

떡국 떡의 품질유지에 미치는 변형기체포장(MAP) 효과

정수연 · 안덕순*

경남대학교 바이오융합학부

Effect of Modified Atmosphere Packaging on Quality Preservation of Rice Cake (*Ddukjukdduk*)

Soo Yeon Jung and Duck Soon An*

School of Bioconvergence, Kyungnam University, Changwon, 631-701 Korea

ABSTRACT Packages of different atmospheres (air (control), 100% CO₂, vacuum, and vacuum + O₂ absorber) were prepared for 0.4 kg rice cake (*ddukjukdduk*) using gas-barrier plastic film and stored at 10°C for 11 days. The stored products were evaluated in their packages atmosphere, total aerobic bacteria, yeast and molds, texture and sensory quality during storage period. In the air package, the O₂ concentration decreased from initial 21% to 16% on storage 4 days and the CO₂ concentration increased to 23% on storage of 11 days, which resulted from the growth of microorganisms. CO₂ concentration decreased from initial 98% to 36% on storage 11 days in the 100% CO₂ package. It is reasoned that CO₂ was dissolved into the product reducing the volume of the package. Vacuum and vacuum + O₂ absorber package maintained shrunk vacuum condition until 11 days of storage. Total aerobic bacteria count increased significantly in the control package (6.41 log (cfu/g) after 11 days) compared to the 100% CO₂ package (4.96 log (cfu/g) after 11 days). Yeast and molds were 6.66 in control package, 3.43 in 100% CO₂ package, 4.66 in vacuum package, and 3.78 in vacuum + O₂ absorber package after 11 days. There was no significant difference between control and the other treatments for the texture of the stored products. Sensory quality was the worst in control package on the storage of 8 days. All treatment groups except control improved the quality preservation, but vacuum and vacuum + O₂ absorber packages suffered from cracking of the product. Thus 100% CO₂ flushing is suggested as a desired packaging condition.

Keywords Rice Cake (*Ddukjukdduk*), Modified atmosphere packaging (MAP), Carbon dioxide, Vacuum, Gas concentration, Microorganisms, Quality

서 론

현대사회의 서구화된 식생활로 인해 쌀 소비량은 지속적으로 감소하는 추세지만 쌀을 이용한 떡, 죽 등의 가공식품은 발달하고 있다. 한국의 고유 전통식품의 한 종류인 떡은 쌀을 가열한 후 제조 및 가공방법에 따라 찜 떡, 찐 떡, 빻는 떡, 지지는 떡으로 구분할 수 있는데¹⁾, 가래 떡은 찐 떡에 해당된다. 가래 떡 성형 과정 중 작은 크기로 제조하

면 떡볶이 떡으로 활용할 수 있고, 가래 떡을 건조 후 절단하여 떡국 떡으로 제조해서 다양한 요리에 활용된다. 가래 떡은 압출 및 증자 시 고온 열처리로 초기 균 농도가 낮은 편이나 침지를 통한 냉각, 건조, 절단 과정과 포장 후 유통과정에서 미생물학적 오염도가 높아진다. 수분활성도가 높은 곡류식품으로 미생물 증식이 빠른 잠재적 위해식품군으로 분류되어 있어 제조와 유통과정의 관리가 중요하다. 또한, 소규모 가내 영세업자들이 주로 생산하고 있어 위생 관리 및 가공 공정의 전문성이 떨어져 품질 안전성 확보에 어려움이 있다.

미생물학적 측면에서 품질 안전성을 확보하기 위해 가공 공정에서 화학적 적용으로 주정처리, 산도 조절제, 천연항균제 등을 처리한 연구결과들이 있다. 주정처리의 경우 냉

*Corresponding Author: Duck Soon An
School of Bioconvergence, Kyungnam University, 7 Kyungnam-daehak-ro, Changwon 51767, South Korea
Tel: +82-55-249-2360
E-mail: ads2004@kyungnam.ac.kr

각 시 주정에 침지하거나 표면에 주정을 분사하여 진공포장하는 방식으로 저장기간 연장에 한계가 있다²⁾. 미생물은 pH가 낮은 조건에서 증식이 억제되는데, 산도 조절제를 이용하여 pH 4.0으로 조정된 젓산 용액에 성형된 떡볶이 떡을 침지하게 되면 떡 표면에 존재하는 미생물의 생육을 억제시킬 수 있고, 밀봉 후 가열살균 과정을 통해 미생물학적 안전성을 더 확보할 수 있다³⁾. 산 침지와 이산화염소 가스 처리 조건도 미생물 성장을 억제하고 품질 인자의 변화를 최소화하여 유통기한 연장에 도움을 주었다⁴⁾. pH 4.5 조건에서는 신맛이 약한 반면 미생물 생육 억제 효과가 떨어졌으며, pH 4.0 미만에서는 신맛과 이취가 발생⁵⁾하므로 산도 조절제를 사용할 경우 떡의 관능적 품질을 고려해야 한다. Lee 등²⁾은 떡볶이용 흰떡을 제조하여 주정 침지, 유기산 침지, 항균제인 키토산과 주정의 병용 조건으로 침지하여 총균수에 대한 효과를 검토한 결과, 키토산과 주정의 병용 처리가 주정 및 유기산 각각 처리보다 약 3배 정도의 유통기한 연장 효과가 있었다. 화학적 처리 방법에서는 냉각에 적용되는 침지 시 단독의 물질 처리보다는 병용처리 방법이 더 효과적이었다. 물리적 적용 방법으로 떡볶이 떡에 LED 조사 시 초기 균수 대비 감소 효과를 보였으나⁶⁾, LED 기기 설치 및 작동에 대한 영세업자의 기술적 비용적 한계가 있다. 이러한 연구결과는 주로 떡볶이 떡에 적용한 것으로 떡국 떡의 경우 압출성형 횟수에 따른 품질 특성 연구⁷⁾의 저장 중 미생물학적 안전성을 확인한 연구는 거의 없었다. 떡국 떡은 떡볶이 제조과정에서 추가적으로 냉각 후 건조 및 절단, 포장 단계에서 위생 관리를 고려해야 한다. 이러한 제조과정 중 검토해 볼 수 있는 부분으로서 포장을 통해 품질변화를 억제하여 유통기한을 연장시키는 수단으로서 변형기체 포장방법을 고려해볼 수 있다. 변형기체 포장은 산소와의 접촉을 감소시켜 산화반응과 미생물 성장을 억제하여 식품의 품질 안전성을 확보할 수 있어 식품에 광범위하게 이용되고 있다⁸⁾. 호박 설기떡 포장에 60% CO₂/40% N₂와 100% CO₂의 변형기체치환(MA, modified atmosphere) 조건은 곰팡이/효모 성장을 억제하는 것으로 보고되었다⁹⁾. 떡국 떡의 대량 생산 공정에서는 주정처리 후 진공포장이거나 포장 내 산소흡수제를 동봉하여 포장하고 있는데, 유통과정 중에 진공이 풀려서 산소가 유입되거나 산소흡수제의 기능저하, 높은 온도의 노출 등으로 떡 표면에 곰팡이가 발생하고, 이취를 유발하기도 한다. 소규모로 생산·판매하는 업체의 경우에는 전체적인 제조과정 체계를 자동화하여 위생적으로 관리하는데 한계가 있어 미생물 성장을 억제하기 위해 포장공정에서 조건을 달리하여 적용해볼 필요가 있다. 본 연구에서는 소규모 영세업자가 생산하는 떡국 떡을 대상으로 산소와의 접촉을 줄일 수 있는 변형기체 치환 포장을 적용하여 저장 중 미생물 억제효과와 품질 안전성을 확인하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

떡국 떡은 인근 재래시장에서 당일 제조한 제품을 구입하였다. 판매처의 제조방법은 떡국 떡 2.3 kg 기준으로 쌀가루 2 kg과 소금 20 g에 물 200 mL를 가수하여 2회 압출성형한 후 물에 침지하여 냉각하였다. 냉각된 가래 떡을 가지런히 배열하여 1°C 온도에서 36시간 건조 후 기계를 이용하여 5~10 mm 두께로 절단하였다.

2. 포장 및 저장

기체 차단성 다층 필름 소재 HDT6035B (90 μm, PP/polyethylene/nylon/EVOH/nylon/polyethylene/LLDPE, Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA)을 17×20 cm 크기의 봉투로 제작하고, 떡국 떡 400 g을 포장하였다. 가스치환포장기(Lee pack, Incheon, Korea)를 이용하여 포장 내 공기를 제거 후 CO₂로 치환한 100% CO₂ 처리구, 가스치환포장기를 이용하여 포장 내 공기를 제거한 진공포장 처리구, 진공포장에 산소흡수제(SH15, Lipmen, Incheon, Korea)를 동봉한 진공+O₂ 흡수제 처리구, 그리고 대조구는 일반공기 조건으로 포장하였다. 포장된 제품은 10°C에서 11일간 저장하면서 일정한 간격으로 포장 내 기체조성과 품질변화를 측정하였다.

3. 포장 내 기체조성

포장 내 O₂와 CO₂ 농도는 포장내부 기체 1 mL를 취하여 기체크로마토그래피(Model 3800, Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 기체크로마토그래피는 Alltech CTR I column과 TCD(thermal conductivity detector)가 장착되어 있으며, 운반기체(carrier gas)는 He를 30 mL/min의 유량으로 흐르게 하였고, 오븐(oven) 온도는 40°C, 주입부(injector) 온도는 80°C, 검출기(detector) 온도는 90°C를 조건으로 하였다.

4. 품질측정

미생물적 품질을 측정하기 위해 떡국 떡 10 g을 stomacher bag에 넣고 0.05% 멸균 펩톤수 90 mL를 무균적으로 넣은 후 stomacher (Stomacher 400 circulator, Seward Limited, The UK)로 3분간 균질화하여 시료 원액으로 하였다. 시료 원액을 단계별로 10배씩 희석하여 페트리디쉬에 넣고, 주입평판법으로 대상 균주에 해당되는 배지를 부은 후 배양하였다. 총균수는 Plate Count Agar (PCA, Difco Laboratories, Detroit, USA)에서 30°C 1~2일간 배양하였다. 효모 및 곰팡이수는 멸균된 10% tartaric acid를 사용하여 pH 3.5로 조절된 Potato Dextrose Agar (PDA, Difco Laboratories, Detroit, USA)에서 25°C 3~4일간 배양하였다. 물성 측정은

5 mm의 일정한 두께의 시료를 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 로 절단한 후 시료대 중앙에 평행하게 올려놓고 물성을 측정하였다. 측정에 사용된 기계는 texture analyzer (CT3, Brook-field, Middleboro, MA, USA)를 사용하여 Trigger load 7 g, test speed 2.00 mm/sec, $\varnothing 4\text{ mm}$ cylinder probe, 40% deformation의 분석 조건으로 진행하였다. Texture profile analysis (TPA) 측정 mode로 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness), 겹성(gumminess)을 측정하였다. 관능검사는 저장 8일째 이취, 쫄깃한 정도, 전체적인 기호도의 평가항목에 대해 7점 척도(1: 매우 약함, 4: 보통, 7: 매우 강함)로 하여 관능 평가원 수 8명을 대상으로 실시하였다. 떡국 떡의 특성과 평가 항목에 대하여 충분한 사전 교육을 실시한 후 진행하였다. 떡국 떡은 가래 떡을 건조 후 절단한 제품으로 시간이 지나면 굳어지므로 끓는 물에 10초간 조리한 후 관능검사용 시료로 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 포장 내 기체조성

떡국 떡의 저장 11일 동안 포장 내 O_2 , CO_2 , N_2 농도 변화를 Fig. 1에 제시하였다. 일반 공기로 포장된 대조구는

초기 O_2 21%와 CO_2 0%에서 시작하여 저장 2일까지 유지되다가 O_2 는 저장 4일에 16%로 저장 8일에는 1%로 감소하였다. CO_2 는 저장 8일부터 14%로 증가하여 저장 11일에 23%까지 증가하였다. 이러한 기체농도 변화는 호기적 조건에서 떡국 떡의 부패를 일으키는 호기성 세균과 곰팡이의 증식에 의한 것으로 보이며, 실제 저장 8일에 떡국 떡의 표면에 흰색 곰팡이가 생성된 것을 육안으로 볼 수 있었다. 호박 설기떡의 포장에서도 저장 5일에 합기포장에서 O_2 농도가 감소하고, CO_2 농도가 증가하였으며, 이 시점에 미생물적 부패가 진행되는 것으로 설명되었다⁹⁾. 100% CO_2 로 치환된 포장 처리구는 초기 CO_2 농도 약 98%에서부터 저장 11일에 약 36% 정도로 감소하였으며, O_2 농도는 전체 저장기간 동안 약 0~6% 수준이었다. CO_2 기체는 수분과 지방 등 식품의 성분에 용해되는 특성이 있으며, 본 연구에서도 치환된 CO_2 가 떡국 떡에 용해되어 포장 내 부피가 감소하여 포장이 전체적으로 반 진공상태로 수축되었다. 또한 CO_2 기체의 용해는 온도의 영향을 받는데 초기 CO_2 치환 온도는 25°C 이고, 저장 중 온도는 10°C 로써 온도변화에 따라 포장 내 압력과 부피변화로 포장 수축에 영향을 주었다. 진공포장 처리구는 진공 조건으로 초기 포장 내 기체가 거의 없었으며, 저장 11일에 호기성 균 성장으로 진공이 일부 풀리면서 전체적으로 모든 기체 농도가 증

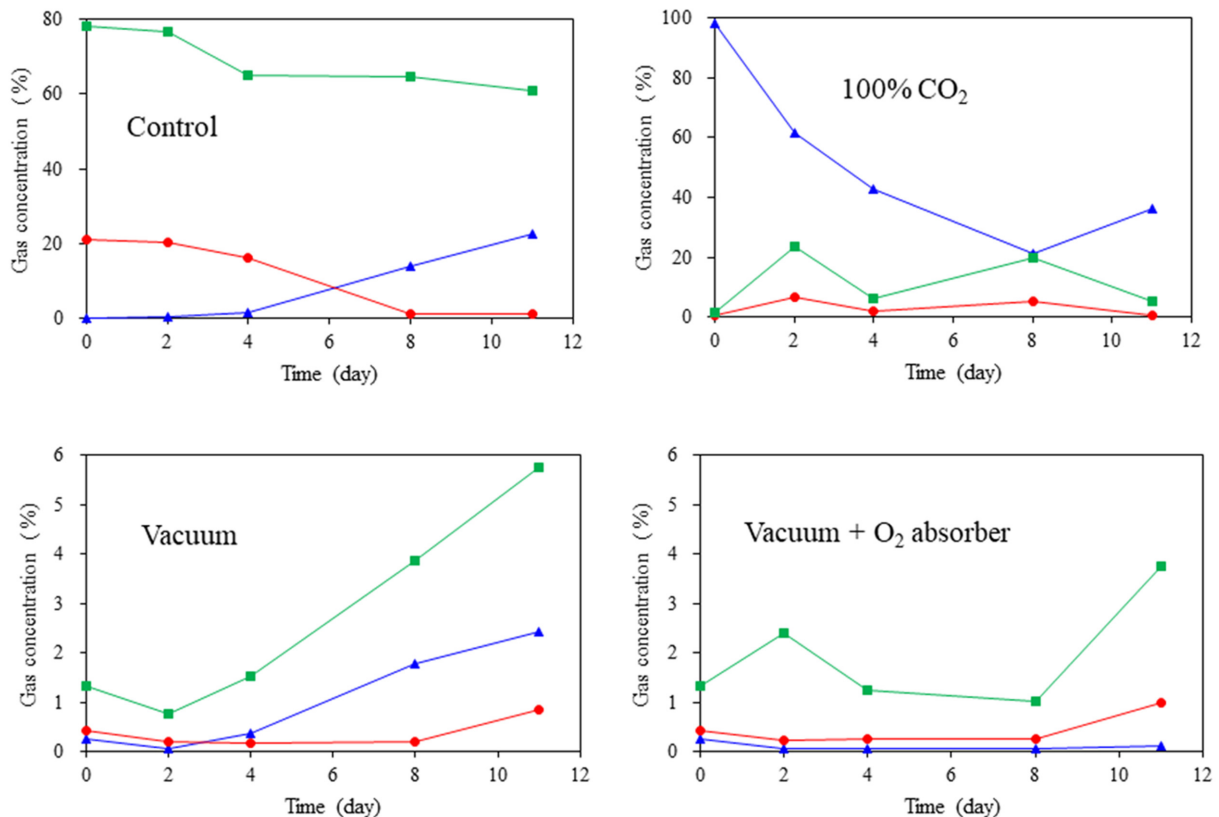


Fig. 1. Gas concentration in the rice cake (*ddukgukdduk*) packages at 10°C for 11 days. ● : O_2 ; ▲ : CO_2 ; ■ : N_2 .

가하였다. 진공+O₂ 흡수제 포장 처리구는 진공포장과 동일하게 초기 포장 내 기체가 거의 없었으며, 저장 11일까지 잘 유지되고 있다. O₂ 흡수제는 포장 후 유통 과정 중에 진공 풀림 현상을 방지하고 진공 후 포장 내 잔존 O₂를 제거할 목적으로 동봉하였는데, O₂ 흡수 능력을 잘 발휘하고 있는 것으로 보인다.

2. 품질변화

떡국 떡을 포장 조건별로 포장하여 저장하면서 미생물 수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 총균수의 경우 초기 3.98 log (cfu/g)에서 시작하여 대조구는 저장 2일에 5.33 log (cfu/g), 저장 8일 이후 6.45 log (cfu/g)로 증가하였다. 100% CO₂ 치환 포장 처리구는 저장 8일까지 초기 균농도로 유지되다가 저장 11일에 4.96 log (cfu/g)으로 증가하였다. 미생물 성장 억제효과를 가진 CO₂의 특성이 떡국 떡의 총균수 성장억제에 반영된 것으로 보인다. 진공포장 처리구는 저장 2일부터 균농도가 조금씩 증가하기 시작하여 저장 11일에 5.78 log (cfu/g)로 증가하고, 진공+O₂ 흡수제 포장 처리구는 저장 2일부터 균농도가 진공포

장보다 약간 낮게 증가하였으나 저장 11일에 5.86 log (cfu/g)로 진공포장과 비슷한 균농도를 보였다.

효모 및 곰팡이의 경우 초기 2.92 log (cfu/g)에서 시작하여 대조구는 저장 8일 이후 6.16 log (cfu/g)으로 증식하여 총균수 증식과 비슷한 경향을 보였다. 포장 내 기체조성에서 기술한바와 같이 저장 8일에 떡 표면에 흰색 곰팡이가 관찰되었는데, 균측정 배양 실험에서도 확인되었다. 100% CO₂ 치환 포장 처리구는 초기 균농도 2.92 log (cfu/g)에서 저장 4일까지 0.54 log (cfu/g)로 감소하였다. 저장 8일 이후 다시 증식하기 시작하여 저장 11일에 3.43 log (cfu/g)로 증가하였으며 저장 중 감소효과는 문 등(9)의 결과에서도 확인되었는데, CO₂는 곰팡이와 Gram 음성세균의 성장 억제에 효과적인 것으로 알 수 있다. 저장 11일에 진공포장은 4.66 log (cfu/g)로 증가하고, 진공+O₂ 흡수제 포장은 3.78 log (cfu/g)로 증가하였다. 저장 기간 동안 진공+O₂ 흡수제 포장의 곰팡이 및 효모의 성장은 진공포장에 비해 낮게 유지되어 O₂ 흡수제의 역할로 곰팡이 증식 억제에 다소 도움을 준 것으로 생각된다. 떡국 떡을 제조하기 위한 가래 떡은 냉각수에 침지하게 되는데, 침지 전 후 냉각수의 일반세균은 2배, 진균수는 5배 증가하였다¹⁰. 가래 떡 투입으로 냉각수 온도상승과 작업 공간 내 낙하균 등에 의한 교차오염으로 곰팡이의 증식이 촉진될 수 있는데¹⁰, 변형기체포장 조건을 통해 미생물 증식 억제에 도움을 줄 수 있다.

가래 떡을 건조하여 절단한 떡국 떡은 노화가 진행된 제품이어서 초기 경도(hardness)가 높은 편이다(Table 1). 보고된 바에 의하면 5°C에서 2시간과 24시간 각각 저장 후 측정된 경도(hardness) 값을 비교해보면 2시간 저장 후 측정된 값 대비 24시간 저장 후 측정된 경도(hardness) 값이 약 20배 정도 상승하여 노화로 인해 상당히 단단해 진다는 것을 알 수 있다¹¹. Table 1에서 보듯이 모든 포장 처리구에서 저장 기간이 길어질수록 경도(hardness)가 높아져 단단해지고 이와 관련하여 씹힘성(chewiness)과 검성(gumminess)도 같이 증가하였으며, 포장 처리구간의 유의적인 차이는 없었다. 평균적인 수치로 보면 대조구를 제외한 나머지 세 처리구에서 약간 높은 수치이나 편차 범위 내 있었다.

저장 8일 시료에 대한 관능검사 결과는 Table 2에 제시하였다. 대조구 시료는 떡 표면에 발생한 곰팡이 부패로 인하여 쫄깃한 정도를 확인하는 검사는 실시하지 않았다. 대조구 시료에서 이취가 강하였으며 이는 곰팡이 발생으로 떡 냄새에 영향을 미친 것으로 보이며, 전체적인 기호도도 낮았다. 나머지 세 처리구는 이취, 조직감, 전체적인 기호도 부분에서 유의적인 차이가 없었다. 진공포장과 진공+O₂ 흡수제 포장 처리구는 진공 조건으로 포장이 상당히 수축하여 떡국 떡의 깨짐 현상이 나타났으며 이는 판매 시점에 소비자 수용도를 감소시킨다.

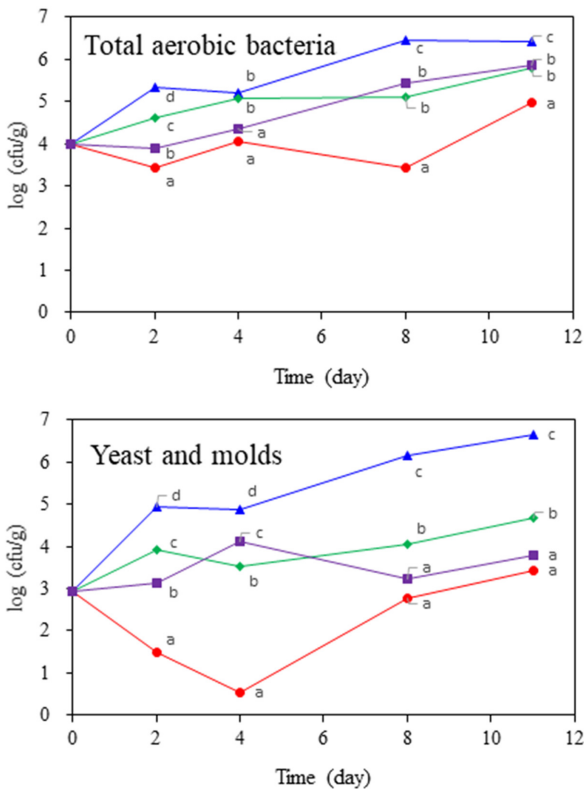


Fig. 2. Microorganisms of the packaged rice cake (*ddukgukdduk*) at 10°C for 11 days. ▲ : Control; ● : 100% CO₂; ◆ : Vacuum; ■ : Vacuum + O₂ absorber. Different letters on experimental data points mean significant difference from the other treatments ($p < 0.05$).

Table 1. Change in texture properties of packaged rice cakes (*ddukgukdduk*) at 10°C for 11 days

Treatment	Texture properties	Storage period (days)				
		0	2	4	8	11
Control	Hardness (kg)	3.81 ± 0.58	4.01 ± 0.36	4.36 ± 0.42	4.96 ± 0.23	4.63 ± 0.37
	Adhesiveness (g)	4.36 ± 0.77	4.67 ± 0.65	4.63 ± 1.04	4.69 ± 1.01	4.09 ± 0.20
	Cohesiveness(%)	0.77 ± 0.08	0.73 ± 0.08	0.71 ± 0.12	0.71 ± 0.06	0.69 ± 0.07
	Chewiness (kg)	2.82 ± 0.49	2.86 ± 0.46	3.01 ± 0.63	3.37 ± 0.41	3.09 ± 0.57
	Springiness(%)	0.97 ± 0.05	0.97 ± 0.06	0.97 ± 0.04	0.96 ± 0.05	0.97 ± 0.03
	Gumminess (kg)	2.90 ± 0.47	2.94 ± 0.40	3.12 ± 0.70	3.51 ± 0.32	3.19 ± 0.54
100% CO ₂	Hardness (kg)	3.81 ± 0.58	4.46 ± 0.29	4.86 ± 0.33	5.18 ± 0.26	5.13 ± 0.31
	Adhesiveness (g)	4.36 ± 0.77	4.57 ± 0.73	4.36 ± 0.89	4.96 ± 1.06	4.43 ± 0.62
	Cohesiveness(%)	0.77 ± 0.08	0.73 ± 0.09	0.74 ± 0.12	0.71 ± 0.08	0.69 ± 0.06
	Chewiness (kg)	2.82 ± 0.49	3.18 ± 0.38	3.48 ± 0.53	3.60 ± 0.52	3.48 ± 0.37
	Springiness(%)	0.97 ± 0.05	0.99 ± 0.02	0.97 ± 0.04	0.98 ± 0.03	0.98 ± 0.03
	Gumminess (kg)	2.90 ± 0.47	3.23 ± 0.35	3.59 ± 0.48	3.68 ± 0.49	3.55 ± 0.37
Vacuum	Hardness (kg)	3.81 ± 0.58	4.05 ± 0.45	4.45 ± 0.28	5.14 ± 0.22	4.93 ± 0.27
	Adhesiveness (g)	4.36 ± 0.77	4.40 ± 1.26	4.55 ± 1.74	5.13 ± 1.11	4.11 ± 0.53
	Cohesiveness(%)	0.77 ± 0.08	0.70 ± 0.07	0.69 ± 0.07	0.66 ± 0.08	0.73 ± 0.07
	Chewiness (kg)	2.82 ± 0.49	2.74 ± 0.42	3.00 ± 0.28	3.31 ± 0.36	3.45 ± 0.46
	Springiness(%)	0.97 ± 0.05	0.97 ± 0.05	0.98 ± 0.03	0.99 ± 0.02	0.96 ± 0.04
	Gumminess (kg)	2.90 ± 0.47	2.82 ± 0.44	3.08 ± 0.30	3.36 ± 0.34	3.59 ± 0.40
Vacuum + O ₂ absorber	Hardness (kg)	3.81 ± 0.58	4.34 ± 0.25	4.49 ± 0.30	5.18 ± 0.16	4.98 ± 0.31
	Adhesiveness (g)	4.36 ± 0.77	4.33 ± 0.72	4.00 ± 1.12	5.46 ± 1.42	3.89 ± 0.81
	Cohesiveness(%)	0.77 ± 0.08	0.74 ± 0.08	0.70 ± 0.07	0.69 ± 0.07	0.70 ± 0.06
	Chewiness (kg)	2.82 ± 0.49	3.11 ± 0.46	3.06 ± 0.37	3.45 ± 0.41	3.32 ± 0.52
	Springiness(%)	0.97 ± 0.05	0.97 ± 0.04	0.98 ± 0.03	0.97 ± 0.04	0.95 ± 0.04
	Gumminess (kg)	2.90 ± 0.47	3.21 ± 0.41	3.13 ± 0.32	3.57 ± 0.39	3.48 ± 0.46

Table 2. Sensory evaluation scores of packaged rice cakes (*ddukgukdduk*) at storage 8 days

Sensory properties	Control	100% CO ₂	Vacuum	Vacuum + O ₂ absorber
Odor	6.50 ± 0.53 ^a	3.38 ± 1.51 ^b	3.63 ± 1.06 ^b	2.63 ± 1.06 ^b
Texture	Spoiled	5.25 ± 1.16 ^a	4.88 ± 0.99 ^a	5.38 ± 1.19 ^a
Overall acceptability	1.13 ± 0.35 ^b	4.13 ± 1.73 ^a	3.88 ± 1.55 ^a	4.50 ± 2.00 ^a

결 론

떡국 떡은 소규모 가내 영세업자들이 주로 생산하고 있어 위생 관리 및 가공 공정의 전문성이 떨어져 품질 안전성 확보에 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 포장 내 기체농도 변화를 통해 미생물 증식과 이취 발생을 억제하여 우수한 품질을 유지할 수 있는 포장 조건을 제시하고자 하였다. 일반 대기 조건을 대조구로 하고 100% CO₂ 치환 포장, 진공포장, 진공+O₂ 흡수제를 동봉한 포장을 처리구로 하여 10°C에 11일간 저장하면서 포장 내 기체 조성, 총균수, 효모 및 곰팡이 수, 물성 그리고 관능적 품질을 확인하였다. 대조구의 경우, 포장 내 O₂ 농도는 초기 21%에서 저장 4일에 16%, 저장 8일에 1%까지 감소하고,

CO₂ 농도는 저장 4일부터 증가하여 저장 11일에 최대 23%까지 증가하였는데 이는 호기성 균이 증식함에 따른 영향으로 보인다. 100% CO₂ 치환 포장은 초기 98%에서 저장 11일 36%까지 감소하는 것을 보아 CO₂가 시료 내로 용해된 것으로 추정되며, 포장의 전체적인 부피도 감소하였다. 진공포장과 진공+O₂흡수제를 동봉한 포장은 저장 11일까지 진공 조건이 잘 유지되고 있었다. 대조구에서 총균수는 초기 3.98 log(cfu/g)에서 저장 11일 6.41 log(cfu/g)로 증가하고, 100% CO₂ 치환 포장은 4.96 log(cfu/g), 진공포장과 진공+O₂흡수제를 동봉한 포장은 약 5.78~5.86 log(cfu/g)으로 증가하여, 100% CO₂ 치환 포장에서 가장 낮은 총균수 농도를 보였다. 효모 및 곰팡이 수는 저장 11일에 대조구 6.66 log(cfu/g), 100% CO₂ 치환 포장 3.43 log(cfu/g), 진공

포장 4.66 log(cfu/g), 진공+O₂흡수제를 동봉한 포장 3.78 log(cfu/g)으로 대조구에 비해 100% CO₂ 치환 포장과 진공+O₂흡수제를 동봉한 포장에서 가장 낮았다. 떡국 떡의 물성에서는 처리구 간의 뚜렷한 차이는 없었으나 진공포장과 진공+O₂흡수제를 동봉한 포장의 경우 물리적인 스트레스로 인한 시료의 깨짐 현상이 나타났다. 조리된 제품의 관능적 기호도에서는 저장 8일에 대조구에서 가장 낮았으며, 나머지 세 처리구는 모두 비슷한 값을 보였다. 대조구를 제외한 모든 처리구는 품질 안전성을 향상시켰지만, 진공포장과 진공+O₂흡수제를 동봉한 포장은 떡국 떡의 깨짐 현상으로 인해 상품성이 떨어지므로 100% CO₂ 치환 포장이 긍정적인 포장 조건으로 평가된다.

감사의 글

이 연구결과물은 2021학년도 경남대학교 대학특성화연구비 지원에 의한 것임.

참고문헌

1. Lee, C.H. and Maeng, Y.S. (1987) A literature review on Korean rice-cakes. *Korean J. Diet. Cult.* 2, 117-132.
2. Lee, J.W., Lee, H.H. and Rhim, J.W. (2000) Shelf life extension of white rice cake and wet noodle by the treatment with chitosan. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32, 823-833.
3. Cheon, H.S., Cho, W.I., Lee, S.J., Chung, M.S. and Choi, J.B. (2017) Acidic and steaming treatments of tteokbokki rice cake to improve its microbial and textural properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49, 502-506.
4. Kim, H.J., Oyinloye, T.M. and Yoon, W.B. (2020) Rice cake shelf life extension using acid-soaking and the chlorine dioxide drying process. *J. Agricul. Life Environ. Sci.* 32(2), 90-98.
5. Jung, H.B., Yu, C.R., Park, H.W., Chung, G.S., Kim, K.M., Han, G.J. and Yoon, W.B. (2018) Effect of the water container in rice cake and acid concentration of acidulant on the acid soaking characteristic of rice cakes for tteokbokki. *Food Eng. Prog.* 22(3), 264-271.
6. Jung, H.B., Yuk, H.G. and Yoon, W.B. (2019) Effect of LED light on the inactivation of *Bacillus cereus* for extending shelf-life of extruded rice cake and simulation of the patterns of LED irradiation by various arrays of LEDs. *J. Appl. Biol. Chem.* 62(2), 181-186.
7. Bae, J.S., Yoon, C.H. and Lee, K.E. (2016) Effects of extrusion frequency on the quality characteristics of ddukukdduk. *Korean J. Food Cook Sci.* 32(4) 449-457.
8. Parry, R.T. (1993) Introduction. In: Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods, Parry R.T. (Editor), Blackie Academic & Professional, London, UK, p.1-18.
9. 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(6), 908-913.
10. Jeong, S.H., Choi, S.Y., Cho, J.I., Lee, S.H., Hwang, I.G., Na, H.J., Oh, D.H., Bahk, G.J. and Ha, S.D. (2012) Microbiological contamination levels in the processing of Korean rice cakes. *J. Food Hyg. Safety*, 27(2), 161-168.
11. Kim, S.S. and Chung, H.Y. (2009) The effects of wheat flour addition on retarding retrogradation in Korean rice cakes (*Karedduk*). *Korean J. Food & Nutr.* 22(2), 185-191.

투고: 2022.01.28 / 심사완료: 2022.02.12 / 게재확정: 2022.02.12