

포장된 전통 된장 및 고추장의 저장 중 CO₂ 발생과 특성변화

김기태 · 황용일 · 임성일* · 이동선[†]

경남대학교 생명과학부

*한국식품개발연구원

Carbon Dioxide Production and Quality Changes in Korean Fermented Soybean Paste and Hot Pepper-Soybean Paste

Gi-Tae Kim, Yong-Il Hwang, Seong-Il Lim* and Dong-Sun Lee[†]

Division of Life Sciences, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

*Biotechnology Division, Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

Abstract

One hundred fifty grams of Korean fermented soybean paste and hot pepper-soybean paste were packaged in glass jar of 232 mL and stored at 5, 13, 22 and 30°C. During the storage, the changes in their microbial flora and quality attributes were monitored. Carbon dioxide production rate from the stored pastes were also determined from initial change of CO₂ concentration in headspace of the pack. Hot pepper-soybean paste showed much higher CO₂ production rate and higher dependence of CO₂ production on temperature compared to soybean paste. Total aerobic bacteria count and lactic acid bacteria count did not change significantly through the storage. Yeast count in soybean paste decreased slowly after initial uprise while that of hot pepper-soybean paste steadily decreased. Surface color of hot pepper paste changed to dark red with slight decrease in 'L' value and slight increase in 'a' and 'b' values, whereas any significant color change was not observed in soy paste. Titratable acidity increased with time with higher increase in soybean paste, but pH stayed at constant level for both pastes. All the rates of quality change were higher with higher temperature. Pressure buildup due to CO₂ production needs to be considered first in designing the packages of the fermented pastes before their color changes and other chemical quality changes.

Key words: soybean paste, hot pepper-soybean paste, browning, carbon dioxide production, microbial count

서 론

된장과 고추장은 한국의 대표적인 반고체상 대두발효 식품으로서 오랜 시간 동안 우리나라의 식탁에서 조미료로서 중요한 위치를 차지하여 왔다. 우리나라 고유의 전통 발효장류는 개량식 제품과는 달리 숙성시에 세균, 곰팡이와 효모 등 여러 미생물이 복합적으로 관련되어 있으며(1-7), 대부분의 저장성은 10%정도인 염도에 의존한다(8). 그리고 소비자들은 전통 장류에 보존제의 첨가를 바라고 있지 않으며, 이는 현대적인 장류의 포장과 유통에서 여러 문제를 일으킨다. 이로 인해 현재 유통되는 전통 장류의 경우 유통 중 포장이 부풀기도 하고, 때에 따라서는 곰팡이가 발생하여, 상품적 가치를 손상시키고 소비자의 신뢰를 떨어뜨리는 사례가 있다(8,9) 이러한 문제를 해결하는 하나의 방법으로서 장류식품의 포장 후 살균열처리를 하는 방법이 있지만 이는 장류 식품에 심

한 갈변을 유발시키게 되어 선호되지 못하고 있다. 현실적으로 전통 장류식품을 만족한 상태로 소비자에게 도달시키기 위하여 일부 제품은 저온상태에서 유통판매하기도 한다.

전통 장류를 현대적인 유통환경하에서 저장, 판매하도록 하기 위해서는 이들 제품의 포장을 위한 품질변화 특성이 우선적으로 규명되어야 한다. 전통 된장과 고추장에 대해서 숙성과정의 여러 변화에 대하여는 비교적 많은 연구가 이루어졌지만(2,3,5-7,10-12), 숙성된 제품의 포장 후에 일어나는 여러 품질변화에 대해서 검토한 논문이나 보고를 찾기는 어려운 형편이다. 따라서 본 연구에서는 전통적인 방법에 의하여 생산된 된장과 고추장을 포장한 후에 5~30°C의 여러 온도 조건에서 저장하면서 CO₂ 발생특성과 함께 물리화학적 품질변화를 측정하여, 장류 포장의 설계와 개발에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

된장과 고추장

본 실험에 사용한 된장과 고추장은 전북 순창에서 전통적인 방법에 의하여 생산되어 6개월 동안 숙성된 제품을 사용하였다. 사용된 된장의 수분함량과 염도는 각각 57.85%와 12.35%이었고, 고추장의 수분함량과 염도는 각각 44.9%와 6.73%이었다. 제조업체에 의하여 제시된 배합비는, 된장은 콩메주 65%, 소금 18%, 물 17%이고, 고추장은 참쌀 24%, 고춧가루 25%, 물 28.4%, 메주가루 7.6%, 소금 10% 및 기타 5%였다.

포장 및 저장

품은 28°C의 된장과 고추장을 각각 150 g씩 부피 232 mL의 유리용기에 담고 lug cap으로 기밀성이 유지되게 밀봉한 다음 각각 5°C, 13°C, 22°C 및 30°C에서 저장하였다. 저장하면서 측정지점에 3개의 포장을 꺼내어 포장내의 CO₂농도와 압력을 측정한다. 개봉하여 제품의 미생물수, 표면색택, 총산, pH를 측정하였다.

CO₂ 생산속도와 포장압력의 측정

된장과 고추장으로부터 생산되는 CO₂량을 알아 보기 위하여, 먼저 저장된 포장내 헤드스페이스의 CO₂농도를 기체크로마토그래프(Hitachi Model 163, Hitachi 사, Tokyo, 일본)에 의하여 측정하였다. 포장내 헤드스페이스의 기체시료 0.5 mL를 미리 장착된 실리콘 샘플구를 통하여 기밀성 syringe로 포집하고 이를 기체크로마토그래프에 주입하였다. 운반기체(carrier gas)는 30 mL/min의 유량의 He를, column으로는 Alltech CTR I column (Alltech Associates, Inc., Deerfield, IL, USA)를, 검출기로는 열전도도 검출기를 사용하였다. 오븐 온도는 40°C, 주입부(injection port)는 70°C, 검출기(detector)는 90°C를 유지하였다. 이렇게 측정된 포장의 헤드스페이스의 CO₂농도로부터 Lee 등(13)의 방법에 따라 헤드스페이스내의 CO₂량과 장류식품에 용해된 CO₂의 양을 구하고 식(1)과 같이 이를 합하여 포장저장된 장류식품으로부터 생산된 전체 CO₂량을 구하였다.

장류식품으로부터 생산된 CO₂량 = 헤드스페이스에 존재하는 CO₂량 + 장류식품 수용액에 녹아있는 CO₂량 = C_{CO₂} V_F + D_{CO₂} V_L (1)

여기서 C_{CO₂}는 측정된 헤드스페이스 CO₂ 농도(mg/mL), V_F는 포장내 자유용적(mL), D_{CO₂}는 수용액에 녹아있는 용존 CO₂ 농도(mg/mL), V_L는 수용액의 양(mL)이다.

위 식 (1)에서 수용액에 녹아있는 용존 CO₂의 양은

Henry의 법칙에 의해 P_{CO₂}의 함수로서 계산될 수 있다(식 (2)).

$$D_{CO_2} = k_{CO_2} \times P_{CO_2} \quad (2)$$

여기서 P_{CO₂} (bar)는 C_{CO₂}로부터 이상기체상태방정식에 의하여 계산되고(식 (4)), Henry의 상수 k_{CO₂}는 염도, 온도 및 P_{CO₂}의 함수로서 얻어질 수 있다(식(3)).

$$\begin{aligned} k_{CO_2} = & 3.43764 - 0.014P_{CO_2} - 0.12723 \theta + 2.8256 \times 10^{-3} \theta^2 \\ & - 3.3597 \times 10^{-5} \theta^3 + 1.5933 \times 10^{-7} \theta^4 - (0.47231 \\ & - 0.02988 \theta + 1.1605 \times 10^{-3} \theta^2 - 2.2510 \times 10^{-5} \theta^3 \\ & + 1.5933 \times 10^{-7} \theta^4) \times (C_{NaCl}/27) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 θ 는 온도(°C), C_{NaCl}는 염분농도(g/L)이다.

저장시간에 따라 이렇게 구한 CO₂량을 시간에 대해서 도시하고 얻은 기울기로부터 단위중량당 시간당 생산되는 CO₂량을 구하였다.

그리고 같은 조건의 기체크로마토그래프에 의하여 CO₂ 농도, O₂농도, N₂농도를 mg/mL 단위로 얻고 다음 식 (4)의 이상기체상태방정식을 이용하여 각 기체의 분압으로 환산하고, 이를 더하여 전체압력을 얻었다(식 (5)).

$$P_i = \frac{C_i RT}{100000 M_i} \quad (4)$$

$$P_T = \sum P_i \quad (5)$$

여기서 P_i는 i 기체(CO₂, O₂, N₂의 하나)의 분압(bar), P_T는 포장의 전체 압력(bar), C_i는 헤드스페이스내 i 기체의 농도(mg/mL), M_i는 i 기체의 분자량(kg/mol), R은 기체상수(8.314 J/K mol), T는 절대온도(K)이다. 이러한 관계가 포장의 실제 압력을 잘 나타낼 수 있는 것은 Lee 등(13)에 의하여 확인된 바 있다.

품질변화의 측정

저장된 장류 시료에서 호기성 미생물, 젖산균수, 효모의 수를 측정하였으며, 호기성 미생물의 측정에는 시료를 희석하여 nutrient agar(Difco Laboratories, Detroit, USA)에 도말하여 30°C에서 1일간 배양하였다. 젖산균수의 측정을 위해서는 시료 희석액을 Lactobacilli MRS 배지(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 도말하여 30°C의 혐기상태에서 2일간 배양하였다(14). 효모의 계수를 위해서는 wort agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에서 30°C에서 5일간 배양하였다(14). 미생물군의 수는 그 변화가 안정될 시점까지만 측정하였다. 표면색택의 측정을 위해서는 삼자극 색차계(Model JC 801, Color

Techno System Corporation, 동경, 일본)에 의하여 L, a, b값을 읽었다 이때 사용한 표준백색판으로 L, a, b값이 각각 98.02, 0.13, -0.52인 것을 사용하였다. 적정산도의 측정을 위해서는 시료 10 g을 물 90 mL와 혼합하여 균질화한 후 0.1 N NaOH로 적정하였으며, 종말점은 pH 8.1으로 하여 총산함량을 젖산 %로 계산하여 나타내었다. pH는 장류 시료에 반고형 전극을 장치시킨 pH meter (Model HandyLab1, Schott Glaswerk, Mainz, Germany)로 측정하였다.

결과 및 고찰

전통 장류의 CO₂ 생산속도

전통 된장과 고추장을 여러 온도조건에서 저장 전반부에 얻어진 CO₂ 발생속도는 Table 1과 같았다. 그리고 Arrhenius 방정식에 의하여 계산한 활성화에너지도 함께 나타내었다. 된장에 비해 고추장이 월등히 높은 CO₂ 발생속도를 보이고 있으며, 활성화에너지도 높아서 온도의 의존성이 높은 것으로 나타났다. 이는 특히 높은 저장온도에서 고추장의 높은 CO₂ 발생을 의미하는 것으로서 30°C의 경우 고추장이 된장에 비해 20배 이상의 높은 CO₂ 발생을 보여주고 있었다. 이는 서로간의 당함량의 차이와 같은 성분조성에 의해 영향을 받았겠지만, 된장의 염도(12.35%)가 고추장의 염도(6.73%)보다 높은 것도 주요인의 하나일 것으로 추측된다. 이러한 CO₂ 발생은 포장에서 압력발생이나 부피팽창을 유발하기 때문에 포장의 설계에서 충분히 고려되어야 할 것으로 생각된다. 일반적인 식품포장의 유통을 고려한다면, 강성포장의 경우에는 압력이 상압보다 1기압 이상인 경우는 특별한 마개 등의 도입이 필요하고(15), 유연포장의 경우는 80% 정도의 부피팽창은 유통에서 큰 장애를 일으킨다(16). 특히 고추장으로부터의 CO₂ 발생속도는 김치로부터의 속도에 가깝게 달하는 것으로(13), 고추장이 김치보다 장기간 높은 온도에서 저장되는 점을 감안한다면, 이는 아주 중요한 설계요소로 고려되어야 할 것으로 생각된다. 장류에서의 CO₂ 생산은 주로 *Zygosaccharomyces rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *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(15,17).

미생물군의 변화

된장과 고추장의 저장 중 미생물군의 변화를 측정된 결과에 의하면 모든 온도에서 호기성 총균수와 혐기성 젖산균의 변화에서 뚜렷한 증가나 감소의 경향을 찾아볼 수는 없었다(Fig. 1 & Fig. 2). 다만 효모의 수는 된장에 있어서는 저장 초기에 증가한 후 완만히 감소하는 경향을 보였으며, 고추장에서는 대체적으로 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 이러한 효모수의 변화경향은 높은 저장온도에서 비교적 빨리 진행되었다. 숙성된 전통 된장과 고추장은 안정된 미생물군락을 이루고 있으며, 포장공정에서 환경조건이 바뀔 때 이윽로 효모가 증식하다가 다시 안정적인 수준으로 감소한 것으로 생각된다 Fig. 2의 결과는 보존제를 첨가한 공장산 개량식 고추장에서 총균수가 저장중 현저히 감소한 것(18)과는 대조적인 결과이다.

포장압력

Table 1에서 제시된 바와 같이 높은 CO₂ 발생으로 인하여 고추장의 병포장은 저장중에 상당한 압력상승을 보였다(Fig. 3). 이로 인하여 압력이 3 bar에 이르러서는 lug cap의 기밀성이 견디지 못하고 누설이 발생하였다 온도가 높을 때 CO₂ 발생이 많은 관계로 인하여 이러한 현상이 빨리 나타났다. 하지만 낮은 온도에서는 낮은 CO₂ 발생에 의하여 약간의 압력상승만을 보였다. 따라서 현실적인 고추장 포장의 유통에서는 저온저장이 압력발생에 대한 하나의 해결책이 될 수 있을 것으로 판단된다. 낮은 CO₂ 발생속도를 갖는 된장의 포장은 모든 온도에서 완만한 압력발생만을 보였으며, 고추장에 비해서 상대적으로 압력발생의 문제없이 유통할 수 있는 것으로 생각된다. 필요하면 약간의 냉장저장도 도움이 될 수 있을 것으로 보인다 그리고 CO₂ 발생에 기여하는 효모의 수가 저장 초기이후에는 감소하여 안정되는 점을 고려한다면, 저장 초기의 압력제어가 더욱 중요할 것으로 생각된다.

Table 1. CO₂ production rate of the Korean fermented soy paste and hot pepper-soybean paste

Product	Temperature (°C)	CO ₂ production (mg/kg day)	Activation energy (kJ/mol)
Soy paste	5	4.2	75.4
	13	9.6	
	22	29.0	
	30	49.6	
Hot pepper-soybean paste	5	10.8	125.7
	13	119.5	
	22	372.8	
	30	1109.4	

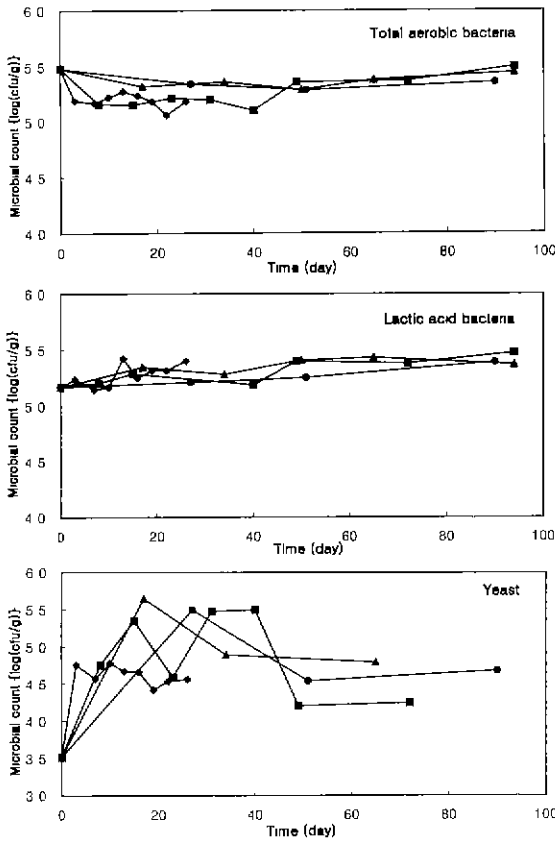


Fig. 1. Changes in microbial counts of Korean soybean paste packaged in glass jar and stored at different temperatures. ●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C.

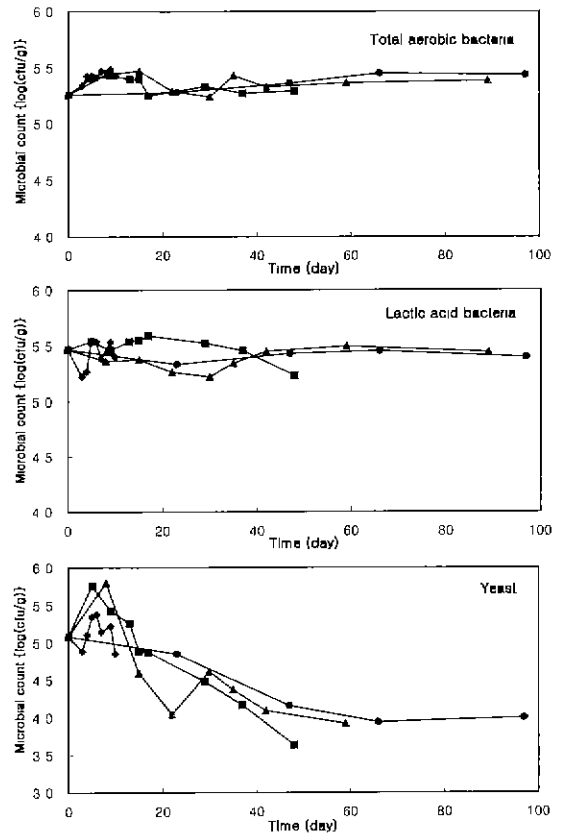


Fig. 2. Changes in microbial counts of Korean hot pepper-soybean paste packaged in glass jar and stored at different temperatures. ●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C.

표면색도의 변화

포장된 전통 된장의 저장 중에 L값, a값, b값 모두에서 뚜렷한 변화의 경향을 보여주지는 않았다(Fig. 4). 반면에 고추장의 표면색도 변화는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 밝기를 나타내는 L값은 약간 감소하고, a값과 b값은 약간의 증가를 보여서 전체적으로 약간의 암갈색을 띠는 방향으로 이동하였고, 온도가 높을수록 반응의 진행도가 약간 빨랐다. 이는 공장산 개량식 고추장의 저장 중 색택의 변화가 L, a, b값이 감소하면서 암갈색으로 뚜렷이 변화한 것(18,19)과는 대조적이었다. 개량식 된장과 고추장의 포장에서는 저장 중 갈변현상이 상품성을 결정하는 중요한 품질변화이며 이에에는 아미노산과 환원당의 반응인 Maillard 반응이 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(15,20), 이는 환원당과 아미노산을 함유한 전통 된장과 고추장에도 적용될 것으로 생각된다(21-23). 또한 고추장에서는 고추의 색소성분인 capsanthin의 감소도 색택변화에 영향을 주게 된다(20). 포장되어 저장된 된장과 고추장에서는 각각 Fig 1과 Fig. 2에 보듯이 미생물의 성장이 동적으로 변화하고 효소활성도 남아 있어서(5,6), 환원당과 아미노산의 생성도 저장기

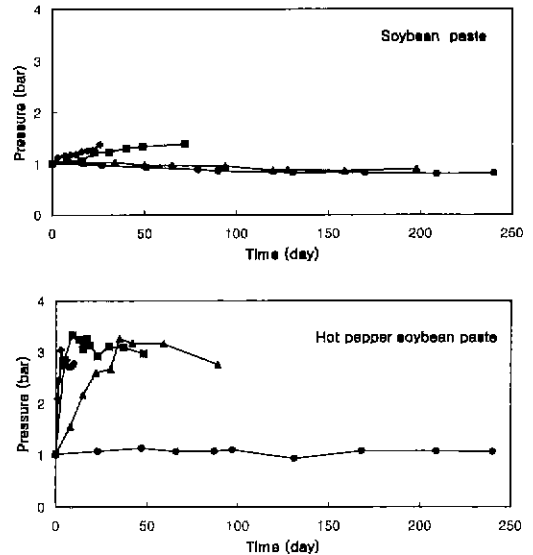


Fig. 3. Pressure change in the glass jar packages of Korean fermented pastes stored at different temperatures. ●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C.

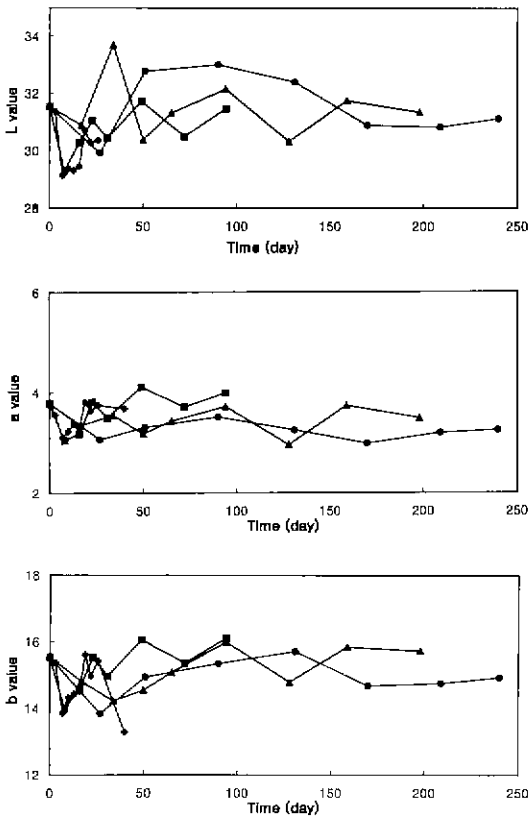


Fig. 4. Surface color of Korean soybean paste packaged in glass jar and stored at different temperatures. ●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C.

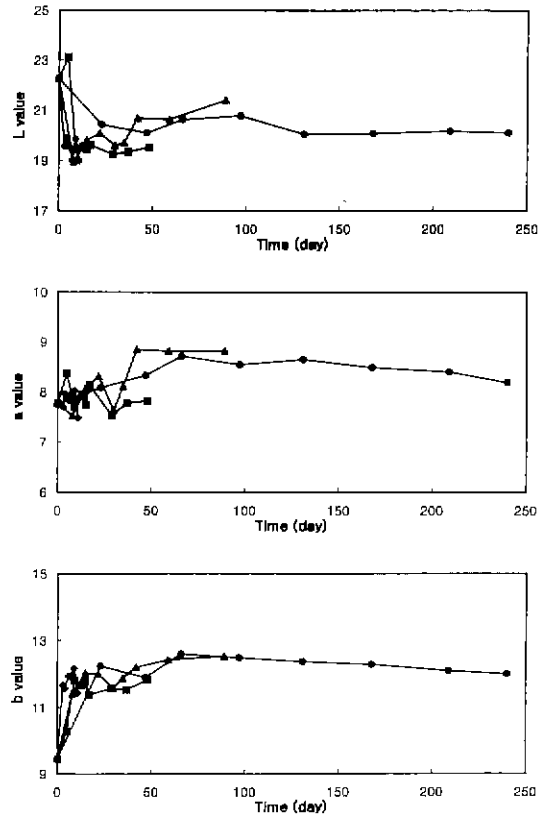


Fig. 5. Surface color of Korean hot pepper-soybean paste packaged in glass jar and stored at different temperatures ●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C

간에 따라 달라지며, 이로 인해 갈변의 진행속도도 동적으로 변할 것으로 추측된다. 이러한 점에서 저장된 전통 된장과 고추장에서 갈변의 진행을 포함한 색택변화는 매우 복잡하며, 이에 대한 충분한 해명은 별도의 연구를 필요로 한다. 다만, 상대적으로 숙성의 초기과정에서 환원당과 아미노산이 숙성의 초기에 주로 많이 생성된 점을 감안하면(22,23), 된장과 고추장에서 갈변의 색택변화도 숙성단계에서 상대적으로 많이 진행되었을 것으로 여겨진다. 본 실험에 사용된 된장과 고추장은 상온에서 6개월의 숙성을 거친 후 포장된 제품으로서 그 색택변화는 상대적으로 완만한 수준으로 일어난 것으로 판단된다.

pH와 총산

저장된 된장과 고추장의 pH는 시간에 따라 별로 변화하지 않았다(Fig. 6). 다만 5°C에서 200일 이상 저장될 때, 약간의 pH감소가 나타났다. pH에서 큰 변화가 없었음에도 불구하고, 적정산도는 저장에 따라 약간 증가하였으며, 그 폭과 변화의 속도는 온도가 높을수록 큰 것으로 나타났다(Fig. 7). 이러한 경향은 Shin 등(19)이 포장된 공장

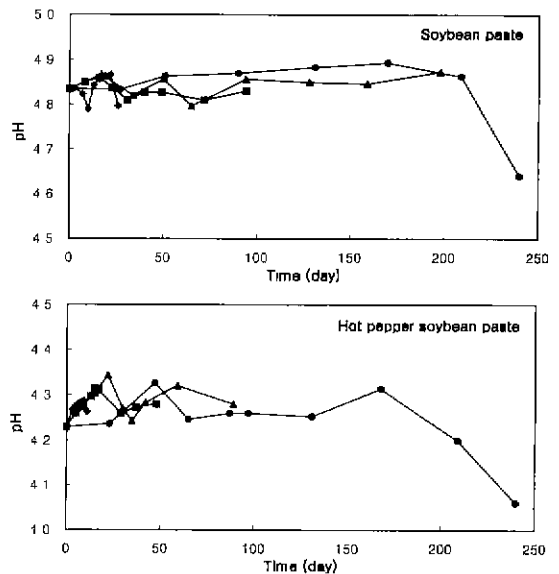


Fig. 6. Change in pH of Korean soybean paste packaged in glass jar and stored at different temperatures. ●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C.

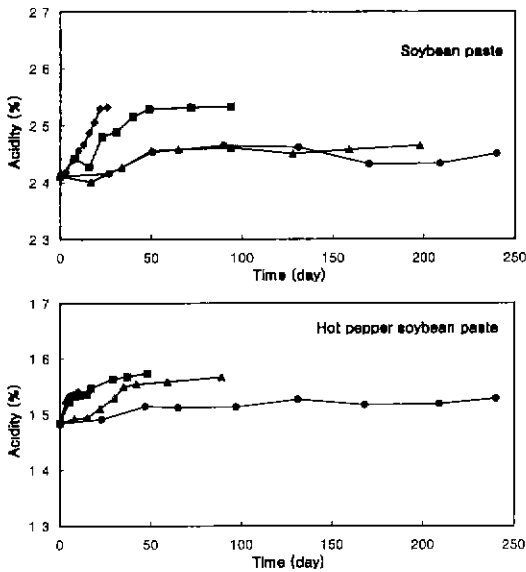


Fig. 7. Change in acidity of Korean hot pepper-soybean paste packaged in glass jar and stored at different temperatures.

●: 5°C; ▲: 13°C; ■: 22°C; ◆: 30°C

산 고추장에서와 확인한 것과 같은 결과이다. 된장에서 적정산도가 고추장에 비해서 높았으며, 저장 중 증가의 정도도 컸다. 5°C에서 200일 이후에 적정산도에서는 큰 변화가 없었음에도 pH의 변화가 상대적으로 큰 점은 특이한 현상으로 쉽게 이해되기 어려우며, 그 원인에 대해서는 추가적인 실험과 연구가 필요한 것으로 생각된다.

결론적으로, 포장된 전통 된장과 고추장을 여러 온도 조건에서 저장하면서 CO₂ 발생특성과 함께 물리화학적 품질변화를 살펴본 결과, 포장된 전통 장류의 저장유통에서는 제품의 색택변화 및 화학적인 품질변화보다는 CO₂ 생산으로 인한 압력발생이 먼저 고려되고 해결되어야 할 문제로 판단된다.

요 약

6개월 숙성된 전통 된장과 고추장을 232 mL의 유리병 용기에 150 g씩 포장하고 5~30°C의 여러 온도 조건에서 저장하면서 CO₂ 발생속도 및 미생물수, 물리화학적 품질변화를 측정하였다. 전통 된장과 고추장의 저장 중 CO₂ 발생의 정도에서는, 된장에 비해 고추장이 월등히 높은 CO₂ 발생속도를 보이고 있으며, 활성화에너지도 높아서 온도의존성도 높았다. 된장과 고추장의 저장 중 미생물군의 변화를 측정된 결과에 의하면 호기성 총균수와 혐기성 젖산균의 변화에서 뚜렷한 증가나 감소의 경향은 없었으며, 다만 효모의 수는 된장에 있어서는 저장 초기에 증가한 후 완만히 감소하는 경향을 보였고 고추장에서는 대체적으

로 감소하는 것으로 나타났다. 포장 후의 저장중에 색택변화는 비교적 완만하였으며, 고추장에서 L값은 약간 감소하고, a값과 b값은 약간의 증가를 보여서 전체적으로 약간의 암갈색을 띠는 경향을 보였다. pH는 저장 중 변화하지 않았으며, 총산은 약간 증가를 하였고, 된장이 고추장보다는 약간의 높은 총산증가를 보였다 이러한 모든 품질변화는 온도가 높을수록 그 변화속도는 빨랐다 포장된 전통 장류의 저장유통에서는 제품의 색택변화 및 화학적인 품질변화보다는 CO₂ 생산으로 인한 압력발생이 먼저 고려되고 해결되어야 할 문제로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산물특정연구사업의 연구결과에 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Cho, D.H. and Lee, W.J. : Microbiological studies of Korean native soy-sauce fermentation: a study on the microflora of fermented Korean maeju leaves (in Korean). *J. Korean Agr. Chem. Soc.*, **13**, 35-42 (1970)
2. Ahn, C.W. and Sung, N.K. : Changes of major components and microorganisms during the fermentation of Korean ordinary *kochujang* (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.*, **16**, 35-39 (1987)
3. Kim, Y.S., Kwon, D.J., Koo, M.S., Oh, H.I. and Kang, T.S. : Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci Technol.*, **25**, 502-509 (1993)
4. Lee, J.M., Jang, J.H., Oh, N.S. and Han, M.S. : Bacterial distribution of *kochujang* (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 260-266 (1996)
5. Oh, H.I. and Park, J.M. : Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* prepared with a *meju* of different fermentation period during aging (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1158-1165 (1997)
6. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y. : Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 901-906 (1997)
7. Song, J.Y., Ahn, C.W. and Kim, J.K. : Flavour components produced by microorganism during fermentation of Korean ordinary soybean paste (in Korean). *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **12**, 147-152 (1984)
8. Lee, S.R. : *Korean Fermented Foods* (in Korean). Ewha Womens University Press, Seoul, Korea, p.51-137 (1992)
9. Shin, D.H. : Manufacturing process and quality of *kochujang* in Korean local areas (in Korean). *Bulletin of Food Technology*, **8**, 54-78 (1995)
10. Kim, Y.S., Shin, D.B., Jeong, M.C., Oh, H.I. and Kang, T.S. : Changes in quality characteristics of traditional *kochujang* during fermentation (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 724-729 (1993)
11. Oh, H.I. and Park, J.M. : Changes in quality characteristics

- of traditional *kochujang* prepared with a meju of different fermentation period during aging (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1166-1174 (1997)
12. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y. : Physicochemical characteristics of traditional *kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 907-912 (1997)
 13. Lee, D.S., Kwon, H.R. and Ha, J.U. Estimation of pressure and volume changes for packages of *kimchi*, a Korean fermented vegetable. *Packaging Technol. Sci.*, **10**, 15-32 (1997)
 14. Difco Laboratories. *Difco Manual. Dehydrated Culture Media and Reagents*. 10th ed., Detroit, Michigan, USA, p.492, p.1127 (1984)
 15. Park, M.H., Lee, D.S. and Lee, K.H. . *Food Packaging* (in Korean). Hyengsoel Publishing Co., Daegu, p.184, p.366-369 (2000)
 16. Lim, J., Park, E.S., Cheigh, H.S. and Lee, D.S. : Effect of packaging unit and temperature on the volume expansion of flexible permeable packaging of *kimchi*, a Korean fermented vegetable. *Packaging Technol. Sci.*, Submitted for publication (2000)
 17. Jung, Y., Choi, W., Oh, N. and Han, M. : Distribution and physiological characteristics of yeasts in traditional and commercial *kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 253-259 (1996)
 18. Lee, K.Y., Kim, H.S., Lee, H.K., Han, O. and Chang, U.J. : Studies on the prediction of the shelf-life of *kochujang* through the physicochemical and sensory analyses during storage (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 588-594 (1997)
 19. Shin, D.B., Park, W.M., Lee, O.S., Koo, M.S. and Chung, K.S. : Effect of storage temperature on the physico-chemical characteristics in *kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 300-304 (1994)
 20. Kim, J.O. and Lee, K.H. : Effect of temperature on color and color-perference of industry-produced *kochujang* during storage (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **3**, 641-646 (1994)
 21. Kim, M.J. and Rhee, H.S. : The components of free amino acids, nucleotides and their related compounds in soypaste made from native and improved *meju* and soypaste product (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **7**, 69-72 (1988)
 22. Yoon, I.S., Kim, H.O., Youn, S.O. and Lee, K.S. : Studies on the changes of N-compounds during the fermentation process of the Korean *daenjang* (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **9**, 131-137 (1977)
 23. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y. : Taste components of traditional *kochujang* prepared from various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 913-918 (1997)

(2000년 8월 3일 접수)