

## 재료조성이 김치의 저장 중 가스발생과 용기압력에 미치는 영향

김덕희 · 윤광섭 · 김순동  
대구가톨릭대학교 식품공학과

### Effect of Kimchi Materials on the Gas Formation and Vessel Pressure during Storage

Deok-Hee Kim, Kwang-Sup Youn and Soon-Dong Kim

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of sub-ingredients of kimchi on the formation of carbon dioxide and vessel pressure. The pH, titratable acidity, formation of carbon dioxide and vessel pressure of kimchi prepared with different sub-ingredients were determined during storage at 10°C. In the kimchi without GA, the pH decrease and acidity increase was slow during storage, but those of the kimchis without GI, RP and SA were accelerated during storage. Formation of carbon dioxide in the control and the kimchi without GI, RP and SA began to higher from 3th day after storage, showed maximum values and was maintained 9th day after storage. The main sub-ingredient for formation of carbon dioxide was garlic and the gas formation was low in the kimchi without garlic. Vessel pressure was high in the control and the kimchi without GI but the kimchis without RP, GI and SA were relatively low. Vessel pressure in kimchi of the latter term of storage generally showed sub-atmospheric pressure and the more formation of carbon dioxide showed the more degree of sub-atmosphere.

Key words : kimchi, sub-materials, carbon dioxide, vessel pressure

## 서 론

김치는 자연발효형식을 취하고 있으며 소금절임으로 손상된 조직으로부터 용출되어 나온 영양분이 재료에 부착된 젖산균의 번식에 의하여 숙성된다(1). 주요 젖산균으로는 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae* 등이 알려져 있으며(1-3), 가스발생은 주로 헤테로 발효젖산균인 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis* 등에 의하여 이루어진다(2-5). 김치의 숙성 중 탄산가스의 발생은 김치에 탄산미를 부여하여 시원한 맛을 부여하거나 부패미생물의 번식을 억제하여 위생성을 향상시키는 등의 긍정적인 효과도 있으나(4,6) 유통 중에 가스발생으로 국물이 용기 밖으로 새어나와 상품성을 저하시키기도 한다(7). 김치의 저장 중 가스발생에 관한 연구로는 Hong 등(7)의 저장온도에 따른 기체압력변화와 품질과의 관계연구, Lee와 Chun(8)의 김치발효 중 가스압력변화와 압력 측정 시스템의 개발, Kim 등(9)의 김치발효 중 가스발생특성에 관한 연구 등이 있다. 그러나 수출용 소포장 김치의

가스발생 특성에 관한 연구, 특히 김치 매장온도를 고려한 연구가 미흡하며 수출김치의 경우 아직껏 가스발생문제로 인한 문제점이 지속적으로 발생되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점들을 감안하여 소포장 김치를 10°C에서 저장하면서 김치재료들이 가스발생에 미치는 영향을 조사함으로써 이들 문제들의 해결을 위한 기초적 자료를 마련코자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

배추는 가을 결구배추(가락신 1호)로서 개체당 중량이 2.0 kg 내외의 것을 사용하였으며 고춧가루, 마늘, 생강, 파, 양파, 설탕(제일제당, 한국), 멸치액젓 및 새우젓(하선정 식품, 한국), 찹쌀풀, 소금(한주소금, 한국)을 부재료로 사용하였다.

### 김치제조

배추는 길이로 4등분 한 후 배추무게의 4배가 되도록 한 10%(w/v) 소금물에 15시간 절였다. 다음에 흐르는 수돗물로 조직이 상하지 않게 3회 세척한 후 4°C의 저장고에서 24 시간동안 자연 탈수시켰다. 김치제조는 절인배추를 3~4 cm

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea  
E-mail : kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

로 잘라서 Table 1과 같은 처리구로 나누어 부재료를 넣고 잘 버무린 후 포장하였다. 처리구로는 대조구에서 마늘, 생강, 고춧가루 및 새우젓과 멸치액젓을 각각 빼고 김치를 담근 후 동일하게 포장하였다.

**Table 1. Experimental plots and composition of kimchi materials** Ratio (g)

Materials	CON <sup>1)</sup>	WGA	WGI	WRP	WSA
Salted Chinese cabbage	100	100	100	100	100
Garlic	1.99	-	1.99	1.99	1.99
Ginger	0.73	0.73	-	0.73	0.73
Red pepper powder	3.24	3.24	3.24	-	3.24
Green anion	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Onion	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Fermented shrimp	2.13	2.13	2.13	2.13	-
Fermented anchovy juice	0.53	0.53	0.53	0.53	-
Glutinous rice paste(10%)	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64
Sugar	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16
Final salt concentration	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

<sup>1)</sup>Abbreviations: CON; control, WGA; without garlic, WGI; without ginger, WRP; without red pepper powder, WSA; without fermented shrimp and fermented anchovy juice.

**포장**

김치의 포장은 내용적 250 mL의 유리용기에 김치를 200 g씩 넣고 실리콘으로 된 가스채취공이 부착된 뚜껑을 한 후 가스의 유실이 없도록 tape으로 밀봉하였으며 충진율(김치의 무게 g x 100/용기의 부피 mL)을 80%로 조정하였다.

**pH 및 산도**

김치의 국물과 즙액을 합하여 polytron homogenizer(PT-1200C, Switzerland)로 파쇄한 후 여과하여 pH는 pH meter(Metrohm 632, Switzerland)로 산도는 20 ml를 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1N-NaOH로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다.

**탄산가스 발생량 측정**

AOAC법(10)을 변형하여 측정하였다. 즉, 포장김치 200 g을 담은 용기뚜껑의 가스채취공에 가스유도관을 연결하여 유출되는 가스가 0.1N NaOH 용액에 직접 포집되게 한 후 김치용기를 80℃의 water bath내에 넣어 가열하였다. 가스방출을 촉진시키기 위하여 별도로 장치된 깔때기를 통하여 50 mL의 포화식염수를 가하였다. 탄산가스함량의 측정은 가스가 포집된 0.1 N NaOH 용액에 10% BaCl<sub>2</sub> 용액을 가하여 탄산가스를 BaCO<sub>3</sub>로 침전시켜 0.1 N HCl(F: 1.0000)으로 적정하여 함량을 산출하였다.

**김치용기의 압력측정**

김치용기의 압력측정은 용기상부에 내경 0.5 mm, 길이 100 cm의 U자형 manometer를 부착하여 10℃숙성시키면서 압력의 변화를 측정하였다.

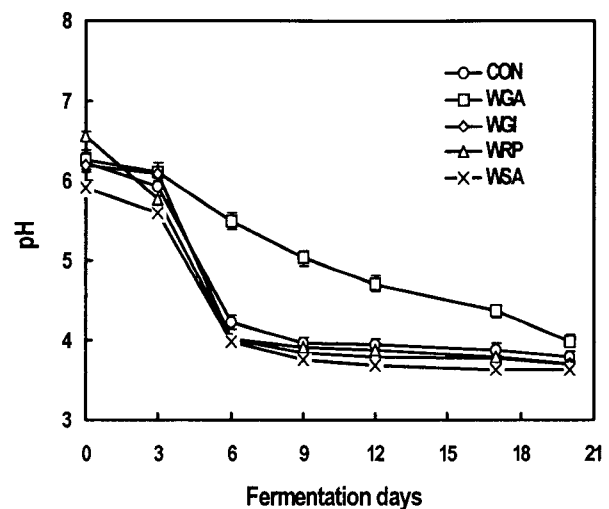
**통계처리**

분석은 3회 반복 실험하여 평균치±표준편차로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**pH 및 산도**

재료조성을 달리한 김치를 10℃에서 저장하면서 pH와 산도 변화를 조사한 결과(Fig. 1, 2), 생강, 고춧가루 및 젓갈을 각각 첨가하지 않은 김치와 재료 모두를 첨가한 대조구의 pH(Fig. 1)는 저장 6일째에 급격한 감소를 나타내었으며 그 이후 숙성 20일까지는 큰 변화 없이 비슷한 pH를 유지하였다. 그러나 마늘을 빼 김치는 6일째의 급격한 pH 감소가 나타나지 않았으며 그 감소가 완만하였으며 타 김치에 비하여 높은 pH를 유지하였다. 산도(Fig. 2)의 경우도 pH의 결과와 대체적으로 일치하는 경향을 나타내었다. 특히, 마늘을 빼고 담근 김치가 타 김치에 비하여 pH의 감소와 산도의 증가가 크게 둔화되어 여러 재료 중에서 마늘이 김치의 숙성에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 생강, 고춧가루 및 새우젓과 멸치젓을 각각 빼고 담근 김치는 재료들이 모두 함유된 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 마늘의 숙성촉진 효과가 큰데 비하여 타 재료들의 숙성 지연 및 촉진효과는 크지 않음에 따른 결과라 사료되며 또한 젓갈의 숙성 촉진 효과가 보이지 않는 것은 젖산균의 생육에 필요한 아미노산류가 타 재료로부터 충분히 공급되는데 기인하는 현상으로 보인다.



**Fig. 1. pH of kimchi with different materials during storage at 10℃.**

Abbreviations: See Table 1.

Values are mean±SD of triplicate measurements.

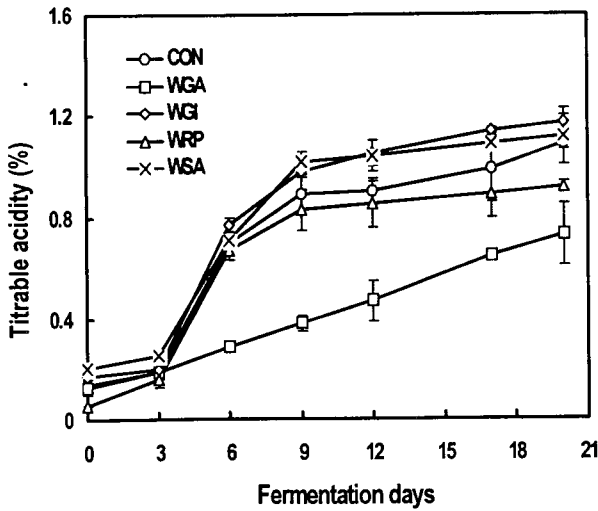


Fig. 2. Titratable acidity of kimchi with different materials during storage at 10°C. Abbreviations: See Table 1. Values are mean ± SD of triplicate measurements.

성으로는 일반적인 쌍자엽 식물에 한 개의 맥(vein)이 흐르고 있는 것과 달리 주맥(mid-rib)이 여러 개의 측맥(lateral vein)과 세맥(vein-let)으로 연결되어 있어 수많은 유관속으로 이루어져 있으며 고도로 특수화된 도관요소를 지녀 모세관 다발을 이루고 있다(14).

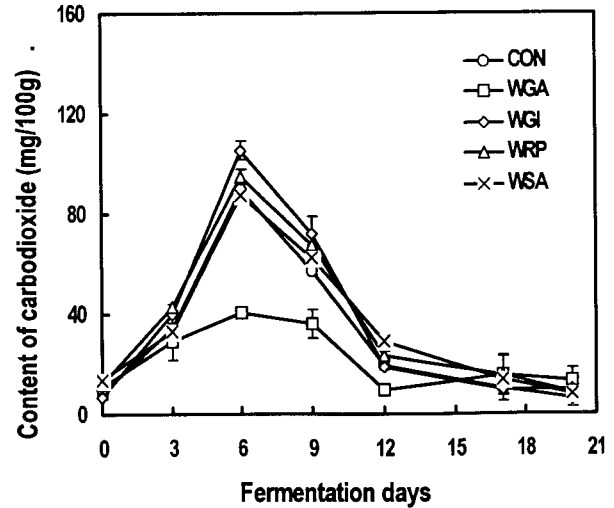


Fig. 3. Changes in the content of carbon dioxide of kimchi with different materials during storage at 10°C. Abbreviations: See Table 1. Values are mean ± SD of triplicate measurements.

탄산가스 발생과 용기압력

재료조성을 달리한 김치의 저장 중 방출되는 탄산가스 함량을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 대조구를 비롯하여 생강, 고춧가루 및 젓갈을 뺀 김치는 저장 3일째부터 탄산가스의 방출량이 높아지기 시작하여 발효 6일째 최대 값을 나타내었고 그 이후 저장 9일째까지 발생이 지속되었으나 9일째 이후에는 방출량이 크게 줄었다. 마늘을 뺀 김치는 타 경우에 비하여 탄산가스의 방출량이 가장 낮았다. 용기압력은 대조구와 생강을 뺀 김치가 타 김치에 비하여 높은 압력을 나타내었으며 젓갈, 고춧가루 및 마늘을 뺀 김치에서 낮은 압력을 나타내었다(Fig. 4). 저장 9일째 이후부터는 모든 처리구에서 감압상태를 나타내었는데 이러한 감압상태는 초기 압력이 높을수록 높았다. 김치의 저장중 가스발생은 헤테로 젖산균의 번식에 의한 것으로 재료가 이들 균의 생육에 상당한 영향을 미침을 나타내었는데 특히, 마늘이 생강과 멸치젓에 비하여 헤테로 발효젖산균의 생육을 촉진한 때문이라 판단된다. Lee와 Kim(11)은 김치의 부재료가 김치로부터 분리한 젖산균의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 생강과 마늘은 *L. plantarum*과 *P. cerevisiae*의 생육을 억제하나 부추와 마늘은 *Leu. mesenteroides*의 생육을 촉진한다고 하였다. 또 Cho와 Jhon(12)은 마늘이 김치에서 분리한 호기성 세균의 생육을 억제한다고 하였으며, Cho 등(13)은 마늘추출물이 호기성 세균의 생육을 억제하는 반면 젖산균의 생육은 촉진한다고 하였다. 또, 저장 후기에 김치용기의 압력이 감압을 나타내는 현상은 김치의 조직 또는 국물이 탄산가스를 흡수하는 현상으로 저장 초기의 탄산가스 발생량이 높을수록 저장 후기에 감압도가 큰 점으로 미루어 배추조직의 형태적 특성과의 관련이 있는 것으로 사료된다. 배추의 형태적 특

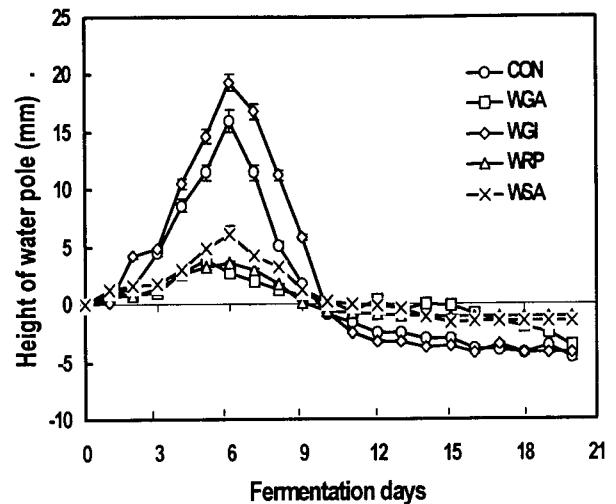


Fig. 4. Changes in pressure of kimchi vessel during storage at 10°C. Abbreviations: See Table 1. Values are mean ± SD of triplicate measurements.

요 약

재료조성이 김치의 저장 중 탄산가스 발생과 용기압력에

미치는 영향을 조사하기 위하여 재료조성을 달리한 김치를 10℃에서 저장하면서 pH, 산도, 탄산가스 발생량 및 용기압력의 변화를 측정하였다. 그 결과 마늘을 뺀 김치는 pH 감소와 산도의 증가가 완만하였으나 생강, 고춧가루, 젓갈을 뺀 김치는 크게 촉진되었다. 탄산가스 발생량은 대조구와 생강, 고춧가루 및 젓갈을 뺀 김치에서는 저장 3일째부터 높아지기 시작하여 저장 6일째에 최대 값을 나타내었으며 저장 9일째까지 발생이 지속되었다. 김치 담금재료 중 탄산가스 발생을 주도하는 재료는 마늘로서 이를 뺀 김치에서는 탄산가스 발생량이 낮았다. 용기압력은 대조구와 생강을 뺀 김치에서 높았으며, 고춧가루, 마늘 및 젓갈을 뺀 김치에서는 비교적 낮았다. 또 저장후기에는 전반적으로 감압상태로 전환되었으며 탄산가스 발생량이 높을수록 감압도가 높았다.

### 감사의 글

본 연구의 일부는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

### 참고문헌

1. Shin, S.T., Kyung, K.H. and Yoo, Y.J. (1998) Lactic acid bacteria isolated from fermentation *kimchi* and their fermentation of Chinese cabbage juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1058-1063
2. Lee, C.W., Ko, C.Y. and Ha, K.D. (1992) Microfloral changes of the lactic acid bacteria during *kimchi* fermentation and identification of the isolates. *Korean J. Appl. Microbiol.* 20, 102-109
3. So, M.H. and Kim, Y.B. (1995) Identification of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from *kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 495-505
4. 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
5. Hong, S.I., Park, N.H. and Park, W.S. (1996) Packaging techniques to prevent winter *kimchi* from inflation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 285-291
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. Hong, S.I., Park, J.S. and Park, N.H. (1995) Quality changes of commercial *kimchi* products by different packaging methods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 112-118
8. Lee, Y.J. and Chun, J.K. (1990) Development of pressure monitoring system and pressure changes during *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 686-689
9. Kim, S.D., Kim, D.H., Kim, M.K. and Kim, M.Y. (2000) Characteristics of gas formation during fermentation of *kimchi*. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7, 218-221
10. AOAC. (1990) Official methods of analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., p.988-989
11. Lee, S.H. and Kim, S.D. (1988) Effect of various ingredients of *kimchi* on the *kimchi* fermentation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 17, 249-254
12. Cho, N.C. and Jhon, D.Y. (1988) Effect of garlic extracts on the aerobic bacteria isolated from *kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 357-362
13. Cho, N.C., Jhon, D.Y., Shin, M.S., Hong, Y.H. and Lim, H.S. (1988) Effect of garlic concentration on growth of microorganixms during *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 231-235
14. Kim, S.D., Park, H.D. and Kim, M.K. (1997) Morphological characteristics and composition of cell wall polysaccharides of *Brassica campestris* var. *pekinensis*(*Baechu*). 4, 301-309

(접수 2002년 3월 6일)