

현미의 산패 억제를 위한 항산화 및 산소제거능 향낭 개발

이정수 · 한재준*

고려대학교 생명과학대학 식품공학과

Development of Antioxidant and Oxygen Scavenging Sachets to Prevent the Rancidity of Brown Rice

Jung-Soo Lee and Jaejoon Han*

Department of Food Bioscience and Technology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract The objective of this study was to evaluate quality properties including acid value (AV) and peroxide value (POV) of brown rice packaged with antioxidant allyl mercaptan sachet or oxygen scavenging sachet. To prepare the antioxidant allyl mercaptan sachet, allyl mercaptan was encapsulated by rice flour and put in small roll paper pouch. The oxygen scavenging sachet consists of diatomite, sodium L-ascorbate and activated carbon. The results of this study showed that antioxidant allyl mercaptan sachet had no antioxidant effect on deterioration of brown rice, but oxygen scavenging sachet effectively inhibited rancidity of brown rice. Therefore, the developed oxygen scavenging sachet can be effectively utilized in food packaging system for quality stability.

Keywords Brown rice, Rancidity, Oxygen scavenger, Sodium L-ascorbate, Allyl mercaptan

서 론

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라를 비롯한 아시아 지역 사람들의 주식으로써 오래전부터 재배되어온 중요한 식량 작물이다¹⁾. 벼(paddy rice)에서 왕겨(husk)만을 벗겨낸 것을 현미(brown rice)라 하고 부드러운 식감과 체내 소화율을 높이기 위해 현미의 쌀겨(rice bran)를 깎아 도정한 것을 백미(polished rice)라 한다. 현미는 백미에 비해 단백질, 지방, 식이섬유, 비타민 및 칼슘과 철분을 비롯한 각종 무기질의 함량이 높기 때문에 영양적 가치와 기능성이 뛰어나다²⁾. 최근에는 국민들의 건강에 대한 관심이 증대함에 따라 백미보다는 각종 영양소의 함량이 더 높은 현미 소비가 증가하는 추세이다.

현미를 비롯한 곡류를 저장하는 목적은 어떤 저장조건이나 시설, 포장 등을 이용하여 수확 직후 곡물의 생물학적 및

이화학적 상태를 저장기간 동안 최대로 유지함으로써 소비자들의 기호를 충족시키고 수요와 공급을 조절하는 데 있다³⁾. 현미는 저장기간에 따라 열화(deterioration)가 진행될수록 이미와 이취가 발생하여 품질이 크게 저하된다. 이와 같은 이유로 현미의 저장 중 품질안정성 유지를 위한 연구가 활발하다. 예를 들어 Chung 등⁴⁾은 숯이 도포된 종이를 현미 포장재에 적층하여 저장 기간 중 현미의 물리화학적 특성의 변화를 일반 포장재와 비교하였고, Ding 등⁵⁾은 현미의 저장 수명을 연장시키기 위해 적외선 건조법을 채택하였다.

Allyl mercaptan은 마늘유래의 휘발성 향기성분으로써 콜레스테롤 합성을 감소시키는 기능을 가진 allium 유도체 화합물의 대사산물로 보고되어 있으며 항산화 활성을 가지고 있는 것으로도 알려져 있다⁶⁾. 본 연구에서는 쌀가루를 벽물질(wall material)로 사용하여 allyl mercaptan 함유 미세캡슐을 만든 후 롤지(roll paper) 파우치에 담아 항산화 향낭(antioxidant sachet)을 제작하였다.

L-ascorbic acid는 산화 안정성이 낮아 공기, 열, 빛 등에 노출되면 쉽게 산화되어 dehydro-L-ascorbic acid로 변화되며, 이 과정에서 수분이 촉매역할을 하는 것으로 알려져 있다⁷⁾. 이와 같은 자가산화 성질을 이용하여 본 연구에서는

*Corresponding Author : Jaejoon Han
Department of Food Bioscience and Technology, Korea University,
Seoul 136-701, Korea
Tel : +82-2-3290-3022, Fax : +82-2-3290-3754
E-mail : jjhan@korea.ac.kr

sodium L-ascorbate를 다공성 물질인 규조토(diatomite)와 활성탄(activated carbon)에 함침시켜 산소제거능 향낭(oxygen scavenging sachet)을 제조하였다.

본 연구의 목적은 제작한 항산화 allyl mercaptan 향낭과 sodium L-ascorbate를 기반으로 하는 산소제거능 향낭을 현미포장에 적용하여 이들이 현미의 산패를 억제 또는 지연시키는지를 확인하는데 있다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 현미는 전북 남원시에서 수확된 2014년산 벼의 왕겨만을 벗겨낸 0분도미 제품을 구매하여 사용하였다.

2. Allyl mercaptan의 radical 소거활성 측정

1) 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거활성

0.2 mM DPPH 용액 1 ml에 농도를 달리한 allyl mercaptan (Sigma-Aldrich Chemicals Co., St. Louis, MO, USA) 희석용액을 200 ml 첨가하여 암소에서 30분간 방치한 후 517 nm의 흡광도를 UV-Vis spectrometer (UV mini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. DPPH radical 소거활성은 ascorbic acid (Junsei Chemicals Co., Tokyo, Japan)를 표준물질로 사용하여 작성한 표준검량곡선을 통해 시료 1 g을 ascorbic acid에 대한 당량으로 환산하여 mg ascorbic acid equivalent (AAE)로 나타내었으며 3회 반복으로 진행되었다.

2) 2'-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) radical 소거활성

7.5 mM ABTS (Sigma-Aldrich Chemicals Co., St. Louis, MO, USA) 수용액과 2.45 mM potassium persulphate 수용액을 1:1(v/v)로 혼합하여 상온의 암소에서 12~16 시간 방치한 후 734 nm에서 흡광도가 0.700 ± 0.050 이 되도록 ethanol로 희석하여 ABTS 용액을 제조하였다. ABTS 용액 1 ml에 적절한 농도로 희석한 allyl mercaptan 용액을 50 ml 첨가하여 60분 동안 암반응시킨 후 UV-Vis spectrophotometer를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 trolox (Sigma-Aldrich Chemicals Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하여 작성한 표준검량곡선을 통해 시료 1 g을 trolox에 대한 당량으로 환산하여 mg trolox equivalent (TE)로 나타내었으며 3회 반복하여 측정하였다.

3. Allyl mercaptan 향낭의 제조

중류수 100 g에 쌀가루 5 g을 넣고 80°C에서 1시간 동안 가열하며 호화 및 용해시켰다. 가열 후 유화제로 Tween 20

(Daejung Chemical & Metals Co., Shiheung, Korea) 1 g을, 항산화물질로 allyl mercaptan 2 g을 첨가한 후 균질기(model SR30, mtop-Korea, Seoul, Korea)를 이용하여 8,000 rpm에서 5분간 균질화하였다. 균질용액은 inlet temp. 120°C, outlet temp. 90°C, feed rate 4.5 ml/min 조건하의 spray dryer (B-290, Buchi, Flawil, Switzerland)로 건조하여 미세캡슐을 제작하였다. 준비된 미세캡슐을 한쪽 면이 폴리에틸렌(polyethylene, PE)으로 코팅된 롤지(두께 $55 \pm 2 \mu\text{m}$)에 1 g씩 적재시키고 열접착기(SK-310, Chuengil Co., Seoul, Korea)를 이용하여 접합하여 향낭($2.5 \times 3.5 \text{ cm}$)으로 제작하였다(Fig. 1).

4. 산소제거능 향낭의 제조

중류수 300 g에 sodium L-ascorbate 100 g을 넣고 15분간 교반하여 sodium L-ascorbate 수용액을 제조한 후 규조토와 활성탄을 각각 100 g, 80 g씩 첨가한 뒤 다시 2시간 동안 교반하고 진공건조기(VS-1202V5, Vision Scientific, Daejeon, Korea)를 이용하여 90분 동안 진공상태에 방치하였다. 그 다음 원심분리기(Abanti J-E, Beckman, CA, USA)를 이용하여 25°C, 6,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 상층액을 제거한 뒤 침전된 시료만을 취해 60°C의 진공건조기에서 24시간 동안 건조하였다. 건조된 시료를 막사사발과 막자를 이용하여 미세한 분말상태로 만든 후 이를 롤지(두께 $55 \pm 2 \mu\text{m}$)로 제작한 파우치($3 \times 5 \text{ cm}$)에 4 g씩 담아 산소제거능 향낭을 제조하였다(Fig. 1).

5. 산소제거능 향낭의 산소제거능 측정

제작한 산소제거능 향낭의 산소제거능(oxygen scavenging capacity)을 측정하기 위해 600 ml 밀폐용기(Lock & Lock Co. Ltd., Seoul, Korea)에 1 ml의 중류수를 주입한 산소제거능 향낭을 넣고 이를 25°C의 인큐베이터에 저장하며 가스분석기(Check Point II, PBI Dansensor Co., Ringsted, Denmark)를 이용하여 저장 후 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36,

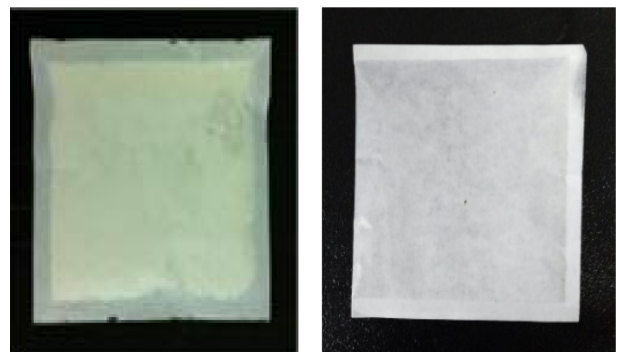


Fig. 1. Left: Antioxidant allyl mercaptan sachet, Right: Oxygen scavenging sachet.

48, 72시간 뒤 밀폐용기 내부의 산소농도를 측정하였다. 산소제거능 측정은 2반복으로 진행되었다.

6. 현미의 저장

Allyl mercaptan 향량이 현미의 산패에 미치는 영향을 알아보기 위해 25×30 cm 크기의 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 소재의 지퍼백(두께 60±1 μm)에 현미 1.5 kg과 allyl mercaptan 향량을 함께 담아 35°C 인큐베이터에 4주간 저장하면서 1주일 간격으로 현미의 산가와 과산화물가를 측정하였으며, allyl mercaptan 향량 없이 현미만을 저장한 것을 대조구로 설정하였다.

마찬가지로, 산소제거능 향량이 현미의 산패에 미치는 영향을 알아보기 위해 25×30 cm 크기의 LDPE 소재의 지퍼백에 현미 1.5 kg을 담은 뒤 본 연구에서 제작한 산소제거능 향량을 현미시료의 한 가운데에 위치시켰다. 그 후 35°C 인큐베이터에 4주간 저장하면서 1주일 간격으로 현미의 산가와 과산화물가를 측정하였으며, 산소제거능 향량 없이 현미만을 저장한 것을 대조구로 설정하였다. 또한 본 연구에서 제작된 산소제거능 향량의 현미 산패 억제 성능을 시중의 산소제거제와 비교하기 위해 가장 일반적으로 판매되고 있는 철계 산소제거제(EVER FRESH, Lipmen Co., Incheon, Korea)와 함께 저장된 현미를 양성 대조구(positive control)로 하였다.

7. 저장기간에 따른 현미의 산화안정성

1) 현미의 유지 추출

현미는 분쇄기(DA280-S, Daesung Artlon, Paju, Korea)를 이용하여 마쇄한 후 현미유 추출에 이용하였다. 현미 마쇄시료 1.5 kg을 *n*-hexane 3 L에 침지한 후 실온에서 24 시간 동안 정치하여 지방을 추출하였으며, 추출물은 No. 2 Whatman 여과지로 여과한 뒤 회전진공농축기(RE121, Buchi, Flawil, Switzerland)로 40°C에서 농축하여 *n*-hexane을 완전히 제거하였다.

2) 산가(Acid value)

현미의 산가는 식품공전에 의거하여 분석하였다⁸⁾. 현미에서 추출한 현미유 1 g을 200 ml 삼각플라스크에 취한 후 ether-ethanol 용액(1:1, v/v) 50 ml를 넣어 현미유가 잘 용해되도록 2분간 교반하였다. 이에 1% phenolphthalein 시약을 2-3방울 가하고 미홍색이 30초간 지속될 때까지 0.1 N-ethanolic KOH 용액으로 적정하였다. 동시에 시료를 가하지 않은 조건에서 같은 방법으로 공실험을 실시하여 다음의 식으로부터 산가를 산출하였으며 각 항목당 2회 반복하여 측정되었다.

$$\text{산가(mg KOH/g)} = \frac{5.611 \times (a - b) \times f}{S}$$

S: 검체의 채취량(g)

a: 검체에 대한 0.1 N-ethanolic KOH 용액의 소비량(ml)

b: 공실험에 대한 0.1 N-ethanolic KOH 용액의 소비량(ml)

f: 0.1 N-ethanolic KOH 용액의 역가

3) 과산화물가(Peroxide value)

현미의 과산화물가는 식품공전 방법을 응용하여 측정하였다⁹⁾. 현미유 1 g을 200 ml 삼각플라스크에 취한 후 acetic acid-chloroform 용액(3:2, v/v) 25 ml에 용해시켰다. 그 후 KI 포화용액 1 ml를 가해 가볍게 흔들어 섞은 다음 암소에서 10분간 방치한 뒤 증류수 30 ml를 가하여 세계 흔들며 섞었다. 마지막으로 1% 전분용액 1 ml를 지시약으로 하여 용액의 청남색이 완전히 무색이 될 때까지 0.01 N Na₂S₂O₃ 용액으로 적정하였다. 공실험은 시료를 넣지 않은 상태에서 같은 방법으로 실시하였으며, 다음의 계산식을 통해 과산화물가를 산출하였다. 과산화물가 측정은 각 항목당 2회 반복으로 진행되었다.

$$\text{과산화물가(mEq/kg)} = \frac{(a - b) \times f \times 10}{S}$$

S: 검체의 채취량(g)

a: 검체에 대한 0.01 N Na₂S₂O₃ 용액의 소비량(ml)

b: 공실험에 대한 0.01 N Na₂S₂O₃ 용액의 소비량(ml)

f: 0.01 N Na₂S₂O₃ 용액의 역가

8. 통계 분석

각 항목의 측정값 차이에 대한 유의성 분석은 Statistical Analysis System (SAS) software, version 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA)의 분산분석(ANOVA)를 이용하여 Duncan's multiple range test 사후검정 방법으로 처리하여 평균값 유의차(*p*≤0.05)를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. Allyl mercaptan의 radical 소거활성

DPPH와 ABTS radical 소거활성은 항산화능을 지닌 물질 함량이 높을수록 증가되며, 따라서 radical 물질인 DPPH와 ABTS의 소거활성은 유의적인 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾. 대부분의 항산화 물질은 radical을 효과적으로 제거하지만 radical의 기질에 따라 선택적으로 작용하는 물질이 존재하기 때문에 본 연구에서는 DPPH와 ABTS radical 소거활성 모두를 측정하여 allyl mercaptan의 항산화 활성을 검증하였다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 각각 ascorbic acid와 trolox 당량으로 계산하여 산출하였으며, 그 결과 각각 403.25±27.31 mg AAE/g, 1245.89±170.71 mg TE/g으로 나타나 allyl mercaptan이 현미 산패를 방지하기 위한

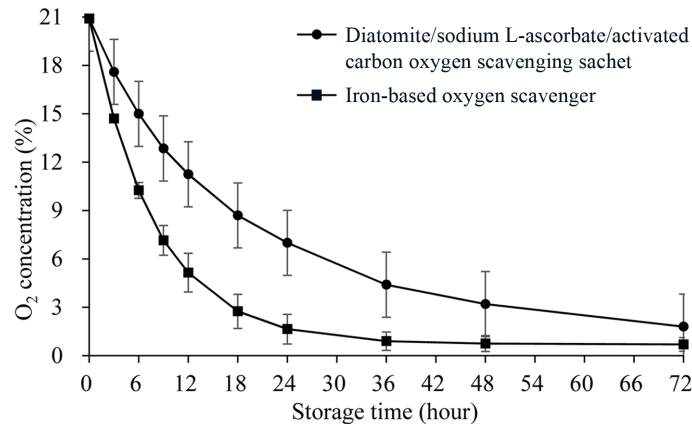


Fig. 2. Oxygen scavenging capacity of oxygen scavenging sachet and oxygen scavenger during storage at 35°C. Values are means±SD of duplicate determinations.

천연 항산화제로 적합하다고 판단하였다. Jeong 등¹¹⁾은 130°C에서 2시간 동안 열처리한 마늘과 무처리 마늘에서 향기성분을 추출하여 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과, 열처리 마늘의 항산화 활성이 무처리 마늘에 비하여 높았으며 이는 열처리를 하였을 때 allyl mercaptan을 비롯한 마늘의 향기성분 함량이 증가하였기 때문이라고 보고하였다.

2. 산소제거능 향낭의 산소제거능 측정

본 연구에서 제조한 산소제거능 향낭(diatomite/sodium L-ascorbate/activated carbon oxygen scavenging sachet, DSA-OSS)의 산소제거능을 알아보기 위해 600 ml 부피의 밀폐용기 안에 산소제거능 향낭을 넣고 이를 25°C의 인큐베이터에 저장하며 시간에 따른 밀폐용기 내부의 산소농도를 측정하였으며, 이를 시중 철계 산소제거제(iron-based oxygen scavenger, I-OS)의 산소제거능과 비교하였다. 측정 결과, DSA-OSS를 넣은 밀폐용기의 저장 72시간 후 내부 산소농도는 1.80±1.13%였으며 I-OS를 넣은 밀폐용기의 내부 산소농도는 0.70±0.42%였다. Fig. 2의 그래프가 나타내듯이 DSA-OSS의 산소제거 속도가 I-OS보다 느리긴 하지만 최종적으로 두 그룹의 밀폐용기 내부 산소농도를 비교했을 때 유의적인 차이는 존재하지 않았으므로($p>0.05$) 본 연구에서 개발된 산소제거능 향낭은 시중의 철계 산소제거제와 버금가는 우수한 산소제거능을 가지고 있다 할 수 있다.

3. 저장기간에 따른 현미의 산화안정성

1) 산가

산가는 가수분해로 형성된 유리지방산의 함량을 나타내며 유리지방산은 자동산화를 촉진하여 지질의 품질을 저하시킨다¹²⁾. 포장에 allyl mercaptan 향낭과 산소제거능 향낭을 적용한 현미의 저장기간에 따른 산가의 변화는 각각 Fig. 3 및

4와 같다. 즉, 4주간의 저장기간 동안 산가는 allyl mercaptan 향낭과 함께 저장된 현미와 대조구에서 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$) 이는 allyl mercaptan 향낭이 현미의 산패를 억제시키는데 효과가 없었다는 것을 의미한다(Fig. 3).

그러나 산소제거능 향낭을 적용하여 저장한 현미의 저장기간에 따른 산가는 대조구 시료와는 다른 경향을 보였다(Fig. 4). 저장 2주차까지는 DSA-OSS와 함께 저장된 현미가 유의적인 차이를 보이며 대조구보다 낮은 값을, I-OS를 적용하여 저장한 현미에 비해서도 낮은 수치를 나타냈다($p\leq 0.05$). 그러나 4주 뒤 최종적으로 대조구, DSA-OSS, I-OS에서 각각 16.67±0.16 mg KOH/g, 15.67±0.01 mg KOH/g, 14.42±0.16 mg KOH/g를 나타내어 현미의 지방산패를 억제하는데 있어 DSA-OSS가 I-OS보다 우수하지는 않지만 대조구와 비교하였을 때 현미의 지방산패를 억제하는데 확실한 효과가 있었음을 확인할 수 있었다($p\leq 0.05$). 이와 같이 대조구보다 산소제거능 향낭 처리구의 산가가 낮은 이유는 산소제거능 향낭이 지질의 산화를 촉진하는 산소를 제거함으로써 현미의 유리지방산 생성을 억제하였기 때문이라고 볼 수 있다.

2) 과산화물가

과산화물가는 산과와 더불어 식품의 지방산패도를 나타내는 중요한 지표로, 과산화물의 함량을 나타내는 수치이다. 과산화물은 쉽게 분해되어 aldehyde, ketone 및 alcohol 등의 휘발성 유독물질을 생성하므로 지질산화의 초기단계에서 산패도의 지표가 된다¹³⁾. Allyl mercaptan 향낭과 함께 저장된 현미의 저장기간에 따른 과산화물가는 저장 1주차에 유의적인 차이를 보이며 allyl mercaptan 향낭 처리구가 대조구보다 유의적으로 낮은($p\leq 0.05$) 과산화물가를 보였다(Fig. 5). 그러나 2주차부터는 두 그룹간에 유의적인 차이가 없었으며

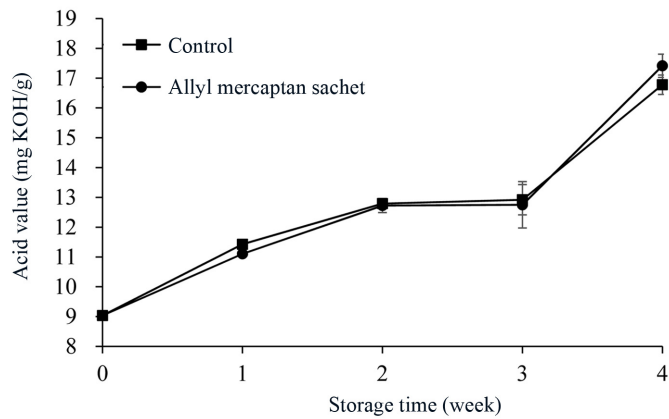


Fig. 3. Changes in acid value of brown rice packaged with antioxidant allyl mercaptan sachet during storage at 35°C. Values are means±SD of duplicate determinations.

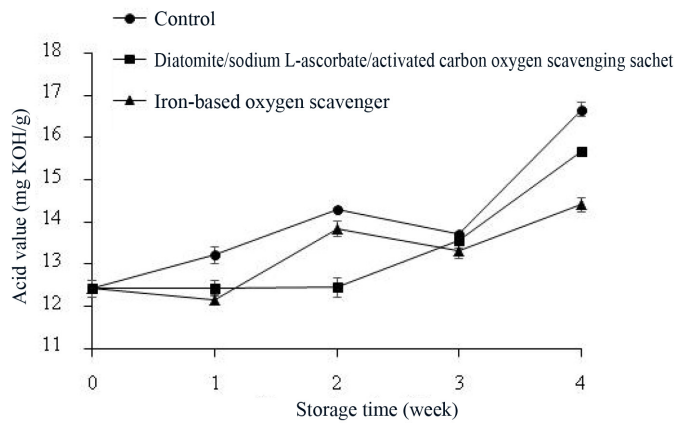


Fig. 4. Changes in acid value of brown rice packaged with oxygen scavenging sachet during storage at 35°C. Values are means±SD of duplicate determinations.

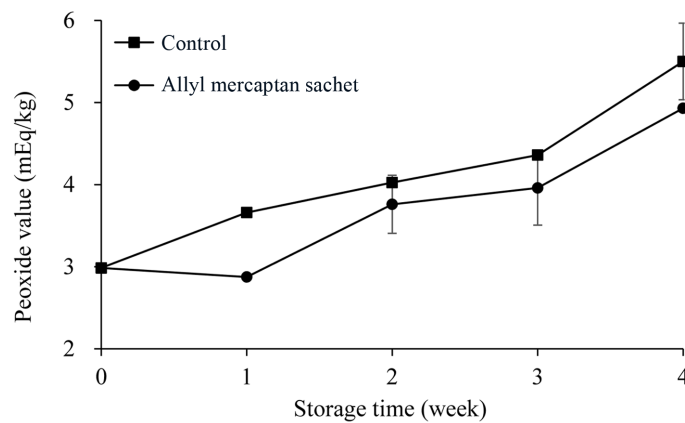


Fig. 5. Changes in peroxide value of brown rice packaged with antioxidant allyl mercaptan sachet during storage at 35°C. Values are means±SD of duplicate determinations.

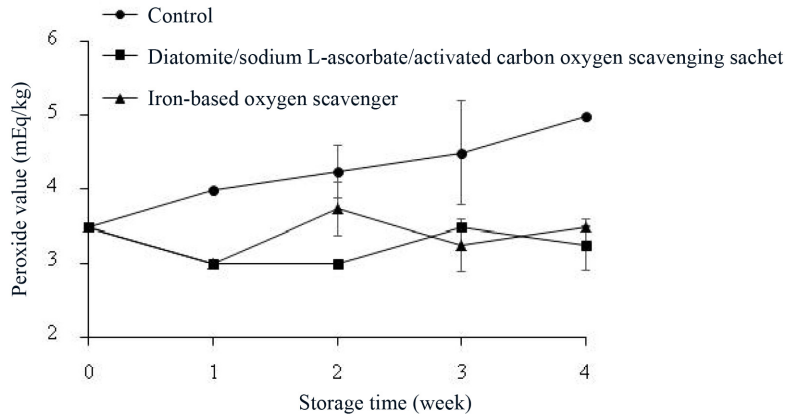


Fig. 6. Changes in peroxide value of brown rice packaged with oxygen scavenging sachet during storage at 35°C. Values are means±SD of duplicate determinations.

($p>0.05$) 최종적으로 4주차에서의 처리구와 대조구의 과산화물가는 각각 4.93 ± 0.04 mEq/kg, 4.50 ± 0.47 mEq/kg로 나타나 allyl mercaptan 향량이 현미의 산패를 억제하지 못했음을 알 수 있었다.

대조구 현미의 저장 중 과산화물가는 저장 0주에는 3.49 ± 0.01 mEq/kg이었으나 저장기간이 경과함에 따라서 점진적으로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 6). 반면, DSA-OSS와 함께 저장된 현미는 모든 저장기간 동안 대조구보다 유의적으로 낮은($p\leq 0.05$) 산가를 나타냈으며, 포장에 I-OS가 적용된 현미의 산가와는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 따라서 본 연구에서 제작한 산소제거능 향낭(DSA-OSS)는 시중의 철계 산소제거제(I-OS)에 버금가는 뛰어난 산소제거능을 가지고 있으며 이에 따라 지방성 식품의 포장에 적용 시 지방산패를 효과적으로 억제하여 저장 안정성을 증진시킬 수 있으리라 기대된다.

요 약

본 연구에서는 현미의 산패를 방지하기 위한 향낭을 개발하고, 이를 실제 현미포장에 적용하여 그 효과를 알아보고자 하였다. 이를 위해 항산화 활성을 가지는 것으로 확인된 allyl mercaptan으로 향낭을, 산소제거능이 있는 sodium L-ascorbate를 주원료로 이용해 산소제거능 향낭을 제조하여 현미포장에 적용하였다. 현미포장 내부에 allyl mercaptan 향낭 또는 산소제거능 향낭을 넣은 후 4주간의 저장기간 동안 1주일 간격으로 산가와 과산화물가를 측정함으로써 현미의 산화안정성을 살펴보았다. 그 결과, sodium L-ascorbate를 기반으로 한 산소제거능 향낭은 무처리구와 비교하여 유의적인 산패 억제 효과를 보였다. 이는 시판중인 철계 산소제거제와 유사한 성능이었다. 그러나 allyl mercaptan 향낭은 현미의

산패를 억제하는데 별다른 효과가 없는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ009793)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Suzuki, Y., Yasui, T., Matsukura, U., and Terao, J. 1996. Oxidative stability of bran lipids from rice variety [*Oryza sativa* (L.)] lacking lipoxygenase-3 in seeds. *J. Agric. Food Chem.* 44(11): 3479-3483.
2. Kim, D.-J., Oh, S.-K., Lee, J.-H., Yoon, M.-R., Choi, I.-S., Lee, D.-H., and Kim Y.-G. 2012. Changes in quality properties of brown rice after germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(3): 300-305.
3. Han, J.-G., Kim, K., Kang, K.-J., Kim, S.-K., and Lee, S.-K. 1996. Physicochemical properties of brown rice during storage in laminated film pouches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(4): 714-719.
4. Chung, N.Y., Choi, S.S., and Choi S.N. 2004. Effect of charcoal packaging materials on the physicochemical properties of white, brown and black rice during storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 20(6): 553-560.
5. Ding, C., Khir, R., Pan, Z., Zhao, L., Tu, K., El-Mashad, H., and McHugh, T.H. 2015. Improvement in shelf life of rough and brown rice using infrared radiation heating. *Food Bioprocess Technol.* 8(5): 1149-1159.
6. Gebhardt, R. and Beck, H. 1996. Differential inhibitory effects of garlic-derived organosulfur compounds on cholesterol biosynthesis in primary rat hepatocyte culture. *Lipids* 31(12): 1269-1276.
7. Yoon, S.W. 2013. A development and validation of cosmetic

- container based on L-ascorbic acid oxidation property. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea* 39(2): 149-158.
8. KFDA. Food Codex. http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=293 (accessed October 2015)
 9. KFDA. Food Codex. http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=297 (accessed October 2015)
 10. Lee, M.-Y., Yoo, M.-S., Whang, Y.-J., Jin, Y.-J., Hong, M.-H., and Pyo, Y.-H. 2012. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(5): 540-544.
 11. Jeong, J.Y., Woo, K.S., Hwang, I.G., Yoon, H.-S., Lee, Y.R., and Jeong, H.-S. 2007. Effects of heat treatment and antioxidant activity of aroma on garlic harvested in different cultivation areas. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36(12): 1637-1642.
 12. Hong, S.-P., Kim, S.-Y., Jeong, E.-J., and Shin, D.-H. 2005. The change in fatty acid and oxidative stability of frying cultured eel bone during the storage. *J. Food Hyg. Safety* 20(2): 89-97.
 13. Jang, M.-K., Lee, O.-K., Kim, N.-Y., Yu, K.H., Jang, H.J., Lee, S.W., Park, M.R., Park, J.-H., Kim, M., Bae, S.-J., and Lee, S.-H. 2009. Deodorization of purified fish oil from squids by organic acids. *J. Life Sci.* 19(9): 1284-1288.