

연구노트

마늘의 김치발효 촉진작용에 관한 연구

이주영 · 최미경 · 경규항*

세종대학교 식품공학과

Reappraisal of Stimulatory Effect of Garlic on Kimchi Fermentation

Joo Young Lee, Mi Kyung Choi, and Kyu Hang Kyung*

Department of Food Science, College of Life Sciences, Sejong University

Abstract There have been contradictory reports concerning the role of garlic on kimchi fermentation; therefore, in this study, the stimulatory effect of garlic on the fermentation of kimchi was reappraised. In this study, fermentation of kimchi prepared using spring Chinese cabbage was stimulated by the addition of garlic, but kimchi prepared using autumn Chinese cabbage was not. In addition, the results of this study revealed that the fermentation of kimchi prepared using spring Chinese cabbage was found to be stimulated by glucose, yeast extract, peptone, and secondary ingredients of kimchi, but the fermentation of kimchi prepared using autumn Chinese cabbage was not stimulated by these ingredients. Taken together, these results indicate that general nutrients in garlic stimulate the fermentation of kimchi by compensating for nutrients that are not found in spring Chinese cabbages. However, these findings do not indicate that certain specific substance(s) in garlic stimulate kimchi fermentation.

Key words: garlic, nutrients, kimchi, Chinese cabbage, stimulation of kimchi fermentation

서 론

김치는 원재료인 배추나 무 등에 소금과 부재료를 첨가하여 발효시킨 식품으로 원재료나 부재료의 종류, 첨가량에 따라 발효 정도가 다르다. 일반적으로 김치의 주재료인 배추는 재배 계절에 따라 봄 배추, 고랭지 배추, 가을 배추로 나뉘어지며, 같은 종의 배추라도 봄 배추보다 가을 배추에 수확량과 가용성 고형물의 함량이 더 많다(1). 이는 원래 배추는 서늘한 기후에서 잘 자라고 봄 보다 가을에 재배기간이 대체적으로 2주일 정도 더 길기 때문이다.

김치 제조 시 사용되는 부재료가 김치의 발효나 관능적 특성에 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 부재료로는 고춧가루, 마늘, 생강, 쪽파, 젓갈 등이 있으며, 이러한 부재료는 김치의 발효를 촉진시키기도 하고 억제시키기도 한다고 보고되고 있다. No 등(2)에 의하면 고추, 마늘, 생강은 거의 필수적으로 첨가되는 부재료인데, 특히 마늘을 첨가하지 않은 김치는 관능적인 면에서 나쁘게 평가되었다고 한다(3). 반면, 생강을 첨가한 시료에서는 생강 특유의 이취가 발생하여 종합적인 맛에서 나쁘게 평가되었으며(4), 파, 마늘 및 고춧가루 첨가 김치에 비해 갈변 현상이 심하게 나타났다고 보고하였다.

김치발효 시 생성되는 휘발성 유기산 중 젖산의 양은 마늘

의 첨가량이 증가하면 동시에 증가하는 것으로 나타났으며(3), 휘발성 유기산 함량은 마늘을 첨가하지 않은 시료에서 가장 낮았으며(4), 마늘만 첨가한 김치의 아세트산의 함량이 현저히 높게 나타났다고 보고(5)되었다.

마늘은 김치의 발효를 촉진시키며, 그 첨가량이 증가할수록 산의 증가도 빠르다고 보고하고 있는데(6-12), 그 이유는 마늘이 김치발효 초기 호기성세균을 억제하여 상대적으로 젖산균의 생육을 우세하게 하였기 때문(8,12)이라고 보고하였다. 반면 마늘이 김치의 발효를 억제한다는(13,14) 보고에 따르면 마늘을 첨가한 김치는 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum*의 생육을 억제하여 김치의 가식기간을 연장한다고 하였다.

이렇듯 마늘이 김치의 발효를 촉진한다는 보고와 억제한다는 서로 상반되는 보고가 있어 마늘이 김치에 미치는 영향에 대한 의견이 엇갈렸으므로, 본 연구에서는 마늘이 김치 발효에 미치는 영향을 규명하기 위한 연구를 수행하였다. 발효촉진 여부를 평가할 때는 김치에 생산되는 적정산도를 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 김치 재료인 배추, 마늘, 쪽파, 생강은 2006년 12월부터 2008년 1월까지의 농협 하나로마트(서울 양재동 소재)에서 신선한 것을 구입하여 사용하였다. 고춧가루(영월농협가공사업소)와 소금(제일염업, 충남 서산)은 일시에 구입하여 보관하며 사용하였다.

Glucose와 yeast extract, peptone은 Difco Laboratories(Detroit, MI, USA)에서 구입하여 사용하였다.

*Corresponding author: Kyu Hang Kyung, Department of Food Science, College of Life Sciences, Sejong University, Seoul 143-747, Korea
Tel: 82-2-3408-3225
Fax: 82-2-3408-3419
E-mail: kyungkh@sejong.ac.kr
Received April 2, 2008; revised July 19, 2008;
accepted July 21, 2008

Table 1. Recipe for kimchi fermentation

Sample	Additives	Concentration (%)
1	Control	
2	Control+ garlic	1, 2, 4
3	Control+ ingredients (garlic, red pepper powder, ginger, green onion)	1+1+0.4+2, 2+2+0.8+4, 4+4+1.6+8
4	Control+ glucose	1, 2, 4
5	Control+ peptone+ yeast extract	0.1+0.3, 0.3+0.5, 0.6+1
6	Control+ glucose+ peptone+ yeast extract	1+0.1+0.3, 2+0.3+0.5, 4+0.6+1

김치의 제조

배추의 폭이 2-3 cm가 되도록 자른 후 1,000 mL 비이커에 300 g의 배추를 담고 배추 무게의 2.5%에 해당하는 소금을 넣어 골고루 섞는다. 제조된 김치의 상부에 약 500 g의 물이 채워진 비닐 주머니를 얹어 김치에 눌러주는 효과를 얻으며, 공기와의 접촉을 방지하였다. 부재료의 영향을 받지 않는 상태에서 배추의 발효 특성을 연구하기 위해 배추에 소금만 첨가하여 실험을 하였으며 비교를 위하여 부재료를 첨가한 김치를 제조하기도 하였다.

김치 원료의 조성은 Table 1과 같으며 25°C에서 2주간 발효시키며 pH와 산도를 측정하였다.

젖산균수의 측정

발효중인 시료 1 mL를 취하여 적절히 희석한 후 spiral autoplate system(Autoplate 4000, Spiral Biotech, Norwood, MA, USA)을 이용하여 MRSA배지에 접종하고, 30°C에서 24-48시간 배양 후 나타난 집락수를 colony-forming unit/mL으로 표시하였다.

적정산도 및 pH의 측정

발효 중인 시료 김치의 즙액을 잘 섞어준 후 즙액 mL를 취하여 pH/ion meter(DP 880M, DongWoo Medical System, Seoul, Korea)를 사용하여 pH를 측정하였으며, 산도는 0.1 N NaOH 용액을 이용하여 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 mL 수를 젖산의 양(% , w/w)으로 환산하였다.

결과 및 고찰

배추의 발효특성

2006년 12월부터 2008년 1월까지의 기간에 구입한 배추에 소금만 첨가하여 발효시켜 본 결과 Fig. 1에서와 같이 7월부터 9월 사이의 김치는 대체로 발효 7일 이내에 최고산도에 도달하였으며, 최고산도는 모두 1.0%를 넘지 못하였다. 반면, 10월부터 1월 사이에 제조한 김치는 대체로 발효 10일 이후에 최고산도에 도달하였으며, 최고산도는 모두 1.3%를 넘었다.

이는 시기상으로 보아 7월부터 9월까지의 배추는 봄 배추 재배기간에 해당되며, 10월부터 1월까지의 배추는 가을 배추 재배기간에 해당하는 것으로 추정되어 배추의 재배계절이 김치발효시 산도생성에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 Shim 등 (1)의 연구결과와 같은 경향이었다.

마늘의 첨가가 배추에 미치는 영향

봄 배추와 가을 배추에 각각 마늘을 첨가하여 제조한 김치를 발효시킨 결과, 봄 배추에서는 발효 초기 마늘 첨가군이 대조군에 비해 발효속도가 촉진되었으며, 발효가 진행됨에 따라 첨가량에 따른 산도차이도 뚜렷하게 나타났다(Fig. 2). 반면 가을 배추

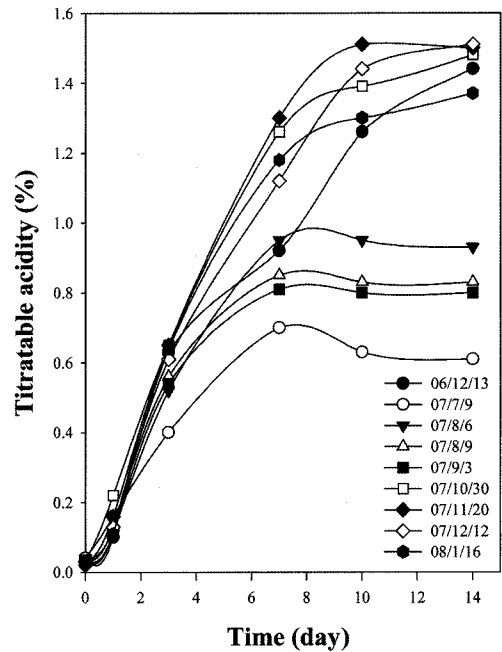


Fig. 1. Changes of titratable acidity of kimchi with Chinese cabbages only cultivated in different months of the year (year/month/day).

로 제조한 김치에서는 전체적으로 마늘 첨가군의 최종산도는 대조군보다 약간 높게 나타났지만, 마늘의 첨가량에 비해 발효 촉진 현상은 관찰되지 않았다.

당(포도당) 첨가의 영향

당은 젖산균의 번식을 위한 에너지원으로 필수적인 성분이며, 당을 첨가한 김치에서 산의 함량이 더 높았다는 연구 결과가 있다(15,16). 봄 배추에 당을 첨가한 결과 발효 초기에는 대조군과 차이가 나타나지 않았으나, 대조군이 최고산도를 나타낸 발효 5일 이후부터 당을 첨가한 시료가 더 높은 산도를 나타내며 첨가량에 따른 산도차이도 뚜렷하게 나타났다(Fig. 3A). 따라서 봄 배추는 당이 부족하여 발효가 충분히 일어나지 못하는 것으로 해석되었다.

반면 가을 배추에 당을 첨가했을 때는 발효 초기부터 발효가 끝나는 때까지 대조군과 첨가군 간의 산도 차이가 나타나지 않았다(Fig. 3B). 이는 봄 배추와는 달리 가을 배추에는 발효하기에 충분한 양의 당을 함유하고 있기 때문에 더 이상의 당 첨가가 발효에 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되었다.

김치를 제조할 때 당류를 첨가하면 산도가 증가했다는 보고(15,16)와 상반되는 Jung 등(17)의 보고에 따르면 첨가한 당류가 김치의 발효에 관여하지 않는다고 하였다. 본 연구의 결과에 비

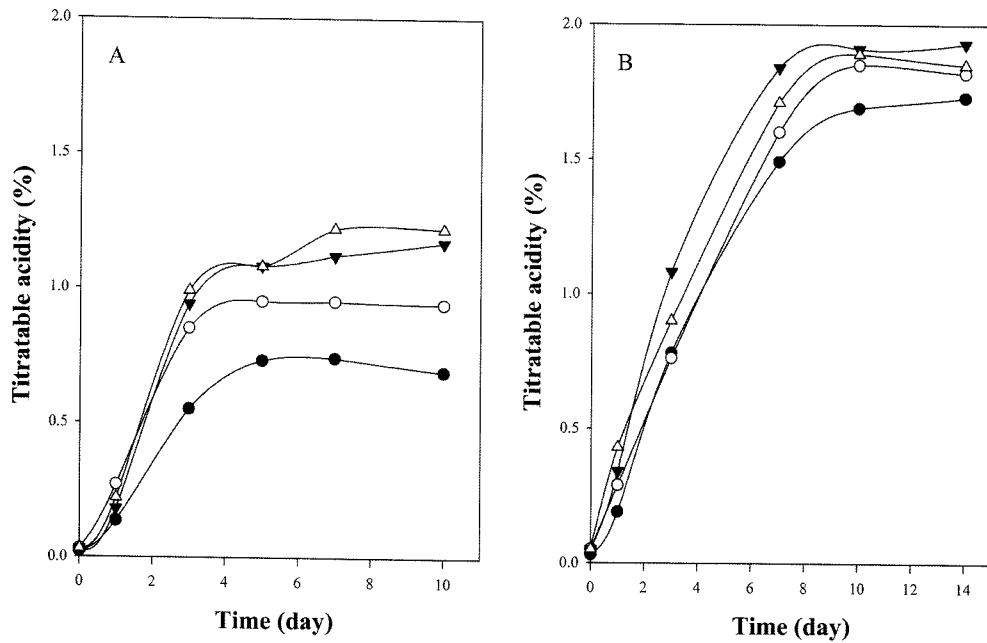


Fig. 2. Changes of titratable acidity as affected by different concentrations of garlic during the fermentation of different Chinese cabbage cultivated in different seasons. A, spring Chinese cabbage; B, autumn Chinese cabbage; ●, control; ○, 1% garlic; ▼, 2% garlic; △, 4% garlic.

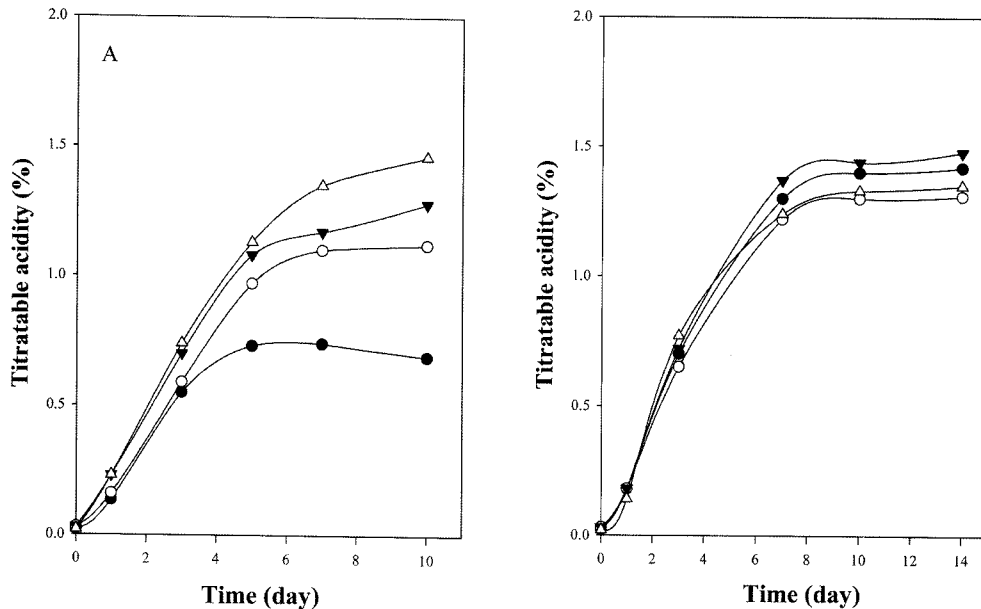


Fig. 3. Changes of titratable acidity as affected by different concentrations of glucose during the fermentation of Chinese cabbages cultivated in different seasons. A, spring Chinese cabbage; B, autumn Chinese cabbage; ●, control; ○, 1% glucose; ▼, 2% glucose; △, 4% glucose.

추어 볼 때, 당류 첨가가 영향을 미친다는 보고는 봄 배추를 사용한 김치의 발효연구 결과로, 그렇지 않다는 결과는 가을 배추를 사용하여 실험하였기 때문에 나타난 결과로 추정되었다.

당 이외의 영양성분 첨가의 영향

Yeast extract나 peptone에는 당과 마찬가지로 젖산균의 번식에 필요한 여러 가지 영양성분이 포함되어 있다. 봄 배추를 이용해 만든 김치에 yeast extract와 peptone을 첨가한 결과 발효 1일째부터 대조군과 첨가군 사이의 산도차이가 나타나기 시작하여 발효

5일째 첨가량에 따른 산도차이가 가장 크게 나타났으며, 이후 이 차이가 계속적으로 유지되었다(Fig. 4A). 이는 Park과 Kim(15)과 이 등(18)이 MSG와 skim milk 등의 단백질 급원 첨가시 유기산의 생성량이 많아졌다는 보고와 일치하는 내용이었다. 단백질 급원을 첨가하였을 때 산도 증가현상이 관찰된 연구는 봄 배추를 이용해 김치 연구를 했었을 것으로 추정되었다.

반면 가을 배추에서는 위에 언급한 영양성분을 첨가하여도 초기 발효와 최종산도에 영향을 미치지 못하였는데(Fig. 4B), 이는 가을 배추에는 발효하기에 충분한 양의 영양성분을 함유하고 있

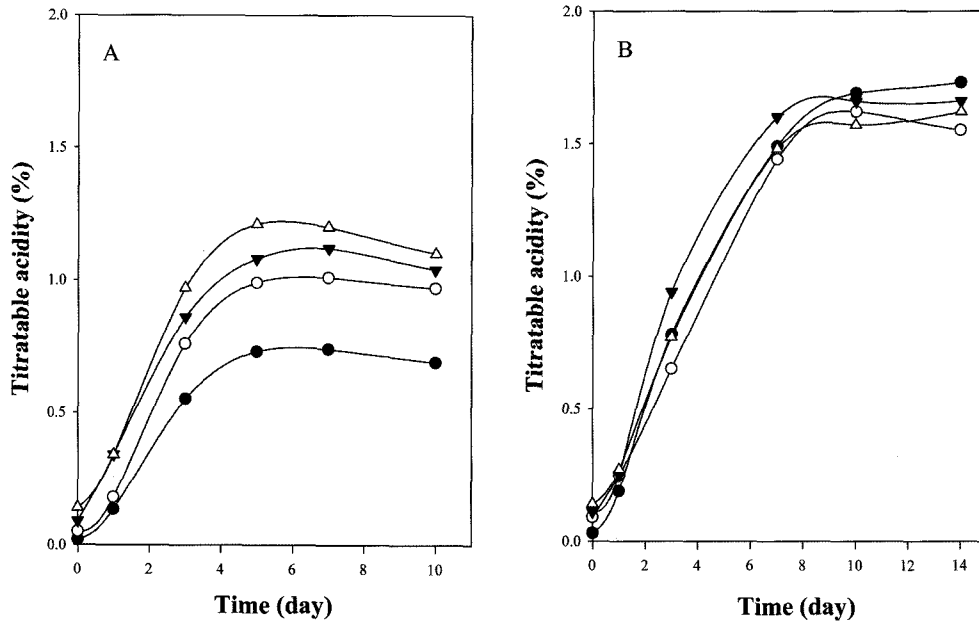


Fig. 4. Changes of titratable acidity as affected by different concentrations of nutrients during the fermentation of Chinese cabbages cultivated in different seasons. A, spring Chinese cabbage; B, autumn Chinese cabbage; ●, control; ○, 0.3% yeast extract+0.1% peptone; ▼, 0.6% yeast extract+0.2% peptone; △, 1.2% yeast extract+0.4% peptone.

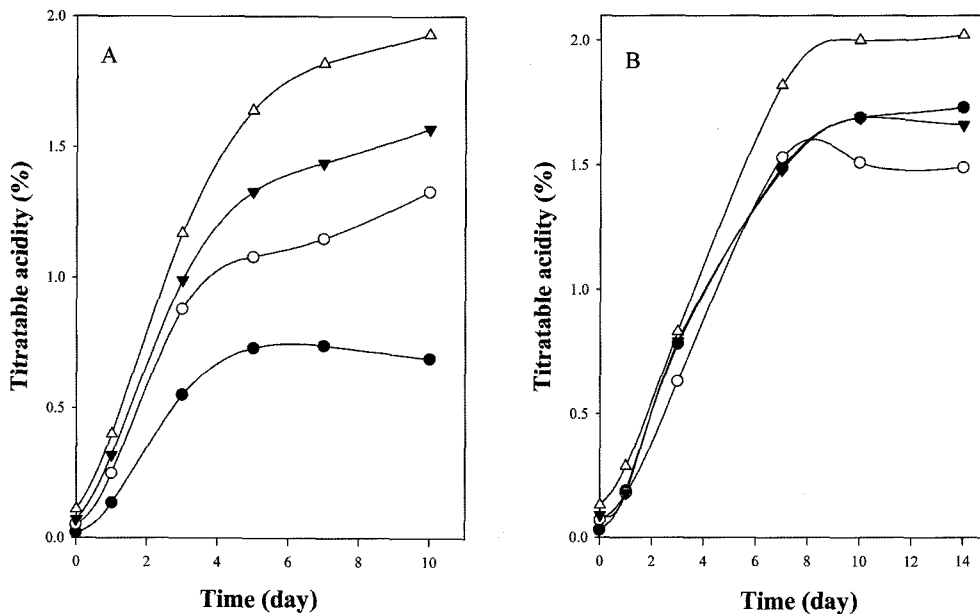


Fig. 5. Changes of titratable acidity as affected by different concentrations of glucose and nutrients during the fermentation of Chinese cabbages grown in different seasons. A, spring Chinese cabbage; B, autumn Chinese cabbage; ●, control; ○, 1% glucose+0.3% yeast extract+0.1% peptone; ▼, 2% glucose+0.6% yeast extract+0.2% peptone; △, 4% glucose+1.2% yeast extract+0.4% peptone.

어 추가로 첨가한 영양성분이 젖산발효에 큰 영향을 주지 못한 것으로 판단되었다.

당과 영양성분의 첨가

당과 영양성분을 개별적으로 첨가했을 때 각각의 첨가물에 의해 영향을 받았던 봄 배추에서는 당과 영양성분을 함께 첨가한 결과 발효가 진행되는 동안 더 크게 산도차이가 나타났다(Fig. 5A). 당과 영양성분의 영향을 동시에 받기 때문에 각각을 따로 첨가했을 때보다 산도차이가 큰 것으로 추정되었다.

반면 당과 영양성분을 개별적으로 첨가했을 때 영향을 받지 않았던 가을 배추에서는 포도당과 yeast extract, peptone이 동시에 첨가되어도 봄 배추에서와 같은 발효 촉진작용이 관찰되지 않았다(Fig. 5B).

부재료의 첨가

부재료가 김치 발효에 미치는 영향에 관한 연구 보고는 다양하였다. 일반적으로 고춧가루와 마늘은 김치의 발효를 촉진시키며, 생강과 쪽파는 발효에 영향을 미치지 못한다고 보고되고 있

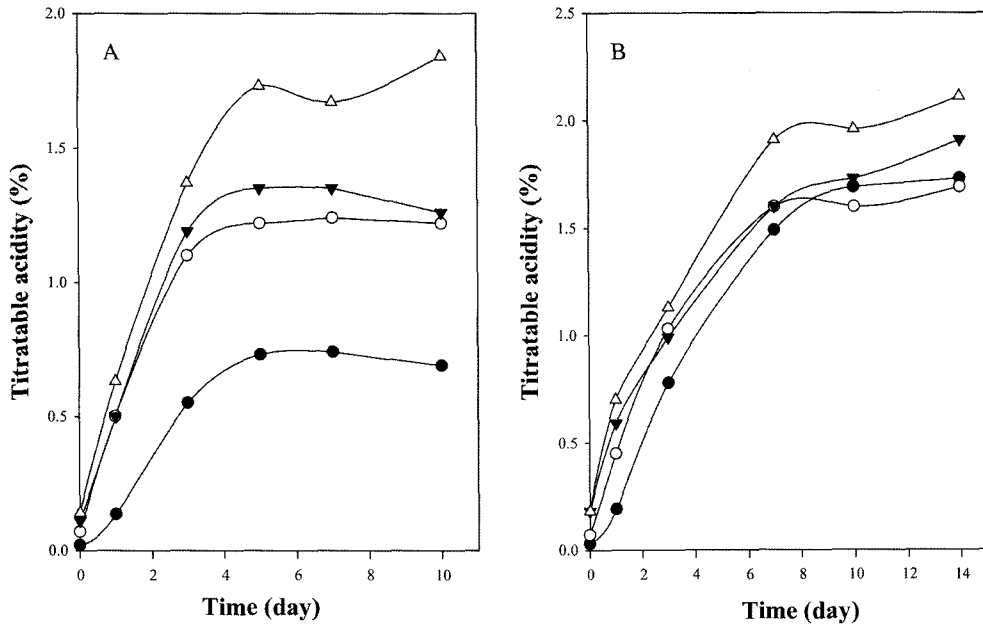


Fig. 6. Changes of titratable acidity as affected by different concentrations of ingredients (red pepper powder, garlic, ginger, green onion) during the fermentation of Chinese cabbages grown in different seasons. A, spring Chinese cabbage; B, autumn Chinese cabbage; ●, control; ○, 1% garlic+1% red pepper powder+0.4% ginger+2% green onion; ▼, 2% garlic+2% red pepper powder+0.8% ginger+4% green onion; △, 4% garlic+4% red pepper powder+1.6% ginger+8% green onion.

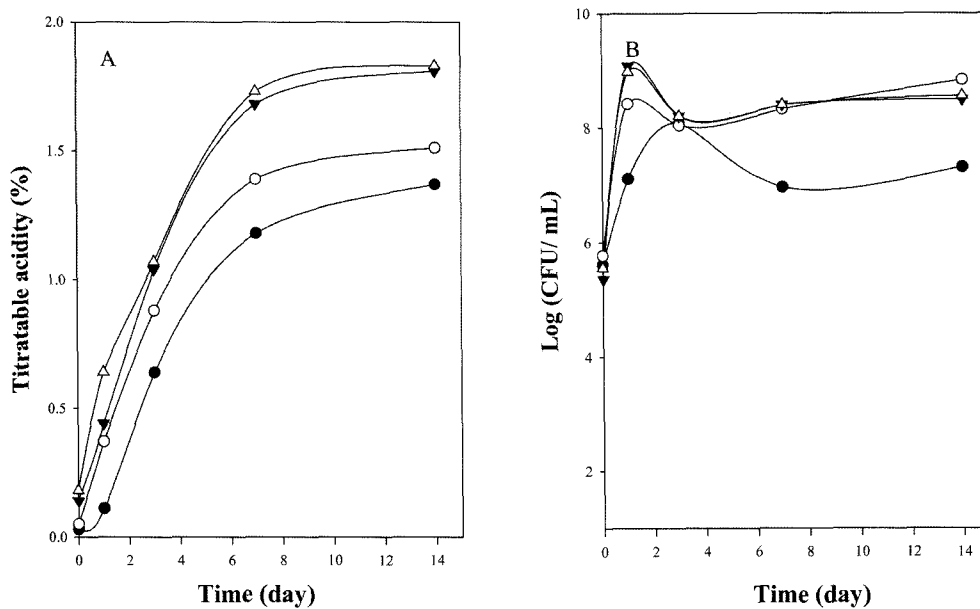


Fig. 7. Changes of titratable acidity and lactic acid bacterial counts during the fermentation of autumn Chinese cabbage added different ingredients. ●, control; ○, 2% garlic; ▼, 2% red pepper powder+0.8% ginger+4% green onion; △, 2% red pepper powder+0.8% ginger+4% green onion+2% garlic.

다(6,11,12,15,19-21). 배추에 부재료를 첨가하여 발효시켜본 결과, 봄 배추와 가을 배추 모두 당과 영양성분을 함께 첨가했을 때와 비슷한 그래프를 나타내었는데, 봄 배추에서는 부재료의 첨가량에 따른 산도차이가 크게 나타났으며(Fig. 6A), 가을 배추에서는 부재료의 영향을 매우 적게 받았다(Fig. 6B).

젖산균수의 측정

마늘이 김치의 발효를 촉진시킨다는 보고 중 특히 김치의 발

효 초기 마늘이 호기성세균의 생육을 억제하여 상대적으로 젖산균의 생육이 촉진되기 때문이라는 보고(12,13)가 있는데 이를 확인하기 위하여 젖산균의 수를 측정하여본 결과, 대조군에 비해 발효 1일째부터 젖산균의 수가 훨씬 많이 증가하였다. 그러나 마늘을 제외한 부재료를 첨가한 시료에서도 마늘첨가 시료와 마찬가지로 젖산균의 수가 증가하였다(Fig. 7). 따라서 마늘의 특수한 성분 때문에 젖산균의 생육이 촉진된 것이 아니고 부재료를 첨가했을 때에도 나타나는 당과 영양성분의 충분한 공급으로 인한

젖산균 증가 현상이라 추측되었다.

요 약

김치를 제조할 때 마늘이 김치의 발효를 촉진시킬 때도 있지만 영향을 미치지 못할 때도 있었다. 배추 자체만으로도 발효가 충분히 일어나는 가을 배추김치에는 마늘을 첨가하여도 발효촉진 작용이 나타나지 않았지만, 자체만으로는 발효력이 약한 봄 배추김치에는 마늘을 첨가했을 때 발효촉진 현상이 관찰되었다. 봄 배추를 사용하여 만든 김치에 포도당, yeast extract와 peptone, 김치 부재료를 각각 따로 첨가했을 때에도 마늘을 첨가했을 때와 같은 촉진현상이 관찰되었으나, 가을 배추김치에서는 촉진현상이 거의 나타나지 않았다. 따라서 마늘이 김치의 발효를 촉진하는 현상은 마늘 특유의 고유한 성분에 의한 촉진작용이 아니고 배추의 영양소 구성성분 특성에 따라 나타나는 현상으로 해석되었다. 즉, 마늘의 첨가를 통해 공급되는 당이나 영양성분이 봄 배추의 부족한 영양을 보충해 줌으로써 나타나는 일반적인 현상으로 판단되었다.

감사의 글

이 연구는 두뇌한국21사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Shim ST, Kim KJ, Kyung KH. Effect of soluble-solids contents of Chinese cabbages on kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 278-283 (1990)
2. No HK, Lee SH, Kim SD. Effects of ingredients on fermentation of Chinese cabbage kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 642-650 (1995)
3. Lee SK, Shin MS, Jhong DY, Hong YH, Lim HS. Changes of kimchis contained different garlic contents during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 68-74 (1989)
4. Kim MH, Shin MS, Jhon DY, Hong YH, Lim HS. Quality characteristics of kimchis with different ingredients. J. Korean Soc. Food Nutr. 16: 268-277 (1987)
5. Ryu JY, Lee HS, Rhee HS. Changes of organic acids and volatile flavor compounds in kimchis fermented with different ingredients. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 169-174 (1984)
6. Ahn SY. The study on the fermentation of kimchi (part 1)-The effect of the ratio of ingredients on kimchi fermentation. The report of NIRI Korea 20: 61-68 (1970)
7. Lee SH, Kim SD. Effect of various ingredients of kimchi on the kimchi fermentation. J. Korean Soc. Food Nutr. 17: 249-254 (1988)
8. Cho NC, Jhon DY, Shin MS, Hong YH, Lim HS. Effect of garlic concentrations on growth of microorganisms during kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 231-235 (1988)
9. Park WP, Kim ZU. The effect of spices on the kimchi fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 34: 235-241 (1991)
10. Cho HK, Park SH, Jo JS, Jung CS. Effect of the garlic on the fermentation and quality of kimchi. Korean J. Diet. Culture 16: 470-477 (2001)
11. Yu EJ, Shin MS, Jhon DY, Hong YH, Lim HS. The changes of pectic substances of kimchis with different garlic contents during the fermentation periods. Korean J. Soc. Food Sci. 4: 59-63 (1988)
12. Lee SW, Woo SJ. Effect of some materials on the content of nitrate, nitrite, and Vitamin C in kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 4: 161-166 (1989)
13. Yi JH, Cho Y, Hwang IK. Originals : Effects of kimchi minor ingredients on the growth of lactic acid bacteria. Korean J. Soc. Food Sci. 11: 511-520 (1995)
14. Cho Y, Yi JH. Effect of kimchi submaterial on the growth of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. Korean J. Soc. Food Sci. 10: 35-38 (1994)
15. Park WP, Kim ZU. The effect of seasoning and salted - fermented fish on kimchi fermentation. J. Korean Agr. Chem. Soc. 34: 242-248 (1991)
16. Hahn YS, Woo KJ, Park YH, Lee TY. The nature of viscous polysaccharide formed kimchi added sucrose. J. Korean Soc. Food Sci. Nurt. 26: 198-202 (1997)
17. Jung HS, Ko Y, Lim SJ. Effects of sugars on kimchi fermentation and on the stability of ascorbic acid. Korean J. Nutr. 18: 36-45 (1985)
18. Lee HS, Ko YT, Lim SJ. Effects of protein sources on kimchi fermentation and on the stability of ascorbic acid. Korean J. Nutr. 17: 101-107 (1984)
19. Park SH, Lee JH. Consumer acceptance and sensory characteristics of kimchi prepared with different kinds of subsidiary ingredients. Korean J. Soc. Food Sci. 22: 370-378 (2006)
20. Lee SH, Kim SD. Effect of starter on the fermentation of kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr. 17: 342-347 (1988)
21. Park WP, Kim ZU. The effect of spices on the kimchi fermentation. J. Korean Agr. Chem. Soc. 34: 235-241 (1991)