KOREAN JOURNAL OF PACKAGING SCIENCE & TECHNOLOGY
Vol. 18, No. 1&2 33~38 (2012)

변형기체포장이 흑미 첨가 기능성 찐빵의 저장성에 미치는 영향

최동만[1] · 김남용[2] · 정순경[1] · 권호령[2] · 이동선[2,†]

[1]창원문성대학교 호텔제과제빵과
[2]경남대학교 식품생명학과

Effect of Modified Atmosphere Packaging on Preservation of the Steamed Bread Added with Black Rice

Dong-Man Choi[1], Nam Yong Kim[2], Sun-Kyung Chung[1], Ho Ryoung Kwon[2] and Dong Sun Lee[2,†]

[1]Department of Bakery and Confectionary, Changwon MoonSung University, Changwon, 641-771 Korea
[2]Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Changwon, 631-701 Korea

Abstract Modified atmosphere packaging (MAP) was applied to steamed bread added with black rice in 10%. In terms of storage stability, the steamed bread was found to be susceptible to microbial spoilage and could be helped in its preservation and shelf life extension by MAP. According to microbial and sensory quality criteria, the product shelf life was determined as < 5 days for air package, 5 days for 100% N_2 package, 8 days for package of 60% CO_2/40% N_2, and 15 days for 100% CO_2 package. Even though MAP condition with CO_2 inclusion was effective in extending the shelf life based on microbial quality, it did not affect the staling of the bread.

Keywords Steamed bread, Shelf life extension, Modified atmosphere package, Microbial spoilage, Carbon dioxide

서 론

찐빵에 흑미 10%를 첨가하면 찐빵의 건강 기능성이 향상되고 물성이 비교적 우수한 것으로 보고된 바 있다[1]. 기능성 찐빵은 일반의 보통 찐빵과 달리 저장성에서 한계를 가지고 있을 수 있으므로, 포장조건의 변화에 따라 저장기간을 확보하거나 연장시킬 수 있으면, 기능성 찐빵의 적용 가능성을 확대할 수 있을 것으로 생각된다.

저장기간 연장을 위한 빵류의 포장방법으로는 기체치환을 이용한 변형기체포장(modified atmosphere packaging, MAP)이 많은 가능성을 가진 것으로 생각된다. 질소와 같은 불활성 가스는 산소를 제거시킴에 의하여 산화를 억제하고 호기성 미생물의 생육을 방지할 수 있는 가능성을 가진다[2-5]. 이산화탄소를 사용하면 이산화탄소의 항균성에 의하여 미생물 성장을 방지하여 보존성을 향상시키는 역할을 기대할 수 있다. 찐빵과 같이 수분이 많은 식품은 비록 찌는 동안 가열에 의하여 미생물의 사멸이 이루어졌더라도, 포장시 오염 미생물과 열처리후 잔존 포장에 의한 미생물 성장이 일어날 수 있으므로 이산화탄소 치환의 효과를 기대할 수 있다.

따라서 본 연구의 부분에서는 변형기체조건에 따른 흑미 첨가 기능성 찐빵의 저장 중 품질변화를 살펴보고자 하였다.

†Corresponding Author : Dong Sun Lee
Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, 449 Woryeong-dong, Changwon, 631-701, Korea
E-mail : <dongsun@kyungnam.ac.kr>

재료 및 방법

1. 찐빵의 제조

찐빵은 중력분 밀가루 900 g 기준에 대해서 흑미 100 g, 설탕 100 g, 베이킹파우더 30 g, 제빵개량제(SUPER 2000 GOLD, Jenico CO., Korea) 10 g, 소금 10 g, 효모 10 g, 물 600 mL, 마가린 100 g 배합의 조건으로 반죽하였다. 제조공정은 직접반죽법(straight dough method)에 준해서 전 재료 중 마가린을 제외한 나머지 재료를 믹스 bowl에 넣고 저속 3분, 중속 2분간 믹싱 후 클린업단계(clean up stage)

에서 마가린을 혼합하고 저속 2분간 믹싱한 다음 고속으로 8분간 믹싱하여 발전단계(devel- opment stage) 후기까지 반죽을 완료하였다. 반죽의 온도는 24°C로 맞추었고, 온도 27°C, 습도 75% 조건의 발효기에서 10분간 1차 발효시켜 30 g씩 분할하여 둥글리기하였다. 둥글리기 후 중간발효는 생략하고 팥앙금((주)대두식품, 군산)을 20 g씩 싸서 팬닝한 다음 온도 32°C, 습도 75% 조건의 발효기에서 30분간 2차 발효시켰다. 2차 발효가 끝난 반죽을 100°C 찜솥에서 10분간 찐 다음 냉각시켜 제품으로 제조하였다.

2. 찐빵의 포장 및 저장

제조된 찐빵을 냉각하여 17.5×15×4.5 cm 크기의 폴리에틸렌 트레이에 4개의 찐빵을 담고 22×21 cm로 제단한 기체차단성 다층 필름 T6035B(nylon/polyethylene/nylon/EVOH/nylon/polyethylene/LLDPE, Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA) 봉지에 넣은 다음, 포장 내부 기체 조성이 다르게 4가지 처리구로 포장하였다. 함기 포장에서는 별도의 기체치환 없이 열접착 밀봉하였고, 다른 변형기체 포장에서는 질소 100%, 이산화탄소 60%/질소 40%, 이산화탄소 100%의 조건으로 치환 포장하였다. 포장이 완료된 찐빵을 20°C의 조건에서 19일간 저장하면서 포장 내 기체조성과 찐빵의 품질변화를 측정하였다. 각 저장 시점에서 임의로 2개의 포장을 저장고에서 취하여 포장기체조성을 측정한 후에 포장을 개봉하여 찐빵 시료를 품질 측정에 사용하였다.

3. 포장 내 기체조성 변화 측정

각 저장 시기별로 내부기체에 대해서 가스분석기(Model CheckMate, PBI-Dansensor, Ringated, Denmark)를 이용하여 측정하였다.

4. 찐빵의 품질 측정

관능검사를 제외한 모든 실험은 3반복의 시료에 대하여 아래에 서술된 방법으로 실시하였다. 찐빵의 수분활성도는 빵조직에 대해서 수분활성도 측정기(Humidat IC-3/2, NovasinaAG, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 중량손실은 저장된 찐빵의 무게를 측정하여 초기 중량과의 차이를 구하고, 그 차이를 초기 중량으로 나누어 백분율로 표현하였다.

각 처리구의 부패율은 각각의 포장에서 연부현상을 나타내거나 곰팡이가 핀 찐빵을 골라서 전체에 대한 개수의 비율로서 표시하였다. 미생물적 품질로서 효모/곰팡이 수를 측정하였는데, 시료 5 g을 stomacher bag에 취하여 0.05% 멸균 펩톤수 95 mL을 첨가하여 stomacher(Stomacher 400 Circulator, Seward Limited, The UK)를 이용하여 200 rpm에서 2분간 균질하여 1 mL를 샘플링하고 단계별로 10배씩 희석하여 주입평판법으로 PDA배지(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 접종시켜 25°C에서 5일간 배양하고 colony 수(colony forming unit, CFU)를 계수하였다. Colony 수에 희석배수를 곱하여 CFU/g 단위로 얻었다.

저장 중 찐빵의 pH를 측정하기 위하여 10 g의 시료 빵 부분과 증류수 20 mL를 믹서기로 마쇄하여 현탁액을 얻었고 이에 대하여 반고형 시료용 전극을 사용하여 Orion Model 520A pH meter(Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 pH 측정값을 얻었다.

찐빵 경도의 측정에서는 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., Japan)에 의해 직경 10 mm의 원통형 probe를 이용하여 찐빵의 중심부를 수직으로 60 mm/min의 속도로 관통시킬 때 얻어지는 최대 힘의 강도를 얻었다.

찐빵의 관능적 품질을 평가하기 위하여 경남대학교 식품생명학과 대학원에 재학 중인 12명의 학생들에 의하여 초기의 찐빵의 냄새를 맡고 표면상태를 확인하게 한 다음, 저장 중 향과 표면 상태에 대해 7점 만점의 기호도 점수로 평가토록 하였다. 평가척도는 매우 좋다 - 7점, 좋다 - 6점, 약간 좋다 - 5점, 보통 - 4점, 약간 싫다 - 3점, 싫다 - 2점, 매우 싫다 - 1점의 단계로 평가하였다. 즉, 초기 저장 시료의 품질수준을 7점으로 정의하고 저장된 찐빵의 향과 외관을 평가하도록 하였다.

결과 및 고찰

1. 찐빵의 변패와 포장 내 기체조성의 변화

본 실험에 사용한 찐빵의 수분활성도는 0.94이었고 저장 후 19일 후에 포장 간에 차이 없이 0.93을 나타내어 저장 중 별 변화가 없었다. 이러한 수분활성도는 대부분의 변패 미생물이 활발하게 성장할 수 있는 영역이기 때문에 미생물적 품질변화가 저장성에 결정적 요소가 될 것으로 생각된다. 따라서 미생물 성장을 억제할 수 있는 MAP는 저장성 향상과 유통기한 연장에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 일부 포장에서 저장기간의 경과와 함께 부패가 육안적으로 확인된 점은 이러한 점을 다시 확인시켜주고 있다(Fig. 1).

저장 기간이 경과됨에 따라 곰팡이가 발생한 찐빵이 나타나기 시작했고, 특히 함기 포장에서 가장 먼저 저장 5일째에 곰팡이 발생이 나타났고, 다음으로 질소 포장에서 저장 8일째에 곰팡이가 육안적으로 나타난 찐빵이 보이기 시작하였다. Fig. 1에서는 저장 8일째에 육안적으로 보이는 찐빵의 외관을 포장 조건별로 나타내고 있다. 외관으로는 100% 이산화탄소 포장처리구의 찐빵이 가장 양호한 상태를 보여주고 있다.

저장기간의 경과에 따른 부패율의 변화를 Fig. 2에서 나타내었다. 육안으로 관찰했을 때, 함기 포장된 찐빵은 5일 미만의 저장기간을 가지는 것으로 나타났고, 저장 11일 이

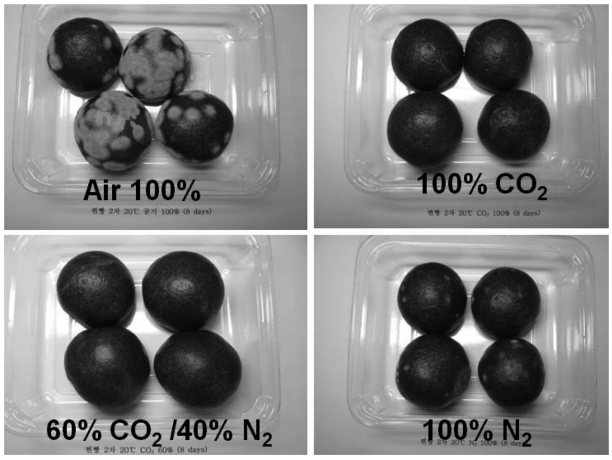

Fig. 1. Visual appearance of the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C for 8 days.

후에는 심한 부패로 인하여 품질측정의 의미가 없어서 다른 항목의 품질을 측정하지 않았다. 반면에 질소 포장된 찐빵은 5일간 곰팡이 변패가 없이 저장될 수 있었고, 이산화탄소 60%/질소 40%로 치환된 포장처리구는 11일간 저장가능하였고, 100% 이산화탄소 포장은 19일간 저장가능한 것으로 나타났다. 이는 포장 찐빵의 저장 중 이산화탄소가 미생물 생육을 저해하는 것으로 생각되며[2,4,5], 찐빵의 저장성 향상에 이산화탄소가 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 판단할 수 있다.

찐빵의 부패에 미치는 현상적 원인을 파악하기 위하여 곰팡이/효모의 수를 측정한 결과는 Fig. 3과 같았다. 대체적으로 곰팡이/효모 수의 변화는 Fig. 2로 나타난 부패율의 변화와 비슷한 경향을 나타내었다. 곰팡이/효모 수가 증가하지 않고 초기와 같은 조건으로 유지되는 유도기를 저장수명으로 생각한다면, 함기 포장은 당일 저장, 100% 질소 포장은 5일, 60% 이산화탄소/40% 질소 포장은 8일, 100% 이산화탄소 포장은 15일로 산정할 수 있는 것으로 보인다. 이는 앞의 Fig. 2에서 나타난 육안적 부패율의 시작점보다는 짧은 것으로 나타났다. 즉, 미생물 성장이 진행된 후 약간 지연되어 육안적 부패로 나타난 것으로 이해된다.

미생물적 품질 변화에 따라서 포장 내에 기체조성의 변화가 나타났다. Fig. 4는 포장별 내부의 산소, 이산화탄소, 질소 가스조성의 변화를 보여주고 있다. 함기포장의 경우 저장 5일까지는 저장 초기와 동일한 기체조성을 보이고 있으나 5일 이후부터 산소는 감소하고 이산화탄소는 증가하는 것으로 나타났다. 이는 Fig. 3에서 나타난 곰팡이/효모 수의 증가와 경향은 일치하지만 약간의 지연을 가지면서 기체조성에서 변화가 나타났다. 이들 미생물 성장의 결과에 의해 산소 소비와 이산화탄소 생산으로 인하여 약간 지연되어 포장 내 산소는 감소하고 이산화탄소는 증가하는 것으로 생각된다. 이는 Moon 등[6]에 의한 백설기 포장에서의 기체조성변화에서도 확인된 바 있다. 질소 100% 포장은 저장 5일 이후부터 약간의 이산화탄소 증가를 보였으나, 그 수준은 함기 포장에 비하여 매우 낮은 수준이었고, 저장 8일 이후에도 비슷한 수준에 머물러 있었다. 이산화탄소 60%/질소 40% 포장과 이산화탄소 100% 포장에서는 초기 기체조성이 저장 19일까지 큰 변화 없이 그대로 지속 유지되었다. 이산화탄소 60%/질소 40% 포장에서 비록 얼마의 미생물 성장이 있더라도(Fig. 3), 이로 인한 이산화탄소 생산은 매우 미미한 것으로 생각된다.

2. 찐빵의 물리 화학적 품질 변화

포장 찐빵의 저장 중 각 처리구별 중량손실은 Fig. 5와 같았다. 대체적으로 저장시간 경과와 함께 직선적인 증가를 보였으며, 처리구 간에 뚜렷한 차이는 확인되지 않았다. 이는 저장 중 찐빵의 중량감소는 포장의 수분 투과도에 의하여 지배되며, MAP 조건에 따른 미생물적 품질변화나 다른 요인에 영향을 받지는 않은 점에 따른 것으로 이해된다. 본 연구에서 사용된 포장필름 T6035B은 수분차단성이 양호하여 저장 19일 동안 중량감소가 1.5% 이내로 유지되어 앞에서 언급한 것처럼 수분활성도에서 거의 변화를 주지 않

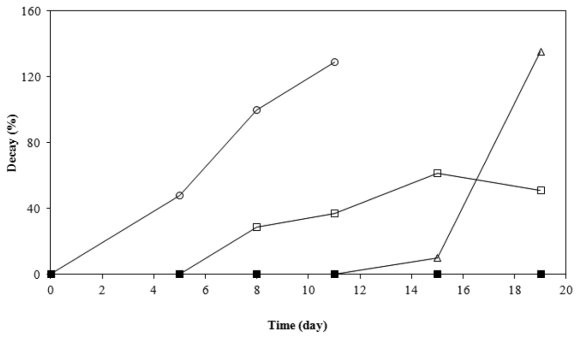

Fig. 2. Occurrence of decay in the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C. ○: air, □: 100% N_2, △: 60% CO_2/40% N_2, ■: 100% CO_2.

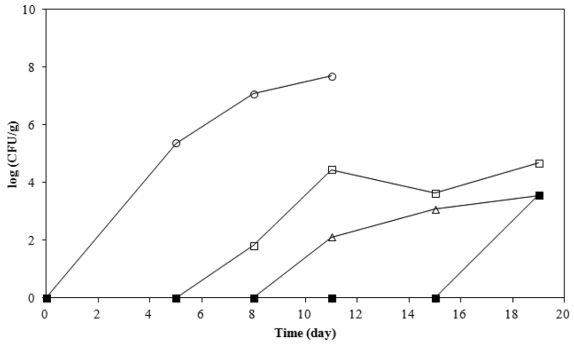

Fig. 3. Mold/yeast count on the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C. ○: air, □: 100% N_2, △: 60% CO_2/40% N_2, ■: 100% CO_2.

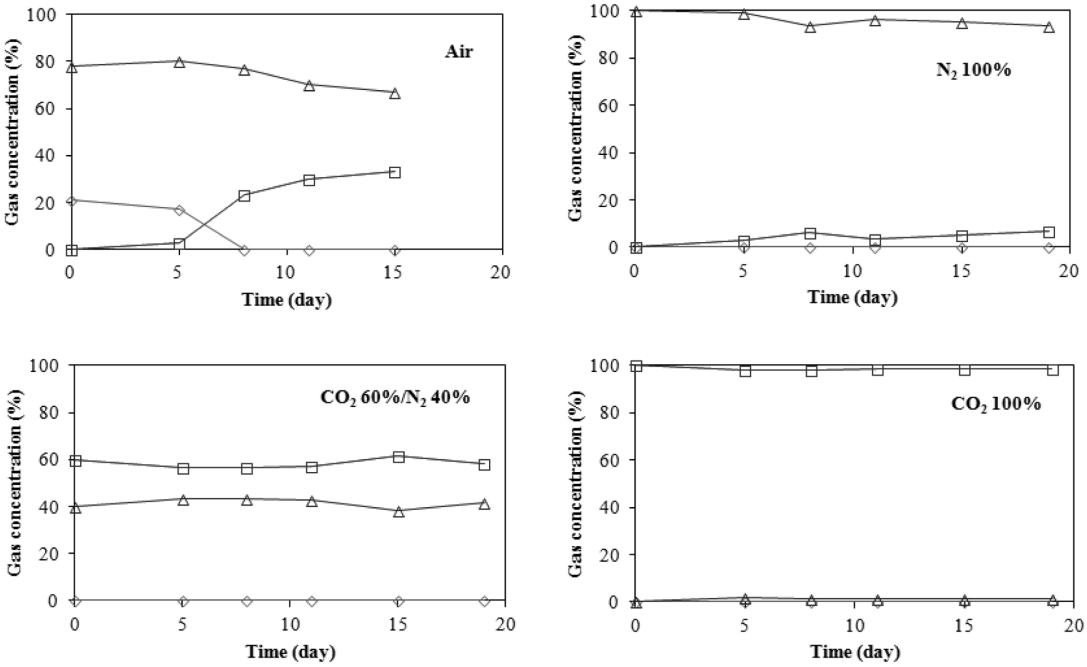

Fig. 4. Gas composition changes of the steamed bread packages stored at 20°C. ◇: O_2, □: CO_2, △: N_2.

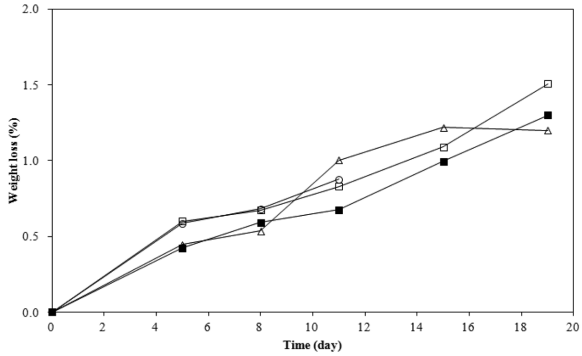

Fig. 5. Weight loss of the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C. ○: air, □: 100% N_2, △: 60% CO_2/40% N_2, ■: 100% CO_2.

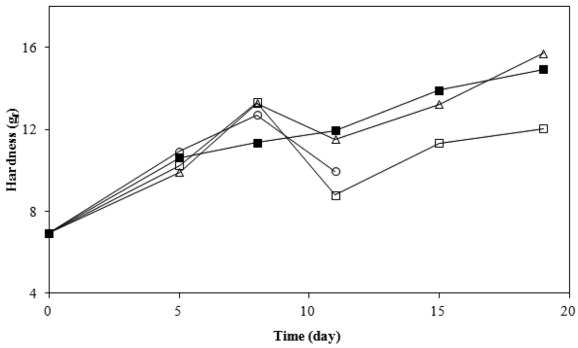

Fig. 6. Textural changes of the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C. ○: air, □: 100% N_2, △: 60% CO_2/40% N_2, ■: 100% CO_2.

았다(초기 0.94에서 저장 후 0.93).

저장 중 찐빵의 경도 변화는 Fig. 6과 같았다. 저장 8일까지는 처리구 모두 약간의 비슷한 추세로 증가하는 경도의 경향을 나타내었다. 저장 11일 이후에는 함기 포장과 질소 포장에서 약간의 경도 감소를 보인 반면 이산화탄소 60%/질소 40% 및 100% 이산화탄소 포장에서는 지속적인 증가를 보였다. 빵 및 떡과 같은 전분류 식품은 저장 중 노화가 진행되어 경도가 증가되는 것은 일반적으로 알려진 사실이며[4,5,7], Fig. 6의 결과도 이러한 점에서 이해될 수 있다. 다만, 저장 11일 후의 시점에서 함기 포장과 질소 포장에서 상당한 미생물 성장과 부패가 진행된 것이 이들 포장에서의 찐빵의 경도 감소에 영향을 미친 것으로 생각된다. Moon 등[6]에 의하면 떡의 포장에서 MAP 포장조건은 경도변화에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이산화탄소를 함유한 포장이 미생물적 품질변화는 억제하지만 노화억제에는 효과가 없는 것으로 이해한다면[8], 이러한 한계점은 소비시 재가열 등의 방법으로 해결할 수 있을 것으로 생각된다. 특히, 찐빵은 저장 후에 다시 찌거나 가열하여 소비하면, 노화의 문제는 그다지 문제가 되지 않을 수도 있다.

Fig. 7에서는 저장된 포장 찐빵의 pH 변화를 보여주고 있다. 전체적으로 볼 때, 함기 포장에서는 뚜렷한 pH 감소가 관찰되었지만, 다른 포장에서는 저장에서 그다지 변화를

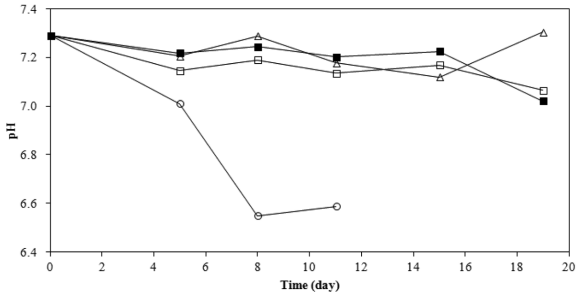

Fig. 7. pH changes of the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C. ○: air, □: 100% N_2, △: 60% CO_2/40% N_2, ■: 100% CO_2.

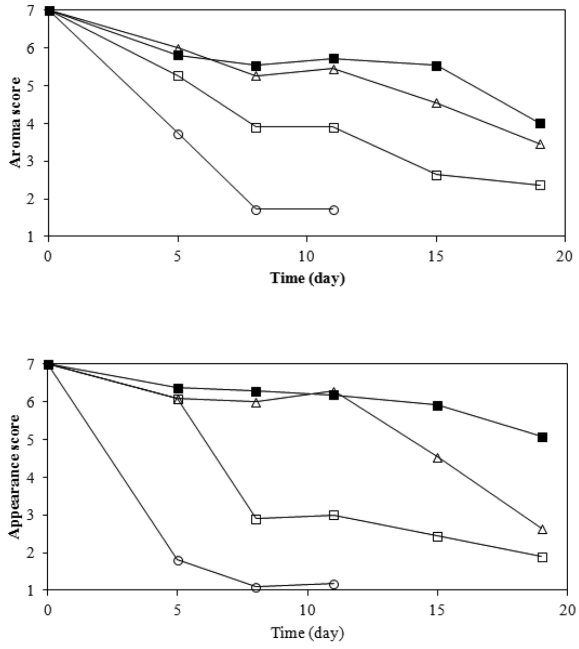

Fig. 8. Sensory quality changes of the steamed breads packaged under different MAP conditions and stored at 20°C. ○: air, □: 100% N_2, △: 60% CO_2/40% N_2, ■: 100% CO_2.

보이지는 않았다. 육안적으로 곰팡이 부패가 나타나고, 미생물 성장이 심했던 함기 포장에서의 찐빵에서는 미생물 성장에 따라 변패와 함께 미생물이 생산한 산에 의하여 pH가 감소한 것으로 추정된다. 하지만 다른 포장들에서는 일부 찐빵의 변패와 미생물 성장에도 불구하고, pH에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 보인다.

3. 찐빵의 관능적 품질 변화

초기 찐빵 제품을 7점으로 정의한 기준으로 저장 중 찐빵의 향과 외관에 대해서 관능적 품질을 평가한 결과를 Fig. 8에서 보여주고 있다. 향과 외관 모두 이산화탄소 100% 포장 처리구가 가장 우수한 보존을 보여주고 있으며, 저장 15일 동안 5점 이상의 품질수준을 보여주고 있었다. 이산화탄소 60%/질소 40% 포장에서의 찐빵은 저장 11일까지 이산화탄소 100% 포장에서의 찐빵과 비슷한 향과 외관을 보였으나, 저장 15일 이후에는 현저한 품질열화를 보여주었다. 질소 100% 포장은 저장 5일까지는 비교적 양호한 품질을 보였으나, 저장 8일째에 급격히 나빠진 향과 외관을 보여주었다. 함기 포장은 저장 초기 측정시점인 저장 5일에서도 이미 현저히 나쁜 관능적 품질을 보여주었다. 특히 육안적 부패로 인하여(Figs. 1, 2) 외관에서의 평가가 나빴다. 이러한 결과는 앞의 미생물적 품질변화와 이에 따라 나타나는 부패발생과 비슷한 경향의 변화이어서(Figs. 2, 3), 찐빵의 저장수명은 이에 의해서 결정되며, 이를 억제할 수 있는 이산화탄소 함유 포장이 매우 효과적인 점이 확인되었다.

요 약

흑미를 첨가하여 제조한 기능성 찐빵에 변형기체포장으로 적용하여 저장성에 미치는 영향을 살펴보았다. 흑미 첨가 찐빵은 미생물적으로 매우 민감하여서 쉽게 부패될 수 있는 특성을 가지고 있으며, 이를 억제할 수 있는 변형기체포장이 저장성 향상과 유통기한 연장에 기여할 수 있는 것으로 확인되었다. 미생물적 품질과 관능적 품질에 근거하여 각 포장조건 별 저장수명은 함기 포장에서는 5일 미만, 질소 포장에서는 5일, 이산화탄소 60%/질소 40% 포장에서는 8일, 이산화탄소 100% 포장에서는 15일로 설정할 수 있었다. 하지만 이산화탄소 포함 변형기체 조건에서도 노화에 의한 texture 변화는 계속 진행되므로, 이러한 저장수명 연장에의 변형기체 포장의 적용은 찐빵의 재가열 등의 상황에서 이루어져야 할 것으로 판단된다

참고문헌

1. Choi, D.-M. 2012. Processing and Product Characteristics of Breads Added with Functional Rices: Effect of Recipe and Modified Atmosphere Packaging on Quality Attributes. Doctorial Dissertation, Kyungnam University, Changwon, Korea.
2. Parry, R. T. 1993. Introduction. In: Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods, Parry RT (Editor), Blackie Academic & Professional, London, UK, 1-18.
3. Lee, D. S., Yam, K. L. and Piergiovanni, L. 2008. Food Packaging Science and Technology. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 550-553.
4. Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J. and El-Khoury, A. 2004. Shelf life and safety concerns of bakery products-a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 44: 19-55.
5. Seiler, D. A. 1989. Modified atmosphere packaging of bakery products. In: Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packa-

ging of Foods, Brody AL (Editor), Food & Nutrition Press, Trumbull, USA, 119-133.
6. Moon, K. B., Kim, H. K., An, D. S. and Lee, D. S. 2010. Effect of modified atmosphere packaging on preservation of pumpkin rice cake. Korean J. Food Preserv. 17: 908-913.
7. Rasmussen, P. H. and Hansen, A. 2001. Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 34: 487-491.
8. Choi, D. M., Chung, S. K. and Lee, D. S. 2007. Shelf life extension of steamed bread by the addition of fermented pine needle extract syrup as an ingredient. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 616-621.