

# 저온유통용 배추 포장상자 개발에 관한 연구

## Study on Development of a Carton Box for Cold-chain Distribution of Chinese Cabbage

이원욱\*    윤홍선\*    이현동\*    정  훈\*    조광환\*    김만수\*\*  
정희원    정희원    정희원    정희원    정희원    정희원  
W.O.Lee    H.S.Yun    D.H.Lee    H.Chung    K.H.Cho    M.S.Kim

### 1. 서  론

“배추는 우리나라 식생활의 기본식품으로 재배되고 있는 중요한 채소 중의 하나이다. 최근 배추의 소비형태는 외식소비와 여성의 사회활동 증가, 가공원료용 수요 및 김치수출 증가 등으로 신선배추수요가 연중 평준화되어 안정적이고 지속적인 공급을 필요로 하고 있다.

배추는 수분함량이 많고, 부패성이 강하며 저장성이 낮아 수확 후 유통과정중 손실이 높고, 시장에서의 쓰레기 문제등을 발생시키고 있다. 따라서 생산지에서 다듬기 작업과 선별작업을 거쳐 표준규격화와 포장출하를 실시하고 예냉·저온저장·저온수송등 선진유통을 통하여 고품질의 신선배추를 소비자에게 공급하기위한 수확 후 관리기술의 개발이 필수적이다. 저온유통시스템을 효과적으로 활용하기 위해서는 냉기의 순환이 원활하여 냉각효율이 좋고 파손의 위험과 물류비용을 줄일 수 있는 포장상자의 구조에 대한 연구가 필요하다.

배추의 현재 유통체계는 90%이상이 산물적재되어 유통되고 있어 유통중 손실율이 30% 이상 되며 시장에서의 농산물 쓰레기의 발생이 증가하고 있으며, 골판지 포장상자의 경우 통기공이 부족하여 저온유통시 냉각효율 낮으며, 수직압축강도의 부족으로 파손율이 높아 농가에서 수확 후 고품질 생산을 위한 저온유통을 기피하고 있어 농가 소득증대 및 경쟁력 약화의 요인이 되고 있다. 따라서 예냉의 효율 및 저온유통시스템의 적응성이 높은 저온유통용 골판지상자의 개발이 필요하다. 이에 배추의 예냉 및 저온유통 시스템에 적합한 포장상자를 개발이 필요하다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 골판지포장상자 제작

시험에 사용한 포장상자는 Table 1과 같은 규격으로 배추 3~4포기용(8~12kg)으로 제작하여 현재 유통용으로 사용되고있는 상자와 비교시험을 실시하였다. 개발된 상자의 크기는 표준팔레트에 적재율이 96%이상 되도록 하고, 통기공 형태는 장원형으로 하고 가공율은 포장상자의 압축강도를 고려하여 5% 전후로 하였고, 포장상자의 구조는 Fig1 과 같다.

\* 농업기계화연구소 농산가공기계과

\*\* 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

Table 1. The standard of carton boxes

Items	Slotted type	Floder type	Bliss type
Box Size(mm)	540×360×200	540×360×185	540×360×185
Vent hole ratio	3%	4.5~5.5%	4.5~5.5%
Linerboard composition	SC240×B120×K180×K180×KA180		SC175/S250×3/SC175
Flute type	DW-AB flute	DW-AB flute	DW-AB flute
	Slotted type	Floder type	Bliss type



Fig. 1. The structure of carton boxes

나. 수직압축강도 시험

저온 고습조건에서도 안전하게 배추를 보호할 수 있는 골판지상자의 수직압축강도를 확보하기 위하여 공기골판지 상자에 대하여 상대습도 45%, 95%에서 24시간 전처리하여 인장 압축시험기는 Fig 2의 DYM-101(2000kgf용)를 이용하여 각 시험구 마다 30박스씩 처리하여 평균 수직압축강도로 환산하고, 시험방법은 KS A1012에 의거 수직압축강도 시험을 실시하고, 포장상자의 안전압축강도를 Table 2와 같이 계산하여 비교하였다.

Table 2. Safety compressive strength in packaging boxes for the Chinese Cabbage

Commodity	Weight	4.5ton freight car		Loading in warehouse		Compressive strength	Safty compressive strength
		NO. of boxes in a loading story	Total weight of a loading story	Premissive loading story	Premissive loading story		
Chinese Cabbage	10kg	48	480kg	10	11	350	480

$$※ P = \frac{X}{(1-a)(1-b)(1-c)(1-d)(1-e)(1-f)}$$

다. 예냉시험

예냉기는 차압예냉기를 사용하여 각 포장상자별로 냉기 유입층, 산물 중앙층, 냉기 유출층에 위치한 배추의 표면과 중심부에 T형 열전대를 삽입하고 품온을 측정하여 포장상자별로 냉각속도 및 냉각균일도를 조사하였다. 개발된 상자의 예냉효과 비교를 위하여 대비구

로는 기존 유통되고있는 골판지포장 상자를 사용하였다. 시험에 사용된 배추는 가락동시장에서 일괄 구입하여 시험용 상자에 재 포장하여 시험하였다.

라. 품질변화 시험

에너지 완료된 배추를 상온에 저장하면서 포장상자에 따라 배추줄기의 절단력을 측정하였다. 배추 줄기의 절단시험은 인장압축강도시험기(TA-HD2 Texture Analyzer)를 사용하였다. 배추시료는 배추 잎줄기의 밑에서 1/4 높이가 되는 부위의 중앙부분을 2×3cm가 되도록 면도칼로 잘라내어 사용하였으며 잎의 안쪽 표면이 탐침(probe)을 대하도록 하였다. 인장압축강도시험기의 조작조건은 최대하중 8kg, probe speed 0.8mm/sec로 하여 칼날형 탐침으로 3회 이상 반복 시험하여 그 평균치를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 수직압축강도

포장상자 형태별로 수직압축강도를 측정한 결과 Fig 3에서와 같이 저장전 상대습도 45%에서는 홈판형상자가 453kg으로 안전 압축강도 480kg에 못미치는 반면 접음식과 브릭스 상자에서는 732kg, 682kg으로 안전압축강도 이상을 나타냈으며, 상대습도 95%에서도 접음식과 브릭스 상자에서는 각각 495kg, 512kg으로 안전압축강도 480kg보다 높게 나타났다. 또한 상대습도가 45%에서 95%로 변함에 따라 수직압축강도 저하율은 홈판형과 접음식 상자의 35%, 32%에 비하여 브릭스상자에서는 25%로 낮게 나타났다. 이것은 브릭스 상자의 원지재질에 수입펄프지를 함유하고 있어 수분 흡습도에서 낮게 나타나 수직압축강도가 높게 나타난 것으로 판단된다. 그러나 브릭스 상자의 제작단가가 높아 부피가 크고, 부가가치가 낮은 배추의 포장으로는 불리한 것으로 판단된다. 또한 배추를 적재할 때 신문에 포장하는 것과 무포장 상태의 수직압축강도변화를 측정해본 결과 Fig 4에서와 같이 신문 포장은 상자의 수분흡습도를 방지하여 수직압축강도 저하율을 감소시키는 효과를 가지고 있으나 수직압축강도의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

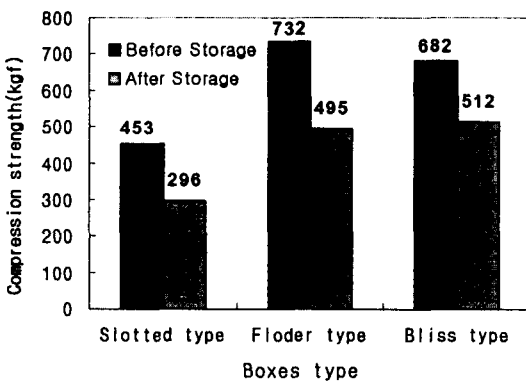


Fig. 3. Change in compression strength of box according to various packaging boxes

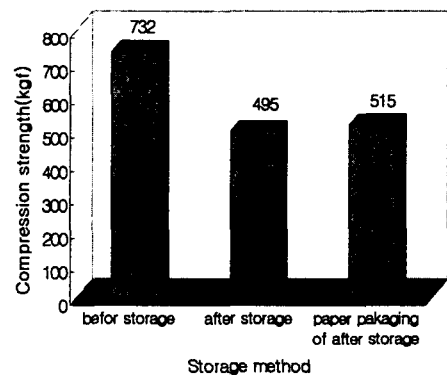


Fig 4. Change in compression strength of box according to various storage method

나. 냉각속도 및 냉각균일도

예냉 및 저온저장시 냉각효과를 높이기 위하여 개발된 상자에 5% 전후의 통기공을 형성하여 냉각소요시간을 측정된 결과 Table 3에서와 같이 기존 홈판형 상자의 3.7℃/hr에 비하여 개발된 상자에서의 냉각속도가 4.6℃/hr로 냉각소요시간을 20%정도 단축할 수 있었고, 신문 포장유무에 따른 냉각속도의 차이는 미미하였다. 또한 Fig 5에서와 같이 개발된 포장에서는 냉기 유입측과 유출측의 품온편차 줄여 균일한 냉각이 가능한 것으로 나타났다.

Table 3. The trends of cooling rate in the various boxes type

Items	Temperature(℃)		Cooling time (hr)	Cooling velocity (℃/hr)	Cooling rate (1/hr)
	Initial	Final			
Folder type box	16.5	4.6	2.6	4.6	1.85
Slotted type box	17.4	7.4	2.7	3.7	0.66

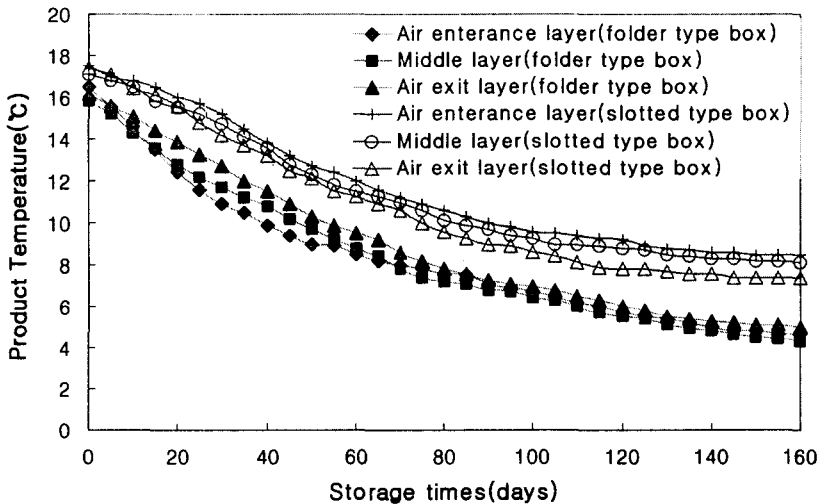


Fig 5. Temperature change of packaged cabbage at three different layers in various packaging box

다. 팔레트 적재효율

물류비를 절감하기 위하여 상하역작업의 기계화를 위한 표준 팔레트 적재효율은 기존 홈판형 상자나 개발된 상자 모두 96%이상으로 나타나 기계화 작업이 가능한 것으로 나타났다.

라. 품질변화

배추의 잎줄기 부분의 절단력을 측정된 전형적인 힘-거리 곡선은 Fig 6 에서 보는 바와 같다. 특징적인 3개의 peak를 보여주고 있는데 A는 배추줄기의 안쪽 외피를 자를때의 peak(1st cutting force)이며 B는 배추줄기의 내부 유관속 부위를 자를때의 peak(2nd cutting force)이며 C는 바깥 외피부분을 자를 때 필요한 힘 (3rd cutting force)을 나타낸다. 이 그림에서는 외피부분을 자를 때보다도 배추의 유관속을 자를 때 더 큰 절단력이 요구되

는 것으로 보여지고 있다.

그러나 시료의 상태에 따라 크기가 달라지는 것을 볼 수가 있었다. Fig 7. 8. 9.에서 보면 무예냉 상온저장에서는 시간이 경과함에 따라 바깥외피의 절단강도는 급격히 증가하였고, 예냉하여 저장했을때에는 접음형상자나 브릭스상자에 비하여 홈판형 상자에 저장된 배추의 바깥외피의 절단강도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 저장기간이 경과함에 따라 주위온도의 상승과 수분증발로 인하여 세포벽이의 포개짐에 의한 기하학적 변형으로 판단된다. 그러므로 냉각효과 좋은 포장상자에 포장하여 예냉하여 유통할 경우 신선한 상태를 오래 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

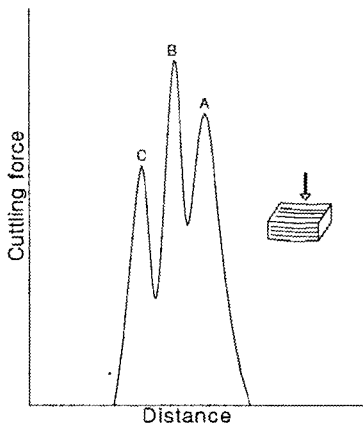


Fig. 6. A typical force-distance curve obtained from cutting test of Chinese cabbage

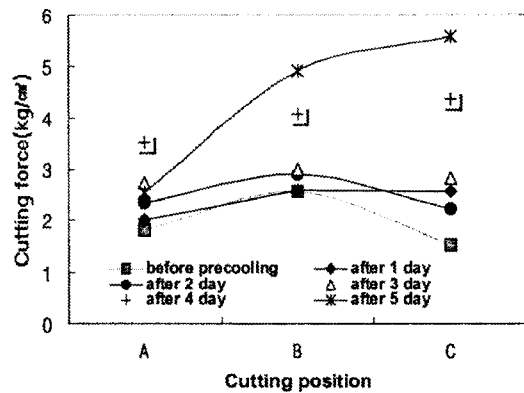


Fig. 7. Changes in cutting force of cabbage stalk in case of the ordinary temperature storage

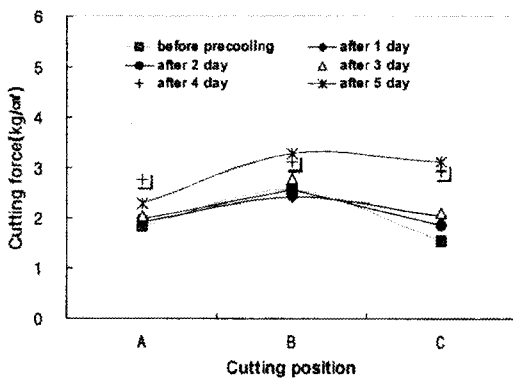


Fig. 8. Changes in cutting force of cabbage stalk in case of precooling in experimental packaging box

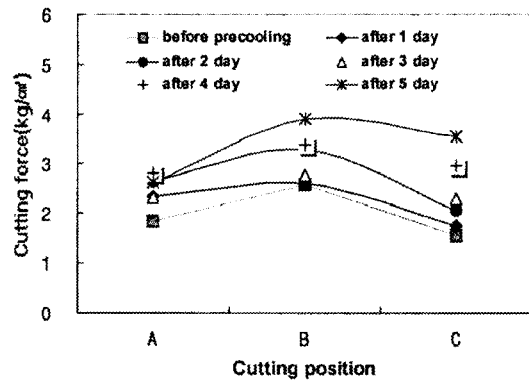


Fig. 9. Changes in cutting force of cabbage stalk in case of precooling existing packaging box

#### 4. 적 요

배추의 포장상자를 예냉·저온유통에 적합한 구조로 개선하기 위하여 3~4포기용 골판지 상자를 T11형 표준 팔레트에 적재율이 96%이상 되게 제작하여 고습조건에서도 안전하게 배추를 보호할 수 있는 상자구조를 찾기 위한 수직압축강도시험과 냉각성능 및 예냉후 품질 변화에 대한 시험을 실시하였다.

가. 배추의 저온유통에 사용하는 골판지포장상자는 개공율을 5.4%로하고, 포장상자 형태를 접음식 형태로 하는 것이 예냉속도 및 예냉균일도에서 유리하고, 저장후 수직압축강도에서는 브릿스박스에 비하여 낮게 나타났지만, 안전압축강도 이상의 압축강도를 나타내었고 제작단가도 저렴하였다.

나. 예냉후 저장중 품질변화는 배추 줄기의 절단력을 측정한 결과 개선된 포장상자에서 유통기한을 6~7일정도 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

#### 5. 인용문헌

- 가. 공업진흥청(1995)한국산업규격(시험용지의 전처리 KS M 7012)
- 나. 공업진흥청(1995)한국산업규격(종이 및 판지의 수분시험방법 KS M 7023)
- 다. 공업진흥청(1992)한국산업규격(종이 및 판지의 발수도 시험방법 KS M 7057)
- 라. 공업진흥청(1995)한국산업규격(포장화물 및 용기의 압축시험방법 KS A 1012)
- 마. 박형우 외. 1989. 농수산물 유통용 포장상자개선. 한국식품과학회지 제21권 제2호
- 바. 오영순. 1998. 압축하중과 습도변화가 골판지 강도에 미치는영향 P42~43
- 사. 이희섭 등. 1987. 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화. 한국조리과학지. 3(1), P64
- 아. 이철호 등. 1988. 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구, 한국식품과학회지, 20(6), P742