	2.2	13.4	0.8	5.97
3회	12.5	10.7 ab	3.4	7.2	2.1	18.3	1.2	6.56
4회	12.0	10.6 ab	3.5	7.8	2.2	18.0	1.2	6.67
6회	11.9	10.1 b	3.4	7.4	2.2	18.5	1.3	6.76

또한, 급액량에 따른 어린잎의 생육특성 차이를 알아보기 위해 2016년 6월 23일에 ‘로메인화이트’ 품종을 파종하여 9일의 육묘기간 동안 EC 1.5dS/m의 200ml의 양액으로 공급했다. 7월 4일부터 1차적으로 급액량을 400ml와 600ml로 나누어 공급하였다. 그리고 다시 7일 후에 그대로 400ml를 유지시킨 것(400-400) 과 600ml로 공급량을 늘려준 처리(400-600), 1차에 600ml로 급액을 시작하여 계속적으로 유지한 처리(600-600)와 2차 시기에 800ml로 늘려 공급한 처리(600-800) 총 4개의 처리구를 두어 실험을 진행하였다. 초기 급액량을 400으로 공급한 처리구들의 평균 함수량은 36.34%였고, 600ml로 공급한 처리구들은 49.77%로 유지되었다. 7일후 2차적으로 관수량에 변화를 주었을 때 그대로 유지한 400-400의 처리구에서는 오히려 근권의 함수량이 감소되는 경향을 보였다. 400-600의 처리구에서 함수량이 점차 증가하여 세 개의 처리에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 600-800의 처리구에서 지속적으로 가장 높은 수치를 보였다. 초기 급액량을 400ml과 600ml으로 나누어 공급하였을 때의 생육 결과는 하루에 400ml로 공급해준 처리구에서 모든 항목이 높게 나타났다. 7일 후에 측정된 생육조사 결과에서는 지속적으로 400ml로 공급한 처리구에서 비교적 생육이 낮은 경향을 보였고, 재배시기에 따라 급액량을 높여주는 것이 로메인화이트의 생육에 도움이 될 것으로 보인다.

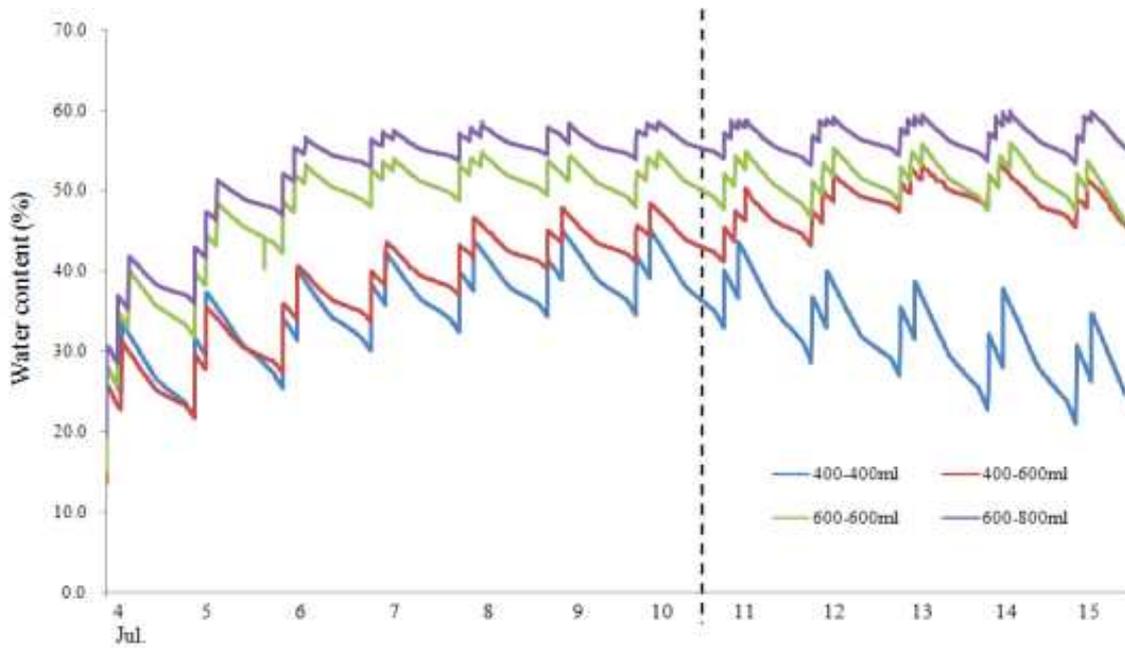


그림3-1-82. 재배시기별 관수량에 따른 무게변화를 이용한 함수량 측정

표 3-1-101. 급액량을 달리한 파종 13일째 로메인화이트 생육

급액량 (mL)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주 무게 (g)	건물률 (%)
400	8.88	6.48	2.26	3.00	25.08	0.35	3.48	5.71
600	8.74	5.72	1.78	2.00	23.54	0.17	1.98	5.88

표 3-1-102. 총 급액량을 달리한 파종 21일째 로메인화이트 생육

급액량 (mL)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	SPAD (value)	생체중 (g)	10주 무게 (g)	건물률 (%)
400-400	11.82 c	10.36 b	3.16 c	4.80 a	28.40 ab	1.13 b	6.58	7.61
400-600	13.26 bc	11.72 a	3.58 bc	5.40 a	27.86 b	1.60 a	14.86	5.56
600-600	14.70 a	12.12 a	3.80 ab	5.00 a	32.46 a	1.74 ab	9.90	4.94
600-800	13.38 ab	11.30 a	4.04 a	5.60 a	32.30 ab	1.87 a	10.46	6.42

마. 벼육묘장 현장실증

[실험 1] 5~6월 벼육묘장에서의 어린잎 채소 재배

표3-1-103. 실험개요

층위	품종	파종일	발아일	수확일
Low	다채			
Middle	적다채			
High	로메인화이트 아마란스 큰다닥냉이 왕고들빼기	2017-05-14	2017-05-16  2017-05-19	2017-06-09

\* Low(지면에서 35cm), Middle(115cm), High(175cm)

본 연구는 벼육묘장 유휴기간 중 다단재배상, 벼육묘판, 복토기, 자동관수시설 등의 장비와 발아실 및 육묘실 등의 시설을 이용하여 어린잎 채소를 실증실험을 수행하였다. 강원도 춘천신신복읍 유포리에 위치한 벼육묘장에서 벼 육묘가 끝난 5월 14일에 파종을 시작하여 6월 9일까지 벼육묘판에 다채, 적다채, 로메인화이트, 아마란스, 큰다닥냉이, 왕고들빼기 등 6가지 품종을 파종하여 다단재배상에서 어린잎을 재배하였다. 다단 처리는 Low(지면에서 35cm), Middle(115cm), High(175cm)로 나누워 4반복으로 재배하였다. 배지는 복토기를 이용하여 원예용 상토(채소밥, 참그로 co. Ltd.)를 벼육묘판에 1cm를 충진한 후 줄뿌림과중(3×3cm, 300립/tray)하였다. 파종 후 발아실(27℃, RH 90%)에서 발아를 시킨 후, 육묘실로 꺼내 층위별로 재배하였다. 관수는 자동관수시스템을 이용하여, 하루 2~3회 스프레이관수(200ml/1노즐) 하였다. 파종후 27일 후인 6월 9일에 수확하였으며, 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 생체중을 측정하였다.

재배기간 동안의 일 최대 광량과 온도는 High처리에서  $867 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 40.7℃로 가장 높았고, Low와 Middle처리는 각각  $310.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 30.6℃ 와  $364.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 30.2℃로 큰 차이 없었다.

파종 27일 후, 다단재배상에서 재배한 6개작물 모두에서 광량이 적은 Low에서 초장이 가장 길었다. 다채에서는 Low처리에서 초장 10.1cm, 엽장 3.2cm, 엽폭 2.4cm, 엽수 4.0개, 생체중 0.7g으로 Middle, High에 비해 높았다. 적다채는 초장, 하배측은 Low처리에서 값이 높았지만, 엽폭과 엽수, 생체중은 각각 3.0cm, 4.0개, 1.1g으로 High에서 값이 좋았다. 로메인화이트는 엽장이 11.0cm으로 Low에서 가장 좋았으며, 엽장, 엽폭, 엽수, 생체중에서는 통계적으로 유의성은 없었다. 아마란스는 엽수에서 Middle에서 5.3개로 가장 많았으며, 생체중은 Middle, High에서 0.5g으로 Low 0.3g보다 0.2g 높았다. 엽장과 엽폭에서는 층별로 차이는 있으나, 통계적으로 유의성은 없었다. 왕고들빼기는 High에서 6.3cm으로 다른 두 처리보다 4~5cm 작았다. 뿐 만 아니라, 엽장, 엽폭, 엽수, 엽수, 생체중에서도 High에서 값이 작았다. 큰다닥냉이도 왕고들빼기와 마찬가지로, 광이 적은 Low, Middle에서 생육이 좋았다. 두 처리에서 초장은 9.9~10.9cm으로 High층에 1.6배 컸으며, 엽장또한 Low, Middle이 High보다 1.3배 컸다. 이러한 차이는 생체중에도 영향을 주었고, Middle에서 0.4g으로 값이 가장 컸다.

재배 중, 광량과 온도가 높은 High처리에서는 배지가 잘 말랐는데, 이는 자동관수시스템을 이용하여 모든 층에 같은 시간에 관수를 하기 때문에, 광량과 온도가 높은 High층에서 증발량이 많기 때문으로 시료된다. 그 결과 High층의 왕고들빼기와 큰다닥냉이 생육이 저조한 것으로 보인다.

이를 종합하였을 때, Low층에서는 다채, 로메인화이트, 큰다닥냉이를 Middle 층은 적다채, 로메인화이트, 아마란스, 왕고들빼기가 적합하며, High에서는 적다채와 아마란스를 재배하는 것이 좋을 것으로 보인다.

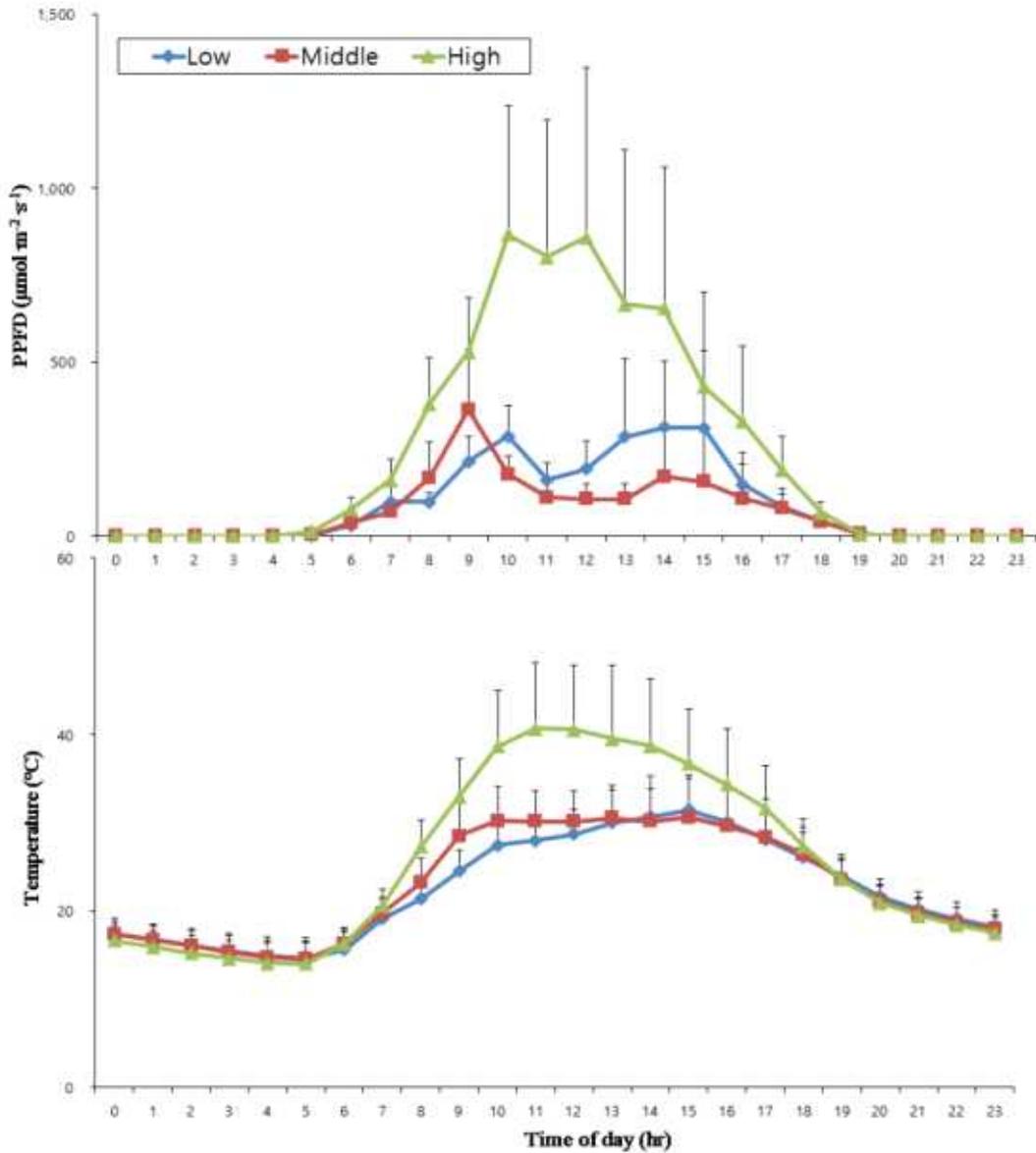


그림 3-1-83. 벼육묘장 다단식시스템에서의 위치별 평균 광량과 온도 변화 (17.5.17 ~ 6.9)

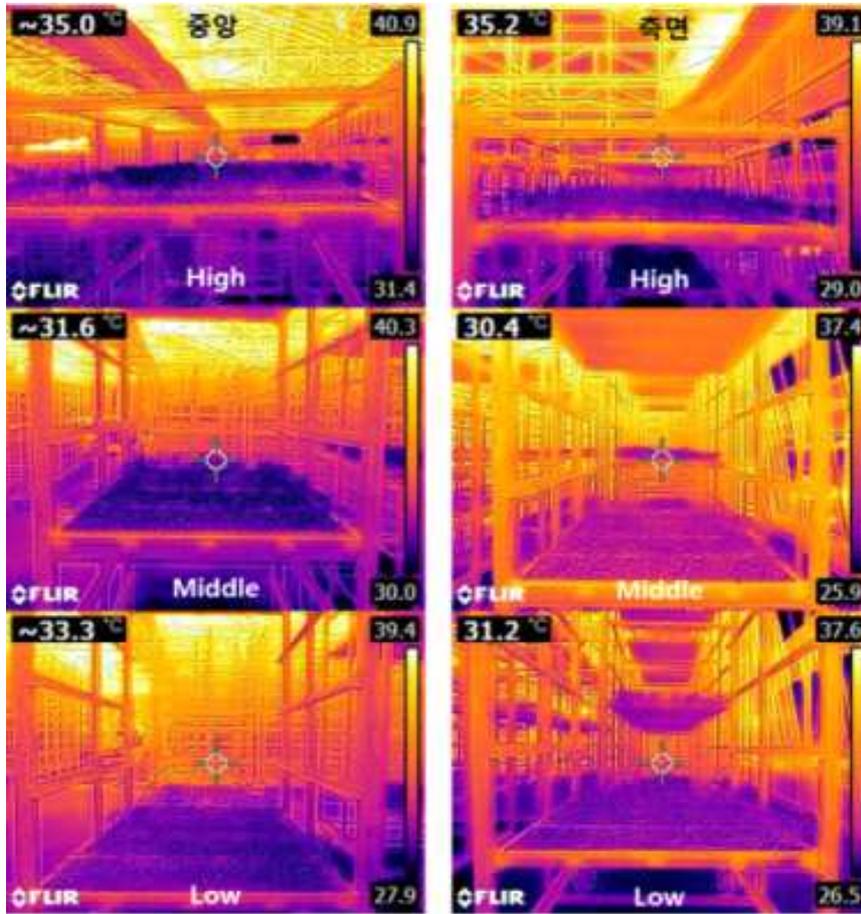


그림 3-1-84. 육묘장 내의 다단계배상 위치별 온도(좌: 중앙, 우: 측면)

표 3-1-104. 늦봄~초여름 벼육묘장에서 파종 27일째 6품종의 생육

	평균	초장 (cm)	하배축 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)
다채	Low	10.1a	3.1ab	3.2a	2.4a	4.0a	0.7a
	Middle	9.4a	3.8a	2.5b	1.9b	3.5b	0.4b
	High	6.7b	3.0b	2.1c	1.7b	3.0c	0.4b
적다채	Low	11.4a	3.7a	3.4a	2.4b	3.2b	0.7b
	Middle	11.2a	3.1b	3.6a	2.8ab	3.1b	0.8ab
	High	9.1b	2.8ab	3.5a	3.0a	4.0a	1.1a
로메인화이트	Low	15.1a	1.6a	11.0a	2.4a	3.4a	0.8a
	Middle	10.6b	1.5a	8.1b	2.6a	3.3a	0.7a
	High	7.4c	1.0b	6.3c	2.2a	3.7a	0.5a
아마란스	Low	9.1a	4.2ab	2.6a	1.6a	4.3b	0.3a
	Middle	10.5a	3.8b	3.5a	1.7a	5.3a	0.5a
	High	9.7a	4.6a	3.0a	1.8a	4.4b	0.5a
왕고들빼기	Low	11.0a	0.5b	4.2a	2.2a	2.6a	0.4a
	Middle	10.1a	0.6ab	3.8a	2.0a	2.6a	0.3a
	High	6.3b	0.8a	2.7b	1.2b	2.1b	0.2b
큰다닥냉이	Low	10.9a	2.7b	2.0a	1.5a	3.4a	0.3ab
	Middle	9.9a	3.3a	2.0a	1.5a	3.5a	0.4a
	High	6.1b	2.3b	1.5b	1.2a	3.5a	0.2b

\*Low, Middle, High: 지면으로부터 각각 35cm, 115cm, 175cm 위



그림 3-1-85. 늦봄~초여름 벼육묘장에서 파종 27일째 6품종의 생육

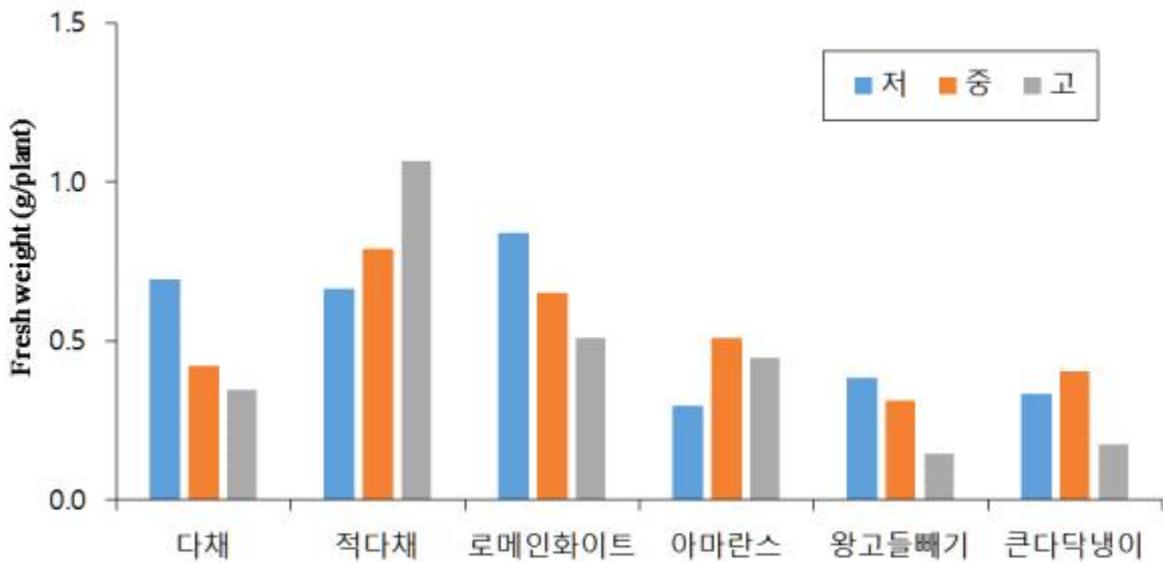


그림 3-1-86. 늦봄~초여름 벼육묘장에서 파종 27일째 6품종의 1주 생체중

[실험 2] 벼육묘장에서 고온기 어린잎 채소 재배

표 3-1-105, 실험 개요

층위	품종	파종일	발아일	수확일(재배 기간, 일)			
Low	진빨롤라			07-21	07-24	07-27	07-31
	로메인화이트			(C2)	(C5)	(C8)	(C2)
Middle	아마란스	17-06-29	17-07-01				
	적다채						
	다채			07-24	07.27	07-31	
High	왕고들빼기			(C25)	(C28)	(C2)	
	큰다닥냉이						

\* Low(지면으로부터 35cm), Middle(95cm), High(155cm)

7~8월인 고온기 중, 벼육묘장에서 어린잎 채소를 재배 할 때, 각 품종별 적합 다단재배상 및 수확일수를 결정하기 위해 연구를 진행했다. 장소는 춘천시 신북읍 유포리에 위치한 벼육묘장에서 2017년 6월 29일 파종하여 2017년 7월 31일까지 32일간 재배하였다. 공시재료는 진빨롤라, 로메인화이트, 아마란스, 적다채, 다채, 왕고들빼기, 큰다닥냉이 등 7품종을 사용하였으며, 재배 위치는 Low(지면으로부터 35cm), Middle(95cm), High(155cm) 처리하였고, 다단재배상 맨 위층인 10층(215cm)에 빈 육묘판을 올려 광량과 온도를 줄였다. 관수는 자동 관수시스템을 사용하여 하루 2~3회 스프레이관수(200ml/nozle · min)하였다. 수확일수를 결정하기 위해 표.3-1-105과 같이 재배 기간 중 3일 간격으로 수확하여 3~4번 조사하였다. 조사항목은 초장, 하배축, 엽장, 엽폭, 엽수, 생체중 등을 조사하였다.

High층의 일 최대 광량은  $84.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 Low와 Middle처리와 비교하였을 때, 약 24% 높았다. 일평균 최대온도는 High, Middle, Low처리에서 각각 34.7, 33.3, 32.5℃로 차이가 2.2℃로 거의 없었다.

7월 중, 오후에 열화상카메라를 이용하여 다단재배상의 작물을 측정 한 결과, 빈육묘판을 올려놓았을때가 그렇지 않은 처리구보다 약 2℃ 가량 감소하였으며, 광량에서는 빈육묘판을 올려놓은 처리구에서  $84.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 올려놓지 않은 처리구의 약 25%의 세기였다.

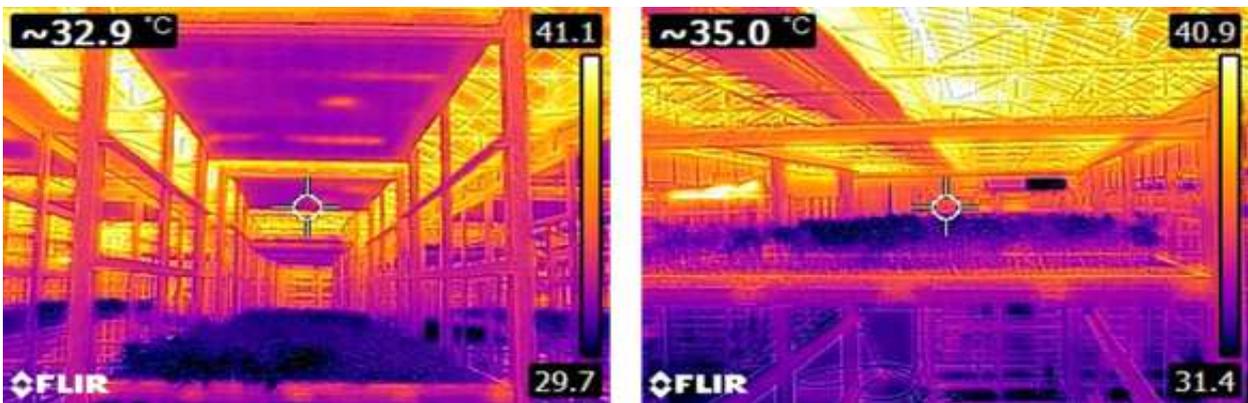


그림 3-1-87. 다단식시스템 상부 육묘판 설치 여부에 따른 온도(좌:설치, 우:미설치)

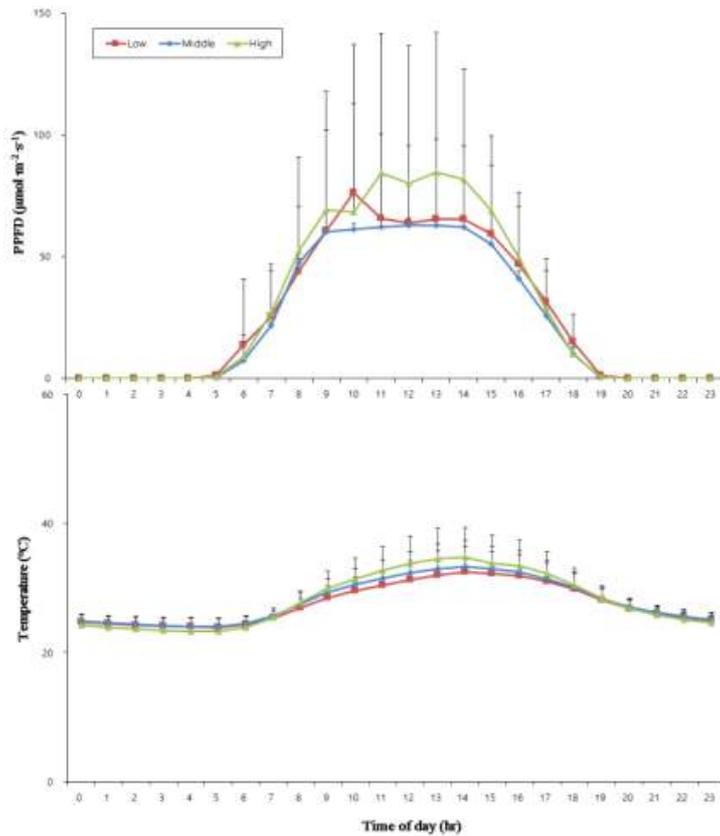


그림 3-1-88. 여름철 벼육묘장 다단시스템에서 층위별 평균 광량과 온도 변화 (17.6.29 ~ 7.31)

표 3-1-107은 진빨롤라, 로메인화이트, 아마란스의 재배일수별 생육결과이다. 진빨롤라의 초장은 Low층에서 길었으며, 그중 31일 재배하였을 때, 9.5cm로 가장 길었다. 하배측은 광량이 많은 High에서 짧았다. 엽장과 엽폭, 생체중은 초장과 같이 Low에서 31일 재배하였을 때, 0.6g으로 가장 무거웠으면, Middle 0.5g, High 0.4g이었다.

로메인화이트의 엽장은 재배 31일의 Middle에서 재배하였을 때 9.4cm로 가장 길었다. 어린 잎 채소의 판매 기준이 엽장 4cm은 재배 22일 이후 모든 층에서 자랐으나, 22일 때 생체중은 0.1~0.2g으로 가벼웠다. 엽수는 광이 많은 High에서 27일 재배하였을 때, 6.0개로 가장 많았으며, Middle 27일 재배가 5.8개로 두 번째로 많았다.

아마란스를 31일 재배 할 결과, 초장은 Middle를 제외하고, 10cm 이상 자랐다. 또한 하배측도 진빨롤라, 로메인화이트 보다 2~3cm이상 길었다. 엽장과 엽폭은 Low에서 31일 재배하였을 때, 3cm, 2.1cm으로 가장 컸으나, High 31일 재배하였을 때와 통계적 차이는 없었다. 생체중은 High에서 재배하였을 때 무거웠으며, 31일 재배하였을 때, 0.4g으로 가장 무거웠다.

표3-1-107. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 3품종 생육

작물	층위	수확 일수	초장 (cm)	하배축 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)
진빨롤라	Low	22	5.0de	1.2bc	1.9g	1.4g	4.4cd	0.1ef
		25	6.6bc	1.7a	3.3de	2.3def	4.6bcd	0.2cdef
		27	6.2b	1.2bcd	6.0b	2.9c	5.3a	0.3c
		31	9.5a	1.3b	7.6a	4.5a	4.9abc	0.6a
	Middle	22	4.2ef	1.1bcde	2.1fg	1.6g	4.7bcd	0.1ef
		25	6.2bc	1.3b	3.1de	2.7cde	4.8abc	0.3cd
		27	5.7cd	1.7a	3.8d	2.2ef	4.8abc	0.1eg
		31	6.9b	1.2bcde	5.9b	3.7b	5.0ab	0.5ab
	High	22	4.1ef	0.9cde	2.3fg	1.8fg	4.2d	0.1f
		25	4.8e	1.2bcd	2.7ef	2.8cd	4.9abc	0.2cde
		27	3.7f	0.8e	3.2de	2.4cde	5.0ab	0.2def
		31	6.1bc	0.9de	5.1c	4.0ab	5.0ab	0.4b
로메인화이트	Low	22	9.4e	3.5ab	4.9ef	0.9d	4.2d	0.1e
		25	12.5cd	4.1a	7.7bc	1.4bc	4.8bc	0.2fg
		27	12.8cd	3.8a	3.8f	1.2c	4.8bc	0.2fge
		31	13.9bc	3.7a	7.7ab	1.7a	4.7bcd	0.3de
	Middle	22	9.3e	2.4c	6.0de	0.9d	4.5cd	0.1e
		25	12.1d	3.4ab	8.4abc	1.6ab	5.1b	0.2ef
		27	15.0b	3.4ab	6.3d	1.8a	5.8a	0.4bd
		31	14.5b	3.4ab	9.4a	1.7a	4.7bcd	0.4cd
	High	22	10.0e	2.3c	7.6c	1.4bc	4.8bc	0.2fg
		25	13.7bc	2.9bc	9.0ab	1.8a	5.1b	0.3d
		27	16.4a	2.9bc	8.0bc	1.9a	6.0a	0.6a
		31	12.6cd	2.4c	8.7abc	1.7a	5.1b	0.5b
아마란스	Low	22	8.2def	5.9abc	1.4ef	0.9de	4.2e	0.1cd
		25	7.6ef	5.3bc	1.7de	1.0cde	4.1e	0.1d
		27	8.1def	5.3bc	2.0cd	1.2bcd	4.1e	0.1cd
		31	10.6ab	5.9abc	3.0a	2.1a	5.3abc	0.3a
	Middle	22	7.2f	5.1c	1.3f	0.8e	3.9e	0.1d
		25	8.5de	5.7abc	2.0cd	1.4bc	4.3de	0.1cd
		27	8.2def	5.1c	1.9cd	1.4bc	4.3de	0.1cd
		31	8.4def	5.0c	2.3bc	1.9a	5.4ab	0.2b
	High	22	9.2cd	6.2ab	2.0cd	1.5b	5.0bc	0.2bc
		25	9.9bc	5.5bc	2.6ab	2.0a	5.8a	0.2b
		27	9.0cd	5.0c	2.3bc	1.9a	4.8cd	0.2b
		31	11.4a	6.5a	2.7ab	2.0a	5.0abc	0.4a

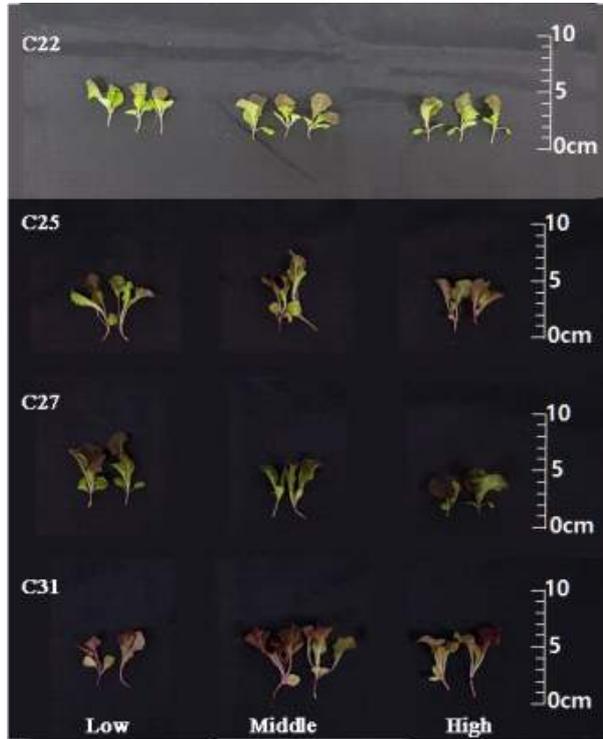


그림 3-1-89. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 진빨롤라 생육

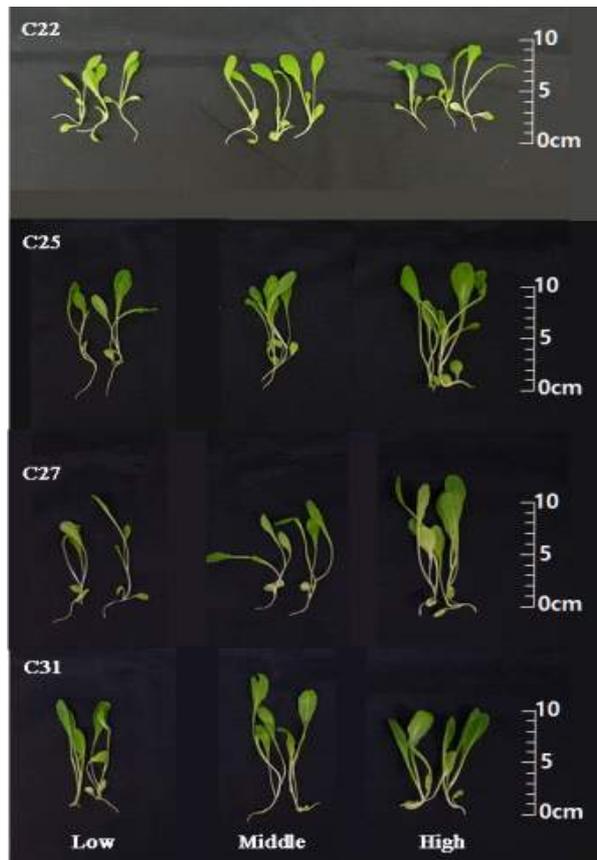


그림 3-1-90. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 로메인화이트 생육

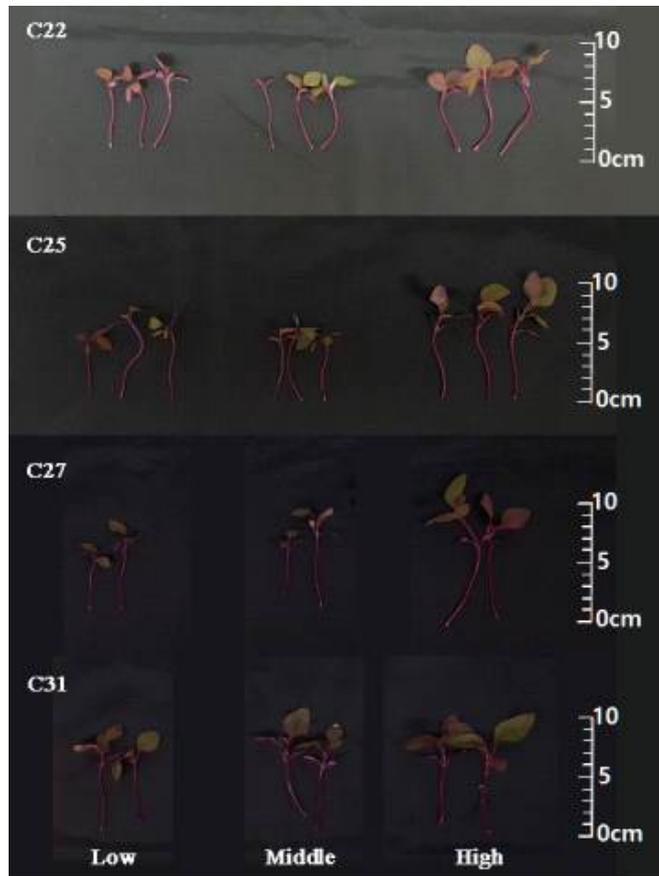


그림 3-1-91. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 아마란스 생육

표 3-1-109. 은 적다채, 다채, 왕고들빼기, 큰다닥냉이의 재배일수별 생육 결과이다. 먼저 적다채는 재배 25일 이후 초장이 10cm이상으로 자랐으며, High층에서 31일 재배하였을 때, 16.5cm으로 가장 길었다. 엽장은 고층에서 재배할 때 좋았으며, 엽폭은 중간과 고층에서 재배하였을 때, 작게는 2cm, 크게는 4.9cm로 넓었지만, 저층에선 최대 2cm로 좁았다. 생체중은 High에서 가장 무거웠으며 31일 재배하였을 때 1.1g으로 무거웠다.

다채도 재배일수가 길수록, 초장, 엽장, 엽폭이 길어졌다. 엽장은 31일 재배하였을 때, 3.2~3.9cm 정도로 길었으며, 그중 고층에서 25일 이후부터 3cm 이상 자랐다. 엽폭은 고층에서 31일 재배하였을 때 2.8cm로 가장 넓었으나, 재배일수와 층위와 통계적으로 유의하지 않았다. 생체중도 31일 고층재배가 1.4g으로 가장 무거웠다.

그러나, 여름시기 적다채와 다채 재배 중 해충 발생으로 잎을 갉아 먹는 등의 피해가 발생하였다. 어린잎 채소 재배 중에는 농약을 사용을 제한하므로, 고온기 적다채, 다채 생산 시 적절한 방제가 필요해 보인다.

왕고들빼기의 31일 재배하였을 때, 초장은 Middle에서 12.4cm으로 가장 길었고, High에서 10.4cm 짧았다. 엽폭에서는 재배가 진행될수록 증가하였으며, 중간층에서 2.2cm로 가장 폭이 넓었다. 엽수는 모든 처리에서 4개 이상 전개 되었고, 31일 재배하였을 때, 4.8~5.4개였다. 생체중에서는 모든 층에서 31일 재배하였을 때, 0.4g으로 가장 무거웠다.

큰다닥냉이는 High에서 재배 하였을 때 초장의 길이가 짧았는데, 7.2~8.0cm였다. 하배측은 Low, Middle이 High보다 길었는데, Low 25일의 큰다닥냉이의 하배측은 4.8cm로 가장 길었

다. 큰다닥냉이는 엽병이 길고, 엽장, 엽폭이 좁은 식물로 엽장은 Middle에서 31일 재배하였을 때, 1.9cm로 가장 길었으며, 엽폭 또한 1.3cm로 가장 넓었다. 생체중은 고층 처리보다 중간층일 때 값이 좋았고, Middle 31일 재배하였을 때, 0.3g으로 가장 무거웠다. 그러나 재배 중, 큰다닥냉이는 파종 25일 이후에 자엽이 노랗게 되는 황화현상이 발생하였고, 재배 31일이 지났을 때, Low의 처리에서 식물이 고사하였는데, 이는 광이 적은 저층에, 지나친 과습의 원인으로 보인다.

표 3-1-109. 여름철 벼육묘장에서의 수확일수별 4품종 생육

품종	층위	수확 일수	초장 (cm)	하배축 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)
적다채	Low	25	10.9c	4.7bcd	2.7d	1.8b	5.6cd	0.4c
		27	12.0bc	4.9bc	3.0bcd	2.2ab	6.2ab	0.4c
		31	14.2b	6.1a	3.2bcd	2.20ab	6.4ab	0.4c
	Middle	25	11.1c	4.0cd	2.9cd	2.0ab	5.1d	0.4c
		27	13.6b	4.6bcd	3.5bc	5.0a	6.1abc	0.5c
		31	12.9bc	5.3ab	2.9bcd	1.9ab	6.0bc	0.4c
	High	25	12.4bc	4.4bcd	3.3bcd	2.5ab	5.2d	0.7bc
		27	12.7bc	3.7d	3.6b	2.8ab	6.6ab	0.8b
		31	16.5a	5.2ab	4.4a	3.3ab	6.7a	1.5a
다채	Low	25	11.5c	3.5b	2.9b	2.6a	6.7abc	0.8a
		27	11.9bc	5.1a	2.9b	2.1a	5.8c	0.4a
		31	12.3abc	4.3ab	3.2ab	2.2a	6.3bc	0.7a
	Middle	25	12.0bc	4.8ab	2.9b	2.4a	6.2bc	0.6a
		27	12.3abc	4.9ab	3.3ab	2.2a	7.1ab	0.7a
		31	13.9ab	4.7ab	3.9a	2.7a	7.8a	1.2a
	High	25	11.8bc	4.3ab	3.2ab	2.7a	6.5bc	0.7a
		27	12.7abc	4.5ab	3.1ab	2.4a	6.9abc	0.7a
		31	14.2a	5.7a	3.8a	2.8a	6.3bc	1.4a
왕고들빼기	Low	25	6.5e	1.5ab	4.9c	1.5d	4.2de	0.1c
		27	8.6cd	1.3ab	2.7e	1.7cd	4.0e	0.2bc
		31	10.6b	0.7d	4.1cd	2.1ab	5.4a	0.4a
	Middle	25	7.9de	0.9cd	7.0a	1.9bc	4.3de	0.2bc
		27	8.3d	1.5a	2.9e	1.6d	4.1de	0.2bc
		31	12.4a	0.8cd	4.9c	2.2a	4.8bc	0.4a
	High	25	7.3de	0.9cd	6.1b	1.7cd	4.5cd	0.2bc
		27	10.0bc	1.2abc	3.8d	1.9bc	4.4cde	0.2ab
		31	10.4b	1.1abc	4.5cd	2.1ab	5.0ab	0.4a
큰다닥냉이	Low	25	10.6a	4.8a	1.3bc	1.2abc	4.9cd	0.2b
		27	10.4ab	4.2ab	1.9a	1.2ab	4.7cd	0.1bcd
		31						
	Middle	25	6.6e	3.5b	0.9c	0.8d	4.5d	0.1d
		27	9.2c	4.0ab	1.6ab	1.1abc	5.2bc	0.2bcd
		31	10.7a	4.3ab	1.9a	1.3a	5.7ab	0.3a
	High	25	7.2de	3.4b	1.2bc	0.9cd	5.3c	0.1cd
		27	8.0cd	3.5b	1.6ab	1.3ab	6.0a	0.2bc
		31	7.6de	4.2ab	1.4b	1.0bcd	4.9cd	0.1bcd



그림 3-1-92. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 적다채 생육



그림 3-1-93. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 다채 생육

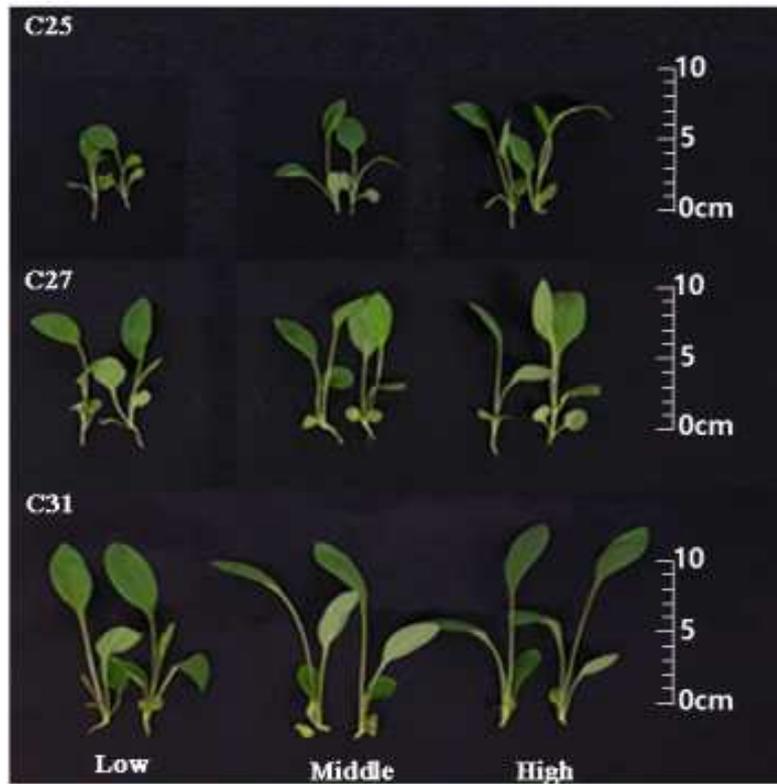


그림 3-1-94. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 왕고들빼기 생육

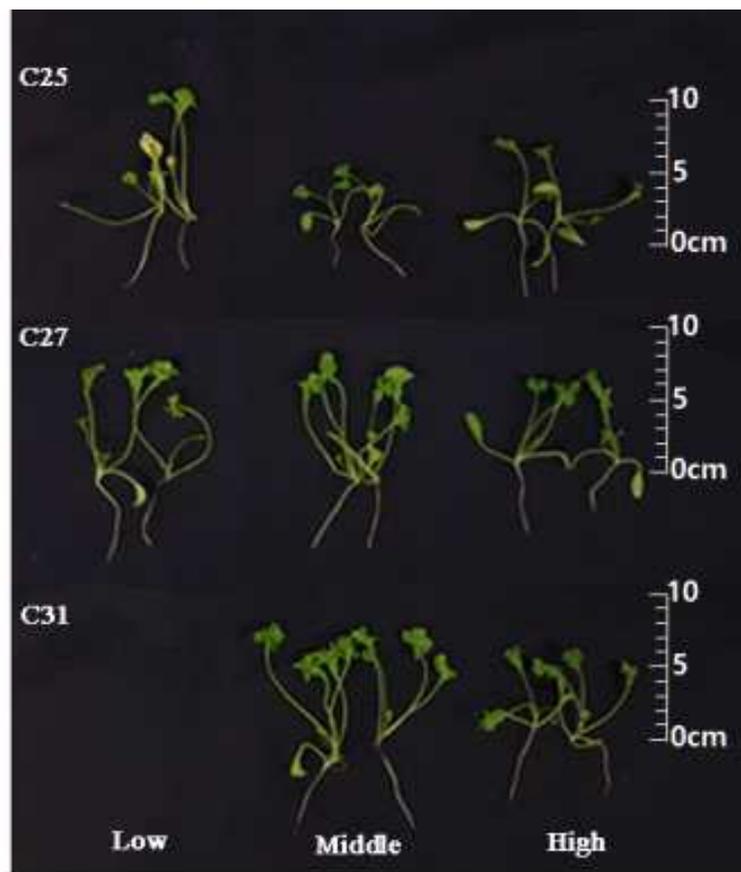


그림 3-1-95. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 큰다닥냉이 생육

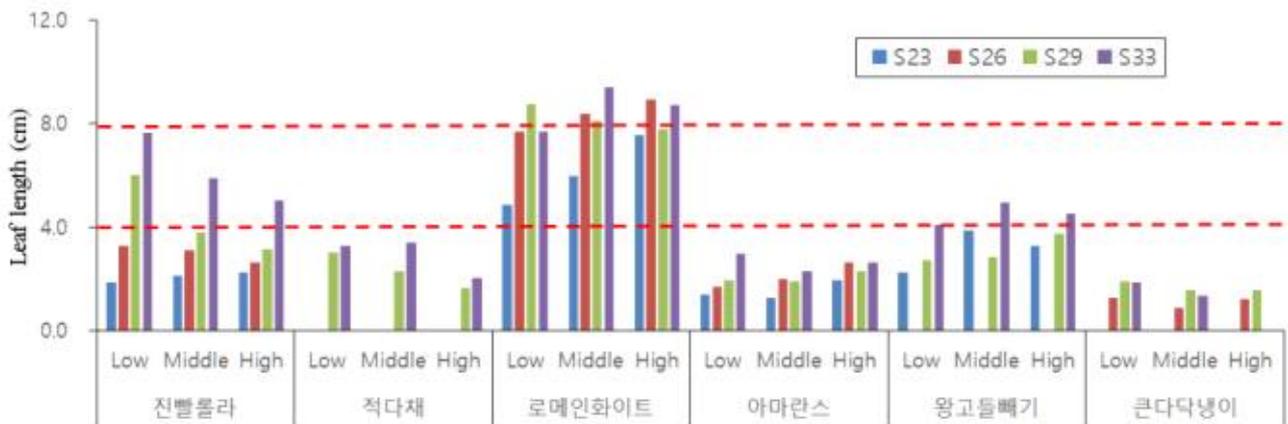


그림 3-1-96. 여름철 벼육묘장에서 수확일수별 6품종 엽장 크기 변화

이를 종합하여, 현 시중의 어린잎 채소 판매 기준으로 보았을 때, 적합 재배일수와 층위는 아래의 표와 같다.

표 3-1-110. 고온기 어린잎 채소 재배시 적정 재배위치 및 재배일수

품종	재배위치	재배일수(일)
진빨롤라	Middle, High	31
로메인화이트	Low, Middle	27~31
아마란스	Middle, High	31
적다채	Middle, High	25~31
다채	Low, Middle, High	25~31
왕고들빼기	Middle, High	33
큰다닥냉이	Low, Middle	26일 전

[실험 3] 벼육묘용 상토매트의 유무가 어린잎 채소생산에 미치는 영향

표 3-1-111. 실험개요

품종	층위	파종일	발아일	수확일
진빨롤라	Low, Middle, High	2017-07-07	2017-07-10	17-08-02
적다채				
왕고들빼기				

본 연구는 벼육묘판은 높이 1.5cm로 낮은 특성으로 광량증가시 배지내 수분보유를 낮추므로, 초기 생육에 영향을 줄 수 있다고 판단 되어 벼판 재배시 사용하는 육묘매트를 사용하여 어린잎 채소 재배를 시도하였다. 장소는 춘천시 신북읍 유포리에 위치한 벼육묘장에서 진행되었다. 공시재료는 진빨롤라, 적다채, 왕고들빼기 등 3품종을 사용하였다. 매트를 사용한 처리는 빈 육묘판에 육묘매트(초아방, 네쇼날아그로)를 넣은 후, 복토기를 사용하여 원예용상토(채소밥, 참그루 Co. Ltd.)를 채웠고, 대조구는 원예용 상토만을 이용하여 벼육묘판을 채웠다. 파종

은 산과(300립/tray)를 하였고, 7월 7일에 과중하여, 발아실에서 발아를 시킨 후, 3일 뒤에 육묘실로 나와 23일간 다단계배상 Low, Middle, High 층위에서 완전임의 배치법으로 3반복 하였다. 과중 23일 후 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 생체중 등을 조사하였다.

표 3-1-112. 생육 23일째, 층위와 매트 유무에 따른 진뺨물라 생육

품종	층위	매트	초장 (cm)	하배축 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)
진뺨물라	Low	Mat	8.6b	2.3a	5.8b	2.9b	4.5c	0.4b
		Non-mat	5.2c	0.9bc	3.7c	2.2c	4.6ab	0.2c
	Middle	Mat	10.3a	1.6a	7.8a	3.5a	5.2a	0.5a
		Non-mat	5.7c	1.1bc	3.8c	2.3c	4.5c	0.2c
	High	Mat	9.8a	1.2ab	7.5a	3.7a	4.9ab	0.6a
		Non-mat	4.1d	0.8c	3.0c	2.4c	4.6ab	0.2c
significance								
층위			**	**	**	*	NS	*
매트			***	***	***	***	NS	***
층위×매트			*	**	**	NS	NS	*

과중 23일 뒤, 진뺨물라의 생육조사 한 결과, 매트를 이용한 처리구가 사용하지 않은 처리구 보다 생육이 좋았다. 그중 초장, 엽장, 엽폭에서 Low에서 보다 Middle, High에서 생육이 좋았다. 매트 층위와 매트의 따른 연관성의 결과를 보면, 엽수를 제외한 모든 생육에서 유의하다는 결과가 나왔으며, 그 중, 매트를 사용 유무에 따른 유의성에서 초장, 하배축, 엽장, 엽폭, 생체중에서 고도의 유의성을 나타냈다.

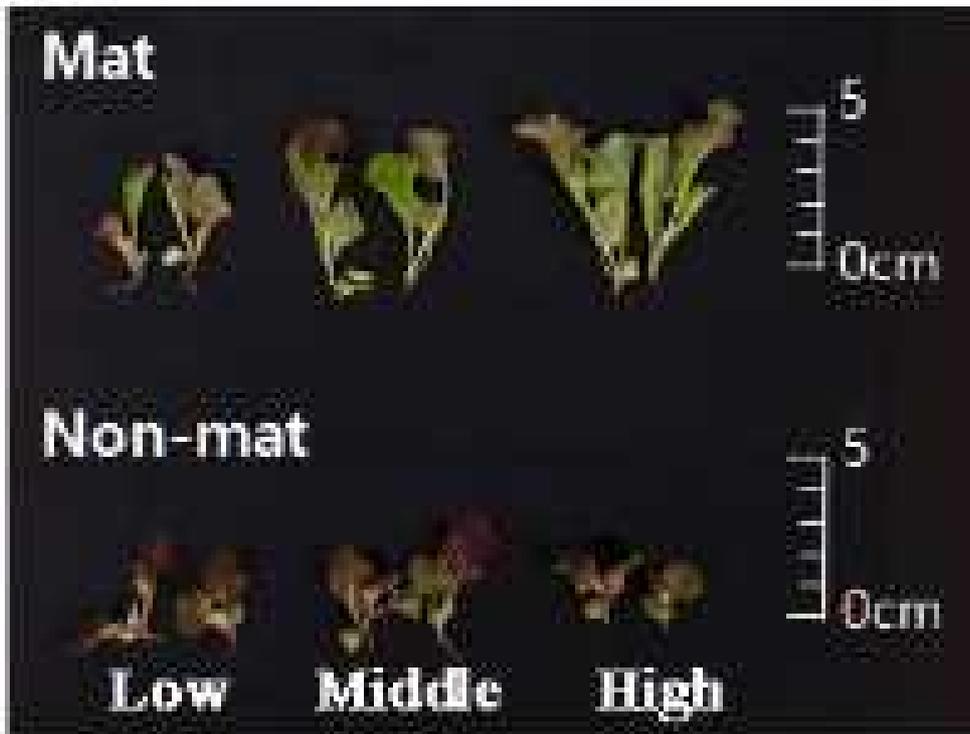


그림 3-1-97. 과중 26일째 층위와 매트 유무에 따른 진뺨물라 생육

표 3-1-113. 파종 23일째, 층위와 매트 유무에 따른 적다채 생육

품종	층위	매트	초장 (cm)	하배축 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)
적다채	Low	Mat	12.9a	5.5a	3.4a	2.5c	5.3a	0.5a
		Non-mat	11.7a	5.4a	2.8b	1.9b	5.3a	0.4a
	Middle	Mat	12.1a	4.2b	3.1ab	2.3a	5.5a	0.5a
		Non-mat	8.1b	3.9b	2.1c	1.4c	4.9ab	0.2b
	High	Mat	11.7a	4.5b	3.2ab	2.2ab	4.9ab	0.6a
		Non-mat	8.8b	4.1b	2.0c	1.4c	4.5b	0.2b
significance								
층위			***	***	*	*	*	NS
매트			***	NS	***	***	NS	***
층위×매트			*	NS	NS	NS	NS	NS

적다채의 결과에서도 층위와 상관없이 매트를 사용한 처리에서 생육이 좋다는 결과가 나왔다. 층위에서는 Low에서 초장이 12.9cm, 엽장 3.4cm, 엽폭 2.5cm으로 생육이 좋았다. 그러나 생체중에서는 High층에서 매트를 사용했을 때, 0.6g으로 가장 컸으나, 다른 처리구와 유의성은 없었다. 층위와 매트의 유의성 결과에서는 층위에서는 초장과 하배축에서 고도로 유의하였으며, 엽장, 엽폭, 엽수에서 유의하였다. 그러나 생체중에서는 연관성이 없었다. 매트에서는 초장, 엽장, 엽폭, 생체중에서 고도로 유의한 결과가 나왔으며, 하배축과 엽수에서는 유의성이 없었다.

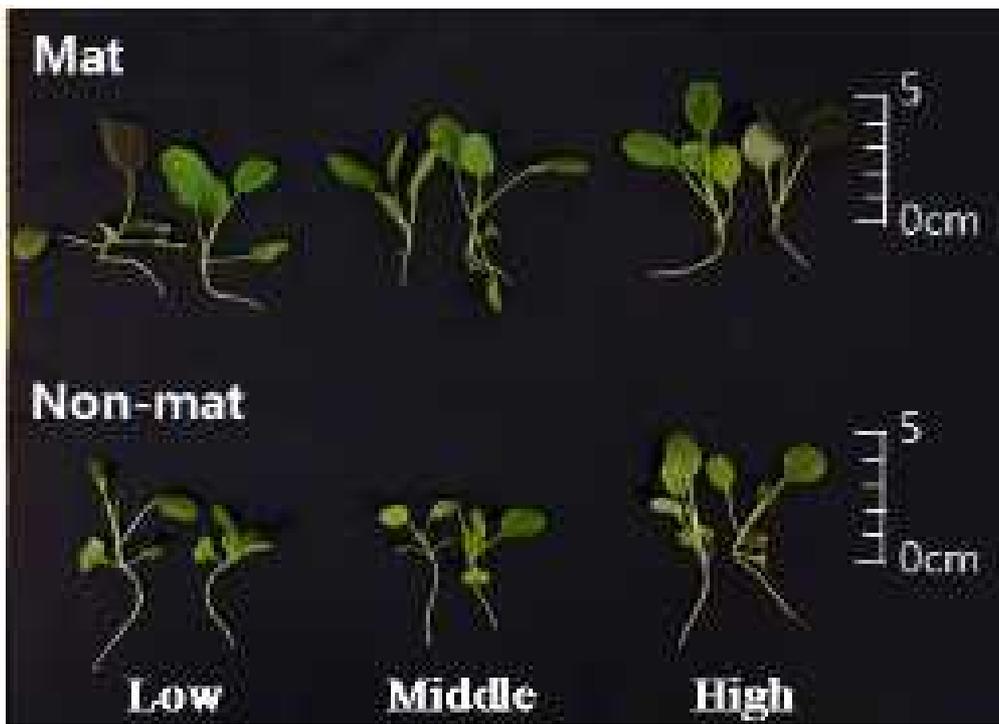


그림 3-1-98. 파종 26일째 층위와 매트 유무에 따른 적다채 생육

표 3-1-114. 파종 23일째, 층위와 매트 유무에 따른 왕고들빼기 생육

품종	층위	매트	초장 (cm)	하배축 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)
왕고들빼기	Low	O	11.7a	0.8a	4.5a	2.2a	4.4b	0.4ab
		X	9.3b	0.6b	3.5b	1.8bc	4.4b	0.2d
	Middle	O	11.6a	0.7a	4.5a	2.1a	4.6ab	0.3c
		X	9.2b	0.6b	3.3b	1.6c	4.3b	0.2d
	High	O	10.9a	0.8a	4.5a	2.0ab	3.9c	0.3bc
		X	10.9a	0.4c	4.7a	2.2a	5.0a	0.4a
significance								
층위			***	***	*	*	*	NS
매트			***	NS	***	***	NS	***
층위×매트			*	NS	NS	NS	NS	NS

마지막 왕고들빼기의 결과를 보았을 때, 초장에서는 Low와 Middle은 매트처리가 안한 처리구보다 약 1.5cm 컷으나, High에서는 차이가 없었다. 엽장과 엽폭, 생체중에서도 Low, Middle의 매트처리에서 값이 좋았다. 층위와 매트의 유의성을 본 결과, 층위에서 엽장, 생체중에서 고도로 유의하였으며, 하배축과 엽폭에서는 유의한 차이가 있었다. 그러나 초장과 엽수는 유의성이 없었다. 매트에서는 엽수를 제외한 모든 결과에서 고도로 유의한 결과를 보였다.

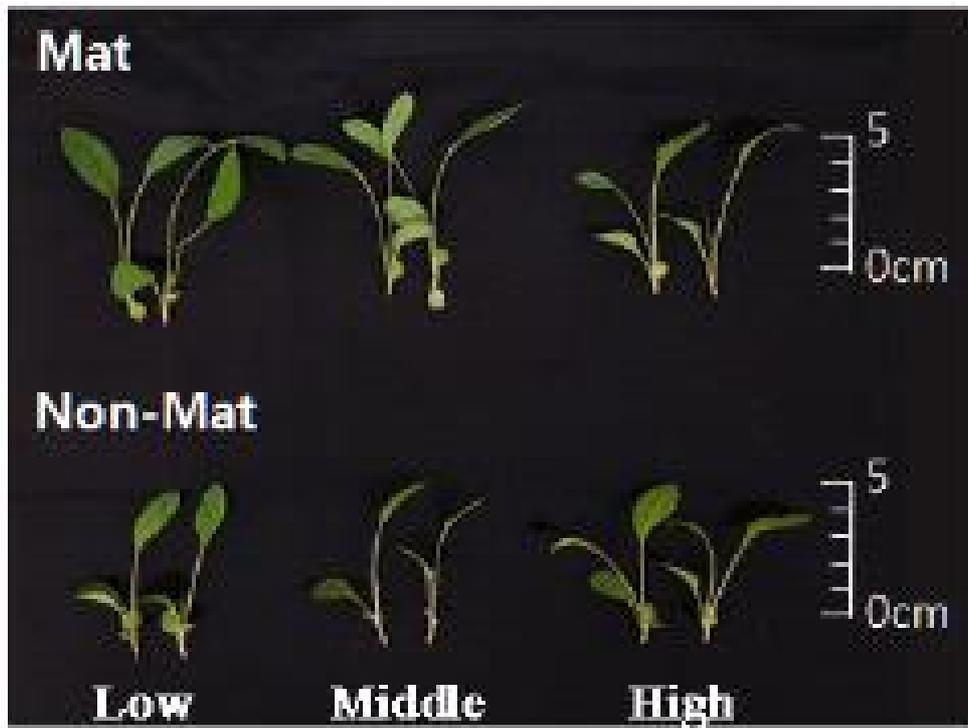


그림 3-1-99. 파종 26일째 층위와 매트 유무에 따른 왕고들빼기 생육

내용을 종합하여보았을 때, 3개의 품종에서 매트의 유무가 엽수에서는 연관성이 없었으나, 초장, 하배축, 엽장, 엽폭, 생체중에서 연관성이 있었으며, 매트를 사용하여 재배하였을 때, 이상의 결과 매트가 수분보유를 높여 생육이 좋은 결과가 나온 것으로 보인다.

[실험 4] 벼육묘장 위치별 진뺨롤라 생육 및 기능성 성분 분석

표 3-1-115. 실험개요

품종	위치	층위	과종일	발아일	수확일
진뺨롤라	왼쪽	Low	2017-8-7	2017-8-9	2017-9-1
	중간	Middle			
	오른쪽	High			

본연구는 벼육묘장에서 재배 위치의 따라 광량과 온도가 다르므로 재배 위치와 다단재배상 층위에 따른 진뺨롤라의 생육과 기능성 물질 함량에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 연구를 진행하였다. 기간은 2017년 8월 7일부터 2017년 9월 1일까지 실험하였고, 벼육묘판에 상토(채소밥, 참그로)배지를 1.5cm층진한 후, 진뺨롤라(아시아종묘)종자를 산파(300립/tray) 하였다. 위치는 벼육묘장에서 왼쪽(남), 중간, 오른쪽(북) 3곳에 있는 다단재배상에 Low, Middle, High 3개의 처리를 하였고, 각 처리마다 완전임의 배치법으로 4반복하였다. 재배기간 동안의 시간별 평균 광량과 온도는 아래의 그림. 3-1-102와 같다. 최대광량은 왼쪽다단재배상의 High처리구가  $643.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 가장 높았으며, 중간, 오른쪽다단재배사의 High처리구는  $472.9, 533.0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 으로 측정되었다. Low와 Middle의 값은  $221.2 \sim 360 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 사이의 결과를 나타냈다. 일평균 최대 온도는  $30.8 \sim 38.7^\circ\text{C}$ 로 측정되었다. 누적광량은 High에서  $605 \sim 614 \text{MJ}/\text{m}^2$ 로 Low, Middle  $571 \sim 590 \text{MJ}/\text{m}^2$ 에 약 5~7% 누적광량 값이 높았다.



그림 3-1-100. 춘천시 신북읍에 위치한 벼육묘장 위성사진



그림 3-1-101. 육묘장 내 다단재배상 위치

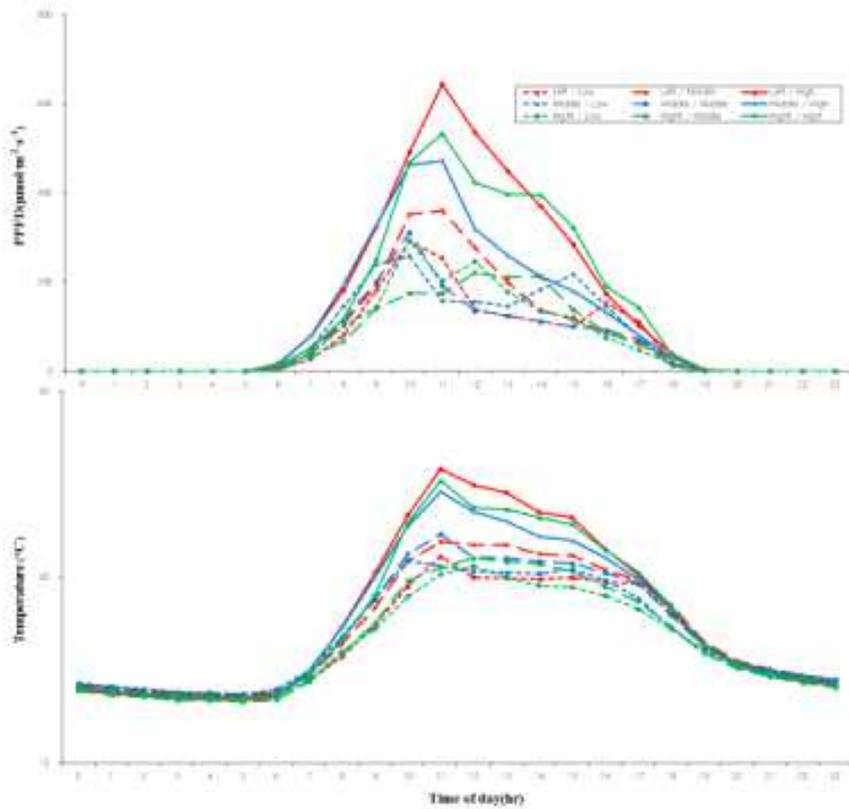


그림 3-1-102. 벼육묘장 다단식시스템 위치와 층위별 광량 및 온도 변화 (17.8.7 ~ 9.1)

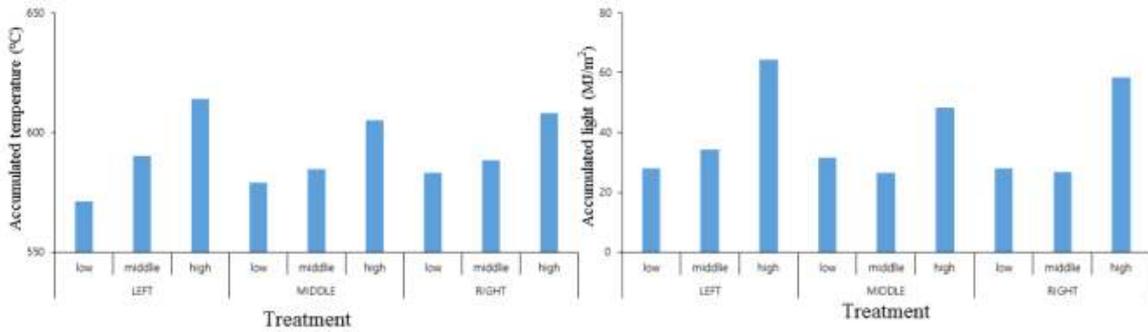


그림 3-1-103. 벼육묘장 다단시스템 위치와 층위별 재배기간동안의 누적 온도와 누적광량 (17.8.7 ~ 9.1)

표 3-1-116. 다단식시스템 위치와 층위별 진빨롤라의 파종 27일째 생육

위치	층위	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)	건물중 (g)	건물율 (%)
LEFT	Low	4.0d	3.3c	2.0c	4.2a	0.13a	0.008b	6.7d
	Middlie	5.0b	4.0ab	2.1c	4.0b	0.13a	0.012a	8.4c
	High	2.8e	2.4e	2.0c	4.0b	0.10ab	0.014a	12.4a
MIDDLE	Low	5.7a	4.3a	2.2bc	4.0b	0.13ab	0.012a	9.1bc
	Middlie	4.5c	3.5c	2.0c	4.0b	0.12ab	0.013a	10.6b
	High	3.6d	2.9d	2.0c	4.0b	0.12ab	0.014a	10.2b
RIGHT	Low	4.9bc	3.7bc	2.3b	4.0b	0.14a	0.007b	4.7e
	Middlie	4.7bc	3.9ab	2.6a	4.4a	0.12ab	0.013a	10.6b
	High	3.6d	2.5e	1.6e	4.0b	0.08c	0.006b	6.0de
significance								
	위치	***	*	*	*	NS	NS	NS
	층위	***	***	**	NS	*	NS	NS
	위치×층위	**	**	***	NS	NS	NS	NS

다단재배상의 위치와 층위의 따른 진빨롤라 생육을 표.3-1-116과 같다. 초장에서는 대체로 광량이 적은 Low와 Middle에서 길었으며, 중간위치의 Low에서 5.7cm으로 가장 길었고, 왼쪽위치의 High층에서 2.8cm으로 가장 짧았다. 엽장에서도 초장과 마찬가지로 낮은 층에서 재배를 하였을 때, 길었다. 엽폭과 엽수는 오른쪽위치의 Middle층에서 자랐을 때, 엽폭과, 엽수의 값이 각각 2.6cm, 4.4개로 가장 컸다. 생체중은 왼쪽, 중간 위치에서 재배했을 때, Low에서 값이 높았으나, 통계적으로 유의성이 없었으나, 오른쪽에서 재배하였을 때는, 저층에서 고층으로 갈수록 생체중이 감소하며, 통계적으로도 차이가 있었다.

유의성을 검토한 결과, 초장에서는 위치와 층위 모두 고도로 유의성을 나타냈다. 엽장, 엽폭, 엽수는 위치에서는 유의성을 나타냈고, 나머지 Bio mass와 건물율에서는 유의성이 없었다. 층위에서는 엽장, 엽폭에서 고도로 유의하였으며, 생체중에서 유의성을 나타냈다. 그 외 엽수, 건물중, 건물율에선 유의성이 없었다.

표 3-1-117. 다단식시스템 위치와 층위별 진빨롤라의 파종 27일째 색도와 기능성물질 함량

위치	층위	Colorimeter			안토시아닌 (mg/100g · FW)	폴리페놀 (mg/100g · FW)
		L	a	b		
LEFT	Low	31.1bc	14.1a	4.2bc	7.8ab	28.4bc
	Middlie	34.1bc	7.9abc	7.5abc	5.1c	26.2c
	High	32.1abc	15.3a	4.0bc	9.0a	40.4a
MIDDLE	Low	43.6a	3.3c	12.1ab	5.9c	21.0d
	Middlie	37.3abc	9.0abc	13.7a	5.7c	21.2d
	High	32.0bc	4.5bc	10.2ab	4.9c	28.4bc
RIGHT	Low	33.4bc	12.5ab	4.3bc	6.1c	20.9d
	Middlie	27.9c	12.2ab	-0.1c	8.4a	30.0b
	High	39.5ab	11.9ab	8.0abc	6.3bc	30.2b
significance						
	위치	NS	*	NS	NS	NS
	층위	NS	NS	NS	NS	NS
	위치×층위	NS	NS	NS	NS	NS

어린잎 채소를 상품화를 위해서는 외관상 색택이 매우 주요한 인자로 작용한다. 외관상 상품성을 알아보기 위해, 색차계를 이용한 엽색의 색도와 기능성물질인 안토시아닌과 폴리페놀을 측정하였다. 그 결과, L과 b는 다단의 위치와 층위에서는 유의성이 없었다. 그러나 녹색(-)과 적색(+)을 나타내는 Hunter 'a' 값에선 다단재배상이 왼쪽과 오른쪽에 있을 때, 중간위치에 있을 때 보다, 값이 높게나왔다. 안토시아닌 값은 왼쪽의 High층에서 4.5mg/100g · FW, 오른쪽의 중간층에서 4.2mg/100g · FW로 높았으나, 위치와 층위에 따른 유의성은 없었으며, 폴리페놀값은 세위치에서 High층에서 재배하였을 때, 폴리페놀 값이 높았으나, 연관성은 없었다.

어린잎 채소를 혼합하여 판매할 때, 신선도가 가장 중요하지만, 외관상 보이는 면도 중요하다. 그러므로 대부분의 녹색계열의 엽채류의 적색계의 엽채류는 외관상 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러므로 적색 엽채류인 진빨롤라를 재배할 때, 빛을 많이 받는 쪽에서 재배하는 것이 적합하다.



그림 3-1-104. 다단 위치와 층위의 따른 파종 27일째 진빨롤라 생육

#### [실험 5] 벼육묘장 적정 파종량 구명

본연구는 벼육묘장에서 다단 층위의 따라 광량과 온도가 다르므로 다단재배상 층위에 따른 진빨롤라의 재배시, 적정 파종량을 알아보기 위해 연구를 진행했다. 2017년 8월 7일부터 2017년 9월 5일까지 재배하였고, 벼육묘관에 상토(채소밥, (주)참그로)배지를 1.5cm충진한 후, 진빨롤라(아시아종묘)종자를 각 판당 150립, 300립, 500립 산파하였다. 파종후 다단재배상에 Low, Middle, High 3개의 처리를 하였다. 파종 32일 후 High층의 500립을 파종한 진빨롤라는 배지가 말라 식물이 고사 현상이 발생하였다.

파종 32일째 생육을 조사한 결과, 아래 표.00과 같다. 초장은 High에서 재배할 때 가장 짧았으며, 그중 500립의 High에서 2.0cm으로 가장 짧았다. 엽장도 초장과 비슷한 경향이였다. 엽폭은 150립일 때, 넓었으며, Middle층일 때 3.1cm으로 가장 넓었다. 엽수 또한 150립 파종하였을 때 엽수가 4~5장으로 가장 많았다. 판당 수확량은 Low, Middle에서 500립 파종하였

을 때, 101~141g으로 가장 높았고, High층에서는 과한 광량과 온도로 고사하여 수량이 적었다. 판 전체 수확량을 립수로 나눠 식물체 1주당 생산량은 150립 파종 시 Middle층에서 0.4g으로 가장 좋았으며, Middle층의 500립 파종한 처리도 0.3g으로 생산량이 좋았다.

이를 토대로 하였을 때, 150립 파종하였을 때, 수확량이 가장 좋았지만, 1판에 많은 수확량을 필요로 할시 예, 500립을 산파하여, Low~Middle층에서 재배하는 것이 적합할 것으로 보인다.

표 3-1-118. 파종립수와 다단식시스템 층위별 파종 32일째 진빨롤라 생육

립수	층위	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (ea)	생체중 (g)	Colorimeter			1판 수확량 (g)	주당 생산량 (g)
							L	a	b		
150	Low	5.4b	4.8b	2.6b	5.0a	0.3b	26.4bc	13.5a	1.3b	40.7	0.3
	Middle	6.3a	5.3a	3.1a	5.0a	0.3a	28.5bc	10.2a	2.7b	61.0	0.4
	High	2.9d	2.3d	2.2c	4.0b	0.2cd	29.1bc	15.7a	-1.6b	18.7	0.1
300	Low	4.1c	3.4c	2.2c	4.2b	0.1cd	30.2bc	16.5a	1.6b	63.1	0.2
	Middle	4.3c	3.3c	2.3c	4.3b	0.2cd	39.4a	11.6a	9.8a	49.8	0.2
	High	3.2d	2.6d	2.1c	4.1c	0.1d	23.7c	15.3a	1.7	53.5	0.2
500	Low	4.6c	3.5c	2.3bc	4.3b	0.2cd	27.5bc	10.9a	3.3b	101.8	0.2
	Middle	6.3a	5.0ab	2.3bc	4.2b	0.2c	29.6bc	14.9a	3.2b	141.6	0.3
	High	2.0e	1.5e	1.3d	3.8c	0.1e	32.8b	14.0a	4.6ab	5.9	0.0



그림 3-1-105. 파종립수와 다단식시스템 층위별 파종 32일째 진빨롤라 생육

## [실험 6] 벼육묘시설을 활용한 어린잎 채소 생산 기술(어린잎 매뉴얼)

### (가) 벼육묘 시설활용을 통한 어린잎 채소 생산 목적

쌀 산업 경쟁력 증대를 위해 설치된 벼육묘장은 국내 벼 공급량의 약 27%(4천여개소)가 보급되었음.

벼 공동 육묘장에는 육묘실을 비롯한 발아실, 차광스크린, 온·습도 조절장치, 자동 관수시설, 다단계배상, 벼육묘판 등이 설치되었음. 그러나 봄철 1~2개월만 사용되고 나머지 기간은 방치 또는 저장창고로 사용되고있는 실정임.

따라서 시설 유휴기간 중 설치한 장비를 활용하여 어린잎을 재배함으로써 농가 소득증대에 기여하고자 하였음.

### (나) 벼육묘장의 설비시설



복토기



발아실



자동관수시설



다단계배상



벼육묘판

그림 3-1-106. 벼육묘장 시설장비

(다) 어린잎 채소 재배 개요



그림 3-1-107. 시설을 활용한 어린잎 채소의 파종에서 재배까지의 전과정

표 3-1-119. 어린잎 채소 재배 순서

항목	방법
1. 상토충진	별시 파종 복토기를 이용하여 비육묘판에 상토를 2cm 충전 시킨 후 물을 충분히 준다(상토소요량 4L/판당).
2. 파종	비육묘판에 어린잎 채소 종자 300립을 산파 또는 줄파한다. 파종 후 질석 등을 이용하여 얇게 복토한다.
3. 발아	파종한 육묘판을 다단재배상에 층위별로 놓은 뒤, 발아실로 이동하여 발아시킨다(발아일 1~3일 소요). 발아실 환경조건: RH90±5%, 25±2℃
4. 육묘	발아가 시작되면 곧 바로 육묘실로 이동한다.
5. 재배	층위에 따라 관수량은 달리하여 25~35일간 재배한다. 관수방법은 자동 관수 시스템을 이용하여 관수시, 1일 2~3회 공급한다.(노즐 당200cc/min) 비육묘 다단식 재배상에서의 품위별 재배가능 작물 - 저~중층: 다채, 왕고들빼기, 큰다닥냉이, 로메인화이트, 진빨물라 등 - 고층: 아마란스, 적다채 등 ※ 어린잎 채소 재배 적정 온도: 20~25℃ 내외

준비물: 비육묘판, 상토

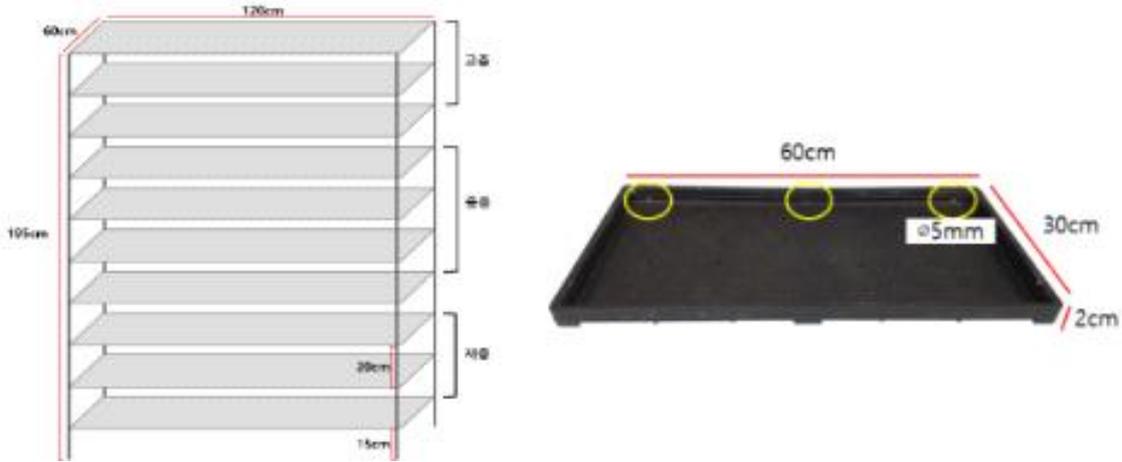


그림 3-1-108. 다단재배상 및 베타묘판 모형

(라) 작물별, 시기별 적정 재배일수

작물	적정 재배일수		
	12-2월	6-8월	9-11월
진빨롤라	35일	28일	32일
로메인화이트	28일	26일	30일
적다채			
다채			
아마란스	35일	26일	30일
왕고들빼기			
큰다닥냉이	25일	23일	25일
유의사항: 큰다닥냉이는 25일 이후 떡잎 색이 갈변함 6~8월 재배중 차광스크린을 사용하여 온도 상승 방지			

(마) 월별 재배 가능 작물

표 3-1-120. 어린잎 채소의 시기별, 다단위치별 재배 가능여부

작물	다단 위치	월											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
적다채	저	×	△				△	×	×	△	△	△	×
	중	△	△				△	×	×	△	△	△	△
	고	○	○				○	×	×	△	○	○	○
다채	저	△	△				○	×	×	○	○	○	△
	중	△	△				△	×	×	○	○	△	△
	고	○	○				△	×	×	△	△	△	○
진빨볼라	저	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	중	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	고	○	○				○	△	△	○	○	○	○
로메인화이트	저	△	△				○	○	○	○	△	△	△
	중	△	△				△	○	○	○	△	△	△
	고	○	○				○	△	△	△	○	○	○
아마란스	저	×	×				×	×	×	×	×	×	×
	중	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	고	△	△				○	○	○	○	△	△	△
왕고들빼기	저	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	중	○	○				○	○	○	○	○	○	○
	고	○	○				○	○	○	○	○	○	○
큰다닥냉이	저	○	○				△	×	×	△	△	△	△
	중	○	○				○	○	○	△	△	△	△
	고	○	○				△	△	△	○	○	○	○
배초향	저	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	중	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	고	△	△				○	○	○	○	○	○	○
로켓루꼴라	저	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	중	△	△				△	△	△	△	△	△	△
	고	○	○				○	○	○	○	○	○	○

○: 가장 적합, △: 재배 가능, ×:재배 불가

## 2. 벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 자동화시스템 설계

### 가. 벼 육묘시설 연중활용을 위한 어린잎 채소생산 시스템 설계

#### (1) 벼육묘장 시설 현황 및 어린잎 채소 생산 시 문제점 파악

유휴 기간 중 벼 육묘장 실태 조사를 알아보기로 경기북부, 강원 및 전북 지역 등을 대상으로 벼 육묘장 현장 조사하였다.

대부분의 벼 육묘장 농가가 생산 및 출하 시기인 3~5월을 제외하고 기능적인 가동이 되고 있지 않은 실정이며, 일부 벼육묘장의 경우 유휴기간 중 씨감자를 생산하였음(전주). 한편 다단식육묘시스템을 활용한 어린잎 채소의 기술전수와 유통 판로가 확보되면 개인 벼 육묘장에서는 활용하고자 의지가 있음도 확인되었음. 이에 벼 육묘농가에서 적용 가능한 품종으로 경쟁력을 갖춘 작물의 선택도 중요한 사항으로 제시되었다. 특히 강원도의 경우 벼 육묘장을 이용한 6월 이후 유휴 기간 중에는 대규모 벼 농사를 하는 농가를 제외하고는 고추 등의 과채류 재배나 농기계창고로 활용되는 경우가 많았다.

다단식 육묘시스템의 경우 벼 육묘 기간 중 위치에 따른 환경 불균형으로 벼 육묘 균일도가 떨어져 현재 다단식시스템은 일시 다량 육묘가 진행되는 과정에서 공간활용과 대처로서의 기능도 큰 것으로 파악되었음(여주육묘장의 경우). 따라서 어린잎 채소 생산을 위해 본 과제에서 수행된 연구 결과에 대한 실증이 반드시 필요한 것으로 실태조사에서 얻은 결과였다.

기존 벼 육묘장을 활용한 경우 어린잎 채소 생산 시 개선할 문제점 또는 보완 사항

- ① 벼 육묘 기간 중에도 다단식 육묘 시스템의 경우 위치에 따른 광량 차이로 작물 생육 불균형이 문제가 되어 어린잎 채소 생산 재배에서는 다단 중 1, 3, 5 식의 흘수칸 2, 4, 6의 짝수칸 등 다단 선택적 재배 또는 보광 등 설치 (설계도 첨부)  
시설 활용도를 높이고자 자동 살수기의 봉을 이용하여 인공광 설치하는 실용안을 제시하고자 함(그림. 3-1-116)
- ② 녹화장 및 비닐온실 : 자동살수기 보유 육묘장은 관수 시스템의 병행 사용이 가능함. 그러나 두상 관수(스프링클러)와 저면관수가 설치된 시설에서는 관수기의 추가 설치가 필요함.
- ③ 난방 시설 설치된 벼 육묘장은 거의 없어 어린잎 채소의 가을에서 초겨울 사이의 일교차, 늦가을~겨울철 생산을 위해서는 난방 시설 필요하리라 보이며, 여름 또한 측창 또는 천창 등의 환기 설치가 미약한 것으로 보여 고온에도 취약한 것으로 파악됨.
- ④ 발아실의 활용 : 암막재배가 필요한 땅콩나물 등의 작물 선택이 가능함.(온, 습도 관리 가능)  
발아시기인 3월말에서 4월말 1달을 제외한 11개월의 대체 작물 생산이 가능
- ⑤ 대처와 Tray의 경우 별도의 투자 없이 사용이 가능한 것으로 파악됨.
- ⑥ 포장 및 출하검사용 작업대 추가 필요
- ⑦ 양액재배가 필요한 작물의 경우 관비 시스템 적용도 검토대상임. 한편 신작물 어린잎 채소 탐색(땅콩나물 등)또는 트레이 변환 등을 기존 시스템 활용 측면에서의 검토도 필요하리라 봄.

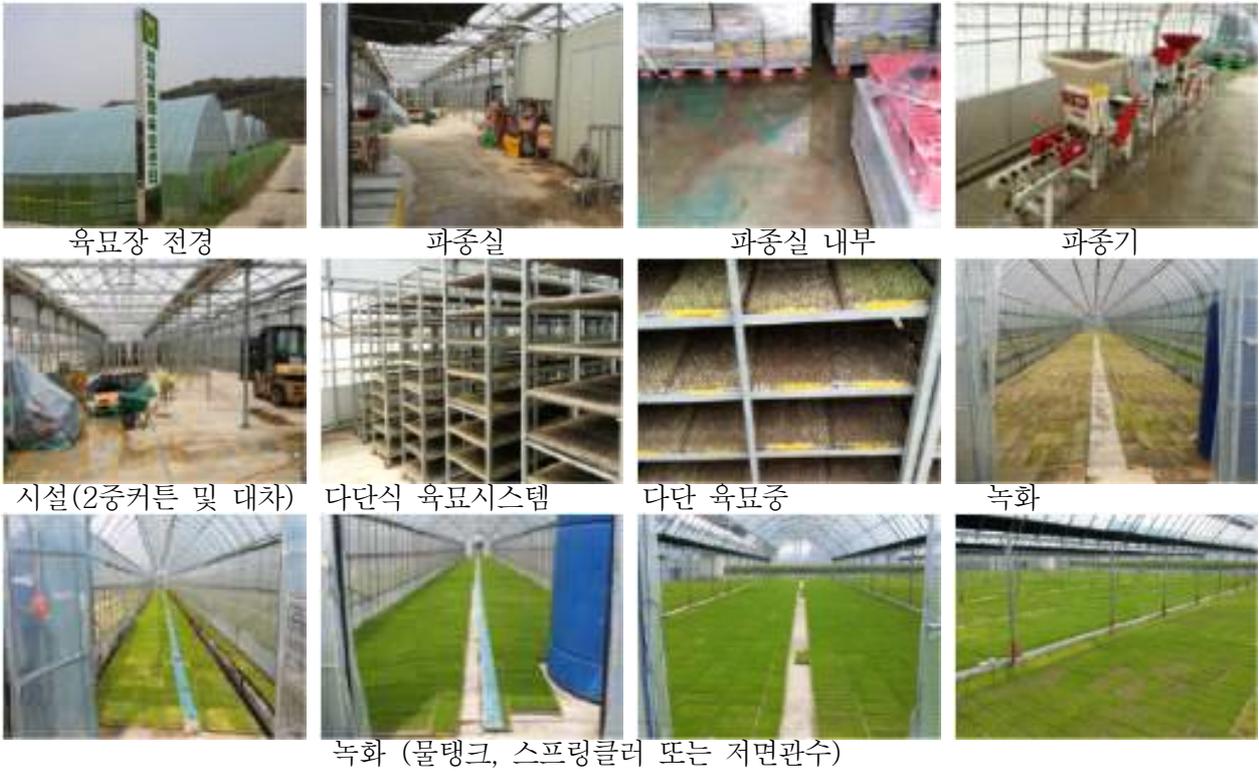


그림 3-1-109. 경기도 여주 육묘장



그림 3-1-110. 전주 육묘장 A



그림 3-1-111. 경기 북내 벼육묘장

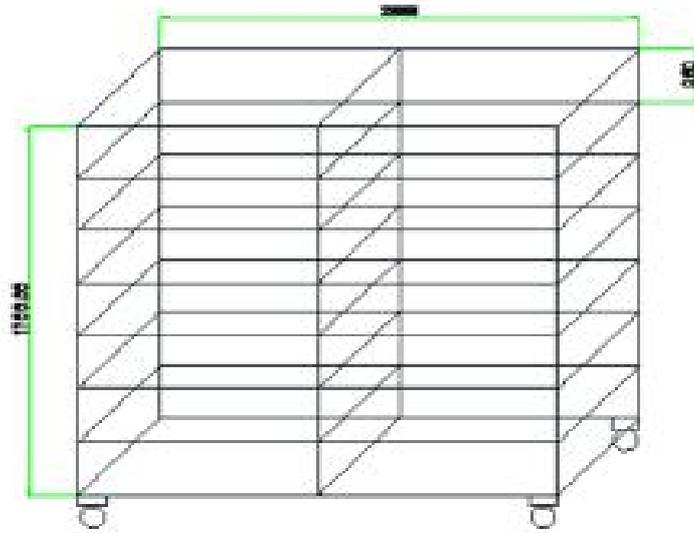


그림 3-1-112. 전주 육묘장 벼육묘 다단식시스템(2000×510×1750mm) 육묘트레이 300×600mm



그림 3-1-113. 전주 B 육묘장



그림 3-1-114. 경기 여주 북내 벼 육묘장

표 3-1-121. 육묘장의 시설 및 현황

육묘장	시설	현황
여주 능서농협 벼육묘장	비닐온실, 녹화장, 벼육묘대차, Tray, 파종기, 발아실, 스프링쿨러	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3월 말~5월 말 벼육묘 생산: 총 생산 Capa 4만5천장 (Tray) 이후 일부 배추생산</li> <li>- 4월에 7회 파종 (1회 6,000~7,000장)</li> <li>- 육묘대차 칸막이에 의한 빛의 간섭으로 묘의 생육이 일정하게 자라지 않아 벼육묘 대차를 활용하지 않고 온실바다에 펼쳐진 상태로 녹화진행(면적에 대한 효율성이 매우 낮음)</li> <li>- 비닐온실 관수설비: 상부 스프링 쿨러, 하부 저면관수 (온실 내 대차 활용시 관수 방안이 없음)</li> </ul>
북내 벼육묘장	비닐온실, 녹화장, 발아실, 보일러, 살수기, 파종기, 육묘대차, Tray	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3월 말~5월 말 벼육묘 생산: 총 생산 Capa 4만5천장. 벼육묘 완료 후 저면관수 비닐 온실 내 벼재배</li> <li>- 녹화장은 벼육묘생산 완료 후 창고로 방치</li> <li>- 관수설비: 녹화장은 살수기, 비닐온실은 저면관수</li> </ul>
강원 철원 벼육묘장A	살수기, 양액탱크 및 관비시스템, 스프링쿨러	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3월 말~5월 말 벼육묘 생산</li> <li>- 살수 관수 및 바닥에 트레이 1단 생산</li> <li>- 대부분 창고 또는 과채류 일부 재배</li> </ul>
강원 철원 벼육묘장B	트레이, 파종기, 발아실, 스프링쿨러, 벼육묘다단시스템, 차광시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3월 말~5월 말 벼육묘 생산</li> <li>- 비닐온실 관수설비: 스프링 쿨러</li> <li>- 벼 육묘 생산 후 과채류 일부 재배 또는 창고 활용</li> </ul>
전주 A농가	벼육묘대차, 스프링쿨러, 녹화장	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3월~5월 벼육묘 생산 : 총 생산 Capa 12만장</li> <li>- 벼육묘생산 완료 후 씨감자 생산: 기존 벼육묘 시설 활용</li> </ul>
전주 B농가(농협)	육묘대차, 스프링쿨러	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3월~5월 벼육묘 생산: 총 생산 Capa 10만장, 품종 단일화 작업으로 인해 현재 3만장 생산 중</li> <li>- 벼육묘생산 완료 후 창고로 방치</li> <li>- 육묘장 규모: 하우스 온실 1기동 기준 27000*9000</li> <li>- 천창과 측창 개폐 가능</li> </ul>
전주 C농가		<ul style="list-style-type: none"> <li>- B농가와 동일, 육묘시기 끝나면 창고 용도 활용</li> <li>- 벼육묘장 2300만평 규모를 딸기 행잉 거터로 설치하여 과육 실험재배 중</li> <li>- 실 재배면적: 2000평</li> </ul>

## (2) 벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 자동화 시스템 개발

특허 출원 : 광보강 다단대차형 식물재배장치

발명 명칭	광보강 다단대차형 식물재배장치 {Light reinforced multi-stage trolleytype plant cultivation equipment }
기술 분야	- 벼의 육묘 재배를 위하여 다단대차형으로 구성된 벼 육묘장 시설을 개선하여 각단의 육묘관에서 재배되는 육묘가 균일한 조건에서 균일한 성장을 하도록 하며, 특히 실질 사용기간이 제한적인 벼 육묘장 시설을 활용하여 유휴기간에 기타 소득작물(베이베리프 및 엽채류)을 재배하여 농가 소득을 증대하도록 하는 광보강 다단 대차형 식물 재배장치에 관한 것
발명 내용	- 벼 육묘장의 시설이 활용되지 않는 기간에 기타 소득작물(베이베리프 및 엽채류)을 재배할 수 있도록 하는 광보강 다단대차형 식물재배장치를 제공하는 데에 있다. - 또한, 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 기존의 다단형 대차를 이용하여 식물을 재배할 때 대차에 장착된 다단의 육묘관중 최상층부와 중간부의 광량 차이에 의한 불균일한 식물성장으로 품질이 저하되는 것을 방지하도록 한 광 보강 다단대차형 식물재배장치를 제공하고자 한다.
발명효과	- 다단으로 구성된 육묘관의 식물생육에 필요한 조건을 균일하게 맞추어 줄 수 있으므로 성장하는 식물을 고르게 키울 수 있어 육묘의 품질을 높일 수 있는 효과가 있다. - 일년 중 사용하는 기간이 한정적인 벼 육묘장의 시설을 유휴기간에 다른 작물을 기를 수 있도록 하여 시설의 활용도를 높임으로써 농가의 소득증대에도 기여하도록 하는 효과가 있다. - 육묘관의 하측 외측면에 각각 반사판을 형성하여 하측의 육묘관에서 성장하는 식물에 인공조명의 빛을 반사하여 조사하도록 함으로써 반사되는 빛이 육묘에 고르게 비취질 수 있도록 하여 육묘의 성장발육을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.



그림 3-1-115. 종래기술에 따른 다단대차형 벼 육묘장을 촬영한 사진

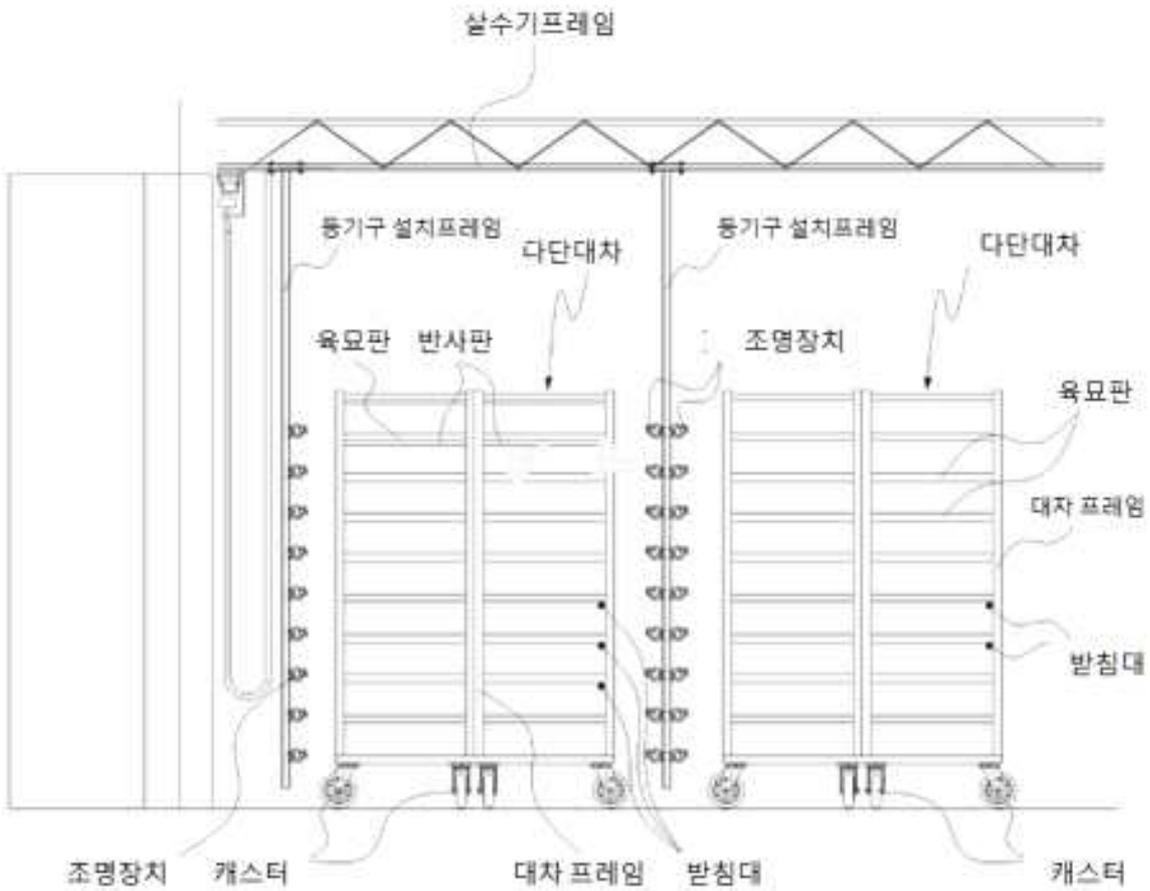


그림 3-1-116. 본 발명에 따른 광보강 다단대차형 식물재배장치를 도시한 것임

### 3. 어린잎 채소 상품성 제고 기술 개발

#### 가. 벼 육묘판에서 다단식시스템을 이용하여 재배된 어린잎 채소의 phytonutrient 함량

본 연구는 재배 시기 및 수확 시기에 따른 phytonutrient 의 함량을 분석하였다. 어린잎 채소는 파종에서 수확에 이르기 까지 비교적 생육 기간이 짧지만 계절에 따른 광 특성과 온실의 조건에 따른 대기 수분함량 투광성 등에 차이에 따라 서로 다른 생육 특성을 나타낸다. 이러한 특성은 내적 요인인 phytonutrient 함량에도 영향을 미치는데 특히 광에 의한 1차대사의 변화 이에 따른 2차대사의 변화 등이 나타나게 된다. 또한 적 품종을 선발하기 위해 재배 시기와 수확시기에 따라 품종 간 생육의 차이뿐만 아니라 내부의 phytochemical 의 합성 정도가 변하기 때문에 내적 성분의 함량이 변하게 된다. 따라서 재배 시기 및 수확 시기에 따른 내적 요인을 비교하기 위하여 다단 재배 시스템에서 재배된 어린잎을 대상으로 몇 가지 phytonutrient 성분을 분석하여 상호 비교하고 또한 대표 품종에 따라 품종간의 phytonutrient 차이가 발생하는 정도를 측정하여 본 과제의 적절한 품종 선발과 품종간의 최적 수확시기를 phytonutrient 함량에 의해 판별하기 위하여 수행되었다.

파종은 5월 4일 하였으며 육묘 25일 후인 5월 29일 다단 재배 시스템에 적용하여 재배 20일 이 경과된 6월 18일 수확하였다. 파종에서 수확물까지 벼 육묘용 트레이에서 재배되었으며 피트모스배지에서 생육하였다. 재배상은 다단으로 6단이였으며, 2단(A), 4단(B), 그리고 6단(C)을 각기 적용하였다.

대상 작목은 상추인 Lettony(ENZA), Diablotin(ENZA), Celinet(ENZA), Romain White(코레곤), 그리고 Red salad ball(코레곤) 의 5가지 품종이 사용되었다.

주요 phytonutrient 는 엽록소 함량, 총 페놀 함량, 총 카로틴 함량, 총 플라보노이드 함량 그리고 안토시아닌 함량이 분석되었다. 모든 분석법은 식물체 분석법의 농촌진흥청 표준 분석 방법을 따랐다.

상추 'Lettony' 의 경우 A, B, C 수확에서 C 수확 시 가장 높은 클로로필 함량을 나타내었으며 B 수확 시 가장 낮은 함량을 나타내었다.

상추 'Diablotin' 의 클로로필 함량은 C에 가장 높음 함량을 나타내었고, A 수확물에 가장 낮은 함량을 나타내었다(표 3-1-122).

상추 'Celinet' 의 클로로필 함량의 경우 A 수확 시 가장 높은 함량을 나타내었다(표 3-1-122). 그 다음으로 C 수확물과 B 수확물이 다소 낮은 함량을 나타내었으나, 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

상추 'Romain White' 의 클로로필 함량은 B 수확물에 가장 높은 함량을 나타내었으며 C 수확물의 함량과 유사한 값을 나타내었다(표 3-1-122). A는 다소 낮은 함량을 나타내었다.

상추 'Red salad ball' 의 클로로필 함량은 B 수확물이 가장 높은 함량을 나타내었으나 A 수확물과 큰 차이를 나타내지 않았다(표 3-1-122). C의 경우 다소 낮은 함량을 나타내었다.

표 3-1-122. 다단식시스템에서 재배된 어린잎 채소 5종의 처리 20일째 엽록소 함량

		$\mu\text{g}/100\text{g fresh wt.}$		
		Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll total
Lettony	A <sup>z</sup>	22.79 ± 2.77 <sup>y</sup>	11.81 ± 1.49	34.59 ± 3.25
	B	12.57 ± 3.24	5.07 ± 2.13	17.63 ± 3.36
	C	29.05 ± 1.09	11.33 ± 1.12	40.37 ± 2.20
Diablotin	A	19.63 ± 3.78	6.68 ± 2.63	26.30 ± 5.40
	B	23.69 ± 4.30	8.73 ± 3.76	32.42 ± 5.06
	C	25.71 ± 4.11	9.35 ± 2.09	35.06 ± 6.20
Celinet	A	24.08 ± 3.57	10.03 ± 1.73	34.10 ± 5.25
	B	23.13 ± 4.00	9.00 ± 1.88	32.12 ± 5.73
	C	25.26 ± 0.37	8.87 ± 0.15	34.13 ± 0.52
Romain White	A	16.42 ± 3.40	5.51 ± 1.22	21.93 ± 4.61
	B	19.02 ± 3.32	6.37 ± 1.21	25.39 ± 4.53
	C	18.30 ± 4.19	6.02 ± 1.53	24.32 ± 5.72
Red Salad ball	A	25.68 ± 3.79	9.53 ± 2.12	35.20 ± 5.89
	B	26.56 ± 1.34	9.69 ± 0.62	36.24 ± 1.94
	C	25.22 ± 3.15	9.18 ± 1.49	34.39 ± 4.65

<sup>z</sup>A: 2<sup>nd</sup> layer; B: 4<sup>th</sup> Layer, C: 6<sup>th</sup> layer, control,

<sup>y</sup> means ±S.D.(n=3).

상추 ‘Lettony’의 총페놀 함량의 경우 A 수확과 B 수확은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, B 수확물의 경우 낮게 나타났다(표 3-1-123).

상추 ‘Diablotin’의 주요 성분 중에 하나인 총페놀 함량의 경우 A 수확물과 B 수확물이 같은 수준을 나타내었고, C 수확물이 가장 높은 함량을 나타내었다(표 3-1-123).

상추 ‘Celinet’의 총 페놀 함량은 A 수확물에서 B 수확물을 거쳐 C 수확물 까지 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 그 차이는 크지 않았다(표 3-1-123).

상추 ‘Romain White’의 총 페놀 함량에서도 클로로필과 유사한 결과를 나타내었는데 B 수확물에 다소 높은 함량을 나타내었고 A과 C 수확물은 유사한 함량을 나타내었다(표 3-1-123). 상추 ‘Red salad ball’의 총 페놀 함량은 클로로필과는 다른 결과를 보였는데 A 수확물의 함량이 가장 낮고, C 수확물이 가장 높은 함량을 나타내었으며, A 수확물과 B 수확물의 차이보다 B과 C 수확물간의 차이가 더 큰 폭으로 나타나 C의 경우 phytonutrient 함량이 증가되는 것으로 판단되었다(표 3-1-123).

표 3-1-123. 다단식시스템에서 재배된 어린잎 채소 5종의 처리 20일째 총 페놀, 총 카로틴 함량

		mg/100g fresh wt.	O.D. value
Lettony	A <sup>z</sup>	47.6 ±4.0 <sup>y</sup>	3.21 ±0.27 <sup>y</sup>
	B	43.7 ±6.0	1.40 ±0.31
	C	40.7 ±4.0	3.03 ±0.10
Diablotin	A	91.0 ±13.3	1.92 ±0.23
	B	71.1 ±22.0	2.40 ±0.40
	C	72.6 ±20.9	2.62 ±0.21
Celinet	A	34.1 ±0.4	2.69 ±0.29
	B	38.4 ±8.1	2.51 ±0.38
	C	36.4 ±0.7	2.58 ±0.07
Romain White	A	25.3 ±7.7	1.52 ±0.33
	B	22.7 ±6.4	1.81 ±0.32
	C	27.2 ±3.7	1.86 ±0.41
Red Salad ball	A	96.8 ±11.0	2.46 ±0.36
	B	67.1 ±11.2	2.55 ±0.11
	C	74.0 ±8.7	2.56 ±0.29

<sup>z</sup>A: 2<sup>nd</sup> layer; B: 4<sup>th</sup> Layer, C: 6<sup>th</sup> layer, control,

<sup>y</sup> means ±S.D.(n=3).

상추 ‘Lettony’의 카로틴 함량의 경우 차이를 나타내었는데 A 수확이 가장 높은 함량을 나타내었고 B 함량이 다음에 위치하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다(표 3-1-123). 그러나 B 수확물의 경우 매우 낮은 수치를 나타내었다.

상추 ‘Diablotin’의 총 카로틴 함량의 경우 클로로필 함량과 유사한 결과를 나타내었는데 A가 가장 낮은 함량을 나타내었고, C가 가장 높은 함량을 나타내었다. 상추 ‘Celinet’의 총 카로틴 함량은 A에 가장 높은 함량을 나타내었으며 B 수확물과 C 수확물이 근소한 차이를 나타내었다(표 3-1-123). 상추 ‘Romain White’의 총 카로틴 함량은 A 수확물에서 C 수확물 까지 증가하는 경향을 나타내었고 B 수확물과 C 수확물은 큰 차이를 나타내지 않았다(표 3-1-124). 상추 ‘Red salad ball’의 총 카로틴 함량을 분석한 결과 총 페놀 함량과는 다르게 A 수확물, B 수확물, 그리고 C 수확물간 차이를 나타내지 않았다(표 3-1-123).

상추 ‘Lettony’의 플라보노이드 함량은 O.D. 값을 통하여 비교하였는데 B 수확 시 가장 높은 함량을 나타내었고, A 수확시 가장 낮은 값을 나타내었다(표 3-1-124).

상추 ‘Diablotin’의 총 플라보노이드 함량은 A 수확물에 가장 높은 함량을 나타내었으며 B에 가장 낮은 함량을 나타내었다.

상추 ‘Celinet’의 총 플라보노이드 함량은 A 수확물과 C 수확물이 근소한 차이를 나타내었으며 B 수확물이 다소 낮은 함량을 나타내었다(표 3-1-124). 상추 ‘Romain White’의 총 플라보노이드 함량은 A 수확물에서 비해 B 수확물이 다소 높게 나타나고 C 수확물에 가장 높은 함량을 나타내었다(표 3-1-124). 상추 ‘Red salad ball’의 총 플라보노이드 함량

은 C 수확물에 가장 높은 함량을 나타내었으며 B 수확물에 가장 낮은 함량을 나타내었다(표 3-1-124).

상추 ‘Lettony’의 안토시아닌 함량의 경우 A 수확물과 C 수확물이 유의적인 차이를 나타내지 않으며 동일한 값을 나타내었고 B 수확물이 다소 낮은 함량을 나타내었다(표 3-1-125). 상추 ‘Diablotin’의 안토시아닌 함량은 A과 B 수확 시에 동일함 함량을 나타내었으며, C 수확물에 함량이 증가하였다(표 3-1-124). 상추 ‘Celine’의 안토시아닌 함량은 카로틴 함량과 유사한 결과를 나타내었는데 A 수확물이 다소 높은 함량을 나타내었으며, B과 C 수확물에 유사한 결과를 나타내었다(표 3-1-124). 상추 ‘Romain White’의 안토시아닌 함량은 다소 다른 결과가 나타났는데 C 수확물의 함량이 가장 높고, B 수확물에 가장 낮은 함량을 나타내는 것으로 나타났다(표 3-1-124).

상추 ‘Red salad ball’의 총 안토시아닌 함량은 B 수확물이 A과 C 수확물에 비하여 다소 높은 결과를 나타내었다(표 3-1-124).

상추 ‘Lettony’의 경우 C 또는 A 수확을 목표로 하는 품종으로 적합한 특성을 나타내었다.

상추 ‘Diablotin’의 경우 A이나 B 보다는 C의 재배에 적합한 특성을 나타내었다.

상추 ‘Celine’은 A에 수확물을 가지는 재배 형태에서 가장 좋은 phytonutrient 함량 특성을 나타내었다. 상추 ‘Romain White’는 C 수확물과 B 수확물의 차이가 매우 적고 유사한 함량을 나타내어 phytonutrient 함량에 있어 A 수확물보다 다소 유리한 것으로 판단되었다.

상추 ‘Red salad ball’의 결과를 종합하면 총 페놀함량에서 큰 폭이 차이를 나타낸 C 수확물이 다른 수확물에 비하여 우수한 phytonutrient 함량을 나타내었다고 판단되었다.

상기의 재배 기간 및 수확시기에 따른 phytonutrient 함량을 몇 가지 상추 품종을 대상으로 실험한 결과 재배 기간 및 수확시기에 따른 phytonutrient 함량에 차이가 나타남을 알 수 있었으며, 품종간의 차이를 phytonutrient 함량에 의해 확인 할 수 있었다.

이러한 재배 기간 및 수확 시기에 따른 차이를 광조건을 비롯한 대기 수분 조건 등과 같은 환경 조건의 차이에 따른 결과로 판단되며, 시기에 따른 재배 품종의 선발 시 또는 수확시기의 기능성 성분함량을 나타내고자 할 경우 지표 자료로 활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

표 3-1-124. 다단식시스템에서 재배된 어린잎 채소 5종의 처리 20일째 총 플라보노이드 함량

		mg/100g fresh wt.	O.D. value
<i>Lettony</i>	A <sup>z</sup>	52.6 ±3.1 <sup>y</sup>	0.041 ±0.002 <sup>y</sup>
	B	30.1 ±6.2	0.028 ±0.006
	C	30.8 ±7.9	0.038 ±0.004
<i>Diablotin</i>	A	53.5 ±3.0	0.031 ±0.007
	B	39.6 ±4.9	0.031 ±0.007
	C	30.6 ±7.4	0.041 ±0.008
<i>Celinet</i>	A	38.9 ±0.6	0.035 ±0.005
	B	38.7 ±2.2	0.034 ±0.004
	C	36.6 ±2.8	0.034 ±0.001
<i>Romain White</i>	A	31.3 ±5.1	0.017 ±0.001
	B	25.8 ±3.2	0.004 ±0.002
	C	28.8 ±2.3	0.023 ±0.001
<i>Red Salad ball</i>	A	56.0 ±5.1	0.035 ±0.006
	B	49.4 ±4.5	0.038 ±0.002
	C	45.8 ±4.8	0.036 ±0.003

<sup>z</sup>A: 2<sup>nd</sup> layer; B: 4<sup>th</sup> Layer, C: 6<sup>th</sup> layer, control,

<sup>y</sup> means ±S.D.(n=3).

#### 나. 대형마트에서 판매중인 어린잎 채소 시장조사

2016년 7월 11일 대형마트에서 판매되고 있는 제조사별 3가지 종류의 어린잎 채소를 구입하여 조사하였다. 각 제품에서 어린잎 채소는 P사는 5종류, M사 4종류, E사는 3종류 조사되었다. M사에서 출시된 ‘아이순&어린잎’은 200g당 4,490원이었고, E사에서 출시된 ‘꼬마채소’는 150g당 3,000원, P사의 ‘어린잎 패밀리팩’은 100g에 3,980원으로 가격은 P사>M사>E사 순으로 높았다. 각 제품의 한 팩에 들어있는 양을 조사하였는데, 각각의 무게의 합은 시중에서 명시되어있는 표기와 비슷한 수준이었다. 각 제품에 들어있는 어린잎의 초장은 6.4~11.5cm로 다양했고, 엽폭은 1.1~4.2cm이었다.

표 3-1-125. 대형마트에서 판매중인 어린잎 채소 시장조사

	M	E	P
마트진열			
제품			
각 어린잎 묶음			
가격	4,490원 / 200g	3,000원 / 150g	3,980 / 100g

표 3-1-126. 대형마트에서 판매중인 어린잎 채소의 종류별 생육

		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	SPAD (value)	무게 (g)
M	청경채	9.42 b	4.76 c	2.30 bc	31.68 a	102.36
	비트	11.48 a	6.42 d	2.88 b	25.84 bcd	12.96
	적양무	6.80 de	1.14 f	1.16 d	-	14.89
	치커리	6.40 e	6.40 b	2.24 c	22.92 d	10.01
E	청경채	6.90 de	5.10 c	2.82 bc	28.84 abc	135.13
	비트	8.70 bc	3.56 d	1.34 d	21.36 d	11.23
	아마란즈	8.14 bcde	2.54 e	1.50 d	29.84 ab	12.94
P	바타비아그린	7.50 cde	7.50 a	2.90 b	23.92 cd	13.26
	치커리	7.20 cde	7.20 ab	4.22 a	11.74 e	4.78
	비타민	8.14 bcde	3.68 d	2.90 b	28.56 abc	20.58
	적청경채	7.16 cde	4.42 cd	2.62 bc	24.60 bcd	45.56
	경수채	8.22 bcd	3.82 d	1.22 d	15.54 e	13.05

표 3-1-127. 형마트에서 판매중인 어린잎 채소의 기능성물질 함량

처리		Polyphenol (mg/100g FW)	Anthocyanin (mg/100g FW)	Flavonoid (O.D. value)
M	청경채	28.91 ± 5.51	26.54 ± 6.84	26.40 ± 4.61
	비트	13.12 ± 1.50	4.09 ± 2.22	24.40 ± 3.46
	치커리	19.98 ± 3.36	12.96 ± 2.99	19.47 ± 7.07
E	청경채	29.16 ± 2.78	28.63 ± 8.26	19.20 ± 3.82
	비트	15.90 ± 1.50	6.32 ± 2.16	26.00 ± 6.00
	아마란즈	35.24 ± 0.26	19.14 ± 2.99	21.47 ± 5.69
P	바타비아그린	31.14 ± 2.40	23.22 ± 2.14	22.13 ± 0.23
	치커리	34.85 ± 4.42	31.95 ± 3.76	26.00 ± 5.60
	비타민	24.52 ± 3.71	15.05 ± 3.92	34.53 ± 8.24
	적청경채	17.94 ± 3.03	12.68 ± 5.27	18.40 ± 3.94
	경수채	11.59 ± 2.55	5.28 ± 4.47	12.93 ± 4.41

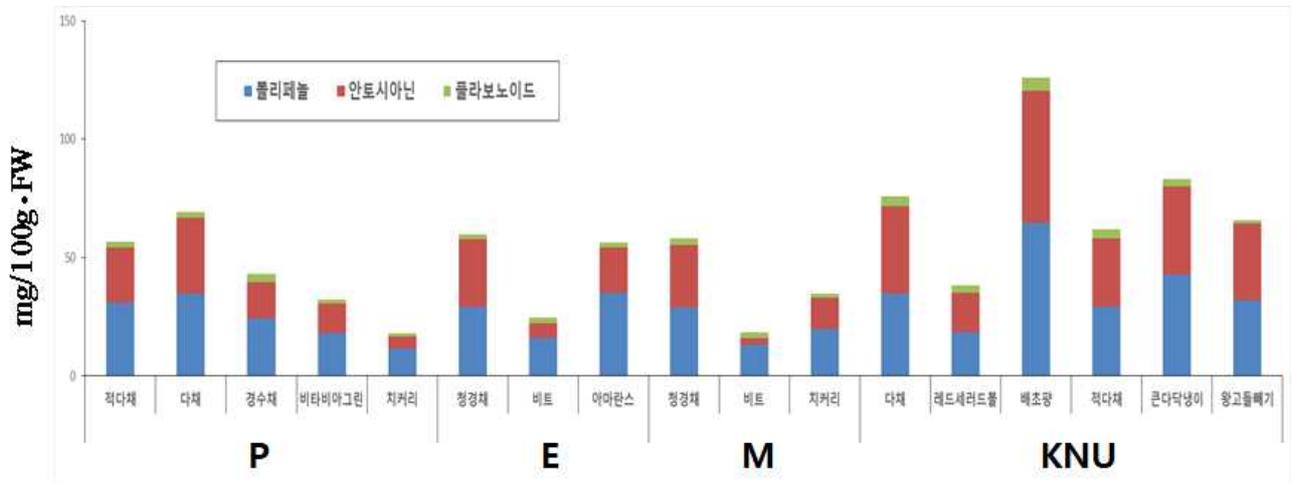


그림3-1-117. 시중의 판매되고 있는 어린잎 채소와 강원대 연구결과 기능성 물질 함량비교

본 연구팀의 제품 구입 시기는 2016년 7월 11일로 수확 직후 포장되어 마트에 진열되었다고 가정할 때 제품의 재배 시기는 약 한달 전쯤인 5월말에서 6월경 파종해서 재배 되었을 것이라 추정하였다. 그리하여 같은시기 재배되었다고 생각한 주요 품목 5가지의 기능성 물질 함량을 비교하였다. 이번에 신제품 가능성을 검토한 작물인 큰다닥냉이와 배초향의 폴리페놀과 안토시아닌 성분에서 특히 높게 나왔고, 각 품종에 따른 폴리페놀 함량은 판매되고 있는 제품들과 비슷한 수치를 보였다. 또한, 안토시아닌 함량 또한 강원대팀에서 연구한 실험 결과와 유사한 함량을 가지고 있는 것으로 나타났다. 이는 배초향과 큰다닥냉이를 어린잎 채소로 활용할 가능성을 보여주고 있을 뿐 아니라, 본 연구팀에서 개발한 다단식시스템 연구결과를 접목한다면 어린잎 채소를 활용한 상품 중에서도 기능성분이 강화된 맞춤형 소포장을 진행 할 수 있을 것으로 보인다.

#### 다. 기능성 강화 어린잎 채소 개별 소포장 유통시 소비자 만족도 조사

2017년 3월 14일부터 5월 13일까지 3회의 걸쳐, 어린잎 채소의 소비자 만족도조사를 알아보고자 실시하였다. 설문조사는 홈플러스 의정부점, 합정점, 올림픽 점 등 3점포에서 진행되었으며, 총 참여인원은 68명(여: 60명, 남 8명)이고, 참여 대상 중 약 82%가 40대 이상이었다. 설문 방법은 판매대 옆에서 시식행사 진행과 동시해 설문조사를 작성하였다.



그림3-1-118. 홈플러스 의정부점 매대에 판매되고 산채혼합 베이비채소



그림3-1-119. 홈플러스 의정부점 판매대에서 시식행사(왼) 및 설문조사 진행(우)

설문 문항은 아래 양식같이 6개의 문항을 조사하였다.

## 어린잎채소 선호도 조사

1. 어린잎채소 구입할 때의 우선 순위?

- ① 신선도     ② 가격     ③ 생산지(원산지)     ④ 안전성     ⑤ 기능성     ⑥ 맛

2. 주로 구입하는 장소는 ?

- ① 동네 마트     ② 대형 마트     ③ 백화점     ④ 재래시장     ⑤ 유기농산물  
 ⑥ 제아 구입(인터넷)

3. 어린잎채소 구입횟수는 ?

- ① 주 1회     ② 주 2회     ③ 주 3회 이상     ④ 월 1회     ⑤ 월 2회  
 ⑥ 기타 (            )

4. 어린잎채소 원하는 포장 단위?

- ① 50g이하     ② 60-100g     ③ 110-150g     ④ 160-200g     ⑤ 200g이상

5. 어린잎채소 구매 적정가격?

- ① 1000원이하     ② 1000-1500원     ③ 1600-2000원     ④ 2100-2500원  
 ⑤ 2600-3000원

6. 산채 어린잎채소 만족도?

- ① 매우 만족     ② 만족     ③ 그치그렇다     ④ 불만     ⑤ 매우 불만

성 별    남    여    기혼    미혼  
 연령 대    10-20대    30대    40대    50대    60대 이상  
 가족 수    ( 2 ) 인    전일주부    직장인

감사합니다.

그림 3-1-120. 어린잎 채소 선호도조사 설문지 양식예시

설문조사 결과, 어린잎 채소의 구매 시 우선순위로 신선도가 76%으로 가장 높았으며 생산지(10%), 가격(6%)순으로 조사되었다. 주로 구입하는 장소는 대형마트(75%)였다. 어린잎 구입 횟수로는 주 1~2회가 67%에 해당되었다. 선호하는 포장 단위는 50g 이하가 37명(54.4%)으로 가장 많았으며, 50~100g도 34%로 높았다. 소비자가 어린잎 채소를 구입시 적정 가격으로 1000~2000원 선이 83%으로 집계되었다. 마지막으로 어린잎 채소에 기능성 강화를 위해 어린잎 산채를 혼합하여 판매의 인식에서 부정적인 측면은 없었으며, 만족 이상이 93%으로 집계되었다.

어린이 채소 구입할 때의 우선 순위 (단위:명)

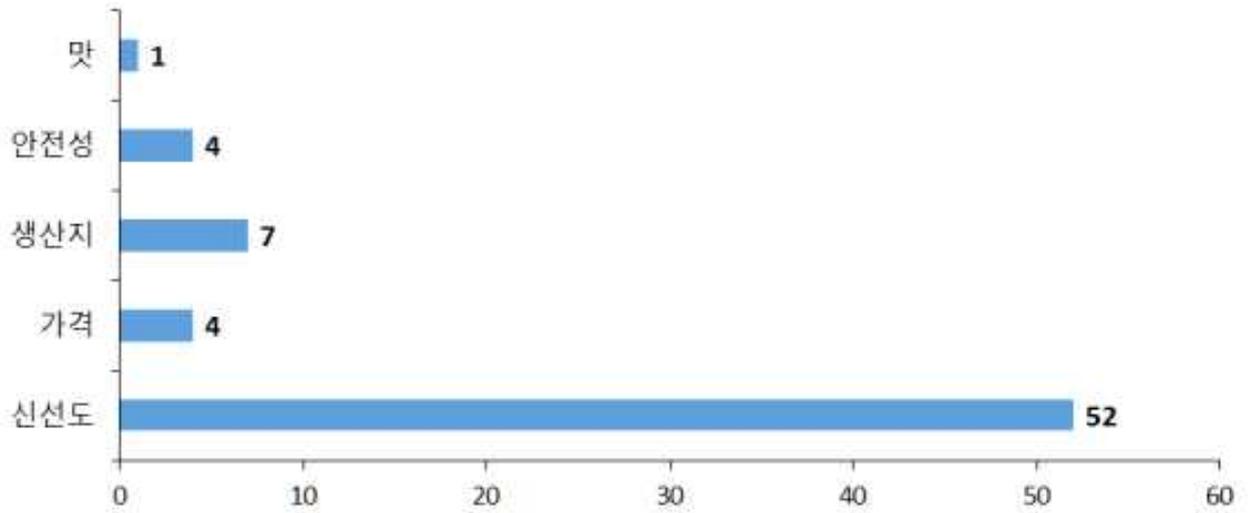


그림 3-1-121. 어린이 채소 구입할 때 우선순위(조사 인원: 68명)

어린이 채소 구입횟수 (단위:명)

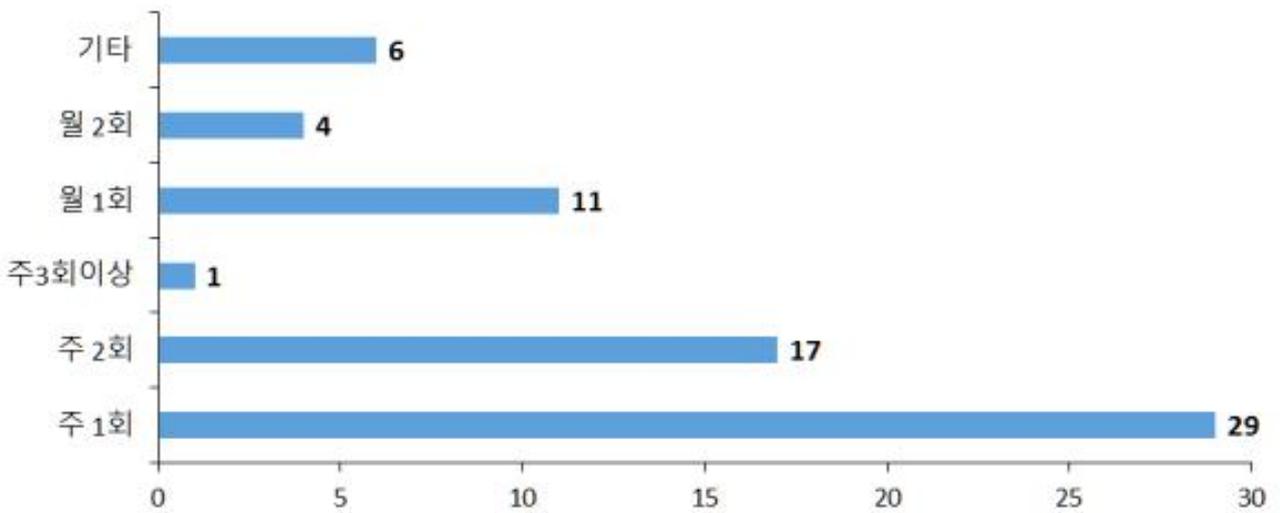


그림 3-1-122. 어린이 채소 구입회수 (조사 인원: 68명)

어린이 채소 선호 포장단위 (단위:명)

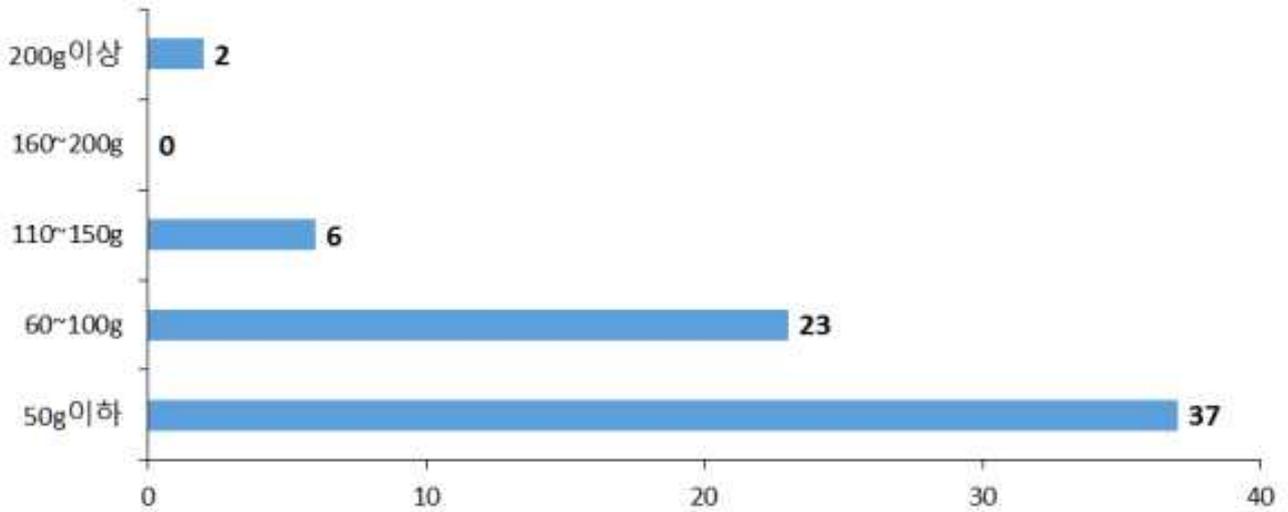


그림 3-1-123. 어린이 채소 선호 포장단위 (조사 인원: 68명)

어린이 채소 적정 구매가격 (단위:명)

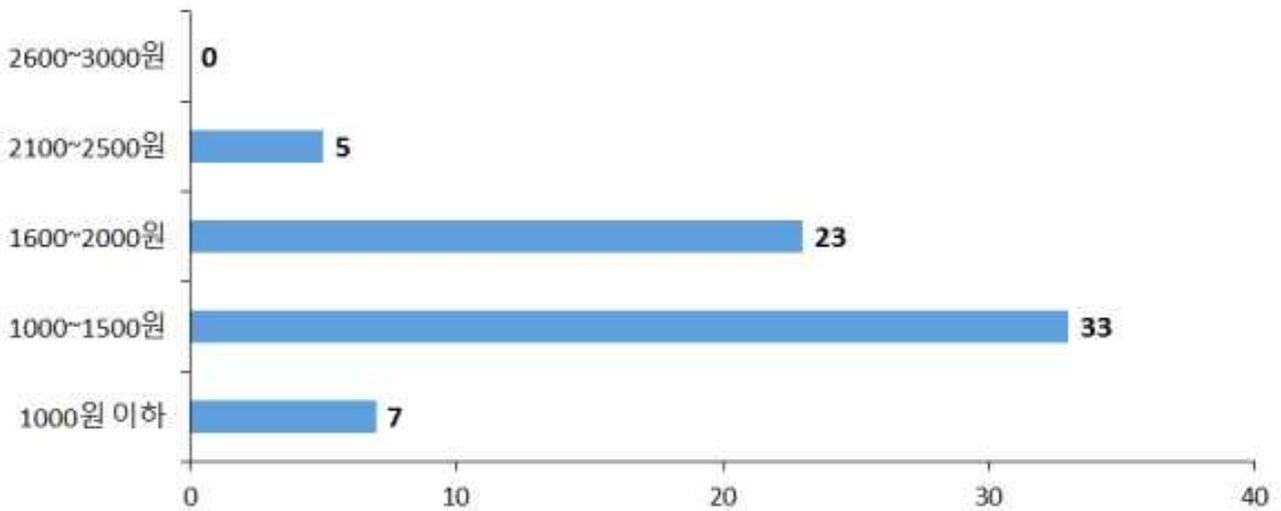


그림 3-1-124. 어린이 채소 적정 구매가격 (조사 인원: 68명)

## 제 2절 벼 육묘 시설에서 생산한 어린잎 채소의 유통 저장 기술 개발

### 1. 수확 전·후 관리 기술 개발

#### 가. 안전생산을 위한 고온기 관리 기술 개발

##### [실험 1] 재배 온도에 따른 생육 및 저장성 비교

###### - 연구방법

공시재료: 로메인 화이트, 시금치, 왕고들빼기

처리조건: 20±2, 30±2, 40±2℃ 온도에서 재배

저장조건: 산소투과도를 조절할 수 있는 OTR(Oxygen transmission rate) 필름으로 포장로메인 화이트(40,000cc - 13일), 시금치(20,000cc - 28일), 왕고들빼기(40,000cc-13일), 저장온도 8±1℃, 상대습도 85±5% 챔버

조사내용: 초장, 엽장, 엽폭, 호흡률, 에틸렌 발생량, 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소·산소·에틸렌 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 엽록소 함량

###### - 연구결과

재배 온도에 따른 초장은 로메인 화이트와 시금치의 경우 차이가 나타나지 않았으나, 왕고들빼기의 경우 30도에서 재배한 처리구의 경우 높은 수치를 나타내었다. 엽장은 로메인 화이트와 왕고들빼기의 경우 가장 높은 40도, 시금치는 가장 낮은 20도에서 가장 길었으며, 엽폭은 로메인 화이트와 왕고들빼기는 온도에 따른 차이가 없었고, 시금치의 경우 20도에서 재배된 처리구가 나머지 처리구에 비해 월등히 높은 수치를 나타내었다. 수확 후 호흡률과 에틸렌 발생률을 조사한 결과, 호흡률은 세 작물 모두 재배 온도가 올라갈수록 높아지는 경향을 보였는데, 20도와 30도 재배 처리구는 2배 정도의 차이가 나타났으나, 30도와 40도 재배 처리구는 거의 유사한 수치를 보였다. 에틸렌 발생률은 로메인 화이트의 경우 재배 온도에 따른 차이 없이 모두 유사한 수치를 나타내었고, 시금치는 30도, 왕고들빼기는 20도 재배처리구가 가장 높았다.

표 3-2-1. 재배온도에 따른 로메인 화이트, 시금치, 그리고 왕고들빼기의 초장, 엽장, 엽폭

Temp.	Plant height (mm)			Leaf height (mm)			Leaf width (mm)		
	20℃	30℃	40℃	20℃	30℃	40℃	20℃	30℃	40℃
Romain white	30.8±3.5	39.5±3.0	43.0±5.1	5.4±1.0	6.0±0.5	6.9±0.3	2.3±0.2	1.8±0.2	1.9±0.1
Spinach	61.1±3.6	63.0±5.4	61.1±4.2	6.0±0.9	4.4±0.4	4.0±0.3	2.1±0.1	0.3±0.1	0.3±0.1
Indian lettuce	21.9±4.6	37.9±4.9	29.5±4.2	5.2±1.0	4.0±0.3	6.5±0.7	2.2±0.1	1.6±0.2	1.9±0.1

표 3-2-2. 재배온도에 따른 로메인 화이트, 시금치, 그리고 왕고들빼기의 호흡률과 에틸렌 발생률

Temp.	Respiration rate ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ )			Ethylene production rate ( $\text{ul} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ )		
	20°C	30°C	40°C	20°C	30°C	40°C
Romain white	214.9± 77.0	411.6± 49.8	440.2± 83.5	244.0±127.4	298.6±146.6	267.3± 78.8
Spinach	319.3±144.1	667.0±173.6	708.9± 90.0	664.0±128.7	1305.9±339.0	608.7±237.1
Indian lettuce	463.1± 47.4	566.6±193.9	566.6±106.4	1202.2±113.3	645.6± 87.0	491.5±191.6

< 로메인 화이트 >

저장 중 생체중 감소율은 처리구 중 20도 처리구가 가장 높았으나 모든 처리구가 저장 종료일에 0.5% 이하의 감소를 보이며 수분 감소에 따른 외관점수는 3~4점대로 높았다. 포장내 이산화탄소 농도는 20도 처리구가 가장 높은 3.0%에 육박하는 수치를 보였으며, 에틸렌은 저장 8일째 40도 처리구가 급격한 증가 하였으나, 다시 저장 종료일까지 유사한 수치를 나타냈다.

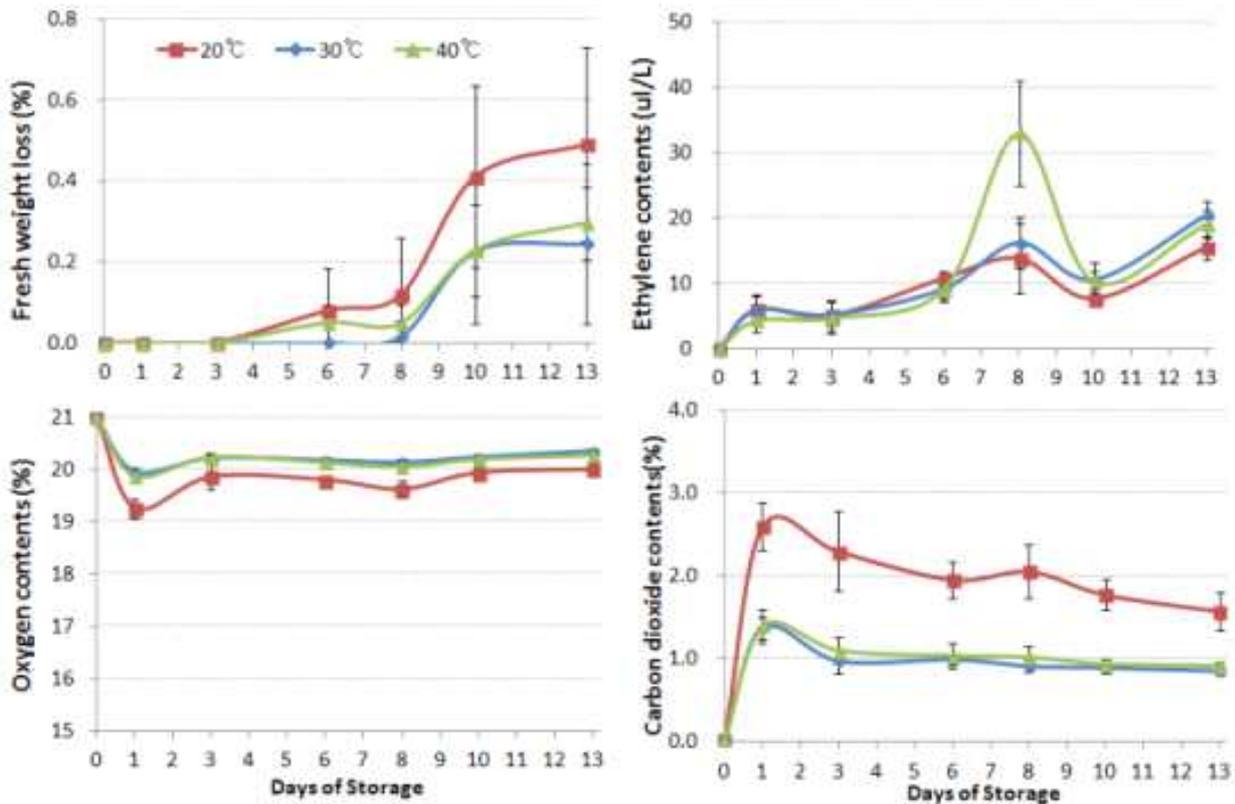


그림 3-2-1. 재배 온도에 따른 로메인 화이트의 수확 후 저장 중의 생체중 감소율과 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

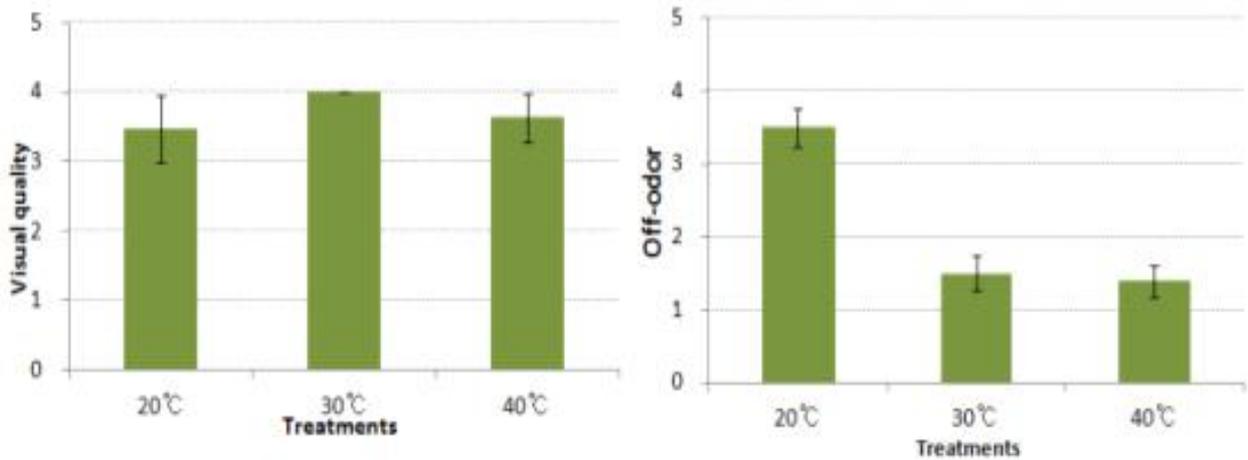


그림 3-2-2. 재배 온도에 따른 로메인 화이트의 수확 후 저장 종료일의 외관과 이취 비교

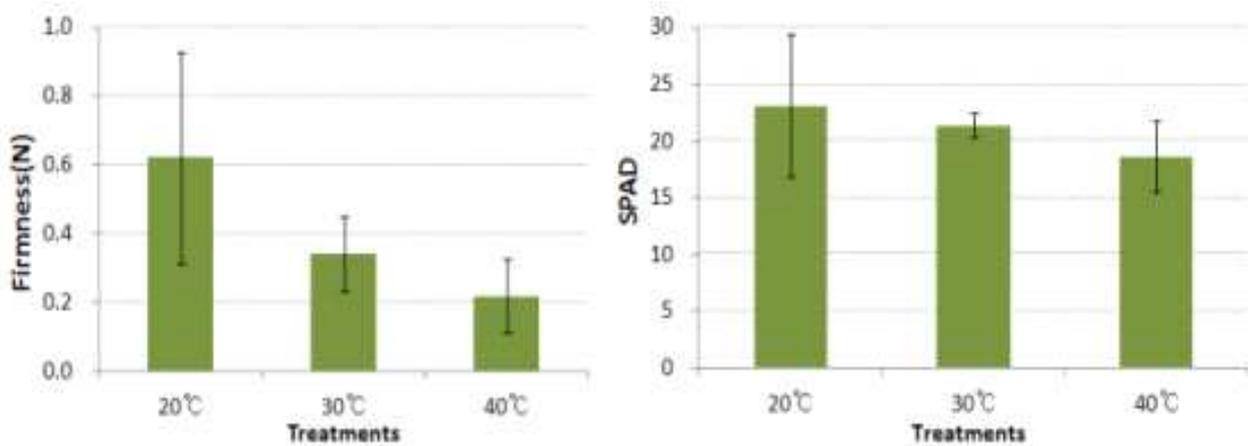


그림 3-2-3. 재배 온도에 따른 로메인 화이트의 수확 후 저장 종료일의 경도와 엽록소 함량 비교

패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관상 품질은 모든 처리구가 저장 기간의 한계점인 3점 이상을 보였으며, 이취는 30도와 40도 처리구가 낮게 나타났으며 20도 처리구가 가장 높았다. 저장 종료일의 경도와 엽록소 함량은 20도 처리구가 가장 높았으며 온도가 올라갈수록 낮아지는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 위의 결과를 종합해 보면, 로메인 화이트는 재배 온도에 따른 초장, 엽장, 엽폭을 비교해 보았을 때 고온에 따른 생육 저하를 보이지 않았지만, 저장성에서 경도 및 엽록소 함량이 고온이 될수록 낮아지는 경향을 보여 20도 재배가 적합한 것으로 판단된다.

#### < 시금치 >

저장 중 생체중 감소율은 저장 종료일에 30도 처리구가 1.4%로 가장 높았으며, 40도 재배 처리구가 가장 낮았다. 포장내 이산화탄소 농도는 20도 처리구가 저장 1일째부터 종료일인 28일까지 2.0% 내외의 가장 높은 농도를 계속 유지하였다. 에틸렌 농도는 모든 처리구가 저장 후 꾸준히 증가하였으나 저장 14일부터 저장 종료일까지 10-20ul/L 내외의 농도를 유지

하였다.

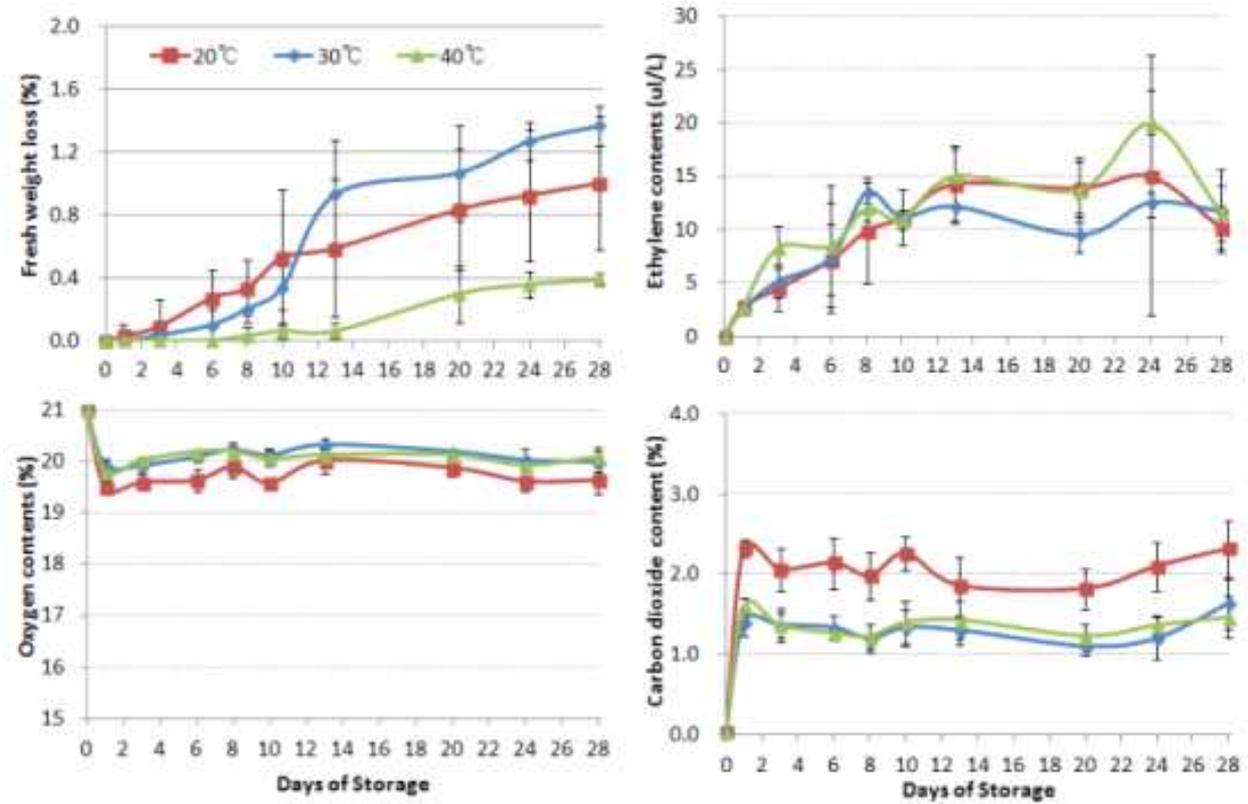


그림 3-2-4. 재배 온도에 따른 시금치의 수확 후 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관은 모든 처리구 유사하였고, 이취는 20도 재배 처리구가 다소 높았으나 2점 이하로 모든 처리구 낮은 이취를 발생하였다. 경도는 모든 처리구 유사하였고, 엽록소 함량은 20도와 40도 재배 처리구에서 다소 높았다. 위의 결과를 종합해보면, 시금치는 재배 온도에 따른 저장성의 차이는 크게 나타나지 않았으나, 엽장과 엽폭을 비교해 보면 재배 온도가 높아질수록 생육이 저하하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 시금치는 20도에서 재배하는 것이 바람직하며, 최대 약 25일의 긴 저장 기간을 가진 것으로 나타났음

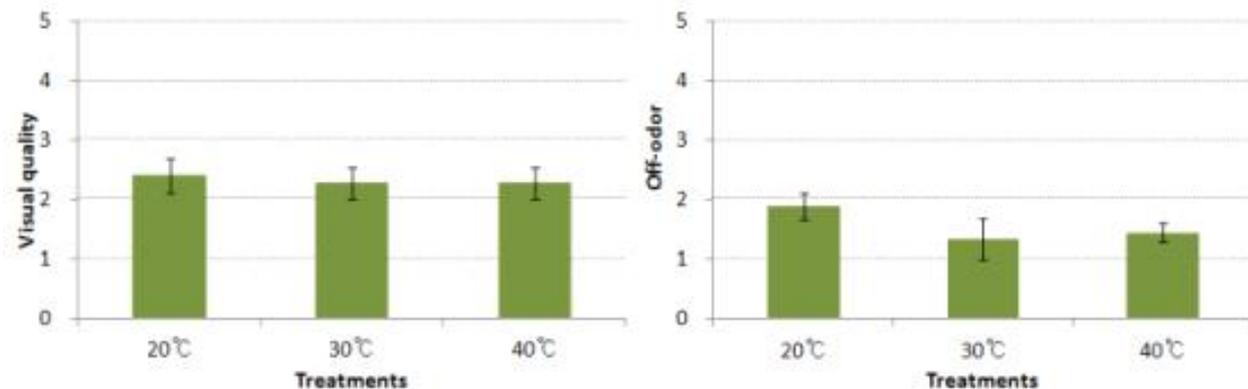


그림 3-2-5. 재배 온도에 따른 시금치의 수확 후 저장 종료일의 외관과 이취 비교

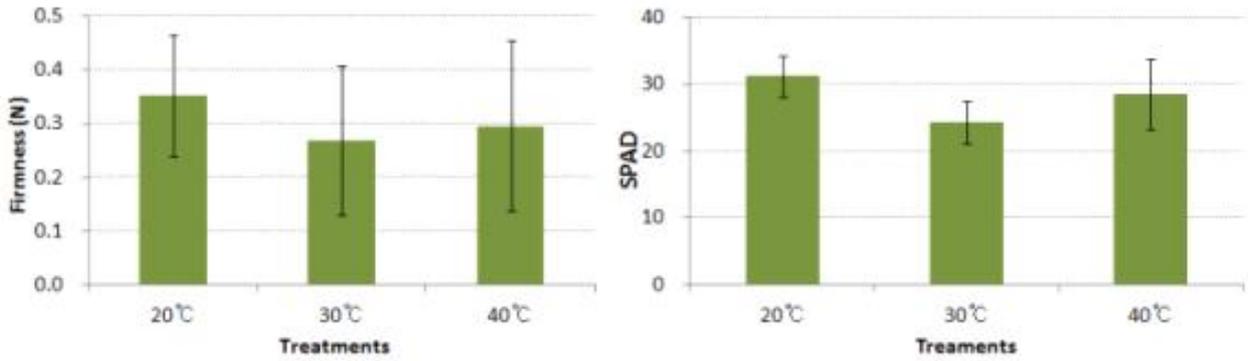


그림 3-2-6. 재배 온도에 따른 시금치의 수확 후 저장 종료일의 경도와 엽록소 함량 비교

< 왕고들빼기 >

저장 중 생체중 감소율은 40도 재배 처리구가 가장 높았으나 모든 처리구가 0.8% 이하의 수치를 보이며 수분 손실에 의한 외관점수 4점으로 차이가 없었다. 포장내 이산화탄소 농도는 20도 재배 처리구가 다소 높은 2.0%의 수치를 보였다. 에틸렌 농도는 저장 후 꾸준히 증가하였으나 재배 온도에 따른 차이는 나타나지 않았다.

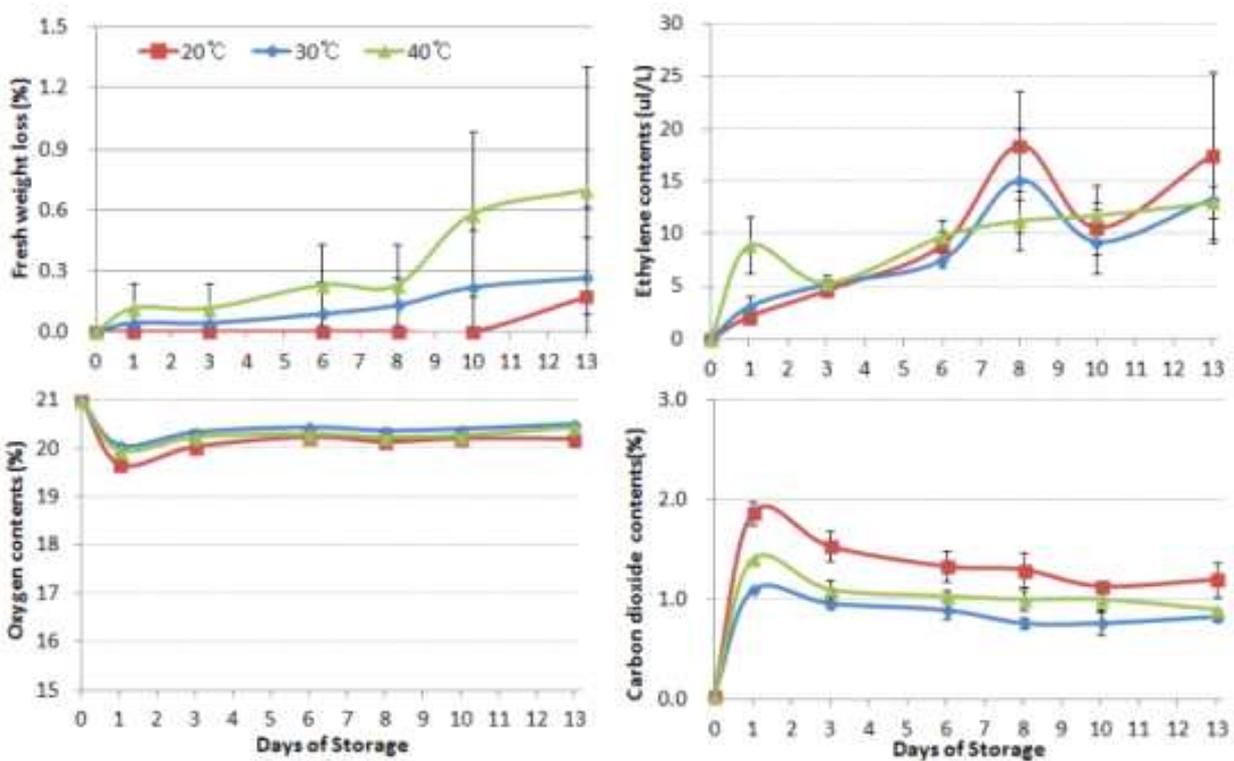


그림 3-2-7. 재배 온도에 따른 왕고들빼기 수확 후 저장 중 생체중 감소율과 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

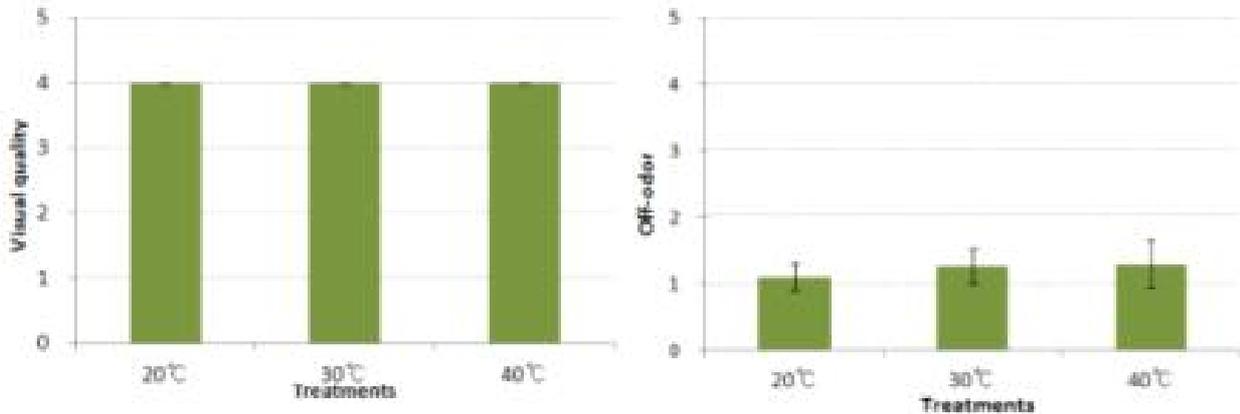


그림 3-2-8. 재배 온도에 따른 왕고들빼기의 수확 후 저장 종료일의 외관과 이취 비교

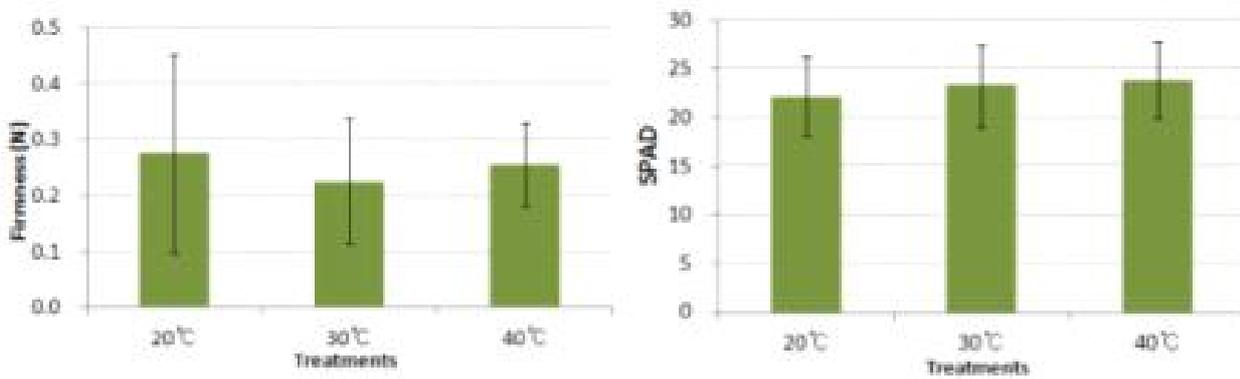


그림 3-2-9. 재배 온도에 따른 왕고들빼기의 수확 후 저장 종료일의 경도와 엽록소 함량 비교

저장 종료일의 패널테스트를 통하여 조사된 외관은 모든 처리구 저장 기간의 한계점인 3점 이상의 우수한 외관상 품질을 나타냈으며, 이취도 모든 처리구가 적은 이취를 발생하였다. 경도와 엽록소 함량은 처리에 따른 차이를 나타내지 않고 모든 처리구 유사하였다. 따라서, 왕고들빼기는 재배 온도에 따른 생육과 저장성은 차이가 나타나지 않는 것으로 판단된다.

## [실험 2] 고온 스트레스 저항성 증진 처리

### (가) 청경채와 깻잎의 고온 스트레스 저항성 증진 처리가 생육에 미치는 영향

#### - 연구방법

공시재료: 청경채, 깻잎

처리조건:  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ , 그리고  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 환경에서 재배하며 과산화수소 0.1%와 0.2% 엽면살포

조사내용: 초장, 엽장 엽폭, 엽록소 함량

#### - 연구결과

어린잎 채소의 고온기 안정된 생산을 위해 유사한 광도(약 830 Lux)와  $10^\circ\text{C}$  차이를 둔 곳

에서 재배하며, 과산화수소를 엽면시비 하였다. 최근 과산화수소를 이용한 저온 장애, 병해 방제, 그리고 고온 스트레스를 경감하는 연구가 진행되고 있다. 기존 파프리카 여름철 안정 생산을 위하여 0.3% 농도로 5일간격으로 엽면 살포한 보고를 토대로 잎이 다소 어리고 연한 어린 잎이라는 점을 감안하여 농도를 낮춰 처리하였다.



그림 3-2-10. 25℃ 재배중인 청경채



그림 3-2-11. 35°C 재배중인 청경채



그림 3-2-12. 45°C 재배중인 깻잎

표 3-2-3. 고온 스트레스 저항성 증진 처리가 청경채의 생육에 미치는 영향

Temp.	Plant height(mm)			Leaf height(mm)			Leaf width(mm)			Chlorophyll contents (SPAD)		
	25℃	35℃	45℃	25℃	35℃	45℃	25℃	35℃	45℃	25℃	35℃	45℃
Cont.	14.2±2.1	13.1±1.1	15.2±1.2	6.1±1.1	6.5±0.6	5.5±0.7	3.3±0.6	3.2±0.3	2.9±0.6	33.6±3.4	32.1±2.7	35.0±3.3
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.1%	14.6±1.5	14.0±1.2	14.5±1.9	7.0±1.2	6.1±0.6	4.8±0.5	3.8±0.9	3.4±0.5	2.7±0.4	33.5±4.7	33.8±3.0	31.5±5.4
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.2%	15.7±0.6	13.5±1.5	16.2±2.3	7.3±0.6	6.5±0.9	5.3±0.3	3.9±0.4	3.5±0.6	2.9±0.5	35.8±4.9	34.1±2.6	35.0±3.3

재배 온도와 과산화수소 처리를 하여 청경채를 재배하였을 때, 과산화수소 처리에 따른 초장, 엽장, 엽폭, 그리고 엽록소 함량의 차이는 나타나지 않았다. 그리고 재배 온도에 따른 초장과 엽록소 함량의 차이는 나타나지 않았으나, 엽장과 엽폭은 재배 온도가 증가할수록 작아지는 것으로 나타났다. 깻잎은 초장의 경우 35도 재배 처리구가 가장 높았으며, 25도, 45도 재배 처리구는 대조구에 비해 과산화수소 처리구가 다소 높은 수치를 나타냈다. 엽장, 엽폭과 엽록소 함량은 온도와 과산화수소 처리에 따른 차이를 나타내지 않았다.

표 3-2-4. 고온 스트레스 저항성 증진 처리가 깻잎의 생육에 미치는 영향

Temp.	Plant height(mm)			Leaf height(mm)			Leaf width(mm)			Chlorophyll contents (SPAD)		
	25℃	35℃	45℃	25℃	35℃	45℃	25℃	35℃	45℃	25℃	35℃	45℃
Cont.	6.0±2.3	19.8±2.3	6.4±1.5	3.9±0.3	4.2±0.6	4.0±0.7	3.9±0.6	3.7±0.6	3.8±0.6	33.6±3.2	32.2±5.2	34.9±5.1
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.1%	9.6±1.8	15.7±2.4	7.0±1.5	4.3±0.5	3.7±0.2	4.2±0.5	4.0±0.6	3.4±0.5	4.0±0.5	32.0±2.9	28.0±1.6	36.7±3.5
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.2%	8.1±2.9	18.0±3.2	9.1±2.9	4.3±0.6	4.1±0.4	4.1±0.6	4.0±0.6	3.5±0.4	3.6±0.5	30.5±4.2	31.3±3.9	34.9±5.1

깻잎은 초장의 경우 과산화수소 처리와 관계없이 35도에서 가장 높았으며, 엽장, 엽폭, 그리고 엽록소 함량은 재배온도, 과산화수소 처리에 따른 차이가 나타나지 않았다. 따라서 과산화수소 처리는 고온 스트레스 저항성 증진 처리에 효과가 미미한 것으로 판단된다.

(나) 적치마의 고온 스트레스 저항성 증진 처리가 생육, 저장성 그리고 살균에 미치는 영향

-연구방법

공시재료: 적치마

처리조건: 25±1℃, 35±1℃, 그리고 45±1℃의 환경에서 재배하며 과산화수소 0.1%와 0.2% 엽면살포, 수확 후 40,000cc OTR film 에 소포장 하여 8℃에 5일간 저장

조사내용: 초장, 엽장, 엽폭, 엽록소 함량, 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소, 산소, 에틸렌 농도, 색도, 외관, 이취 정도

-연구결과

벼육묘 생산 시설의 연중 이용 시 우려되는 고온기 어린잎의 생육 저하에 따른 안정적인 재

배를 위하여 세가지 온도에서 재배하며 과산화수소로 살균 처리 비교 실험하였다. 적치마를 대상으로 진행되었는데 25℃, 35℃, 그리고 45℃에서 재배하며 1주일에 일정량 과산화수소 0.1%, 0.2%, 대조구는 증류수를 엽면시비 하였다. 엽장은 처리방법에 따른 차이는 나타나지 않았고, 재배 온도에 따른 차이를 나타내었다. 25℃ 재배 처리구가 가장 높은 엽장을 보였고, 35℃, 45℃ 순으로 엽장이 작았다. 엽폭도 처리 방법에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 재배 온도에 따른 일정한 경향은 없었으나 대체적으로 35℃ 재배 처리구가 엽폭이 좁았다. 25℃와 45℃ 재배 처리구는 유사한 엽폭 크기를 나타냈다. 초장은 25℃ 재배 처리구가 모든 처리 방법에 따른 처리구 중 가장 높은 20cm 이상의 수치를 보였고, 그 중 과산화수소 0.2% 처리구가 다소 높았다. 35℃와 45℃ 재배 처리구는 처리방법에 따른 경향 없이 모든 처리구가 15cm 내외의 초장을 나타냈다. SPAD를 이용한 엽록소 함량은 재배 온도 및 처리 방법에 따른 차이가 나타나지 않았다.

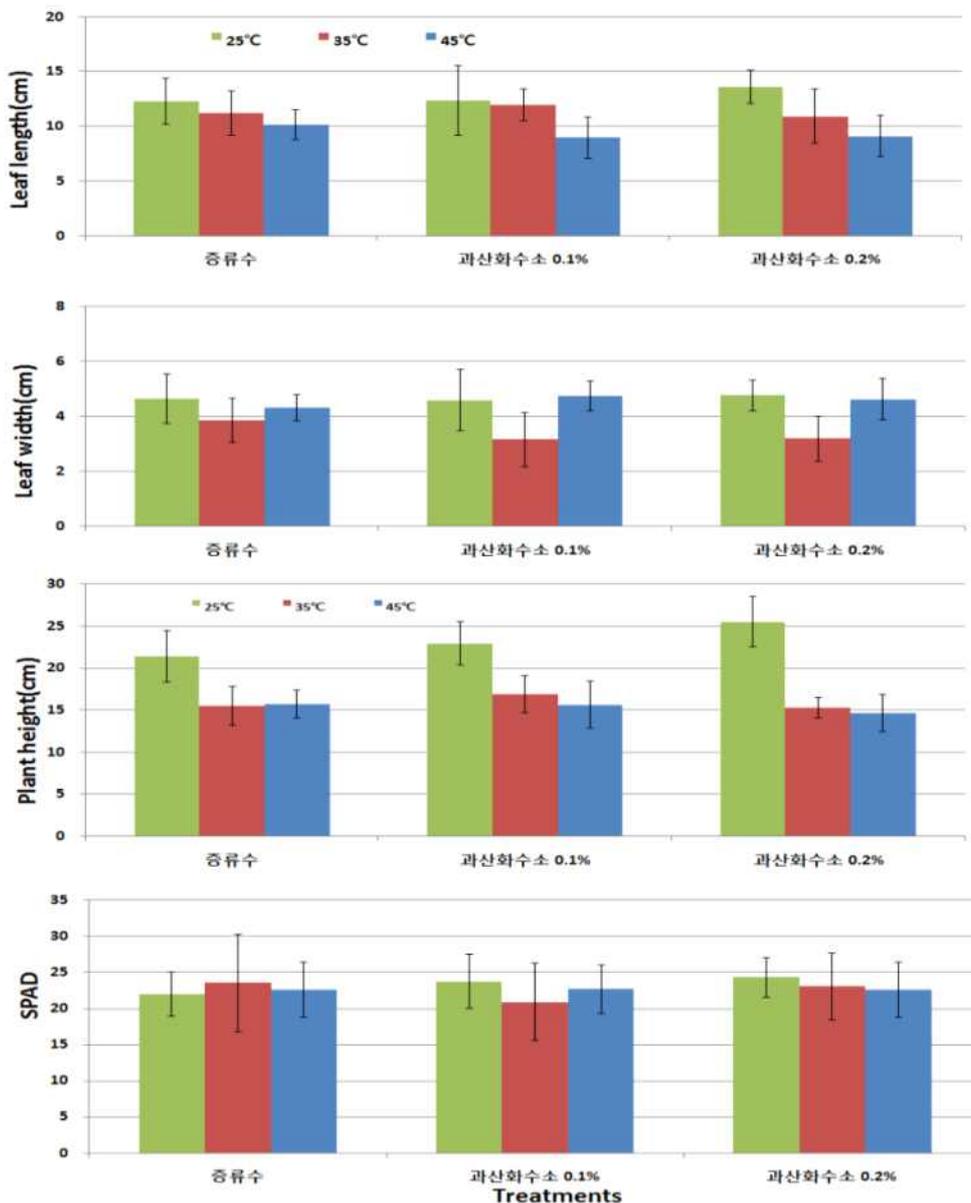


그림 3-2-13. 적치마 재배중 과산화수소 엽면처리된 어린잎의 초장, 엽장, 엽폭, 그리고 엽록소 함량 비교

수확 후 OTR film에 소포장 하여 저장 기간 중 생체중 감소율을 조사한 결과, 모든 처리구가 저장 종료일인 5일째 0.5% 미만의 감소를 보이며 수분 손실로 인한 품질 저하는 나타나지 않는 것으로 보였다. 포장내 이산화탄소 농도는 모든 처리구가 유사하게 저장 1일 때 증가와 감소를 반복하다 최종 5일째 2.0-3.0% 농도 수준을 보였다. 산소 농도는 모든 처리구가 16% 이상의 농도를 보였고, 에틸렌 농도는 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 저장 종료일에 측정한 엽록소 함량은 45°C에서 재배한 0.1% 과산화수소 처리구가 가장 높았고, 25°C에서 재배된 0.1% 과산화수소 처리구가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다. colorimeter를 이용한 색의 변화는 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 패널테스트로 조사한 외관과 이취는 외관의 경우 25°C 재배구중 증류수 엽면시비한 대조구, 35°C 재배구중 0.1% 과산화수소 처리구, 그리고 45°C 재배구중에서는 증류수 처리한 대조구가 가장 외관상 품질이 우수하였다. 이취는 모든 처리구가 2 이상의 수치를 보이며 다소 높은 이취를 발생하였다. 수확 전 처리를 통해 살균 목적을 가지고 진행되었는데, 외관상 잿빛 곰팡이 등의 2차적인 품질 저하 현상이 나타나지 않았으며, 재배 최적 온도인 25°C를 제외한 나머지 35°C와 45°C에서 재배된 적치마의 경우도 외관상 낮은 품질로 나타나지 않았다. 이에 본 연구는 과산화수소 처리가 고온기 재배시 안정적인 생산에 영향을 주는 것으로 판단된다.

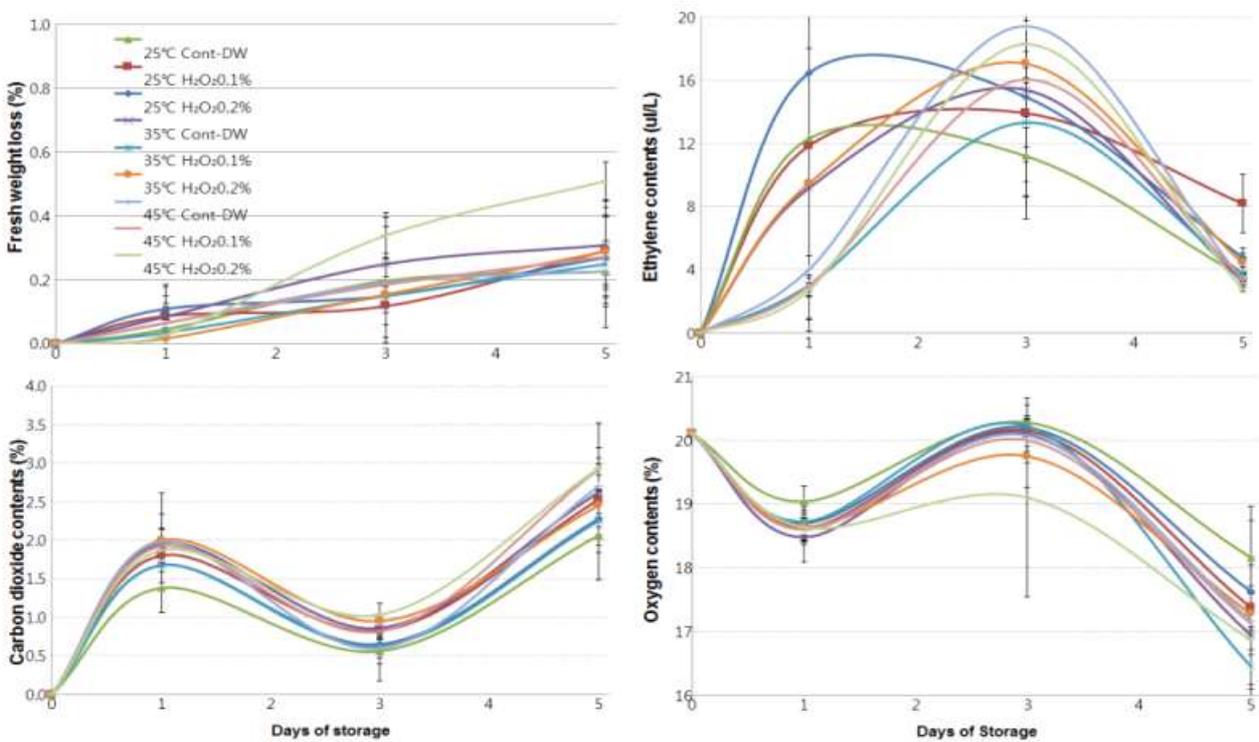


그림 3-2-14. 적치마 재배중 과산화수소 엽면처리된 어린잎의 수확 후 저장 중 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소, 산소, 에틸렌 농도 변화

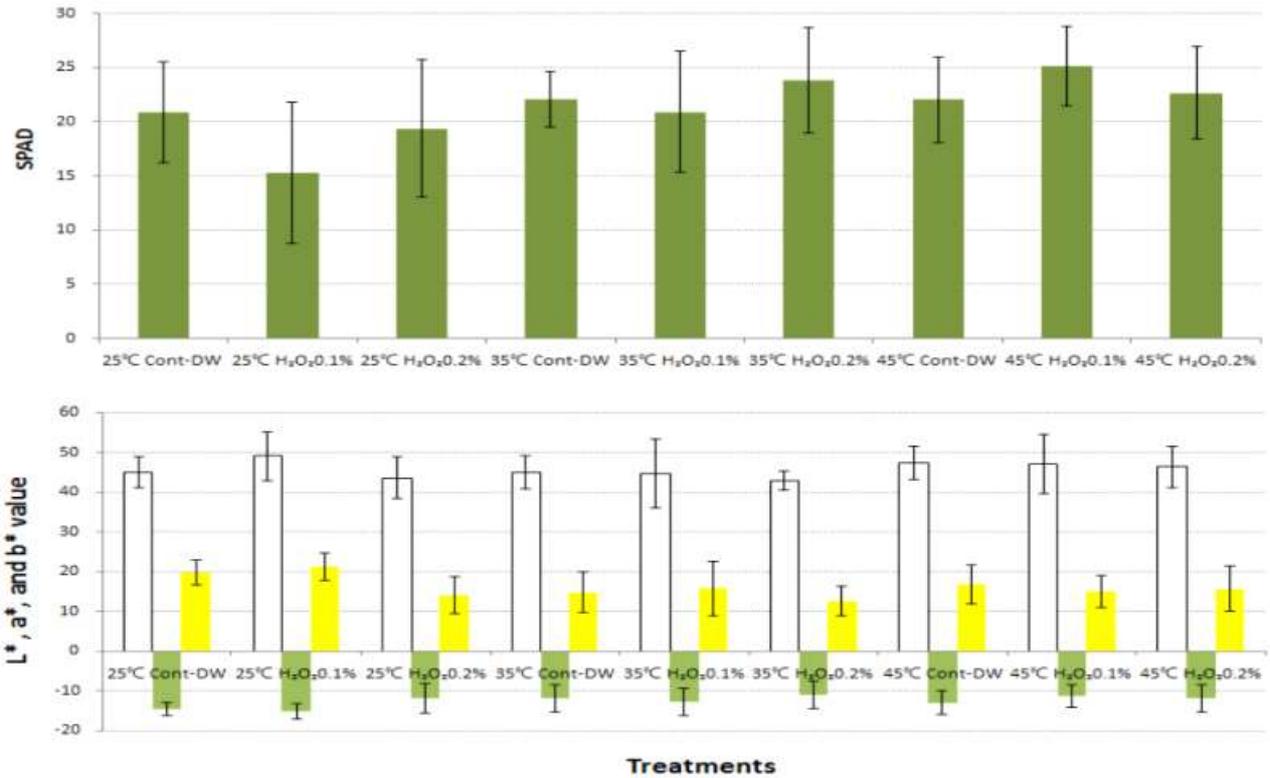


그림 3-2-15. 적치마 재배중 과산화수소 엽면처리된 어린잎의 수확 후 저장 종료일의 엽록소 함량과 색변화

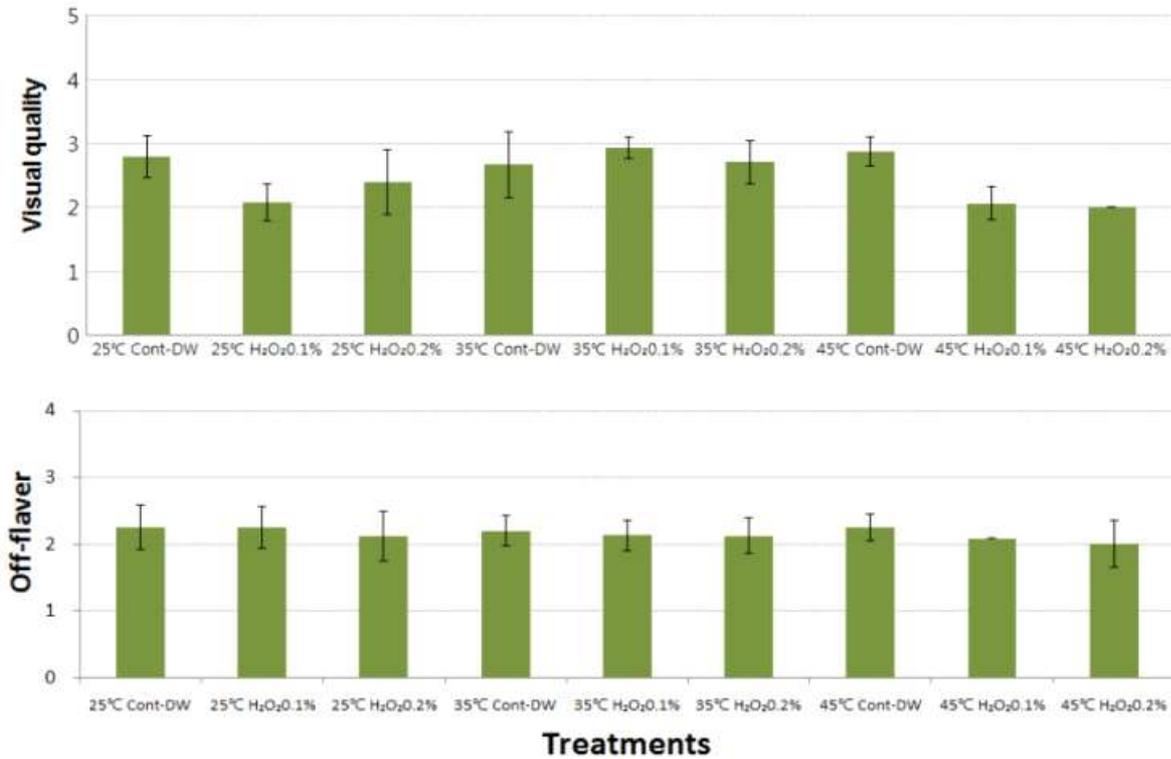


그림 3-2-16. 적치마 재배중 과산화수소 엽면처리된 어린잎의 수확 후 저장 종료일의 외관 및 이취 정도



그림 3-2-17. 적치마 재배중 과산화수소 엽면처리된 어린잎의 수확 후 저장 종료일 외관

#### 나. 1세부 선정 작물별 어린잎 채소 수확 후 특성 비교

##### [실험 1] 어린잎 재배 중 차광처리(1세부)가 작물의 저장성에 미치는 영향

###### - 연구방법

공시재료: 레드샐러드볼, Diablotin, 화이트로메인, Lettony, Celinet

처리조건: 제1세부 과제 수행중 차광처리(A-무처리, B-1겹 차광, C-2겹 차광)하여 재배하여 수확된 재료를 가지고 5,000cc OTR필름 포장, 8°C, 85% RH 조건으로 7일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 경도, 외관, 이취

###### - 연구결과

1세부의 벼육묘 시설에서 재배된 다섯가지 작물을 대상으로 저장 비교 실험하였다. 저장 기간 중 생체중 감소율은 다섯 가지 작물 모두 1.0% 이하의 감소를 보였다. 포장내 산소 농도는 모든 작물이 19-20%의 농도를 저장 종료일까지 유지 하였다. 이산화탄소 농도는 모든 작물이 1.5% 이하를 보이며 저장 종료일까지 유지되었으며, 선반의 위치에 따른 차이는 나타나지 않았다. 에틸렌 농도는 레드샐러드볼과 Diablotin의 경우 1겹으로 차광한 B 처리구가 높았고, 화이트 로메인은 대조구인 A처리구가 높았다. celinet과 lettony는 처리간의 차이 없이 3ul/L 내외의 농도를 유지하였다. 엽록소 함량은 레드샐러드볼의 경우 처리에 관계 없이 초기값에 비해 저장 종료일에 거의 유사한 수치를 보였고, Diablotin은 초기값에 비해 다소 감소하였다.

화이트로메인, celinet과 lettony도 초기값에 비해 다소 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다.

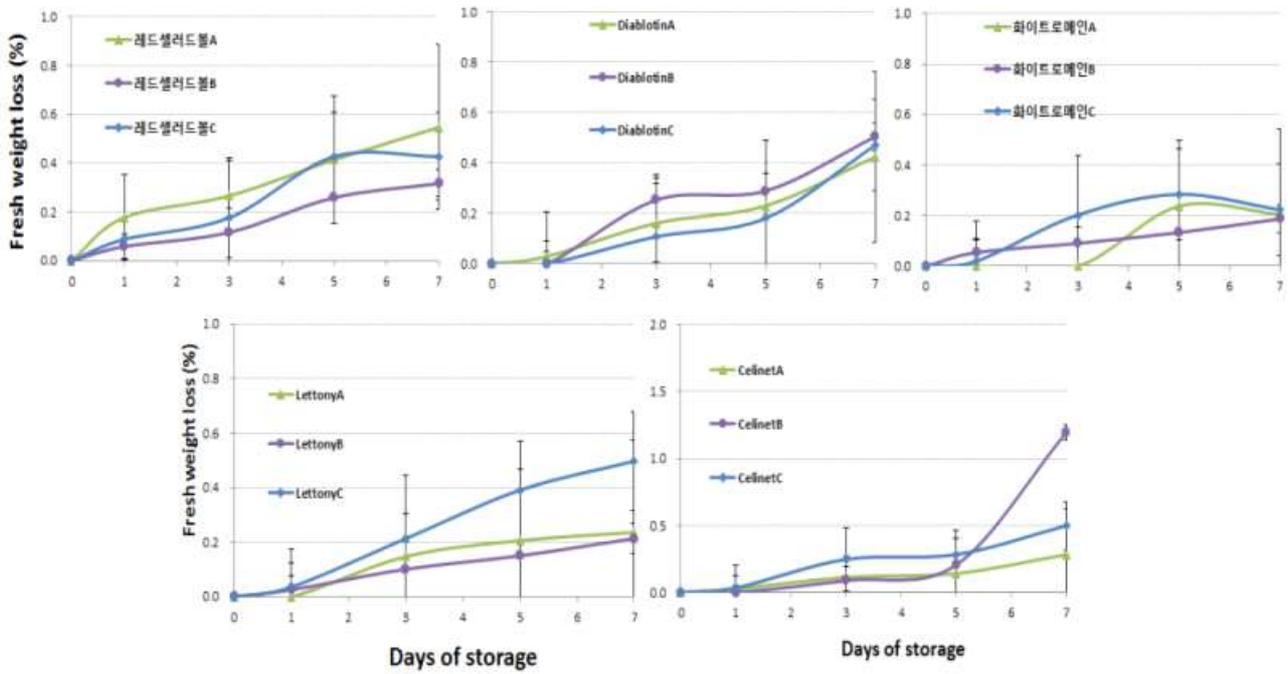


그림 3-2-18. 차광에 따른 다섯가지 작물의 수확 후 MA저장 시 생체중 감소율

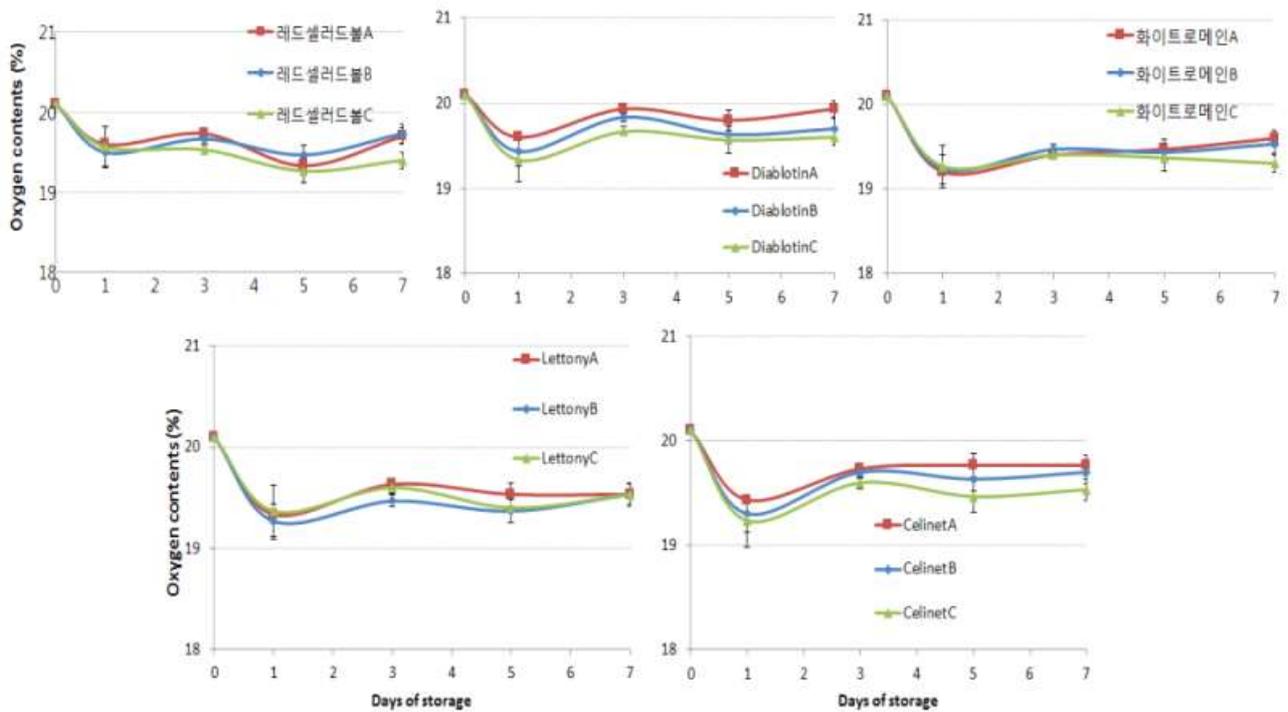


그림 3-2-19. 차광에 따른 다섯가지 작물의 수확 후 MA저장 시 포장내 산소 농도 변화

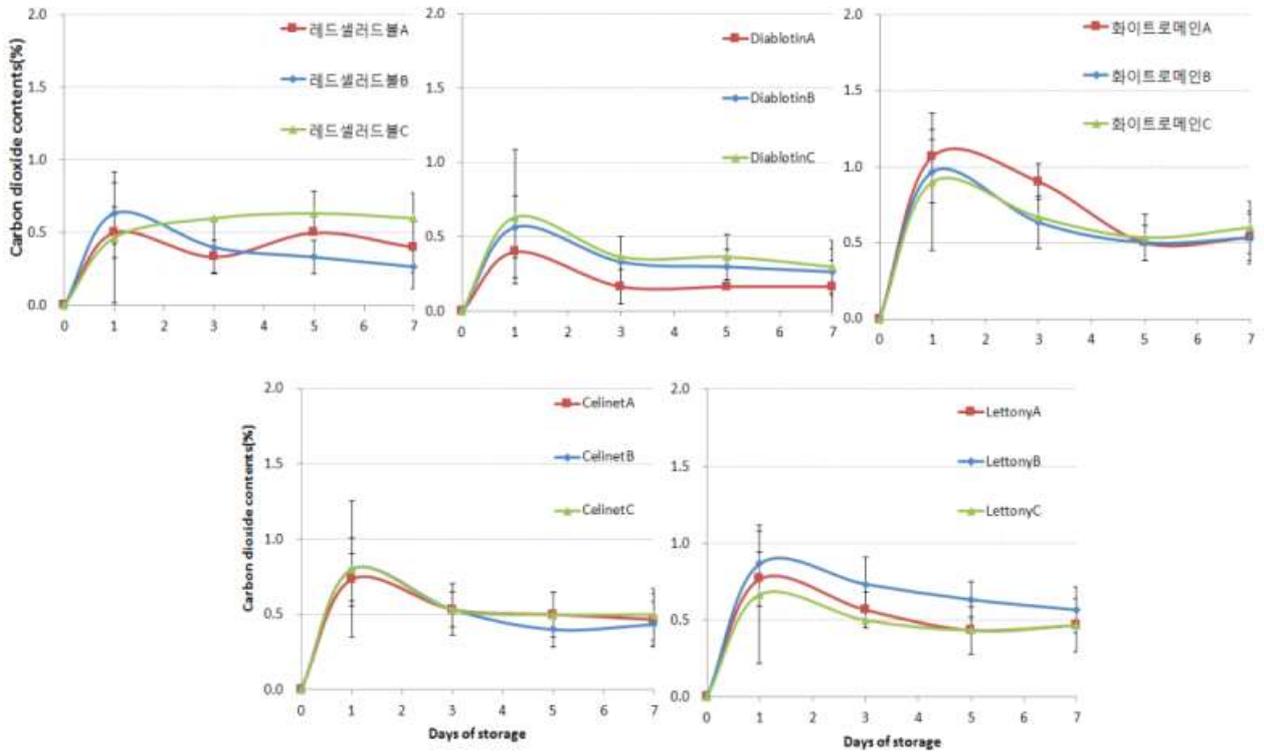


그림 3-2-20. 차광에 따른 다섯 가지 작물의 수확 후 MA저장 시 포장내 이산화탄소 농도 변화

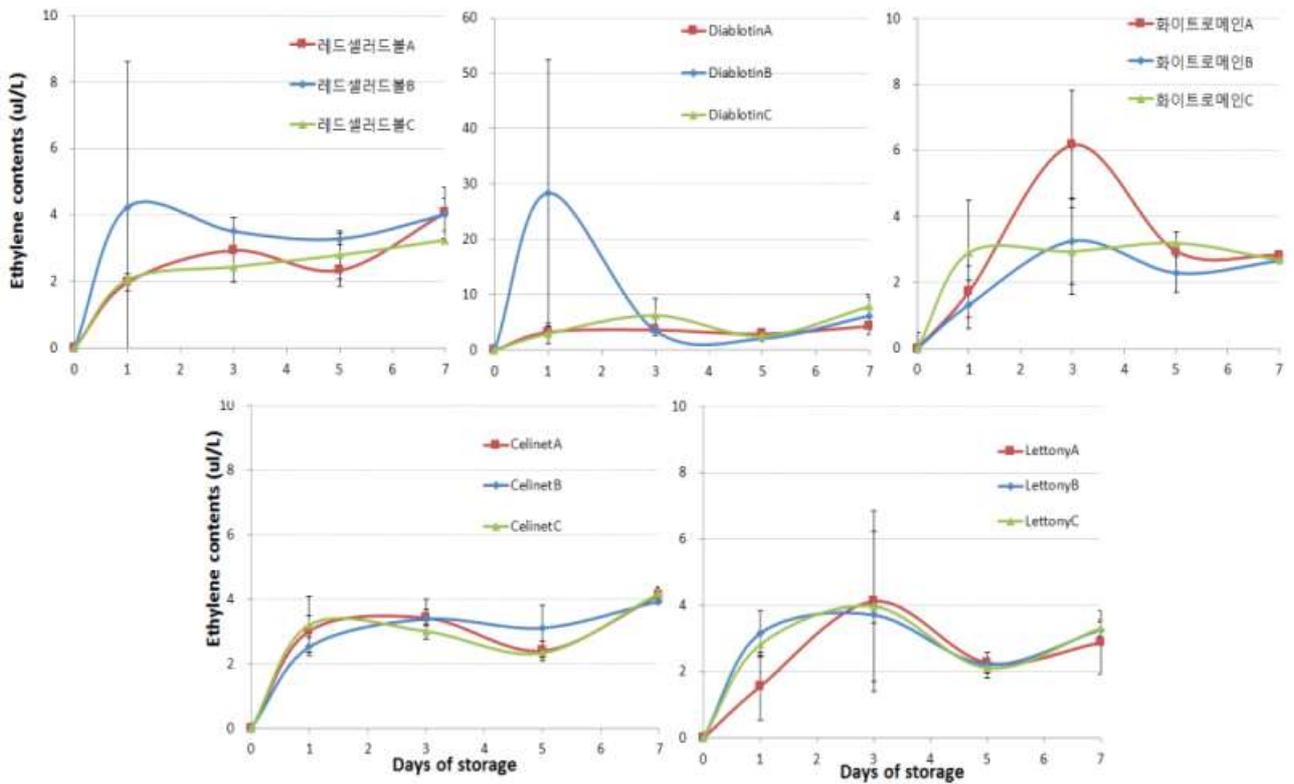


그림 3-2-21. 차광에 따른 다섯 가지 작물의 수확 후 MA저장 시 포장내 에틸렌 농도 변화

수확 후 저장 전 조사한 hue 값과 저장 종료일에 조사한 hue 값을 비교 한 결과, 레드샐러드볼의 경우 초기값은 2겹 차광 처리한 C가 가장 높은 값을 보이며 A와 B에 비해 높은 적색 값을 보였는데 저장 종료일에 차광의 차이 없이 모든 처리구가 낮은 값을 보였다. 그 중 C 처리구가 가장 많은 감소를 보였다. diabloin의 경우 모든 처리구의 초기값이 유사하였고, 저장 종료일의 감소한 값도 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 초기값에 비해 50%이상의 감소를 보였다. 화이트로메인의 경우도 모든 처리구의 초기값이 유사하였고, 종료일의 수치로 유사하였으며 초기값에 비해 50% 가량 감소하였다. celinet과 lettony도 처리간의 차이 없이 각각 초기값과 종료일의 값이 유사하였고, 초기값에 비해 저장 종료일의 값이 50% 가량 감소하였다. 저장 종료일의 경도를 조사한 결과, 레드 샐러드볼, diabloin, lettony는 처리에 따른 차이가 나타나지 않았으나, 화이트 로메인과 celinet은 차광 3인 B처리구가 가장 높았다. 패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관 정도는 레드샐러드볼, diabloin, 그리고 lettony는 처리구간의 차이가 없었고, 화이트 로메인과 celinet은 A가 가장 외관상 품질이 우수하였다. 이취는 레드샐러드볼, celinet은 처리간의 차이가 없었고, diabloin과 lettony는 C가 가장 이취가 낮았고 A가 가장 많은 이취를 발생하였다. 화이트로메인은 A가 가장 낮았고, C가 가장 높은 이취 정도를 보였다. 이상의 결과를 보면 레드샐러드볼, diabloin, celinet은 차광에 따른 차이 없이 저장성이 유사하였고, 화이트 로메인은 차광처리 없이 재배 하는 것이 저장성이 우수하며, lettony는 2겹 차광 처리하여도 재배 시 무관한 것으로 판단된다.

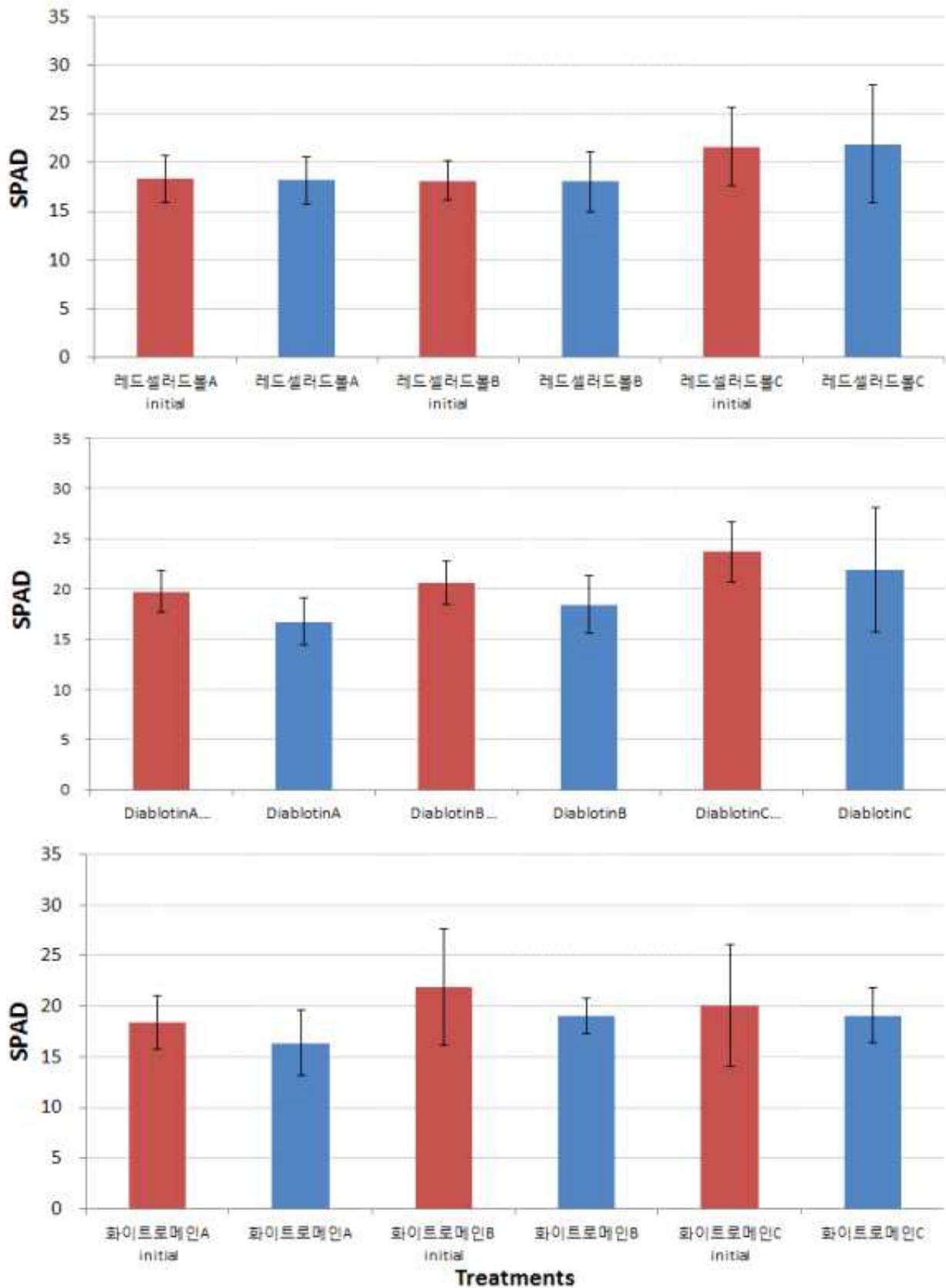


그림 3-2-22. 차광에 따른 레드셀러드볼, diablotin, 그리고 화이트로메인 수확 후 MA저장 시 저장전과 저장 종료일의 엽록소 함량 비교

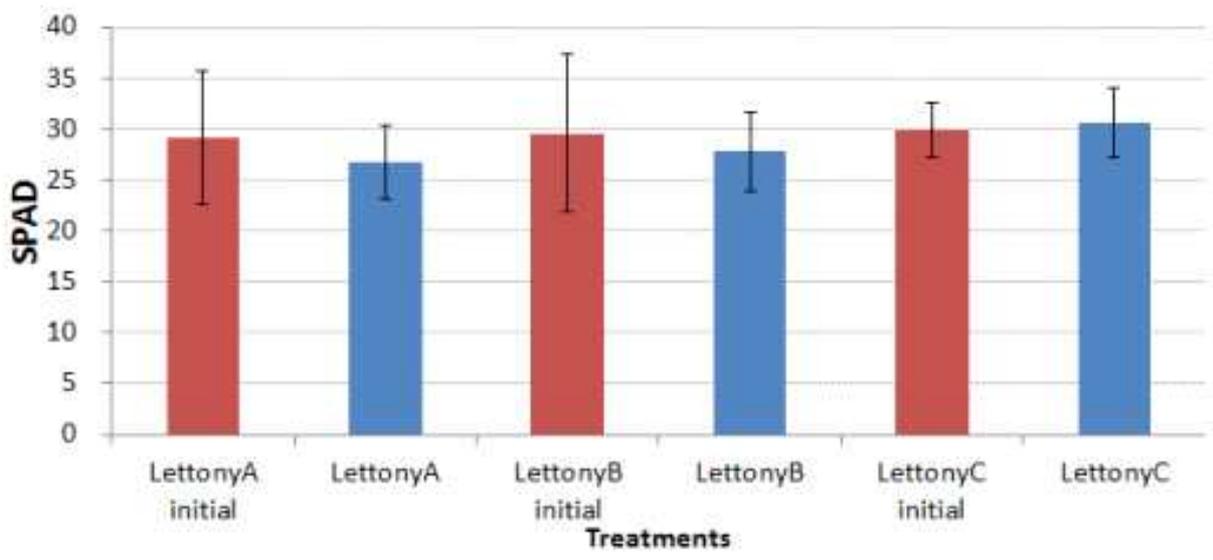
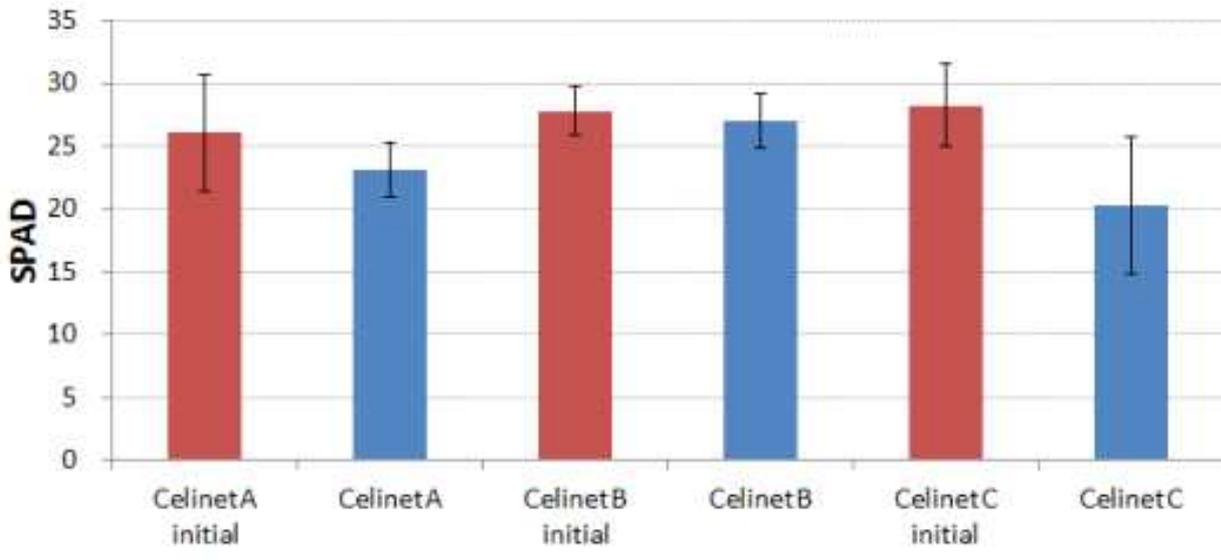


그림 3-2-23. 차광에 따른 celinet과 lettony 수확 후 MA저장 시 저장전과 저장 종료일의 엽록소 함량 비교

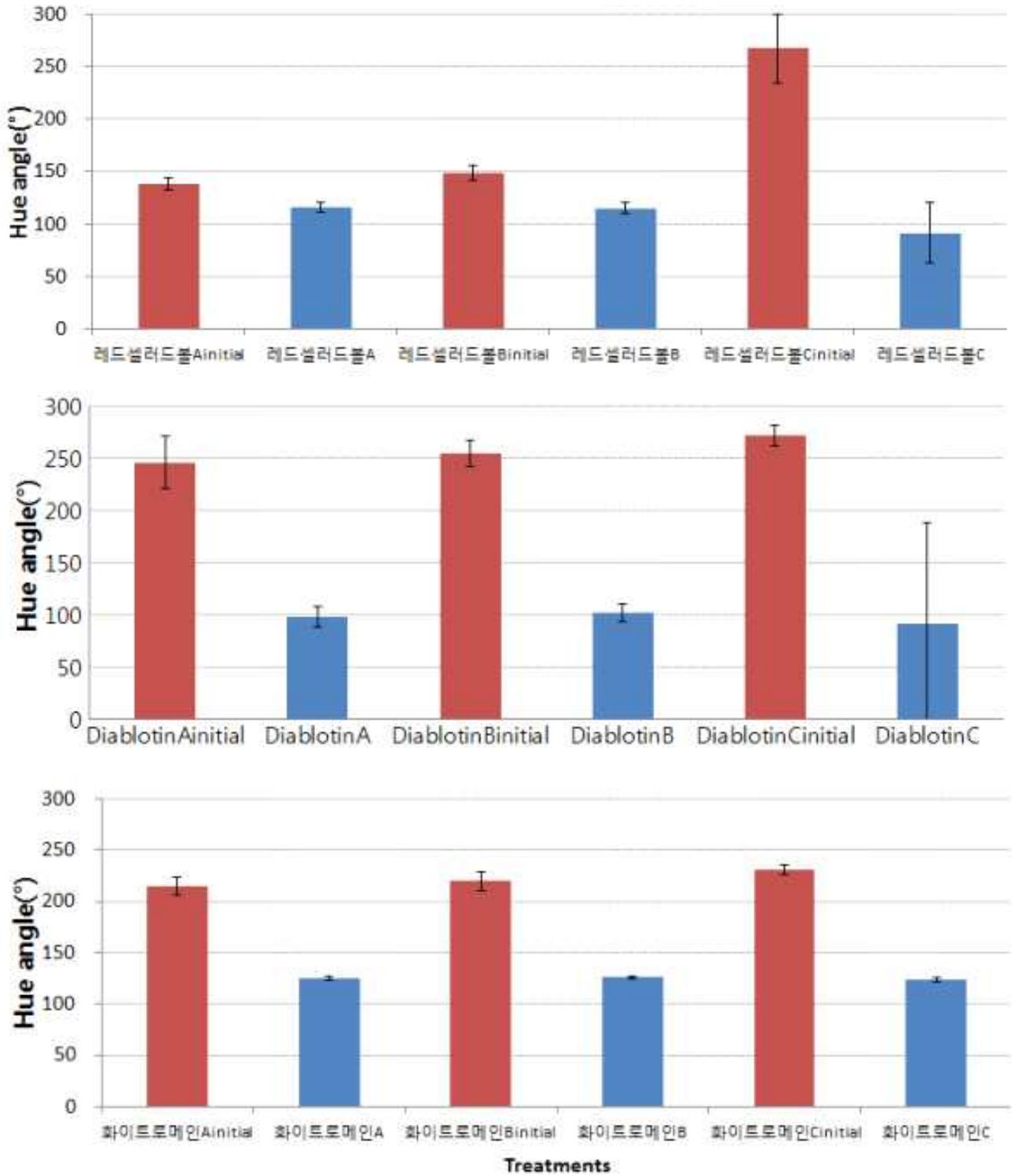


그림 3-2-24. 차광에 따른 레드샐러드볼, diablotin, 그리고 화이트프로테인 수확 후 MA저장 시 저장전과 저장 종료일의 hue angle 값 비교

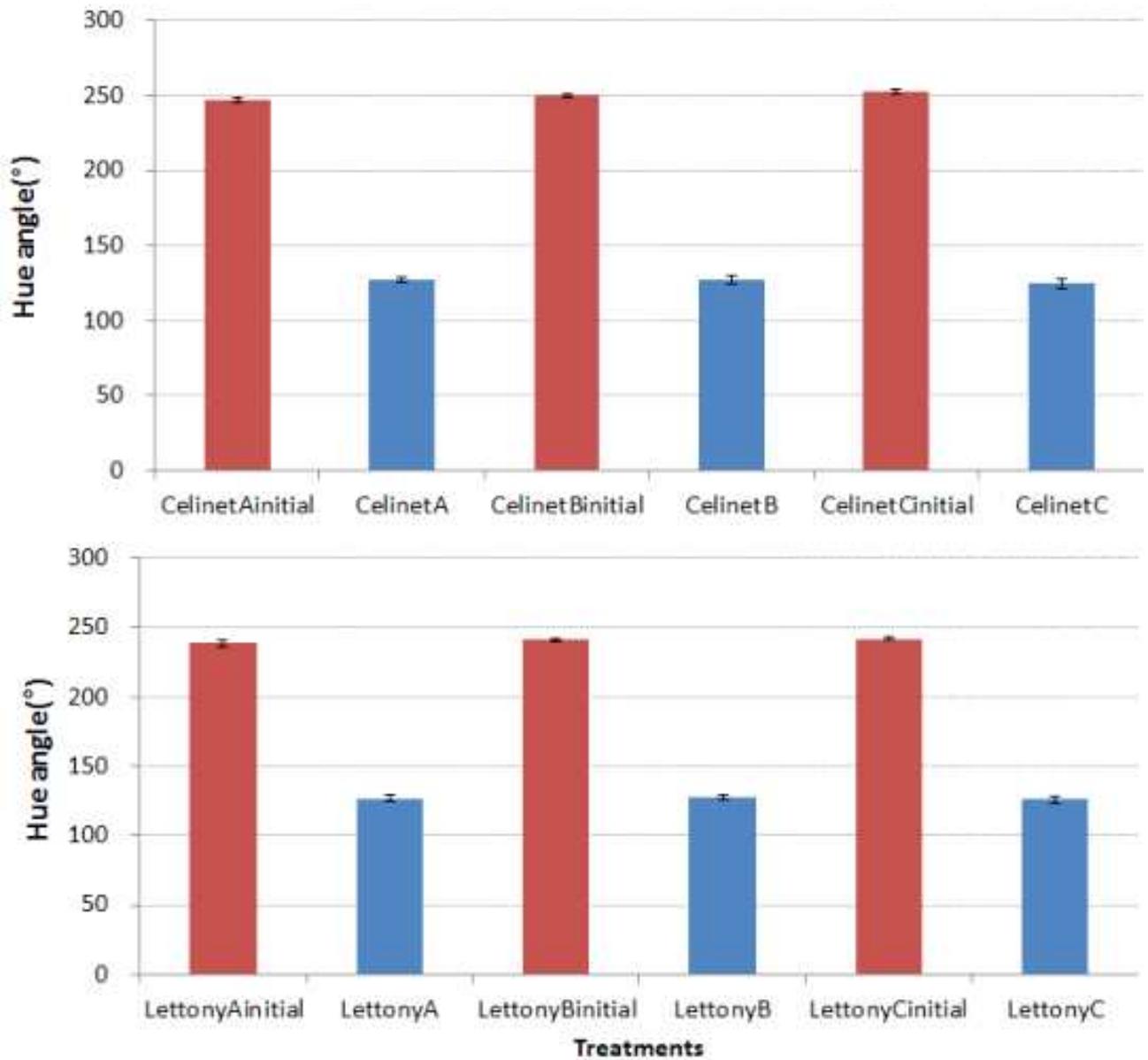


그림 3-2-25. 차광에 따른 celinet과 lettony 수확 후 MA저장 시 저장전과 저장 종료일의 hue angle 값 비교

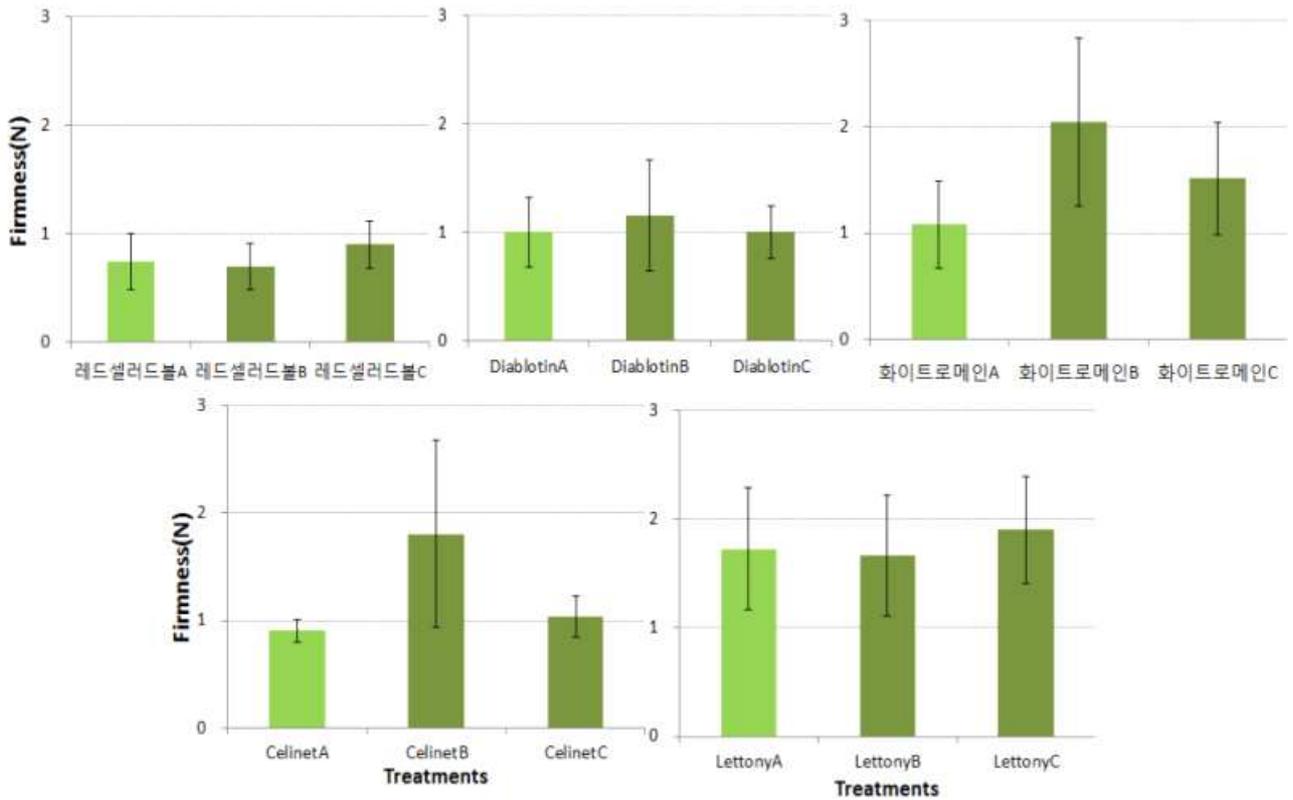


그림 3-2-26. 차광에 따른 다섯 작물의 수확 후 MA저장 시 저장종료일의 정도 비교

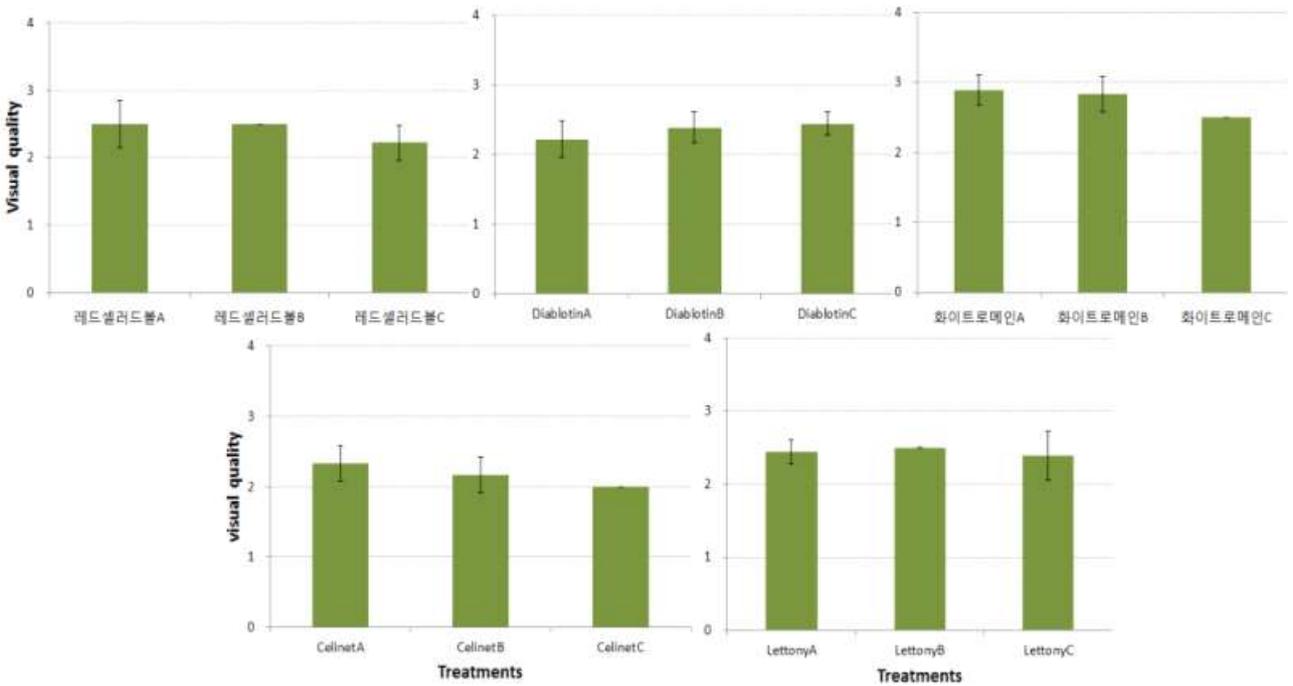


그림 3-2-27. 차광에 따른 다섯 작물의 수확 후 MA저장 시 외관 비교

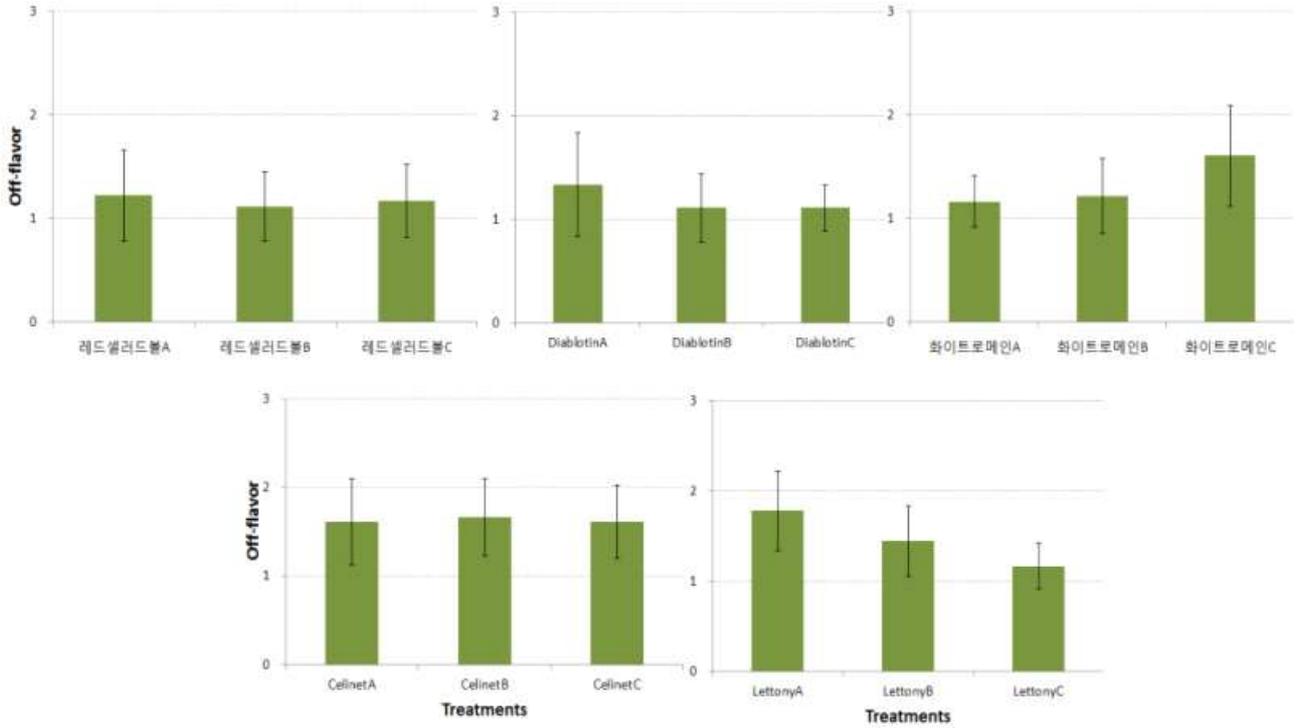


그림 3-2-28. 차광에 따른 다섯 작물의 수확 후 MA저장 시 이취 비교

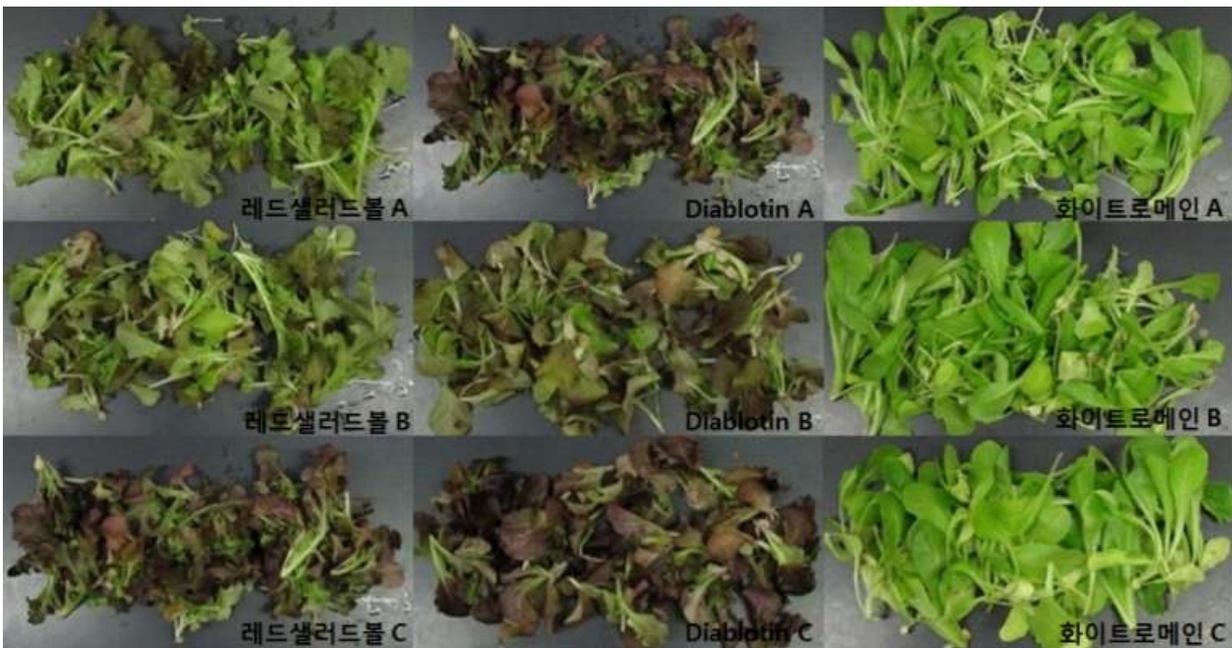


그림 3-2-29. 차광에 따른 레드샐러드볼, diablotin, 화이트로메인의 저장 종료일의 외관



그림 3-2-30. 차광에 따른 lettonly와 celinet 저장 종료일의 외관

**[실험 2] 10여종 어린잎 채소의 수확 후 특성 비교**

MAP저장 실험 전 호흡률과 에틸렌 발생률을 기초로 적용할 필름의 범위를 선정하였다,  
: 적다채, 다채, 레드샐러드, 로메인, 방아, 큰입바질, 박하, 고들빼기, 왕고들빼기, 다닥냉이, 케일, 로메인 화이트, 로메인 화이트, 레드샐러드볼, 로켓 루꼴라

- MAP 조건 구명하기 위하여 수확된 10여종의 어린잎을 대상으로 상온에서 동일한 용기에 일정시간 넣어 호흡률과 에틸렌 발생률을 조사하였다. 그 중 왕고들빼기 어린잎이 호흡률이 가장 높았으며, 고들빼기, 적다채가 높았다. 케일, 로메인 화이트, 레드샐러드볼, 다닥냉이, 로켓 루꼴라 품종이 낮은 수치를 나타냈다. 에틸렌 발생률은 큰입바질, 레드샐러드, 적다채가 높았으며, 로메인 화이트, 레드샐러드볼, 고들빼기, 박하, 그리고 로켓 루꼴라가 조사 품종 중 낮은

호흡률을 보였다.

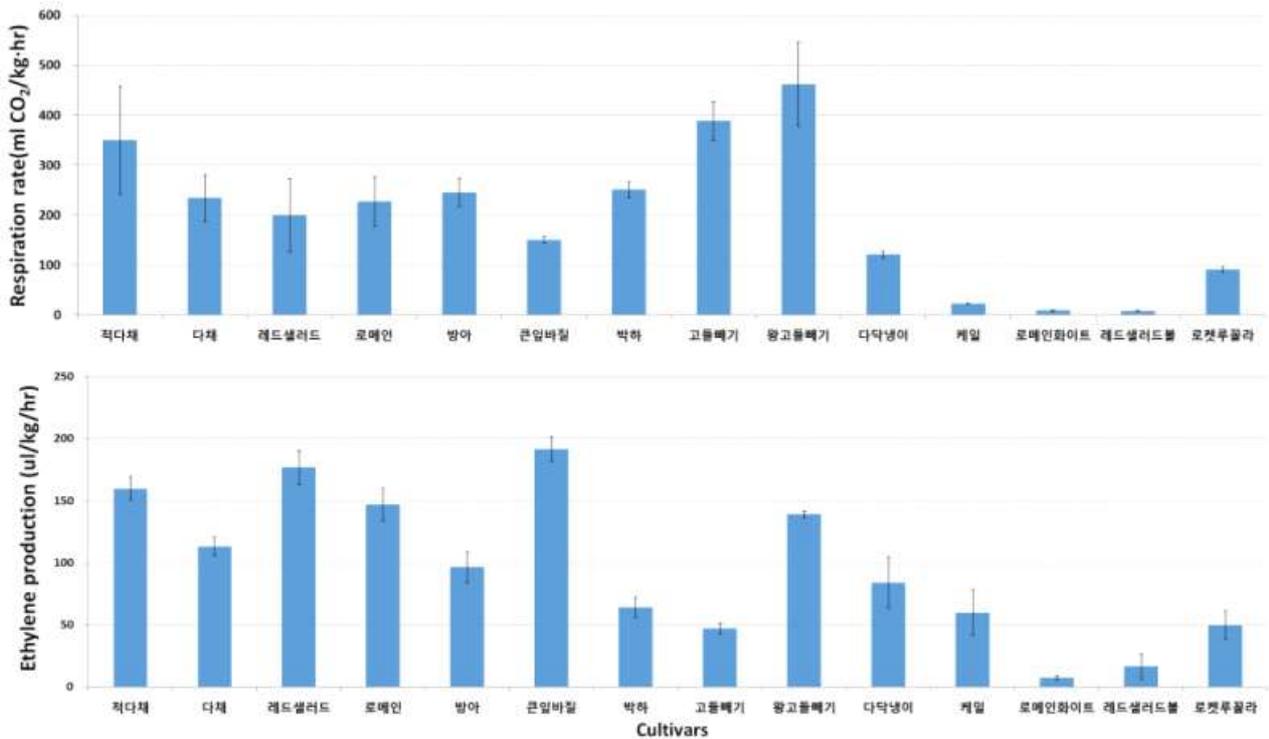


그림 3-2-31. 10여종 어린잎의 호흡률과 에틸렌 발생률

## 2. 수확 후 품질 관리 기술 개발

### 가. 다양한 살균 소독 기술

#### [실험 1] 살균 소독 기술 비교

##### – 연구방법

공시재료: 다채, 청경채

살균처리: NaOCl - 80ppm 수확 전 엽면 살포

전해수 - 30ppm 수확 전 엽면 살포

열수처리 - 수확 후 50℃에서 30초간 담수

저장조건: 다채 - 20,000cc, 청경채 1,300cc OTR 필름 포장

저장온도 8±1℃, 상대습도 85±5% 챔버에 10일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 이산화탄소와 산소 농도, 에틸렌가스 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도, 총 균수, 대장균수, 곰팡이수(건조필름, Petrifilm, 3M, USA)

- 연구결과

< 다채 >

저장 중 생체중 감소율은 모든 처리구 0.3% 이하의 낮은 감소를 보였으며, 에틸렌과 산소 농도는 처리에 따른 차이를 나타내지 않았다. 이산화탄소 농도는 저장 종료일의 2.0%의 높은 수치를 보인 대조구에 비해 살균 처리구들은 1.3% 이하의 농도를 나타냈다. 패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관은 열수 처리구가 외관상 품질이 가장 우수하였으며, 이취는 NaOCl 처리구가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다. 엽록소 함량은 초기값에 비해 모든 처리구 감소하였고, NaOCl 처리구와 대조구가 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 색도를 나타내는 값 중 노란색에서 녹색을 나타내는 b\*값을 비교해보면, 모든 처리구가 초기값에 비해 다소 증가하였으나, 처리구간의 차이는 나타나지 않았고, 대조구에 비해 살균 처리구가 낮은 값을 보이며 황화되지 않은 것으로 보였다.

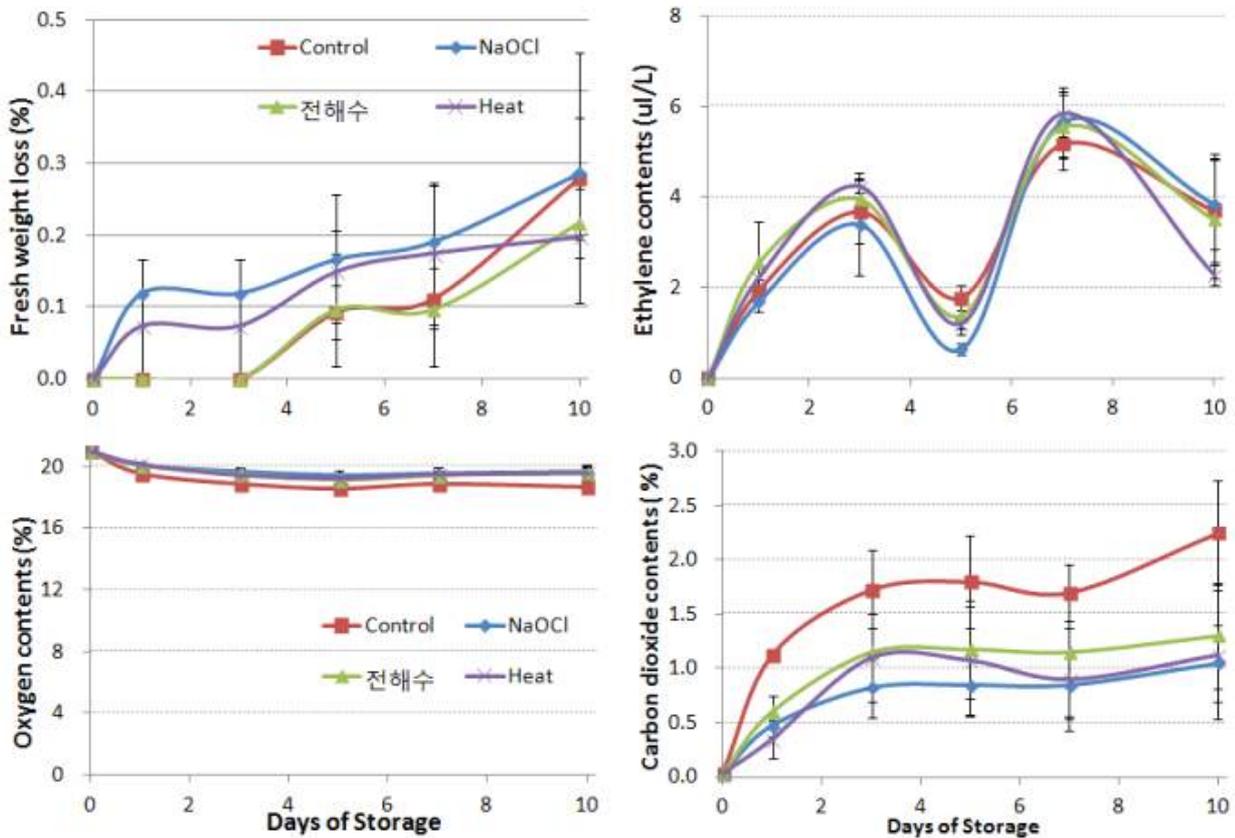


그림 3-2-32. 여러 살균처리에 따른 다채의 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

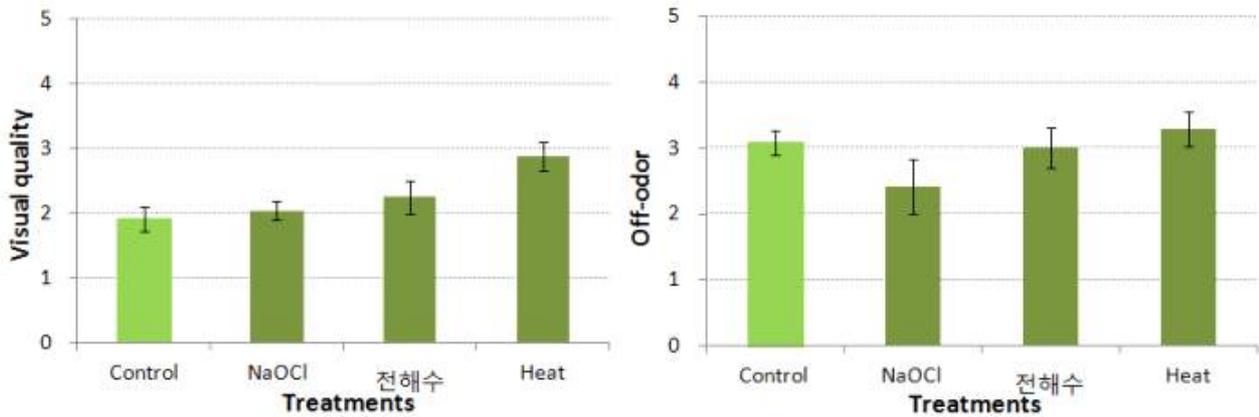


그림 3-2-33. 여러 살균처리에 따른 다채의 저장 종료일 외관과 이취 비교

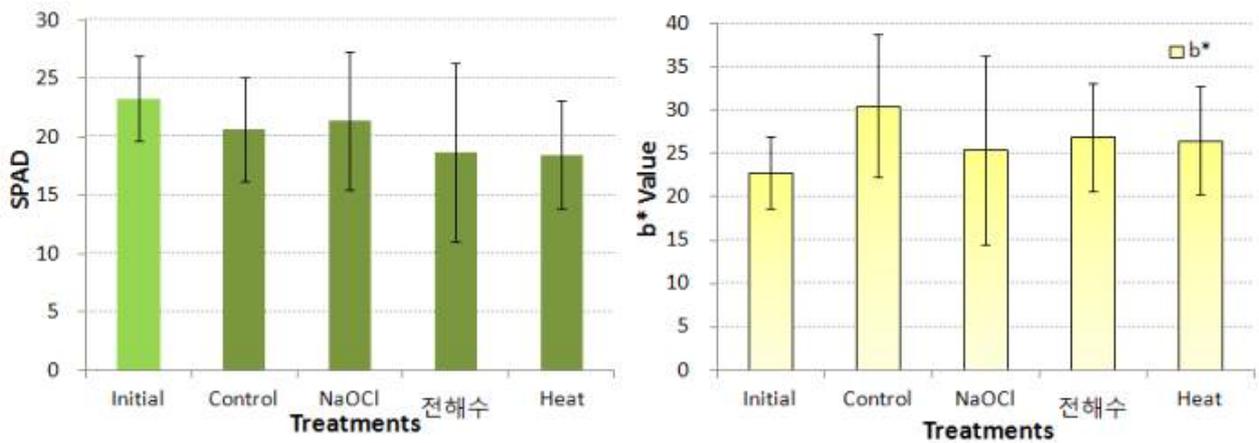


그림 3-2-34. 여러 살균처리에 따른 다채의 저장 종료일 엽록소 함량과 색도(b\*)

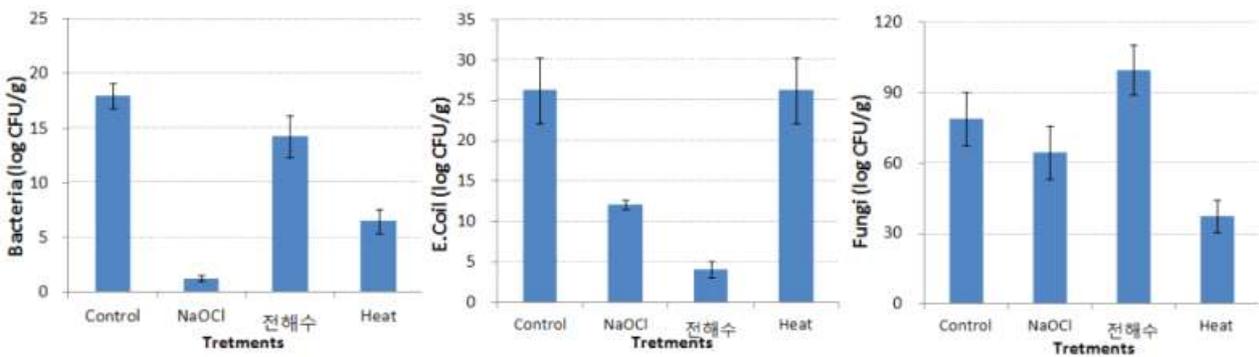


그림 3-2-35. 여러 살균처리에 따른 다채의 저장 종료일 총 세균수, 대장균수, 곰팡이수

저장 종료일의 총 세균수는 대조구에 비해 모두 낮았지만, NaOCl 처리구가 가장 낮았으며, 대장균수는 전해수 처리구가 가장 낮았고, 곰팡이수는 열수 처리가 가장 낮았다. 결과를 종합해보면, 저장 종료일의 외관상 품질이 가장 좋았던 열수 처리가 대조구에 비해 총세균수와 곰팡이도 낮은 것으로 나타나 살균에 탁월한 것으로 판단되나, 대장균수는 대조구와 유사하여 대장균에 대한 살균 효과는 없는 것으로 보인다.

< 청경채 >

살균 처리에 따른 청경채의 저장 중 생체중 감소율은 모든 처리구 0.15%의 낮은 감소를 보이며 수분 손실에 따른 외관상 품질저하는 나타나지 않았다. 포장내 에틸렌과 산소 농도는 모든 처리구 유사한 수치를 보였고, 이산화탄소 농도는 저장 후 모든 처리구가 꾸준히 증가하여 저장 5일째 모든 처리구가 4%의 높은 수치를 나타내며 저장 종료일에는 5% 이상의 농도를 보였고, 그 중 대조구가 7%로 가장 높았다. 저장 종료일의 패널테스트를 통한 외관은 열수 처리가 외관상 품질이 가장 우수하였으며, 이취도 열수 처리가 가장 적게 발생하였다. 엽록소 함량은 모든 처리구 유사하였으며, 색도 중 b\* 값은 열수처리가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다.

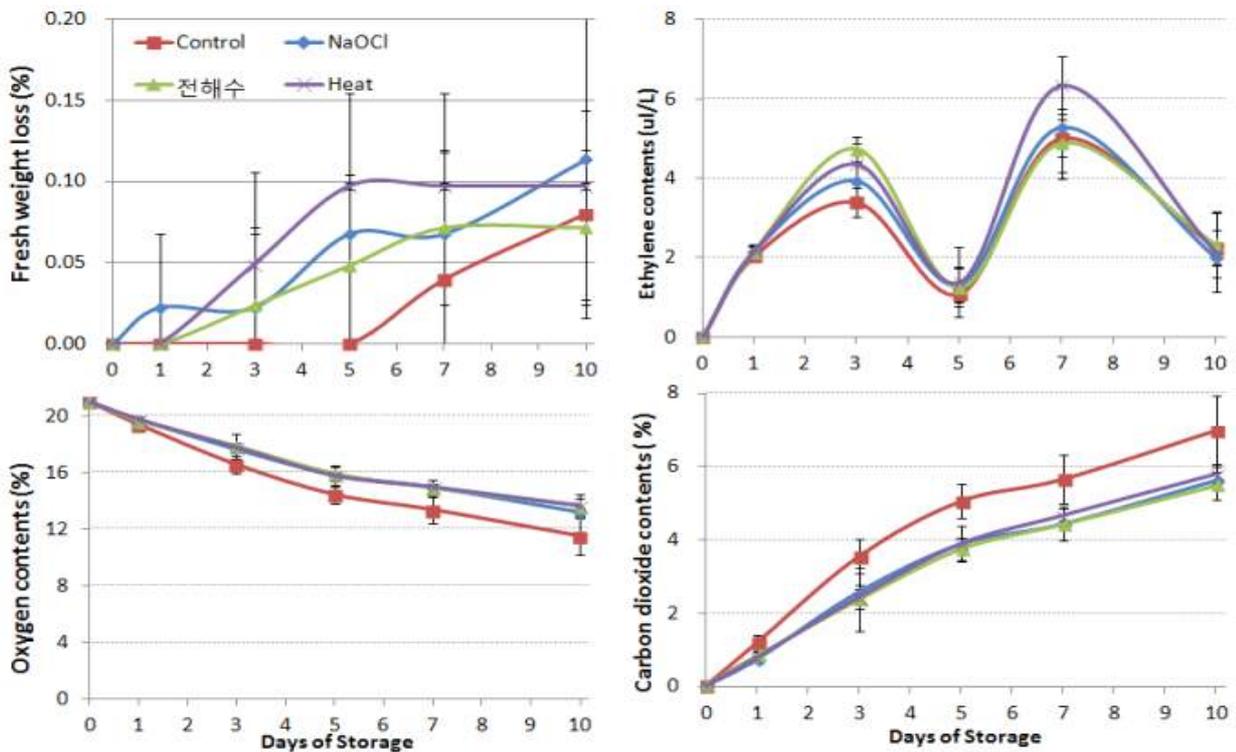


그림 3-2-36. 여러 살균처리에 따른 청경채의 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

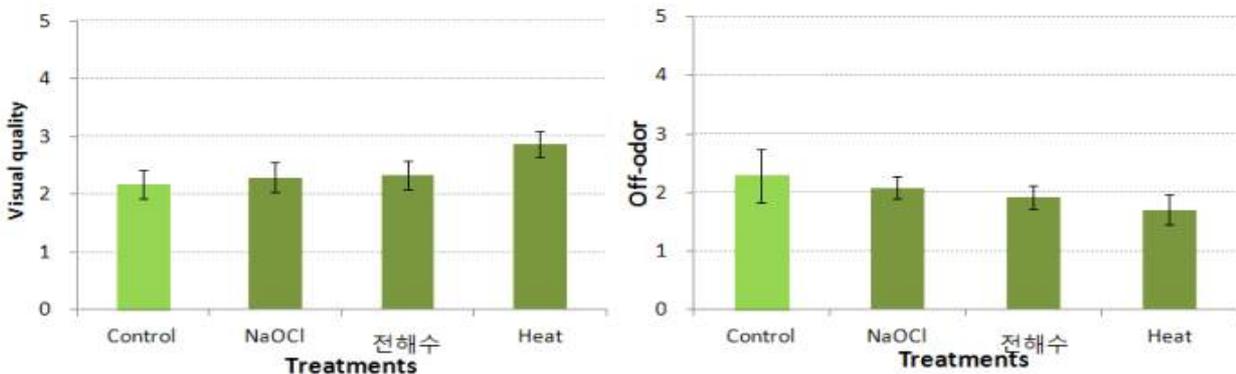


그림 3-2-37. 여러 살균처리에 따른 청경채의 저장 종료일의 외관과 이취 비교

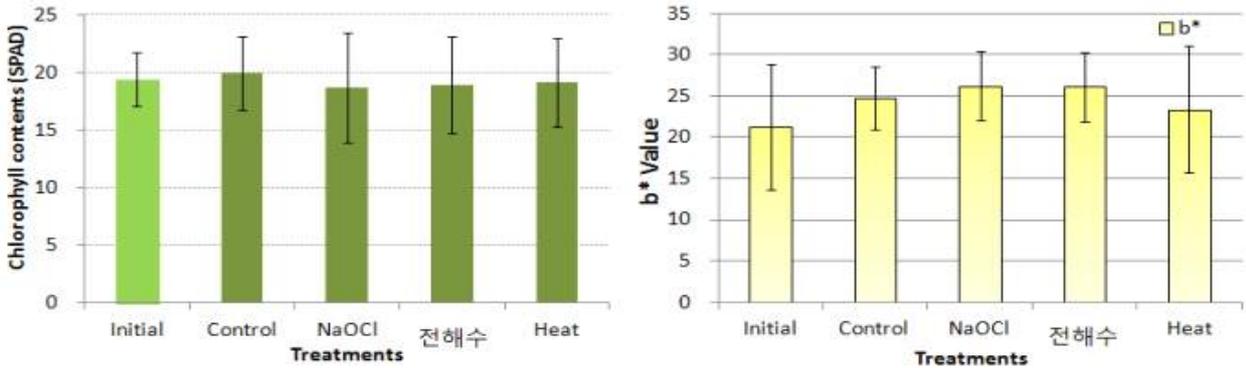


그림 3-2-38. 여러 살균처리에 따른 청경채의 저장 종료일 엽록소 함량과 색도(b\*)

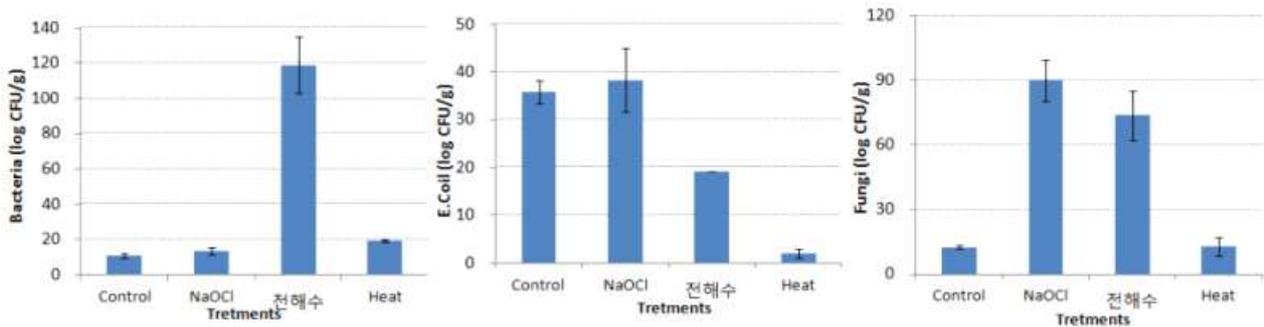


그림 3-2-39. 여러 살균처리에 따른 청경채의 저장 종료일 총 세균수, 대장균수, 곰팡이수

저장 종료일의 세균수는 전해수 처리구를 제외한 나머지 처리구가 대조구와 유사하였고, 대장균수와 곰팡이수는 열수 처리가 대조구에 비해 현저히 낮은 수치를 보였다. 위의 두 작물의 결과를 종합해 보면 열수 처리가 살균에 효과가 있는 것으로 판단된다.

## [실험2] 재배 중 곰팡이 대장균 집중 시 수확 후 다양한 살균 처리의 효과 구명

### - 연구방법

공시재료: 깻잎, 경수채(재배기간 중 상토에 존재했던 곰팡이와 대장균을 배양시킨 후 집중)

살균처리: UV-C(5kJ로 조사),

전해수(30ppm의 유효염소량인 미산성 전해수를 분무처리),

이산화염소 가스(0.5ppm의 농도로 12H 밀폐처리)

저장조건: 구멍된 OTR(Oxygen transmission rate) 필름으로 포장. 저장온도  $8 \pm 1^\circ\text{C}$ , 상대 습도  $85 \pm 5\%$  챔버에 7일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 이산화탄소와 산소농도, 에틸렌가스 농도, 엽록소 함량, 경도, 외관, 이취, 총 균수(건조필름, Petrifilm, 3M, USA), 총 곰팡이수(건조필름, Petrifilm, 3M, USA), 비타민 C.

## - 연구결과

### (가) 깻잎

본 연구는 깻잎을 대상으로 UV-C, 전해수, 그리고 이산화염소 가스를 전처리로 하여 12H 경과 후 기존 연구에서 MA 저장 시 적합하다고 판단된 5,000cc로 포장을 하였다. 무처리를 대조구로 하였으며 저장온도  $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $85\pm 5\%$  챔버에 7일간 저장을 하였다. 살균 전 처리를 통한 깻잎의 생체중 감소율은 모든 처리구에서 1.5% 이하의 감소율을 보였다. 생체중 감소율은 처리구 가운데 UV-C에서 가장 컸으며 이산화염소나 전해수 처리구는 대조구보다 적은 것으로 나타났다. 포장 내 에틸렌 농도의 경우 저장 초기(저장 3일차까지)에는 처리구간 유의한 차이가 없었으나 저장 5일 후 부터는 이산화염소 가스 처리구에서  $20\mu\text{L/L}$ 이상의 높은 수준을 나타냈다.

이산화탄소 농도의 경우 UV-C를 제외한 나머지 처리구에서 1% 내외의 값을 유지했으며, UV-C 처리구는 1-2%로 가장 높았다. UV-C 조사구에서 다른 처리구보다 높은 이산화탄소 농도를 보였는데 위와 같은 결과는 UV-C 조사로 인한 호흡률 증가의 결과로 생각된다. 이산화염소가스 처리구의 이산화탄소 농도의 경우 대조구와 유사하거나 적은 수준을 나타냈다. 산소농도의 경우 이산화탄소와 유사하게 UV-C 처리구에서 호흡증가로 그 수준이 가장 낮았다. UV-C 처리구를 제외하고 나머지 처리구에서는 19-20%로 유의한 차이를 보이지 않았다

SPAD로 측정된 엽록소 농도와 경도는 MA저장 전, 후로 나뉘어 조사하였는데 엽록소 농도의 경우 MA 저장 전, 후 모두 UV-C 처리구에서 가장 높은 값을 보였다. 전처리 후 모든 처리구에서 대조구보다 높은 엽록소 함량을 보였으며 MA저장 종료 후에도 대조구보다 높은 수준을 유지했다. 경도의 경우 전처리 후에는 이산화염소 처리구에서 가장 낮은 경도 값을 나타냈으나, MA저장 종료 후에는 큰 폭으로 상승한 것을 알 수 있다. 반대로 전해수 처리구에서는 대조구나 다른 처리구에 비해 경도가 감소하였다. 저장 종료일 패널테스트를 통한 외관점수는 이산화염소 처리구에서 가장 높았으며 UV-C 처리구에서 가장 낮았다. 저장 종료일까지 대조구나 다른 처리구에서 상품성을 의미하는 외관점수인 3점을 유지했으나 UV-C 처리구에서는 3점 이하의 수준을 보였다. 비타민C 함량은 대조구와 비교하여 큰 차이를 보이지 않았으나 전해수 처리구에서 가장 많은 비타민C 함량 감소를 나타냈다.

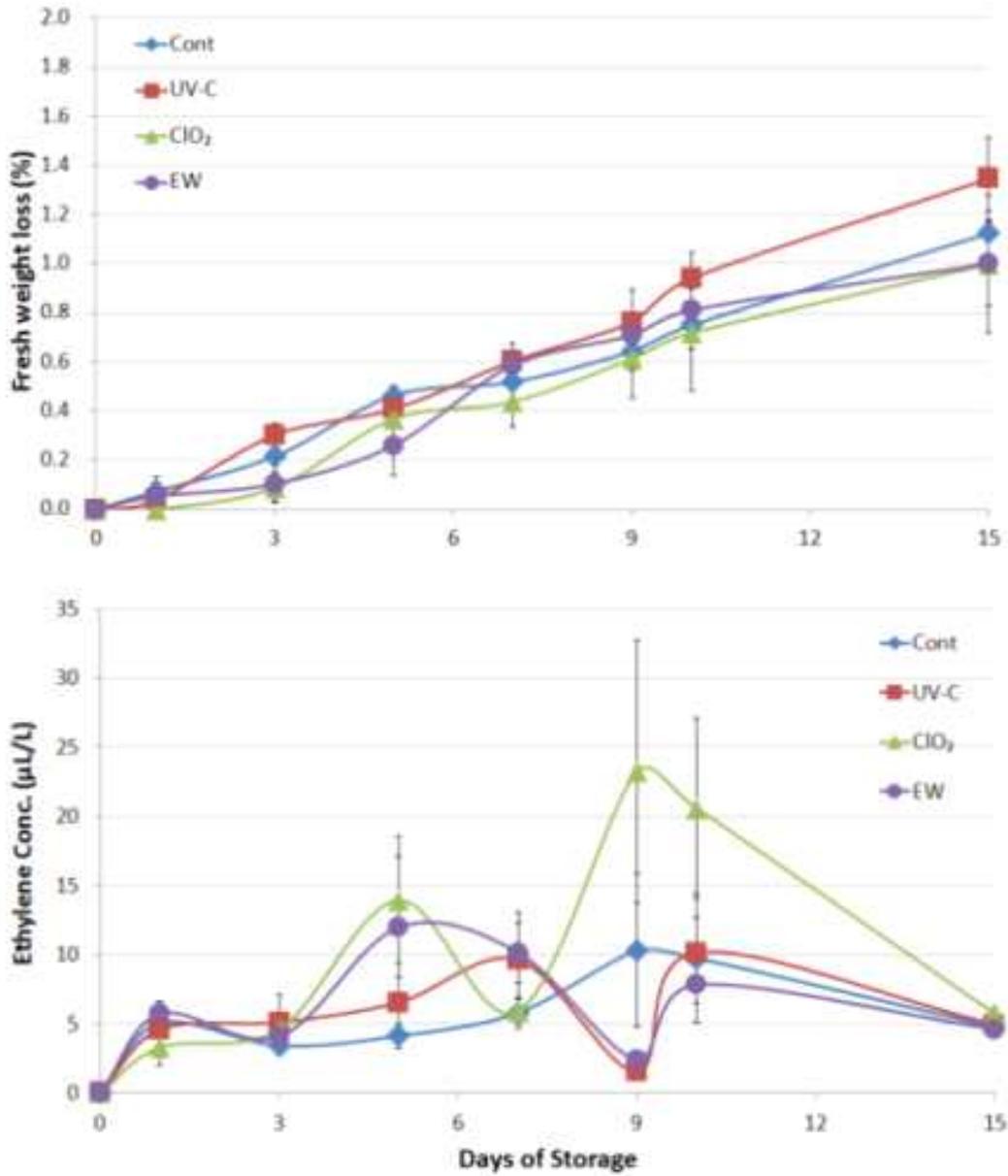


그림 3-2-40. 깻잎의 몇 가지 살균 전처리 후 MA 저장 시 생체중 감소율과 에틸렌 농도 변화

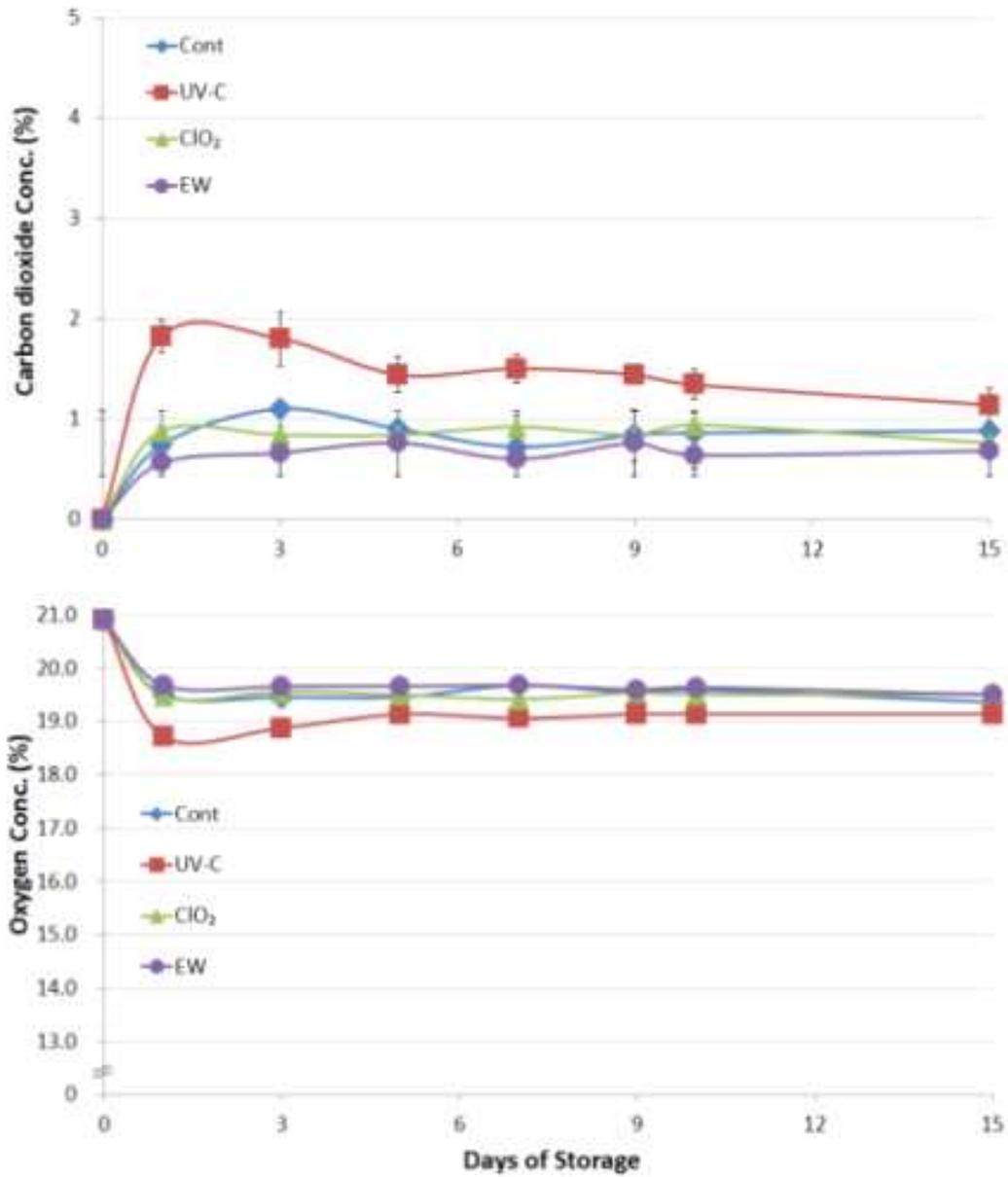


그림 3-2-41. 깻잎의 몇 가지 살균 전처리 후 MA 저장 시 이산화탄소 농도와 산소 농도 변화

표 3-2-5. 저장 종료일 껏잎의 몇 가지 전처리 후 엽록소농도, 경도, 외관, 이취, 그리고 비타민C의 비교

Treatments <sup>z</sup>	Chlorophyll Cont. (SPAD)		Hardness (kg)		Visual quality	Off-flavor	Vit. C (mg/100 gFW)
	Initial	Final	Initial	Final			
	Control	25.1 ± 2.4 <sup>y</sup>	22.2 ± 2.6	0.25 ± 0.09			
UV-C	30.5 ± 4.3	24.4 ± 2.7	0.30 ± 0.07	0.35 ± 0.06	2.2 ± 0.2	1.6 ± 0.6	141 ± 20
EW	28.4 ± 3.0	24.0 ± 4.5	0.38 ± 0.07	0.31 ± 0.10	3.5 ± 0.0	1.4 ± 0.4	139 ± 10
ClO <sub>2</sub>	28.9 ± 2.6	22.0 ± 2.2	0.24 ± 0.08	0.31 ± 0.09	3.4 ± 0.1	1.0 ± 0.0	146 ± 07

<sup>z</sup>Control: No treatment, UV-C: 5kJ/m<sup>2</sup> treatment, EW: Electro analysed water of 30% available chlorine treatment, ClO<sub>2</sub>: 5ppm chlorine dioxide gas treatment.

<sup>y</sup>Means ±SD (n=5)

표 3-2-6. 껏잎의 몇 가지 전처리의 총 균수, 총 곰팡이수, 그리고 대장균수

(unit: log CFU/g)

Treatment <sup>z</sup>	Aerobic count	Yeast and Mold count	<i>E. coli</i> count
Control	3.21 ± 0.12 <sup>y</sup>	2.63 ± 0.28	2.65 ± 0.93
UV-C	3.05 ± 0.46	3.84 ± 0.25	1.84 ± 0.16
EW	3.32 ± 0.09	2.98 ± 0.38	1.94 ± 0.45
ClO <sub>2</sub>	2.67 ± 0.45	2.00 ± 1.06	2.72 ± 0.89

<sup>z</sup>Control: No treatment, UV-C: 5kJ/m<sup>2</sup> treatment, EW: Electro analysed water of 30% available chlorine treatment, ClO<sub>2</sub>: 5ppm chlorine dioxide gas treatment.

<sup>y</sup>Means ±SD (n=5)

저장 종료일에 미생물 수의 측정의 경우 총 균수, 곰팡이수, 그리고 대장균 수를 측정을 하였다. 총 균수는 UV-C 처리구와 전해수 처리구의 경우 각각 3.05, 2.67 log CFU/g을 나타내어 대조구와 비교했을 때 0.2-0.6 log CFU/g 미생물 수 감소로 두 처리구에서는 약간의 살균효과가 있었다. 이산화염소 가스의 경우 오히려 3.32 log CFU/g을 나타내어 대조구보다 0.1 log CFU/g 미생물 수가 증가하였다. 총 곰팡이 수의 경우 전해수 처리구는 2.00 log CFU/g을 나타내어 대조구보다 0.6 log CFU/g 수 정도 감소되어 곰팡이수 감소효과에 효과가 있었다. 그러나 UV-C 처리구와 이산화염소 가스 처리구에서는 기대했던 곰팡이 감소효과를 나타내지 못하고 총 곰팡이 수가 증가하였다. 총 대장균 수의 경우, UV-C 처리구와 이산화염소 가스 처리구에서 각각 0.8, 0.7 log CFU/g 대장균 수의 감소 효과를 나타내었다. 전해수 처리구에서는 대조구와 차이가 없었다.

위의 결과를 요약해보면, UV-C 조사 처리구에서는 총 균수 와 대장균수를 감균시키는 효과가 있었으나 곰팡이에서는 그 효과가 미비하고, 생체중 감소율이 크고, 갈변이 생기면서 이취가 많고 외관상 저해요소가 있었다. 이산화염소가스 처리구에서는 에틸렌 발생량이 많고 이취가 많으며 곰팡이에서만 감균효과가 나타나 어린잎 껏잎의 살균 전처리제로써 효과가 미비하

었다. 전해수 처리구의 경우 외관점수가 좋고 이취가 적으며 저장종료일 총균수와 총 곰팡이수 모두 감균효과가 있었다. 그러나 대장균수 에서는 효과가 거의 없는 것으로 나타났다. 어린잎 깻잎의 전처리 경우 전해수 처리가 가장 상품의 품질유지를 하며, 감균효과가 큰 것으로 나타났다.

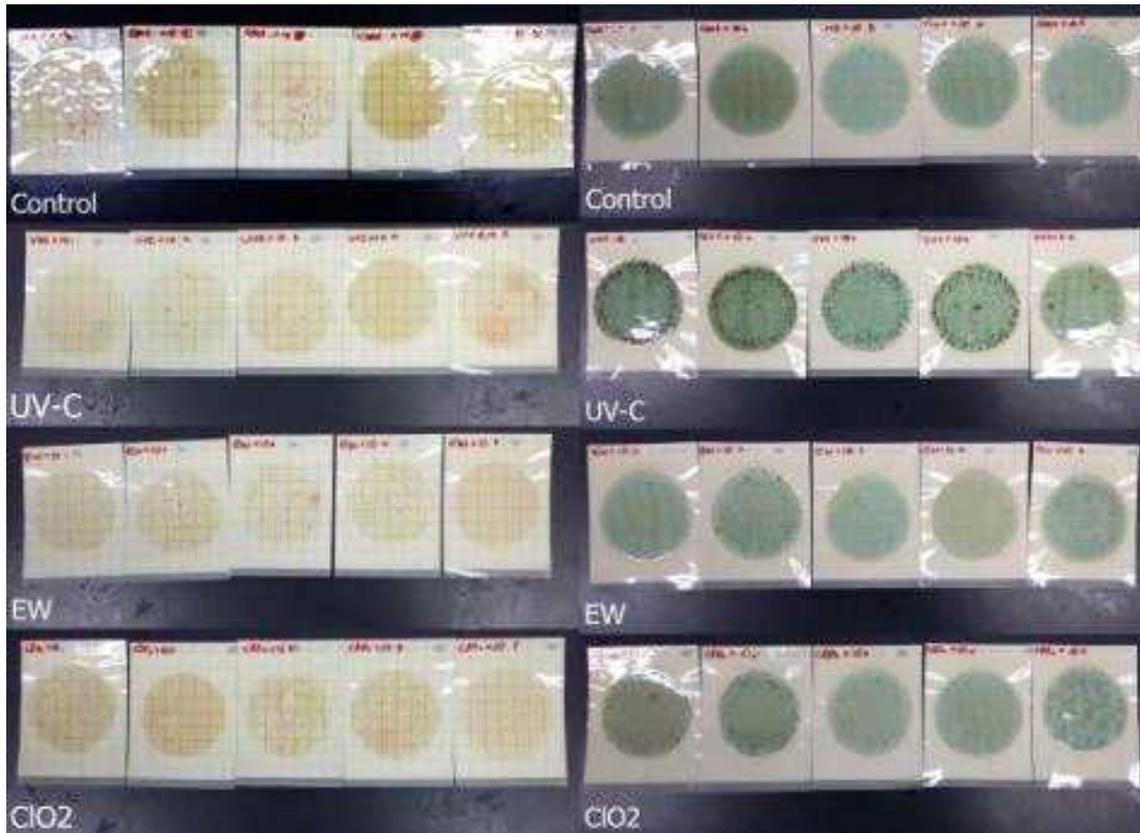


그림 3-2-42. 건조배지를 이용한 깻잎의 총 균수와 총 곰팡이수 측정

(나) 경수채

경수채를 대상으로 UV-C, 전해수, 그리고 이산화염소 가스를 전처리하여 12H 경과 후 기존 연구에서 MA 저장 시 적합하다고 판단된 10,000cc로 포장을 하였다. 무처리를 대조구로 하였으며 저장온도  $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $85\pm 5\%$  챔버에 7일간 저장을 하였다. 살균 전처리 후 경수채의 생체중 감소율은 UV-C 처리구에서 0.8% 수준으로 가장 컸으며, 이산화염소나 전해수 처리구는 대조구보다 적은 것으로 나타났다. 포장 내 에틸렌 농도의 경우 대조구를 제외하고 모든 처리구에서 10-15  $\mu\text{L/L}$ 로 처리구간 유의한 차이가 없었다. 저장 1일차에 다른 처리구에 비해 UV-C 처리구에서 에틸렌 발생량이 많은 것을 확인할 수 있는데 이는 UV-C 조사 시 스트레스로 급격하게 호흡률이 증가하여 에틸렌이 증가한 현상으로 보인다.

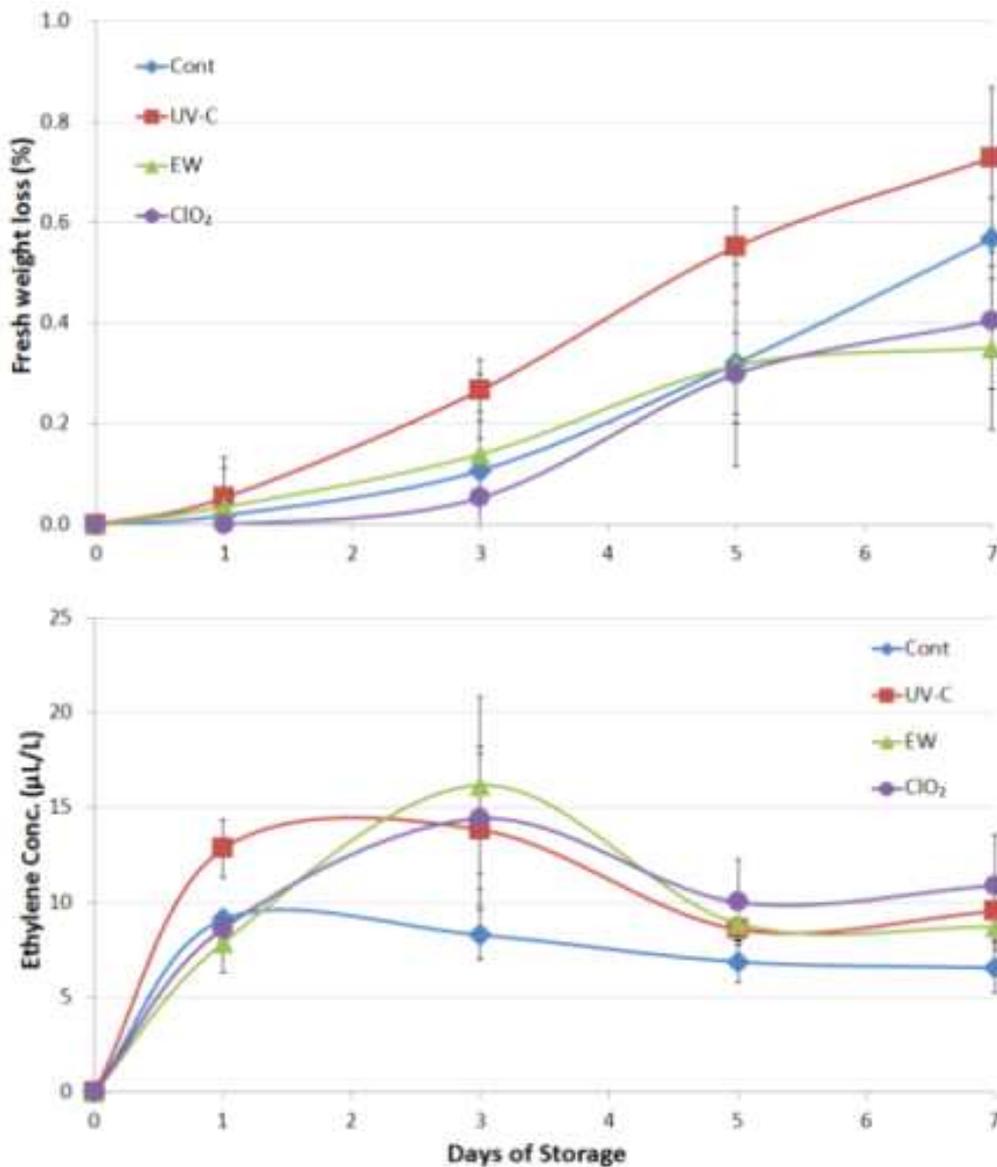


그림 3-2-43. 경수채의 몇 가지 살균 전처리 후 MA 저장시 생체중 감소율과 에틸렌 농도 변화

이산화탄소 농도의 경우 UV-C를 제외한 나머지 처리구에서 2-4% 내외의 값을 유지했으며, UV-C 처리구는 4-6%로 가장 높았다. 배추과 채소의 CA 저장 조건은 CO<sub>2</sub> 5% 이내로 보고되어 있는데 본 실험에서는 UV-C를 제외한 모든 처리구에서 범위 내의 수준을 나타냈다. 그러나 UV-C 처리구의 경우 5%이상의 값을 나타내 UV-C 조사로 인한 장애라고 사료된다. UV-C 조사로 인한 호흡률 증가의 결과로 생각된다. 산소농도의 경우 이산화탄소 농도와 유사하게 UV-C 처리구에서 15-16% 수준을 보이며 가장 낮은 값을 보였으며 나머지 처리구에서는 17-18%내외의 값을 유지했다.

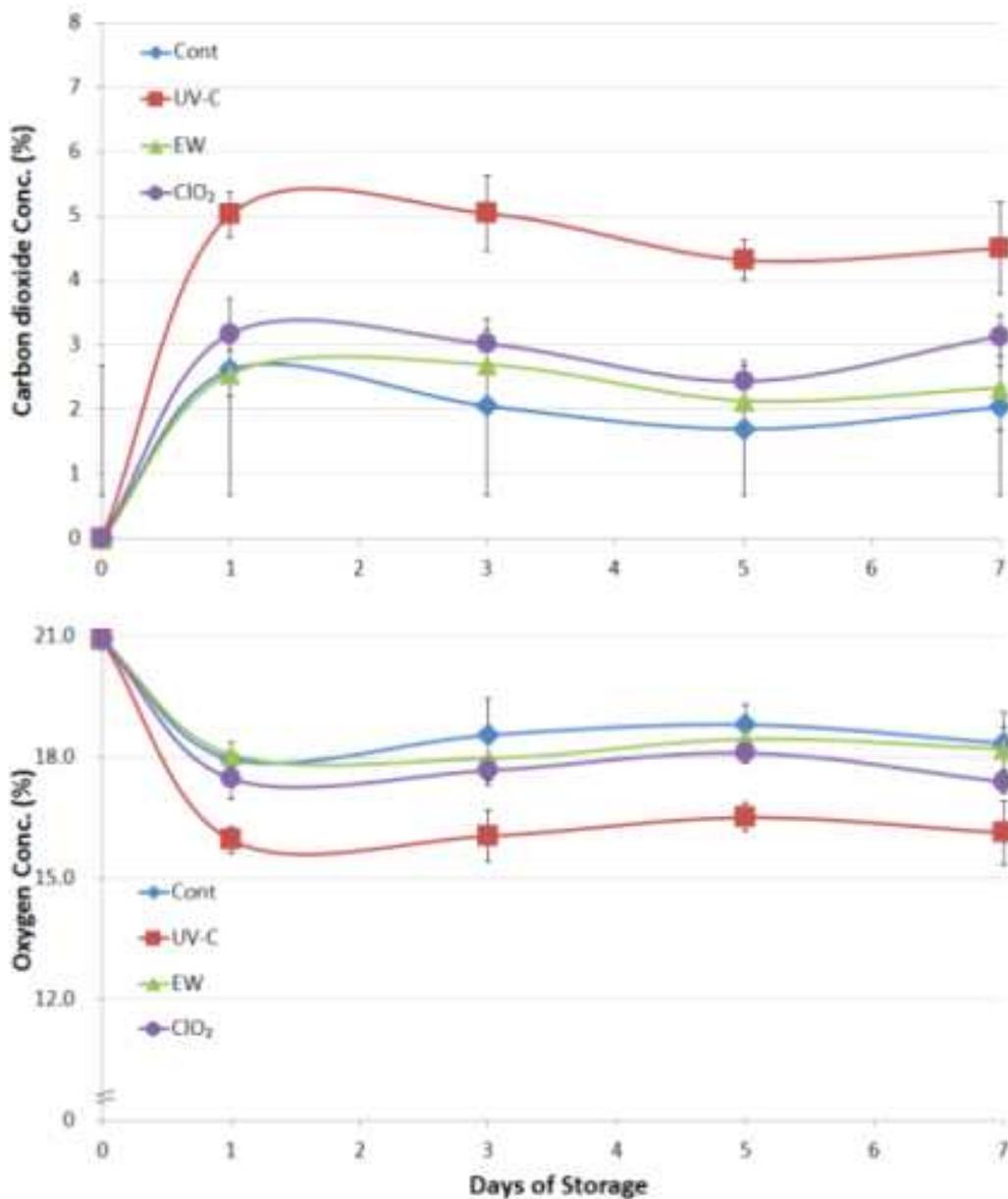


그림 3-2-44. 경수채의 몇 가지 살균 전처리 후 MA 저장시 이산화탄소 농도와 산소 농도 변화

표 3-2-7. 저장 종료일 경수채의 몇 가지 전처리 후 엽록소농도, 경도, 외관, 이취, 그리고 비타민C의 비교

Treatments <sup>z</sup>	Chlorophyll Cont. (SPAD)		Hardness (kg)		Visual quality	Off-flavor	Vitamin C (mg/100g FW)
	Initial	Final	Initial	Final			
Control	28.0 ± 2.2 <sup>y</sup>	27.6 ± 3.0	0.14 ± 0.03	0.15 ± 0.03	2.6 ± 0.2	1.9 ± 0.5	53.6 ± 6.6
UV-C	31.5 ± 3.4	27.4 ± 2.2	0.14 ± 0.04	0.18 ± 0.03	2.4 ± 0.4	3.2 ± 0.2	35.3 ± 6.8
EW	32.4 ± 3.1	26.3 ± 3.4	0.15 ± 0.02	0.19 ± 0.04	3.2 ± 0.2	2.0 ± 0.1	29.4 ± 7.7
ClO <sub>2</sub>	29.3 ± 2.8	26.7 ± 2.7	0.15 ± 0.03	0.17 ± 0.03	2.5 ± 0.3	1.0 ± 0.4	23.7 ± 4.9

<sup>z</sup>Control: No treatment, UV-C: 5kJ/m<sup>2</sup> treatment, EW: Electro analysed water of 30% available chlorine treatment, ClO<sub>2</sub>: 5ppm chlorine dioxide gas treatment.

<sup>y</sup>Means ±SD (n=5)

SPAD로 측정된 엽록소 농도와 경도는 MA저장 전, 후로 나뉘어 조사하였는데 엽록소 농도의 경우 MA 저장 전은 모든 처리구에서 대조구 보다 높은 수준을 나타냈으나 저장 후에는 처리구 사이에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 경도의 경우 전처리 후 MA 저장 전은 처리구간 유의한 차이가 없었으나 MA 저장 종료일 UV-C처리구와 전해수 처리구에서 대조구와 비교하여 높았다. 저장 종료일 패널테스트를 통한 외관점수는 전해수 처리구에서 가장 높았으며 UV-C 처리구에서 가장 낮았다. 전해수 처리구에서 저장 종료일까지 상품성을 의미하는 외관점수인 3점을 유지하였으며 나머지 처리구에서는 대조구와 비슷한 수준을 보였다. 비타민 C 함량의 경우 수확 후 처리에 따라 비타민 산화 효소에 의해 감소를 보이는 것으로 보고되었는데, 깻잎의 전처리 결과와는 달리 모든 처리구에서 감소를 하였으며 이산화염소가스 처리구에서 그 감소율이 가장 컸다. 이는 이산화염소처리가 작물 내 산화효소 활성화를 가장 크게 증가시킨 것으로 생각된다.

표 3-2-8. 경수채의 몇 가지 전처리의 총 균수, 총 곰팡이수, 그리고 대장균수 .

(unit : log CFU/g)

Treatment <sup>z</sup>	Aerobic count	Yeast and Mold count	<i>E. coli</i> count
Control	6.35 ± 0.42 <sup>y</sup>	4.63 ± 0.22	6.08 ± 0.34
UV-C	5.71 ± 0.42	4.67 ± 0.41	6.32 ± 0.26
EW	5.86 ± 0.06	4.54 ± 0.26	6.39 ± 0.32
ClO <sub>2</sub>	5.85 ± 0.38	4.53 ± 0.11	1.15 ± 2.58

Control: No treatment, UV-C: 5kJ/m<sup>2</sup> treatment, EW: Electro analysed water of 30% available chlorine treatment, ClO<sub>2</sub>: 5ppm chlorine dioxide gas treatment.

<sup>y</sup>Means ±SD (n=5)

저장 종료일에 미생물 수의 측정의 경우 총균수, 곰팡이수, 그리고 대장균 수를 측정을 하였다. 총균수는 UV-C 처리구는 0.6 log CFU/g, 전해수 처리구는 0.5 log CFU/g, 그리고 이산화염소가스 처리구는 0.5 log CFU/g 정도의 감소로 모든 처리구에서 살균효과가 나타났다. UV-C 처리구의 경우, 어린잎 깻잎의 살균 전처리 실험과 유사하게 UV-C 조사에 의해 많은 이취 발생과 함께 갈변 현상이 나타나면서 외관상 저해요소가 되었다고 생각한다.

총 곰팡이 수의 경우 UV-C 처리구는 4.67 log CFU/g, 전해수는 4.54 log CFU/g, 그리고 이산화염소가스 처리구는 4.53 log CFU/g으로 전해수 처리구와 이산화염소가스 처리구는 0.1 log CFU/g 정도 감소 하였으나 UV-C 처리구 에서는 대조구와 비슷한 수준을 나타내었다. 기존에 보고되었던 연구보고들처럼 곰팡이 감소효과를 나타내지 못하고 곰팡이 수가 증가하거나 그 감소율이 미비 하다는 것을 알 수 있다.

총 대장균 수의 경우, 이산화염소 가스 처리구에서 5.9 log CFU/g의 수준의 감소 효과를 나타내었다. 그러나 UV-C 처리구와 전해수 처리구에서는 대조구와 비교했을 때 감소량이 없었다. 기존의 보고된 알팔파, 클로버, 버섯, 그리고 시금치 등의 연구결과를 참고하여 감소수준을 비교 해 볼 때 UV-C 처리나 전해수 처리는 어린잎 경수채에서 살균효과가 거의 없는 것으로 생각된다.

따라서 위의 결과를 종합해보면, UV-C 조사 처리구에서는 총 균수를 감균시키는 효과가 있었으나 곰팡이에서는 그 효과가 미비하고, 생체중 감소율이 크고, 갈변이 생기면서 이취가 많고 외관상 저해요소가 있었다. 이산화염소 가스 처리구에서는 생체중 감소량이 적고 에틸렌 발생량이 적고 이취가 적고 외관점수가 높은 동시에 총균수와 총 곰팡이 수를 감소시켜 살균 효과가 있었지만 그 정도가 미비하였다. 전해수 처리구의 경우 외관점수가 좋고 이취가 적으며 저장종료일 총균수와 총 곰팡이수 모두 감균효과가 있었다. 어린잎 경수채의 전처리 경우 전해수 처리가 선도유지와 함께 살균효과가 있는 것으로 나타났다.

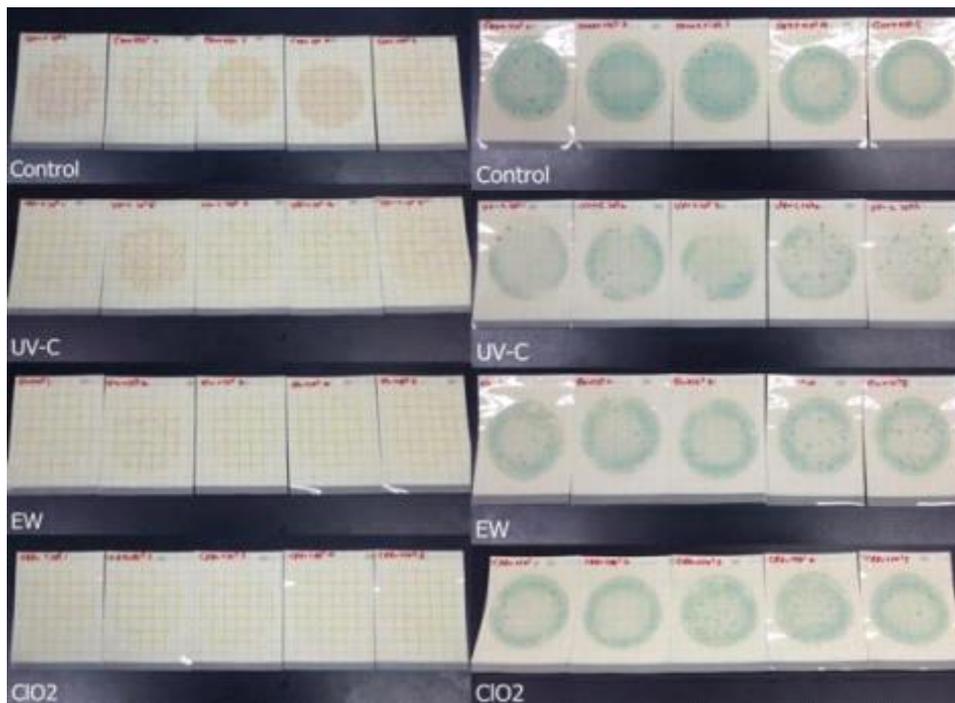


그림 3-2-45. 건조배지를 이용한 경수채의 총 균수와 총 곰팡이수 측정

### [실험 3] 잣빛 곰팡이

#### - 연구방법

공시재료: 로메인

처리조건: 재배 중 잣빛 곰팡이 포자 접종 후 수확하여 NaOCl 80ppm 5분 담수, 치아염소산수(전해수) 30ppm 5분 담수, UVc 15kJ, O<sub>3</sub> 1.5ppm 25분 전처리, O<sub>3</sub> 2ppm 주입

저장조건: 40,000cc, 1,300cc OTR film(O<sub>3</sub> 주입 처리구) 필름 포장 후 8℃에서 11일 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 가스 농도, 경도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취, 총 균수 및 곰팡이수

#### - 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 모든 처리구가 0.8% 미만의 낮은 감소를 보였고, 포장내 산소 농도는 모든 처리구가 15% 이상의 수치를 나타냈다. 이산화탄소 농도는 O<sub>3</sub> 주입 처리구를 제외한 나머지 처리구는 4% 이하를 나타내었고, O<sub>3</sub> 주입 처리구는 가장 높은 5% 이상의 수치를 나타냈는데 이는 가스 주입 후 새는 것을 방지 하기 위하여 포장한 1,300cc 필름의 낮은 산소투과도로 인한 것으로 판단된다. 에틸렌 농도는 저장 5일째까지 UVc 처리가 높았으나 저장 종료일에는 O<sub>3</sub> 주입 처리구가 가장 높았다.

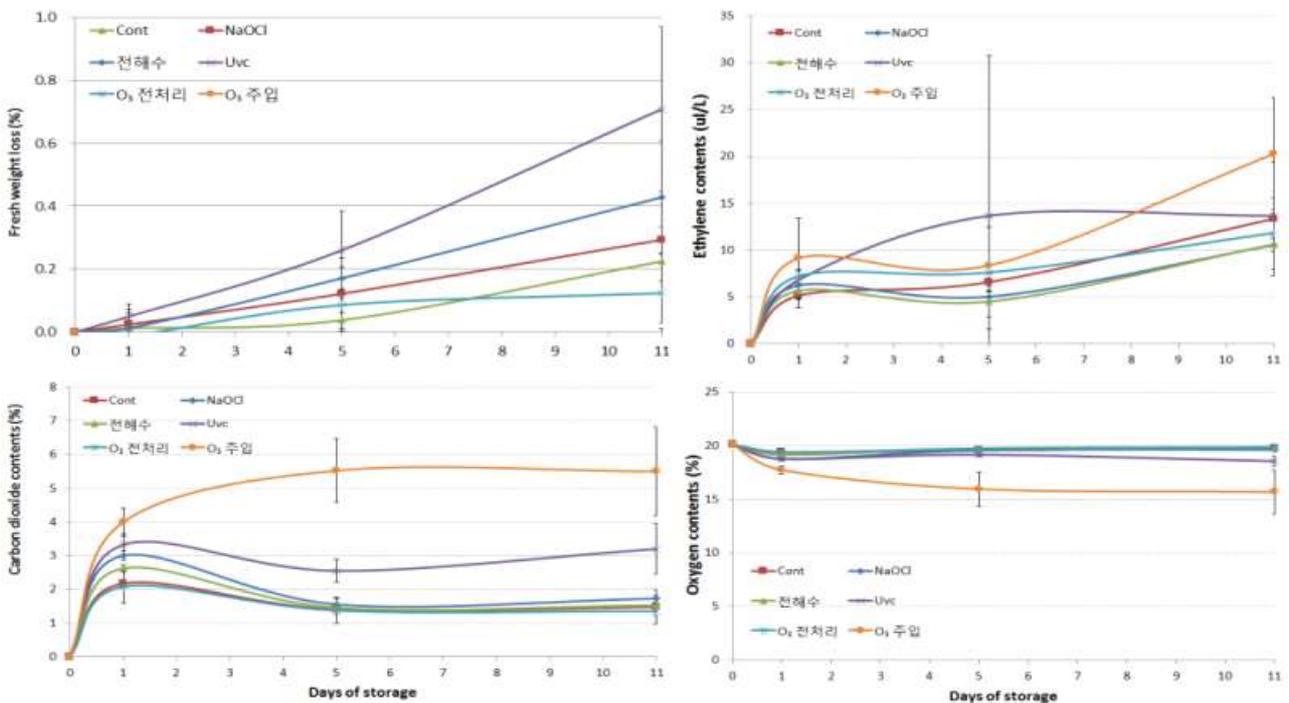


그림 3-2-46. 잣빛 곰팡이 살균처리 후 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

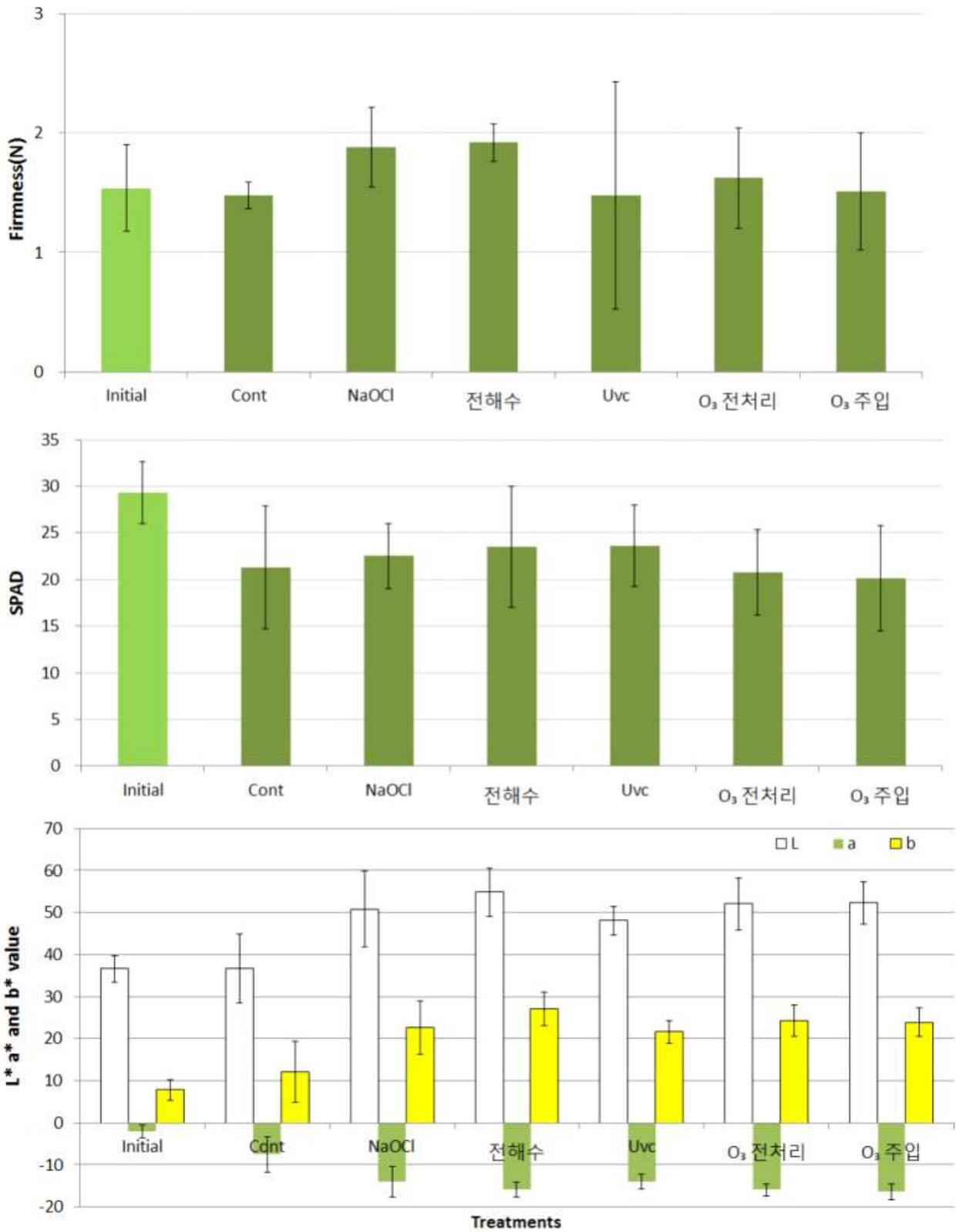


그림 3-2-47. 젓빛 곰팡이 살균처리 후 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교

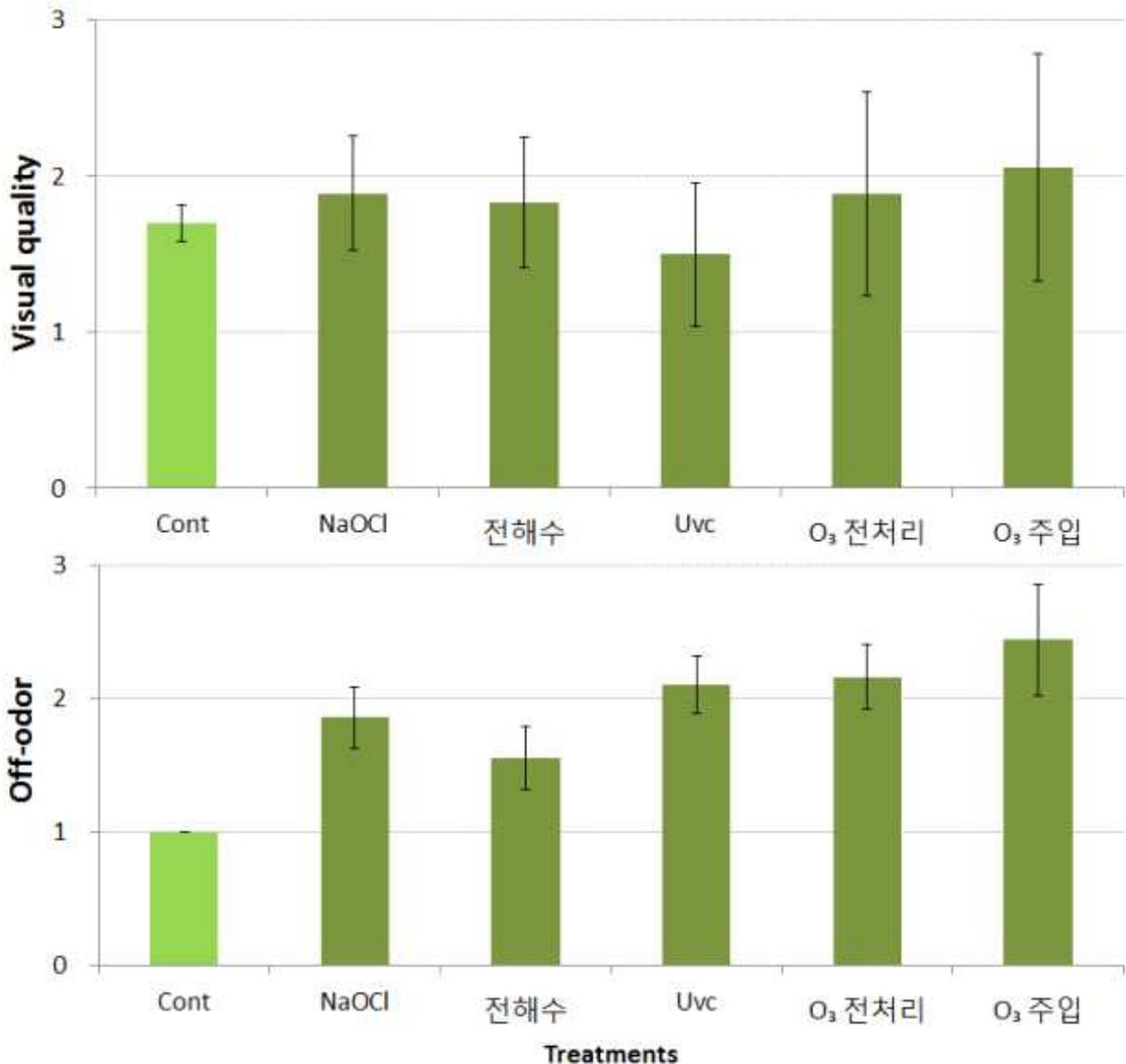


그림 3-2-48. 젯빛 곰팡이 살균처리 후 MA저장 종료일의 외관 및 이취

저장 종료일의 경도는 NaOCl 처리구와 전해수 처리구가 초기값에 증가하는 값을 보였고, 그 외 모든 처리구는 초기값과 유사하거나 다소 감소하였다. 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였는데, 그 중 전해수와 UVc처리구가 다소 높았다. 색도는 모든 처리구가 황색 정도를 나타내는 b\*값이 초기값에 비해 증가하였고, 명도를 나타내는 L\*값이 증가한 것으로 보아 황화가 진행되었음을 알 수 있었다. 패널테스트를 통한 외관은 UVc처리구가 가장 낮았고, O<sub>3</sub>주입 처리구가 가장 높았다. 이취는 대조구가 가장 낮았으며 O<sub>3</sub>주입 처리구가 가장 많이 발생하였다. 저장 종료후 총 균수와 곰팡이수를 조사하기 위하여 건조배지에 배양한 결과, NaOCl과 전해수 처리구가 대조구에 비해 현저히 낮은 균수와 곰팡이수를 나타내며, 살균 효과를 보였다.



그림 3-2-49. 젯빛 곰팡이 살균처리 후 MA저장 종료일의 젯빛곰팡이 수를 조사하기 위해 배양된 건조배지 외관

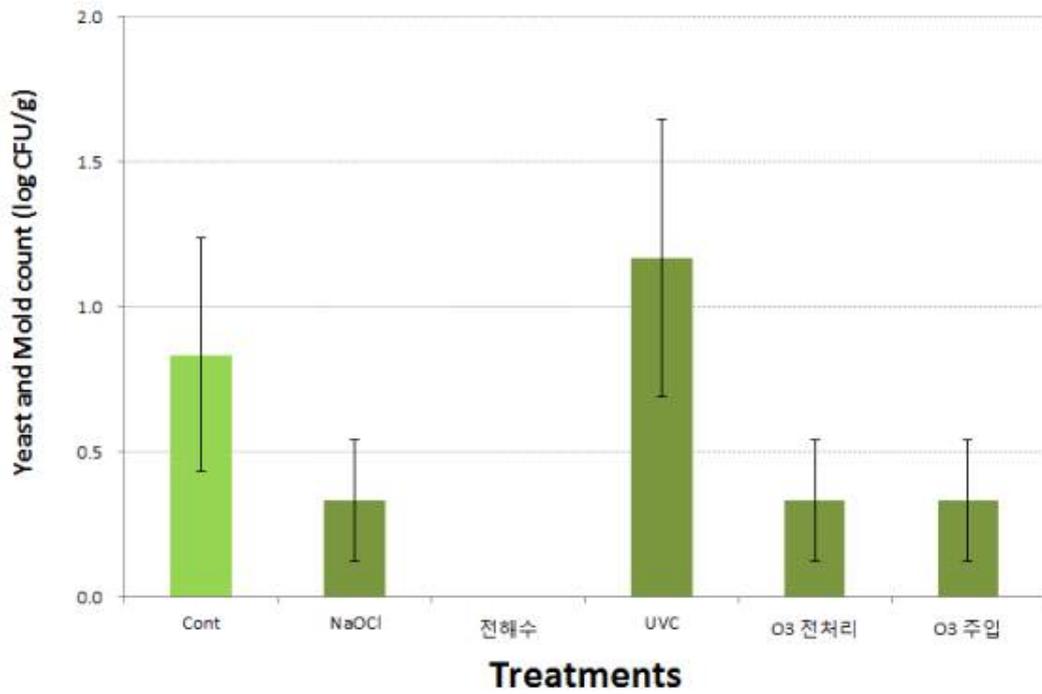


그림 3-2-50. 젓빛 곰팡이 살균처리 후 MA저장 종료일의 젓빛곰팡이 수



그림 3-2-51. 젓빛 곰팡이 살균처리 후 MA저장 종료일의 외관

[실험 4] 대장균 - *E.coli*

- 연구방법

공시재료: 로메인

처리조건: 재배중 대장균(*E.coli*)을 미리 살포하여 2일 후 수확하여 NaOCl 80ppm 5분 담수, 차아염소산수(전해수) 30ppm 5분 담수, UVc 15kJ, O<sub>3</sub> 1.5ppm 25분 전처리, 그리고 O<sub>3</sub> 2ppm 주입 처리

저장조건: 40,000cc, 1,300cc OTR film(O<sub>3</sub> 주입 처리구) 필름 포장 후 8°C에서 11일 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 가스 농도, 경도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취, 총 균수 및 대장균수

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 모든 처리구가 0.6% 이하의 낮은 감소를 보였고, 포장내 산소 농도는 저장 종료일까지 18% 이상을 유지하였다. 이산화탄소는 모든 처리구가 4% 이하를 보였고 그 중 UVc와 O<sub>3</sub>주입 처리구가 저장 종료일에 다른 처리구보다 두배 가량 높았다. 에틸렌 가스 농도는 저장 종료일에 O<sub>3</sub>주입 처리구가 가장 높은 18ul/L 정도의 수치를 보였다.

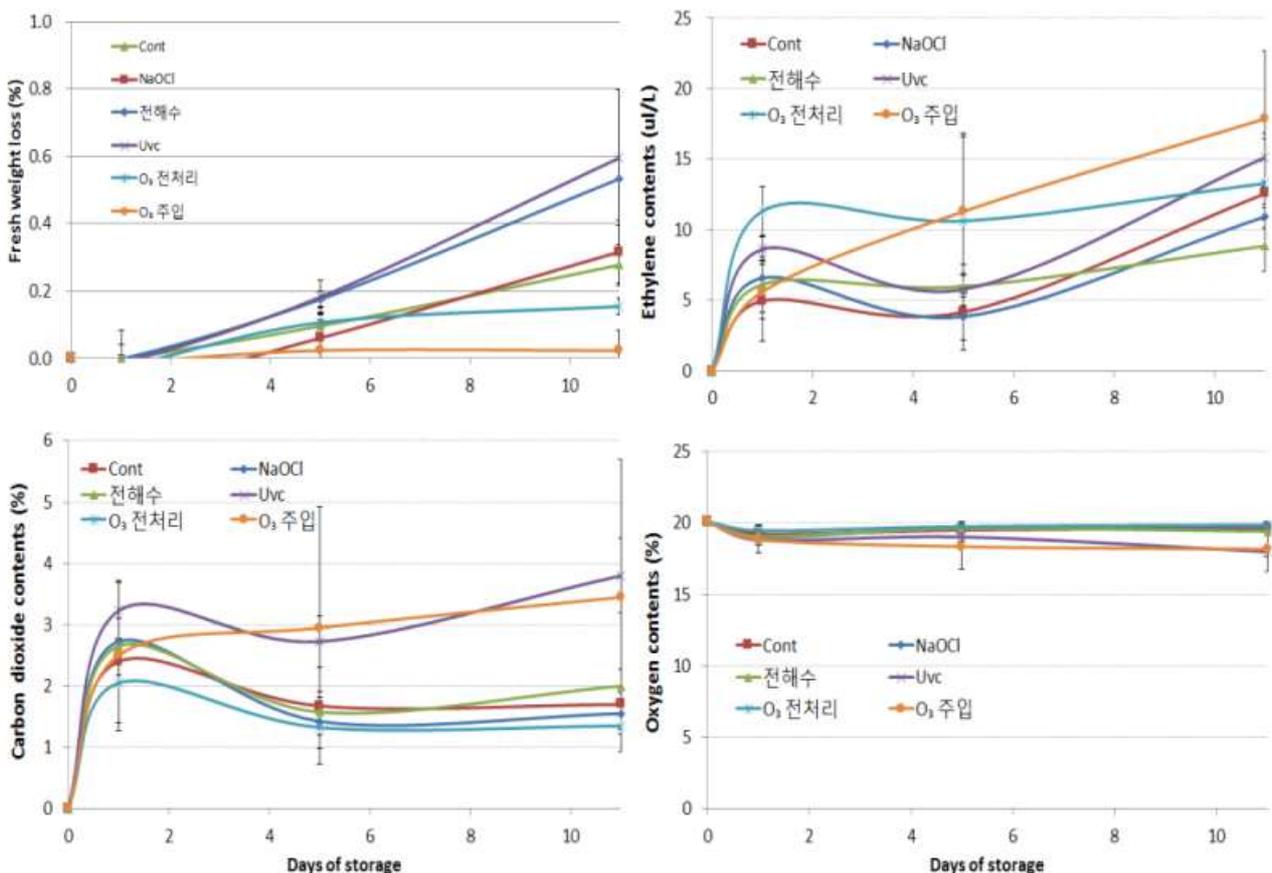


그림 3-2-52. 대장균(*E.coli*) 살균처리 후 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도

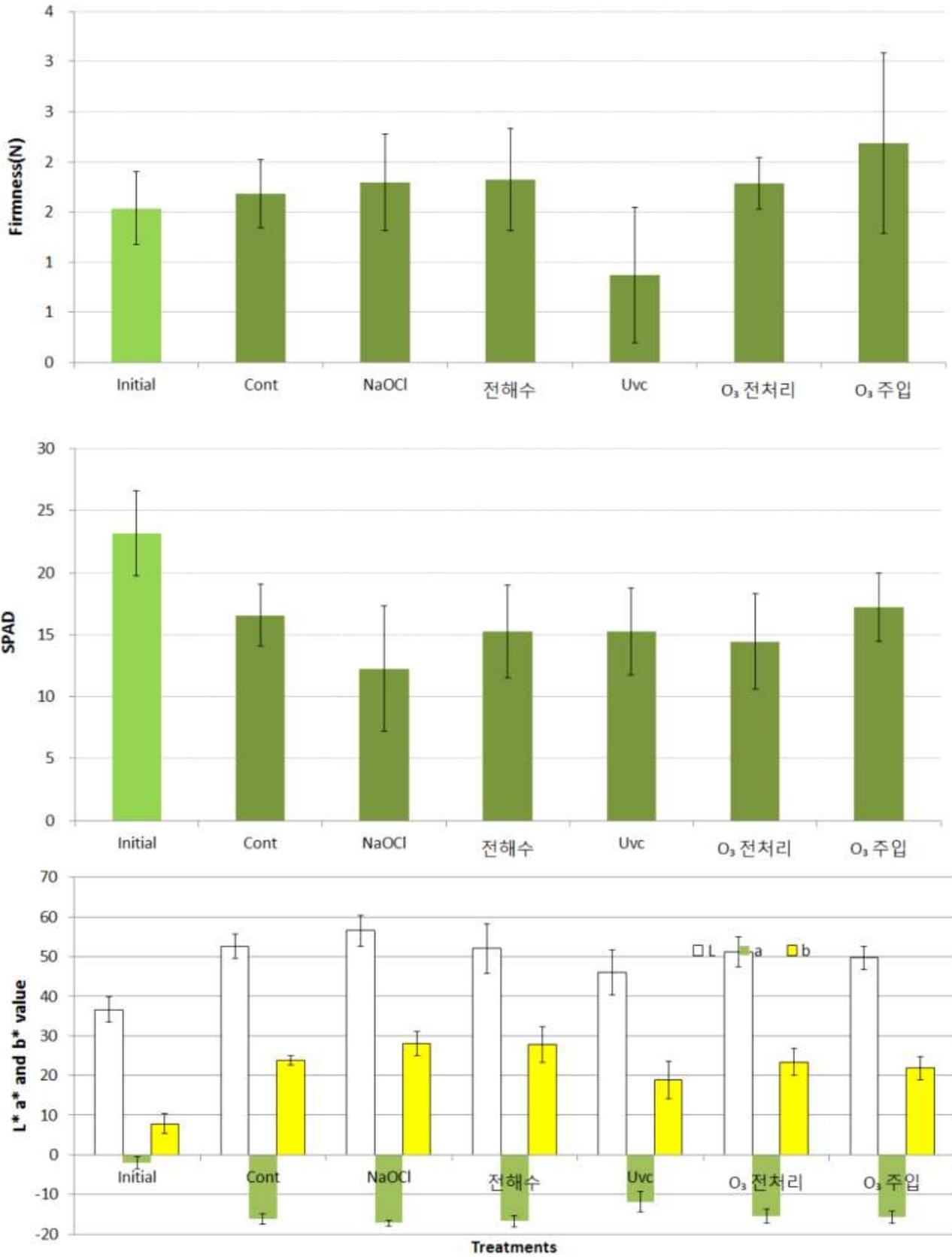


그림 3-2-53. 대장균(*E.coli*) 살균처리 후 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교

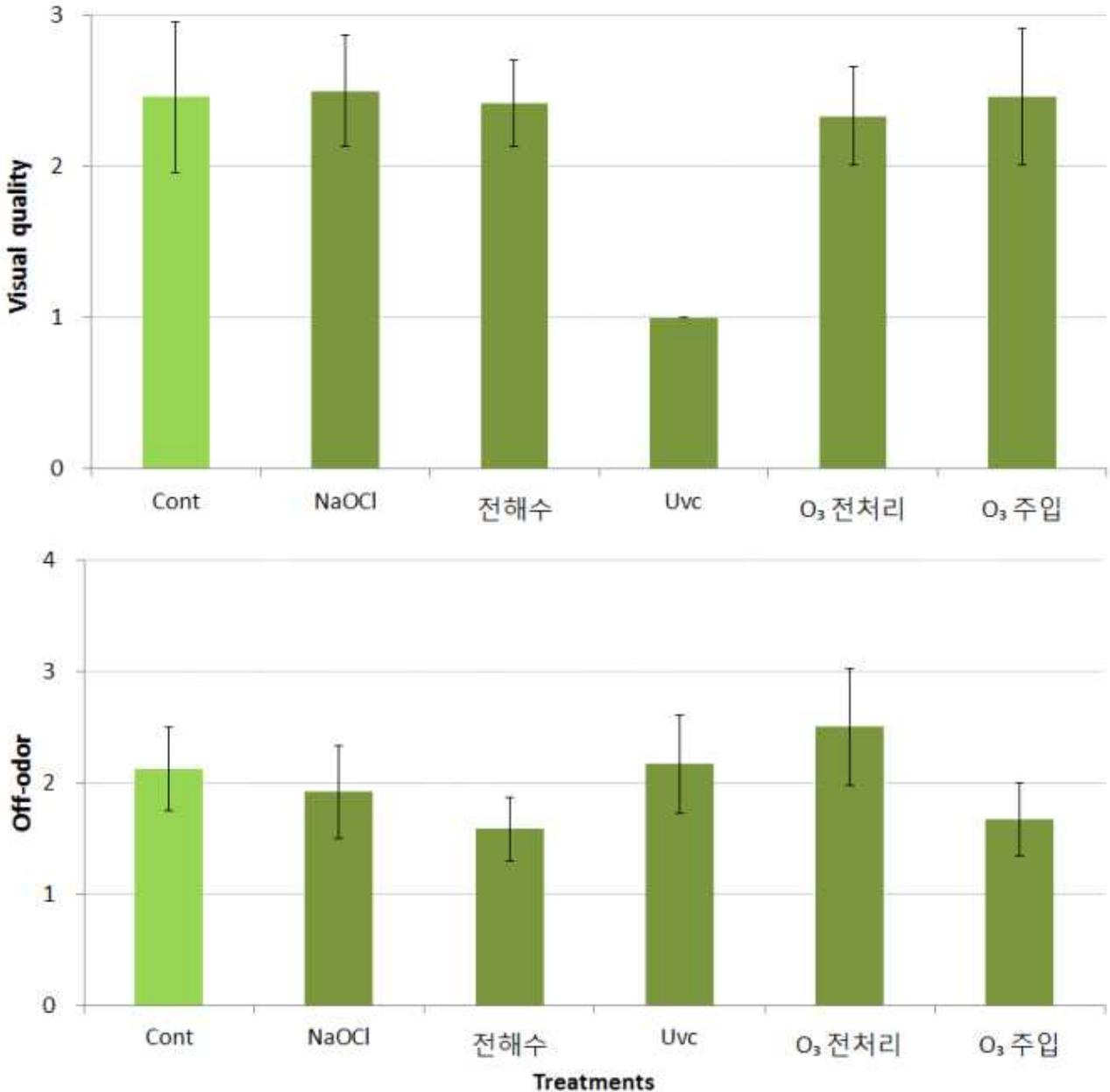


그림 3-2-54. 대장균(*E.coli*) 살균처리 후 MA저장 종료일의 외관과 이취 정도

저장종료일의 경도는 UVc가 가장 낮았고, O<sub>3</sub> 주입 처리구가 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 감소 하였는데 그 중 대조구와 O<sub>3</sub> 주입 처리구가 유사한 수치로 가장 높았으며, NaOCl 처리구가 가장 낮았다. 색도는 초기값과 비교해 UVc처리구가 가장 유사한 수치를 나타내었다. 패넬테스트로 진행된 외관과 이취는 외관의 경우, UVc 처리구가 현저히 낮은 수치를 보였고, 나머지 모든 처리구가 유사한 외관상 품질을 나타냈다. 이취는 O<sub>3</sub> 전처리가 가장 높았으며 전해수와 O<sub>3</sub> 주입 처리구가 그 중 적은 이취를 발생하였다.

어린잎 채소의 경우 대장균 등 세균의 허용기준이 없는 상황이다. 식품공전에 따르면 신선편의 농산물(어린잎 채소를 세척 후 절단한 상태)의 대장균 허용기준은 g당 10마리 이하인데 검사한 어린잎 채소에서 대장균수가 허용기준을 초과하지는 않았다. 이 기준은 1g당 100마리 이하로 규정한 영국이나, 원칙적으로 대장균 미검출을 요구하지만 강제가 아니라 지침으로 유연하게 운영하는 일본보다 매우 엄격한 수준” 이라고 말했다(농민신문, 2017.02.22.).

그림 3-2-55에서 보면 기존 살균 공정으로 주로 사용하는 NaOCl 처리도 포장 12일 후에는 식품공전의 신선편이 기준 1.0 log CEU/g를 초과하였으나, 전해수 처리의 경우 이하로 나타났다.

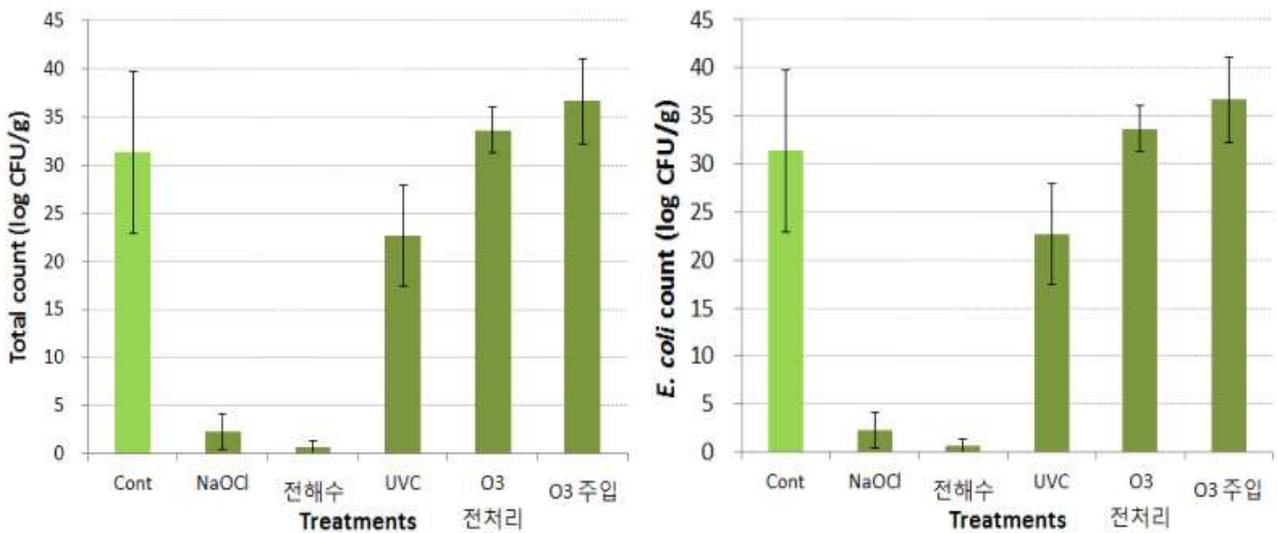


그림 3-2-55. 대장균(*E.coli*) 살균처리 후 MA저장 종료일의 총균수와 대장균수

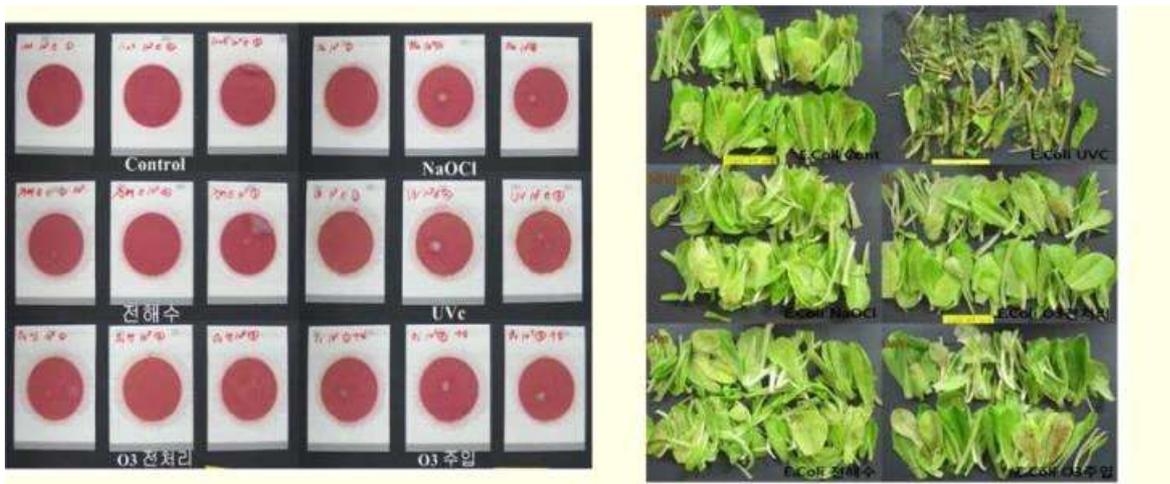


그림 3-2-56. 대장균(*E.coli*) 살균처리 후 MA저장 종료일의 건조배지와 외관

## 나. 황화 억제 기술 개발

### [실험 1] 여러 가지 어린잎 채소의 MAP 조건 내에서의 황화 억제 기술 개발

#### - 연구방법

공시재료: 로메인, 물로로사, 적근대, 엔디브, 그리고 경수채 등의 5종 혼합 어린잎 채소

처리조건: 과망간산칼륨, 제올라이트, 그리고 에틸렌흡착제(해송)를 함께 포장.

저장조건: 구멍된 OTR(Oxygen transmission rate) 필름으로 포장. 저장온도  $12 \pm 1^\circ\text{C}$ , 상대 습도  $85 \pm 5\%$  챔버에 6일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 이산화탄소와 산소농도, 에틸렌가스 농도, 엽록소 함량, 경도, 외관(황화), 이취



그림 3-2-57. 에틸렌 흡착제

#### - 연구결과

MAP 조건에서 필름내 높은 에틸렌 농도는 원예산물의 노화를 촉진하고, 이취를 발생시켜 품질을 저하시키는 주요원인이다. 이에 본 연구는 필름포장내 에틸렌 농도를 줄이기 위해 여러 보고들을 바탕으로 과망간산칼륨, 제올라이트, 그리고 시중에서 판매되고 있는 에틸렌흡착제를 포장내 투입 하여 저장 비교 실험하였다. 저장기간중 생체중 감소율은 모든 처리구가 0.15% 이하를 나타내며 수분 손실로 인한 품질 저하는 나타나지 않았다. 포장내 이산화탄소는 2% 내외, 산소는 18% 내외의 농도를 저장 1일째부터 최종일까지 유지하였다. 에틸렌 농도는 저장 1일째 급격한 증가를 보였지만 이후 소폭 감소하며 최종일까지  $2-3 \mu\text{L/L}$ 를 유지하였다. 저장 최종일인 6일 포장내 에틸렌 농도는 대조구에 비해 과망간산칼륨, 제올라이트, 그리고 흡착제 처리구가 다소 낮았지만, 통계적 유의성은 나타나지 않았다.

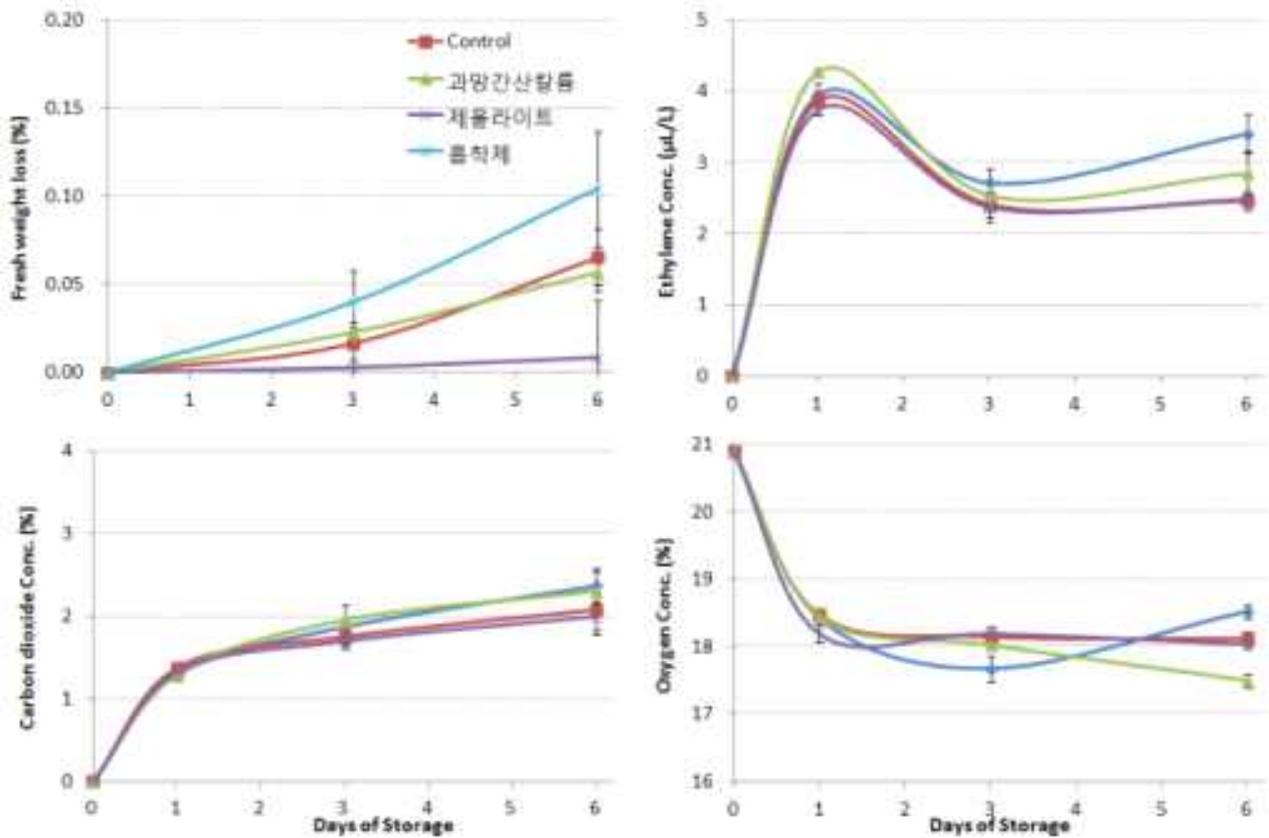


그림 3-2-58. 황화 억제제를 위한 에틸렌 억제제 처리가 혼합 어린잎 채소의 MAP 저장중 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소 농도, 산소 농도, 그리고 에틸렌 농도 변화

저장 종료일의 경도는 초기값에 비해 다소 증가한 듯 하나 통계적 유의성은 없었고, 처리간의 차이도 나타나지 않았다.

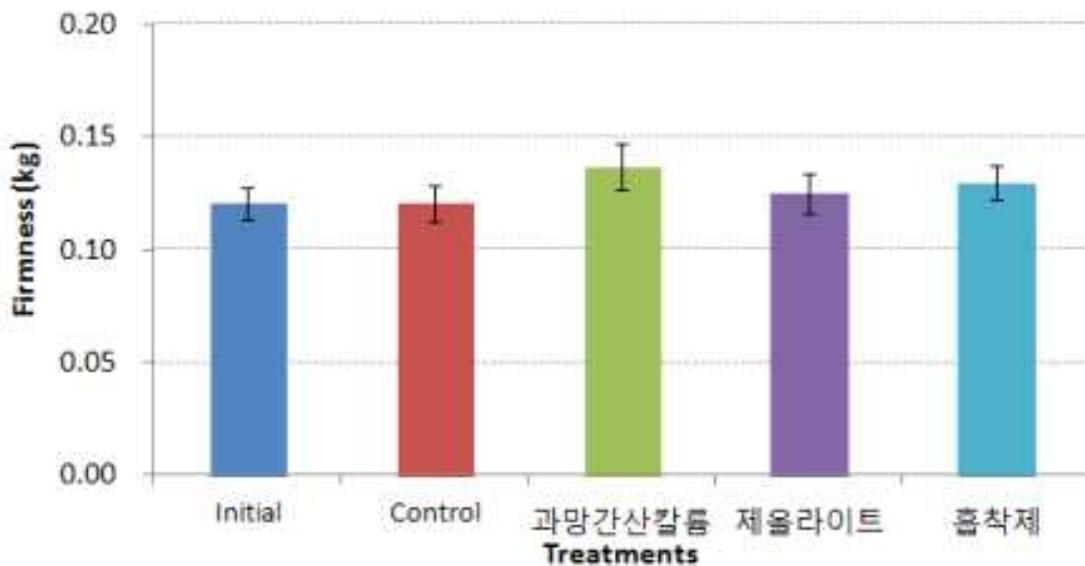


그림 3-2-59. 황화 억제제를 위한 에틸렌 억제제 처리가 혼합 어린잎 채소의 MAP 저장 종료일의 경도

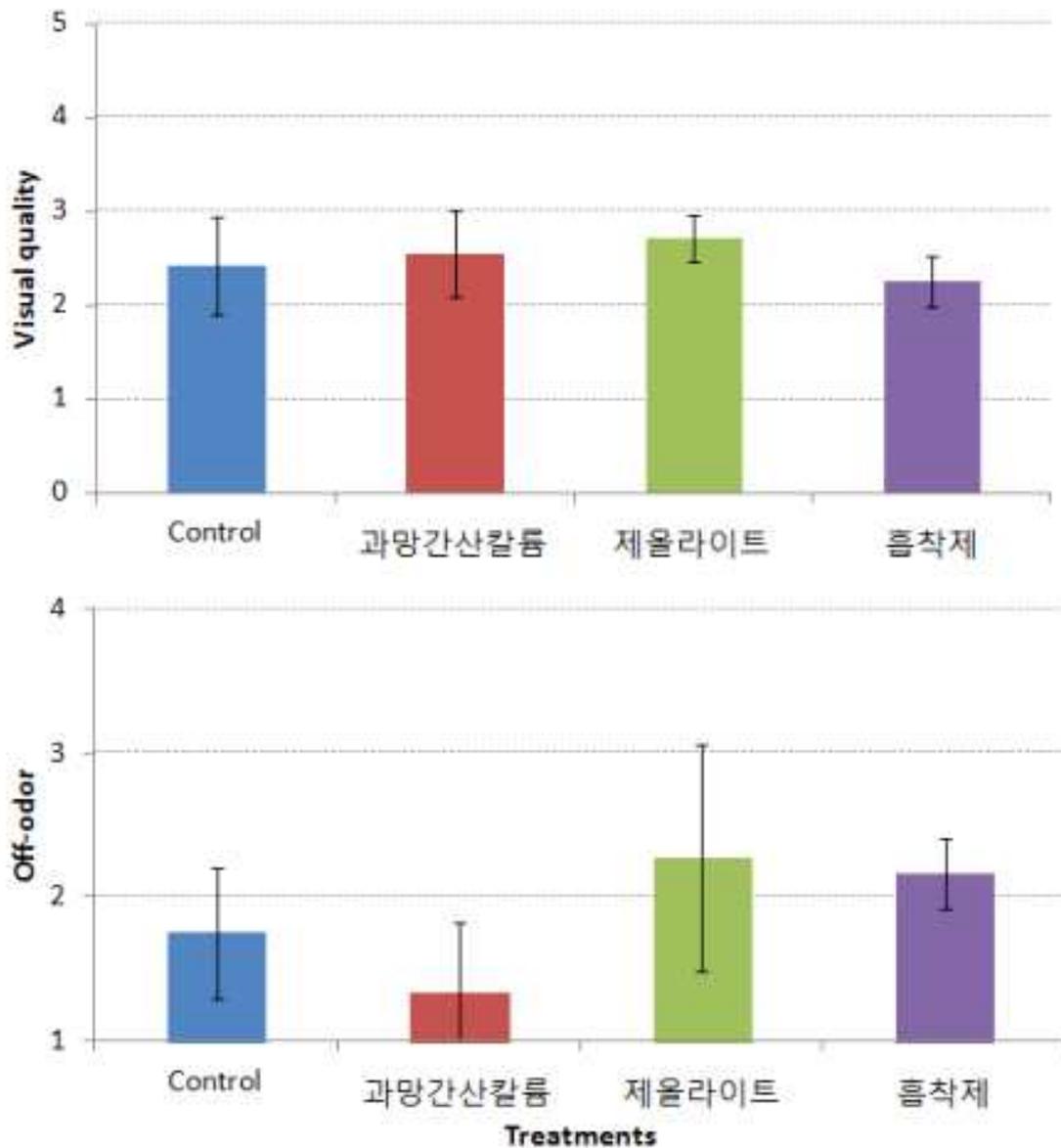


그림 3-2-60. 황화 억제를 위한 에틸렌 억제제 처리가 혼합 어린잎 채소의 MAP 저장 종료일의 외관과 이취

저장 종료일에 패널테스트를 통한 외관과 이취 정도는 외관의 경우 제올라이트가 처리구중 가장 우수하였으나, 통계적 유의성이 없었으며 흡착제 처리구가 다소 낮았다. 개봉 직후의 이취 정도는 제올라이트가 가장 높았으며, 과망간산칼륨이 가장 낮았다.

실험에 사용한 과망간산칼륨, 제올라이트, 에틸렌흡착제(‘해송’)는 타 작물에서는 에틸렌 흡착 효과가 보고되었으며, 이중 에틸렌 흡착제의 경우 제품의 사용 방법에 의하면 산물 kg당 1개로 권장하고 있는데, 본 실험에서는 어린잎 채소 20g에 1개를 넣어 충분한 에틸렌 흡착 효과를 기대하였으나 본 혼합 어린잎 채소에서는 포장내 에틸렌 농도에 영향을 주지 못하였다.

이상과 같이 에틸렌 흡착제의 효과가 나타나지 않았던 것은 어린잎 채소 포장 무게당 흡착물질의 비율이 적절하지 못하였거나, 이들 흡착제의 효과가 장기간을 두고 발생되기 때문이라 판단된다(국내에서 단감 등 장기 저장 과실에 주로 사용중).

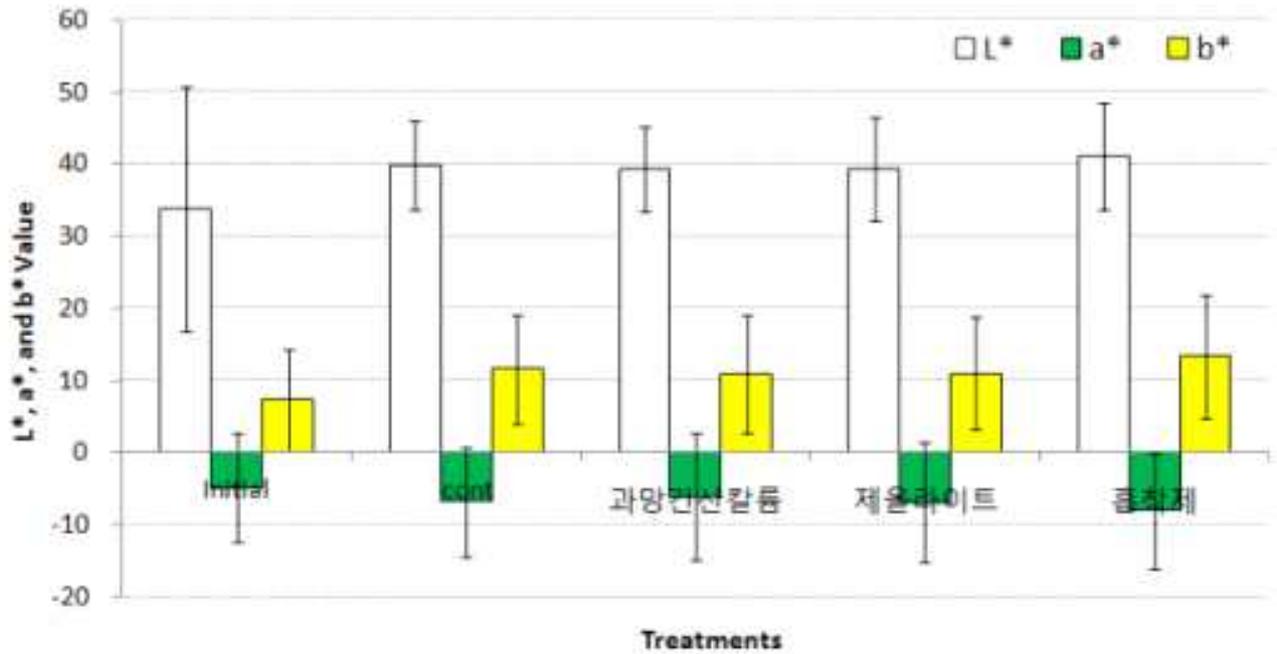


그림 3-2-61. 황화 억제를 위한 에틸렌 억제제 처리가 혼합 어린잎 채소의 MAP 저장 종료일의 색의 정도

저장 종료일의 칼라리미터로 측정된 색의 정도는 명도를 나타내는 L\* 값의 경우 초기값에 비해 모든 처리구가 증가하였고, 녹색에서 적색을 나타내는 a\* 값은 초기값과 모든 처리구가 유사하였다. 청색에서 황색을 나타내는 b\* 값은 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하였는데, 그 중 흡착제가 가장 높게 나타났는데 통계적 유의성은 없었다. 흡착제 처리구를 제외한 과망간산칼륨과 제올라이트 처리구가 대조구와 유사한 b\* 값을 나타내며 황화 억제 효과는 나타나지 않았다. SPAD 로 측정된 엽록소 함량은 초기값에 비해 모든 처리구가 다소 감소하였고, 대조구와 모든 에틸렌 억제제 처리구의 차이는 보이지 않았다.

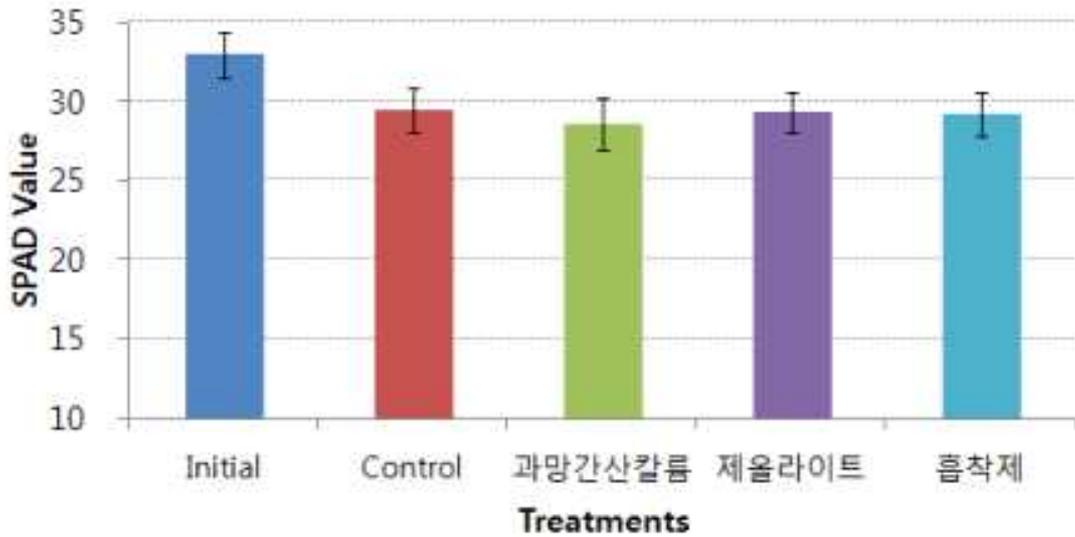


그림 3-2-62. 황화 억제를 위한 에틸렌 억제제 처리가 혼합 어린잎 채소의 MAP 저장 종료 일의 클로로필 함량



그림 3-2-63. 황화 억제를 위한 에틸렌 억제제 처리가 혼합 어린잎 채소의 MAP 저장 종료 일의 외관 비교

[실험 2] 고농도 이산화탄소 주입 처리: 로메인

- 연구방법

처리조건: 황화 억제를 위한 포장내 이산화탄소 10% 주입

저장조건: 대조구(40,000cc, 1,300cc OTR film), 주입 처리구(1,300cc) 필름 포장 후 8°C 에서 13일 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 경도, 엽록소 함량, 외관, 이취, 색도

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 1,300cc 대조구가 가장 낮은 수치를 보였고, 나머지 두 처리구는 저장 다소 높은 감소를 보였으나 모든 처리구가 0.6%의 이하였다. 포장내 산소 농도는 40,000cc 대조구의 경우 저장 종료일까지 20%의 농도를 유지하였고, 나머지 1,300cc 필름에 저장한 처리구는 저장 종료일에 약 9%의 낮은 농도를 보였다. 이산화탄소 농도는 40,000cc 처리구의 경우 저장 종료일까지 2% 이하를 유지 하였고, 1,300cc 대조구는 저장 종료일까지 10% 이하를 나타냈다. 이산화탄소 가스를 주입한 처리구의 경우, 포장 직후 저장 1일째 급격한 증가를 보이며 25%에 육박하였으나 저장 종료일까지 계속 감소하여 13% 수치를 나타냈다. 에틸렌 농도는 이산화탄소 가스 주입 처리구가 가장 높았고, 나머지 처리구는 20ul/L 내외의 수치를 보였다.

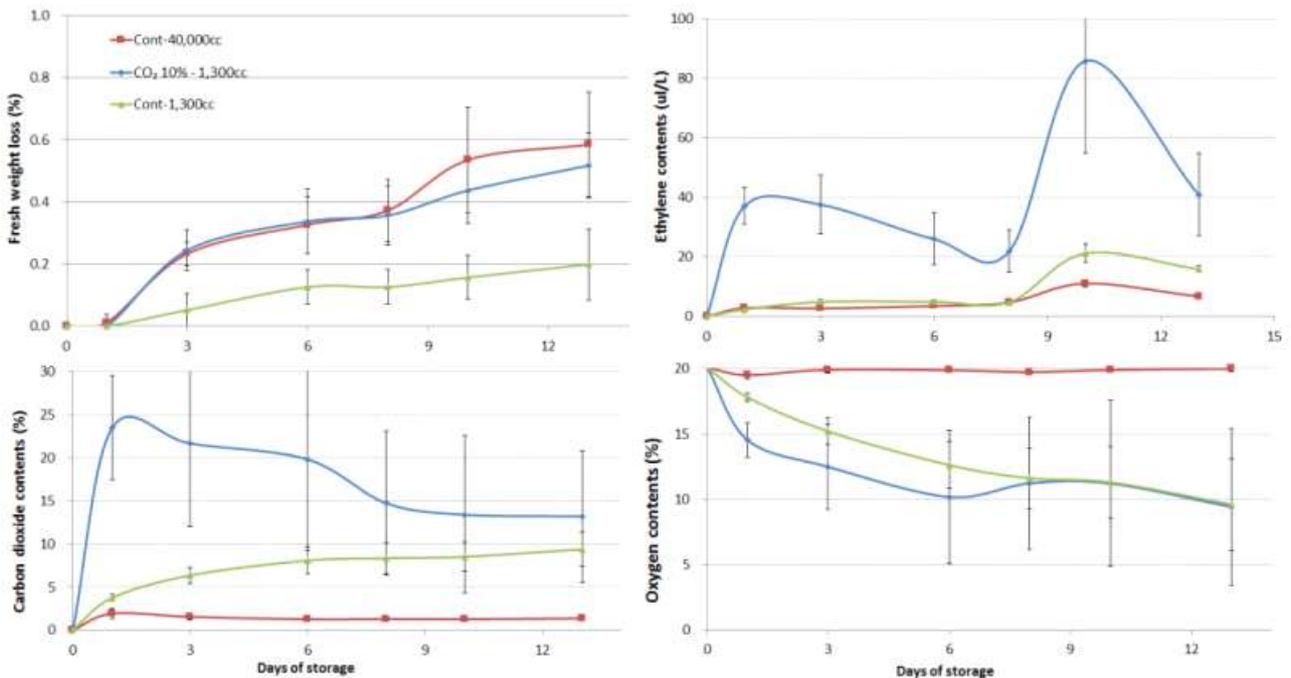


그림 3-2-64. 황화억제제를 위한 이산화탄소 가스 주입 후 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 가스 농도 변화

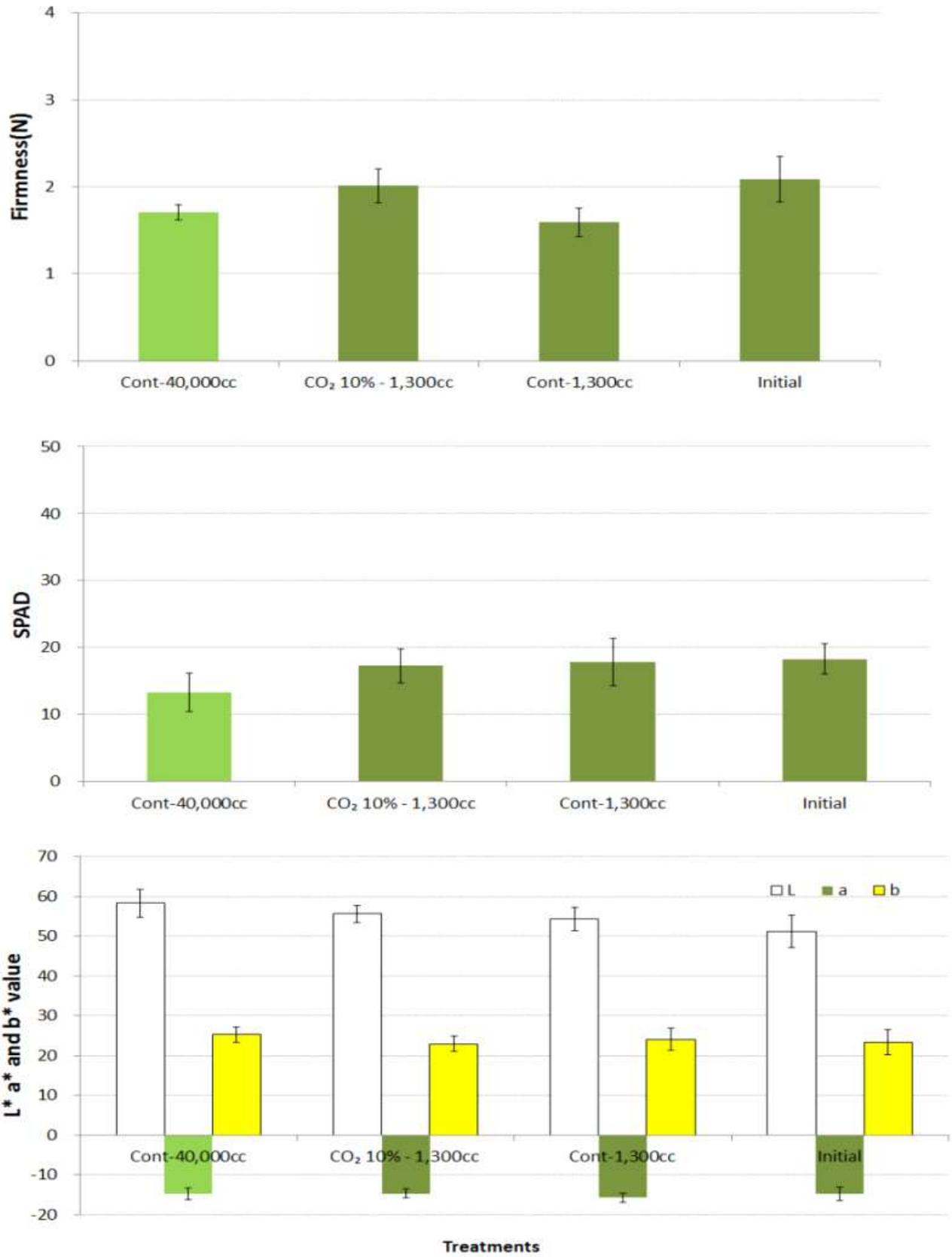


그림 3-2-65. 황화억제를 위한 이산화탄소 가스 주입 후 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량 및 색도 비교

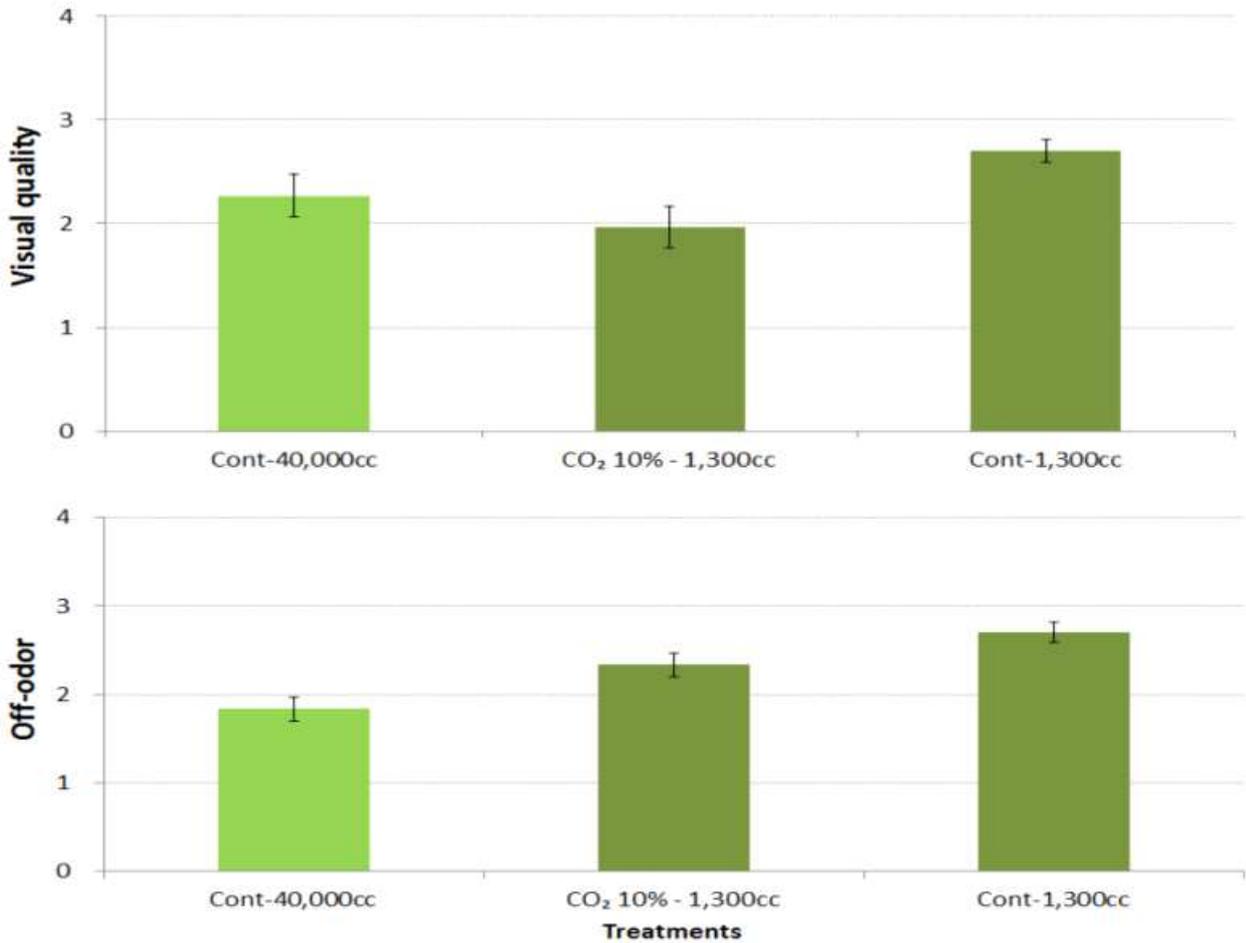


그림 3-2-66. 황화억제를 위한 이산화탄소 가스 주입 후 MA저장 종료일의 외관과 이취 정도

저장 종료일의 경도는 이산화탄소 가스 주입 처리구가 초기값과 유사한 수치를 보였고, 엽록소 함량은 40,000cc 대조구가 가장 낮았고 1,300cc 저장 처리구는 초기값과 유사하였다. 색도의 경우 황색 정도를 나타내는 b\*값이 초기값과 모든 처리구가 유사하였는데 그 중 1,300cc 저장 처리구가 가장 유사하였다. 명도의 값을 나타내는 L\*값의 경우도 1,300cc 대조구와 1,300cc 처리구가 초기값과 유사한 결과를 보였다. 패널테스트로 진행된 외관은 1,300cc 대조구가 가장 외관상 품질이 양호하였고, 이취 정도는 1,300cc 대조구가 가장 높았고 40,000cc 대조구가 가장 낮았다. 이상의 결과를 종합한 황화 억제를 목적으로 한 이산화탄소 가스 주입 처리구는 초기값과 유사한 경도, 엽록소 함량, 색도 중 b\*값으로 보아 황화 억제에 효과가 있는 것으로 생각된다.



그림 3-2-67. 황화억제를 위한 이산화탄소 가스 주입 후 MA저장 종료일의 외관

**[실험 3] 몇 가지 처리가 황화 현상에 미치는 영향**

- 연구방법

공시재료: 적다채, 청경채

처리조건: 이산화탄소 10%-2시간 전처리, 이산화탄소 10% 주입, 50도에서 30초간 열수처리

저장조건: 대조구(40,000cc, 1,300cc OTR film), 주입 처리구(1,300cc) 필름 포장 후 8℃에서 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 경도, 엽록소 함량, 외관, 이취, 색도

- 연구결과

< 적다채 >

저장 중 생체중 감소율은 저장 종료일 열수 처리가 가장 높은 1.5%의 수치를 보였으며, 포장 내 산소 농도는 이산화탄소 주입 처리구가 저장 종료일에 10%의 가장 낮았다. 이산화탄소 농도는 주입 처리구가 저장 종료일까지 10% 내외를 유지하였으며, 열수처리가 저장 종료일에 5%로 두 번째로 높았으며, 나머지 처리구는 2% 내외를 유지하였다. 에틸렌 농도는 이산화탄소 주입 처리구가 가장 높았으며 나머지 처리구는 20ul/L 이하를 보였다.

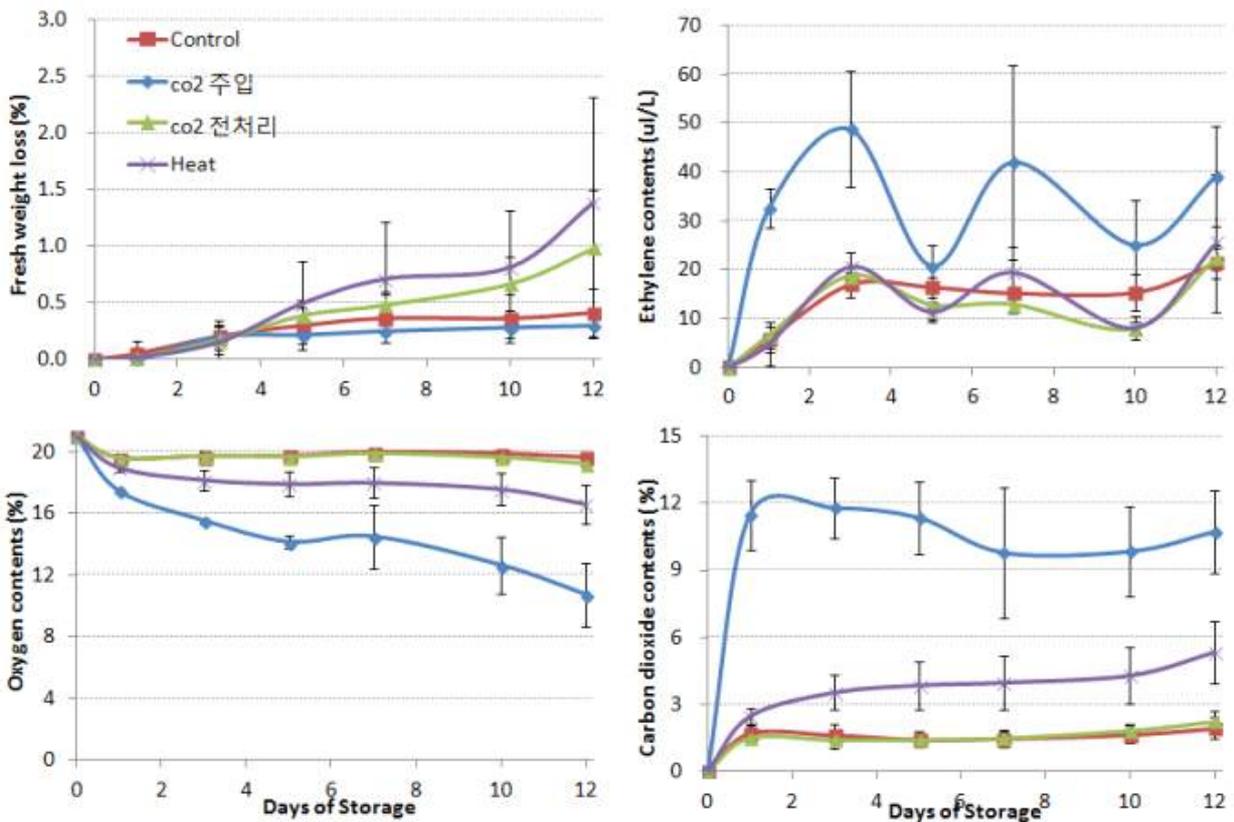


그림 3-2-68 몇 가지 처리 후 적다채의 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

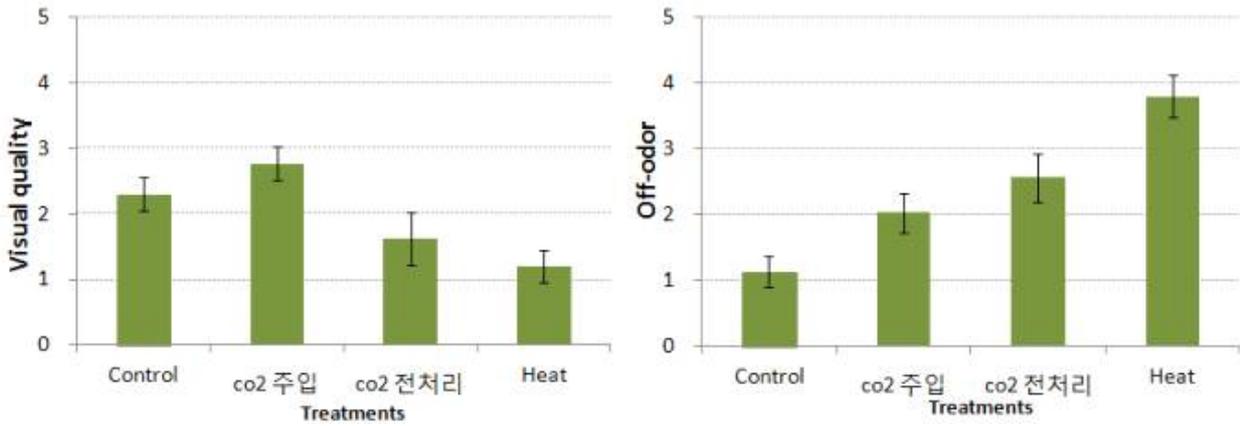


그림 3-2-69. 몇 가지 처리 후 적다채의 저장 종료일 외관과 이취 비교

저장 종료일의 패널테스트를 통한 외관은 이산화탄소 주입 처리구가 가장 우수하였으며, 이취도 대조구를 제외한 나머지 처리구 중 이산화탄소 주입 처리구가 가장 낮았다. 색도를 비교해보면, 황색을 나타내는 b\*값의 경우 모든 처리구가 대조구에 비해 낮은 수치를 나타내며 초기 값과 유사하였다. 위의 결과를 종합해보면, 모든 처리구가 대조구에 비해 b\*값이 낮아 황화 현상을 저하 시킬 수 있는 것으로 판단되며 그 중 이산화탄소 주입 처리구가 외관상 품질이 우수하여 가장 적합하다고 판단된다.

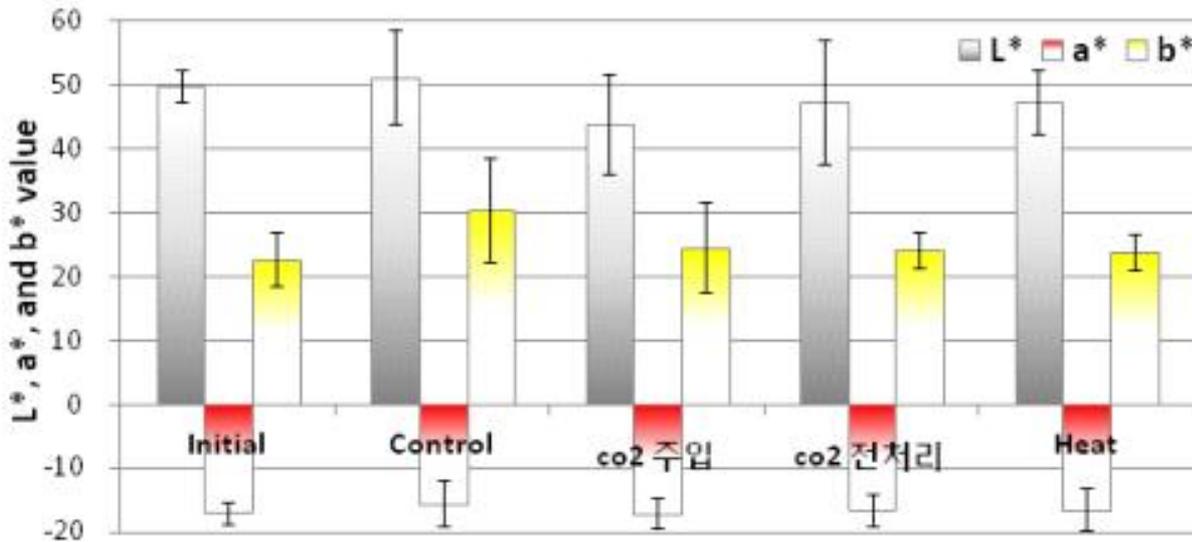


그림 3-2-70. 몇 가지 처리 후 적다채의 저장 종료일 색도 비교



그림 3-2-71. 황화 억제를 위한 몇 가지 처리 후 저장 종료일의 외관

< 청경채 >

몇 가지 처리 후 수확 한 청경채의 저장 중 생체중 감소율은 이산화탄소 주입 처리구가 가장 높았으나, 모든 처리구가 0.4%의 낮은 수치를 보였다. 포장내 에틸렌 농도는 처리간의 차이가 나타나지 않았으며, 산소 농도는 대조구가 저장 종료일에 가장 낮은 11%의 수치를 보였다. 이산화탄소 농도는 저장 직 후 이산화탄소 주입 처리구가 가장 높았으나, 저장 종료일은 대조구와 열수처리가 꾸준히 증가하여 유사한 수치를 나타냈다. 패넬테스트를 통한 저장 종료일의 외관은 열수처리가 가장 우수하였으며, 이취는 이산화탄소 주입 처리구와 열수처리가 가장 적게 발생하였다. 색도는 황색을 나타내는 b\*값을 비교해 보면 다른 처리구보다 이산화탄소 주입 처리구가 대조구에 비해 가장 큰 차이를 나타내며 낮았으나, 통계적 유의성은 없었다. 따라서 두 작물의 결과를 비교해 보면 포장 내 이산화탄소 주입 처리구가 황화 현상을 저하시킬 수 있는 것으로 판단된다.

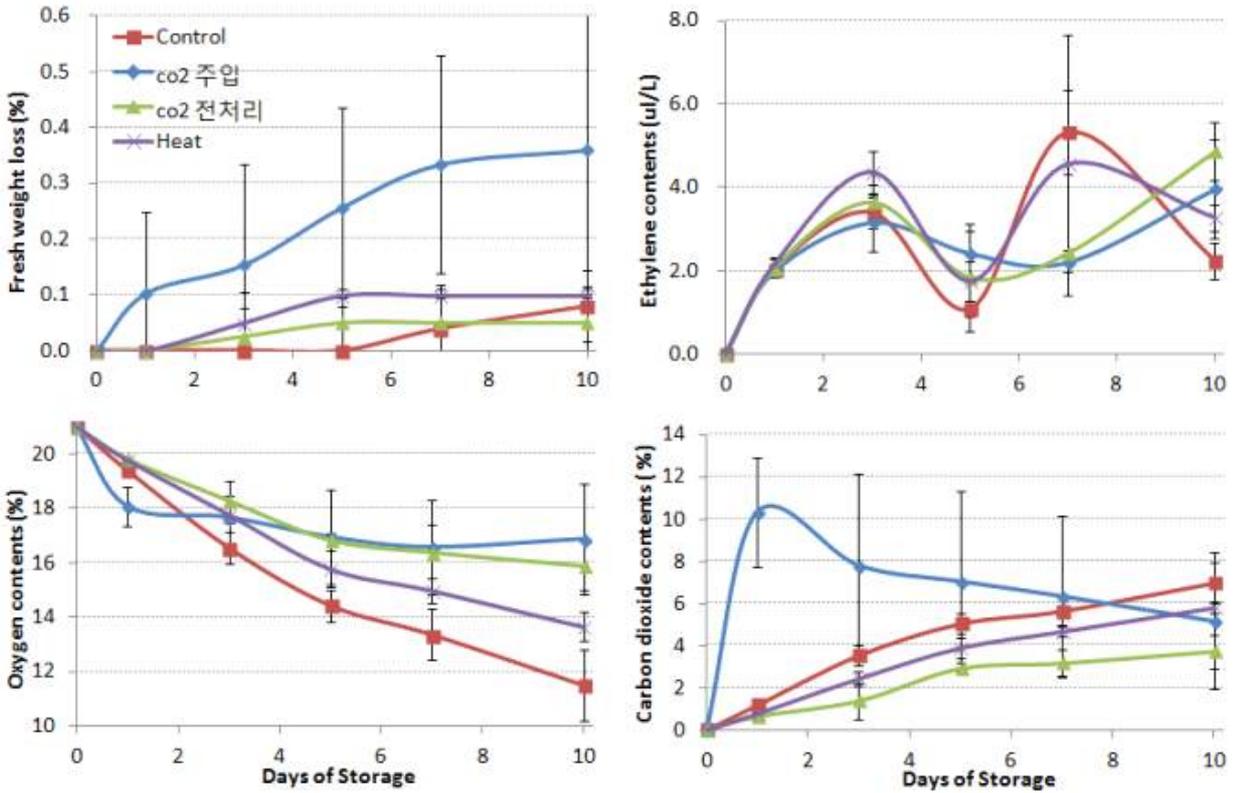


그림 3-2-72. 몇 가지 처리 후 청경채의 저장 중 생체중 감소율, 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도변화

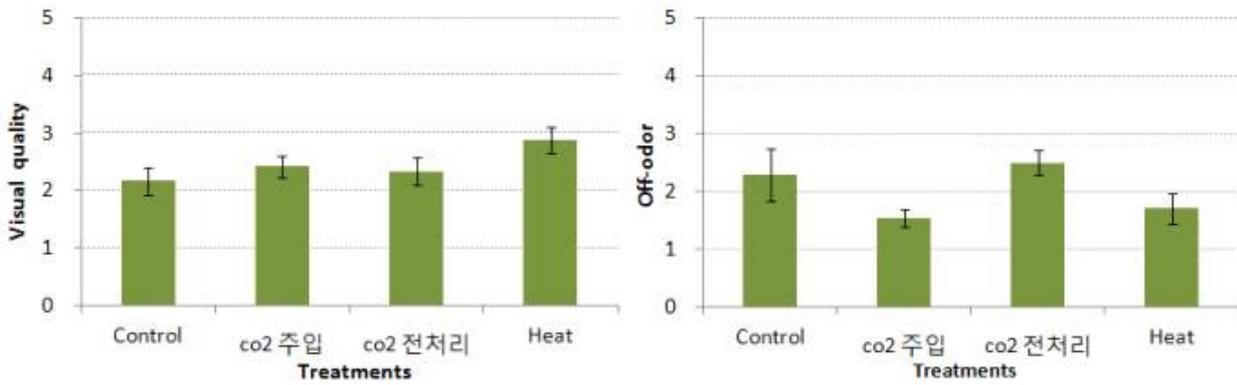


그림 3-2-73. 몇 가지 처리 후 청경채의 저장 종료일 외관과 이취 비교

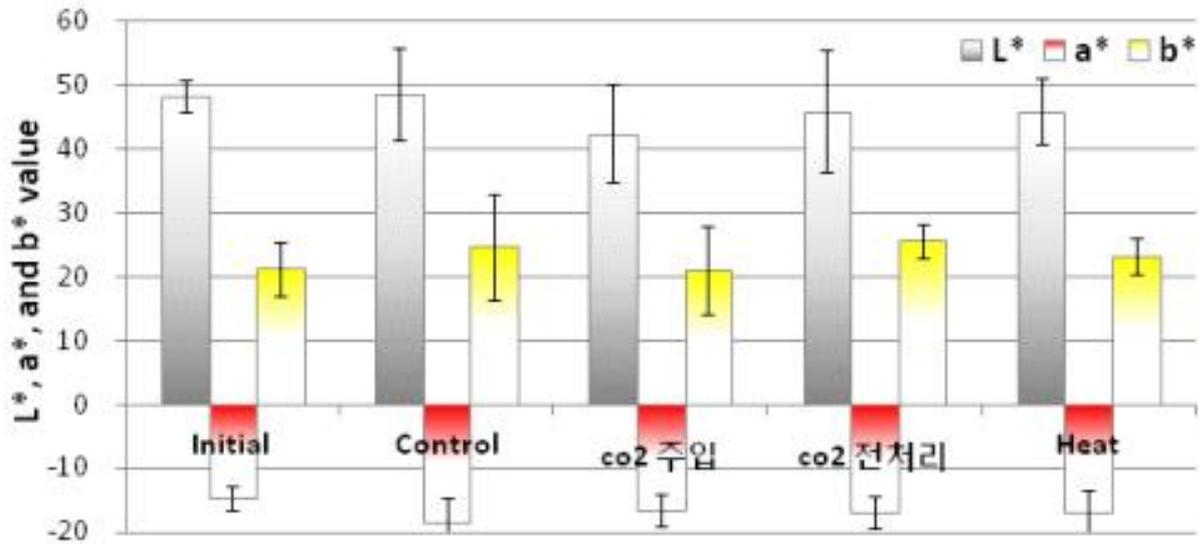


그림 3-2-74. 몇 가지 처리 후 청경채의 저장 종료일 색도 비교



그림 3-2-75. 황화 억제를 위한 몇 가지 처리 후 청경채 저장 종료일의 외관

### 3. 수확 후 신선도 유지 기술 개발

#### 가. 10여종 엽채류 어린잎 채소의 유통 조건별 MAP 기술 개발

##### [실험 1] 국화과 어린잎 채소(3종: 로메인, 롤로로사, 엔디브)

로메인과 롤로로사, 그리고 엔디브의 저장 중 생체중 감소율은 대조구인 유공필름을 제외한 모든 필름에서 0.1% 이하를 보였다. 일반적으로 엽채류의 생체중 감소 허용범위는 3-5%로 알려져 있는데 시중에서 일반적으로 사용되고 있는 유공 필름 포장의 경우 로메인에서만 상품성을 유지 할 수 있었다. 작물별로는 롤로로사의 감소율이 가장 컸다.

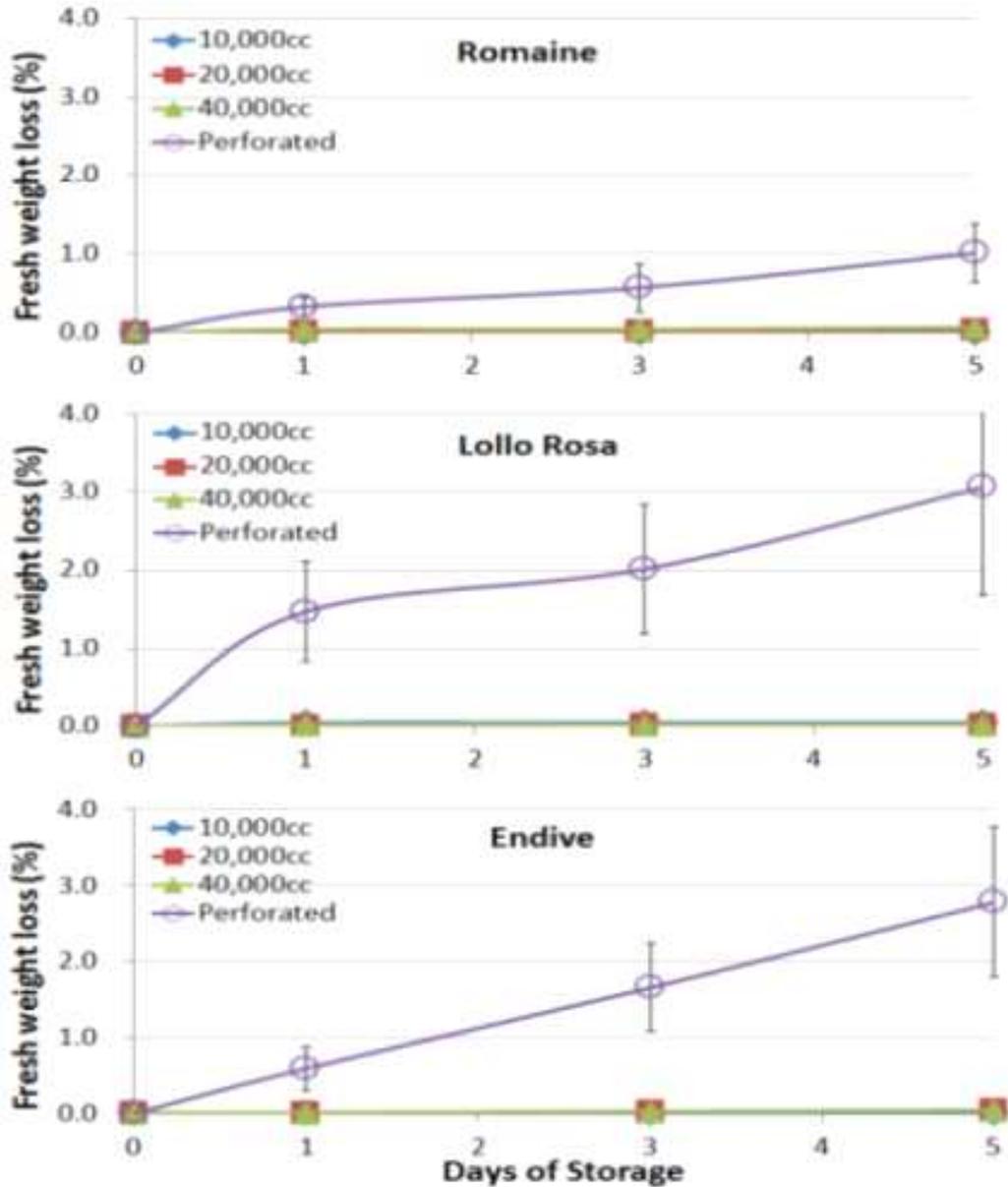


그림 3-2-76. 국화과 어린잎 채소(로메인, 롤로로사, 그리고 엔디브)의 생체중 감소율

필름 내 공기 조성에서 이산화탄소 농도는 로메인과 롤로로사의 경우 10,000cc가 0.4-0.9% 수준으로 유지되었고, 엔디브는 10,000cc가 0.5-2.5%로 높았다. 상추속의 CA조건 이산화탄소 농도가 0-1%, 치커리속의 경우 0-2%인 것을 참고하면 로메인과 롤로로사는 비슷한 수준이었으나 엔디브의 경우 저장종료일에 이산화탄소 농도가 다소 과다했던 것으로 보인다. 고이산화탄소 농도 조성 시 샐러리나 배추, 그리고 상추 등의 엽채류에서 갈변이나, 잎 안쪽의 변색, 또는 이취발생 등 장해증상이 보였는데 본 실험의 엔디브의 경우 이러한 장해 증상은 없었다.

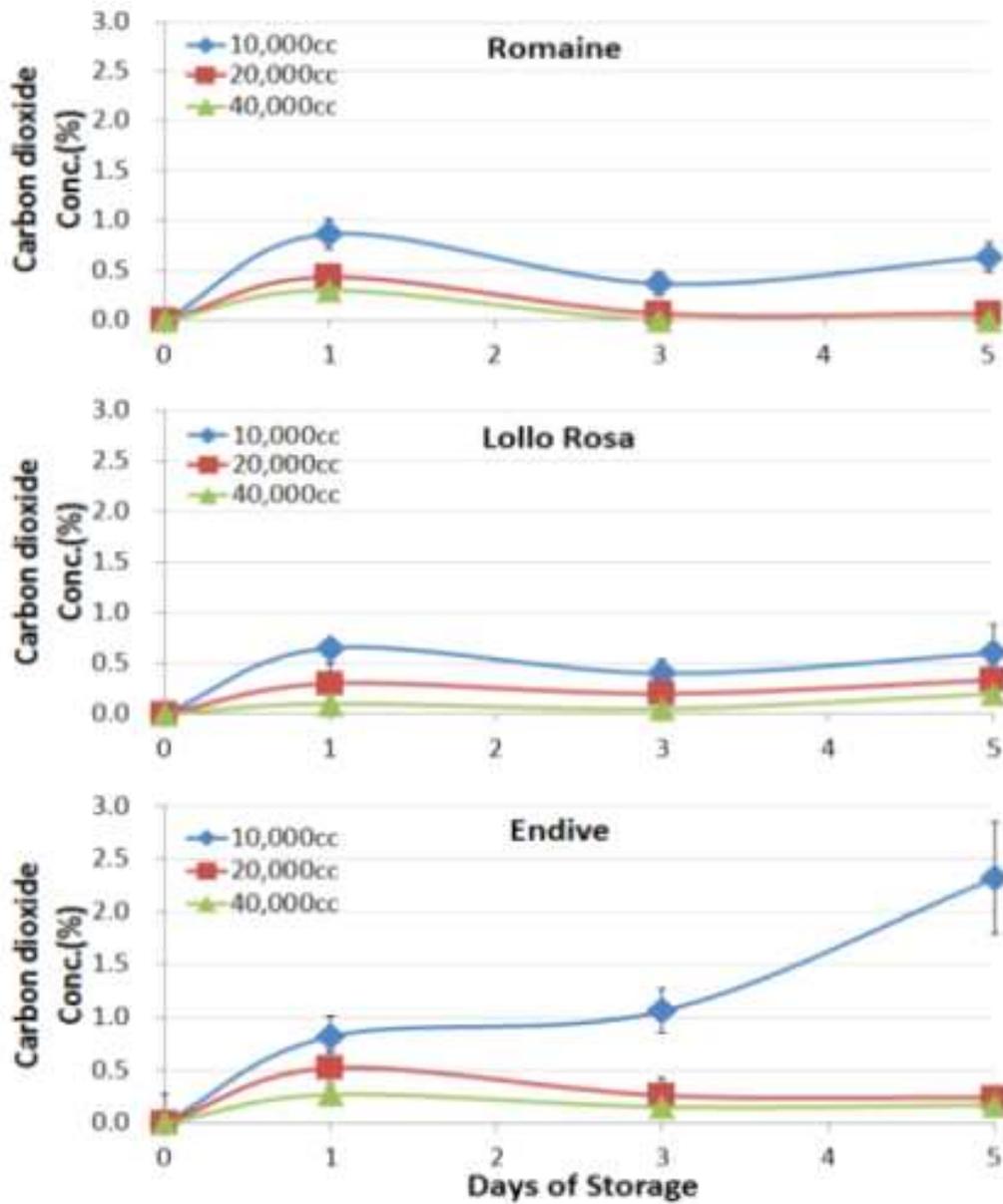


그림 3-2-77. 국화과 어린잎 채소(로메인, 롤로로사, 그리고 엔디브)의 이산화탄소 농도 변화

산소농도는 로메인과 롤로로사는 20-21%로 필름간 차이가 없었으나 엔디브는 저장종료일 10,000에서 18%까지 감소하였다.

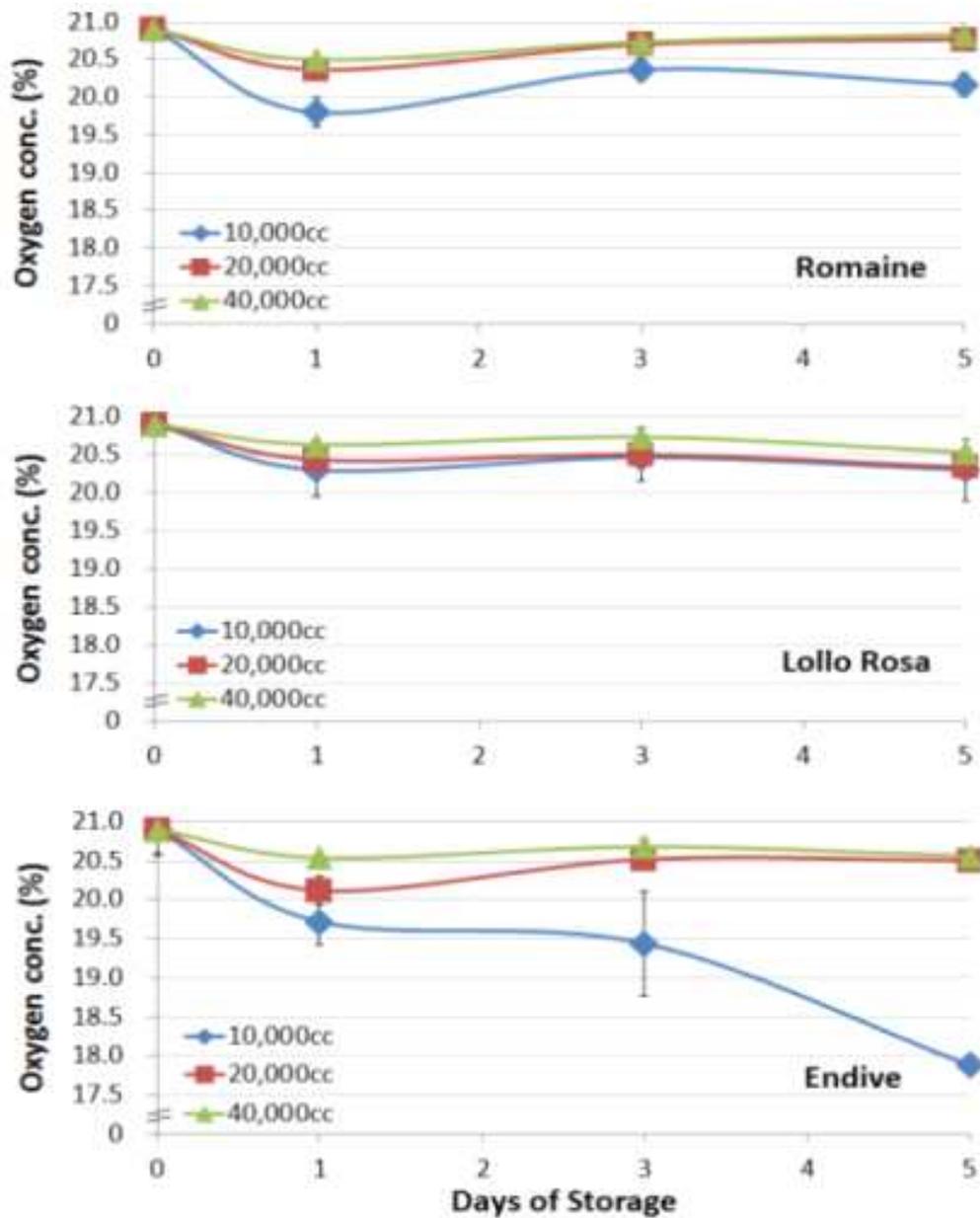


그림 3-2-78. 국화과 어린잎 채소(로메인, 롤로로사, 그리고 엔디브)의 산소 농도 변화

에틸렌가스 농도의 경우 로메인과 엔디브는 10,000cc, 롤로로사는 20,000cc에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 국화과 채소 중 롤로로사는 다른 실험대상보다 외관 점수가 떨어졌는데 에틸렌 발생량이 많은 결과로 인한 것으로 생각된다. 에틸렌 발생은 원예산물의 저장환경에 따라 스트레스의 정도에 따라서 발생하는 것으로 알려져 있는데, 고이산화탄소농도에 의한 장해로 에틸렌 발생량이 과다한 것으로 판단된다.

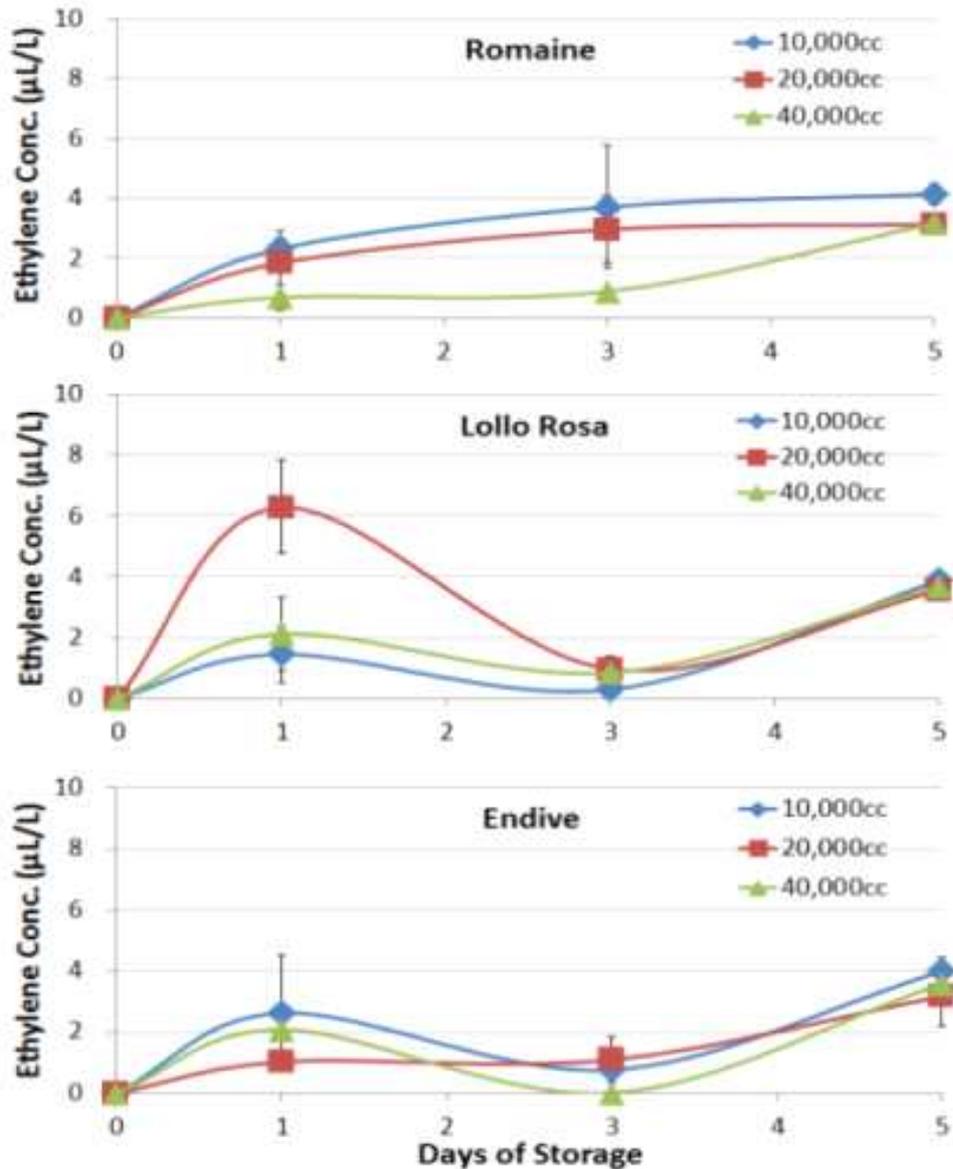


그림 3-2-79. 국화과 어린잎 채소(로메인, 롤로로사, 그리고 엔디브)의 에틸렌 농도 변화

저장 종료일 경도는 로메인의 경우 대조구인 유공필름, 롤로로사 20,000cc, 그리고 엔디브 40,000cc 필름이 가장 높았다. SPAD를 이용하여 측정한 엽록소 함량의 경우 로메인은 20,000cc, 롤로로사는 10,000cc, 그리고 엔디브는 10,000cc 필름에서 가장 높았다. 저장 최종일에 전문적인 패널들에 의한 외관과 이취를 조사하였는데 로메인의 경우 외관은 10,000cc가 가장 높았고 이취는 10,000cc와 20,000cc가 가장 낮았다. 롤로로사의 경우 외관은 20,000cc가 가장 높았고, 이취는 20,000cc와 40,000cc가 가장 낮았다. 엔디브의 경우 외관은 20,000cc가 가장 높았고, 이취는 10,000cc가 가장 낮았다.

따라서 국화과 어린잎 채소의 MA저장에서 로메인의 경우 경도가 높고 외관이 우수하고 이취가 적은 40,000cc 필름, 롤로로사의 경우 경도가 높고 외관이 우수하며 이취가 적은 20,000cc 필름, 그리고 엔디브의 경우 엽록소 함량이 높고 외관점수가 높으며 이취가 적은 10,000cc 필름에 저장하는 것이 적합하였다.

표 3-2-9. 국화과 어린잎 채소(로메인, 롤로로사, 그리고 엔디브)의 엽록소 함량, 경도, 외관 그리고 이취

	Film treatments	Chlorophyll cont. (SPAD)	Hardness (kg)	Visual quality	Off-flavor
Romaine	10,000cc	24.1 ± 2.7 <sup>z</sup>	0.20 ± 0.08	3.5 ± 0.3	1.0 ± 0.0
	20,000cc	25.1 ± 3.3	0.25 ± 0.05	3.3 ± 0.5	1.0 ± 0.0
	40,000cc	23.9 ± 2.7	0.27 ± 0.02	3.4 ± 0.3	1.0 ± 0.1
	Perforated	26.1 ± 1.7	0.29 ± 0.05	2.3 ± 0.4	1.3 ± 0.5
Lollo Rosa	10,000cc	13.1 ± 1.9	0.14 ± 0.04	2.2 ± 0.4	1.2 ± 0.5
	20,000cc	10.5 ± 1.9	0.18 ± 0.03	2.7 ± 0.5	1.0 ± 0.0
	40,000cc	12.2 ± 3.0	0.14 ± 0.05	2.4 ± 0.5	1.0 ± 0.0
	Perforated	8.1 ± 2.2	0.15 ± 0.10	1.5 ± 0.3	3.0 ± 0.6
Endive	10,000cc	23.4 ± 1.3	0.28 ± 0.05	2.7 ± 0.3	1.5 ± 0.5
	20,000cc	20.2 ± 1.7	0.26 ± 0.07	2.7 ± 0.4	1.8 ± 0.3
	40,000cc	21.5 ± 1.0	0.36 ± 0.07	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.1
	Perforated	23.6 ± 1.5	0.29 ± 0.05	2.2 ± 0.3	2.1 ± 0.6

<sup>z</sup>Means ±SD (n=3)

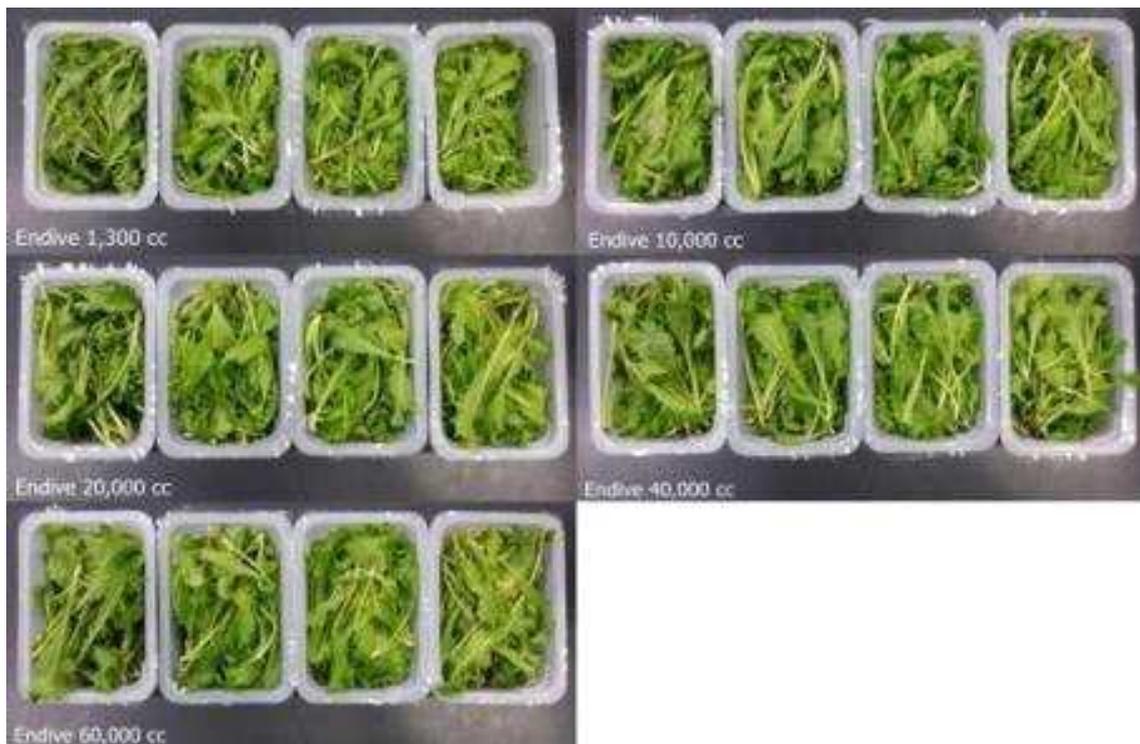


그림 3-2-80. 저장 종료일의 엔디브 외관 비교

[실험 2] 배추과 어린잎 채소(3종: 청경채, 다채, 경수채)

청경채와 다채의 생체중 감소율은 1,300cc 필름에서 0.2% 이하로 필름 종류 중 가장 낮았고 경수채의 경우 10,000cc 필름에서 0.4% 수준으로 가장 낮았다.

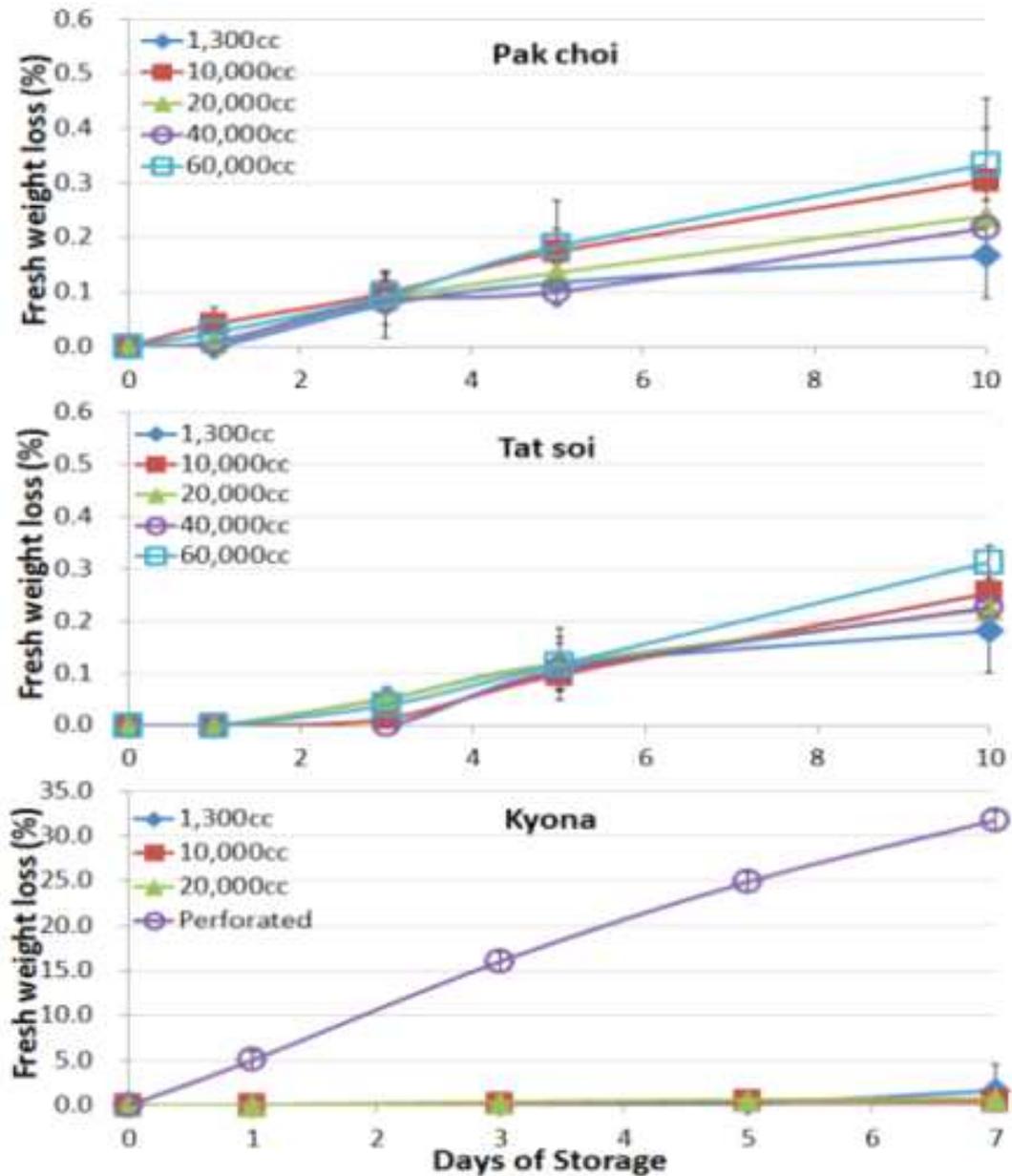


그림 3-2-81. 배추과 어린잎 채소(청경채, 다채, 그리고 경수채)의 생체중 감소율의 변화

필름 내 이산화탄소 농도는 필름의 투과도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 청경채와 다채에서는 1,300cc 처리구가 2.0% 이상으로 가장 높게 유지되었고 경수채의 경우 1,300cc 처리구가 7.0% 이상으로 가장 높았다.

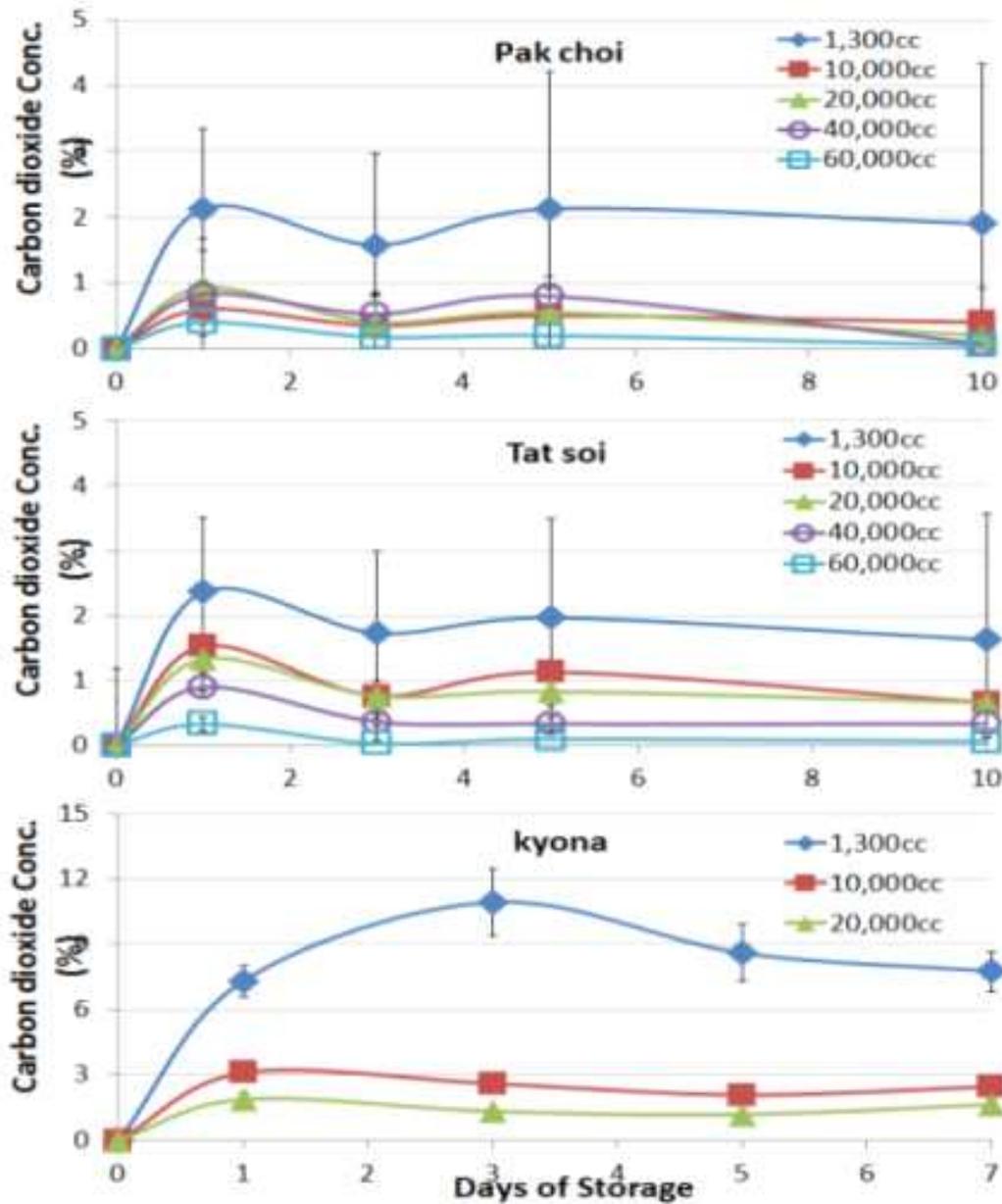


그림 3-2-82. 배추과 어린잎 채소(청경채, 다채, 그리고 경수채)의 이산화탄소 농도 변화

산소 농도는 필름 투과도가 증가할수록 높게 유지 되었으며 1,300cc에서 가장 낮은 농도를 유지하였다. 특히 경수채에서 1,300cc 필름은 저장 종료일 4.0% 수준을 보였다. 배추과 채소의 CA저장 최적조건은 CO<sub>2</sub> 0-5%, O<sub>2</sub> 1-2%인데, 청경채는 범위 내 농도를 유지하여 공기 조성상 장애가 없었으나, 경수채의 경우 허용범위를 벗어나 1,300cc가 아닌 필름 투과량이 높은 필름으로 포장하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

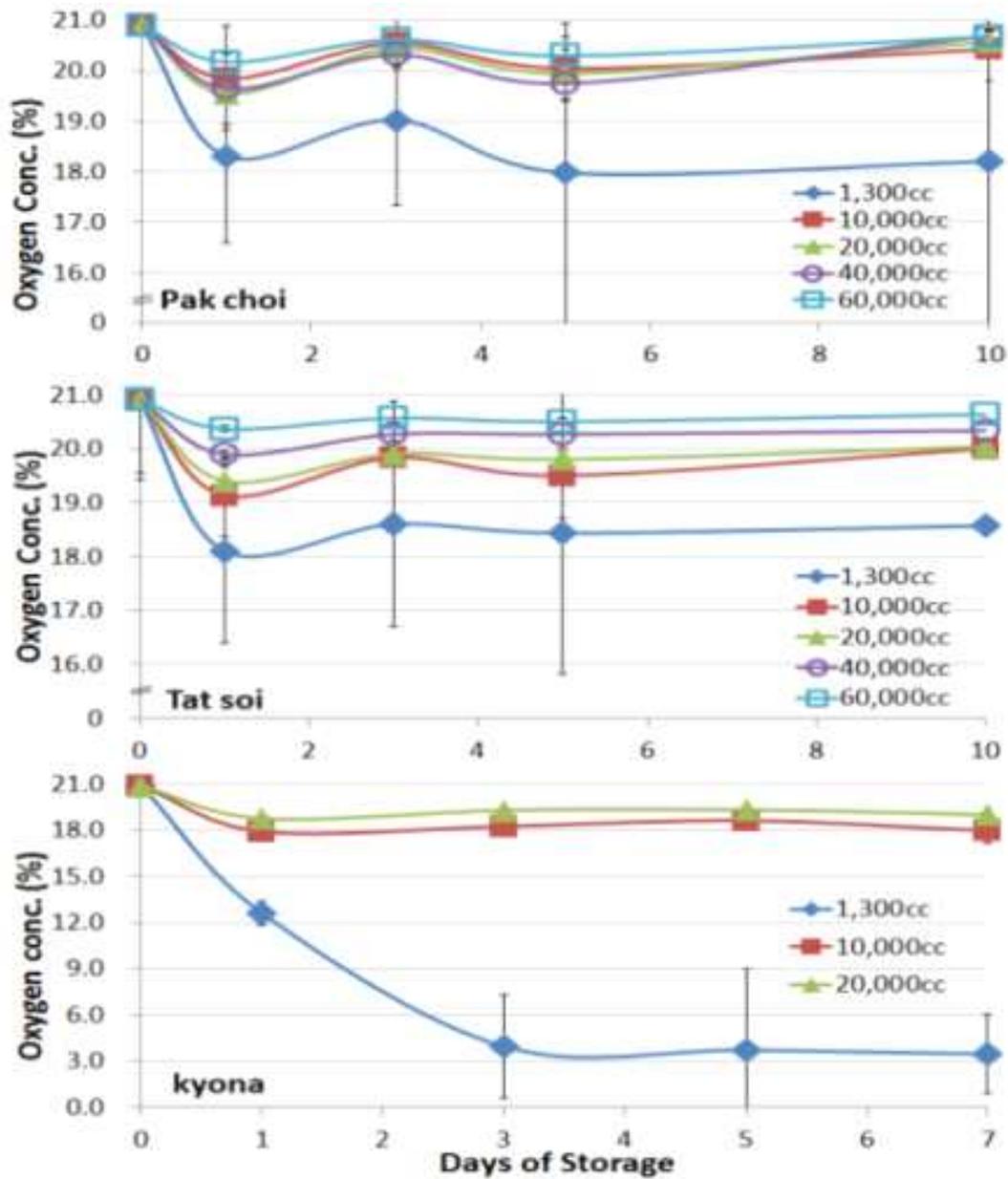


그림 3-2-83. 배추과 어린잎 채소(청경채, 다채, 그리고 경수채)의 산소 농도 변화

에틸렌 농도는 청경채의 경우 투과도가 가장 낮은 1,300cc 처리구에서 가장 높은 수치를 나타내었으나, 다채의 경우는 처리간 유의한 차이를 보이지 않았다. 경수채에서는 20,000cc에서 가장 높은 값을 나타냈다. 에틸렌 농도가 높았던 청경채의 40,000cc 처리구와 경수채의 20,000cc 처리구에서 많은 이취가 발생하였는데 고농도의 에틸렌이 이취발생을 촉진시킨 것으로 보인다. 에틸렌은 원예산물의 이취발생을 증가시키고 품질저하를 시키는 요인으로 보고되어 있다.

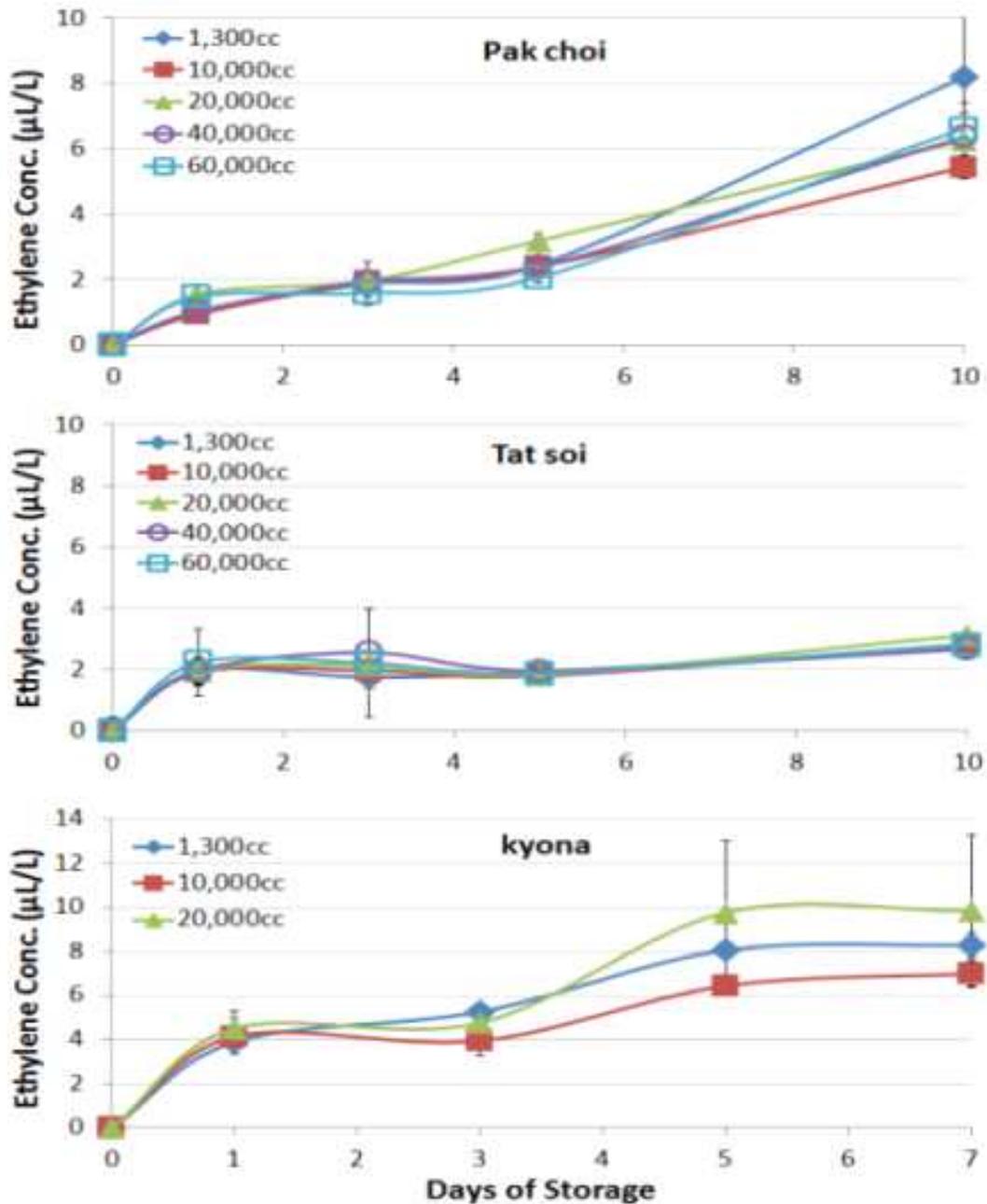


그림 3-2-84. 배추과 어린잎 채소(청경채, 다채, 그리고 경수채)의 에틸렌 농도 변화

저장기간 동안 외관은 청경채와 다채, 그리고 경수채 모두 저장 5일까지 상품성이 인정되는 3점 이상을 유지하였으나, 저장종료일에는 모든 처리구에서 3점 이하를 나타냈다. 청경채의 경우 40,000cc와 60,000cc, 다채는 20,000cc, 경수채는 1,300cc에서 가장 높은 외관 수준을 유지했다. 1,300cc의 경수채는 이산화탄소 농도가 7% 이상이였음에도 불구하고 외관상 장해 없이 처리구 중 가장 높은 외관상 품질을 유지하여, 경수채가 7%의 이산화탄소 농도에서도 장해가 발생하지 않는 것으로 판단되었다. 일반적으로 배추과 채소의 CO<sub>2</sub> 허용범위는 5%인데, 고이산화탄소 농도로 이루어진 MA조건이 그 품질을 유지시킨 것으로 생각된다. 고이산화탄소의 CA조건은 에틸렌을 발생량을 지연시킬뿐만 아니라 원예산물의 호흡률도 줄여 품질을 유지시키는 것으로 보고되었다.

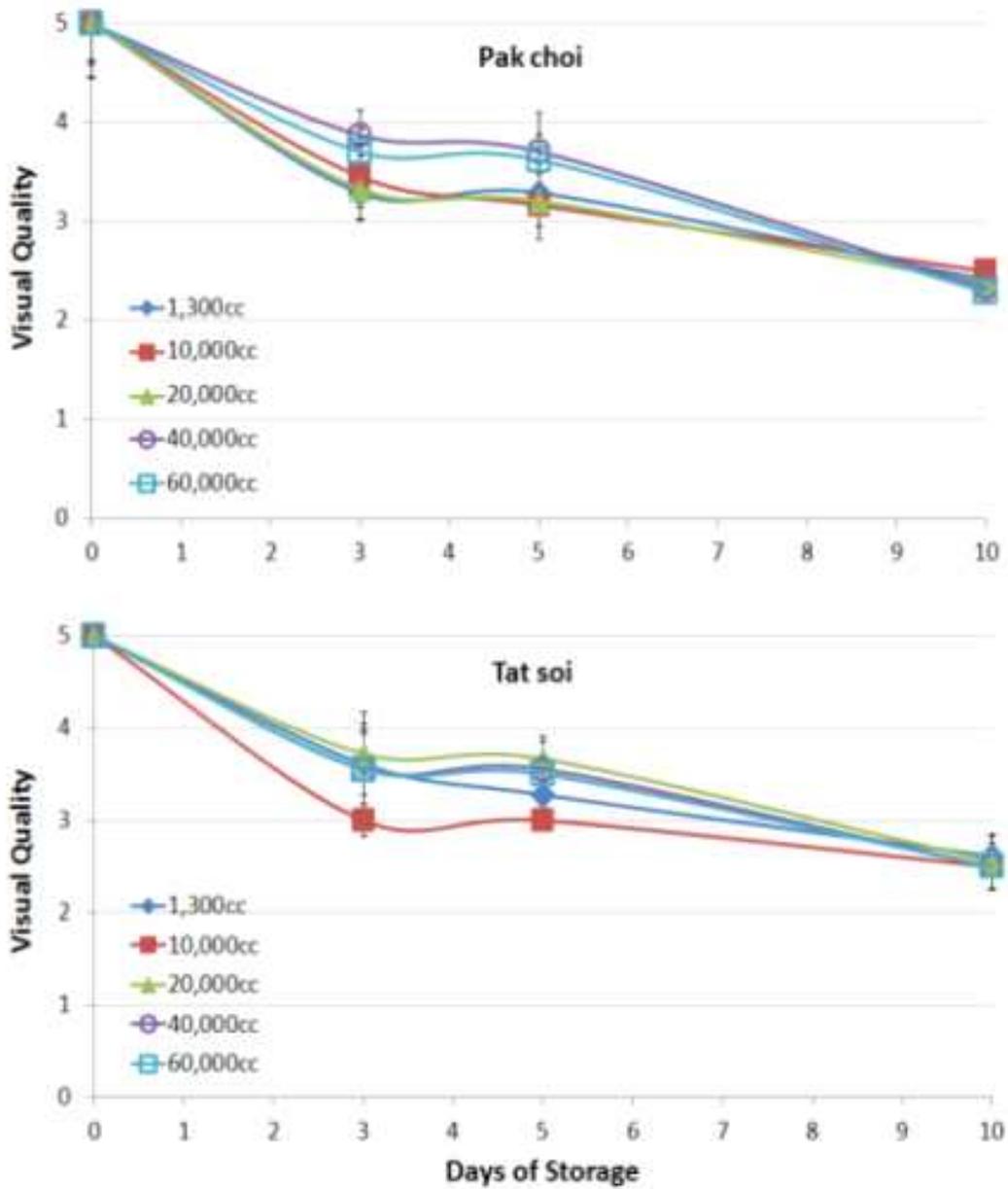


그림 3-2-85. 배추과 어린잎 채소(청경채, 다채)의 외관 변화

표 3-2-10. 경수채의 엽록소 함량, 경도, 외관 그리고 이취

	Film treatments	Chlorophyll Cont. (SPAD)	Hardness (kg)	Visual quality	Off-flavor
Kyona	Initial	24.7 ± 3.6 <sup>z</sup>	0.30 ± 0.07	-	-
	1,300cc	22.7 ± 2.7	0.35 ± 0.05	2.8 ± 0.2	1.8 ± 0.3
	10,000cc	24.2 ± 2.1	0.36 ± 0.08	2.5 ± 0.3	2.1 ± 0.4
	20,000cc	23.7 ± 2.6	0.29 ± 0.06	2.6 ± 0.4	3.0 ± 0.6
	Perforated	22.4 ± 4.5	0.26 ± 0.03	1.5 ± 0.2	3.1 ± 0.6

<sup>z</sup>Means ±SD (n=5)

표 3-2-11. 배추과 어린잎 채소(청경채와 다채)의 엽록소 함량, 경도, 그리고 이취(개봉시, 개봉후 10분후)

	Film treatments	Chlorophyll Cont. (SPAD)	Hardness (kg)	Off -flavor(1)	Off -flavor(2)
Pak choi	Initial	6.5 ± 2.3 <sup>z</sup>	0.25 ± 0.05	-	-
	1,300cc	26.4 ± 2.9	0.22 ± 0.03	2.7 ± 0.3	2.2 ± 0.3
	10,000cc	22.7 ± 3.0	0.25 ± 0.01	3.0 ± 0.2	2.2 ± 0.4
	20,000cc	22.6 ± 2.7	0.21 ± 0.03	3.0 ± 0.2	2.2 ± 0.4
	40,000cc	23.2 ± 3.1	0.22 ± 0.05	3.1 ± 0.2	2.5 ± 0.5
	60,000cc	18.9 ± 4.2	0.23 ± 0.03	3.3 ± 0.3	2.6 ± 0.4
Tat soi	Initial	34.2 ± 1.9	0.19 ± 0.05	-	-
	1,300cc	29.9 ± 1.3	0.16 ± 0.01	3.7 ± 0.4	2.4 ± 0.5
	10,000cc	28.6 ± 0.8	0.15 ± 0.02	3.5 ± 0.2	2.4 ± 0.5
	20,000cc	32.7 ± 1.2	0.16 ± 0.02	3.4 ± 0.1	2.1 ± 0.3
	40,000cc	30.3 ± 1.6	0.14 ± 0.02	3.5 ± 0.0	2.1 ± 0.3
	60,000cc	31.1 ± 1.0	0.17 ± 0.02	3.0 ± 0.1	2.3 ± 0.5

<sup>z</sup>Means ±SD (n=5)

저장 종료일 경도는 청경채의 경우 10,000cc가 초기값과 유사한 값을 보였으나, 다채는 필름 종류간 차이가 없고, 경수채의 경우는 10,000cc가 가장 높았다. SPAD를 이용하여 측정한 엽록소 함량의 경우 청경채는 1,300cc, 다채는 20,000cc, 그리고 경수채는 10,000cc 필름에서 가장 높게 유지되었다. 엽록소 농도는 이산화탄소 농도가 높을수록 높게 유지되었는데, 고농도의 이산화탄소가 갈변되는 정도를 감소시킨 것으로 판단된다. 이는 고이산화탄소 농도에 의한 MA 또는 CA저장 시 갈변을 지연시키거나 억제시켰던 연구결과가 보고된 바 있기 때문이다. 청경채의 이취는 필름 투과도가 증가할수록 심해졌는데, 개봉 시 1,300cc, 10분 경과 후는 모든 처리구에서 3점 이하를 유지하였다. 다채의 이취는 60,000cc에서 가장 낮은 이취를 나타냈으나, 모든 처리구에서 3점 이상의 비교적 높은 이취가 발생하여 10분경과 후 채측정하였으며, 10분경과 후는 20,000cc와 40,000cc에서 가장 낮은 값을 보였다. 경수채의 이취는 필름 투과도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

위의 결과를 종합해보면, 청경채는 생체중 감소율이 적고 엽록소 함량이 많으며 이취가 적은 1,300cc 필름, 다채는 엽록소 함량이 많고, 외관이 좋으며 이취가 적은 20,000cc 필름, 그리고 경수채는 에틸렌 발생량이 적고 엽록소 함량이 많으며 경도가 높은 10,000cc 필름이 포장에 적합하다고 사료된다.



그림 3-2-86. 저장 종료일 청경채의 외관 비교

**[실험3] 명아주과 어린잎 채소(2종: 적근대, 비트)**

적근대와 비트는 7일간 저장하면서 생체중 감소율을 조사하였다. 두 작물 모두 유공필름을 제외한 모든 처리구에서 1.0% 이하로 저장기간 동안 생체중 감소로 인한 품질저하는 일어나지 않은 것으로 보인다. 반대로 유공필름에서는 저장종료일 적근대는 34.0%, 비트는 17.1%의 생체중 감소율을 보였다.

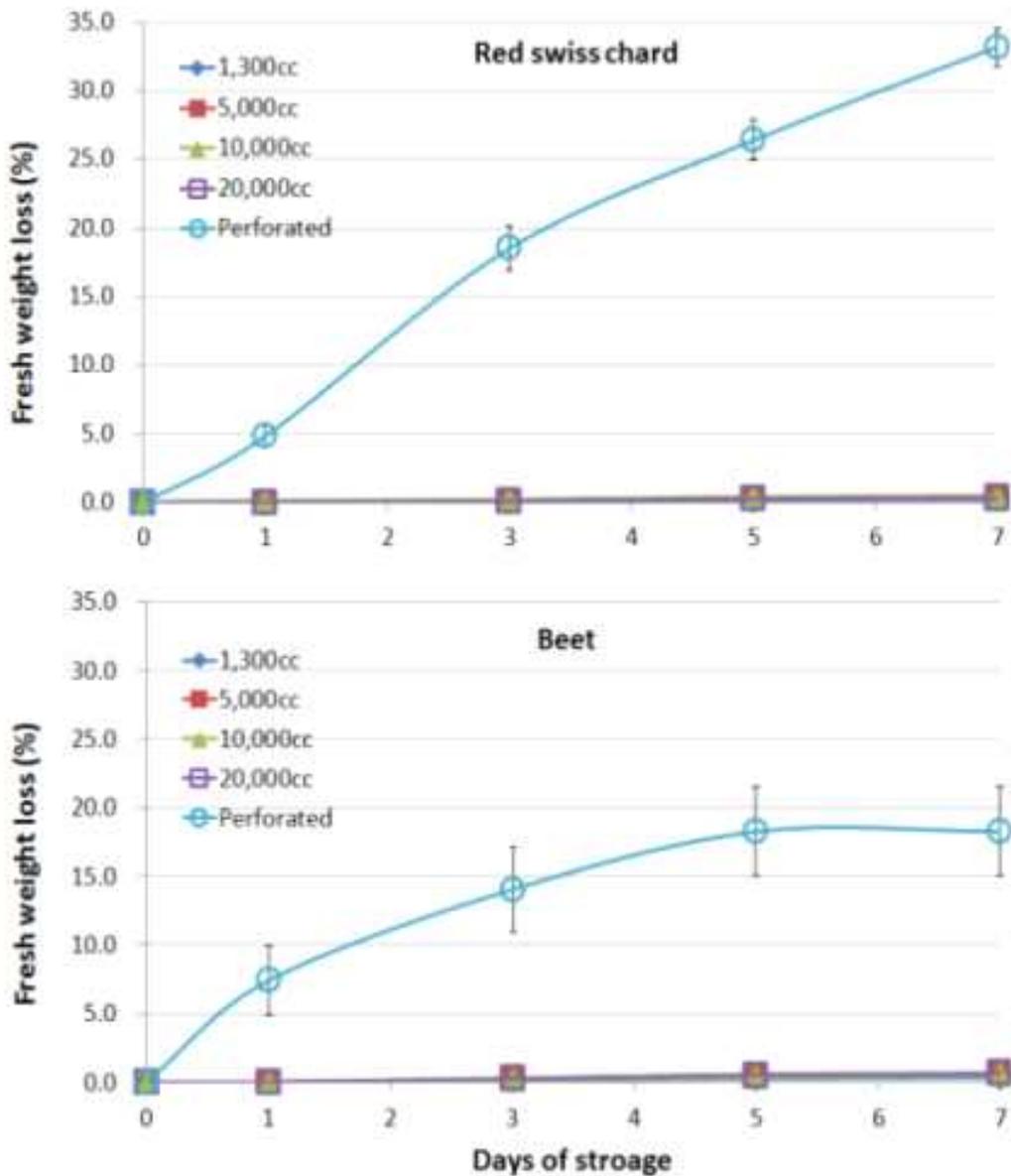


그림 3-2-87. 명아주과 어린잎 채소(적근대와 비트)의 생체중 감소율의 변화

필름 내 이산화탄소 농도는 1,300cc 필름에서 적근대 2.0% 이상, 비트 10.0% 이상으로 가장 높게 유지되었다. 명아주과 채소의 CA의 조건은 CO<sub>2</sub> 0-15%, O<sub>2</sub> 0-1%로 본 실험에서는 이산화탄소 장해가 없었던 것으로 생각되는데, 가장 산소투과량이 적었던 1,300cc 처리구에서 고이산화탄소 장해로 인한 갈변이나, 이취 등이 나타나지 않았기 때문이다. 산소농도는 적근대와 비트 모두 1,300cc 처리구에서 가장 낮았으며 비트의 경우 저장종료일 3-5% 수준까지 감소되었다.

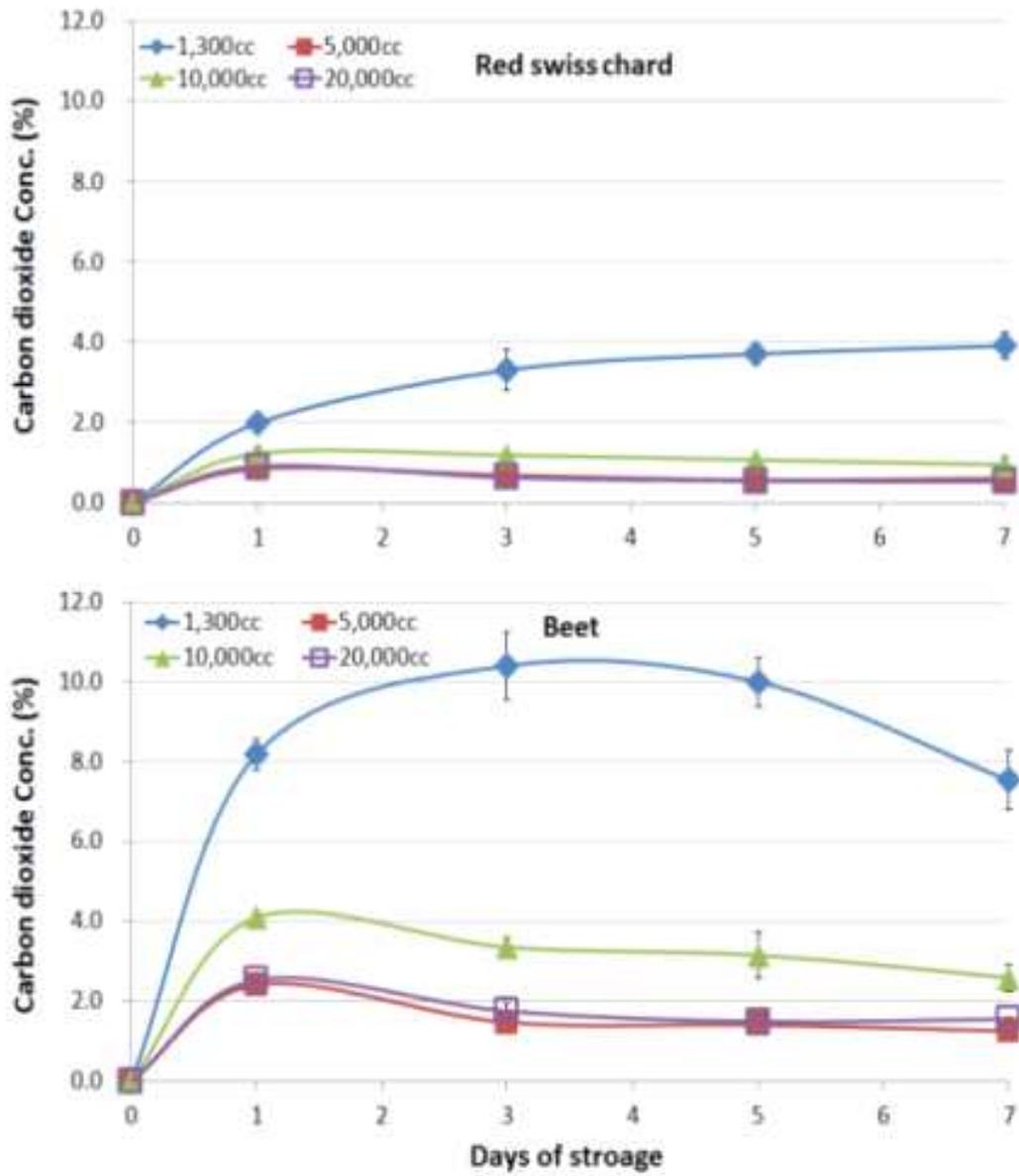


그림 3-2-88. 명아주과 어린잎 채소(적근대와 비트)의 이산화탄소 농도 변화

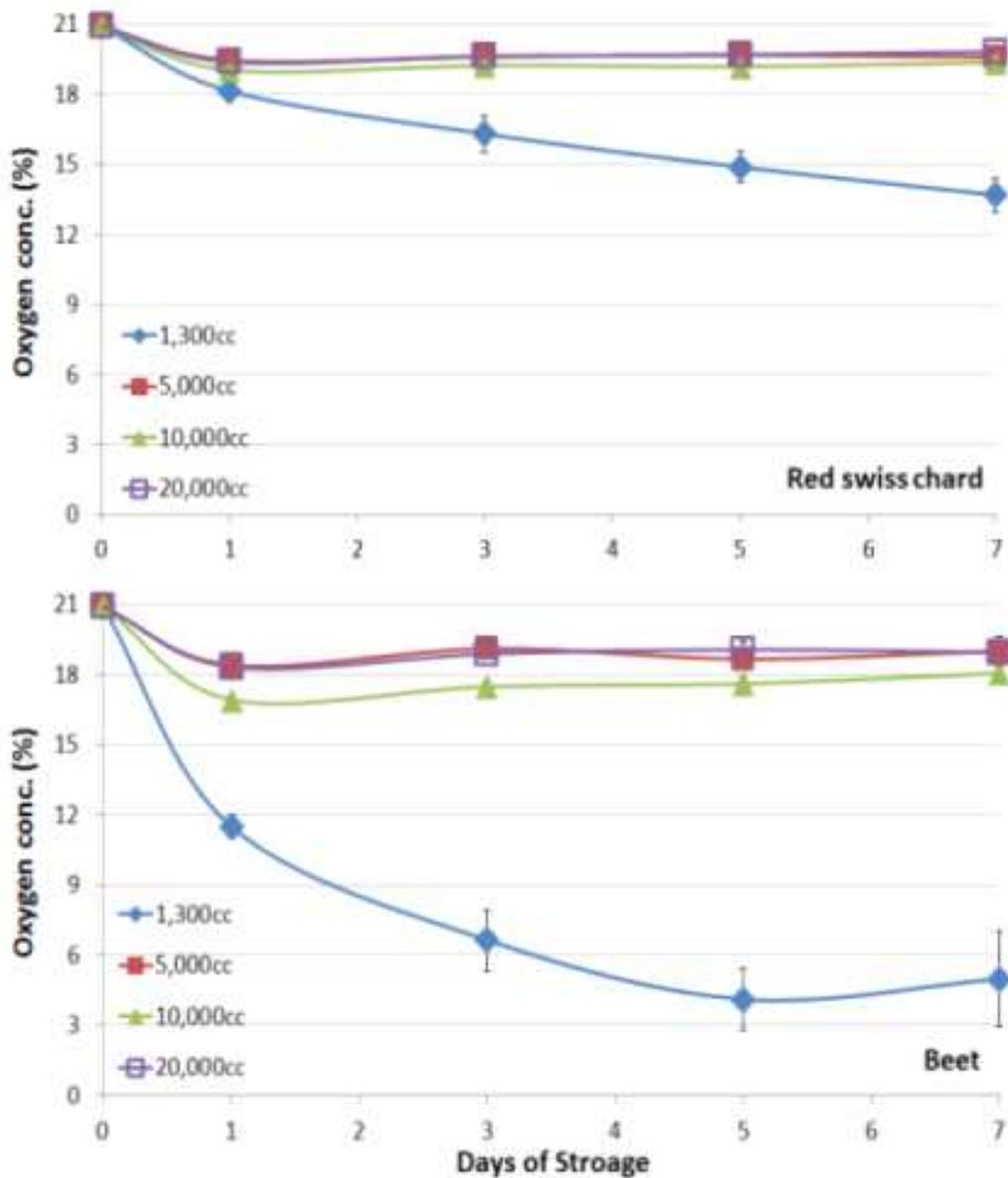


그림 3-2-89. 명아주과 어린잎 채소(적근대와 비트)의 산소 농도 변화

에틸렌 농도는 적근대의 경우 저장 5일차까지 처리구 사이에 유의한 차이가 없었으나 저장 종료일 20,000cc 필름에서 10.0  $\mu\text{L/L}$  이상으로 가장 높은 값을 보였다. 비트의 경우 저장 5일차까지 5,000cc 필름에서 가장 높은 값을 보였으나, 저장종료일 20,000cc 필름에서 9.0  $\mu\text{L/L}$  이상으로 높은 값을 보였다. 두 작물 모두 필름의 산소투과도가 낮을수록 에틸렌 값이 평균 이하의 값을 보였는데, 이는 필름 투과도가 고이산화탄소, 저산소의 환경을 조성시켜 MA포장에 적절한 조건으로, 에틸렌 발생을 억제했을 것이라 생각된다. 고농도 이산화탄소의 조건이 원예산물의 부패를 막고 에틸렌 발생을 억제시킨다는 연구결과가 보고되어져 있기 때문이다.

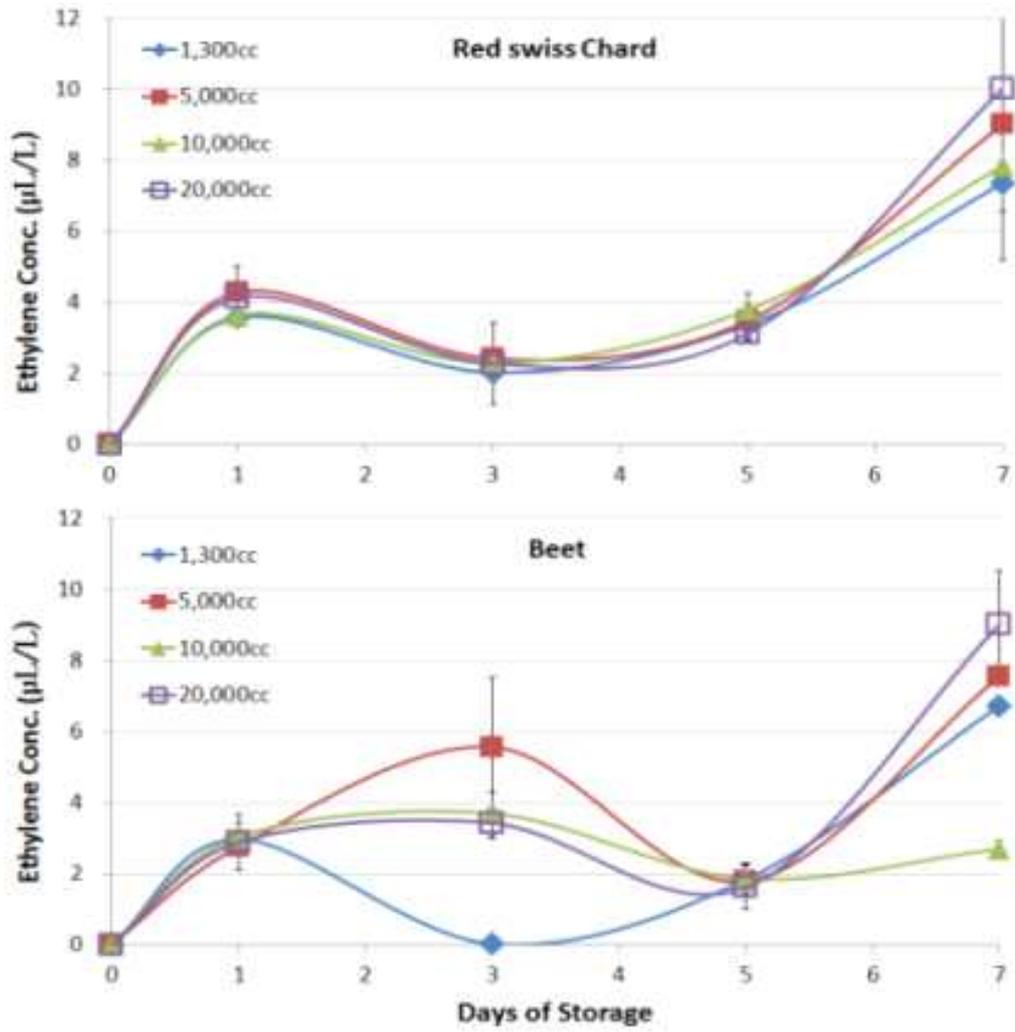


그림 3-2-90. 명아주과 어린잎 채소(적근대와 비트)의 에틸렌 농도 변화

표 3-2-12. 명아주과 어린잎 채소(적근대와 비트)의 엽록소 함량, 경도, 외관 그리고 이취의 비교

	Film treatments	Chlorophyll Cont. (SPAD)	Hardness (kg)	Visual quality	Off-flavor
Red swiss chard	Initial	34.1 ± 5.3 <sup>z</sup>	0.37 ± 0.09	-	-
	1,300cc	33.6 ± 3.7	0.43 ± 0.05	3.2 ± 0.4	1.6 ± 0.5
	5,000cc	34.4 ± 3.0	0.44 ± 0.07	3.1 ± 0.5	1.9 ± 0.3
	10,000cc	35.1 ± 2.6	0.42 ± 0.09	3.0 ± 0.2	1.9 ± 0.2
	20,000cc	35.3 ± 3.1	0.44 ± 0.09	3.0 ± 0.2	1.9 ± 0.3
	Perforated	42.0 ± 5.9	0.49 ± 0.14	1.6 ± 0.5	1.9 ± 0.4
Beet	Initial	46.3 ± 4.6	0.42 ± 0.08	-	-
	1,300cc	36.5 ± 5.6	0.45 ± 0.09	2.5 ± 0.0	1.7 ± 0.4
	5,000cc	30.1 ± 5.4	0.41 ± 0.11	2.1 ± 0.2	1.7 ± 0.3
	10,000cc	33.8 ± 6.1	0.42 ± 0.13	2.5 ± 0.2	2.1 ± 0.2
	20,000cc	40.0 ± 9.7	0.36 ± 0.08	2.5 ± 0.4	2.0 ± 0.3
	Perforated	34.3 ± 6.6	0.41 ± 0.10	1.2 ± 0.3	1.9 ± 0.3

<sup>z</sup>Means ±SD (n=5)

SPAD를 이용하여 측정한 엽록소 정도의 경우 적근대에서는 10,000cc와 20,000cc 필름에서, 비트에서는 20,000cc 필름에서 가장 높은 수준을 나타냈다. 저장 종료일 경도는 적근대의 경우 대조구인 유공필름, 비트는 1,300cc 필름이 가장 높았다. 적근대의 경도에서 필름투과도가 높아질수록 경도가 증가하는 것을 확인할 수 있는데, 수분의 증산에 의해 생체중이 감소하면서 조직감이 떨어지고 질겨지면서 일어난 현상이라고 생각된다. 전문적인 패널테스트를 통한 외관과 이취를 조사하였는데, 외관의 경우 적근대는 1,300cc 필름에서 가장 높았으며, 비트는 5,000cc와 유공필름을 제외한 나머지에서 비슷한 수준을 보였다. 유공필름 처리구는 수분 감소로 인한 생체중 감소로 외관점수가 감소된 것으로 보이며, 5,000cc 필름에서는 높은 에틸렌 발생 농도에 의해 외관이 감소된 것으로 판단된다. 이취는 적근대에서는 5,000cc, 비트에서는 10,000cc 필름에서 다소 높은 이취를 나타냈다. 두 작물 모두 필름투과도에 따라 이취가 증가되는 경향을 보였다. 일반적으로 고농도 이산화탄소는 에틸렌 발생을 억제시키는 역할을 하는데, 투과도가 클수록 이산화탄소 농도가 적어 에틸렌 발생을 억제하지 못하여 이로 인한 다량의 이취가 발생한 것으로 판단된다.

위의 결과를 종합해보면, 적근대는 에틸렌 농도가 낮고 외관점수가 높고 이취가 적은 1,300cc 필름이, 비트는 에틸렌 농도가 낮고 경도가 높고 외관점수가 높고 이취가 적은 1,300cc 필름이 적합하다고 사료된다.



그림 3-2-91. 저장 종료일 비트의 외관 비교

#### [실험 4] 꿀풀과 어린잎 채소(2종: 깻잎, 방아)

꿀풀과 어린잎 채소의 저장 기간 동안 생체중 감소율은 깻잎의 경우 유공필름을 제외한 모든 처리구에서 1.8% 미만의 값을 나타냈으며, 유공필름에서는 저장종료일 60%를 육박하는 감소율을 보여 수분 감소로 인한 품질저하가 크게 나타났다. 이는 저장고의 습도가 60% 이하였기 때문이었다. 방아의 경우 외관상 상품성 기준인 3점 이하로 감소되지 않아 총 20일동안 저장을 하였는데 10,000cc 처리구와 30,000cc 처리구에서는 저장 종료일에 1.0% 정도의 값을 보였으나, 유공필름의 경우 저장 7일차에 이미 1.0%에 근사한 값을 보여 외관상 점수가 최하점으로 나타나 저장을 종료하였다. 일반적으로 엽채류의 생체중 감소 허용범위는 3-5%로 알려져 있는데, 본 실험에서 어린잎 깻잎의 경우, 기존에 국내유통에서 적용되고 있는 유공필름은 저장 하루만에 20% 수준의 감소율을 보여 상품성을 유지하기 어렵다고 생각된다. 그러나 방아의 경우 생체중 감소속도가 매우 느려, 생체중 감소로 인한 상품성 손실은 거의 없다고 판단된다. 보통 원예산물의 중량감소는 호흡과 증산에 의하여 발생하는데 방아의 경우 그 속도가 매우 느린 것으로 생각된다.

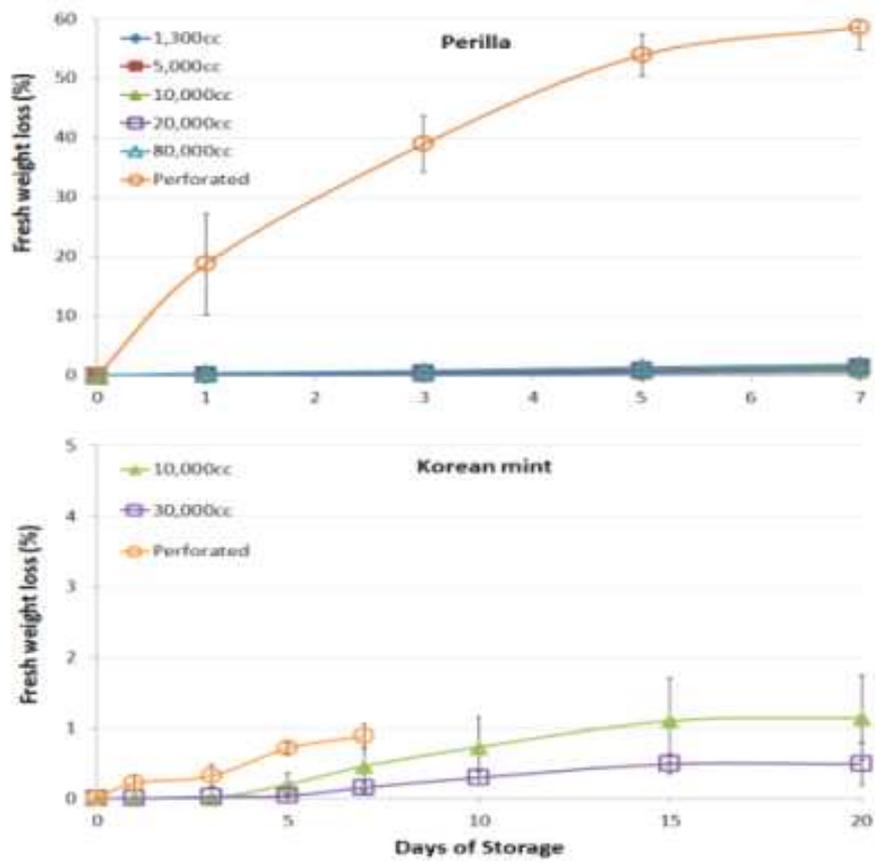


그림 3-2-92. 꿀풀과 어린잎 채소(갯잎과 방아)의 생체중 감소율 변화

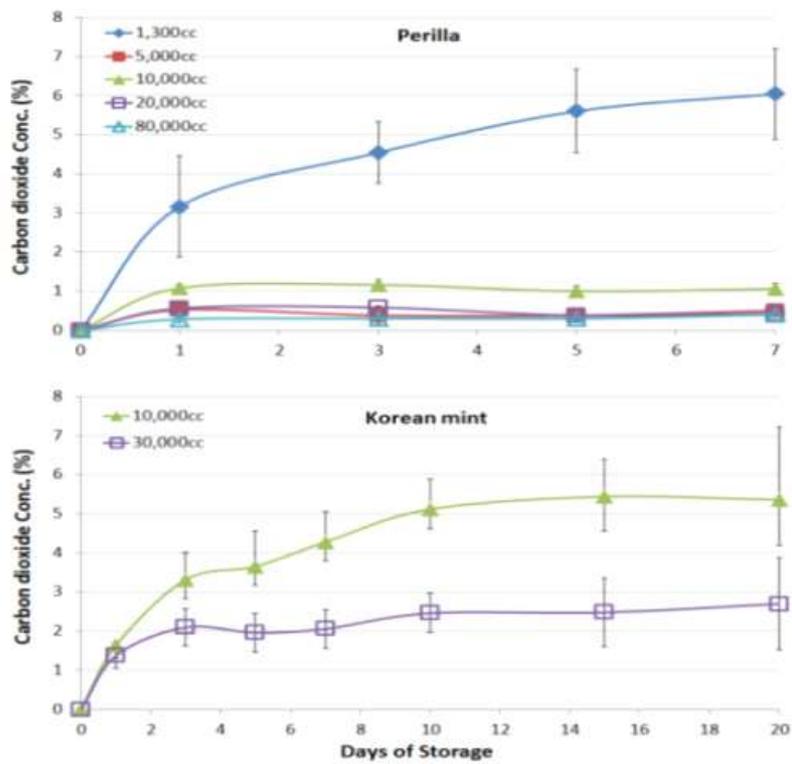


그림 3-2-93. 꿀풀과 어린잎 채소(갯잎과 방아)의 이산화탄소 농도 변화

이산화탄소 농도는 깻잎의 경우 1,300cc 처리구를 제외하고 0-1%를 유지하였으며, 산소 농도는 1,300cc 처리구를 제외하고 19-20%를 유지하였다. 방아의 경우 이산화탄소 농도는 저장 10일 이후로 부터 10,000cc 처리구에서 5% 이상으로 높게 유지되었으며, 산소농도는 10,000cc 처리구에서 15-17%로 낮은 값을 보였다. 꿀풀과 채소의 CA저장조건은 CO<sub>2</sub> 5-15%, O<sub>2</sub> 1-5%로 보고되어져 있는데, 깻잎의 경우 이산화탄소 농도가 1,300cc를 제외하고 기준에 부합하지 못하였다. 일반적으로 고이산화탄소 농도 유지 시 갈변방지나 색도유지를 한다고 보고되어 있는데, 이와 비슷하게 저장 종료일 깻잎의 경우 필름투과도가 가장 낮은 1,300cc에서 가장 높은 외관점수를 보였다.

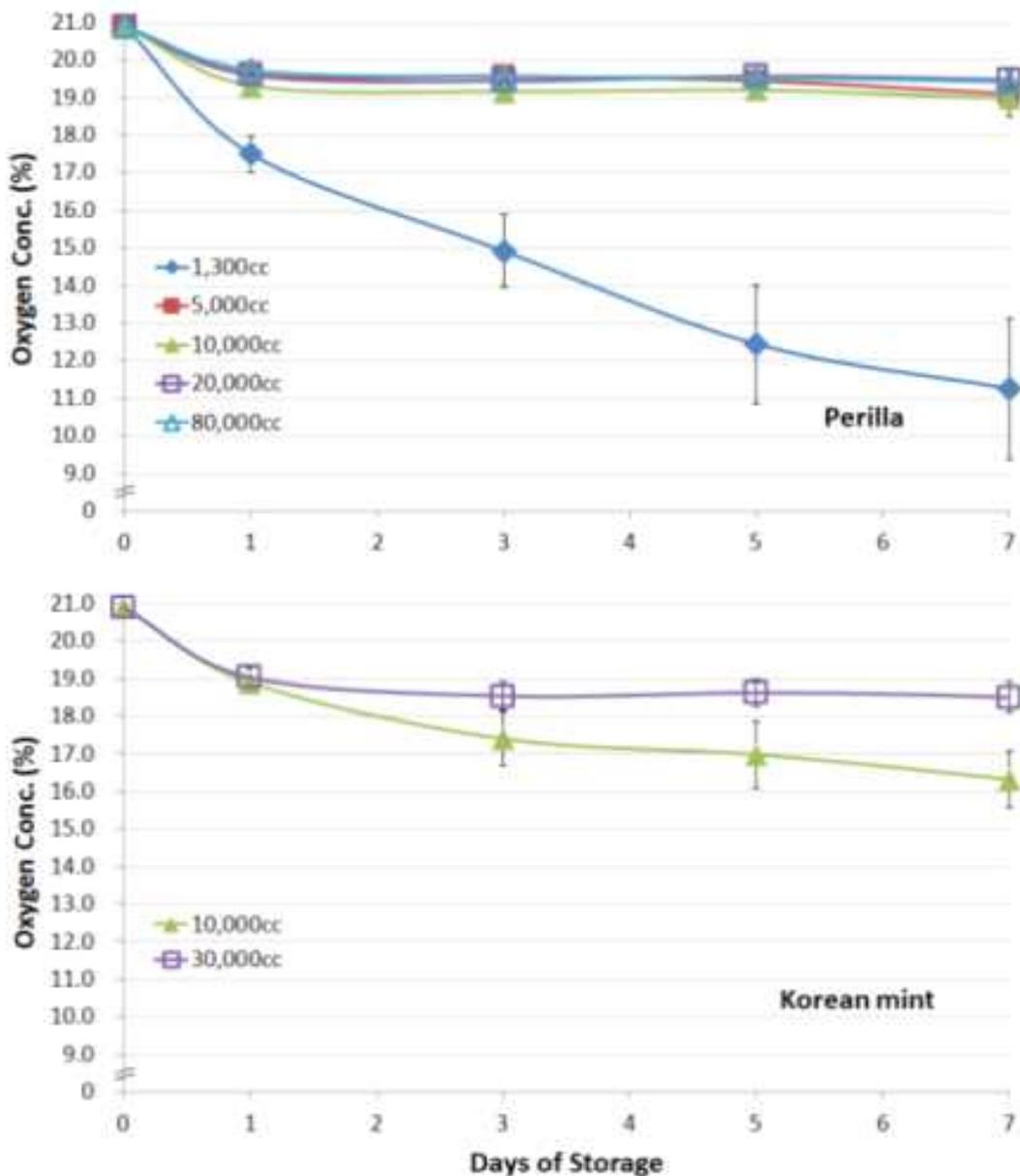


그림 3-2-94. 꿀풀과 어린잎 채소(깻잎과 방아)의 산소 농도 변화

깻잎의 경우 포장 내 에틸렌 농도는 대체로 필름 투과도가 낮을수록 높은 경향을 보였으며, 1,300cc 필름에서 가장 높은 수준을 나타냈다. 고이산화탄소로 인해 에틸렌 농도가 증가한 것

으로 보인다. 고이산화탄소는 갈변방지나 색도유지를 하지만 스트레스 발생 시 에틸렌 발생을 증가시키는 것으로 보고되었다. 방아의 에틸렌 농도는 처리간 큰 차이가 없었으며 2.5-5.0  $\mu$  L/L의 수준을 유지하였다.

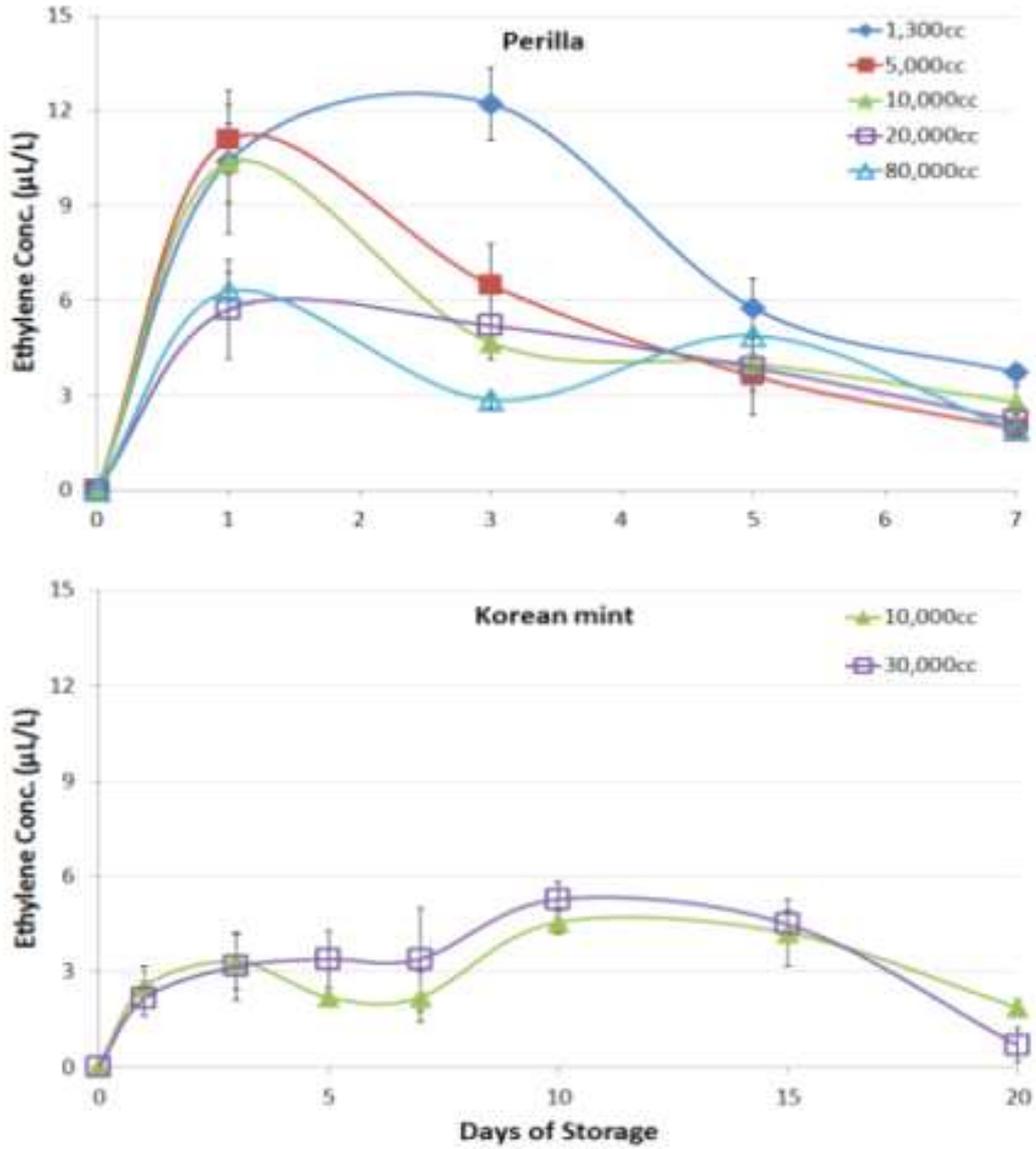


그림 3-2-95. 꿀풀과 어린잎 채소(갯잎과 방아)의 에틸렌 농도 변화

표 3-2-13. 꿀풀과 어린잎 채소(갯잎과 방아)의 엽록소 함량, 경도, 외관, 그리고 이취의 비교

Film treatments		Chlorophyll Cont. (SPAD)	Hardness (kg)	Visual quality	Off -flavor
Perilla	Initial	33.4 ± 2.3 <sup>z</sup>	0.26 ± 0.08	-	-
	1,300cc	26.5 ± 2.1	0.39 ± 0.05	3.7±0.3	1.2±0.3
	5,000cc	31.3 ± 1.8	0.35 ± 0.03	3.4±0.3	1.6±0.4
	10,000cc	26.2 ± 2.0	0.34 ± 0.05	3.1±0.3	1.7±0.4
	20,000cc	29.8 ± 1.7	0.29 ± 0.05	2.9±0.3	1.8±0.4
	80,000cc	32.2 ± 1.4	0.31 ± 0.08	2.3±0.3	2.9±0.2
	Perforated	38.2 ± 3.2	0.44 ± 0.04	1.1±0.3	2.0±0.5
Korean mint	Initial	40.5 ± 2.9	0.18 ± 0.07	-	-
	10,000cc	39.6 ± 3.6	0.18 ± 0.03	3.5±0.2	3.5±0.2
	30,000cc	37.7 ± 4.6	0.18 ± 0.06	2.7±0.5	2.7±0.5
	Perforated	52.9 ± 4.3	0.22 ± 0.06	1.0±0.0	3.1±0.6

<sup>z</sup>Means ±SD (n=5)

저장종료일 SPAD를 이용한 엽록소 측정을 하였는데, OTR필름 중에서 갯잎의 경우 5,000cc 필름이, 방아의 경우 10,000cc 필름에서 가장 높은 값을 나타냈다. 그러나 두 작물 모두 수분함량 감소가 많았던 유공 필름구에서 높은 엽록소 함량을 보였으며, 특히 저장고가 습도가 60% 이하로 낮게 관리되어 60% 수준의 생체중 감소를 보인 갯잎의 경우 필름 처리구의 1.3배 수준의 함량을 보였다. 이와 같이 수분 손실로 인한 희석효과(dilution effect)가 발생한 것으로 사료된다. 경도 값은 갯잎에서는 1,300cc 처리구에서 가장 높았으나, 방아에서는 처리구 사이에 차이가 없었다. 패널테스트로 조사한 외관 품질의 경우 갯잎은 1,300cc 필름에서 가장 높았고, 방아는 10,000cc 필름에서 가장 높았는데, 두 작물 모두 필름투과도가 증가하면서 감소하는 경향을 보였다. 이취는 갯잎에서 80,000cc, 방아의 경우 10,000cc 필름이 가장 높은 수준을 나타냈다. MA 저장의 단점 중 하나인 이취는 저산소농도의 공기조성에서 나타나는데 본 실험에서 방아의 경우 상대적으로 산소농도가 17%이하의 수준을 보인 10,000cc 처리구에서 높은 이취를 나타냈다.

위의 결과를 종합해보면, 갯잎의 경우 엽록소 농도가 높고 외관이 좋으며 이취가 적은 5,000cc 필름, 방아의 경우 에틸렌 발생량이 적고 엽록소 농도가 높고 외관이 좋은 10,000cc 필름이 적합하다고 사료된다.

#### < 고들빼기 >

##### - 연구방법

저장조건: 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 80,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-15일  
 40,000cc, 60,000cc, 100,000cc, 대조구(유공: perforated), 20℃-6일  
 조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

##### - 연구결과

어린잎 고들빼기를 대상으로 8℃ 저장 중 생체중 감소율은 MAP 처리구는 저장 종료일까지

1% 미만의 감소를 보였고, 유공 필름 포장한 대조구의 경우 저장 4일째 이미 5% 감소하였고 저장 종료일인 15일 16%의 높은 감소율을 나타냈다. 저장 중 포장내 산소 농도는 산소투과도가 낮은 10,000cc 필름이 가장 낮은 15%를 나타냈고, 이산화탄소 농도는 10,000cc 처리구가 저장 3일째 7% 까지 증가하여 저장 종료일까지 유지되었고, 그 외 나머지 처리구는 3% 미만이었다. 에틸렌 농도는 처리구간의 차이 없이 20ul/L 내외에서 증가와 감소를 반복하였다.

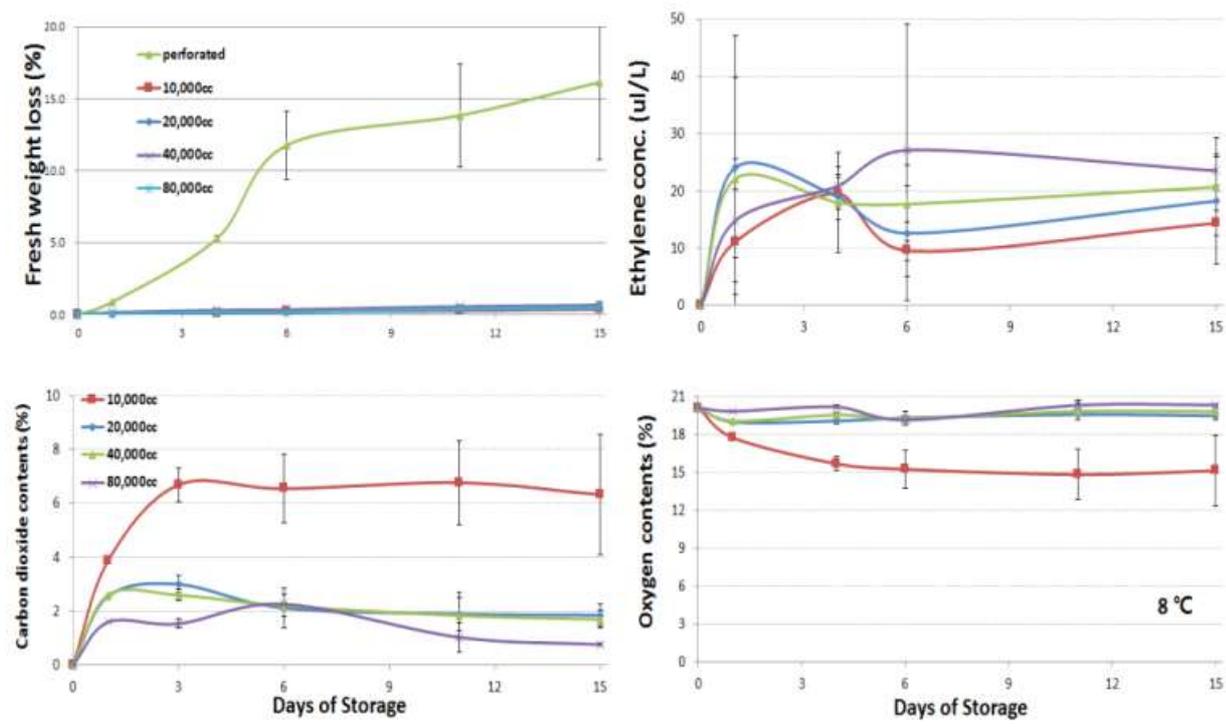


그림 3-2-96. 고들빼기 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화(8°C)

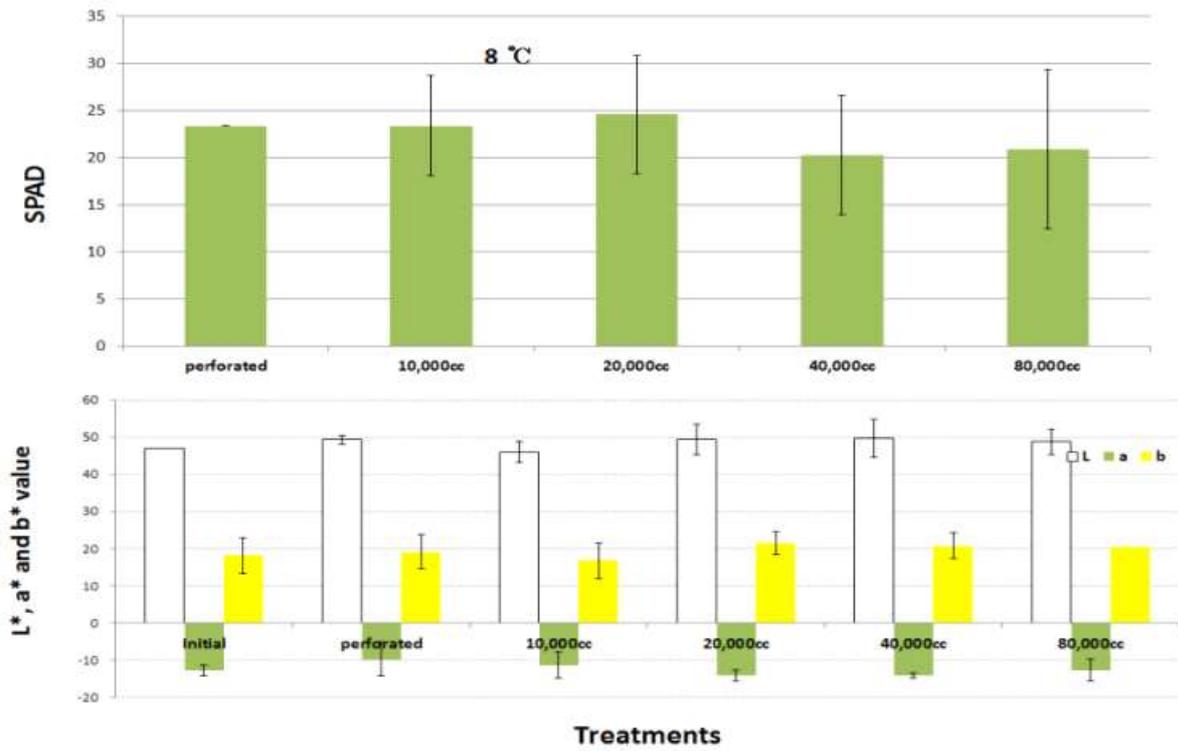


그림 3-2-97. 고들빼기 MA저장 종료일의 엽록소 함량, 색도 비교(8°C)

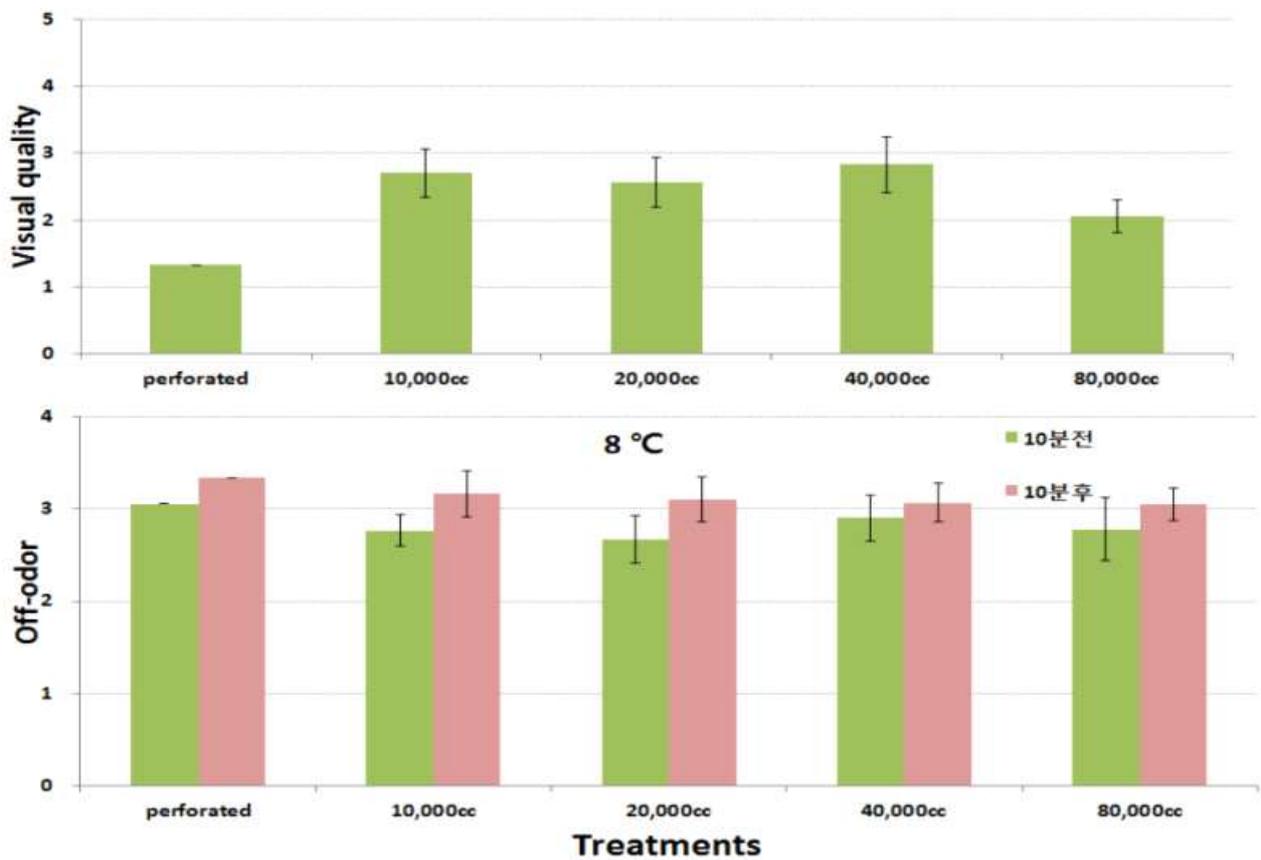


그림 3-2-98. 고들빼기 MA저장 종료일의 외관과 이취 비교(8°C)

저장 종료일 엽록소 함량은 20,000cc 가 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었고, 색도는 L\*, a\*, b\* 값 모두 처리간의 차이가 나타나지 않았다. 패널테스트를 통한 외관은 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc 처리구가 외관상 품질이 양호하였으며, 이취는 유공 처리구가 가장 높았고 처리구간의 차이는 없었다.

어린잎 고들빼기를 대상으로 20℃ 저장 중 생체중 감소율은 MAP 처리구는 저장 종료일인 6일까지 1-2%의 감소를 보였고, 유공 필름 처리구는 10%의 높은 감소율을 나타냈다. 포장내 산소 농도는 모든 처리구가 18% 이상이었고, 이산화탄소 농도는 투과도가 가장 낮은 40,000cc가 가장 높은 4% 내외 수치를 저장 종료일까지 유지 하였다. 에틸렌 농도는 60,000cc가 저장 1일째 급격한 증가를 보여 가장 높은 농도를 보였으나 저장 기간중 서서히 감소하여 저장 종료일에 모든 처리구가 20ul/L 내외의 유사한 수치를 나타냈다. 저장 종료일의 엽록소 함량은 초기값에 비해 유공 필름 처리구가 가장 높았고 60,000cc가 가장 낮았으며, 색도는 처리간의 차이가 나타나지 않았다. 패널테스트를 통한 외관은 40,000cc와 100,000cc 가 처리구중 양호한 외관상 품질을 보였고, 이취는 모든 처리구가 유사하게 발생하였다.

위의 결과를 종합해 보면, 고들빼기 8℃와 20℃ 유통시 각각의 처리구 중 엽록소 함량이 높고 외관상 품질이 양호하며 이취가 다소 적게 발생되었던 8℃는 20,000cc, 20℃에서는 100,000cc 필름으로 포장하는 것이 적합하다고 판단된다.

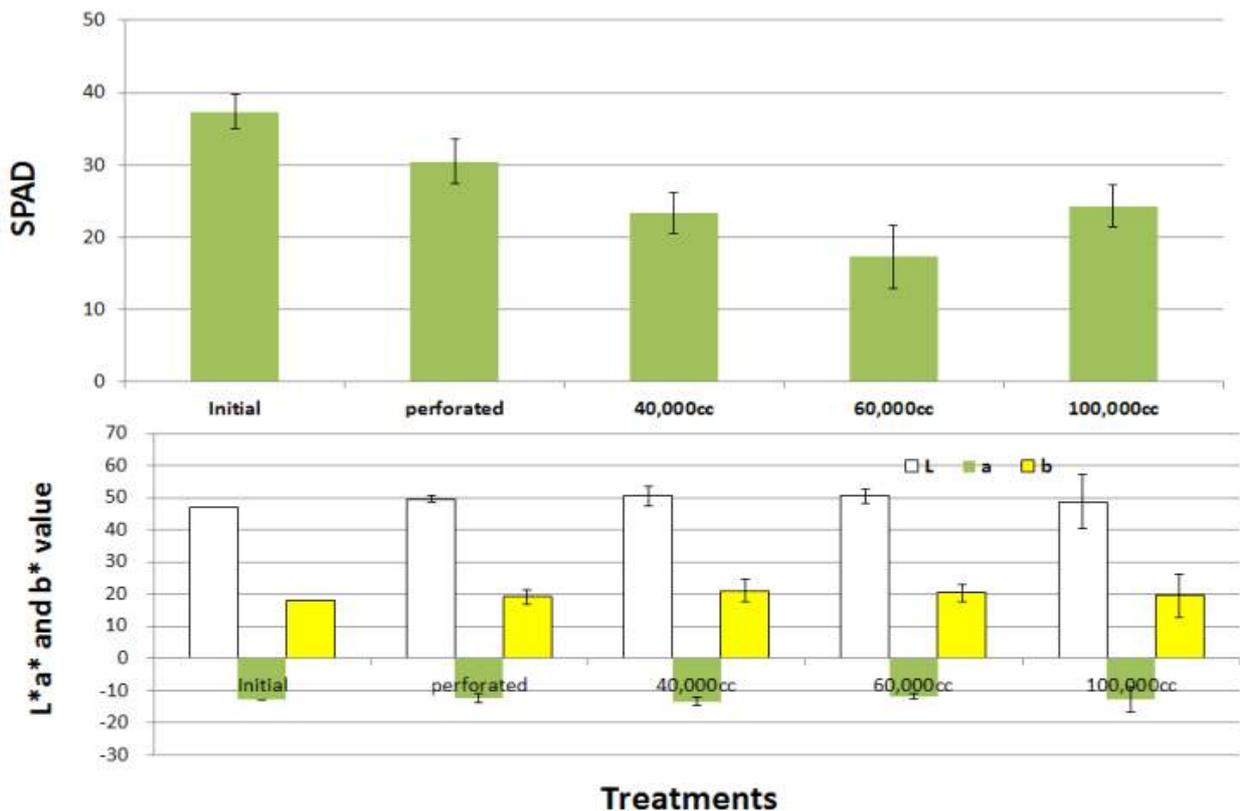


그림 3-2-99. 고들빼기 MA저장 종료일 엽록소 함량, 색도 비교(20℃)

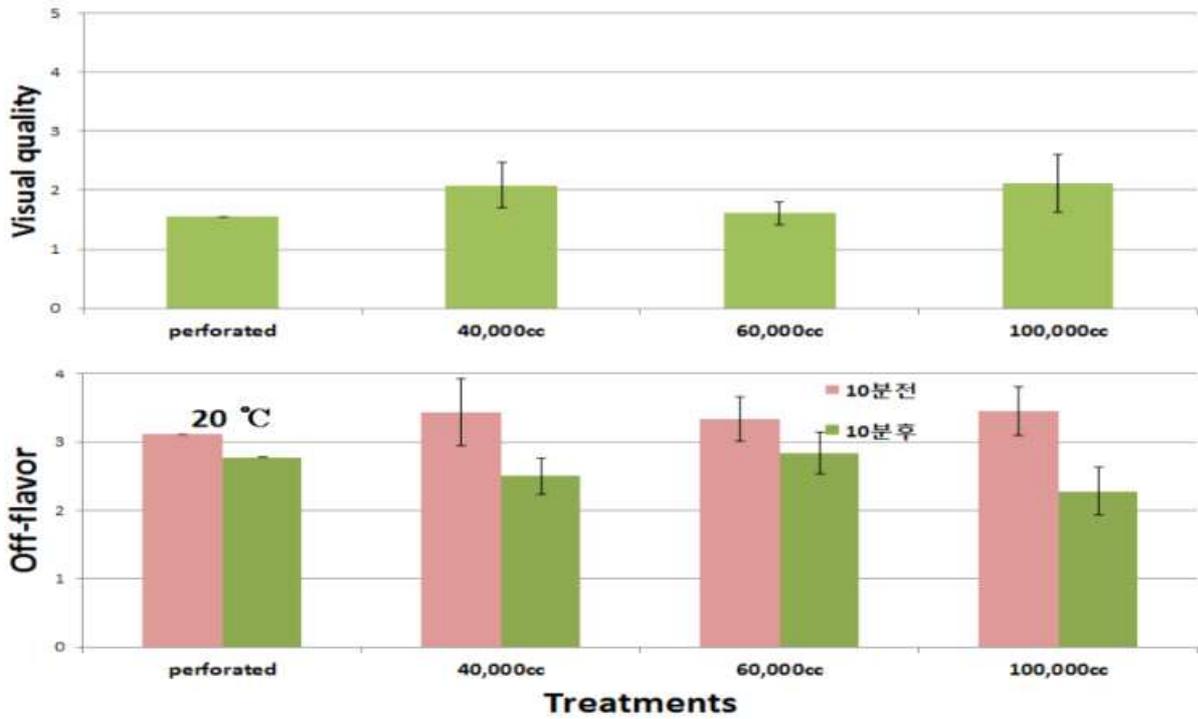


그림 3-2-100. 고들빼기 MA저장 종료일 외관과 이취 정도 비교(20°C)

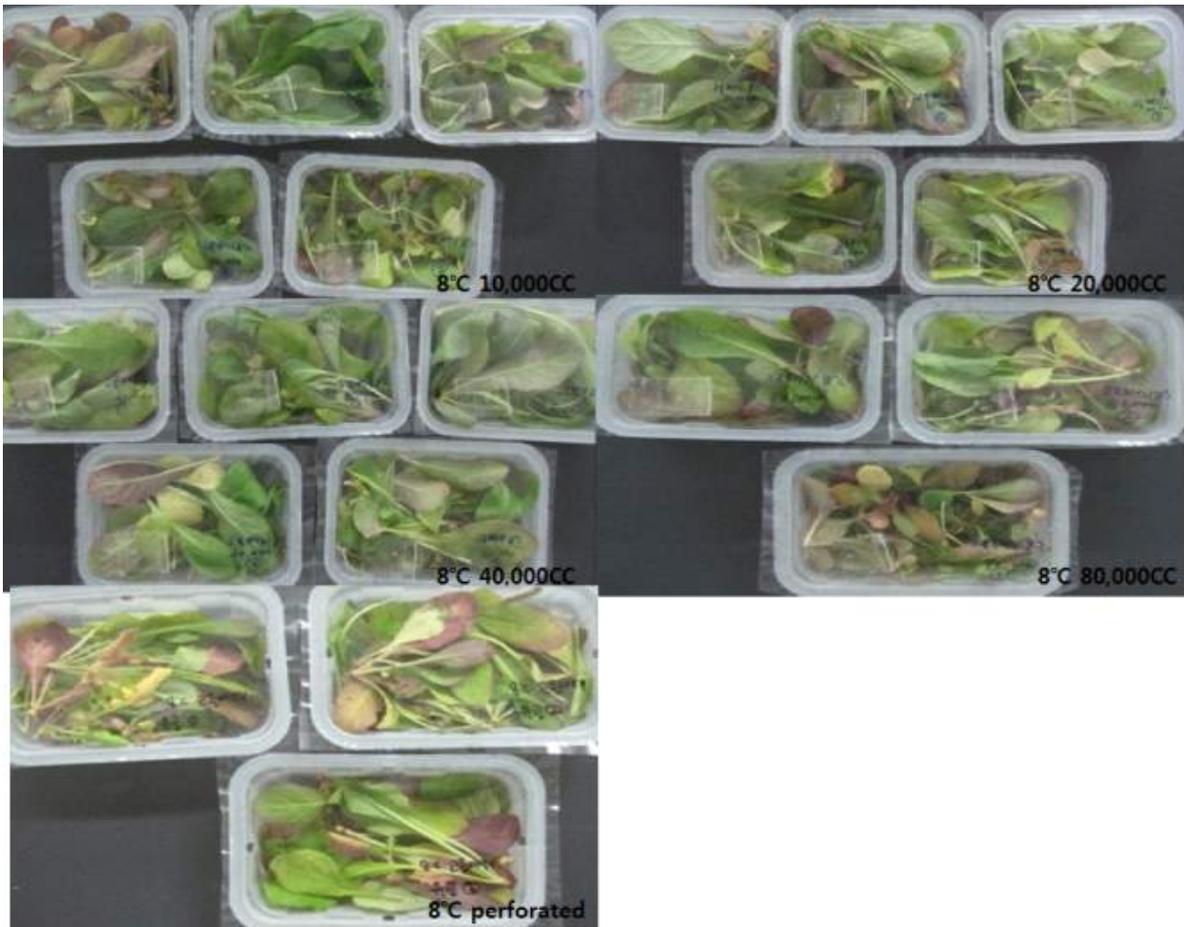


그림 3-2-101. 고들빼기 MA저장 종료일 외관(8°C)



그림 3-2-102. 고들빼기 MA저장 종료일 외관(8℃)

#### < 왕고들빼기 >

##### - 연구방법

저장조건: 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 80,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-22일  
40,000cc, 60,000cc, 100,000cc, 대조구(유공: perforated), 20℃-7일

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

##### - 연구결과

왕고들빼기 어린잎을 대상으로 8℃에서 MAP 저장 중 생체중 감소율은 유공 필름을 제외한 모든 MA저장 처리구는 저장 종료일인 22일까지 3% 이하의 감소를 보였고, 유공 필름 처리구는 20%의 높은 감소율을 나타냈다. 포장내 산소 농도는 투과도가 가장 낮은 10,000cc가 가장 낮은 12%의 농도를 나타냈고, 이산화탄소 농도는 10,000cc가 가장 높은 7% 내외의 농도를 저장 종료일까지 유지하였고, 투과도에 따라 일정한 경향을 나타내며 80,000cc가 가장 낮은 1.5% 내외였다. 에틸렌 농도는 80,000cc가 가장 증가와 감소의 폭이 컸고, 10,000cc도 저장 4일째 급격히 증가하였지만 처리간의 일정한 경향이 나타나지 않았다. 저장 종료일의 경도는 모든 처리구 유사하였고, 엽록소 함량은 초기값에 비해 모든 처리구가 감소하였다. 외관은 40,000cc가 가장 우수하였고, 이취는 유공 필름을 제외하고 20,000cc가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다.

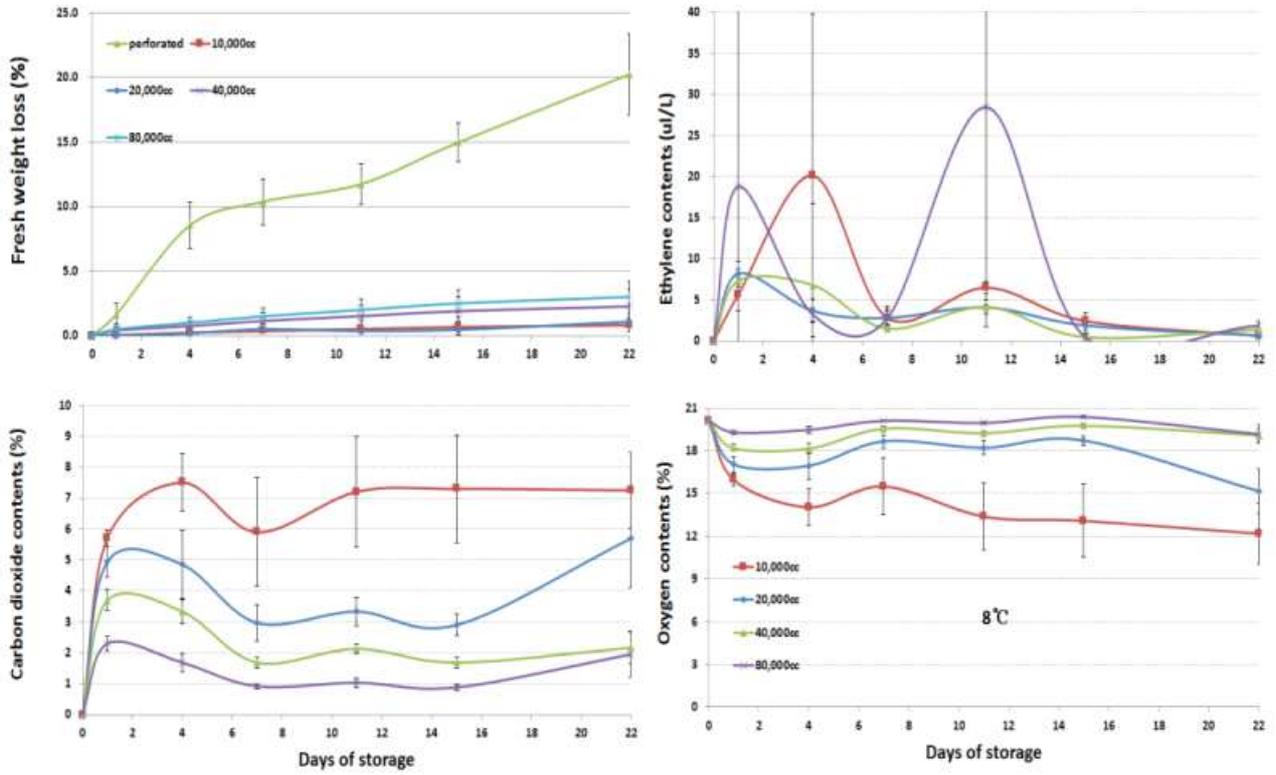


그림 3-2-103. 왕고들빼기 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소 농도, 이산화탄소 농도, 에틸렌 농도 변화 (8°C)

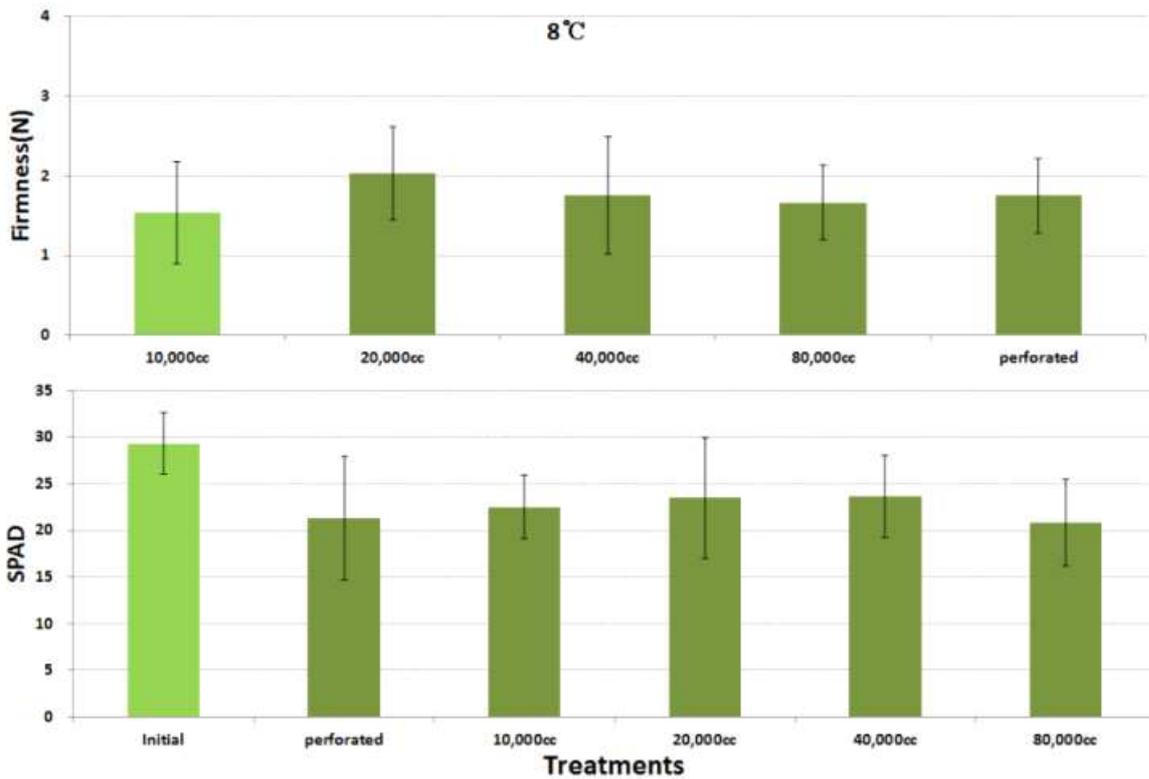


그림 3-2-104. 왕고들빼기 MA저장 종료일 경도와 엽록소 함량 비교(8°C)

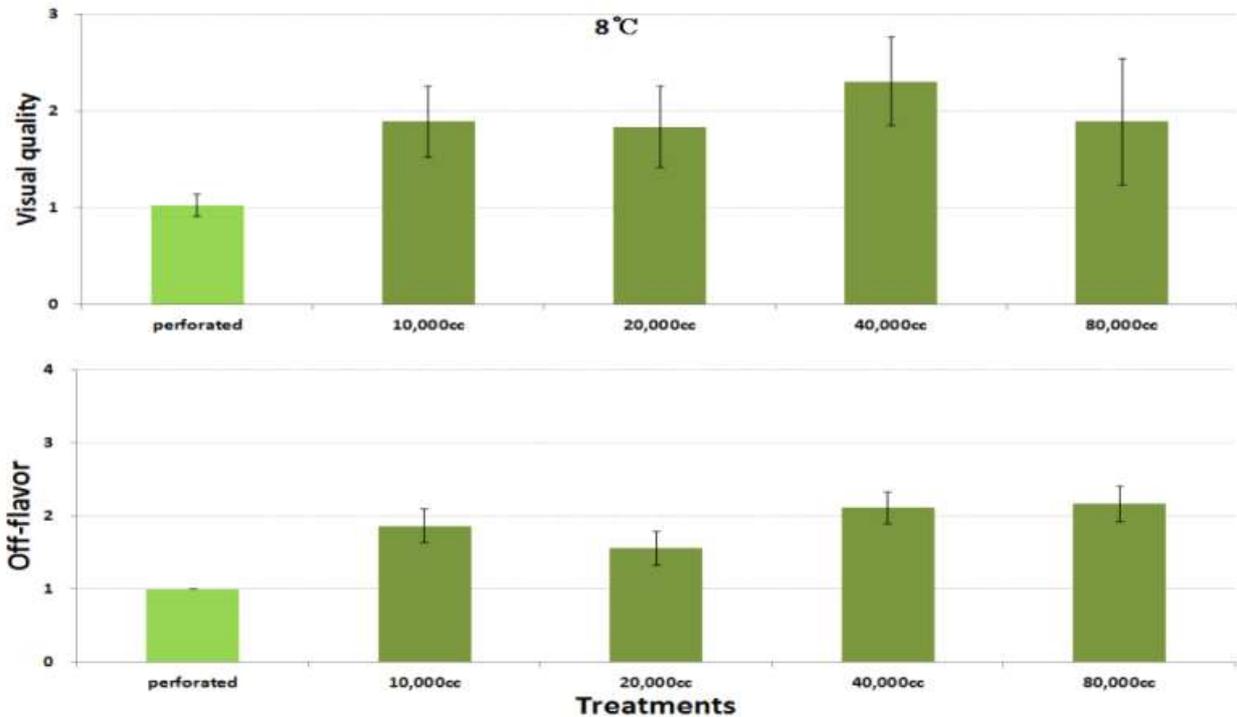


그림 3-2-105. 왕고들빼기 MA저장 종료일 외관과 이취 비교(8°C)

왕고들빼기 어린잎을 대상으로 8°C에서 MAP 저장 중 생체중 감소율은 MA저장 처리구는 저장 종료일인 7일째까지 1%이하의 낮은 감소를 보였고, 유공 필름 처리구는 22%에 달하는 높은 감소율을 나타냈다. 포장내 산소 농도는 처리구중 투과도가 가장 낮은 40,000cc가 가장 낮은 15% 농도였고, 이산화탄소도 40,000cc가 가장 높은 농도를 보였고 투과도에 차이에 따른 농도를 보였다. 에틸렌 농도는 처리간의 차이없이 모든 처리구가 20ul/L 이하를 유지하였다. 저장 종료일의 경도는 40,000cc가 높았고, 엽록소 함량은 가장 낮았던 유공 필름을 제외한 모든 MA저장 처리구가 유사하였으나 통계적 유의성은 없었다. 패널테스트를 통한 외관과 이취는 유공 필름을 제외한 모든 MAP 처리구는 유사한 정도를 보였다. 이상의 결과를 종합해보면 왕고들빼기 8°C와 20°C에 저장 시 포장내 이산화탄소가 비교적 낮고 외관상 품질이 양호하였던 8°C는 40,000cc, 20°C는 60,000cc에 포장하는 것이 적합하다고 판단된다.

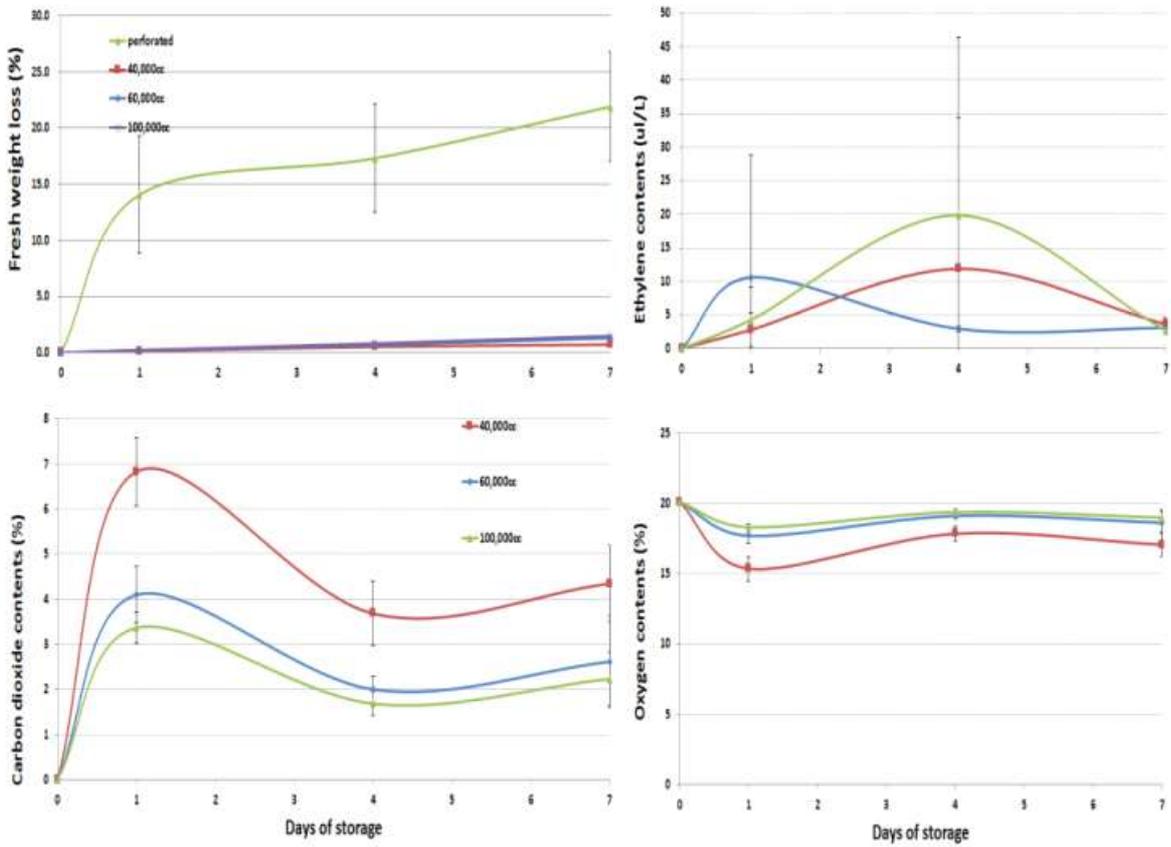


그림 3-2-106. 왕고들빼기 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화(20°C)

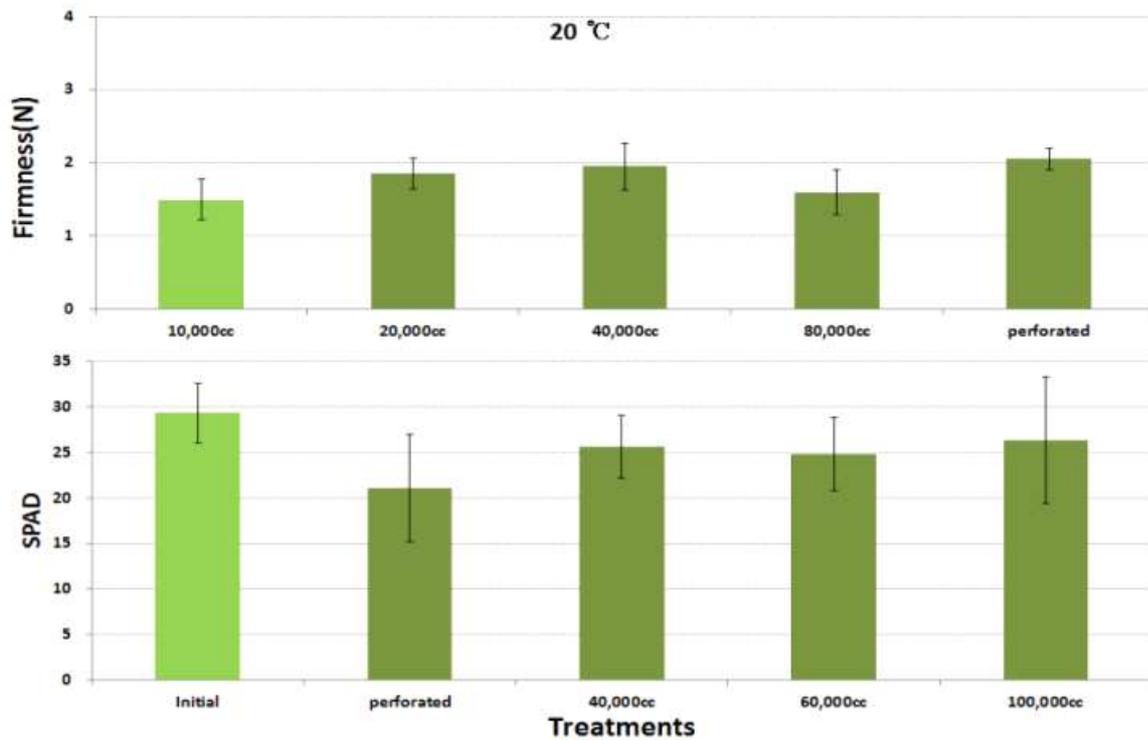


그림 3-2-107. 왕고들빼기 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량 비교(20°C)

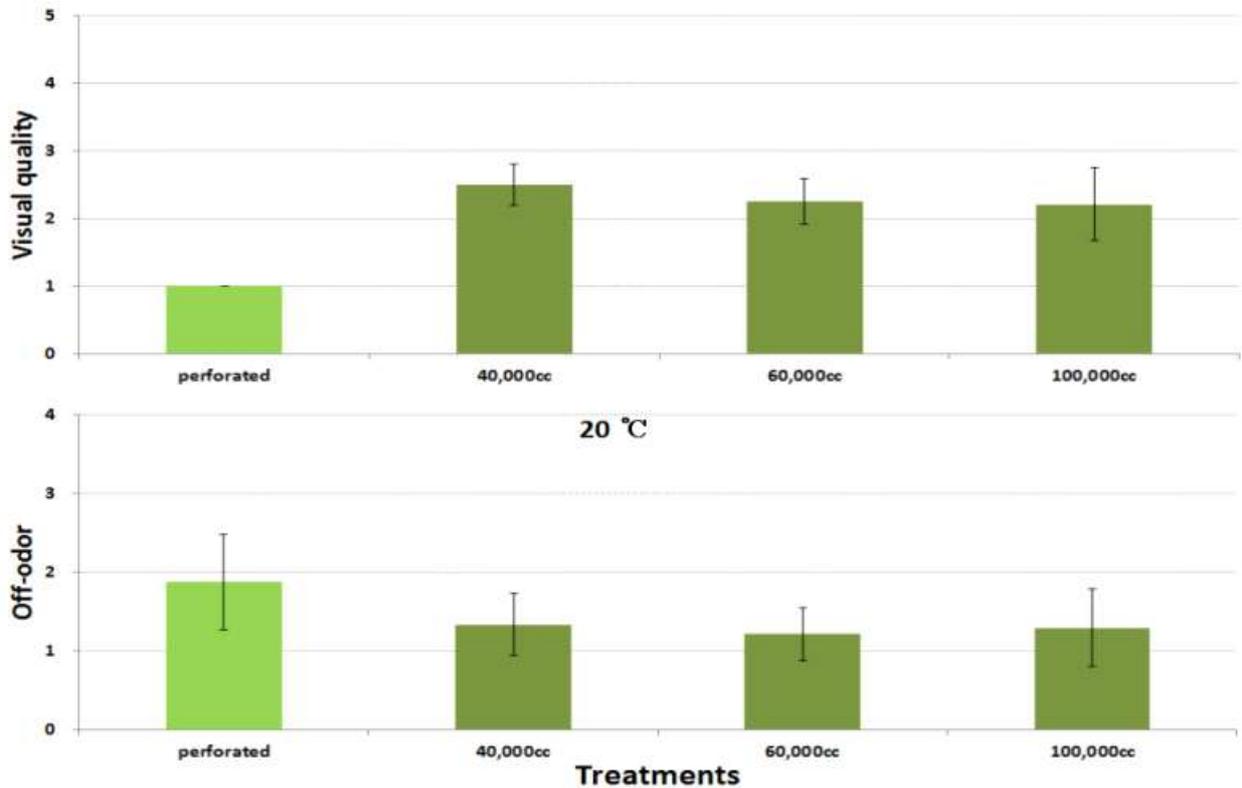


그림 3-2-108. 왕고들빼기 MA저장 종료일의 외관과 이취 비교(20°C)

< 다닥냉이 >

- 연구방법

저장조건: 1,300cc, 20,000cc, 50,000cc, 80,000cc, 대조구(유공:perforated), 8°C-14일

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 MAP 처리구 모두 저장 종료일까지 0.5% 미만이었으며, 유공 필름은 7%의 높은 감소를 보였다. 포장내 산소 농도는 처리구 중 가장 투과도가 낮은 1,300cc가 가장 낮은 저장 종료일에 10%의 농도를 나타냈고, 이산화탄소 농도는 1,300cc가 가장 높은 7%, 이를 제외한 MA저장 처리구는 2% 미만의 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 에틸렌 농도는 처리구간의 일정한 경향이 나타나지 않았다. 저장 종료일의 엽록소 함량은 1,300cc가 가장 높았으며, 색도는 1,300cc가 황색을 나타내는 b\*값이 가장 낮았다. 패널테스트를 통한 외관은 1,300cc가 가장 우수하였고, 이취는 유공 필름 처리구는 제외하고 1,300cc가 처리구 중 낮았으나 통계적 유의성은 없었다. 따라서 다닥냉이 MAP 시 1,300cc 필름으로 포장하는 것이 바람직하다.

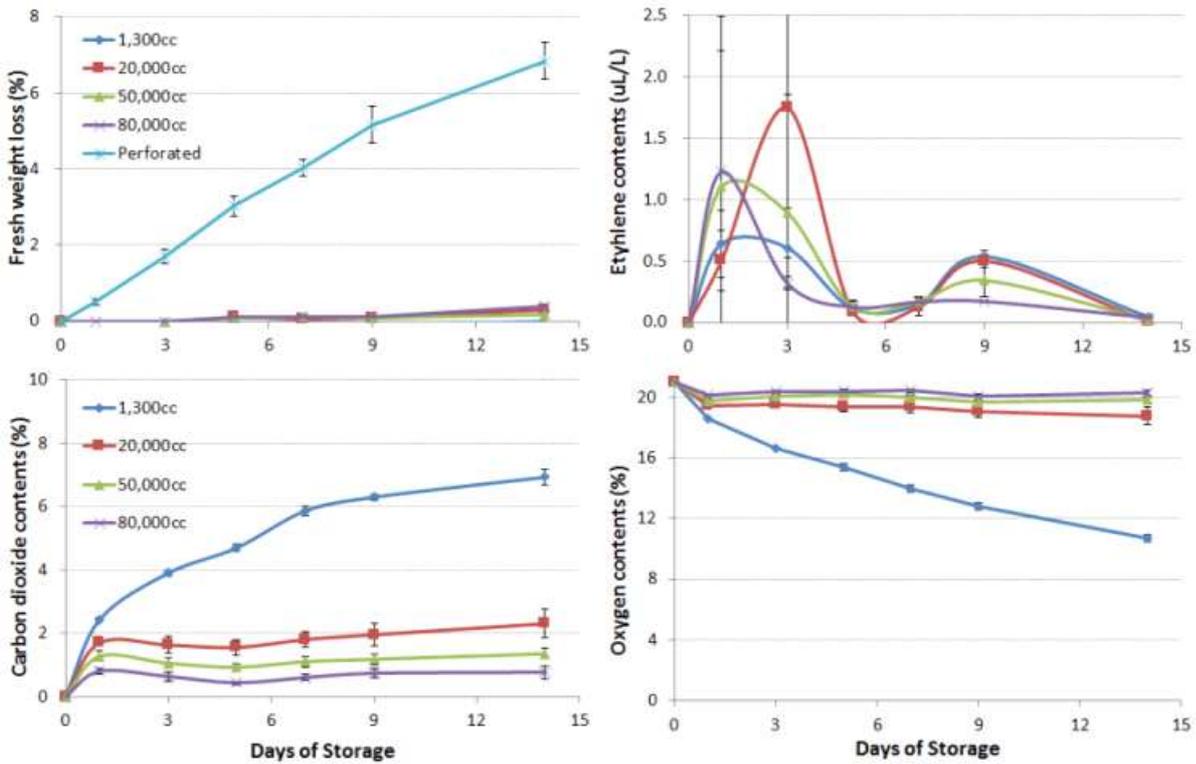


그림 3-2-109. 다닥냉이 MAP 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

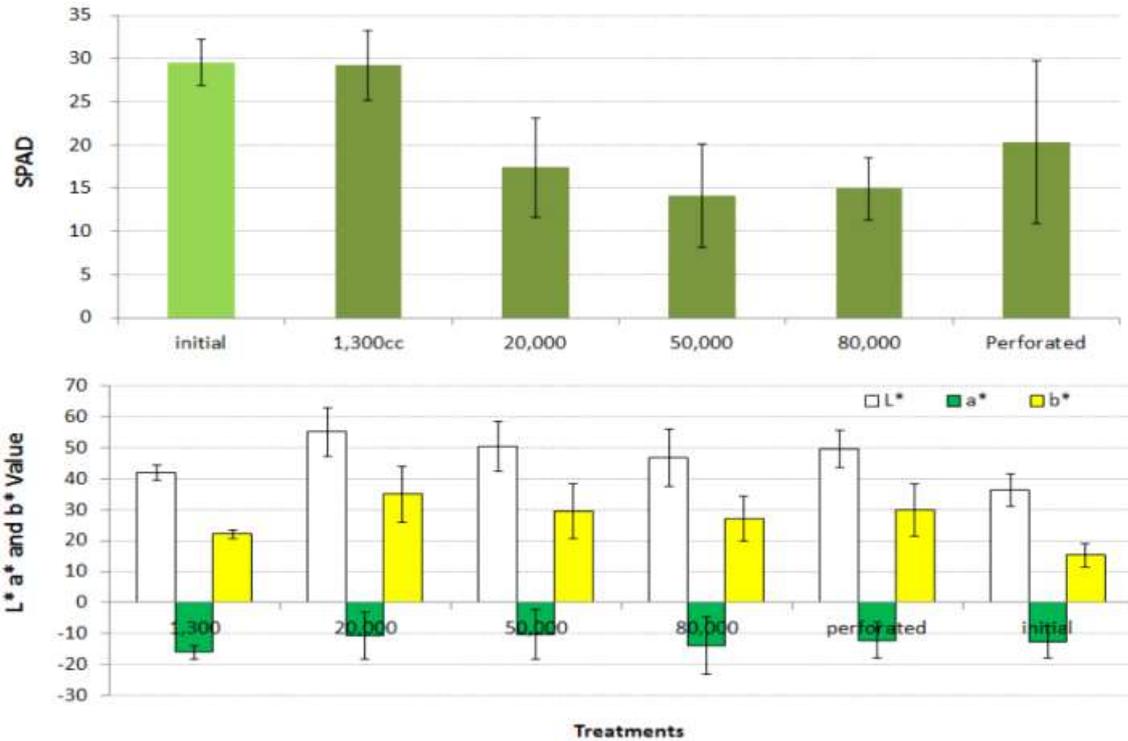


그림 3-2-110. 다닥냉이 MAP 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도 비교

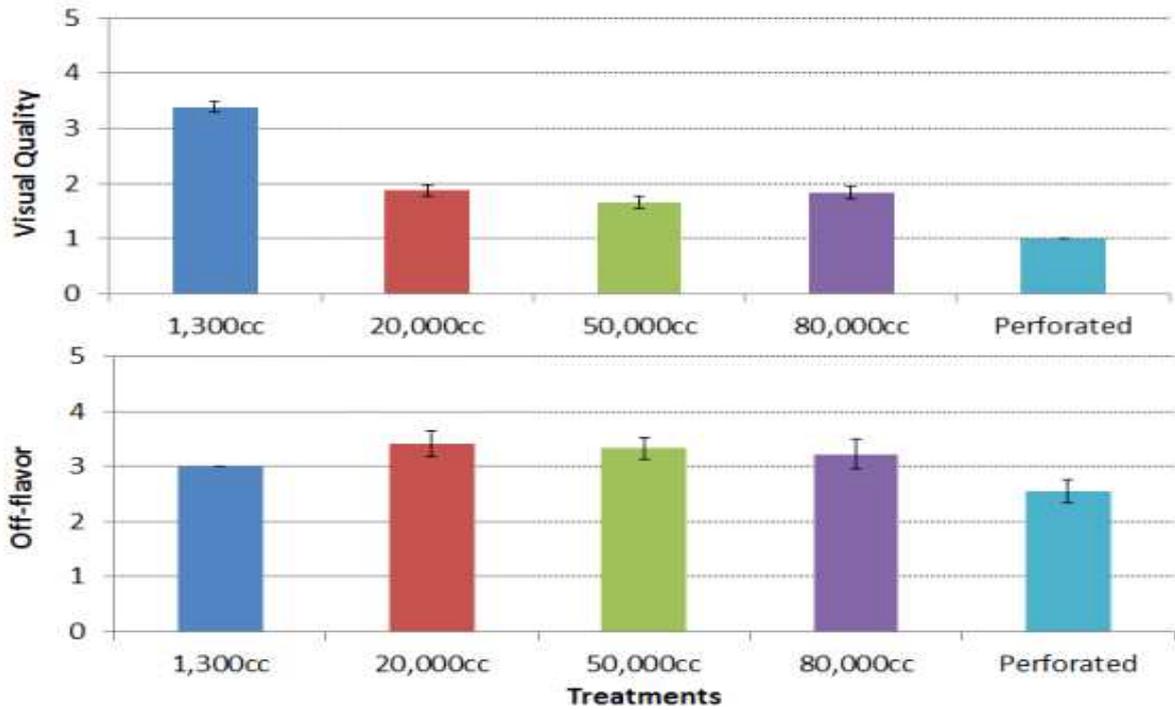


그림 3-2-111. 다닥냉이 MAP 저장 종료일의 외관과 이취 비교

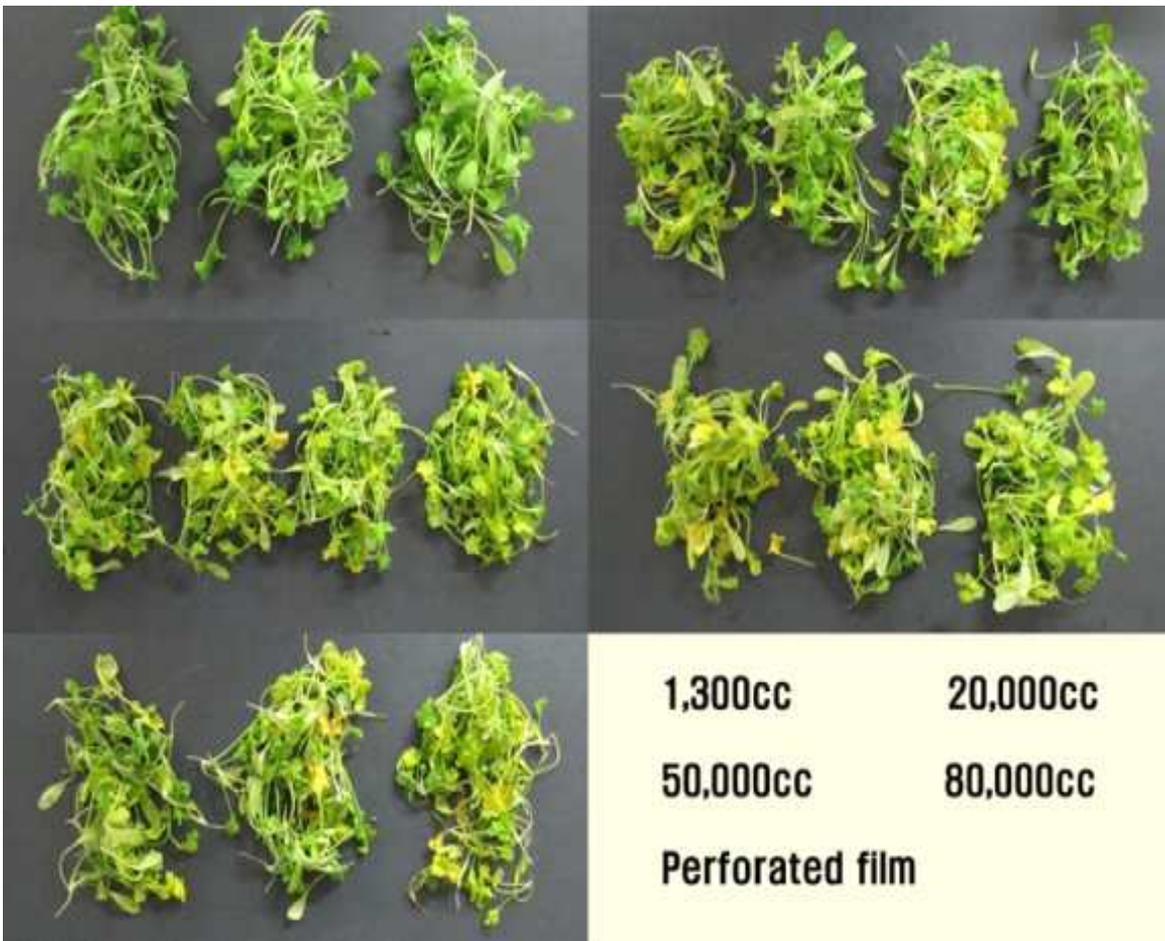


그림 3-2-112. 다닥냉이 MAP 저장 종료일의 외관

<레드샐러드볼>

- 연구방법

저장조건: 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-7/14일  
 조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이  
 취

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 MA저장 처리구는 저장 종료일까지 1% 미만이었으며, 유공 필름 처  
 리구는 저장 중 25% 이상의 급격한 감소와 외관상 품질 저하로 7일 종료하였다. 포장내 산소  
 농도는 1,300cc가 가장 낮은 13%의 수치를 보였고, 이산화탄소는 투과도가 가장 낮은  
 1,300cc가 약 7-8%의 높은 농도를 유지하였고 그 외 처리구들은 4% 이하이었다. 에틸렌 농  
 도는 증가와 감소를 반복하며 처리간의 일정한 경향은 나타났지만 통계적 유의성은 없었다. 저  
 장 종료일의 엽록소 함량과 색도는 모든 처리구가 초기값과 유사하며 처리에 따른 차이는 없  
 었다. 외관과 이취도 유공 필름을 제외한 MA저장 처리구 모두 유사한 정도를 나타냈다. 따라  
 서 레드샐러드볼 MAP 적용시 포장내 이산화탄소가 적절하게 유지되었던  
 20,000cc-40,000cc 의 필름으로 포장하는 것이 적절하다고 생각된다.

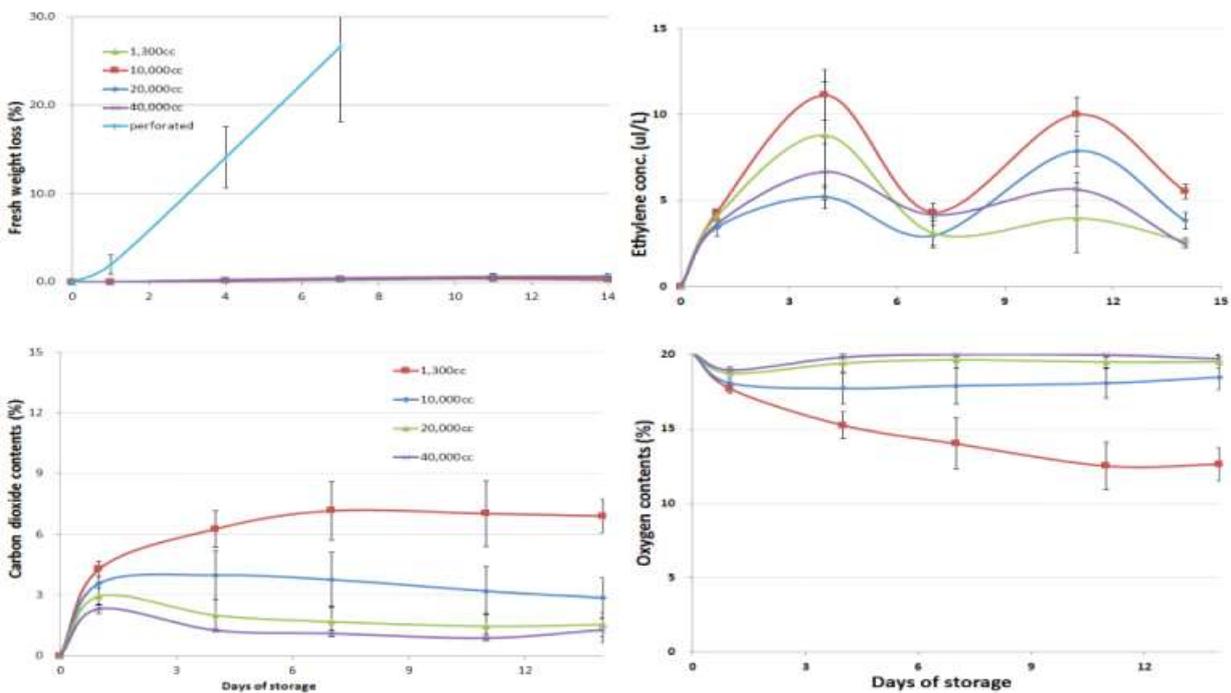


그림 3-2-113. 레드샐러드볼 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

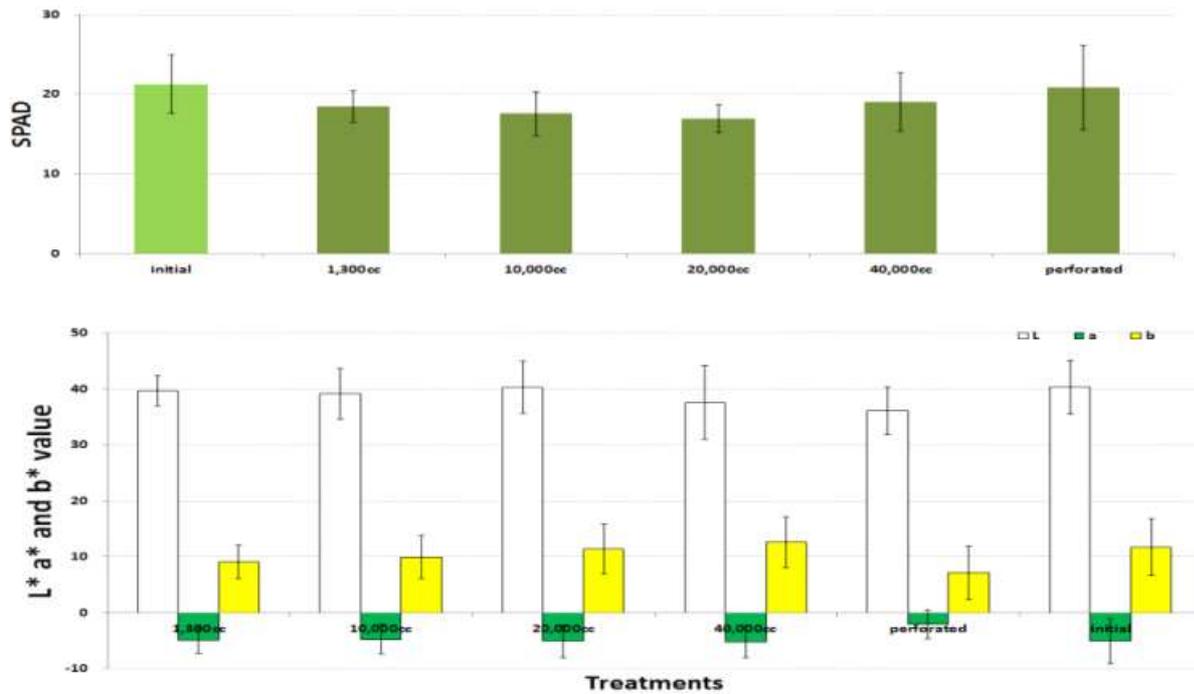


그림 3-2-114. 레드샐러드볼 MA저장 종료일의 엽록소 함량, 색도 비교

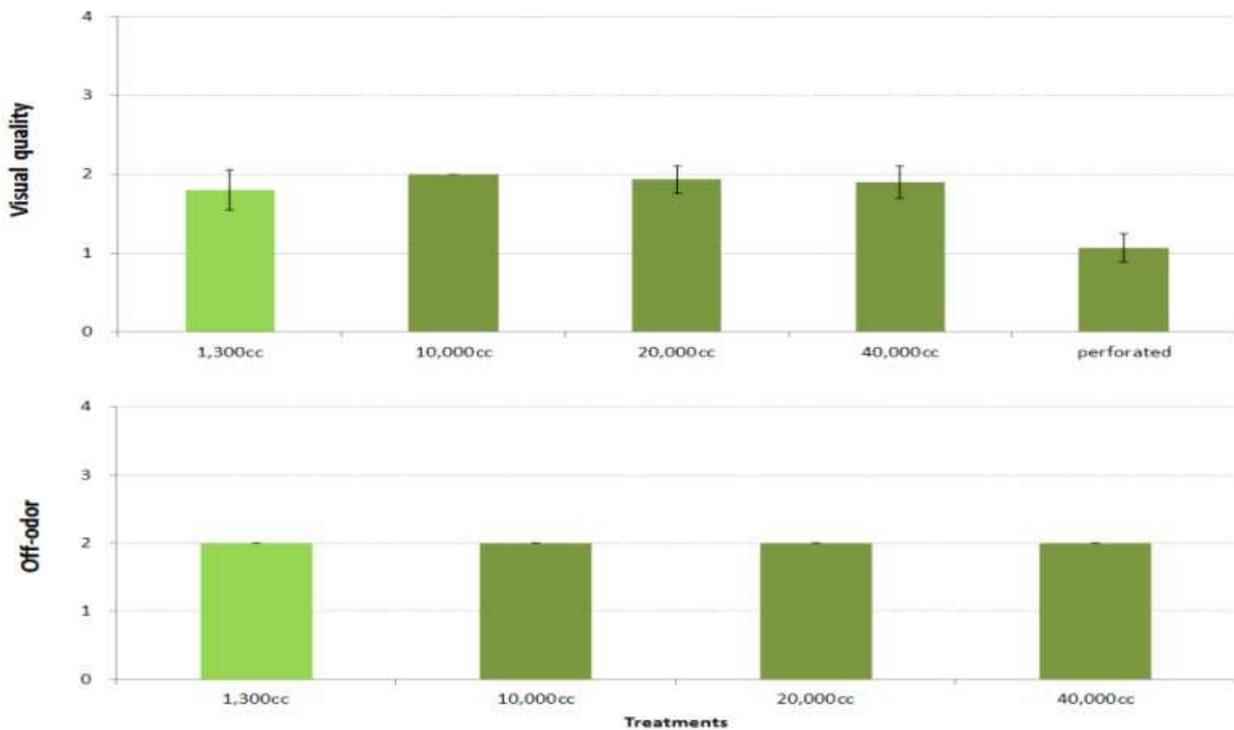


그림 3-2-115. 레드샐러드볼 MA저장 종료일의 외관과 이취

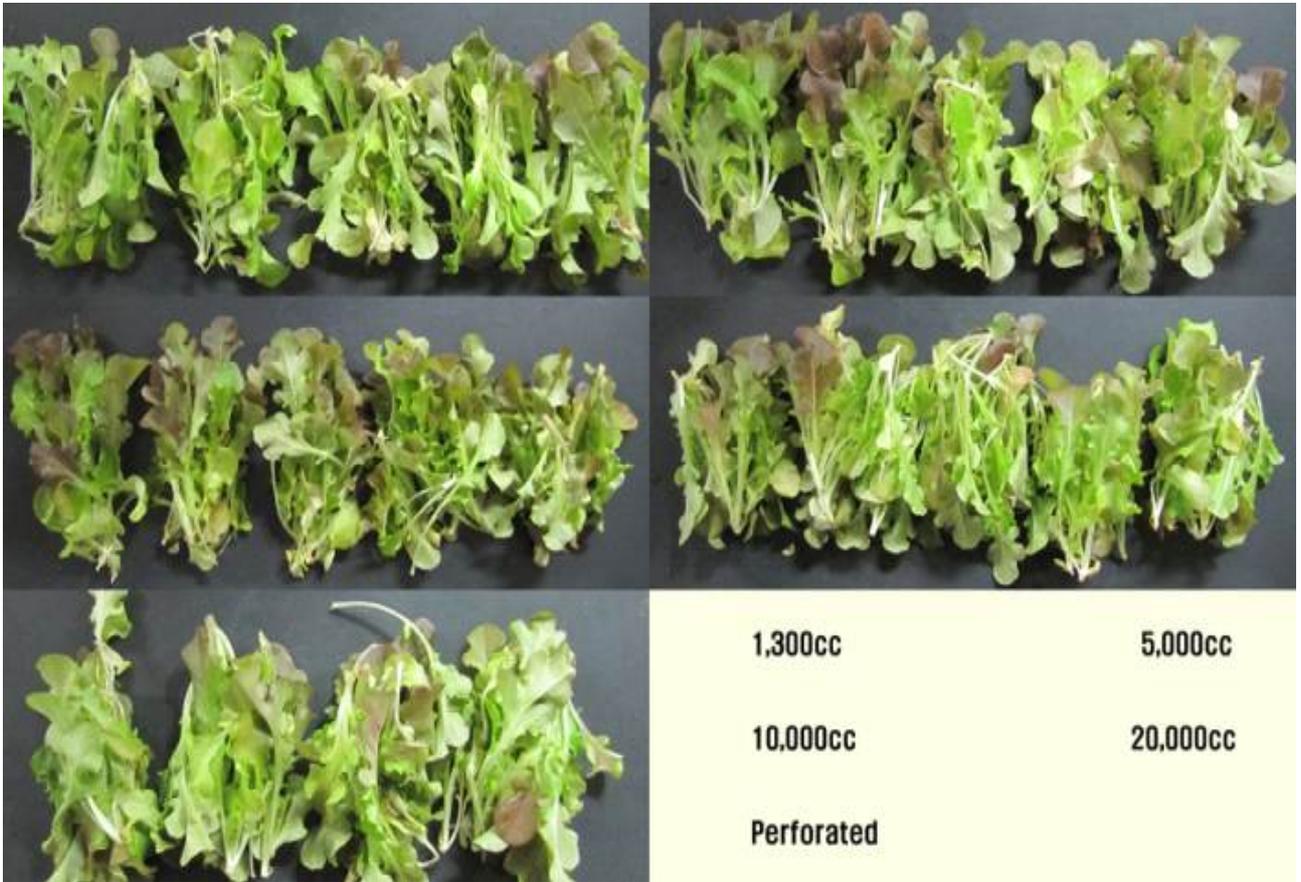


그림 3-2-116. 레드샐러드볼 MA저장 종료일의 외관

< 로메인 화이트 >

- 연구방법

저장조건: 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-7/14일  
 조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

- 연구결과

로메인 화이트 MA저장 중 생체중 감소율은 MAP 처리구는 저장 종료일까지 1%미만의 감소를 보였고, 유공 필름 처리구는 급격한 감소와 외관상 품질 저하로 인해 저장 7일째 종료하였다. 포장내 산소 농도는 1,300cc가 가장 낮은 12% 수준을 보였고, 이산화탄소 농도는 처리구중 투과도가 가장 낮은 1,300cc가 7-8%의 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 에틸렌 농도도 투과도가 가장 낮은 1,300cc가 가장 높았고 20,000cc가 가장 낮았다. 저장 종료일의 엽록소 함량, 색도, 패널테스트를 통한 외관과 이취 정도는 모든 처리구가 유사한 결과를 보였다. 따라서 로메인 화이트 MAP 적용시 포장내 이산화탄소 농도가 1-2% 수준을 보인 20,000cc-40,000cc 필름으로 저장 하는 것이 적절하다.

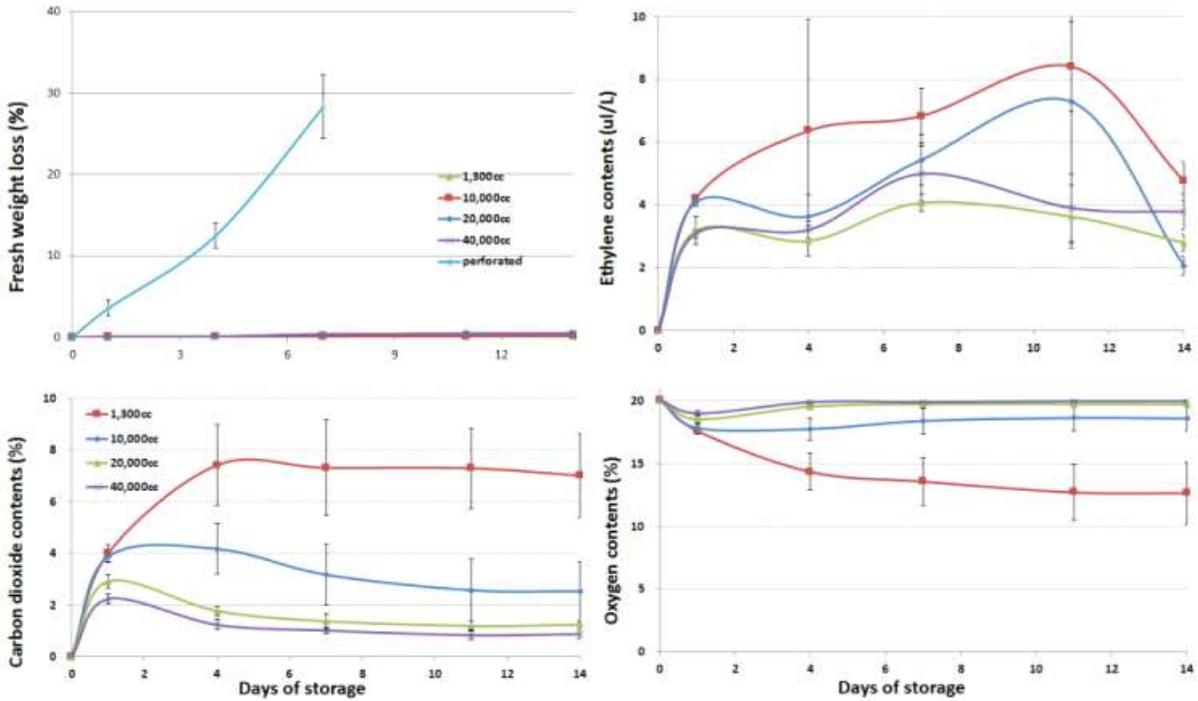


그림 3-2-117. 로메인 화이트 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

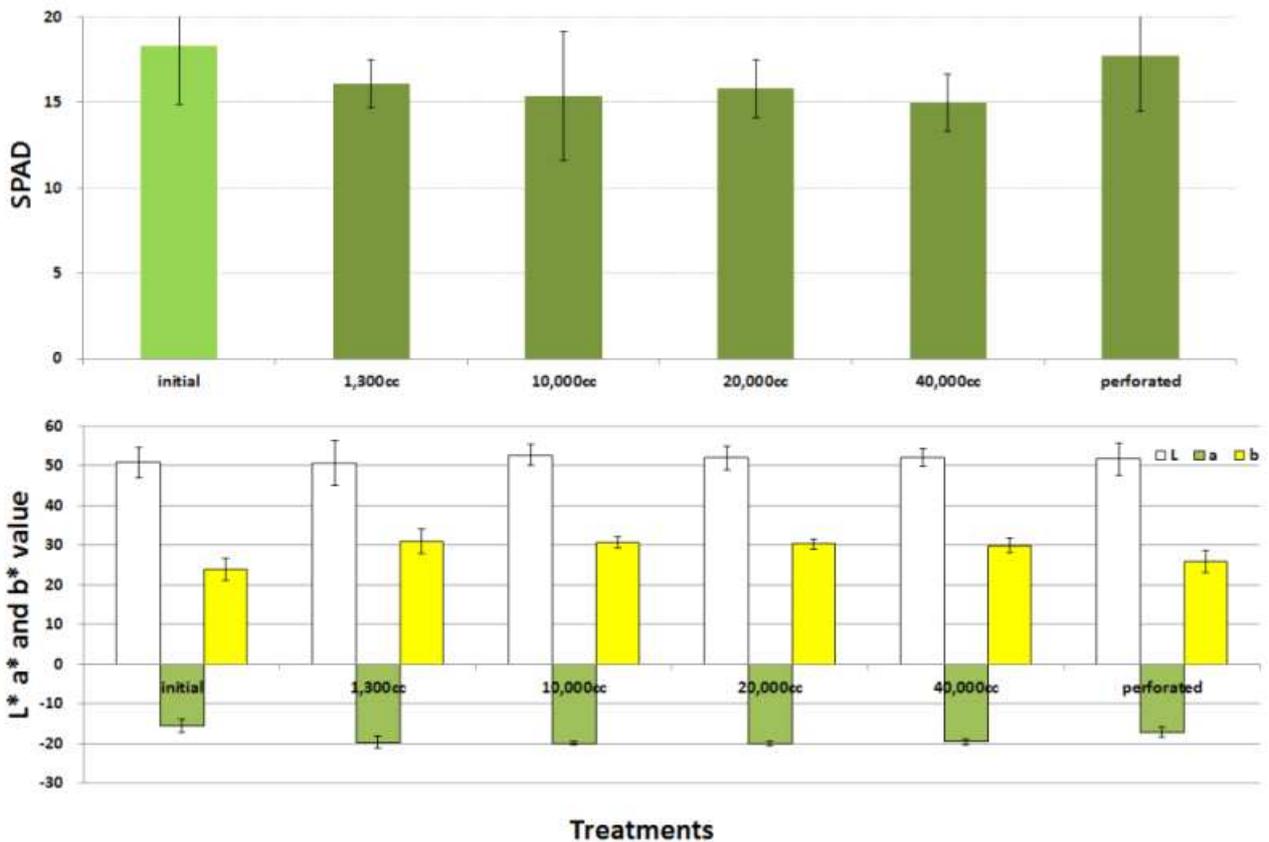


그림 3-2-118. 로메인 화이트 MA저장 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도 비교

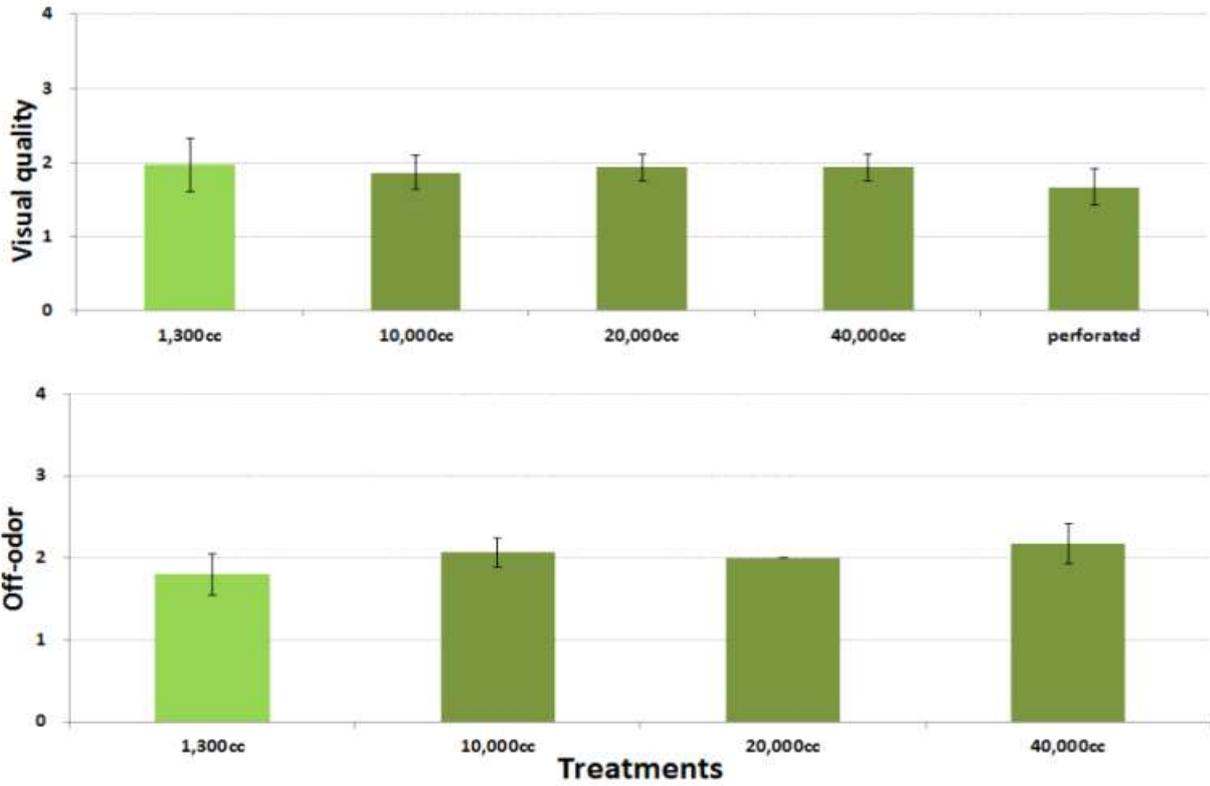


그림 3-2-119. 로메인 화이트 MA저장 저장 종료일의 외관과 이취 비교



그림 3-2-120. 로메인 화이트 MA저장 저장 종료일의 외관

< 루폴라 >

- 연구방법

저장조건: 1,300cc, 10,000cc, 40,000cc, 70,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-14일  
 조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 유공을 제외한 모든 MA저장 처리구가 저장 종료일까지 0.5% 미만 감소하였고, 유공 필름 처리구는 6%의 높은 감소율을 나타냈다. 포장내 산소 농도는 처리구 중 투과도가 가장 낮은 1,300cc가 가장 낮은 10%, 이산화탄소 농도는 1,300cc가 가장 높은 8%, 10,000cc는 4% 내외의 수치를 나타냈고 나머지 처리구는 2% 이하였다. 에틸렌 농도는 저장 중 증가와 감소를 보이며 일정한 경향 없이 1.0ul/L 이하 수준이었다. 저장 종료일의 엽록소 함량은 10,000cc와 유공 필름 처리구가 높았다. 경도는 40,000cc가 다소 높았으며, 색도는 처리구간의 차이가 없었다. 패널테스트를 통한 외관은 10,000cc가 가장 우수하였으며, 이취는 처리구 차이가 나타나지 않았다. 따라서 루폴라 MAP 시 엽록소 함량이 높고, 외관상 품질이 우수하였던 10,000cc 필름을 사용하는 것이 적합하다고 판단된다.

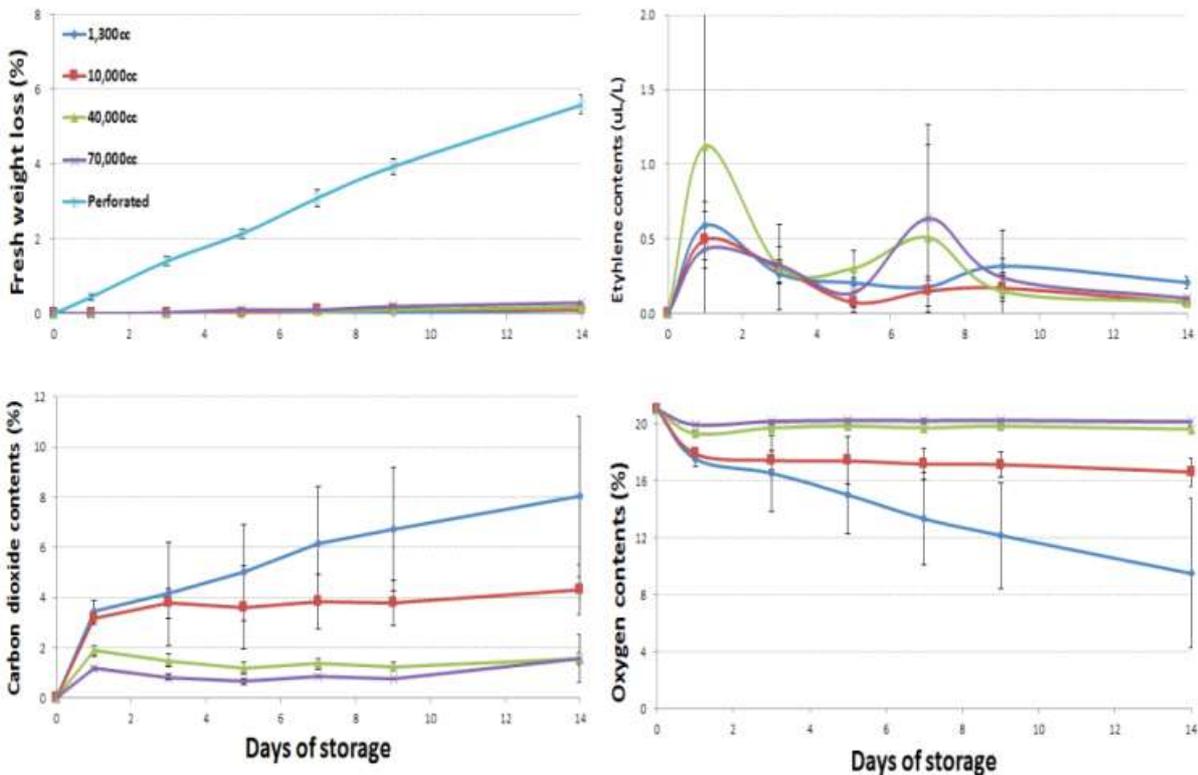


그림 3-2-121. 루폴라 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

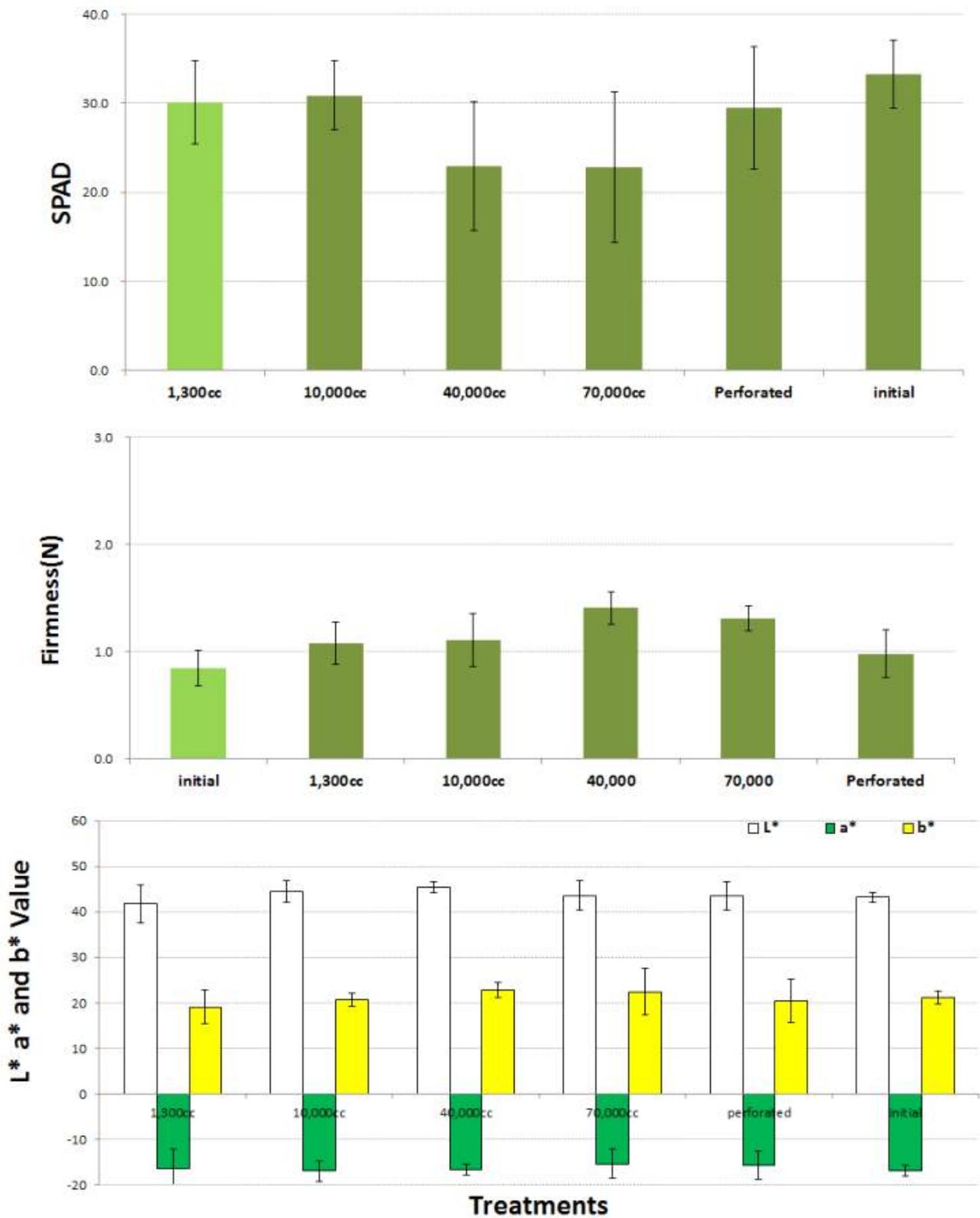


그림 3-2-122. 루꼴라 MA저장 종료일 엽록소 함량, 경도, 색도 비교

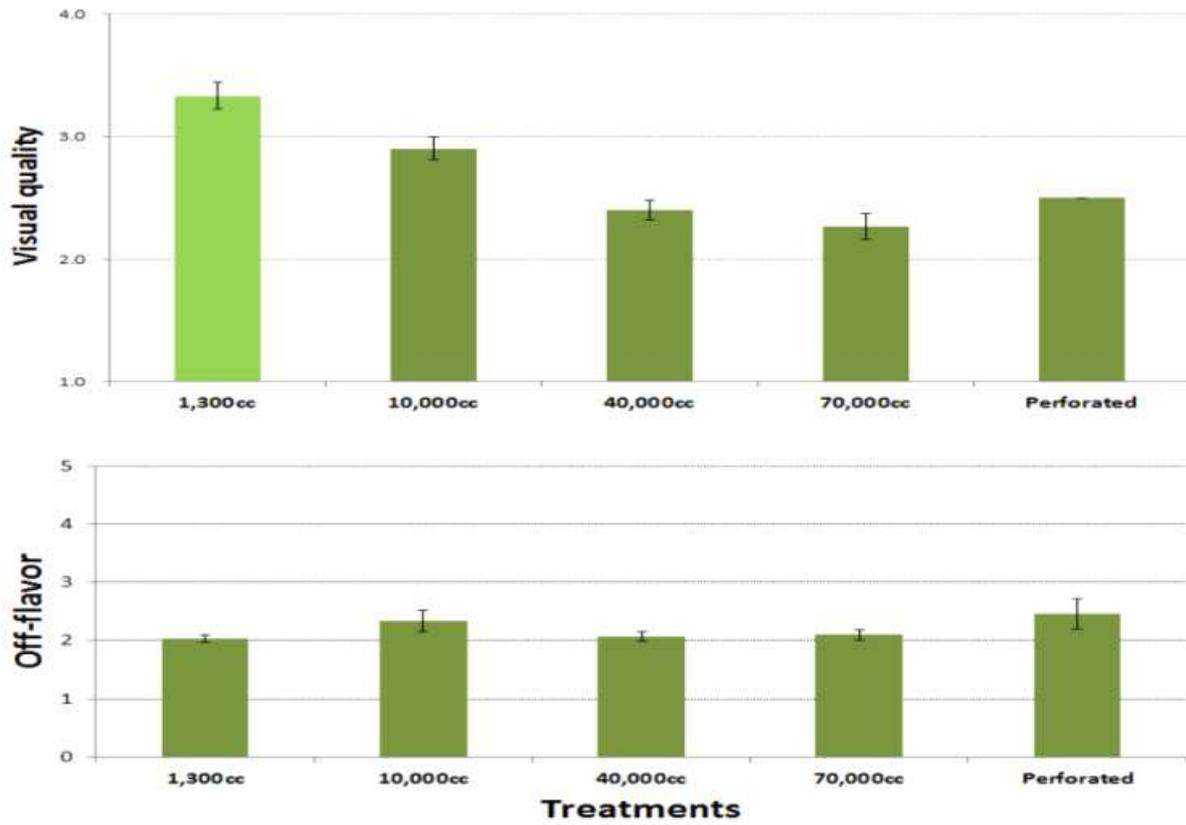


그림 3-2-123. 루꼴라 MA저장 종료일 외관 이취 비교

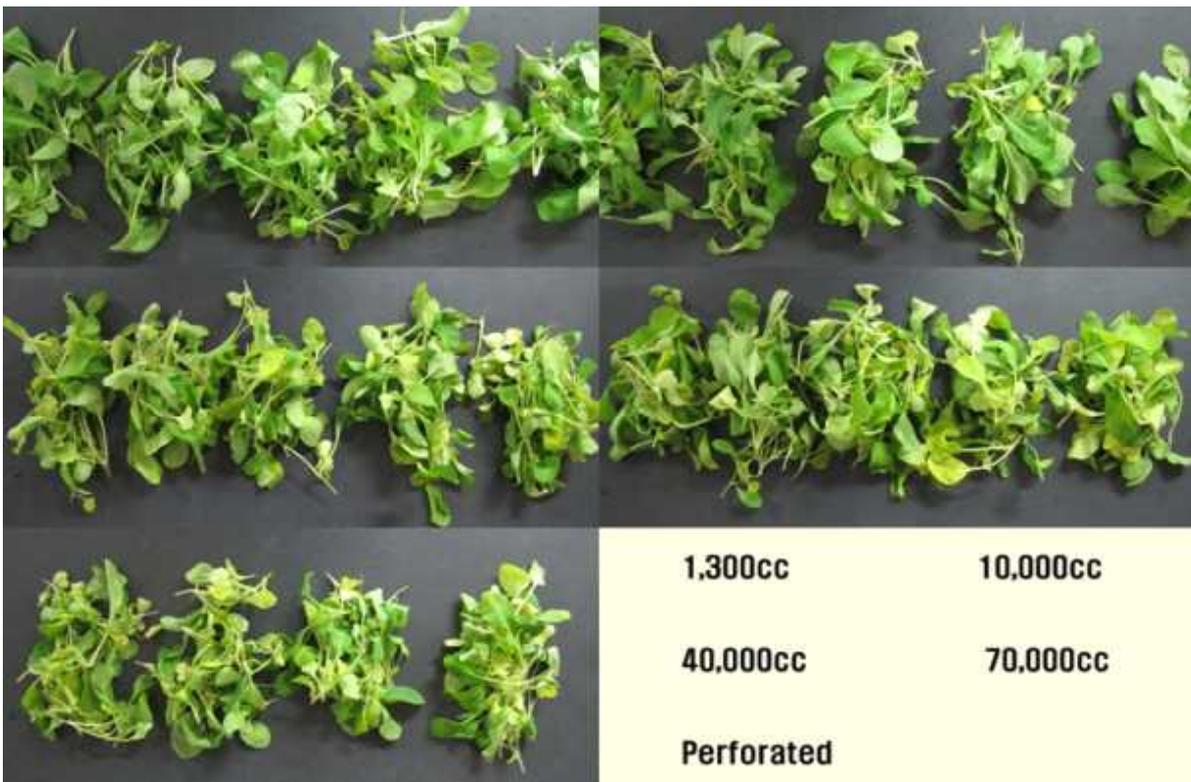


그림 3-2-124. 루꼴라 MA저장 종료일 외관

<박하>

- 연구방법

저장조건: 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 80,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-25일  
 조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 유공을 제외한 모든 MA저장 처리구는 저장 종료일인 25일째까지 1% 미만이었으며, 유공 필름 처리구는 최종 15%의 감소율을 보였다. 포장내 산소 농도는 처리구 중 산소투과도가 가장 낮은 10,000cc가 10%의 가장 낮은 농도를 나타냈고, 이산화탄소 농도는 10,000cc가 11%로 가장 높았고 나머지 처리구는 6%이하의 농도를 유지하였다. 에틸렌 농도는 처리구간의 차이 없이 저장 중 증감을 반복하였다. 저장 종료일의 엽록소 함량과 경도는 처리구 중 20,000cc가 가장 높았고, 색도는 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 외관은 80,000cc가 양호하였지만 통계적 유의성은 없었으며, 이취도 80,000cc가 가장 낮았다. 이에 박하 어린잎 MAP시 외관상 품질이 양호하며 경도가 다소 높았던 20,000cc로 포장 하는 것이 적합하다.

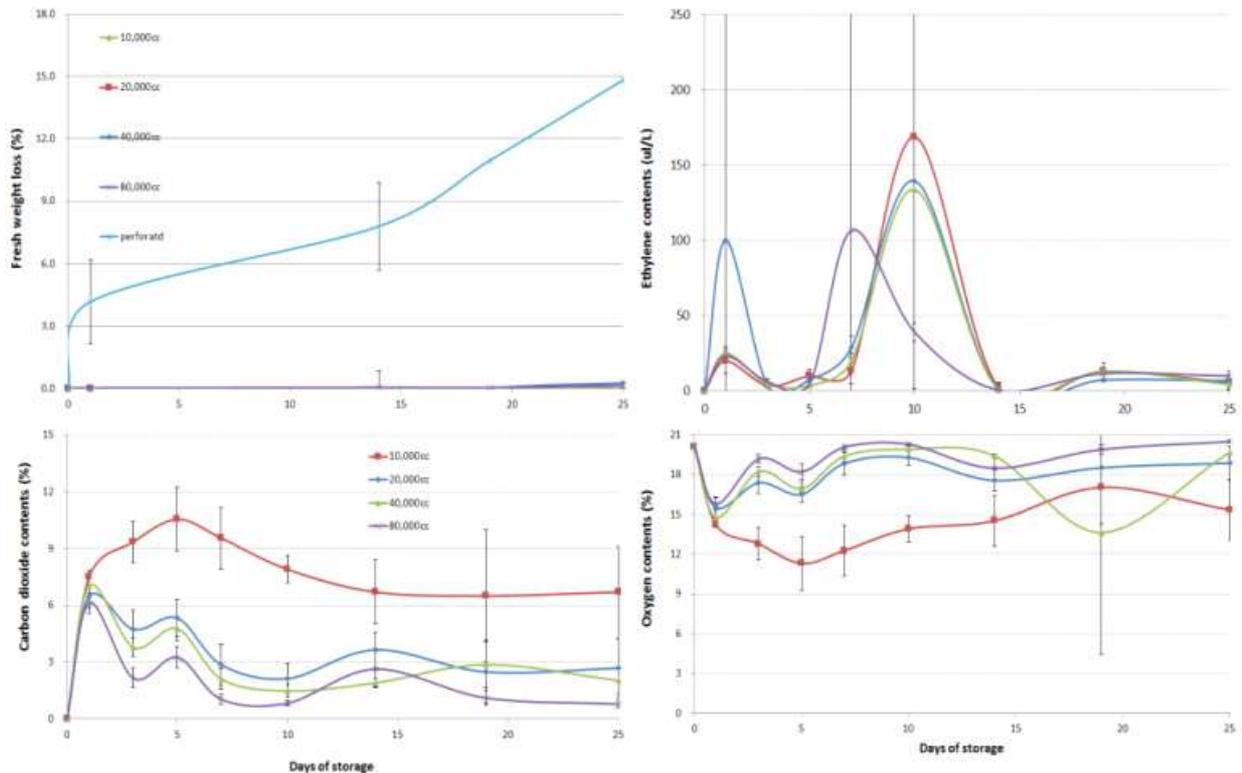


그림 3-2-125. 박하 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

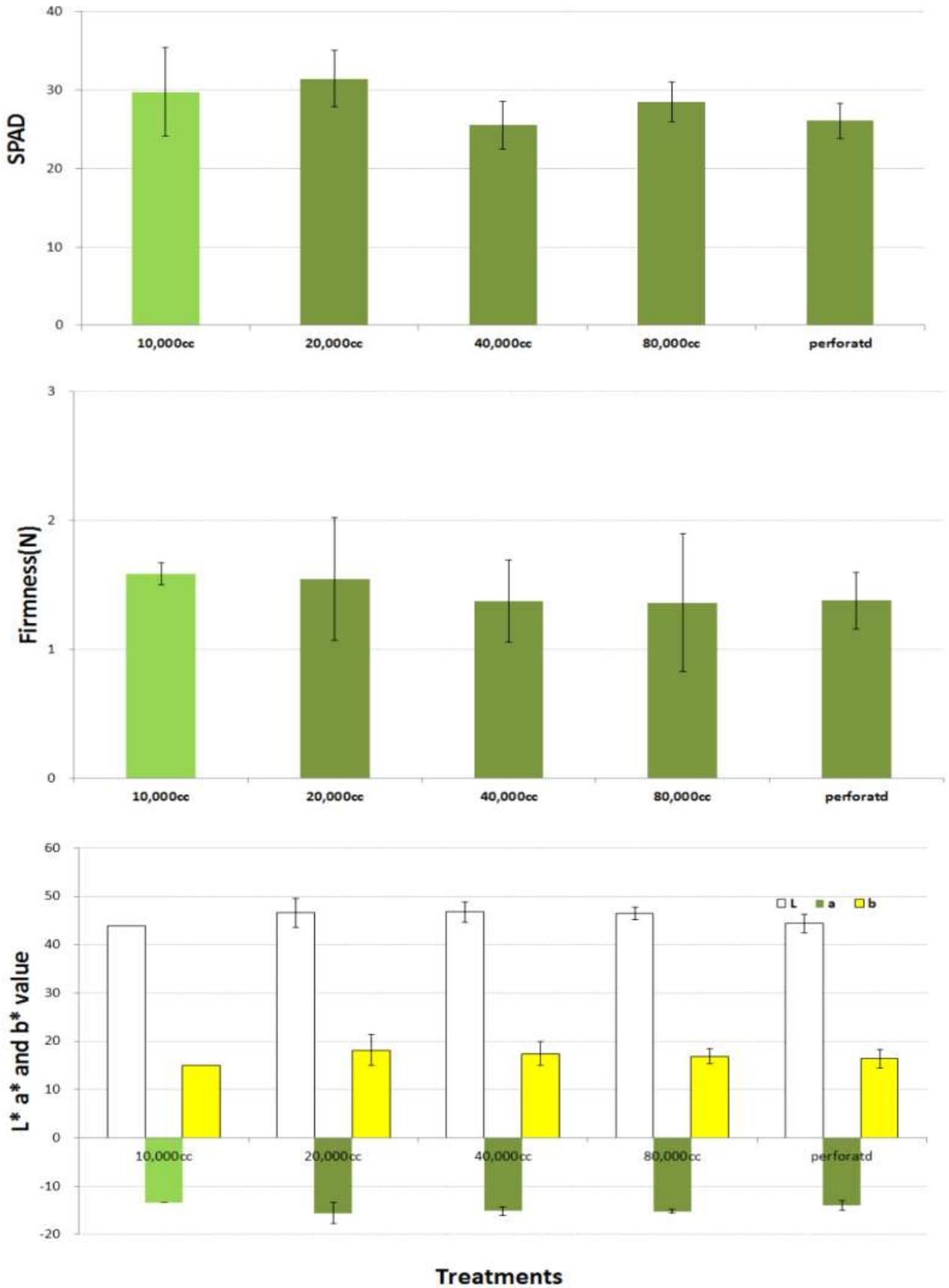


그림 3-2-126. 박하 MA저장 종료일의 엽록소 함량, 경도, 색도 비교

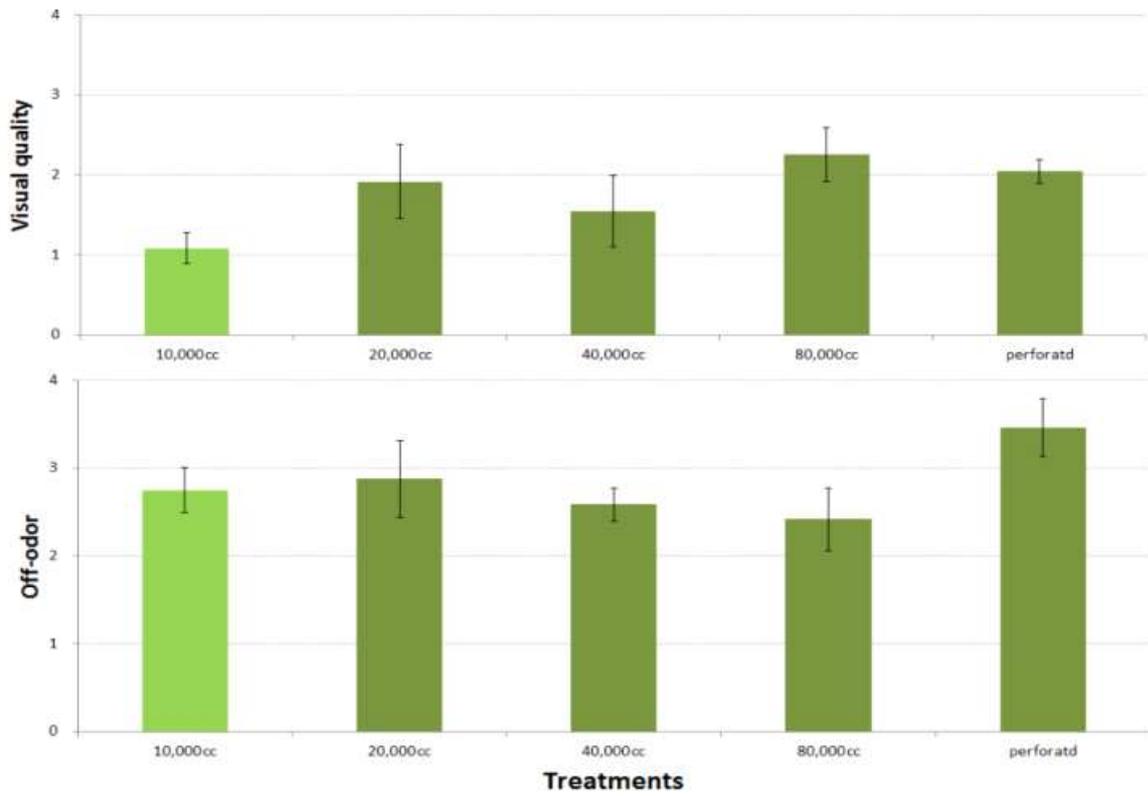


그림 3-2-127. 박하 MA저장 종료일의 외관과 이취 정도



그림 3-2-128. 박하 MA저장 종료일의 외관

<오팔 · 큰잎 바질>

– 연구방법

저장조건: 1,300cc, 40,000cc 8℃-12일

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

– 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 오파바질과 큰잎 바질의 모든 처리구가 저장 종료일까지 0.5% 미만의 감소를 보였고, 포장내 산소 농도는 두 품종의 1,300cc 처리구가 가장 낮은 농도를 나타냈다. 이산화탄소 농도는 두 품종 40,000cc 처리구가 2% 미만을 저장 종료일까지 유지하였다. 에틸렌 농도는 품종과 필름에 따른 차이 없이 3ul/L 수준의 농도를 보였다. 저장 종료일의 엽록소 함량은 오파바질의 경우 필름에 차이 없이 초기값에 비해 50% 이상의 감소를 보였고, 큰잎바질은 1,300cc 처리구가 높은 수치를 나타냈다. 색도는 모든 처리구가 초기값과 유사하였고, 패널테스트로 진행된 외관과 이취는 모든 처리구 유사한 결과를 보였다. 이에 오파 바질은 생체중 감소가 작았던 1,300cc, 큰잎 바질은 엽록소 함량이 높았던 1,300cc이 MAP 적용시 적합한 것으로 판단된다.

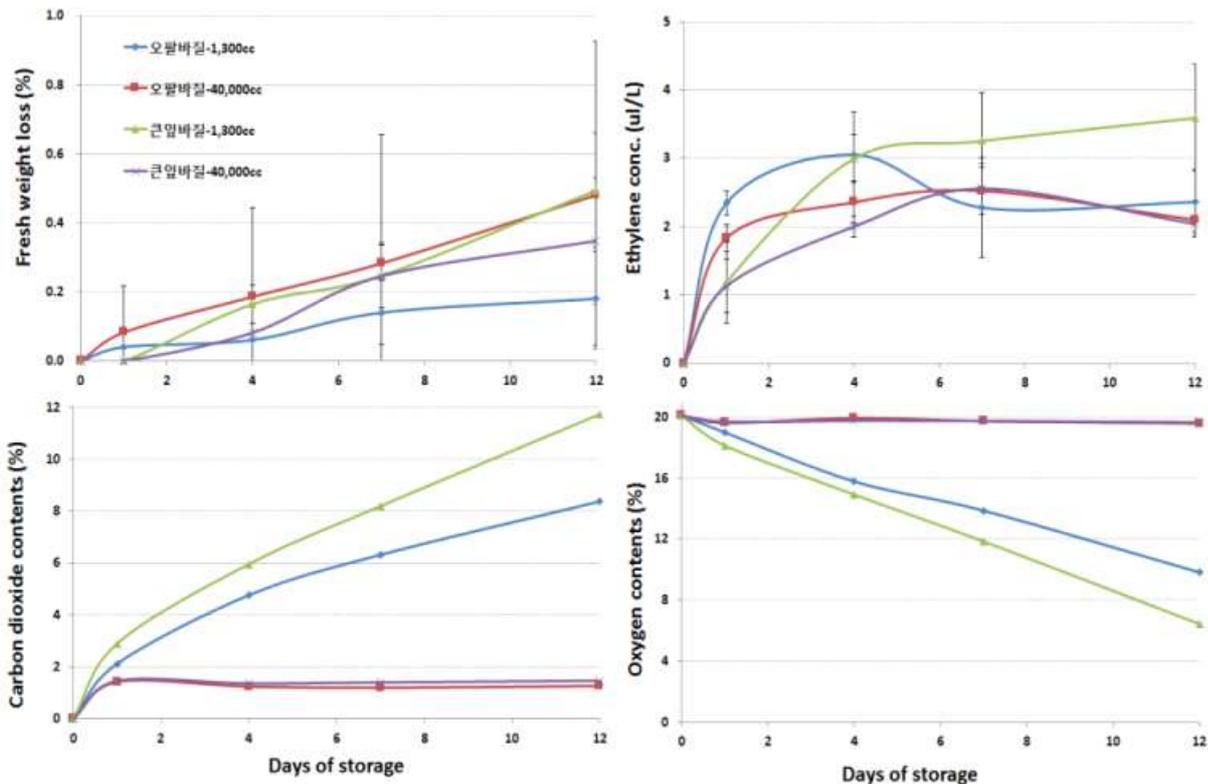


그림 3-2-129. 오파바질, 큰잎바질 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

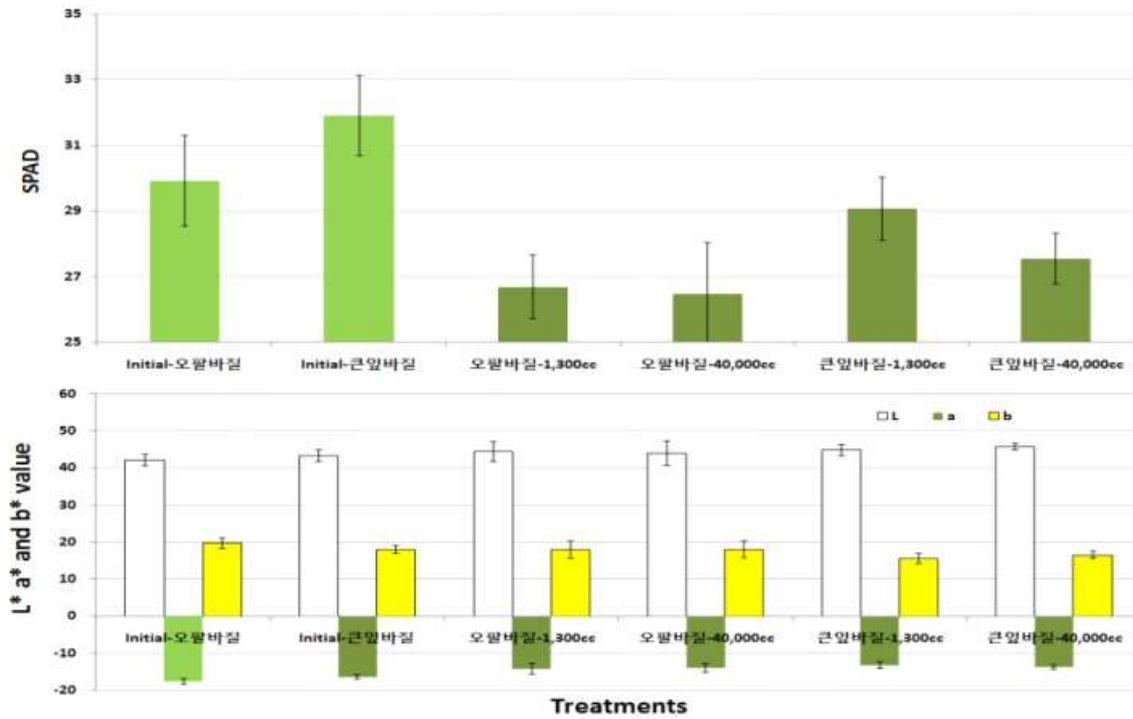


그림 3-2-130. 오팔바질, 큰잎바질 MA저장 종료일의 엽록소 함량, 색도 비교

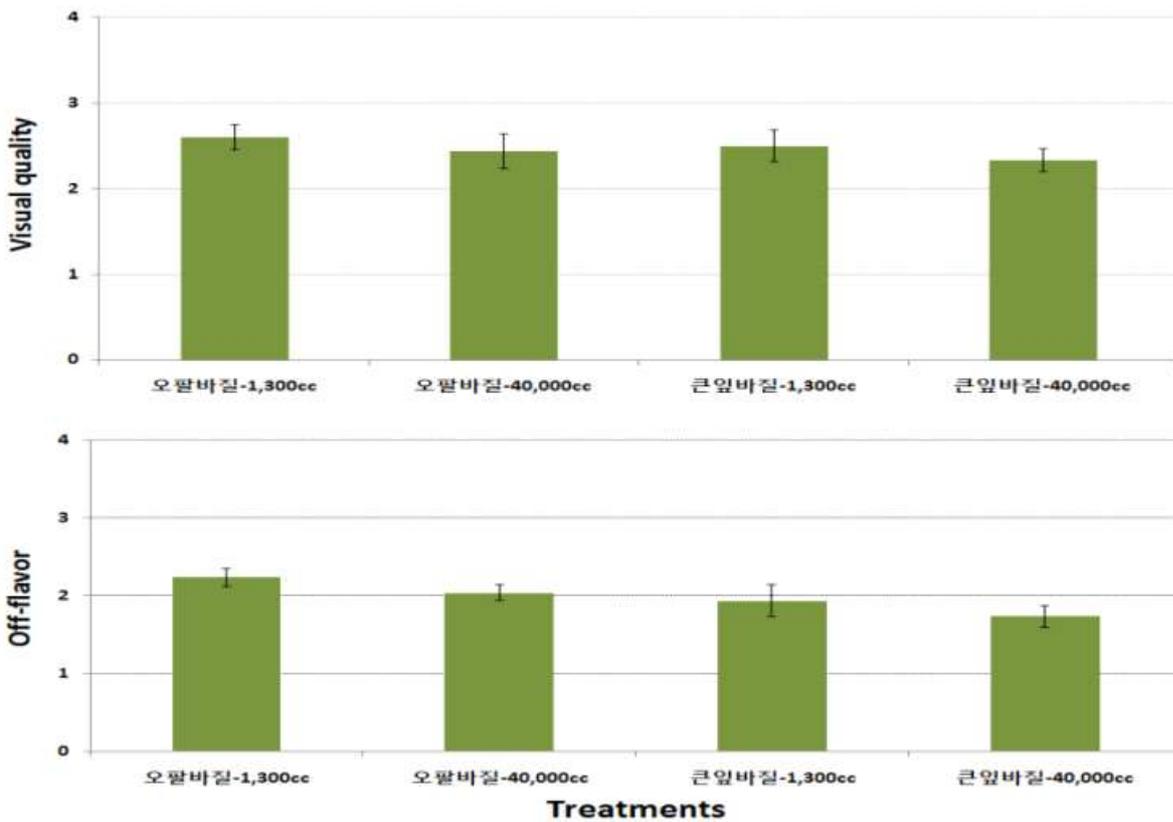


그림 3-2-131. 오팔바질, 큰잎바질 MA저장 종료일의 외관과 이취 비교



그림 3-2-132. 오팔바질 MA저장 종료일의 외관



그림 3-2-133. 큰잎바질 MA저장 종료일의 외관

< 적다채 >

- 연구방법

저장조건: 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-7/10일  
 조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 MA저장 처리구의 경우 저장 종료일까지 1% 미만의 감소를 보였고, 유공 필름 처리구의 저장 7일째 23%의 높은 감소로 수분 손실로 인한 외관상 품질 저하를 보여 저장 종료하였다. 포장내 산소 농도는 투과도가 가장 낮은 1,300cc 가 저장 종료일에 6%의 낮은 농도를 보였고, 그 외 처리구는 16% 이상의 농도를 유지하였다. 이산화탄소 농도는 1,300cc가 가장 높은 11% 내외의 높은 수치를 보였고, 그 외 나머지 MA저장 처리구는 6% 이하의 농도로 저장 종료일까지 유지되었다. 에틸렌 농도는 1,300cc가 가장 높은 8-9ul/L 내외의 수준을 보였고, 이를 제외한 나머지 처리구는 6ul/L 이하의 수치를 나타냈다. 저장 종료일의 엽록소 함량은 유공 필름 처리구가 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었고, 색도는 모든 처리구가 유사한 수치를 보였다. 패널세트를 통한 외관은 10,000cc가 다소 높았으나 통계적 유의성은 없었고, 이취 정도는 모든 처리구기 유사한 결과를 보였다. 이에 적다채 MA저장 시 엽록소 함량이 초기값과 유사하고 다소 양호한 외관을 보인 10,000cc가 MAP 포장재로 적합하다고 판단된다.

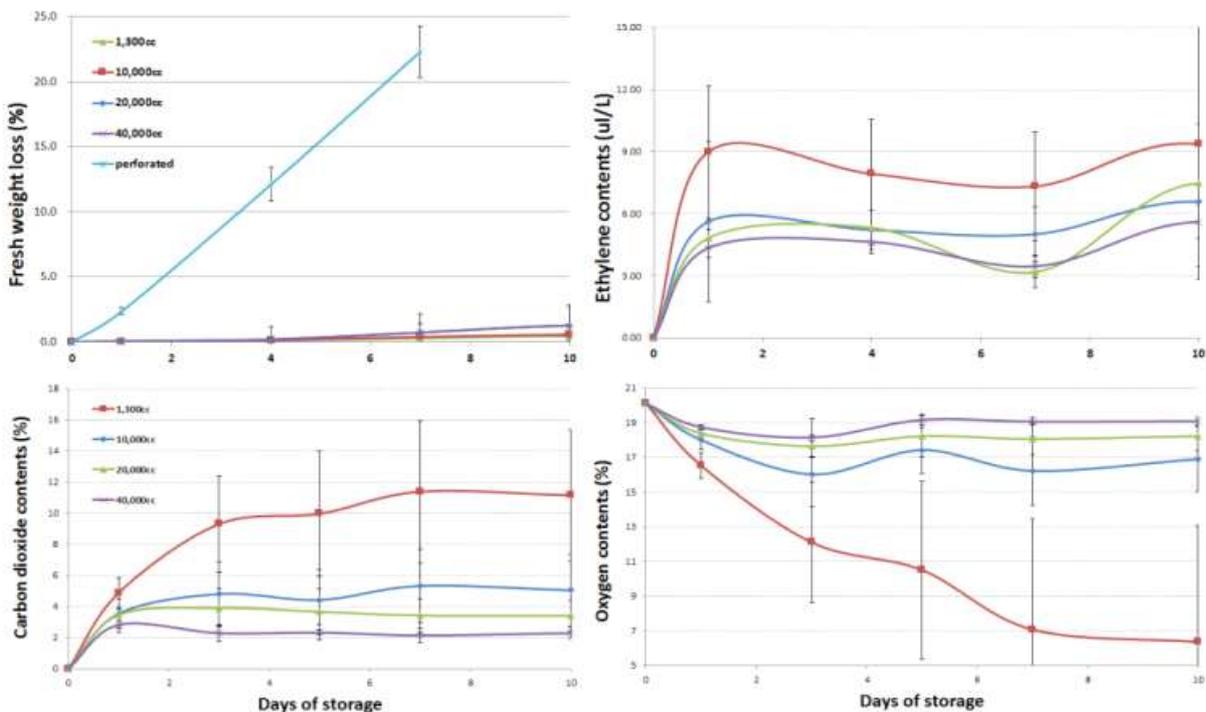


그림 3-2-134. 적다채 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

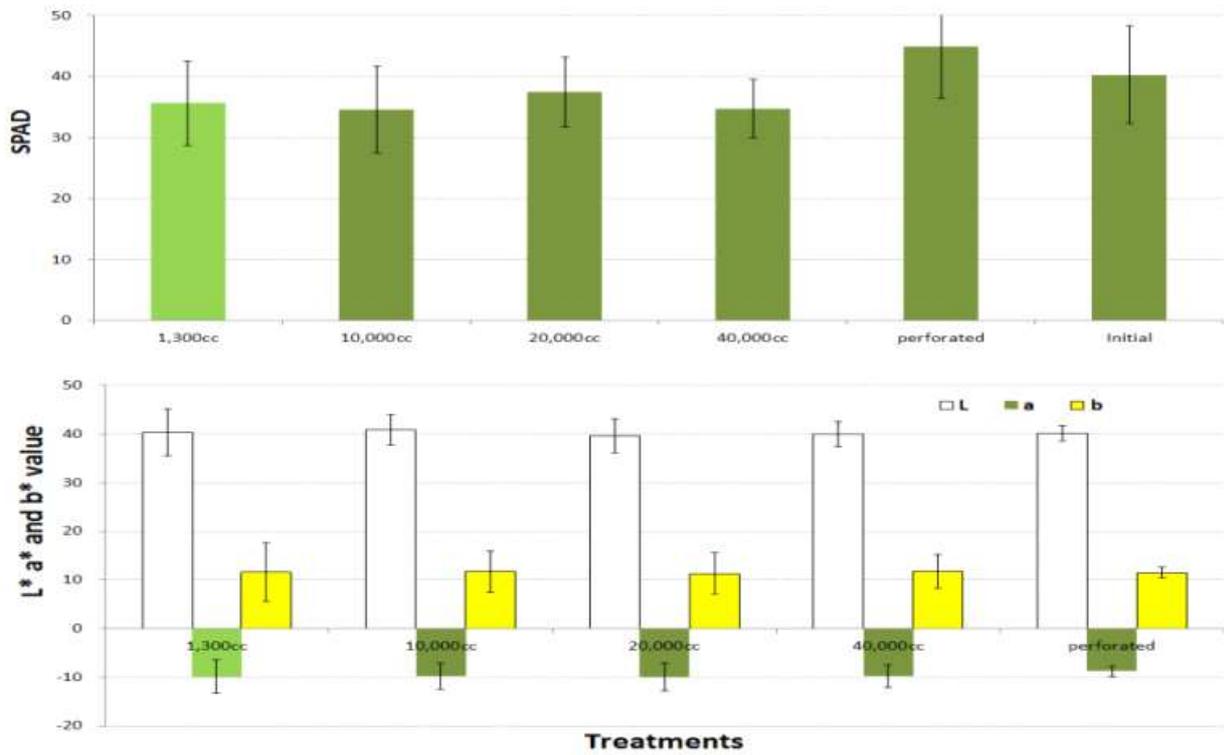


그림 3-2-135. 적다채 MA저장 종료일의 엽록소 함량, 색도 비교

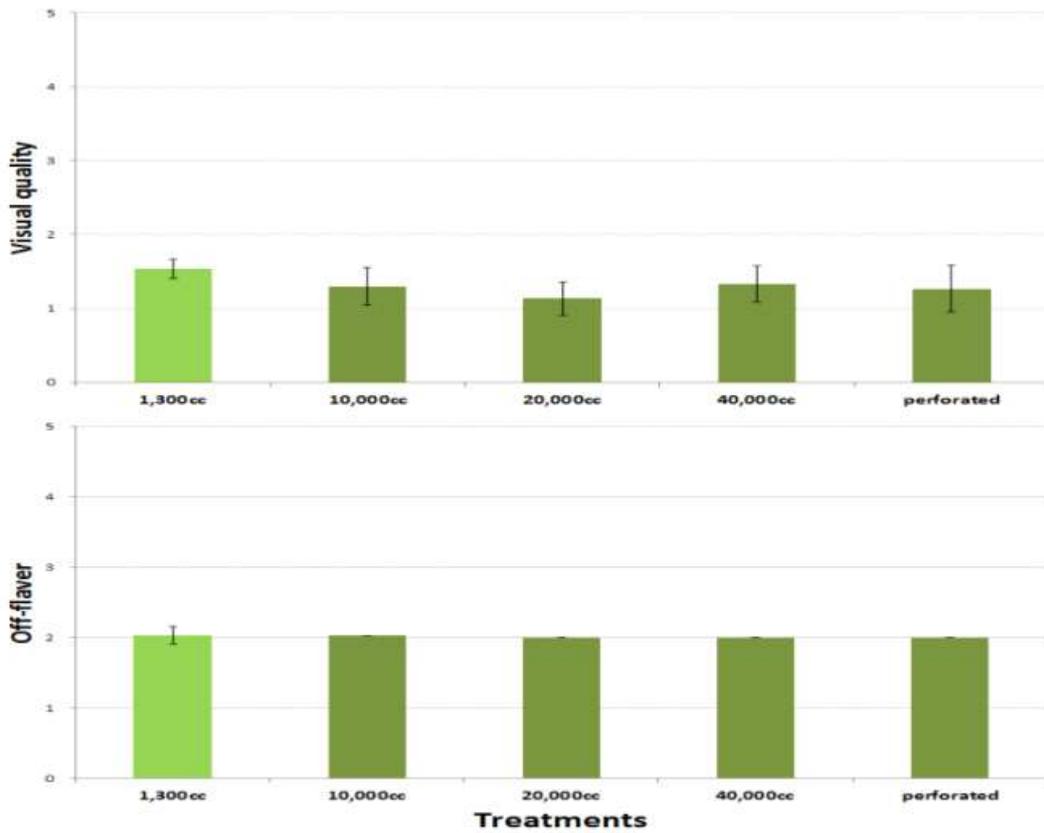


그림 3-2-136. 적다채 MA저장 종료일의 외관과 이취 비교



그림 3-2-137. 적다채 MA저장 종료일의 외관

< 케일 >

- 연구방법

저장조건: 1,300cc, 10,000cc, 40,000cc, 70,000cc, 대조구(유공:perforated), 8℃-14일

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 엽록소 함량, 색도, 외관, 이취

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 MA저장 처리구 모두 저장 종료일까지 0.5% 미만, 유공 필름 처리구는 4.5% 감소를 보였고, 포장내 산소 농도는 1,300cc 가 가장 낮은 1%의 농도를 나타냈다. 이산화탄소 농도는 1,300cc와 10,000cc가 10% 내외로 높았고, 40,000cc와 70,000cc는 3% 이하의 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 에틸렌 농도는 처리간의 차이 없이 70,000cc가 다소 높았다. 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도는 모든 처리구 유사하였다. 외관은 10,000cc와 40,000cc가 다소 양호한 외관상 품질을 보였고, 이취는 40,000cc가 가장 낮았다. 따라서 케일의 MA저장 시 외관상 양호하며 이취가 낮은 40,000cc가 적합하다.

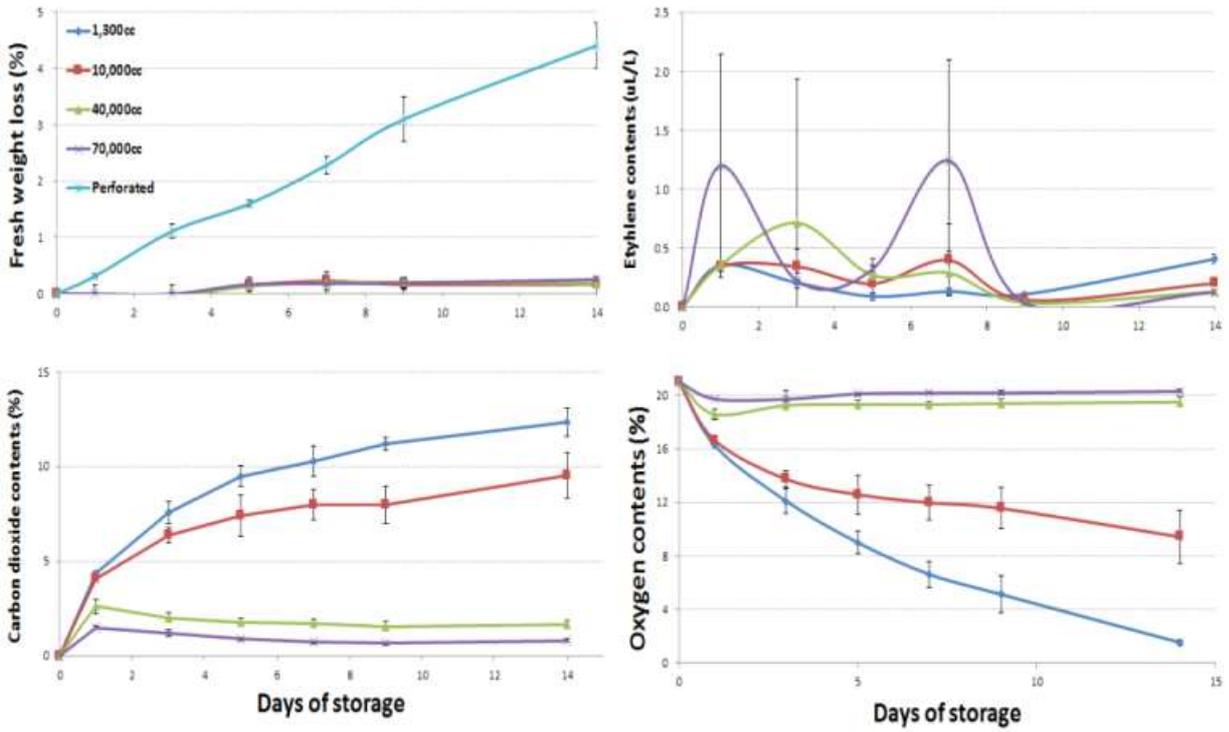


그림 3-2-138. 케일 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

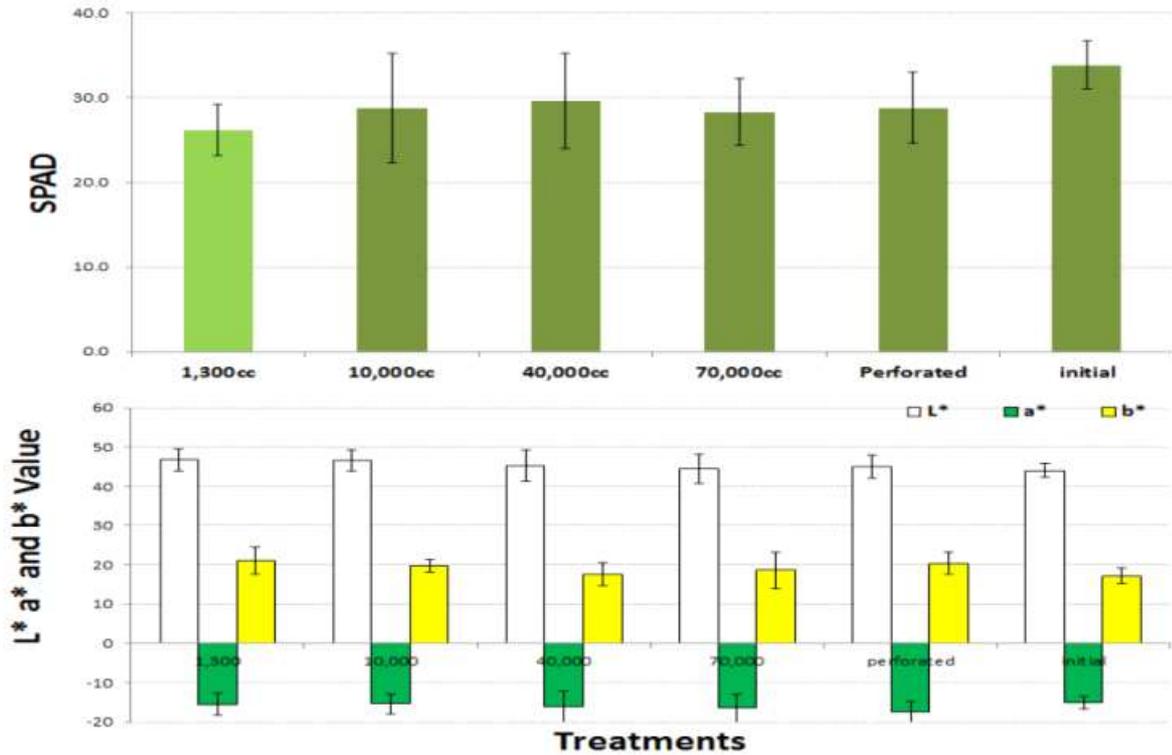


그림 3-2-139. 케일 MA저장 종료일의 엽록소 함량과 색도 비교

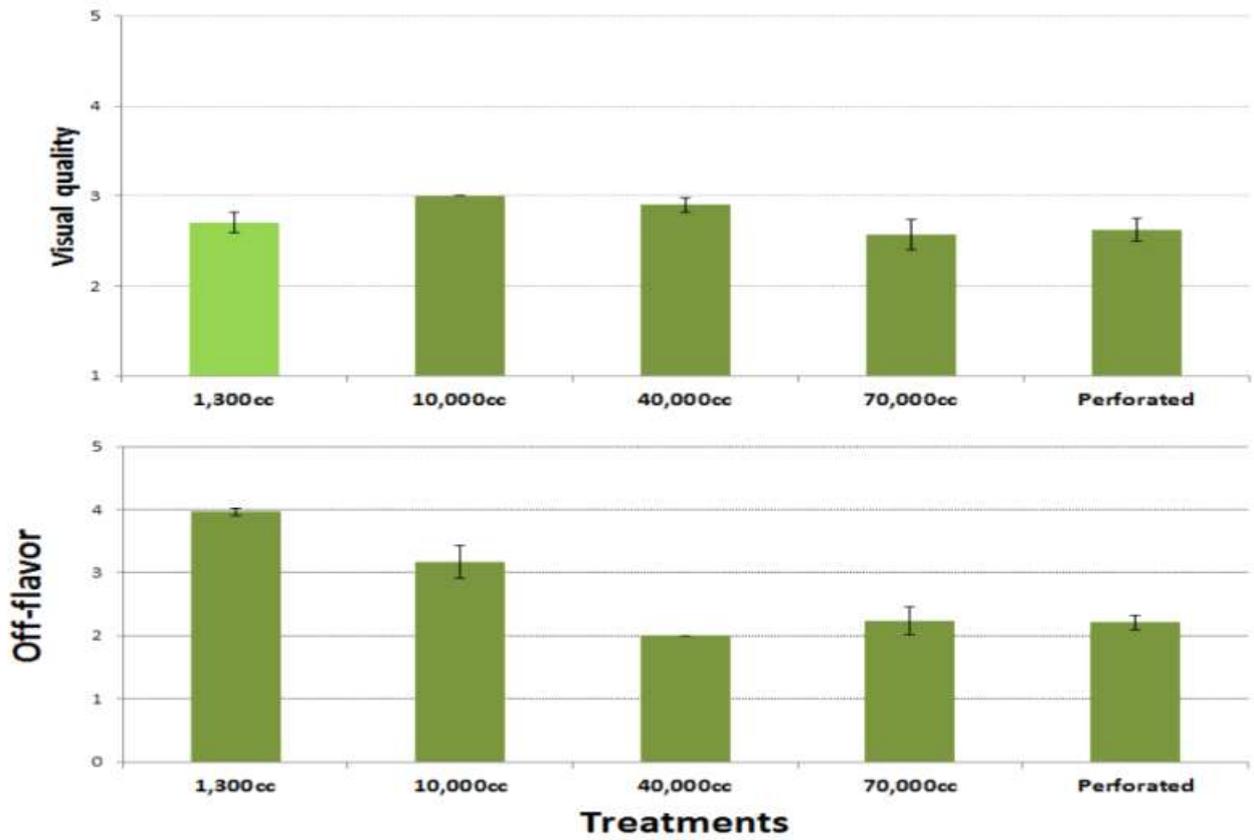


그림 3-2-140. 케일 MA저장 종료일의 외관과 이취 비교



그림 3-2-141. 케일 MA저장 종료일의 외관

< 뉴비트 >

- 연구방법

저장조건: 1,300, 10,000, 20,000, 40,000cc OTR 필름 포장 후 8℃에서 저장 (대조구-유공)

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

- 연구결과

저장 중 생체중 감소율은 대조구인 유공(perforated) 필름을 제외한 모든 MAP 처리구는 저장 종료일인 14일에 1% 미만의 수치를 보이며 수분 감소에 따른 외관상 품질 저하는 나타나지 않았다. 포장내 에틸렌 농도는 필름간의 차이가 나타나지 않았으며, 산소 농도는 1,300cc 필름이 저장 종료일에 가장 낮은 15% 수치를 보였다. 이산화탄소 농도는 1,300cc가 저장 종료일에 가장 높은 4%에 육박하는 가장 높은 수치를 나타내었다.

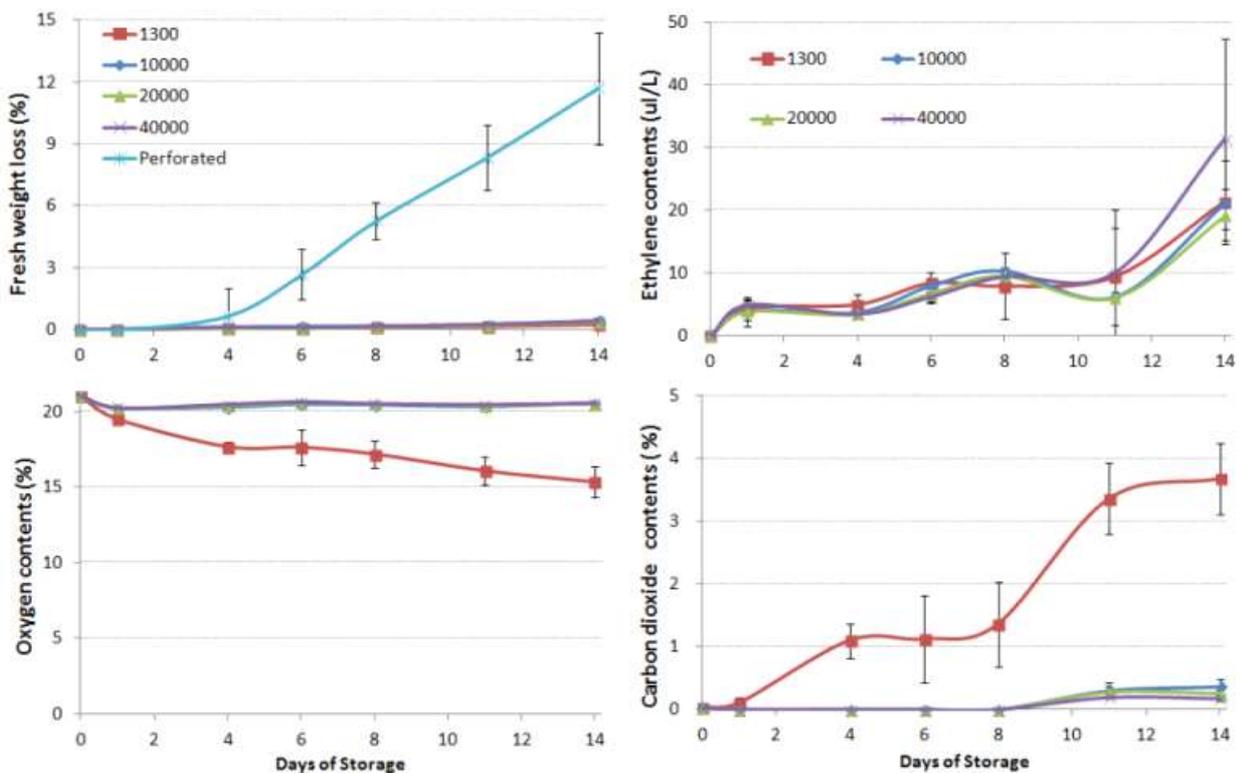


그림 3-2-142. 뉴비트 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

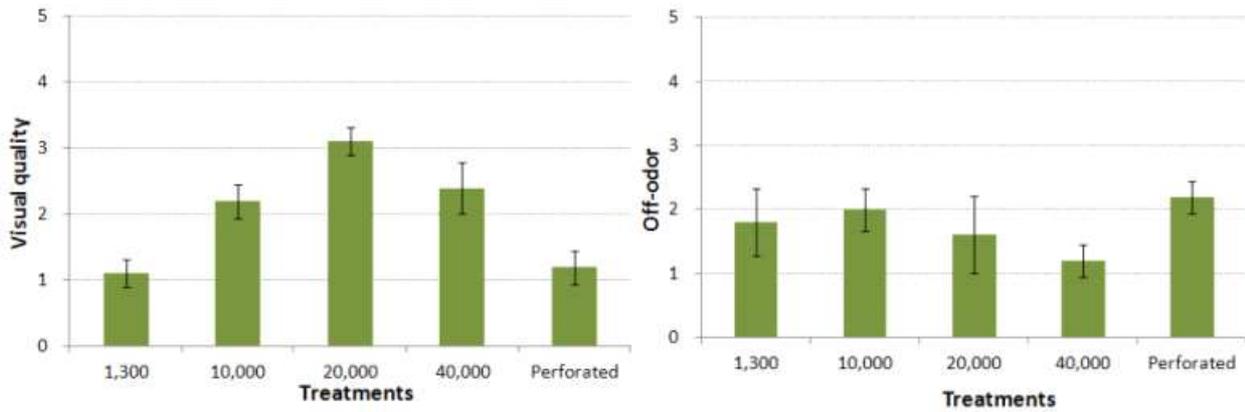


그림 3-2-143. 뉴비트 저장 종료일의 외관과 이취 비교

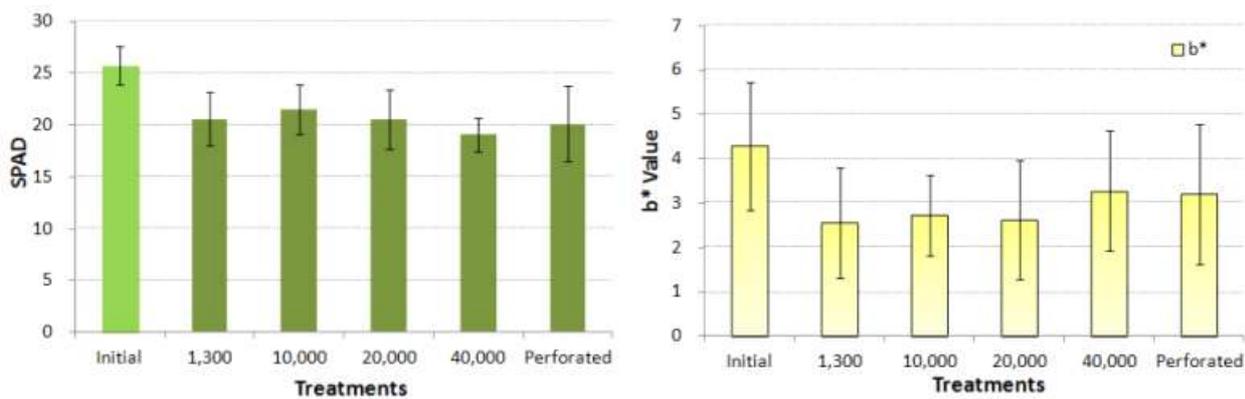


그림 3-2-144. 뉴비트 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도(b\*) 비교

저장 종료일의 패널테스트를 통한 외관은 20,000cc가 가장 우수하였으며, 이취는 40,000cc가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다. 엽록소 함량은 모든 처리구 유사하였으며, 색도 중 황색을 나타내는 b\* 값은 모든 처리구의 수치가 낮았다. 따라서, 뉴비트는 40,000cc OTR 필름을 이용하여 MAP를 적용한다면 최대 14일까지 저장 가능하다.

< 상추롤라 >

– 연구방법

저장조건: 1,300, 10,000, 20,000, 40,000cc OTR 필름 포장 후 8℃에서 저장 (대조구-유공)

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

– 연구결과

상추롤라의 저장 중 생체중 감소율은 대조구인 유공필름 처리구를 제외하고 모든 MAP 처리구는 1% 미만의 낮은 수치를 나타내었고, 대조구는 6% 이상의 높은 감소로 수분 감소에

따른 외관상 품질저하 현상을 보였다. 포장내 에틸렌과 산소 농도는 모든 필름 처리구 유사한 수치를 유지하였고, 이산화탄소 농도는 산소투과도가 가장 낮은 1,300cc가 저장 종료일 가장 높은 0.9%의 수치를 나타냈다.

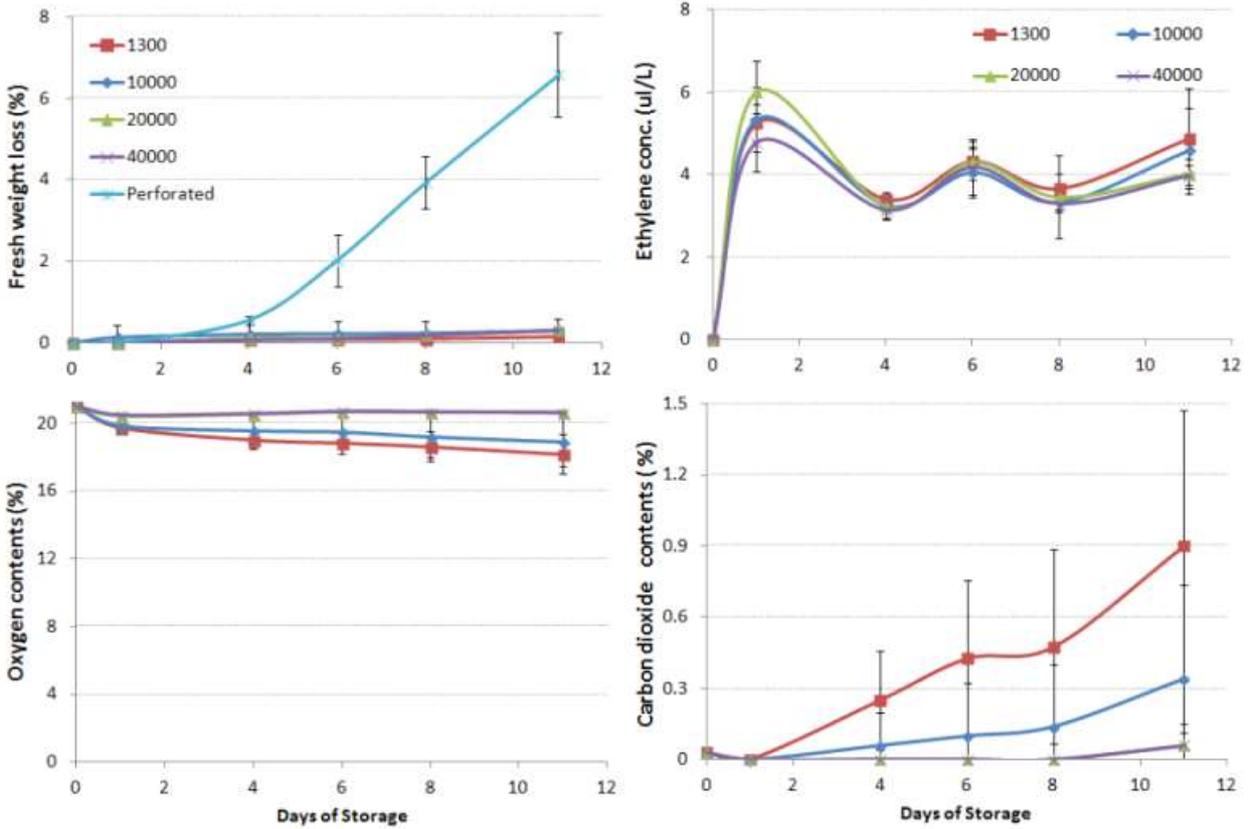


그림 3-2-145. 상추물라 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

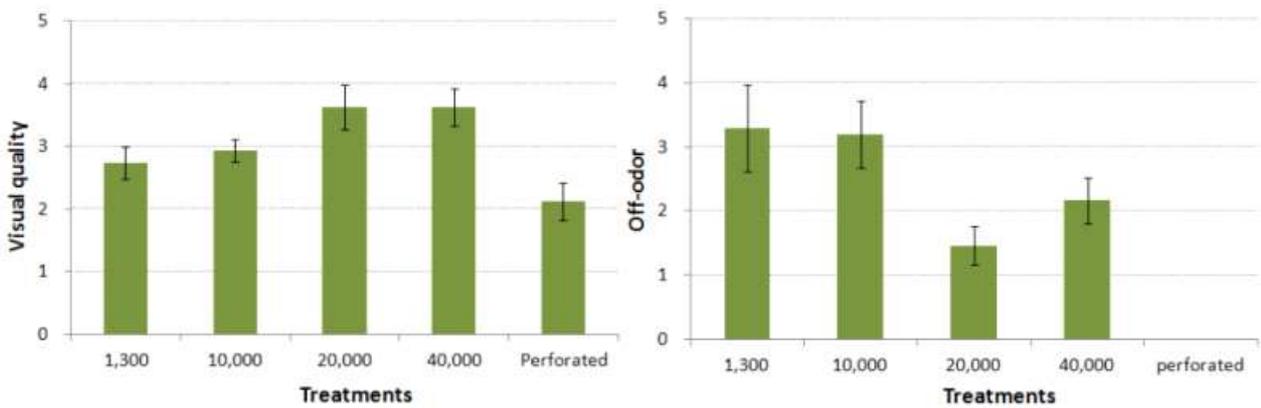


그림 3-2-146. 상추물라 저장 종료일의 외관과 이취 비교

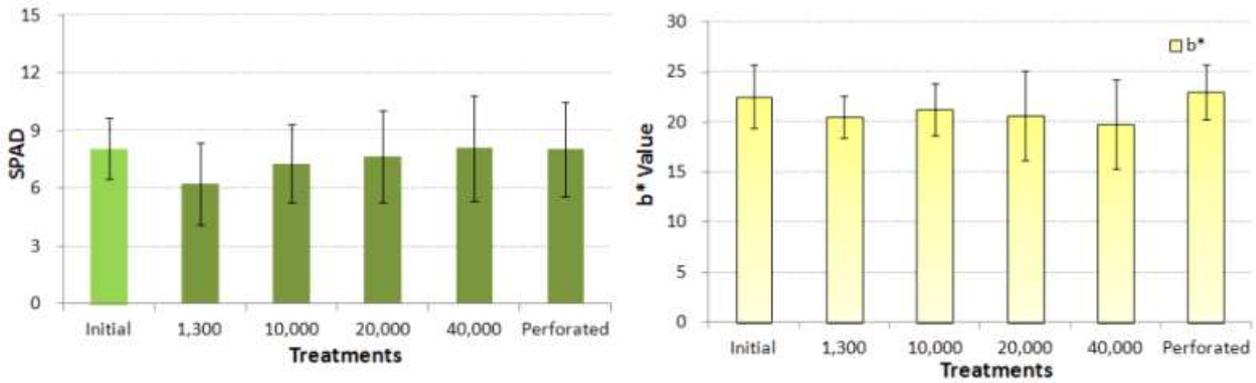


그림 3-2-147. 상추롤라 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도(b\*) 비교

저장 종료일의 상추롤라 외관은 20,000cc와 40,000cc 처리구가 우수하였으며, 이취는 유공 필름 처리구를 제외하고 20,000cc가 가장 낮았다. 엽록소 함량과 색도 중 b\* 값은 모든 처리구 유사하였다. 따라서, 상추롤라는 20,000cc OTR 필름을 적용하여 MAP 한다면 최대 11일 까지 저장 가능하다.

#### < 시저스 그린>

##### - 연구방법

저장조건: 1,300, 10,000, 20,000, 40,000cc OTR 필름 포장 후 8℃에서 저장 (대조구-유공)

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

##### - 연구결과

시저스 그린 저장 중 생체중 감소율은 유공 필름 처리구가 가장 높은 10%의 수치를 보였고, 이를 제외한 MAP 처리구는 저장 종료일까지 1% 미만의 낮은 수치를 나타냈다. 포장내 에틸렌 농도는 1,300cc가 가장 높았으며, 산소 농도는 1,300cc가 가장 낮았으나 처리구간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 이산화탄소 농도는 산소투과도가 가장 낮은 1,300cc가 가장 높았으나, 0.5% 미만이었다.

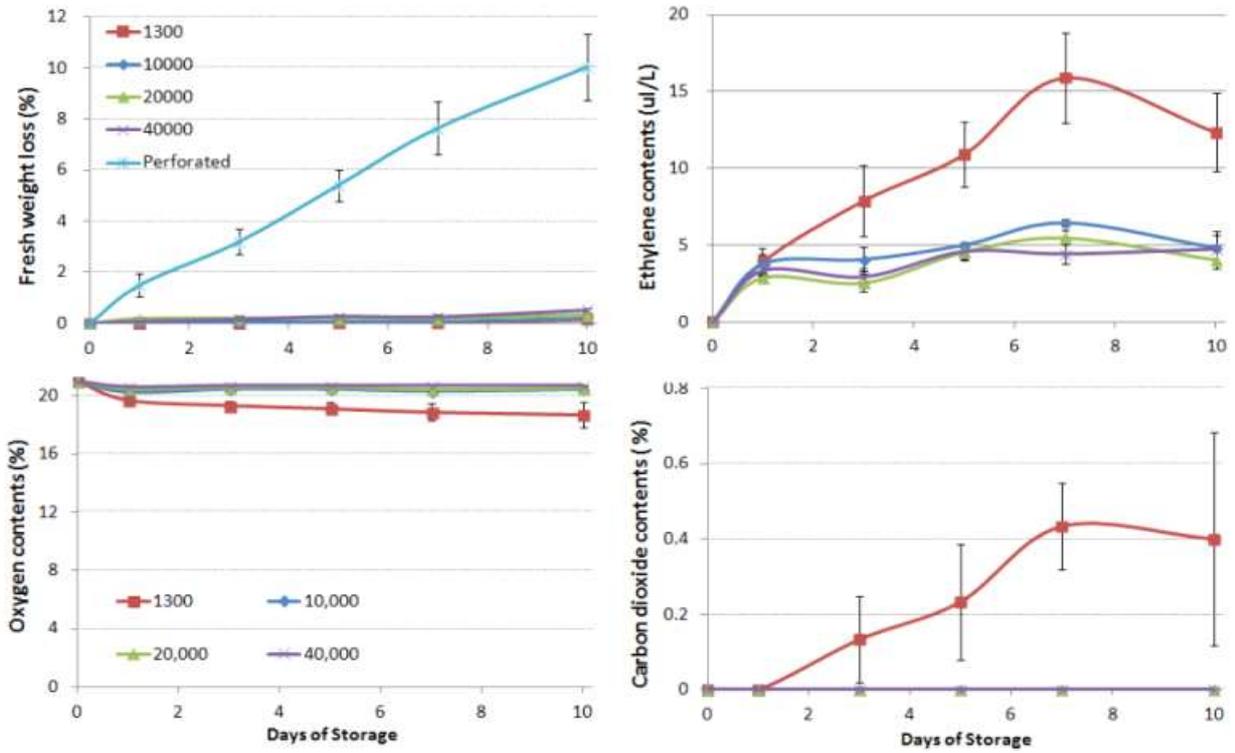


그림 3-2-148. 시저스 그린 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

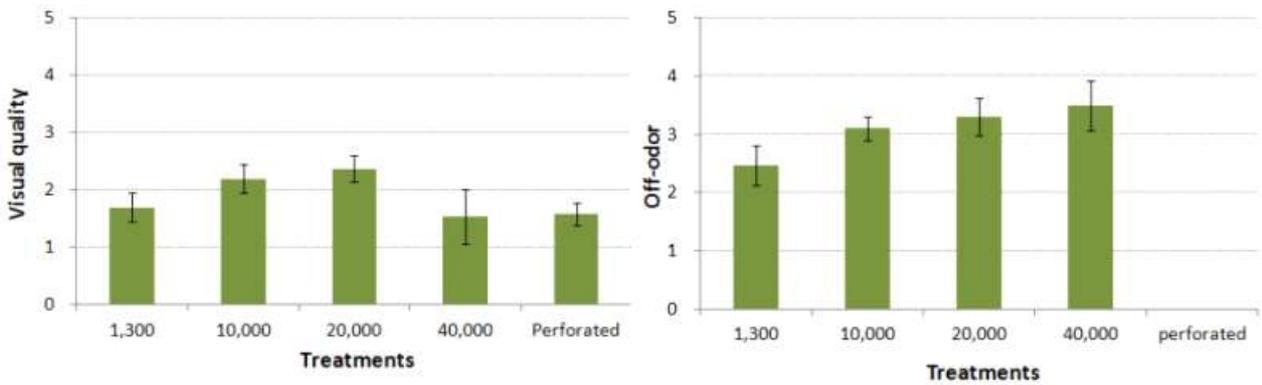


그림 3-2-149. 시저스 그린 저장 종료일의 외관과 이취 비교

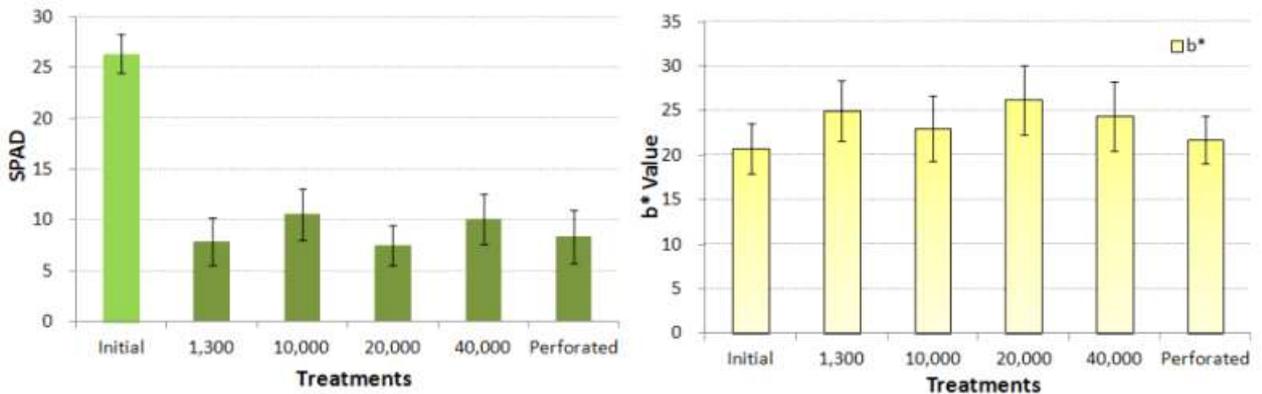


그림 3-2-150. 시저스 그린 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도(b\*) 비교

시저스 그린의 저장 종료일의 외관은 20,000cc가 가장 우수하였으며, 이취는 유공필름을 제외하고 1,300cc가 가장 낮았으나 처리구간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 큰 폭으로 감소하였으나 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 색도 중 b\* 값은 모든 처리구 초기값에 비해 증가하여 황화가 진행된 것으로 판단되며 처리구간의 차이는 없었다. 따라서, 시저스 그린은 외관상 품질이 양호하였던 20,000cc OTR 필름으로 저장하는 것이 적합하다고 판단된다.

#### < 아마란스 >

##### - 연구방법

저장조건: 1,300, 10,000, 20,000, 40,000cc OTR 필름 포장 후 8℃에서 저장 (대조구-유공)

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

##### - 연구결과

아마란스 저장 중 생체중 감소율은 모든 MAP 처리구는 저장 종료일까지 1% 이하의 수치를 보이며 수분 감소는 거의 없는 것으로 나타났다. 대조구인 유공필름 처리구의 생체중 감소율은 저장 3일째 이미 8%의 수치를 보이며 급격한 수분 감소를 보이며, 처리구에 비해 외관상 품질 저하현상을 보이며 저장 7일째 종료되었다. 포장내 에틸렌 농도는 1,300cc 처리구가 다소 높았으나 처리구간의 차이는 없었으며, 산소 농도는 1,300cc가 처리구간에 가장 낮았지만 저장 종료일 15% 농도로 유지되었다. 이산화탄소는 투과도가 가장 낮은 1,300cc가 저장 종료일에 4% 내외, 10,000cc 처리구가 1.5% 내외의 농도를 유지했다.

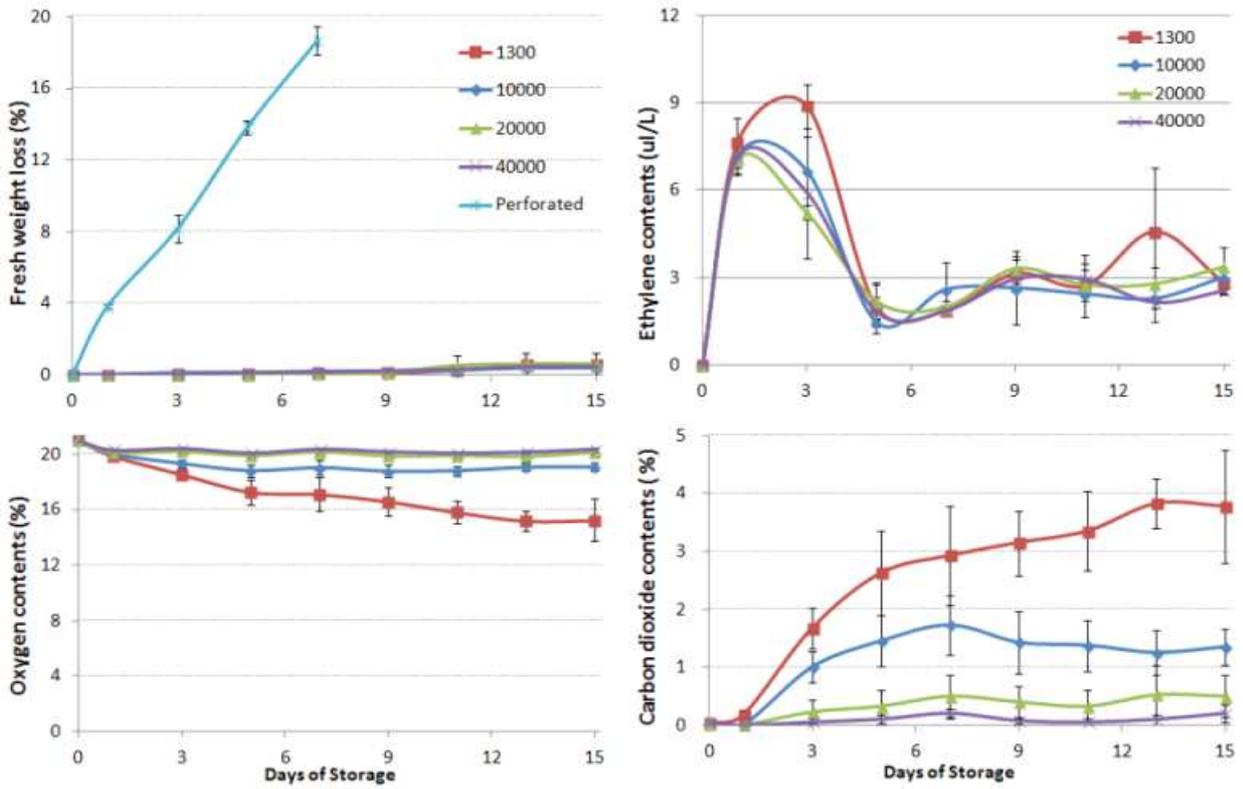


그림 3-2-151. 아마란스 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

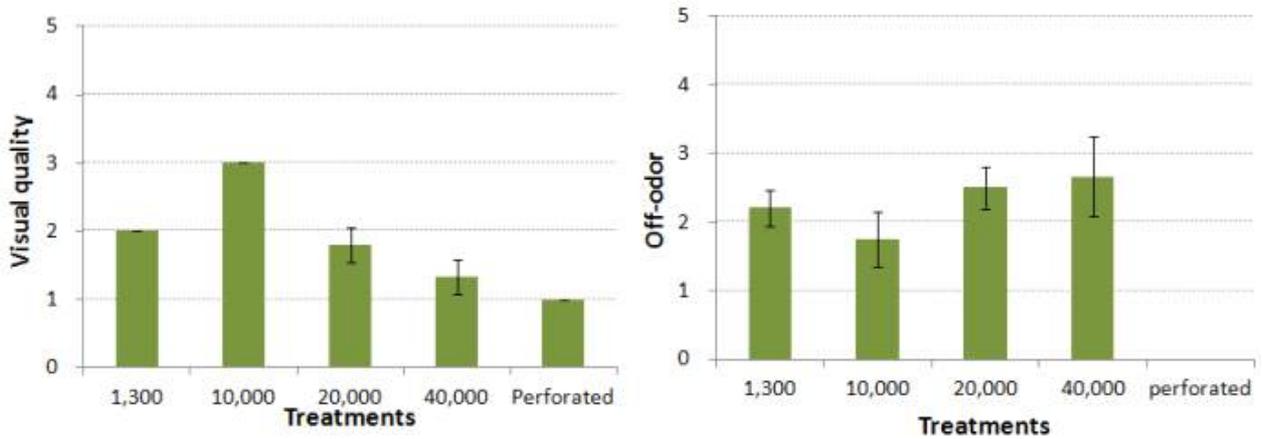


그림 3-2-152. 아마란스 저장 종료일의 외관과 이취 비교

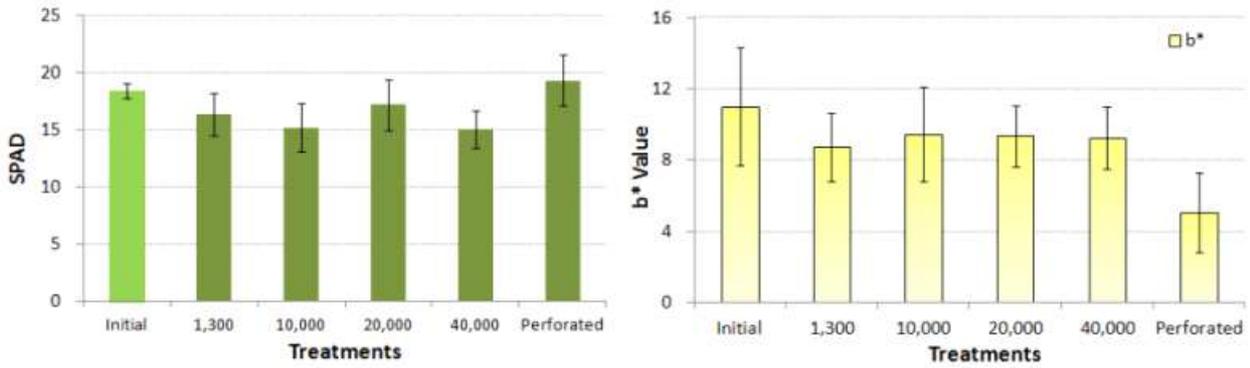


그림 3-2-153. 아마란스 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도(b\*) 비교

아마란스의 저장 종료일 패널테스트로 진행된 외관은 10,000cc가 가장 우수하였으며, 이취도 유공 필름 처리구를 제외한 나머지 MAP 처리구 중 10,000cc가 가장 낮았다. 엽록소 함량은 모든 처리구 유사하였으며, 색도 중 b\* 값은 유공필름이 가장 낮았으며 MAP 처리구는 통계적 유의성이 없었다. 따라서, 아마란스는 10,000cc OTR 필름을 적용하여 저장하면 기존의 유공 필름 포장에 비해 2배 가량 저장기간이 길어지는 것으로 나타났다.

< 진빨롤라 >

- 연구방법

저장조건: 1,300, 10,000, 20,000, 40,000cc OTR 필름 포장 후 8℃에서 저장 (대조구-유공)

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

- 연구결과

진빨롤라 저장 중 생체중 감소율은 모든 MA 처리구는 저장 종료일인 17일까지 1% 미만의 감소를 보였고, 대조구인 유공필름 처리구는 급격한 감소로 인해 저장 3일째 종료되었다. 포장내 에틸렌과 산소 농도는 처리구간의 차이가 나타나지 않았고, 이산화탄소 농도는 1,300cc가 가장 높은 1.0-1.5%이었다.

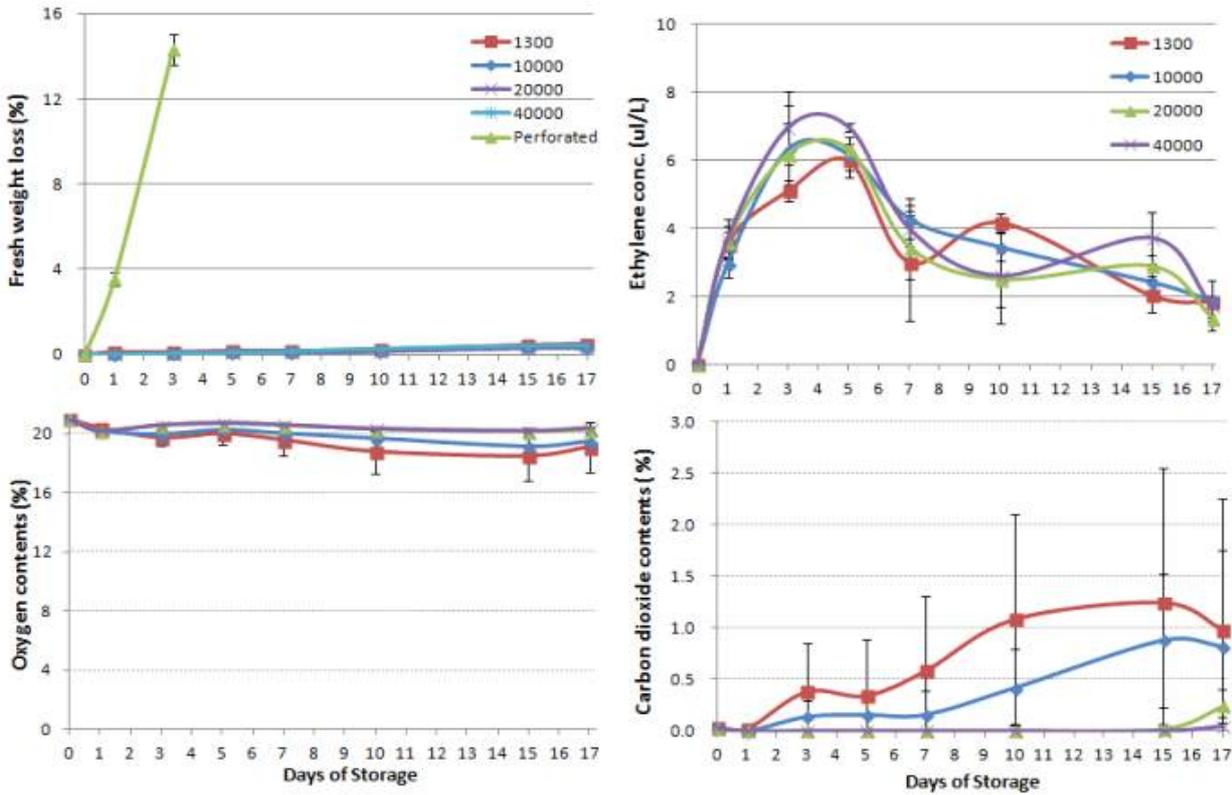


그림 3-2-154. 진빨물라 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

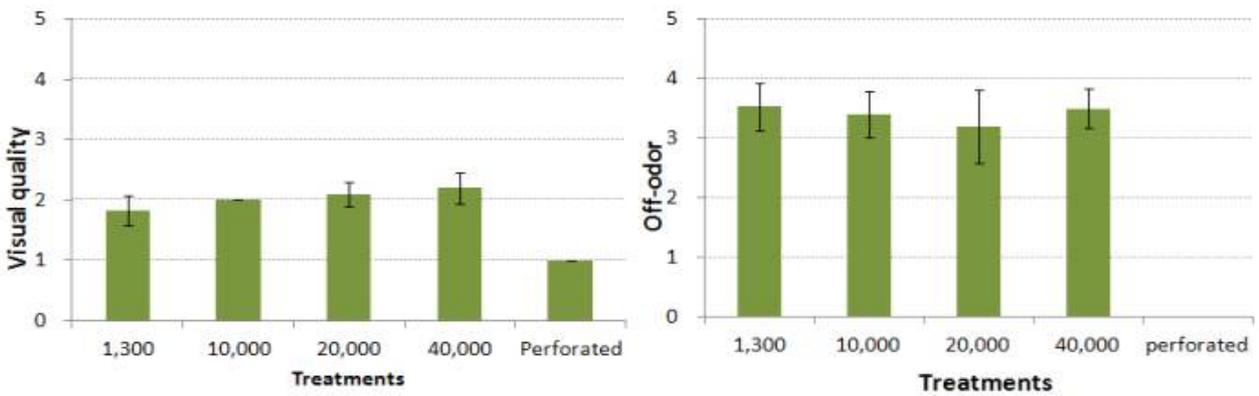


그림 3-2-155. 진빨물라 저장 종료일의 외관과 이취 비교

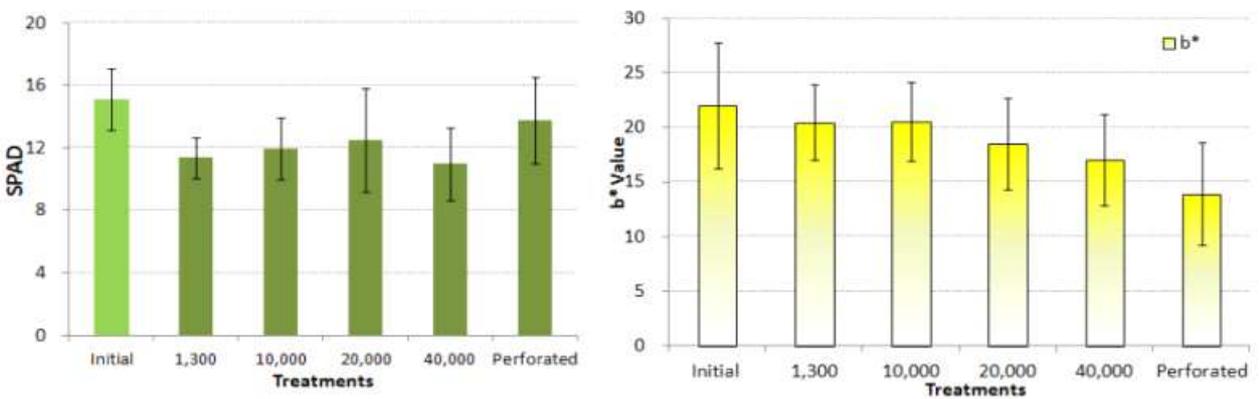


그림 3-2-156. 진빨물라 저장 종료일의 엽록소 함량과 색도(b\*) 비교

진빨롤라 저장 종료일의 외관은 40,000cc가 비교적 우수하였으며, 이취는 유공필름을 제외하고 모든 MA 처리구가 유사하였다. 엽록소 함량과 색도 중 b\*값은 모든 처리구 유사하며 통계적 유의성은 없었다. 따라서, 진빨롤라는 40,000cc OTR 필름을 적용하여 저장한다면 대조구인 유공필름 저장기간이 3일에 비해 4-5배 긴 저장기간을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

표 3-2-14. 1세부 선정 주요 어린잎 채소의 MAP 적용 필름 및 저장 기간(8℃)

품목	적정 필름	최대 저장 기간	비고
고들빼기	20,000cc	15	20℃: 100,000cc - 6일
다닥냉이	1,300cc	14	높은 이산화탄소 농도로 인한 이취 발생 주의
다채	20,000cc	10	저장 7일 후 황화 주의
레드샐러드볼	20,000cc	14	저장 10일 후 황화 주의
로메인 화이트	20,000cc	14	저장 10일 후 황화 주의
루꼴라	10,000cc	14	저장 10일 후 이취 주의
아마란스	10,000cc	15	저장 10일 후 황화 주의
왕고들빼기	40,000cc	22	20℃: 60,000cc - 7일
적다채	10,000cc	10	저장 7일 후 황화 주의
청경채	1,300cc	10	저장 7일 후 황화 및 이취 주의

위의 결과를 종합해보면, 어린잎 채소의 경우 3-5일 정도로 선도 유지 기간이 짧았던 기존 유통 환경인 유공 포장에 비해, 1세부 선 주요 어린잎 채소를 산소투과도가 조절 가능한 OTR (oxygen transmission rate) 필름을 적용하여 MAP 하였을 때 몇 가지 작물은 최대 20일 이상 선도 유지가 가능하였다.

#### 나. 주요 어린잎 채소의 최적 예냉 조건 구명

##### [실험 1] 예냉시 개공률에 따른 어린잎 채소의 품온 변화 비교

-연구방법

처리방법:  $-1.5^{\circ}\text{C}$  온도로 설정된  $33\text{m}^3$  크기의 컨테이너 냉장시설에서 개공률에 따른 어린잎의 품온 변화,  $4745\text{cm}^3$ 의 용적을 가진 용기에 약  $200\text{g}$ 의 혼합어린잎 채소 적재, 정확한 예냉 효과 비교을 위해 품온 변화를 측정할 온습도 기록계를 용기 중앙에 놓고 혼합 어린잎 채소로 쌓아주었다.

공시재료: 깻잎, 청경채, 쌈추, 로메인, 적겨자 의 혼합 어린잎 채소

개공률: 7.5%, 15.0%, 30.0%

조사방법: 온습도 기록계, 열화상 카메라,



그림 3-2-157. 개공률을 다르게 한 처리

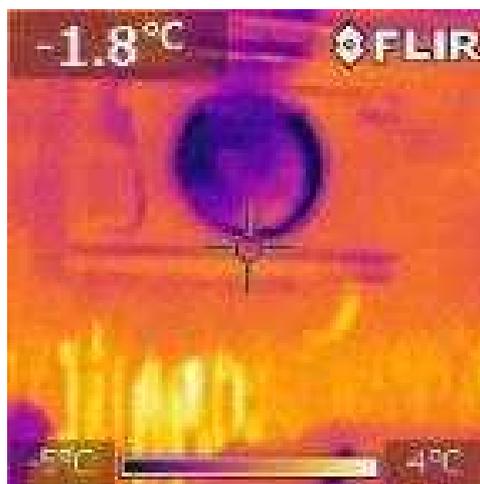


그림 3-2-158. 냉장시설내 온도조절을 위한 팬(열화상 카메라)

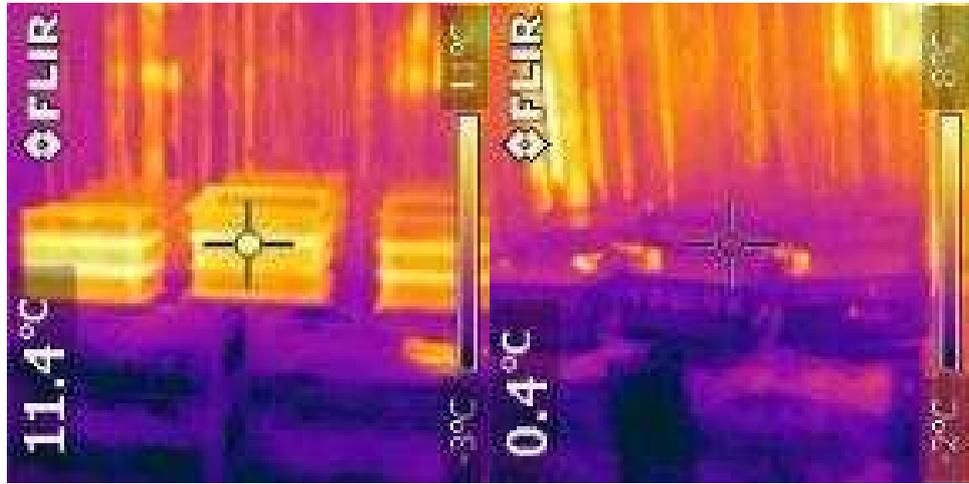


그림 3-2-159. 냉장시설내 예냉 용기 전 (좌), 예냉 후 (우)

-연구결과

원예산물은 수확 후에도 호흡을 통한 열이 품질을 유지하는데 주요 요인이 되기 때문에, 수확 후 예냉이 필요하다. 예냉의 방법에는 공랭, 빙랭, 수냉 등 여러 가지가 있으며, 그에 따른 품온의 변화를 각기 다르며, 그 조건에 따라도 다르다. 이에 본 연구는 공랭에 사용한 용기의 개공률에 따른 어린잎의 품온을 비교하기 위해 7.5%, 15.0% 그리고 30.0%로 개공률을 다르게 한 후 모든 조건을 동일시 하여 10분 단위로 조사하였다.

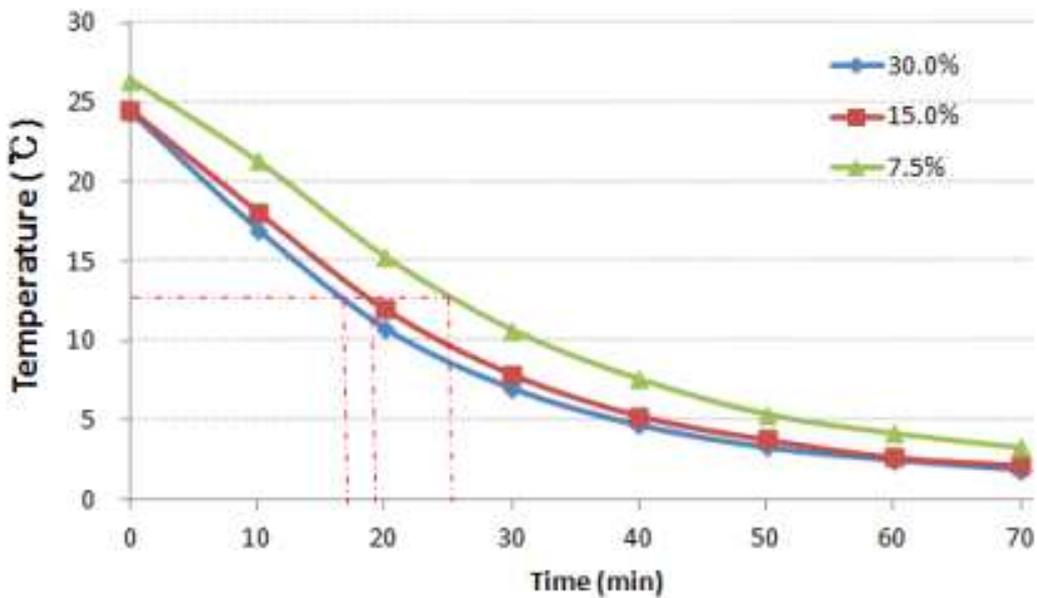


그림 3-2-160. 개공률에 따른 품온의 변화 (---: Half cooling time)

70분간 조사한 결과, 30.0% 개공률과 15.0% 개공률의 경우 크게 차이는 나타나지 않고 유사한 온도를 나타냈다. 20분 경과후 30.0% 개공률 처리구가 10℃의 온도를 나타낸 반면, 7.5% 개공률 처리구는 30분 경과시에 10℃를 나타내며 예냉 속도가 더디게 진행되었다. 이러한 패턴은 조사 종료시점인 70분 경과 후 30.0%와 15.0% 개공률은 각각 2.2℃와 1.9℃를 나타냈고, 7.5% 개공률 처리구는 3.3℃를 보였다.

개공률에 따른 Half cooling time은 7.5%는 26분, 15.0%는 19분, 그리고 30.0%는 17분으로 나타났다.

어린잎 채소의 공랭에 사용하는 용기는 최소 15%의 개공률이 요구된다고 하겠다.

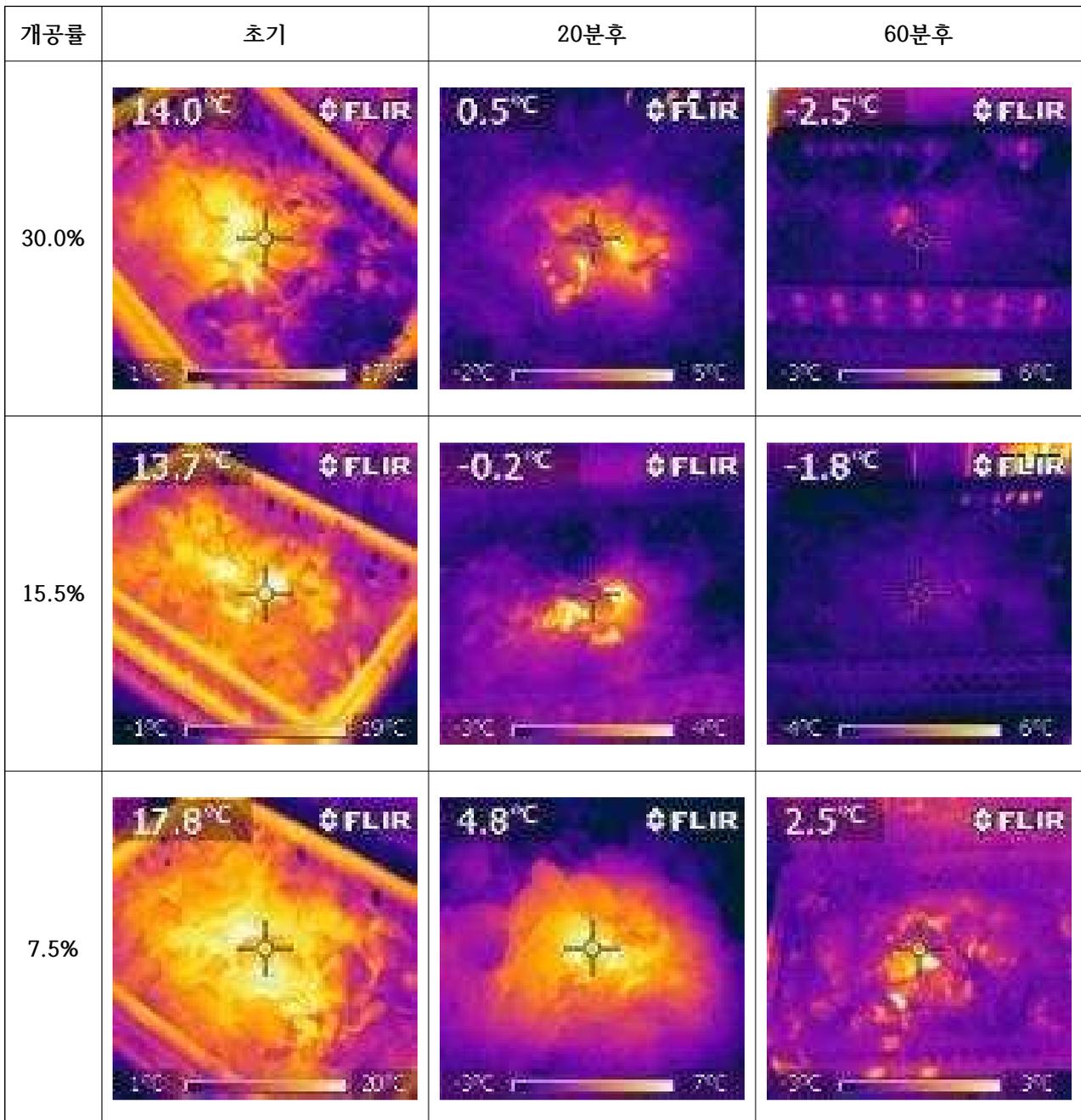


그림 3-2-161. 개공률에 따른 품온의 변화 (열화상 카메라)

[실험 2] 예냉방법에 따른 저장성에 미치는 영향 비교

- 연구방법

공시재료: 레드샐러드볼, 로메인

처리조건: 대조구, 수냉-2℃ 저온수에 5분간 침지, 공랭-2℃ 저온챔버, 강제송풍-2℃ 저온챔버내 팬을 이용한 예냉

저장조건: 각각의 처리 후 5,000cc, 40,000cc OTR film 저장하여 8℃에서 15일간 저장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 경도, 엽록소 함량, 외관, 이취, 색도

- 연구결과

<레드샐러드볼>

각각의 예냉 처리 후 5,000cc OTR film에 저장 중 생체중 감소율은 수냉이 가장 높은 0.6%에 육박하는 감소를 보였고, 대조구가 가장 낮은 0.3% 이하를 나타냈다. 포장내 산소 농도는 모든 처리구가 저장 종료일까지 20% 이상의 수치를 유지하였고, 이산화탄소 농도는 모든 처리구가 저장 1일째 급격히 증가하였으나 이후 서서히 감소하며 저장 종료일까지 0.4% 내외의 수치를 유지하였다. 에틸렌 농도는 저장 5일째 강제송풍 처리구가 급격히 증가하였다가 감소하였고, 모든 처리구가 증감을 반복하며 저장 종료일에 8-18ul/L 농도를 보였다.

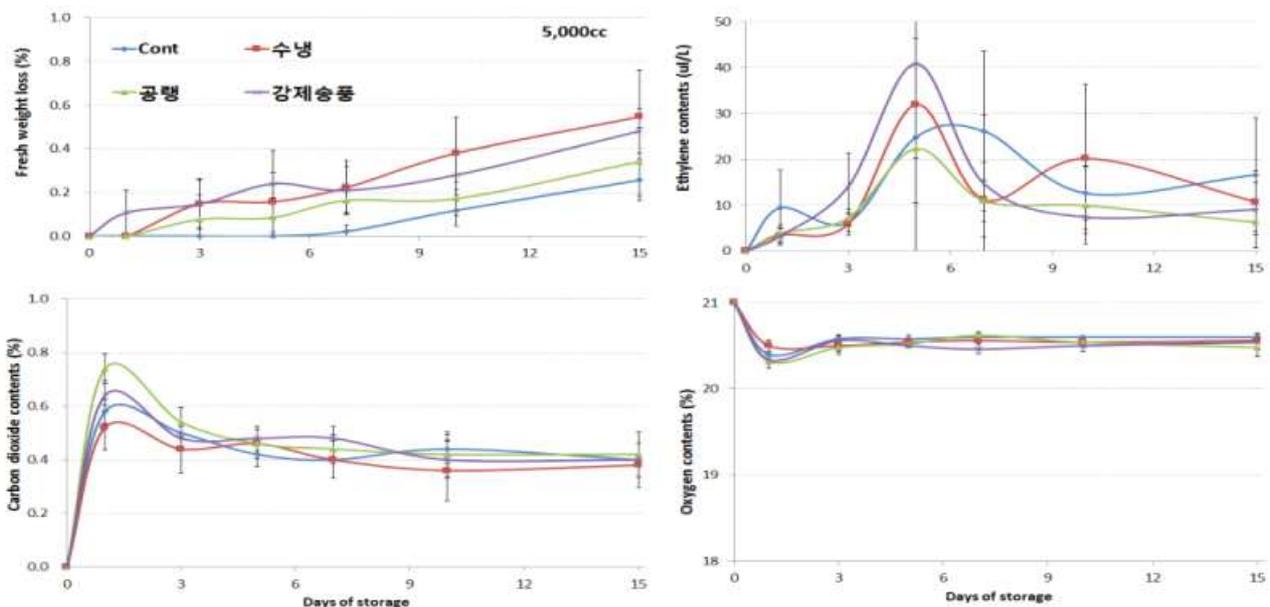


그림 3-2-162. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화(5,000cc)

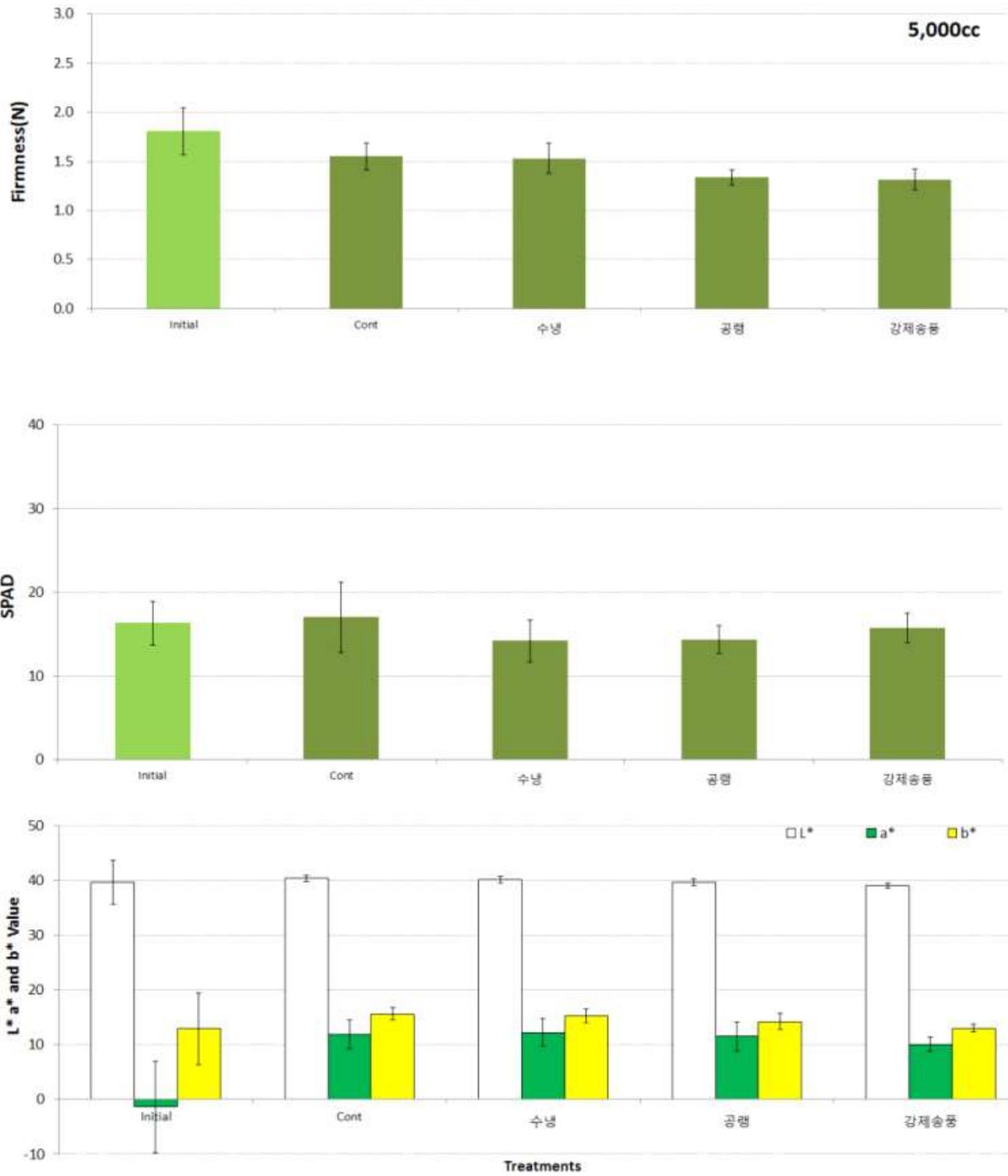


그림 3-2-163. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교(5,000cc)

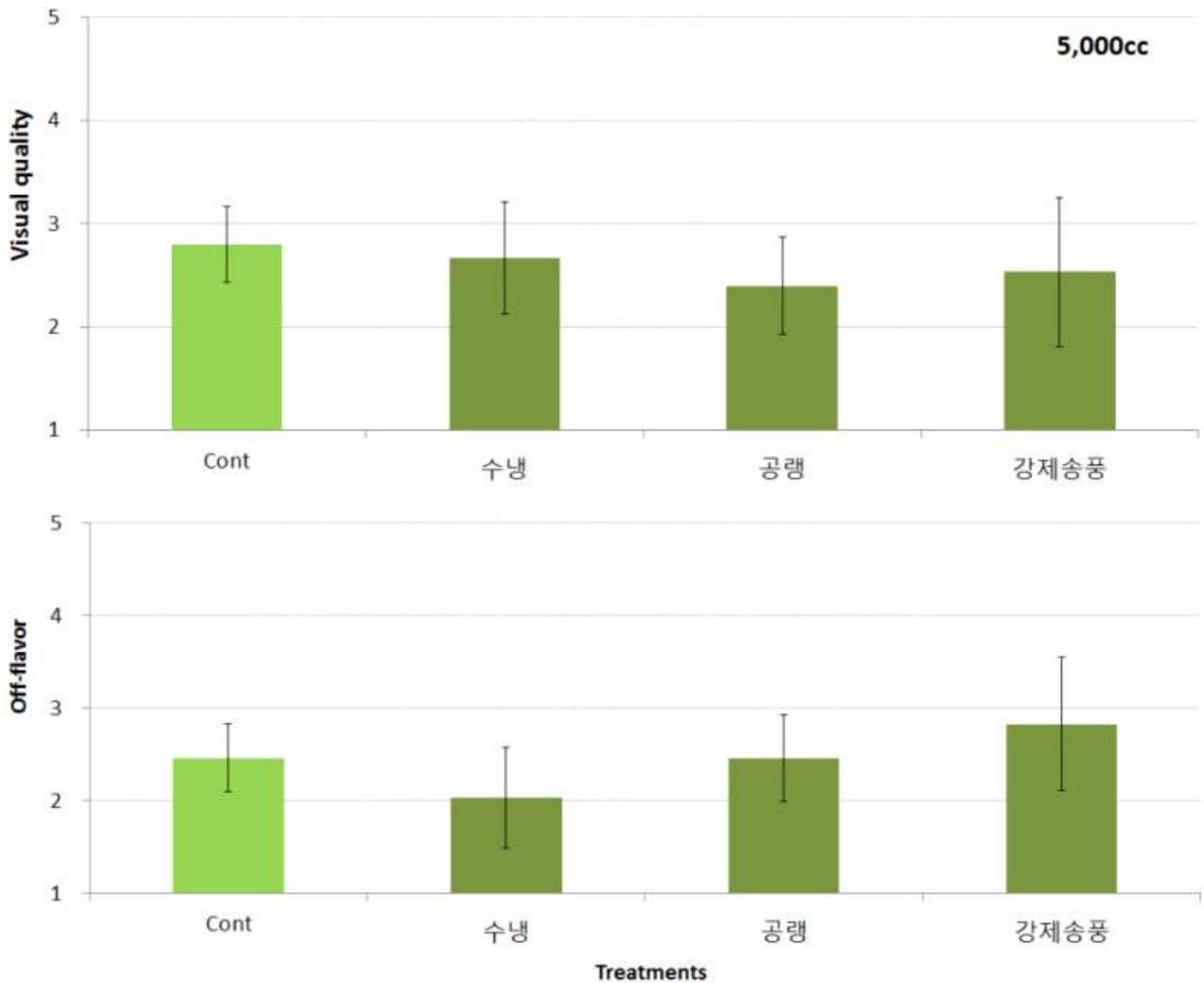


그림 3-2-164. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교(5,000cc)

저장 종료일의 경도는 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였으나 그 중 대조구와 수냉 처리구가 가장 높았다. 엽록소 함량은 초기값에 비해 대조구와 강제송풍이 유사한 수치를 보였고, 색도의 경우 모든 처리구가 초기값에 비해 a\*값이 증가하며 저장 기간 중 품종 특유의 적색 발현이 이뤄졌으며, 저장 종료일 모든 처리구의 색도가 유사한 값을 나타냈다. 패널테스트를 통한 외관과 이취는 외관의 경우 수냉과 강제송풍 처리구가 외관상 양호 하였으며 이취 정도는 수냉 처리구가 가장 낮았다.



그림 3-2-165. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 종료일의 외관(5,000cc)

각각의 예냉 처리 후 40,000cc OTR film에 저장 중 생체중 감소율은 저장 종료일 수냉 처리구가 가장 높은 1.1%의 감소를 보였고, 대조구가 가장 낮은 0.6%의 수치를 나타냈다. 포장 내 산소 농도는 모든 처리구가 저장 종료일까지 20.5%의 농도를 유지하였고, 이산화탄소 농도도 모든 처리구가 저장 종료일까지 0.4% 내외의 수치를 유지하며 처리간의 차이는 나타나지 않았다. 에틸렌 농도는 저장 10일째까지 모든 처리구가 유사한 수치였으나 이후 강제송풍, 공랭, 대조구가 급격한 증가하며 강제송풍은 50ul/L, 공랭은 30ul/L, 그리고 대조구는 20ul/L의 수치를 나타냈고, 수냉은 10ul/L 미만의 가장 낮은 농도를 보였다. 저장 종료일의 경도는 대조구와 공랭이 초기값과 유사한 수치를 나타냈고, 엽록소 함량은 강제송풍 처리구가 가장 높았으며 수냉의 수치가 가장 낮았다. 색도의 경우도 5,000cc 저장한 처리구들과 유사하게 모든 처리구가 저장 종료 후 유사한 수치를 보였다. 패널테스트를 통한 외관의 경우 강제송풍과 공랭 처리구가 대조구와 유사한 외관상 품질을 보였고, 이취는 강제송풍과 대조구가 가장 적게 발생되었다. 이상의 결과를 종합해 보면 레드샐러드볼 저장 시 비교적 산소투과도가 낮은 5,000cc 필름에 저장 시 경도, 엽록소 함량, 외관상 품질이 양호하며 이취가 적게 발생하는 수냉 예냉 방법이 적합하며, 40,000cc 저장 시 엽록소 함량이 높고, 외관상 품질이 양호하며 이취가 적게 발생된 강제송풍 예냉 방법이 적합하다고 판단된다.

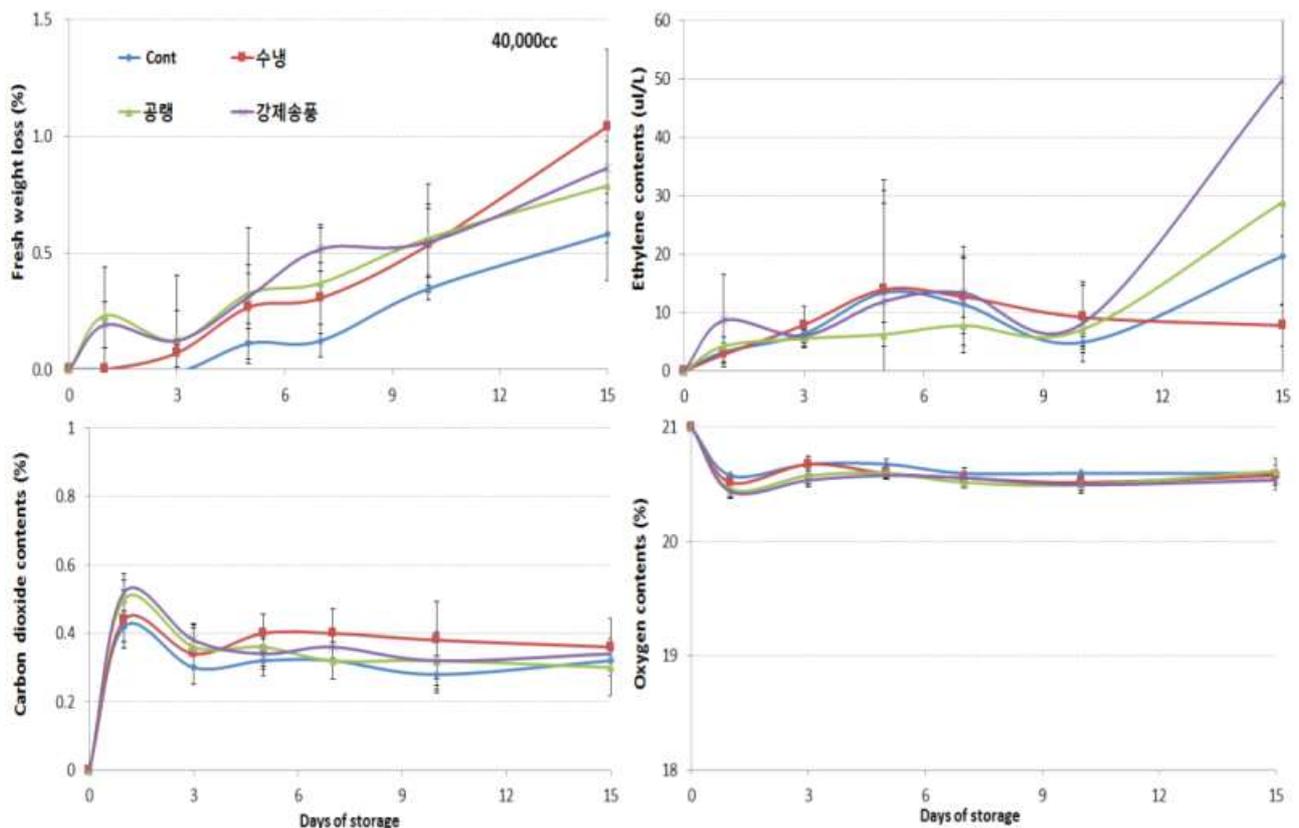


그림 3-2-166. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화(40,000cc)

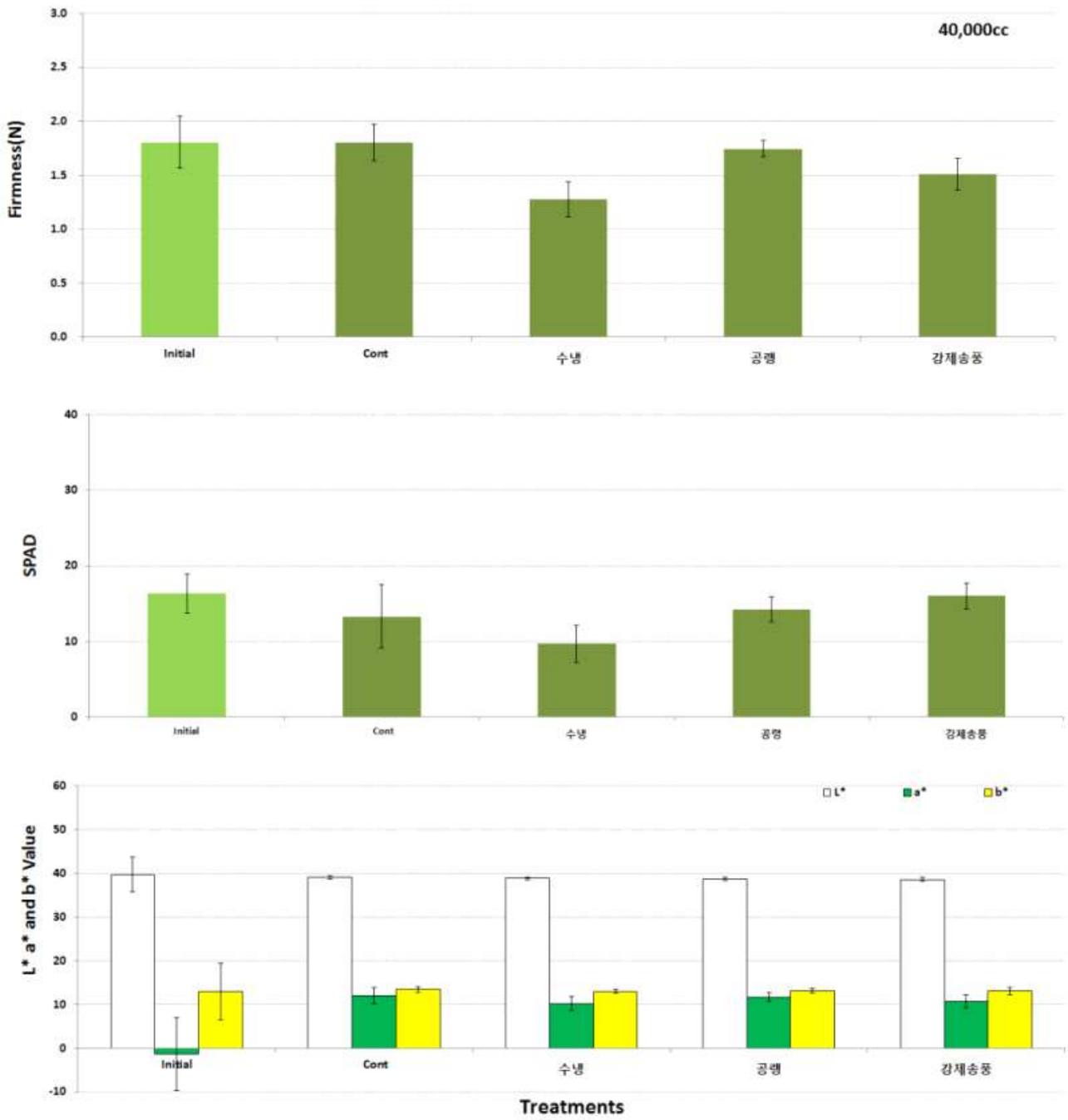


그림 3-2-167. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교(40,000cc)

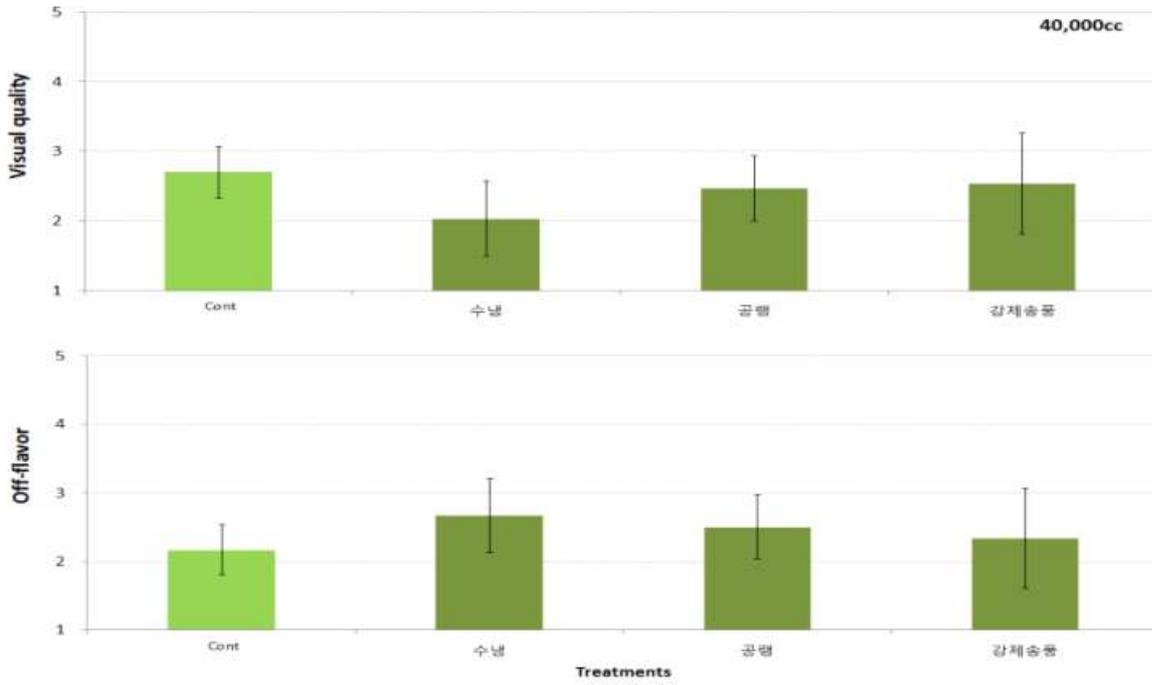


그림 3-2-168. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교(40,000cc)



그림 3-2-169. 예냉 방법에 따른 레드샐러드볼의 MA저장 종료일의 외관(40,000cc)

<로메인>

각각의 예냉 처리 후 5,000cc OTR film에 저장한 로메인의 생체중 감소율은 모든 처리구가 저장 종료일인 15일째 0.4% 미만의 수치를 보였고, 포장내 산소 농도는 모든 처리구가 20.5% 내외의 수치를 종료일까지 유지하였다. 이산화탄소 농도는 모든 처리구가 0.6% 이하를 종료일까지 유지하였고, 에틸렌 농도는 대조구를 제외하고 저장 5일째 급격히 증가하는 경향을 보였으나 이 후 감소하며 저장 종료일에 모든 처리구가 10ul/L 이하의 농도를 나타냈다. 저장 종료일의 경도는 대조구가 가장 높았고, 처리구 중에는 수냉이 높았다. 엽록소 함량은 모든 처리구가 유사한 수치를 나타냈고, 색도의 경우도 초기값에 비해 대조구 처리구 모두 유사하였다. 껍질테스트를 통한 외관의 경우 수냉이 양호한 품질을 보였으며, 이취는 강제송풍이 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다.

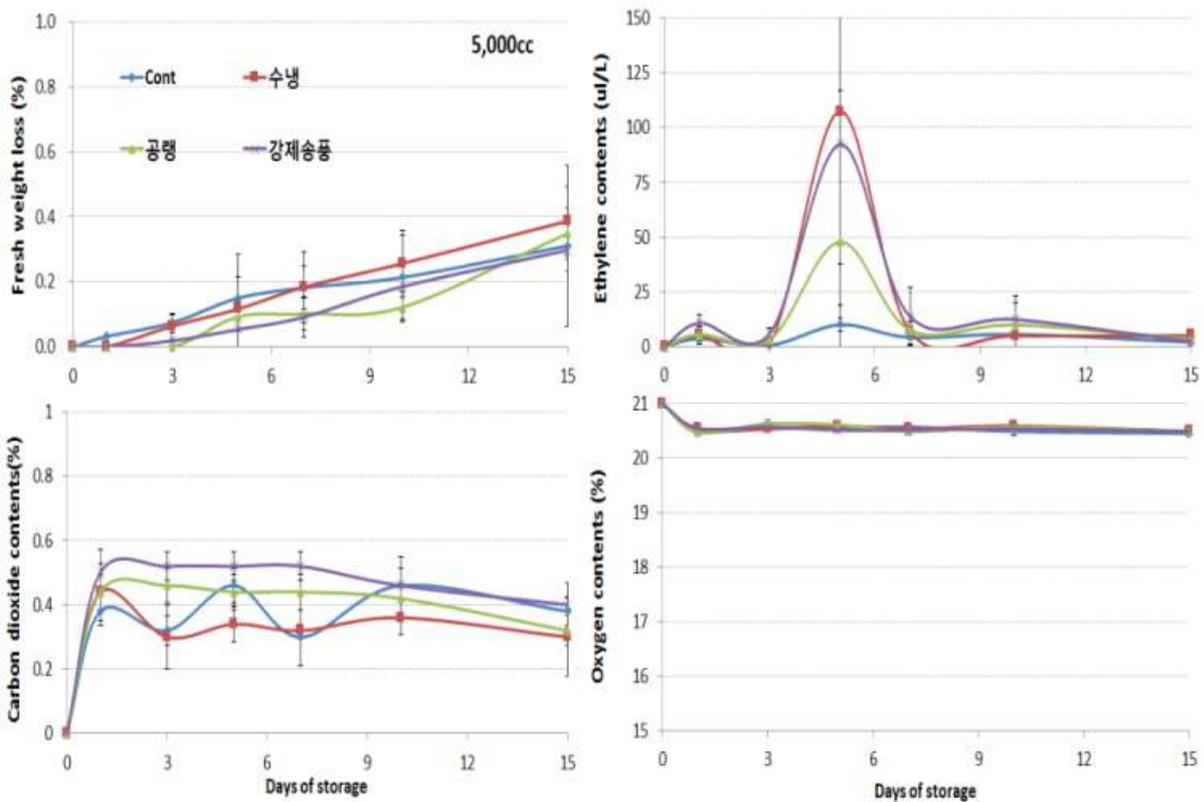


그림 3-2-170. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화(5,000cc)

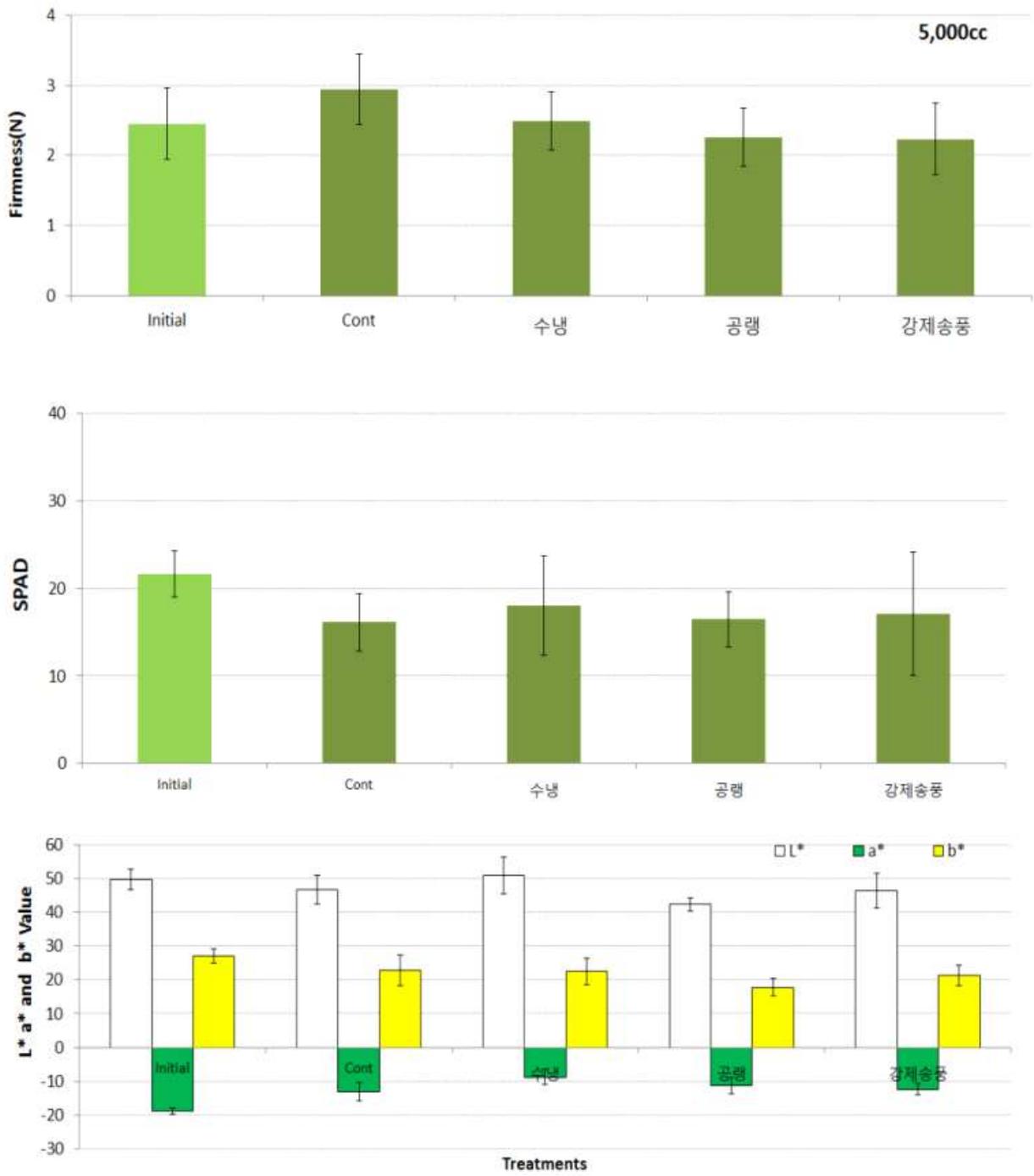


그림 3-2-171. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 종료일의 경도, 엽록소 함량, 색도 비교 (5,000cc)

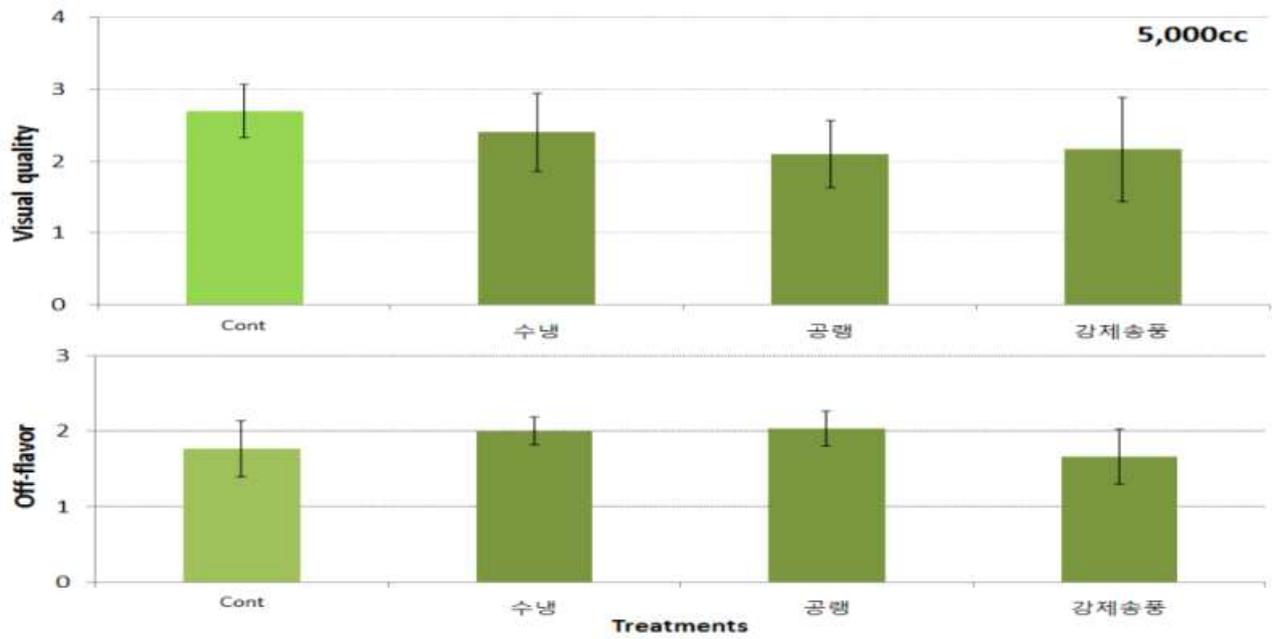


그림 3-2-172. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 종료일의 외관과 이취 정도(5,000cc)



그림 3-2-173. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 종료일의 외관(5,000cc)

각각의 예냉 처리 후 40,000cc OTR film에 저장한 로메인의 생체중 감소율은 모든 처리구가 저장 종료일에 0.4-0.6% 수준의 감소를 보였고, 포장내 산소 농도는 모든 처리구가 저장 종료일까지 20.6% 내외를 유지하였다. 이산화탄소 농도는 모든 처리구가 0.4% 내외로 유지되었고, 에틸렌 농도는 공랭 처리구를 제외하고 저장 5일째 급격히 증가하였는데 처리구 중 강제송풍, 대조구, 수냉 순으로 증가하였다. 저장 종료일의 경도는 공랭 처리구가 가장 높았고, 엽록소 함량은 수냉이 가장 높았다. 색도는 강제송풍의 a\*값이 증가하였으나, 명도를 나타내는 L\*값과 황색을 나타내는 b\*값에는 다른 처리구들과의 차이가 나타나지 않았다. 패널테스트로 조사한 저장 종료일의 외관은 수냉 처리구가 외관상 품질이 양호하였으며, 이취는 모든 처리구가 대조구에 비해 다소 높은 유사한 값을 나타냈다. 위의 결과를 종합해보면, 로메인 저장 시 5,000cc 필름과 같은 낮은 산소투과도를 가진 필름으로 저장할 경우, 경도가 높고 외관상 품질이 우수하였던 수냉 예냉방법, 40,000cc 필름으로 저장시 경도가 양호하고 외관상 품질이 우수하고 이취가 적었던 공랭으로 예냉 하는 것이 적합하다고 판단된다.

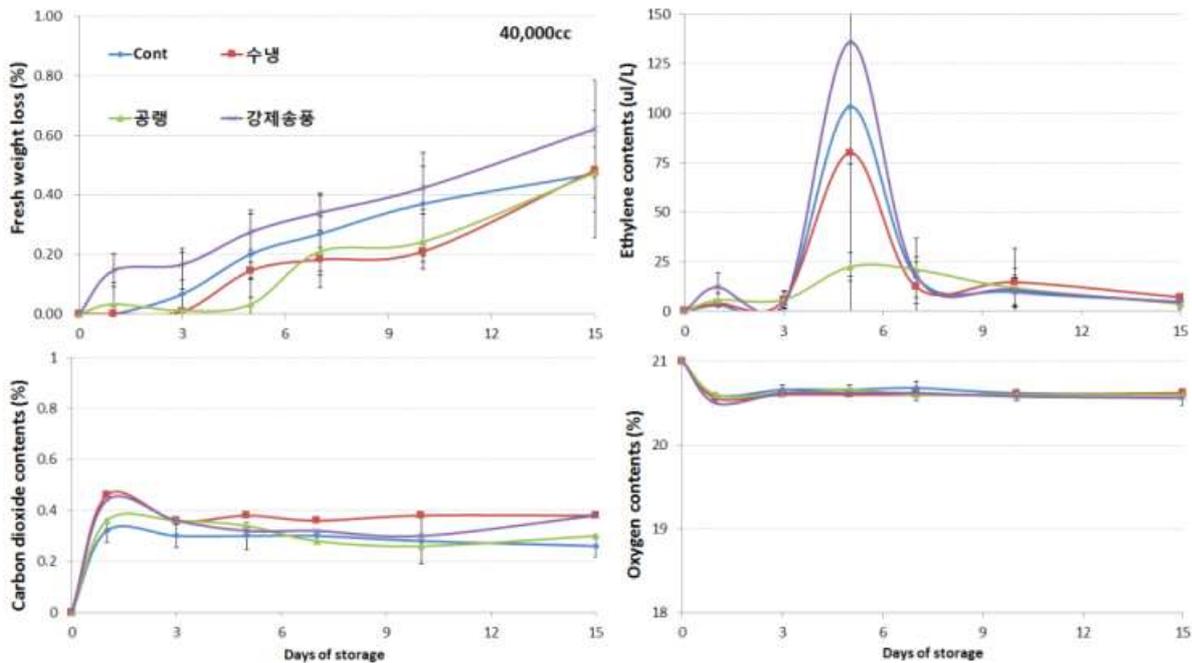


그림 3-2-174. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화(40,000cc)

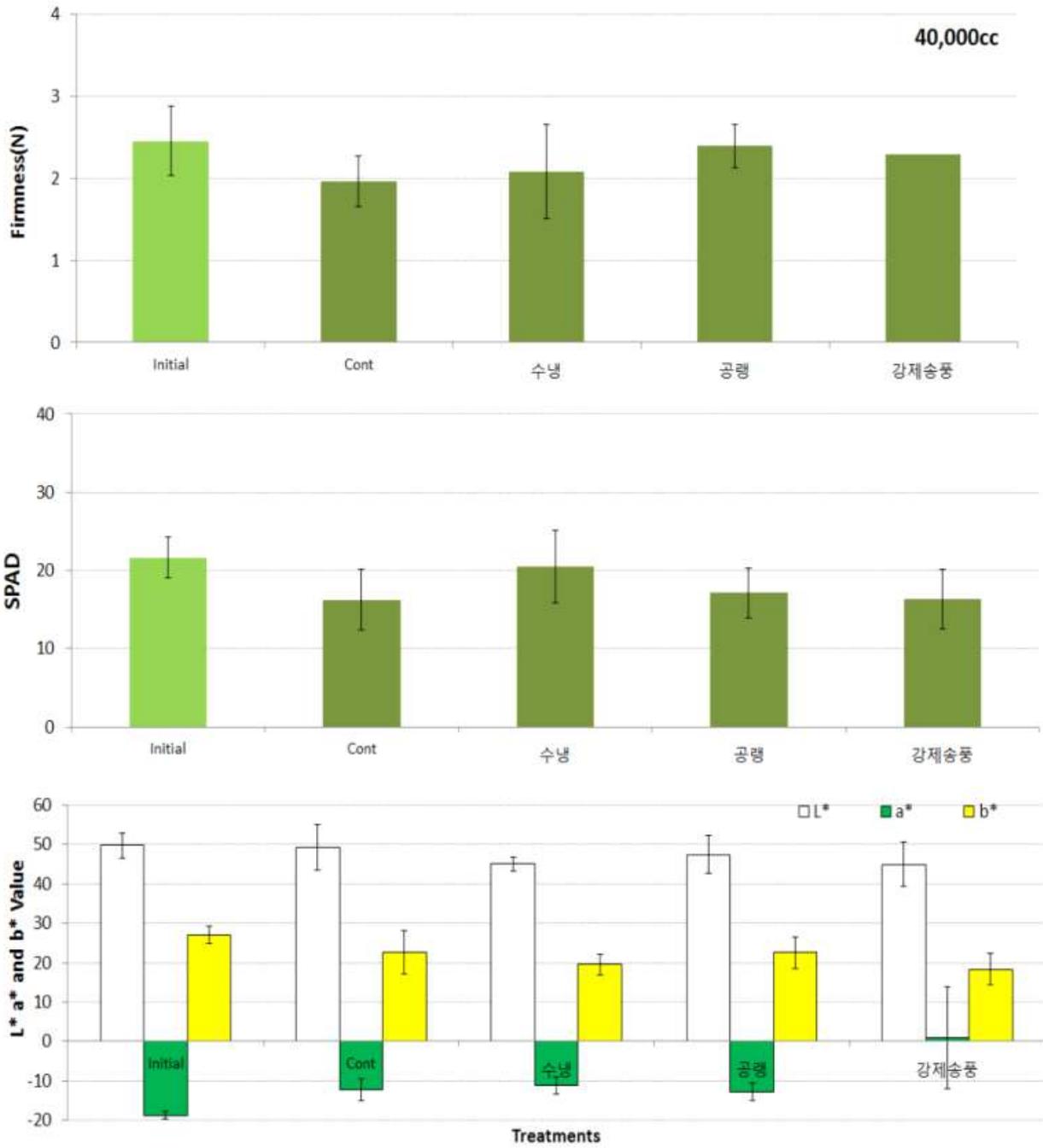


그림 3-2-175. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 종료일 경도, 엽록소 함량, 색도 비교 (40,000cc)

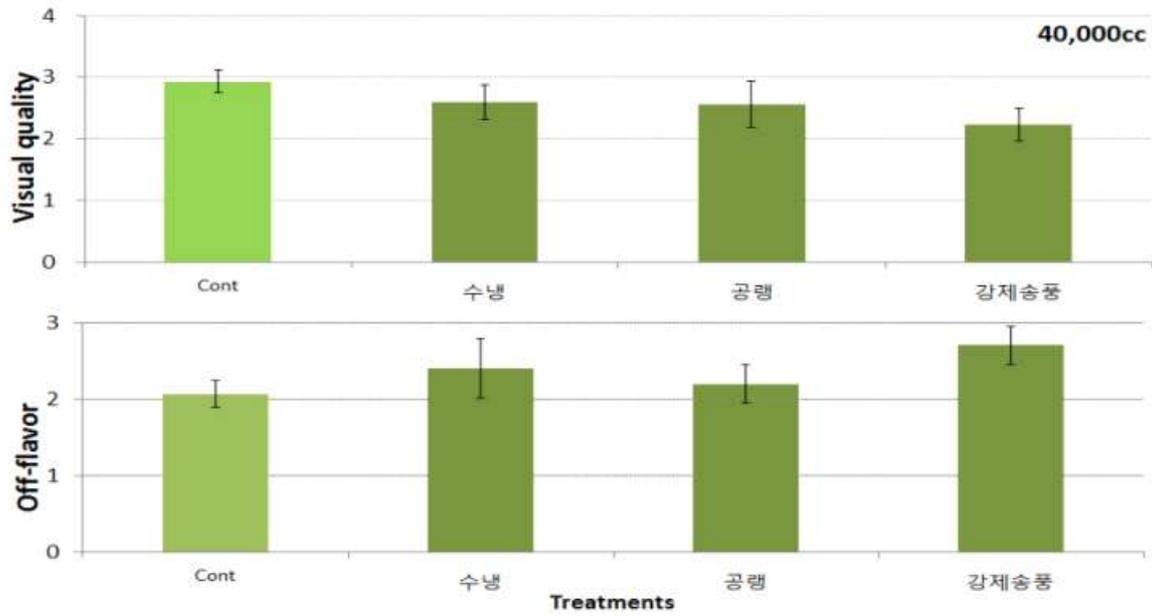


그림 3-2-176. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 종료일 외관과 이취 정도(40,000cc)



그림 3-2-177. 예냉 방법에 따른 로메인의 MA저장 종료일 외관(40,000cc)

#### 4. 현장 기술 적용

##### 가. 주요 어린잎 채소 현장 적용

###### [실험 1] 모의 유통조건에서의 MAP 적용

###### - 연구방법

공시재료: 로메인, 비트, 청경채

처리조건: 4℃ 4시간, 30℃ 2시간 처리 후 8℃에서 저장

4℃ 4시간, 20℃ 2시간 처리 후 8℃에서 저장

4℃ 4시간, -2℃ 2시간 처리 후 8℃에서 저장

대조구- 8℃ 저장

저장조건: 로메인 - 40,000cc, 비트 -1,300cc, 청경채 -1,300cc OTR 필름 포장

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 경도, 엽록소 함량, 외관, 이취

###### -연구결과

###### < 로메인 >

국내 콜드체인 체계가 완벽히 확립이 되지 않는 시점에서 상온, 고온 및 저온에 노출되어 유통시 저장성에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 본 연구를 수행하였다.

여러 모의 유통온도에 노출 뒤 로메인의 저장 중 생체중 감소율은 30도 노출된 처리구가 가장 큰 감소를 보였으나 처리구간의 차이가 나타나지 않았고, 0.4% 미만의 낮은 수치를 보여 수분 감소로 인한 외관상 품질 저하는 없었다. 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도는 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 저장 종료일의 외관상 품질은 대조구인 8도 저장 처리구가 그 중 우수하였으며, 이취, 경도, 엽록소 함량은 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 따라서, 외관상 품질을 보았을 때 유통 중 짧은 2시간의 노출에도 저장성은 감소하는 것으로 나타났다.

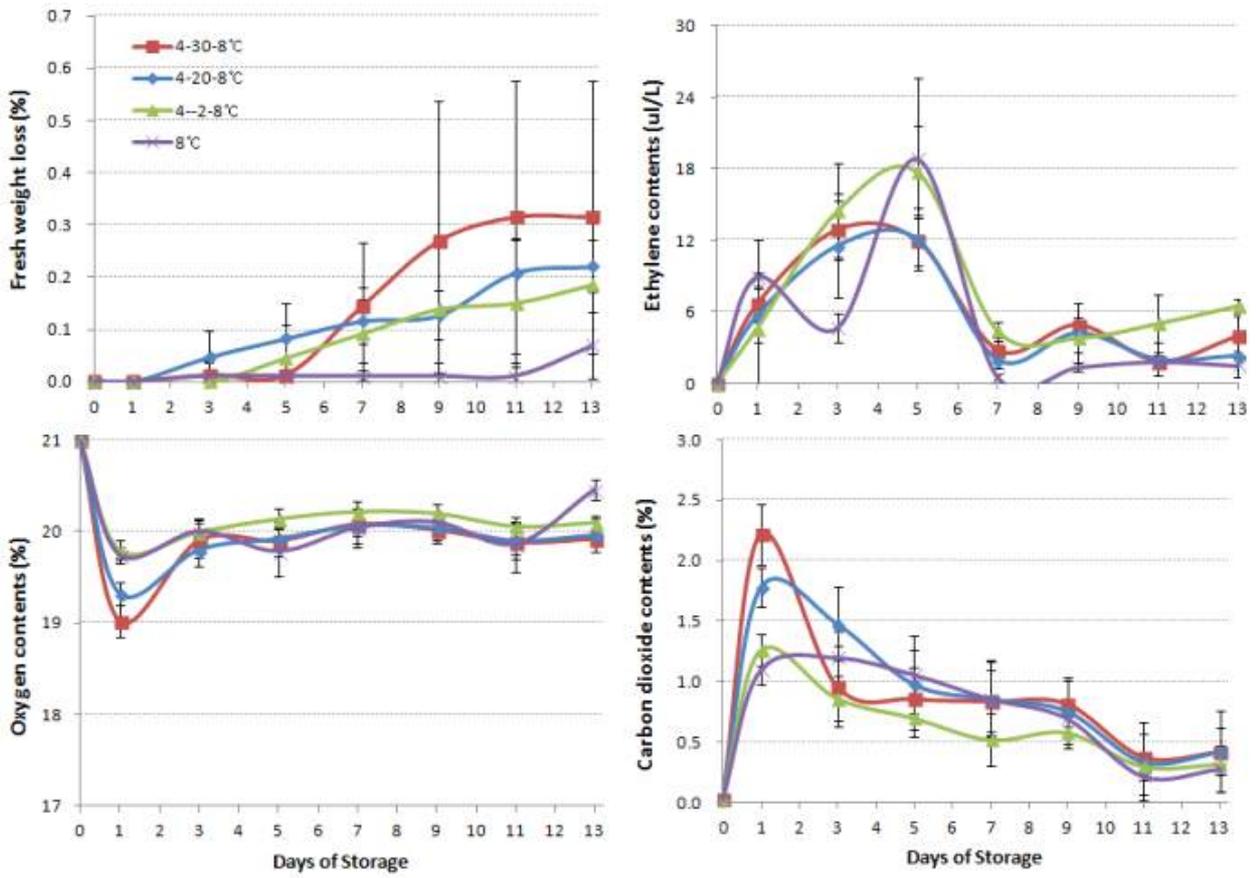


그림 3-2-178. 몇 가지 온도 변화에 따른 로메인의 저장 중 생체중 감소율, 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도 변화

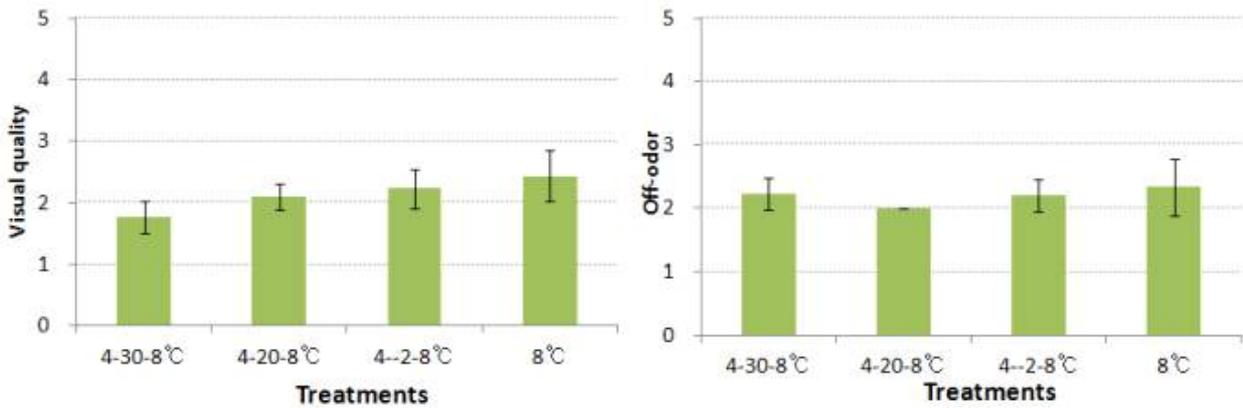


그림 3-2-179. 몇 가지 온도 변화에 따른 로메인의 저장 종료일 외관과 이취 비교

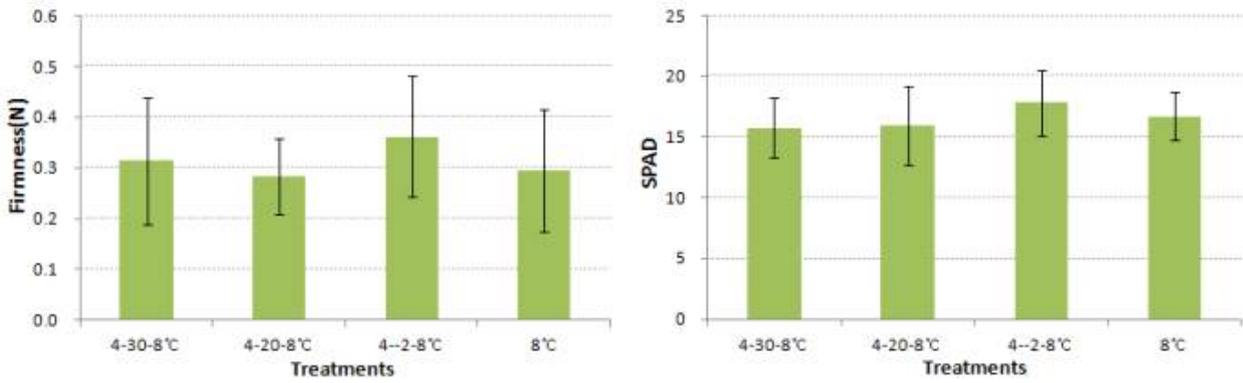


그림 3-2-180. 몇 가지 온도 변화에 따른 로메인의 저장 종료일 경도와 엽록소 함량 비교

< 비트 >

비트의 저장 중 생체중 감소율은 30도 노출 처리구가 가장 높았으나 모든 처리구가 저장 종료일에 0.6% 이하의 낮은 수치를 보였고, 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도는 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 패널테스트를 통한 외관은 8도 대조구가 다소 양호하였고, 이취도 8도가 가장 낮았다. 경도와 엽록소 함량은 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 따라서, 비트 유통 시 8도에서의 지속적인 유통 및 저장이 필요하며 짧은 시간 노출되면 저장성이 떨어진다.

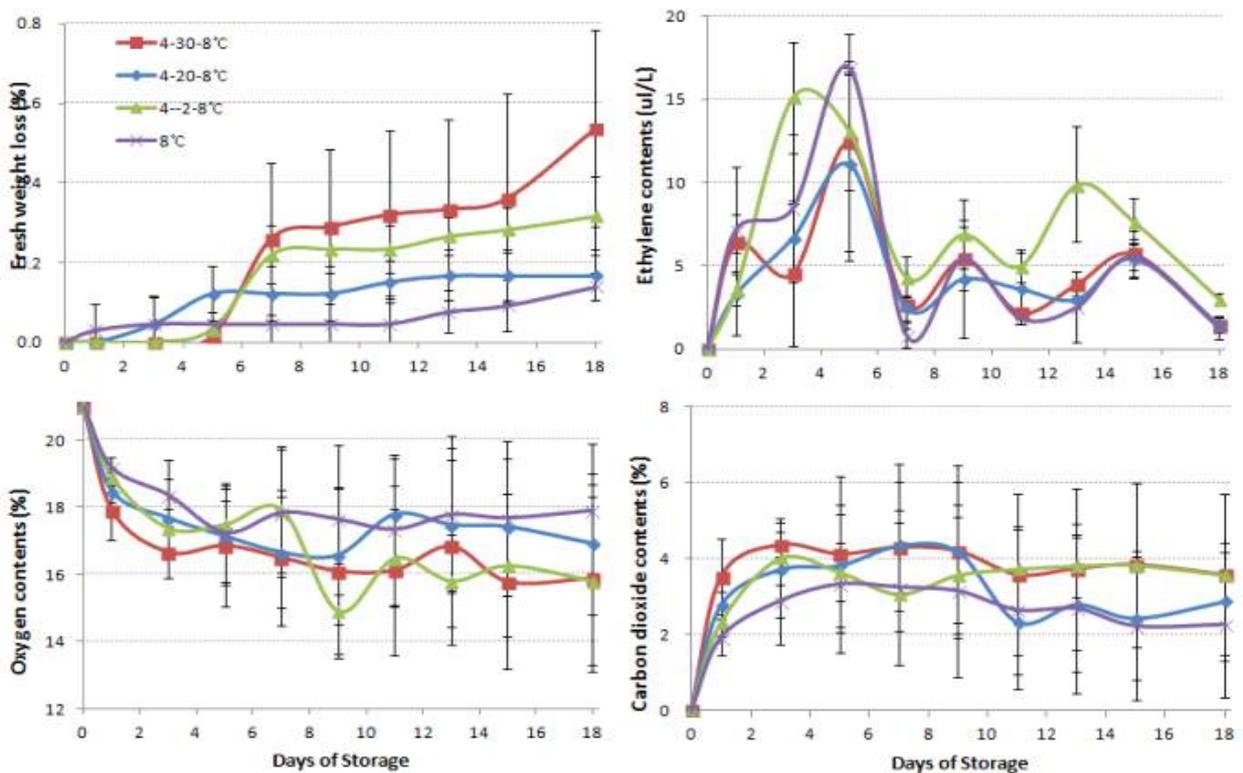


그림 3-2-181. 몇 가지 온도 변화에 따른 비트의 저장 중 생체중 감소율, 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도 변화

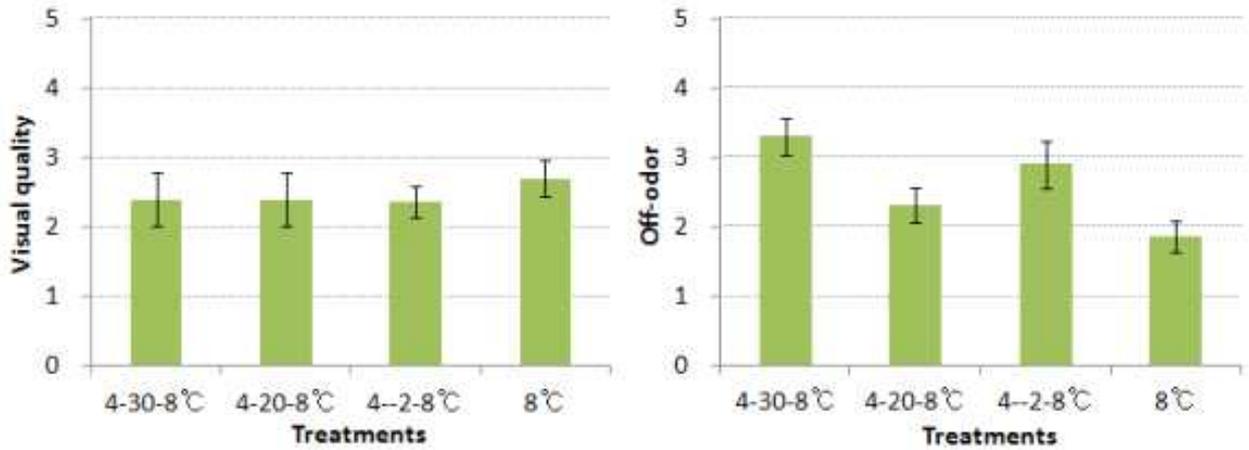


그림 3-2-182. 몇 가지 온도 변화에 따른 비트의 저장 종료일 외관과 이취 비교

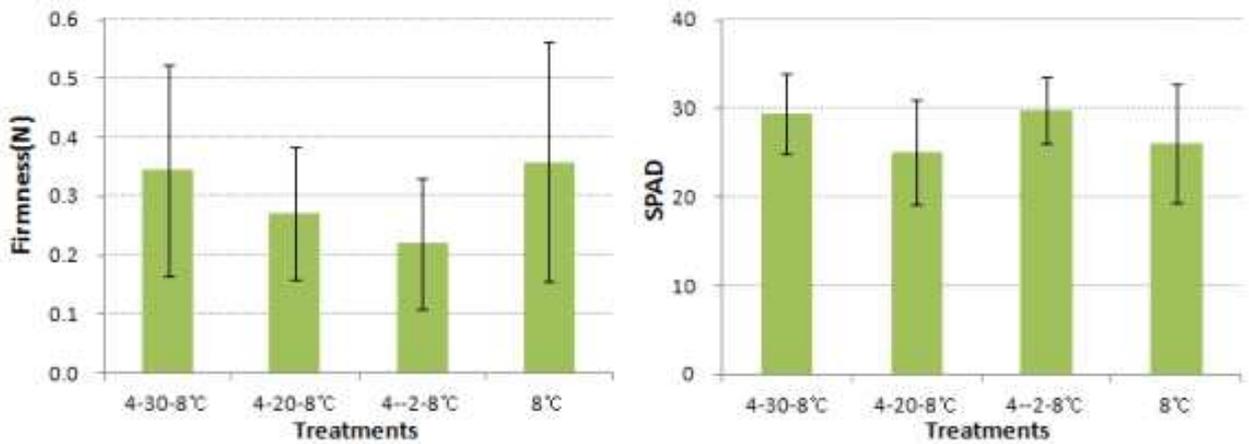


그림 3-2-183. 몇 가지 온도 변화에 따른 비트의 저장 종료일 경도와 엽록소 함량

< 청경채 >

청경채 저장 중 생체중 감소율은 30도 노출 처리구가 가장 높았으나, 저장 종료일에 0.6%로 낮았고, 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도는 처리간의 차이는 나타나지 않았다. 저장 종료일의 패널테스트를 통한 외관상 품질은 8도가 다소 양호하였고, 이취는 30도 노출 처리구가 다소 높았으나 모든 처리구 유사하였다. 경도는 8도가 가장 높았으며 엽록소 함량은 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 따라서, 청경채도 위의 두 작물과 같이 예냉이 되었어도 짧은 시간 상온, 고온, 및 저온에 노출되었을 시 저장성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

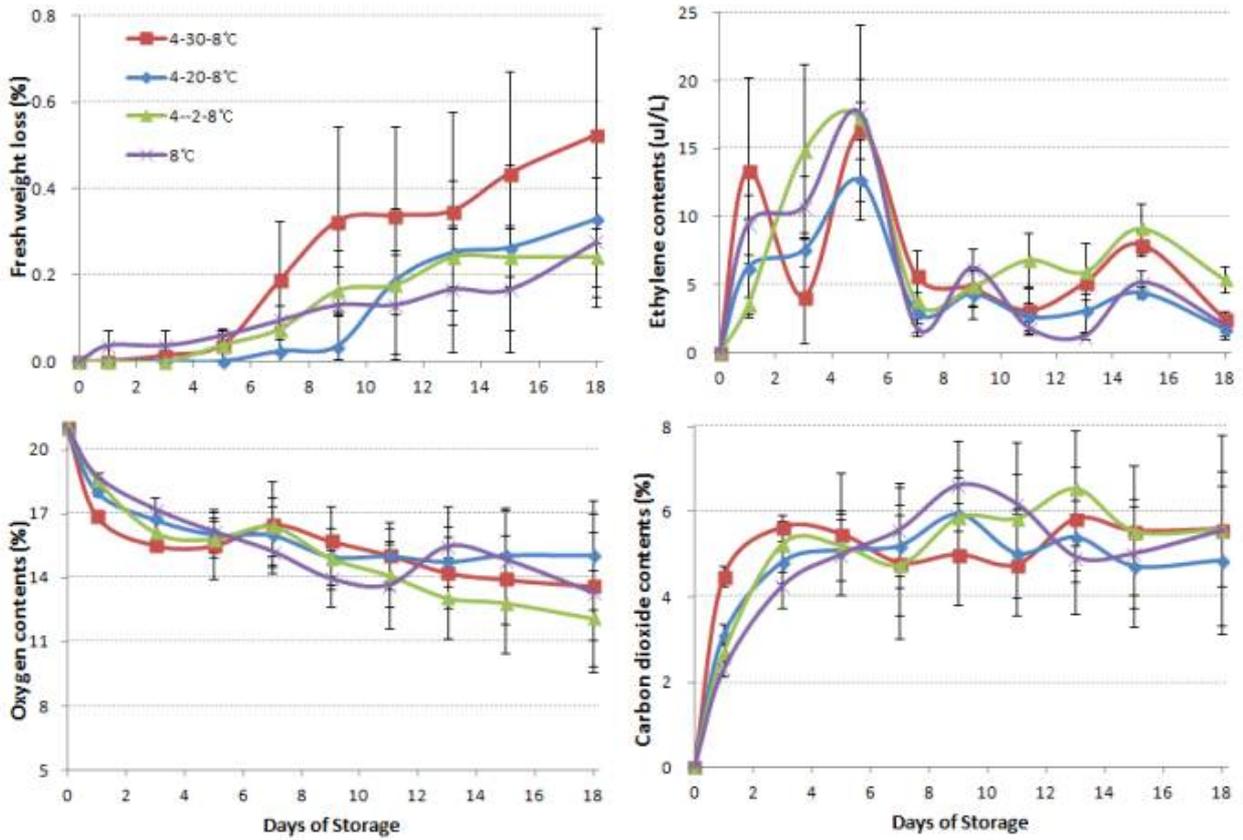


그림 3-2-184. 몇 가지 온도 변화에 따른 청경채의 저장 중 생체중 감소율, 포장내 에틸렌, 산소, 이산화탄소 농도 변화

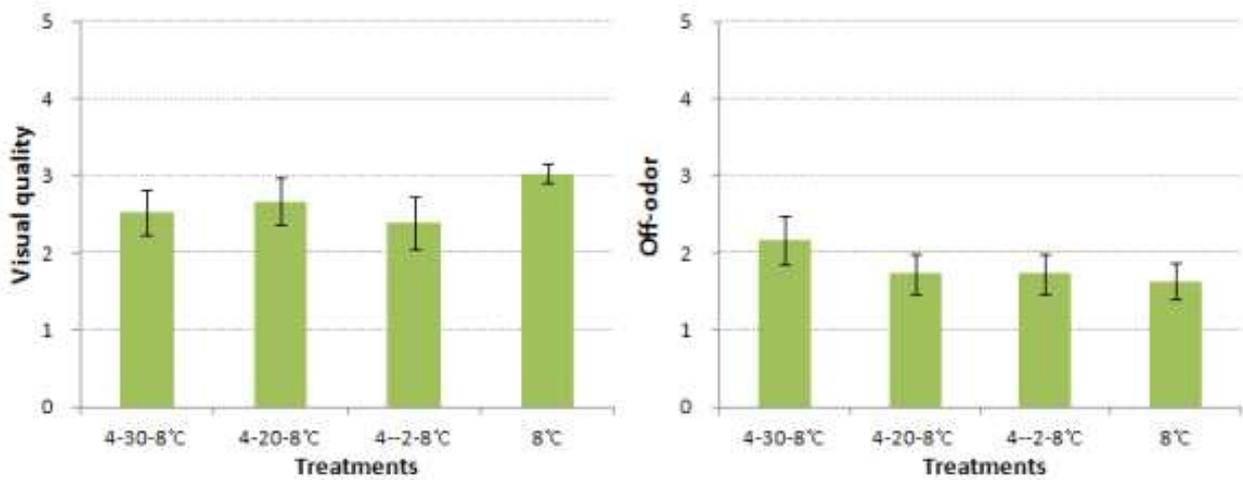


그림 3-2-185. 몇 가지 온도 변화에 따른 청경채의 저장 종료일 외관과 이취 비교

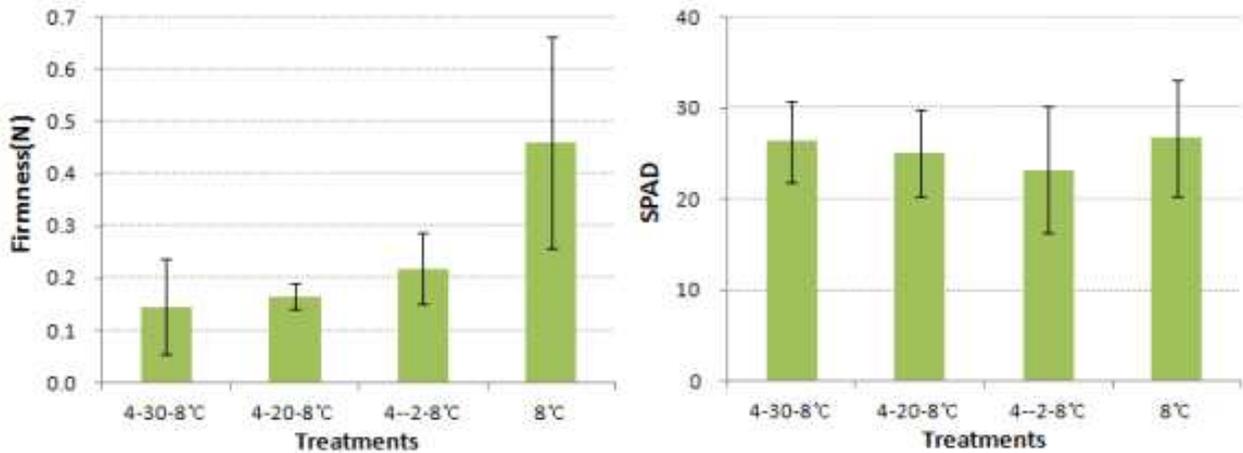


그림 3-2-186. 몇 가지 온도 변화에 따른 청경채의 저장 종료일 경도와 엽록소 함량 비교

#### 나. 현장 적용

현재 국내 어린잎 MAP의 유통 중 온도 관리는 저온유통(cold chain)을 지향하고 있으나, 상·하차 과정에서 상온 노출이 발생하고 있는 실정이다. 따라서 어린잎 채소 MAP를 대상으로 국내 유통 조건에서 온도 관리 조건에 따른 저장성 및 미생물 발생 정도를 비교하고자 하였다.

##### - 연구방법

공시재료: 적다채, 로메인 화이트

처리조건

표 3-2-15.

Treatments	Prechilling +APC	Loading	Transport vehicle	Unloading	Superstore storage
		4hr	12hr	2hr	
High temperature season	4°C	20°C	2°C	8°C	8°C
Low temperature season	4°C	10°C	2°C	8°C	8°C
Cold chain	4°C	4°C	4°C	4°C	8°C

저장조건: 산소투과도를 조절할 수 있는 OTR(Oxygen transmission rate) 필름으로 포장 적다채(10,000cc), 로메인 화이트(40,000cc) 저장온도  $8 \pm 1^\circ\text{C}$ , 상대습도  $85 \pm 5\%$  챔버

조사내용: 생체중 감소율, 포장내 이산화탄소·산소 농도 변화, 외관, 이취, 색도, 총균수, 곰팡이수, 엽록소 함량

- 연구결과

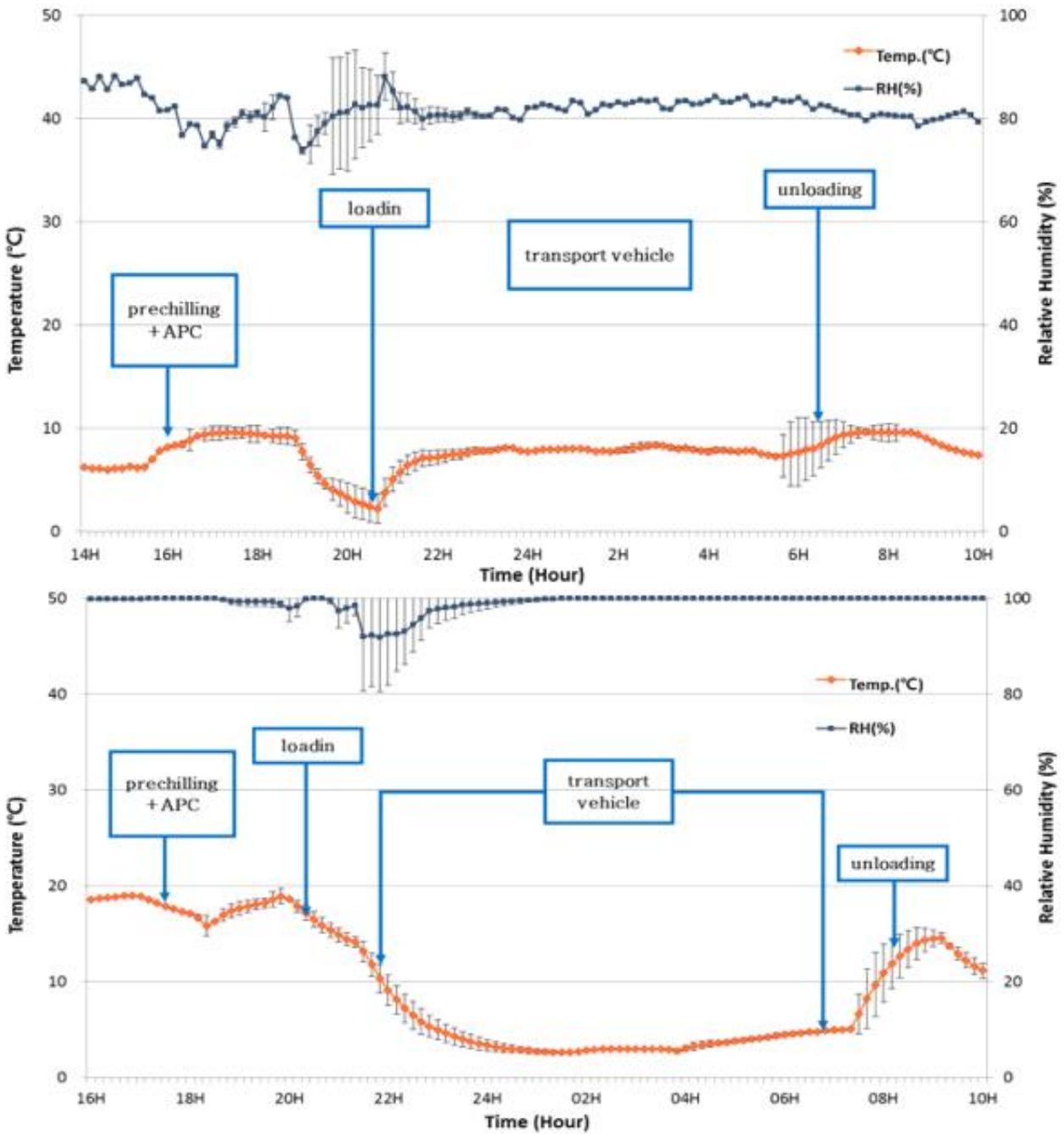


그림 3-2-187. 여름철(상)과 겨울철(하)의 어린잎 채소 유통 현장 온도 및 습도 변화

< 적다채 >

생체중 감소율에서는 모든 처리구가 1% 미만이었으며, 이산화탄소는 모든 처리구가 2%미만의 농도를 유지 하였다. 그 중 고온기 처리구에서 1.3%의 농도로 처리구중 가장 높았으며 저온 유통 처리구가 0.6%의 농도를 나타내었다. 기존 보고에 따르면 원예산물의 생체중 감소 허용 범위는 3~5%로 알려져 있어 생체중 감소에 의한 상품성 손실은 없다고 판단 할 수 있다(Kays와 Paull, 2004). 이산화탄소는 저장온도가 낮으면 낮을수록 이산화탄소의 농도를 낮출 수 있다고 보고 하였는데(Lee, 2011) 본 실험에서도 가장 낮은 이산화탄소 농도를 보인 저온 유통 처리구 이며, 가장 높은 농도를 보인 고온기 처리구 이었다. 산소농도 또한 높은 농도를 나타내고 있는 처리구는 저온기이며, 낮은 농도를 보여준 처리구는 고온기 처리구 이다.

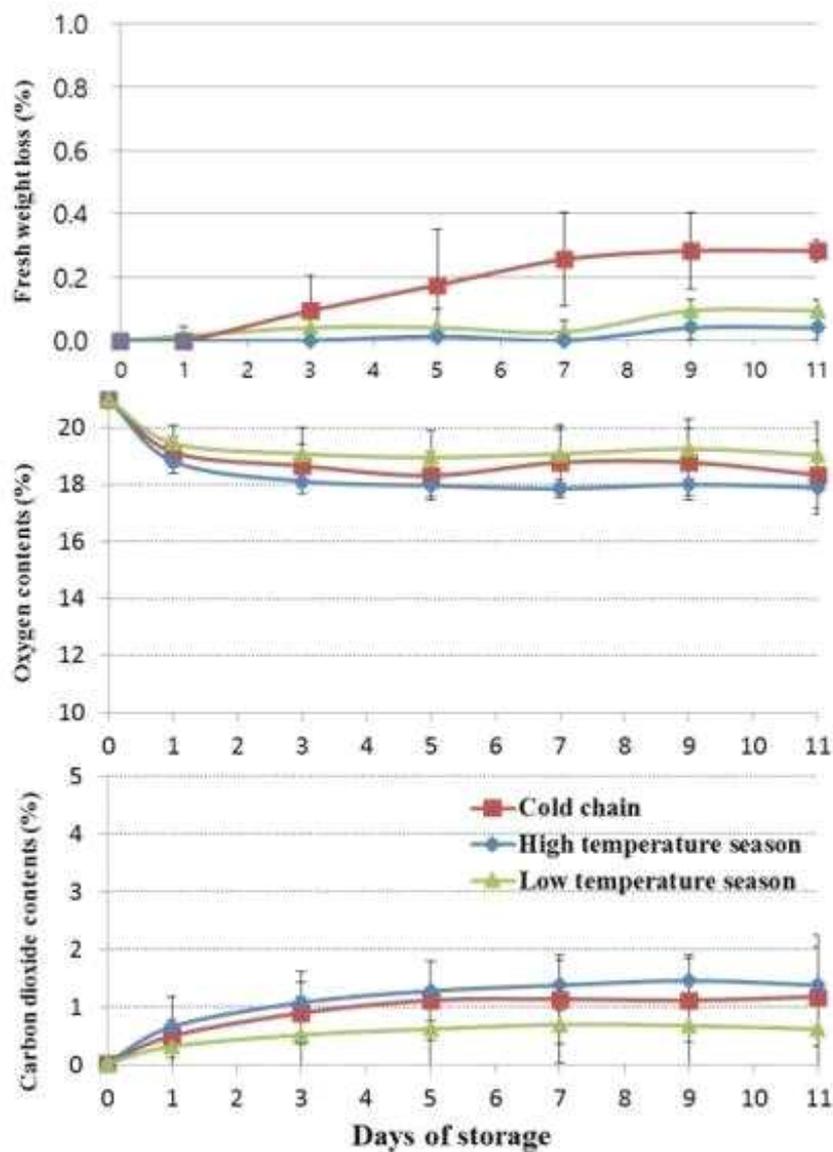


그림 3-2-188. 유통 온도처리에 따른 적다채 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소 농도 변화

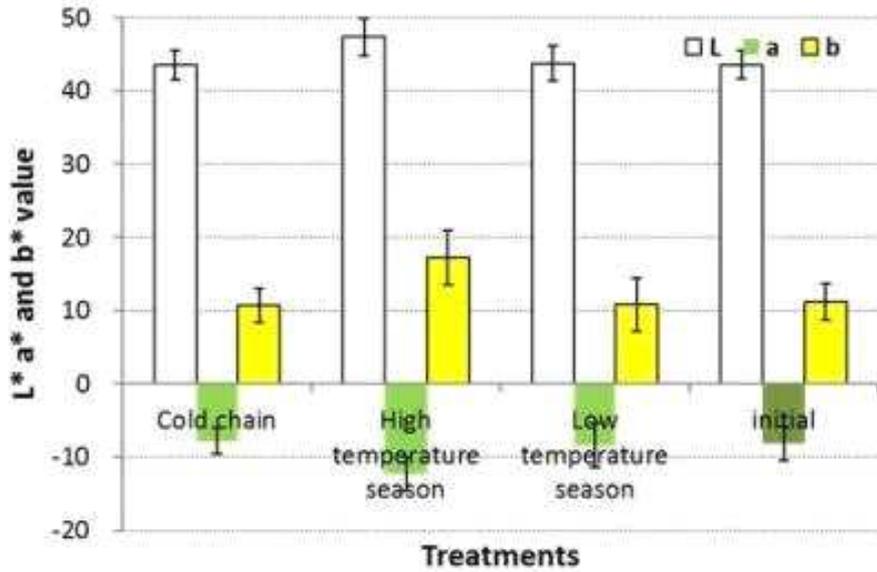


그림 3-2-189. 유통 온도처리에 따른 적다채의 저장 종료일의 색도 비교

표 3-2-16. 유통 온도처리에 따른 적다채의 저장 종료일의 외관, 이취, 총균수, 곰팡이수, 엽록소 함량

Treatments <sup>2</sup>	Off-flavor	Visual quality	Aerobic count (log CFU/g)	Yeast and Mold count (log CFU/g)	Chlorophyll Cont. (SPAD)	
					Initial	Final
High temperature season	2.0 ± 0 <sup>y</sup>	3.1 ± 0.3	126 ± 49.5	1.5 ± 0.6		30.3 ± 3.9
Low temperature season	2.0 ± 0	2.7 ± 0.3	34 ± 7.2	2 ± 1.0	29.3 ± 3.2	36.4 ± 3.1
Cold Chain	2.5 ± 0.5	3.2 ± 0.4	49.5 ± 17.3	0.25 ± 0.5		34.0 ± ±1.8

<sup>y</sup> Means ±SD(n=5)

<sup>z</sup> The distribution temperature and the treatment time were divided into 5places

패널테스트를 통한 외관, 이취검사 결과에서는 모든 처리구가 통계적 유의성은 없다고 판단 할 수 있으며 엽색과 엽록소는 모든 처리구에서 초기값과 유사 하다. 그러나 총 균 수에서 저온기와 저온유통 처리구는 유사한 수치를 나타내었으나, 고온기 처리구의 경우 상당히 높은 균수를 확인 할 수 있었다. 고온기의 일반 세균 수 125.5 log CFU/g에 비해 저온기 처리구는 34 log CFU/g, 저온유통은 49.5 log CFU/g이며, 총 곰팡이/효모 수는 고온기 1.5log CFU/g, 저온기 1log CFU/g그리고 저온유통은 0.25log CFU/g나타났다. 따라서 적다채가 유통중 온도변화에는 생체중 감소, 외관, 대기조성등 품질이 하락 하지 않지만 총 균수와, 곰팡이 수가 급격히 증가 한 것으로 보아 저온유통을 해야 할 것으로 판단된다.

< 로메인 화이트 >

로메인 화이트는 이전 실험에서 OTR 필름 40,000cc 가 가장 적합한 필름으로 판단 되었으나 유통 중 온도 변화에 의한 생체중 감소율, 이산화탄소, 산소 등은 처리구간 차이를 보여 주지 않았다.

생체중 감소율은 모든 처리구에서 0.4%의 감소율을 보여 저장 종료일까지 상품 가치성을 잃지 않았으며, 이산화탄소와 산소는 저장 마지막 날까지 변화가 없었다(Fig. 25). 10일 저장된 일반 로메인의 경우 고농도 이산화탄소와 저농도 산소가 포장재 내부에 조성 되어야 하지만 로메인 화이트의 경우 저장 종료일 까지 대기 조성의 변화가 이루어지지 않는 것을 보아 품종의 특성으로 인하여 일반 로메인과 상반된 결과가 나타난 것으로 판단된다.

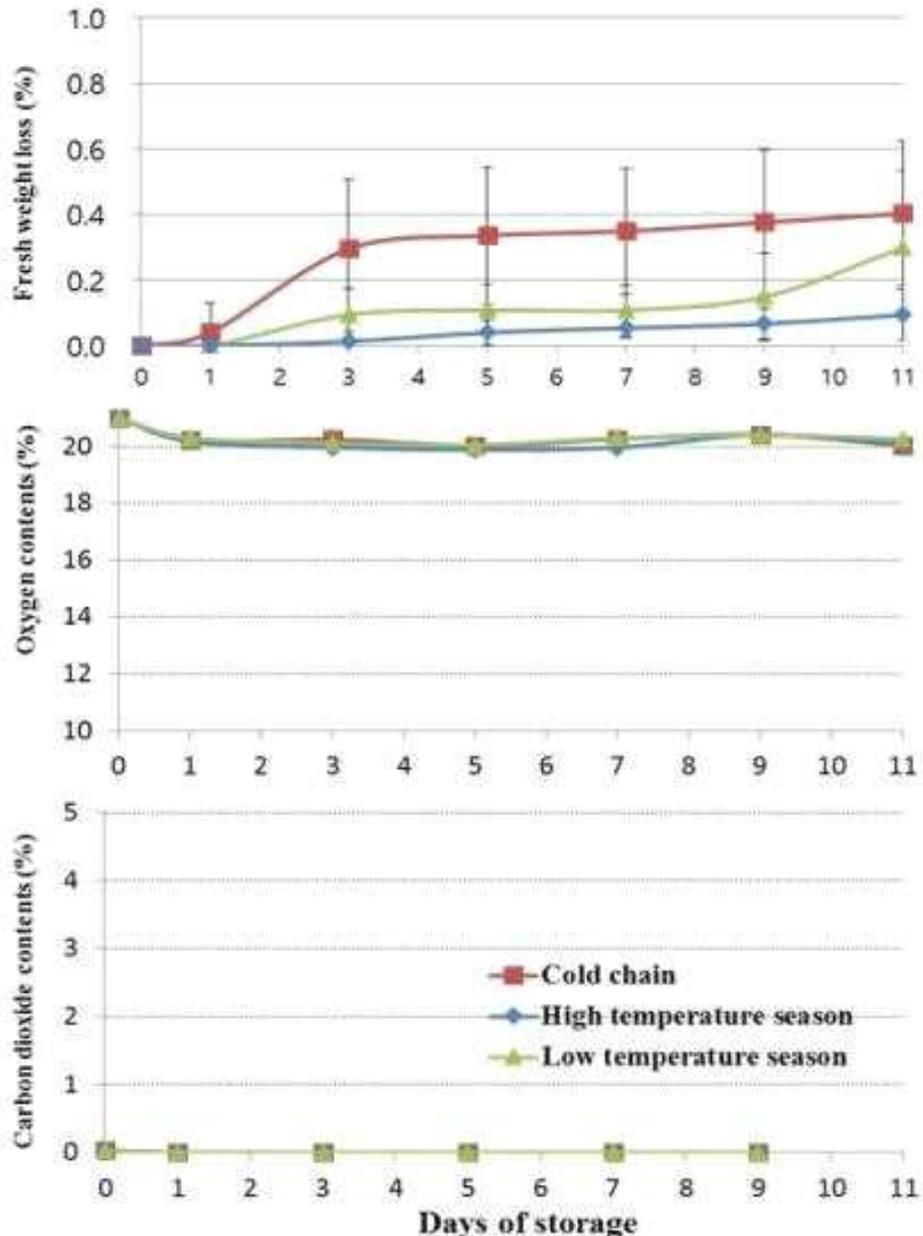


그림 3-2-190. 유통 온도처리에 따른 로메인 화이트 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소 농도 변화

엽색에서도 모든 처리구가 초기값과 유사한 결과를 보였으며 유의성 또한 나타나지 않았으며 (Fig. 26). 엽록소와 패널테스트를 통한 외관과 이취에서는 각 처리구에서 유사한 결과를 보

였으나 총 세균수에서는 각 처리구간 다른 결과를 보였다 (Table 3).

저온기와 저온유통의 처리에서는 비슷한 결과를 보였으나 고온기의 처리구에서는 다른 처리구 보다 두배 이상 높은 수치를 보였으며 (Table. 3) 일반세균의 경우 고온기는 233log CFU/g, 저온기는 99.5log CFU/g 그리고 저온유통은 117.5log CFU/g이었으며 총 곰팡이/효모는 고온기 0.75log CFU/g, 저온기 1log CFU/g 그리고 저온유통은 0.75log CFU/g을 나타냈다.

이 결과로 보아 상품에 대한 문제는 없으나 위생과 안전성에 대한 문제점이 생긴 것으로 판단된다. 기존 보고에 의하면 신선편이 멜론을 5℃에 저장 후 5시간동안 22℃에 노출되면 세균효모, 곰팡이등이 크게 증가 하였는데 (D.O. Ukuku 등 2007) 이번 실험에서도 상온 노출이 지속 될 경우 세균 과 곰팡이 등이 크게 증가 한 것을 볼 수 있었다.

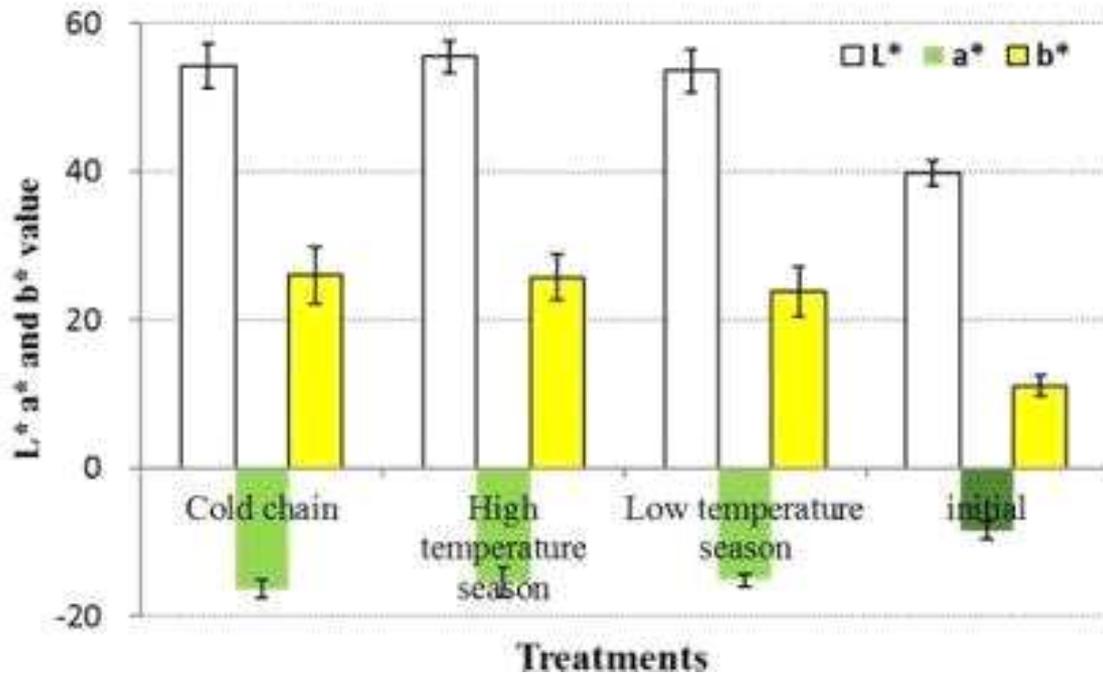


그림 3-2-191. 유통 온도처리에 따른 로메인 화이트 저장 종료일의 색도 비교

표 3-2-17. 유통 온도처리에 따른 로메인 화이트 저장 종료일의 외관, 이취, 총균수, 곰팡이 수, 엽록소 함량

Treatments <sup>z</sup>	Off-flavor	Visual quality	Aerobic count (log CFU/g)	Yeast and Mold count (log CFU/g)	Chlorophyll Cont. (SPAD)	
					Initial	Final
High temperature season	2.0 ± 0 <sup>y</sup>	2.4 ± 0.2	233 ± 23.7	0.75 ± 1.0		22.8 ± ±2.1
Low temperature season	1.8 ± 0.4	3.0 ± 0.0	99.5 ± 14.5	1 ± 0.0	21.4 ± 4.8	18.2 ± ±2.2
Cold Chain	3.0 ± 0.5	2.3 ± 0.3	118 ± 3.8	0.75 ± 0.5		16.9 ± ±2.2

<sup>y</sup> Means ±SD(n=5)

<sup>z</sup> The distribution temperature and the treatment time were divided into 5places

다. 수확 후 관리 매뉴얼 개발



그림 3-2-192. 수확 후 관리 매뉴얼

어린잎 채소는 조직이 연약하고, 수분 손실이 심하며, 호흡 등의 생리 활동이 왕성한 수확 후 생리 특성을 가지고 있다. 이에 따라 수확 후 2차적인 품질 저하 현상이 쉽게 일어나 수확 후 체계적인 관리가 필요한 품목 중에 하나이다. 어린잎 채소의 소비 형태는 신선가공품 (fresh cut product)으로 이용되고 있으며 샐러드로 많이 섭취하기 때문에 신선도와 안전성의 확보가 우선시 되어야 하기 때문에 그에 따른 연구를 진행하여 결과를 도출 하였다. 어린잎 채소는 수확 후 살균을 위해 전해수 처리를 하는 것이 바람직하며, 황화가 쉽게 진행되기 때문에 MAP 적용 시 포장내 고이산화탄소 가스를 주입하는 것이 효과적이다. 또한 기존의 유공 포장 형태로서의 선도 유지 기간은 3-5일인 반면에 각 품목에 따른 적절한 산소투과도를 가진 필름으로 MA 포장하여 8℃의 온도에서 유통된다면 기존 선도 유지 기간을 2배에서 길게는 3배까지도 연장이 가능하다고 사료된다.

# 제 3절 벼 육묘 자동화시스템 생산 어린잎 채소의 현장 유통 적용

## 1. 엽채류 국내 유통 과정 모니터링

- 연구방법

입고된 엽채류를 대상으로 출고전 온습도계를 같이 포장하여 백화점, 학교, 대형마트 및 소규모 택배 판매 등의 유통과정의 환경을 모니터링 하였음.



그림 3-1-1. 입고된 엽채류의 냉장시설



그림 3-1-2. 환경 모니터링을 위한 온습도계



그림 3-1-3. 포장내 온습도계 포장

#### - 연구결과

경기도의 한 백화점을 대상으로 한 유통과정 환경 모니터링 결과는 입고된 후 포장하여 냉장 시설에서 저온으로 밤새 2-3℃로 저장되어 있다가 새벽 4시경 유통이 시작되었다. 시작된 직후 탑차내 콜드체인 시스템이 깨져 15℃에 육박하는 모습을 보였다. 이와 같이 저온이 유지되지 않는 유통 체계는 조직이 연하며 온도에 쉽게 품질이 변하는 어린잎 채소 같은 경우에는 저장성 품질을 크게 저하시키는 요인으로 꼽히고 있다. 콜드체인이 깨지는 이유는 탑차내 온도 관리 미흡과 본 조사시 3시간 남짓밖에 걸리지 않은 과정이었지만, 백화점에서의 배송이 아닌 여러 대형마트로의 배송을 복합적으로 하나의 운송수단으로 이뤄졌기 때문에 저온으로 유지하기에는 어려움이 있었다.

학교에서 급식으로 제공되는 어린잎 채소의 유통과정 또한 하절기임에도 불구하고 상온으로 유통되는 결과를 나타냈다. 소비자를 상대로하는 유통과정 보다는 어린잎 채소의 저장기간이 짧고 바로 학생들의 식판에 오르기 때문에 이와 같은 상온으로의 유통은 외관상 품질이 크게 저하되지는 않는다. 그러나 내적 품질이 저하 될수 있으며, 경도의 저하로 식감이 떨어질수 있는 단점이 있다.

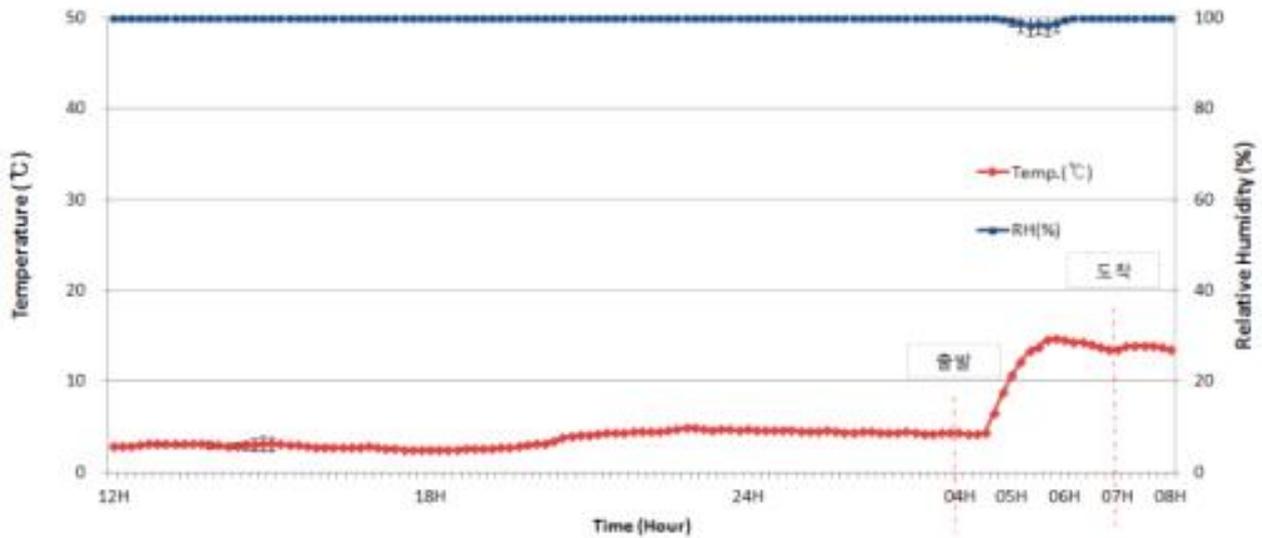


그림 3-1-4. 백화점 공급되는 어린잎 채소 유통과정에서의 포장내 온습도 변화

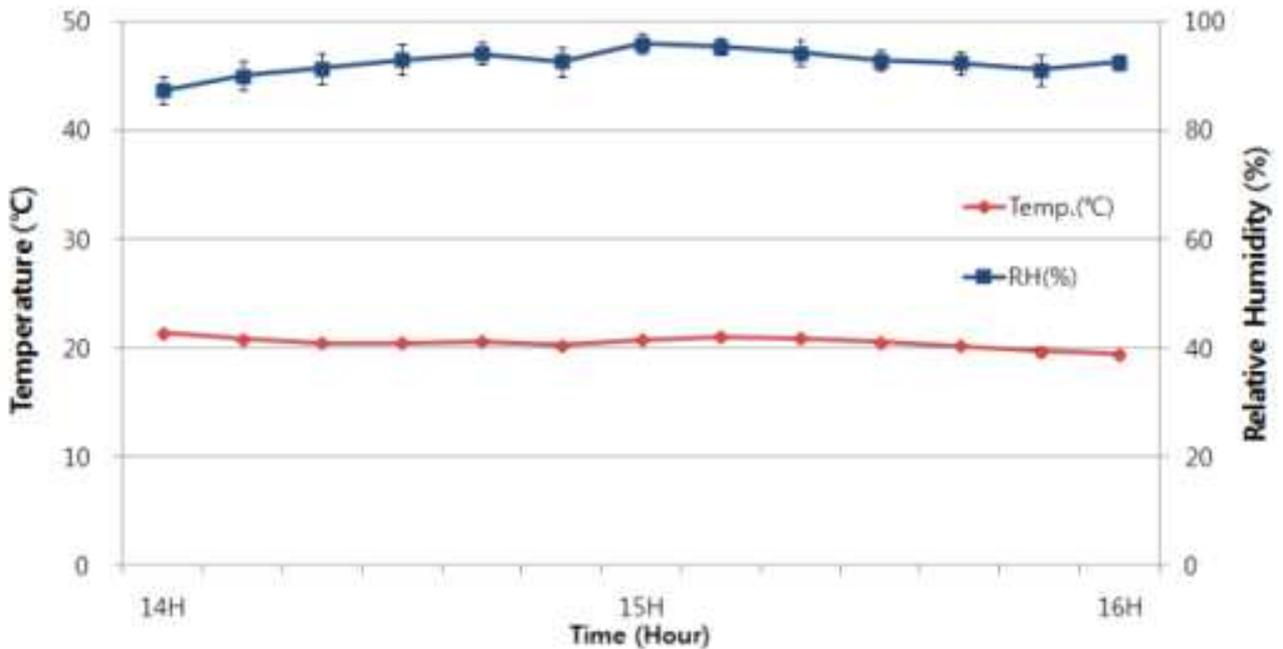


그림 3-1-5. 학교 급식에 공급되는 어린잎 채소 유통과정에서의 포장내 온습도 변화

대형마트를 대상으로 한 유통과정은 조사된 과정 중에 대체적으로 저온으로 운송되는 결과를 나타냈다. 아침에 입고되는 대형마트 특징 상 전날 오후에 출발하여 종합적인 물류센터를 거쳐 전국의 마트로 보내지게 되는데, 입고 후 물류센터를 거친후 대형마트 도착까지 약 3-5°C의 저온으로 유통되었다. 대형마트 도착 후 하차 작업으로 인해 온도가 상승하는 현상을 보였다.

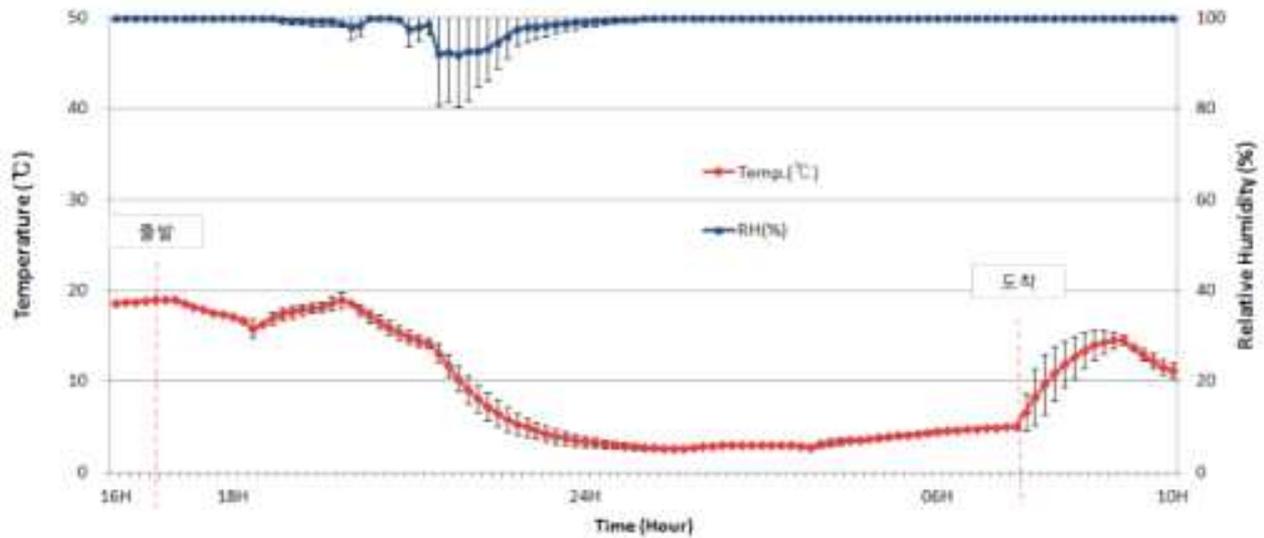


그림 3-1-6. 대형마트에 공급되는 어린잎 채소 유통과정에서의 포장내 온습도 변화



그림 3-1-7. 대형마트 유통과정 조사 후 수거된 모습

인터넷상의 온라인 상거래를 이용하는 소비자가 늘어나면서 어린잎 채소 또한 소규모의 택배를 통한 판매가 이뤄지게 되는데, 주야간 온도가 낮은 겨울을 제외한 이외의 계절은 아이스팩을 사용하고 있다. 하절기 아이스팩을 사용하지 않고 플라스틱 박스를 통한 유통과정은 25°C의 높은 온도를 유지하였고, 아이스팩을 사용한다고 하더라도 19°C 내외의 온도를 유지하였다. 이와 같은 높은 유통 온도는 어린잎 채소의 상품적 가치를 저하시킨다. 따라서 저온을 유지하는 체계적인 유통환경이 절대적으로 필요하며, 산업체 재직자들의 인식 또한 바뀌어야 한다고 판단한다.

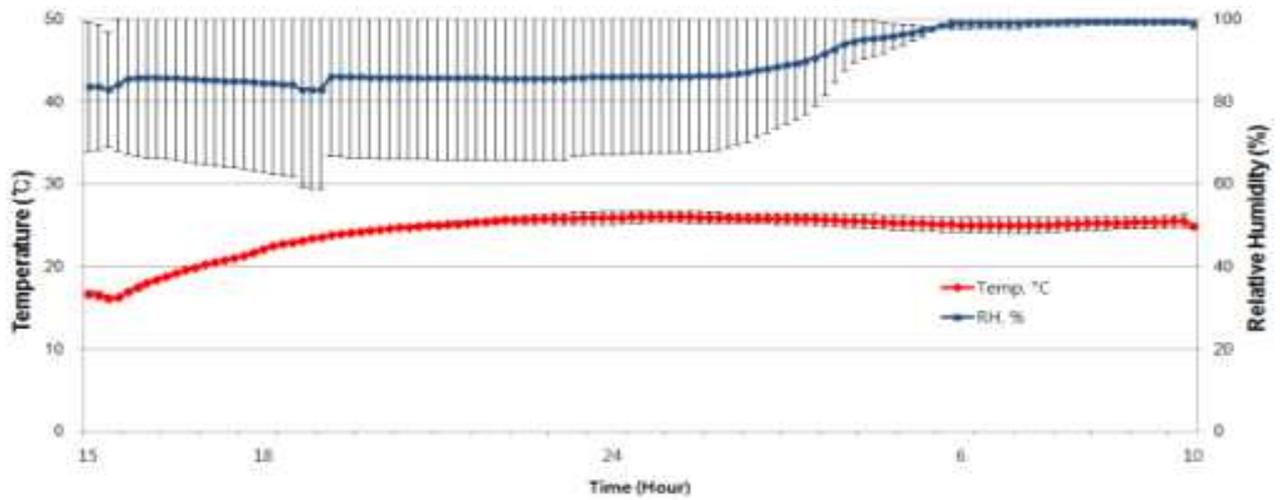


그림 3-1-8. 소규모 택배 판매시 아이스박스내 아이스팩 없이 유통된 과정의 온습도 변화

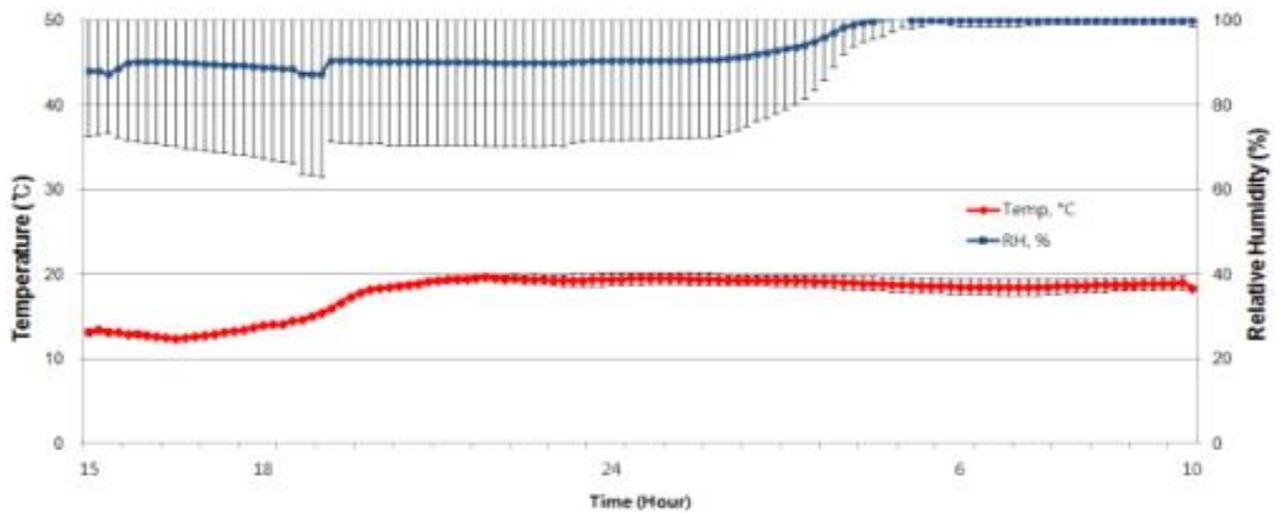


그림 3-1-9. 소규모 택배 판매시 아이스박스내 아이스팩 동봉 유통된 과정의 온습도 변화



그림 3-1-10. 소규모 택배 판매 유통시 아이스팩 동봉된 어린잎 채소의 품온

여러 유통과정의 환경 모니터링을 조사하는 과정에서 조사기간이 짧아 정확한 결과를 도출하기에는 어려웠다. 차년도에는 어린잎 채소가 운송 후 하차하여 소비자의 손에 가기 전까지 판

매대의 환경 조사까지 조사하는 더욱 세밀한 연구를 진행하여 정확한 결과를 도출할 예정이다.

## 2. 세부 과제 결과의 현장 유통 과정 적용

### 가. 기존 포장 필름과 OTR film을 이용한 MA저장 비교

: 1차년도 제2세부 연구 결과를 토대로, 동일한 공시재료를 대상으로 기존 유통되는 포장 필름과 기존 MAP 적용시 적합하다고 보고된 5,000cc OTR 필름으로 포장하였다. 산지에서 소포장 후 기존 유통 체계에 적용하여 유통 후 저장하며 품질 및 저장성 비교 하였다.

#### - 연구결과

유통 중 온습도 변화를 조사한 결과, 온도의 경우 산지에서 소포장 되어 저녁 7-8시경까지는 18도로 높았으나, 물류 창고로 이동되어 저온 저장고에 저장되고 전국 각 점포로 물류 분류 된 후 하역하여 대형마트로 이동하여 하역하는 6일 오전 8시까지 5도 이하로 잘 유지 되었다. 습도는 기존 포장 필름의 경우 온도가 바뀌는 시점에서 약 80%까지 떨어졌으나 다시 100%로 유지 되었고, OTR 필름은 저장 직후의 습도는 유통 후 저장 종료까지 100%를 유지 하였다.

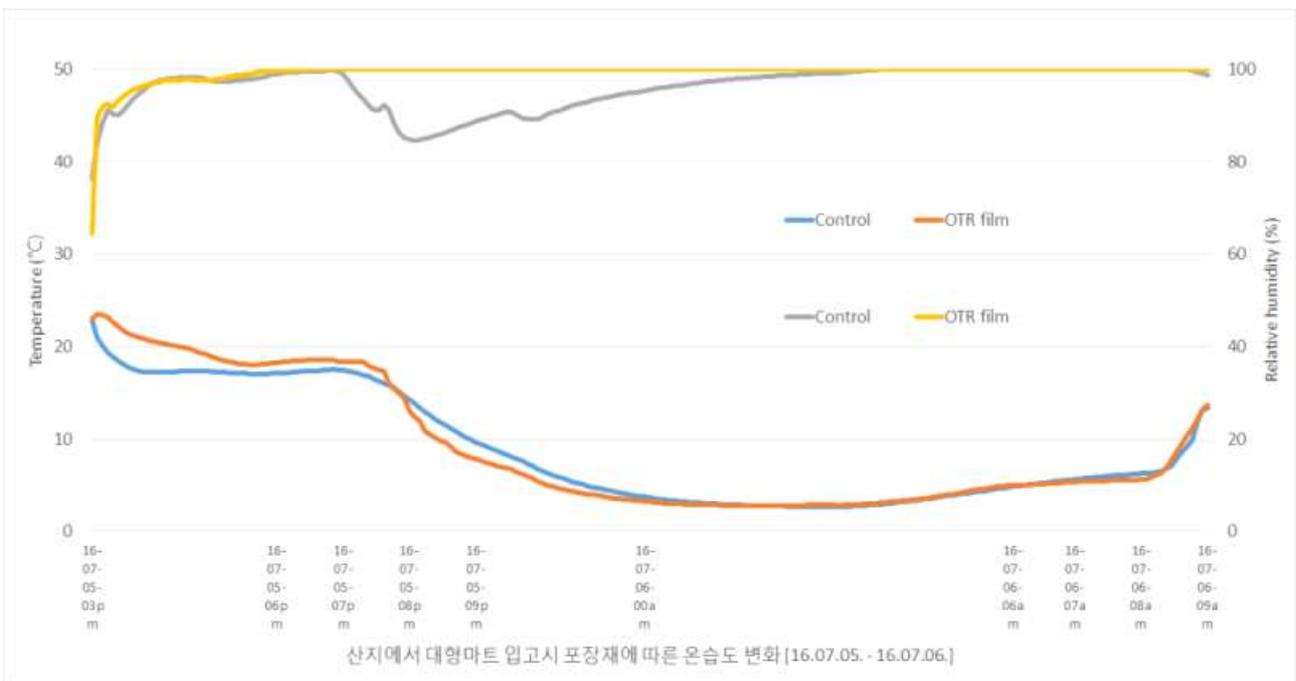


그림 3-2-1. 산지에서 대형마트 입고시 포장재에 따른 온습도 변화

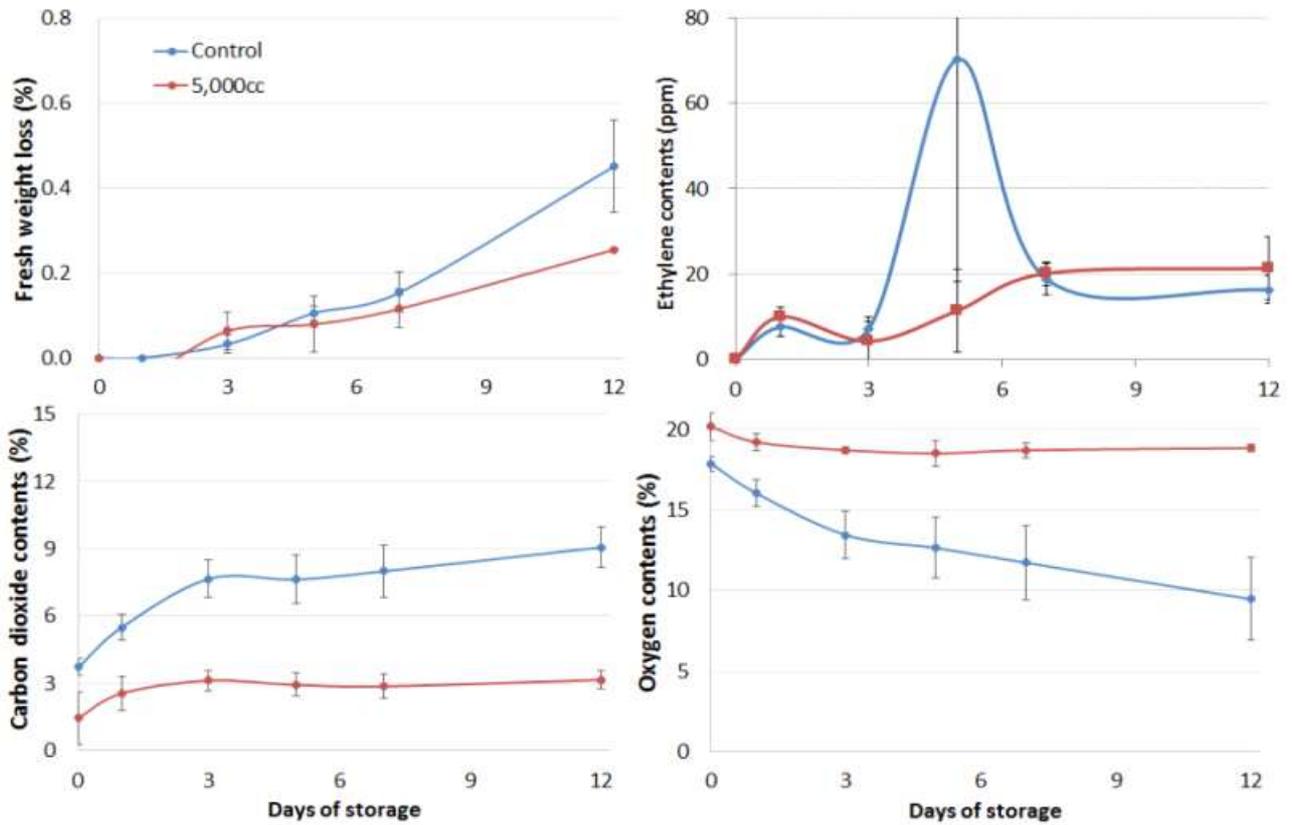


그림 3-2-2. 상추 포장재에 따른 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도

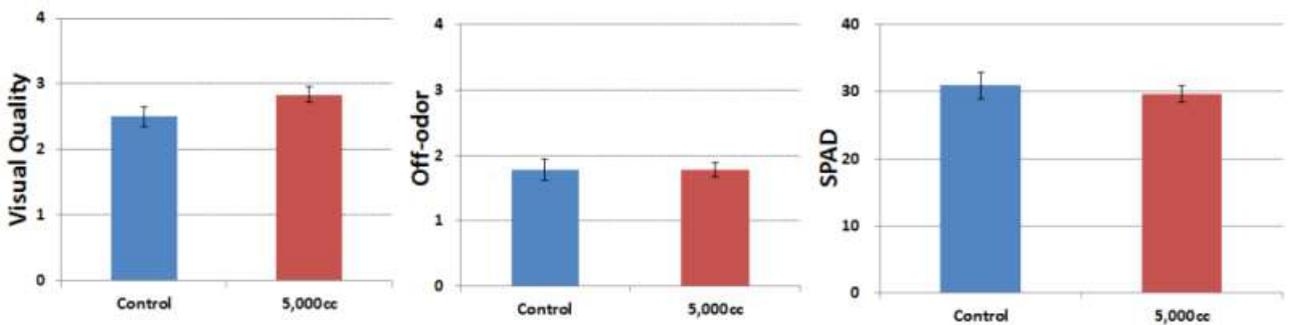


그림 3-2-3. 상추 포장재에 따른 저장 종료일의 외관, 이취, 엽록소 함량

대형마트 입고 후 8℃ 저장 챔버에 저장하며 저장성을 비교 한 결과, 생체중 감소율은 대조구(기존 포장 필름)가 5,000cc OTR 필름 처리구에 비해 두배 가량 많이 감소하였다. 포장내 산소 농도는 대조구가 저장 종료일인 12일까지 10%로 낮았고, 이산화탄소는 대조구가 저장 종료일에 높은 9%의 농도를 보인 반면 5,000cc 는 3% 내외의 농도를 유지하였다. 에틸렌 농도는 저장 5일째 급격한 증가를 보였으나 저장 종료일에는 5,000cc 와 유사한 수치를 보였다. 저장 종료일의 외관은 5,000cc가 양호하였고, 이취와 엽록소 함량은 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 이에 본 연구는 기존 포장 필름에 비해 5,000cc OTR 필름으로 포장 하는 것이 외관상 품질이 양호하며 생체중 감소도 적은 것으로 나타났다.

**나. 예냉 유무에 따른 품질 비교**

: 1차년도 제2세부 연구 결과를 토대로, 동일한 공시재료를 대상으로 유통시 예냉 유무에 따른 포장내 온습도 조사와 유통 체계 진행 후 8℃ 저장하며 품질 및 저장성 비교 하였다.

- 연구결과

예냉 유무에 따른 포장내 온습도 변화는 1 실험과 유사한 결과를 나타내었는데 예냉 처리보다 처리하지 않은 샘플이 빠르게 저온으로 급격하게 변하는 것으로 나타났다.

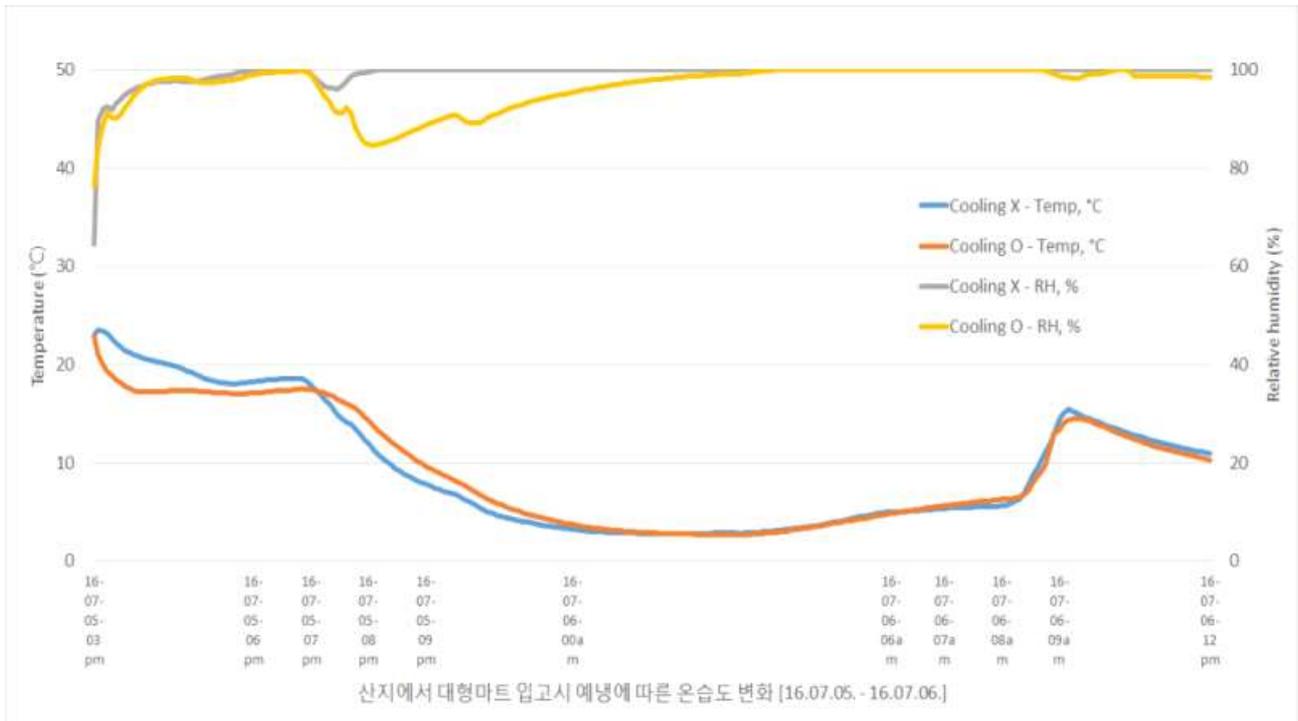


그림 3-2-4. 산지에서 대형마트 입고시 예냉에 따른 온습도 변화

대형마트 입고 후 8℃ 저장 챔버에서 12일간 저장하며 품질 및 저장성을 비교하였다. 저장 중 생체중 감소율은 예냉 하지 않은 처리구가 예냉 처리구에 비해 약 2배 가량 높은 감소를 보였고, 포장내 산소 농도는 예냉 한 처리구의 농도가 저장 종료일에 10% 미만으로 낮았다. 이산화탄소 농도는 예냉 한 처리구가 저장 종료일에 9% 육박하는 농도를 나타냈고, 에틸렌 농도는 두 처리구 모두 저장 5일째 급격히 증가하였으나 저장 종료일에는 유사한 농도를 보였다. 저장 종료일에 측정된 외관은 예냉 한 처리구가 외관상 품질이 양호하였고, 이취는 유사하였으며, 엽록소 함량도 예냉 한 처리구가 다소 높았다. 따라서 유통 시 예냉 처리하는 것이 생체중 감소율이 낮고 외관상 품질도 우수하며 엽록소 함량도 높은 것으로 나타났다.

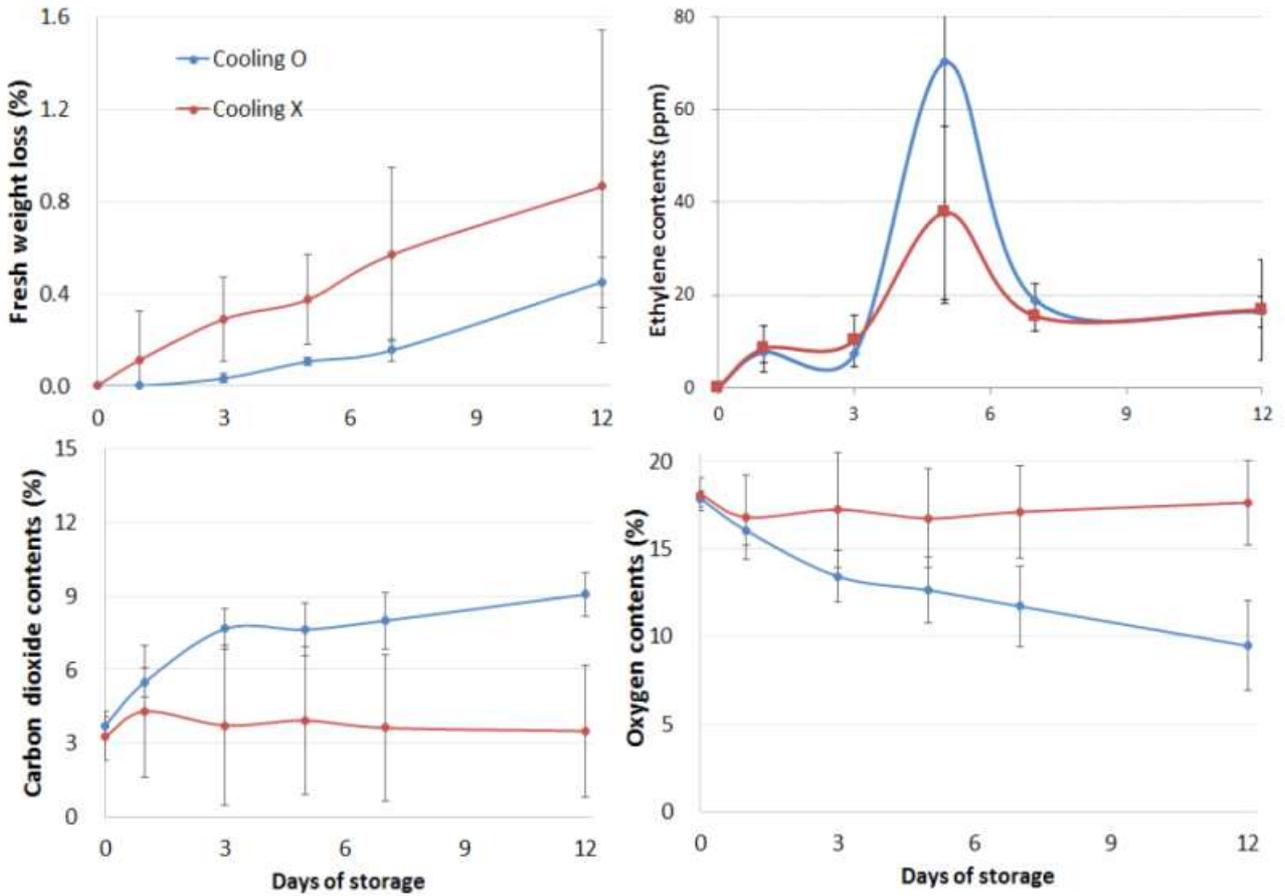


그림 3-2-5. 상추 예냉 유무에 따른 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도

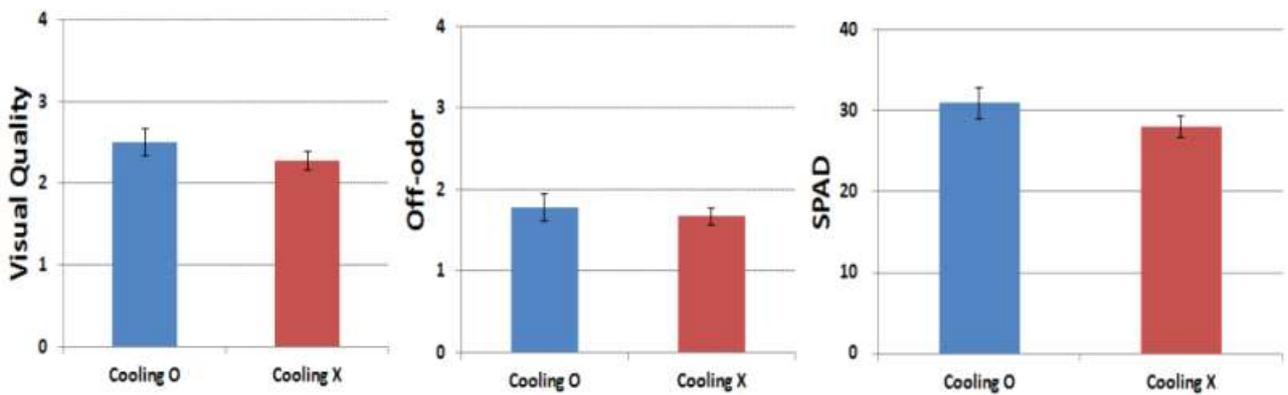


그림 3-2-6. 상추 예냉 유무에 따른 저장 종료일에 외관, 이취, 그리고 엽록소 함량 비교

다. 산지에서 출고 후 대형마트 판매대까지의 환경 조사

: 원물 입고 후 포장 - 출고 대기 - 상·하차 - 판매대에 이르기까지의 환경을 조사하고, 장단점 분석 후 해결책 제시

표 3-2-1. 산지에서 원물 입고 포장 단계의 유통환경 조사

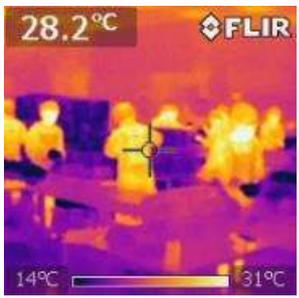
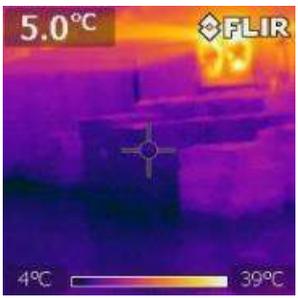
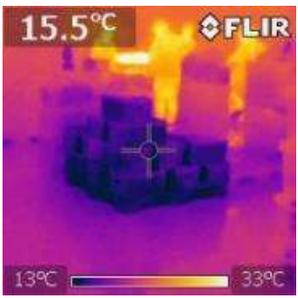
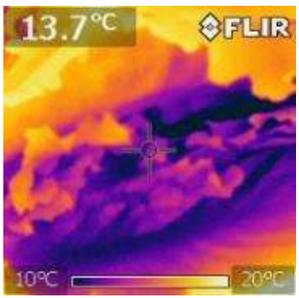
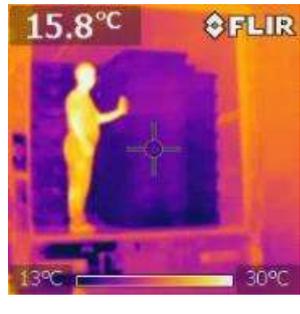
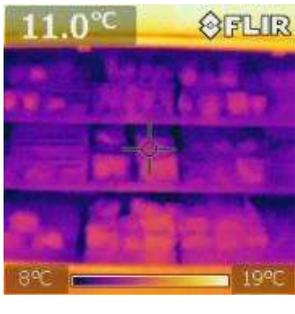
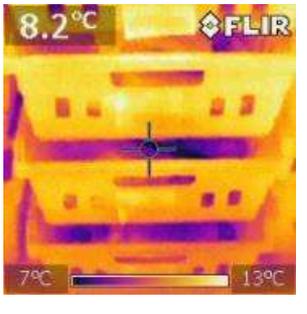
			
			
원물 포장 환경	포장 대기(예냉)	포장	포장 대기(상온)
<p>- 포장 작업 공간의 온도가 상대적으로 높음</p> <p>▶ 작업 환경으로 너무 낮은 온도가 되면 작업하기 어려운 것이 한계</p>	<p>- 포장 대기 중인 원물의 예냉 시 온도 관리가 적절하게 이뤄지고 있음</p>	<p>- 예냉 후 포장 대기 중인 원물이 또 다시 상온에 노출됨</p> <p>▶ 작업 환경의 개선이 필요함</p>	<p>- 예냉 후 포장 대기 원물의 온도</p> <p>▶ 산지에서 박스내 포장된 상태가 다소 원물이 겹겹이 저장되어 있어 예냉시 원물 안 온도는 다소 높음. 산지에서 수확시 포장 환경 개선이 요구됨</p>

표 3-2-2. 원물 포장 후 상·하차 및 대형마트 판매대 환경 조사

			
			
<p>상차</p>	<p>하차</p>	<p>판매대</p>	<p>유통 된 원물의 상태</p>
<p>- 상차시 도크 되어 있지 않아 원물이 다시 상온에 노출됨</p> <p>▶ 포장 후 상차 대기 장소인 저온 저장고와 상차 컨테이너와의 도크가 이뤄져 상온 노출 시간을 최소화 하여야함</p>	<p>- 하차시 원물이 다시 상온에 노출 됨</p> <p>▶ 상차시와 마찬가지로 상온 노출 시간을 줄이기 위해 도크 시스템 적용이 요구됨</p>	<p>- 대형마트 판매대 온도가 상대적으로 높음</p> <p>▶ 쇼케이스 관리 온도는 4-5°C로 표기되어 있지만 열화상으로 촬영한 결과 상이함. 보다 저온 관리가 시급함</p>	<p>- 입고된 원물의 온도 상태</p> <p>▶ 원물이 상온에 노출되었음에도 불구하고 표면 온도는 잘 유지되어 있는 편임.</p>

라. 소포장(편의점) 상품 온습도 조사

: 산지에서 소포장되어 전국의 소매점인 편의점까지의 유통 과정의 온습도 조사 및 소비자 구매 후 가정내 저장고 온습도 조사

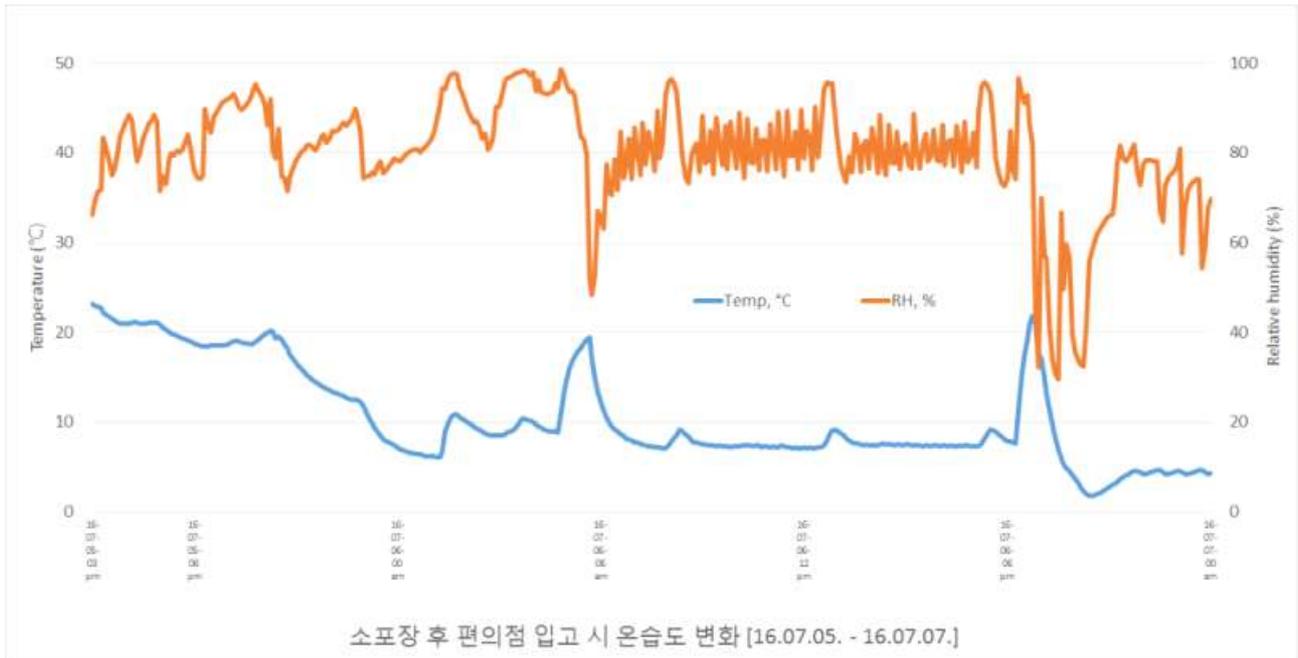


그림 3-2-7. 산지 소포장 후 편의점 입고시까지의 온습도 변화



그림 3-2-8. 산지 소포장 후 편의점 입고하여 소비자 구매 후 가정내 저장고의 온습도 변화

산지에서 소포장하여 편의점과 같은 소매점까지의 유통 환경 조사 결과, 온도의 경우 상차되어 약 6℃까지 꾸준히 감소하여 10℃ 내외로 잘 유지 되었다가 모든 원물이 분류되어 전국 각지의 점포로 하역되는 과정에 약 1시간 정도 20도 까지 노출되는 것을 볼 수가 있었다. 소매점 입고 후 쇼케이스 진열되었는 데 약 8℃에서 저장 되어 저온에서 잘 저장 된 것으로 보인다. 상대 습도는 80% 내외로 유지되었다가 20℃로 노출 되었을 때 50%로 급격히 감소하였고, 소매점 이동 후 다시 80% 내외로 잘 유지되었다. 소비자의 저장고내 온습도는 약 4℃ 내외, 60% 내외의 상대습도를 유지하였다.

표 3-2-3. 소포장 후 소매점(편의점) 이동 후 소비자 구매하여 가정에서 저장한 이미지

소포장 후 온습도계 설치	소매점 도착 후 소비자 구매하여 가정내 저장 중
	

마. 대형마트 판매되는 어린잎 현황 조사

대형마트에 판매되고 어린잎의 경우 대용량, 식사대용(한끼식사), 친환경의 형태와 플라스틱 박스에 필름으로 폐킹 되었거나, 플라스틱 박스에 담거나, 필름으로 포장하여 판매되고 있다. 이와 같은 상품의 포장내 대기조성은 플라스틱 포장 상품의 경우 8% 이하의 농도를 보였으나 필름 포장의 경우 현저히 낮은 산소 농도와 다소 높은 이산화탄소 농도를 나타내고 있다. 이와 같은 높은 이산화탄소는 이취를 발생하거나 외관상 품질 저하를 빠르게 일으키는 원인이 되기도 한다.



그림 3-2-9. 대형마트 판매되고 있는 어린잎의 형태

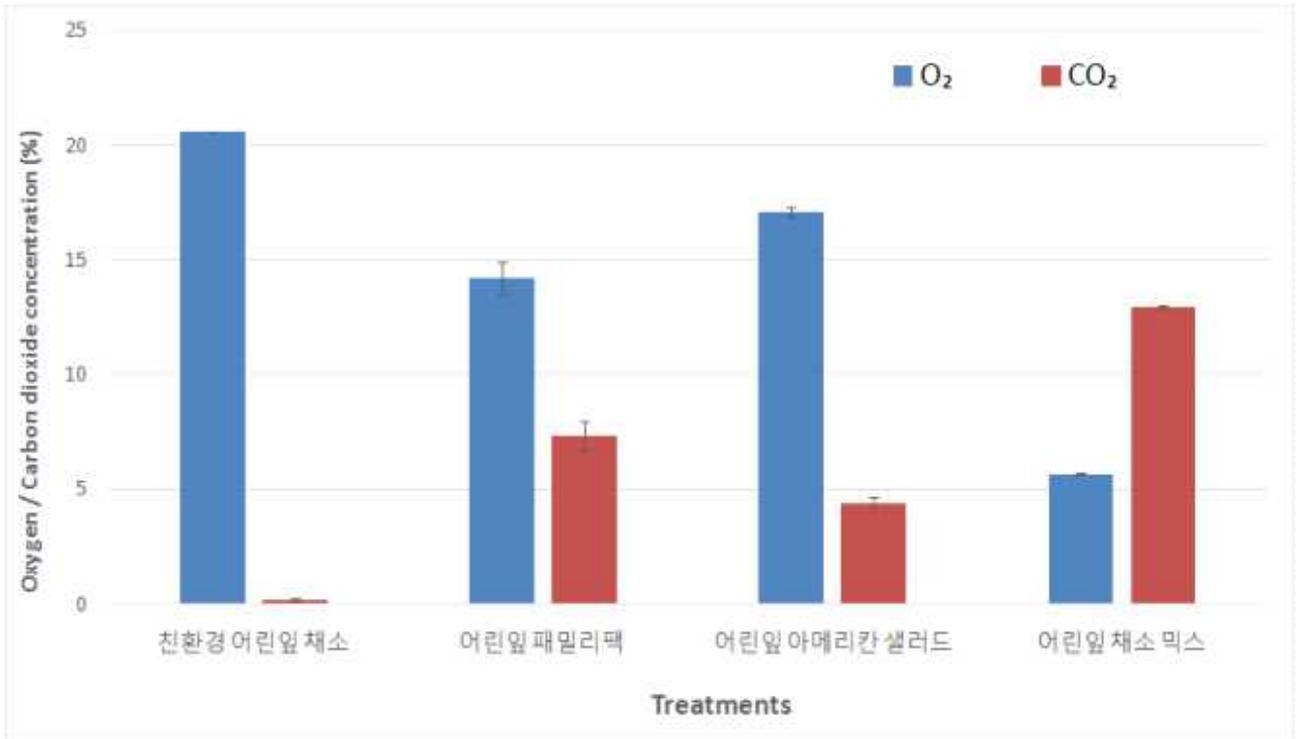


그림 3-2-10. 대형마트 판매되는 어린잎 상품의 포장내 대기조성

시중에 판매되고 있는 어린잎 상품의 경우 겉면에 어린잎의 품종이 대부분 표기 되어있다. 대부분의 어린잎은 본엽이 1-2매 자랐을 때 수확되며 약 5-13cm 정도의 초장을 보인다. 조사된 상품에는 비타민이 모두 포함되었고, 이밖에 치커리, 적근대, 비트, 청경채가 주로 믹스 상품으로 판매되는 것으로 조사되었다. 이 밖에 비타비아 그린과 비타비아 레드, 경수채 등과 몇 상품에서는 어린잎과 동시에 새싹채소를 혼합한 구성을 보이기도 한다.

최근 몇 년간 어린잎 시장은 구성 상품의 다양화와 여러 마케팅을 통해 꾸준히 상승하였다. 몇 년전 유행 하던 웰빙 식품 열풍과 동반 성장한 어린잎 시장은 앞으로 소비자들의 소비 패턴 변화 등으로 더욱 확대될 것으로 기대된다.



그림 3-2-11. 대형마트 판매되는 어린잎의 종류 및 크기 비교

바. 최종 - 어린잎 채소 상품화



입고



세척 및 살균 준비



살균액 투입



세척 및 살균



탈수



계량



소분



소포장



상품화 3건(산채혼합베이채소, 왕고들빼기, 고들란스)

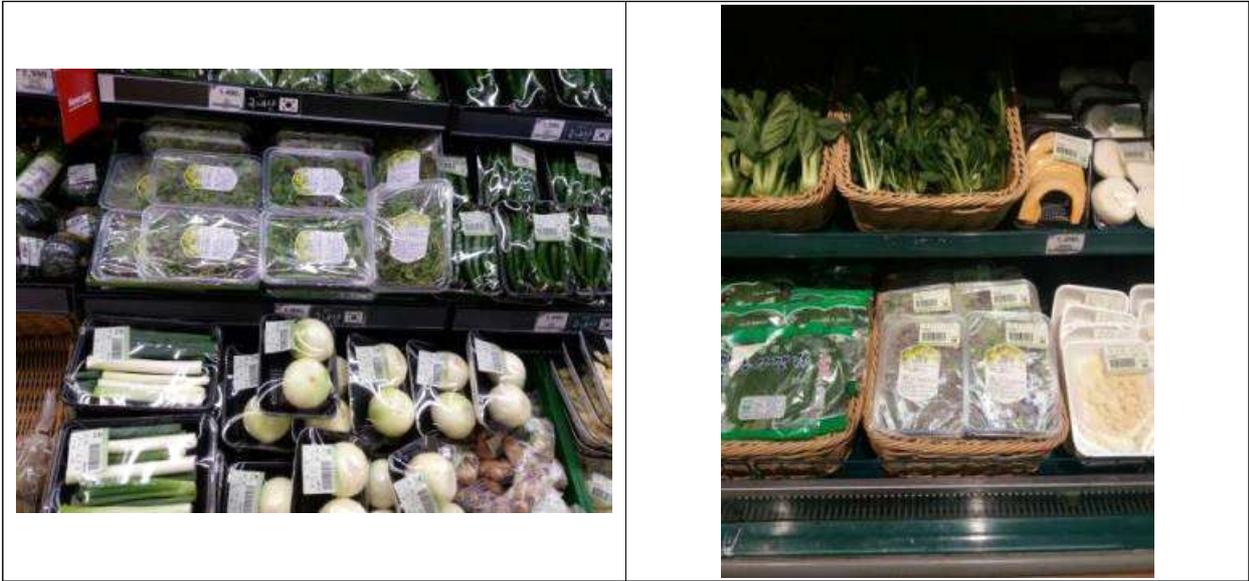


출고



매장 진열 및 판매

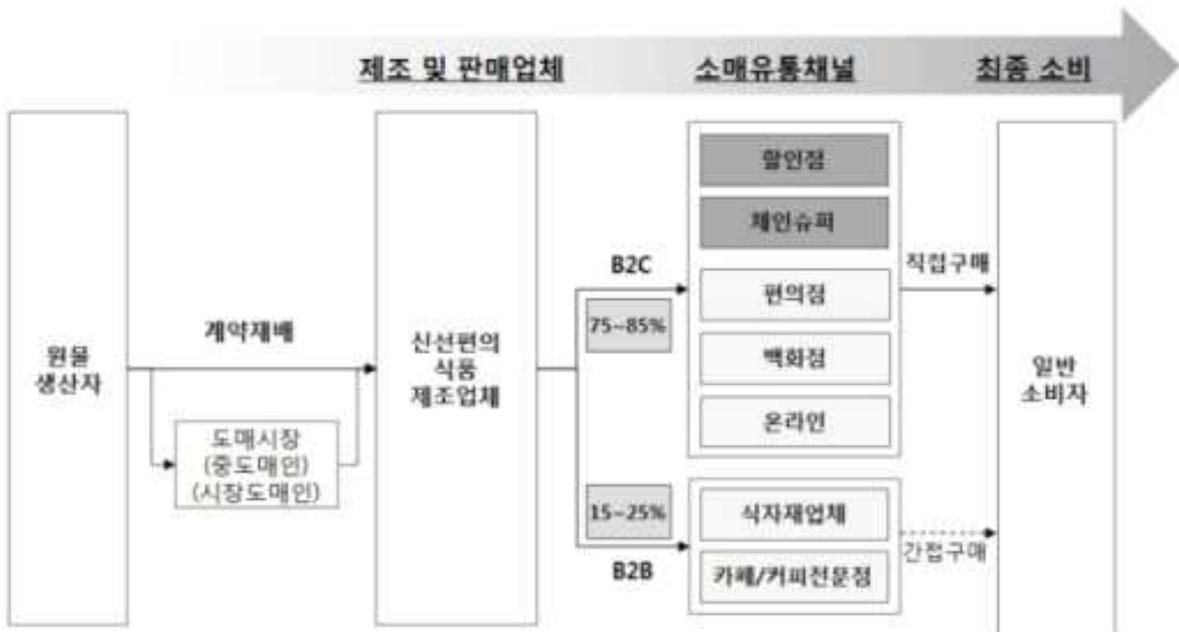
1세부에서 비육묘관을 이용하여 재배된 어린잎 채소를 대상으로 본 사 입고에서부터 세척 및 살균, 탈수, 계량, 소분, 소포장, 상품화, 매장별 패킹 및 분배, 출고, 점포(국내 대형마트)로 이동의 단계를 거쳐 최종적으로 매장 진열 및 판매되었다.



국내 대형마트에 상품화되어 입고

- 현재 유통채널을 보면 B2C구조(일반소비자 직접구매 라인)이 80%내외를 차지하고 있으며, 식자재업체, 전문점 등의 B2B(소비자 간접구매)가 20%내외를 차지하고 있다.
- 본 시스템에서 개발한 3가지 상품은 B2C로 판매하였는데, 기존의 일반 어린잎보다 고가정책이 필요한 3가지 상품은 가격경쟁력이 낮아 B2B형태의 판매보다 체인슈퍼 등을 통한 B2C 형태가 보다 적합할 것으로 판단된다.

[그림 3-3] 신선편의식품 유통 구조



## 제 4장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도

### 제 1절 연구개발 목표의 달성도

구분	평가의 파악점 및 척도	
	착안사항	목표달성도
제 1세부	벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 선발	100
	벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 자동화시스템 설계	100
	어린잎 채소 상품성 제고 기술 개발	100
	벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 최적 생산 모델링	100
	벼 육묘 자동화시스템에 적합한 어린잎 채소 자동화시스템 개발	100
제 1협동	수확 전·후 관리 기술 개발	100
	수확 후 품질 관리 기술 개발	100
	수확 후 신선도 유지 기술 개발	100
제 1협동 위탁	엽채류 국내 유통 과정 모니터링	100
	세부 과제 결과의 현장 유통 과정 적용	100
	세부 과제 결과의 현장 유통 과정 적용	100

## 제 2절 관련분야 기여도

### 1. 기술적 측면

- 광보광 다단대차형 식물재배 장치를 설치할 통해, 벼육묘-어린잎 채소 겸용 공장 생산시스템 개발
- 벼 육묘시설에서의 어린잎 채소 안정생산 기술 이전
- 어린잎 채소 대상 OTR 적용 소포장 기술 개발로 저장기간 4 → 10일로 연장 및 선도유지 기술 개발을 통한 상품성 경쟁력 강화
- 전해수를 이용한 수확 전 살균 처리 기술 개발 어린잎 채소의 안정성 증가



그림 4-2-1. 벼육묘 시설을 활용한 어린잎 채소 안정생산 및 수확후 관리기술 개발에 따른 경쟁력 강화

### 2.경제적, 사회적 측면

- 벼 육묘 기간을 제외한 시설을 사용하여 어린잎 채소를 재배하였을 때 벼육묘시설 이용을 기존 10% →50%이상 증가

- 벼육묘 시설 500m<sup>2</sup> 기준 으로 하여 다단재배상(120×60×200cm) 3~4단을 이용하여 어린잎 채소 재배하였을 때 농가 소득 증대 가능  
(50g당 1,500원으로 산정하여 생산 수율 80%, 조소득 50% 적용하여 10회 생산시의 농가 수익은 약 2천여만으로 산출되었음)



그림 4-2-2. 벼육묘시설을 활용한 어린잎 채소 안정생산기술로 농가 소득증대

- 교육 및 지도활용
  - 벼육묘 시설을 활용한 어린잎 채소 생산 기술 매뉴얼을 벼육묘장 농가의 배포 및 재배기술 교육
  - OTR필름을 활용한 어린잎 채소 선도 유지 기술 배포

# 제 5장 연구개발 성과 및 성과 활용계획

## 가. 특허출원 및 등록

발명의 명칭: 광보강 다단대차형 식물재배장치

출원번호 : 10-2015-0186744

특허 번호: 제 10-1787430호



## 나. 학술논문 발표 및 투고

### 학술논문 6건

- 1) Changes in Growth and Quality of Three Mint Cultivars at different harveting periods, 2016, Horticulture Environment and Biotechnology, 57(2), 207-212, Jun Pill Baek, Kuen Woo Park, Lyle E. Craker, Ho-Min Kang(국내 SCI)
- 2) Quality, storability, and essential oil content of *Ligularia fischeri* during modified atmosphere packaging storage, Journal of food science and technology, 54(3), 743-750, M.A Mele, M.Z Islam, J.P Baek, H.M. Kang(국외 SCI)
- 3) 몇 가지 국화과 어린잎 채소의 MAP에 적합한 OTR 필름 종류 구명, 2015, 강원 농업생명환경연구, 27(2), 33-37, 정민재, 최인이, 윤혁성, 백준필, 강호민(국내 비 SCI)
- 4) 몇 가지 저장온도에서 시금치 MAP에 적합한 OTR 필름 구명, 2015, 강원농업생명환경연구 27(1), 39-43, 최인이, 정민재, 윤혁성, 백준필, 강호민(국내 비 SCI)
- 5) 벼 육묘트레이를 이용한 어린잎 채소 생육에 미치는 광 조절 영향, 2016, Journal Of Agriculture And Environmental Sciences 28(2), 56-62, Ki Young Choi, Si Hong Kim, Jae Kyung Kim, Hyung Joo Yoo, Il Seop Kim(국내 비 SCI)
- 6) 다단재배에서 수확시기가 어린잎 채소의 생육과 향산화물질 함량에 미치는 영향, 2017, 시설원예, 식물공장, 26(3), 194-200, 김재경, 강호민, 김일섭, 최은영, 최기영(국내 비SCI)

### 학술발표 19건

- 1) 벼육묘시스템 어린잎 채소 생산을 위한 차광에 따른 생육, 2015, 한국생물환경조절학회지, 최기영, 박영민, 신향아, 김재경, 아자드우들갑, 최은영, 김일섭
- 2) Production of fresh leaf vegetable in rice seeding growing pad instead of commercial soil media, 2015, Acta Horticultureae, Il-Seop Kim, Md Azad, Choi Ki-Young
- 3) 몇 가지 국화과 어린잎 채소의 MA저장에 적합한 필름 구명, 2015, 한국생물환경조절학회지, 정민재, 최인이, 윤혁성, 백준필, 김일섭, 최기영, 강호민
- 4) 청경채와 다채 어린잎 채소의 MA저장에 적합한 필름 구명, 2015, 한국생물환경조절학회지, 정민재, 최인이, 윤혁성, 백준필, 김일섭, 최기영, 강호민

- 5) 깻잎과 방아 어린잎 채소의 MA저장에 적합한 필름 구, 2015, 한국생물환경조절학회지, 윤혁성, 최인이, 정민재, 황이슬, 정지혜, 김준석, 김정훈, 백준필, 강호민
- 6) 몇가지 살균 전처리가 경수채의 MA저장 품질에 미치는 영향, 2015, 한국생물환경조절학회지, 윤혁성, 최인이, 정민재, 황이슬, 정지혜, 김준석, 김정훈, 백준필, 강호민
- 7) 벼 육묘판을 이용한 다단식시스템에서의 어린잎 채소 생육, 2015, 한국생물환경조절학회지, 박영민, 김재경, 김시홍, 김일섭, 최은영, 최기영
- 8) 다단식 벼 육묘 시스템에서 생산된 어린잎 채소의 phytonutrient 함량 비교, 2015, 원예과학기술지, 백준필, 강호민, 최기영, 김일섭, 박영민, 신향아, 김재경
- 9) 다단식시스템을 이용한 벼육묘판에서의 어린잎 채소 재배시기별 생육 및 품질, 2016, 한국생물환경조절학회지, 김재경, 최부웅, 백준필, 김일섭, 최기영
- 10) 깻잎과 방아 어린잎 채소의 MA저장에 적합한 필름 구멍, 2015, 한국생물환경조절학회지, 윤혁성, 최인이, 정민재, 황이슬, 정지혜, 김준석, 김정훈, 백준필, 강호민
- 11) 몇가지 살균 전처리가 경수채의 MA저장 품질에 미치는 영향, 2015, 한국생물환경조절학회지, 윤혁성, 최인이, 정민재, 황이슬, 정지혜, 김준석, 김정훈, 백준필, 강호민
- 12) 몇가지 수확 전 살균처리가 경수채 어린잎의 품질에 미치는 영향, 2016, 원예과학기술지, 최인이, 정민재, 윤혁성, 백준필, 강호민
- 13) OTR 필름이 고들빼기 어린잎 채소의 저장온도에 따른 품질과 저장성에 미치는 영향, 2016, 한국생물환경조절학회지, 최인이, 윤혁성, 강호민
- 14) 다단 재배시 급액농도에 따른 어린잎 채소의 생육, 2016, 원예과학기술지, 유형주, 강병선, 김재경, 최은영, 김일섭, 최기영
- 15) 다단 시스템에서의 어린잎 채소 ‘배초향’ 수확시기별 생육과 품질 결정, 2016, 원예과학기술지, 유형주, 강병선, 김재경, 최은영, 김일섭, 최기영
- 16) 고온기 다단식시스템에서 어린잎 채소 선발 및 수확시기 구멍, 2017, 한국생물환경조절학회지, 김재경, 김일섭, 강호민, 최기영
- 17) OTR 필름이 왕고들빼기 어린잎 채소의 저장온도에 따른 MA저장성에 미치는 영향, 2017, 한국생물환경조절학회지, 최인이, 윤혁성, 강호민

18) 몇 가지 모의 유통 온도에 따른 혼합 베이비 채소의 MA 저장 중 품질 변화 비교, 2017, 원예과학기술지, 한수정, 최인이, 김주영, 윤혁성, 최가은, 최기영, 김일섭, 강호민

19) Effect on Growth and Leaf Color of Baby Leaf Lettuce in Multi-layer System, 2017, ASHS, 김재경, 김일섭, 장동철, 최기영

#### 다. 인력 양성

번호	인력양성명	인력양성년도 인력양성년도	인력양성 대상수 출원등록일
1	석, 학사 학위 취득	2015	3
2	박사 학위 취득	2016	1
3	학사 학위 취득	2017	4

#### 라. 실용화, 산업화 계획

국내 자생 자원을 활용한 베입산채 From Seed to Food 시스템 개발 및 상품화(IPET, C1013724-01-01) 후속 연구 기술 개발 진행 중에 있으며, 추후 산업화 추진 계획 중 임.

## 마. 교육 및 지도 14건

번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
1	현장지도	자체 개인 자료	어린잎 채소 재배 관리기술-환경 요인	2014
2	연중생산기술-식물공장	연중생산기술	연중생산 기술 -식물공장 성공 사례분석	2015
3	경기농업마이스터대학 원예학과 시설채소 전공 수업	개인 ppt 자료	어린잎 채소 생산 및 수확 후 관리 방법	2015
4	스마트팜 및 식물공장이해	자체제작	스마트팜 및 식물공장이해	2015
5	스마트팜 및 식물공장이해	자체제작	스마트팜 및 식물공장이해	2016
6	스마트팜 및 식물공장이해	자체제작	스마트팜 및 식물공장이해	2016
7	스마트팜 및 식물공장이해	자체제작	스마트팜 및 식물공장이해	2016
8	신선농산물 저장중 포장관리	개인소장 ppt	동일농장 신선엽채류 저장중 포장 방법 교육	2016
9	수확후 온도관리	개인소장 ppt	신선미 세상 수확 후 유통중 온도관리(1차 가공 중 온도관리)	2016
10	유통 중 품질 관리	개인소장 ppt	신선미 세상 유통중 품질관리(예냉 효과)	2016
11	과수 및 채소의 전처리 및 저장기술	개인 ppt자료	레바논 공무원을 대상으로 원예작물 수확 후 관리 기술 지원사업의 일환으로 과수 및 채소의 전처리 및 저장기술에 대한 강의	2016
12	생활속의 수경재배와 식물공장 전문가 양성 교육	생활속의 수경재배와 식물공장 전문가 양성 교육	생활속의 수경재배와 식물공장 전문가 양성 교육	2016
13	생활속의 수경재배와 식물공장 전문가 양성 교육	생활속의 수경재배와 식물공장 전문가 양성 교육	생활속의 수경재배와 식물공장 전문가 양성 교육	2016
14	한국방송통신대학교 농학과 현장실습 프로그램	자체ppt	한국방송통신대학교 농학과 현장실습 프로그램	2016

## 바. 홍보

번호	홍보유형	매체명	제목	일시
1	중앙전문지	한국농어민신문	최기영 강원대 교수 "늘고 있는 벼 육묘시설 활용 어린잎채소 생산"	2017-08-04



번호	유형	행사명칭	전시품목	장소	활용년도
1	전시회	APSA 총회	채소, 새싹채소	인도	2015

▶ 2015.11.16.~11.19 / APSA총회(인도) 전시회 참석 및 홍보 - 참여품목 : 채소, 새싹채소



### 사. 기술실시(이전)

번호	기술명	실지구분	실시유형	기술실시일	기술료
1	벼육묘시설을 활용한 어린잎 채소 생산 기술	타기관실시	노하우	2017-09-08	0

기술실시보고서						
(단위 : 원)						
연구개발과제 현황	사업명	농생명산업기술개발사업		연구과제번호	114072-3	
	연구과제명	벼 육묘 시설의 인공광을 위한 어린잎채소 생산 및 저장 용량 기술 개발				
	연구기관명	강원대학교 신학협력단	연구책임자	최기영	참여기업명	신선미래상, (주)요래온
	연구발탁일	2016.07.25.	연구기간	2014.09.25.~2017.09.30.(36개월)		
	연구개발비	정부출연금	기업투자금	기타 ( )	계	
	660,000,000	165,000,000		825,000,000		
기술실시계약 및 성과현황	계약(발용)명	벼 육묘시설을 활용한 어린잎 채소 생산기술				
	계약(발용)일	2017.09.05.	실시(발용)기간	2년		
	계약의 종류	노하우		실시권 유형	통상실시권	
	* 계약권이 특허(출원, 등록) 인 경우	명칭			입자	
		번호			입자	
	실시(발용)기간	기관명	농업인		기관유형	생산농가
		주소	강원도 춘천시 신북읍		대표자	한
사업자번호		없음		전화번호		
	부세입장자	원용지		e-mail		
기술보안성내역	없음					
기술료	실액기술료		경상기술료		기타 조건	
	경수(남부)개발일	경수(남부)금액	과수기본료	경수(남부)개발일		경수(남부)금액
	없음	없음	세출에 따른 기술료	없음		없음
	없음	없음		경수(남부)지가일		경산일
	없음	없음		없음		없음
계	없음		경수(남부)장료일	경수율		
			없음	개발액의 ( )%		
기타특기사항	<p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시).</p> <p style="text-align: center;">2017년 9월 8일 주관연구기관 의 대표 [ 직인] 농림식품기술기획평가원장 귀하</p>					

### 아. 기타

번호	일자	홍보명칭 구분	주요내용 출원등록일
1	2015-04-30	우수포스터상	"몇 가지 국화과 어린잎 채소의 MA 저장에 적합한 필름 구명" 이라는 포스터를 가지고 한국생물환경조절학회 포상위원회의 심사를 거쳐 우수 포스터로 선정됨

## 제 6장 연구개발 과정에서 수집한 해외과학기술정보

○ 호주 어린잎 채소 생산·유통 현지조사

### I. 출장개요

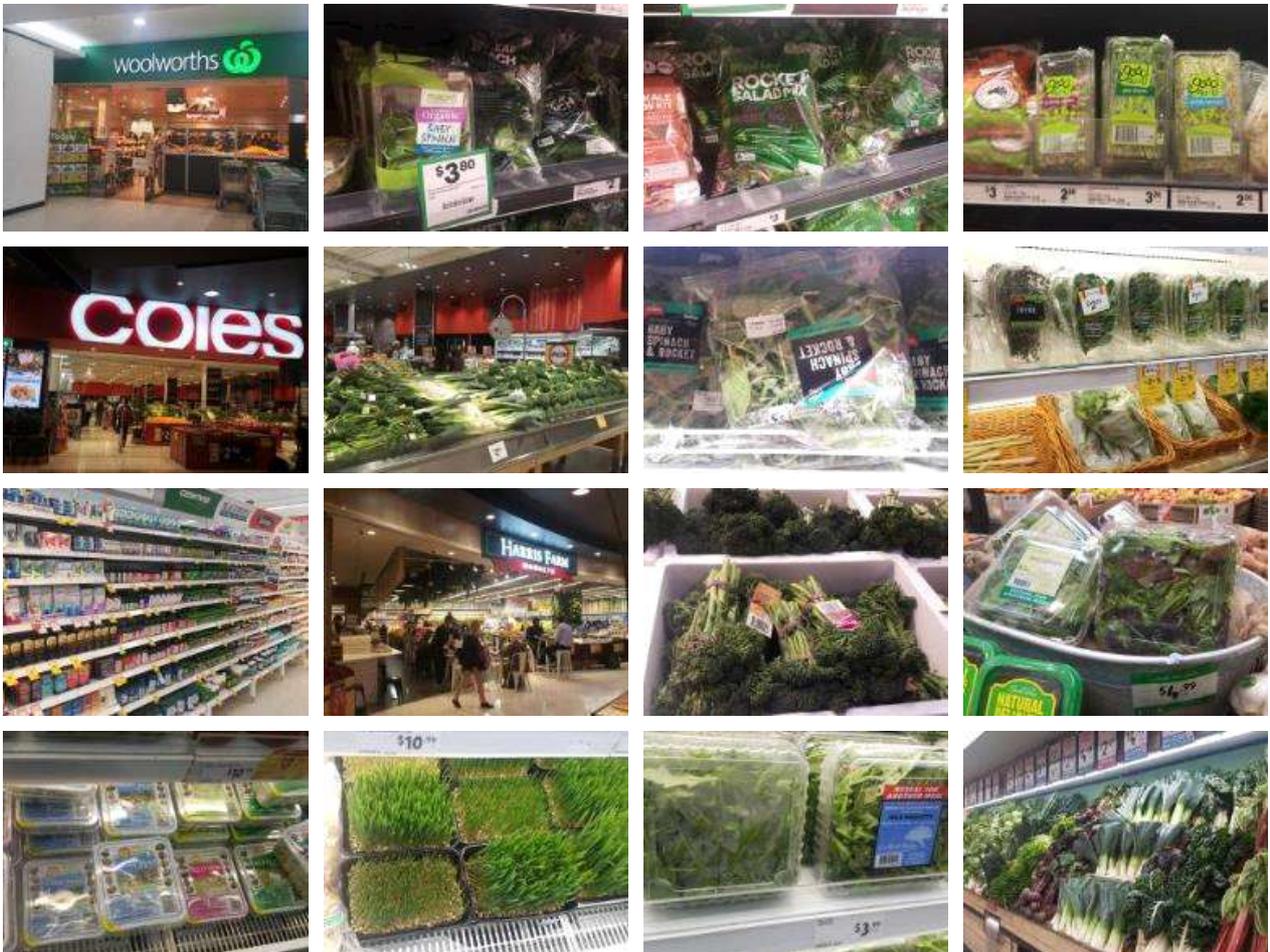
○ 목적: 호주 어린잎 채소 생산유통 현지 조사 및 Future Growing' PCA Conference

○ 기간 : 2017.7.2.~7.13

○ 대상국가 및 방문기관 : 호주 시드니 및 에들레이드(컨벤션센터)

○ 여행자 인적사항

#### ■ 시드니 소매 시장



#### ■ 시드니 Flamington 도소매 시장

- 도매시장: 월~금 (3am~9am), 소매시장: 금~일(10am~6pm)
- 채소는 대부분 노지와 자국산으로 유통이 이루어짐

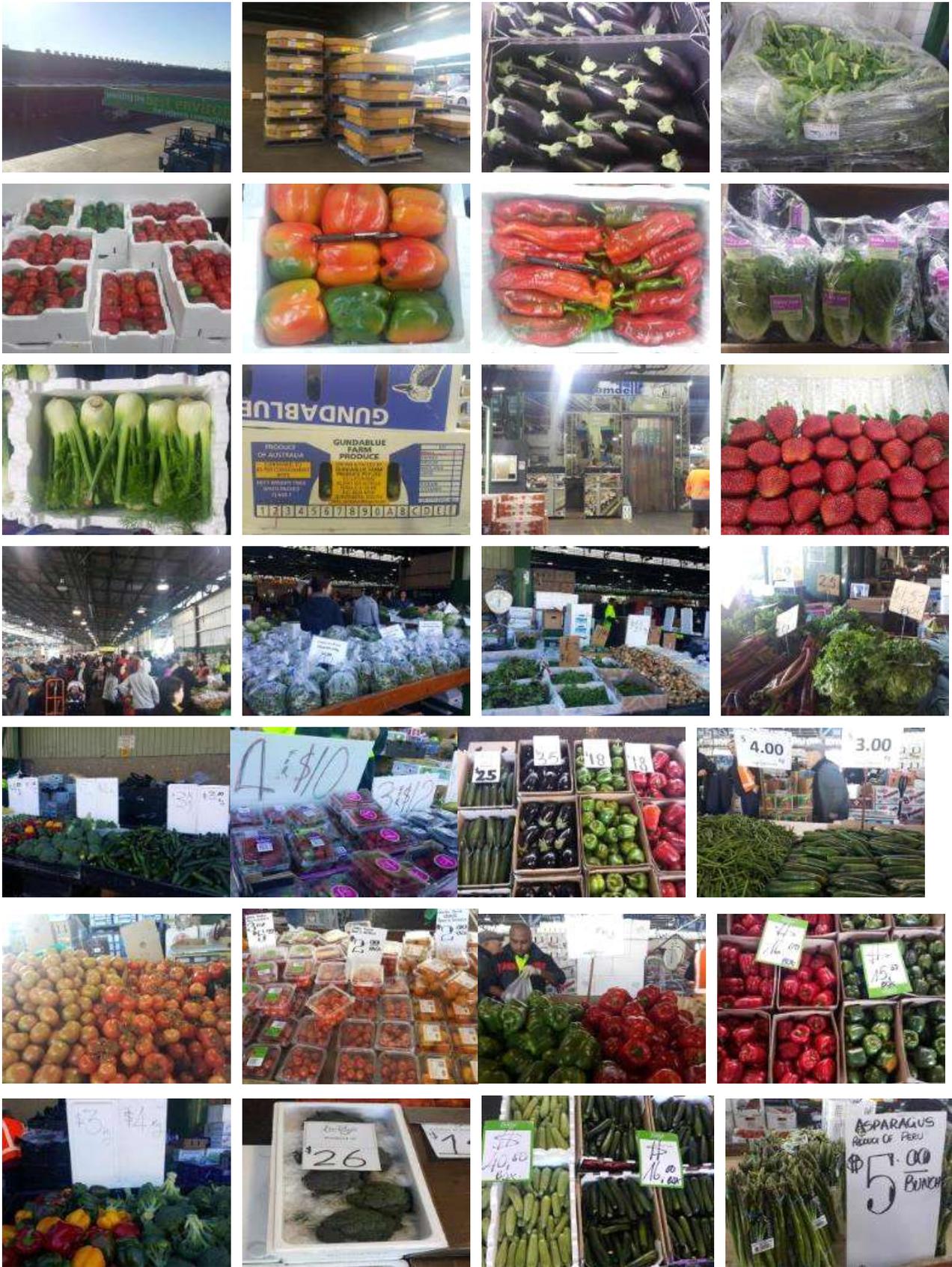




표. 호주 어린이일 채소 품목 및 가격

회사	품목	가격/중량
Coles	베이비 브로콜리 묶음(bunch)	\$4.0/2개
	베이비 시금치	\$5.0/280g
	베이비 엽채류(섞은것)	\$5.0/300g
	베이비 4가지 엽채류(섞은것)	\$3.0/200g
	베이비Gem상추	\$2.50/3pack
	베이비 Cos 상추	\$3.0/2pack
	베이비 방울다다기 양배추	\$ 2.0/200g
	유기농 베이비 시금치	\$4.0/100g
	유기농 wild roquette	\$4.0/100g
HarrisFarms (고급슈퍼마켓)	베이비 Cos 상추	\$3.99/2개 묶음
	베이비 브로콜리 묶음(bunch)	\$3.60/2개
	베이비 샐러드 잎 (섞은 것)	\$ 3.99/1pack (120g)
	밀싹 (wheatgrass)	\$3.99/1pack
호주시드니플래밍턴마켓 (Flamingtonmarket(=Sydneymarket) 소매시장조사	엽채류(샐러드용)	\$6.0/0.5kg(500g)
	베이비 시금치	\$2.0/200g
	베이비 Roquette	\$3.0/200g
	베이비박초이	\$1.0/bunch

■ Hydro Produce

- 주소: 100 Peas Ridge Rd.
- 온실비닐: 3년사용
- 온실규모: 2.2h
- 온실형태: 아치형(지붕:1/2반형)
- 노동인력: 20명 (2.2ha)
- 배지: 코코넛코이어 (스리랑카산 1년 사용: 같은작물은 배지위치 달리하여 재사용, 다른

- 작물은 같은 자리에 심어 재사용)
- 순환식(1달 사용후 양액완전교체: EC1.5~1.6)
- 주요작물: 허브류(케일, 바질(메인작물), 세이지, 차이브, 민트, 오레가노, 파슬리)
  - ✓ kale: 1번 심은 후 6개월간 수확, No heating (연작을 피해 다른작물로
  - ✓ baby cos lettuce: 3주재배
  - ✓ 바질: 포트재배시 출하 크기까지 여름은 3주, 겨울은 6주(25℃ 이상필요)  
 포트가격: 15센트(150원), 포트포함 소비자가 \$2.0  
 NFT 시스템  
 모종구입후 2~3일 순화 후 정식  
 No CO2, No heating  
 친환경재배(유기살충제사용)



#### ○ 연구분야에 대한 국제학계 동향

- 생산시설 규모화로 노동력 절감 및 생력화를 통한 원가 절감(가격경쟁력 강화)과 시설 환경제어를 통한 생산성 향상이 확산되고 있음
- 에너지 절감형 시설 자재 및 기능성 자재의 연구 개발과 대규모 온실 적용에서의 실용화연구가 진행되고 있음
- 안전농산물 인지도가 더욱 강조되어 친환경 생산을 통한 FTA 경쟁력 강화
- Aquaponic 재배와 유기농 재배를 통한 안전안정생산기술
- 광, 온도, 복합환경 조절에 의한 유럽의 식물공장 연구 본격화
- 유럽의 온실 시공회사 등이 대규모 식물공장 운영을 통해 일본, 한국 등 플랜트 수출에 적극적이며, 국내는 이에 대비한 컨테이너형 식물공장 기술 우수 수출, 기술 표준화 등 체계화 필요.

○ 일반적인 다채의 경우 상추보다 에틸렌이 적게 발생하는 생리적 특징을 가지고 있음

*Biological Sciences in Space Vol.9 No.4 (1995)*

## Trace gases generated in closed plant cultivation systems and their effects on plant growth

A. Tani, M. Kiyota and I. Aiga

Osaka Prefecture University, 1-1, Gakuen-cho, Sakai 593

**Abstract:** Interactions between plants and trace gases, especially ethylene, were investigated from two different viewpoints ; ethylene is toxic for plant growth, whereas the ethylene release rate of plants can be utilized as a plant growth indicator.

When lettuce plants and shiitake mushroom mycelium were cultivated in closed chambers, ethylene concentration increased with time. Ethylene was released both from lettuce plant and from shiitake mushroom mycelium. Dioctyl phthalate (DOP) and Dibutyl phthalate (DBP) were detected, and these concentrations reached  $3.7 \text{ ngL}^{-1}$  for DOP and  $2.4 \text{ ngL}^{-1}$  for DBP 4 days after closing. Organic solvents such as xylene and toluene and organic siloxane were detected with GCMS. Visible injury was observed in lettuce plants cultivated in the chambers and it seemed to result from trace contaminants such as DOP, DBP, organic solvents, dimethylsiloxane polymer, and ethylene.

In order to obtain basic data of ethylene evolution from plants, ethylene concentration in a closed chamber in which the plants were cultivated under a controlled environment ( $25^{\circ}\text{C}$  air temperature, 60-70% relative humidity,  $250\text{-}300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  photosynthetic photon flux density (PPFD)) was measured. Lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Okayama) released ethylene more than *Brassica rapa* var. pervidis, *Brassica campestris* var. communis, and *Brassica campestris* var. narinosa. Ethylene release rate of intact lettuce plant was highly correlated with plant growth parameters such as dry weight, leaf area and photosynthetic rate. Ethylene release rates of intact lettuce plant were affected by cultivation conditions such as ambient  $\text{CO}_2$  concentration, light intensity and light/dark period.

Increase in ambient ethylene level influenced lettuce growth even at the concentration of  $0.1 \mu\text{L L}^{-1}$ . The level of ethylene inhibited leaf expansion and slightly accelerated chlorophyll degradation. It did not affect photosynthesis and transpiration, and also little affected dry matter accumulation.

Thus, ethylene release characteristics were clarified and an effect of ethylene on lettuce growth was revealed. These findings are useful for determination of a threshold level of ethylene and a capacity of ethylene removal system in CELSS.

On the other hand, a possibility of plant growth diagnosis by measuring ethylene concentrations was evaluated. As a result, it became clear that the measurement of ethylene concentration in CELSS is one of the useful non-destructive measurement methods for plant growth diagnosis. Further research is needed to investigate the applicability of the method to environmental stresses other than Ni and Co in nutrient solution.

- 식품안정성의 인식으로 소비자의 니즈에 부합한 결과 어린잎 채소의 생산과 소비가 동시에 늘어나고 있으며, 어린잎 채소는 칼슘, 비타민, 철 등의 무기질과 산화방지 역할을 하는 여러 비타민 등 다양한 섬유질을 보유하고 있음

**Research Article** SCI

---

Received: 20 January 2009    Revised: 3 April 2009    Accepted: 13 April 2009    Published online in Wiley InterScience: 5 June 2009

(www.interscience.wiley.com) DOI 10.1002/jsfa.3641

## Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in floating raft culture

Carlo Fallovo,<sup>a</sup> Youssef Roupahel,<sup>b</sup> Elvira Rea,<sup>c</sup> Alberto Battistelli<sup>d</sup> and Giuseppe Colla<sup>a\*</sup>

### Abstract

**BACKGROUND:** There is growing interest among consumers in baby leaf vegetables, mostly requested for mixed salads, both as fresh market products and ready-to-use vegetables. Fertilisation is one of the most practical and effective ways of controlling and improving the yield and nutritional quality of crops for human consumption. The optimal fertiliser concentration for baby leaf vegetables depends on the environmental conditions. The aim of the present work was to determine the effects of nutrient solution concentration (2, 18, 34, 50 or 66 mequiv L<sup>-1</sup>) during two consecutive growing seasons (spring and summer) on the yield and leaf quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* grown in a floating system.

**RESULTS:** Marketable fresh yield, total dry biomass, leaf area index, macroelement (N, P, K and Mg) concentrations and nitrate and total chlorophyll contents increased in response to an increase in nutrient solution concentration, while the opposite trend was observed for root/shoot ratio and glucose, fructose, starch, total carbohydrate and protein contents. Plants grown in the spring season exhibited lower yield and growth (total dry biomass and leaf area index) but higher leaf quality (higher carbohydrate content and lower nitrate content) than those grown in the summer season.

**CONCLUSION:** The use of nutrient solution concentrations of 37 and 44 mequiv L<sup>-1</sup> for the spring and summer seasons respectively could be adopted in the present conditions to improve marketable fresh yield and leaf mineral content, but with a slight reduction in some nutritional parameters.

© 2009 Society of Chemical Industry

**Keywords:** growing season; hydroponics; leafy lettuce; nutrient solution concentration; nutritional quality

## 제 7장 연구개발성과의 보안 등급

해당사항 없음

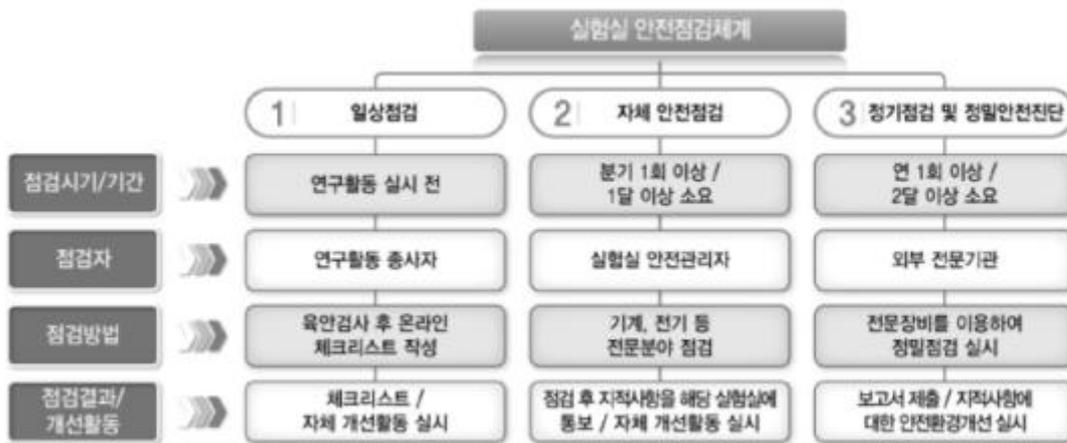
## 제 8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
강원대	spectrophotometer	UV-1800	1	15.10.12	12,000	강원 옵틱 033-263-620 2	아산관 406-2호	

# 제9장 연극개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

## 가. 연구실 안전 점검 체계 및 실시

### 1) 실험실 안전 점검 체계



## 나. 실험실 안전점검

### 1) 실험실 일상 점검

- 연구활동 시작 전 각 실험실 책임자가 육안으로 장비 및 시설을 매일 점검.

### 2) 실험실 정기 점검

- 내용 : 과학기술분야 실험실의 일반안전, 산업위생, 전기안전, 소방안전, 화공안전, 가스안전, 기계안전, 생물안전 등의 전문분야 점검
- 실시 : 매월 각 실험실을 주기적으로 점검

### 3) 실험실 정밀안전진단

- 대상 : 연구개발활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 제39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실.(우리대학은 실험실관리등급 A, B급에 해당하는 실험실)
- 실시 : 매년 1회 이상 외부 전문기관에 의뢰하여 실시 후 중대결함이 발견될 경우, 교육과학기술부에 보고.

#### ※ 관리위험등급의 지정

- - A등급 : 가연성가스, 인화성 시약, 유해화학물질, 다량의 폐액배출, 독극물, 생물 및 동물, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 기계장비가 설치된 실험실
- B 등급 : 일반시약, 소규모 인화성 시약, 불연성가스, 소량의 폐수발생실험실
- C 등급 : 이화학실험을 수행하지 않는 전기, 설계, 컴퓨터 관련 실험실

## 나. 교육 훈련

- 1) 개요 : 실험실의 안전을 확보하고 종사자의 건강을 보호하여 실험 및 연구활동에 기여하고, 또한 연구실 안전환경조성에 관한 법률에 의거하여 실험실의 환경안전교육이 의무화됨에 따라 이공계열 대학원생 및 관련자 전원은 환경안전교육을 의무적으로 수강

- 2) 교육대상 : 0교수, 0대학원생, 소속연구원, 전문직원, 실험참여 학부생 등
- 3) 교육실시
  - 1학기 : 법정 교육시간인 6시간을 온라인 및 집합교육으로 실시.
  - 000- 2학기 : 0법정 교육시간인 6시간을 온라인 교육으로 실시.

**1. 연구실 안전점검(연안법 제8조)**

**가. 연구실 안전점검**

- 1) 개요 : 연구실 내 잠재되어 있는 위험요소의 발견과 개선대책의 수립
- 2) 점검대상 : 이공계대학 소속 연구·실험실
- 3) 실시방법
  - 연구실 안전점검 전문기관에 용역 의뢰
  - 산업위생, 화공, 기계, 전기, 소방 각 분야별 전문가 투입, 점검실시
- 4) 점검내용
  - 연안법 제7조에서 정한 사항의 점검
  - 연구실 실내 공기질(VOC, CO, CO2, DUST 등) 측정

**나. 일상점검**

- 1) 개요 : 연구활동종사자가 연구개발활동 시작 전 연구실 안전상태를 점검
- 2) 실시시기 : 매일
- 3) 점검대상 : 이공계대학 소속 연구·실험실
- 4) 실시방법
  - 연구활동종사자가 연구실의 상태에 대하여 육안점검 실시
  - 점검결과를 안전점검 일지에 기록 보관(2년간)
- 5) 점검내용
  - 연구에 활용되는 실험기자재 및 실험재료의 이상유무, 보호구 점검

**2. 교육·훈련(연안법 제18조)**

가. 개요 : 연구실 안전관리에 관한 정보를 연구활동종사자에게 제공

**나. 교육방법**

- 1) 자체 안전교육 실시요청
    - 교육구분 : 신규 채용에 따른 교육·훈련
    - 교육방법
      - 시설관리과에서 제작·배부하는 교재 배부
      - 책임교수 주도 하 안전교육 실시
      - 자체교육결과를 안전교육대장에 기록하여 보관
    - 교육대상 : 신규채용 등에 따른 교육·훈련 대상자
  - 2) 온라인 안전교육 실시
    - 교육구분 : 정기 교육·훈련
    - 교육방법
      - 강원대학교 연구실 안전정보시스템에 안전교육 콘텐츠 탑재하여 학기별 6시간의 교육과정 제공
      - 연구활동종사자는 연간 12시간의 온라인 교육 이수하여야 함
    - 교육대상 : 연구실에 소속된 상시 연구활동종사자(대학생, 대학원생, 연구원)
  - 3) 집합식 안적교육
    - 교육구분 : 정기 교육·훈련
    - 교육방법
      - 연구실 안전교육 전문기관에 용역 의뢰하여 전문 안전교육 실시
    - 교육대상
      - 신규 채용 등에 따른 교육·훈련, 정기 교육·훈련 미이수자
      - 대학원생, 연구원 등 고위험·고난이도의 연구를 수행하는 연구 활동종사자
- 참고) 법정 교육이수 시간

구 분	교육대상	교육시간
신규 채용 등에 따른 교육·훈련	신규채용된 연구활동종사자 (계약직 포함)	8시간 이상
	신규 연구개발활동에 참가하는 연구활동종사자 (대학생·대학원생 등)	2시간 이상
정기 교육·훈련	연구활동종사자	반기별 6시간 이상
특별안전 교육·훈련	중대 사고 발생 및 연구내용 변경 등 필요성이 인정되는 연구활동종사자	2시간 이상

### 3. 건강검진(연안법 제18조)

- 가. 개요 : 연구활동종사자의 건강상태 확인 및 건강증진에 기여  
 나. 대상 : 화학약품을 취급하거나 바이러스 등에 노출될 위험성이 있는 연구활동종사자  
 다. 검진내용 : 일반건강검진

일반검진 항목(기본검사)	
1. 검진상담료	7. HDL콜레스테롤
2. 흉부방사선검사	8. 트리글리세라이드
3. 요단백	9. AST(SGOT)
4. 혈색소	10. ALT(SGPT)
5. 식전혈당	11. 감마지피티
6. 총콜레스테롤	12. 혈청크레아티닌

### 4. 연구활동종사자 보험(연안법 제14조)

- 가. 개요 : 연구활동종사자가 연구개발활동(교과과정 포함)중에 발생한 사고로 인한 부상·질병·신체장해·사망 등 생명 및 신체상의 손해를 보상하는 보험  
 나. 보험명 : 연구활동종사자 보험  
 다. 가입대상  
 - 강원대학교 춘천캠퍼스 연구활동종사자  
 - 국적, 소속, 전공, 신분, 연령 등과 관계없이 본교가 인정하는 연구활동종사자  
 라. 보상범위

구 분	지 급 사 유	보 장 한 도
사 망	사망·질병 사망·치료 중 사망	1억원
후유장해	교육과학기술부장관이 최근 고시한 『연구실사고에 대한 보상기준』 이상 지급	1억원
부 상	교육과학기술부장관이 최근 고시한 『연구실사고에 대한 보상기준』 이상 지급	1천만원

※ 1인당 보상금액이며, 사고인원수 또는 사고발생수에 제한을 두지 않음

### 5. 기타 연구실에서 실행 가능한 안전조치 사항

- 안전보건표지 부착(산업안전보건법 참조)
- 연구수행에 필요한 안전보호구 확보
- 연구실 실정에 맞는 안전수칙 마련
- 연구실 안전확보를 위한 정기회의 개최 및 결과 기록 보관
- 물질안전보건자료(MSDS) 비치 및 관련 교육 실시
- 고압가스 및 화학약품, 실험폐기물 안전 취급·보관 대책 마련 등

## 제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	논문게재지/ 특허등록국가	코드번호		D-12	
					Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	몇 가지 저장온도에서 시금치 MAP에 적합한 OTR 필름 구명	강원대	강원 농업생명환경연구 / 대한민국	0	15.03.31	단독	비SCI
2	논문	몇 가지 국화과 어린잎 채소의 MAP에 적합한 OTR 필름 종류 구명	강원대	강원 농업생명환경연구 / 대한민국	0	15.07.31	단독	비SCI
3	논문	벼 육묘트레이를 이용한 어린잎 채소 생육에 미치는 광 조절 영향	강원대	강원 농업생명환경연구 / 대한민국	0	16.07.31	단독	비SCI
4	논문	Changes in Growth and Quality of Three Mint Cultivars at different harveting periods	강원대	HORTICULTURE ENVIRONMENT AND BIOTECHNOLOGY/ 대한민국	0.26	16.04.29	중복	SCI
5	논문	다단재배에서 수확시기가 어린잎 채소의 생육과 항산화물질 함량에 미치는 영향	강원대	시설원예, 식물공장/대한민국	0	17.07.31	중복	비SCI
6	논문	Quality, storability, and essential oil content of Ligularia fischeri during modified atmosphere packaging storage	강원대	Journal of food science and technology/국외	1	17.03.31	중복	SCI
7	특허	광보광 다단대차형 식물재배장치	강원대	대한민국 (제 10-1787430호)	-	17.10.24		

\* 학술발표 19건, 기술이전 1건, 우수포스터 상 1건

## 11장 기타사항

해당사항 없음

## 제 12장 참고문헌

- Aharoni, N., A. Reuveni, & O. Dvir. 1989. Modified atmospheres in film packages delay senescence and decay of fresh herbs. *Acta Hort.* 258:255–262.
- Beaudry, R.M. 2000. Responses of horticultural commodities to low oxygen: limits to the expanded use of modified atmosphere packing. *Hort Tech.* 10:491–500.
- Bhowmik, S. R. & Pan, J. C. 1992. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *J. FoodSci.*57:948–953.
- Chang E.H., S.M. Jung, and Y.Y Hur. 2014. Changes in the aromatic composition of grape cv. Cheongsoo wine depending on the degree of grape ripening. *J. Kor. Soc. Food Sci.* 23:1761–1771
- Choi. I. L., Jung. M. J., Yoon. H. S., Baek. J. P., & Kang. H.M. 2016. "Effects of Postharvest Sterilization Pre-treatments on the Quality of Korean mint Baby Leaf Vegetables." *HORTICULTURE ABSTRACTS*, (2016.5): 105–106.
- Choi. J. W., Jung. H. K., Lee. J. H, Hong. Y. P., & Kim. J. G. 2016. Effect of Storage Temperature on Postharvest Quality of Baby Leaf Vegetables. *HORTICULTURE ABSTRACTS*, 106–107.
- Choi. J. W., Lee. J. H., Choi. H. J., Park. M. H., Kim. W. B., & Kim. J. G. 2014. Effect of Different Packaging on Postharvest Quality of Baby Leaves during Room Temperature Storage. *HORTICULTURE ABSTRACTS*, 204–204.
- Chol. S. H., Kim. J.W., Kim. K. R., & Lee. Y.S. 2011. A Study on the Problem and Improvement of Distribution Structure of Farm Product in Korea. *Journal of Franchise Management*, 2(2), 70–83.
- Chung J. Y. 2004. Proper Crops and MAP Condition for Marketing of Baby Vegetable Salad. *Horticultural Science (Major in floriculture)* Loaiza, J .and M. Cantwell. 1997. Postharvest physiology and quality of cilantro (*Coriandrum sativum* L.). *Hort. Science*32:104–107.
- Fahey, J. W., Y. Zhang, and P. Talalay. 1997. Broccoli sprout: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proc.* 94:10367–10372.
- Fallove, C., Y. Roupael, E. Rea, A. Battistelli, & G. Colla.2009. Nutrient solution oncentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in floating raft culture. *J. Sci. Food Agr.* 9(10):1682–1689.
- Jeong, J.C., Park. K. W., & Yang. Y. J. 1990. Influence of packing with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Cheongchima) during low temperature storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 31:219–225.
- Han, G. S 2015. A Study on Enhancement Strategies of Cold Chain System for

- Logistics Efficiency of Fresh Agri-products. KOREA LOGISTICS REVIEW, Vol.25, No.4(November 2015), pp.65-83
- Kader, A. A. 1989. A summary of CA requirements and recommendations for fruit other than pome fruits. Proceedings of the Fifth International Controlled Atmosphere Research Conference, Wenatchee Washington, USA,2:303-328.
- Kader, A. A. 1993. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits. Postharvest handling of tropical fruits. Australian centre for international agricultural research proceedings. 50:239-249.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops(3rd ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA
- Kader, A. A., D. Zagory, &E. L. Kerbel.1989. Modifiedatmosphere packaging on fruits and vegetables. Critical Reviews in Food scienceandNutrution.42:1542-1551.
- Kader, A.A. 1980. Prevention for ripening in fruits by use of controlled atmospheres. Food Technol. 34:51-54.
- Kader, A.A. 1983. Postharvest quality maintenance of fruits and vAegetables in developing countries. p. 455-470. In: M.Lieberman (ed). Postharvest physiology and crop preservation. Plenum Publish Corp. NY, USA.
- Kang, H. M. 2010. Postharvest Handling and Marketing of Baby Vegetables. Kor. H. Hort. Sci. Technol. 28(1):32
- Kang, H. M., Choi, I. L., & Kim, I. S. 2009. Comparison of storability of radish sprouts according to simulated distribution temperature conditions. Journal of Bio-Environment Control.
- Kang. H. M., Choi. I. L., & Kim I. S. 2008. Comparison Packing Materials for Proper MAP of Mixed Sprout Vegetables. Journal of Bio-Environment Control, 17(3), 226-230.
- Kang. W. J., 2015 A study on the problems in agricultural distribution and a statistical analysis for forecasting the supply and demand status of agricultural products 10-14
- Kays, J. S. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Publishing, New York.
- Kim Y. J., Park H.T., Han. H.S. 2006. Production distributions status and development plan for sprout and wrap vegetables. Annual report of KREI, C2006-26
- Kim. W. B. 영양만점 어린이일 채소의 친환경 안전생산 KISTI, Korea Advanced famers association. V.49 no.5(2012), pp.17-18.
- Kristal, A. R. and J.W. Lampe. 2002. Brassica vegetables and prostate cancer risk: A reivew of the epidemiological evidence. Nutrition and cancer. 42:1-9.
- Lee H. O. 2016. The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea. Magazine of the SAREK, 45(2), 16-22.
- Lee J. S., Lee. H. E., Lee. Y. S., & Chun. C.H. 2008. Effect of packaging methods on

- the quality of leaf lettuce. Korean Journal of Food Preservation, 15, 630–634
- Lee S. W., Lim. J. W., Seo. M.W., Lee. S. Y., & Sim. S. Y. 2010. Functionality Improvement of Baby Leafy Vegetables by Cultural Method. HORTICULTURE ABSTRACTS 32–33.
- Lee S.Y., M.W. Seo, S.Y. Sim, and S.J. Kim. 2007. Functionality improvement of baby leafy vegetables with complex environmental control. Kor. J. Hort. Sci. Technol. II60 (Abstr.)
- Lee, J. S., Chung, D. S., Lee, J. U., Lim, B. S., Lee, Y. S., & Chun, C. H. 2007. Effects of cultivars and storage temperatures on shelf-life of leaf lettuces. Korean Journal of Food Preservation, 14(4), 345–350.
- Lee, S. K. 1996. Postharvest physiology of horticultural crops. Sung kun sa, Suwon.
- Lee. J. S, Kim. J. G., & Park. S.H. 2009. Effects of chlorine wash on the quality and microbial population of 'Tah Tasai' Chinese cabbage (*Brassica campestris* var. *narinosa*) microgreen. Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 27(4), 625–630.
- Lee. J. S. & Lee. Y. S. 2012. Effect of Packaging Methods on Postharvest Quality of Tah Tasai Chinese Cabbage (*Brassica campestris* var. *narinosa*) Baby Leaf Vegetable . Korean Journal of Food Preservation, 19(1), 1–6
- Meheriuk, M. 1989. CA storage of apples. Proceedings of the fifth International controlled atmosphere research conferences, Wenatchee, Washington, USA.2:257–284.
- Meyerowitz, S. 1997. Sprouts the miracle food: The complete guide to prouting. Sproutman Publications, Great barrington, USA.
- Moon W., Pyo H.K.. Effects of various levels of shade on the growth of some cool season vegetables.. Hort. Environ. Biotechn. 1981;22:153-159. (In Korean).
- Moreno MIN, M.I. Isla, A.R. Sampietro, and M.A. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J. Ethnophar-macol. 71:109–114.
- Noh. H. S., & Kim. J. H. 2013. "Lepidium sativum Wild" Vegetable Lance Asiabell (*Codonopsis lanceolata* (Siebold & Zucc.) Trautv.), Tangshen (*Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.) and Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) to Be Used by Bab." HORTICULTURE ABSTRACTS, (2013.5): 51–51.
- Nongmin Press. 2013. [http://www.nomgmin.com/article/ar\\_print.htm?ar\\_id=212070](http://www.nomgmin.com/article/ar_print.htm?ar_id=212070).
- O'Hare, T. J., L. S. Wong, A. Prasad, & A.J. Able. 2001. Impact of exogenous vegetables. Acta Hort. 553:695–696.
- Park S. W. 1997 A Program Research on the Construction of Cold-Chain System for Agricultural and Livestock Products Corp. Munwonsa
- Park, K. W., & Ryu, K. O. 1998. Functional property and health stuffed vegetables. Herb world, Seoul, Korea, 172–175.

- Park K.W., H.R. Park, J.P. Beak, J.H. Kim, and D.S. Yang. 2009. Baby vegetable production using plug tray. *J. Kor. Hort. Sci. Technol.* 27:359–364
- Reid, M. S. 2010. Ethylene in postharvest technology. *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland. California. USA. 149–162.
- Rural Development Administration(RDA). 2014. <http://www.newswave.kr>
- Saltveit, M.E. 1989. A summary of requirements and recommendations for the controlled and modified atmosphere storage of harvested vegetables. *Proceedings of the fifth international controlled atmosphere research conference, Wenatchee, Washington, USA.*2:329–352
- Santos, J., M.B.P.P. Oliveira, E. Ib  ez, and M. Herrero. 2014. Phenolic profile evolution of different ready-to-eat baby-leaf vegetables during storage. *J. Chroma. A* 1327:118–131.
- Sato, K., Y. Kudo, and K. Muramatsu. 2004. Incorporation of a high level of Vitamin B12 into Vegetable, Kaiware daikon(Japanese radish sprout), by the absorption from its seeds. *Biochemica et Biophysica Acta.* 1672:135–137.
- Shapiro, T. A., J. W. Fahey, K. L. Wade, K. K. Stephenson, and P. Talalay. 2001. Chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of broccoli sprout: Metabolism and excretion in Humans. *Cancer epidemiology, Biomarker & Prevention.* 10:501–508.
- Shin. H.J., Kim. H.N, Xu, G., & Cho. M.W. 2015. Analysis on Possibility of Sixth Industrialization in Gangwon Province. *Journal of Rural Tourism*, 22(1), 19–49.
- Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Lewis, B. A., Edwardson, S. E., & Obendorf, R. L. 2001. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(11), 1094–1100.
- Tani A, Kiyota M, & Aiga I 1995. Trace gases generated in closed plant cultivation systems and their effect on plant growth. *Biological Sciences in Space* 9, 314–326
- Techsci Research(2015), *Global Cold Chain Market Forecast& Opportunities*, 2020, 1 ~20.
- Watada, A. E. 1986. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. *Food Technol*, 40(5), 82–85.
- Zhang, Y., P. Talalay, C.G. Cho, & G.H. Posner. 1992. A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: Isolation and elucidation of structure. *Proc. Nat' l.Acad. Sci.* 89:23–99.

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.