KOREAN JOURNAL OF PACKAGING SCIENCE & TECHNOLOGY
Vol. 18, No. 1&2 1~8 (2012)

총 설

상품적 유통을 고려한 김치 포장의 기술혁신 현황

이동선[1,†] · 권호령[1] · 안덕순[1] · 정희국[2] · 이광식[2] · 양동진[2]

[1]경남대학교 식품생명학과
[2](주) 태방파텍

Technology Innovation in Kimchi Packaging for Marketing in Food Supply Chain

Dong Sun Lee[1,†], Ho Ryoung Kwon[1], Duck Soon An[1], Michael Chung[2], Kwang Sik Lee[2] and Dong Jin Yang[2]

[1]Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Changwon, 631-701 Korea
[2]Tae Bang Patec Co. Ltd. Yangju-City, Gyeonggi-do, 482-838, Korea

Abstract Kimchi, a Korean fermented vegetable is packaged without pasteurization and distributed with live bacteria actively working to produce lactic acid and carbon dioxide gas in the product. The CO_2 production consisting of two distinct phases of initial fast and later slow rates depends on kimchi type, salt content and storage temperature. The CO_2 produced from kimchi is accumulated in the product package causing volume expansion and pressure buildup. The dependence of CO_2 production rate on salt content and storage temperature has been published formerly and can be used for estimating the package volume and pressure under a variety of storage conditions. As methods to alleviate the problems from the produced CO_2, package designs with controlled diffusion pinhole, high CO_2 permeable film or CO_2 absorber have been tried by several researchers. Properly designed packages adopting the device or tool were shown to have high dissolved CO_2 in kimchi without volume expansion and pressure buildup, giving good sensory quality with carbonic taste. Advantages and limitations of each method have been discussed.

Keywords Kimchi package, CO_2, Volume, Pressure, Gas absorption, Pinhole, Gas permeation

서 론

우리나라 고유의 전통발효 식품인 김치, 된장, 고추장 등은 그 자체로 포장되고 유통되어야 고유의 맛과 향이 유지될 수 있다. 그 중 김치는 저장 및 유통과정 중 미생물에 의한 발효가 진행되며 그로 인하여 이산화탄소 발생이 지속되어 포장 내에 압력이 발생하고 부피가 팽창하며, 산 등의 생성으로 품질이 열화되기도 한다. 따라서 김치의 유통 안전성을 확보하고 고유의 품질을 유지하기 위해서는 이러한 미생물적 변화를 적절히 제어하면서, 포장조건의 설계에 의하여 포장의 부피 혹은 압력 발생을 완화시키거나 제거할 수 있는 방안이 필요하다. 김치 포장에서의 부피 팽창과 압력 발생의 문제를 해결하기 위하여 그동안 여러 시도와 노력이 이루어져왔으며, 일부의 성공적인 적용 예도 나타나고 있다. 본 논문에서는 이러한 연구개발의 내용을 총괄적으로 살펴보고, 해당 기술들의 원리적 측면을 탐구하여 현실적 포장조건으로 개발할 수 있는 여러 기술혁신의 방향을 살펴보고자 한다.

†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>

김치 포장의 현황

김치는 살균과정을 거치지 않고 소비되는 특성을 가진 식품으로서 저장 및 유통과정 중 유산균 등의 미생물에 의한 발효가 계속 진행되어서, 당분이 젖산 등의 유기산으로 변하여 산도가 증가하고 pH가 하강한다. 이러한 변화는 맛있는 김치를 만드는 데 있어서 필수적이지만 이러한 변화가

너무 과도하게 진행되어서 pH가 너무 낮아지면 신 김치로 산패되고, 산막효모 등의 성장 등을 유발시켜 맛이 없고 변패된 상태로 변한다. 저장 중 김치 자신의 화학적 품질이 변화할 뿐만 아니라 발효에 의하여 생성되는 CO_2에 의하여 강성용기의 경우 압력이 발생하고 유연포장의 경우 부피가 팽창하게 된다. 이러한 압력발생이나 부피팽창은 소비자에게 수용될 수 없는 외관을 만들 뿐만 아니라 심한 경우 용기의 누설이나 파손을 가져오게 된다. Fig. 1에서는 김치포장에서의 이러한 물리화학적 변화의 예를 보여주고 있다[1]. 일반적으로 염도가 3%인 김치의 적숙기로서, 총산 0.6% 혹은 pH 4.2에 도달하는 시간은 15°C에서 약 6일 정도 소요되는 것으로 나타난다. 발효가 계속 진행되면서 김치액즙 속에 녹아있는 CO_2의 양은 계속적으로 증가하다가 발효 적숙기인 6일 후부터 그 증가가 아주 완만하다. 헤드스페이스의 CO_2 분압도 용존 CO_2와 마찬가지로 비슷한 경향으로 증가하다가 발효 적숙기인 6~7일 경에서부터 아주 완만한 증가를 보이고 있다. 헤드스페이스 내에서 이러한 CO_2 분압의 증가로 인하여 김치포장의 압력도 증가하고 있으며 그 경향은 CO_2 분압의 변화와 비슷하였다. 그리고 김치발효의 진행에 따라 포장내의 헤드스페이스의 산소 및 질소 분압에는 큰 변화가 없는 것으로 알려져 있다[1]. 따라서 김치포장의 저장 유통 중 압력의 발생은 CO_2발생에 기인하며 이는 헤드스페이스의 CO_2 농도나 분압의 증가와 함께 액즙 내 용존 CO_2의 증가로 나타나고 있다.

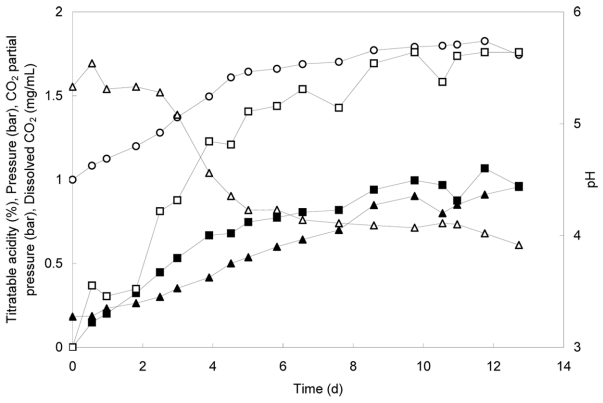

Fig. 1. Changes of product and package parameters of packaged kimchi stored in glass jars at 15°C. Salt content 3%; jar volume 430 mL; fill weight 250 g; free volume 193.5 mL. ▲: titratable acidity, △: pH, ○: pressure, ■: headspace CO_2, □: dissolved CO_2 concentration. From Lee et al.[1].

시중에 유통되거나 사용되는 김치의 포장 용기는 주로 플라스틱이 많으나, 유리병이나 옹기 등도 일부 제품에 사용되고 있는 것으로 확인되고 있다(Table 1). 국내에서 판매되는 김치의 포장은 주로 Al 적층된 플라스틱에 의한 유연포장봉지가 대부분을 접하며, 강성용기 포장은 유리병이나 PET병으로서 일부를 보이고 있다. 일부의 유연포장에서는 100 μm정도의 두께를 가진 PET/PE, nylon/PE와 같은 투과성 재질도 사용되고 있다. 김치 포장단위는 40 g에서 3 kg의 범위에 있으나, 대부분을 점하는 것은 500 g 및 1 kg의 단위이다. 일부 큰 유통단위에서는 덕용포장으로 10 kg 부근으로서 단순히 싸는 용도에 해당되는 것도 있다. 대부분의 김치포장은 기체투과나 이동이 불충분한 재료로 밀봉되도록 구성되어서 저장기간이 길어지면 김치발효로부터 생성된 CO_2에 의하여 부피나 압력의 과도한 변화가 발생하는 것이 일반적이다. 덕용포장 김치에서는 입구를 밀봉하지 않고 단순한 뚜껑 닫힘이나 느슨한 종이 결속 등도 사용되고 있다.

김치포장에서의 이산화탄소 발생과 압력/부피 증가

김치의 발효 숙성의 속도를 결정하는 데에는 원료의 배합, 김치의 염도, 저장온도가 가장 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 염도가 낮고 온도가 높을수록 발효속도가 빠르며 아울러 품질의 변화속도도 빨라진다. 젓갈의 첨가에 의해서 발효가 촉진되고 향신료의 첨가에 따라 익는 기간이 달라진다. 김치를 시지 않는 상태로 오래 저장하기 위하여 여러 연구가 이루어졌지만, 현재로서는 김치의 저장기간을 연장시키기 위해서 실용적으로 사용되는 방법이 0°C 부근의 저온에서 저장하는 방법이다. 제품의 특성과 소비자의 기호도에 따라 염도와 배합조건이 결정된다고 보면, 포장과 유통 조건의 변화에 의하여 김치의 숙성과 저장수명을 제어하는 변수로서는 온도의 영향을 검토하는 것이 최우선적인 것으로 판단된다.

김치의 숙성 과정에서 압력발생이나 부피팽창을 가져오는 유산균 증식에서의 변화를 보면 발효초기에는 이상젖산발효균(heterofermentative lactic bacteria)인 *Leuconostoc*

Table 1. General status of kimchi packages in Korean market

Package type	Construction
Plastic pouch	PET+Al+CPP, PET+Al+PE, PET+Al+LLDPE, PET+PE, PET+LLDPE, Nylon+PE, PET+PE+LLDPE, PE
Plastic bottle and tray	PET(body)+PE, PET(body)+PP, PP(body)+PE
Glass bottle	Glass(body)+metal, Glass(body)+PP, Glass(body)+PE
Earthenware (onggi)	onggi(body)+onggi

*mesenteroides, Lactobacillus brevis*가 많이 번식하여 젖산, 에탄올, CO_2 등을 생성하고, 이에 의해 김치가 산성화되고 김치의 내부조건이 혐기상태로 되어 호기성균의 성장을 억제하는 중요한 역할을 한다[2-4]. 그리고 발효후기에는 통성 정상젖산발효(facultative homofermentative) 균인 *Lactobacillus plantarum*이 주로 자라며 이 시기는 *Leu. mesenteroides*수가 감소하고 *L. plantarum*의 수가 최대로 될 때 김치는 완전히 시어진다. 김치 발효로부터의 CO_2 발생은 상당히 많은 부분이 이상유산발효균인 *Leu. mesenteroides*에 기인할 것으로 추정되며 이는 저장 유통 중 포장의 팽창이나 압력발생을 유발시키는 부정적인 점과는 반대로 김치에 탄산미와 함께 좋은 풍미를 주게 된다[5,6]. *Leu. mesenteroides*가 저온, 저염농도에서 활성이 강하기 때문에 이 조건에서 숙성된 김치에서 CO_2가 많이 발생하고 좋은 맛을 주게 된다. 또한 CO_2의 용해도가 저온에서 높으므로 발생된 CO_2가 김치 국물에 많이 녹게 되는 것도 저온, 저염농도에서 숙성된 김치가 상큼하고 시원한 맛이 강한 이유의 하나이다. 김치의 주 발효균으로서 김치의 맛과 풍미에 좋은 효과를 주는 유산균이 *Leu. Mesenteroides*인 것은 이런 점과도 맥락이 같다.

Leu. mesenteroides 등의 유산균에 의한 CO_2 발생이 품질에 긍정적인 기여를 함에도 불구하고 김치포장용기에서 압력발생 및 부피팽창을 유발하는 부정적인 면을 어떻게 해결하고 조화시키냐 하는 것이 김치포장 설계의 중요한 과제의 하나이다. 김치로부터의 CO_2 발생과정은 Fig. 2으로 정리될 수 있다. 즉, 김치가 익어서 산도가 0.6%에 이르기까지 증가하는 1단계에서는 상대적으로 빠른 CO_2 생산을 보이고, 그 이후의 단계에서는 낮아진 속도를 보인다. 그리고 이러한 CO_2 생산은 시간에 대해 직선적으로 해석될 수 있었고, 3% 염도 김치의 온도별 CO_2 생산의 과정을 Fig. 3에서 보여주고 있다[1].

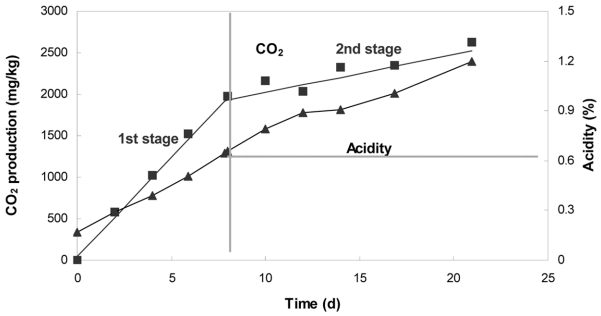

Fig. 2. Two-Stage analysis of CO_2 production in Chinese cabbage kimchi at 13°C according to Lee at al.[1].

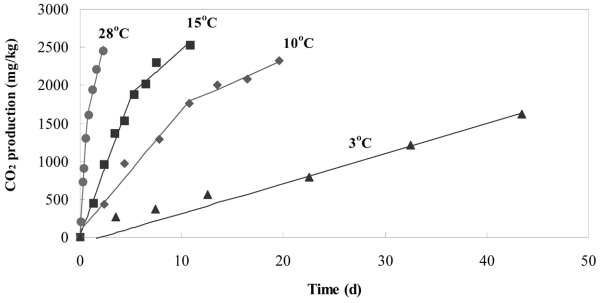

Fig. 3. CO_2 production for cabbage kimchi of 3% salt content. From Lee et al.[1].

종합적으로 김치의 염도와 저장온도에 따른 CO_2 생산속도(R, mg kg^{-1} day^{-1})를 정량화하여 모델링하면 1단계에서는 식 (1)과 같고 2단계에서는 식 (2)와 같이 묘사될 수 있다.

$$R = \exp(-0.495S + 53.265) \cdot \exp\left(\frac{-110119}{8.314(T+273)}\right) \quad (1)$$

$$R = \exp(-0.325S + 41.935) \cdot \exp\left(\frac{-86803}{8.314(T+273)}\right) \quad (2)$$

여기서 S는 염도(%)이고 T는 온도(°C)이다.

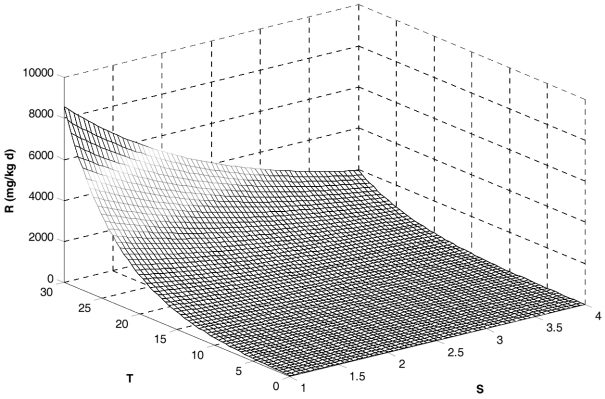

Fig. 4. CO_2 Production as function of temperature and salt for 1st stage.

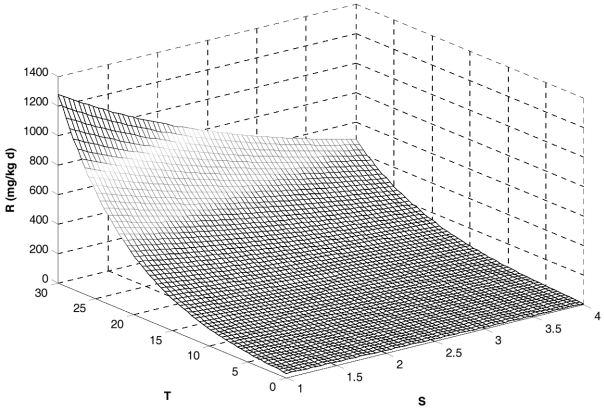

Fig. 5. CO_2 Production as function of temperature and salt for 2nd stage.

Table 2. CO_2 production rates of different kimchis at 15°C

Type of kimchi	Salt content (%)	CO_2 production rate (mg kg^{-1} d^{-1})		Stage transition point (% total acidity)
		1st stage	2nd stage	
Cabbage kimchi	2 3	617.4 367.6	142.4 119.0	0.5-0.6
Radish roots kimchi	2 3	496.2 348.7	102.8 85.5	0.5-0.6
Cucumber kimchi	2 3	545.4 348.4	102.9 60.6	0.5-0.6
Watery kimchi	1 2	238.5 224.7	34.8 56.6	0.3-0.4
Watery radish kimchi	1 2	239.3 159.7	86.6 69.9	0.3-0.4

From Kwon[7].

그리고 이러한 CO_2 생산속도의 염도 및 온도 의존성을 그림으로 나타내면 1단계와 2단계에 대해서 각각 Fig. 4와 Fig. 5로 나타낼 수 있었다. 또한, Table 2에서는 김치종류에 따른 CO_2 발생속도를 보여주고 있다. 이러한 여러 조건의 김치로부터의 CO_2 발생량의 정보는 부피팽창과 압력발생을 제어하는 김치포장을 설계하는데 기본적인 자료로서 이용될 수 있을 것이다.

김치포장에서의 압력 및 부피 증가 문제의 해결방안

김치와 같이 미생물 활성이 유지되는 발효식품의 포장에서는 CO_2의 발생이 부피와 압력의 증가로 나타나서 저장유통 중 문제를 발생하고 있다. 앞에서 김치로부터의 CO_2 생산에 대하여서 살펴보았고 이런 포장에서 CO_2의 존재와 이동은 Fig. 6과 같이 이해될 수 있다. 김치에서 생산된 CO_2는 우선 헤드스페이스로 이동하여 식품과의 사이에서 평형을 유지하게 된다. 발효식품으로부터 생산된 CO_2는 먼저 포장의 헤드스페이스로 방출되어 액즙에서의 기체/액체 사이의 평형(equilibrium)을 유지하게 된다. 그리고 이 CO_2는 배출구를 통하여 배출(leaking)되거나, 포장벽면을 통하여 투과(permeation)되거나, 흡수제에 흡수(absorption)되게 된다. 만약 포장에 배출구나 흡수제가 없고, 포장의 기체 투과가 충분히 높지 못할 경우에는 포장 내부에 압력이 발생하거나 전체 부피가 팽창하게 된다. 따라서 압력발생이나 부피팽창의 문제를 해결하는 기술수단으로서는 배출구, 흡수제, 고투과성 소재를 사용할 수 있으며, 이런 방면으로 여러 연구가 진행되어 왔다.

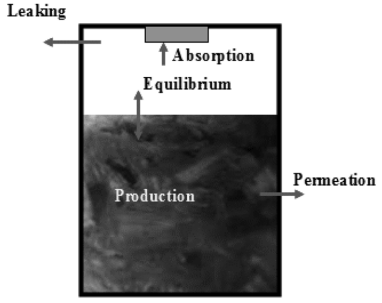

Fig. 6. Behavior of CO_2 production and transfer in kimchi package.

먼저 김치 포장에서 배출구를 두는 방법으로서 병 용기에서 적절한 핀홀(pinhole)의 설치는 압력발생 없이 오히려 용기 내에 높은 CO_2 분압을 얻을 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Fig. 7). 그리고 이러한 핀홀 포장의 높은 기체조성은 김치의 주 발효균인 *Leuconostoc* 속 미생물의 성장을 촉진하는 것으로 나타났다(Fig. 8). 적절한 조건으로 설계 제작된 핀홀 포장은 또한 탄산미를 증가시켜서 관능적 품질에도 긍정적 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다[8]. 저장온도와 김치 충전량 등의 조건에 따라 적절한 핀홀 조건이 결정되어야 할 것으로 생각된다.

발효식품 포장에서 압력발생과 부패팽창을 해소시키기 위한 또 다른 방법의 하나가 CO_2 투과도가 큰 필름을 사용하여 외부로 투과시키는 방법을 생각할 수 있다. Fig. 9에서는 500 g 단위 김치포장 파우치를 13°C에서 저장할 때 나타나는 부피팽창의 정도를 보여주고 있다. 기체 차단성이 좋고 일반적으로 김치포장에 많이 사용되는 알미늄 적층 필름과 나일론/PE 필름 포장은 저장 중 매우 큰 부피팽창을 보여주었다. LDPE 필름 포장에서 가장 부피 팽창이 작지만, 높은 기체투과성으로 인하여 냄새가 투과되어 나오므로 포장 주위에 혐오감을 주고 있어서 현실적으로 이용될 수 없는 것으로 판단되었다. 따라서 무정형 나일론계 Cryovac P71197 필름을 사용한 경우 비교적 가벼운 부피팽창과 함께 외부에의 냄새유출은 없었다. 따라서 이렇게 CO_2 투과도가 높은 필름은 저장온도와 포장단위의 적정조합에 의하여 김치포장에 사용할 수 있는 것으로 제시된 바 있다. 즉,

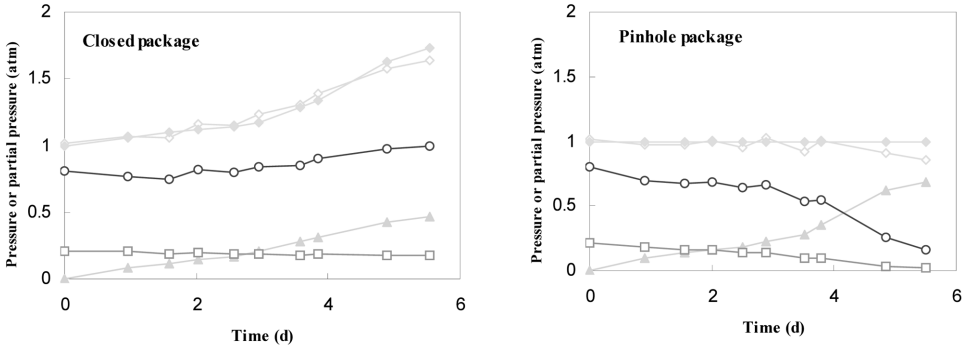

Fig. 7. Headspace atmosphere change of kimchi package with pinhole (4 mm diameter and 31 mm length) stored at 15°C. Salt content, 3%; Jar volume 950 mL; fill weight 590 g, ◆: Pressure measured by Bourdon-type gauge, ◇: pressure from gas chromatographic measurement, ○: partial pressure of N_2, □: partial pressure of O_2, ▲: partial pressure of CO_2. From Lee and Paik[8].

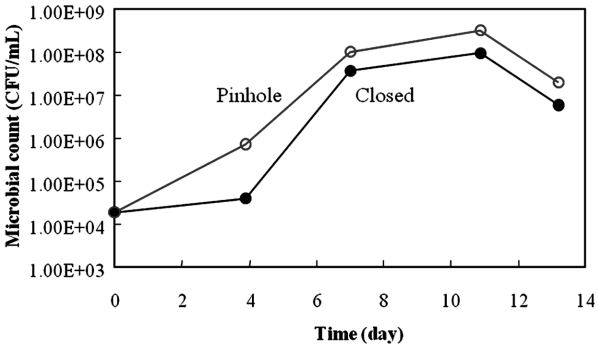

Fig. 8. Effect of pinhole on *Leuconostoc* bacterial growth in Chinese cabbage kimchi of 3.9% salt at 15°C. 620 g kimchi in 1 L container. From Lee and Paik[8].

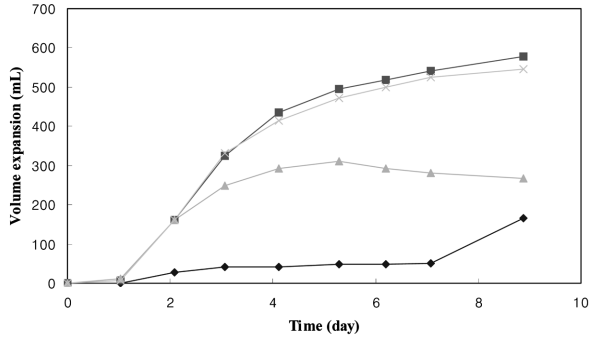

Fig. 9. Volume expansion of different packages of 500 g kimchi at the 13°C. ◆: 60 μm LDPE; ■: Al laminated film (99 μm); ▲: P71197 (82 μm); ×: Nylon/PE (80 μm). From Lim et al.[9].

상품 김치의 경우 포장단위가 작을수록 단위 무게당 표면적이 크기 때문에 포장을 통한 CO_2 투과를 기대할 수 있고, 저온에서는 CO_2 발생속도가 낮으므로, 저온과 소포장 단위에서 이러한 고투과성 필름의 적용가능성이 높을 것으로 평가되었다[9].

Fig. 10에서 보듯이 온도가 높고 포장단위가 클수록 김치 포장의 부피 팽창은 심하였고, 현실적으로 단위 무게 기준으로 0.8 mL/g 이하의 부피 팽창은 유통과정에서 육안적으로 수용될 수 있는 것으로 판단되었다. 따라서 이 기준에 따라서 허용 가능한 포장단위와 저장온도의 조건을 도시하면 Fig. 11로 정리할 수 있었다. 이로 보면 5°C의 저장온도에서는 80 g~3 kg 범위의 모든 포장단위가 심각한 부피 팽창의 문제없이 유통될 수 있었지만, 13°C에서는 80~500 g 단위만이 가능하고, 22~30°C에서는 오직 80 g의 소형포장 단위만이 통용될 수 있는 것으로 나타났다.

상업적 김치포장에서 CO_2 발생에 따른 부피팽창이나 압력발생의 문제를 해결하기 위하여 가장 많이 사용된 방법으로는 흡수제의 사용이 있다. CO_2 흡수는 화학반응이나 물리적 흡착에 의하여 가능하며, 여러 흡수제가 기술적으로 검토되거나 상품김치 포장에 함입되어 사용되고 있다. 화학적으로 상온에서 CO_2 흡수가 열역학적으로 가능한 반응은 다음 식 (3)~(6)이 있으며, 가장 많이 사용되는 것으로서 식 (3)의 $Ca(OH)_2$가 있으며 시중에 흡수제 봉지를 장착시키는 제품이 있다. 화학반응식에 의하면 1 g의 $Ca(OH)_2$는 상온에서 대략 300 mL의 CO_2를 흡수하는 것으로 계산되어 김치 500 g당 약 1.7 g의 $Ca(OH)_2$가 사용되고 있다[10].

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O \quad (3)$$

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \quad (4)$$

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NaHCO_3 \quad (5)$$

$$Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O \quad (6)$$

위에서 든 화학반응에서 $Ca(OH)_2$는 CO_2와 반응하여 수분을 발생시키는 반면, Na_2CO_3는 그 반응에 수분이 요구

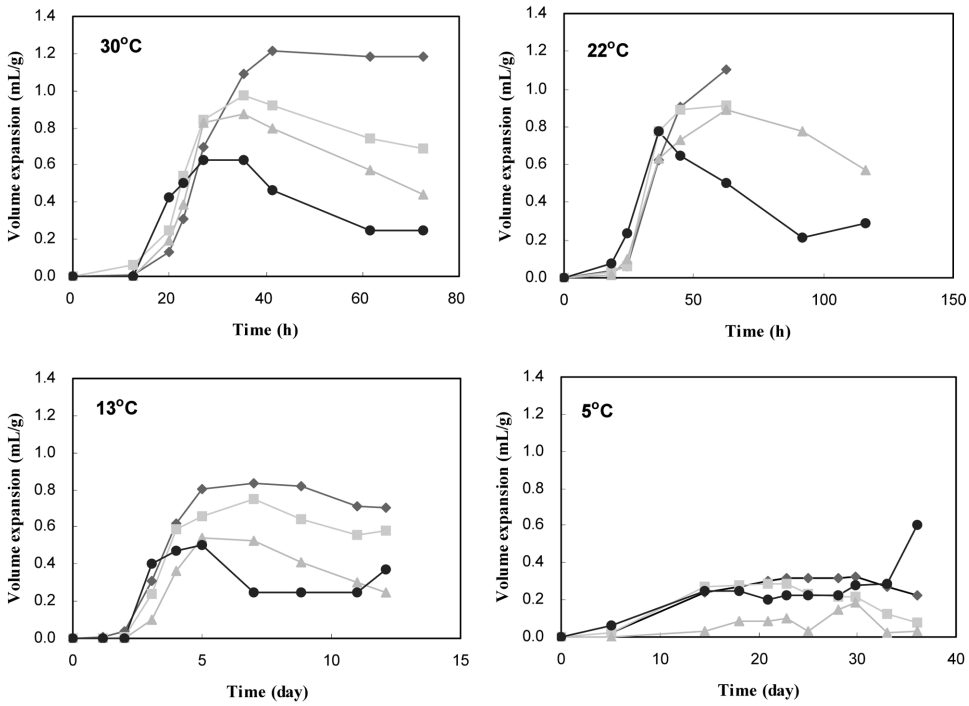

Fig. 10. Volume expansion of the high CO_2 permeable P71197 film kimchi package at different temperatures. ◆: 3 kg; ■: 1 kg; ▲: 500 g; ●: 80 g. From Lim et al.[9].

되는 점에서 특이하다. 이런 점은 반응적인 특성과 함께 화학적 CO_2 흡수제를 담는 봉지의 수분투과성에 따라서 CO_2 흡수제거 속도가 달라질 수 있음을 나타낸다. 이는 Fig. 12에서 나타낸 바와 같이 수분투과도가 낮은 HDPE 봉지에 담겨진 CO_2 흡수제의 능력비교에서도 확인될 수 있다[11]. 즉, Na_2CO_3는 수분의 공급이 제한된 관계로 $Ca(OH)_2$에 비해서 낮고 늦어진 CO_2 흡수를 보이고 있다. 그런데 수분투과가 자유로운 Tyvek 봉지에서는 이런 경향은 크게 달라짐을 Fig. 13에서 확인할 수 있다. 즉, 수분의 공급이 충분한 조건에서 Na_2CO_3가 매우 증가된 CO_2 흡수의 과정을 보여주고 있다.

물리적 CO_2 흡수제로는 제올라이트와 활성탄을 들 수 있다. 물리적 기체 흡수제는 표면이 넓은 기공에서의 흡착 기작에 원리를 두기 때문에 공극의 표면적의 특성에 따라 CO_2 흡수능력이 달라진다. 대체적으로 물리적 흡착제에서 CO_2의 흡착은 수증기(H_2O)와 경쟁적 관계에 있고, 수분이 CO_2에 비해서 분자크기가 작으므로 우선적으로 이루어지므로, 수분이 없는 조건에서 CO_2 흡수가 가능하다. 이런 면에서 보면 물리적 CO_2 흡수제는 수분투과도가 낮은 봉지

		Temperature (°C)			
		5	13	22	30
Package unit	80 g				
	500 g				
	1 kg				
	3 kg				

Fig. 11. Tolerable range (gray area) of package unit and storage temperature for marketing of kimchi without volume expansion problems in the high CO_2 permeable P71197 film package.

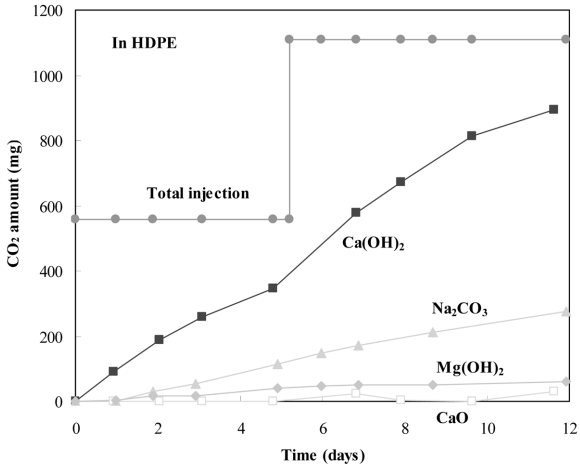

Fig. 12. CO_2 absorption of chemical absorbents (0.025 mol) sealed in 10 mm HDPE film at 15°C. 1100 mg of CO_2 was injected into the system in two steps. From Shin et al.[11].

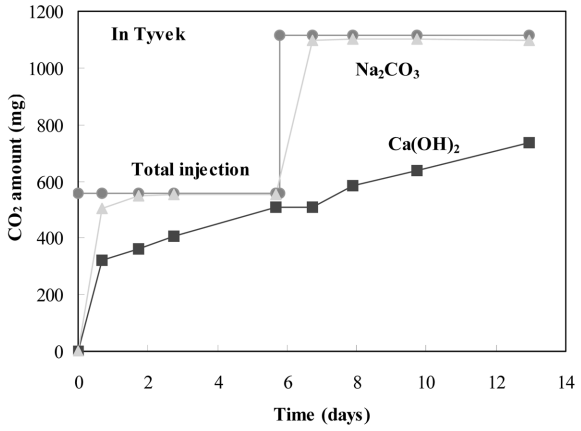

Fig. 13. CO_2 absorption of $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3 (0.025 mol) sealed in high H_2O permeable Tyvek film at 15°C. 1100 mg of CO_2 was injected into the system in two steps. From Shin et al.[11].

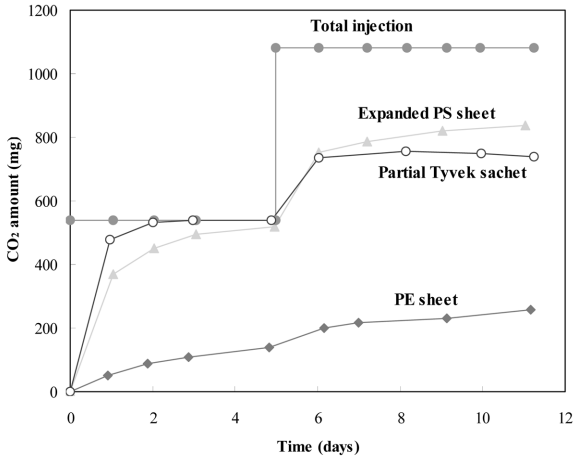

Fig. 14. Effect of fabricated CO_2 absorbent consisting of Na_2CO_3 1.79 g and zeolite 2.33 g on CO_2 absorption behavior (15°C). 1100 mg of CO_2 was injected into the system in two steps. From Shin et al.[11].

에 밀봉되거나 수분이 제거되는 봉지로 구성하는 것이 바람직하다. 이러한 측면에서 보면 화학적 CO_2 흡수제 중에서 수분과 반응하여 수분을 제거시키는 Na_2CO_3가 물리적 CO_2 흡착제와 함께 병용되어 사용되는 점이 효과적인 CO_2 흡수를 가능케 할 수 있는 것으로 여겨진다. 따라서 Na_2CO_3와 제올라이트를 혼합하여 그 효과를 평가한 예가 Fig. 14에서 보여지고 있다. 발포 폴리스티렌의 형태로 성형된 복합 흡수제가 비교적 꾸준하면서도 높은 CO_2 흡수 능력을 보여주고 있다. 이의 실제 적용의 한 예로서 Na_2CO_3와 제올라이트를 포함시킨 발포 폴리스티렌 시트를 내부에 장착된 김치 병포장은 헤드스페이스 내에 낮은 CO_2

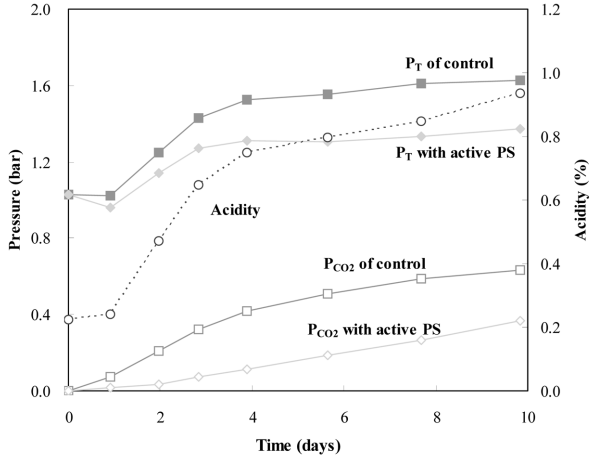

Fig. 15. Total pressure (P_T) and CO_2 partial pressure (P_{CO2}) of kimchi package (600 g kimchi in 1 L jar) containing PS sheet incorporated with Na_2CO_3 and zeolite. From Shin et al.[11].

분압과 압력발생 완화 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다(Fig. 15).

앞에서 살펴본 바와 같이 김치로부터의 CO_2 발생은 부피 팽창과 압력 발생이라는 부정적 면을 가지지만, 탄산미와 같은 긍정적 면도 가지므로 적절히 포장 내에서 관리될 때, 바람직한 효과를 얻을 수 있다. 이를 위한 제어수단으로서 통기구, 고 CO_2 투과성 필름, CO_2 흡수제 등의 사용이 가능하고, 포장조건에 따른 이런 수단의 적절한 조합이 보다 바람직한 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대되며, 이러한 방향으로 앞으로 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

한국고유 발효채소인 김치는 살균공정이 없이 미생물이 살아있는 상태로 유통되고 있다. 이로 인하여 저장 유통 중에 젖산과 이산화탄소가 생성되어 문제를 야기한다. CO_2 생산은 두 단계로 이루어지는데, 처음에 빠르고 나중에 낮으며, CO_2 생산속도는 김치 종류, 염도 및 저장온도에 따라 다르다. 김치로부터 생산되는 CO_2 기체는 포장 내에 축적되어 부피팽창과 압력발생을 야기한다. 염도와 저장온도에 따른 CO_2 생산속도의 함수적 의존관계는 문헌에서 발표된 바가 있으며, 이를 이용하여 여러 저장조건에서의 부피 및 압력의 변화를 예측하는 것이 가능하다. CO_2 발생의 문제를 해결하는 방법으로서 기체확산 핀홀, 고 CO_2 투과 필름, CO_2 흡수제 등의 이용이 검토되고 연구되어 왔다. 이러한 기법을 적절히 도입하여 설계된 포장은 김치에 높은 용존 CO_2와 함께 높은 탄산미의 관능적 품질을 하면서도 부피팽창과 압력발생을 완화할 수 있었다. 각 방법의 장

점과 함께 한계를 검토 고찰하였다.

감사의 글

본 연구는 (주)태방파텍이 산학협력 파트너로 참여한 BK21 경남대 고유식품기술연구팀 사업에 의하여 지원되었습니다.

참고문헌

1. Lee, D.S., Kwon, H.R. and Ha, J.U. 1997. Estimation of pressure and volume changes for packages of kimchi, a Korean fermented vegetable. Packag.Technol. Sci. 10: 15-32.
2. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. 1984. Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 443-450.
3. Lee, C.W., Ko, C.Y. and Ha, D.M. 1992. Microfloral changes of the lactic acid bacteria during kimchi fermentation and identification of the isolates. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 20: 102-109.
4. Han, H.U., Lim, C.R. and Park, H.K. 1990. Determination of microbial community as an indicator of kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 26-32.
5. Lee, S.R. 1987. Fermented Foods of Korea. Ehwa Womans Univesity Press, Seoul.
6. Chyun, J.H. and Rhee, H.S. 1976. Studies on the volatile fatty acids and carbon dioxide produced in different kimchis. Korean J. Food Sci. Technol. 8: 90-94.
7. Kwon, H.R. 1995. Modeling CO_2 production in kimchi fermentation and estimation of pressure and volume of kimchi package, MS Thesis, Kyungnam University, Masan.
8. Lee, D.S. and Paik, H.D. 1997. Use of a pinhole to develop an active packaging system for kimchi, a Korean fermented vegetable. Packag.Technol. Sci. 10: 33-43.
9. Lim, J.W., Park, E.S., Cheigh, H.S. and Lee, D.S. 2001. Effect of packaging unit and temperature on the volume expansion of flexible permeable package of kimchi. Packag. Technol. Sci. 14: 41-48.
10. 두산기술원. 1994. 가스흡수제 이용, 김치의 신선도 유지. 포장기술 65: 46-48.
11. Shin, D.H., Cheigh, H.S. and Lee, D.S. 2002. The use of Na_2CO_3-based CO_2 absorbent systems to alleviate pressure buildup and volume expansion of kimchi packages. J. Food Eng. 53: 229-235.