

신선농산물의 수출포장개발에 관한 연구  
Research on Development of Export Packaging for Fresh  
Agricultural Products

이수근<sup>1)</sup>, 이명훈<sup>2)</sup>

신성대학 상품포장과<sup>1)</sup>, 한국포장시스템연구소 소장<sup>2)</sup>

ABSTRACT

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.

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 optimum compressive strength of corrugated fiber board box which would be used to American export packaging of fresh agricultural products such as perilla leaves, green red pepper and spinach.

Keywords : Export packaging, Box compressive strength, Pallet, container

## 1. 서 론

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.<sup>(1~8)</sup>

때문에 냉장컨테이너 내부의 냉기순환이 원활할 수 있도록 파렛트의 적정 적재방식을 구명할 필요가 있고, 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 길포장상자의 재질 선택과 강도 설계에 특히 유의하여야 한다.<sup>(1~8)</sup>

<sup>8)</sup> 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 길포장 상자 설계방법을 연구할 필요가 있다.<sup>(6~7)</sup>

따라서 본 연구에서는 깻잎, 풋고추, 시금치를 대상으로 선박에 의한 수출 시 장기간의 수송 시 신선도를 유지할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 깻잎, 풋고추, 시금치의 날포장 설계

날포장은 유공 bag과 무공 bag으로 table 1과 같이 각각 설계하였다. 날포장 재질은 상품성을 강조하고 차단성도 확보하기 위해서 Polypropylene 필름(40 $\mu$ m 두께)을 선택하였다. 유공 bag은 깻잎과 풋고추의 경우 bag에 앞뒷면에 각각 4개씩의 구멍(직경 5mm)을 부여하였고, 시금치는 앞뒷면에 각각 6개씩의 동일한 구멍을 부여하였다.

Table 1. Unit pack design for perilla leaf, green red pepper and spinach

Description	packaging material	Dimension(mm)	Weight(g)
Perilla leaf	PP (40 $\mu$ m)	160×200	40
Green red pepper	PP (40 $\mu$ m)	160×220	200
Spinach	PP (40 $\mu$ m)	250×300	450

## 2.2 겉포장 골판지 상자 설계

### 2.2.1 T11형, T12형 파렛트에 각각 적합성을 가지는 표준포장 규격 도출

현재 채소의 수출포장에는 비 표준규격인 1,200×1,100mm 파렛트가 사용되고 있다. 본 연구에서는 T11형(1,100×1,100mm)에 의한 국내에서의 유통과 T12(1,200×1,000mm)형에 의한 미국 현지에서의 유통에 공통으로 사용할 수 있는 겉포장 골판지 상자의 치수를 도출하였다. 날포장을 설계한 후, 골판지상자에 대한 적입시험을 통하여 도출하였다. 본 연구에서는 깻잎 2kg, 풋고추 4kg, 시금치 4kg 단위를 기준으로 하였다.

통기공은 골판지 상자 2면과 4면에 원형(직경 30mm)으로 각각 2개씩 부여하였다.

Table 2. Optimum outer dimension of corrugated fiberboard box

Description	Basic unit	Packaging Material	Dimension(mm)			Number of products inside box
			Length	width	Height	
Perilla leaf	2kg	Fiberboard(SW-A)	370	330	170	50
Green red pepper	4kg	Fiberboard(DW-AB)	370	330	170	20
Spinach	4kg	Fiberboard(DW-AB)	490	295	220	9

### 2.2.2 적정 골판지 원지 선정

먼저 대상품목의 필요압축강도를 계산하고, 골판지 상자의 압축강도를 설계하는 여러 계산 식 중 Kellicutt 식을 이용하여 다음과 같이 적정 골판지 원지를 선정하였다. (9~12)

- 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

## 2.3 방법

### 2.3.1 시험항목

골판지상자 압축강도는 깻잎 2kg용 상자를 제작하여 상자압축강도시험기 (SGA-E-LC, Shingang Precision Ind Co., Ltd, Korea)로 측정하였고, 또한 66% RH와 93% RH로 조절된 항온항습기(TH-6, JEIO TECH Co., Ltd, Korea)에서 저장하면서 20일 동안의 압축강도 변화를 측정하였다.<sup>(13~16)</sup>

깻잎, 풋고추, 시금치 골판지 상자의 파렛트 적재형태는 기 개발된 CAPE 프로그램에 의해 분석하였다.

골판지 상자의 통기공 유무에 따른 골판지 상자 내부의 온습도 변화 측정은 항온항습기의 온도를 예비실험을 통해 2℃로 설정하였고, 각각의 골판지 상자 내부의 온도가 상온에서 2℃로 떨어지는데 걸리는 시간을 측정하였다.

냉장컨테이너의 적정온도 설정을 위해 깻잎 bag 내부와 골판지 상자 외부에 각각 온습도 기록계(SK-L200TH-II, SATO, JAPAN)를 설치하여 항온항습기 내에서 골판지상자 내부와 외부의 온습도변화와 그때의 차이를 측정하였다.

대상품목의 날포장 및 겉포장 설계안을 토대로 깻잎 수출을 위한 모의 유통시험은 만인산 농협 산지유통센터의 협조를 얻어 저장창고에서 실시하였다. 저장창고의 온도는 2℃로 설정하여 21일 동안 깻잎의 중량변화와 상품성을 확인하였다.

본 연구의 최종 포장설계(안)에 대하여 깻잎을 대상으로 미국으로 유통시험을 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 겉포장 골판지 상자 압축강도

앞에서 선정된 골판지 원지로 상자를 제작하여 압축강도를 측정하여 보았다. Table 3에서 보는 바와 같이 이론압축강도와 실제 압축강도와는 약 15~20% 정도의 차이를

보이고 있다. 하지만 측정된 실제압축강도는 필요압축강도를 모두 충족하고 있어 유통 중 하중에 의한 최하단 상자의 찌그러짐은 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

Table 3. Results of Compressive Strength test for Sample boxes

Description	Box Outer Dimension(mm)			Composition of material papers	Comp. Strength necessitated (kg)	Comp. Strength Theoretical (kg)	Comp. Strength Practical (kg)
	L	W	H				
Perilla leaf (2kg)	370	330	170	KLB175/K <sub>2</sub> 200/KLB175	237.1	314.4	267.2
Green red pepper (4kg)	370	330	170	KLB175/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/KLB175	461.9	637.9	529.5
Spinach (4kg)	490	295	220	KLB175/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/K <sub>2</sub> 200/KLB175	368.1	662.7	525.1

### 3.2 장기저장에 따른 상자압축강도 변화

상대습도 66% RH.에서 Fig. 1에서 보이는 바와 같이 3일 경과까지는 압축강도가 저하되다가 4일부터는 압축강도가 다소 높아지지만 20일까지 서서히 저하되어 초기보다 약 11% 정도를 압축강도가 낮아지는 경향을 보였다.

상대습도 93% RH.에서는 Fig. 2에서 보이는 바와 같이 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.

### 3.3 파렛트 적재

설계된 깻잎, 풋고추, 시금치 골판지 상자는 table 4에서 보는 바와 같이 T11형 파렛트에서는 깻잎, 풋고추, 시금치 모두 pin-wheel형이 가장 높은 적재효율을 나타내

보이고 있지만, T12형 파렛트에서는 column형이 가장 높은 적재효율을 나타내 보이고 있었다.<sup>(8~17)</sup>

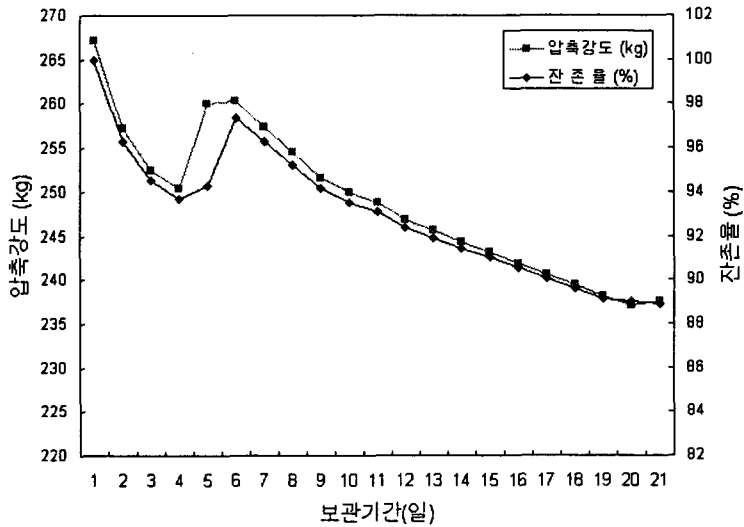


Fig. 1 Compressive strength change at 66% RH for Perilla Box(2kg)

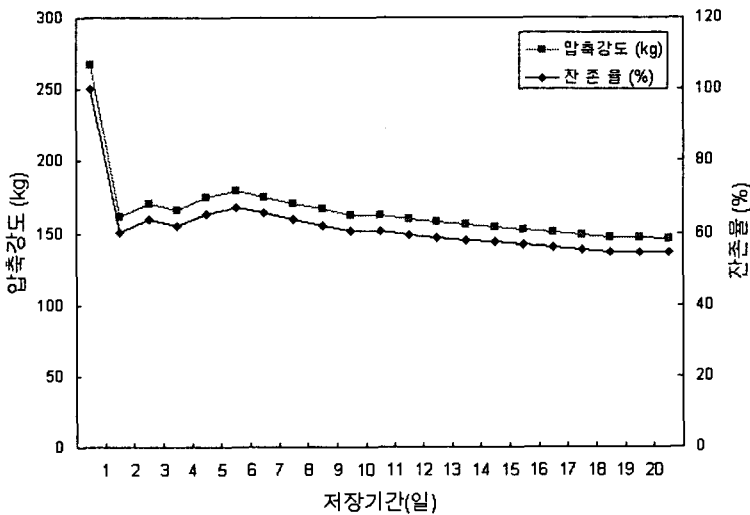


Fig. 2 Compressive strength change at 93% RH for Perilla Box(2kg)

Table 4. Pallet loading pattern and its efficiency

Description	Box outer dimension(mm)			T11 pallet(1,100x1,100mm)		T12 pallet(1,200x1,000mm)	
	L	W	H	Loading pattern	Loading efficiency(%)	Loading pattern	Loading efficiency(%)
perilla leaf, Green red pepper	370	330	170	pin-wheel type	90.8%	column type	91.6%
Spinach	490	295	170	pin-wheel type	95.6%	column type	96.4%

### 3.4 냉장컨테이너 적정온도 설정을 위한 예비시험

Fig. 3에서 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.

### 3.5 골판지 상자의 통기공 유무에 따른 골판지 상자 내부의 온습도 변화

Fig. 3에서 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.

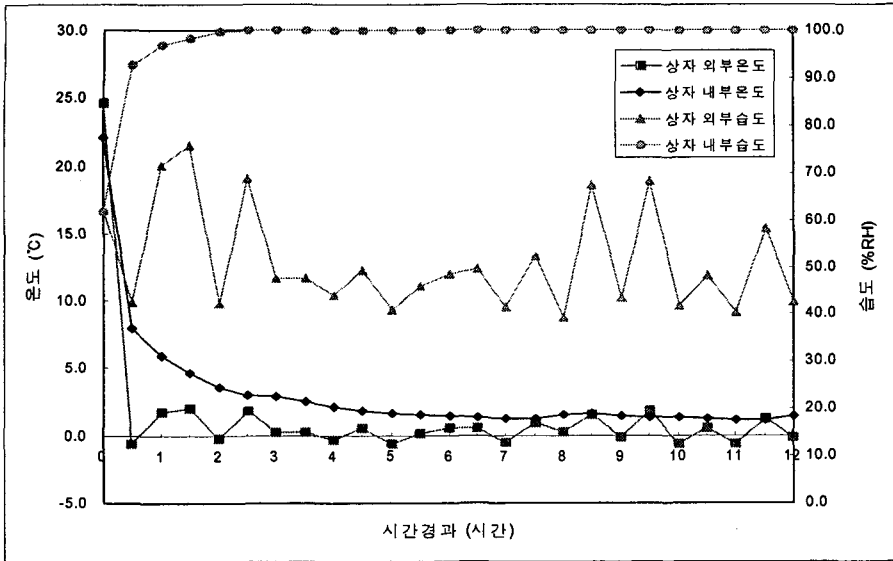


Fig. 3 Temperature and Relative Humidity change between inside and outside of Perilla box

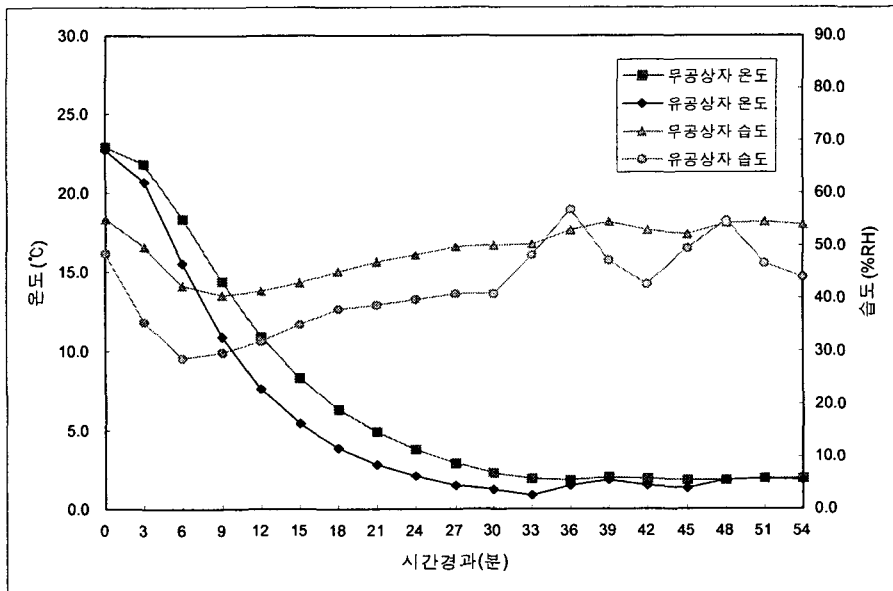


Fig. 4 Temperature and Relative Humidity change between inside and outside of Perilla box according to with vent. holes or without vent. holes



### 3.6 깻잎 수출을 위한 모의 유통시험

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.

### 3.7 수출대상국에 유통시험

깻잎을 각각 무공과 유공 bag에 날포장하여 이들을 또다시 각각 무공과 유공의 골판지 상자에 겉포장하여 실험하였다. 날포장 bag의 통기구는 천공펀치로 수작업으로 부여하였다. 포장라인의 작업실 온도는 약 16℃이었고, 보관창고의 온도는 약 2℃이었다.

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.

- 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

유통시험결과 무공 날포장 bag과 유공 골판지 상자에 포장된 깻잎의 경우가 우수한 상품성을 유지하는 것으로 확인되었다. 특히 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 깻잎 일부에 검은 반점이 생긴 것과 깻잎의 상당부분이 검게 변해버린 것을 확인할 수 있었다. 무공 날포장 bag과 무공 골판지 상자에 포장된 깻잎은 상당부분 상품성을 잃은 것으로 확인되었다. 깻잎에 일부에 검은 반점이 생긴 것과 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 골판지 상

자에 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 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.

#### 4. 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 적재효율을 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>를 조합하는 것이 좋다. 단 깻잎은 양면골판지(SW)상자로 설계하고 나머지는 이중 양면골판지(DW)상자로 설계하는 것이 좋다. 원활한 냉기순환을 위하여 상자 2, 4 면에 직경 30mm의 원형 통기공을 2개씩 개설한다.

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

넷째, 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.

## 5. 감사의 말

본 연구는 농림기술개발사업인 “수출용 신선 농산물의 물류효율 향상을 위한 파렛트화 기술개발에 관한 연구”의 연구결과 일부이며, 연구비를 지원하여 주신 농림부에 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. 日本包裝技術協會編, “包裝技術便覽,” 日本(1983).
2. Joseph, F. H., "Handbook of Package Engineering," McGraw Hill(1984).
3. Kutt, H. and Mithel B. B., Tappi J. 51(4):79A(1968).
4. Jonson, G., "Corrugated Board Packaging," The Ipswich Book Company(1995).
5. Swartz, H. G., "In Food Packaging and Preservation," pp.115-135, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York(1986).
6. Mchugh, T. H., et al., J. Food Sci. 58:899(1993).
7. Gennadios, A., et al., J. Food Eng. 21:395(1994).
8. Bird, R. B., Stewart, W. E. and Lightfoot, E. N., "Transport Phenomena," John Wiley and Sons, New York(1960).
9. Maltenfort, G. G. 1988. Corrugated shipping containers: an engineering approach. Jelmar Publishing Co.
10. Seth, R. S. 1985. Relationship between edgewise compressive strength of corrugated board and its components. Tappi Journal(March): 98-101
11. TAPPI T411. Thickness(caliper) of paper, paperboard, and combined

board

12. Thorpe, J. L. and D. Choi. 1992. Corrugated containers failure-strain measurements in laboratory compression tests. Tappi Journal(July)
13. ASTM D828. Test method for tensile breaking strength of paper and paperboard
14. Billerad Handbook. Testing of corrugated board and its components
15. DieMex Y. 1997~1998. 段ボール原典シリーズ. CARTON BOX: 第0回-第10回
16. Koning, J. W. 1978. Compressive properties of linerboard as related to corrugated fiberboard containers: theoretical model verification. Tappi 61(8): 69-71
17. Maltenfort, G. G. 1980. Compression load distribution on corrugated boxes. Paperboard Packaging