

콜드체인용 골판지 상자의 냉기공에 따른 압축강도 변화

김윤호 · 박형우 · 김병삼 · 차환수 · 홍석인
한국식품개발연구원

Changes in Compression Strength of Corrugated Paperboard Box for Cold-Chain in Air Hole

Yoon-Ho Kim, Hyung-Woo Park, Byung-Sam Kim, Hwan-Soo Cha and Seok-In Hong
Korea Food Research Institute, SungNam 463-746, Korea

Abstract

To develop corrugated paperboard box for cold chain system, it was investigated to compression strength and size of air hole. The size of air holes of the side tested box were designed as six groups, 4, 7, 10% and two kind of air hole, 2, 3 hole per the side. Compression strength of box(440×330×170 mm(length×width×height))was tested by compression tester (DM-20Y, DaeSin Co., Korea, speed is 12.5 mm/min), it was stored 4 week at room temperature, RH 70±5%. Compression strength was high the more narrow, the longer of air hole. Compression strength of box of the side, 4% was 10% higher among 4, 7, 10%, but differentiate of compression strength owing to the number of air hole was below 10%. For improving the compression strength of box, paper board box for cold chain system was made of the narrow of width and of the long length of air hole.

Key words : compression strength, air hole, corrugated paperboard box

서론

신선농산물은 수확한 후에도 호흡작용, 증산작용, 에틸렌 합성 등과 같은 생명활동을 지속하기 때문에 수확 후에도 지속적으로 영양성분의 소실 및 신선도 저하가 수반되게 되며 생리대사로 발생된 수분과 저온유통에 따른 골판지 원지의 흡습으로 골판지 상자의 강도가 저하되어 상자의 찌그러짐 현상이 발생된다. 신선도 유지를 위한 한 방법으로 예냉을 하고 있는데 예냉시 냉기가 흐를 수 있도록 냉기공이 필요한데 이 냉기공을 어느 정도 뚫어야 상자의 강도는 유지되면서 냉각효율을 높이는가에 대한 적정 조건 규명이 필요하다.

그리고, 농산물을 포장한 골판지 상자의 유통에 있어서 압축강도가 중요하다는 것을 알고 있지만 실제로 유통업체들은 파열강도를 품질관리 기준으로 채택하고 있는 실정이다(1). 골판지 상자의 흡습으로 인한 압축강도의 변화에 관한 연구로는 흡습특성에 따른 연구(2,8), 상자의 압축강도 열화 등에 관한 연구(3-6), 몇 가지 조건에서 골판지 상자의

압축강도 변화에 관한 연구(7)등이 있다.

현재 국내에서는 '99년도부터 농산물저온유통기반확충사업이 정책사업으로 추진되면서 차압예냉시설, 진공예냉시설, 수냉식 예냉시설 등이 설치되고 있으며, 이에 따라 관련 연구가 수행중이지만 포장 기술이 미흡한 상태다. 또, 농산물의 수입 개방에 따라 대외 경쟁력을 구비하기 위해서는 품질면에서 차별화가 필요하며 이를 위해서는 기존의 상온유통체계에서 선진국처럼 저온유통체제로 전환할 필요가 있어 산지에서 예냉 및 저온유통에 적합한 포장상자의 개발의 필요하다.

따라서 본 연구에서는 콜드체인용 골판지 상자의 냉기공과 압축강도간의 관계에 대해서 고찰하고자 한다.

재료 및 방법

재료

시험한 사용한 콜드체인용 골판지 상자는 경북과학대 포장기술연구소에 직접 주문, 6,000매를 생산하였으며, 시험용 골판지 상자의 규격은 440×330×170 mm(length×width×height) 이다. 시험을 위해 상자측면중 넓은 부분에 냉기공을 뚫었으며, 냉기공의 수와 크기 및 면적은 Table 1과 같다.

Corresponding author : Hyung-Woo Park, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyunggi-do, 463-746, Korea
E-mail : hwpark@kfri.re.kr

압축강도 측정

골판지 상자의 압축강도 측정은 상대습도 70±5 %의 상온에서 4주간 저장하면서 압축강도 측정기(DM-20Y, (주)대신정밀, 한국)를 사용하여 12.5 mm/min의 속도로 presser를 작동시켜 압축강도를 각각 20회, 2주 간격으로 측정하여 평균값을 취하였다.

Table 1. Kinds of air hole in corrugated paperboard box

Box No.	Air hole portion(%)	Air hole number	Air hole height(mm)	Air hole width(mm)
A	4	2	140	11
B	4	2	50	30
C	4	2	37	40
D	4	2	30	50
E	4	3	140	7
F	4	3	33	30
G	4	3	25	40
H	4	3	20	50
I	7	2	140	19
J	7	2	87	30
K	7	2	65	40
L	7	2	52	50
M	7	3	140	12
N	7	3	58	30
O	7	3	44	40
P	7	3	35	50
Q	10	2	140	27
R	10	2	125	30
S	10	2	94	40
T	10	2	75	50
U	10	3	140	18
V	10	3	83	30
W	10	3	62	40
X	10	3	50	50

결과 및 고찰

냉기공 면적이 4 %시 압축강도

골판지 상자의 냉기공 면적이 4 %일 때 저장기간에 따른 상자의 압축 강도 변화는 Table 2와 같다. 냉기공 수가 2개 일 때를 살펴보면, 초기값은 A상자가 가장 높게 나왔고, 저장 4주 후에도 A상자가 다른 상자에 비해 압축강도가 크게는 27 % 이상 높은 것으로 나타났다. 한편 냉기공 수가 3개인 경우에 초기값은 E상자가 높게 나타났고, 저장 4주 후에도 E상자의 압축강도가 타 상자에 비해 45 % 이상 높게 나타났다. 저장기간중 E상자의 압축강도 변화도 초기값에 비해 50 % 정도 강해진 것을 알 수 있었다. 종합적으로 보았을 때 냉기공의 폭은 좁고 길이가 긴 A, E상자가 다른 상자들에 비해 압축강도가 저장기간이 지날수록 높게 유지됨을 알 수 있었다.

한편, 저장기간이 지남에도 상자의 압축강도가 증가하는 이유는 골판지를 생산시 골판지 상자의 수분함량이 저장고의 습도(RH 75 %)보다 높아 초기값이 낮게 나타났으나, 저장 중 저장고의 습도가 낮아 골판지에서 수분증발로 인하여 골판지의 압축강도가 높아진 것으로 판단되었다. Lee 등(8)은 흡습에 따른 골심지의 강도저하가 골판지 상자의 압축강도 저하에 많은 영향을 미친다고 하였으며, Graig H(3,4)는 골판지 상자의 수분함량 변화가 클수록 골판지 상자의 수명이 짧아진다고 하였다.

Table 2. Compression strength of corrugated paperboard box of 4 % air hole portion during storage at room temperature(RH 75 %)

Boxes*	Storage periods(week)		
	Initial	2	4
A	599.5±24.0	635.4±78.5	716.9±101.7
B	505.1±11.3	603.4±60.4	627.7±39.3
C	486.6±25.8	537.6±57.3	562.5±45.9
D	405.9±32.3	535.7±87.8	575.9±45.1
E	505.2±10.3	693.5±82.4	757.6±87.1
F	465.9±59.8	524.0±46.2	518.3±10.9
G	474.5±34.9	506.2±42.9	519.7±81.8
H	493.2±67.2	494.5±63.0	522.0±84.7

* see Table 1.

냉기공 면적이 7 %시 압축강도

골판지 상자의 냉기공 면적이 7 %일 때 저장기간에 따른 상자의 압축 강도 변화는 Table 3과 같다. 냉기공 수가 2개인 경우를 보면 I상자가 초기값도 다른 상자들에 비해 11 % 이상 높게 나왔으며, 저장 4주 후에도 24 % 이상 높은 압축강도를 나타내었다. 냉기공 수가 3개인 경우에는 M상자가 초기값과 저장 4주 후에도 가장 높게 유지되었다. 냉기공의 면적이 7 %인 경우에도 냉기공의 폭은 좁고 길이가 긴 I, M상자가 초기 및 저장기간이 지날수록 상자의 압축강도가 높게 나타났다.

Table 3. Compression strength of corrugated paperboard box of 7 % air hole portion during storage at room temperature(RH 75 %)

Boxes*	Storage periods(week)		
	Initial	2	4
I	568.0±72.3	753.3±41.7	645.6±90.7
J	499.5±29.3	491.9±22.2	515.7±36.0
K	508.8±36.5	539.4±48.0	535.0±43.5
L	490.7±74.7	417.2±40.4	489.0±71.0
M	559.5±40.3	560.3±53.1	590.2±40.8
N	458.3±48.3	444.6±61.7	542.0±81.8
O	434.5±40.3	425.5±20.9	451.9±67.3
P	371.5±17.6	537.3±66.8	553.6±59.3

* see Table 1.

냉기공 면적이 10 %시 압축강도

골판지 상자의 냉기공 면적이 10 %일 때 저장기간에 따른 상자의 압축 강도 변화는 Table 5와 같다. 냉기공 수가 2개인 경우를 살펴보면 냉기공의 폭이 좁고 길이가 긴 Q상자가 초기에 다른 상자들에 비해 압축강도가 다소 높게 유지되었으며, 저장 4주 후에도 23 % 이상 높게 유지되었다. 냉기공 수가 3개인 경우 역시 폭이 좁고 길이가 긴 U상자가 초기와 저장 후에도 높게 압축강도가 유지되고 있었다. 냉기공 면적이 상자측면의 10 %인 경우에도 역시 폭이 좁고 길이가 긴 Q, U상자들이 다른 상자들에 비해 압축강도가 높게 유지되고 있었다.

Table 5. Compression strength of corrugated paperboard box of 10 % air hole portion during storage at room temperature(RH 75 %)

Boxes*	Storage periods(week)		
	Initial	2	4
Q	491.2±10.7	656.3±99.8	661.1±116.7
R	485.7±45.8	471.1±49.1	513.1±49.3
S	490.6±15.7	507.6±49.8	535.1±56.5
T	366.6±31.5	460.0±61.0	506.3±80.4
U	517.2±40.3	509.9±56.5	583.8±32.0
V	437.4±63.8	420.6±71.3	499.9±92.2
W	406.2±52.0	433.9±63.9	448.2±68.0
X	327.2±47.3	494.7±24.0	502.9±63.5

* see Table 1.

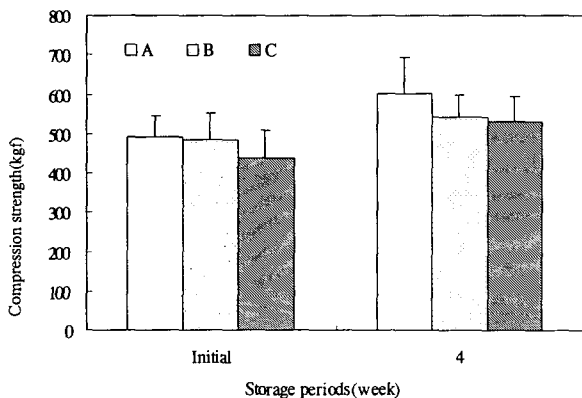


Fig. 1. Compared compression strength of corrugated paperboard box about air hole portion.

A: 4 % air hole, B: 7 % air hole, C: 10 % air hole.

냉기공 면적 및 수에 따른 압축강도

골판지 상자의 냉기공 면적에 따른 저장기간별 압축강도 변화는 Figure 1과 같다. 초기치를 살펴보면 냉기공 면적이 4 %인 A가 7 %인 B상자와는 큰 차이가 없었으나, 10 %인 C상자보다는 12 % 정도 높게 나타났다. 저장 4주 후의 압

축강도에서는 A상자가 B와 C상자에 비해 각각 11, 13 % 높게 나타나, 상자의 압축강도는 냉기공의 면적이 적을수록 높게 나타남을 알 수 있었다.

골판지 상자의 냉기공 수에 따른 저장기간별 압축강도 변화는 Figure 2와 같다. 초기치를 보면 냉기공 수가 2개인 A상자와 냉기공 수가 3개인 B상자간에 10 % 미만으로 뚜렷한 차이는 없었다. 또한 저장 4주 후에도 두 상자간 압축강도는 6 %정도로 큰 차이가 없었다.

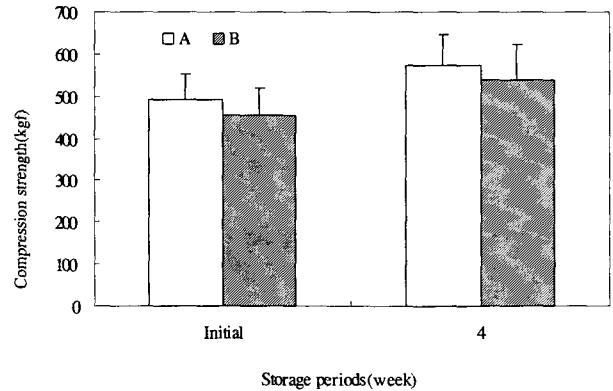


Fig. 2. Compared compression strength of corrugated paperboard box about air hole number.

A: 2 air hole number, B: 3 air hole number.

요 약

콜드체인용 골판지 상자의 냉기공과 상자의 압축강도와의 관계를 알아보고자, 골판지 상자에 각각 냉기공을 2 또는 3개를 뚫고, 냉기공의 크기와 면적을 달리하여 상온(RH 70±5 %)에서 4주간 저장하면서 골판지 상자의 압축강도를 측정하였다. 냉기공 면적이 4, 7, 10 %모두에서 냉기공의 크기가 폭은 좁고 길이가 긴 것이 압축강도가 높게 나타났다. 또한 냉기공 면적에 따른 압축강도를 살펴보면 냉기공 면적이 4 %인 상자가 다른 상자들에 비해 압축강도가 10 % 이상 높게 나타났다. 하지만 냉기공 수에 따른 상자의 압축강도는 냉기공 2개와 3개간에 10 %미만의 압축강도 차이를 보여, 골판지 상자의 압축강도를 높이기 위해서는 냉기공이 차지하는 면적을 줄이고 냉기공의 모양은 폭이 좁고 길이는 길게 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 김수일 (2003) 포장연구개발보고서, 한국포장기술인협회의, 3, 36-40

2. Park, J.M., Kwon, S.H., Kwon, S.G. and Kim, M.S. (1994) Improvement and analysis of stacking durability of corrugated fiber board boxes for agricultural products-moisture absorption properties and compressive strength reduction. *Journal of the Korean Society of Agricultural Machinery*. 19, 358-369
 3. Graig H. (1996) 온도·습도 변화는 골판지상자의 수명에 어떠한 영향을 미치는가(상). *월간포장산업*3월호, 190-192
 4. Graig H. (1996) 온도·습도 변화는 골판지상자의 수명에 어떠한 영향을 미치는가(하). *월간포장산업*(4), 169-171
 5. Hanlon, J.F. (1994) *Handbook of packaging engineering*. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A.
 6. Peleg. K. (1981) Package product interaction in corrugated containers for flesh produce. *Transaction of the ASAE*, 24, 794-800
 7. Park, H.W., Ha, Y.S., Lee, S.D., Kong, J.H. and Kim, S.I. (1989) Changes in compression strength of corrugated paperboard box in several conditions, *Korean J. Food Sci, Technol.* 21, 258-261
 8. Lee, J.H., Kim, S.I. and Ha, Y.S. (2000) Effects of relative humidity conditions on the compressive strength changes of corrugating mediums. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7, 63-67
-
- (접수 2003년 10월 8일, 채택 2003년 11월 21일)