

김치발효 중 가스발생 특성에 관한 연구

김순동·김덕희·김미경·김미영
대구가톨릭대학교 식품공학과

Characteristics of Gas Formation during Fermentation of Kimchi

Soon-Dong Kim, Deok-Hee Kim, Mee-Kyung Kim and Mi-Yeung Kim
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu

Abstract

The effect of the amounts of kimchi (100, 200 and 300 g) and fermentation temperature (10, 15 and 20°C) on gas formation of kimchi during fermentation were investigated. The pH of the 200 g packaged kimchi for 12 days at 10-15°C was higher than 100 g and 300 g packaged kimchi, whereas that of 100 g packaged kimchi at 20°C was higher than the other products. Total lactic acid bacteria in was highest in the 200-300 g packaged kimchi fermented for 12 days at 10°C. Number of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum* of 200 g packaged kimchi were higher than those of 100 g and 300 g packages. On the other hand, number of *Leuconostoc mesenteroides* was higher with the lower fermentation temperature, and that of *Lactobacillus plantarum* was higher in the kimchi fermented at 15°C. The periods of gas formation was 8-11 days of fermentation at 10°C, 1-7 day at 15°C, and 5-6 days at 20°C, respectively. The order of gas formation amount in the temperature and amount of kimchi was 15 > 20 > 10°C and 300 > 200 > 100 g, respectively.

Key words : kimchi, gas formation, soaking conditions

서 론

김치는 우리나라의 전통발효식품으로 발효의 특성이 자연발효형식을 취하고 있는 점이다. 소금절임으로 손상된 조직으로부터 용출되어 나온 영양분을 이용하여 재료에 부착된 각종 미생물 중 주로 젖산균이 번식을 주도한다(1). 김치에 번식하는 젖산균으로는 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae* 등이 알려져 있다(1-3). 발효초기에는 *Leuconostoc mesenteroides*이 주류를 이루며, 나머지는 중·후기에는 번식하는 것으로 알려져 있다

(2-4). 이들 미생물 중 당분을 기질로 하여 가스를 발생시키는 주 미생물은 *Leuconostoc mesenteroides*로서 김치의 가스발생은 숙성초기임이 밝혀져 있다(5). 김치숙성중의 가스발생은 김치에 탄산미를 부여하여 시원한 맛을 부여하는 등의 긍정적인 효과도 부여하지만 유통 중에 가스발생으로 국물이 용기 밖으로 새어나와 상품성을 떨어뜨리기도 하여 특히 수출 포장김치에서는 이로 인한 문제점을 야기시키는 경우가 많다. 그러나 실제 김치의 가스발생 특성에 관한 연구는 많지 않은 실정이다. 본 연구에서는 김치의 가스발생문제에 대한 기초적 이론과 그 방지대책을 연구할 목적으로 김치의 포장규모별 및 온도별에 따른 가스발생 특성을 구명하고자 하였다.

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

재료 및 방법

재 료

배추는 가을 결구배추 (가락신 1호)로서 개체당 중량이 2.5 kg 내외의 것을 사용하였으며, 고춧가루, 마늘 생강, 파, 양파, 설탕 (제일제당), 소금 (천일염, 한주소금) 및 멸치액젓 (하선정식품), 새우젓을 부재료로 사용하였다.

김치의 담금과 숙성

10% 소금용액에 24시간 절인 배추를 흐르는 수돗물로 조식이 상하지 않게 2회 세척한 후 40℃의 저온실에서 1시간 동안 자연 탈수시킨 다음 Table 1의 비율로 재료를 혼합하였다. 담금규모는 100, 200 및 300 g으로 하였으며 밀폐유리용기에 head space가 없도록 담아 10, 15 및 20℃에서 12일간 숙성시켰다.

Table 1. Composition ratios of kimchi materials

Materials	Ratios (g)
Salted Chinese cabbage	100.00
Garlic	1.99
Ginger	0.73
Red pepper powder	3.24
Green onion	0.66
Onion	1.60
Fermented shrimp	2.13
Fermented anchovy juice	0.53
Glutinous rice paste	6.64
Sugar	3.16
Salt	0.51

pH 및 산도

김치의 국물과 즙액을 합하여 homogenizer (Polytron, PT-1200C, Swiss)로 파쇄한 후 여과하여 pH는 pH meter (Metrohm 632, Swiss)로 산도는 시료 20 ml를 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1N-NaOH로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다(6).

젖산균 수

김치조직과 국물을 합하여 살균한 homogenizer로 파쇄한 후 무균적으로 시료 1 ml를 취하여 0.1% peptone 수로 단계적으로 희석하여 총 젖산균 수는 0.002% bromophenol blue를 첨가한 MRS (Difco) 배지에 접종하여 37℃ 항온기에서 24~48시간 배양한 후 생성된 colony로 계측하였다. 이때 colony가 전체적으로 담청색

을 띠면서 중앙이 암청색이거나 전체적으로 담청색인 것을 *Lactobacilli*로, 전체적으로 환이 없이 암청색을 띠는 것을 *Leuconostoc*으로 계측하였다(7).

가스 발생량

김치로 발생하는 가스량은 상방치환법(8)으로 측정하였다.

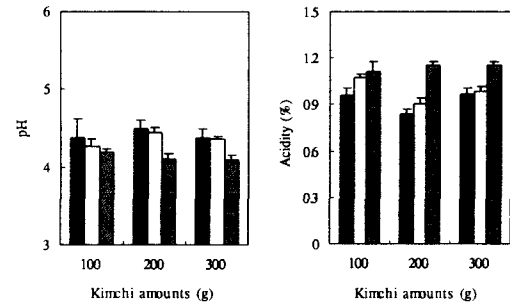


Fig. 1. pH and titratable acidity of kimchi fermented for 12 days at different volume and temperature. Symbols : ■, 10°C; □, 15°C; ▨, 20°C. Values are represented mean ± SD of three samples.

결과 및 고찰

pH 및 산도

김치의 담금규모별 (100, 200 및 300 g), 발효온도별 (10, 15 및 20℃)에 따른 숙성정도를 조사할 목적으로 각 조건으로 12일간 발효시킨 김치의 pH와 산도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 온도별 pH는 10℃의 경우는 4.37-4.50, 15℃에서는 4.27-4.45, 20℃에서는 4.09-4.18로서 온도가 높아질수록 낮은 pH를 나타내었다. 담금 규모별로는 10-15℃에서는 200 g 담금이 100 및 300 g 담금에 비하여 높은 pH를 나타낸 반면 20℃에서는 100 g 담금에서 높은 pH를 나타내는 경향이었으나 뚜렷하지 않았다. 산도의 경우도 pH와 동일한 경향이있다. 김치의 숙성시 온도는 젖산균의 증식과 밀접한 관계가 있으며, 온도가 높아질수록 pH의 감소와 산도의 증가가 더욱 뚜렷하다(4). 그러나 헤테로(hetero) 발효 젖산균은 저온에서의 생육이 가능하나 호모 발효 젖산균은 10℃이하에서는 생육하지 못하는 것으로 알려져 있다(9). 본 실험에서는 10℃와 15℃의 숙성도 차이에 비하여 15℃와 20℃의 숙성도 차이가 더욱 뚜렷함을 나타내었다. 김치 숙성시의 온도별에 따른 이 같은 숙성도 차이는 발표된 선행의 연구결과들(10,11)과 대체

로 일치하는 경향이나 담금 규모에 따른 연구는 매우 부족하여 고찰이 쉽지 않다. 그러나 담금 규모가 클수록 외부환경의 영향을 적게 받음과 동시에 품온과 실온의 차이가 숙성도에 상당한 영향을 미칠 것으로 사료되나 소규모 포장에서는 그 차이가 크지 않을 것으로 생각된다.

젖산균 수

김치의 담금규모와 숙성온도에 따른 젖산균의 분포를 알아보기 위하여 각각의 조건에서 12일간 발효시킨 김치를 시료로 하여 총 젖산균 수, *Leuconostoc mesenteroides* 및 *Lactobacillus plantarum*의 수적 분포를 조사해 보았다(Fig. 2). 온도별로 숙성시킨 김치의 총 젖산균 수는 10 > 20 > 15℃ 순으로 10℃에서 높았으며, 담금 규모별로는 뚜렷한 차이는 없으나 200-300 g 담금이 100 g 담금에 비하여 높은 경향을 보였다. *Leuconostoc mesenteroides*의 수는 온도가 낮을수록 높았으며, 200 g 담금이 100 g 및 300 g에 비하여 높은 경향을 나타내었다. *Lactobacillus plantarum*의 수도 200 g 담금이 100 g 및 300 g 담금에 비하여 높은 경향을 나타내었으며 온도별로는 15 > 10 > 20℃ 순으로 15℃에서 높았다. 김치의 숙성시 초기의 젖산균수가 적으면 온도에 민감하나 그 수가 많으면 온도의 영향이 크지 않으며, 30℃에서는 18시간, 20-25℃에서는 24시간, 20℃에서는 30시간으로 최대 균수에 도달하나, 13-16℃에서는 유도기는 연장되며 최대 균수는 13-16℃에서보다 높은 온도에서 높은 것으로 알려져 있다(12).

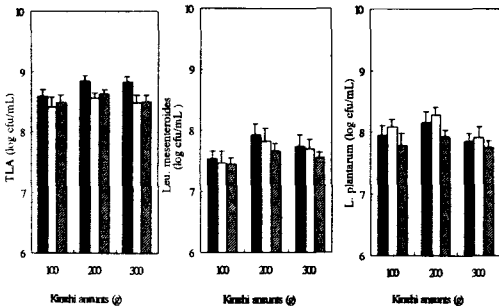


Fig. 2. Number of lactic acid bacteria of kimchi fermented for 12 days at different volume and temperature. Symbols : ■, 10°C; □, 15°C; ▨, 20°C. TLA : total lactic acid bacteria. Values are represented mean±SD of three samples.

가스 발생량

김치의 포장단위별 및 숙성온도별 가스 발생량을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 10℃에서 숙성시킨 경우,

100 g 담금은 가스발생이 없었으나 200 g 담금은 숙성 11째 14.5 ml의 가스가 발생되었으며 300 g 담금에서는 8, 9일에 각각 24.3 ml과 5.0 ml가 발생되었다. 15℃의 경우는 담금규모에 관계없이 가스발생이 담금 후 1 일째부터 7일째까지 발생하였으며, 100g 담금의 경우는 총 36.2 ml, 200 g 담금에서는 83.5 ml, 300 g 담금에서는 97.3 ml이 발생하였다. 그러나 20℃의 경우는 담금 후 1일째부터 5, 6일에 걸쳐 발생되었으며, 총 발생량은 100g 담금에서 28.9ml, 200g 담금은 60.4ml, 300g 담금은 84.3ml로 15℃의 경우보다 발생량이 적었다. 이같은 결과는 상기에서 측정된 헤테로 젖산균 수와 관련이 없지 않겠으나 숙성일수별로 측정하지 않아 관련된 설명은 어려운 것으로 판단된다. 다만, 12일째의 *Leuconostoc mesenteroides*의 수가 7.17-7.44 log cfu/ml를 나타내고 있음에도 이 시기 (숙성 12일째)에는 가스가 발생되지 않음을 미루어 볼 때 이 균은 숙성 초기에 주로 번식하는 젖산균으로 12일째에는 그 활력이 크지 않음을 알 수 있다. 천과 이(13)는 김치의 휘발성 산과 이산화탄소에 관한 연구에서 이산화탄소는 숙성초기에 발생한다고 하였으며, 또한 4-5℃의 저온에서 숙성하는 것이 20-22℃의 고온에서보다 가스발생량이 높다고 하여 15℃에서 숙성시킨 것이 10℃ 및 20℃에서 숙성시킨 것 보다 가스발생량이 높다는 본 연구결과와 일련의 관련성이 있는 것으로 판단된다.

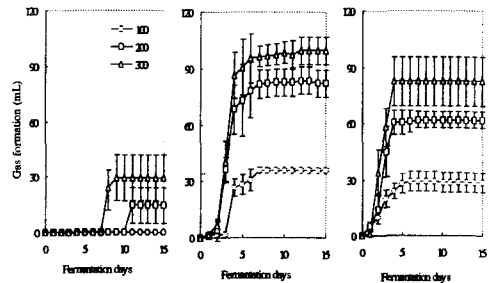


Fig. 3. Amounts of gas formation (accumulated volume) from kimchi during fermentation at different volume and temperature (left figure, 10°C; middle figure, 15°C; right figure, 20°C). Values are represented mean±SD of three samples.

요 약

김치의 담금 규모별(100, 200 및 300 g) 및 숙성 온도별 (10, 15 및 20℃)에 따른 가스발생 특성을 조사하였다. 담금 규모별로 12일간 숙성시킨 결과 10-15℃에서는 200 g 담금이 100 및 300 g 담금에 비하여 높은

pH를 나타낸 반면 20℃에서는 100 g 담금에서 높은 pH를 나타내었다. 총 젖산균 수는 10℃에서 높았으며, 담금 규모별로는 200과 300 g 담금이 100 g 담금에 비하여 높은 경향을 보였다. *Leuconostoc mesenteroides*의 수는 온도가 낮을수록 높았으며, 200 g 담금이 100 및 300 g에 비하여 높았다. *Lactobacillus plantarum*의 수는 200 g 담금이 100 및 300 g 담금에 비하여 높았으며, 15℃에서 높았다. 김치로부터 가스 발생일은 10℃에서는 발효 8-11일, 15℃에서는 발효 1-7일, 20℃에서는 발효 1-6일 이었다. 가스 발생량은 온도별로는 15 > 20 > 10℃ 순이었으며, 담금 규모별로는 300 > 200 > 100 g이었다.

감사의 글

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

참고문헌

- 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
- 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
- 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
- Mheen, T.I. and Kwon, T.W. (1984) Effect of temperature and salt concentration of kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443-450
- 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
- AOAC. (1990) Official methods of analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., p.988-989
- Shin, D.H., Kim, M.S., Han, J.S., Lim, D.K. and Bak, W.S. (1996) Changes of chemical composition and microflora in commercial kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 137-145
- 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
- Jeon, Y.S., Kye, I.S. and Cheigh, H.S. (1999) Changes of vitamin C and fermentation characteristics of kimchi on different Cabbage variety and fermentation temperature. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 773-779
- Kim, S.D., Hawer, W.D. and Jang, M.S. (1998) Effect of fermentation temperature on free sugar organic acid and volatile compounds of kakkugi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 16-23
- Kim, S.D. and Jang, M.S. (1997) Effects of fermentation temperature on the sensory, physico-chemical and microbiological properties of kakkugi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 800-806
- Kim, S.D. and Kim, M.K. (1999) Science of kimchi. Taegu-Catholic University Press, Taegu, p.43-44
- 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

(접수 2000년 3월 24일)