

종이 포장재에 따른 쌀의 저장특성

한충수 · 강태환 · 리혁 · 홍현기 · 전홍영 · 김유호¹ · 연광석

충북대학교 바이오시스템공학과, ¹농촌진흥청 농업공학연구소

Storage Characteristics of Rice by Paper Packaging Materials

Chung-Su Han, Tae-Hwan Kang, He Li, Hyun-Ki Hong, Hong-Young Jeon,
You-Ho Kim¹, and Kwang-Seok Yeon

Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University

¹National Institute of Agricultural Engineering

Abstract

This study was carried out to investigate storage characteristics of rice by paper and vinyl coated packaging materials. Weight, moisture contents, and broken ratio of white rice were also measured along with the packaging materials and storage period. The moisture content of the paper package decrease relatively higher than the vinyl-coated package under storage methods. Open and closed paper package reduce the weight of 1.77 and 1.76%, respectively, and weight loss of 0.20 and 0.51% were observed for open and closed vinyl-coated package, respectively for indoor storage. During the storage, the rice moisture contents of paper package storage from 4.5 to 1.8 times more than vinyl-coated package storage. Paper package storage lost relatively high moisture contents because of good air circulation. Rice moisture contents when stored in closed vinyl-coated and paper package storage dropped less than 0.3%, and up to 1.4%, respectively. The Broken ratio and whiteness had insignificant difference when compare to storage methods and period.

Keywords: storage method, vinyl-coated package, paper package, weight loss, eating quality

서 론

쌀은 수분을 갖고 있기 때문에 주위의 환경과 저장방법에 따라 수분이 증발되어 중량이 감소되거나, 흡습하여 중량이 증가하는 경우가 있다(Mok & Lee, 1999). 그러나 우리나라의 기후 조건상 상대습도가 높지 않기 때문에 대부분이 전자의 경우가 많고, 후자는 비가 오는 경우에 발생하는 현상이지만, 꽤청해지면 다시 수분이 증발되어 중량이 감소된다.

한편 쌀의 품질과 식미에 영향을 주는 요인은 생산과정 요인, 가공과정요인, 유통 및 취반과정요인으로 분류할 수 있다. 품질과 식미를 좌우하는 요인 중 비중이 큰 것부터 서술해 보면 품종>산지=기상=재배방법=건조=저장=도정>수확=유통=취반 순이다. 특히 가공과정요인 중에 건조 단계에서 과건조 되거나, 저장중 함수율이 낮아지면 식미는 더욱 나빠진다(Park et al., 1994).

쌀의 함수율은 식미와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려

져 있고, 대개 16% 전후의 함수율이 식미가 양호한 것으로 보고 되어 있다(Kawamura, 1990; Han, 2005). 일반적으로 소비자가 쌀을 구매하면 15~30일 정도 보관하면서 식용으로 이용한다. 따라서 보관 중에 주위환경이나 보관방법에 따라 함수율 변화 등에 의한 품질변화가 예상된다.

Choi et al. (2005)은 LDPE paper bag에 백미를 저장한 경우 4개월 후 이취가 발생하였고, craft paper bag의 경우에는 저장 6개월 후에도 이취가 발생하지 않는 것으로 보고하였다. 또한 백미의 안전저장기간으로써 상온저장시 Craft paper bag은 1개월, LDPE paper bag은 2개월 정도라고 보고하였다. Chung et al.(2004)은 일반포장재와 숯포장재를 이용하여 백미, 현미, 흑미의 저장 중 물리적 특성 변화를 분석하였고, 저장기간에 따라 백미균, 현미균, 흑미균의 발아율 차이가 없는 것으로 보고하였다. Lee et al. (2006)은 숯 포장재와 쌀의 저장 품질에 관한 연구에서 지방산가는 저장 6주후에 지대 및 PE포장구가 숯포장구에 비해 높았으며, 함수율과 중량감소 변화는 숯포장구가 대조구(지대, PE포장구)보다 다소 높은 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 기존의 쌀(백미) 포장재료인 종이포대와 종이 내부에 비닐이 코팅된 포대(이후 비닐코팅종이포대라고 칭함)에 저장할 경우, 일반가정의 저장기간과 유사한

Corresponding author: Kwang-Seok Yeon, Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea
Tel: 043-261-2582; Fax: 043-271-4413
E-mail: ksyon@Chungbuk.ac.kr

보관 조건상태에서 쌀의 중량, 함수율, 동할미율, 백도 등의 변화를 측정하여 저장특성을 규명하였다.

재료 및 방법

재료

공시재료는 충청북도 내수 미곡종합처리시설(RPC)에서 생산된 백미(추청) 12포대/10 kg을 사용하였다. 시료의 포장재료는 종이포대와 비닐코팅종이포대를 사용하였다.

실험방법

저장기간의 설정은 가정에서 쌀을 구입한 후 대개 1개월 동안 양식으로 사용하는 것을 기준으로 하여, 5월부터 6월 사이에 32일간 저장하였다.

저장방법은 종이포대와 비닐코팅종이포대 각각 6포대 중 2포대씩(1포대 실내저장, 1포대는 항온항습저장) 세워서 개봉한 후 저장기간 경과에 따른 품질 변화 측정용으로 사용하였다. 또한 나머지 4포대 중 2포대(1포대 실내저장, 1포대는 항온항습저장)는 밀봉상태로, 2포대는 개봉상태로 중량 변화 측정용으로 하였다. 저장방법과 포장방법에 따른 실험 설정구를 Table 1에 나타냈다.

저장방법은 실내저장과 항온항습저장을 하였다. 실내저장 시료는 실험실 내부에서 상온 상태로 저장하였고, 바닥면에는 두께 50 mm 스티로폼 판을 설치하여 물기 등이 침투되지 않도록 하였다. 실내의 온습도 변화는 디지털온습도계(TR-72, TANDD, Japan)와 자기온습도계(A4322, Phip Harris, UK)로 측정하였다.

항온항습기(VS-3DH, VISION SCIENTIFIC CO., Korea)의 온습도 설정은 가정집에 2주간 자기온습도계를 설치하여 온습도 변화를 조사한 후, 평균값을 저장 온습도로 하였다. 항온항습기의 온도는 25(±2), 상대습도는 45%(±3%)로 조절하여 저장하였다. 저장방법에 따른 온습도 조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Experiment setting by storage and package method

| Package methods | thermo-hygrostat storage | | Indoor storage | |
|----------------------|--------------------------|---------|----------------|---------|
| | Weight | Quality | Weight | Quality |
| Paper package | Open | ○ | ○ | ○ |
| | Closed | ○ | | ○ |
| vinyl-coated package | Open | ○ | ○ | ○ |
| | Closed | ○ | | ○ |

Table 2. Condition of temperature and humidity by storage method

| Items | thermo-hygrostat storage | Indoor storage |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| Temperature(°C) | 25°C(±2°C) | 20.5~28.5 (Arg. 26°C) |
| Humidity(%) | 45%(±3%) | 23~69.5% (Arg. 49%) |

품질측정 항목

저장 전 품질 측정용 쌀은 포대의 상, 중, 하 전체를 섞어서 백도, 동할미율, 함수율을 측정하여 저장기간의 측정값에 대한 기준으로 하였다. 그리고 저장기간에 따른 품질 측정은 개봉된 품질측정용 쌀포대의 표면 쌀을 250~300 g 채취하여 백도, 동할미율, 함수율을 측정하였고, 중량측정용 시료는 중량변화만을 측정하였다. 또한 중량 측정용 밀봉상태의 시료는 실험 종료시 개봉하여 각각의 품질 변화를 측정하였다.

중량

중량은 8개(종이포대 4, 비닐코팅종이포대 4)의 시료를 대상으로 측정하였다. 중량 측정은 실험 첫날의 중량을 기준으로 하였고, 전자저울(HP-60K, 1 g, A&D Company, Japan)을 사용하여 매일 1회씩 측정하였다.

함수율

함수율은 품질측정용 시료를 이용하여 Dry Oven 법으로 측정하였다. Dry Oven(SACO-31, SAN CHEON TECH-IND. CO., Korea)법은 Dry Flat에 10 g(±10%)의 시료를 넣고, 135°C로 24시간 건조시켜 데시게이터에서 상온으로 식힌 후, 전자저울(GT4100, 0.01 g, OHAUS, USA)로 칭량하여 무게비에 의해 함수율을 계산하였다.

한편 국내의 곡물 함수율 측정은 105°C - 5 g분쇄 - 5 시간 법이 표준이기 때문에 다음 식에 의해 135°C법으로 측정하여 얻은 함수율(M₁₃₅, %w.b)을 105°C법의 측정값(M₁₀₅, %w.b)으로 환산하여 나타냈다(Koh et al., 1995; Yamashita, 1975).

$$M_{105} = 100 - 1.022(100 - M_{135})$$

동할미율

쌀의 동할미율은 식미와 관련되는 품질 측정 항목으로 1 시료에 대하여 5회 측정하였고, 경동할과 중동할을 모두 측정한 후 평균값으로 나타내었다. 측정기기는 1회에 50립씩 측정이 가능한 수동식 동할미투시기(RC-50, kett, Japan)를 사용하였다.

백도

백미 백도는 백도계(C-300-3, kett, Japan)를 사용하여 한 시료당 3회 측정 후 평균값으로 나타냈다.

결과 및 고찰

실내의 온습도 변화

실내저장시 실내의 온습도 변화를 Fig. 1에 나타냈다.

Fig. 1에서와 같이 저장기간 중의 최저온도는 20.5°C 이었고, 최고온도는 28.5°C를 나타냈다. 한편 상대습도는 최저값이 23% 이었고, 최고값은 69.5% 이었다. 실내의 평균

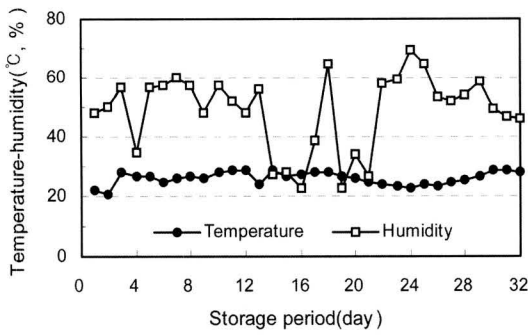


Fig. 1. Temperature-humidity variation of indoor during storage period.

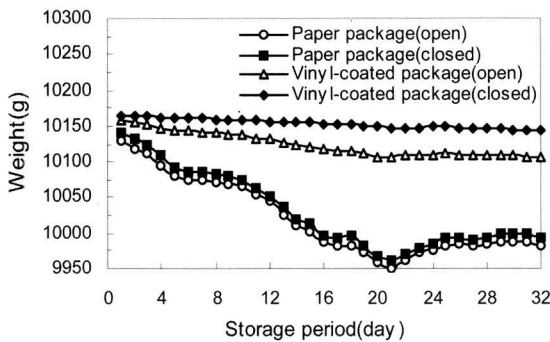
온습도는 각각 26°C, 49% 이었다.

중량 변화

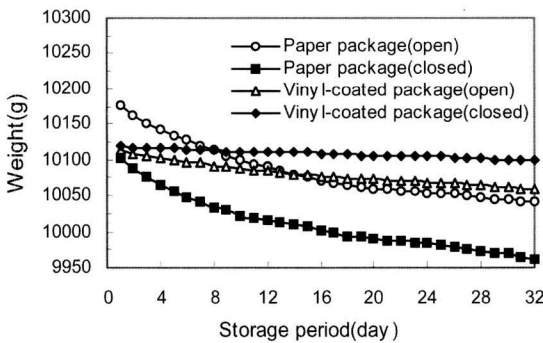
Fig. 2는 실내와 항온항습저장시 저장기간과 포장방법에 따른 중량변화를 나타낸 것이다.

Fig. 2에 나타냈듯이 항온항습저장보다는 실내저장한 것의 중량감소가 큰 것으로 나타났다. 또한 비닐코팅포대 저장보다 종이포대 저장한 것이, 미개봉한 것보다는 개봉하여 저장한 것의 중량감소가 큰 것으로 나타났다.

이와 같이 항온항습저장보다 실내저장한 것, 특히 종이



(a) Indoor storage



(b) Thermo-hygrostat storage

Fig. 2. Weight variation by package method and storage period.

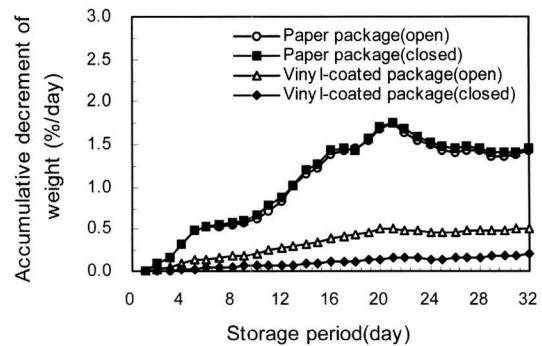
포대 저장의 중량감소가 큰 이유는 종이포대의 조직의 치밀도가 비닐보다 낮아 통풍이 잘 되고, 실내의 상대습도 변화에 그대로 노출된 상태로 저장되기 때문에 상대습도가 낮은 경우, 상대습도에 해당하는 쌀의 평형함수율까지 수분이 증발하기 때문이다. 이와 같은 수분증발은 중량 감소를 의미한다.

한편 경우에 의해 실내의 상대습도가 높아지면 상대습도에 해당하는 쌀의 평형함수율까지 흡습하여 쌀의 함수율이 증가하고, 중량도 증가하게 된다(Keum et al., 2000). 그 예로 저장기간 21일째 실내 종이포대 저장한 것의 중량은 저장초기에 비해 최대로 감소한 시기이다. 그러나 22일째 부터 강우로 인해 상대습도가 높아지면서(Fig 1 참조)중량이 약간 증가하는 경향은 바로 앞에서 설명한 이유 때문이다.

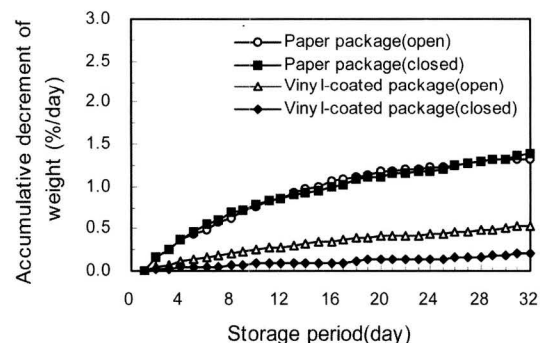
중량 감소 누적율

저장기간 32일 동안의 쌀의 중량 감소 누적율을 Fig. 3에 나타냈다. Fig. 3은 Fig. 2의 저장기간에 따른 중량 변화량과 초기중량과의 비율로 나타낸 것이다.

Fig. 3에 나타난 바와 같이 실내저장과 항온항습저장 모두가 저장기간이 경과할수록 중량 감소율이 커지는 경향을 나타냈다.



(a) Indoor storage



(b) Thermo-hygrostat storage

Fig. 3. Accumulative decrement of weight by storage method and storage period.

포장재료의 따른 중량 변화율을 비교해 보면 실내저장과 향온항습저장한 것 중 종이포대에 저장한 것의 중량 감소율이 크게 나타났고, 비닐코팅종이포대는 중량 감소율이 매우 작게 나타났다. 예를 들어보면 실내에서 종이포대를 미개봉과 개봉 상태로 저장했을 때 최대중량감소율은 각각 1.77%(179 g/10,141 g), 1.76%(178 g /10,128 g) 이었고, 실내에서 비닐코팅종이포대를 미개봉과 개봉 상태로 저장했을 때 최대 중량감소율은 각각 0.20%(20 g/10,164 g), 0.51%(52 g/10,158 g)로 종이포대에 저장한 것이 중량감소율이 큰 것으로 나타났다. 한편 향온항습저장에서도 종이포대가 비닐코팅종이포대보다 중량감소율이 크게 나타났다.

이와 같이 비닐코팅종이포대에 저장한 것보다 종이포대에 저장한 것이 중량 감소율이 큰 이유는 앞 절에서 설명한 바와 같이 종이포대 조직의 치밀도가 비닐코팅종이포대보다 낮아 통풍이 잘 되므로 수분이 쉽게 증발하여 중량이 감소하기 때문이다.

함수율 변화

함수율 측정은 품질측정용 4시료(실내저장용 종이포대와 비닐코팅종이포대 각각 1시료, 향온항습저장용 종이포대와 비닐코팅종이포대 각각 1시료)에 대해 매일 측정하였다.

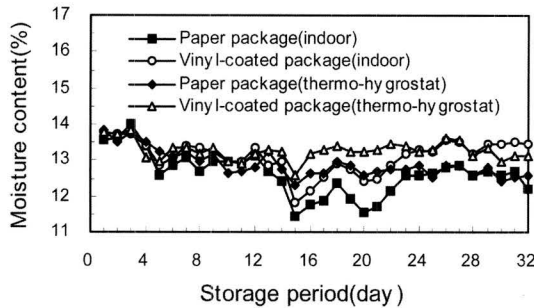


Fig. 4. Variation of moisture content by storage method and storage period.

그 측정 결과를 Fig. 4에 나타냈다.

Fig. 4에 나타냈듯이 초기함수율은 13.55~13.83% 이었고, 저장기간이 경과할수록 실내에 종이포대로 저장한 것의 함수율이 낮아지는 경향을 나타냈다. 한편 저장 14일째부터 종이포대저장의 함수율이 비닐코팅종이포대에 저장한 것에 비해 함수율이 낮아지는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 이와 같은 경향은 실내저장과 향온항습저장에서 같게 나타났다.

종이포대에 저장한 것이 함수율이 낮아지는 이유는 앞에서 설명한 바와 같이 비닐코팅종이포대보다 종이포대가 통풍이 잘되어 상대습도가 낮으면 쉽게 수분이 증발되기 때문이다.

중량 측정용 시료는 함수율 측정을 위해 저장기간중 시료 채취를 할 수 없기 때문에 실험종료시 최종함수율을 측정하여, Fig. 4에 나타난 초기함수율 및 최종함수율과 비교하여 Fig. 5와 Table 3에 나타냈다.

Fig. 5 및 Table 3에서와 같이 초기함수율은 13.6~13.8% 이었다. 저장 32일 후 종이포대에 저장한 품질 측정용 시료의 함수율은 12.20%(실내저장)와 12.58%(향온항습저장)로 초기함수율보다 각각 1.35%, 1.25% 감소하였고, 비닐코팅종이포대에 저장한 품질 측정용 시료의 최종함수율은 13.46%(실내저장)와 13.10%(향온항습저장)로 초기보다 각각 0.30%, 0.69% 감소하였다. 따라서 함수율 감소는 비닐코팅종이포대에 저장하는 것보다 종이포대에 저장하는 것이 큰 것으로 나타났다.

중량 측정용 시료의 최종함수율을 비교해 보면 저장 종료 후, 종이포대에 저장한 시료의 함수율은 초기함수율에 비해 1.03%(실내저장, 종이포대, 개봉), 1.13%(실내저장, 종이포대, 미개봉), 1.39%(향온항습저장, 종이포대, 개봉), 1.44%(향온항습저장, 종이포대, 미개봉) 감소하였다. 종이포대 저장시 포대를 개봉하여 저장한 것과 미개봉하여 저장한 것과의 함수율 감소는 거의 차이가 없는 것으로 나타났고, 종이포대에 실내저장한 것보다 향온항습저장한 것의

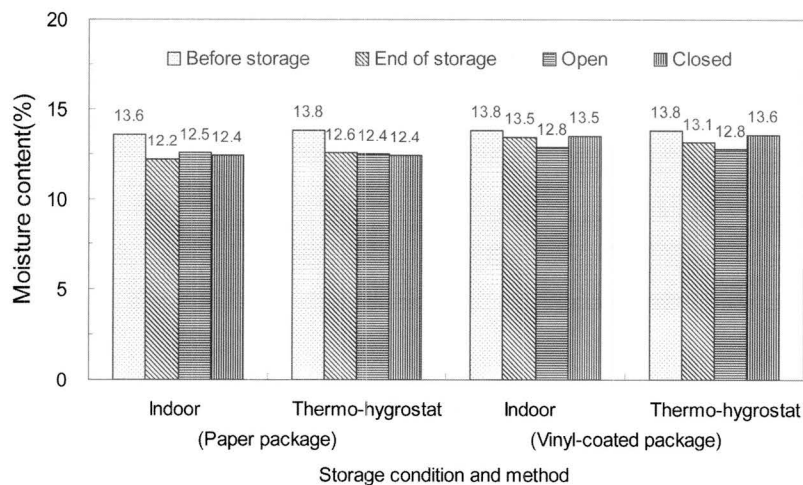


Fig. 5. Comparison of final moisture content by storage and package method.

Table 3. Comparison of initial and final moisture content by storage and package method

| Storage method | | Initial moisture content(%) | Indoor storage(%) | | Initial moisture content(%) | Thermo-hygrostat storage(%) | |
|----------------------|--------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | | | Measurement of quality | Measurement of weight | | Measurement of quality | Measurement of weight |
| Paper package | Open | 13.55 | 12.20 | 12.52 | 13.83 | 12.58 | 12.44 |
| | Closed | 13.55 | - | 12.42 | 13.83 | - | 12.39 |
| Vinyl-coated package | Open | 13.76 | 13.46 | 12.81 | 13.79 | 13.10 | 12.80 |
| | Closed | 13.76 | - | 13.47 | 13.79 | - | 13.55 |

함수율이 미세하게 더 감소하는 경향을 나타냈다.

이것은 향온함습저장의 경우 일정한 상대습도에 대해 평형함수율까지 계속 감소하고, 실내저장의 경우 저장 후기에 강우로 인해 상대습도가 높아지면, 시료의 평형함수율도 높아져서 흡습하기 때문이다.

중량 측정용 시료를 실내에서 비닐코팅종이포대에 저장한 경우, 최종함수율은 초기함수율보다 0.95%(비닐코팅종이포대, 개봉), 0.29%(비닐코팅종이포대, 미개봉) 감소하였고, 향온함습저장의 경우는 0.99%(비닐코팅종이포대, 개봉), 0.24%(비닐코팅종이포대, 미개봉) 감소하였다. 비닐코팅종이포대에 저장한 경우, 포대를 개봉하여 저장한 것과 미개봉하여 저장한 것과의 함수율 감소 변화는 개봉한 것이 많이 감소하는 것으로 나타났고, 실내저장한 것과 향온함습저장한 것과의 함수율 감소 변화는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 비닐코팅종이포대의 함수율 감소가 종이포대 저장보다 낮은 이유는 종이포대의 경우, 앞 절에서 설명한 바와 같이 통풍이 잘 되므로 포대의 개봉과 미개봉에 관계없이 공기가 접촉되는 포대부분은 쌀의 수분이 증발하고, 비닐코팅종이포대에 저장한 경우 포대의 개봉부분 외에는 수분증발이 이루어지지 않아 함수율 변화가 거의 없기 때문으로 판단된다.

동할미율 변화

동할미의 증가는 식미를 저하시키므로 저장기간 중에 동할미율을 측정하여 비교하였다. 그 결과를 Fig. 6에 나타냈다.

Fig. 6에서와 같이 동할미율은 저장 및 포장방법과 저장

기간의 경과에 따라 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 단지 저장기간에 따라 초기 동할미율에 비해 1~2%의 범위 내에서 증가하는 경향을 나타냈으나, 품질에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

백도 변화

Fig. 7은 저장기간에 따른 백도 변화를 나타낸 것이다.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 초기의 백도는 38.4~38.6이었고, 32일 저장 종료 후 백도도 38.2~38.9로 저장 및 포장 방법과 저장기간에 따른 백도변화는 없는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구에서는 실내 및 향온함습저장을 하면서 쌀(백미)의 포장재료와 저장기간에 따라 쌀의 중량, 함수율, 동할미율, 백도 등의 변화를 측정하여 포장재료에 따른 품질 변화를 분석하였다.

실내저장과 향온함습저장한 것 모두 종이포대에 저장한 것이 중량 감소율이 가장 크게 나타났고, 비닐코팅종이포대는 중량 감소율이 작은 것으로 나타났다. 실내에서 종이포대를 미개봉과 개봉 상태로 저장했을 때 최대중량감소율은 각각 1.77%, 1.76%였고, 비닐코팅종이포대의 최대 중량 감소율은 각각 0.20%, 0.51%로 종이포대에 저장한 것의 중량감소율이 큰 것으로 나타났다.

함수율 감소는 비닐코팅종이포대에 저장하는 것보다 종이포대에 저장한 것이 4.5배~1.8배 더 감소하는 것으로 나타났고, 종이포대에 저장하는 경우 통풍이 잘되어 포대를

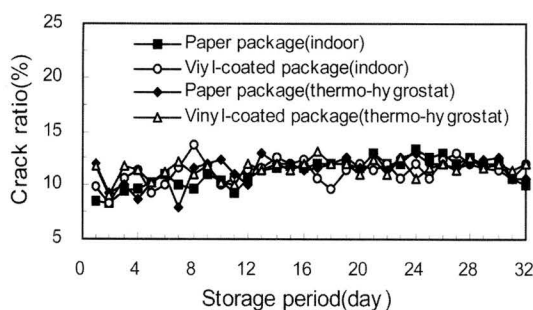


Fig. 6. Variation of crack ratio by storage method and storage period.

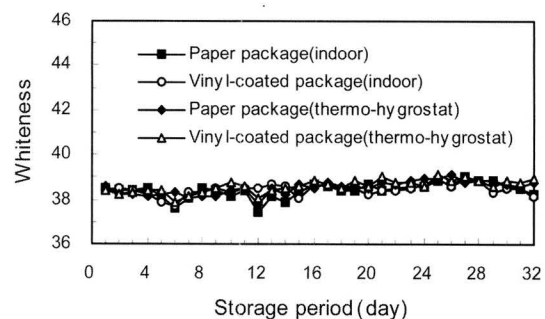


Fig. 7. Variation of Whiteness by storage method and storage period.

개봉한 것과 미개봉한 것에 관계없이 함수율 감소가 큰 것으로 나타났다. 비닐코팅종이포대를 미개봉 상태로 32일 저장한 경우, 함수율 감소는 0.3% 미만이었고, 종이포대는 약 1.4% 이하인 것으로 나타났다.

동할미울과 백도는 저장 및 포장방법과 저장기간의 경과에 따라 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2006학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- Choi YH, Choung JI, Cheong YK, Kim YD, Ha KY, Ko JK and Kim CK. 2005. Storage Period of Milled Rice by Packaging Materials and Storage Temperature. *Korean J. Food Preserv.* **12(4)**: 310-316.
- Chung NY, Choi SS and Choi SN. 2004. Effect of Charcoal Packaging Materials on the Physicochemical Properties of White, Brown and Black Rice During Storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* **20(6)**: 553-560.
- Kawamura S. 1990. Rice Milling, and Quality and Taste of Milled Rice : (Part 2) Milling Characteristics. *Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers.* **17(1)**: 25-49.
- Keum DH, Kim H and Cho YK. 2000. Desorption Equilibrium Moisture Content of Rough Rice, Brown Rice, White Rice and Rice Hull. *J. Korean Soc. Agric. Machin.* **25(1)**: 47-54.
- Koh HK, Kum DH, Kim DC, Kim MS, Kim MH, Kim YH, Park KJ, Park HS, Lee JH, Chang DI, Chung JH, Cho YK and Han CS. 1995. *Rice Processing Comple-theory and practical-*. MUNUNDANG CO., Korean.
- Lee SE, Kim JH, Kim H. Kim OW, Kim SS and Kim DC. 2006. Effect of Charcoal Packaging Materials on the Storage Quality Properties of Milled Rice. *Proceedings of the KSAM 2006 Summer Conference.* **11(2)**: 206-209.
- Mok CK and Lee SK. 1999. Cracking of Caused by Moisture Migration during Strage. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31(1)**: 164-170.
- Park HS, Kum DH and Han CS. 1994. *Rice Processing Comple-theory and practical-*. Agricultural Cooperative College, korean.
- Han CS. 2005. *Drying and Storage Technology for Grain Quality*. Cheongju. Korea.
- Yamashita R. 1975. Suggestion for Moisture Content Standard Measurement of Grain. *Japan J. Soc. Agric. Machin.* **37(3)**: 445-451.

(접수 2008년 4월 3일, 채택 2008년 5월 13일)