

배추의 저온유통용 골판지포장상자 개발

이원옥 · 윤홍선 · 정 훈 · 이현동 · 조광환 · 김만수*
농업기계화연구소, *충남대학교

Development of the Corrugated Fiberboard Box for Cold-chain Distribution of Chinese Cabbage

Won-Og Lee, Hong-Sun Yun, Hoon Jeong, Hyun-dong Lee,
Kwang-Hwan Cho and Man-Soo Kim*

National Agricultural Mechanization Research Institute in Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea
*Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

This study was conducted to develop the corrugated fiberboard box which is suitable to pre-cooling and low temperature distribution of chinese cabbage. Consider from a cooling performance viewpoint, the folding type box with 5.4% vent hole ratio was most efficient for fast cooling and even temperature distribution in the packaging box. At the end of storage periods, the compressive strength of the folding type box was less than the bliss type box. However, the compressive strength of the folding type box after storage was higher than required safety compressive strength for long term storage. So the folding type box was considered to have no problems for practical use. The shelf-life of the chinese cabbage packaged with the developed box was 6~7 days which was 2~3 days longer than usual packaging.

Key words : corrugated fiberboard box, low temperature storage, compressive strength, chinese cabbage

서 론

배추는 우리나라 식생활의 기본식품으로 재배되고 있는 중요한 채소 중의 하나이다. 최근 외식소비와 여성의 사회 활동 증가, 가공원료용 수요 및 김치수출 증가 등에 따라 신선한 배추를 연간 지속적으로 공급해야 할 필요성이 증대되고 있다.

산지에서 수확된 배추는 90% 이상이 트럭에 산물로 적재되어 유통되고 있어 유통중 손실율이 30% 이상이 되며 이에 따라 소비자 도매시장에서의 배추 쓰레기의 발생과 처리가 문제로 대두되기에 이르렀다.

이에따라 정부에서는 포장되지 않은 배추가 시장으로 반입되는 것을 금지하는 포장개선 시범사업을 추진하게 되었다. 그러나 기존의 골판지 포장상자의 경우 통기공이 부족하여 저온유통시 냉각효율을 낮으며, 수직압축강도가 낮아서 쉽게 붕괴되어 포장출하의 효과를 반감시키고 있어 개선이 요구된다.

농산물 포장용 골판지상자에 관한 연구로는 박 등(1)의 농수산물 포장용 골판지상자의 형태에 관한 연구와 박 등(2)의 크리이프에 의한 과일포장용 골판지상자의 층적내구년한 분석과 하 등(3,4)의 사과포장용 골판지 상자의 재질구성 및 유통현황에 관한 연구 등이 있는데 이들 연구는 모두 상온하에서 유통되는 골판지상자에 대한 연구이다. 오(5)는 골판지의 압축하중과 습도변화에 의한 파괴기작을 밝히기 위하여 원지의 압축하중과 습도변화에 따른 물리적 성질을 측정하였다. 또 윤(6,7)은 청과물의 차압통풍예냉을 위해 골판지상자의 통기공의 개수와 개공율에 관한 연구를 수행하였으며, 포장상자내의 기류분포와 통기공의 송풍저항 및 포장물의 냉각속도를 고려할 때 통기공의 개수는 2~4개, 최소개공율은 4%로 하는 것이 적절하다고 하였다.

본 연구에서는 저온유통용 배추의 골판지 포장상자를 개발하기 위하여 골판지상자의 수직압축강도를 측정 분석하였으며 포장된 배추의 예냉시험과 저장 전후의 배추 품질 변화를 비교 분석하였다.

Corresponding author : Won-og Lee, National Agricultural Mechanization Research Institute Rural Development Administration, 250, Seodun-Dong, Kwonsun-Goo, Suwon, 441-707, Korea
e-mail : lwo2000@rda.go.kr

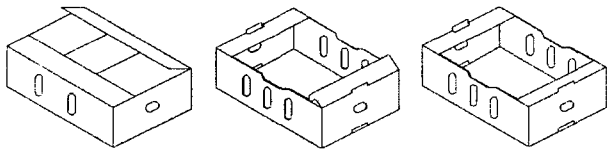
재료 및 방법

골판지포장상자 제작

시험에 사용한 포장상자는 Table 1과 같은 규격으로 배추 3~4포기(8~12kg)용으로 제작하여 현재 유통용되고 있는 상자와 비교시험을 실시하였다. 개발된 상자의 크기는 KS 표준팔레트에의 적재율이 96%이상 되도록 하였고, 통기공 형태는 장원형으로 하고 개공율은 포장상자의 압축강도를 고려하여 5% 전후로 하였고, 포장상자의 구조는 Fig1 과 같다.

Table 1. Specification of the developed corrugated fiberboard boxes

Items	Slotted type	Folder 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
NO. of vent hole(ea)	3	3	3
Linerboard composition	SC240×B120×K180×K180×KA180	SC175/S250×3/SC175	SC175/S250×3/SC175
Flute type	DW-AB flute	DW-AB flute	DW-AB flute



(a) Slotted type (b) Folder type (c) Bliss type

Fig. 1. Schematic diagram of corrugated fiberboard boxes used in this study.

수직압축강도 측정

장기저장을 위한 골판지상자의 안전압축강도는 식(1) 및 식(2)와 같이 계산하였으며, 본 연구에서 제작한 골판지상자가 저온 고습조건에서도 안전압축강도를 유지하는지 알아보기 위하여 KS A1012에 규정된 골판지상자의 수직압축강도 시험법(8)에 따라 수직압축강도를 측정하였다. 수직압축강도의 측정을 위해 골판지 상자를 상대습도 45%, 95% 조건에서 24시간 전처리하여(9) Fig 2와 같은 인장압축시험기(DYM-101, 대영, 한국)를 사용하여 측정하였으며 각 시험구마다 30개의 상자를 측정하여 처리하여 평균 수직압축강도를 구하였다.

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

- P = 골판지상자의 이론계산압축강도 (kgf)
- X : 최하단의 골판지상자가 받는 하중(kg)
- a : 저장기간에 의한 저하율(10일간 0.35)
- b : 저장장소의 상대습도에 의한 저하율(습도 95%일 때 0.25)
- c : 골판지상자 제조시 저하율 (0.1)

d : 적재방법에의한 저하율(장상적재시 0.15)

e : 진동에 의한 저하율 (0.1)

f : 하역 및 충격에의한 저하율(0.1)

$$SP = P \times 1.15 \quad (2)$$

sp : 안전압축강도(kgf)

Table 2. Safety compressive strength of the corrugated fiberboard box for chinese cabbage

Weight per box	Loading in 4.5ton freight car		Loading in warehouse		Compressive strength(kgf)	Safety compressive strength
	NO. of tier	Total weight	Allowable stacking tier	Allowable stacking tier		
10kg	48ea	480kg	10 tier	11 tier	350 kgf	480 kgf

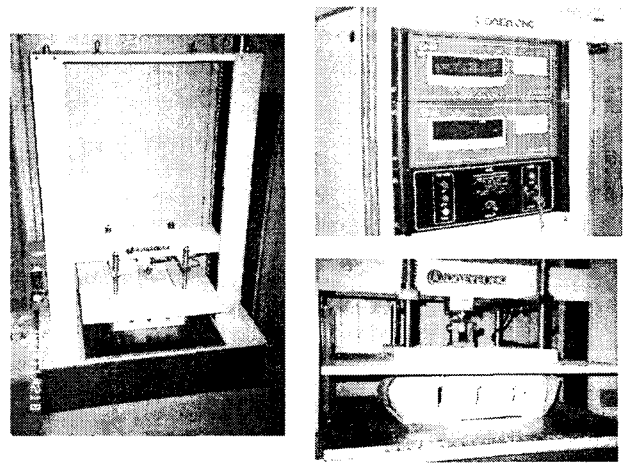


Fig 2. Experimental setup for measuring compressive strength.

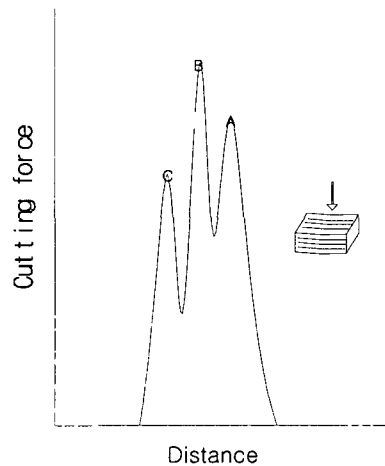


Fig. 3. A typical force-deformation curve obtained from cutting test of Chinese cabbage.

예냉성능측정

차압예냉기를 사용하여 예냉 할 때의 냉각속도 및 냉각균일도를 조사하기 위하여 각 포장상자별로 냉기 유입층, 산

물 증양층, 냉기 유출층에 위치한 배추의 표면과 중심부에 T형 열전대를 설치하고 품온을 측정하였다. 시험에 사용된 배추는 가락동시장에서 일괄 구입하여 시험용 상자에 재포장하여 사용하였다.

품질변화 측정

포장상자별로 배추의 저장품질 변화를 비교하기 위하여 예냉이 완료된 배추를 저장하면서 포장상자 별로 배추줄기의 절단력을 측정하였다. 배추줄기의 절단력은 Fig 3에서 보는 바와 같이 배추의 잎줄기 부분의 절단력을 측정된 전형적인 힘-변형곡선(10)으로 나타 내어진다. Fig 3에서 특징적인 3개의 peak가 나타나는데 A는 배추줄기의 안쪽 외피를 자를때의 peak(1st cutting force)이고, 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 요구되는 것으로 보여지고 있다. 배추 줄기의 절단시험에는 인장압축강도시험기(TA-HD2 Texture Analyzer, England)를 사용하였다. 배추시료는 배추 잎줄기의 밑에서 1/4 높이가 되는 부위의 중앙부분을 2×3cm가 되도록 면도칼로 잘라내어 사용하였으며 잎의 안쪽 표면이 탐침(probe)과 접촉하도록 하였다. 인장압축강도시험기의 작동조건은 최대하중 8kg, probe speed 0.8mm/sec이었으며, 칼날형 탐침으로 3회 반복 시험하여 그 평균치를 사용하였다.

결과 및 고찰

수직압축강도

포장상자 형태별 수직압축강도는 Fig 4에서와 같이 저장 전(상대습도 45%)에는 고풍형상자가 453kgf로 안전 압축강도 480kgf에 못미치는 반면 접음식과 브리스 상자에서는 732kgf, 682kgf로 안전압축강도 이상을 나타냈으며, 상대습도 95%에 저장한 후에도 접음식과 브리스 상자에서는 각각 495kgf, 512kgf로 안전압축강도 480kgf보다 높게 나타났다. 또한 상대습도가 45%에서 95%로 변함에 따라 수직압축강도 저하율은 고풍형과 접음식 상자의 35%, 32%에 비하여 브리스 상자에서는 25%로 낮게 나타났다. 이것은 브리스 상자의 원지에는 수입펄프지 함유되어 있어 수분 흡습이 적어서 수직압축강도가 높은 것으로 판단되었다. 그러나 브리스 상자는 제작단가가 비싸므로 부피가 크고, 부가가치가 낮은 배추의 포장상자로는 불리한 것으로 판단된다. 또한 배추를 신문지에 싸서 포장상자에 담아서 저장했을 때와 싸지않고 포장상자에 담아서 저장했을 때의 포장상자의 수직압축강도의 변화를 보면 Fig 5에서와 같이 신문지로 싸서 포장상자

에 담을 경우에 포장상자의 수분흡습을 방지하여 수직압축강도 저하율을 감소시키는 것으로 나타났으나 그 영향은 크지 않았다.

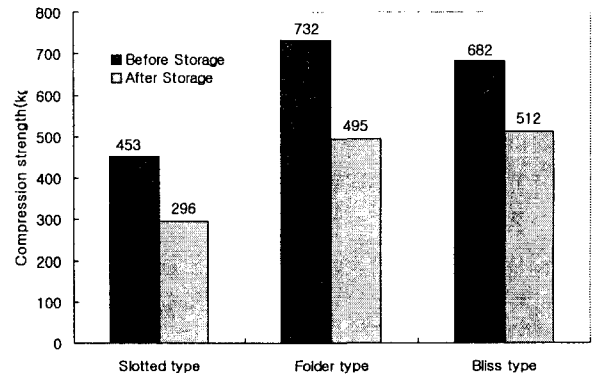


Fig. 4. Change in compression strength of box according to various packaging boxes.

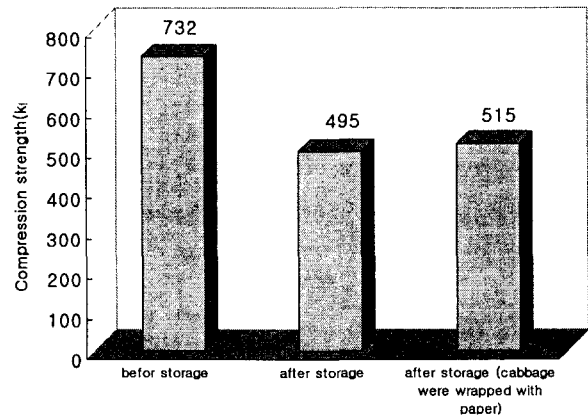


Fig. 5. Change in compression strength of box according to wrapping.

Table 3. Cooling rate of cabbage according to type of packaging box

Items	Temperature(°C)		Cooling time (hr)	Cooling velocity (°C/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

냉각속도 및 냉각균일도

차압통풍예냉시의 포장상자별 냉각속도를 측정된 결과 Table 3에서와 같이 기존 고풍형 상자의 3.7°C/hr에 비하여 개발된 상자의 냉각속도는 4.6°C/hr로서 냉각소요시간을 20%정도 단축할 수 있었고, 신문지 포장유무가 냉각속도에 미치는 영향은 미미하였다. 또한 Fig 6에 나타난 것과 같이 개발된 포장상자에서는 냉기 유입측과 유출측에서의 배추의 품온편차가 기존상자에서 보다 적게 나타나 균일한 냉각이 가능하였다.

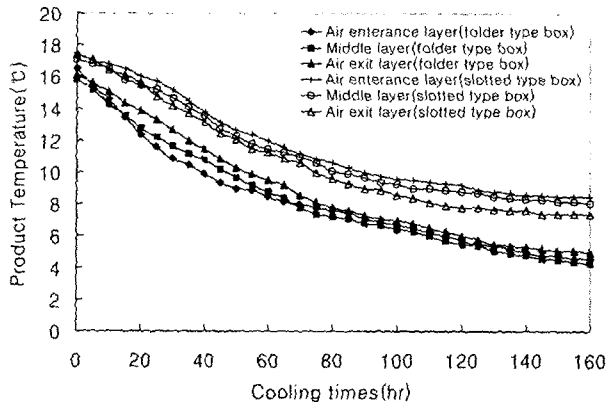


Fig. 6. Temperature change of packaged cabbage at three different layers in various packaging box.

줄기절단력 변화

배추의 줄기절단력은 Fig 7, 8, 9에서 보는 바와 같이 무예냉 상온저장에서는 시간이 경과함에 따라 바깥외피의 절단강도가 급격히 증가되었고, 예냉하여 저장했을 때에는 접음형상자나 브리스 상자에 비하여 홑판형 상자에 저장된 배추의 바깥외피의 절단강도가 높게 나타났다. 배추 저장시 외피의 절단강도가 증가하는 것은 저장기간이 경과함에 따라 주위온도의 상승과 수분증발로 인하여 세포벽의 포개짐에 의한 기하학적 변형이 커지는데 원인(11)이 있으므로 외피의 절단력 증가가 적을수록 신선도가 오래 유지되는 것이다. 따라서 접음형 상자나 브리스형 상자가 배추의 신선도 유지에 유리하였으며 관행의 포장상자에 비하여 약 2~3일이상 신선도 유지기간이 연장되었다.

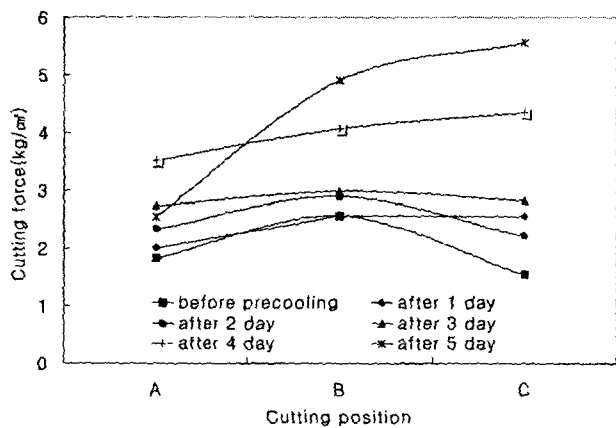


Fig. 7. Changes in cutting force of cabbage stalk in case of the ordinary temperature storage.

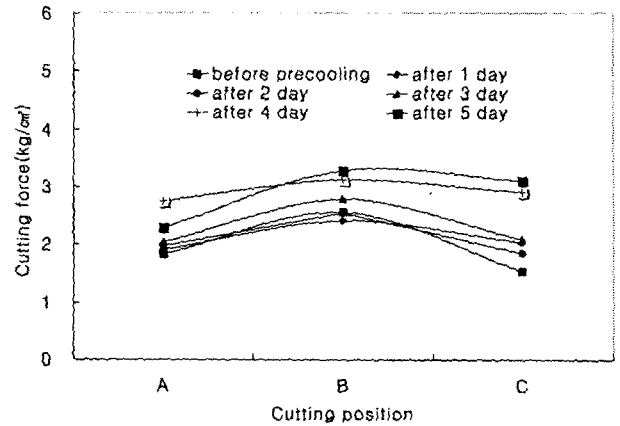


Fig. 8. Changes in cutting force of cabbage stalk in case of precooling in experimental packaging box.

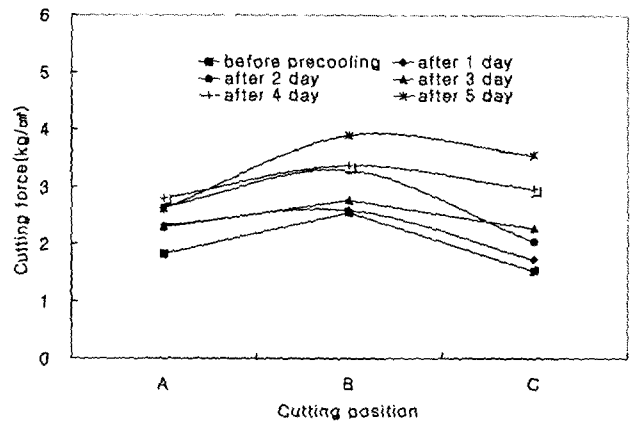


Fig. 9. Changes in cutting force of cabbage stalk in case of precooling existing packaging box.

요약

예냉·저온유통에 적합한 배추포장상자를 개발하기 위하여 3~4포기를 담을 수 있는 골판지 포장상자를 T11형 KS 표준 팔레트에 적재율이 96%이상이 되도록 제작하여 상자 구조별로 수직압축강도, 배추의 냉각속도 및 냉각균일도, 배추의 품질변화를 측정하고 비교하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 배추의 저온유통에 사용하는 골판지포장상자는 개공율을 5.4%로하고, 포장상자 형태를 접음식 형태로 하는 것이 예냉속도 및 예냉균일도에서 유리하였고, 저장후 수직압축강도에서는 브리스 상자에 비하여 낮게 나타났지만, 안전압축강도 이상의 수직압축강도를 나타내어 실제 사용에 문제가 없었다.

나. 예냉후 저장중의 배추 줄기의 절단력을 측정된 결과 기존상자에 비해 개선된 포장상자에서 유통기한을 2~3일정도 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 박형우 등 (1989) 농수산물 유통용 포장상자개선. 한국식품과학회지 21, 238-241
2. 박종민 등 (1995) 크리프에 의한 과실포장용 골판지상자의 층적내구년한 분석, 한국학술진흥재단
3. 하영선 등 (1997) 사과 포장용 고압축강도 골판지상자 개발. 농산물저장유통학회지, 4, 245-249
4. 하영선 등 (1995) 사과의 유통구조에 관한연구, 과학기술연구 2집(대구대학교), 43-47
5. 오영순 (1998) 압축하중과 습도변화가 골판지 강도에 미치는 영향, 42-43
6. 윤홍선 (1994) 차압통풍식 예냉청과물의송풍저항 및 냉각특성, 경북대학교 박사학위 논문
7. 윤홍선 등 (1997) 차압통풍식 예냉청과물의 냉각특성, 농산물저장유통학회지 4, 237-243
8. 공업진흥청 (1995) 한국산업규격(포장화물 및 용기의 압축시험방법 KS A 1012)
9. 공업진흥청 (1995) 한국산업규격(시험용지의 전처리 KS M 7012)
10. 이철호 등 (1988) 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구, 한국식품과학회지, 20, 742
11. 이희섭 등 (1987) 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화. 한국조리과학지. 3, P64

(접수 2003년 1월 15일, 채택 2003년 2월 15일)