

연구노트

호박 설기떡의 저장성에 미치는 변형기체포장의 영향

문기복¹ · 김환기¹ · 안덕순¹ · 이동선^{1*}
¹경남대학교 식품생명학과

Effect of Modified Atmosphere Packaging on Preservation of Pumpkin Rice Cake

Ki-Bok Moon¹, Hwan Ki Kim¹, Duck Soon An¹ and Dong Sun Lee^{1*}
¹Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Changwon 631-701 Korea

Abstract

Modified atmosphere packaging (MAP) was evaluated for the storage of pumpkin rice cake as a means of preserving quality and extending shelf-life. Retail-sized amounts of rice cake were packaged in trays under different modified atmosphere conditions (air, vacuum, 60% CO₂/40% N₂ and 100% CO₂) using gas-barrier plastic film; control was in air-permeable stretch wrap. The packages were stored at 20 °C with periodical measurement of package atmosphere and cake quality attributes. The modified atmosphere packages of 60% CO₂/40% N₂ and 100% CO₂ inhibited the growth of molds/yeasts completely and significantly retarded the growth of aerobic bacteria. All the packages except that of 100% CO₂ showed the reduction of internal O₂ concentration and increase of the CO₂ with storage time due to the microbial activity. There has been slight decrease of CO₂ concentration for 60% CO₂/40% N₂ and 100% CO₂ packages just after start of the storage possibly due to dissolution of headspace CO₂ into the cake. Any MAP conditions did not affect the retrogradation of the rice cake. Surface color of the cake within affordable microbial quality limit was not affected significantly by packaging conditions.

Key words : shelf life, modified atmosphere, aerobic bacteria, mold, yeast

서 론

여러 식품의 품질변화를 억제하고 저장수명을 연장시키는 목적으로 변형기체포장이 최근에 많이 사용된다. 공기 조성 및 다른 변형기체의 치환에 의한 포장은 식품에서의 미생물 성장과 산화반응을 억제하여 저장성을 향상시키고, 유통기한을 연장시키는 기능을 가지고 있어서 신선 육류, 수산식품, 빵류, 스낵 식품에 광범위하게 이용되고 있다(1). 식품의 특성에 따라 적절한 기체조성의 변형기체가 치환되어 사용되며, 빵류와 면류 등의 전분식품에서는 이산화탄소와 질소를 적절한 비율로 함유한 기체조성이 주로 사용되어 미생물적 변패를 억제하는 데 도움을 준다(2). 그리고 경우에 따라서는 이러한 변형기체포장이 이들 식품의 노화

도 억제하는 기능이 있다고 보고되기도 한다(3).

비록 여러 식품에 변형기체포장이 성공적으로 사용되고 있지만, 변형기체포장이 한국 고유의 떡류 식품에 적용된 예는 찾기 힘들며, 콩떡의 저장성에 미치는 이산화탄소 치환 포장의 효과를 간단히 살펴본 연구가 유일하다(4). Jung과 Kim(4)에 의하면 100% CO₂로 치환포장한 콩떡은 곰팡이 발생이 없고 노화도 억제되는 것으로 나타났다. 하지만 이들의 포장조건은 충분한 기체차단성이 없는 선형저밀도 폴리에틸렌에 포장되어 충분한 변형기체조건이 지속적으로 유지될 수 있었는가에 의문이 따른다. 떡의 제조와 유통이 현대화되면서 포장된 형태의 떡 소비가 늘어나고 있으며, 이러한 현대적 유통에 적합한 포장의 개발이 요구된다. 특히 소규모 포장떡 제품의 개발이 떡의 상품화 확대를 위해서 필요한 것으로 지적되고 있다(5,6).

쌀을 가열하여 얻는 한국의 떡은 찌는 떡, 치는 떡, 빻는 떡, 지지는 떡으로 가공방법에 따라 분류할 수 있는데, 찌는

*Corresponding author. E-mail : dongsun@kyungnam.ac.kr,
Phone : 82-55-249-2687, Fax : 82-505-999-2171

떡은 시루에 찌서 완성하는 공정을 거쳐 제조되며 우리나라 떡 중에서 가장 기본적인 대표적 것으로 볼 수 있다(7). 이 중에서도 설기떡이 대표적이며 쑥, 콩, 밤, 호박 등을 섞어서 제조하는 경우가 많다. 따라서 현대적인 유통을 위한 떡의 포장을 개발하는 데에서는 가장 먼저 이런 설기떡을 대상으로 하여 그 저장성을 향상시키는 포장방법을 찾는 것이 먼저 시도되어야 할 것으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 떡으로서 최근에 많이 소비되는 호박 설기떡에 대해서 변형기체포장을 적용하고, 그 품질 유지효과를 실험적으로 검증하고자 하였다.

재료 및 방법

호박 설기떡

수침한 쌀 10 kg에 소금 120 g을 첨가하여 roll mill을 통과시켜서 분쇄한 다음 증자한 단호박 절편 2 kg을 혼합한 후 다시 roll mill에서 2회 분쇄하였다. 분쇄된 혼합분말 재료에 설탕 1.2 kg을 혼합하여 체를 통과시킨 다음 평판으로 시루에 얹고 포화수증기로 20 분간 증자가열하여 조리하였다. 증자된 호박설기떡은 약 6.5 x 5.0 x 3.5 cm의 크기로 절단하여 포장실험에 사용하였다. 단위당 떡의 무게는 101±7 g이었다.

포장 및 저장

Stretch wrap 포장은 17.0 x 11.8 x 2.7 cm의 폴리스티렌 트레이에 떡을 담은 다음 12 µm 두께의 선형저밀도폴리에틸렌 wrap 필름(linear low-density polyethylene, LLDPE, Clean Wrap, Busan, Korea)으로 밀착되게 포장하였다. 합기, 진공, 60% CO₂/40% N₂, 100% CO₂의 포장 처리구를 위해서는 11.0 x 7.3 x 4.0 cm 크기의 폴리프로필렌 트레이에 떡을 담고 89 µm 두께의 기체 차단성 다층 필름 T6035B (nylon/polyethylene/nylon/EVOH/nylon/polyethylene/LLDPE, Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA)에 의하여(필름 크기 18 x 13 cm) 포장조건 별로 기체 치환 혹은 진공 상태로 포장하였다.

제조된 포장은 20°C조건에서 저장하면서 처리구당 3개씩의 포장을 꺼내어 포장기체조성과 함께 품질변화를 측정하였다.

포장기체조성의 측정

포장내의 O₂와 CO₂ 농도를 측정하기 위해서 포장내부 기체 1 mL를 취하여 Alltech CTR I 분리관(column)과 열전도도 검출기(TCD, thermal conductivity detector)가 장착된 기체크로마토그래프(Model 3800, Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)로 주입하였다. 측정조건으로서 운반기체(carrier gas)는 He를 30 mL/min의 유량으로 흐르게 하였고, 오븐

온도는 50°C, 주입부(injection port) 온도는 80°C, 검출기(detector) 온도는 95°C를 유지하였다.

떡의 품질측정

미생물적 품질로서는 호기적 총균수와 효모/곰팡이 수를 측정하였다. 떡 시료 20 g을 stomacher bag에 채취하여 멸균된 0.5% 펩톤수 40 mL를 첨가하고 Stomacher (Stomacher 400 circulator, Seward Limited, The UK)를 이용하여 4분 동안 균질화하여 시료 원액으로 이용하였으며, 시료 원액을 단계별로 10배씩 희석하여 대상균주에 따른 배지에 도말, 배양하여 콜로니형성단위(cfu)를 계수하였다. 총균수는 Plate Count Agar (PCA; Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 30°C에서 3일간 배양하였다. 효모 및 곰팡이 수의 측정을 위해서는 pH 3.5로 조절된(10% tartaric acid 사용) Potato Dextrose Agar (PDA; Difco Laboratories, Detroit, USA)에서 25°C에서 5일간 배양하였다.

Texture는 Rheometer Compac-100 (Sun Scientific Co., Japan)에 의해서 직경 10 mm의 실린더형 probe로 떡의 중심 부분이 수직으로 관통될 때의 최대 힘의 강도를 측정하였다. Probe의 관입속도는 60 mm/min로 제어되었다. 제품의 표면색택은 삼차극 색차계 (Model JC 801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)로 L, a, b값을 측정하였다. 모든 측정은 3개의 반복 포장단위에 대하여 측정하였다.

결과 및 고찰

미생물적 품질 변화와 포장 기체조성

호박 설기떡을 stretch wrap, 합기, 진공, 60% CO₂/40% N₂, 100% CO₂의 조건으로 포장하고 총균수, 곰팡이/효모 수를 측정한 결과를 Fig. 1에서 보여주고 있다. 60% CO₂/40% N₂, 100% CO₂의 변형기체 포장조건은 곰팡이/효모의 성장을 완전히 억제하였고, 총균수로 본 호기성 세균은 다른 포장조건에 비하여 지연되고 늦은 성장을 보여주었다. 그리고 설기떡의 외관적 모습에서도 stretch wrap, 합기 포장에서는 저장 3일째에 곰팡이의 성장이 나타났다. 미생물 성장은 떡의 저장수명을 결정하는 중요 인자이기 때문에 (8,9) 60% CO₂/40% N₂와 100% CO₂의 변형기체 포장이 세균과 효모/곰팡이의 성장을 억제하는 것은 품질유지와 저장수명 연장에 매우 고무적인 것이다. 만약 곰팡이 성장의 유도기를 저장수명으로 택한다면 stretch wrap, 합기, 진공 포장의 경우는 저장수명이 약 2일이 되며, 60% CO₂/40% N₂와 100% CO₂의 포장조건은 20일 이상으로 보였다. 총균수의 엄격한 품질한계기준인 10⁵ cfu/g 를 기준으로 삼는다면 stretch wrap, 합기, 진공 포장에서는 2.8일, 60% CO₂/40% N₂ 포장은 4.6일, 100% CO₂ 포장은 5.1일로 나타났다.

포장 중 고농도의 이산화탄소(CO₂)가 미생물의 성장을

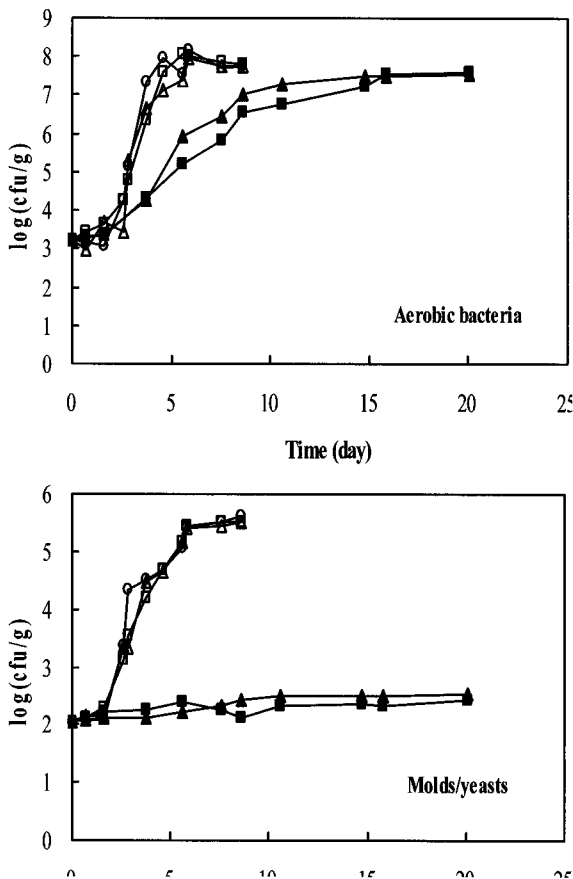


Fig. 1. Microbial growth on pumpkin rice cake at 20°C as function of package condition.

101 g cake in barrier plastic package of 11.0 x 7.3 x 4.0 cm except air-permeable stretch wrap of 17.0 x 11.8 x 2.7 cm polystyrene tray. ○: stretch wrap; □: air; △: vacuum; ▲: 60% CO₂/40% N₂; ■: 100% CO₂.

억제하는 것은 주지의 사실로서 이러한 특성이 변형기체포장에 의한 신선도 유지와 저장수명 연장에 광범위하게 이용되고 있다(1-3, 10). 특히 이산화탄소는 곰팡이와 Gram 음성 세균의 성장을 억제하는 데에 효과적인 것으로 알려져 있으며, 떡과 같이 곰팡이와 호기성 세균이 자라는 식품의 저장에 효과적으로 사용될 수 있다.

아울러 Fig. 2에서는 저장 중 측정된 포장기체조성을 보여주고 있다. 100% CO₂의 조건은 초기의 CO₂ 용해로 인하여 그 농도에서 약간의 감소를 보여준 다음에는 큰 변화가 없었다. 하지만 다른 모든 포장조건에서는 미생물 성장과 함께 CO₂ 농도의 증가가 분명히 관찰되었다. CO₂ 기체는 수분과 지방에 잘 용해되는 성질을 가지므로(1,10) 고농도의 CO₂로 치환된 변형기체포장에서는 포장이 수축하는 문제가 발생하기도 한다. 본 연구에서도 100% CO₂ 포장조건은 수축하여 거의 진공에 가까운 외형을 유지하였다. 이러한 문제 때문에 실제의 CO₂ 변형기체포장에서는 용해도가 낮은 질소를 일정부분 혼합하여 사용하는데, 본 연구에서 사용한 60% CO₂/40% N₂ 포장조건이 이에 해당된다. 이 포장조건은 약간의 초기 CO₂ 농도감소와 함께, 100%

CO₂ 포장과 비슷한 미생물 성장 억제를 가지면서도 부피 수축 문제를 완화시키는 장점을 가지고 있다(Fig. 1, Fig. 2).

Fig. 2에 관찰된 미생물 증식에 따라 이루어진 O₂ 농도의 감소와 CO₂ 농도의 증가는 포장기체농도의 측정평가에 의하여 미생물적 품질변화를 비파괴적으로 감지할 수 있는 가능성을 제공한다는 점에서 큰 의미를 가지고 있다. 이미 미생물적 변패의 진행에 따라 포장내 공기조성의 변화가 몇몇 냉장변패성 식품에서 관찰된 바가 있으나(11-13), 떡과 같은 상온저장 식품에서도 비슷한 현상이 확인되었다는 점에 의미가 있다. 적절한 센서기술 적용에 의하여 미생물적 변패가 쉬운 식품의 포장 내 기체조성을 측정을 함에 의하여 실시간적인 품질관리가 가능할 수도 있을 것이다. 공기투과성이 있는 stretch wrap에서도 미생물 증식에 따라 포장 내 O₂ 농도 감소와 CO₂ 농도의 증가가 분명히 관찰됨은 포장기체조성의 변화지표를 사용하여 미생물적 품질변화를 관리할 수 있는 좋은 가능성을 보여준다. 다만 기체투과성이 있는 stretch wrap 포장의 경우에 CO₂ 농도 증가는 다른 밀폐차단성 포장의 경우에 비하여 낮게 형성되었다. 포장조건에 따른 내부 기체조성변화와 미생물적 변패의 상호연관성을 kinetics 측면에서 보다 자세하게 확립하는 것이 실제적 응용을 위해서 앞으로 이루어져야 할 연구로 생각된다.

Texture와 선택

Fig. 3에서는 각 포장조건으로 포장되고 20°C에 저장된 떡의 경도변화를 보여주고 있다. 변형기체포장이 경도증가로 나타난 호박 설기떡의 노화를 억제시키지는 못하였고, stretch wrap과 합기 포장에서는 총균수의 증가가 심해졌던 저장 5일경 이후에 경도의 저하가 나타났다. 비록 일부 연구에서는 빵류의 변형기체포장에 사용되는 CO₂ 기체가 노화억제에 효과를 가져서 경도변화를 완화시키는 것으로 보고되고 있지만(3), 변형기체가 빵의 노화속도에 영향을 미치지 않는다는 상반된 연구도 보고된 바 있다(14). Fig. 3의 결과로 봐서 호박 설기떡의 노화를 억제시키는 데에는 변형기체포장이 긍정적 효과를 갖지는 못한 것으로 보인다. 떡의 저장성과 저장수명을 결정하는 요인 중에서는 노화로부터 이루어지는 texture의 변화가 매우 중요하다. 통상적으로 경도증가가 허용할 수 있는 범위인 1.6일 이내에서는(경도 200 g이하) 모든 포장 처리구에서 미생물 성장은 그리 심각하지 않아서(Fig. 1), 엄격한 texture 기준을 적용할 경우에는 변형기체포장은 저장수명 연장의 효과를 갖지 않는 것으로 나타난다. 하지만 어느 정도의 경도증가를 허용하는 품질수준으로 저장수명을 결정하는 경우에는 미생물적 변패가 저장수명 결정에 주요 품질인자가 되므로 변형기체포장은 저장수명 연장의 유용한 수단이 될 수 있을 것이다. 노화억제를 통한 저장수명연장을 위해서는 배합비 조정이나 첨가제/효소 등의 처리에서 방법을 찾아야 할 것

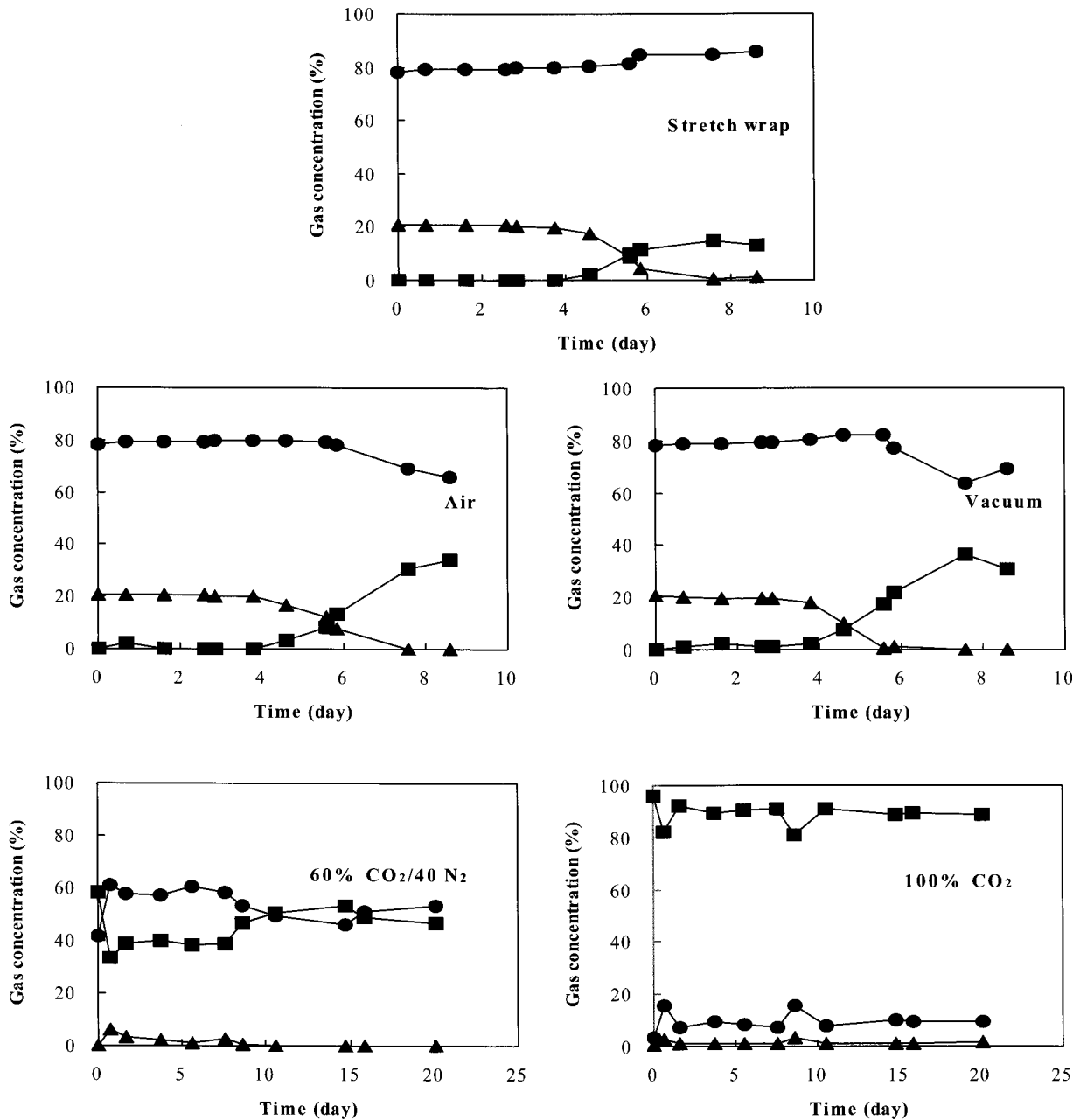


Fig. 2. Changes in gas concentrations of headspace of pumpkin rice cake packages stored at 20°C.

■: CO₂; ▲: O₂; ●: N₂.

으로 생각된다(15-18). 전분식품인 빵제품의 노화억제를 위해서도 효소, 지방성분, 유화제가 배합에서 사용되고 있는 점에서 떡과 유사성이 있다(19). 종합적인 떡 제품의 저장안정성을 향상시키기 위해서는 적절한 배합비 조정 및 가공기술의 개발과 변형기체포장의 도입이 검토되어야 할 것으로 생각된다. 이러한 변형기체포장의 한계에 대해서 Seiler도 언급한 바 있다(20).

비록 변형기체포장이 전분식품의 저장에서 노화억제의 기능을 갖지는 않지만, 소비시에 재가열할 때에는 노화의

문제가 완화될 수 있을 것이다. 이러한 점은 감안하면 미생물적 품질변화 억제가 이들 식품의 저장수명연장에서 중요한 고려요소가 되며, 빵관련 제품에서는 변형기체포장이 광범위하게 사용되는 이유가 된다(2,21). 본 연구에서는 떡의 제한적 노화지표로서 texture의 경도를 사용하였고, 변형기체포장이 노화에 미치는 포괄적 영향에 대해서는 아직 충분한 연구가 되어 있지 못하고 추가적인 연구가 필요한 부분이다.

Fig. 4에서는 포장조건에 따른 표면색택의 변화를 보여

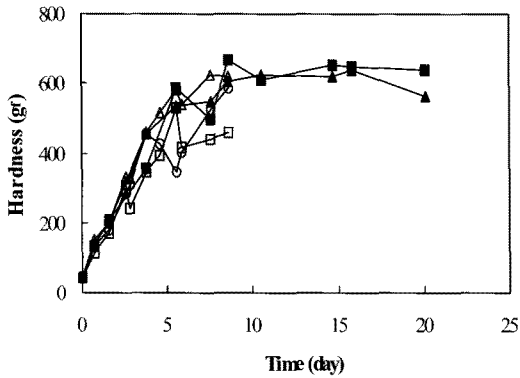


Fig. 3. Hardness of pumpkin rice cake at 20°C as function of package condition.

○: stretch wrap; □: air; △: vacuum; ▲: 60% CO₂/40% N₂; ■: 100% CO₂.

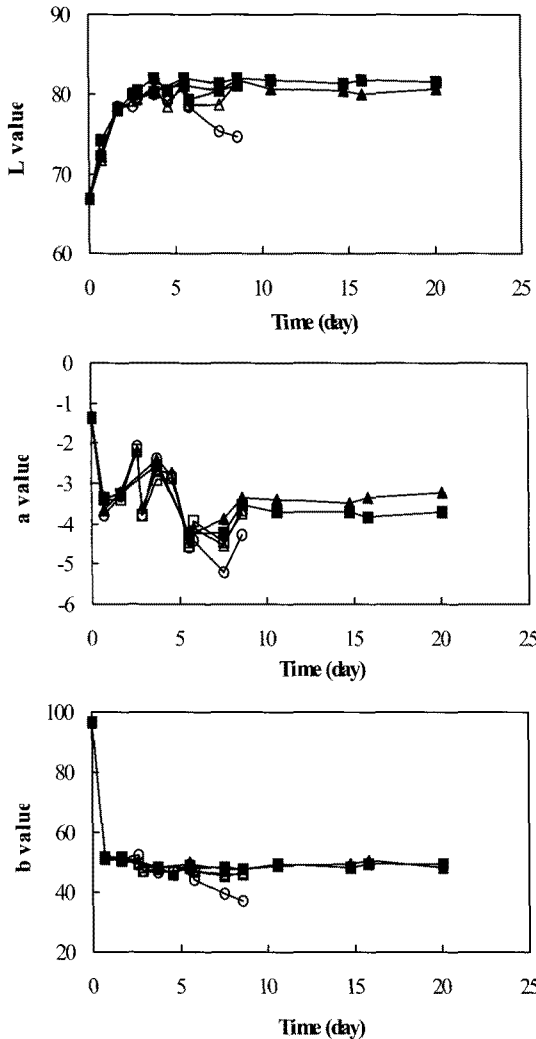


Fig. 4. Changes in surface color of pumpkin rice cake at 20°C as function of package condition.

○: stretch wrap; □: air; △: vacuum; ▲: 60% CO₂/40% N₂; ■: 100% CO₂.

주고 있다. 밝기인 L값, 적색도(-에서는 녹색도)인 a값, 황색도인 b값에서 저장 5일까지 포장간의 차이가 없었으나, 저장 7일 이후에 stretch wrap 포장에서 밝기와 황색도가 감소하였고 a값에서도 -값으로 치우쳐서 약간의 녹색도가 증가된 것으로 나타났다. 이는 앞의 Fig. 1에서 보여 주는 바와 같이 이때부터 현저한 미생물적 변화가 선택에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 그리고 저장 10일 100% CO₂의 포장에서 60% CO₂/40% N₂보다도 L값이 약간 높고 a값이 약간 낮게 유지된 것은 CO₂의 식품 내의 용해로 인한 퇴색효과에 의한 것으로 판단된다. CO₂ 기체는 고농도에서 일부 식품의 퇴색에 기여할 수 있는 것으로 일부 보고된 바가 있다(1).

결론적으로 60% 이상의 CO₂ 농도를 사용한 변형기체 포장은 호박 설기떡에서 세균, 효모, 곰팡이 등의 미생물 생육억제에는 효과가 있었지만, 노화완화의 효과를 갖지 못하여, 떡 제품의 저장수명을 향상시키는 데에는 한계가 있었고, 저장수명 연장을 위해서는 이들 품질변화를 동시에 억제할 수 있는 가공 및 포장 기술의 병합적 연구개발이 필요한 것으로 생각된다.

요 약

식품의 저장성을 향상시키고 유통기한을 연장하는 수단으로서 사용되는 여러 변형기체포장이 호박 설기떡의 품질 보존에 미치는 영향을 평가하였다. 대조구인 기체투과성 stretch wrap 포장과 함께, 소매 유통단위로 호박 설기떡을 트레이에 담아서 기체차단성 플라스틱 필름봉지 안에 함기, 진공, 60% CO₂/40% N₂, 100% CO₂의 조건으로 포장하고 20°C에 20일간 저장하면서 총균수, 곰팡이/효모, 선택, texture 를 측정하였다. 60% CO₂/40% N₂와 100% CO₂의 변형기체 포장조건은 곰팡이/효모의 성장을 완전히 억제하였고, 다른 포장조건에 비하여 세균의 생육도 지연시키는 효과를 보였다. 포장기체 조성에서는 100% CO₂의 포장조건을 제외한 모든 포장조건에서는 미생물 성장과 함께 분명한 CO₂ 농도의 증가가 나타났다. 60% CO₂/40% N₂ 및 100% CO₂ 포장에서는 저장 직후에 헤드스페이스 CO₂ 용해로 인하여 CO₂ 농도의 감소가 나타났다. 어떤 변형기체포장조건은 경도증가로 나타난 호박 설기떡의 노화를 억제시키지는 못하였고, stretch wrap과 함기 포장에서는 총균수의 증가가 심해졌던 저장 5일경 이후에 경도의 저하가 나타났다. 허용가능한 미생물적 품질수준에 있는 떡의 표면색택에서는 포장간의 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 한국연구재단의 일반연구자 지원사업(과제번호

호 2009-0070820)에 의한 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Parry RT. (1993) Introduction. In: Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods, Parry RT (Editor), Blackie Academic & Professional, London, UK, p.1-18.
2. Galic K, Curic D, Gabric, D. (2009) Shelf life of packaged bakery goods : A review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 49, 405-426.
3. Lee DS, Yam KL, Piergiovanni L. (2008) Food packaging science and technology. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, p.550-553.
4. Jung HS, Kim KJ. (2001) Studies on storage stability on soybean cake by packaging method. J. East Asian Soc. Dietary Life, 11, 190-195.
5. Yim KY, Kim SH. (1988) A survey on the utilization of Korean rice-cakes and the evaluation about their commercial products by housewives. Korean J. Dietary Culture, 3, 163-175.
6. Park YK. (2005) Prevention of retrogradation for Korean rice cake. Proceeding of international symposium on Asian foods. Korean Society of Food Preservation, Daegu, Korea. p.45-72.
7. Lee YJ, Lee BS, Seo JS, Paik WH, Shin MJ. (2008) Well-being Korean cake, cookie and traditional drink. Daewang-Sa, Seoul, Korea, p.12-24.
8. Hong HJ, Choi JH, Cho KH, Choi SW, Rhee SJ. (1999) Quality changes of sulgiduk added green tea powder during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 1064-1068.
9. Ahn BS, Lee IS, Cho SJ, Lee CH. (1998) Study on shelf life of deokuk-deok. Abstract book of Spring Joint Meeting of Korean Society of Food Science and Technology and Korean Society of Food Science and Nutrition, p.131.
10. Smith JP, Daifas DP, El-Khoury W, Koukoutsis J, El-Khoury A. (2004) Shelf life and safety concerns of bakery products-a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 44, 19-55.
11. O'Mahony FC, O'Riordan TC, Papkovskaia N, Ogurtsov V, Kerry JP, Papkovsky DB. (2004) Assessment of oxygen levels in convenience-style muscle-based sous vide products through optical means and impact on shelf-life stability. Packag. Technol. Sci., 17, 225-234.
12. Sutherland J. (2003) Modelling food spoilage. In: Food preservation techniques, Zeuthen P, Bogh-Sorensen L. (Editors), Woodhead Publishing, Cambridge, UK, p.451-474.
13. Haugen JE, Rudi K, Langsrud S, Bredholt, S. (2006) Application of gas-sensor array technology for detection and monitoring of growth of spoilage bacteria in milk: a model study. Anal. Chim. Acta, 565, 10-16.
14. Rasmussen PH, Hansen A. (2001) Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. Lebensm.-Wiss. u-Technol., 34, 487-491.
15. Song JC, Park HJ. (2003) Functions of various hydrocolloids as anticaking agents in Korean rice cakes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 1253-1261.
16. Song JC, Park HJ. (2003) Effect of starch degradation enzymes on the retrogradation of a Korean rice cakes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 1262-1269.
17. Shon CB, Lee SM. (1994) Effect of retrograde restraint of rice cake using raw starch saccharifying β -amylase from *Bacillus polymyxa* No. 26. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 459-463.
18. Kim SS, Chung HY. (2010) Retarding retrogradation of Korean rice cakes (*karedduk*) with a mixture of trehalose modified starch analysed by Avrami kinetics. Korean J. Food Nutr., 23, 39-44.
19. Eliasson A-E, Larsson K. (1993) Cereals in breadmaking. Marcel Dekker, New York, p.358-362.
20. Seiler DA. (1989) Modified atmosphere packaging of bakery products. In: Controlled/modified atmosphere/vacuum packaging of foods, Brody AL (Editor), Food & Nutrition Press, Trumbull, USA, p.119-133.
21. Cauvain S, Young L. (2008) Bakery food manufacture and quality. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, West Sussex, UK, p.263-284.