

발간등록번호

11-1543000-000532-01

수경재배 상추의 뿌리를 유지하는 수확방식과 저장·유통방법 확립
(Development of harvesting, storage and distribution with
roots on hydroponics lettuce.)

농업회사법인주식회사 세이프푸드

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “기술사업화지원사업”(세부과제 “수경재배 상추의 뿌리를 유지하는 수확방식과 저장·유통방법 확립”)의 보고서로 제출합니다.

2014 년 6 월 20 일

주관연구기관명 : 농업회사법인주식회사 세이프푸드

주관연구책임자 : 허 유

세부연구책임자 : 허 유

연 구 원 : 한 수 민

연 구 원 : 이 상 원

협동연구기관명 : 버추얼스툼

협동연구책임자 : 민 동 구

요 약 문

I. 제 목

수경재배 상추의 뿌리를 유지하는 수확방식과 저장·유통방법 확립

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 국내외 친환경 농산물 시장 규모 증가하나 친환경 농산물 생산량 감소
- 저장·유통과정 중 상품성 감소 및 공급체계 등의 다양한 문제점 대두

III. 연구개발 내용 및 범위

- 친환경 상추의 대량생산체계조건 구성
- 친환경 상추의 연중생산계획으로 인한 가격안정화
- 유통 중 손실되는 비율 감소
- 수확 후 저장조건 및 유통시 저장조건 구명

IV. 연구개발결과

- 자연광병용형 식물공장에서의 고온기 작물생산 방법 개발로 연중생산체제 구축
- 생육단계별 최적 조건 및 생산량 향상에 필요한 조건 확립
- 뿌리채 살아있는 상추의 저장, 유통, 물류, 판매조건 확립

V. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 신선채소 유통기간 상승 및 판매경로의 다각화
- 가정에서 신선채소 공급 가능
- 살아있는 야채를 생산유통 하고자 하는 농가에 적극적인 컨설팅
- 타 업체류로 생산 유통 적용확대
- 향후 온실 냉방기술의 심화연구를 통해 완성된 플랜트를 극서지역 수출
 - IR차단 피복제기술 및 지중 공기열과 FOG SYSTEM 병용효과 극대화 기술
- 살아있는 야채의 농산물 유통방법 기초자료로 활용

목 차

| | |
|-----------------------------------|----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 | 6 |
| 제 2 장 국내외 기술개발 현황 | 18 |
| 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 | 20 |
| 제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 57 |
| 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 | 58 |
| 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 | 59 |
| 제 7 장 연구시설·장비 현황 | 60 |
| 제 8 장 참고문헌 | 65 |

SUMMARY

(영문요약문)

I. Subject

Development of harvesting, storage and distribution with roots on hydroponics lettuce

II. Purpose and Necessities of Research and Development

- Decreasing the output of Eco-friendly agricultural products, whereas increasing the domestic and foreign market size of Eco-friendly agricultural products
- Rise of a variety of problems such as marketability reduction and supply system in the process of storage·distribution

III. Contents and Scope of Research and Development

- Forming mass production system of eco-friendly lettuce
- Stabilizing price through year-round production of eco-friendly lettuce
- Reducing damage rate in the process of distribution
- Identifying storage conditions after harvesting and in the process of distribution

IV. Results of Research and Development

- Forming year-round production system by developing crop production methods during Summer season in a hybrid plant factory using an natural light source
- Establishing optimum conditions at growth stages and conditions necessary to improve the output of production
- Establishing conditions of storage, distribution, and sales of lettuces with roots which are alive

V. Research Performance and Plan of Application (If necessary, the title is amendable)

- Extending 'Use-by-date' of fresh vegetables and diversifying marketing channels
- Feasibly providing fresh vegetables at home
- Active consulting by farmers in order to produce and distribute vegetables which are alive
- Apply and extending production and distribution to other leaf vegetables
- Exporting completed plants to far western area through study of greenhouse cooling technology hereafter
 - Coating material technology for blocking IR and technology to maximize combined effect of both underground air heat and FOG SYSTEM
- Using the production distribution ways of vegetables which are alive as basic resources

CONTENTS
(영 문 목 차)

Chapter 1 Summary of Research Projects 6

Chapter 2 Current Situation of Domestic and Foreign Technology Development 8 1

Chapter 3 Contents and Result of Research and Development Performance 02

Chapter 4 Degree of Goal Attainment and Contribution to Relevant Field 75

Chapter 5 Performance of Research and Development and Plan to Apply the Performance 85

Chapter 6 Foreign Science Technology Information Collected in the Process of Research and Development ... 9 ... 5

Chapter 7 Current Situation of Research Facilities and equipment 06

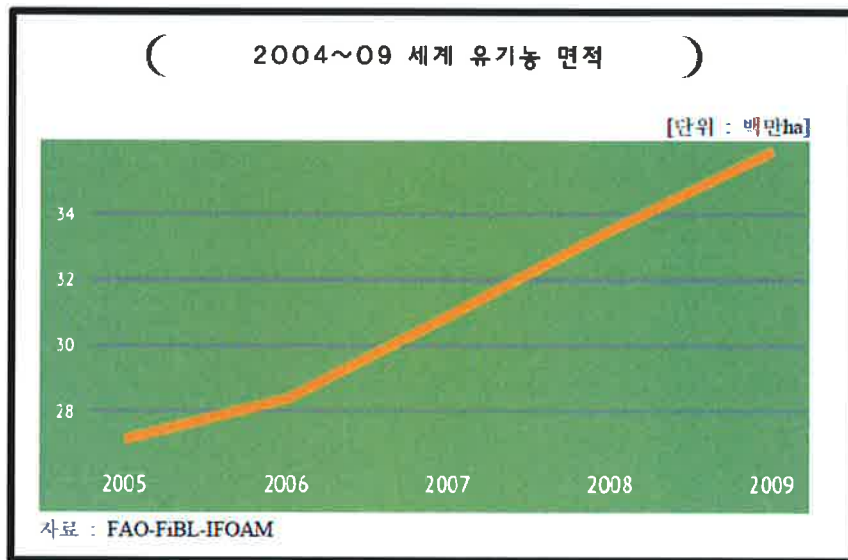
Chapter 8 Reference 65

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발과제의 개요

1. 해외유기농업 시장의 증가

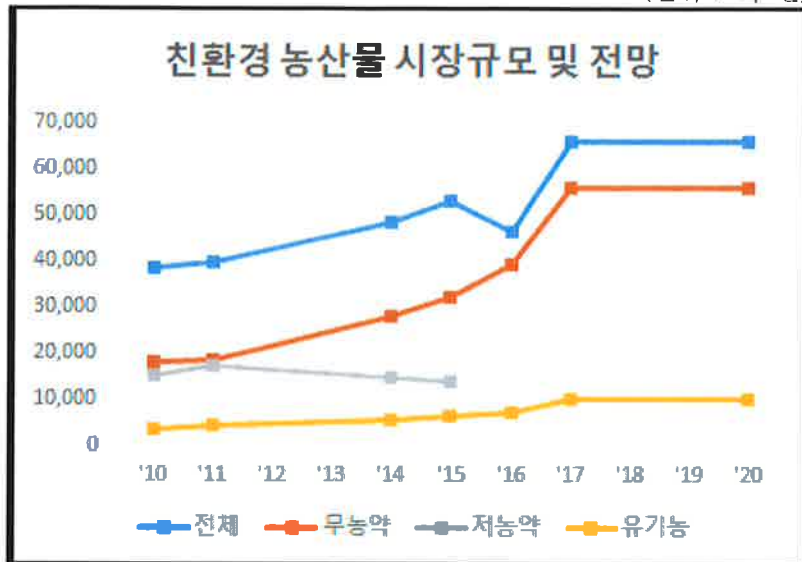
세계 식품시장은 인공적, 화학적, GMO를 원료로 한 제품들이 대다수 차지하고 있어 최근에는 자연적, 생물학적, 생태계 건강을 촉진하는 유기농식품의 생산이 증대되는 추세이다. 데이터모니터의 보고서에 따르면 2010년 세계 유기식품 시장규모는 약 593억불로 전년대비 12.4% 성장하였으며 2015년에는 2010년 대비 약 48.4% 증가한 881억불 규모의 시장이 형성될 것으로 전망된다. 전세계 유기식품시장은 유럽(독일, 영국), 북미, 호주 등에 의해 주도되고 있으며, 특히 미국은 2009년 세계유기식품 총수익의 49% 차지하며 유럽을 제치고 세계최대의 시장규모를 형성하였다. 유기농업비중 1995년부터 2010년까지 서유럽, 중남미 및 카리브해의 유기농 재배면적은 3배 증가한 3,800만ha에 이르렀으며 2004년부터 2009년까지 세계유기농업 재배면적은 30%까지 증가하였다.



2. 국내 친환경 농산물 시장 규모 증가

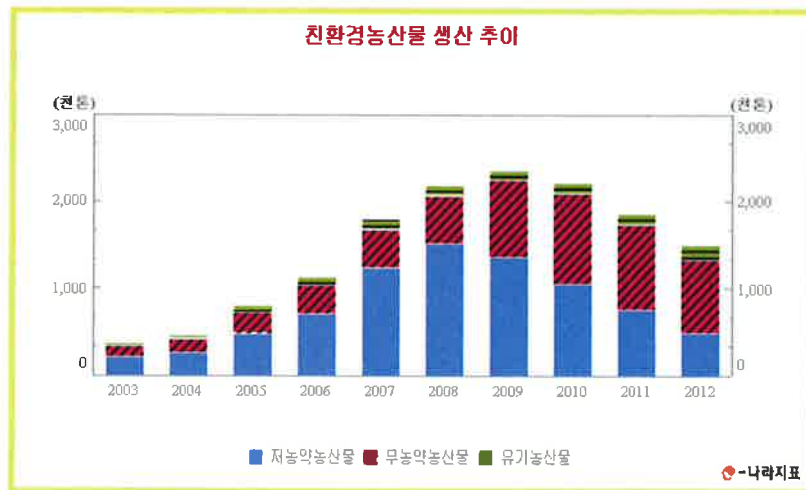
소비자들의 소득수준이 향상되고, 건강에 대한 관심이 급증하면서 건강한 삶을 지향하는 욕구가 증대되고 있다. 안전한 식품을 선호하는 소비자의 요구에 따라 '모두가 건강하게 잘 사는 소비' 라는 가치를 담고 있는 유기농업시장 및 친환경 농산물 시장은 지속적으로 성장하고 있다.

(단위 : 억 원)



자료 : aT Focus, 세계유기식품 산업 현황과 국내 유기식품 수출확대 방안

3. 친환경 농산물 생산량 감소



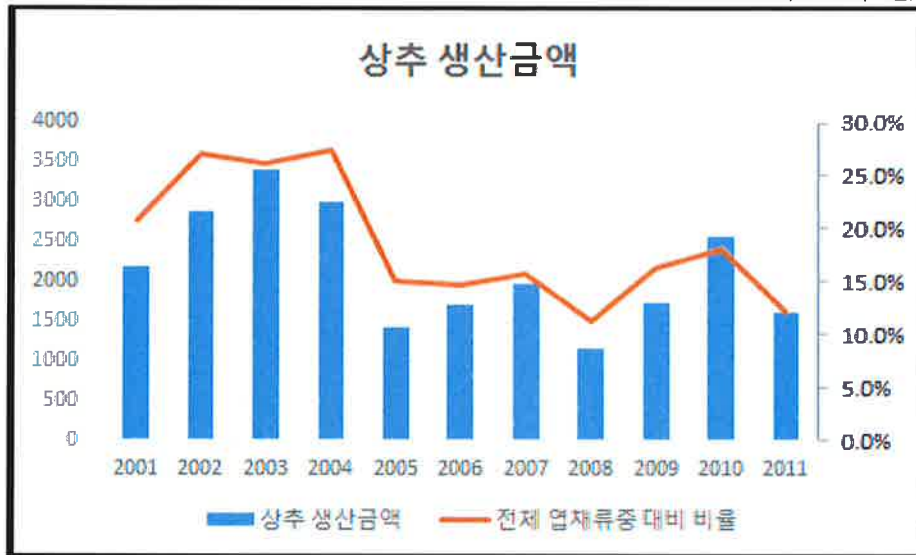
통계청 e-나라지표에 따르면 친환경 농산물 생산이 감소하고 있어 믿고 먹을 수 있는 안전 먹거리가 줄어들 것으로 판단된다. 따라서 친환경 농산물 시장규모는 증가하나 생산량은 줄어들고 있어 고가격대가 형성될 수 있다.

제 2 절 국내 수준과 현황 및 전망

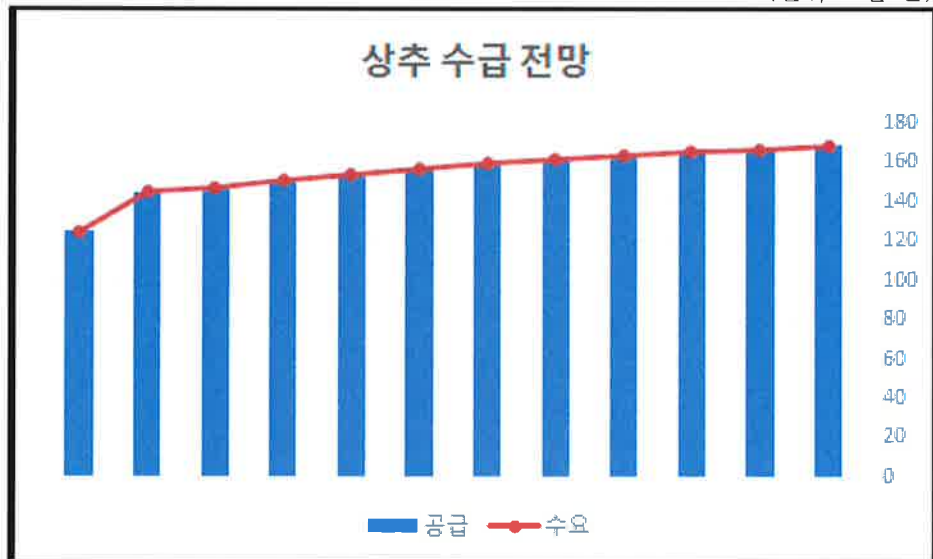
상추(Lactuca sativa. L.)는 일상에서 쉽게 구매하거나 키울 수 있으며 샐러드, 찜채로 많이 소비되고 엽채류 가운데 재배비중이 크다. 다른 일반 채소류에 비하여 수분도 많고, 칼슘, 무기염류, 비타민 등 영양소도 풍부한 원예작물이다.

1. 국내 상추시장 현황 및 전망

(단위 : 1억 원)



(단위 : 천 톤)



상추시장은 2005년에 이르러 규모가 크게 감소하였지만 전체 엽채류 시장의 10% 이상으로 꾸준히 높은 재배비중을 차지하여 왔다. 2011년 기준 생산금액은 1,624억원을 넘어섰다. 한국농촌경제연구원(KASMO)은 2022년 까지 상추의 공급량과 수요량이 조금씩 증가할 것이며 일정 비율을 계속 유지할 것이라 전망하였다. 수입·수출이 어려운 작물의 특성상 추후 시장 규모의 큰 변동은 없을 것이라 판단된다.

제 3 절 문제점

1. 저장·유통과정 중 상품성 감소

원예산물 특징은 저장 및 유통과정에서의 손실률이 크다는 것이다. 특히 채소류는 선진국의 경우 15-25%, 개발도상국의 경우 15-35%로 나타난다.

상추는 타 작물에 비해 환경민감성이 매우 높아 유통과정을 거칠수록 생리장해 및 병해에 노출되기 쉽고 잎이 찢기는 등 물리적 손상의 가능성이 높아진다. 엽채류의 경우 신선도에 따라 가격의 등급이 판별되기에 저장, 유통 중 상품량의 손실뿐 아니라 상품가치마저 낮아지게 된다. 저장, 유통기간 동안 상품성 저하 및 병해 등에 의해 상추 총 수량의 20%이상만 손실로 이어진다고 하더라도 국내에서 약 324.8억원의 피해가 나타난다(2011년 생산금액 기준).

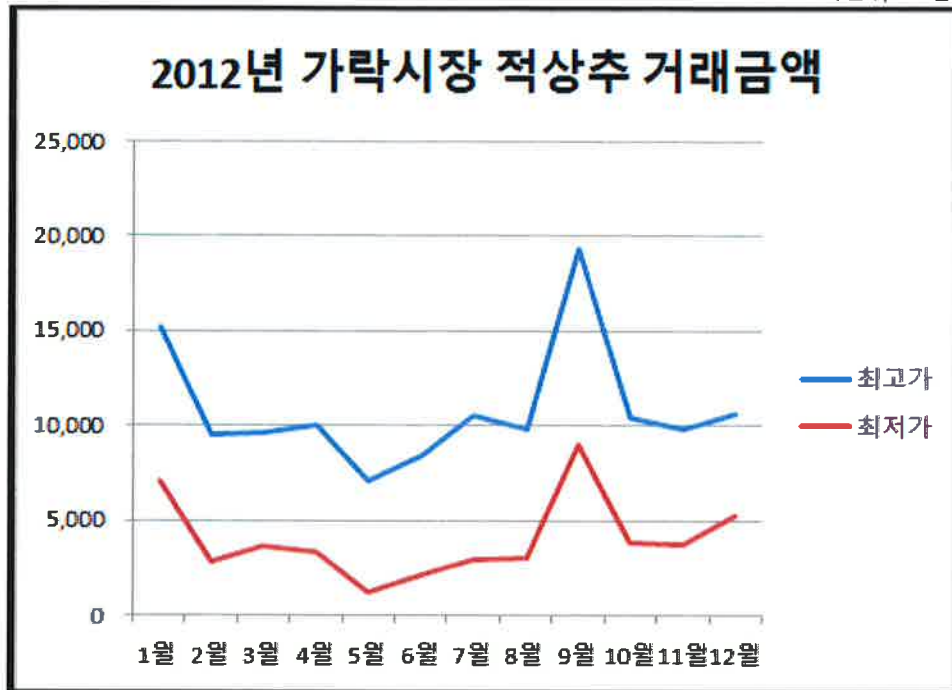
| 품목 | 품질변화 민감도 | 품목 | 품질변화 민감도 |
|-----------|--------------|---------|----------|
| 아스파라거스 | 매우 높음 | 호박 | 낮음 |
| 완두콩 | 매우 높음 | 쥬키니 호박 | 매우 높음 |
| 브로콜리 | 매우 높음 | 무 | 매우 높음 |
| 양배추 | 보통 | 시금치 | 매우 높음 |
| 당근 | 높음 | 토마토(녹숙) | 보통 |
| 콜리플라워 | 높음 | 토마토(완숙) | 높음 |
| 샐러리 | 높음 | 살구 | 높음 |
| 배추 | 높음 | 포도 | 보통 |
| 오이 | 높음 | 키위 | 보통 |
| 가지 | 높음 | 감귤 | 보통 |
| 마늘 | 낮음 | 복숭아 | 높음 |
| 파 | 높음 | 사과 | 보통 |
| 상추 | 매우 높음 | 배 | 보통 |
| 버섯 | 매우 높음 | 멜론 | 보통 |
| 양파 | 낮음 | 딸기 | 매우 높음 |
| 감자, 고구마 | 낮음 | 수박 | 보통 |

농촌진흥청, 농업길라잡이 112, 원예산물수확후관리

가. 신선도 저하

현재 유통되고 있는 상추는 수확 형태에 따라 크게 잎상추와 포기상추로 나눌 수 있다.(사진) 두 가지 모두 뿌리를 제거한 채 수확되어 신선도의 유지기간이 짧으며 특히 잎상추는 유통가능기간이 무척 짧다. 상추는 신선도가 빠르게 감소함에 따라 상품가치도 빠르게 낮아진다. 2012년 가락시장에서 상추의 최고-최저가의 가격차이가 연중 크게 나타났다. 상품등급의 차이를 감안하더라도 신선도가 차지하는 비중이 적지 않음을 알 수 있다.

(단위 : 원)



자료 : 서울시농수산물공사

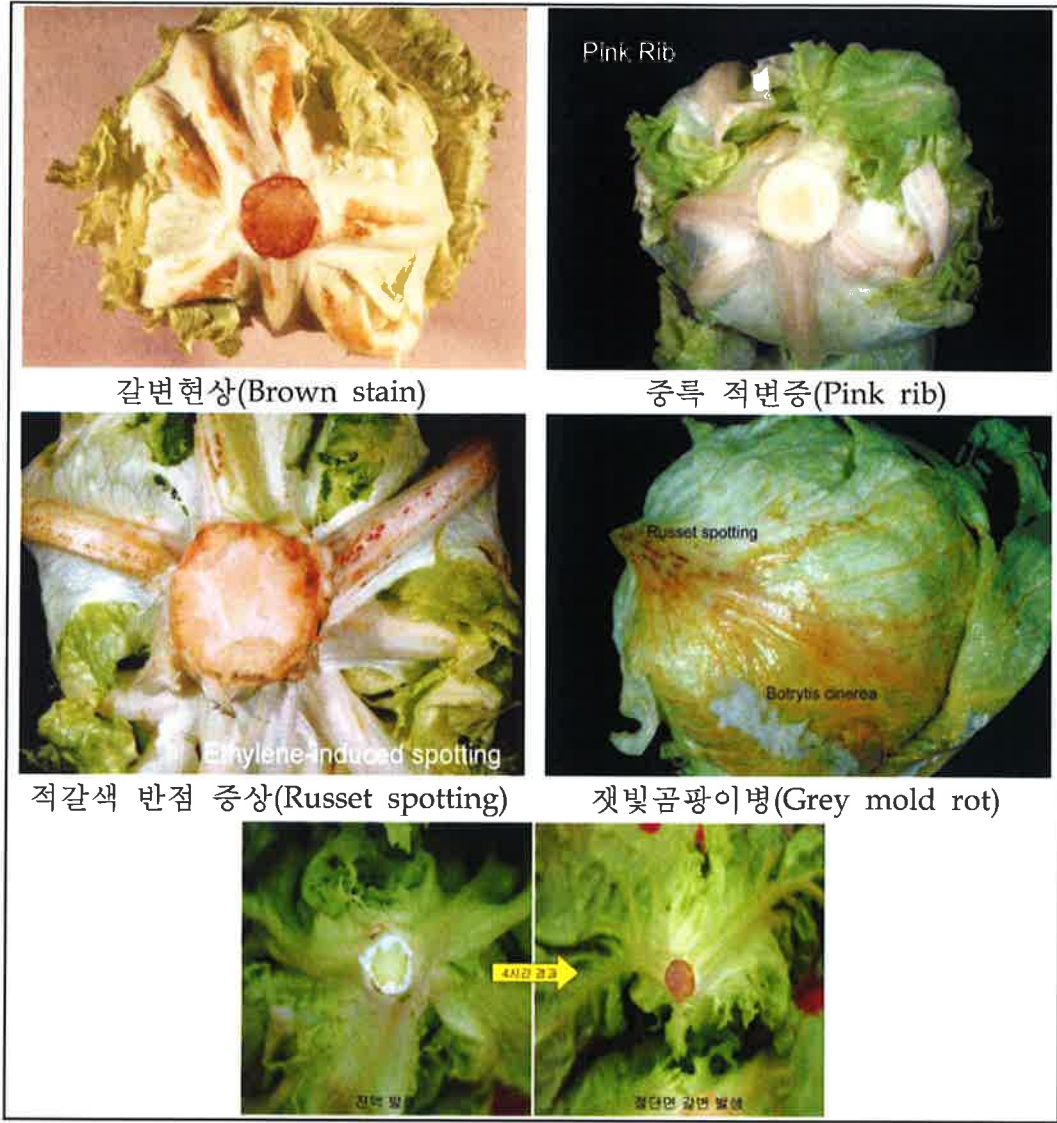
나. 저장·유통과정 중 영양성분 손실

과거 데치거나 무쳐 사용하던 채소들도 근래 추세에 맞춰 생식을 하는 비율이 점점 높아지고 있다. 상추 또한 쌈채로 이용할 뿐 아니라 생식으로 많이 이용하며 상추에는 비타민 C가 풍부하며 비타민 C는 상추의 잎에 아스코르빈산(ascorbic acid)의 형태로 들어있는데 열에 불안정하고 화학적으로도 불안정하다. 따라서 그 함량이 풍부하더라도 신선한 상태로 이용하지 않고, 유통과정에서 며칠간 저장하게 되면 영양소 함량이 매우 낮아지기 쉽다.

다. 대형마트에서의 저장·유통과정 중 추산 손실 금액

국내 대형유통업체의 경우 저온저장창고 시설 및 콜드체인시스템의 확보가 잘되어있다. 그러나 창고에서의 보관 중 물리적인 피해뿐만 아니라 환경민감성이 높은 상추의 경우 저온상태가 아닌 상온에서 매장전시를 할 경우 온도변화에 따른 스트레스로 인한 상품성 저하가 많은 비율로 나타나며 추가적으로 수송 중 물리적 데미지 등에서 완전히 자유롭지 않아 유통과정에서 폐기되는 채소가 많은 실정이다. 국내의 경우 대형마트에서 채소부류 손실이 5-20억원 이상으로 추산되고 있다.

라. 저장·유통과정 중 생리장해

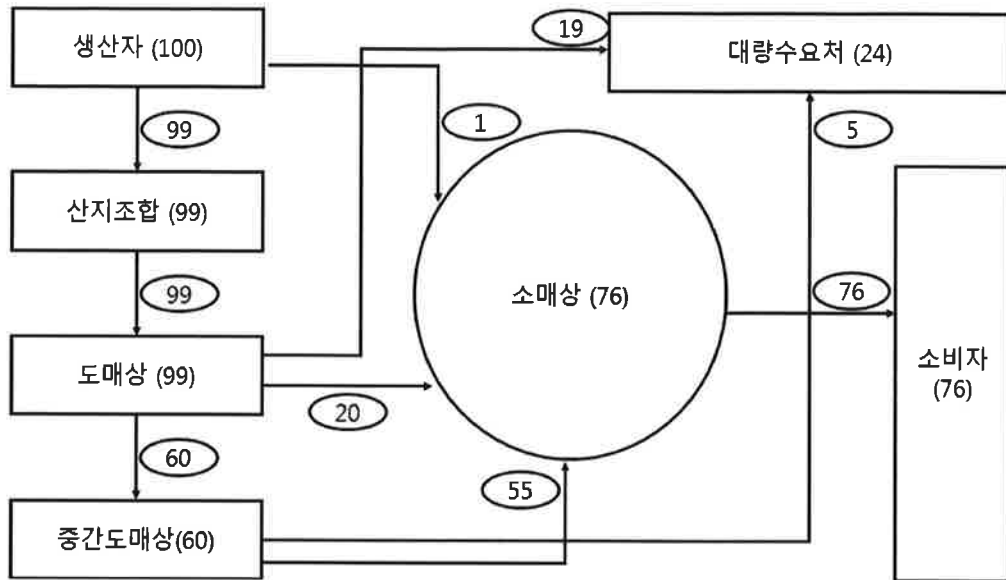


상추 포기 저장시 나타날 수 있는 생리장해 및 병해

2. 유통 문제점

상추는 생산자→산지조합→도매상→중간도매상→소매상→소비자의 5번의 기본유통과정이 표준화되어 있다. 박스포장은 운반도중, 들었다 놓을 때 내용물이 피해를 입는 등 여러 가지 이유로 유통과정을 한번 거칠수록 손실이 많이 발생한다.

상추의 유통흐름도 : 하남→서울('02년) (단위 : %)



농촌진흥청, 표준영농교본 140, 업체류 재배

3. 공급체계의 문제점

◦ 친환경 쌈채류의 유통업체별 공급체계 현황 및 문제점

| 구분 | 현황 및 문제점 |
|--------|--|
| 전문판매업체 | <ul style="list-style-type: none"> - 재배유형을 준수한 생산체계로 인증유형에 맞는 마크 사용 - 계약에 따른 같은 품질의 제품을 공급하는데 어려움이 있음. |
| 산지유통업체 | <ul style="list-style-type: none"> - 가격변동에 따라 공급물량 확보 어려움 - 신선농산물인 쌈채의 운반에 따른 신선도 저하 - 가격 폭등시 농가 계약위반 - 규격화 등급 및 선별문제 |
| 대형유통업체 | <ul style="list-style-type: none"> - PB상품사용은 자사브랜드의 소비자 신뢰성과 인지도 향상을 위한 경영전략 - 소비자는 친환경농산물은 무농약의 개념으로 이해 - 일반농산물과의 차별된 생산단가 근거설명의 어려움 - 재배 유형의 신뢰성 부족, 인증 데이터 불일치 발견 |
| 중간유통업체 | <ul style="list-style-type: none"> - 쌈채류 신선도유지를 위한 저장시스템 확보 - 소량의 친환경농산물은 안정적 출하에 어려움 - 계약에 따른 균일제품 공급문제 발생 |

자료 : 작물경영연구과, 친환경 쌈채류 유통업체별 마진율('08)

작물경영연구과에 따르면 친환경 쌈채류의 문제점은 크게 나누면 균일제품의 부재, 신선도 유지의 어려움, 큰 가격변동이다. 계절에 따른 환경변화로 공급량이 일정하지 않아 가격 변동도 크며 소량의 친환경농산물은 안정적 출하에도 어려움이 있다. 규격화, 균일한 등급의 상품이 나오기 힘들어 적정 가격을 책정하기도 힘들다.

제 4 절 해결 방안

가장 큰 손실 유발원인은 수확시 뿌리 절단으로 인해 작물 stress 와 추후 수분공급의 부족으로 발생하는 수분손실을 충당하지 못해 상품이 시드는 현상으로 파악된다.

따라서 수확시 뿌리를 최대한 유지하며 수분을 함께 공급한다면 상추를 신선하게 유지할 수 있다. 이는 수확이 아닌 일종의 옮겨심는 과정으로 생각할 수 있다.

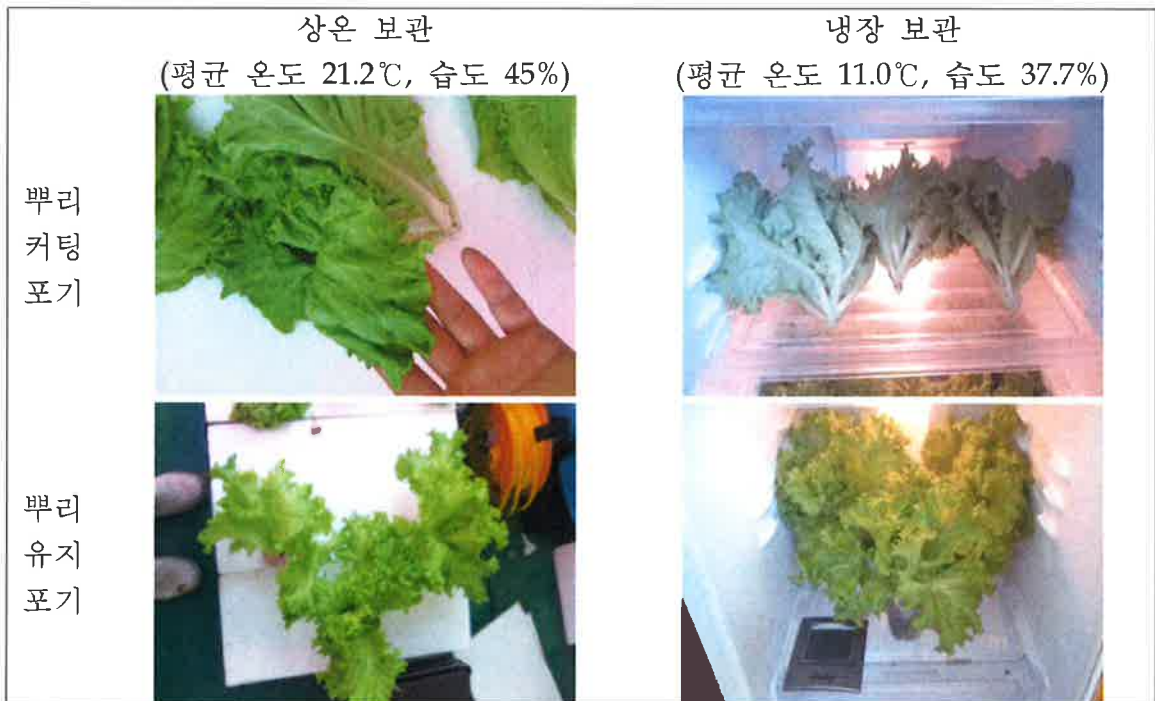


충분한 뿌리양을 확보하고 수확한 모습

상온에서 상추의 시들 정도

| | | 시간 경과 | | | | |
|----------|-----|-------|-----|-----|------|-------|
| | | 1시간 | 2시간 | 3시간 | 4시간 | 5시간 |
| 뿌리 커팅 포기 | 육묘실 | * | ** | *** | **** | ***** |
| | 냉장고 | - | - | * | * | ** |
| 뿌리 유지 | 육묘실 | - | - | - | - | - |
| | 냉장고 | - | - | - | - | - |

뿌리 유무에 따른 저장 테스트(세이프푸드, 2013.09.30.)



뿌리 유무에 따른 저장 테스트 5시간 후의 모습 (세이프푸드, 2013.09.30.)

자사는 2013년부터 수경재배로 청결하게 재배한 상추를 뿌리의 절단 없이 수확하여 길러먹는 상추(제품명: 행복한 상추)를 개발·판매하고 있다.



뿌리를 제거 하지 않고 수확한 상추 (제품명 : 행복한 상추) 선행 개발 연구 모습

행복한 상추는 주문생산한 박스에 담겨 운송되어 앞의 마찰에 의해 손상되거나 문제점이 없다.



행복한 상추 포장·수송 모습

또한 행복한상추는 스펀지부터 파종되어 수경재배 된다는 이점이 있다. 소비자의 식탁에 올

라갔을 때 깨끗한 근권부를 보여주며 가정주부가 스펀지만 제거함으로써 손쉽게 상추를 이용할 수 있다.

| 쌈채류 친환경농산물 작업단계별 현황 및 문제점과 행복한 상추의 기대 개선 방안 | | |
|---|--|---|
| 구분 | 현황 및 문제점 | 행복한 상추의 기대 개선방안 |
| 물량 확보 | <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 작목의 년중 수급 불안 • 품질의 고급화 및 선별 불량 | <ul style="list-style-type: none"> • 계획적인 연중 생산 |
| 산지포장 방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 친환경의 우수성과 작물의 고유성분 표기 미흡 • 산지 저장시설 미흡 • 친환경농산물은 소비지에서 유통되는 기간이 일반보다 다소 김 | <ul style="list-style-type: none"> • 품질의 고급화 • 친환경 우수성 및 고유성분 표기 • 저장시설 확충 예정 -> 적정 저장 조건 구명 및 적용 |
| 수확 후 관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 일반차량 수송은 여름철 고온에 의한 품질 저하 원인 | <ul style="list-style-type: none"> • 유통기간 비약적 상승 |
| 규격화 (등급선별) | <ul style="list-style-type: none"> • 규격 표준화 미흡 발생으로 소비자 신뢰문제 야기 | <ul style="list-style-type: none"> • 규격 표준화 |
| 수송 | <ul style="list-style-type: none"> • 선도유지를 위한 냉장시스템 부족 • 산지의 생산원가 과다 요구 | <ul style="list-style-type: none"> • 선도유지에 지나치게 낮은 냉장 없어도 됨 • 계획적 생산에 기반하여 정확한 산출근거 제시 |
| 가격 | <ul style="list-style-type: none"> • 산출근거가 미약함 | |
| 브랜드 관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 산지농업인 브랜드 마인드 부족 | <ul style="list-style-type: none"> • 상품보완 연구 지속적인 진행 계획 |
| 사후 관리 | <ul style="list-style-type: none"> • 판매 후 제품에 대한 문제점 개선 미약함 | <ul style="list-style-type: none"> • 고객의 다양화 등에 따라 홈페이지 개설등 사후 관리 철저 계획 |
| 계약 이행 | <ul style="list-style-type: none"> • 가격 변동시 당초 계약을 불이행 | <ul style="list-style-type: none"> • 해당 없음 |

* 현황 및 문제점은 작물경영연구과 친환경 쌈채류 유통업체별 마진율('08)에서 인용

농업회사법인주식회사 세이프푸드는 현재 식물공장에서 수경재배를 통한 상추 대량생산 체계를 확립해가고 있는 단계이다. 이는 년중 수급이 불안한 현 문제점의 해결방안이 될 수있다.

행복한 상추는 현재 중량으로 규격화되어 있어 생산자, 중간 유통업자, 소비자에게 부담 없고 편안하게 다가갈 수 있다. 인근 롯데마트, 홈플러스 등 다양하게 시범판매가 이루어졌으며 시장의 호응이 좋았다.



행복한 상추 시판 모습

제 5 절 사업화지원 신청안의 필요성 및 전망

1. 행복한 상추의 저장·유통 문제점

신선하고 안전한 채소를 국민의 식탁에 올리기 위한 방안에서 시작하였으나, 아이러니하게도 유통과정 중 상추가 시드는 문제점이 있다. 이는 재배대에서 판매용기로 작물이 옮겨심은 후 몸살을 거치는 과정이나 그 정도가 심하면 상품을 폐기하는 문제가 발생한다. 특히 기온이 높은 하절기 온도관리가 미흡하면 몸살의 발생빈도와 정도가 심하다.

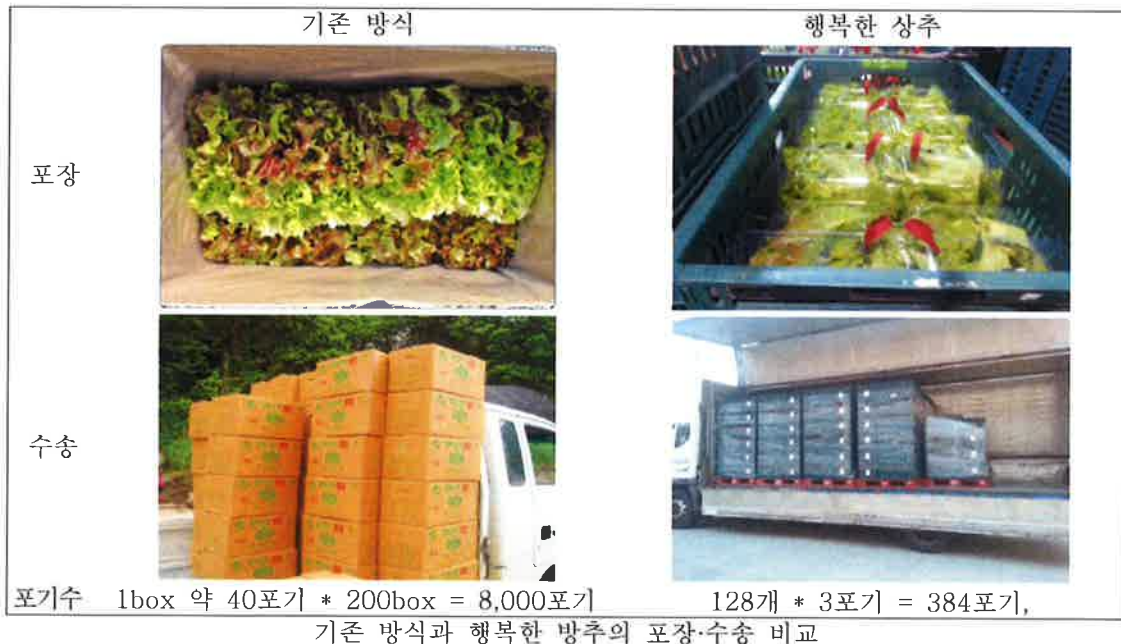
상추는 광이 부족하면 황백화 현상이 나타나며 웃자라게 된다. 행복한 상추의 물량이 많아질 수록 장기간 저장 될 것이며 광이 부족한 창고 내에서 생육이 진행될 우려가 있다. 이를 방지하기 위해 생육을 멈추고 피해를 입지 않는 적정 온·습도에서 보관하는 것이 바람직하다. 뿌리가 절단된 포기상추와 잎상추의 저장조건은 알려져 있으나 행복한 상추의 정식후 몸살 방지, 저온피해 회피, 생육정지, 실현가능성 등 다각적인 상황을 감안한 적정 저장조건을 구명하지 못한 상태이다.

2. 행복한 상추의 운송·진열 문제점

잎상추와 포기상추의 보편적으로 2kg에 20여 포기 이상의 상추가 포장되어진다. 행복한 상추는 1.5톤 트럭에 최대 128개 운송이 가능하다. 포기수는 384개로써 2kg 박스 운반과 비교하면 적은 양이다.

현재 행복한 상추는 최종목적지가 일반 가정으로 소규모포장이나 물류업체로 운송을 위해 좁은 공간에 다량의 물량을 넣을 수 있어야 한다. 행복한 상추는 물을 담고 있어 운송에 주의를 요한다.

마트에서의 진열에도 어려움을 겪고 있어 행복한 상추의 포장용기 개발 혹은 진열, 운송 방식의 개선이 시급하다.



행복한 상추의 사업이 자리를 잡기 위하기 위해선 저장성 증진, 운송방법 확립, 생산성 향상 등의 과제가 먼저 해결되어야 한다. 아래는 행복한 상추의 안정공급과 판매를 위한 해결되어야 할 선행 과제들이다.

- 적정 품종 탐색
- 재배기간 단축 방안
- 적정 수송·유통 방법 탐색
- 저장 조건 탐색 및 저장 방법 개발
- 진열 방법 : 매대 진열 방법
- 수확 방법 : 작업공수
- 신선 유지 출하 가능 제품 개발·판매
- 판매 시장 개척
- 생산 라인 체계 확립
- 적용 가능 작물 범위 확대 및 매장 신선채소 부문 동반 성장

3. 문제 해결시 전망

친환경 농산물 생산량은 줄어들고 있어 역으로 블루오션이 된다고 판단된다. 친환경 농산물의 소비량이 공급량을 초과하여 고가격대가 형성될 수 있다는 것을 감안하면 신선한 상추를 식탁으로 제공할 수 있는 행복한 상추의 가치는 더 높아질 것이다.

현재 개발 및 시판 중에 있는 자사의 길러먹는 상추(제품명 : 행복한 상추)는 소비자의 식탁으로 신선한 먹거리를 제공할 수 있다. 이는 국민 보건 및 건강 수준 상승에 기여할 것이다.

비단 국민보건뿐 아니라 뿌리의 절단으로 인한 작물 스트레스가 없고, 온도 및 저장환경의 민감 정도를 낮추어 적정 저장조건을 구명한다면 냉장비 감소의 효과도 기대할 수 있다.

행복한 상추를 시작으로 엽채류를 살아있는 채 유통가능한 기술이 확보된다면 후일 상추에 국한하지 않고 다양한 작물에 적용할 수 있을 것이다.. 고부가 가치 작물의 경우 해외 유통의 가능성도 열릴 수 있다.



제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 동종 기술개발 및 판매현황

국내외로 수경재배방식과 수경재배를 통한 생산품을 소비자에게 판매하는 업체는 있다. 하지만 저장·유통을 뿌리채로 수확하여 진행하는 유사기술은 국내외에서 없다. 국내 시설원예시험장에서 수경재배의 장점으로 뿌리채 수확이 가능함을 꼽은 적이 있으나 관련 연구 및 사업화는 진행되지 않았다.

제 2 절 유사 기술개발 및 판매현황

1. 해외 사례

경쟁 가능한 기술로는 유사 기술로 신선편이(fresh-cut) 농산물을 들 수 있다. 신선편이 산업이 발전한 미국은 1980년대 후반 이후 연간 12-15% 로 빠르게 성장하였으며 1994년 50억 \$의 시장규모가 2003년 약 125억\$까지 성장하여 미국 총 과일·채소 시장의 약 10% 이상을 차지하고 있다. 미국 신선편이식품의 소비처 및 소매품목별 시장규모를 살펴보면 소매부분의 샐러드용 채소가 차지하는 비율이 높아 업체류의 시장진출 가능성을 가늠할 수 있다.

뿌리를 유지하는 수확방식은 신선편이식품과의 접근방식이 달라 소비자에게 다가가는 느낌은 다르나 충분히 진출가능한 시장의 규모를 갖추고 있다고 판단된다.

미국에서 신선편이식품 소비처 및 소매 품목별 시장규모(2003)

(단위 : 억\$)

| 계 | 식품 서비스산업 | 소매 | | | |
|-----|----------|----|---------|-------|----|
| | | 소계 | 샐러드용 채소 | 기타 채소 | 과일 |
| 125 | 75 | 50 | 30 | 17 | 3 |

자료 : International Food Produce Association, 2004

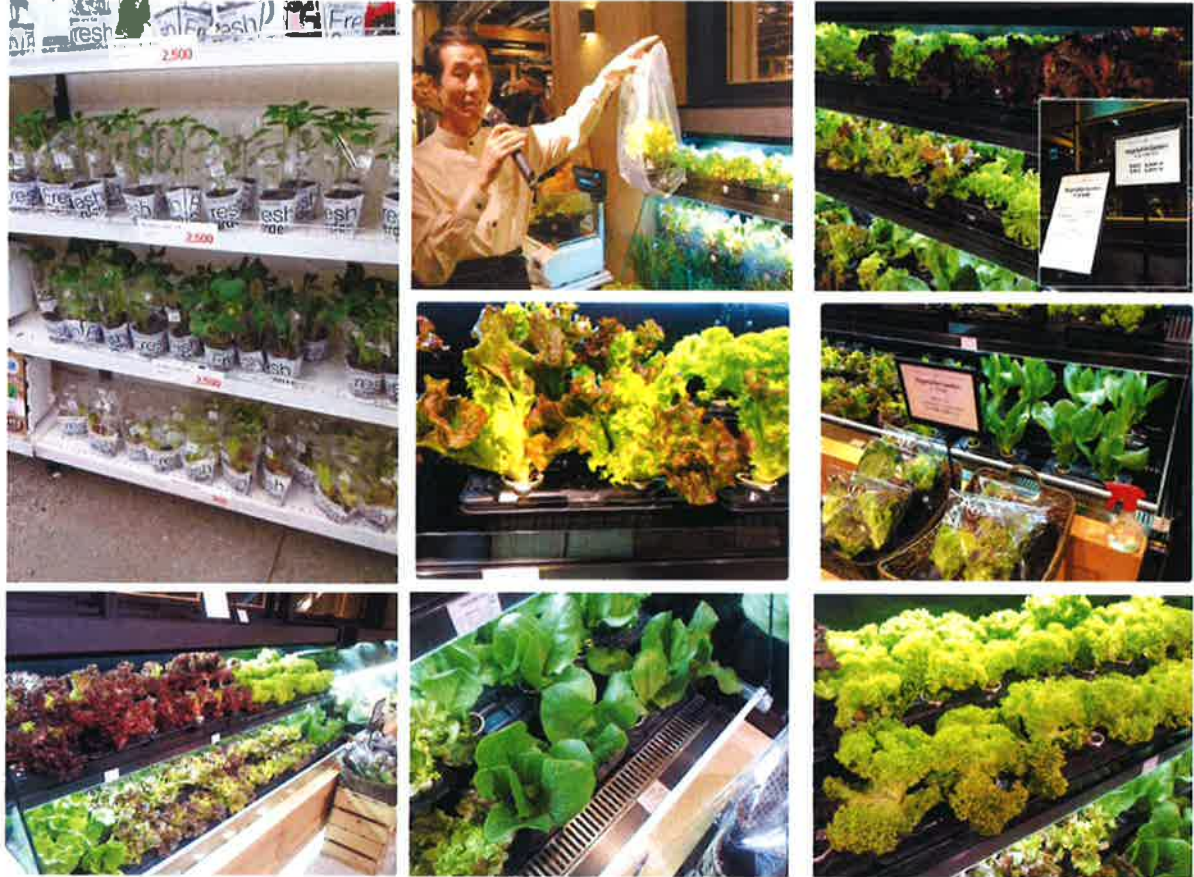


신선편이 농산물

2. 국내사례

뿌리채로 살아있는 상추로 대형마트로 납품했던 사례는 몇 번 있었으나, 수경재배가 아닌 상토배지를 이용한 것이었다. 상토배지를 이용하는 것은 특별한 기술이 필요치 않고 단순히 트레이나 용기에 담아 이식하는 것에 불과하다. 몇 군데 업체가 시도했으나, 모두 1년 이상 지속 납품했던 사례 없고 1~2계절 납품 후 납품이 종료되었다.

[국내 대형유통 매장에 전시된 살아있는 상추사례]



제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 제품의 질·양적 개발

1. <정식후> 광량조절을 통한 생육속도 증진

가. 광원 및 광량의 선택

식물공장용 또는 농업용으로 판매되는 LED바의 대부분의 Spec 다음과 같다.

- 소비전력 : 18W ~ 25W급
- Bar 길이 : 1200mm (일반 형광등 규격사이즈)
- 분광조합 : 식물성장연구에서 PPFd가 가장 높은 것으로 밝혀진
660nm(적색) : 445nm(청색) : 백색LED (2:1:1)
- 수 명 : 5만시간 이상
- 광 량 : 25cm측정거리 기준 120umol 이상
- Bar 단가 : 6~12만원 (파워설치가격 포함)

그러나, 당 사가 다양한 LED를 시중에서 구입하여 측정을 해 본 결과 상당수의 LED가 상기 Spec을 충족시키지 못하고 다음과 같은 Spec을 이탈하는 결과를 나타내었다.

- 분광조합 : 기준 파장을 10nm이상 이탈
- 수 명 : LED수명 5만 시간이상이나,
파워수명이 8천~2만시간 이내 (전문가 조언)
- 광 량 : 25cm측정거리 기준 100umol 이하

위와 같은 파장과 광량Spec의 이탈원인은 농업용으로 적합한 LED파장대역의 시장규모가 적어 일반 조명용 LED를 농업용으로 파장맞춤식으로 모듈화하여 유통될 수 밖에 없는 LED산업의 특성 때문이라고 판단된다.

또한, 짧은 파워수명과 높은 설치가격은 식물공장의 투자비와 운영비를 상승시켜 결국 운영손익을 위협하는 요인이 된다.

이는 당사와 같이 자연광을 주 광원으로 사용하고 LED를 보광용으로 사용하는 자연광병용형식물공장에서도 점등시간에 따라 전기세만 줄어들 뿐 투자비는 인공광 식물공장과 동일한 위협이 존재한다.

상추재배를 위한 광원 설계에 있어서 필요로 하는 광도 I에 대해 전광량자속 F가 어느 정도 필요한가 하는 문제는 매우 중요하다. 광원이 커버하는 면적 A(m²)와 광원의 보수율 M, 조명을 U에 의해 $F=AI/MU$ 로 표현된다

상추 1주의 점유 면적을 0.0225m²(15cm×15cm)로 가정하고, 상추재배에 적합한 광량자속을 150μmol·m⁻²·s⁻¹라고 하면, 1주 당 0.0225×150/0.8=4.22μmol·s⁻¹의 광속을 필요로 하게 된다. 이것은 형광등의 경우 0.92W(출력, 4.6W), 적색 LED의 경우 32lm에 해당되는 값이다.

따라서, 금번 연구에서는 정확한 실험과 향후 상용화를 고려하여 식물생장에 적합하고 경제성을 고려한 다음과 같은 LED를 별도 개발하여 선택 적용한다.

- 소비전력 : 25W급
- Bar 길이 : 1500mm
- 분광조합 : 660nm(적색) : 445nm(청색) : 백색LED (2:1:1)
- 수 명 : 5만시간 이상 (Input power - 파워를 바에 내장, 수명 5만시간)
- 광 량 : 25cm측정거리 기준 150umol 이상
- Bar 단가 : 4.5만원 (Input power가격 포함)

개발 제작한 LED바를 최종 파장측정결과는 아래 그림 3-1과 같다.

[그림 3-1. 자사 적용 LED바의 측정결과]

나. 광량 조절과 실험의 결과

상품성이 높은 작물을 재배하기 위해 보광을 이용한 재배방식은 과거 여러 연구가 진행되어 왔다. 본사의 형광등과 LED 정류에 따라 실험한 선행연구에 따르면 파종시기부터 파종 후 14일 후 진행되는 1차 정식시기까지의 광 차이는 출하가능 상추의 상품성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 여겨졌다. 따라서 본사의 생산 실정에 맞는 시기별 보광에 따른 결과를 도출하기 위하여 2차정식후 LED 보광을 통한 상품성 변화 정도를 도출하려 하였다.

파종 후 18일 생육된 상추육묘를 2차정식 한 후 36일까지 생육하였으며 구간별로 생육조사를 실시하였다. 사용된 품종은 RIJK ZWAAN사의 Aficion RZ이며 LED 처리구는 오전 8시부터 12시, 오후 5시부터 오후 8시까지 7시간 광 처리하였다.

LED의 처리는 주광원이 자연광이므로 이하가 형성되는 시간대만 보광을 함으로써 적산광량을 맞추어 오전 8시부터 오후 8시까지는 자연광과 LED광량을 합산하여 최소 150umol 이상을 유지시켰다.

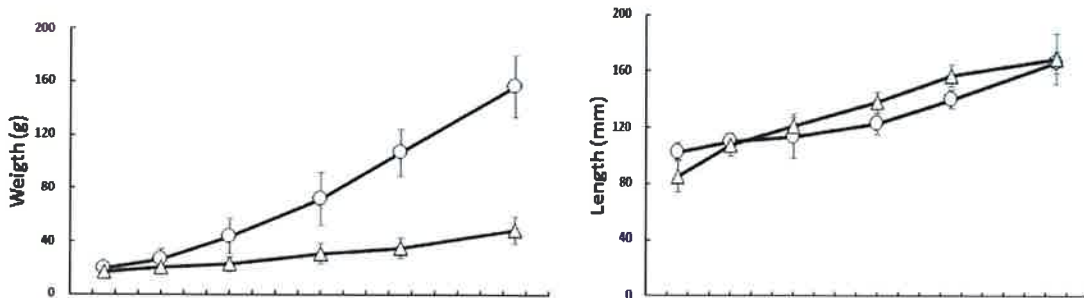
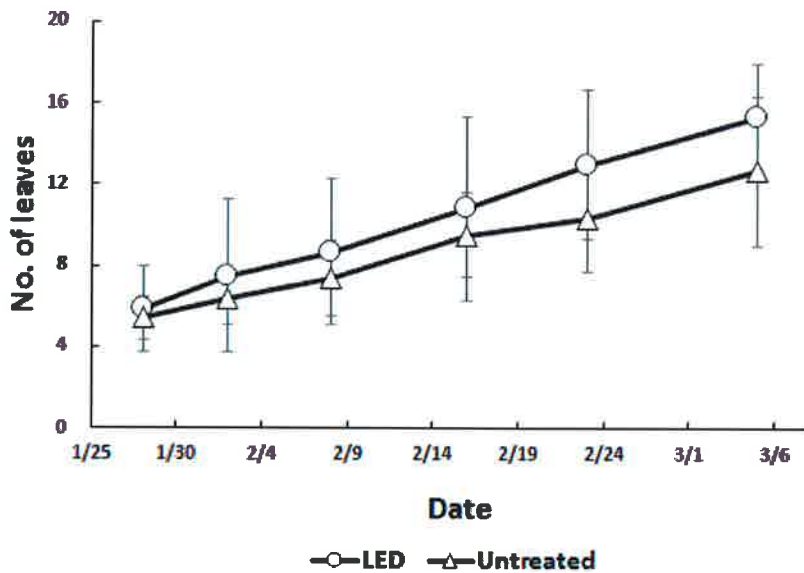
- 실험군의 선택 및 측정방법

- * 최초 육묘를 정식한 후 1월 28일 부터 3일 간격으로 3월 5일까지 조사
- * 조사개체 선택은 좌우 3개씩 선발했으며, 같은 커버에서 앞, 중간, 뒤 총 3군데에서 선택



[그림 3-2 : 조사개체의 선택 위치]

- 실험군의 측정결과



[그래프 3-1. Changes in weight, length and leaves of lettuce under LED condition.]

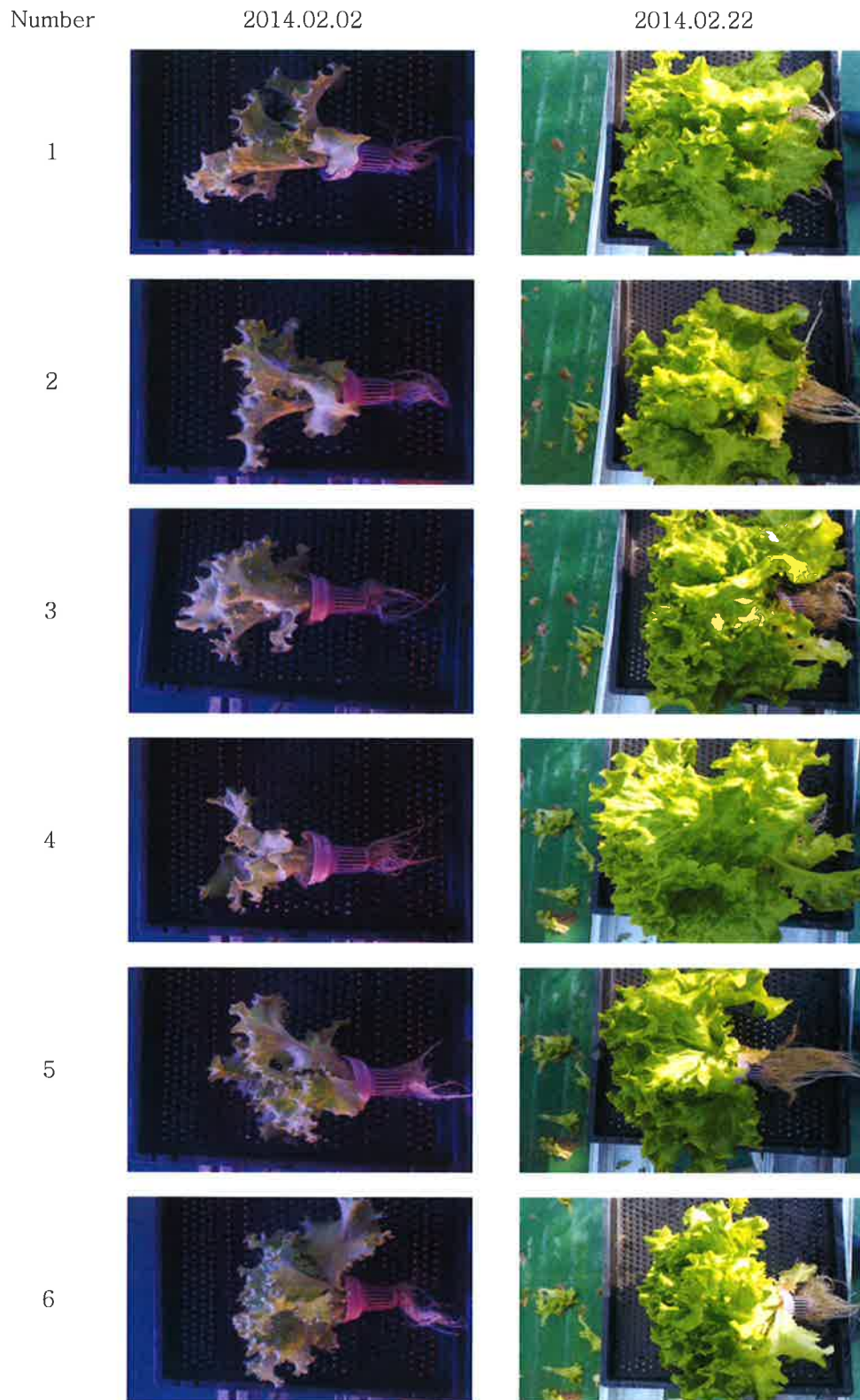


그림 3-3. Changes in appearance of lettuce under LED condition.

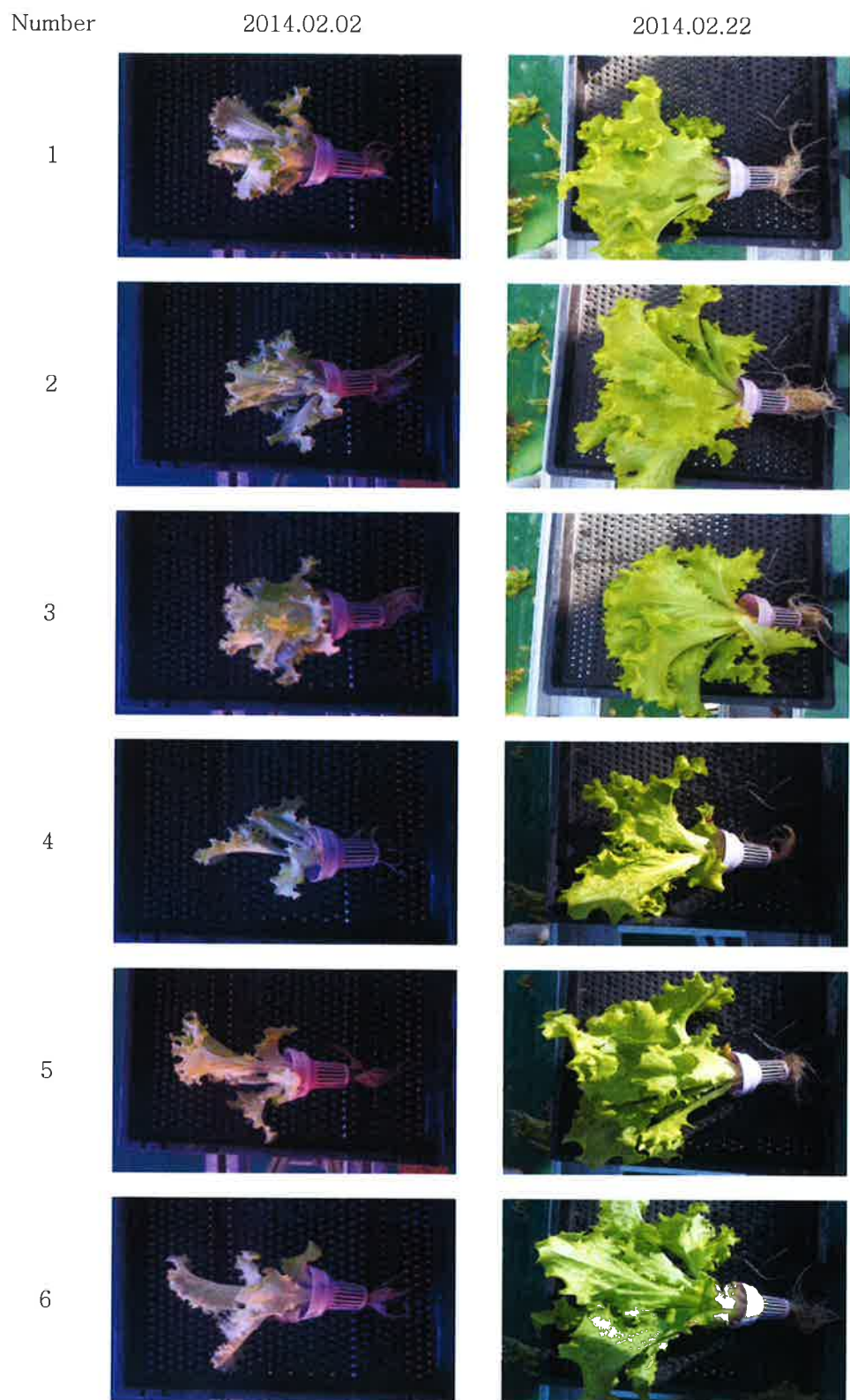


그림 3-4. Changes in appearance of untreated lettuce.

LED 처리구와 무처리구는 육안으로도 확연히 큰 차이가 느낄 수 있었다. 특히 생체중의 경우 223%에 달하는 증수 효과를 확인할 수 있었다. LED 처리구의 엽수는 생육조사 구간내 꾸준히 높은 수준을 보였으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 초장은 두 처리구간 차이를 나타내지 못하였다.

LED 처리시 생체중의 효과는 확실히 나타났다. 포기상추는 4kg박스로 무게단위 판매가 보편화되어 있어 LED 설치비용과 유지비용을 감안하여 보다 전략적인 판매계획을 수립할 수 있을 것이다.

- 기대효과(기대 손익증대) : 당 사 식물공장 1개 라인기준 연간 4백만원 이상 손익증대

※ 참고 : 당 사는 총 160여개 라인을 갖추고 있다.

| 증감 항목 구분 | | Only 자연광 | 자연광&LED | 차이 | 비고 |
|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|
| 생산량 | 생산포트수 | 594 | 594 | | 포기수는 동일 |
| | 출하기준중량(g) | 70 | 120 | 50 | |
| | 생육주기(정식후,일) | 40 | 28 | -12 | 동절기기준 |
| | 년 생산량(Kg) | 379 | 929 | 550 | |
| 매출 | Kg당 단가 | 8,571 | 8,571 | | 현 당사 판매최저가적용 |
| | 연 매출(원) | 3,252,150 | 7,964,449 | 4,712,299 | |
| 투자에 따른 상각비 | LED설치길이 | | 76 | | 3,4단 설치 |
| | LED필요갯수 | | 48 | | |
| | 설치단가 | | 45,000 | | |
| | LED투자비(원) | | 2,160,000 | | |
| | 상각비 | | 432,000 | -432,000 | 수명 반영구적이나 5년 상각기준 |
| 전기세 | 단위소비전력(W) | | 25 | | |
| | 일 점등시간 | | 7 | | |
| | 월소비전력(KW) | | 252 | | |
| | 추가 전기료(월) | | 12,600 | -151,200 | 농사용(을)적용, 기본료증가분 포함 |
| 기타 생산원가(원) | | | 116,148 | -116,148 | 생산량의 증대로 종자, 배지,양액비용등의 증가 |
| 증감손익의 합계(원) | | | | 4,012,951 | |

[도표 3-1. 개발 LED바 적용시 라인당 기대효과]

본 효과는 동절기를 기준하여 생육기간을 산정하였으므로 동절기를 제외한 생육이 빠른 계절에는 보다 높은 손익증대를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

2. 온도조절을 통한 생육상태 개선

첨단 유리온실을 이용한 자연광병용형 식물공장에서의 가장 큰 문제는 하절기의 고온으로 인한 웃자람 현상 등의 작물품질이 저하되는 것이다.

당 사는 본 연구를 통해 고온기 생육장애에 대한 대책으로 다음 2가지 방안으로 접근하였다.

- 1) 저온육묘기간을 장기화하여 튼실한 육묘로써 정식이후 고온생육기간 단축
- 2) 정식이후 상승되는 온실 내 온도를 28℃최대한 억제하고 근권부관리

가. 육묘실 온도관리 및 생육기간 장기화

인공광 병용형 식물공장에서 육묘실은 실내기온 20-24℃, 근권부 온도 18-22℃를 유지하는 것이 일반적이다. 그러나 적정 온도 범위를 유지하는 것은 대량의 전력소비로 인해 경제적으로 어려운 실정이다.

그러나 고온의 영향이 지속되는 여름에는 지하부 수온의 온도가 높음에 따라 뿌리의 발육이 악화되며 지상부 웃자람 현상에 의해 상품성이 무척 저조하게 된다. 결국 경제적인 전력사용량 내에서 고온에서 나타날 수 있는 문제의 정도를 줄이거나 시기를 늦출 수 있는 적정 방안을 모색·적용하여야 한다.

- 육묘실 광 조사시간

자사의 육묘실은 아래 그림 3-5와 같이 인공광식물공장과 동일하게 자연광이 거의 들어오지 않고 생육 중인 상추의 광원으로 형광등, LED에 의존하고 있는 밀폐형 식물공장의 대표적인 형태를 취하고 있다. 효율적인 육묘를 위하여 여름철을 제외한 계절은 24시간 동안 조사하고 있었으며 여름철은 육묘실 내부가 30℃ 이상으로 지나친 고온으로 인해 14시간 광 조사, 10시간 암조건으로 육묘 생산 관리를 하고 있었다.

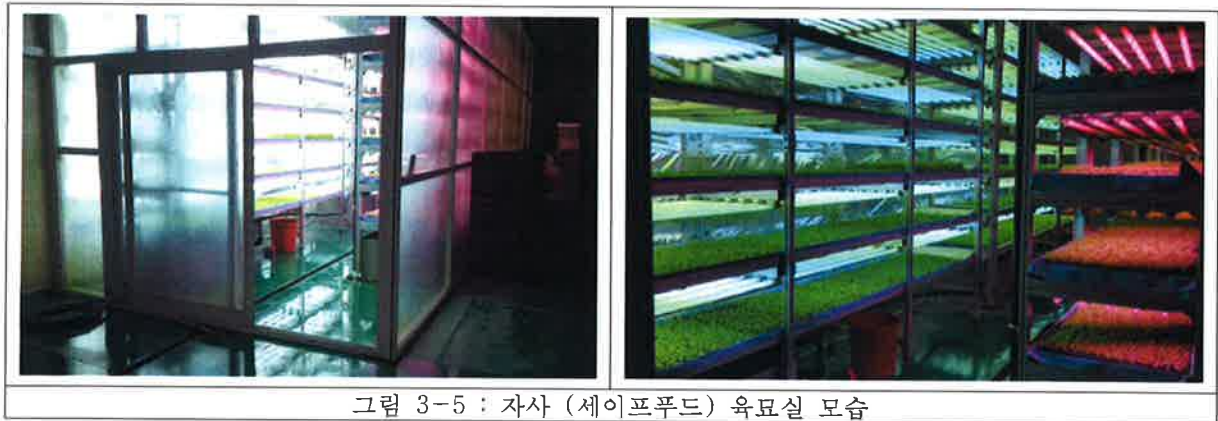


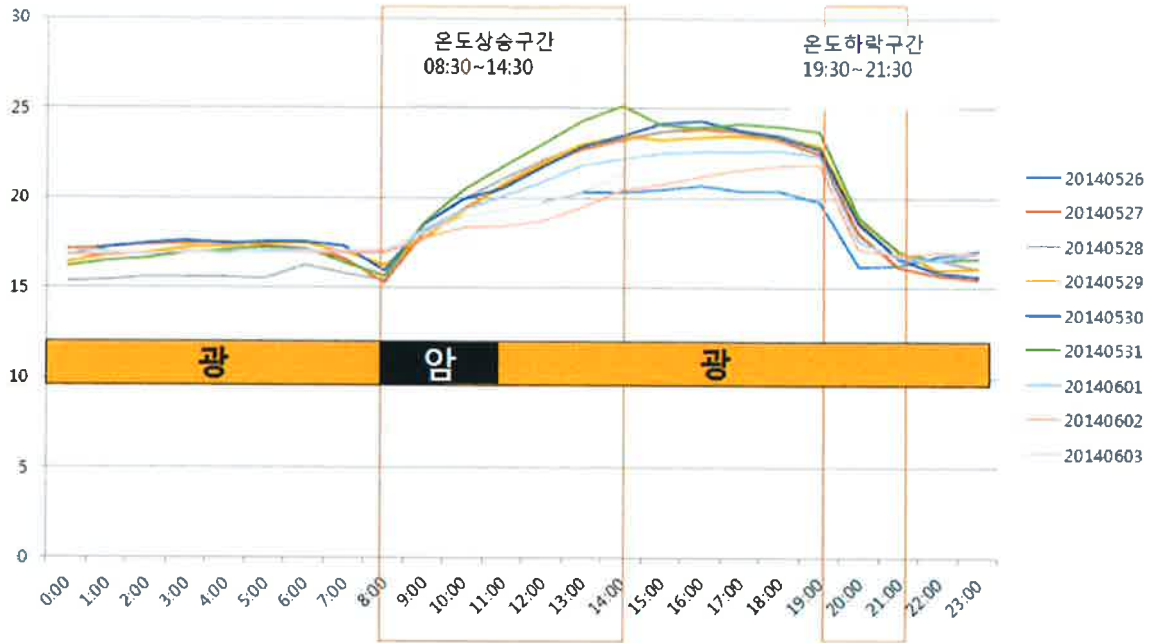
그림 3-5 : 자사 (세이프푸드) 육묘실 모습

이번 과제수행기간 중 이루어진 문헌 조사에 의하면 당 사가 본 연구에서 적용하는 품종인 RIJK ZWAAN사의 Aficion RZ이 적산광량을 맞추기 위해서는 150~200umol의 광량으로 12~16시간가량 조사해야 되므로 최대한 온도를 억제하는 범위 내에서 관리하도록 하였다.

- 광시간 조절 계획 (주야간 바꾸기)

짧은 기간 동안의 암 조건으로 육묘의 건전도를 상승시킬 수 있으나 육묘실내 고온 조건 또한 낮추어야 하였다. 육묘실 내부 온도는 아래 그래프 3-2에서 보듯 6월 초순경 내부 에어컨 1대 가동시 이미 온도가 최고조 상승된 14시 경 온도는 25℃도를 육박하여 이 시기 암조건으로 생육적정 온도까지 낮출 수 있는 기대를 하기는 어렵다. 따라서 해가 뜨고 짧은 암조건을 부여하여 온도상승시기를 잠시나마 늦추고 적정온도를 유지할 수 있는 기간을 장기간 가져갈 수 있도록 하는 방식을 꾀하였다.

시간별 육묘실 온도



그래프 3-2. 시간별 육묘실 온도와 설정한 광조사시간

나. 정식이후 온실내 온도관리

침단유리온실을 이용한 자연광병용형 식물공장에서 하절기에 엽채류 등의 저온작물을 생육하는 데 치명적인 약점은 온실 내 치솟는 온도이다. 하절기 외기온이 35℃일 때 밀폐된 온실 내부온도는 55~65℃로 치솟는다. 이는 시간당 최대 1Kw/m² (860kcal/m²)의 태양에너지가 온실 내에서 복사되어 머무르기 때문이다. 국내 최고 일사량은 7kwh/m².day이상으로 70%이상이 온실 내로 입사되며, 이 중 가시광선이하 에너지는 작물광합성작용 등 증산작용과 일부 단파장인 자외선 이하 파장은 침투되나, 적외선(IR)은 열원으로 작용된다.

당사와 같이 1,000평규모의 온실에서 태양에너지가 70%만 입사되어도 16MWh/day이상의 에너지가 온실 내로 입사되고, 이중 50%이상인 8MWh/day(6.9gcal)정도가 적외선(IR)으로써 열에너지원의 주범이 된다. 뿐만 아니라 가시광선과 자외선 또한 복사되면서 장파장으로 변하여 열원으로 바뀐다.

현재까지 온실에서는 천창개폐, 차광스크린, Fog System, Water supply pad & fan system 등으로 열 방출, 차단, 냉각하여 온도하락을 시키나, 외기온 수준 또는 외기온 대비 최대 5℃이상 다운시키는 것이 어려운 실정이다.

이외 다양한 지열등 히트펌프를 이용한 냉방시스템을 설치하여 가동을 시도하고 있으나, 이 때 천창을 가급적 폐쇄하여 가동해야 하므로 토마토, 파프리카 등 엽채류 보다 상대적으로 고온작물에서는 효과적일 수 있으나, 엽채류 같이 저온 작물에서는 엄청난 에너지를 투입해야 하므로 엄두를 낼 수 없다.

대부분의 작물은 생육적온이 30℃이하인데 태양에너지를 모두 온실 내로 입사한 상태에서 외기온 대비 최대 10℃이상 다운시키는 것은 거의 불가능에 가깝다고 할 수 있다.

이 때문에 외기온이 30℃를 상회하는 한국의 하절기에는 수확량이 격감하여 온실경작을 휴작 하는 경우가 많다.

당 사에서는 식물공장 건설시기에 그림 3-6과 같이 지중 내 공기를 이용한 냉방장치를 하였으나, 2013년 여름 초기 가동에서 온도하락 효과는 2~3℃로 매우 미약하였다. 그러나, 2014년 5,6월 Fog system과 동시 가동을 통해 습도와 온도를 일정부분 동시에 만족하는 결과를 얻을 수 있었다.



[그림 3-6. 당 사의 지중공기열 냉난방 장치]

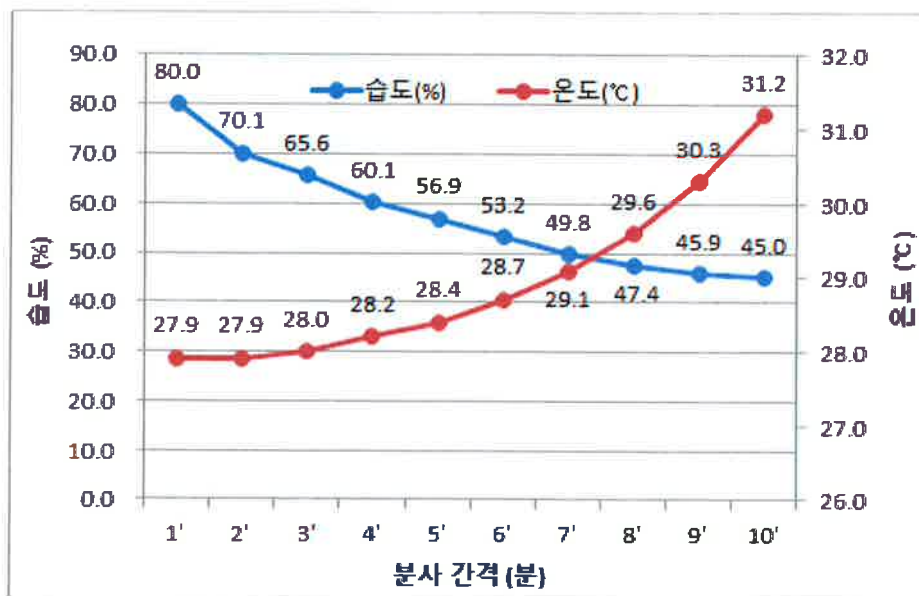
물 1cc의 기화에너지가 539cal로 매우 높아 첨단온실에서는 직접 냉방방식인 Fog system을 채택하여 설치하는 것이 일반적이다.

그러나, 짧은 간격으로 Fog분사 시 상대습도의 급상승으로 일정시간 후에는 증발냉각의 효과를 볼 수 없어 엽채류등의 저온작물에는 그 효과가 제한적이다.



[그림 3-7. 자사 Fog system 가동 모습]

당사의 지중공기냉방시스템은 온실지하 2m깊이에 길이70~120m, $\Phi 25\text{mm}$ 의 알루미늄관로가 총 12개 라인 수평으로 설치되어 있고, 관로내 열교환을 통해 생기는 결로를 처리하기 위해 집정배수호가 설치되어 있다. 외부공기가 지중 알미늄 관로에서 열교환 되어 약 5~10°C정도의 하락된 공기가 내부로 유입되지만 온실측고가 7m로 동일 면적대비 체적이 큰 당사의 온실에서는 효과가 매우 미미했다. 그러나, 본 연구를 통해 그래프 3-3과 같이 자체 실험한 결과 천창을 개폐한 후 본 시스템을 가동했을 시 외부 유입된 엄청난 공기량에 의해 온실전체가 양압(+)이 걸리고 데워진 공기는 급속히 천창을 통해 빠져나감에 따라 온실내부 습도는 40%대로 떨어졌다. 65%이상의 습도보전차원에서 Fog분사가 가능해 짐으로써 Fog에 의한 증발냉각도 가능해졌다. 이 경우 약 3분 간격의 Fog분사를 하면 온실 내 온도가 생육적온인 25°C이하까지는 다소 어려우나, 약 28°C까지는 관리가 가능해진다. 이러한 효과를 보기 위해서는 온실 체적에 의한 외부공기의 흡입량, 배관길이, 공기유속, Fog 설치간격, 분사량 등 많은 영향인자를 최적화 시킬 필요가 있다.



[그래프 3-3. 지중공기열 냉난방장치 + Fog system을 동시가동 시 온습도의 변화 추이]

지중공기냉방과 Fog시스템의 최적설계로 시너지효과를 보더라도 저온 작물의 생육적온을 맞추기엔 분명 한계가 있고 일정구간이 되면 온도는 더 이상 하락되지 않고 습도만 올라가는 사우나효과만 남게 된다.

따라서, 추가적으로 상추의 근권부 관리를 비롯하여 작물광합성작용에 필요한 가시광선 이하 파장만 온실내로 입사시키면서 태양스펙트럼에서 50%이상을 차지하는 적외선영역을 원천적으로 차단시키는 피복재의 채용이 필요해 보인다.

다. 근권부의 온도 및 용존산소의 제어

○ 상권부의 온도가 28°C정도를 유지할 경우 근권부 온도를 20°C이하로 떨어뜨림으로써 웃자람현상을 상당수 방지할 수 있으나, 당사의 재배베드가 열전도도가 높은 알루미늄재질이고 그 길이가 19m이상 되어 현재 설치된 냉각기로는 양액의 공급단과 회수단의 온도편차가 5°C이상으로 극심하여 제대로 된 실험을 진행하지 못하였다. 즉, 생육의 불균형이 발생되어 추후 냉각기의 용량을 키워 재실험이 필요하다.

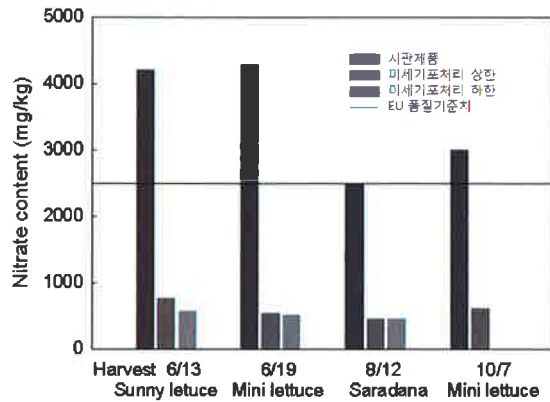
○ 마이크로 나노버블수 발생공급으로 근권부 관리 및 생육촉진의 필요성

마이크로나노버블수란 샤프트 방식(고속선회+임펠러)으로 발생된 직경 50 μ m 이하의 기포들이 포함된 물로서 기포 발생 후, 자기 압괴현상에 의하여 수중에서 소멸되는 특성을 가진다.

- 마이크로나노버블수의 발생원리: 가압용해법, 초음파법, 멤브레인법, 고속선회법, 샤프트법(고속선회+임펠러)으로 발생 가능, 발생시키는 방법에 따라서 물리화학적 특성이 달라질 수 있다.
- 배양액중에 미세기포를 발생시켜 양액재배한 결과 작물의 양수분 흡수 증대를 통한 지하부/지상부 생육 촉진(그림 3-8, Park and Kurata, 2009)

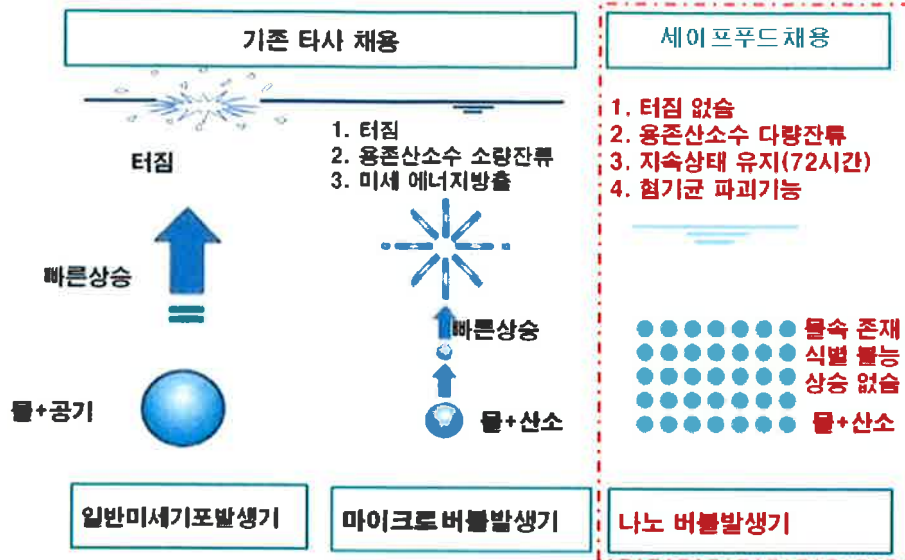


그림 3-8. 양액재배 상추의 미세기포 처리구 (우)와 대조구(좌)의 생육 차이 (J.S. Park and K. Kurata, 2009).



그라프 3-4. 시판되고 있는 상추와 미세기포 양액재배법에 의한 상추의 질산태 질소의 함량 비교(나노버블農業の可能性, 2006).

- 마이크로나노버블이 압괴되는 순간 히드록시 라디칼 (OH)이 수십 밀리초 단위의 짧은 시간에 발생되어 지하부의 부정근 및 측근의 발달을 유도시켜 T/R(지하부 생육에 대한 지상부 생육비율) ratio 증대 (Park et al., 2009)
- 양분 흡수 증대에 따른 엽채류의 당도 향상 (微細氣泡의 最新技術, NTS, 2006)
- 마이크로나노버블 표면의 전기적 특성으로 배양액속의 (+)이온들의 흡수를 상대적으로 증가시키고 (-)이온인 질산태 질소 흡수를 억제시켜 고품질 유도 (微細氣泡의 最新技術, NTS, 2006)
- 마이크로나노버블을 이용한 지하부 제어를 통한 엽채류 질산태질소 함량저감 기술은 아직 국내에서는 많은 연구가 되지 않은 분야로서 향후 관련 기술의 체계적인 연구와 실용화를 위한 방안이 제시될 필요성이 있다.
- 우선 본 연구에서는 하절기를 대비한 근권부 온도제어, 식물의 발육, 성장에 필요한 영양분의 원활한 공급(생리활성)과 면역력 증가 및 혐기성 미생물 번식을 막아주기 위한 테스트용으로 나노버블 발생기를 모업체로부터 일정기간 지원받아 생육실험을 하였다. 생육실험은 기존 마이크로버블보다 훨씬 작은 나노 버블사이즈 발생기이다.



[그림 3-9. 자사가 실험 적용한 나노버블 발생기의 효과내용]

* 실험환경 및 조건 : 밀폐형 식물공장 시스템

형광등 8개 210umol, pH 6.0±0.5, EC 1.5±0.05 mS·cm⁻¹, 온도 22±1℃,

습도 65±5%, 수온 20.5±0.5조절

. 용존산소의 농도 : 나노버블 용존산소 농도 20ppm, 무처리용존산소농도 : 9ppm

. 품종 및 생육일수: 양상추 아비, 물로로사 / 정식 후 17일간 생육

* 물로로사 생육 실험결과 (평균값)

| 처리구 | 초장(cm) | 엽폭(cm) | 엽수 | 근장(cm) | 생체중(g) |
|------|--------|--------|------|--------|--------|
| 나노버블 | 19.1 | 24.9 | 15.4 | 24.9 | 78.1 |
| 무처리 | 15.2 | 21.5 | 12.2 | 30.79 | 57.8 |



[그림 3-10. 물로로사 생육 실험 결과]

* 양상추 실험결과 (평균값)

| 처리구 | 초장 | 엽폭 | 근장 | 생체중(포트포함) |
|------|------|------|------|-----------|
| 나노버블 | 17.5 | 33.3 | 19 | 137.8 |
| 무처리 | 15.1 | 23 | 26.8 | 106.0 |

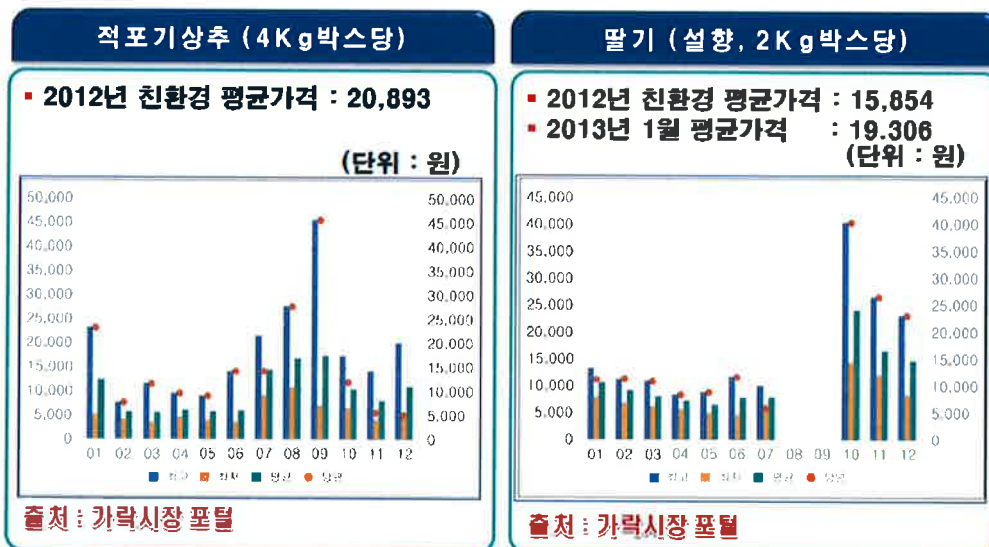


[그림 3-11. 롤로로사 생육 실험 결과]

나노버블처리 실험결과 그림 3-10과 3-11과 같이 생체중이 약 30%가량 증수되어 향후 체계적이고 다양한 추가 연구를 통해 품종별로 최적의 생육Recipe 구성이 필요해 보인다.

라. 하절기 또는 극서지역 온실내부 온도관리의 유일해법(IR 피복재 개발) 제안

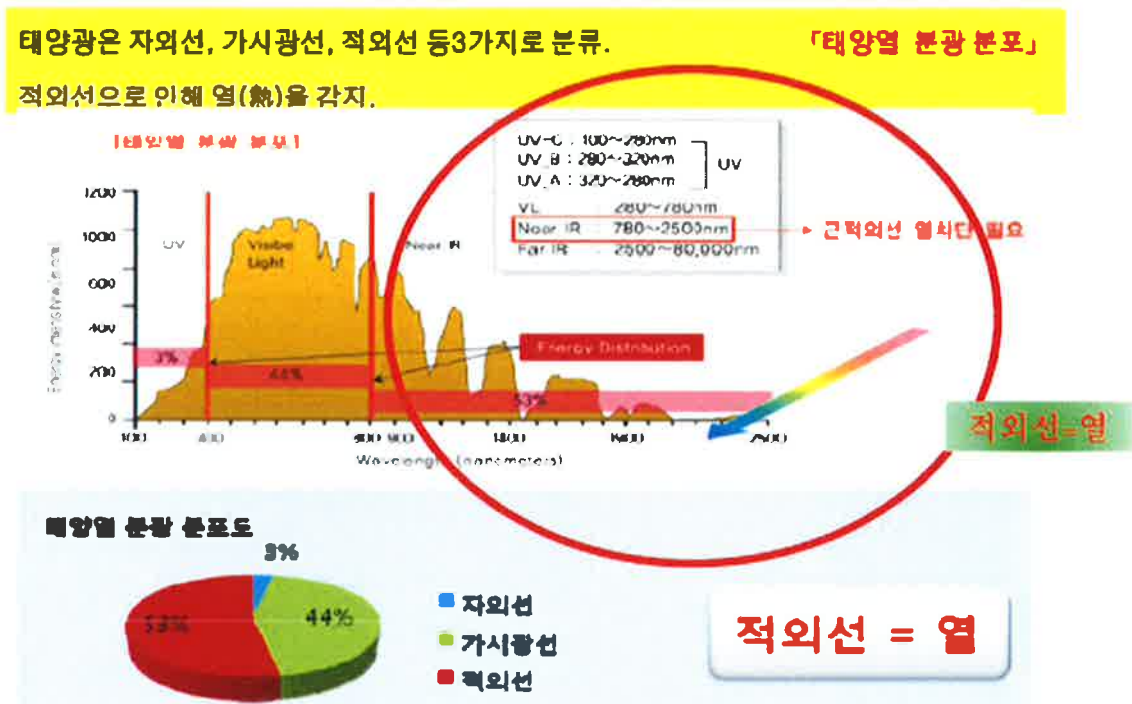
하절기에 상추, 딸기 등의 저온작물의 생산자도매가격은 3~10배가량 폭등할 뿐 아니라 대형 유통회사는 가격보다 안정적 작물공급에 더 많은 가치를 둔다. 따라서, 생산자는 혹서기에 신선한 야채를 생산공급한다면 봄,가을,겨울 3계절의 매출보다 높을 것이 추론 된다. 특히, 공급 소멸시기인 8,9월에 신선한 딸기를 출하한다면 고소득으로 이어질 것으로 판단된다.



[그래프 3-5. 상추 및 딸기 월별 도매가격 추이]

그러나, 국내 하절기 또는 중동, 중남미 등 극서지방에서 저온 작물의 생육적온을 맞추기란 현재의 시설원예기술로는 매우 어렵다. 온실은 피복재차폐율과 구조에 의한 차광을 제외하고 통상 70%이상의 태양에너지가 온실 내로 입사되고 복사되어 열원으로 작용되기 때문이다. 이로써 하절기에 온실은 휴작을 하는 경우가 많다. 첨단 냉방시설을 갖추었다고 하더라도 수확량이 격감한다. 현재의 농업과 시설원예기술로는 이 문제를 해결하기에 매우 어려운 실정이다. 본 연구에서는 IT기술을 접목하여 그 대안을 입증해 보고자 한다.

그래프 3-6과 같이 태양광은 크게 자외선(UV)I, 가시광선, 적외선(IR)이 대략 99%이상이다. 이 중 파장이 길고 흔히 열선이라고도 하는 적외선이 50%이상을 차지하고 있고 가시광선과 자외선이 47%정도이다.



[그래프 3-6. 태양열 분광 분포도]

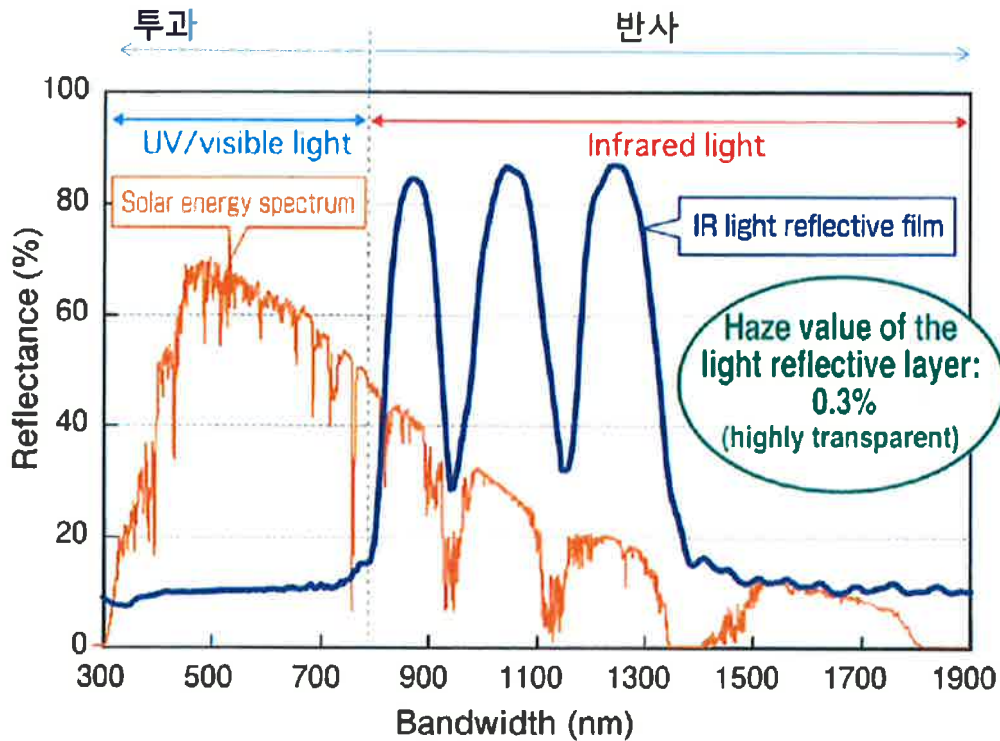
이 중 작물생육에 호전적 영향을 미치는 파장영역은 300 ~ 780nm인 가시광선과 자외선(UV)일부 영역이다. 50%이상을 차지하는 적외선(IR)영역은 호전적 영향도 일부 있지만 대부분 열선으로 작물생육에 별다른 영향을 주지 않는다.

| 파장 (nm) | | 작용효과 |
|---------|------------|--|
| 적외선 | IR-A | 1400~1000 식물에 대해 특별한 작용은 없음. 열의 영향을 미침. |
| | 780 | 식물에 특별한 신장 효과를 촉진시키는 파장. |
| 가시광선 | 700 | 발아저지(730), 광합성 작용의 최대 (670) |
| | 적색 660 | 엽록소 작용 최대(655), 발아작용과 잎 배포 화아형성(660) |
| | 적황색 610 | 광합성에 유익하지 않음. 해충방제(580~650) |
| | 녹황색 510 | 노란 색소에 의한 일부 흡수, 어류 집어(485) |
| | 청색 430~440 | 광합성작용의 최대(430), 엽록소 작용의 최대(440), 해충유인 |
| 자외선 | UV-A | 400 ~ 315 일반적으로 식물의 잎을 두껍게 하는 작용. 색소의 발색 촉진 작용. 해충 유인 |
| | UV-B | 280 많은 합성 과정에 중요한 작용(면역체 형성). 강하면 해가 됨. |
| | UV-C | 100 식물을 급속하게 시들리게 하는 작용. |

[도표 3-2. 파장대별 작물에 미치는 효과]

아래 그래프 3-7과 같이 작물에 필요한 가시광선이하파장대만 온실내로 입사시키고 열선인

적외선은 피복제에서 반사시킬 수만 있다면 냉방의 부하는 절반이하로 감소할 것이다.



[그래프 3-7 IR 차단 피복제의 개념도]

특정파장을 투과시키고 반사시키는 기술은 전자와 건축분야에서는 이미 1980년대부터 상용화되고 일반적으로 쓰이고 있는 기술이다.

건물단열을 높이기 위해 Low-E 유리를 사용한다. Low-E 유리란 방사율(Emissivity)이 낮은 유리를 지칭하며, 유리의 표면에 전도성 금속 박막 코팅을 하여, 투명성은 유지하는 동시에 적외선만을 반사시켜 에너지의 흡수 / 재방사에 의한 열 손실을 원천적으로 막아주는 기능성유리로, 투명 전도 코팅(Transparent Conductive Coating, TCC)의 일종이다

Low-E 코팅막은 Glass / dielectric / silver / dielectric의 구조를 가지고 있는 것이 일반적이다 Low-E 성능의 대부분은 dielectric layer 사이에 위치한 silver layer에 의해서 구현되며 그 Silver의 수에 따라 Single Low-E, Double Low-E, Triple Low-E 라고 칭한다

초기 Low-E유리 (Single Low-E)의 개념은 태양광(200~2000nm) 영역대의 투과율을 높이고, 적외선(750, 특히 2,000~1mm) 영역의 파장을 반사시키는 유리였다. 즉, 태양열은 최대한 받아들이고, 실내의 열원으로 발생하는 열(태양빛을 흡수한 후 재방사 되는 열, 난방 기구에서 발생하는 열, 사람의 몸에서 발생하는 열 등)은 반사시켜, 실내에 가두어 건축물의 난방 부하를 크게 줄인 제품이었으나, 최근에는 가시광선 이외의 영역은 모두 반사시키는 성능을 갖도록 하는 제품을 개발하는 것이 추세이다.

이러한 Low-E유리의 가격은 m²당 15만원이상 고 단가라 국내에서는 약 5~6%정도만 건물에 채용하고 있지만 기온이 낮은 독일, 스위스 등 북유럽국가들은 건물유리로 70%이상을 채용하고 있다. 국내도 최근 난방에너지효율성 문제로 점차 수요가 늘고 있는 추세다.

또한, 카메라 IR필터가 들어가고 LCD Backlight등에 파장을 control하는 sheet가 들어 가는 등 전자제품에도 그 사용이 일반에 되어 있다.

이러한 기술을 농업용 유리온실피복제에 적용한다면 얼마든지 필요한 파장의 control이 가능해 진다. 그러나, 문제는 IR차단 피복제가 생산되고 판매되는 가격이다.

향후 저온 작물생육에 적용되는 첨단온실의 IR차단 피복제에서 요구되는 Spec.과 최대가격을 아래 도표 3-3과 같이 정의해 본다.

| 단 계 | 항 목 | Spec. | 비 고 |
|-----|---|-----------------|-----|
| 1단계 | 가시광선영역이하(780nm)이하 광투과율 | 88%↑ | |
| | 적외선(780nm이상) 차폐율 | 80%↑ | |
| | 내구성 | 유리 동일 | |
| | 판매단가 (㎡당) | 4만원 | |
| 2단계 | Surface roughness (hydrophobic)-contact angle | 30도 | |
| | 산란율 | 85%↑ | |
| | 판매단가 (㎡당) | 4.5만원 | |
| 3단계 | Film 소재로 전환 후 광투과 및 차폐율 | 1단계 동일 | |
| | 내구성 (인장강도, 광투과율 등) | 7년 | |
| | Surface roughness & 산란율 | 2단계 동일 | |
| | Film의 두께/ 폭 | 0.05~0.2mm/1.5m | |
| | 판매단가 (㎡당) | 2만원 | |

[도표 3-3. IR 차단피복제의 연구단계 정의]

본 연구에서는 저가격 IR차단 피복제의 가능성을 보고자 한다.

적외선 파장영역의 반사막은 주로 silver로 형성시키는데 이 막의 layer가 많을수록 넓은 적외선 파장영역을 반사시킬 수 있다. 태양광의 복사열에너지는 3~50um의 매우 넓은 장파장이기 때문에 Low-e유리의 경우 복사 에너지를 건물실내로 가두기 위해 적외선의 전 영역을 반사시키기 때문에 Ag박막이 2~3 layer로 구성된다. 그러나, 온실은 입사되는 IR의 80%범위인 780~2000nm파장만 반사시키면 되고 복사열에너지는 외부로 방출해야 하므로 그냥 투과시키면 된다. 막 형성의 공정가격을 낮추려면 Ag thickness 와 layer수를 줄이고, total layer수를 줄이는 것이 가장 중요한 전제조건이다.

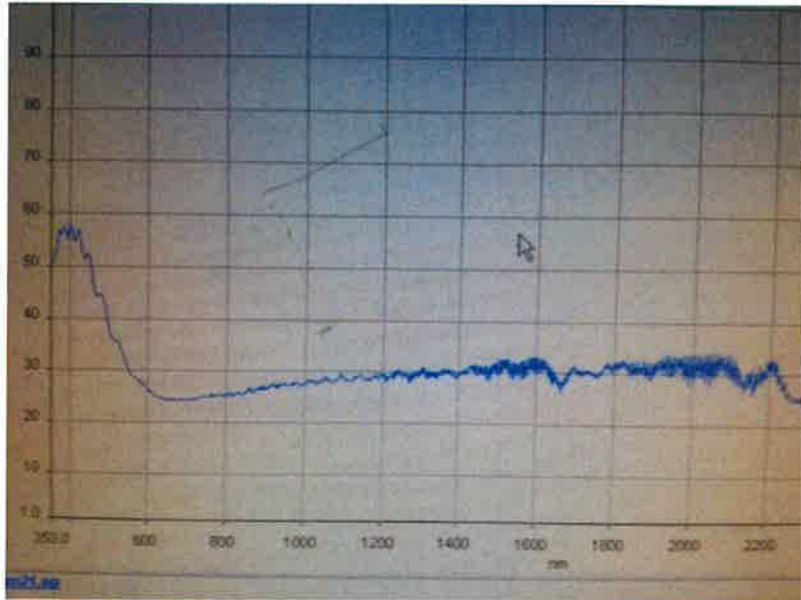
따라서, 본 설계안은 아래 도표 3-4 와 같이 Ag coating 1 layer와 총 6layer만으로 구성되었으며, IR차단피복제가 채용되더라도 전체 유리온실건설비용의 15%수준인 ㎡당 4만원 정도의 판가형성이 가능해 질 것으로 보인다.

| Substrate | Thick. (nm) | Ag | SiO2-A | SiO2-B |
|-----------|-------------|-------|--------|--------|
| Substrate | 0.2024 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| Ag | 0.3115 | 1.496 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-A | 0.3115 | 1.246 | 0.002 | 0.002 |
| SiO2-B | 0.3115 | 1 | | |

위 설계안으로 1,2차 공정공정을 수행하였으나 만족할 만한 결과를 얻지 못했다.

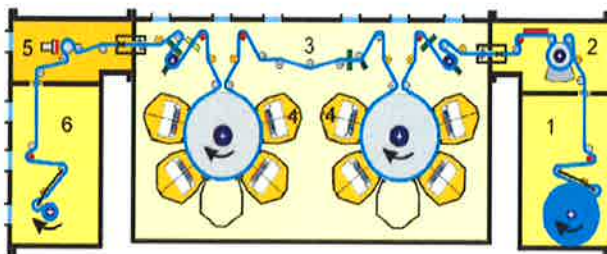
원인은 모회사 PVD장비를 빌려 수행하였는데 설비상태가 좋지 않아 Ag thickness uniformity가 매우 불량하게 나왔고, 두께가 22nm로 당초 설계안 보다 2배 이상 나왔다. 뿐만 아니라 SiO₂와 TiO₂의 두께 uniformity도 매우 불량하게 나왔다.

Ag박막을 형성시킬 설비는 Sputter, ILD등 다양한 종류가 있고 고난이도 공정이 아니기 때문에 문제해결이 그다지 어렵지 않을 것이다..



[3-8. 그래프 설계안에 대한 1차 공정수행 IR 차단 측정결과]

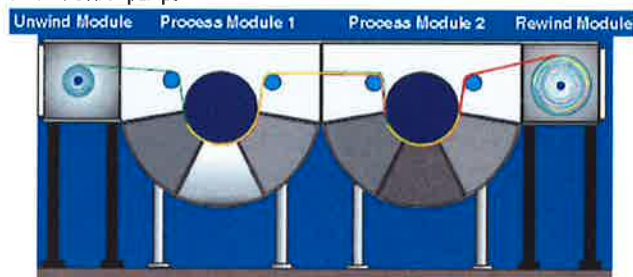
현재는 1-process공정이 될 수 없어 공정비용은 올라가지만 향후 3단계 Film소재로 IR차단 피복제로 제작 시엔 아래 그림과 같이 1-process가 가능하고 Throughput이 매우 높은 설비가 있어 공정단가는 대폭 내려갈 것이다.



- 1 Unwinder Chamber
- 2 Pretreatment Chamber
- 3 Intermediate Chamber
- 4 Sputter Compartment
- 5 Marking Chamber
- 6 Rewinder Chamber

Vacuum pumped by:

- Roots pumps
- Oil diffusion pumps
- Turbomolecular pumps



[그림 3-12. IR차단 필름 제조설비 개념도]

3. <발아 육묘단계개선> 발아율 개선

종자의 높은 발아율은 손실 없이 높은 생산량을 의미하며 안정적인 발아율은 생산량을 예측할 수 있는 첫 지표가 된다. 건전한 묘의 생육은 양질의 품질을 생산을 뜻한다. 상추의 발아율은 적정 발아온도는 15-20℃이며 25℃ 이상에서 발아율이 낮아지는 것으로 알려져 있다. 상추는 수중 발아가 가능하며 발아율이 높은 작물로 시판되는 품종들은 적온에서 95% 이상의 발아를 나타낸다.

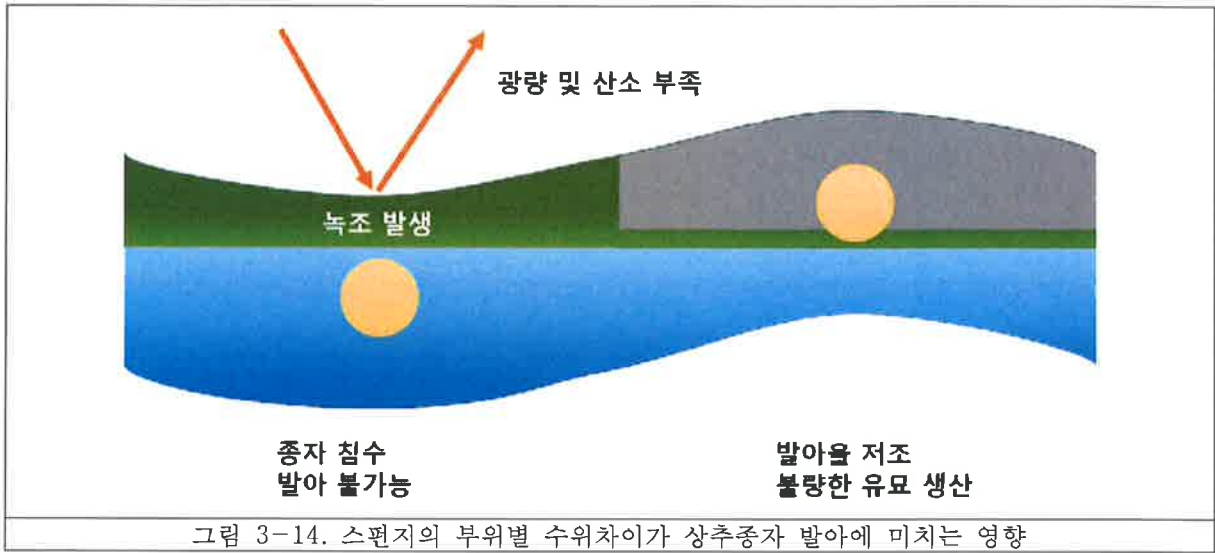
본사의 육묘판 간 불안정한 발아율을 나타냈으며 그 원인은 스펀지의 수분흡수 정도에 따른 부위별 수위 차이와 이에 따른 녹조발생이 종자의 발아에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 현상은 고온 조건하에서 더욱 심하게 발생하여 계획적인 생산을 불가능하게 만들었다.

육묘실내 양액수위가 높을 시 종자가 침종될 뿐 아니라 스펀지 표면의 과습으로 인해 녹조가 발생하였다. 발생된 녹조가 침종된 종자 표면을 덮게 되면 필요광과 산소를 충분히 공급받지 못해 종자는 발아되지 않았다. 이와 반대로 수위가 낮을시 종자에 충분한 수분을 공급되지 않아 발아율이 저조하였으며 발아를 하더라도 육묘의 건전도는 극히 낮았다.

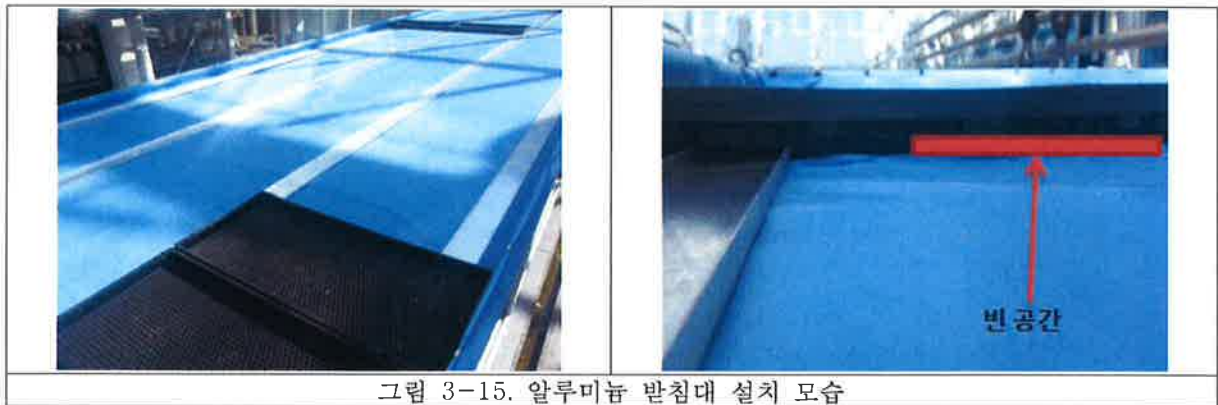
문제는 수위를 높일시 한 육묘판 내에서도 스펀지 한 부위가 수분을 많이 머금고 아래로 가라앉음에 따라 반대편이 위쪽으로 올라가는 물결형태를 나타내게 되어 두 가지 문제가 한번에 발생되는 것이었다. 수위를 낮추고 관리를 하게 되면 양액의 유속이 낮아지며 순환이 원활하지 않을 뿐 아니라 스펀지의 전면에 올바른 양의 양액이 전달되지 않아 일부는 담수되는 현상이 발생 되어 수위를 조절하는데 어려움이 있었다.



그림 3-13. a ; 녹조발생이 종자 발아와 육묘 성장을 억제하는 모습
b ; 여름철 청소후 5일 이내 발생된 녹조의 모습



대안으로 육묘판 아래 알루미늄 받침대를 제작·설치하여 받쳤을 때 아래 인위적으로 육묘대와 공간을 둔다면 양액의 흐름이 좋아질 뿐만 아니라 적정 유속을 인위적으로 조정 가능하였다. 양액 공급 압력도 기존보다 더 높게 하여 빠른 양액 순환을 꾀할 수 있게 되었다.



다만 육묘대에 받침대를 설치하고 그 위에 모판을 올려 놓으면서 수위가 낮아져 육묘에 수분이 부족할 수 있다는 점 우려되었다. 이러한 문제점은 관찰과 간이 테스트를 통해 발아후 2-3일 이내로 뿌리가 충분히 발생될 때까지 물을 인위적으로 뿌려줌으로써 해결이 가능하였다. 뿌리가 발생 된 후 스펀지 아래 부분에서 빨아들인 양액으로만으로도 충분히 수분공급이 원활하였으며 관수가 됨에 따라 삼투압으로 인한 수분이동으로 스펀지 표면이 건조해지지 않음을 확인할 수 있었다

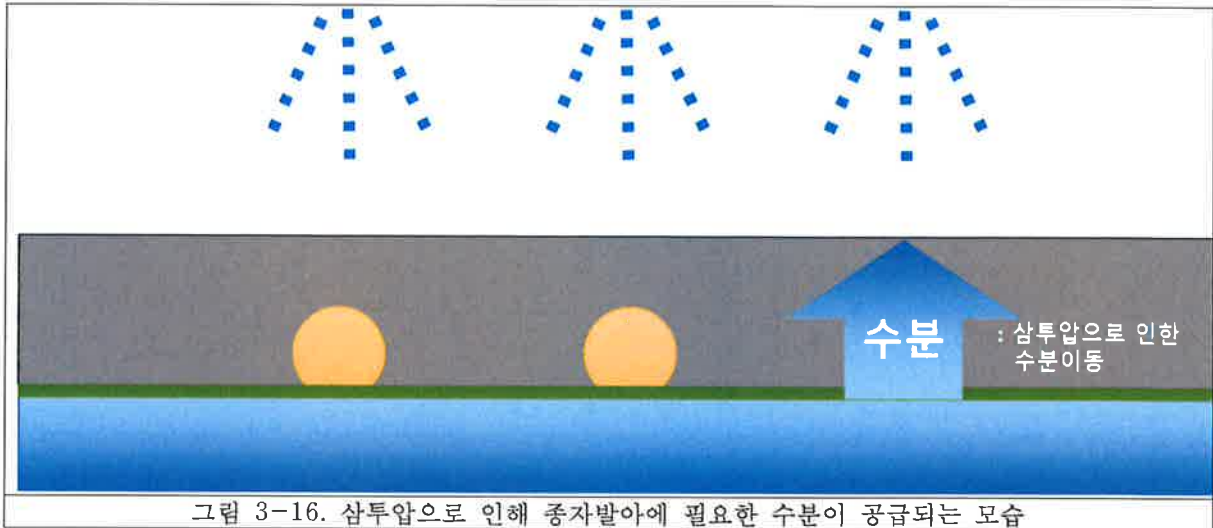


그림 3-16. 삼투압으로 인해 종자발아에 필요한 수분이 공급되는 모습



그림 3-17. 육묘대 받침대 설치후 발아율 98% 이상을 나타내는 모습

기존 육묘 방식이 여름철 70%까지 발아율이 떨어졌었으나 육묘대 받침대 설치후 발아율은 98%이상으로 안정적인 모습을 나타내 효율적인 생산과 기록없는 생산량 예측이 가능하였다.

1., 2.를 통해 고온시 대처방안 300공 → 150공(50공 Zigzag(갈지자폴) 파종 현황)

09월 12일 같은날 파종된 육묘임에도 불구하고 격파종이 육묘의 형태에 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 300공 전체 파종 육묘의 경우 본엽이 평균 2~3매 가량이었으며 가늘고 길게 웃자란 형태로 생육되었으나 150립으로 갈지자형으로 파종된 육묘의 경우 평균 본엽 3~4매가량, 육묘의 육질이 견고하고 초장이 낮고 튼튼함을 관찰할 수 있었다. 정식은 10.01일자에 이루어져 행인거터 4단에 1차 정식이 진행되었으며 그 현황은 아래와 같다.

육안으로 확연히 차이가 날만큼 육묘가 다르게 성장하였음을 확인할 수 있었다. 갈지자형으로 150공씩 파종이 되어 충분한 생육기간을 거쳐 생육된 육묘가 1차정식이 되어 진다면 2차정식 과정이 생략될 수 있다는 가정이 확실해질 수 있다는 것으로 판단된다.

최종결론

플러그트레이의 경우도 육묘가 튼실하며, 발아율도 상당히 좋으나 육묘기간이 길고, 필라이트 및 질석의 고온입자들로인한 주변 오염등 기타 단점 또한 확인 할 수 있었다. 하지만 갈지자형 150공 파종의 단점이 플러그트레이보다 다소 발아율이 떨어질 수 있다는 점 외에는 150공 갈지자형의 파종 단점을 현재까지 이외의 것을 찾지 못함에 따라 향후 현재와 동일하게 150공 갈지자형으로 지속하는 편으로 최종의견을 모았다.

300공에서 150공정도로 슈아내어 작업한 육묘의 상태가 초장이 짧고 굵게 생육된 결과를 관찰함에 따라 금일부터 파종은 300공 스폰지에 150공으로만 파종을 진행하고 향후 현재 진행하고 있는 육묘실 확장 건이 설치 시작되는 시점으로 하여 회의를 거쳐 플러그트레이로 전면 육묘 수정여부를 진행하고자 한다.


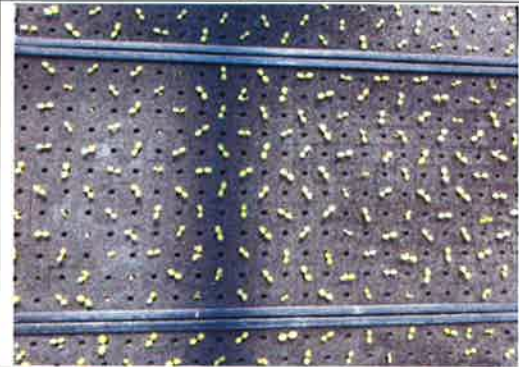






| 구분 | 300립/300공 | 150립/300공 |
|--------|---|--|
| 육묘 출현기 |  |  |
| 육묘판 |  |  |
| 옆모습 |  |  |
| 윗모습 |  |  |

그림 3-18. 300공, 150공 비교 실험 : 300공 파종 후 18일차 정식 150공 파종후 25일차 정식 시기

4. 육묘실 반사필름 부착 효과 관찰



“광량의 증가는 작물의 상품성을 높일 수 있는 가장 직접적인 방법이다. 육묘실에 설치된 일부 LED 중 간격으로 인한 육묘판의 일부 광 부족현상(형광등보다 좋지만 같은 육묘판 안에서 약간의 생육차이를 보임)이 발생하는 구간에 반사필름을 이용하여 발아율과 육묘 생육조사를 실시하였다. 발아율은 크게 차이가 나지 않았으며, 발아가 잘 되는 것은 초기 수분 관리와 더 밀접한 관계가 있는 것을 확인 할 수 있었고 육묘의 상태는 반사필름을 했을 때 일부 그림자가 지는 지역의 생육상태가 약간 좋아진 것을 확인 할 수 있었으나 크게 차이가 없었다.”

5. 뿌리 절단 및 미절단 수명 확인

가. 실험의 목적

- 대형마트 매장의 온도가 20도 내외일 때 물만 보충해 주면 10일 이상 유지되나,
- 2013년 하절기 매장온도가 25도 이상이 되었을 시 매장과 고객의 클레임으로 과도한 판매 손실이 발생되었다.
- 당시 포트를 제거한 상태에서 출하되었는데, 이에 대한 원인규명이 필요하다.

나. 실험의 환경 조건 (악 조건) : 대형마트의 매장 환경과 동일한 조건을 구성

- 실험기간 : 2014.5.10. ~ 17일 (실험군의 상품가치가 소멸되는 시기)
- 외기온 : 한낮 30도 육박 조건
- 온도/습도 : 상온 / 실내 습도로 방치하고 별도로 관리 안함.
- 실험의 위치 : 매장환경과 유사한 당 사의 서비스 동
- 광 조건 : 매장과 유사한 형광등 12시간 이상 30~40umol
- 수질 및 수온 : 일반 지하수로 수온관리는 별도 없음.
- 시료 : 3조건(뿌리 원형유지, 포트 제거, 포트/뿌리 일부 절단) x 2개 실험군



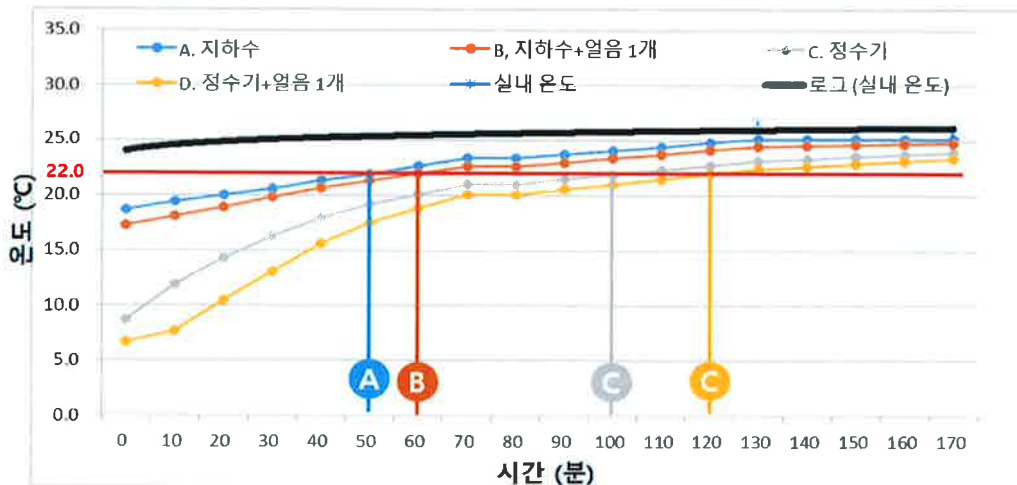
[그림 3-20 실험시료의 조건]

다. 실험의 경과 및 결과

| 실험군 | NO. 1, 4 수확시 작물원형유지 NO. 2, 5 수확시 포트 제거(뿌리 절단) NO. 3, 6 수확시 포트 제거(뿌리 유지) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|---------|------------------|---|------------------|---|---|---|-------|------|--|--|--|--|--|-----|------|--|--|--|--|--|-----|------|--|--|--|--|--|-----|------|--|------------------|--|------|--|-----|------|--|--------|--|------------------|--|
| 경과사진 (좌측부터 1 ~ 6) | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>【1일차】</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>【2일차】</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>【4일차】</p>  </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 상품성의 정도 | <p style="text-align: center;">■ 양호 ■ 판매시 클레임 1%내 ■ 판매시 클레임 가능성 있음 ■ 판매불가</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>일차/시료NO</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>START</td> <td colspan="6">■ 양호</td> </tr> <tr> <td>1일차</td> <td colspan="6">■ 양호</td> </tr> <tr> <td>2일차</td> <td colspan="6">■ 양호</td> </tr> <tr> <td>3일차</td> <td colspan="2">■ 양호</td> <td colspan="2">■ 판매시 클레임 가능성 있음</td> <td colspan="2">■ 양호</td> </tr> <tr> <td>4일차</td> <td colspan="2">■ 양호</td> <td colspan="2">■ 판매불가</td> <td colspan="2">■ 판매시 클레임 가능성 있음</td> </tr> </tbody> </table> | 일차/시료NO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | START | ■ 양호 | | | | | | 1일차 | ■ 양호 | | | | | | 2일차 | ■ 양호 | | | | | | 3일차 | ■ 양호 | | ■ 판매시 클레임 가능성 있음 | | ■ 양호 | | 4일차 | ■ 양호 | | ■ 판매불가 | | ■ 판매시 클레임 가능성 있음 | |
| 일차/시료NO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| START | ■ 양호 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1일차 | ■ 양호 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2일차 | ■ 양호 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3일차 | ■ 양호 | | ■ 판매시 클레임 가능성 있음 | | ■ 양호 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4일차 | ■ 양호 | | ■ 판매불가 | | ■ 판매시 클레임 가능성 있음 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 결과정리 | <ul style="list-style-type: none"> - 가혹 실험조건에서 모든 시료는 2~4일내 상품수명이 끝남. - 뿌리상태에 따라 수명의 통계적 유의성이 없음. - 2013년 매장온도에 따라 2~15일의 수명차이가 있음이 확인되었음. - 따라서, 뿌리상태 보다는 '살아있는 상추'의 상품성의 유지를 위해서는 온도에 영향을 받는 다는 것이 규명되었다. - 향후 하절기 매장온도 상승 시 근권부 수온관리를 통해 상품판매기간을 확보하는 것이 필요해 보인다. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

라. 매장의 수온관리를 위한 방안별 차이

- 근권부 수온하락을 위해 다양한 방법으로 수온테스트를 한 결과
- 매장온도가 25℃를 상회할 경우 어떠한 방법도 2시간 이내에 근권부 적정수온 Upper limit 22℃에 도달한다.



[그래프 3-9. 방안별 시간대별 수온측정 결과]

모든 결과를 종합해 볼 때 매장바이어와 협의하여 저온 저장고를 확보하고, 매장에 1~2일 판매할 수 있는 물량만 전시하는 방법이 최선이다.

5. 박스 재설계

가. 기존 박스의 문제점 :

- 박스제작과 조립비용 및 시간 과다
- 차량운송 중 흔들림으로 플라스틱 컵 유동 → 물 쏟아짐으로 박스 손상발생

나. 박스 재설계를 통한 문제점 개선

- 박스제작과 조립비용 및 시간 축소

| 항 목 | 개선내용 | pcs당 효과 | |
|---------------------------|---|------------|---|
| | | 절감액 (원) | 산출근거 |
| 박스제작 단가축소 | ○ 기존 880원/pcs → 개선 500원/pcs - 동일한 디자인 품질 유지가 전제 - 인쇄색상 기존 7도에서 5도로 축소 - 나미네이터 삭제 - 용지 소요면적 축소(800cm ²) | 380 | - 공급업체 기존 공급단가 |
| 박스조립 단가축소 | ○ 기존 363원/pcs → 개선 100원/pcs - 조립공정진행을 기존 내부에서 외주로 변경 - 외부조립이 가능하도록 조립공정 단순화 및 소요부자재 변경과 축소 - 내외지 조립을 기존 글루건과 호치켓에서 호치켓만으로 가능하게 설계 변경 → 글루건 재료비 및 조립속도 대폭 축소 - 끈 끼우는 시간 1/2로 축소(구멍 확대) - UPOH(1인1시간 작업량)개선: 30pcs→100pcs | 263 | - 조립인건비 . 기존: 10,000(내부인력 시간당 평균인급) ÷30(UPOH) = 333원 . 개선(외주계약단가): 100원 -글루건재료비 . 기존 30원 → 0원 |
| 개선 절감 합계 (원, PCS당) | | 643 | |


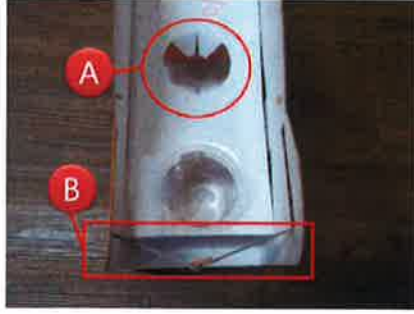
○ 박스 재설계와 기타 자재 통해 포장과 조립비용이 절반으로 줄어 들었다.

| 구분 | 개선내용 | 내용 | 기존금액 | 개선금액 | 차이(절감액) |
|------------|--------|----------|--------------|------------|------------|
| 박스 | 재설계 | 박스제작비 | 880 | 500 | 380 |
| | | 박스조립비 | 363 | 100 | 263 |
| 플라스틱 컵 | 거래선 변경 | 박스당 3pcs | 264 | 180 | 84 |
| 합 계 | | | 1,507 | 780 | 727 |

○ 박스 재설계로 포장비용이 절반으로 줄었으나, 품질은 기존에 비해 전혀 손색이 없다.

| 기존 박스 | 개선 박스 |
|--|---|
|  |  |

- 운송 중 차량 유동에 의한 플라스틱 컵 유동 → 물 쏟아짐으로 박스 손상현상 개선

| 항 목 | 기 존 | 개 선 |
|--------------|--|---|
| 개선부분 사진 |  |  |
| 컵 고정 hole개선 | <ul style="list-style-type: none"> - 차량 유동에 의해 컵이 상하로 튀어 물이 쏟아져 박스를 적심 - 박스가 젖었다가 마르면 모양 변형이 생겨 상품품질이 저하됨. | <ul style="list-style-type: none"> - 위 사진의 (A)와 같이 컵이 상하로 움직이지 못하고 딱 낄 수 있도록 컵 Hole에 날개를 만들. |
| 상추 처짐 방지턱 생성 | <ul style="list-style-type: none"> - 박스 끝단은 상추 처짐 현상 발생 - 상품진열 시 미관상 품질이 떨어져 보임. | <ul style="list-style-type: none"> - 위 사진의 (B)와 같이 박스의 양 끝단에 방지턱을 생성시켜 줌으로써 미관 품질을 향상 |

6. 발생했던 생리장애 및 병해목록

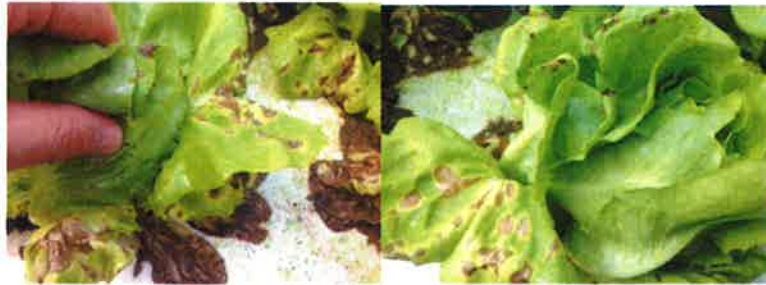
가. 생리장애

- 포트내 뿌리돌림 현상



2차정식후 생육이 진전됨에 따라 포트내 뿌리의 생육공간이 부족하여 발생하였다. 본사 시스템에서 계절을 가리지 않고 8-10%의 발생정도를 보인다. 뿌리의 원활한 영양공급과 생육이 이루어지지 않아 전반적인 생육이 부진하게 나타난다고 알려져있으나 수경재배시 충분한 양액의 공급이 이루어져 발생구와 미발생구의 생육차이는 나타나지 않았다.

- Cercospora (갈색무늬병)



9-10월 발생하였으며 8월 장마철 이후 다습조건과 병원균 생육조건인 25℃의 환경이 갖추어져 발생하였다. 노엽부터 처음에는 수침상의 작은 반점으로 나타나고, 진전되면 암갈색의 부정형 반점으로 확대된다. 병반은 약간의 겹무늬로 나타나고, 그 중앙에는 눈동자와 같은 회색 반점이 형성된다. 병은 식물체의 위쪽으로 번지고 병반들이 서로 융합하여 커지면 잎이 부러게 변하여 말라죽었다. 단기간에 어린 육묘부터 큰 육묘까지의 생육전반에 걸쳐 피해 진전이 무척 빨랐던 것을 감안한다면 친환경제제를 사용시 피해엽의 치료는 되지 않으나 병징이 진전되지 않아 본사의 수경재배시스템과 환경조건에서 방제효과가 있는 것으로 판단되었다. 종자 회사에 문의 결과 갈색무늬반점병이 2013년 가을 전국적으로 현재 유행을 하고 있는 병균의 일종으로 회신되었다.

- 녹조발생

여름철 고온시 생육 전반에 걸쳐 발생하였으며 발생량이 과도할시 종자의 발아 억제, 육묘의 생장 억제, 수확기 상품성 저하를 초래하였음. 공급되는 양액의 수위를 낮추고 양액의 빠른 소비와 UV 소독으로 발생을 상당량 억제할 수 있었다.



다. 시스템적인 병해충의 방제방안

근본적인 방제방법이 어렵고 품종에 따른 차이가 크며, 환경에 의해 발생을 차이가 있으므로 환경조절과 육묘기 사전 철저한 방제 후 정식 하는 것이 바람직하다.

- 시설내 소독시스템, 자동방제 프로그램 설치
- 육묘상의 철저한 방제시스템 구축, 발생예측 프로그램 연구

병해충 방제를 위한 관리내용은 해당 농산물 수확 후 1년 이상 기록관리하여야 한다.

- 기록관리사항 : 관리자, 관리방법, 작업일자, 병해충명 등

시설내 장비는 항상 청결한 상태를 유지하여야 하며, 철저히 세척·소독 후 청결하고 환기가 잘되는 장소에 보관하여야 한다.

- 기구의 소독은 NaDCC 500~1,000배액으로 세척 소독 후 24시간 이상 건조하여 사용



병해충의 방제는 향후 병해충종합관리(IPM)방법으로 재배전 기구나 종자, 종묘의 소독(열탕소독, NaDCC¹⁾ 처리), 저항성 품종 선택, 생물학적 방제, 복합환경조절에 의한 발병억제, 방충망, 부직포 설치, 색상판 사용 등 물리적 방제수단을 적용한다.

특히, 수경재배는 재배 과정에서 화학농약의 사용 등 안전농산물 생산에 반하는 행위를 하지 않아야 한다.

1) NaDCC(이염화이소시아눌산나트륨/Sodium Dichloroisocyanurate) : 독성과 잔류, 약물내성이 거의 없는 살균소독제로 미국 환경보호국(EPA)과 보건복지부에서 식품첨가 살균소독제로 승인된 물질, 염소화합물 소독제중 가장 진보된 살균·소독제이다. 농업분야에서 토양, 종자소독제로 효과 우수


30%이상의 물류비와 시간을 줄일 수 있었다. 또한, 이로 인해 불안정적 화물탑재로 운송 중 상품불량loss를 제거할 수 있었다.

| 운행 차량 | |  |
|------------------------|-----------------------|--|
| 차종 | 1톤 탑차 | |
| 적재 공간(m ³) | 6.94 (165×278×153) | |

| | 기 존 | 개 선 | 효 과 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|---|--------------------------------------|-------------|-------------|------|-------------|------------|----------|-----|---|---|----|---|-----------|-----------|-------------|------|--|-------------|------------|----------|-----|---|---|---|--|
| 사진 |  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 탑재수 | 최대144개 (32대차×3+24대차×2대) | 192개 (32대차×6) | 33% 증수 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 박스당 운송비 | 40,000원÷144 = 278 1회 왕복 주유/통행료 : 40,000원 | 원40,000÷192 = 208 1회 왕복 주유/통행료 : 40,000원 | 박스당 운송비 절감액 : 70원 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 운송시간 및 운행횟수 | <ul style="list-style-type: none"> - 1회 왕복 시간 : 2.5~3시간 - 주말에는 최소 4회 이상 운행 횟수로 1인 운행이 어렵고 매장에서 요구되는 납품시간 대응에도 많은 애로가 있음 <table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">주량 납품량</th> <th rowspan="2">차량 탑재량</th> <th rowspan="2">차량 운행 회수</th> <th colspan="2">운행시간</th> </tr> <tr> <th>1회 왕복 시간</th> <th>총 운행 시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>500박스 이상</td> <td>144</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table> | 주량 납품량 | 차량 탑재량 | 차량 운행 회수 | 운행시간 | | 1회 왕복 시간 | 총 운행 시간 | 500박스 이상 | 144 | 4 | 3 | 12 | <ul style="list-style-type: none"> - 주말 차량운행횟수가 4회에서 3회로 줄어 1인 운행이 가능하고 매장 납품요구시간 충족도 가능함. - 또한, 주 3회이상 차량운행 횟수가 줄어 회사인력운영에 선영향을 줌 <table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">주량 납품량</th> <th rowspan="2">차량 탑재량</th> <th rowspan="2">차량 운행 회수</th> <th colspan="2">운행시간</th> </tr> <tr> <th>1회 왕복 시간</th> <th>총 운행 시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>500박스 이상</td> <td>192</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> | 주량 납품량 | 차량 탑재량 | 차량 운행 회수 | 운행시간 | | 1회 왕복 시간 | 총 운행 시간 | 500박스 이상 | 192 | 3 | 3 | 9 | <ul style="list-style-type: none"> - 월 운행횟수 절감 : 10회 - 월 운행시간 절감 : 30h |
| 주량 납품량 | 차량 탑재량 | | | | 차량 운행 회수 | 운행시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1회 왕복 시간 | 총 운행 시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500박스 이상 | 144 | 4 | 3 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 주량 납품량 | 차량 탑재량 | 차량 운행 회수 | 운행시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1회 왕복 시간 | 총 운행 시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500박스 이상 | 192 | 3 | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 적재화물 안정정도 | - 대차간 빈공간이 존재해 지지를 해주어도 화물유동이 심해 컵내 물이 쏟아져 3%정도의 운송에 의한 상품loss가 발생 | - 대차간 유동공간이 없어 심한 차량유동에도 대차는 매우 안정 되어 운송에 의한 상품loss를 완전 제거하였음. | - 운송loss절감 : 월100~200박스 (400,000원이상) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 작업성 | - 작업이 불편할 뿐 아니라 대차를 지지해줄 물건을 빈 공간에 늘 싣고 다녀야함. | - 상하차 용이하여 1회 납품 상하차 시간이 10분 이상 단축됨 | - 화물 상하차 시간 단축 : 월 6h 이상 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2. 랩핑 방식 변경

물류운송 시 차량유동으로 인해 '행복한 상추'가 이탈되지 않도록 좌우는 대차에 앵글 방지턱을 두고 대차외곽을 스트레칭필름으로 랩핑을 한다. 이러한 랩핑방식을 아래와 같이 변경시킴으로 랩핑시간과 금액을 축소할 수 있었다.

| 구분 | 기존 | 변경 | 효과(절감액) |
|------|---|--|--|
| 사진 |  |  | - 기존(박스당 랩핑비) 17,500원 ÷ 15대차 ÷ 32개 ≒ 36.5원 - 변경(박스당 랩핑비) 2,000원 ÷ 67대차 ÷ 32개 ≒ 0.9원 - 절감액(박스당) 36.5 - 0.9 = 35.6원 |
| 재질 | 스트레칭 필름 | 일반 노끈 | |
| 가격 | 17,500원/1롤 | 2,000원/1롤 | |
| 포장수 | 15대차(480박스)/1롤 | 67대차/1롤 | |
| 포장시간 | 1분 | 30초 | |

기존 대차에 사용하던 스트레칭 필름을 이용한 대차 전체를 감는 방식에서 새로운 대차를 생산 사용함에 따라 일반 노끈으로 대차의 앞, 뒤 부분에만 포장 박스가 떨어지지 않도록 고정만 하면 되는 방법으로 변경되었다. 이에 따라 재료비 절감뿐 아니라 포장시간도 단축되는 효과를 확인 할 수 있었으며, 추가적으로 납품대차를 설계할 때 앞, 뒤 부분에 기본적으로 고정할 수 있는 장치를 같이 만든다면 추가 재료비 및 소요시간을 더욱 단축 할 수 있을 것이다.

3. 판매처 매뉴얼 작성

"여름철 고온으로 올라감에 따라 매장에 보관되어 있는 재고상품에 있어 상품성저하에 대한 문제가 생기는 바 판매처에서 자사의 상품을 관리할 수 있도록 매뉴얼을 작성하여 행복한 상추의 상품성저하에 대한 대책을 강구한 것이다. 판매처 매뉴얼은 기본적으로 행복한 상추의 보관 방법 및 관리에 대해 작성되었고, 상세하게 보관 온도에서 판매 시 매대 관리요령을 포함한 것이다. 매장바이어와 합의된 매뉴얼을 요약해 보면 다음과 같다.

| 목적 (문제해결) | 하절기 (고온기) 온도상승에 의해 상품성 저하 | | |
|--------------|---|--------------------------------------|--------------------|
| 목표 | 매장 내 폐기물량 증가(3%) 및 소비자 클레임 (1%) | | |
| 관리항목 | 재고관리 | 유통기한 증대 | |
| 세부 Activity | Activity - 주간 요일별 판매량 예측 및 공유 → 전주 요일별 판매량 고려 → 일기예보/지역 이슈고려 - 주간 수확 및 배송계획 수립 및 공유 ※ 공유는 매장바이어, 당 사 전임직원 - 전일 재고/판매 현황 통보 - 당일 수확/배송계획 수립 통보 | 주기 매주 월 (오전11시) | 담당 허유연구원 |
| | Activity - 저온 저장 관리 → 매장별 최소판매수량만 매대전시 → 모든 재고는 저온저장고 보관 - 컵의 물 보충 및 물갈이 | 주기 2시간 간격 매일 오전 10시 | 담당 매장담당 |

※ 재고관리(상선)재고량 재고

| 구분 | 현재고 | 목 | 공 | 보 | 합 | 수 | 비 | 비고 |
|----|-----|-----|-----|-----|---|---|------|----|
| 상선 | 180 | 120 | 120 | 80 | | | 300 | |
| 중선 | 20 | 30 | 30 | 10 | | | 90 | |
| 하선 | 100 | 100 | 100 | 110 | | | 410 | |
| 합계 | 300 | 250 | 250 | 200 | | | 1000 | |

※ 온실내 온도(상선)재고량 재고

| 구분 | 현재고 | 목 | 공 | 보 | 합 | 수 | 비 | 비고 |
|----|-----|-----|-----|-----|---|---|------|----|
| 상선 | 180 | 120 | 120 | 80 | | | 300 | |
| 중선 | 20 | 30 | 30 | 10 | | | 90 | |
| 하선 | 100 | 100 | 100 | 110 | | | 410 | |
| 합계 | 300 | 250 | 250 | 200 | | | 1000 | |

※ 온실내 온도(중선)재고량 재고


| 구분 | 현재고 | 목 | 공 | 보 | 합 | 수 | 비 | 비고 |
|----|-----|-----|-----|-----|---|---|------|----|
| 상선 | 180 | 120 | 120 | 80 | | | 300 | |
| 중선 | 20 | 30 | 30 | 10 | | | 90 | |
| 하선 | 100 | 100 | 100 | 110 | | | 410 | |
| 합계 | 300 | 250 | 250 | 200 | | | 1000 | |

※ 온실내 온도(하선)재고량 재고

| 구분 | 현재고 | 목 | 공 | 보 | 합 | 수 | 비 | 비고 |
|----|-----|-----|-----|-----|---|---|------|----|
| 상선 | 180 | 120 | 120 | 80 | | | 300 | |
| 중선 | 20 | 30 | 30 | 10 | | | 90 | |
| 하선 | 100 | 100 | 100 | 110 | | | 410 | |
| 합계 | 300 | 250 | 250 | 200 | | | 1000 | |

4. 소비자 매뉴얼 작성

행복한 상추의 판매 전략은 기존의 판매 상품보다 먹기 전 까지 싱싱한 상태로 유지하는 것이었으나 고객들은 물컵에 담겨있는 행복한 상추의 외형을 보고 계속 키워먹을 수 있다는 착각을 하고 이에 대한 클레임이 종종 있었다. 따라서, 보관방법 등의 매뉴얼을 박스에 표기인쇄하고, 매장판매자에 자사의 판매 전략을 충분히 설명하여 고객들께 전달할 수 있도록 하였다. 이러한 매뉴얼을 박스에 인쇄한 내용은 다음과 같다.



상품특징 및 영양성분

1. 본 상품은 농약을 전혀 사용하지 않는 무농약 채소입니다.
2. 여름철 고온에서는 성장이 잘 안될수 있으니 가급적 빨리 드시길 바랍니다.
3. 컵 밑부분의 하얀색 알갱이는 녹지 않고 1~2개월간 지속됩니다. (질소6, 인산40,加里6, 고토18)
4. 행복한 상추는 일반상추보다 식이섬유,비타민C 및 각종 무기염류 함량이2~5 배는 건강 채소입니다.
(식이섬유:2.08%,비타민C: 44.59/100g,Ca:73.21mg/100g,p: 49.45mg/100g,Na:14.36mg/100g)
5. 행복한 상추는 부드러운 식감을 제공하여, 씹 뿐만 아니라 생략으로도 맛있게 드실수 있습니다.

보관방법

1. 실내의 서늘한 곳에 보관해 주시고, 직사광선을 피해 주십시오. (적정온도20~25℃)
2. 여름철 고온기에는 물을 1일 1회 차가운 물로 교체해주시고, 뿌리에 변색이 있을 경우 흐르는 물에 씻어 주시면 됩니다.
3. 물을 갈아줄 때는 컵의 1/3만 물을 채워주세요.
4. 상추는 고온보다는 저온에서는 더욱 더 잘 자라는 품종으로서, **여름철을 제외한 계절에는 실내 조명으로 5~7일 기간 재배할 수 있습니다.**

위와 같이‘여름철을 제외한 계절한 계절에는 실내조명으로 5~7일 기간 재배할 수 있습니다.’라는 문구로 여름철을 제외한 계절에는 일주일 정도 가능하다는 것을 피력하였다.

사실 여름철에도 가정에서 온도와 물 관리만 잘 해준다면 15일은 갈 수 있으나, 소비자 클레임을 최대한 억제하기 위해 이러한 문구를 삽입하였다.

5. 판매촉진 및 셀링 연출물 제작

가. 판매촉진을 위한 고객 전달가치의 분석

그 동안 다양한 고객의 접촉을 통해 상추의 중요한 가치는 총 6가지로 압축 조사되었다. 그러나, 고객별로 통상적으로 보는 중요가치의 기준은 서로 달랐다.

우측 표에서 보듯 1차 고객인 유통회사들은 가격과 저장성을 중요시 하고 2차 고객인 일반 소비자들은 맛, 영양/기능성, 안전도, 신선도 등 고객의 건강과 기호에 직결되는 가치를 중요가치로 인정하였다.

이 외 넓은 범위에서 보면 야채를 싫어하는 자녀들이 먹을 수 있기를 희망하는 고객들이 굉장히 많았다.

| 상추의 가치 | 고객별 통상적 가치인정 | |
|--------|--------------|-------------|
| | 1차 고객 (유통사) | 2차 고객 (소비자) |
| 맛 | ♡ | ♡♡♡♡ |
| 영양/기능성 | ♡ | ♡♡♡♡ |
| 안전도 | ♡♡♡ | ♡♡♡♡ |
| 신선도 | ♡♡ | ♡♡♡♡ |
| 가격 | ♡♡♡♡♡ | ♡♡ |
| 저장성 | ♡♡♡♡♡ | ♡ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |

따라서, 자사는 고객별로 가치를 전달할 때 분리 대응하되 궁극적으로 판매를 촉진하고 매출증대를 위해서는 2차 고객인 최종 소비자에 초점이 맞추어져야 된다는 것은 일반 상식이다.

나. 추가가치의 개발

○ 상추 소스 개발

고객가치 분석을 통해 최종소비자들에게 높이 평가받는 기호와 영양/기능성을 강화하고, 야채를 싫어하는 자녀들이 먹을 수 있는 샐러드상추로 전환을 하기 위하여 자사 상추품종에 어울리는 소스를 개발하였다.

소스개발은 기존 오리엔탈 소스를 토대로 20여명의 시식단을 구성하여 15차례 시식을 통해 영양을 높이면서 맛과 향을 조정해 갔다. 마늘 등을 첨가하여 건강과 기능을 고려하면서 아이들이 좋아하는 단맛을 약간 높였다. 또한, 안전성을 더욱 고취하기 위해 보존제와 산패방지제를 넣지 않고 빠른 유통을 위해 120g정도의 용기로 상품을 출시하였다.



자사의 상추품종에 꼭 맞는 소스의 개발로 영업마케팅에 한층 힘을 실려 대형 유통회사나 마트가 아닌 개인직접 판매비율이 전체 매출에 40%에 달하게 되었다.

○ 살아있는 상추를 다양한 포장방법으로 소비자 선택의 폭 확대

기존의 행복한 상추포장방법이 아닌 자사 상추를 꽃다발 형식으로 만들어 홈플러스, 농협 등 매대에서 판매도 하고, 박스에 비닐을 물을 일부 넣어 개발된 소스와 함께 개인택배판매를 하였다. 수확 후 소비자까지 1일내 택배가 가능하므로 상추품질에 전혀 손상이 없어 개인 소비자들에게 폭발적인 인기를 얻었다.



○ 완성된 샐러드 모양을 갖추기 위해 살아있는 베이비 채소 개발

기존의 자사 품종의 상추 400g 에 개발된 소스 120g을 넣고 아래 사진과 같이 살아있는 베이비립 5품종 50g을 넣어 상품의 가치를 올렸다. 아직 출시전이지만 폭발적인 인기상품으로 발돋움 할 것이 기대된다.



살아있는 베이비립 상품은 다음과 같은 순서로 상품화 된다.

- ① 부직포를 모판사이즈로 짜른 다음 용기에 사이즈에 맞게 다시 칼집을 낸다.
- ② 부직포를 모판에 깔고 유사 생육기간과 사이즈를 갖는 베이립 종류끼리 파종한다.
- ③ 종류별로 생육기간 15~22일 정도로 키운다.
- ④ 주문 후 출하 전 칼집난 용기사이즈로 뜯어 용기에 옮겨 담는다.

다. 다양한 셀링 연출물의 제작

어린이들이 좋아하는 야채를 비롯한 영양/기능성, 안전도, 신선도, 맛 등 고객이 가장 가치를 크게 부여하는 항목들을 중심으로 자사가 가지고 있는 강점을 충분히 부각시키는 홍보물을 제작하여 상품과 함께 전달했다. 또한, 이러한 연출물들을 인터넷과 SNS로 유포하고, 판촉물 회사나 보험사, 증권사, 은행 등 금융권 등 전방위적으로 유포해 나갔다.

무엇보다 모든 항목이 전달시너지가 날 수 있도록 연출하였다.

○ 중점 연출내용

① 영양성분이 높다.

서울삼성병원 내과학교수기 삼성그룹사장단회의에서 밝힌 뇌건강관리 관련자료에서.
우리는 물의 소중함을 모르듯 상추가 보약이라는 것을 모른다.

'세이프푸드 상추는 상삼보다 좋은 **초상삼**이다'

| 성분 분석 | 총식이섬유(%) | 비타민 C (mg/100g) | 무기 | |
|---------|----------|--------------------|--------|-------|
| | | | Ca(칼슘) | P(인) |
| 일반 잎상추 | 0.9 | 8.9 | 43 | 22 |
| 세이프푸드 | 2.08 | 44.59 | 73.21 | 49.45 |
| 영양학적 차이 | 1.18 | 35.69 | 30.21 | 27.45 |
| | 2배 | 5배 | 1.8배 | 2배 |

② 맛이 좋다. (고객평가 Summary)

자사의 수경재배 바타비아상추가 갖는 고유의 맛에 맞춤형으로 개발한 소스는 고객들에게 폭발적 호평을 얻었다. 이러한, 고객반응을 아직 구매하지 않은 고객들에게 인터넷과 SNS등으로 전달함에 있어 기존 구매고객들이 많은 호응을 해 주었다. 즉, 자사는 연출만 하고 실제 홍보는 기존 구매고객들을 통해 확산되었다.

특히, 야채를 싫어하는 상당수의 어린이가 자사의 상추와 소스로 만든 샐러드를 먹고 있는데 대한 사례를 적극적으로 홍보해 나갔다.

③ 안전하다.

‘세이프푸드 상추는 씻지 않고 드셔도 됩니다’라는 짧은 문구로 홍보해 나갔다. 고객들은 기존 친환경상품에 대한 불신이 많아 단순히‘농약살포를 하지 않았다.’,‘식물공장에서 재배했다.’는 등의 메시지를 전달하는 것보다 ‘씻지 않고 드셔도 된다’는 짧지만 강한 메시지로 어필 하였다.

뿐만 아니라, 추가가치로 전달되는 소스에 보존제와 산패 방지제를 들어있지 않다는 것을 어필포인트가 되고 ‘씻지 않고 드셔도 된다’라는 슬로건과 시너지가 나는 대목이다.

④ 신선하다.

매장에서는 이미 살아있는 상태로 판매되고 있어 자연적인 어필이 되고, 개인택배판매는 주문 후 수확을 하여 1일 내 고객에게 도착되는 것을 어필하기 위해 박스 상단에 수확일표기를 연출하였다.

⑤ 365일 똑 같은 상추를 받을 수 있다.

365일 동일한 생육환경을 조성하여 재배하기 때문에 연중공급이 가능하다는 첨단 식물공장의 개념을 소개하는 데 초점을 맞췄다.

⑥ 기타 구매 후 보관방법 등 재배관련 핵심지식만 짧은 문구로 전달

○ 제작된 연출물의 내용

홍보대상, 매체, 시기 등 맞춤형 메시지를 전달하기 위해 수백종의 연출물을 제작하였으나, 아래 연출물은 일부이다.

맛있는 즉석 샐러드 상추
 절반은 밖으로 절반은 샐러드로 이용하세요
 세이프푸드는 수확에서 소비자에게 3일(1일 유통기한 제외)만 기다립니다
 사람들은 활의 소용환을 모르면 상추가 최상의 보약이란 것을 모릅니다
 (비타민 : 100g 700%, 칼슘 : 200%)

상추 효능 알고 계십니까?

- 피로 회복
- 속히 해소
- 골다공증
- 불안증 치료
- 변비 해소
- 다이어트
- 빈혈 예방
- 눈 건강

세이프 푸드는 식물공장에서 수경재배를 통해 **안전한 식품 건강한 먹거리** 생산에 앞장서고 있습니다.

| 상추 분석 | 식이섬유 (%) | | 비타민 C (mg/100g) | | 무기질 (mg/100g) | | |
|------------|----------|-------|-----------------|-------|---------------|--------|-------|
| | NH100 | NH200 | 총량 | 비타민 C | 칼슘 | 철 | 나트륨 |
| 100g 잎상추 | 0.30 | 4.30 | 43.00 | 21.50 | 1.20 | 395.00 | 3.80 |
| 100g 뿌리 | 2.50 | 42.50 | 73.21 | 69.40 | 0.60 | 359.73 | 14.30 |
| 100g 전체 상추 | 1.58 | 35.89 | 58.21 | 77.45 | 0.94 | 377.27 | 10.56 |

세이프푸드 상추는 식이섬유와 비타민 C, 무기질이 풍부한 웰빙식품입니다.

샐러드 키
 맛있게 드시려면
 가장 건강과, 활기, 젊음, 싱싱에 맞게 즐기세요!

가공석 비로 드시고 상추가 넘으시면 빈산물에 넣어 냉장고에서 5일 보관 가능합니다.

※ 주문은 아래 하단의 전화, FAX 또는 인터넷으로 주문해주세요. (입금계좌: 농협 301-0083-4706-11)
 충청남도 당진시 송미읍 순성로 802-27 (우:330-021)
 TEL (041) 358-5597 FAX 041 358-3996
 www.seifood.com

세이프푸드는 언제나 고객님들을 위해
 Delicious Fresh Healthy Safe
 안전한 먹거리, 건강한 먹거리를 찾아드립니다.

세이프푸드 상추는 재배합니다!
 안전한 식물공장에서 재배하여 드립니다.

세이프푸드 상추는 안전합니다!
 안전한 먹거리입니다!
 안전한 먹거리입니다!

세이프푸드 상추는 맛있습니디!
 세이프푸드 상추는 맛있는 품종만 재배합니다.
 세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.

세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.
 세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.

세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.
 세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.

세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.
 세이프푸드 상추는 언제나 맛있게 드실 수 있습니다.

| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>영양분</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> <th>상추</th> </tr> <tr> <th>단위</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> <th>100g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>에너지</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>탄수화물</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>단백질</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>지방</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>칼슘</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>철</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> | 영양분 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 단위 | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 에너지 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 탄수화물 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 단백질 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 지방 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 칼슘 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 철 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | |
|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 영양분 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | 상추 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 단위 | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | 100g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 에너지 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 탄수화물 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 단백질 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 지방 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 칼슘 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 철 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

6. 소비자 호응도 조사

유동객수가 가장 많은 양재 하나로클럽을 비롯한 자사가 거래하고 있는 대형마트를 중심으로 보험사를 통한 개인고객, 온라인 소비자를 대상으로 실시하였다.

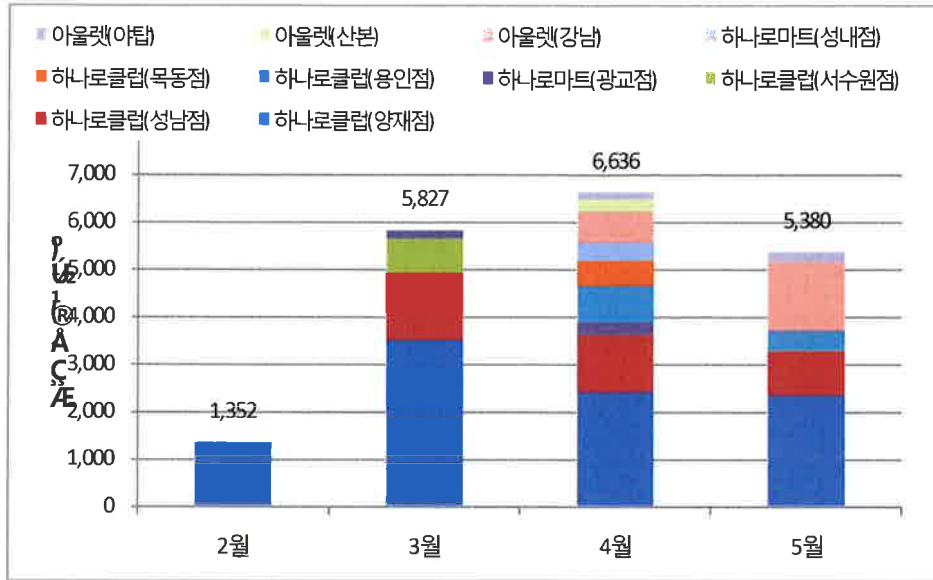
가. 조사의 개요

- 조사기간 : 1차 (2014. 03. 01 ~ 2014. 03. 07.) , 2차 (2014. 04. 24.~2014. 04. 30)
- 조사대상 : 소비자 200명 (매장소비자, 온라인소비자, 손보사 선물고객)
- 조사방법 : 매장 판매 시 대면조사, 온라인 댓글 반응조사, 손보사고객 및 개인고객 납품 후 전화반응조사
- 조사항목
 - 상품 선호도
 - 상품 우수성 (구매계기, 상품 선호사유)
 - 상품 충성도 (재 구매 의향)
 - 상품 보완점

나. 조사결과

○ 조사결과의 유의성 판단

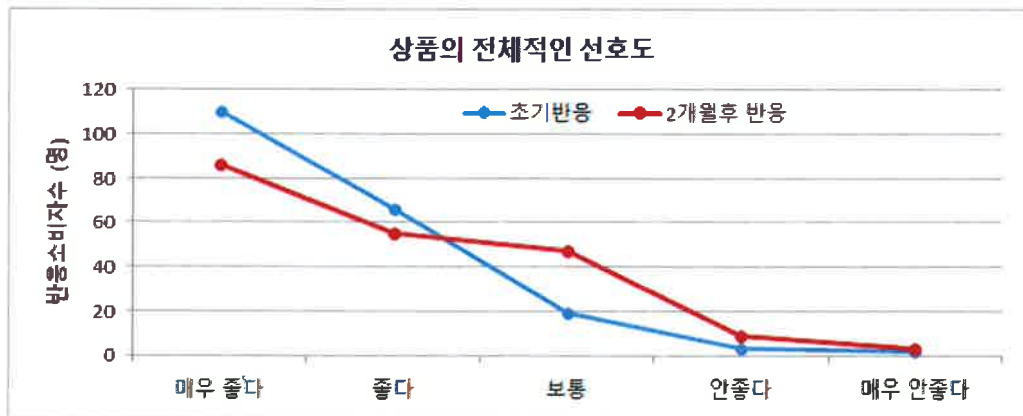
먼저 초기조사와 일정기간 후의 조사결과가 유의성을 가지려면 판매량이 어느정도 일정하게 나와야 된다. 예를 들어 동일 항목의 선호도를 조사하는 데 초기조사와 기간후 조사의 모집단수는 다른 데 샘플 수를 동일하게 한다면 조사치와 실제치가 같다고 말할 수 없을 것이다. 따라서, 조사기간 내 모집단 고객수를 추정하기 위해 판매량을 점검해 보기로 한다.



조사기간인 3월과 4월에 판매량은 4월에 다소 높게 나오나, 3월에 비해 거래처 수가 다소 늘어나고 충성고객이 다소 늘어난 데서 비롯된 것이므로 실제로는 모집단의 고객 수는 유사하다고 봐도 차이가 없을 것이다. 즉, 본 조사는 매장특성의 차이로 정확하다고 볼 수는 없어도 그 경향은 볼 수 있을 것이라 생각된다.

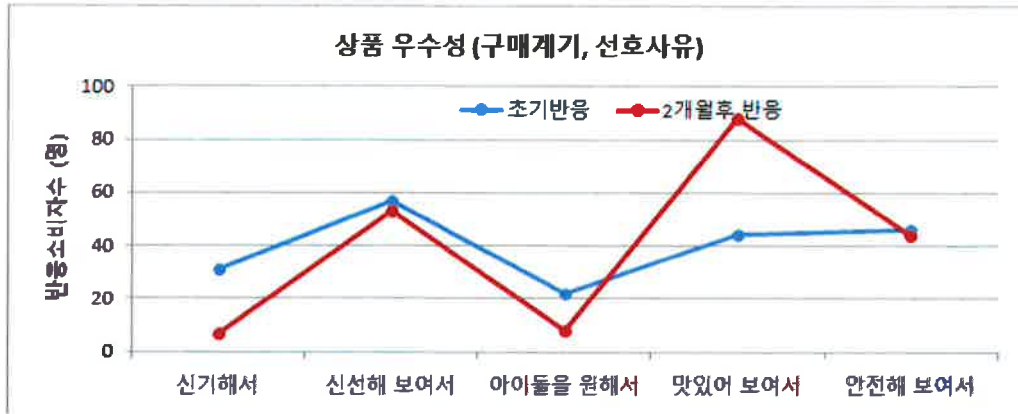
○ 상품 선호도

아래 그래프에서 보듯 초기에는 매우 높은 선호도가 조사 되었으나, 갈수록 선호도가 낮아진다. 초기에는 꽃 같은 상추가 물 컵에서 살아있다는 것이 신기하여 높은 선호반응이 나왔을 것이다. 이후 매장에 가면 늘 볼 수 있어 신기한 반응을 보인 거품은 어느 정도 소멸된 상태라 볼 수 있어 2개월 후의 조사내용이 사실에 가까운 조사내용이라고 볼 수 있다.



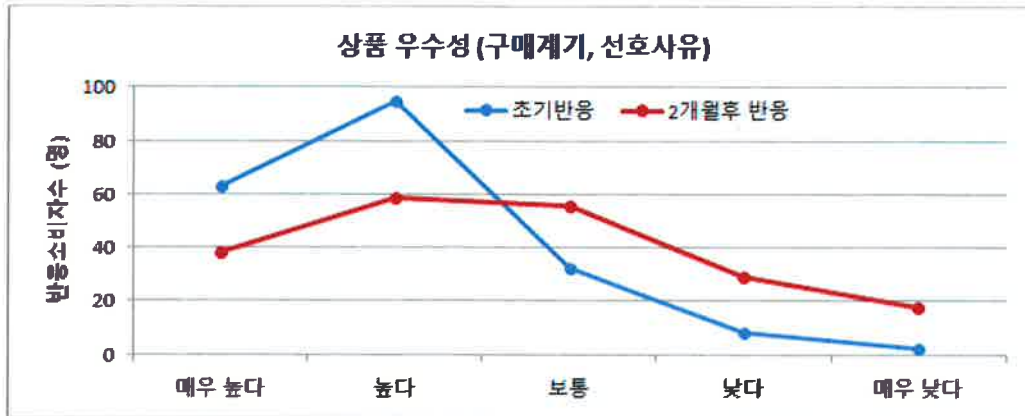
○ 상품 우수성 (구매계기, 상품 선호사유)

1차 조사에서는 상품이 신기하고 아이들이 원해서 구매했던 소비자도 다소 있었지만 2차 조사에서는 맞게 따른 충성구매고객이 늘어난 것으로 보인다.



○ 상품 충성도 (재 구매 의향)

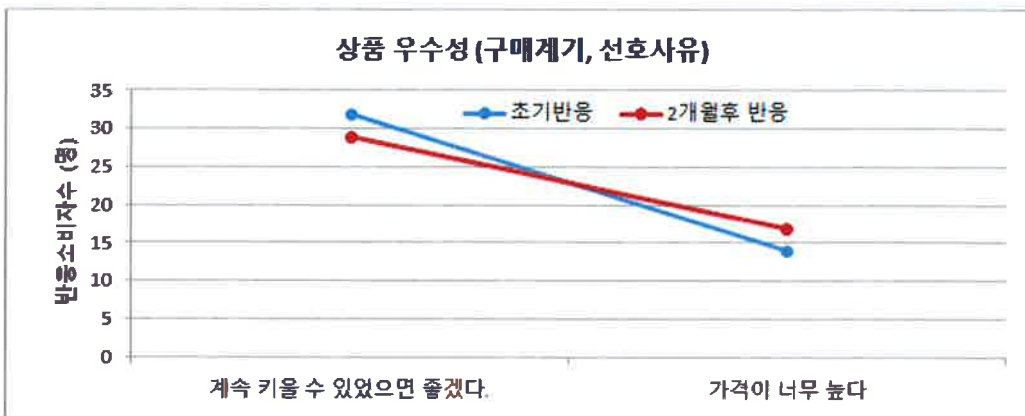
2차 조사가 1차 조사 때 보다 재 구매 의향이 낮아진 경향을 보인다.



○ 상품 보완점

본 항목은 샘플 200명이 그 대상이 아니라 1차, 2차 조사기간에 매장에서 구매하지 않은 고객과 기존 구매했던 고객을 중심으로 48명을 대상으로 대면조사를 실시 했는데, 2명을 제외하고 아래 그래프에서 보듯 '계속 키워 먹을 수 있었으면 좋겠다'와 '가격이 높다'라는 의견만 존재했다.

자사는 두 번 세 번 키워 먹을 수 있도록 하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에 보완할 수 없으나, 원가에서 많은 비중을 차지하는 박스를 없애고 일반 비닐 포장재로 해서 가격을 낮추었다. 두 가지 상품을 모두 판매함으로써 고객들의 선택의 폭을 넓혔다.



제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 목표의 달성도

| 세부 연구 목표 | 비중 (%) | 달성도 (%) | 비고 |
|---------------------------|--------|---------|----|
| 친환경 상추의 대량생산체계조건 구성 | 40 | 100 | |
| 친환경 상추의 연중생산계획으로 인한 가격안정화 | 20 | 100 | |
| 유통 중 손실되는 비율 감소 | 20 | 100 | |
| 수확 후 저장조건 및 유통 시 저장조건 구명 | 20 | 100 | |

제 2 절 관련분야에의 기여도

1. 친환경 상추의 대량생산체계 조건 구성 (자연광 병용형 식물공장 限)
 - 온실에서 하절기 고온관리의 획기적인 방안제시 및 활용
 - IT 또는 건설에서 적용되던 IR 차단유리를 첨단 유리온실에 적용할 수 있는 방안 제시
 - 지중 공기열과 Fog시스템의 시너지 효과 규명 → 저렴한 냉방장치로 활용가능
 - 작물생육에 적합한 식물공장용 LED 바 제시
 - 기존 짧은 파워수명을 LED Chip 수명과 일치시킨 모델 제시
 - 작물생육에 필요한 광조건과 효율이 극대화된 모델 제시
 - 자연광병용형 식물공장에서의 생산량향상을 위한 각 생육단계별 조건 확립
 - 용존산소에 따른 증수량 입증
 - 고온기의 생육단계별 생육 개선방안 및 튼실한 육묘환경구성 조건 제시
2. 친환경 상추의 연중생산계획으로 인한 가격안정화
 - 자연광식물공장에서의 최대약점인 하절기 생육 극복방안 제시
 - 생육단계(발아, 육묘, 생산)별 결주율 감소 및 증산방안 제시로 생산원가 절감
3. 유통 중 손실되는 비율 감소
 - 유통판매 손실을 방지하기 위한 판매처와 소비자 매뉴얼 제시
 - 뿌리채 살아있는 상추의 다양한 유통판매방법 제시
 - 포장 물류비용 최소화 방안 제시
4. 수확 후 저장조건 및 유통 시 저장조건 구명
 - 고온기 저장 조건 실험규명 → 저온 저장이 필수 조건
 - 기타 다양한 상품의 유통방법 제시

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 기술적 측면

- 자연광병용형 식물공장에서의 고온기 작물생산 방법 개발로 연중생산체제 구축
- 생육단계별 최적 조건 확립
- 생산량 향상에 필요한 조건 확립
- 뿌리채 살아있는 상추의 저장, 유통, 물류, 판매조건 확립

2. 경제적·산업적 측면

- 신선하고 안전하며 살아있는 상추 공급의 기반 마련
- 고부가가치 상품의 실현으로 농가소득 증대에 기여
- 저비용 영농기술로 개발된 기술을 활용한 타 작물에도 가능

제 2 절 성과활용 계획

1. 살아있는 야채를 생산유통 하고자 하는 농가에 적극적인 컨설팅
2. 타 엽채류로 생산 유통 적용확대
3. 향후 온실 냉방기술의 심화연구를 통해 완성된 플랜트를 극서지역 수출
 - IR차단 피복제기술
 - 지중 공기열과 FOG SYSTEM 병용효과 극대화 기술
4. 살아있는 야채의 농산물 유통방법 기초자료로 활용

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 해당사항 없음


제 7 장 연구시설·장비 현황

1. 보유 시설 및 기구



| 품 명 | 모 델 명 | 단 가 (백만원) | 수 량 | 제 작 사 |
|-------------------|------------|-----------|-----|------------|
| 육묘대 | GP-2011 | 0.8 | 3 | Green plus |
| 육묘대 | GP-2013 | 1 | 6 | Green plus |
| 저울기 | 25CS | 0.3 | 1 | 카스 |
| 저울기 | sf-400c | 0.02 | 1 | boboscale |
| Insulation tester | 229607 | 1.5 | 1 | |
| 다항목수질측정기 | PCD-432 | 0.2 | 1 | 루트론 |
| 다항목수질측정기 | JI98129 | 0.15 | 1 | HANNA |
| Lightmeter | HD2302 | 1 | 1 | Delta ohm |
| Par probe | LP471 | 1 | 1 | Delta ohm |
| LED | parus-01 | 10 | 50 | parus |
| 형광등 | 혼용 | 1 | 200 | 오스람, 필립스 외 |
| 에어컨(취센) | S-C066BBW | 0.6 | 2 | LG |
| 가습기 | H-712 CP | 0.1 | 1 | LG |
| Air pump | ZP-60X | 0.5 | 2 | 다까스끼 |
| 전동리프트카 | SUNGIL | 3 | 1 | 성일산업 |
| 교반기 | MS200 | 0.7 | 1 | |
| 파종기 | SEOUL-01 | 0.2 | 2 | 서울파종기 |
| 양액공급시스템 | WOORI-CORA | 10 | 1 | 우리농자재 |
| 양액혼합통 | | 1 | 10 | Green plus |
| 컴퓨터 | SAMSUNG 외 | 0.9 | 5 | SAMSUNG 외 |

2. 생산시설 보유 현황

| No. | 생산 시설 | 참고사항 | 사진 |
|-----|------------|--|---|
| 1 | U/D 재배대 | <p>① 총 56라인</p> <p>② 라인 당 총 4단 (맨위 4단은 1차정식, 1~3단은 2차정식) 각 정식은 15일씩 생육 따라서 월 생산은 2회 수 확 가능(2사이클)</p> <p>③ 1차정식 수량 3 X 11(커버) X 18(주) = 594주</p> <p>④ 2차정식 수량 2 X 11(커버) X 9(주) X 3 = 594주</p> <p>⑤ 한 사이클 생산량 594(주) X 56(라인) = 33,264주</p> <p>⑥ 월 생산량 33,264(주) X 2(회) = 66,528주</p> |  |

| No. | 생산 시설 | 참고사항 | 사진 |
|-----|----------------------------|--|---|
| 2 | 이 동 식 재 배 대 | <p>① 총 6단 (최대 10단까지 가능)</p> <p>② 한 재배대(6단기준) 당 220배드 장착 가능 - 2차정식 한번 진행</p> <p>③ 1회 생산량 220(배드) X 48(주) = 10,560주</p> <p>④ 월 생산량 10,560(주) X 2(회) = 21,120주</p> <p>⑤ 보유현황 6단 : 4대 8단 : 1대</p> <p>⑥ 전체 월 생산량 21120(주) X 4(대) = 84,480주 300(배드) X 48(주) X 2 (회) = 28,800주 총 113,280주</p> <p>⑦ 상황에 따라 바로 1차 정식하여 30일 생육 할 수 도 있음, 그럴 경우 2차정 식 기준 수량의 절반임.</p> |  |

| No. | 생산 시설 | 참고사항 | 사진 |
|-----|-------|---|---|
| 3 | 육묘실 | <p>①1차정식 전까지 육묘 ②형광등/LED로 구분 ③생산량</p> <p>-형광등 6(단) X 11(모판) X 300(주) X 2(대) = 39,600주(1회) 월 최대 79,200주</p> <p>-LED 6(단) X 24(모판) X 300(주) = 43,200주(1회) 월 최대 86,400주</p> <p>도합 월 최대 생산량 165,600주</p> |  |

| No. | 생산 시설 | 참고사항 | 사진 |
|-----|--------|--|---|
| 4 | 외부 육묘대 | ① 1차정식 및 육묘 ② 1차정식 수량 $75(\text{커버}) \times 18(\text{주}) \times 6(\text{베드}) = 8,100\text{주}(1\text{회})$ ③ 월 생산량 $8,100(\text{주}) \times 2(\text{회}) = 16,200\text{주}$ ④ 육묘 진행할 경우 $60(\text{모판}) \times 300(\text{주}) \times 6(\text{베드}) = 108,000\text{주}$ 최대 월 216,000주 |  |
| 5 | 양액실 | ① U/D재배대, 이동식재배대, 외부육묘대에 양액 자동 공급 ② EC, pH 자동 보정 ③ 2ton용량 6개 가동 |  |

제 8 장 참고문헌

1. aT Focus - 세계유기식품 산업 현황과 국내 유기식품 수출확대 방안
2. 통계청 e-나라지표 - 친환경농산물 생산추이
3. 통계청, 농림수산물부 농림수산물통계 연보
4. 농림수산물부, 한국농촌경제연구소 KASMO
5. 농촌진흥청, 농업길라잡이 112, 원예산물 수확 후 관리
6. International Food Produce Association, 2004
7. 농촌진흥청, 표준영농교본 140, 엽채류 재배
8. 서울시농수산물공사 (<http://www.garak.co.kr>)
9. 농촌진흥청, 표준영농교본 140, 엽채류 재배
10. 작물경영연구과, 친환경 쌈채류 유통업체별 마진율('08)
11. 微細氣泡の 最新技術, NTS, 2006
12. 後藤英司, "LED를 이용한 植物工場의 現狀と 將來展望", 「應用物理(日本)」, 80(1), 2011, pp.42~45
13. HORTSCIENCE 29(11):1285-1289. 1994

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업 R&D기획지원 자유응모과제의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업 R&D기획지원 자유응모과제사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.