

GOVP1200611088

최 종  
연구보고서

수출용 신선 농산물의 물류효율 향상을 위한  
파렛트화 기술개발에 관한 연구

Research on Palletization for Improving Distribution  
Efficiency of Exporting Fresh Agricultural Products

신 성 대 학  
한국포장시스템연구소

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “수출용 신선 농산물의 물류효율 향상을 위한 파렛트화 기술개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 8월 14일

주관연구기관명 : 신성대학

총괄연구책임자 : 이 수 근

세부연구책임자 : 이 수 근

연 구 원 : 박 근 실

협동연구기관명 :

한국포장시스템연구소

협동연구책임자 : 이 명 훈

# 요 약 문

## I. 제 목

수출용 신선 농산물의 물류효율 향상을 위한 파렛트화 기술개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 내수 목적의 농산물 수송을 위해서는 견고하면서 효율적인 palletization에 대한 필요성이 크지 않지만 수출 목적의 농산물 수송을 위해서는 물류효율의 증진을 통한 품질 및 가격 경쟁력 제고를 위해서는 콜드체인 시스템에 적용되는 표준 palletization이 제시되어야 한다. 컨테이너에 적재된 파렛트 위의 상자가 견고하게 고정되어 있지 않기 때문에 수송기간 중 진동에 의해 넘어지거나 파손되어 현장에 도착되었을 때 상품성의 손상을 가져온다.

이를 위해 선박에 의해 신성 농산물을 수출하는 경우 냉동컨테이너 내부의 냉기순환이 원활할 수 있도록 파렛트의 적정 적재방식을 구명할 필요가 있다. 또한 Palletization은 물류효율을 높이기 위한 좋은 수단이지만 보관 및 수송과정에서 적재하중과 흡습에 의해 압상될 수 있으므로 적재하중이나 과습조건에 견딜 수 있는 외포장 용기의 재질 및 구조에 대한 구명도 필요하다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구를 위한 대상품목으로 깻잎, 풋고추, 시금치를 선정하여 선박에 의한 수출 시간간의 수송 시 신선도를 유지할 수 있는 방안에 대하여 다음과 같이 연구하였다.

- 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 규명
  - 컨테이너 내부의 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 규명
  - 한 파렛트 내부에서 냉기순환이 원활한 적정 포장용기 배치 방법의 규명
  - 파렛트와 포장용기의 적정 배치·조합 방법 규명
- 유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계 연구

- T11형, T12형 파렛트에 각각 적합성을 가지는 표준포장 규격 도출
- 두 파렛트 규격 공통으로 사용할 수 공용치수 규격 도출
- 시제품 제작, 다단적재에 의한 압축시험과 적재시험
- 컨테이너 내의 파렛트화물 적재 최적화 설계 방안 도출
  - 표준 포장용기의 파렛트 적재방법 및 최적 파렛트 화물포장 설계방법 연구
  - 효과적인 완충·고정방법 연구
- 겹포장 용기의 구조 및 기능에 관한 연구
  - 겹포장 강도 요인 분석 및 규격 설정 연구
- 날포장 용기의 구조 및 기능에 관한 연구
  - 신선도 유지효과를 극대화시킬 수 있는 최적 날포장 재질 및 구조 확정
- 포장내 환경변화 및 품질변화 분석
  - 포장내 환경변화 및 상품성 변화 분석

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발 결과

선박에 의한 농산물의 대미 수출은 최소한 25일 이상 상품성을 유지하여야 하는 것이 핵심적인 요소이다. 깻잎, 풋고추, 시금치는 운습도 및 압상 등에 민감하여 장거리 수송에 별로 적합하지 않은 품목이라고 알려져 있다. 본 연구에서는 이 3종의 농산물을 대상으로 미국 수출포장을 개발하였다. 본 연구 결과 얻어진 주요 내용은 다음과 같다.

- 3개 품목의 날포장 재료는 상품성을 고려하여 PP(40 $\mu$ m)가 적절하며 통기공은 뚫지 않아야 한다.
- 겹포장 골판지상자의 규격은 T11형 파렛트 및 T12형 파렛트에 모두 좋은 적재효율을 보이는 370x330x170mm(깻잎, 풋고추)와 490x295x220mm(시금치)가 최적이며 재질은 내수

성과 압축강도를 종합적으로 고려하여 KLB 175g/m<sup>2</sup>와 K<sub>2</sub> 200g/m<sup>2</sup>을 조합하는 것이 좋다. 단 깃잎은 양면골판지(SW)상자로 설계하고 나머지는 이중양면골판지(DW)상자로 설계하는 것이 좋다. 원활한 냉기순환을 위하여 상자 2, 4 면에 직경 30mm의 원형 통기공을 2개씩 개설한다.

- 날포장 및 겉포장의 통기공은 날포장 통기공 무(無), 겉포장 통기공 유(有)인 상태가 장기 저온 저장시 상품성이 가장 양호한 것으로 판명되었다.
- 파렛트 화물의 고정은, 5cm 넓이의 ㄱ자 종이앵글로 상단을 트리밍하고 PP 밴드로 우물정(井)자 밴딩하면 선박에 의한 장기운송에 충분히 견딜 수 있다. 40 ft 컨테이너 내에서 빈 공간 부분은 길이가 1m 인 air bag에 공기를 2/3 정도 충전하여 전,후 각 2개씩 파렛트 화물 중앙부분에 배치하여 컨테이너 내 고정작업을 하여야 한다.
- 미국 시장에서 우리 농산물을 판매할 수 있을 정도의 상품성을 가지려면 최소 25일 정도는 초기 품질을 어느 정도 유지하여야 한다. 이를 위해 수확 직후 예냉에 이은 저온 자연건조가 중요하다. 적어도 포장하기 전에는 농산물 표면에 수분이 관찰되지 않을 정도로 건조되어야 한다.

## 2. 활용에 대한 건의

- 본 연구결과를 실제로 농산물 수출에 적용할 경우 판매 경쟁력을 충분히 갖출 수 있을 것으로 판단된다. 하지만, 미국 내에서 다시 장기간 저장할 경우 상품성 유지는 장담할 수 없으며 아직 연구된 바도 없다.
- 농산물은 저마다 특성이 다르므로 최근 전략 수출 농산물로 지정한 오이, 포도, 호박, 참외 등의 대미 수출포장도 본 연구의 연장선상에서 구체적으로 연구되어야 하며 저장기간을 최대한 연장할 수 있는 기술개발도 아울러 필요하다고 판단된다. 본 연구로부터 얻은 경험과 노하우는 5개 품목의 수출에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 현재의 야채류 수출포장 및 물류합리화 개발 연구에서 얻어진 노하우를 더욱 심화시켜 수출 가능 농산물의 범위를 더욱 확대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

# SUMMARY

## I. Title

Research on palletization for improving distribution efficiency of exported fresh agricultural products

## II. Target

It is very difficult to export the fresh agricultural products to long distant countries such as America and EU without any damage. Fresh exporting products would be met very hazardous environments such as hot and cold weather, heavy trembles with rolling and pitching. Therefore, care should be taken on tight fastening the products inside the container and keeping the designated temperature and relative humidity.

In case of export fresh agricultural products by sea, research on products loading method onto the pallet is very important factor for keeping effective cold air circulation inside the freezing marine container.

In addition, the physical strength of outer box should be applied differently because each agricultural product has its own character for packaging. There have been many agricultural products researches for export packaging to the U.S.A. so far. However they have never got desirable results which enough to apply it in real.

The main purpose of this research is to develop the palletization and containerization for American export packaging of fresh agricultural products such as perilla leaves, green red pepper and spinach.

## III. Contents

### 1. Main topic

With three kinds of agricultural products such as perilla leaves, green red pepper and spinach, this research is focussed on how to keep a freshness of agricultural products during long time transport by sea. Details are as follows:

- Clear examination of palletization for cold air ventilation inside the container
- Optimization of package dimension for best loading efficiency onto the standard pallet
- Best layout of palletized products inside the container
- Research on configuration and functions for the outer pack
- Selection of packaging materials for water-proof pack
- Research on configuration and functions for the inner pack
- Research for the change of circumstance and product quality inside the pack

## 2. Results

### a. packaging dimension

It is very important to develop common packaging dimension which can be compatible both T11 pallet(1,100x1,100mm) and T12(1,200x1,000mm). Table 1 and Table 2 showed the details for inner pack and outer pack respectively.

<Table 1> Inner pack

classification	materials	dimension (mm)	weight (g)	numbers inside
perilla leaves	PP (40 $\mu$ m)	155×190	40	50 bag
green red pepper	PP (40 $\mu$ m)	160×220	200	20 bag
spinach	PP (40 $\mu$ m)	260×320	450	9 bag

<Table 2> Outer pack

classification	deal unit(kg)	box type	box dimension(mm)		
			length	width	height
perilla leaves	2kg	corrugated board (SW-A)	370	330	170
green red pepper	4kg	corrugated board(DW-AB)	370	330	170
spinach	4kg	corrugated board(DW-AB)	490	295	220

b. Vent hole and material compositions

1) Each 2 round shaped bent holes with 30mm diameter can be provided both face 2 and face 4 of corrugated fiberboard box.

2) Material composition of corrugated box is as follows

- Perilla leaves : KLB175/K<sub>2</sub>200/KLB175
- Green red pepper : KLB175/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/KLB175
- Spinach : KLB175/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/KLB175

c. Proper configuration of boxes onto the standard pallet

1) Box loading onto pallet

Table 3 shows box loading type onto both T11 and T12 pallet

<Table 3> box loading type

classification	box outer dimension(mm)			T11		T12	
	L	W	H	loading type	loading efficiency	loading type	loading efficiency
Perilla leaves, Green red pepper	370	330	170	pin-wheel	90.8%	column	91.6%
Spinach	490	295	170	pin-wheel	95.6%	column	96.4%



2) Best layout of palletized products inside the container

- Temperature inside the container should be kept 2°C consistently.
- Existence of vent. holes do not give much influence to the cold air circulation during long time storage with 2°C temperature.

3) Container loading

- Twenty of T11 pallets are inserted into the 40ft container and showed 85.9% of loading efficiency and same numbers of T12 pallets inserted and 85.1% of loading efficiency.
- Ten of T11 pallets are inserted into the 20ft container and showed 87.4% of loading efficiency and same numbers of T12 pallets inserted and 86.6% of loading efficiency.

# CONTENTS

Submission Letters .....	1
Summary .....	2
SUMMARY .....	5
Chapter 1. Introduction .....	14
Section 1. Necessities .....	14
Section 2. Objectives .....	18
Chapter 2. Current Development of Related Technology .....	20
Section 1. Status and Problems .....	20
Section 2. Prospect .....	21
Chapter 3. Research and Results .....	23
Section 1. Research Method .....	23
Section 2. Problems and Measures .....	24
Section 3. Research and Results .....	26
Section 4. Conclusion .....	124
Chapter 4. Achievement Evaluation and Related Contribution .....	126
Section 1. Chart of Progress and Plan .....	126
Section 2. Expectation and Application .....	127
Chapter 5. Practical Application of the Results .....	129
Chapter 6. Scientific Information Collected through Project .....	131
Chapter 7. Literature Cited .....	132

# 목 차

제 출 문 .....	1
요 약 문 .....	2
SUMMARY .....	5
제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	12
제 1 절 연구개발의 필요성 .....	12
1. 기술적 측면 .....	12
2. 경제·산업적 측면 .....	13
3. 사회·문화적 측면 .....	14
제 2 절 연구개발 목표와 내용 .....	16
1. 연구개발 최종목표 .....	16
2. 연구개발 내용 .....	16
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	18
제 1 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점 .....	18
제 2 절 앞으로의 전망 .....	19
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	21
제 1 절 연구수행 방법 .....	21
제 2 절 연구수행에 따른 문제점 및 대책 .....	22
제 3 절 연구수행 내용 및 결과 .....	24
1. 주관기관 (신성대학 이수근) .....	24

가. 유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계 연구 .....	24
나. 깻잎, 풋고추, 시금치의 신선도 유지를 위한 적정 palletization 제안과 용기설계 및 제작 ...	30
다. 컨테이너 내의 파렛트 화물 적재 최적화 설계방안 도출 .....	52
라. 설계(안)에 대한 현장검증 .....	60
2. 협동기관 (한국포장시스템연구소 이명훈) .....	92
가. 기존포장 현황 조사 및 분석 .....	92
나. 상품성 시험 및 분석 .....	104
다. 깻잎 수출을 위한 모의 유통시험 .....	116
제 4 절 결 론 .....	122
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	124
제 1 절 계획대비 진도표 .....	124
1. 1차년도 .....	124
2. 2차년도 .....	125
제 3 절 기대효과 및 활용방안 .....	125
1. 기술적 측면 .....	125
2. 경제·산업적 측면 .....	126
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	127
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	129
제 7 장 참고문헌 .....	130

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

현재 내수 목적의 농산물 수송을 위해서는 견고하면서 효율적인 palletization에 대한 필요성이 크지 않지만 물류효율의 증진을 통한 품질 및 가격 경쟁력 제고를 위해서는 콜드체인 시스템에 적용되는 표준 palletization이 제시되어야 한다. 컨테이너에 적재된 파렛트 위의 포장상자가 견고하게 고정되어 있지 않기 때문에 수송기간 중 진동에 의해 넘어지거나 파손되어 현장에 도착되었을 때 상품성의 손상을 가져온다.

냉동탑차 내부의 냉기순환이 원활할 수 있도록 파렛트의 적정 적재방식을 구명할 필요가 있다. 한 파렛트 내부에서 냉기순환이 원활할 수 있도록 포장박스의 적정 적재방식을 구명할 필요가 있다. Palletization은 물류효율을 높이기 위한 좋은 수단이지만 보관 및 수송 과정에서 적재하중과 흡습에 의해 압상될 수 있으므로 적재하중이나 과습조건에 견딜 수 있는 외포장 용기의 재질 및 구조에 대한 구명이 시급히 요구된다.

고품질의 껌, 풋고추, 시금치를 유통시키기 위해서는 수출시장에서 요구되는 품질요인의 인증이 필요하며, 품질관리 시스템의 개발과 보급이 필수적이다. 선박을 통해 국내 농산물을 수출하기 위해서는 수확 및 저장전처리 등으로 신선도를 유지할 수 있어야 하기 때문에 예냉·선별·포장·저장 등의 수확후 관리 기술의 개발이 필수적이며 이러한 기술들의 발전을 통해 국내 농산물의 품질경쟁력을 강화시킬 수 있다. 선박을 통해 신선 농산물 수출시 적정 포장기술이 적용되지 못해 컨테이너 내에서 부적합 온도 및 강제 환류에 의해 저온장해, 동결 피해 및 중량감소 등 과도한 손실이 발생하고 있다.

수확 후 급격히 품질이 저하되는 껌, 풋고추, 시금치는 적정수송, 보관 기술이 개발되지 못하여 유통 시 저온장해 등을 경감시킬 수 있는 현장 적용 기술개발이 미흡한 실정이다. 아무리 초기품질이 우수한 농산물이라 하더라도 유통과정에서 가해지는 환경조건에 따라 소비자에게 전달되는 최종품질은 천차만별이 되므로 선박수출과 수송기간이 긴 경우에는 콜드체인 유통을 위한 기계설비의 환경조절 성능이 정밀화되어야 한다.

국내에서 재배되는 깻잎, 풋고추, 시금치의 수확후처리 조건의 기술개발에 관한 연구가 전무하여, 처리의 활용 가능성이 검증되어 있지 못하다. 컨테이너 내의 상대습도가 높으면 곰팡이나 세균의 번식이 빨라져 부패가 촉진되므로 항·살균을 위한 기술개발이 필요하다.

수송컨테이너 내에서는 작물이 적재된 상태에서 냉각공기를 송풍기로 분산시키나 위치에 따라서 온도분포가 불균일하여 일부는 저온 또는 고온에 노출되어 품질손상이 발생되므로, 컨테이너 내에 저장물을 적재하는 방법 및 자재의 검토, 냉각공기가 원활하게 순환될 수 있는 구조의 공기분배장치 등에 대한 개선이 필요하다.

수출포장은 기본적으로 내수포장보다 열악한 유통환경에 견뎌야 하므로 더 높은 수준의 포장강도가 요구된다. 선박에 의한 수출포장의 경우 롤링, 요잉, 피칭 등 상하, 전후, 좌우의 입체적인 충격이 장시간 가해지며 밤낮의 일교차와 습도차가 육지보다 해상이 훨씬 심하므로 겉포장상자의 재질 선택과 강도 설계에 특히 유의하여야 한다. 농산물의 경우 모든 작물마다 포장특성이 각각 다르기 때문에 품목별로 각각 다른 포장기준을 설정할 필요가 있다. 깻잎, 풋고추, 시금치 품목은 특히 포장 단위 부피 및 중량 등에 따라 적합한 겉포장 설계방법을 연구할 필요가 있다.

## 2. 경제·산업적 측면

품질기준의 설정은 깻잎, 풋고추, 시금치의 선별을 객관적으로 하게 할 뿐만 아니라 경제적인 선별 및 포장을 가능하게 한다. 깻잎, 풋고추, 시금치를 용도에 따라 품질기준을 설정해줌으로써 수출용과 내수용으로 분리하여 취급할 수 있도록 하여 깻잎, 풋고추, 시금치에 대한 이용률 및 상품가치의 제고에 기여한다. 품질기준에 따른 깻잎, 풋고추, 시금치의 거래는 기존에 유통과정에서의 불합리한 물류체계를 효율적으로 구축하는데 기여함으로써 복잡한 유통과정에 따른 비용의 절감을 통해 현존하는 유통구조의 문제점을 개선하는데 촉매역할을 할 것으로 판단된다. 깻잎, 풋고추, 시금치 생산 농가와 단지의 경쟁력과 생산성을 향상시키기 위해서는 국산 깻잎, 풋고추, 시금치의 품질에 대한 신뢰도를 높여 수출증대와 수출시장 내 가격안정을 도모한다.

깻잎, 풋고추, 시금치 수출의 궁극적인 목표는 수익률 극대화라고 할 수 있다. 이를 달성하기 위해서는 고품질 유지로 높은 가격을 받는 방법과 소요비용을 최대한 절감하는 두 가지 방법을 들 수 있다. 수출 깻잎, 풋고추, 시금치의 경우 수취가격의 50% 이상이 물류비

로 소요되기 때문에 이를 최대한 줄여야 한다. 따라서 유통 과정 중에 일어나는 포장, 보관, 적재, 하역, 수송 등의 제반과정을 가능한 한 기계화, 자동화하여야 한다. 미국과 같이 인건비가 비싼 국가에서는 특히 신경을 써야 할 부분이다. 이러한 측면에서 파렛트의 사용은 필수적인 요건이 된다.

현재 한국, 일본, 대만의 일관수송체계(unit load system)에 맞는 국제 표준 파렛트 규격은 T11형인 1,100x1,100mm인 반면 미국은 48" x 40" (1,219x1,016mm)이며 유럽은 1,200x800mm를 표준으로 채택하고 있다. 미국은 국가 단위체계를 미터법으로 전환하면서 표준파렛트 규격을 유사규격인 1,200x1,000mm로 바꾸면서 이 규격의 채택을 전세계에 강력하게 압박을 가하고 있다.

미주지역에 깻잎, 풋고추, 시금치를 수출하는데 있어 해상 컨테이너는 주로 한국과 일본에서 제작된 40ft dry cargo container를 사용하는데 내치수 폭과 길이가 각각 2,320mm (±40mm)와 11,998mm이므로 T11형 파렛트가 20개 적재되면서 바닥 적재효율이 평균 87%에 달하는 반면, T12형(1,200x1,000mm) 파렛트의 경우 20개가 지그재그 방향으로 불편하게 적재되면서 효율은 86%로서 T11형 보다 떨어진다. 따라서 이론적으로는 T11형을 사용하는 것이 보다 경제적이라고 할 수 있으나 미국내에서 이동시 트럭, 화차 등의 적재효율이 대폭 떨어질 수밖에 없기 때문에 결과적으로는 물류비의 상승을 가져오게 된다. 만약 미국내에서 장거리 이동을 하지 않고 바로 판매로 이어질 경우에는 T11형이 더 유리할 수도 있다. 결론적으로 물류비 절감을 극대화하기 위해서는 어떤 파렛트를 사용하느냐 하는 문제로부터 출발하여 물류환경에 따라 어떤 포장규격으로 적재하는가를 종합적으로 연구하여야 한다.

매출액 대비 물류비가 차지하는 비중이 구미, 일본 등의 선진국이 7~8%인데 비하여 우리나라는 약 14~15% 정도에 이르기 때문에 이 차이만큼 가격 경쟁력이 떨어질 수밖에 없다. 이를 극복하기 위해서는 기본적으로 사회 간접시설에 대한 투자가 선행되어야만 하지만 물류 환경에 적합한 표준파렛트의 선정과 이에 정합하는 포장설계 등으로 물류효율을 최대한 높이는 노력이 최우선시 되어야 한다.

### 3. 사회·문화적 측면

우리 농업의 경쟁력을 선진국수준으로 향상시킬 수 있는 좋은 기회로 만들 수 있다.

생산자 입장에서도 우리 농업의 미래에 대한 희망과 자신감을 갖게 하며 보다 높은 생산의 욕을 갖고 우리의 생명산업을 지켜 나갈 수 있다. 선박에 의한 깻잎, 풋고추, 시금치의 수출은 항공수송보다 훨씬 저렴한 비용이 소요된다는 점에서 장점이 있지만 시간이 많이 소요되어 품질유지가 쉽지 않다는 것이 단점이다. 포장기술의 발전은 이러한 문제점을 해소할 수 있게 해 주었으며 효율적인 물류체계 구축으로 가격 경쟁력 강화에 더욱 탄력이 붙게 하였다.

신선식품을 저렴한 비용으로 장기간 보존, 유통시키는 기술이 발전하면 국민 식생활 개선에도 적지 않은 변화를 가져다 줄 전망이다. 무엇보다도 해외의 신선 농산물을 다양하게 즐길 수 있게 될 뿐만 아니라 국내 농산물도 세계 각지에 선 보일 수 있게 된다. 그야말로 글로벌 시대에 걸 맞는 먹거리의 세계화가 이루어 질 수 있다. 게다가 물류비용의 최소화로 값싸게 해외의 신선 농산물을 공급하게 됨으로서 일부 부유층만이 아닌 대부분의 국민들이 다양한 세계의 진미를 맛볼 수 있다는 점에서 진정한 의미의 세계화를 이룰 수 있을 것이다.

2000년 말 T11형 파렛트에 의한 국내 표준화는 25.7%에 달하고 있다. 이는 1995년부터 물류표준화의 일환으로 범국가적으로 파렛트 표준화를 강력히 추진한 결과인데 노력에 비하여 결과가 예상보다 부진하였다는 평가를 받고 있다. 이렇게 된 데에는 저온유통을 기본으로 하는 농수축산물의 유통이 주로 1,200x1,000mm 파렛트에 맞추어져 있는 것이 한 가지 요인으로 작용하기 때문이다. 이 분야 관계자들은 지금까지 T11형 파렛트를 사용하는 것을 탐탁치 않게 생각하고 있어 사회적인 컨센서스 도출을 어렵게 하고 있다.

KS A 1002의 포장화물 표준치수 일람에는 1,100x1,100mm 파렛트에 정합하는 표준 포장치수가 69종이 있으며 1,200x1,000mm는 40종이 규정되어 있다. 두개 규격에 공통적으로 포함되어 있는 치수도 7종에 이르는데 향후 제품포장에 주로 사용하는 겹포장 치수로서 이 7종의 치수를 주목할 필요가 있으며 깻잎, 풋고추, 시금치 수출포장에도 이를 구체적으로 연구 검토하여야 할 것이다.

본 사업을 통하여 깻잎, 풋고추, 시금치 수출포장에 파렛트 표준화가 좋은 결과를 가져온다면 T11형이든 T12형이든 간에 국가 표준파렛트 사용에 관한 현실적인 추진방안을 제시해주는 방향타 역할이 될 것이다. 아울러 물류표준화에 대한 해묵은 논란에 종지부를 찍을 수 있는 중요한 연구가 본 사업을 통하여 이루어 질 것이다.



## 제 2 절 연구개발 목표와 내용

### 1. 연구개발 최종목표

구 분	최 종 목 표
Palletization	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 깻잎 및 풋고추, 시금치의 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 규명</li> <li>• 유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계 연구</li> <li>• 컨테이너 내의 파렛트화물 적재 최적화 설계 방안 도출</li> </ul>
겉 포 장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 겉포장 용기의 구조 및 기능에 관한 연구</li> </ul>
속 포 장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 날포장 용기의 구조 및 기능에 관한 연구</li> </ul>
상품성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포장내 환경변화 및 품질변화 분석</li> </ul>

### 2. 연구개발 내용

- 깻잎, 풋고추, 시금치의 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 규명
  - 컨테이너 내부의 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 규명
  - 한 파렛트 내부에서 냉기순환이 원활한 적정 포장용기 배치 방법의 규명
  - 파렛트와 포장용기의 적정 배치·조합 방법 규명
- 유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계 연구
  - T11형, T12형 파렛트에 각각 정합성을 가지는 표준포장 규격 도출
  - 두 파렛트 규격 공통으로 사용할 수 공용치수 규격 도출
  - 시제품 제작, 다단적재에 의한 압축시험과 적재시험
- 컨테이너 내의 파렛트화물 적재 최적화 설계 방안 도출

- 표준 포장용기의 파렛트 적재방법 및 최적 파렛트 화물포장 설계방법 연구
- 해상 컨테이너 내에 파렛트화물 적재 최적화 연구
- 효과적인 완충·고정방법 연구
  
- 깻잎, 풋고추, 시금치의 기존포장 현황 조사 및 분석
  - 날포장 현황 조사
  - 겉포장 현황 조사
  
- 깻잎, 풋고추, 시금치의 상품성 시험 및 분석
  - 필름류 기존 날포장의 상품 보관수명 측정시험 및 분석
  - 겉포장 골판지상자의 기존포장 강도 분석
  
- 깻잎, 풋고추, 시금치의 수출포장 설계
  - 표준 유통용기 및 파렛트에 최적화 포장설계
  - 겉포장용기 시제품 제작
  - 저온 유통시험 및 수정설계
  - 최적 포장설계안 도출
  
- 수출 대상국에 컨테이너 화물 유통시험 및 분석 (현장검증- 미국)
  - 1차년도 : 설계안에 대한 현장검증
  - 2차년도 : 최종안에 대한 현장검증

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

국제화·개방화시대를 맞이하여 국가간의 농산물 교역량은 크게 증가하고 있으며, 경쟁역시 심화되고 있는 실정이다.

선도, 선별, 그리고 포장 면에서 믿을 수 있는 상품 생산이 필요하고, 국내 가격등락과 무관하게 안정적으로 공급하고, 잔류농약과 유해물질 없는 안전상품을 생산하는 것이 무엇보다 필요하다. 농산물 유통선진국에서는 농산물의 장기간 고품질 유지와 에너지·노동력·비용 절감을 위해 콜드체인 기계설비의 설계·제작·이용 및 선별·포장·예냉·수송·하역에 관한 기준을 정하여 농산물의 고품질 유지와 비용절감 효과를 극대화하고 있으나, 국내에서는 이러한 연구가 전무하다.

국내 유통시설의 정비와 물류비용 절감이 필요하다. 이를 위해서는 저온컨테이너, 농수산물 유통시설 및 기자재에 대한 지원을 강화하고 물류표준화 추진을 통한 일관운송체계 정립으로 물류비용의 절감이 요구된다. 품목별로 신기술개발과 생산시설의 현대화 등을 통해 농업생산성 향상을 추구하고 지속적으로 생산기반을 확충해 나가야 한다.

농수산물은 공산품과는 달리 저장성이 약해 운반상의 어려움으로 인해 원거리 국가보다는 인접국과의 교역관계가 활성화되는 특징을 지니고 있다. 대내외적인 수출여건을 최대한 활용하여 미래의 농업선진국이 될 수 있도록 준비해 나가야 한다.

현재 야채의 수출포장에는 비 표준규격인 1,200x 1,100mm 파렛트가 사용되고 있다. 이 규격은 내치수 폭이 2,300mm 이상인 컨테이너에는 평면 적재효율(40ft, 내치수 2,320mm 기준)이 94.8% 정도로 높게 나타나지만 파렛트 자체는 국제 표준파렛트 규격이 아니다. 따라서 비표준화에 의한 문제가 제기될 수 있기 때문에 T11형이나 T12 형으로 바꾸어야 한다. 현재 국제표준화기구(ISO)에서 인정하고 있는 ULS 표준 파렛트 6종 중에서 EU의 1,200x800mm, 미주의 1,200x1,000mm, 한,일,대만의 1,100x1,100mm 3개 규격이 향후 전세계의 표준 파렛트가 될 것으로 예상된다. 이 중에서도 미주의 T12형 파렛트가 세계 유일의 초강대국인 미국의 강력한 압박으로 전 세계의 표준으로 밀어붙일 전망이다. 이들의 전략은 세력이 강한 EU의 표준파렛트와는 당분간 호환성을 확보하는 데 주력하고 아직 세력이 크지 않은 T11형은 거침없이 밀어버린다는 소위 「원교근공책」을 구사하고 있다. EU는

미국의 이러한 움직임에 일찌감치 대책을 마련해 두었는데 기본적인 포장 모듈치수로서 600x400mm를 모든 제품에 적용하고 제품에 따라서 400x300mm, 300x200mm를 보조치수 규격으로 삼아 거의 모든 제품이 큰 문제없이 이 규격을 적용하고 있다. 주지하다시피, 600x400mm 규격은 1,200x800mm를 4등분하는 규격이면서 동시에 1,200x1,000mm를 5등분하는 규격이다.

600x400mm를 T11형에 배열할 경우 적재효율이 80%에도 미치지 못하며 T11형의 기본 모듈치수인 550x366mm를 T12형이나 유럽표준 파렛트에 배열할 경우 적재효율이 형편 없이 떨어져 도저히 호환성을 가질 수 없다. 결과적으로 미국의 압박이 강해지면 대미 의존도가 높은 우리로서는 많은 영향을 받을 수밖에 없으므로 무엇인가 대비책을 연구하여야 할 데인데 현재 정부차원이나 민간차원에서의 대응방안이 전무한 상태이다. 이는 우리보다도 영향을 훨씬 덜 받는 EU에서 완벽한 대응방안을 서둘러 세워놓은 것과 크게 비교된다.

본 연구과제는 본질이 미국에 대한 수출포장 최적화에 있는 만큼 연구결과가 조만간 밀어 닥칠 미국의 압력에 효과적으로 대응할 수 있는 해결책을 어느 정도 제시하게 될 것이다.

## 제 2 절 앞으로의 전망

포장기술의 개발로 껏잎, 풋고추, 시금치의 유통시설 현대화를 통한 농업생산성 향상과, 고품질의 껏잎, 풋고추, 시금치 공급으로 국내유통 체계를 선진화한다. 복잡하게 얽힌 국제관계를 넓게 가늠하자면, 물류표준화 문제는 미국의 움직임이 가장 큰 영향을 미칠 전망이다. 그 다음에는 중국의 선택이 주요변수로 등장하고 있다. 중국은 산업 발전 과정상 아직 파렛트 표준화를 논하기에는 시기상조이지만 언젠가는 국가 표준 파렛트를 선정할 수밖에 없고, 15억 인구의 잠재적인 영향력이 가장 큰 국가이기 때문에 세계 주요국이 중국의 선택을 주시하고 있다.

3대 경제블록에서는 각각 자기의 표준파렛트 규격을 채택하여 줄 것을 촉구하고 있는데 EU가 가장 먼저 설득작업을 벌이고 있으며 한, 일, 대만도 몇 년전 STAP 11이라는 모임을 결성, 중국측에 아시아지역 경제공동화 차원에서 T11형 파렛트를 표준파렛트로 채택해 줄 것을 강력하게 요청하고 있다.

어떤 파렛트가 세계 표준파렛트가 되든지 간에 우리나라는 T11형 파렛트가 국가 표준 파렛트라는 데에는 변함이 없을 정도로 이미 T11형이 널리 퍼져 있는 상황이다. 따라서 이를 기준으로 하고 타 파렛트와의 호환성 문제, 구체적인 적용방법 등을 연구 검토하여 국제적인 추세에 대비책을 세워야 할 것이다.

따라서 농산물 수출에 있어서는 일단 상대가 요구하는 파렛트 규격을 사용할 수 밖에 없다. 반면 수입시에는 우리의 표준을 요구할 수 있으므로 수출입 별로 사용 파렛트 규격이 달라질 수 밖에 없는 것이 현재 상황이다. 같은 품목의 농산물 포장용기를 수출입별로 각기 달리 만든다면 물류효율이 떨어질 뿐만 아니라 사용상의 불편함도 가중될 수 밖에 없을 것이다.

결론적으로 표준 파렛트의 적용은 어쩔 수 없다고 치더라도 포장용기 규격은 가능한 두가지 규격에 공통적으로 잘 맞는 치수 규격을 선택함으로써 물류효율 저하를 방지하고 사용상의 편의를 도모하여야 한다.

현재 T11형 파렛트 규격에 정합하는 물류표준화가 국내에서 상당부분 진행되고 있으며 이제 돌이킬 수도 없는 상황이지만 물류의 가장 기본단위인 포장을 기술적으로 표준화함으로써 다가오는 국제경쟁의 회오리에 대처해야 한다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 연구수행 방법

#### 1. 주관기관 (신성대학)

가. 깻잎, 풋고추, 시금치의 신선도 유지를 위한 적정 palletization 제안과 용기설계 및 제작

우리나라 표준파렛트인 1,100x1,100mm(T11형) 규격과 미국이 최근에 제안하고 있는 1,200x 1,000mm(T12형) 규격의 파렛트에 공히 적재효율이 좋은 겉포장용기를 개발하고, 0~2℃의 저온 상태로 유통되는 냉장컨테이너에 적입할 경우를 가상하여 저온고습 상태를 실험실에서 재현, 상자의 압축강도 저하 측정한다.

나. 유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계 연구

상자 치수에 따라 T11형 표준파렛트에 column형, pin wheel형 등의 적재형태가 다양하게 나타나는데, 냉기순환을 고려하면 핀휠형은 부적합하다. 따라서 적재효율이 높고 냉기순환을 방해하지 않는 포장상자 규격 개발이 주요 고려사항이다. T11형과 T12형에 각각 적재효율이 좋은 규격 개발하고 두 종류 파렛트에 동시에 적재효율이 좋은 포장상자 규격도 개발하도록 한다. 상자 규격 개발에는 기 개발된 CAPE 프로그램에 의해 다양한 형태의 파렛트 적재방법 분석을 적용한다.

다. 설계(안)에 대한 현장검증

표준 포장용기가 결정되면 1차적으로 포장화물 시험을 실시하고, 깻잎을 대상품목으로 유공(有孔) 날포장과 무공(無孔) 날포장 상태로 각각 분리하여 유공과 무공 겉포장상자에 각각 적입한다. T11형 파렛트에 시료를 적재하여 LA까지 수송시험을 실시한다. 냉장컨테이너의 온습도 조건은 온도 2℃, 상대습도 65% 이상으로 한다. LA항 도착후 시료의 상품성을 1차 체크하고 보관창고에서 3~4일 경과한 후 상품성을 2차 체크한다. 날포장과 겉포장 골판지 상자의 통기공 유무에 따른 상품성 유지 여부를 비교분석한다.

## 2. 협동기관 (한국포장시스템연구소)

### 가. 기존포장 현황 조사 및 분석

3개 대상품목에 대한 농산물 표준출하규격을 조사하고 T11형 파렛트에 맞추어져 있는 현행 표준포장치수규격을 T12형에 적입하였을 경우의 적재효율을 분석한다. 또한 포장강도도 국내 유통경로에 대응하도록 맞추어져 있으므로 장거리, 장기간 유통시 열악한 환경에서도 견딜 수 있는 포장재질 및 강도를 연구 개발한다.

시중에 유통되는 깻잎, 풋고추, 시금치 등의 곁포장 실태를 대형 할인점을 중심으로 치수 및 강도에 대해 조사하고, 미국 현지의 대상품목 포장현황은 미국 내의 대규모 그로서리 스토어나 한인 슈퍼마켓 등을 중심으로 출장조사하여 국내의 실태와 비교분석한다. 기존포장 현황조사에는 날포장 존재 유무, 곁포장의 통기공 상태, 밴딩 및 테이핑 상태, 곁포장상자의 발수처리 여부 등도 국내 및 미국을 모두 조사하여 비교분석한다.

### 나. 상품성 시험 및 분석

주로 날포장에 해당하는 내용으로서 국내에서 수확하여 미국의 소비자에게 전달될 때까지 약 3주 동안 대상품목의 상품성이 어떻게 변하는지 2단계에 걸쳐 시험 및 분석한다.

1단계는 대상품목을 무포장 상태와 필름 bag 포장상태로 구분, 온도 3℃, 상대습도 65%RH 이상 상태의 밀폐된 실험 챔버에서 장기간 보관하면서 상품의 변화상태를 실시간으로 관찰한다. 상품성이 완전하게 소실될 때까지 시간별 변화상태를 세밀하게 분석한다.

2단계는 날포장 및 곁포장상자의 통기공 유무별로 각각 1파렛트 분씩의 시험용 수출샘플을 제작하여 실제 부산에서 미국으로 운송되는 것과 같은 조건으로 모의유통시험을 실시한다. 위의 두 단계 과정을 거쳐 상품성 유지를 위한 최적의 포장설계(날포장, 곁포장) 방법을 도출한다.

## 제 2 절 연구수행에 따른 문제점 및 대책

### 1. 국내 유통환경의 문제점

본 연구의 국내외 유통현황 분석에서도 지적하였듯이, 냉장 컨테이너에 의한 미국 수송 과정에서 컨테이너가 일정한 온습도를 유지하는 문제가 의외로 큰 문제라는 것이 현지 시험 유통과정에서 부각되었다. 즉, 수출 농산물이 예냉을 거친 상태에서 컨테이너에 적입된 후 현지에 도착해서 꺼내기 전까지 컨테이너 내의 온습도가 일정한 상태를 유지한다는 것이 매우 중요한 문제이다. 하지만 부산 CY에서 대기하는 2~4일간 일정상태를 유지하기 위한 전력공급이 의외로 쉽지 않은 상황이다. 또한 선박에 의한 수송기간 동안 전력이 제대로 공급되는지도 확실하게 담보할 수 없는 형편으로 국내에서 1, 2위를 다투는 대형선사에서는 이러한 문제가 일어날 수 없다고 하지만 그 외의 해상운송업체는 확실하게 믿을 수 없다는 것이 일반적인 평가이다. 따라서 부산 CY에서는 화주가 직접 감시, 감독하고 해상운송은 가능한 한 신뢰성 있는 대형 선박회사에 의뢰하도록 하였다.

## 2. 수출 유통시험용 시료 취득의 어려움

본 연구의 2차 년도에는 1차 년도에 시뮬레이션을 통하여 연구 개발한 내용을 실제 현지 수출을 통하여 완벽한 결과를 도출하도록 하였다. 따라서 40ft 한 컨테이너분의 대상품목을 포장하여 미국 현지까지 수송하고 판매까지의 전 과정을 수행하도록 하였다. 1차 년도에 철저한 사전조사 및 시험을 하였으며 미국 현지의 유력한 교포 판매업자의 적극적인 협조 약속도 얻어둔 만큼 2차 년도에 미국 수출 시도는 성공할 가능성이 매우 높은 편이었다. 하지만 천만원을 훨씬 상회하는 시료비 부담이 만만치 않아 그동안 대상품목의 미국 수출을 희망하는 영농조합 혹은 단위농협을 널리 찾았었다. 대부분의 조합들은 수출 성공 시 높은 기대수익에 관심을 보이고 있으나 선박에 의한 대상품목의 수출이 아직까지는 제대로 이루어진 바 없다는 이유로 본 사업 참여에 난색을 표하고 있다. 대신 본 연구팀이 2차년도 사업을 성공적으로 수행할 경우 서로 자기 조합에 결과를 연결시켜 줄 것을 강력히 희망하고 있는 실정이다. 2차 년도에 대상품목이 미국시장에 성공적으로 진출할 경우 판매수익은 당연히 참여조합에 돌아갈 것인데도 참여를 주저하여 아쉽다. 참여조합을 계속 찾아보았지만, 부득이 주어진 예산을 최대한 활용하여 40ft 냉장 컨테이너의 1/2 정도를 채워 시험을 실행하였다.

최종결과는 시금치의 경우 제품 자체가 약하여 장기간의 저장에 적응하지 못하였고, 고추는 2005년도 7월 현재 미국 수출 통관을 허용하지 않아 깻잎만을 대상으로 하고 다른 품목은 시험실에서 재현시험을 하는 것으로 대체하였다.



### 3. 상품성 평가 기준 부재

미국 현지에 대상품목이 도착한 후 상품성 즉, 정확한 품질기준을 설정하는 문제가 쉽지 않다. 국내 유통에서는 단순한 유통경로와 소비자들의 통일된 기호로 품질 등급을 결정하는 것이 비교적 수월하나 장기간의 수송과 보관을 거친 수출 품목은 다양한 세대가 어우러진 교포들의 기호에 부응할 수 있는 일정한 품질기준을 설정하기가 쉽지 않다는 것이 현지 교포 수입상의 의견이다. 기호에 관한 문제는 어차피 시간이 흘러야 해결될 문제이고, 대상품목이 미국시장에 올려졌을 때 색택, 식미감, 향취 등을 객관적 기준에 의해 판별하여 품질등급을 결정하는 것이 우선적으로 해결하여야 할 사항이다. 이는 국내의 수출업자에게 미국시장과 현지 수입업자에 대한 신뢰감을 심어줄 수 있는 중요한 문제가 된다.

### 4. 계절적인 요인에 의한 수출포장 시험의 한계 극복 곤란

미국 LA 지역은 사계절 온화한 아열대성 기후이기 때문에 대상품목의 재배 및 소비가 년중 가능하다. 국내에서도 하우스 재배 농법의 발전으로 겨울철에도 생산이 가능하다. 하지만 여름철에 노지에서 풍부한 일조량으로 재배된 상품들은 아무래도 가격과 품질 면에서 하우스 재배 상품과 비교가 되지 않는다. 이런 연유로 본 연구도 실제 유통시험은 봄, 여름에 집중될 수밖에 없는 한계를 갖고 있다.

## 제 3 절 연구수행 내용 및 결과

### 1. 주관기관 (신성대학 이수근)

가. 유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계 연구

1) T11형, T12형 파렛트에 각각 정합성을 가지는 표준포장 규격 도출

농산물품질관리원에서 관장하고 있는 <농산물 표준출하규격>은 국내 농산물을 대상으

로 한 것이기 때문에 수출 농산물에는 적용되지 않으나 향후 우리 농산물의 본격적인 수출을 대비하여 비교분석해볼 필요는 있다. 농산물 표준출하규격은 우리나라의 일관수송체계(unit load system)에 맞는 표준파렛트 T11형(1,100x1,100mm)에 정합하는 포장규격이며 T11형 파렛트가 국제표준 파렛트의 하나인 만큼 가능하면 이와 동일한 규격을 사용하는 것이 좋다고 판단된다. 다만 미국 수출품목의 경우, 최근 미국에서 강력하게 밀어붙이고 있는 T12형(1,200x1,000mm) 표준파렛트 규격에 정합하는 포장규격을 고려할 필요가 있을 것이다.

<표 1>은 농산물 표준출하규격에 명시된 깻잎, 풋고추, 시금치의 포장규격을 나타낸 것이다. <표 1>에서 보는 바와 같이 상자 규격은 장, 폭을 기준으로 11개의 규격이 언급되어 있으며 이 규격들은 모두 T11형 파렛트에 적재효율이 90% 이상이다.

<표 1> 깻잎, 풋고추, 시금치의 표준출하규격

구 분	거래단위	포장재종류	포장치수(mm)		
			길이	너비	높이
깻 잎	2kg	골판지(100묶음)	366	275	200
	4kg	골판지(산물용)	440	330	210
	10kg	골판지(산물용)	412	343	300
풋고추	4kg	골판지	366	275	180
		골판지	440	330	135
	5kg	골판지	366	275	200
		골판지	440	330	145
	10kg	골판지	440	330	275
시금치	4kg	골판지(산물용)	412	275	190
	10kg	골판지(30묶음)	550	366	280
	10kg	골판지(산물용)	412	343	300

하지만 T12형 파렛트에도 적재효율이 높은 규격은 하나도 없기 때문에 수출포장용 규격으로는 별도의 치수규격을 고려하여야 한다.

결론적으로 농산물 표준출하규격에 나타난 포장표준은 저온유통 체계의 수출용 포장에는 적용하기 어려우므로 새로운 규격을 모색하기로 하였다. 다만 가장 중요한 포장치수규격의 경우, KS A 1002에 명시된 표준치수 중에서 T11형과 T12형 파렛트에 모두 적재효율이 좋은 <표 2>의 치수를 적극적으로 활용하는 방안을 검토하게 되었다.

<표 2> T11형과 T12형 파렛트에 적재효율이 우수한 공용치수

호칭번호		장x폭(mm)	1단 적재개수		적재형태		비고
T11	T12		T11	T12	T11	T12	
11-20	12-11	600×500	4	2X2	B, P	B	
11-21	12-14	600×250	2X4	4X2	B, P	B	
11-29	12-17	500×300	2X4	2X4	B, P	B	
11-30	12-20	500×200	2X4	2X6	B, P	B	
11-56	12-33	300×250	2X2X4	4X4	B, P	B	
11-57	12-35	300×200	(2+3)X4	2X4+2X6	B, P	B, S	
11-63	12-38	250×200	2X3X4	4X6	B, P	B	

B : Block loading type      P : Pin wheel loading type      S : Split loading type

2) 두 파렛트 규격 공통으로 사용할 수 공용치수 규격 도출

현재 야채의 수출포장에는 비 표준규격인 1,200×1,100mm 파렛트가 사용되고 있다. 이 규격은 내치수 폭이 2,300mm 이상인 컨테이너에는 평면 적재효율(40ft, 내치수 너비 2,320mm 기준)이 94.8% 정도로 높게 나타나지만 파렛트 자체는 국제 표준 파렛트와는 차이가 있다. 따라서 비 표준화에 의한 문제가 제기될 수 있기 때문에 T11형이나 T12 형으로 바꾸어야 한다.

국제표준화기구(ISO)에서 인정하고 있는 ULS(Unit Load System) 표준 파렛트 6종 중에서 EU의 1,200x800mm, 미주의 1,200x1,000mm, 한·일·대만의 1,100x1,100mm 3개 규격이 향후 전세계의 표준 파렛트가 될 것으로 예상된다. 이 중에서도 미주의 T12형 파렛트가 세계 유일의 초강대국인 미국의 강력한 압박으로 전 세계의 표준으로 밀어붙일 전망이다. 이들의 전략은 세력이 강한 EU의 표준파렛트와는 당분간 호환성을 확보하는 데 주력하고 아직 세력이 크지 않은 T11형은 거침없이 밀어버린다는 소위 「원교근공책」을 구사하고 있다.

따라서 본 연구에서는 T11형에 의한 국내에서의 유통과 T12형에 의한 미국 현지에서의 유통에 공통으로 사용할 수 있는 겉포장 골판지 상자의 치수를 도출하였다. 먼저 겉포장 골판지상자 설계를 위해 <표 3> <사진 1, 2>와 같이 날포장을 설계한 후, <사진 3>과 같이 골판지상자에 대한 적입시험을 통하여 <표 4>와 같이 도출하였다. 깻잎, 풋고추, 시금치의 날포장은 플라스틱 bag에 넣는 작업을 수차례 반복하여 최적의 치수를 도출하였다.

본 연구에서는 깻잎 2kg, 풋고추 4kg, 시금치 4kg 단위를 기준으로 하였는데 그 이유는 <표 1>의 표준 출하규격에 명시된 최소 단위이며 일반 시중 유통되는 상품 중에서도 이 규격들이 가장 많았기 때문이다. 각 품목의 날포장은 소비자들이 일반적으로 선호하는 구매단위가 깻잎 40g, 풋고추 200g, 시금치 450g으로 조사되었기 때문에 해당중량을 자연스럽게 적입할 수 있는 규격으로 설정하였다. 포장재질은 상품성을 강조하고 차단성도 확보하기 위해서 Polypropylene 필름(40 $\mu$ m 두께)을 선택하였다.

<표 3> 깻잎, 풋고추, 시금치의 날포장 설계

구 분	재 질	치수(mm)	중량(g)	겉포장 적입개수
깻 잎	PP (40 $\mu$ m)	155×190	40	50 bag
풋고추	PP (40 $\mu$ m)	160×220	200	20 bag
시금치	PP (40 $\mu$ m)	260×320	450	9 bag



<갯 잎>



<풋고추>



<시금치>

<사진 1> 갯잎, 풋고추, 시금치의 PP 필름 날포장

a. 깻잎



b. 풋고추



c. 시금치



<사진 2> 깻잎, 풋고추, 시금치 날포장의 곁포장상자 적입형태



<사진 3> 깻잎, 풋고추, 시금치의 겉포장 골판지상자 적입시험

<표 4> 깻잎, 풋고추, 시금치의 겉포장 골판지 상자의 적정 포장치수 도출

구 분	거래단위	포장재종류	포장치수(mm)		
			장	폭	고
깻 잎	2kg	골판지 (SW-A)	370	330	170
풋고추	4kg	골판지 (DW-AB)	370	330	170
시금치	4kg	골판지 (DW-AB)	490	295	220

나. 깻잎, 풋고추, 시금치의 신선도 유지를 위한 적정 palletization 제안과 용기설계 및 제작

1) 외포장 강도요인 분석 및 규격 설정 후 포장 용기의 설계 및 제작

부산에서 40ft 컨테이너선에 의해 수송되면 양국의 통관시간까지 고려하여 미국 LA까

지 약 20일 정도의 기간이 소요된다. 이렇게 장거리 운송 중에 무려 30~40%의 농산물이 손상되어 폐기처분된다는 통계가 있다. 저온유통에 의한 장기보관기술 개발이 절실히 요구되는 대목이다. 제품의 신선도 유지를 위하여 가장 신경써야하는 부분은 물론 컨테이너 내부의 온습도를 잘 조정하는 것이다. 하지만 이 과정에서 포장강도가 미흡하면 압상에 의한 손상이 일어나기 쉽기 때문에 포장치수규격과 더불어 포장재질의 선정에도 주의를 기울여야 한다. 골판지상자의 압축강도 설계를 위해 우선 골판지 상자의 안전배수(K)를 다음 식에 의해 8.5로 선정하였다.

$$K = \frac{1}{(1-a) (1-b) (1-c) (1-d) (1-e)}$$

여기서, K : 안전배수

a : 저장기간에 따른 압축강도 저하율 (40%)

b : 대기 온습도에 따른 압축강도 저하율 (35%)

c : 인쇄면적에 따른 압축강도 저하율 (20%)

d : 진동·충격에 따른 압축강도 저하율 (25%)

e : 적재방법에 따른 압축강도 저하율 (45%)

앞에서 도출된 겹포장 상자는 컨테이너의 높이와 컨테이너 내에서의 냉기순환을 고려하면 깃잎과 풋고추는 10단, 시금치는 8단을 쌓을 수 있다. 골판지상자의 압축강도 설계는 다음의 상자압축강도 추정식에 의하여 <표 5>와 같이 상자의 필요압축강도를 계산하였다.

$$P = K \cdot (n-1) \cdot W$$

여기서 P : 필요압축강도 (kg)

K : 안전배수

n : 적재단수

W : 겹포장 중량 (제품+상자 중량) (kg)



농산물의 경우 냉기순환에 의한 신선도 유지를 위하여 골판지 상자에 통기공을 부여하고 있다. 통기공은 골판지 상자 2면과 4면에 원형(직경 30mm)으로 각각 2개씩 부여하였다. 이를 경우 상자압축강도는 일반적으로 약 20%의 압축강도가 저하된다. <표 5>에서 설정된 필요압축강도에 통기공에 의한 압축강도와 저온·고습 하에서의 저하요인을 부여하여 <표 6>과 같이 필요압축강도가 재설정하였다.

<표 5> 통기공이 없는 경우의 겉포장상자 필요압축강도

구 분	안전배수(K)	적재단수	겉포장 중량 (kg) (제품+상자 중량)	필요압축강도 (kg)
깻 잎 (2kg)	8.5	10	2.48	189.7
풋고추 (4kg)	8.5	10	4.83	369.5
시금치 (4kg)	8.5	8	4.95	294.5

<표 6> 통기공이 있는 경우의 겉포장상자 필요압축강도

구 분	필요압축강도 (kg) (無통기공)	통기공 부여에 따른 압축강도 저하율 (%)	필요압축강도 (kg) (有통기공)
깻 잎 (2kg)	189.7	20%	237.1
풋고추 (4kg)	369.5	20%	461.9
시금치 (4kg)	294.5	20%	368.1

상기에서 설정된 필요압축강도(有통기공 부여 상자)를 기준으로 골판지 상자의 압축강도를 설계하는 여러 계산 식 중 Kellicutt 식을 이용하여 다음과 같이 적정 골판지 원지를 선정하였다. 이 경우 이론압축강도는 깻잎(2kg), 풋고추(4kg), 시금치(4kg)의 골판지 상자는 각각 314.4kg, 637.9kg, 662.7kg이 예상된다. 이론압축강도가 필요압축강도(有통기공 상자)보

다 높게 나타났지만 선박에 의한 수출 수송의 경우 20일 이상이 소요되고 습기에 의한 강도저하가 심할 것으로 판단되는 바, 적정하다고 사료된다.

- 깻 잎 : KLB175/K<sub>2</sub>200/KLB175
- 풋고추 : KLB175/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/KLB175
- 시금치 : KLB175/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/K<sub>2</sub>200/KLB175

2) 다단적재에 의한 압축시험과 적재 시험

앞에서 선정된 골판지 원지로 상자를 제작하여 압축강도를 측정하여 보았다. <표 7>에서 보는 바와 같이 이론압축강도와 실제 압축강도와는 약 15~20% 정도의 차이를 보이고 있다. 하지만 측정된 실제압축강도는 <표 6>의 필요압축강도를 모두 충족하고 있어 유통 중 하중에 의한 최하단 상자의 찌그러짐은 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

<표 7> 압축강도 측정

구 분	상자 외치수 (mm)			원 지 구 성	이론 압축강도 (kg)	실제 압축강도 (kg)
	장	폭	고			
깻 잎 (2kg)	370	330	170	KLB175/K <sub>2</sub> 200/KLB175	314.4	267.2
풋고추 (4kg)	370	330	170	KLB175/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/KLB175	637.9	529.5
시금치 (4kg)	490	295	220	KLB175/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/KLB175	662.7	525.1

또한 습도조건에 따른 골판지상자의 압축강도 변화(압축강도 열화)를 측정하기 위하여 앞에서 설계된 깻잎(2kg) 포장용 골판지 상자를 제작하여 66% RH와 93% RH로 조절된 항온항습기에서 저장하면서 20일 동안의 압축강도 변화를 측정하였다. 측정결과는 <표 8, 9>와 같다.

상대습도 66% RH.에서 3일 경과까지는 압축강도가 저하되다가 4일부터는 압축강도가

다소 높아지지만 20일까지 서서히 저하되어 초기보다 약 11% 정도를 압축강도가 낮아지는 경향을 보였다.

상대습도 93% RH.에서는 급격히 압축강도가 저하되다가 4일부터는 압축강도가 다소 높아지지만 20일까지 서서히 저하되어 초기보다 약 45% 정도를 압축강도가 낮아지는 경향을 보였다.

상기의 결과로부터 깻잎(2kg)의 경우 선박수송에 의한 수출 유통기간을 20일 정도로 볼 때 20일 경과 후 상자압축강도는 93% RH.일 때 146.2kg을 유지하고 있어 깻잎(2kg) 10단 적재시 최하단 상자의 하중에 의한 상자 찌그러짐은 전혀 없을 것으로 판단된다.

<표 8> 깻잎(2kg) 상자의 습도조건에 따른 압축강도 변화 (66% RH.)

구 분	보 관 기 간 (일)							
	초기	1	2	3	4	5	10	20
압축강도 (kg)	267.2	257.3	252.5	250.4	260.0	260.3	248.8	237.5
잔 존 율 (%)	100	96.3	94.5	93.7	94.3	97.4	93.1	88.9

<표 9> 깻잎(2kg) 상자의 습도조건에 따른 압축강도 변화 (93% RH.)

구 분	보 관 기 간 (일)							
	초기	1	2	3	4	5	10	20
압축강도 (kg)	267.2	160.9	169.9	165.9	174.5	179.1	161.7	146.2
잔 존 율 (%)	100	60.2	63.6	62.1	65.3	67.0	60.5	54.7

적재시험은 역시 앞에서 설계된 골판지상자에 깻잎(2kg)을 넣고 그 위의 상자에는 9단 상자의 중량에 해당하는 추(18kg)를 넣어 1단 상자에 실제와 동일한 하중을 가하며 상온·상습과 저온·고습(3℃, 90% RH.) 조건에서 <사진 4>와 같이 간이적으로 실시하였다.



<상온 · 상습 조건>



<저온 · 고습(3℃, 90% RH.) 조건>

<사진 4> 갯잎(2kg)의 간이 적재시험

시험은 육안으로 상자의 찌그러짐 정도를 파악하였다. 시험결과 상온·상습과 저온·고습 조건 모두 상자의 찌그러짐을 발견할 수 없었다.

상기의 시험결과 곁포장상자 설계(안)은 고습 상태의 저온유통에 의한 장기간 수송에 충분한 하중을 지니고 있어 유통과정에서의 압상에 의한 농산물 손상이 일어나지 않을 것으로 판단된다.

### 3) 파렛트와 포장용기의 적재배치 조합 방법 제안

수출 농산물의 물류효율 증진과 품질 및 가격 경쟁력 제고를 위해서는 효율적인 콜드체인시스템에 적용되는 표준 palletization의 연구가 중요한 요인으로 작용되기 때문에 한 파렛트 내부에서 냉기순환이 원활할 수 있도록 곁포장 상자의 적정 적재형태를 구명할 필요가 있다.

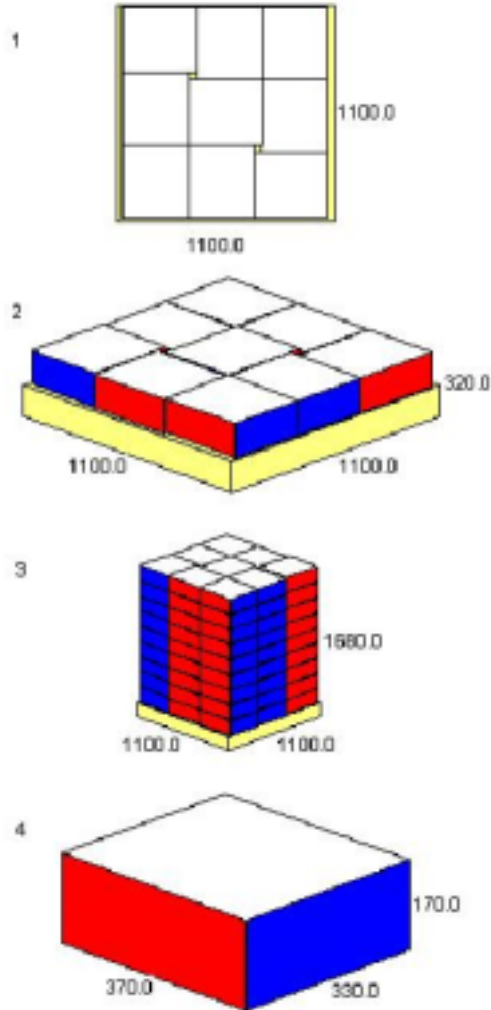
본 연구에서는 상기에서 설계된 깻잎, 풋고추, 시금치 골판지 상자의 파렛트 적재형태를 기 개발된 CAPE 프로그램에 의해 <표 10>과 <그림 1~4>와 같이 분석하였다. T11형 파렛트에서는 깻잎, 풋고추, 시금치 모두 pin-wheel형이 가장 높은 적재효율을 나타내 보이고 있지만, T12형 파렛트에서는 column형이 가장 높은 적재효율을 나타내 보이고 있다.

<표 10> 깻잎, 풋고추, 시금치 골판지 상자의 파렛트 적재형태 및 적재효율

구 분	상자 외치수(mm)			T11형 파렛트		T12형 파렛트	
	장	폭	고	적재방식	적재효율	적재방식	적재효율
깻 잎 풋고추	370	330	170	pin-wheel형	90.8%	column형	91.6%
시금치	490	295	170	pin-wheel형	95.6%	column형	96.4%

Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 6 9  
 Volume Used 90.8 % 9 Box / Layer  
 Area Used 90.8 % 9 Layer / Load  
 Pallet type RSL100 61 Box / Load

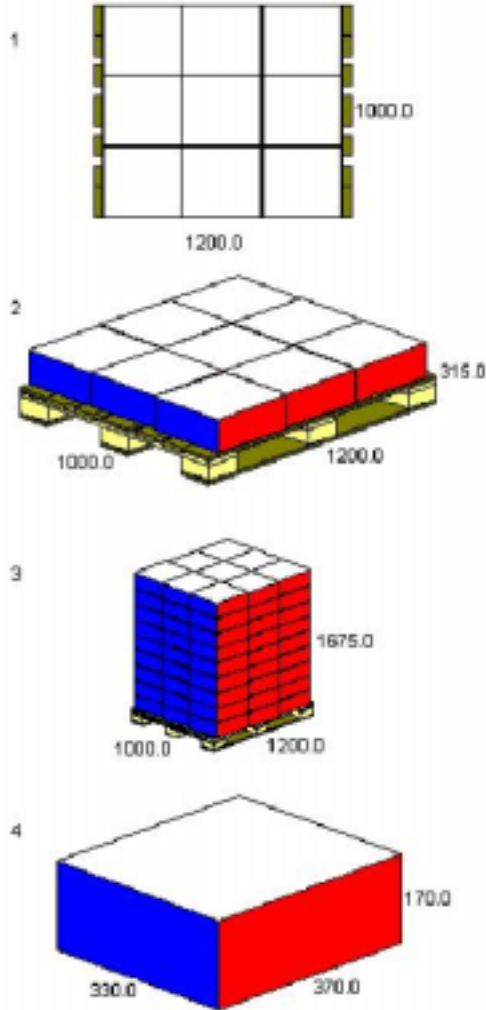
	Outside Dimension			Weight		Cube
	Length	Width	Height	Net	Gross	
Box	370.0	330.0	170.0 mm	4.000	4.500 Kg	20757 cm <sup>3</sup>
Load	1100.0	1100.0	1680.0 mm	324.000	394.500 Kg	2.03 m <sup>3</sup>



<그림 1> 갯잎, 풋고추(370x330x170mm)의 T11형 파렛트 적재

Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 1 C  
 Volume Used 91.3 % 9 Box / Layer  
 Area Used 91.6 % 9 Layer / Load  
 Pallet type EUR02 61 Box / Load

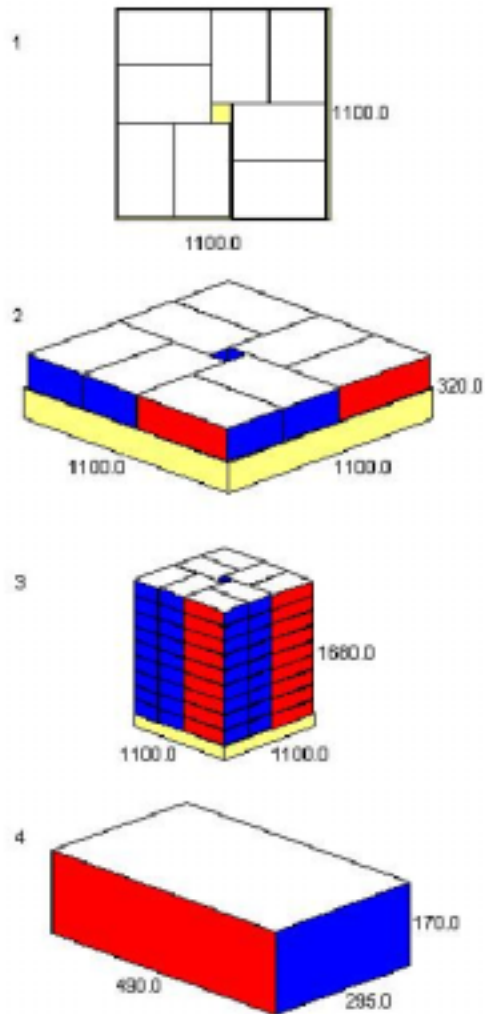
	Outside Dimension			Weight		Cube
	Length	Width	Height	Net	Gross	
Box	370.0	330.0	170.0 mm	4.000	4.500 Kg	20757 cm <sup>3</sup>
Load	1200.0	1000.0	1675.0 mm	324.000	394.500 Kg	2.01 m <sup>3</sup>



<그림 2> 깃잎, 풋고추(370x330x170mm)의 T12형 파렛트 적재

Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 1 8  
 Volume Used 95.6 % 8 Box / Layer  
 Area Used 95.6 % 9 Layer / Load  
 Pallet type KSL100 72 Box / Load

	Outside Dimension			Weight		Cube
	length	Width	Height	Net	Gross	
Box	490.0	295.0	170.0 mm	4.000	4.500 Kg	24573 cm <sup>3</sup>
Load	1100.0	1100.0	1680.0 mm	288.000	354.000 Kg	2.03 m <sup>3</sup>

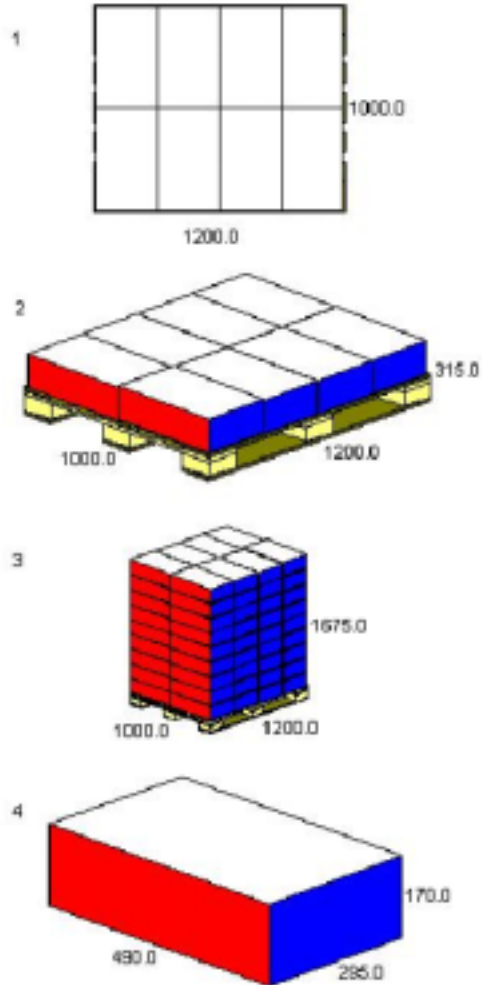


<그림 3> 시금치(490x295x170mm)의 T11형 파렛트 적재



Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 1 C  
 Volume Used 96.1 % 8 Box / Layer  
 Area Used 96.4 % 9 Layer / Load  
 Pallet type EUR02 72 Box / Load

	Outside Dimension			Weight		Cube
	Length	Width	Height	Net	Gross	
Box	490.0	295.0	170.0 mm	4.000	4.500 Kg	24573 cm <sup>3</sup>
Load	1200.0	1000.0	1675.0 mm	288.000	354.000 Kg	2.01 m <sup>3</sup>



<그림 4> 시금치(490x295x170mm)의 T12형 파렛트 적재

#### 4) 컨테이너 내부의 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 제안

우선 냉장컨테이너의 적정온도 설정을 위해 <사진 5>와 같이 깻잎 bag 내부와 골판지 상자 외부에 각각 온습도 기록계를 설치하여 항온항습기 내에서 골판지상자 내부와 외부의 온·습도변화와 그때의 차이를 측정하였다. 항온항습기의 온도는 예비실험을 통해 2℃로 설정하였고, 12시간 동안 실험하였다.

<표 11>과 <그림 5>에서 보는 바와 같이 골판지 상자 내부 온도가 상온에서 2℃로 떨어지는 데는 약 4시간 정도가 소요되었으며, 6시간 까지 서서히 온도가 떨어졌고, 그 후 일정온도를 계속 유지하였다. 골판지 상자 외부와 내부는 약 1.1℃ 정도의 온도차를 보이고 있었다. 이러한 측정결과로부터 냉장 컨테이너 내부 온도가 2℃로 일정하게 유지된다면 골판지 상자의 내부온도는 깻잎 약 3℃를 유지할 수 있음을 알 수 있었다.

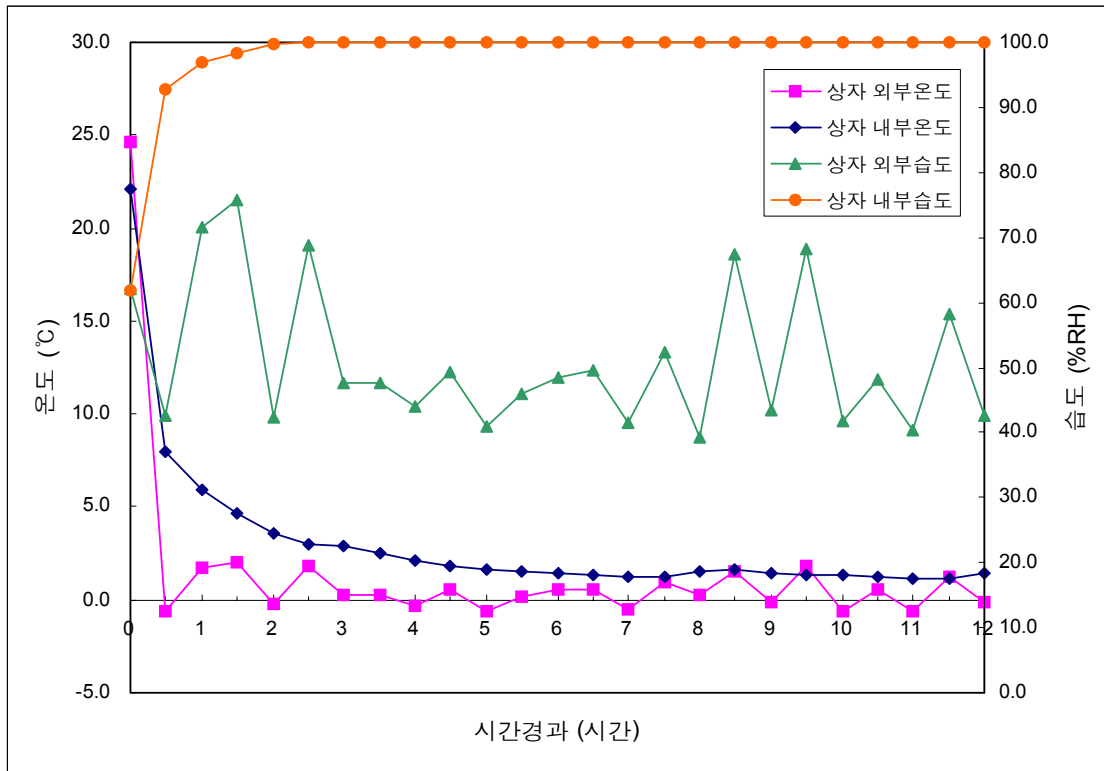
다음으로 골판지 상자의 통기공 有無에 따른 골판지 상자 내부의 온습도 변화를 측정하였다. <사진 6>과 같이 유공 골판지 상자와 무공 골판지 상자 내부에 각각 온습도 기록계를 설치하여 항온항습기 내에서 온·습도변화와 그때의 차이를 측정하였다. 항온항습기의 온도는 예비실험을 통해 2℃로 설정하였고, 각각의 골판지 상자 내부의 온도가 상온에서 2℃로 떨어지는데 걸리는 시간을 측정하였다.



<사진 5> 깻잎 bag 내부에 온습도 기록계 설치 장면

<표 11> 깃잎포장 골판지 상자의 외부와 내부의 온도 변화

시간경과 (hr)	온도 (°C)		습도 (%RH)	
	상자 외부	상자 내부	상자 외부	상자 내부
0.0	24.6	22.1	62.1	61.9
0.5	-0.6	8.0	42.5	92.7
1.0	1.7	5.9	71.6	96.9
1.5	2.0	4.7	75.8	98.3
2.0	-0.2	3.6	42.4	99.8
2.5	1.8	3.0	68.8	100.0
3.0	0.3	2.9	47.5	100.0
3.5	0.3	2.5	47.5	100.0
4.0	-0.3	2.1	44.0	100.0
4.5	0.6	1.8	49.3	100.0
5.0	-0.6	1.6	40.9	100.0
5.5	0.2	1.5	46.0	100.0
6.0	0.6	1.4	48.6	100.0
6.5	0.6	1.3	49.5	100.0
7.0	-0.5	1.2	41.5	100.0
7.5	0.9	1.2	52.3	100.0
8.0	0.3	1.5	39.3	100.0
8.5	1.5	1.6	67.4	100.0
9.0	-0.1	1.4	43.4	100.0
9.5	1.8	1.3	68.3	100.0
10.0	-0.6	1.3	41.7	100.0
10.5	0.6	1.2	48.1	100.0
11.0	-0.6	1.1	40.3	100.0
11.5	1.2	1.1	58.1	100.0
12.0	-0.1	1.4	42.7	100.0



<그림 5> 깻잎포장 골판지 상자의 외부와 내부의 온도 변화

<표 12>와 <그림 6>에서 보는 바와 같이 무공 골판지상자는 상자내부의 온도가 2℃로 떨어지는데 걸리는 시간이 약 33분 정도 소요되었으며, 유공 골판지 상자는 상자 내부의 온도가 2℃로 떨어지는데 걸리는 시간이 약 33분 정도 소요되었으며 24분 정도 소요되었다. 이러한 결과로부터 신선도 유지를 위한 냉기순환에는 무공 골판지 상자보다 유공 골판지 상자가 유리하다고 할 수 있겠으나, 적정 온도로 내려가는데 걸리는 시간차가 약 10분 정도 여서 실제 미국수출을 위해서는 20일 이상 적정 저온이 유지되어야 하는 점을 감안하면 골판지상자의 통기공 유무는 2℃ 정도의 저온에서는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

앞의 결과로부터 냉장 컨테이너에 깻잎을 T11형 파렛트에 <그림 7>과 같이 pin-wheel 형태로 냉장컨테이너에 적재하여 깻잎의 상태변화를 측정하였다. 냉장 컨테이너의 내부온도는 2℃로 설정하여 21일간 동안의 깻잎의 중량변화를 측정하였다. 깻잎은 각



<사진 6> 향온항습기 내에서 통기공 유무에 따른 상자내부의 온습도 변화 측정

각 무공과 유공 bag에 날포장하여 이들을 또다시 각각 무공과 유공의 골판지 상자에 겹포장하여 실험하였다. 날포장 bag의 통기공은 직경 5mm의 원형으로 하여 bag 앞뒤로 각 4개씩 부여하였다.

Pin-wheel 형태의 파렛트 적재는 <그림 7>에서 보는 바와 같이 안쪽에 빈 공간이 있어 파렛트에 적재되어 있는 모든 상자에 냉기 공급이 가능하지만 column 형태의 적재형태는 <그림 8>에서 보는 바와 같이 안쪽에 위치한 상자에는 냉기공급이 다소 어려울 것으로 판단된다.

실험결과는 <표 13~16>과 <그림 9~12>에서 보는 바와 같다. 무공 골판지 상자에 무공 bag으로 포장한 깻잎은 파렛트 하단에 적재된 경우 21일 경과 후 0.32%의 중량감소를 보였고, 파렛트 상단에 적재된 경우 21일 경과 후 0.47%의 중량감소를 보였다. 무공 골판지 상자에 유공 bag으로 포장한 깻잎은 파렛트 하단에 적재된 경우 21일 경과 후 1.12%의 중량감소를 보였고, 파렛트 상단에 적재된 경우 21일 경과 후 1.31%의 중량감소를 보였다.

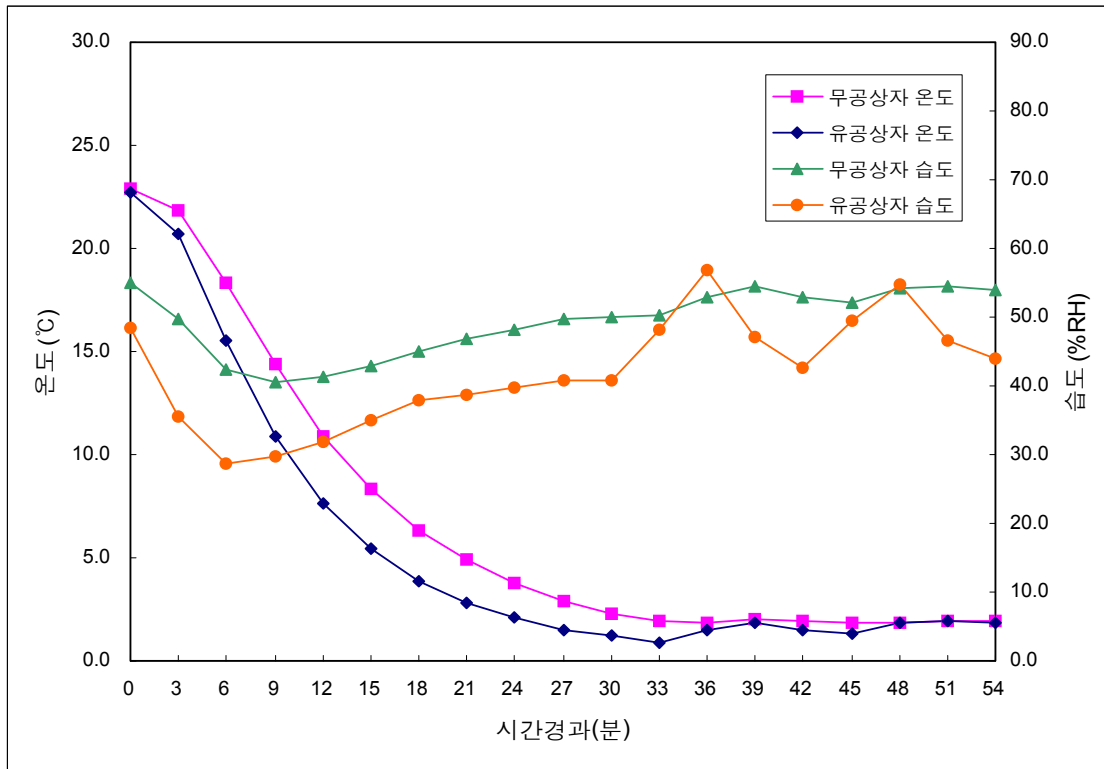
유공 골판지 상자에 무공 bag으로 포장한 깻잎은 파렛트 하단에 적재된 경우 21일 경과 후 0.38%의 중량감소를 보였고, 파렛트 상단에 적재된 경우 21일 경과 후 0.56%의 중량감소를 보였다. 유공 골판지 상자에 유공 bag으로 포장한 깻잎은 파렛트 하단에 적재된 경

우 21일 경과 후 2.27%의 중량감소를 보였고, 파렛트 상단에 적재된 경우 21일 경과 후 3.49%의 중량감소를 보였다.

상기 결과로부터 컨테이너에 적재된 깃잎은 골판지 상자와 bag이 모두 무공에 비해 유공에서 더 많은 중량 감소가 있음을 잘 알 수 있었고, 파렛트 하단에 적재된 것 보다 상단

<표 12> 통기공 유무에 따른 골판지상자 내부의 온습도 변화

시간경과 (분)	온 도		습 도	
	무공 상자	유공 상자	무공상자	유공상자
0	22.9	22.7	54.9	48.4
3	21.8	20.7	49.7	35.6
6	18.3	15.5	42.3	28.7
9	14.4	10.9	40.4	29.7
12	10.9	7.6	41.4	31.9
15	8.3	5.4	42.9	34.9
18	6.3	3.9	45.0	37.9
21	4.9	2.8	46.9	38.6
24	3.8	2.1	48.1	39.7
27	2.9	1.5	49.7	40.9
30	2.3	1.2	50.0	40.8
33	1.9	0.9	50.3	48.1
36	1.8	1.5	53.0	56.8
39	2.0	1.8	54.5	47.0
42	1.9	1.5	52.9	42.6
45	1.8	1.3	52.1	49.6
48	1.8	1.8	54.1	54.7
51	1.9	1.9	54.6	46.6
54	1.9	1.8	53.9	43.9



<그림 6> 통기공 유무에 따른 골판지상자 내부의 온습도 변화

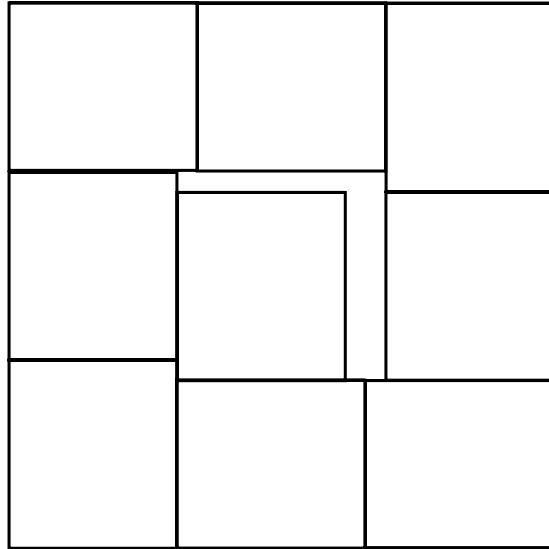
에 적재된 것에서 더 많은 중량 감소가 있음을 알 수 있었다.

이는 상자내 제품의 수분활성도가 시스템내의 수분활성도보다 높다는 것을 나타내 준다. 상자내의 수분활성도를 일정하게 유지하는 것이 쉽지 않은 이상, 제품이 좀 더 시스템내의 온습도 조건과 평형을 이룰 수 있도록 통기공을 개설하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 파렛트 상단 적재 제품에서 더 많은 중량감소를 보인 것은 냉기의 흐름이 상단부위에서 더욱 활발하게 일어나기 때문으로 판단된다. 하단부위에 냉기의 흐름이 원활하도록 대책을 강구하여야 할 것으로 판단된다.

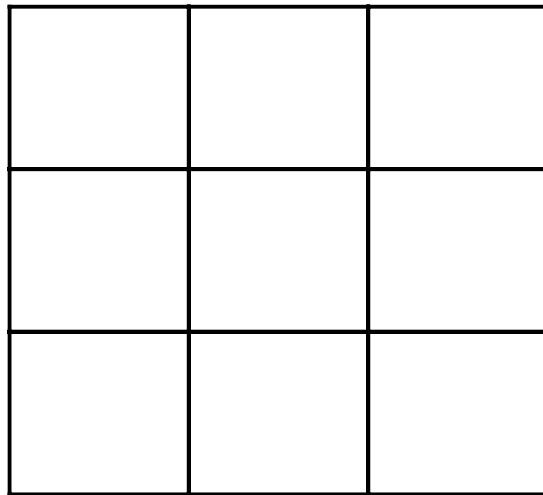
보다 중요한 문제는 통기공의 유,무에 따라 중량의 변화가 다르게 나타난다는 점이다. <그림 9>부터 <그림 12>에서 보듯이 통기공이 없을 때보다는 있을 때 20일 경과후의 중량변화가 크게 나타났다. 또한 겉포장에 통기공이 있을 때 보다는 날포장에 통기공이 있을 경우 중량변화가 더욱 크게 나타나고 있다.

상자에 통기공을 뚫는 가장 큰 이유는 냉기의 순환이 보다 신속하게 제품에 전달되기

를 바라기 때문이므로 사전에 충분한 예냉을 거친 제품일 경우 겉포장에는 통기공을 마련하지 않고 날포장에 통기공을 적용하는 방법이 적절할 것으로 판단된다. 통기공에 의한 겉포장상자의 강도저하를 어느 정도 예방하고 그만큼 원가저감으로 연결되기 때문이다.



<그림 7> 깃잎의 T11형 파렛트 적재 (pin-wheel 적재)

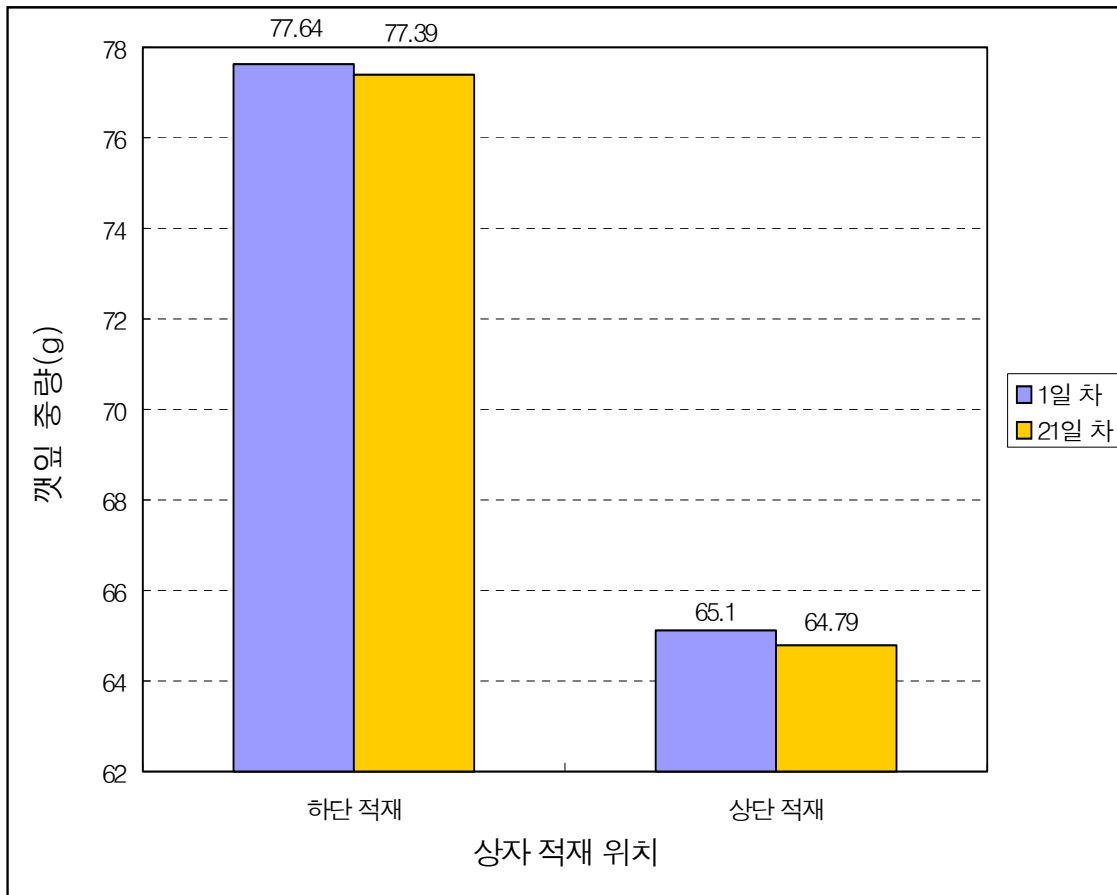


<그림 8> column 적재



<표 13> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 無, bag 통기공 無)

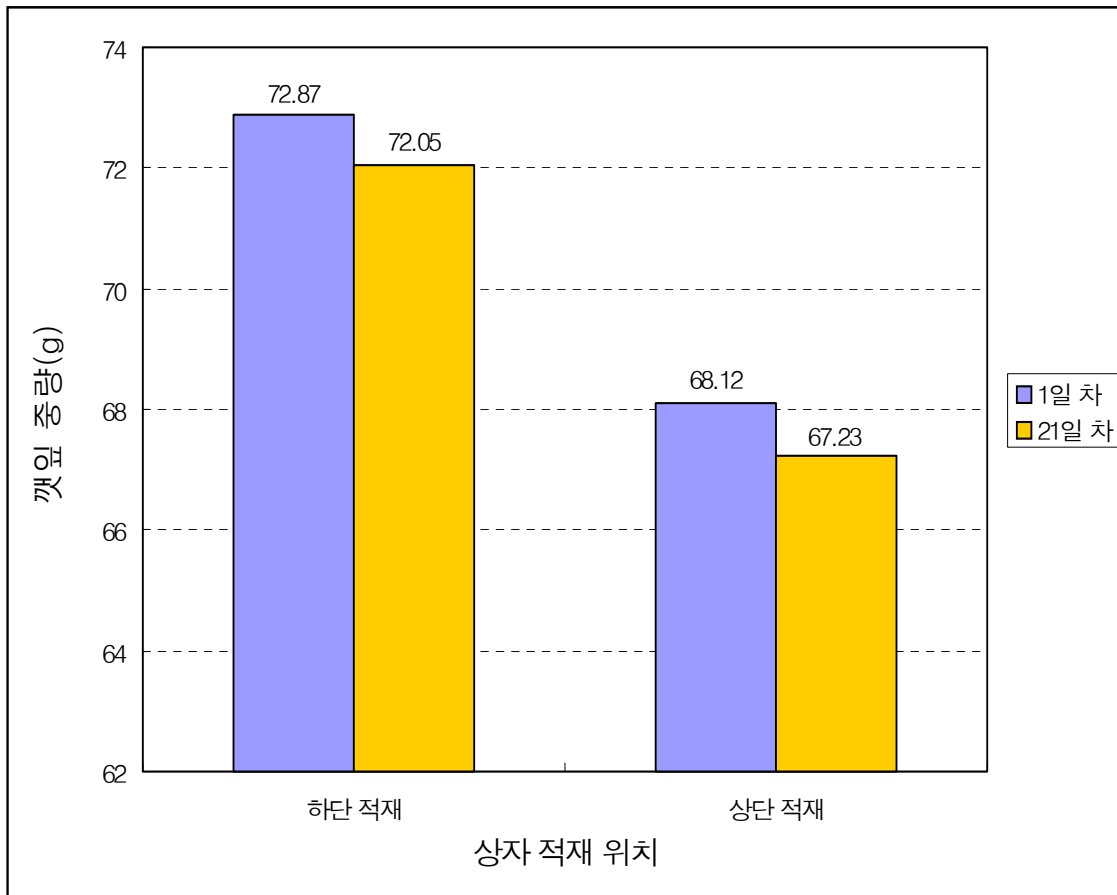
구 분	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)
하단 적재	77.64	77.39	0.25	0.32
상단 적재	65.10	64.79	0.31	0.47



<그림 9> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 無, bag 통기공 無)

<표 14> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 無, bag 통기공 有)

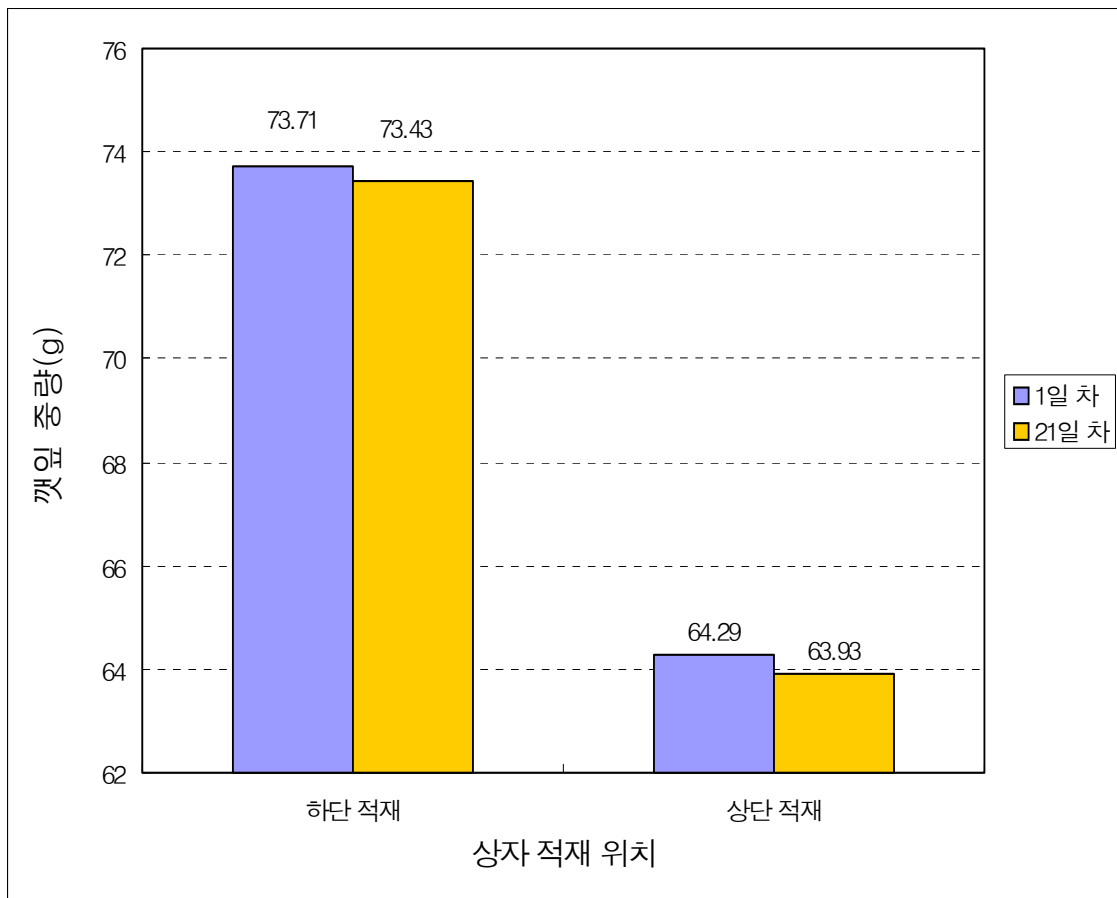
구 분	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)
하단 적재	72.87	72.05	0.82	1.12
상단 적재	68.12	67.23	0.89	1.31



<그림 10> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 無, bag 통기공 有)

<표 15> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 有, bag 통기공 無)

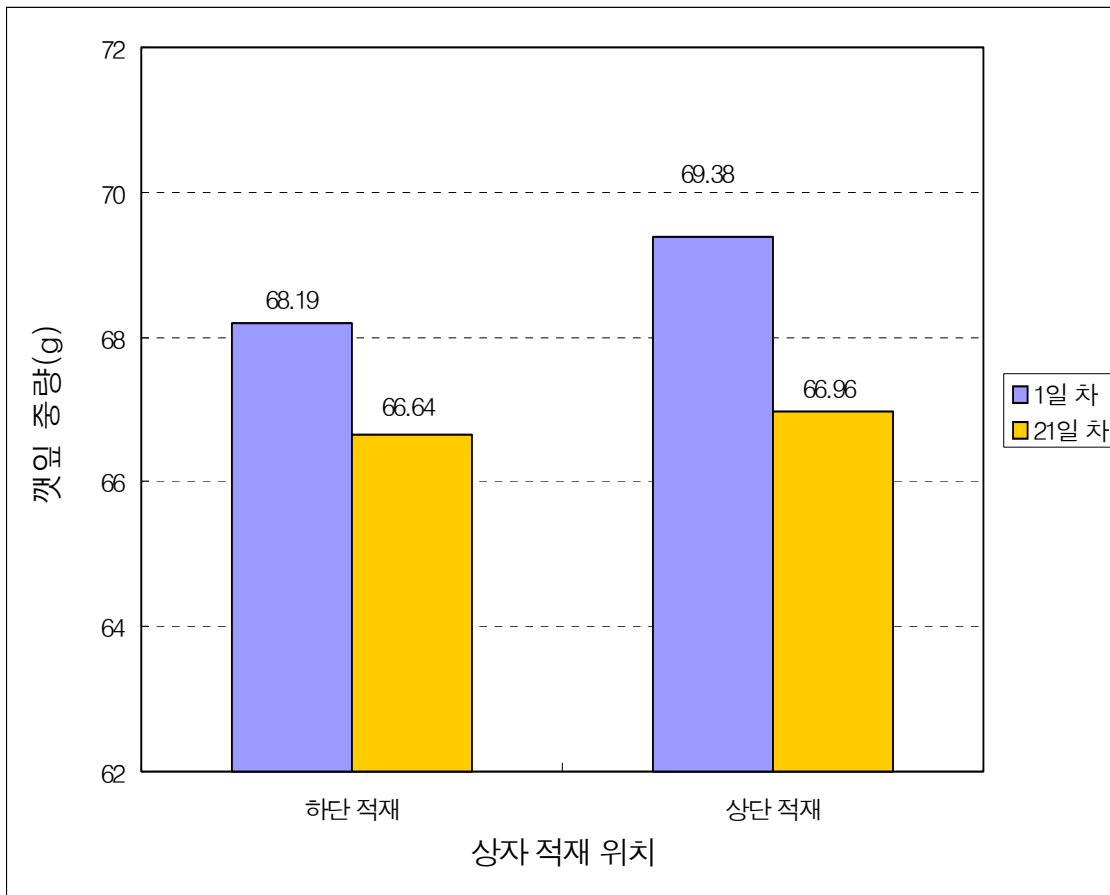
구 분	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소량 (%)
하단 적재	73.71	73.43	0.28	0.38
상단 적재	64.29	63.93	0.36	0.56



<그림 11> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 有, bag 통기공 無)

<표 16> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 有, bag 통기공 有)

구 분	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)
하단 적재	68.19	66.64	1.55	2.27
상단 적재	69.38	66.96	2.42	3.49



<그림 12> 적재위치에 따른 깻잎의 중량변화 (상자 통기공 有, bag 통기공 有)

## 다. 컨테이너 내의 파렛트 화물 적재 최적화 설계방안 도출

### 1) 표준 포장용기의 파렛트 적재방법 및 최적 파렛트 화물포장 설계방법 연구

깻잎, 풋고추, 시금치의 컨테이너 내부에서의 palletization을 기 개발된 CAPE 프로그램에 의해 <그림 13~16>과 같이 분석하였다. 40ft 컨테이너의 내치수 길이와 폭이 길이가 각각 11,998mm와 2,320mm(±40mm)이므로 T11형 파렛트는 20개가 적재되면서 85.9%의 바닥 적재효율을 나타내었고, T12형 파렛트는 21개가 적재되면서 89.5%의 바닥 적재효율을 나타내었다. 20ft 컨테이너의 경우 T11형 파렛트는 10개가 적재되면서 87.4%의 바닥 적재효율을 나타내었고, T12형 파렛트는 10개가 적재되면서 86.6%의 바닥 적재효율을 나타내었다.

### 2) 효과적인 완충·고정방법 연구

선박에 의한 수출포장은 기본적으로 내수포장보다 훨씬 열악한 유통환경에 견뎌야 하므로 더 높은 수준의 포장강도 설계와 완충·고정 기술이 요구된다. 선박에 의한 수출포장의 경우 롤링, 요잉, 피칭 등 상하, 전후, 좌우의 입체적인 충격이 장시간 가해질 뿐만 아니라 밤낮의 일교차와 습도차가 육지보다 해상이 훨씬 심하므로 겔포장 골판지 상자의 재질 선택과 더불어 완충·고정에 특히 유의하여야 한다.

본 연구에서는 깻잎, 시금치, 풋고추 겔포장 골판지상자의 완충·고정을 위해 <사진 7~8>과 같이 7자형 종이 앵글과 PP밴딩을 적용하는 방안을 검토하였다.

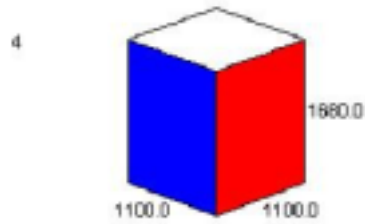
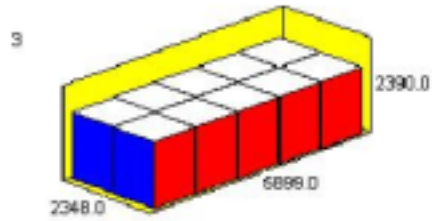
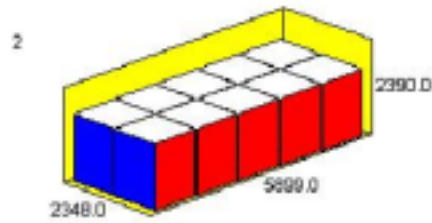
두께 5mm, 너비 50mm의 7자형 종이 앵글을 파렛트 화물의 모든 모서리에 설치하고 너비 18mm PP 밴드로 파렛트 화물의 모든 면에 2회씩 밴딩하여 파렛트 화물이 움직이지 않도록 고정하였다. 또한 <사진 9~10>과 같이 파렛트 화물을 컨테이너에 적재 시 파렛트 화물과 컨테이너와 간의 빈 공간에 에어백을 삽입하여 컨테이너 내에서 파렛트 화물의 움직임이 없도록 하였다.

### 3) 다종제품의 혼적방법 연구

깻잎, 풋고추, 시금치를 냉장컨테이너에 혼적하는 경우 파렛트를 사용할 때는 대상품목 모두가 파렛트 밖으로 상자가 튀어나오지 않기 때문에 <그림 13~16>을 그대로 적용하면

Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 1 C  
 Volume Used 61.4 % 10 Box / Layer  
 Area Used 97.4 % 1 Layer / Load  
 Pallet type 20FT 10 Box / Load

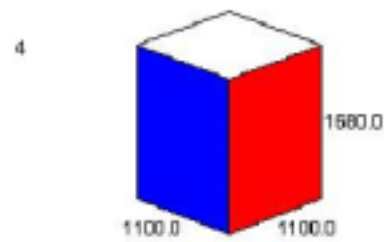
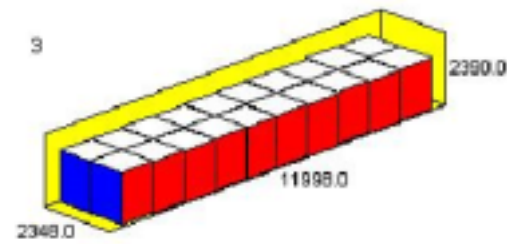
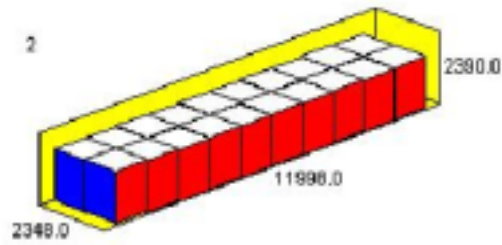
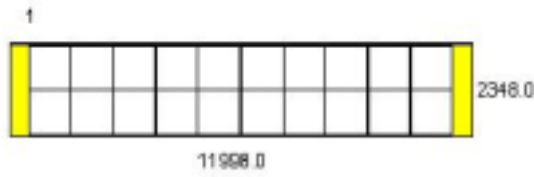
	Outside Dimension			Weight		Cube
	Length	Width	Height	Net	Gross	
Box	1100.0	1100.0	1680.0 mm	4.000	4.500 Kg	2.03 m³
Load	5899.0	2348.0	2390.0 mm	40.000	45.000 Kg	33.10 m³



<그림 13> 20ft 컨테이너에 T11형 파렛트 적재효율 분석

Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 1 C  
 Volume Used 60.4 % 20 Box / Layer  
 Area Used 85.9 % 1 Layer / Load  
 Pallet type 40FT 20 Box / Load

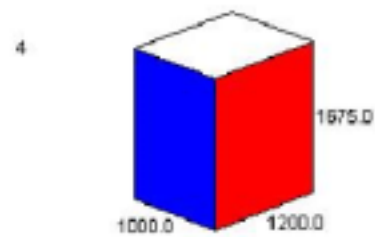
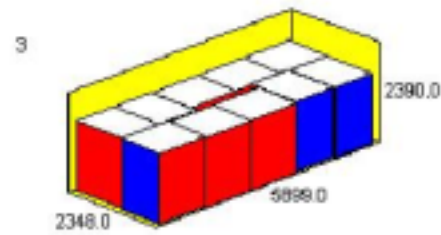
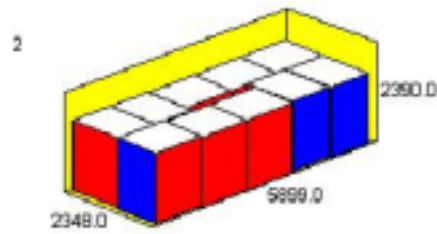
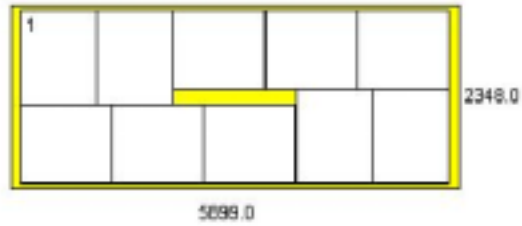
	Outside Dimension			Weight		Cube
	length	Width	Height	Net	Gross	
Box	1100.0	1100.0	1680.0 mm	4.000	4.500 Kg	2.03 m <sup>3</sup>
Load	11998.0	2348.0	2390.0 mm	80.000	90.000 Kg	67.33 m <sup>3</sup>



<그림 14> 40ft 컨테이너에 T11형 파렛트 적재효율 분석

Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 1 8  
 Volume Used 60.7 % 10 Box / Layer  
 Area Used 85.6 % 1 Layer / Load  
 Pallet type 20FT 10 Box / Load

	Outside Dimension			Weight		Cube	
	Length	Width	Height	Net	Gross		
Box	1200.0	1000.0	1675.0 mm	4.000	4.500 Kg	2.01	m <sup>3</sup>
Load	5899.0	2348.0	2390.0 mm	40.000	45.000 Kg	33.10	m <sup>3</sup>

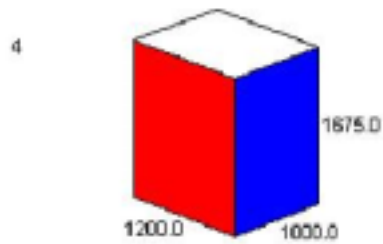
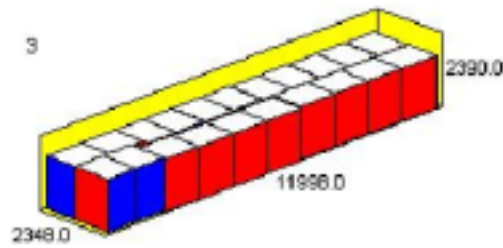
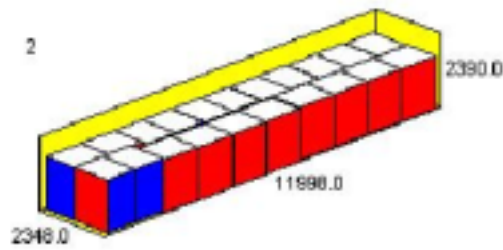
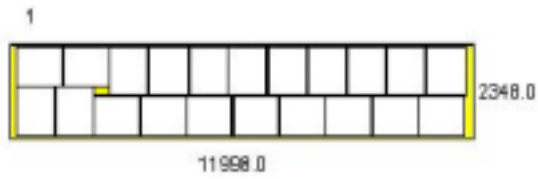


<그림 15> 20ft 컨테이너에 T12형 파렛트 적재효율 분석



Product Name  
 Product Code  
 Datafile Name  
 Solution Ref. 5 8  
 Volume Used 62.7 % 21 Box / Layer  
 Area Used 89.5 % 1 Layer / Load  
 Pallet type 40FT 21 Box / Load

	Outside Dimension			Weight		Cube
	Length	Width	Height	Net	Gross	
Box	1200.0	1000.0	1675.0 mm	4.000	4.500 Kg	2.01 m <sup>3</sup>
Load	11998.0	2348.0	2390.0 mm	84.000	94.500 Kg	67.33 m <sup>3</sup>



<그림 16> 40ft 컨테이너에 T12형 파렛트 적재효율 분석



<사진 7> ㄱ자형 종이 앵글 조립



<사진 8> ㄱ자형 종이 앵글 적용 예

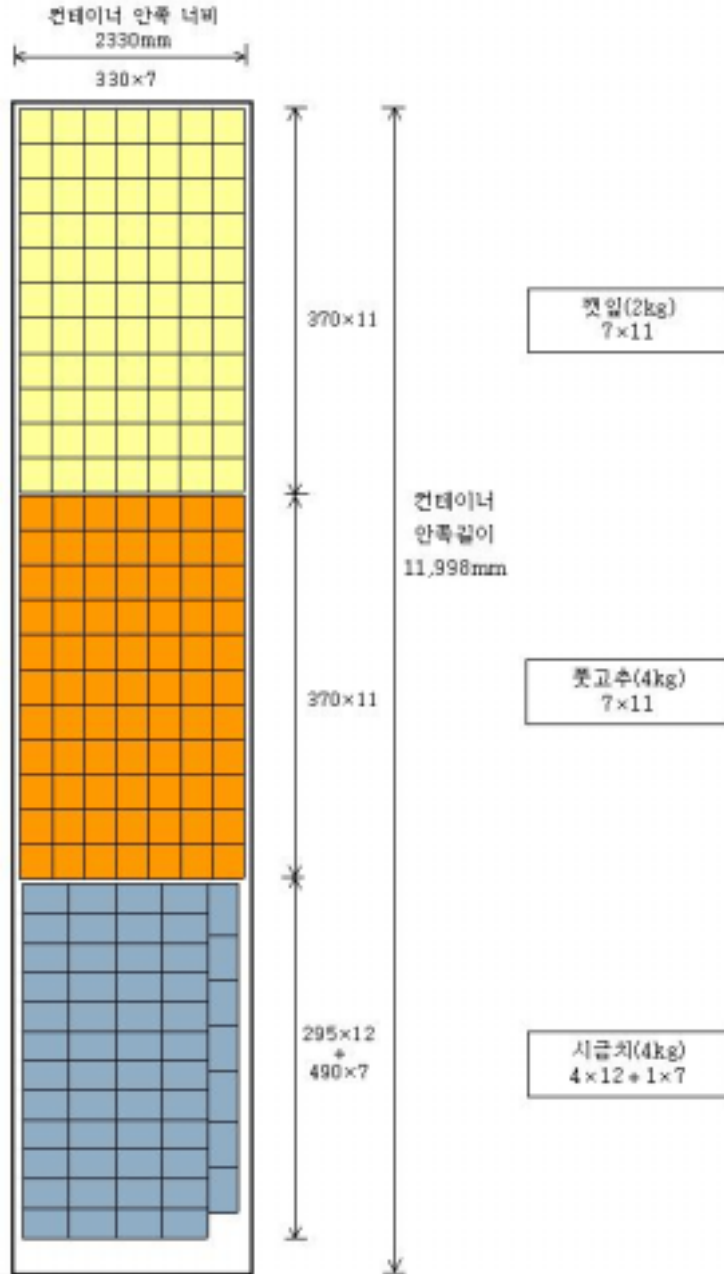


<사진 9> 에어백 공기주입



<사진 10> 에어백 적용 예

된다. 파렛트를 적용하지 않을 경우에는 40ft 냉장 컨테이너를 기준으로 <그림 17>과 같이 설계하였다. 이를 경우 컨테이너 바닥점유율(적재효율)은 95.7%를 차지한다. 골판지 상자의 배부름 현상을 위해 컨테이너 길이 방향으로 약 300mm 정도의 여유가 생기도록 하였다.



<그림 17> 갯잎, 풋고추, 시금치 혼적 (40ft 냉장 컨테이너)

## 라. 설계(안)에 대한 현장검증

### 1) 수출대상국에 컨테이너 화물 예비 유통시험 및 분석 (1차년도)

본 연구 포장설계(안)에 대하여 깻잎을 대상으로 미국으로 예비 유통시험을 실시하였다. 당초 예정으로는 국내 단위농협이나 농가 등의 협조를 얻어 시료를 제공받아 실시하려고 하였으나, 협의과정 중 미국 현지에서의 판로 및 시간상의 문제로 부득이 1 파렛트 분의 시료를 직접 구입하여 간이적으로 유통시험을 실시하였다. HANARO U.S.A INC. 사에 협조를 얻어 한국에서 수출되는 타제품과 혼적하여 수송하였다. 유통시험은 깻잎을 유공과 무공의 날포장 상태로 각각 분리하고 겉포장상자에 적입하여 수송시험을 실시하였다. 냉장 컨테이너의 온습도 조건은 2℃ 이하, 상대습도 65% 이상으로 하였다. LA항 도착 후 시료의 상품성을 1차 체크하고 보관창고에서 3일 경과한 후 상품성을 2차 체크하였다.

유통시험용 깻잎은 앞의 설계(안)을 토대로 날포장 및 겉포장을 하였다.

#### <미국 예비 유통시험 개요>

- 대상품목 : 깻잎(2kg)
- 파 렛 트 : 1,200×1,000mm
- 컨테이너 : 40ft
- 수 량 : 1 파렛트분
- 수송경로 : 신성대학 → 부산항 → 미국 LA항 → HANARO U.S.A INC. 물류창고
  
- 소요일수 : 총 20일
  - (수확후 전처리 → 포장 : 2일 소요)
  - (신성대학에서 컨테이너 적재 : 1일 소요)
  - (신성대학 → 부산항 : 1일 소요)
  - (부산항에서 선적 : 2일 소요)
  - (부산항 → 미국 LA항 : 10일 소요)
  - (미국 LA항에서 통관 : 3일 소요)
  - (미국 HANARO U.S.A INC. 물류창고에서 상품성 확인 : 3일)

유통시험결과 무공 날포장에서는 일부에서 깻잎의 끝부분에서 약간 시들어 잎이 말리는 현상을 발견할 수 있었고, 유공 날포장에서는 무공 날포장보다는 이러한 현상이 좀더 심했으며 잎의 끝에 약간의 반점이 생긴 경우도 발생했다. 겉포장 골판지 상자의 경우 유통과정 중 찌그러짐 현상을 거의 발견할 수 없었는데, 다소 과하게 설계되어 상자 압축강도 기준을 설계(안)보다 낮출 수 있는 것으로 확인되었다.

앞에서 언급된 깻잎이 시드는 현상은 전반적인 포장설계의 잘못보다는 장기간의 유통 중 의도한 대로 온습도 유지에 문제가 있었을 것으로 판단된다. 부산 CY에서 대기하는 동안 컨테이너 내부의 일정상태를 유지하기 위한 전력공급이 제대로 이루어 졌는지 또는 전원공급이 이루어 졌어도 온습도가 일정하게 유지되었는지, 선박에 의한 수송기간 동안 전력이 제대로 공급되었는지 등이 확인되지 않았다. 컨테이너 내부의 온습도 유지가 제대로 이루어지지 않았다는 문제는 HANARO U.S.A INC. 社(대표 이상오 사장)와의 협의 과정에서 알 수 있었다. 실제 국내 선박업계 중 H社나 또 다른 H상선社만이 온습도 유지에 대한 신뢰성을 가지고 있다는 것을 현지에서 확인할 수 있었다.

HANARO U.S.A INC. 사와의 협의과정에서 깻잎의 경우 미국산에 비해 국내산은 아주 진한 향미를 가지고 있어 적어도 깻잎만큼은 미각 측면에서 미국인의 입맛에는 맞지 않지만 한인 교포에게는 뚜렷한 경쟁력을 확보할 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 또한 2차년도 본 연구에의 적극적인 협조를 얻을 수 있었다.



<사진 11> HANARO U.S.A INC. 물류창고



<사진 12> HANARO U.S.A INC. 냉장창고



<사진 13> 컨테이너에서 하차



<사진 14> 냉장창고로의 이송





<사진 15> 냉장창고 Rack에 적재



<사진 16> 냉장창고 Rack에 보관

## 2) 수출대상국에 컨테이너 화물 유통시험 및 분석 (2차년도)

본 연구의 최종 포장설계(안)에 대하여 깻잎을 대상으로 미국으로 유통시험을 실시하였다. 당초 풋고추와 시금치에 대한 유통시험도 함께 실시하려고 하였으나, 신선 시금치와 풋고추가 일본과는 달리 미국의 수입허가 품목에 지정되어 있지 않아 한국에서의 수출이 불가능한 상태로 부득이 하게 깻잎에 대해서만 유통시험을 실시하게 되었다.

1차년도 예비 유통시험과는 달리 최종(안)에 대한 유통시험은 충남 금산군 추부면의 만인산농협의 협조를 얻어 실시하였다. 당초 깻잎도 제공받으려 하였으나 금액적인 면에서 만인산 농협에서 부담을 느껴 협동기관과 함께 본 사업 연구비에서 전액 충당하였고, 대신 깻잎의 세척과 예냉, 보관, 포장 등의 작업은 만인산 농협의 산지유통센터 설비를 제공받아 실시하였다. 만인산 농협의 산지유통센터의 경우 <사진 18~19>에서 보는 같이 국내에서 몇 안되는 농산물 전용 초음파 세척 설비와 예냉 설비, 포장라인 등을 구비하고 있다. 만인산 농협이 소재하고 있는 추부면은 대단위 깻잎 단지로 균일한 품질의 깻잎 수확이 수월하고, 수확 후 바로 세척 및 예냉 등의 작업이 효과적으로 이루어 질 수 있다고 판단하여 만인산 농협과 협의를 시작하게 되었다. 만인산 농협은 농가의 소득증대를 위해 깻잎의 미국수출에도 많은 관심을 가지게 되어 협조를 얻을 수 있었다.

신선 농산물의 미국수출에 있어 가장 중요한 요인 중의 하나는 잔류농약 검출 문제이다. 지난 911테러 이후 미국 FDA에서는 자국에 수입되는 농산물의 잔류농약 검출 문제를 더욱 엄격하게 적용하고 있으며, 이 때문에 잔류농약 검출에 문제가 발생한 경우 농산물이 통관하는데 많은 시간이 소요되기도 하고 심한 경우 폐기처분 되는 경우도 발생할 수 있다. 만인산 농협의 산지유통센터의 세척설비는 이러한 잔류농약 검출에 대한 문제점이 전혀 없는 것으로 확인되었다. 만인산 농협 산지유통센터의 깻잎 세척공정은 지하 100m에서 뽑아 올린 물이 자화수 장치에 의해 자화수로 변하고 세척조에 유입된다. 세척조는 1차, 2차, 3차가 있으며, 각각의 세척조를 통과하면서 오존처리와 초음파 세척, 수냉식 예냉을 거치게 되고 탈수기에 의해 강제 탈수된 후, 저온창고로 보내지게 된다. 저온창고에서는 2℃ 상태에서 자연건조가 이루어져 같은 온도로 세팅된 해상 컨테이너에 효과적으로 연결될 수 있도록 설계되어 있다. 깻잎은 아침 일찍 농민들이 직접 수확하여 15개 단위로 묶음을 한 상태로 산지유통센터로 보내왔으며 약 7℃의 냉수조에서 즉시 세척을 실시하였다. 일종의 1차 예냉인 셈이며 세척이 끝난 깻잎 묶음은 2℃ 저온창고로 즉시 옮겨져 자연적치되면서 2차 예냉과 건조과정을 거쳤다. 이 과정까지가 모두 당일 오전중에 이루어졌다.



<사진 17> 만인산 농협 산지유통센터



<사진 18> 만인산 농협 산지유통센터 세척라인



<사진 19> 만인산 농협 산지유통센터 포장라인

약 10시간의 자연건조를 거친 깻잎은 자동포장기를 통하여 3묶음씩 PP 필름봉투에 날 포장되었다. PE필름이 수분 차단에는 유리하지만 어차피 통기공을 뚫게 되고 상품성도 고려하여 광택성이 뛰어난 PP 필름을 날포장재로 하게 된 것이다. 날포장 직전에 국립식물검역소 천안지소에서 출장나와 수출검사를 실시하였다.

날포장된 제품은 통기공 적용후 겉포장상자에 넣어 다시 저온창고에 보관하였다. 다음 날 오전에 저온창고내에서 palletization이 진행되었다. 컨테이너 적입은 같은 날 오후 2시경에 이루어졌다.

냉장 컨테이너는 현대상선의 40ft 컨테이너로 선정하여 T11형 10개 파렛트 분의 깻잎을 적재하였다. 40ft 컨테이너에는 T11형 파렛트가 20개까지 적재가 되지만 예산상의 문제로 10 파렛트 분만 구입하여 적재하였다. T11형 10개의 파렛트는 20ft 컨테이너에도 적재가 되지만, 20ft 냉장 컨테이너의 경우 외국 회사의 냉장컨테이너를 사용해야 하고 이 경우 수송시간과 정확한 온도 조절, 배송 사고 등의 문제가 제기될 우려가 많아 국내 회사의 40ft 냉장 컨테이너를 사용하게 되었다.

미국에서의 통관을 위해 국내 수출업체는 만인산 농협의 산지유통센터로 하였고, 수입업체는 1차년도 예비 유통시험과 같이 HANARO U.S.A INC.사로 하였다.

깻잎의 날포장과 겉포장, 파렛트 적재, 컨테이너 적재, 컨테이너 내에서의 완충·고정 등은 최종 연구(안)에 따라 실시하였다.

깻잎을 각각 무공과 유공 bag에 날포장하여 이들을 또다시 각각 무공과 유공의 골판지 상자에 겉포장하여 실험하였다. 당초 깻잎의 날포장은 깻잎을 편 상태에서 bag에 넣도록 설계하였으나 만인산 농협 산지유통센터의 포장라인의 경우 접어서 3묶음씩 bag에 넣도록 되어 있어 부득이 하게 3묶음씩 날포장하였다. 날포장 bag의 통기구기는 천공편치로 수작업으로 부여하였다. 포장라인의 작업실 온도는 약 16℃이었고, 보관창고의 온도는 약 2℃이었다.

또한 냉장컨테이너 수송 중 진동·충격여부를 확인하기 위하여 일회용 진동·충격계 (SHOCK WATCH)를 대표 파렛트 2곳에 상하로 부착하였다.

냉장컨테이너의 온도설정은 2℃로 하였고, 환기구는 20%가 열리도록 설정하였다.

LA항 도착 후 HANARO U.S.A INC.사의 저온창고에서 보관한 후 3~4일 경과 시까지 상품성을 체크하였다.

본 연구의 미국수출 유통시험 개요는 다음과 같다. <사진 20~49 참조>

- 대상품목 : 깻잎(2kg)
- 파 렛 트 : 1,100×1,000mm
- 컨테이너 : 40ft 냉장 컨테이너 (한진해운)
- 수 량 : 10 파렛트
- 수송경로: 만인산 농협 산지유통센터 → 부산항 → 미국 LA항 → HANARO U.S.A INC. 물류창고
- 일 시 : 총 22일 소요
  - 6월 21일 : (오전) 수확 후 세척 및 예냉, 보관  
(오후) 날포장 및 겉포장
  - 6월 22일 : (오전) 파렛트 적재  
(오후) 컨테이너 적재 및 부산항으로 수송
  - 6월 23일 ~ 6월 24일 : 부산항에서 통관 및 선적
  - 6월 25일 ~ 7월 5일 : LA항 도착
  - 7월 6일 ~ 7월 8일 : LA항에서 통관
  - 7월 8일 : LA항에서 통관 후 HANARO U.S.A INC.사로 수송
  - 7월 9일 ~ 7월 12일 : HANARO U.S.A INC.사 보관창고에서 상품성 체크



<사진 20> 깻잎 세척공정

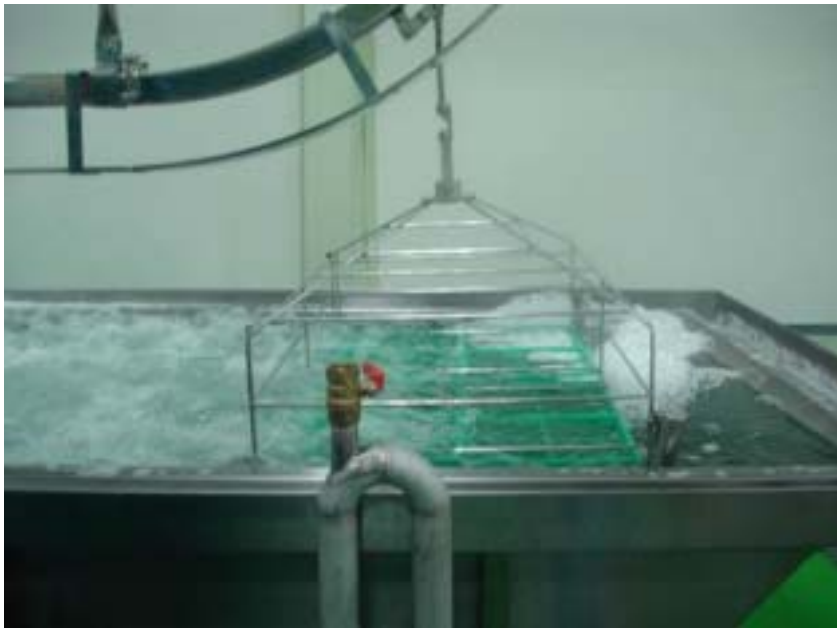


<사진 21> 세척 상자에 적입된 상태

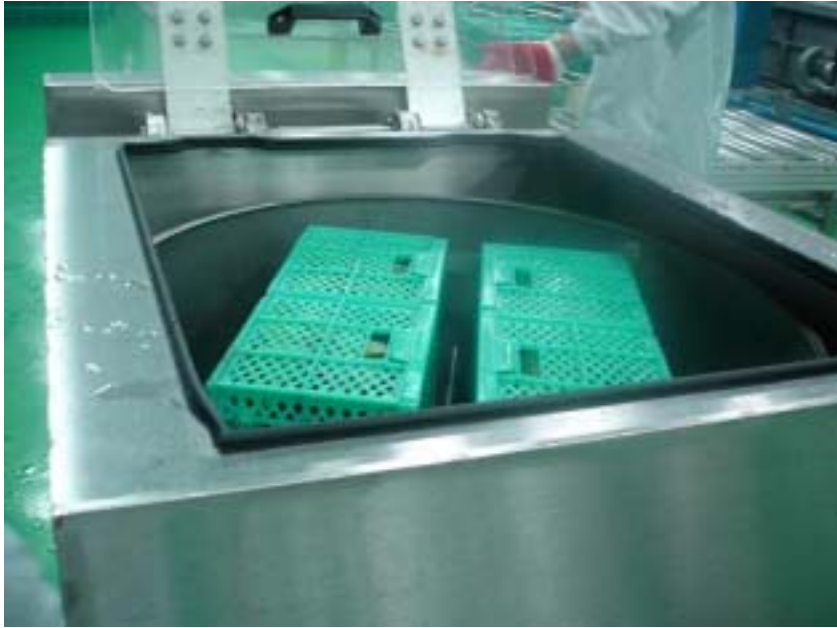




<사진 22> 세척조로 이송



<사진 23> 1차 세척조에서 세척



<사진 24> 탈수장치에서 강제탈수



<사진 25> 세척 후 보관 I





<사진 26> 세척 후 자연적치에 의한 건조 II



<사진 27> 깻잎 날포장 I



<사진 28> 깻잎 날포장 작업 II



<사진 29> 깻잎 날포장 검사



<사진 30> 날포장 통기공 부여를 위한 천공 작업



<사진 31> 갯잎 PP 필름대 날포장



<사진 32> 곶포장 골판지 상자에 적입



<사진 33> 곶포장 골판지 상자내 배열 (2열 x 3줄 x 5단 = 30개)





<사진 34> 국립식물검역소의 검역



<사진 35> T11형 파렛트 적재작업



<사진 36> 종이앵글과 PP밴드에 의한 파렛트 적재물 고정작업



<사진 37> 완성된 파렛트 적재물 고정



<사진 38> 창고에서 냉장 컨테이너로 이송



<사진 39> 냉장컨테이너에 적재



<사진 40> 냉장컨테이너에 적재 완료



<사진 41> 냉장 컨테이너 내에서 에어백에 의한 완충·고정





<사진 42> 일회용 진동·충격계(SHOCK WATCH) 부착



<사진 43> 온습도 기록계 부착



<사진 44> 냉장 컨테이너 온도 설정(2℃)



<사진 45> 냉장 컨테이너 환기구 설정(20% 개구)



<사진 46> HANARO U.S.A INC.사 전경



<사진 47> HANARO U.S.A INC.사 냉장창고



<사진 48> HANARO U.S.A INC.사 냉장창고에서 3일간 보관된 상태



<사진 49> HANARO U.S.A INC.사 냉장창고에서 상품성 검사

유통시험결과 무공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎의 경우가 <사진 50>~<사진 55>에서 보는 바와 같이 우수한 상품성을 유지하는 것으로 확인되었다. 극히 일부에서 깻잎 끝부분에 검은 반점이 생긴 것을 확인할 수 있었다.

다음으로는 유공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎과 유공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎이 대체로 상품성을 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 일부 깻잎들에서 <사진 56>에서 보는 바와 같이 깻잎 일부에 검은 반점이 생긴 것과 <사진 57>에서 보는 바와 같이 깻잎의 상당부분이 검게 변해버린 것을 확인할 수 있었다.

무공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 상당부분 상품성을 잃은 것으로 확인되었다. <사진 58~59>에서 보는 바와 같이 깻잎에 일부에 검은 반점이 생긴 것과 <사진 60>에서 보는 바와 같이 깻잎의 대부분이 검게 변해버린 것을 확인할 수 있었다.

상기 결과로부터 2℃ 냉장컨테이너로 선박 수송 시 무공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎의 경우가 가장 높은 상품성을 유지하는 것으로 확인되었다. 유공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎과 유공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎의 경우에도 어느 정도의 상품성이 유지되는 것으로 확인되었다. 하지만 무공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 상품성이 많이 떨어지는 것으로 확인되었다.

또한 HANARO U.S.A INC.사 냉장창고에서 깻잎의 상품성을 확인하던 중 <사진 61>과 <사진 62>에서 보는 바와 같이 깻잎 날포장 bag 내부에 물방울이 다소 맺혀 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 깻잎 수확 후 세척 시 완벽한 탈수가 제대로 이루어지지 않은 점과 포장작업라인의 작업실 온도가 약 16.2℃이었고 날포장 후 약 3℃의 저장창고에서 보관하던 중 결로현상에 기인한 것으로 분석되었다. 깻잎의 경우 세척 후 수분의 탈수 여부가 상품성 유지에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 향후 세척 후 탈수와 포장라인과 보관창고의 온도차를 줄여 결로현상의 막을 수 있다면 상품성을 더 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

겉포장 골판지 상자의 경우 유통과정 중 찌그러짐 현상을 거의 발견할 수 없었는데, 적절하게 설계되었음을 알 수 있었다. 하지만 원가절감 차원에서는 상자 강도를 좀 더 낮추는 방안을 고려하여야 한다.

냉장 컨테이너의 한국에서 미국까지의 트럭 및 선박 수송 중 내용제품에 영향을 줄 만큼의 진동·충격은 가해지지 않은 것으로 확인되었다. <사진 63>에서 진동·충격 기록계는 노란색은 25G, 청색은 37G, 빨간색은 50G에서 충격을 받으면 중간에 위치한 흰색 판이 빨간색으로 변하는 일회용이다. 일회용 진동·충격 기록계 25G, 37G, 50G 모두 변화가 없었음을 확인하였다.



<사진 50> 상품성이 우수한 깻잎 I (날포장-무공 · 골판지 상자-유공)



<사진 51> 상품성이 우수한 깻잎 II (날포장-무공 · 골판지 상자-유공)





<사진 52> 상품성이 우수한 깻잎Ⅲ (날포장-무공·골판지 상자-유공)



<사진 53> 상품성이 우수한 깻잎Ⅳ (날포장-무공·골판지 상자-유공)



<사진 54> 상품성이 우수한 깻잎Ⅴ (날포장-무공·골판지 상자-유공)



<사진 55> 상품성이 우수한 깻잎Ⅵ (날포장-무공·골판지 상자-유공)





<사진 56> 검은 반점이 생긴 경우  
(날포장-유공 · 골판지 상자-무공, 날포장-유공 · 골판지 상자-유공)



<사진 57> 상당부분이 검게 변해버린 깻잎  
(날포장-유공 · 골판지 상자-무공, 날포장-유공 · 골판지 상자-유공)



<사진 58> 검은 반점이 생겨 상품성을 잃은 껌잎 I (날포장-무공 · 골판지 상자-무공)



<사진 59> 검은 반점이 생겨 상품성을 잃은 껌잎 II (날포장-무공 · 골판지 상자-무공)



<사진 60> 대부분이 검게 변해버린 깻잎 (날포장-무공 · 골판지 상자-무공)



<사진 61> 물기가 많은 깻잎



<사진 62> Bag 내부에 물방울이 매쳐 있는 날포장



<사진 63> 일회용 진동·충격계(SHOCK WATCH) - 유통시험 후

## 2. 협동기관 (한국포장시스템연구소 이명훈)

### 가. 기존포장 현황 조사 및 분석

#### 1) 깻잎, 풋고추, 시금치의 국내 유통현황 분석

국내에서 대상품목이 유통되는 현황은 크게 다음과 같이 구분된다.

첫째, 재래시장과 일부 소규모 야채상에서는 대부분 날포장이 없는 상태로 유통되고 있다. 깻잎은 10장 단위로 폴리끈 등으로 묶는 경우가 일반적이고 시금치의 경우 약 400g 정도의 무게를 쥘 등으로 묶는 것이 대부분이다. 소비자의 구매 패턴도 풋고추는 소비자들이 구입량을 스스로 선택하며 깻잎과 시금치는 묶음 단위로 구입하고 있다. 따라서 날포장은 없다고 봐야 하며 곁포장은 운반을 위하여 플라스틱대나 PP대 혹은 일부분 저급의 골판지 상자가 사용되고 있다. 깻잎의 경우 10개씩 접어 묶은 후 HDPE 필름으로 벌크 포장하여 곁포장 골판지 상자에 넣어 유통하고 있는 경우도 있었다.

둘째, E마트나 하나로마트 등의 대형 할인점과 백화점의 야채코너 등에서는 대부분 <사진 64>와 같이 필름 bag이나 플라스틱 성형용기에 날포장을 하고 있다. 이때 필름 bag은 재질로 대부분 PP를 사용하고 있다. 이는 광택성이 우수한 PP의 성질을 이용, 상품성을 돋보이게 하는 판매전략 때문이다. PP bag의 밀봉은 접착제를 사용하거나 철끈으로 묶는 형식이 대부분 이었다. 성형용기의 재질은 PET나 발포폴리스티렌 페이퍼(PSP)이 대부분 이었다. 발포폴리스티렌 페이퍼(PSP) 트레이의 경우 깻잎이나 풋고추를 올려놓은 후 PE계통의 랩으로 싸는 형식이었다. 이것들은 대개 <사진 65>처럼 곁포장 골판지상자에 적입되고 있다.

날포장의 경우 필름 bag에 적입하면 PSP 트레이나 PP성형용기에 적입하는 경우보다 부피가 줄어들어 곁포장상자의 부피조정에 유통성을 가질 수 있다. 수출용 곁포장상자는 물류비용을 감안할 때 가능하면 부피가 작아야 하기 때문에 트레이나 용기 날포장은 배제하는 방향으로 연구를 진행하였다. 곁포장상자는 풋고추의 경우 <사진 65>에서와 같이 440x330x275mm 규격의 10kg 상자(DW-AB)가 일반적으로 유통되고 있으며 깻잎은 <사진 65>에서와 같이 440x330x210mm 규격의 4kg 상자(SW-A)가 대부분이다.





<성형용기>



<필름 bag>



<필름 bag>



<PSP 트레이>

<사진 64> 갯잎, 풋고추의 국내유통 날포장



<사진 65> 깻잎, 풋고추의 국내유통 겉포장상자

## 2) 깻잎, 풋고추, 시금치의 미국시장 유통현황 분석

미국 현지를 직접 방문하여 유통시험을 실시하고 깻잎, 풋고추, 시금치의 미국시장 유통현황을 조사한 주관기관으로부터 자료를 인수받아 분석하였다. 일차적으로 미국의 한국 교포들을 대상품목들의 주 소비계층으로 하였기 때문에 한인 그로서리 스토어에서의 판매 행태를 분석하였다.

LA의 Korea Town에는 수백 개의 대소 야채가게가 존재하며 국내와 마찬가지로 포장 측면에서 이원화의 판매양태를 보이고 있다.

즉, LA의 대형 야채가게나 고급주택가인 Garden Grove의 야채전문점에서는 깻잎이나 풋고추의 날포장으로 <사진 66>과 같이 발포폴리스티렌 페이퍼(PSP) 트레이 포장을 채택하고 있었고, 일부 풋고추는 LDPE 필름 bag 뒷면에 그물망 형태의 특수구조를 가지는 것도 있었다. 시금치의 경우에는 필름 bag 포장을 채택하고 있다. 시금치 날포장의 필름 bag 은 국내와는 달리 필름포장에 LDPE 재질을 사용하고 있다.

저가품점이나 소형마켓에서는 <사진 67>과 같이 무포장 상태로 유통되는 것이 일반적이었다. 심지어 깻잎의 경우 줄기에 달려있는 것을 그대로 판매하는 경우도 확인되었다.

하지만 <사진 68>과 <사진 69>에서 보는 바와 같이 모든 마켓에서의 입고 시 파렛트 적재를 기본으로 하고 있고 미국과 같이 인건비가 비싼 국가에서는 특히 신경을 써야 할 부분임을 알 수 있었다. 이러한 측면에서 농산물 수출에 있어 파렛트의 사용은 필수적인 요건이 된다.

현재 미국 현지에서 팔리고 있는 대부분의 깻잎, 풋고추, 시금치는 현지 재배한 것들이며 일부가 한국에서 항공수송을 통하여 수입, 판매되고 있다. 현지 소비자들의 반응과 주관 기관 조사팀의 자료를 분석하면, 풋고추와 시금치에 비해 깻잎의 경우 국내산과 미국산의 향미가 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 즉, 미국산은 깻잎의 독특한 향미가 거의 느껴지지 않는 반면 국내산은 아주 진한 향미를 가지고 있어 한국인의 미각과 향수를 달래줄 수 있다고 판단된다. 적어도 깻잎만큼은 미각 측면에서 뚜렷한 경쟁력을 확보할 수 있으므로 이에 대한 날포장과 겉포장의 개발에 좀 더 많은 노력을 기울여야 할 것으로 판단된다. 현지 한인 마켓에서 장을 보는 교포들 약 30여명을 대상으로 인터뷰한 결과, 한국산 깻잎이라면 1.5배의 가격까지 기꺼이 지불하고 구입하겠다는 반응을 얻었다.

깻잎, 풋고추, 시금치에 대한 겉포장 상자는 현지에서 찾아볼 수 없어서 조사 분석에서 제외하였다.





<깻잎-PSP트레이>



<풋고추-net 필름 bag>



<풋고추-PSP트레이>



<시금치-필름 bag>

<사진 66> 대상품목의 미국시장 유통 날포장



<사진 67> 대상품목의 미국시장 무포장 유통상태





<사진 68> 미국 LA 한인 마켓



<사진 69> 미국 한인 마켓에 파렛트 화물 입고

### 3) 깻잎, 풋고추, 시금치의 품질변화 및 품질 영향 요인 분석

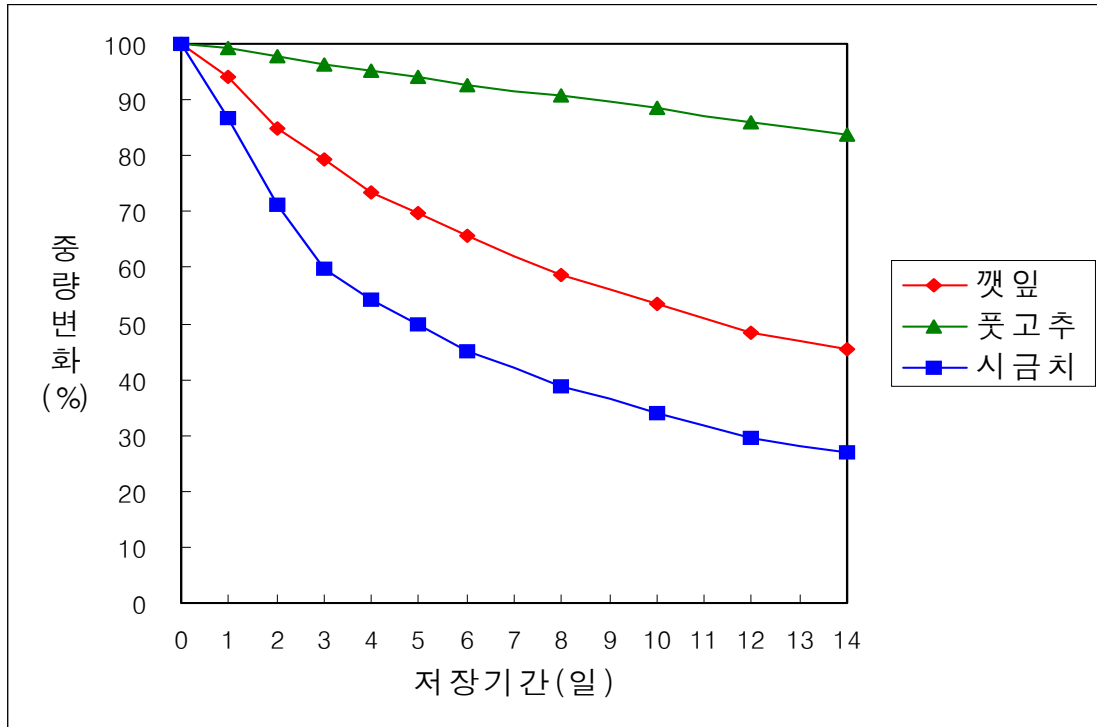
깻잎 수확 후 실온(20℃)에서는 2~3일간, 저온(3℃)에서는 6일간 저장이 가능하고, 비닐포장을 하게 되면 실온에서는 12일간, 저온에서는 20일간 저장이 가능하다. 또한 깻잎의 비타민C 함량은 생체 중으로 23mg%이었고, 저장 4일째까지는 모든 처리구에서 16mg%이상이었으나 그 후에는 크게 감소하였으며 비닐포장을 하게 되면 저장 8일 후에는 실온에서는 7mg%, 16일 후에는 8mg% 정도는 유지된다.

풋고추는 수확시 품온이 약 25℃ 정도 되므로 수확후 바로 예냉이 필요한 작목이다. 그러나 너무 지나친 예냉은 수분손실에 의한 왜조현상(쭈글쭈글해짐)이 생기고 5℃ 이하가 되면 저온장해를 받는다. 그러나 보통 저온저장고(2~4℃)에서 하룻밤 방치, 예비 냉각하여도 저온장해를 받지 않는다. 정상과 풋고추는 후숙을 촉진시키는 에틸렌 가스발생율이 20℃에서 0.1~1.0 $\mu$ l C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> /kg-hr로 낮으며 환경가스 조절 저장시 최소유지 산소농도가 3%이어야 하며 호흡억제를 위한 탄산가스 허용농도는 5% 이다. 따라서 예냉시킨 풋고추를 5~7℃ 부근에서 유지 저장하고 습도는 90%로 유지시켜 주어야 한다. 풋고추의 무포장 상태에서는 저장기간 경과에 따라 증산작용과 수분감소로 쭈글쭈글해지고 바로 부패되므로 PE밀봉 저장을 한다. 비닐 밀봉시는 반드시 예냉을 시킨 풋고추를 넣어야 한다. 만일 품온이 높은 풋고추를 저장하면 봉지내면에 호흡증산에 의한 물방울이 많이 맺혀 수적 미생물의 오염이 되기 쉽고 과습에 의한 연화로 바로 부패가 된다.

시금치는 분무기 등으로 수분을 뿌려주거나 신문지에 물기를 적신 뒤 싸서 냉장고에 보관해주고 뿌리를 아래로 해서 4~5℃의 저온 관리 상태로 일주일 이내 사용하는 것이 좋다. 최근에는 폴리에틸렌에 포장하고, 3%정도의 CO<sub>2</sub>를 충전하여 상온에서 2~3일(무포장 2일), 5~7℃에서 14일 (무포장 7일)정도의 신선한 품질을 유지하는 방법이 많이 쓰이고 있다. 시금치는 수확 후의 품질저하가 빠르므로 수확 후 신속히(3시간 이내) 온도를 내려줄 필요가 있다.

본 연구에서 깻잎, 풋고추, 시금치는 냉장컨테이너에 의한 수송으로 20일 정도의 유통기간이 소요되는 점을 감안하여 3℃, 60%RH.에서 무포장 상태로 14일간 보관하여 품질변화를 측정하였다. 측정결과 <그림 18>에서 보는 바와 같이 깻잎은 4일 경과까지는 다소 빠르게 중량이 감소하다가 5일 경과부터는 서서히 중량이 감소함을 나타내었다. 깻잎은 14일 경과 후 54.6%의 중량이 감소하였다. 풋고추는 깻잎에 비해 서서히 중량이 감소함을 나타내었다. 풋고추는 14일 경과 후 16.1%의 중량이 감소하였다. 시금치는 깻잎, 풋고추에 비해

3일 경과까지는 급격이 증량이 감소하였고, 그 이후에도 꾸준히 증량이 감소하였다. 시금치는 14일 경과 후 73.2%의 증량이 감소하였다.



<그림 18> 깻잎, 풋고추, 시금치의 증량변화 (무포장, 3℃, 60%RH.)

깻잎의 경우 <사진 70>에서 보는 바와 같이 2일 경과부터 시들기 시작하였고, 4일 경과부터는 검은 반점이 생겨나기 시작하여 7일 경과부터는 전체가 검게 변해 상품성을 완전히 상실하였다. 풋고추는 <사진 71>에서 보는 바와 같이 7일 경과부터 꼭지 끝부분이 시들고 표면이 주글주글해지는 왜조현상이 약하게 나타나기 시작하였으며 12일 경과 후부터는 풋고추 끝부분이 옅은 황갈색으로 변하기 시작하였으며 14일 경과까지 지속되었다. 시금치는 <사진 72>에서 보는 바와 같이 1일 경과부터 시들기 시작하여 상품성을 상실하였으며, 4일 경과까지 급속히 시들어 버렸다. 5일 경과부터도 서서히 시들기 시작하여 10일 경과 후부터는 거의 시들어 버렸다.



<시험전>



<2일 경과>



<4일 경과>



<7일 경과>

<사진 70> 갯잎의 품질변화 (무포장, 3℃, 60%RH.)



<시험전>



<7일 경과>



<14일 경과>

<사진 71> 풋고추의 품질변화 (무포장, 3℃, 60%RH.)





<시험전>



<2일 경과>



<4일 경과>

<사진 72> 풋고추의 품질변화 (무포장, 3℃, 60%RH.)



나. 상품성 시험 및 분석

1) 깻잎, 풋고추, 시금치 필름류 기존 날포장의 상품 보관수명 측정시험 및 분석

현재 국내 유통 중인 깻잎, 풋고추의 날포장과 동일한 포장재로 <표 17>과 같이 날포장을 하여 보관수명을 측정하였다. 시금치는 날포장을 하고 있지 않아 깻잎·풋고추와 동일한 재질로 날포장을 하였다. 앞의 실험에서와 같이 냉장컨테이너에 의한 수송으로 20일 정도의 유통기간이 소요되는 점을 감안하여 <사진 73>과 같이 온도 3℃와 습도 65%RH. 이상으로 조절된 항온항습기에 20일간 보관하여 품질변화를 측정하였다. 날포장은 유공 bag과 무공 bag으로 각각 설계하였다. 유공 bag의 경우 깻잎과 풋고추의 날포장용 bag에 앞뒷면에 각각 4개씩의 구멍(직경 5mm)을 부여하였고, 시금치는 앞뒷면에 각각 6개씩의 동일한 구멍을 부여하였다.

<표 17> 깻잎, 풋고추, 시금치의 상품 보관수명 측정을 위한 날포장

구 분	재 질	치수(mm)	중량(g)
깻 잎	PP (40 $\mu$ m)	160×200	40
풋고추	PP (40 $\mu$ m)	160×220	200
시금치	PP (40 $\mu$ m)	250×300	450

측정결과 <표 18>과 <그림 19>~<그림 21>에서 보는 바와 같이 무공 날포장은 깻잎, 풋고추, 시금치 모두 거의 중량변화를 보이지 않았다. 유공 날포장의 경우 깻잎은 지속적으로 서서히 중량이 감소하여 20일 경과 후에는 23.7%의 중량 감소를 나타내었다. 풋고추는 20일 경과 후의 중량감소가 15.3%로 깻잎이나 시금치에 비해 중량 감소가 적었다. 시금치는 깻잎이나 풋고추에 비해 중량감소 속도가 빨랐으며 20일 경과 후 30.3%의 중량감소를 나타내었다.

깻잎의 경우 <사진 74>에서 보는 바와 같이 무공 날포장에서는 20일 경과 후에도 시들거나 검은 반점이 생기는 점을 관찰할 수 없었다. 유공 날포장에서는 12일 경과 후에 깻

잎의 끝이 약간 마르기 시작하였으며, 15일 경과 후부터는 약간의 검은 반점이 생기기 시작하였다. 풋고추의 경우도 <사진 75>에서 보는 바와 같이 무공 날포장에서는 20일 경과 후에도 꼭지부분이 시들거나 표면의 왜조현상을 관찰할 수 없었다. 유공 날포장에서는 12일 경과 후부터 꼭지부분이 시들기 시작하였고 왜조현상을 관찰할 수 있었다. 이러한 현상은 20일 경과까지 지속되었다. 시금치의 경우 <사진 76>에서 보는 바와 같이 무공 날포장에서는 15일 경과 후부터 시금치 일부에서 시드는 현상을 관찰할 수 있었다. 유공 날포장에서는 6일 경과 후부터는 시들기 시작하였고, 10일 경과 후부터는 이러한 현상이 더욱 심하게 진행되었다.

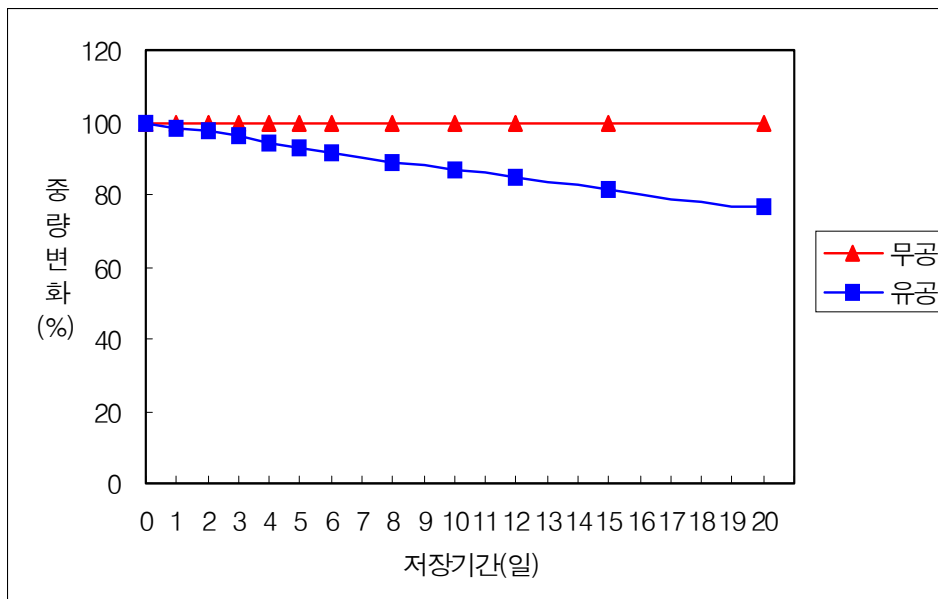
상기 결과로부터 풋고추나 깻잎의 무공 날포장은 온도 3℃와 습도 65%RH. 이상이 유지된다면 20일 정도의 장기유통에도 충분한 상품성을 유지할 수 있을 것으로 판단되며, 유공 날포장은 장기유통과정에서의 품질변화를 더욱 억제할 수 있는 방안 모색이 필요하겠다. 시금치의 경우는 유공 날포장보다는 무공 날포장이 가능성이 있는 것으로 판단되지만 이 또한 장기유통과정에서의 품질변화를 억제할 수 있는 방안 모색이 필요하겠다.



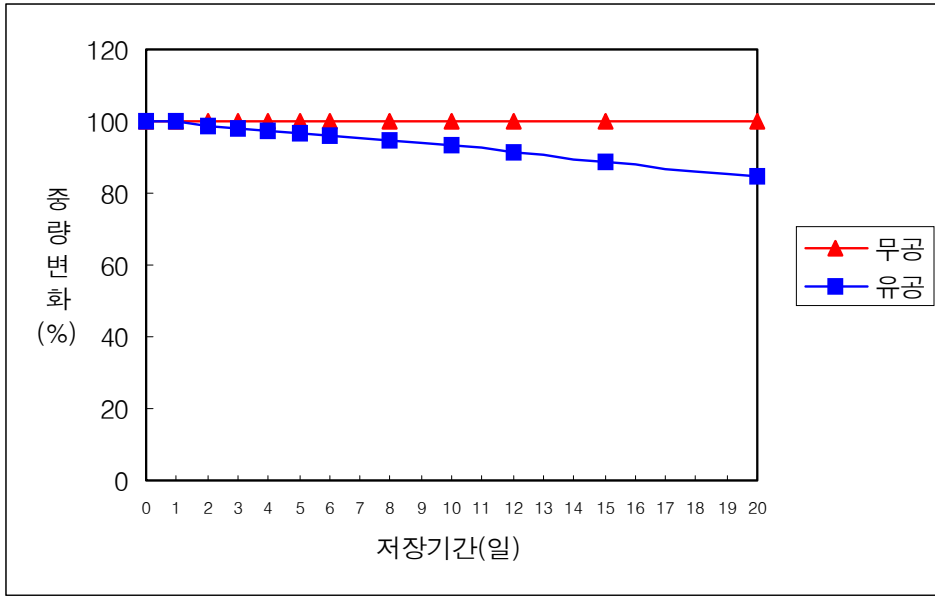
<사진 73> 항온항습시험 (3℃, 65%RH.이상)

<표 18> 깻잎, 시금치, 풋고추의 시간경과에 따른 중량변화 (PP 날포장, 3℃, 60%RH.)

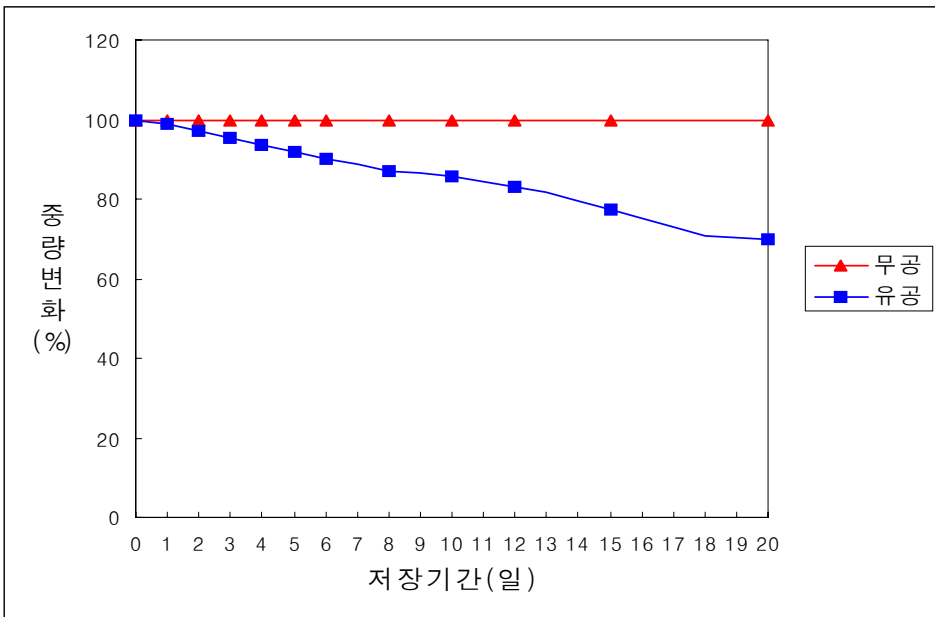
구 분		중 량 변 화 (%)												
		초기	1일	2일	3일	4일	5일	6일	8일	10일	12일	15일	20일	
깻잎	무공	100	100	100	100	100	100	100	100	99.9	99.8	99.8	99.7	99.6
	유공	100	98.5	97.5	96.2	94.4	92.8	91.4	88.9	87.0	84.7	81.2	76.3	
풋고추	무공	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.9	99.8	99.8	
	유공	100	99.7	98.9	98.2	97.4	96.8	96.0	94.6	96.4	91.5	88.7	84.7	
시금치	무공	100	100	100	100	100	99.9	99.9	99.9	99.9	99.8	99.8	99.6	
	유공	100	98.7	97.2	95.4	93.6	91.9	90.1	87.2	85.9	83.1	77.2	69.7	



<그림 19> 깻잎의 저장기간에 따른 중량감소 (PP 날포장, 3℃, 65%RH.)



<그림 20> 풋고추의 저장기간에 따른 중량감소 (PP 날포장, 3°C, 60%RH.)



<그림 21> 시금치의 저장기간에 따른 중량감소 (PP 날포장, 3°C, 65%RH.)



<무공-보관전>



<무공-20일 경과 >



<유공-보관전>



<유공-20일 경과>

<사진 74> 깻잎의 시간경과에 따른 상태변화 (PP 날포장, 3℃, 65%RH.)



<무공-보관전>



<무공-20일 경과 >



<유공-보관전>



<유공-20일 경과 >

<사진 75> 풋고추의 시간경과에 따른 상태변화 (PP 날포장, 3℃, 65%RH.)





<무공-보관전>



<무공-20일 경과 >



<유공-보관전>



<유공-20일 경과 >

<사진 76> 시금치의 시간경과에 따른 상태변화 (PP 날포장, 3℃, 65%RH.)

2) 깻잎, 풋고추, 시금치 겉포장 골판지상자의 기존포장 강도 분석 및 시제품 제작

가) 깻잎, 풋고추, 시금치의 농산물 표준출하규격 분석

농산물품질관리원에서 관장하고 있는 <농산물 표준출하규격>은 국내 농산물을 대상으로 한 것이기 때문에 수출 농산물에는 적용되지 않으나 향후 우리 농산물의 본격적인 수출을 대비하여 비교분석해 볼 필요는 있다. 농산물 표준출하규격은 우리나라의 일관수송체계 (Unit Load System)에 맞는 표준파렛트 T11형(1,100x1,100mm)에 정합하는 포장규격이며 T11형 파렛트가 국제표준 파렛트의 하나인 만큼 가능하면 이와 동일한 규격을 사용하는 것이 좋다고 판단된다. 다만 미국 수출품목의 경우, 최근 미국에서 강력하게 밀어붙이고 있는 T12형(1,200x1,000mm) 표준파렛트 규격에 정합하는 포장규격을 고려할 필요가 있을 것이다. <표 19>는 농산물 표준출하규격에 명시된 깻잎, 풋고추, 시금치의 포장 규격을 나타낸 것이다.

<표 19> 깻잎, 풋고추, 시금치의 농산물 표준 출하규격

항목	품 목 명		
	풋고추	깻 잎	시금치
외 치 수 (mm)	366x275x180~200 440x330x135~275	366x275x200(2kg) 440x330x210(4kg)	412x275x190(4kg) 550x366x280(10kg) 412x343x300(10kg)
골판지 품질 (KS A1502기준)	SW2(4kg box) DW1(10kg box)	SW1(2kg) SW2(4kg)	SW2(4kg box) DW1(10kg box)
압축강도	250kg(4kg box) 300kg(10kg box)	200kg(2kg) 200kg(4kg)	200kg(4kg) 300kg(10kg)
상자형태	RSC*	RSC	RSC
발수도	R4 이상	R4 이상	R6 이상
통기공	1, 3면에 각각 2개	통기공 없음	1, 3면에 각각 2개

\* RSC : Regular Slotted Container, 0201형 상자(과거 A-1형 상자)

\*\* 상자 높이는 20mm tolerance 인정



<표 19>에 나타난 상자 규격은 장, 폭을 기준으로 7개 규격이 언급되어 있는데 꺾고추와 깻잎은 같은 규격이기 때문에 5개 규격으로 분류된다. 이 규격들은 모두 T11형 파렛트에 적재효율이 90% 이상이다. 하지만 T12형 파렛트에도 적재효율이 높은 규격은 하나도 없기 때문에 수출포장용 규격으로는 별도의 치수규격을 고려하여야 한다.

포장강도 기준도 상온유통에 맞추어져 있기 때문에 10℃ 이하의 저온유통 체계에 적용하기 위해서는 대폭적인 조정이 필요하다. 기본적으로는 포장재질 자체를 바꾸어야 한다. 대부분의 국내산 포장원지는 고지를 많이 섞어 제조하기 때문에 강도가 떨어지며 특히 수분에 매우 취약하다. 내수처리가 되지 않은 골판지원지 중에서 농산물에 흔히 사용되는 S원지는 수분에 가장 약한 원지로 나타나고 있으므로 저온유통에는 사용하지 않아야 한다. 따라서 <표 19>에 명시된 압축강도는 저온유통 시스템에서는 별 의미가 없으므로 규격을 설정할 때는 차라리 원지 구성 자체를 정확하게 명시하는 것이 더 효과적이다.

발수도 역시 현재와 같이 R4 혹은 R6로 명시하는 것은 별로 의미가 없다. 그 이유는 저온유통시스템에서는 수분이 상자의 표면뿐만 아니라 골심지에도 스며들어가기 때문에 표면 발수도만을 의미하는 R4 혹은 R6의 규정으로는 충분하지 않기 때문이다. 또한 발수도를 명확하게 측정하기가 어렵고 제조업체에서도 이를 정확하게 맞추어 제조하기도 어렵다.

결론적으로 농산물 표준출하규격에 나타난 포장표준은 저온유통 체계의 수출용 포장에는 적용하기 어려우므로 새로운 규격을 모색하기로 하였다. 다만 가장 중요한 포장치수규격의 경우, KS A 1002에 명시된 69종의 표준치수중에서 T11형과 T12형 파렛트에 모두 적재효율이 좋은 치수를 적극적으로 활용하는 방안을 검토하였으나 앞장에서 설명한 바와 같이 날포장의 규격과 이것들의 자연스러운 겹포장상자에의 적입을 고려하여 깻잎과 꺾고추는 370x330x170mm, 시금치는 490x295x220mm의 겹포장상자 규격을 도출하였다.

#### 나) 깻잎, 꺾고추, 시금치 겹포장 골판지상자의 시제품 제작

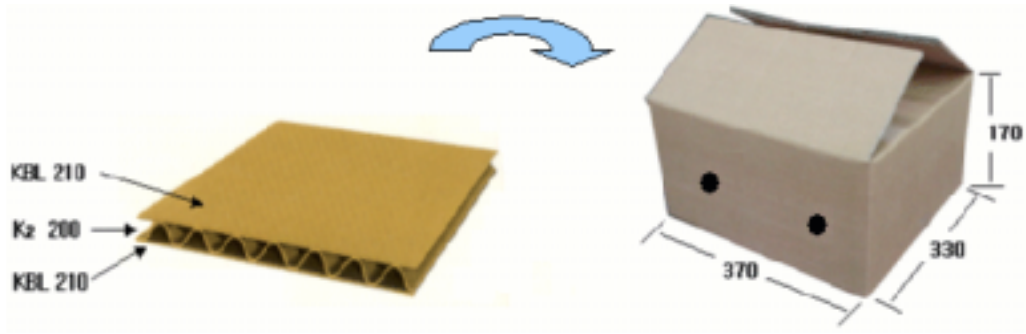
주관기관에서의 외포장 강도요인 분석 및 규격 설정을 토대로 깻잎, 꺾고추, 시금치의 겹포장 골판지 상자를 <표 20>, <그림 22~24>, <사진 77~78>과 같이 설계, 제작하였다.

앞에서 언급되었던 바, 대부분의 국내산 포장원지는 고지를 많이 섞어 제조하기 때문에 강도가 떨어지며 특히 수분에 매우 취약하기 때문에 내수처리가 되지 않은 골판지원지 중에서 농산물에 흔히 사용되는 S원지는 수분에 가장 약한 원지로 나타나고 있으므로 저온유통에는 사용하지 않아야 하기 때문에 배제하였다.

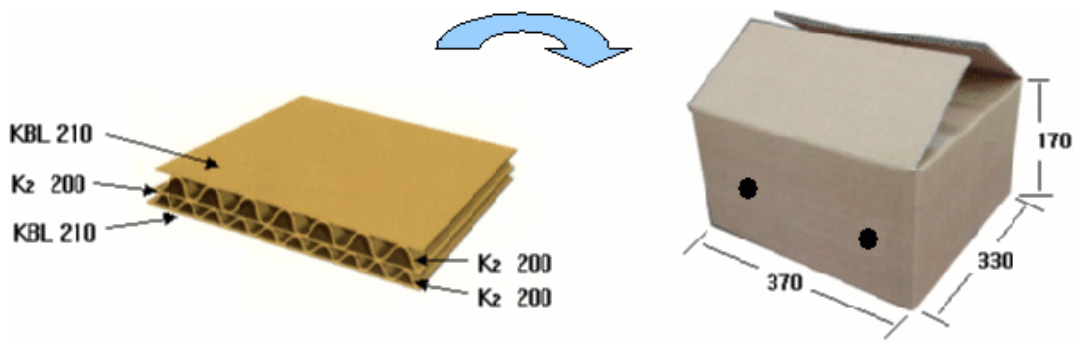
냉기 순환을 위한 골판지 상자의 통기공은 상자의 2면과 4면에 직경 30mm의 원형으로 각각 2개씩 부여하였다.

<표 20> 곁포장 골판지 상자설계

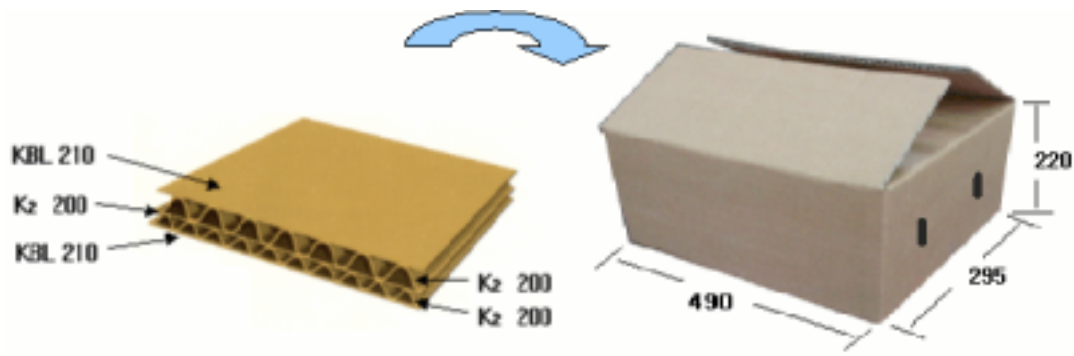
구 분	곁 잎	푼고추	시금치
상자형식	0201형 	0201형 	0201형 
상자형태	A골 양면골판지 상자	AB골 이중양면골판지상자	AB골 이중양면골판지상자
상자규격	370×330×170mm	370×330×170mm	490×295×220mm
재질구성	KLB175/K <sub>2</sub> 200/ KLB175	KLB175/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200 /K <sub>2</sub> 200/KLB175	KLB175/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200 /K <sub>2</sub> 200/KLB175
이론압축강도	314.4kg	637.9kg	662.7kg
통기공(개소)	크기 : 직경 30mm 2면, 4면 중앙에 각각 2개씩	크기 : 직경 30mm 2면, 4면 중앙에 각각 2개씩	크기 : 직경 30mm 2면, 4면 중앙에 각각 2개씩



<그림 22> 깻잎(2kg) 곁포장 골판지상자 설계(안)



<그림 23> 풋고추(4kg) 곁포장 골판지상자 설계(안)



<그림 24> 시금치(4kg) 곁포장 골판지상자 설계(안)



<사진 77> 깻잎(2kg) 상자 시제품



<사진 77> 풋고추(4kg) 상자 시제품

#### 다. 깻잎 수출을 위한 모의 유통시험

깻잎 수출을 위해 날포장 bag과 겉포장 골판지 상자의 최종(안)을 토대로 모의 유통시험을 실시하였다. 모의 유통시험은 만인산 농협 산지유통센터의 협조를 얻어 저장창고에서 실시하였다. 저장창고의 온도는 2℃로 설정하여 21일 동안 깻잎의 중량변화와 상품성을 확인하였다.

시료는 세척, 예냉한 깻잎 10개씩 3묶음을 넣은 날포장 bag을 30개씩 겉포장 골판지 상자에 적입하고, 2개의 겉포장 골판지 상자에서 이중 10개씩을 시료로 정하였다.

시료는 다음의 4가지 형태로 포장하여 시험하였다.

- 무공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장
- 유공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장
- 무공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장
- 유공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장

모의 유통시험결과 상기의 4가지 포장형태 중 무공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎의 경우가 가장 상품성의 좋은 것으로 확인 되었다. 일부 깻잎에서 작은 검은 반점이 생긴 것을 확인할 수 있었다. 다음으로는 유공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 것이 상품성을 좋은 것으로 확인되었고, 근소한 차이로 유공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎이 상품성이 좋은 것으로 확인되었다. 무공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 가장 상품성이 떨어지는 것으로 확인 되었다.

상품성이 떨어지는 깻잎들은 대부분 검은 반점들이 생겼고, 심한 경우 깻잎 대부분이 검게 타버린 경우도 발생하였다. 이는 세척 후 완전한 탈수가 제대로 이루어지지 않았거나, 포장 시 온도와 냉장창고에서의 온도차로 결로현상에 기인한 것으로 판단된다. 상품성 확인은 가장 우수한 것에 3점, 비교적 우수한 것에 2점, 상품성이 없는 것에 1점을 부여하여 점수화 하였다.

중량 감소는 <표 21~24>, <그림 25>에서 보는 바와 같이 무공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 0.39%, 유공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 1.12%, 무공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 0.46%, 유공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 2.79%의 중량감소를 각각 보였다.

<표 21> 깻잎수출을 위한 모의 유통시험 (상자 통기공 無, bag 통기 無)

깻잎 시료 NO	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)	상품성
시료 No. 1	78.82	78.53	0.29	0.37	4
시료 No. 2	82.75	82.45	0.30	0.36	9
시료 No. 3	79.47	79.32	0.15	0.19	5
시료 No. 4	89.88	89.70	0.18	0.20	3
시료 No. 5	77.95	77.69	0.26	0.33	5
시료 No. 6	72.16	71.84	0.32	0.44	4
시료 No. 7	77.23	76.78	0.45	0.58	4
시료 No. 8	73.23	72.95	0.28	0.38	6
시료 No. 9	69.30	69.20	0.10	0.14	3
시료 No. 10	75.60	75.45	0.15	0.20	5
시료 No. 11	66.79	66.43	0.36	0.54	6
시료 No. 12	65.75	65.50	0.25	0.38	4
시료 No. 13	59.87	59.63	0.24	0.40	6
시료 No. 14	61.77	61.54	0.23	0.37	5
시료 No. 15	61.52	61.29	0.23	0.37	6
시료 No. 16	60.50	60.07	0.43	0.71	4
시료 No. 17	68.72	68.26	0.46	0.67	7
시료 No. 18	71.35	71.01	0.34	0.48	6
시료 No. 19	69.50	69.29	0.21	0.30	6
시료 No. 20	65.21	64.87	0.34	0.52	4
평    균	71.37	71.09	0.28	0.39	5.10

<표 22> 깻잎수출을 위한 모의 유통시험 (상자 통기공 無, bag 통기 有)

깻잎 시료 NO	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)	상품성
시료 No. 1	83.25	82.66	0.59	0.71	6
시료 No. 2	80.95	80.26	0.69	0.85	5
시료 No. 3	66.88	65.92	0.96	1.44	7
시료 No. 4	72.00	71.09	0.91	1.26	5
시료 No. 5	74.99	74.37	0.62	0.83	6
시료 No. 6	65.86	65.09	0.77	1.17	5
시료 No. 7	62.59	61.83	0.76	1.21	7
시료 No. 8	76.74	75.65	1.09	1.42	4
시료 No. 9	78.49	77.38	1.11	1.41	8
시료 No. 10	66.91	66.25	0.66	0.99	7
시료 No. 11	66.71	65.80	0.91	1.36	9
시료 No. 12	65.12	64.48	0.64	0.98	8
시료 No. 13	64.88	64.35	0.53	0.82	7
시료 No. 14	61.12	60.45	0.67	1.10	6
시료 No. 15	73.18	72.20	0.98	1.34	6
시료 No. 16	72.44	71.83	0.61	0.84	5
시료 No. 17	73.50	72.30	1.20	1.63	8
시료 No. 18	67.67	66.91	0.76	1.12	3
시료 No. 19	66.42	65.36	1.06	1.60	8
시료 No. 20	70.17	68.59	1.58	2.25	6
평    균	70.49	69.64	0.86	1.21	6.30

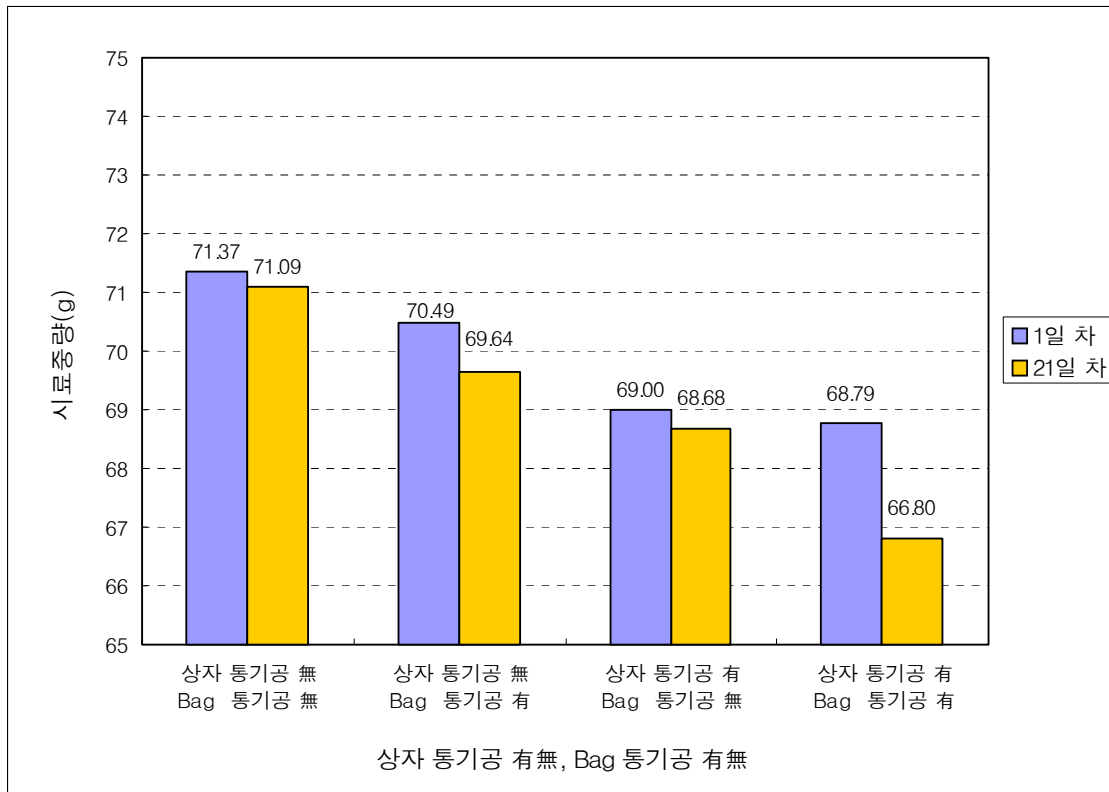
<표 23> 깻잎수출을 위한 모의 유통시험 (상자 통기공 有, bag 통기 無)

깻잎 시료 NO	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)	상품성
시료 No. 1	73.67	73.37	0.30	0.41	7
시료 No. 2	68.70	68.39	0.31	0.45	7
시료 No. 3	68.57	68.35	0.22	0.32	5
시료 No. 4	76.97	76.73	0.24	0.31	6
시료 No. 5	76.10	75.82	0.28	0.37	8
시료 No. 6	71.12	70.75	0.37	0.52	5
시료 No. 7	73.60	73.29	0.31	0.42	7
시료 No. 8	64.26	64.02	0.24	0.37	8
시료 No. 9	87.88	87.59	0.29	0.33	4
시료 No. 10	76.22	75.97	0.25	0.33	8
시료 No. 11	62.69	62.45	0.24	0.38	5
시료 No. 12	67.45	66.93	0.52	0.77	6
시료 No. 13	63.06	62.77	0.29	0.46	6
시료 No. 14	67.06	66.63	0.43	0.64	7
시료 No. 15	66.91	66.63	0.28	0.42	7
시료 No. 16	62.63	62.21	0.42	0.67	6
시료 No. 17	60.00	59.72	0.28	0.47	7
시료 No. 18	60.63	60.34	0.29	0.48	5
시료 No. 19	71.21	70.66	0.55	0.77	8
시료 No. 20	61.29	60.99	0.30	0.49	9
평    균	69.00	68.68	0.32	0.46	6.55



<표 24> 깻잎수출을 위한 모의 유통시험 (상자 통기공 有, bag 통기 有)

깻잎 시료 NO	시험 전 중량(g) (1일 차)	시험 후 중량(g) (21일 차)	중량감소량 (g)	중량감소율 (%)	상품성
시료 No. 1	71.25	70.11	1.14	1.60	6
시료 No. 2	66.64	65.35	1.29	1.94	6
시료 No. 3	69.64	68.76	0.88	1.26	6
시료 No. 4	63.52	61.12	2.40	3.78	5
시료 No. 5	70.52	68.67	1.85	2.62	6
시료 No. 6	66.35	63.95	2.40	3.62	5
시료 No. 7	69.35	67.34	2.01	2.90	6
시료 No. 8	57.58	56.62	0.96	1.67	8
시료 No. 9	71.83	71.12	0.71	0.99	8
시료 No. 10	75.19	73.37	1.82	2.42	7
시료 No. 11	68.80	66.55	2.25	3.27	9
시료 No. 12	70.79	67.62	3.17	4.48	6
시료 No. 13	75.49	71.82	3.67	4.86	6
시료 No. 14	60.06	59.56	0.50	0.83	7
시료 No. 15	78.62	75.07	3.55	4.52	7
시료 No. 16	67.06	65.22	1.84	2.74	6
시료 No. 17	69.66	68.04	1.62	2.33	6
시료 No. 18	63.17	60.86	2.31	3.66	6
시료 No. 19	67.40	64.96	2.44	3.62	6
시료 No. 20	72.78	69.90	2.88	3.96	5
평    균	68.79	66.80	1.98	2.89	6.35



<그림 25> 포장형태별 깻잎의 모의 유통시험에 대한 중량 변화

## 제 4 절 결 론

선박에 의한 농산물의 대미 수출은 20여일 이상 상품성을 유지하여야 하는 것이 핵심적인 요소이다. 깻잎, 풋고추, 시금치는 온습도 및 압상 등에 민감하여 장거리 수송에 별로 적합하지 않은 품목이라고 알려져 있다. 본 연구에서는 이 3종의 농산물을 대상으로 미국 수출포장을 개발하였다. 본 연구 결과 얻어진 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 3개 품목의 날포장 재료는 상품성을 고려하여 PP(40 $\mu$ m)가 적절하며 통기공은 뚫지 않아야 한다.

둘째, 겉포장 골판지상자의 규격은 T11형 파렛트 및 T12형 파렛트에 모두 좋은 적재 효율을 보이는 370x330x170mm(깻잎, 풋고추)와 490x295x220mm(시금치)가 최적이며 재질은 내수성과 압축강도를 종합적으로 고려하여 KLB 175g/m<sup>2</sup>와 K<sub>2</sub> 200g/m<sup>2</sup>을 조합하는 것이 좋다. 단 깻잎은 양면골판지(SW)상자로 설계하고 나머지는 이중양면골판지(DW)상자로 설계하는 것이 좋다. 원활한 냉기순환을 위하여 상자 2, 4 면에 직경 30mm의 원형 통기공을 2개씩 개설했다.

셋째, 날포장 및 겉포장의 통기공은 날포장 통기공 무(無), 겉포장 통기공 유(有)인 상태가 장기 저온 저장시 상품성이 가장 양호한 것으로 판명되었다.

넷째, 파렛트 화물의 고정은, 5cm 넓이의 ㄱ자 종이앵글로 상단을 트리밍하고 PP 밴드로 우물 정(井)자 밴딩하면 선박에 의한 장기운송에 충분히 견딜 수 있다.

다섯째, 미국 시장에서 우리 농산물을 판매할 수 있을 정도의 상품성을 가지려면 최소 25일 정도는 초기 품질을 어느 정도 유지하여야 한다. 이를 위해 수확 직후 예냉에 이은 저온 자연건조가 중요하다. 적어도 포장하기 전에는 농산물 표면에 수분이 관찰되지 않을 정도로 건조되어야 한다.

이상과 같은 연구결과를 실제로 농산물 수출에 적용할 경우 판매 경쟁력을 충분히 갖출 수 있을 것으로 판단된다. 하지만, 미국 내에서 다시 장기간 저장할 경우 상품성 유지는 장담할 수 없으며 아직 연구된 바도 없다. 농산물은 저마다 특성이 다르므로 최근 전략 수출 농산물로 지정한 오이, 포도, 호박, 참외 등의 대미 수출포장도 본 연구의 연장선상에서 구체적으로 연구되어야 하며 저장기간을 최대한 연장할 수 있는 기술개발도 아울러 필요하다고 판단된다.

# 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제 1 절 계획대비 진도표

### 1. 1차년도

연구기관		연구 개발 기간												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
주 관 기 관	대상품목의 선도 유지를 위한 적정 palletization 제안과 용기설계 및 제작  • 컨테이너 내부의 냉기순환이 원활한 적정 palletization의 제안 • 외포장 강도요인 분석 및 규격 설정 후 포장 용기의 설계 및 제작 • 파렛트와 포장용기의 적정 배치조합방법 제안													95
	유형별 표준파렛트 적재효율 최적화 포장설계  • T11형, T12형 파렛트에 각각 적합성을 가지는 표준포장 규격 도출 • 두 파렛트 규격 공통으로 사용할 수 있는 공용치수 규격 도출 • 다단적재에 의한 압축시험과 적재시험													95
	설계(안)에 대한 현장검증 (미국 LA)  • 예비 유통시험 및 분석													100
협 동 기 관	대상품목의 포장현황 조사, 분석  • 날포장 현황 조사 • 겹포장 현황 조사 • 품질변화 및 품질영향 요인 분석												100	
	대상품목의 상품성 시험 및 분석  • 필름류 기존 날포장의 상품 보관수명 측정 시험 및 분석 • 겹포장 골판지상자의 기존포장 강도 분석 및 시제품 제작												95	
총 진도율													95	

2. 2차년도

연구 기관	구 분 개발 내용	연구 개발 기간												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
주 관 기 관	컨테이너 내의 파렛트화물 적재 최적화 설계 방안 도출  <ul style="list-style-type: none"> <li>표준 포장용기의 파렛트 적재방법 및 최적 파렛트 화물포장 설계방법 연구</li> <li>해상 컨테이너 내에 파렛트화물 적재 최적화 연구</li> <li>효과적인 완충·고정방법 연구</li> <li>다중제품의 혼적방법 연구</li> </ul>													95
	최종설계(안)에 대한 현장검증 (미국 LA)  <ul style="list-style-type: none"> <li>수출대상국에 컨테이너 화물 유통시험 및 분석 시제품 제작</li> </ul>													100
협 동 기 관	수출포장 설계 및 시제품 제작  <ul style="list-style-type: none"> <li>표준 유통용기 및 파렛트에 최적화 포장설계</li> <li>대상품목의 길포장용기 시제품 제작</li> </ul>													100
	유통시험을 통한 검증 및 최종안 확정  <ul style="list-style-type: none"> <li>저온 유통시험 및 수정설계</li> <li>최적 포장설계안 도출</li> </ul>													95
총 진도율														95

제 3 절 기대효과 및 활용방안

1. 기술적 측면

- 깻잎, 풋고추, 시금치 포장 연구를 바탕으로 신선식품에 대한 장기간 품질보존 방법을 개발하여 부가가치를 높이고 국내외 판매를 통하여 고소득을 기대할 수 있다

- 또한 파렛트를 사용함으로써 물류과정을 기계화, 자동화 할 수 있기 때문에 파렛트 포장기술을 개발한다. 이에 따른 물류비 절감 요인은 막대할 것이다. 컨테이너 내에서의 보호성 확보를 위한 완충·고정기법 개발은 기타 농식품의 유통 시 품질보존에 효과적으로 적용할 수 있을 것이다.
- 지금까지 농식품에 대한 저온유통을 위한 포장개발이나 물류합리화를 위한 포장표준화 등이 개별적 혹은 산발적으로 이루어진 적은 있으나 두 가지 요소가 함께 고려되어 시너지효과를 얻도록 입체적인 개발이 이루어진 적은 없다.
- 따라서 이 연구가 성공리에 이루어 질 경우 농식품의 내수와 수출에 있어서 포장기술 수준이 진일보하는 결과를 가져다 줄 것이다.

## 2. 경제·산업적 측면

- 용도에 따른 품질기준 설정으로 수출용과 내수용으로 분리하여 취급 할 수 있어 껌, 풋고추, 시금치에 대한 상품가치를 높일 수 있다.
- 파렛트를 채택하는 효율적인 물류체계의 구축으로 적어도 20% 이상의 물류비 절감을 기할 수 있을 것으로 추정된다. 뿐만 아니라 집단화물화가 됨으로서 보호성을 현저하게 높일 수 있어 loss율도 대폭 줄어들 것으로 예측된다. 이로 인해 판매 수익률 향상, 폐기물 처리비 절감 등의 부수적인 이익이 따르게 된다. OECD 그룹의 일원인 우리나라에 있어서 유통혁신은 가장 중요하고도 시급한 과제이며 파렛트 표준화에 의한 물류 표준화가 핵심적인 사안이 된다.
- 다른 선진국과 마찬가지로, 고임금에 의한 인건비 부분의 상승은 자연스럽게 산업구조의 고도화를 필요로 하게 되었으며 유통분야에서도 기계화, 자동화는 필연적인 추세가 되고 있다. 공산품 제조분야에서는 일찍이 자동화, 기계화가 이루어졌지만 농수축산물 분야의 1차산업은 아직까지 제대로 이루어지지 않아 고비용, 저효율로 고전하고 있다. 따라서 껌, 풋고추, 시금치 물류효율화는 1차산업이 유통에 있어서 구조적인 낙후성을 탈피하는 데 기폭제 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

최근 참외, 오이, 호박, 수박, 포도 등 5개 농산물의 대미(對美) 수출길이 열렸다고 공식 발표되었다. 정부는 1991년부터 이들 5개 품목의 대미 수출을 추진해왔지만 미국 측이 한국에서 발생하는 호박과실파리 등 병해충을 이유로 수입을 허용하지 않았다. 미국 동식물 검역소가 최근 한국산 참외, 오이, 호박, 수박, 포도 5가지 품목에 대한 수입을 허용하기로 결정했다고 통보해왔다. 거대 시장인 미국 수출길이 열림에 따라 국내 재배농가의 소득 향상에 큰 도움이 될 것이다. 대부분 농산물이 수입되는 상황에서 매우 고무적인 일이라고 할 수 있다.

하지만 기술적, 경제적인 측면에서 볼 때 그리 간단한 문제가 아니다. 이들 품목들이 미국 시장에 진입하기 위한 전제조건은 신선도 유지와 가격경쟁력을 가져야 한다는 것이다. 대부분 선박을 통하여 운송될 이들 품목들은 열악한 유통조건을 극복해야 한다는 과제를 안고 있다. 즉, 태평양을 건너는 동안 컨테이너에 가해지는 롤링, 피칭, 요잉 등의 외부 압력과 밤낮 일교차에 의한 높은 온습도의 변화 등에 효과적으로 대처해야 한다. 또한 이러한 대처는 비용이 최소화하는 방향에서 이루어져야 한다.

운반 및 보관, 하역 등 물류 제반과정에 있어서 보호성을 최대한 높이기 위해서는 일관 수송체계(unit load system)를 구축할 필요가 있다. 즉, 운송용 길포장 개발과 파렛트화(palletization) 및 컨테이너화(containerization)를 효율적으로 연계시켜야 한다. 생산자에서 소비자에게 이르는 과정을 기계화·자동화에 의해 일정 단위의 화물이 환적 없이 이송되어야만 보호성과 경제성을 극대화할 수 있기 때문이다.

여태까지 여러 연구단체에서 수행된 수출포장 개발 연구는 주로 포장재료의 차단성을 이용하여 농산물을 장기간 보존하는 방향으로만 대부분 이루어져 왔다. 이러한 연구는 운송과정 중의 물리적인 외력에 효과적인 대처방안을 제시하지 못하였거나 과도한 비용 소요로 인해 실제 적용에 있어서는 일정 부분 제한을 받을 수밖에 없다. 농산물 수출의 전 과정을 잘 이해하고 각 단계별로 최적의 상태를 찾아 종합화하여야만 최소 비용으로 신선도 유지가 가능하다.



본 연구팀은 2005년 상반기까지 미국 수출용 껌잎, 시금치, 풋고추에 대한 수출포장 개발 및 물류합리화 방안을 연구하고 실제 적용시험을 통하여 최적화를 실현하고 있다. 이로 부터 얻은 경험과 노하우는 다른 연구단체가 얻은 것과는 다른 내용의 것이므로 위에서 언급된 5개 품목의 수출에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 현재의 야채류 수출포장 및 물류합리화 개발 연구에서 얻어진 노하우를 더욱 심화시켜 수출 가능 농산물의 범위를 더욱 확대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

“미국 농산물 유통실태 자료 : 사진자료: 250점, 기타자료 : 50점”

## 제 7 장 참고문헌

- 1) "Advanced Topics in Wet End Chemistry Seminar Notes," TAPPI Press, Atlanta, GA(1987).
- 2) Arnson, T. R., Tappi J. 65(2):125(1982).
- 3) Hilpolit, K. J.(Editor), "Chemical Processing Aids in Papermaking: A Practical Guide," TAPPI Press(1992).
- 4) Reynolds, W. F., "The Sizing of Paper," 2nd Ed., TAPPI Press(1989).
- 5) Unbehend, J. E., "Introduction to Wet End Chemistry," TAPPI Press(1987).
- 6) 日本包装技術協會編, "包裝技術便覽," 日本(1983).
- 7) Joseph, F. H., "Handbook of Package Engineering," McGraw Hill(1984).
- 8) Kutt, H. and Mithel B. B., Tappi J. 51(4):79A(1968).
- 9) Jonson, G., "Corrugated Board Packaging," The Ipswich Book Company(1995).
- 10) Swartz, H. G., "In Food Packaging and Preservation," pp.115-135, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York(1986).
- 11) Mchugh, T. H., et al., J. Food Sci. 58:899(1993).
- 12) Gennadios, A., et al., J. Food Eng. 21:395(1994).
- 13) Bird, R. B., Stewart, W. E. and Lightfoot, E. N., "Transport Phenomena," John Wiley and Sons, New York(1960).
- 14) Back, E. and Steenberg, B., Svensk Papperstidn. 54(15):510(1951).
- 15) Dill, D. R., Tappi J. 57(1):97(1974).
- 16) ASTM D685. Practice for conditioning paper and paper products for testing
- 17) ASTM D828. Test method for tensile breaking strength of paper and paperboard
- 18) Baum, G. A., L. R. Bornhoeft. 1979. Estimating poison ratios in paper using ultrasonic techniques. Tappi 62(5): 87-90
- 19) Billerad Handbook. Testing of corrugated board and its components
- 20) DieMex Y. 1997~1998. 段ボール原典シリーズ. CARTON BOX: 第0回-第10回
- 21) Fox, T. S., R. W. Nelson, J. A. Watt, and W. J. Whitsitt. 1979. Shipping containers & cartons shown to fail only in compression when loaded internally. Paperboard

Packaging(May)

- 22) Gartaganis, P. A. 1975. Strength properties of corrugated containers. Tappi 58(11): 102-108
- 23) Ibid. 1962. Flexural stiffness of corrugated board. Paperboard Packaging
- 24) Johnson, M. W., T. J. Urbanik, W. E. Denniston. 1980. Maximizing top-to-bottom compression strength. Paperboard Packaging 98
- 25) Johnson, G. 1995. Corrugated board packaging. The Ipswich Book Company
- 26) Koning, J. W. 1975. Compressive properties of linerboard as related to corrugated fiberboard containers: a theoretical model. Tappi 58(12): 105-108
- 27) Koning, J. W. 1978. Compressive properties of linerboard as related to corrugated fiberboard containers: theoretical model verification. Tappi 61(8): 69-71
- 28) Kutt, H. and B. B. Mithel. 1968. Studies of compressive strength of corrugated containers. Tappi Journal 51(4)
- 29) Kutt, H. and B. B. Mithel. 1969. Structural strength characteristics of containers. Tappi 52(9): 1685
- 30) Leake, C. H. 1988. Measuring corrugated box performance. Tappi Journal(Oct): 71-75
- 31) Little, J. R. 1943. A theory of box compressive resistance in relation to the structural properties of corrugated paperboard. Paper Trade Journal 116(24): 31-34
- 32) Maltenfort, G. G. 1979. Compression failure analysis. Paperboard Packaging 172
- 33) Maltenfort, G. G. 1980. Compression load distribution on corrugated boxes. Paperboard Packaging
- 34) Maltenfort, G. G. 1988. Corrugated shipping containers: an engineering approach. Jelmar Publishing Co.
- 35) Markström, H. 1993. The elastic properties of paper-test methods and measurement instruments. Lorentzen & Wettre. Stockholm
- 36) McKEE, R. C., J. W. Gander and J. R. Wachuta. 1963. Compression strength formula for corrugated boxes. Paperboard Package(Aug.): 144-159
- 37) Nordman, L., E. Kolhonen, M. Toroi. 1978. Investigation of the compression of corrugated board. Paperboard Packaging 48

- 38) 五十嵐清一. 1996. 段ボール包装技術. 日報
- 39) Peterson, W. S., W. J. Schimmelpfenning. 1982. Panel edge boundary conditions and compressive strengths of tubes and boxes. Tappi Journal 65(8)
- 40) Seth, R. S. 1985. Relationship between edgewise compressive strength of corrugated board and its components. Tappi Journal(March): 98-101
- 41) Surber, R. A., A. H. Catlin. 1982. Estimating the effects of interiors on corrugated box stacking strength. Packaging Technology
- 42) TAPPI T411. Thickness(caliper) of paper, paperboard, and combined board
- 43) TAPPI T820. Flexural stiffness of corrugated board
- 44) Thorpe, J. L. and D. Choi. 1992. Corrugated containers failure-strain measurements in laboratory compression tests. Tappi Journal(July)