

숯 포장재가 백미, 현미, 흑미 저장 중 물리화학적 변화에 미치는 영향

정남용 · 최성숙 · 최순남*
삼육의명대학 식품과학과
삼육대학교 식품영양학과*

Effect of Charcoal Packaging Materials on the Physicochemical Properties of White, Brown and Black Rice During Storage

Nam Yong Chung, Sung Sook Choi, Soon Nam Choi*

Department of Food Science, Sahmyook College

**Department of Food and Nutrition, Sahmyook University*

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of packaging materials (general, charcoal) on the physicochemical properties of white, brown and black rices stored at 30°C. The weight losses of the rices were 2.2~3.0% during storage. The germination rates of the white rice packed with general (GW) and charcoal (CW) were both 0.0%, whereas those for the brown and black rices (GB and CB, and GBL and CBL) were 10.3 and 10.9%, and 11.8 and 12.1%, respectively, after 10 weeks of storage. With regard to the weight losses, there were no differences in the germination rates between the packaging materials. The hardness of the rice increased with increasing storage, but the change was smallest for the CBL (charcoal packed, black rice) and largest for the GW (general packed, white rice). The fat acidity of the rices was significantly increased with increasing storage time and those of the rices packed in charcoal materials were significantly lower than those packed in general packaging materials.

Key words : charcoal, packaging materials, white rice, brown rice, black rice

1. 서 론

숯은 신선한 힘이란 뜻의 우리말로써 나무를 600~900°C에서 탄화시킨 것으로 주로 빨감으로 사용해 왔으며 요즈음은 탄화 중에 생성되는 다공성을 다양하게 이용하고 있다. 즉, 우리나라에서는 장류 발효시에 각종 불순물의 흡착제로 사용해 왔으며 지사제로도 이용하였으나¹⁾, 최근 숯의 이용에 관한 다양한 효과가 입증되고 있다. 즉, 고순도 비타민 C 제조에 있어서 촉매작용²⁾, 포도 protoplast 배양시의 생육저해인자의 제거³⁾, 미생물 배지내의 superoxide 및

hydrogen peroxide의 제거⁴⁾ 및 동결건조 plasma의 저장 중 악취생성 억제⁵⁾, 유해금속류의 제거⁶⁾, 산류 및 유해물질의 제거^{7,8)} 및 식품 또는 사료 내 trichothecene mycotoxin의 제거⁹⁾ 등의 연구가 있다. 이와 같이 숯이 생체내의 각종 독성물질을 흡착하여 반응계로부터 제외시킴으로써 다양한 질병을 예방하거나 치료하는 효과가 알려지면서 식·의약 신소재로서의 이용 가능성이 커지고 있다. 이에 따라 식생활에서의 이용성도 높아지고 있을 뿐만 아니라 국내외에서는 빵 등 식품에 첨가하여 시판되고 있다.

미곡은 벼의 형태로 저장 후 백미로 도정하여 이용하고 있으며, 저장에 사용되는 포장 재료는 벗짚을 이용한 가마니를 비롯하여 일반 화학 섬유로 짠 포대류를 사용하여 왔다. 그러나 이들 포장 재료는 저장 중 저장시설 내부의 습도 변화에 영향을 받아

Corresponding author: Soon Nam Choi, Sahmyook University, 26-21 Kongneung 2-dong, Nohwongu, Seoul 139-742, Korea
Tel : 02-3399-3430
Fax : 02-3399-3429
E-mail : choisn@syu.ac.kr

수분의 흡/탈착이 반복되는 경향을 보여 저장성에 영향을 주고 있다¹⁰⁾. 또한 소비자들의 생활수준 향상으로 다양한 음식에 대한 욕구와 건강 지향성 식사 패턴으로 변화함에 따라 현미와 흑미의 수요가 증가하고 있으며¹¹⁾, 이러한 욕구에 맞춰 현미, 흑미 등의 생산 및 가공에 대한 연구는 활발하나 저장에 대한 연구는 아직 미흡하여 이에 대한 연구가 필요하다 하겠다. 이러한 추세에 따라 탈취성, 흡착성, 항균성 등의 특성을 가진 것으로 알려진 숯을 사용한 포장재에 각각 백미, 현미, 흑미를 일정기간 저장하면서 저장 기간 중 물리화학적 특성의 변화에 미치는 영향을 일반 포장재와 비교, 조사하여 곡류저장에 대한 숯 포장재의 활용성을 알아보려고 하였으며 좀더 다양한 포장재 개발을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 백미(이천미, 경기), 현미(상주미, 경북), 흑미(진도미, 전남)는 2003년 4월 서울 북부에 소재하는 농협 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 저장조건

시료의 저장은 백미, 현미, 흑미는 각각 800 g씩 일반 종이포장재와 숯이 종이 내부에 도포된 숯포장재(Mirae charcoal Co. Seoul)에 넣고 포장지 입구 끝 2 cm를 한 번 접어 실로 박음질(시중 유통 판매되는 쌀 포장재 입구 처리와 동일한 방법)한 후 30℃로 유지되는 저장고(선진과학, 서울)에 16주 동안 저장하면서 일정기간마다 꺼내어 실험에 사용하였다.

3. 무게변화율

저장 중 시료의 무게 변화율은 초기무게에 대한 저장 중의 무게 변화량으로 나타내었다. 즉 초기무게를 100으로 보았을 때 저장기간 중의 측정된 무게를 초기무게로 나누어서 나타내었다.

$$\text{무게변화율(\%)} = \frac{\text{일정기간 후 무게(Wt)}}{\text{초기무게(Wo)}} \times 100$$

4. 발아율의 측정

시료의 발아율은 각 시료 100립을 일정시간 침지 후 여과지(Whatman No.1)를 깔고 살균 증류수 30

mL을 넣은 직경 12 cm petri dish에 넣고 때때로 살균 증류수를 보충하여 주면서 30℃의 항온기에서 3일간 발아시켜 뿌리가 적어도 2 mm 이상 나온 것을 계수하여 발아율을 계산하였다.

5. 수화양상

시료 1 g을 100 mL 비이커에 담아 20℃ 증류수 50 mL를 넣고 일정시간 침지 후 꺼내어 여과지 위에 올려 표면수를 제거하고 무게의 변화를 측정하였다. 무게 증가량으로부터 1 g 당 수분증가율을 계산하였고 이와 같은 과정을 3회 이상 반복하여 평균값을 취하였다¹²⁾.

6. 경도 측정

저장 중 시료의 경도는 Texture analyzer (EZ-Tester 500-N, Shimadzu, Japan)를 이용하여 쌀알 한 개를 파괴시키는데 소요되는 힘을 경도로 나타내었다. 측정 조건은 load cell; 10 kg, test speed; 1 mm/min, deformation rate; 70.0%, plunger diameter; 15 mm이었다.

7. 저장 중 지방산도

시료의 저장 중 지방산도는 AOAC 방법¹³⁾을 이용하여 측정하였다. 즉 시료를 50 g 취하여 분쇄기(FM-700, Food mixer, Hanil Co.)로 분쇄시킨 후 No. 40 seive를 통과시킨 시료 20 g을 100 mL 플라스크에 넣고, 벤젠 50 mL를 넣어 마개를 한 다음 수조간 흔들어 벤젠 증기가 플라스틱 내부의 공기에 포화되도록 하였다. 이것을 30분동안 진탕기에서 흔들어 주고 3분간 정치시킨 후, 여과지(Whatman No.4)를 사용하여 여과하였다. 여과액 25 mL에 0.04% alcohol phenolphthalein 용액을 지시약으로 하여 0.0178 N KOH로 적정하고 다음 식에 의거하여 지방산도를 측정하였다.

$$\text{지방산도} = 10 \times (\text{시료 적정 mL 값} - \text{blank 적정 mL 값})$$

8. 총 세균수 측정

각 시료는 0, 4, 10, 16주 간격으로 취하여 plate count method¹⁴⁾에 의하여 측정하였다.

9. 통계처리

실험 결과의 통계분석은 SAS program을 이용하여 ANOVA test를 실시한 후에 유의성이 있는 경우 $\alpha = 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여

처리구간별 평균치간의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 무게변화율

쌀의 저장 중 무게의 변화는 Table 1에 나타내었다. 전반적으로 저장기간이 경과함에 따라 일반포장재와 숯포장재에 따라 100.0%에서 백미군은 각각 97.0, 97.0%, 현미군은 각각 97.5, 97.6%, 흑미군은 각각 97.6, 97.8%로 감소하였고 포장재의 차이는 나타나지 않았다. Choi와 Lee¹⁵⁾의 연구에서는 숯포장지에 저장된 과일의 중량감소가 일반포장에 비해 더 적었고, 이는 숯포장지에 저장 중 내부의 습도를 조절하여 수분증발을 억제하는 특성이 있다고 하였던 결과와는 다른 양상을 나타내었는데 이는 시료의 수분함량 및 자체 생리작용 등의 영향이 있었을 것으로 사료된다.

Table 1. Changes in weight loss of white, brown, black rice during storage in charcoal and general packaging (%)

| Storage time(wk) | GW ¹⁾ | CW ²⁾ | GB ³⁾ | CB ⁴⁾ | GBL ⁵⁾ | CBL ⁶⁾ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 2 | 99.0 | 99.2 | 99.5 | 99.8 | 99.7 | 99.2 |
| 4 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.7 | 99.0 | 99.5 |
| 6 | 99.0 | 99.5 | 99.0 | 99.0 | 98.5 | 99.0 |
| 8 | 98.5 | 99.0 | 98.7 | 98.9 | 98.7 | 98.5 |
| 10 | 98.7 | 98.5 | 98.5 | 98.7 | 98.0 | 98.5 |
| 12 | 98.0 | 98.0 | 98.0 | 98.5 | 98.0 | 98.0 |
| 14 | 97.5 | 97.7 | 97.3 | 98.1 | 97.7 | 97.8 |
| 16 | 97.0 | 97.0 | 97.5 | 97.6 | 97.6 | 97.8 |

¹⁾GW:General package+white rice

²⁾CW:Charcoal package+white rice

³⁾GB:General package+brown rice

⁴⁾CB:Charcoal package+brown rice

⁵⁾GBL:General package+black rice

⁶⁾CBL:Charcoal package+black rice

2. 발아율 측정

저장 쌀의 발아율을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 백미군의 경우 모두 0.0%의 발아율을 나타내었고, 현미군에서는 4주까지 일반포장재 71.0, 숯포장재 70.0%, 흑미군에서는 포장재에 따라 각각 70.0, 70.5%의 발아율을 보였으며, 10주 이후의 실험기간 동안 발아율은 큰 폭으로 저하되어 현미군에서는 포장재에 따라 각각 10.3, 10.9%, 흑미군에서는 각각 11.8, 12.1%이었고 16주에는 모든 군에서 0.0%이었

Table 2. Changes in percent of germination of white, brown, black rice during storage in charcoal and general packaging at 30°C (%)

| Storage time(wk) | GW ¹⁾ | CW ²⁾ | GB ³⁾ | CB ⁴⁾ | GBL ⁵⁾ | CBL ⁶⁾ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | 0.0 | 0.0 | 76.1 | 76.0 | 82.3 | 82.6 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 71.0 | 70.0 | 70.0 | 70.5 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 10.3 | 10.9 | 11.8 | 12.1 |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

¹⁾⁻⁶⁾See footnote of Table 1

다. 이러한 결과는 Han et al¹⁰⁾이 다양한 온도에서의 현미 발아율을 측정하였을 때 30°C 저장구에서 4개월 경과 후에 61.4%, 6개월 경과 후에는 8.1%라고 보고하여, 실험 10주 경과 후에 발아율이 모든 시료에서 0.0%를 보인 본 실험의 발아율이 낮은 것으로 나타났다. Kreyger¹⁶⁾는 밀, 귀리, 옥수수 및 호밀의 건조에 따른 발아율의 영향을 조사하였는데 모든 곡립의 발아율은 낮은 수분 함량에서 열에 민감하게 저하된다고 하였으며, Burrell¹⁷⁾은 발아율이 저장 환경의 가스 조성, 물리적인 손상, 곡립 내부 요인 등에 의해서도 영향을 받지만 주로 온도와 수분함량에 의해서 영향을 받게 된다고 하였다. 저장 중에 곡립의 발아율 저하 현상에 대하여는 여러가지 이론^{18,19)}이 있으며, 그 중 Copeland²⁰⁾는 곡립의 발아율의 영향인자는 상대습도와 온도 등의 외부적인 것과 곡립의 물리적 조건, 생리적 상태 등의 내부적인 것으로 분류하였고, Robert²¹⁾는 발아율 저하에 대한 내적인 요인으로 phenolics, indolacetics, abscissic acid 및 발효산물 등의 대사독(代謝毒)의 축적, 핵산과 핵단백질막의 변성 및 호흡으로 인한 탄수화물, 지방질 및 단백질 손실 또는 비타민이나 호르몬의 손실로 인한 필수 대사 물질의 고갈을 들었는데 이들이 씨눈의 발육을 저해시킨다고 하였다. 발아과정은 곡립이 수분을 흡수함에 따라서 배유내에 들어있는 protease²²⁾, α-amylase²³⁾가 활성화되면서 시작되는데, Robert²⁴⁾는 온도, 수분함량과 산소 분압이 주로 영향을 미친다고 하였다. 따라서 본 연구의 결과 나타난 발아율의 저하는 내적 요인으로 곡립 자체의 생리적 상태 또는 외적 요인 중 저장 온도 그리고 도정시 배아 손상 및 저장 중 배아 변질 등 여러 요인의 복합적 영향을 받았을 것으로 사료되며 포장재의 종류가 발아율에 미치는 영향은 나타나지 않았다.

3. 수화 양상

시료의 수화양상은 Fig. 1, 2 및 3과 같다. 실험

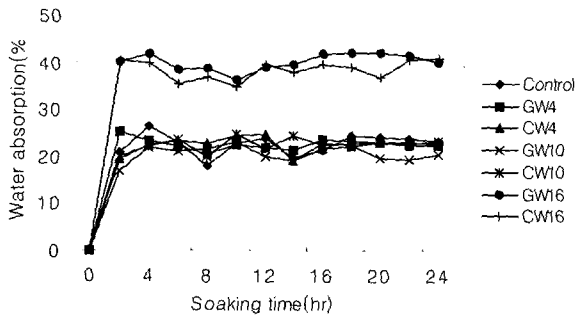


Fig. 1. Water absorption curves of white rice by packaging materials during storing for 16 weeks.

GW4 : General package+white rice+storage for 4 weeks
 CW4 : Charcoal package+white rice+storage for 4 weeks
 GW10, CW10 : Storage for 10 weeks
 GW16, CW16 : Storage for 16 weeks

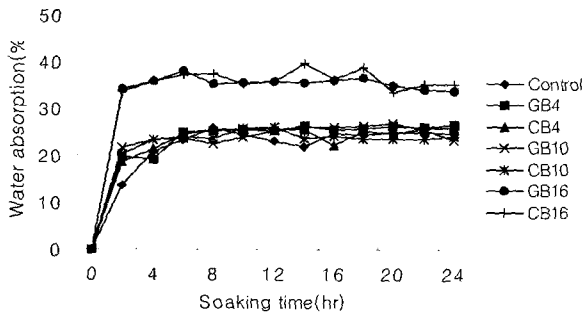


Fig. 2. Water absorption curves of brown rice by packaging materials during storing for 16 weeks.

GB4 : General package+brown rice+storage for 4 weeks
 CB4 : Charcoal package+brown rice+storage for 4 weeks
 GB10, CB10 : Storage for 10 weeks
 GB16, CB16 : Storage for 16 weeks

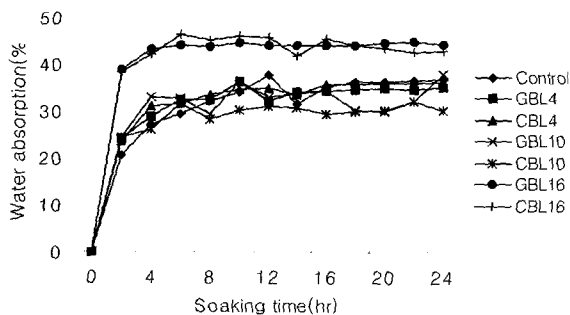


Fig. 3. Water absorption curves of black rice by packaging materials during storing for 16 weeks.

GBL4 : General package+black rice+storage for 4weeks
 CBL4 : Charcoal package+black rice+storage for 4weeks
 GBL10, CBL10 : Storage for 10weeks
 GBL16, CBL16 : Storage for 16weeks

초기 백미는 4시간, 현미는 8시간, 흑미는 12시간 이후에 평형수분함량에 도달하여 백미는 26.4%, 현미는 25.9%, 흑미는 37.8%의 수분 증가량을 보였다. 실험군 모두 저장기간이 경과할수록 수화정도가 증

가하는 경향을 보였고, 저장 16주 시 평형수분함량 시간을 기준으로 비교하였을 때 백미군은 39.9~41.8%, 현미군은 35.4~37.5%, 흑미군의 경우 44.3~45.8%로 수화정도가 저장 4주, 10주보다 크게 증가하는 것으로 나타났으며 일반포장재와 숯포장재간의 차이는 나타나지 않았다.

백미의 경우 18℃ 침지온도에서 최대수분함량을 나타내는 시간이 50분이라고 한 보고¹²⁾와 비교하여 볼 때 본 실험의 백미 최대 수화시간이 길었으며, 현미와 흑미는 백미에 비해 수화시간이 더 걸렸는데 이것은 왕겨만 제거된 채로 표피층이 그대로 있기 때문으로 사료되며, 이러한 결과는 Kim et al²⁵⁾의 연구에서 흑미의 수화시간이 백미와 비교 시 오래 걸렸던 결과와 같은 경향이었다. Park²⁶⁾은 현미 상태의 아끼바레와 오대벼를 20℃에서 침지 시 17시간 후에 평형수분에 도달하여 25~26%의 수분증가량을 나타낸다고 하여, 본 실험에서 현미의 평형수분에 도달하는 시간은 짧았으나 수분증가량은 유사하게 나타났다. Kim et al²⁷⁾은 현미를 20℃에서 침지 시 최대수분함량이 34%라고 하여 본 실험의 최대수분함량이 낮았고, Lee²⁸⁾는 흑미를 20℃에서 침지 시 10시간 이후에 평형수분함량에 도달하여 35%의 수분증가량을 보였다고 하여, 본 실험이 흑미 최대수분증가량은 유사하였고 평형수분함량 시간은 길게 나타났다.

4. 저장 중 쌀의 경도 측정

시료의 저장 중 경도의 변화는 Fig. 4에 나타낸 바와 같다. 저장 기간에 따른 경도는 실험 초기 백미 5.430, 현미 7.448, 흑미 7.822 kg이었으나 저장 16주 후에는 흑미 숯포장재군이 가장 적게 변하여 실험 초기와 실험 후 경도의 차이는 1.790 kg이었고, 백미 일반포장재군이 가장 많이 변하여 경도의 차이가 2.702 kg이었으며, 각 군마다 유의적인 차이를 나타

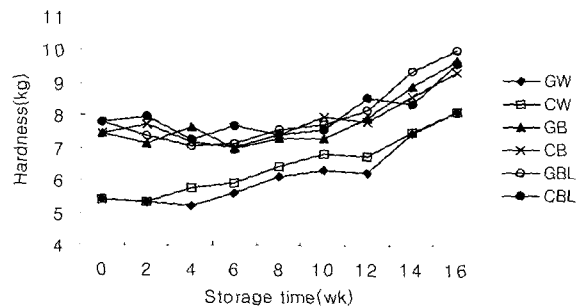


Fig. 4. Hardness of white, brown, black rice during storage by packaging materials.

(GW, CW, GB, CB, GBL, CBL : Refer to Table 1)

내었다($p < 0.001$). 또한 포장재간에 따른 경도는 16주 경과 시료의 경우 일반포장재와 숯포장재군에 따라 백미에서는 각각 8.132, 8.114, 현미에서는 9.696, 9.347, 흑미는 10.026, 9.612 kg로 일반포장재군 시료보다 숯포장재군 시료의 경도가 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). Kim et al¹¹⁾은 경도의 변화는 포장내부와 외부로의 수분이동의 양은 매우 적어 전체적인 수분함량과 감소에 의한 변화보다는 저장기간의 증가와 함께 곡립 내부의 밀도 증가현상에 기인하는 것으로 보여 진다고 하였으며, Barlow et al²⁹⁾은 경도의 증가가 곡립 중의 수용성 단백질과 전분입자간의 matrix를 구성하게 된 결과라고 하였다. 본 연구에서도 모든 실험군이 저장기간이 길수록 전반적으로 경도가 높아져 유사한 결과를 나타내었다.

5. 침지 중 쌀의 경도 측정

시료를 증류수 50 mL에 침지한 후 낱알 경도의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 5, 6 및 7과 같다. 실험개시 시 백미, 현미, 흑미 대조군의 경도는 각각 5.430, 7.448, 7.822 kg이었으며 1시간 침지 후 각각 1.698, 6.710, 6.965 kg로 백미군은 다른군에 비하여 매우 급격하게 감소하였고, 저장 기간에 따른 시료의 침지 후 경도는 전반적으로 저장기간이 길수록 저하되었다. 이는 저장기간에 따른 수분의 감소로 침지 중 수분흡수율이 증가하여 경도가 저하된 것으로 추정된다. Kim et al²⁵⁾의 현미에 대한 연구에서도 침지 1시간 이후에 급격하게 경도가 감소하였다고 하였으며, Yun et al³⁰⁾의 실험에서도 40℃에서 4시간 동안 쌀보리를 침지한 후 경도의 변화를 측정 시 2시간을 중심으로 기울기가 다른 직선이 생기면서 감

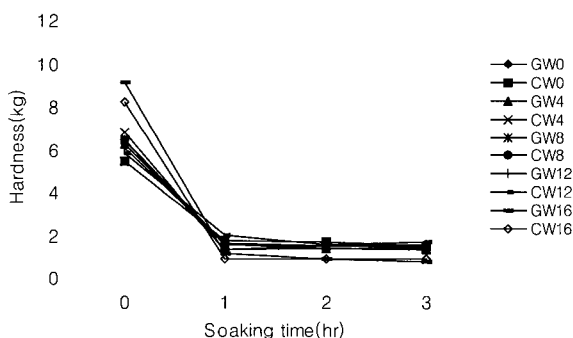


Fig. 5. Changes of hardness of white rice during soaking at 20°C.

GW0 : General package+white rice+storage 0 week
 CW0 : Charcoal package+white rice+storage 0 week
 4 : Storage for 4weeks, 8 : Storage for 8 weeks
 12 : Storage for 12weeks, 16 : Storage for 16 weeks

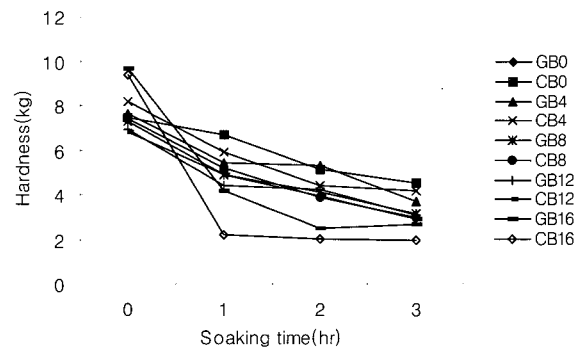


Fig. 6. Changes of hardness of brown rice during soaking at 20°C.

GB0 : General package+brown rice+storage 0 week
 CB0 : Charcoal package+brown rice+storage 0 week
 4 : Storage for 4weeks, 8 : Storage for 8 weeks
 12 : Storage for 12weeks, 16 : Storage for 16 weeks

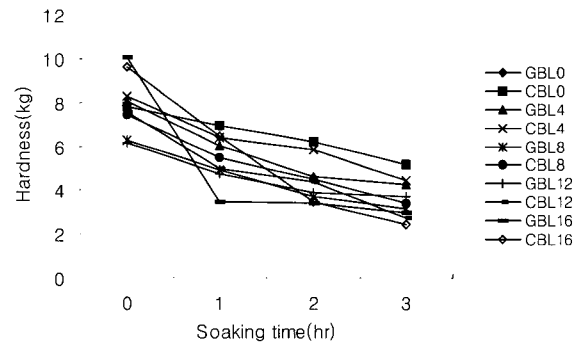


Fig. 7. Changes of hardness of black rice during soaking at 20°C.

GBL0 : General package+black rice+storage 0 weeks
 CBL0 : Charcoal package+black rice+storage 0 week
 4 : Storage for 4weeks, 8 : Storage for 8 weeks
 12 : Storage for 12weeks, 16 : Storage for 16 weeks

소하는 경향을 나타내었다고 하여 본 실험에서도 비슷한 양상으로 조사되었으며 포장재간의 차이는 나타나지 않았다.

6. 저장 중 지방산도

시료의 저장 중 지방산도를 측정된 결과를 보면 (Table 3) 실험군 모두 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 차이를 나타내었으며($p < 0.001$), 포장재간에 따른 지방산도는 실험 초기에 2.61~3.14 mgKOH이었는데, 저장 16주 후 일반포장재군과 숯포장재군에 따라 백미군은 각각 18.55, 14.32 mgKOH($p < 0.001$), 현미군은 각각 19.10, 15.09 mgKOH($p < 0.001$), 흑미군은 각각 20.60, 18.67 mgKOH($p < 0.01$)로 유의적인 차이가 나타났다. 곡립 중에 들어 있는 지방질은 산화에 의해 전형적인 지방 산패취를 발생하거나 가수분

Table 3. Changes in fat acidity of white, brown, black rice during storage in charcoal and general packaging at 30°C (mgKOH)

| Samples | Storage time(wk) | | | | Significance |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------|--------------|
| | 0 | 4 | 10 | 16 | |
| GW ¹⁾ | 3.14 | 9.56 | 15.12 | 18.55 | *** |
| CW ²⁾ | 3.14 | 5.77 | 9.68 | 14.32 | *** |
| Significance | NS | *** | *** | *** | |
| GB ³⁾ | 2.92 | 10.98 | 17.91 | 19.10 | *** |
| CB ⁴⁾ | 2.92 | 5.77 | 15.11 | 15.09 | *** |
| Significance | NS | *** | ** | *** | |
| GBL ⁵⁾ | 2.61 | 8.65 | 17.38 | 20.60 | *** |
| CBL ⁶⁾ | 2.61 | 5.36 | 14.31 | 18.67 | *** |
| Significance | NS | ** | ** | ** | |

^{1)~6)}See footnote of Table 1

p<0.01, *p<0.001

해 되어 유리 지방산을 생성하게 된다. 곡립은 상당히 활성적인 항산화제를 지니고 있고, 곡립 내부에 존재하는 지방질은 공기 중의 산소와 직접적으로 접촉되지 않도록 효과적으로 방지되어 있기 때문에 일반적인 저장 시에는 별다른 문제를 야기시키지 않는다³¹⁾고 한다. Kim et al¹¹⁾은 이러한 지방산도의 변화는 포장재 내의 산소와의 접촉에 의한 산화와 저장 중의 열에 의한 지방질의 산화에 의한 영향으로 판단된다고 하였다. Han et al³²⁾의 연구에서 저장 중 현미의 지방산도 측정 결과, 30°C 저장 시료의 경우 저장 6개월 경과한 후에 저장 전의 값보다 1.9배의 증가를 보였다고 하여 본 실험 시료의 지방산도의 증가폭이 큰 것으로 조사되었으며 이는 저장조건의 차이로 인한 결과로 사료된다. 본 실험에서 일반포장재군보다 숯포장재군 시료의 지방산도 증가 정도가 낮았으나 숯포장재군에서도 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 지방산도가 증가하여 숯포장재의 효능에 대하여 좀 더 깊은 연구가 필요할 것으로 보인다.

7. 총 세균수 측정

저장 중 시료의 총균수를 살펴 본 결과는 Table 4에 나타내었다. 원료 상태 시료의 총 균수는 g당 10⁵ 이상으로 높게 나타났으며 저장기간에 따라 큰 변화가 없다가 16주 후에는 현미 숯포장재군을 제외하고는 총균수가 감소되는 경향을 보였다. 일반포장재군과 숯포장재군의 시료에서 총균수가 비슷하게 조사되어 숯포장재의 항균효과는 거의 나타나지 않은 것으로 사료된다. Kum et al³³⁾의 연구에서는 원료 상태

Table 4. Total bacterial population counts of white, brown, black rice by package materials during storage at 30°C (CFU/g)

| Samples | Storage time(wk) | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 0 | 4 | 10 | 16 |
| GW ¹⁾ | 20×10 ⁷ | 18×10 ⁷ | 45×10 ⁶ | 76×10 ⁴ |
| CW ²⁾ | 19×10 ⁷ | 14×10 ⁷ | 81×10 ⁶ | 62×10 ⁴ |
| GB ³⁾ | 11×10 ⁶ | 10×10 ⁶ | 15×10 ⁷ | 10×10 ⁴ |
| CB ⁴⁾ | 82×10 ⁵ | 78×10 ⁵ | 99×10 ⁶ | 16×10 ⁶ |
| GBL ⁵⁾ | 25×10 ⁶ | 23×10 ⁶ | 19×10 ⁴ | 90×10 ⁴ |
| CBL ⁶⁾ | 13×10 ⁷ | 10×10 ⁷ | 11×10 ⁷ | 18×10 ⁵ |

^{1)~6)}See footnote of Table 1

의 총균수가 g당 10⁵ 이하로 나타나 본 실험의 총균수가 높은 것으로 조사되었다.

IV. 요약

백미, 현미, 흑미를 각각 일반포장재와 숯포장재에 일정기간 저장하면서 저장기간 중 물리화학적 특성의 변화에 미치는 영향을 비교, 조사하여 곡류저장에 대한 숯포장재의 활용성을 알아보고자 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 저장 중 무게의 변화는 전반적으로 쌀의 종류 및 포장재간의 차이에 상관없이 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 일반포장재와 숯포장재에 따라 100.0%에서 백미균은 각각 97.0, 97.0%, 현미균은 각각 97.5, 97.6%, 흑미균은 각각 97.6, 97.8%로 나타났고 포장재간의 차이는 미미하였다. 저장 쌀의 발아율을 측정된 결과 백미균의 경우 모두 0.0%의 발아율을 나타내었고, 저장 4주 후 일반포장재와 숯포장재에 따라 현미균에서 각각 71.0, 70.0%, 흑미균에서는 각각 70.0, 70.5%의 발아율을 보였으며, 저장 10주 후에는 현미균에서 각각 10.3, 10.9%, 흑미균에서는 각각 11.8, 12.1%이었고 저장 16주 후에는 모든 군에서 0.0%이었고 포장재간의 차이는 나타나지 않았다.
- 수화양상 실험결과 실험 초기에 백미는 4시간, 현미는 8시간, 흑미는 12시간 이후에 평형수분함량에 도달하여 백미는 26.4%, 현미는 25.9%, 흑미는 37.8%의 수분증가량을 보였다. 실험군 모두 저장기간이 길수록 수화정도는 증가하였으며 포장재간의 차이는 나타나지 않았다.
- 저장기간에 따른 경도는 실험 초기 백미 5.430, 현미 7.448, 흑미 7.822 kg이었으나 저장 16주 후에는 흑미 숯포장재군이 가장 적게 변하여 실험

초기와 실험 후 경도의 차이는 1.790 kg, 백미 일반포장재군은 가장 많이 변하여 2.702 kg으로 각 군마다 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.001$). 또한 포장재간에 따른 경도는 16주 경과 시료의 경우 일반포장재와 숯포장재군에 따라 백미에서는 각각 8.132, 8.114, 현미에서는 9.696, 9.347, 흑미는 10.026, 9.612 kg로 일반포장재군 시료보다 숯포장재군 시료의 경도가 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$).

4. 지방산도는 모든군에서 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였고($p < 0.001$), 일반포장재군보다 숯포장재군의 지방산도가 유의적(백미, 현미군 $p < 0.001$, 흑미군 $p < 0.01$)으로 낮았으나 숯포장재군 시료의 경우에서도 저장기간이 경과함에 따라 지방산도가 증가하는 결과를 보였다. 원료 상태 시료의 총균수는 g당 10^5 이상으로 높게 나타났으며 저장기간에 따라 큰 변화가 없다가 16주 후에는 현미 숯포장재군을 제외하고는 총균수가 감소되는 경향을 보였으며 일반포장재군과 숯포장재군의 시료에서 총균수가 비슷하게 조사되었다.

따라서 본 실험을 통해 숯포장재가 물리화학적 성질에 있어 일반 종이포장재보다 우수한 결과는 관찰되지 않았다. 그러나 숯포장재 제조 시 숯의 기능성을 저하시킬 수 있는 요인 및 제조 방법 등을 개선함으로써 숯의 기능성과 친환경적 특성을 최대한 살린 포장재의 연구 개발이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Lee, JL : Remedy by charcoal powder. Kukil Media, Seoul, 55, 1999
- Ohmori, M, Higashioka, H and Takagi, M : Pure dehydro-L-ascorbic acid prepared by O_2 -oxidation of L-ascorbic acid with active charcoal as catalyst. Agric. Biol. Chem., 47(3):607, 1983
- Ui, S, Suzuki, M, Kubota, S, Masuda, H, Muraki, H and Yamakawa, Y : Cooperative effect of activated charcoal and gellan gum on grape protoplast culture. Agric. Biol. Chem., 54(1):207, 1990
- Hoffman, PS, Pine, L and Bell, S : Production of superoxide and hydrogen peroxide in medium used to culture *Legionella pneumophila* : catalytic decomposition by charcoal. Applied and Environ Microbiol., Mar, p.784, 1983
- Hayakawa, S, Hirai, R, Akita, H, Nakamura, R and Sato, Y : Suppression of off-flavor development in freeze-dried plasma during storage by charcoal treatment at low pH. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi., 6(7):531, 1989
- Sheldrake, R, Doss, GE, St. John, Jr. LE, Donald, J : Lime and charcoal amendment reduce fluoride absorption by plant culture in a perlite-peat medium 1. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103(2):268, 1978
- KaKano, K, Kataoka, H and Matsumura, M : High density culture of *Propioni-bacterium freudenreichii* coupled with propionic acid removal system with activated charcoal. J. Ferment and Boieng., 81(1):37, 1996
- Sands, DC, McIntyre, JL and Walton, GS : Use of activated charcoal for the removal of patulin from cider. Applied and Environ. Microbiol., Sept., p.388, 1976
- Romer, TR : Use of small charcoal/alumina clean up columns in determination of trichothecene mycotoxins in food and feeds. A.O.A.C., 69, No 4-6, p.699, 1986
- Han, JG, Kim, K, Kang, KJ, Kim, SK and Lee, SK : Physicochemical properties of brown rice during storage in laminated film pouches. Korean J. Food Sci. Technol., 28(4):714, 1996
- Kim, JD, Kim, K and Eun, JB : Storage of black rice using flexible packaging materials. Korean J. Food Sci. Technol., 31(1):158, 1999
- Lee, SO, Kim, SK and Lee, SK : Kinetic studies on hydration of traditional and high-yielding rice varieties (in Korean). J. Kor. Agri. Chem. Soc., 26, p.1, 1983
- A.O.A.C International : Official methods of Analysis of the AOAC, 14th ed., Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C., U.S.A., 1984
- Ross, IJ and White, GM : Thin layer drying characteristics of white corn. Trans of ASAE, 15, p.175, 1972
- Choi, SN and Lee, KS : Effect of charcoal packing on the storage quality of fruits. J. of Natural Sci. Sahmyook University, 7(1):109, 2002
- Kreyger, J : Drying and storing grains, seed and pulse in temperate climates. Ins. Stor. Proc. Agr. Wageningen, The Netherlands. 1972
- Burrell, NJ : *Refrigeration in Storage of Cereal Grains and Their Products*. Christensen, C.M.(Ed.), American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul MN. p.407, 1982
- Anderson, JD : Physiological and biochemical differences in deterioration barley seed. Corp. Sci., 10, p.36, 1970
- Roberts, EH : The viability of cereal seed in relation to temperature and moisture. Ann. Bot. NS, 24, p.12, 1960
- Copeland, LO : *Principles of Seed Science and Technology*. Burgess Publ. Co., Minneapolis MN. 1976
- Robert, EH : *Viability of Seed*. Chapman & Hall, London, 1972
- Ingle, J and Hageman, RH : Metabolic changes associated with the germination of corn. III. Effects of gibberellic acid of endosperm metabolism. Plant Physiol., 40, p.672, 1965
- Harvey, MR and Oaks, A : The hydrolysis of endosperm protein in Zeamays. Plant Physiol., 63, p.453, 1974
- Robert, EH : Predicting the storage life of seeds. Seed

- Sci. Technol., 1, p.499, 1970
25. Kim, DW, Eun, JB and Rhee, CO : Cooking conditions and textural changes of cooked rice added with black rice. Korean J. Food Sci. Technol., 30(3):562, 1998
 26. Park, HW : The hydration properties and the cooking qualities of various brown rices. M.S. Thesis, Inha University, Seoul, Korea. 1991
 27. Kim, KJ, Pyun, YR, Cho, EK, Lee, SK and Kim, SK : Kinetic studies on hydration of akibare and milyang 23 brown rice (in Korean). Korean J. Food Sci. Technol., 16, p.297, 1984
 28. Lee, SH : Studies on the physicochemical properties and the extraction kinetics of anthocyanin pigments from blank rice (in Korean). M.S. Thesis, Sookmyung Women's Univ., Seoul, Korea, 1996
 29. Barlow, KK, Buttrose, SM, Simmons, DH and Vesk, M : The nature of the starch protein interface in wheat endosperm. Cereal Chem., 50, p.443, 1973
 30. Yun, YJ, Kim, K, Kim, SK, Kim, KY and Park, YK : Hydration rates and changes of hardness during soaking of polished naked barleys. (in Korean). J. Kor. Agri. Chem. Soc., 31(1):21, 1988
 31. Inoue, T and Suzuki, H : Effects of storage period, milling degree of stored brown rice grain and soaking of milled rice grains on the properties of cooked rice grains(in Japanese). Science of Cookery, 19, p.313, 1986
 32. Han, JG, Kim, K, Kang, KJ and Kim, SK : Shelf-life prediction of brown rice in laminated pouch by n-hexanal and fatty acids during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 28(5):897, 1996
 33. Kum, JS, Lee, CH, Baek, KH, Lee, SH and Lee, HY : Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. Korean J. Food Sci. Technol., 27(3):365, 1995
-
- (2004년 8월 25일 접수, 2004년 12월 15일 채택)