

포장조건에 따른 한국전통 된장과 고추장의 품질변화

장재덕, 황용일, 이동선*
경남대학교 생명과학부

Effect of packaging conditions on the quality changes of fermented soy paste and red pepper paste

Jae-Deck Jang, Yong-Il Hwang and Dong-Sun Lee*
Division of Life Sciences, Kyungnam University, Masan, 631-701 Korea

Abstract

180g of fermented soy paste and 150g of red pepper paste were packaged in glass jars of 232 mL with different conditions of active packaging and then stored at 13°C for about 170 and 128 days, respectively. During the storage, package atmosphere, surface color, pH, acidity and microbial flora were monitored to see the effect of packaging conditions. Test packaging conditions include package equipped with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ as CO_2 absorber, package with pinhole and closed control one. Closed control packages of soypaste and red pepper paste showed the increased CO_2 partial pressure, the decreased O_2 partial pressure and the constant N_2 partial pressure to produce high pressure buildup with storage. The paste packages with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ maintained relatively low CO_2 partial pressure and thus the package pressure close to normal atmospheric pressure for initial storage period of 70 days. The packages with air pinhole channel had the partial pressures of O_2 and N_2 decreased with storage time, while CO_2 partial pressure first increased to a maximum and then slowly decreased thereafter. Without any pressure increase the packages with pinhole gave the lowest quality changes possibly due to the effect of package atmosphere, but it had problem of mold contamination and growth for soy paste after 120 days. There were no difference in microbial flora between the packages after about 70 day storage.

Key Words : carbon dioxide absorber, pinhole, modified atmosphere, pressure, active packaging

I. 서론

된장과 고추장은 한국의 식생활에 빼놓을 수 없는 발효 조미료로서 전통적 방법에 의하여 제조된 제품의 경우 보편적으로 살균과정 없이 저장되거나 포장되어 이용되고 있다. 소비자의 기호가 보존제 첨가되거나 살균된 제품을 원하지 않을뿐 아니라 살균과정을 거치면 가

열에 의해서 갈변반응 등의 품질변화가 심한 경우도 있어서 보편적으로는 보존제 첨가없이 비살균 상태로 저온 유통되는 것이 일반적인 추세이다. 그러나 이러한 유통과 저장은 많은 문제를 유발시키게 된다. 된장과 고추장은 당류, 아미노산, phenol 류, 카로티노이드 등의 화합물을 함유하고 있으므로 저장중 비효소적인 갈변반응인 Maillard 반응이 잘 일어나서 색택을 검게 하기도 하며, 미생물로부터의 효소가 작용하여 효소적인 갈변반응을 발생시키기도 한다 (1). 또한 밀폐용기에 포장하면 비록 저온에서도 시간이 경과함에 따라 미생물의 작

*Corresponding author: Dong-Sun Lee, Division of Life Sciences, 449 Wolyoung-dong, Kyungnam University, Masan, 631-701 Korea

용에 의하여 CO₂ 가스가 발생하여 용기가 팽창하거나 내부에 압력이 발생된다. 저장 유통과정에서 이러한 문제를 해결하면서 우수한 품질상태로 소비자에게 도달되는 포장의 개발이 필요한 형편이다. 그러나 이러한 문제에 대해서는 연구가 이루어진 바가 없는 형편이다.

저장 유통과정에서 CO₂ 가스가 발생하는 식품의 포장에서는 압력발생이나 부피팽창의 문제를 해결하기 위하여 CO₂ 가스 흡수제를 넣은 포장을 사용하거나, 포장에 통기성 기공을 설치하기도 한다. 대표적인 예가 원두커피와 김치의 포장의 예를 들 수 있다 (2-5). 된장과 고추장의 포장에서도 압력발생과 부피팽창의 문제를 해결하기 위하여 이러한 기법의 도입이 검토될 수 있을 것이다. 하지만 이러한 포장기법이 전통 장류식품의 품질변화에 미치는 영향이 먼저 구명될 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 장류포장에서 CO₂ 가스 흡수제와 통기성 기공의 부착설치가 저장 중 품질변화에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

된장 및 고추장

전북 순창에서 전통적인 방법에 의하여 생산되어 10개월 숙성된 된장과 고추장 (순창전통대덕식품)을 사용하였다. 사용된 된장의 수분함량과 염도는 각각 57.8%와 12.4%이었고, 고추장의 수분함량과 염도는 각각 44.9%와 6.8%이었다. 제조업체에 의하여 제시된 배합비에서는 된장은 콩메주65%, 소금18%, 물 17%로 구성되었고, 고추장은 찹쌀24%, 고추가루25%, 물 28.4%, 메주가루7.6%, 소금10%, 기타5%로부터 제조된 것으로 알려졌다.

포장 및 저장

포장내에 기체환경조성을 변화시킬 수 있는 포장조건으로서, 두 가지의 포장 처리구를 실험하였다. 포장내의 CO₂ 를 흡수시키는 조건으로서 된장 및 고추장의 포장내에 CO₂ 흡수제로서 각각 1g 및 3g의 Ca(OH)₂ 를 10 μm 두께의 고밀도폴리에틸렌 필름 봉지(된장 2.5x3.0 cm; 고추장 4x3 cm)로 밀봉시켜 포장내에 장착시켰다. 사용된 Ca(OH)₂ 의 양은 예비적으로 측정된 된장과 고추장의 포장에서 CO₂ 발생량을 감안하여 결

정한 것이다. 또한 포장에 통기성을 주기 위한 처리구에서는 직경 0.3 mm이고 길이 2 cm인 핀홀을 장착시켰다. 그리고 이러한 조건과의 비교를 위하여 단순히 밀봉한 포장을 대조구로 하여 함께 저장하였다. 모든 포장에서는 된장의 경우 232 mL의 유리용기에 조건을 180g의 된장을 담고 lug cap 으로 밀봉하고 13℃에서 170 일간 저장하였다. 고추장의 경우는 232 mL의 유리 용기에 150g 씩 포장하고, 13℃에서 128 일간 저장하였다. 저장하면서 측정시점에 3개의 포장을 꺼내어 포장내의 기체조성, 표면색택, 총산, pH, 미생물수 등의 품질변화를 측정하였다.

포장기체조성 및 품질의 측정

포장기체 조성의 측정을 위하여 기체크로마토그래프 (Hitachi Model 163, Hitachi 사, Tokyo, 일본)를 사용하였으며, 분석조건으로는 운반기체(carrier gas)는 30 mL/min의 유량의 He을, column으로는 Alltech CTR I column(Alltech Associates, Inc., Deerfield, IL, 미국)를, 검출기로는 열전도도 검출기를 사용하였다. 오븐 온도는 40℃, 주입부(injection port)는 70℃, 검출기(detector)는 90℃를 유지하였다. 표면 색택의 측정을 위해서는 삼자극 색차계 (Model JC 801, Color Techno System Corporation, 동경, 일본)에 의하여 L, a, b값을 읽었다. 장류의 품질과 함께 적정산도의 측정을 위해서는 시료 10g을 물 90 mL와 혼합하여 균질화한 후 0.1 N NaOH로서 pH 8.1이 될 때까지 적정한 후 젖산 %로 나타내었다. pH는 장류 시료에 반고형 전극을 장치시킨 pH meter(Model 520A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였다. 저장 70여일 후에 장류 시료에서 호기성 미생물, 젖산균수, 효모의 수를 측정하였으며, 호기성 미생물의 측정은 시료를 희석하여 Nutrient Agar(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 30℃에서 1일간 배양하였다. 젖산균수의 측정을 위해서는 시료 희석액을 MRS 배지(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 도말하여 30℃의 혐기상태에서 2일간 배양하였다. 효모의 계수를 위해서는 Wort Agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)로 30℃에서 5일간 배양하였다.

III. 결과 및 고찰

포장내 기체조성

Fig. 1에서는 13℃에서 포장조건을 달리한 된장 포장에서의 기체조성의 변화를 나타내고 있다. 대조구 밀봉 포장은 저장 중 높은 CO₂ 분압의 증가를 일으키고 O₂ 분압의 감소소멸을 나타내나, 질소분압은 비교적 일정한 수준에서 유지되었다. 이는 된장의 저장 중에 효모 등의 호기성 미생물의 성장에 인하여 O₂는 소비되고 CO₂는 생산됨에 기인하는 것으로 생각된다. CO₂ 흡수제인 Ca(OH)₂를 함유시킨 포장에서는 저장 60일부근까지 비교적 낮은 CO₂ 분압을 유지하고, O₂ 분압의 변화는 대조구 포장과 비슷하였다. 이는 Ca(OH)₂에 의한 CO₂ 흡수의 효과에 기인한다. 핀홀을 장착시킨 통기성 포장에서는 O₂ 분압과 N₂ 분압이 감소하고 CO₂ 분압은 계속 상승하여 저장 40일경이후부터는 0.6 bar 수준에서 상당한 기간동안 일정하게 머물렀다가 저장 120일 이후에 약간 감소하였다. 이는 된장으로부터 생

산된 CO₂ 기체가 핀홀에 의해서 배출되면서 N₂도 함께 포장밖으로 배출시키는 데 기인한다. 많은 CO₂를 생산하는 김치의 핀홀 포장에서도 이와 비슷한 기체조성의 변화가 관찰된 바 있다 (5). 된장에서의 CO₂ 생산은 주로 *Zygosaccharomyces rouxii*, *Candida versatilis*, *C. etchellsii* 와 같은 내염성 효모의 성장에 기인하며, 이들 효모는 숙성 후에는 감소하지만 배합, 충전, 포장 공정에서 새로운 환경이 조성되면 다시 번식하기도 하는 것으로 알려져 있다 (1).

Fig. 2에 나타난 고추장 포장에서의 기체조성의 변화도 된장 포장의 경우와 비슷한 경향을 보이나 고추장으로부터의 CO₂ 생산속도가 큰 관계로 된장에 비해서 CO₂ 분압이 높았다. 그리고 핀홀 포장의 경우 CO₂ 분압이 저장 40일경까지 급증하여 최고치에 도달한 후 완만히 감소하는 양상을 보였다. 이러한 현상은 고추장의 포장 후 저장 동안에 미생물 군집의 변화에 따라 CO₂ 발생속도가 달라짐에 따라 기인되었을 것으로 추측되나, 이에 대한 구체적인 검증은 추가적인 실험을 필요로 한다.

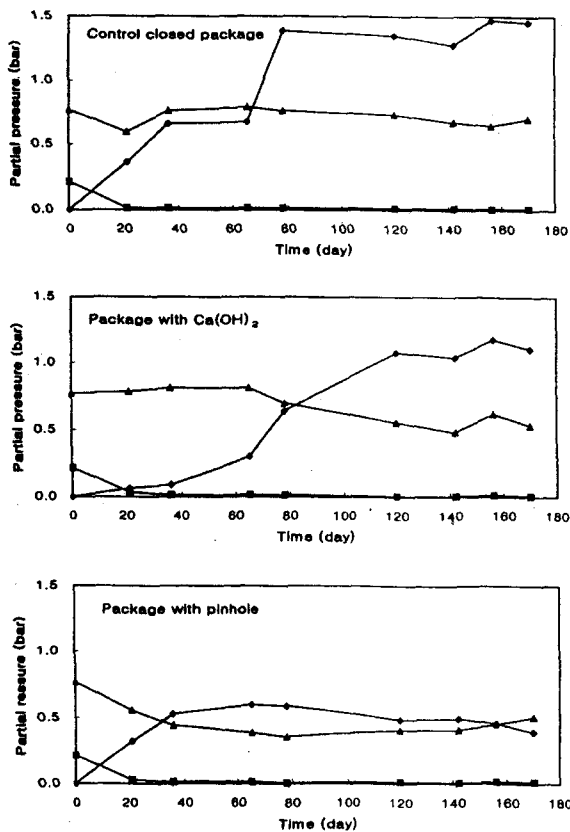


Fig. 1. Change in gas composition for the different package types of the Korean fermented soy paste during storage at 13℃. ■ : O₂; ◆ : CO₂; ▲ : N₂.

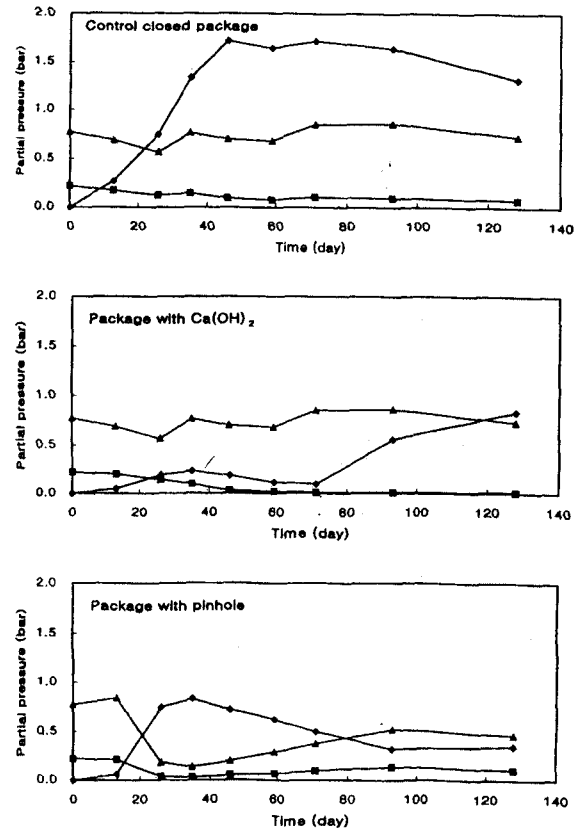


Fig. 2. Change in gas composition for the different package types of the Korean fermented red pepper paste during storage at 13℃. ■ : O₂; ◆ : CO₂; ▲ : N₂.

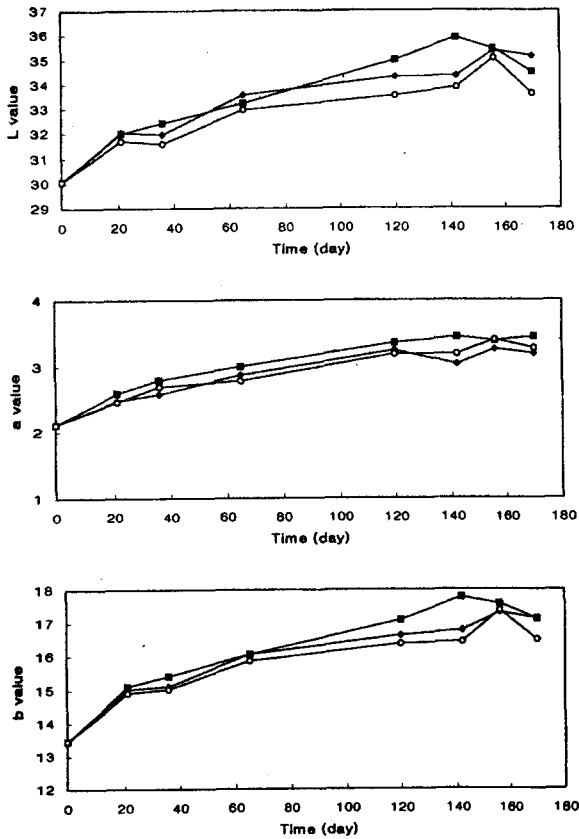


Fig. 3. Change in surface color for the different package types of the Korean fermented soy paste during storage at 13°C. ◆: Control closed package; ■: Package with Ca(OH)₂; ○: Package with pinhole.

Fig. 1과 Fig. 2에서 각 기체의 분압을 더하여 포장내의 전체압력을 얻어서 포장처리구를 비교하면, 대조구 포장에서는 CO₂ 축적으로 인하여 저장 30~40일경부터 포장내에 큰 압력상승이 발생하였으나 Ca(OH)₂ 함유 포장은 저장 70일까지 별다른 압력상승 없이 저장이 가능하였다. 그러나 Ca(OH)₂ 함유 포장에서도 저장 70일을 경과하면서 CO₂ 축적이 이루어져서 압력상승이 나타나고 있었으며, 이는 된장의 경우에 더욱 심하였다. 저장 후기의 압력과 CO₂ 분압의 상승은 합입된 Ca(OH)₂의 CO₂ 제거능력이 고갈되었음을 나타내는 것으로 더 이상의 저장기간이 요구되는 경우 보다 많은 양의 Ca(OH)₂를 포장내에 장착시켜야 할 것으로 판단된다. 그리고 핀홀 부착 포장에서는 통기성으로 인하여 전체압력은 항상 1 기압을 유지하였다.

된장과 고추장의 품질변화

포장조건에 따라 다르게 형성된 포장내의 기체조성의 변화는 색택의 변화에 약간의 영향을 미치는 것으로 나

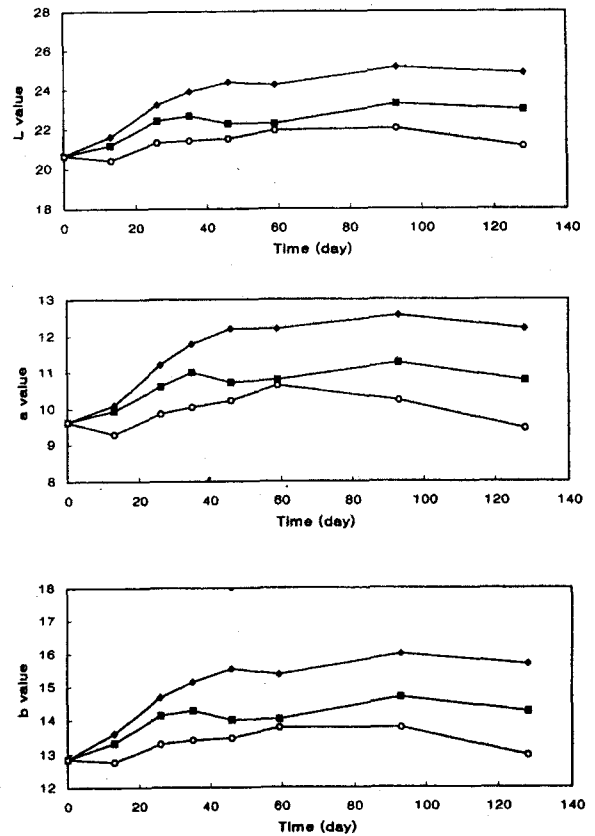


Fig. 4. Change in surface color for the different package types of the Korean fermented red pepper paste during storage at 13°C. ◆: Control closed package; ■: Package with Ca(OH)₂; ○: Package with pinhole.

타났다 (Fig. 3, Fig. 4). 된장과 고추장의 경우 모두에 있어서 저장 중 색택에서 L값, a값, b값 모두 상승하였으며, 핀홀을 가진 포장에서 그 변화의 정도가 가장 작았다. 저장 중 색택은 밝아지면서 갈변 등으로 인하여 적색도와 황색도는 증가된 것으로 이해된다. 이러한 색택변화의 경향은 개량식 고추장의 저장중 색택변화의 경향과는 반대이며 (6), 이는 자연발효에 의하여 숙성시키고 가열살균과 보존제의 첨가없이 생산된 전통적 제조방법이 영향을 미쳤을 것으로 생각되나, 구체적인 원인구명은 보다 깊은 연구를 필요로 한다. 포장 처리구간에 색택의 변화에서는 서로 큰 차이는 없으나, 핀홀 포장에서 상대적으로 작은 색택 변화를 보였다. 발효 장류의 색택변화는 비효소적인 갈변반응, 효소에 의한 갈변반응, 카로티노이드 색소의 퇴색반응 등이 복합적으로 작용하여 이루어지는 것으로 생각된다. 이는 산소 농도가 영향을 줄 수 있으며, CO₂ 분압도 단백질과 지방을 함유한 식품의 퇴색에 영향을 미칠 수 있어서 그 양상은

아주 복잡할 것으로 추정되며, 이의 해명은 본 연구의 범위 밖이다. 다만 핀홀 포장에서 얻어진 독특한 기체조성이 색택변화를 비교적 낮은 수준으로 유지시켰다는 점은 긍정적인 것으로 평가된다. 하지만 된장의 핀홀 포장에서는 저장 120일 후에 곰팡이 오염이 관찰되었으며, 이는 이 포장에서 다른 포장에 비해서 저장 후반부에 낮은 상대적으로 CO₂ 분압을 형성시킨 점과 외부와의 통기성에 의하여 오염이 쉬운 점 등이 영향을 준 것으로 판단된다. 한편으로 포장내의 기체조성은 된장이나 고추장에서 미생물군집에 변화를 줄 수도 있을 것이며, 이가 색택등의 품질변화에 영향을 미칠 수도 있을 것이다. Lee와 Paik (5)은 김치의 포장에서 낮은 O₂ 농도와 높은 CO₂ 농도로 유지된 핀홀 포장에서의 미생물 군집이 밀봉 포장과는 다른 것을 보인 바 있다.

하지만 저장 70여일 후에 측정된 미생물 군집의 변화에서는 포장간에 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다 (Table 1). 된장은 포장전에 비해 저장 70여일 후에 호기성 총균수에서는 별로 변화하지 않았으나, 젖산균은 감소하였고, 효모수는 증가하였다. 고추장 포장에서는 젖산균수에서는 변화가 없었으나 호기성 총균수는 약간 증가하고, 효모의 수는 약간 증가하였다. 포장기체조성이 미생물 군집의 변화에 미치는 영향은 보다 전체 저장 기간 동안 체계적인 추가실험이 필요한 것으로 생각된다.

된장과 고추장의 저장 중 pH는 모든 포장 처리구에서 별로 변하지 않아서, 된장의 pH는 5.0 부근에서 유지되었고 고추장의 pH는 4.3 부근에서 유지되었다 (구체적인 데이터는 생략). 포장처리구간의 총산의 변화에서는

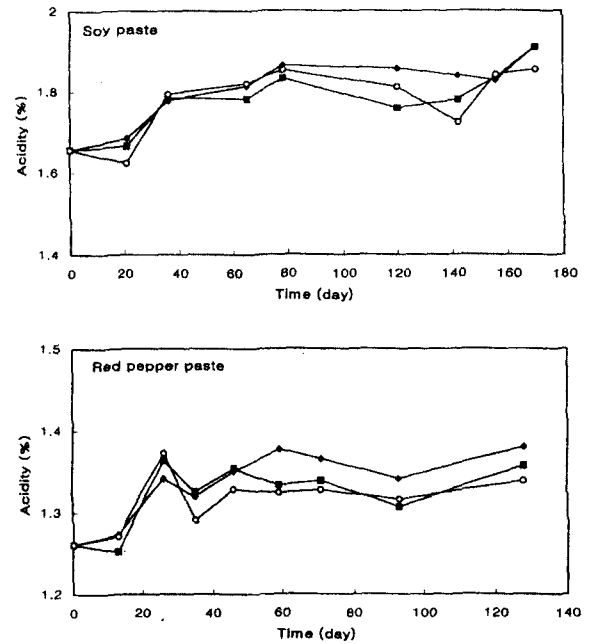


Fig. 5. Change in acidity for the different package types of the Korean fermented pastes during storage at 13°C. ◆: Control closed package; ■: Package with Ca(OH)₂; ○: Package with pin-hole.

전체 저장기간 동안 약간 증가하였으나 처리구간의 유의한 차이는 발견되지 않았다 (Fig. 5). 본 실험에 사용된 된장과 고추장은 이미 10개월간 숙성된 제품으로서 여러 품질지표는 이미 안정된 것으로서 저장 중 크게 변화하지 않은 것으로 이해될 수 있다. 전통식 된장과 고추장에서 숙성 60여일 후에는 미생물은 안정적인 수준에 도달한 것으로 보고된 바 있으나 (8~9), 일부의 연구에서는 90일 이상 장기간 숙성된 경우 시간에 따라 효모와

Table 1. Microbial flora for different package types of the Korean fermented soy paste and red pepper paste stored at 13°C for 78 and 71 days, respectively

Product	Package type	Microbial count (CFU/g)		
		Total aerobic bacteria	Total acid bacteria	Yeast
Soy paste	Before packaging	1.9 × 10 ⁴	1.3 × 10 ⁵	2.2 × 10 ⁴
	Control closed package	4.6 × 10 ⁴	3.5 × 10 ⁴	1.2 × 10 ⁵
	Package with Ca(OH) ₂	4.6 × 10 ⁴	3.5 × 10 ⁴	1.1 × 10 ⁵
	Package with pinhole	4.7 × 10 ⁴	3.8 × 10 ⁴	2.6 × 10 ⁵
Red pepper paste	Before packaging	1.4 × 10 ⁵	1.3 × 10 ⁵	2.9 × 10 ⁴
	Control closed package	2.0 × 10 ⁵	1.4 × 10 ⁵	9.0 × 10 ³
	Package with Ca(OH) ₂	1.9 × 10 ⁵	1.4 × 10 ⁵	1.3 × 10 ⁴
	Package with pinhole	2.0 × 10 ⁵	1.4 × 10 ⁵	1.5 × 10 ⁴

혐기성 균에서 급격한 변화가 관찰되기도 하였다 (10). 본 연구에 사용된 제품은 오래동안 숙성된 제품으로 포장하는 과정에서 제품이 쉰기고 공기와 접촉하는 기회로 인하여 미생물 군집에서 효모수의 증가가 일어나고 이에 따른 CO₂ 발생으로 인하여 포장조건에 따라 포장내 기체조성에서의 변화가 유발되고 이가 물리화학적 품질변화에 영향을 준 것으로 생각된다.

전체적으로 Ca(OH)₂ 함유 포장은 저장 70일까지 압력발생없이 포장내에 낮은 CO₂ 분압을 유지하면서 대조구와 비슷한 품질변화를 유지할 수 있었다. 핀홀 포장은 저장 전기간동안 포장내에 압력 발생없이 낮은 O₂ 농도와 높은 CO₂ 농도를 유지하여 상대적으로 작은 품질변화를 얻을 수 있는 것으로 평가된다. 다만 핀홀포장은 실용적인 면에서 포장외부로의 냄새의 유출과 포장외부로부터 제품으로의 오염을 대한 검토가 필요할 것이다.

요약

10개월 숙성된 전통 된장과 고추장을 232 mL의 유리병 용기에 포장조건을 다르게 하여 각각 180g과 150g씩 포장하고, 13℃에서 저장하면서 포장내의 기체조성, 색택, 총산, pH 등의 품질변화를 측정하였다. 포장 처리구로서는 핀홀을 장착시켜서 통기성을 준 경우와 CO₂ 흡수제로서 Ca(OH)₂를 장착시킨 경우에 대하여 실험하였다. 된장과 고추장 모두에서 대조구 밀봉포장은 저장 중 높은 CO₂ 분압의 증가를 일으키고 O₂ 분압의 감소소멸을 나타내나, 질소분압은 비교적 일정한 수준에서 유지하여 높은 압력을 발생시켰다. 반면에 Ca(OH)₂ 함유 포장에서는 저장 70일부근까지 비교적 낮은 CO₂ 분압을 유지하여서 큰 압력 발생 없이 저장이 가능하였다. 핀홀을 장착시킨 통기성 포장에서는 O₂ 분압과 N₂ 분압이 감소하고 CO₂ 분압은 계속 상승한 후, 완만히 감소하였다. 이러한 포장내의 기체조성의 변화는 장류의 품질변화에 영향을 미쳐서 핀홀을 가진 포장에서 그 변화의 정도가 상대적으로 약간 작았으나, 된장 포장의 경우 저장 120일 이후에 곰팡이 오염과 성장의 문제점을 가지고 있었다. 저장 70 여일 후에 측정된 미생물 군집의 변화에서는 포장간에 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 핀홀 포장은 저장 전기간동안 포장내에 압력 발생없이 낮은 O₂ 농도와 높은 CO₂ 농도를 유지하여 상대적으로 작은 품

질변화를 얻을 수 있는 것으로 평가되나 냄새유출과 외부로부터의 오염 문제의 해결을 필요로 한다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업의 연구결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박무현, 이동선, 이광호: 식품포장학 개정판, 형설출판사, pp.366-369 (2000)
2. Labuza, T.P, and Breene, W.M.: Application of 'active food packaging' for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. J. Food Process. Eng. 13, 1-69 (1989)
3. 두산기술원: 가스흡수제 이용, 김치의 신선도 유지. 포장기술, 65, 46-48 (1994)
4. Brody, A.L. and Marsh, K.S.: The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp.948-949 (1997)
5. Lee, D.S. and Paik, H.D.: Use of a pinhole to develop an active packaging system for kimchi, a Korean fermented vegetable. Packaging Technol. Sci. 10, 33-43 (1997)
6. 신동빈, 박무문, 이옥숙, 구민선, 정건섭: 저장온도에 따른 고추장의 품질변화. 한국식품과학회지, 26(3), 300-304 (1994)
7. 신동화, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영: 담금원료에 따른 전통식 고추장의 숙성 중 미생물과 효소력의 변화. 한국식품과학회지, 29(5), 901-906 (1997)
8. 오훈일, 박종면: 메주의 발효기간에 따른 재래식 고추장 숙성 중 미생물과 효소력의 변화. 한국식품과학회지, 29(6), 1158-1165 (1997)
9. 안철우, 성낙계: 한국 재래식 고추장 숙성 중의 주요성분 및 미생물의 변화. 한국식품과학회지, 16(3), 35-39 (1987)
10. 김영수, 권동진, 구민선, 오훈일, 강통삼: 재래식 고추장 숙성 중 미생물과 효소력의 변화. 한국식품과학회지, 25(5), 502-509 (1993)