

## 자일로스와 자일리톨 첨가가 김치의 유기산 발효에 미치는 영향

김동경 · 김상용\* · 이정결\* · 노봉수  
서울여자대학교 식품·미생물공학과, \*(주)바이오 앤 진

### Effects of Xylose and Xylitol on the Organic Acid Fermentation of *Kimchi*

Dong-Kyung Kim, Sang-Yong Kim\*, Jung-Kul Lee\* and Bong-Soo Noh  
Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University  
\*Bio N Gene. Co. Ltd.

#### Abstract

This study was conducted to investigate the utilization of xylose and xylitol on *Lactobacillus* species isolated from *Kimchi* and their effect on the pH, titratable acidity, microorganism and formation of organic acids in *Kimchi* during fermentation at 10°C. Five species among six *Lactobacillus* species isolated from *Kimchi* could not utilize medium with xylose. All the *Lactobacillus* species isolated from *Kimchi* could not utilize medium with xylitol. The pH of *Kimchi* samples were similar to that of control *Kimchi*. The titratable acidity of *Kimchi* with xylose or xylitol was lower than that of control. This agreed to the degree of formation of lactic acid during fermentation of *Kimchi*. Formation of lactic acid for *Kimchi* with xylitol was lower than those of others. Therefore, shelf-life of *Kimchi* with xylitol could be extended.

Key words : *Kimchi*, fermentation, organic acid, xylose, xylitol

#### 서 론

우리 고유의 전통식품인 김치류는 배추 김치, 깍두기, 동치미 등 그 종류가 다양하며 독특한 맛과 향기 등을 지닌 채소 발효식품으로 오랫동안 여러 가정에서 섭취되고 있다.

김치는 발효 숙성과정이나 유통과정 중에 산도가 증가하고 연부 현상이 일어나고 풍미의 변화가 심하여 상품화에 어려움이 있어 김치의 가식기간을 연장하여 저장성을 향상시키기 위한 연구가 필요하며 김치를 담그는 과정에서부터 소비에 이르기까지 김치의 젖산 발효과정을 조절하고 예측하는 것은 양질의 품질을 생산하기 위하여 매우 중요한 일이다.

김치류 발효 초기에 김치 원부재료 유래의 각종 효소가 작용하여 이상 젖산발효세균인 *Leuconostoc mesenteroides*의 번식이 현저하다. 이런 *Leuconostoc*

*mesenteroides*는 김치류의 주 세균으로 생각되며<sup>(1)</sup> 이들이 발효를 했을 때는 상쾌한 발효채소의 맛을 주나 이어서 나타나는 정상 젖산발효 세균인 *Lactobacillus plantarum*은 너무 강한 신맛을 주므로 채소발효에 이상 젖산발효균을 이용하고자 하는 연구가 있었다<sup>(2,3)</sup>. 발효 후기에는 김치 내에서 번식한 미생물 유래의 효소가 활성화하는 시기로 *Lactobacillus plantarum*이 증가하는 반면, *Leuconostoc mesenteroides*는 감소하는 시기이다. 또한 채소류를 발효할 때 완전 발효가 일어나 발효 가능한 당이 모두 소진된다면 정상 젖산발효세균에 의한 강한 신맛이 생기는 것을 방지할 수 있음은 물론 효모에 의한 2차 발효도 효과적으로 방지할 수 있다고 하였다<sup>(2,4)</sup>. 그러나 젖산균이라 할지라도 반드시 발효성 당이 있어야 젖산발효를 할 수 있으므로 만일 재료에 발효성당이 아닌 당알코올이 첨가된다면 김치류가 익은 후에 산패되는 결과는 나오지 않게 된다.

김치의 유통기간 연장을 위한 저장 방법은 무엇보다 김치의 과숙 현상을 억제하는 것이 중요하다고 할 수 있는데 이런 김치의 과숙 현상은 주로 내산성 발효미생물에 의한 pH의 감소, 유기산 조성의 변화 및 불쾌한 휘발성 물질의 생성 그리고 조직 구성 물질의

Corresponding author : Bong-Soo Noh, Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University, 126 Kongleung-dong, Nowon-Ku, Seoul 139-774, Korea.  
Tel : 82-2-970-5636  
Fax : 82-2-970-5639  
E-mail : bsnoh@swu.ac.kr

분해에 의한 조직의 연화로 김치의 맛, 냄새, 텍스처 등 관능적 품질의 저하가 주 원인이라 할 수 있으므로 과숙현상을 억제하려면 무엇보다 이러한 현상을 일으키는 미생물의 번식억제가 선결과제라 믿어진다.

김치류의 저장성 향상을 위한 연구로 발효 말기에 번식하는 젖산균 등 내산성 미생물을 살균코저 할 때 가열처리가 필요하다고 보고되어 있으나<sup>(5-8)</sup>, 이러한 가열처리하는 김치의 맛과 조직에 현저한 변화를 가져와 관능적 품질을 크게 감소시키는 단점이 있어 김치 특유의 신선도에 큰 영향을 주지 않는 한도 내에서 가열해야 하는 어려움이 있으며, 미생물의 번식 억제를 위하여 sorbic acid, *p*-hydroxybutyl benzoate, sodium dehydroacetate 등 방부제가 검토된 바 있지만<sup>(9)</sup>, 소비자들의 방부제에 대한 부정적인 인식이 문제가 되고 있다. 현재까지 김치류에 관한 연구는 미생물과 화학적 성분, pH와 산도, 발효성 당류가 김치발효에 미치는 영향<sup>(10,11)</sup>에 관하여 주로 연구되고 있다.

본 연구는 김치의 저장기간 동안 유기산 함량을 측정하는 것으로 김치 제조 시 첨가되는 부재료 중 하나인 당류 중 자일로스와 자일리톨을 첨가한 김치의 미생물 이용 정도와 이들 당류의 첨가가 김치 발효 시 pH와 산도 등의 화학적 특성과 유기산의 함량 등에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 재료로 배추, 청파, 마늘, 고춧가루 등은 농협에서 구입하여 당일 사용하였다. 소금은 천일염을, 설탕은 제일제당의 가는 정백당을, 자일로스와 자일리톨은 (주)보락에서 제공받아 사용하였다.

### 미생물의 당 이용도 측정

김치의 주요 젖산균인 *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*를 선정하여 김치에서 분리하여 보관된 *Lactobacillus plantarum*(KFRI 814, KFRI 815), *Leuconostoc mesenteroides*(KFRI 819, KFRI 820) 및 *Streptococcus faecalis*(KFRI 822, KFRI 826)를 한국식품개발연구원 생물공학 연구본부에서 분양 받아 MRS 액체배지(Difco Lab, USA) 5 mL에서 24시간 동안 배양시킨 후 다시 20 mL MRS 액체배지에서 재활성화 시킨 것을 접종 원액으로 사용하였다. 포도당, 과당, 갈락토오스, 설탕, 솔비톨과 자일로스, 자일리톨을 20%로 제조하여 멸균된 용기에 0.45  $\mu$ m의 filter(Millipore, USA)로 여과한

후 당이 제거된 MRS 액체배지에 당의 최종농도가 0.5%가 되도록 배지를 제조하였다<sup>(12)</sup>. 이렇게 제조된 MRS 액체배지에 활성화시킨 균을 0.1% 씩 접종한 후 37°C에서 4일간 배양하면서 색의 변화와 pH를 측정하여 균주의 당 이용도를 비교 조사하였다.

### 젖산균수

분양 받은 균은 MRS 액체배지에서 5 mL에서 24시간 동안 배양시킨 후 20 mL MRS 액체배지에서 재활성화 시킨 것을 접종 원액으로 사용하였다. 우선 당이 제거된 MRS 액체배지에 자일로스와 자일리톨을 각각 1과 10%씩 첨가하여 배지를 제조하였으며, 다음으로 당을 제거하지 않은 MRS 액체배지에 자일로스와 자일리톨을 각각 1과 10%씩 첨가하여 배지를 제조한 후 활성화시킨 균을 0.1%씩 접종하여 배양시킨 후 1 mL 취하여 0.85% 멸균식염수에 단계적으로 희석한 후 1 mL씩 pouring culture method로 접종하였다. MRS agar 배지를 사용하여 32°C에서 48시간 평판 배양한 후 균수를 측정하였다<sup>(12)</sup>.

### 김치의 제조

배추를 잘 다듬어 깨끗이 씻은 후 4등분하여 절임수에 잠기도록 절임통에 넣었다. 절임수로 10%의 소금물에 15시간 절인 다음 흐르는 물로 2회 세척 후 1시간 탈수시켰다. 김치 제조 시 부재료는 절임 배추 1,000 g당 파, 고춧가루, 마늘을 각각 50, 30, 25 g씩 각각 첨가하여 혼합하였다. 이때 김치 시료는 우선 당류를 첨가하지 않은 대조구와 자일로스, 자일리톨, 설탕을 각각 절임 배추의 1%씩 첨가하여 김치를 제조하였다.

### 김치의 pH 및 적정산도

제조한 김치 시료의 약 50 g을 믹서기(한일믹서기, FM-707T)로 2분간 분쇄하고 여과지(Whatman No. 1, England)로 여과한 후 그 여과액으로 pH와 적정산도를 구하였다<sup>(13)</sup>. pH는 여과액 20 mL를 취하여 pH meter(Orion Model 720A, USA)로 직접 측정하였다. 산도는 김치액 10 mL를 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 소비량을 구한 후 lactic acid(% w/w)로 환산하여 표시하였다.

### 유기산 측정

김치의 유기산은 시료 15 mL를 10,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 상등액을 취하여 0.45  $\mu$ m의 membrane filter로 여과한 후 HPLC에 주입하였다.

**Table 1. Operating conditions of HPLC for the analysis organic acids**

Column	Aminex HPX-87H (300×7.8 mm, Biorad, Serial No. 404437, USA)
Instrument	Shimadzu LC-10AD
Detector	Shimadzu SPD-10A 210 nm
Column temp.	35°C
Flow rate	0.6 mL/min
Mobile phase	0.008 N Sulfuric acid
Injection volume	20 µL

HPLC 조건은 다음과 같다(Table 1).

### 결과 및 고찰

#### 김치미생물의 당 이용도

김치에서 분리하여 보관된 젖산균 중 6 종을 분양 받아 이 균주들의 당 이용 정도를 조사하였다(Table 2). 젖산균 6 종 중 모든 종류의 균이 단당류인 포도당과 과당을 이용하였다. *Leuconostoc mesenteroides* KFRI 820의 경우는 갈락토오스를 이용하지 못하였고, *Leuconostoc mesenteroides* KFRI 820과 *Streptococcus faecalis* KFRI 822는 설탕을 이용하지 못하였다. 또한 *Leuconostoc mesenteroides* KFRI 820과 *Streptococcus faecalis* KFRI 822, KFRI 826은 솔비톨을 이용하지 못하여 성장이 없었다.

자일로스의 경우를 보면 *Leuconostoc mesenteroides* KFRI 820을 제외한 모든 균이 자일리톨을 이용하지 못하였고, 자일리톨의 경우는 젖산균 6종 모두가 자일리톨을 이용하지 못하였다. 이를 구 등<sup>(14)</sup>의 결과와 비교하면 *Lactobacillus plantarum*은 갈락토오스를 이용하지 못하였으나 본 실험에서는 이용하였으며 설탕과 솔비톨의 결과를 보면 *Streptococcus faecalis*종의 결과에서 다소 차이를 볼 수 있었다. 또한 *Lactobacillus plantarum*과 *Leuconostoc mesenteroides*종이 갈락토오스와 솔비톨을 이용할 수 있다고 보고된 Bergey's

manual<sup>(15)</sup>의 내용과 다른 결과를 나타냈다. 본 실험에서는 자일로스와 자일리톨이 김치에서 분리한 젖산균 중 일부에게서 이용되지 못하므로 김치 발효에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

#### 미생물의 젖산균수

자일로스와 자일리톨을 첨가하지 않은 대조구와 자일로스와 자일리톨을 각각 0.5, 5%씩을 배지에 첨가한 구의 젖산균수를 비교하였다(Table 3). *Lactobacillus plantarum*의 젖산균수를 측정된 결과 대조구와 자일로스와 자일리톨 첨가구 사이에 큰 차이는 없었으며 *Leuconostoc mesenteroides* 균수의 측정 결과 대조구에 비하여 자일리톨 첨가구가 약간 적게 나타난 것을 알 수 있다. 이에 비해 자일로스 첨가구는 대조구와 거의 비슷하게 나타났으며 *Streptococcus faecalis*의 경우도 대조구와 큰 차이는 없었다. 이는 정 등<sup>(10)</sup>의 젖산균이 자라기 위해서는 김치 재료에 들어있는 영양만으로도 발효가 충분하므로 당류 첨가가 유산균의 성장에 영향을 미치지 않았다고 보고한 것과 동일한 결과를 나타냈다. 일반적으로 젖산균은 김치 발효에 가장 큰 영향을 미치는 균으로 초기에 급격히 증가하다가 산도의 증가에 의해 서서히 감소하는 경향이 있다. 위의 결과로 볼 때 김치에서 분리한 젖산균 중 일부는 자일로스와 자일리톨을 이용하고 일부는 이용하지 못하지만 자일로스와 자일리톨의 첨가가 젖산균 성장에는 큰 영향을 주지는 못하는 것으로 보인다. 이는 김치에서 분리한 젖산균이 자라기 위해서는 김치 재료에 들어있는 영양만으로도 발효가 충분하므로 당류 첨가가 젖산균의 성장에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었으며 김치에서 분리한 젖산균 중 일부는 자일로스와 자일리톨을 이용하고 일부는 이용하지 못하나 김치에 있는 다른 당을 이용하여 성장하므로 자일로스와 자일리톨의 첨가여부에는 큰 영향을 받지 못한 것으로 여겨진다.

**Table 2. Comparisons of sugar assimilation pattern of lactic acid bacteria isolated from Kimchi**

Microbes		Sugar or sugar source							
		Control	Glucose	Fructose	Galactose	Sucrose	Sorbitol	Xylose	Xylitol
<i>Lactobacillus plantarum</i>	814	-	+	+	+	+	+	-	-
	815	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	819	-	+	+	+	+	+	-	-
	820	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>Streptococcus faecalis</i>	822	-	+	+	+	-	-	-	-
	826	-	+	+	+	+	-	-	-

Table 3. Effects of xylose and xylitol on the number of lactic acid bacteria isolated from Kimchi

Microbes	Strain No.	Lactic acid bacteria (cfu/mL)		
			With sugar or sugar alcohol	No sugar or sugar alcohol
<i>Lactobacillus plantarum</i>	KFRI 814	Control	3×10 <sup>10</sup>	-
		Xylose 0.5	2×10 <sup>10</sup>	6×10 <sup>5</sup>
		5.0	2×10 <sup>10</sup>	6×10 <sup>5</sup>
		Xylitol 0.5	1×10 <sup>10</sup>	7×10 <sup>4</sup>
		5.0	2×10 <sup>10</sup>	3×10 <sup>4</sup>
		Control	4×10 <sup>10</sup>	-
	KFRI 815	Xylose 0.5	5×10 <sup>10</sup>	2×10 <sup>5</sup>
		5.0	6×10 <sup>10</sup>	4×10 <sup>5</sup>
		Xylitol 0.5	5×10 <sup>10</sup>	5×10 <sup>5</sup>
		5.0	4×10 <sup>10</sup>	3×10 <sup>5</sup>
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	KFRI 819	Control	2×10 <sup>10</sup>	-
		Xylose 0.5	4×10 <sup>9</sup>	4×10 <sup>5</sup>
		5.0	3×10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>5</sup>
		Xylitol 0.5	2×10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>4</sup>
	5.0	2×10 <sup>9</sup>	2×10 <sup>4</sup>	
	KFRI 820	Control	4×10 <sup>9</sup>	-
		Xylose 0.5	2×10 <sup>9</sup>	1×10 <sup>7</sup>
		5.0	2×10 <sup>9</sup>	5×10 <sup>6</sup>
		Xylitol 0.5	1×10 <sup>9</sup>	5×10 <sup>4</sup>
		5.0	6×10 <sup>8</sup>	4×10 <sup>4</sup>
Control		3×10 <sup>9</sup>	-	
KFRI 822	Xylose 0.5	2×10 <sup>9</sup>	9×10 <sup>4</sup>	
	5.0	2×10 <sup>9</sup>	2×10 <sup>4</sup>	
	Xylitol 0.5	2×10 <sup>9</sup>	4×10 <sup>3</sup>	
	5.0	1×10 <sup>8</sup>	2×10 <sup>3</sup>	
<i>Streptococcus faecalis</i>	KFRI 826	Control	4×10 <sup>9</sup>	-
		Xylose 0.5	1×10 <sup>9</sup>	5×10 <sup>4</sup>
		5.0	1×10 <sup>9</sup>	9×10 <sup>4</sup>
		Xylitol 0.5	2×10 <sup>9</sup>	5×10 <sup>3</sup>
	5.0	1×10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>3</sup>	
	Control	4×10 <sup>9</sup>	-	

### 김치의 pH 및 적정산도

김치의 단맛을 내기 위해 첨가하는 설탕을 대신하여 자일로스와 자일리톨을 첨가하여 김치를 제조한 후 10°C에서 저장하면서 pH와 총산도를 측정하였다(Fig. 1). pH의 경우 초기 5.4이던 것이 발효가 진행됨에 따라 모든 실험군에서 비슷하게 약간의 감소를 보이다가 9일째에 대조구는 4.65이며 다른 실험군은 4.60이었다. 각 시료간에 큰 차이는 없었으나 설탕과 자일로스 첨가구는 대조구에 비하여 낮은 pH를 나타내었다. 이는 설탕 첨가구가 솔비톨 첨가구와 대조구보다 낮은 pH를 보여준 다른 연구 결과<sup>(14)</sup>와 같은 결과를 나타내었다. 자일리톨 첨가구의 경우는 자일로스와 거의 비슷한 pH를 나타내었다. 또한 다른 연구 보고의 결과<sup>(16)</sup>와도 거의 같은 결과로 시료간의 약간의 차이는 고춧가루, 파, 마늘과 같은 부재료와 원료 배추에 의하여 발효 중 차이가 생기므로 시료간에 차이가 크지 않다고 판단된다. 이 결과는 박 등<sup>(11)</sup>의 설탕 첨가 시 속성이 진행됨에 따라 대조구에 비하여 설탕 첨가구

가 더 높은 값을 보였다는 결과와 같았다.

적정산도의 경우 pH와는 달리 당류에 따라 약간의 차이를 볼 수 있는데 발효 초기에는 모든 시료가 0.32~0.35% 정도로 비슷한 산도를 보이다가 10일 이후에는 당류 첨가구가 대조구에 비하여 산도가 높게 나타났다(Fig. 1). 총 산도를 기준으로 김치의 가식기간을 0.4~0.75%로 하여 품질 수명을 예측한 보고<sup>(17)</sup>에 의하면 7°C 저장 시 18일 정도로 알려지고 있는데 10°C에서 저장한 본 실험에 의하면 대조구와 자일로스, 자일리톨을 첨가한 시료의 경우 9~12일이고, 설탕 첨가구의 경우에는 6~9일로 10일 이상이면 적정산도가 0.8% 이상을 나타내었다. 이는 솔비톨을 첨가하여 총산도를 기준으로 한 가식기간을 대조구의 약 2배 정도를 연장시킨 구 등<sup>(14)</sup>의 결과와 같은 결과를 보여 주어 발효성 당인 설탕이 김치의 산 생성 속도를 증가시킨다는 것을 알 수 있었다. 따라서 김치 제조 시 발효성 당인 설탕 대신에 자일로스나 당알코올인 자일리톨을 첨가하면 산의 생성속도를 억제시켜 가식기간을 연장

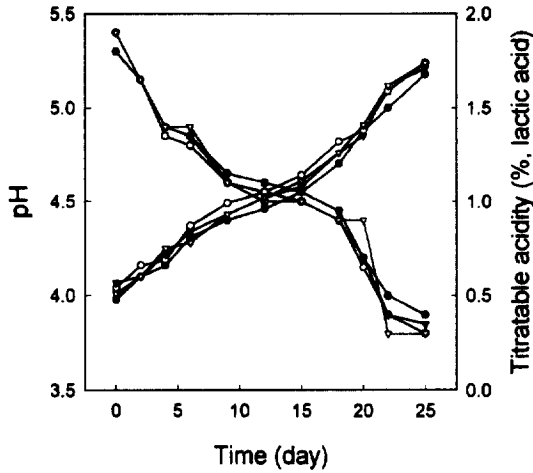


Fig. 1. Effects of xylose and xylitol on pH and titratable acidity of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

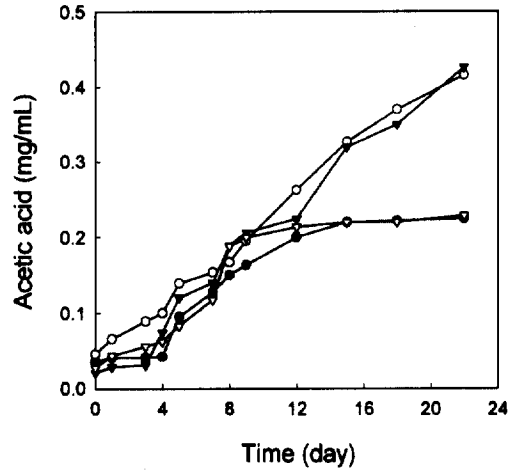


Fig. 3. Changes of acetic acid contents of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

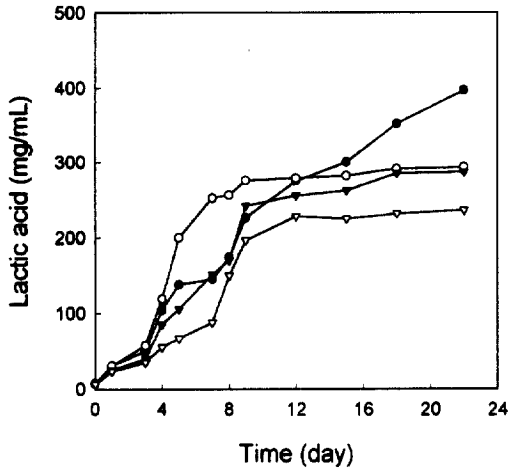


Fig. 2. Changes of lactic acid contents of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

시킬 수 있음을 알 수 있었다.

자일로스와 자일리톨을 첨가한 김치의 유기산 함량 변화

김치는 숙성이 진행됨에 따라 상큼한 신맛이 생기고 이러한 신맛은 김치의 숙성과정 중 생성되는 유기산 함량의 증가에 큰 영향을 받는다. 김치 발효 중 각각의 비휘발성 유기산 함량의 변화를 보면 젖산이 가장 많이 증가되고 유기산 중 거의 대부분을 차지하는 것을 알 수 있다. 이는 김치의 기호도에 큰 영향을 미치는데 이런 유기산 중 젖산 함량 변화를 발효기간에

따라 측정하였다(Fig. 2). 자일로스와 자일리톨을 첨가한 실험구의 경우 설탕을 첨가한 실험구 보다는 젖산 생성량이 적었다. 자일로스 첨가구는 대조구와 거의 비슷한 젖산이 생성되었으며, 자일리톨 첨가구의 경우는 대조구보다 적은 젖산이 생성되었다. 젖산의 증가속도를 보면 발효 초기부터 점진적으로 증가하다 발효 3~9일 사이에 급속한 성장을 보여 주는데, 이는 pH의 변화와 관련하여 볼 때 3일 이후부터 시작하여 9일 까지 젖산의 높은 축적으로 pH가 급격히 감소하는 현상과 일치함을 알 수 있다.

김치의 숙성과정 중의 유기산의 변화를 보면, 유기산을 생성하는 균들은 성질과 그 생리작용이 다르므로 숙성조건, 즉 배합원료의 종류, 숙성온도와 시기 및 소금의 농도에 따라 발효과정 중에 번식하는 균의 종류와 수효가 다르고, 양분의 소비상태 및 생성된 유기산의 종류와 양도 달라지게 된다<sup>(18)</sup>. 이러한 현상으로 볼 때 김치의 발효 시에는 모든 유기산이 유리(free)된 형태로 생성되며, 김치의 발효는 단순한 젖산의 생성이 아닌, 다른 유기산이 복합적으로 생성되어 증가하는 발효로서 특히 젖산과 숙신산의 생성이 다른 유기산들의 생성량에 비하여 주된 발효산임을 알 수 있다<sup>(19)</sup>. 김치 발효에 관여하는 혐기성균은 발효가 진행됨에 따라 급격한 증가를 보여주게 되며, 권<sup>(18)</sup>, 김등<sup>(20)</sup>, 황등<sup>(21)</sup> 및 김등<sup>(22)</sup>은 발효 최적기의 혐기성균은 대부분이 유산균이라고 보고하였다. 한편 호기성균은 발효 초기에는 증가하나 발효가 진행됨에 따라 곧 그 성장이 억제되어 감소하다가 저장 후기에 이르러 다시 급증하게 된다. 김치 숙성과정 중 각종 유기산을

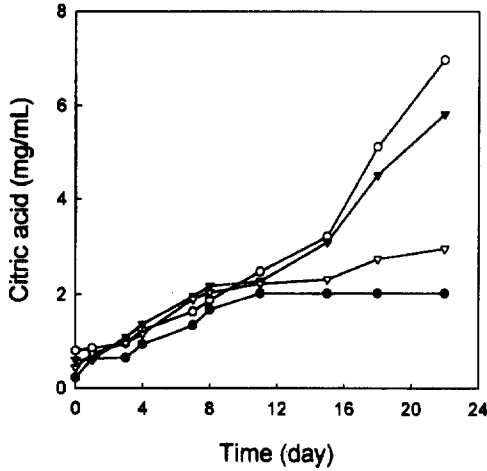


Fig. 4. Changes of citric acid contents of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

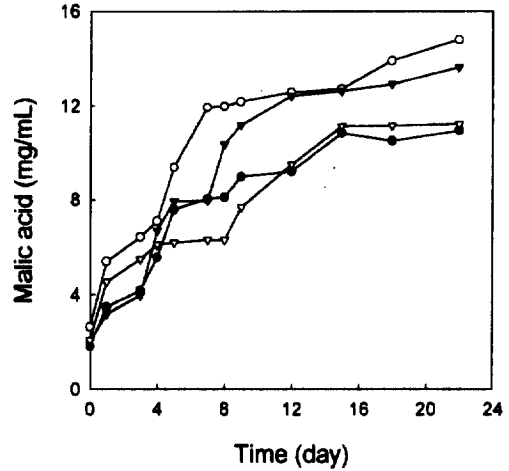


Fig. 6. Changes of malic acid contents of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

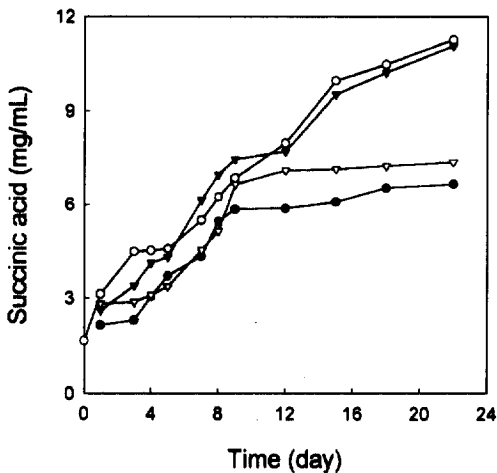


Fig. 5. Changes of succinic acid contents of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

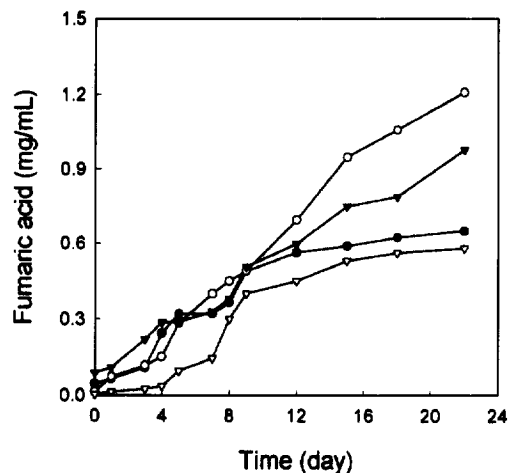


Fig. 7. Changes of fumaric acid contents of Kimchi during fermentation at 10°C.

● : control, ○ : sucrose, ▼ : xylose, ▽ : xylitol

생성하는 균들은 그 성질과 생리 작용이 다르기 때문에 생성 유기산의 종류와 양이 달라지게 되는데 이러한 현상으로 김치 고유의 풍미가 달라지게 된다<sup>(17)</sup>.

유산균을 제외한 다른 유기산의 함량을 측정된 결과를 보면 당류를 첨가하지 않은 대조구와 자일리톨 첨가구가 비슷한 유기산의 함량을 나타내었다. 자일로스를 첨가구의 경우 초산(Fig. 3)은 설탕과 거의 유사하게 생성되었고, 숙신산(Fig. 5), 푸마르산(Fig. 7)은 설탕 첨가구보다 다소 많이 생성되었으며 다른 구연산(Fig. 4), 사과산(Fig. 6)은 설탕 첨가구보다 각각의 함량이 적게 생성되었다.

본 실험의 결과 발효 시간이 지날수록 유기산 함량은 점차로 증가하는데 설탕을 첨가한 실험구에서는 당류를 첨가하지 않은 대조구에 비하여 유기산 함량의 증가가 빠르게 일어나며 그 함량도 많은 것을 볼 수 있다. 자일로스를 첨가구의 경우 초산, 숙신산, 푸마르산은 설탕과 거의 유사하거나 설탕 첨가구보다 다소 많이 생성되었으며 다른 구연산, 사과산은 설탕 첨가구보다 각각의 함량이 적게 생성되었다. 숙신산은 발효 중에 낮은 온도에서 잘 자라는 *Leuconostoc mesenteroides*에 의하여 생성되므로 젖산과 더불어 많이 생성되었다. 자일로스와 자일리톨을 첨가한 시료의

경우 대조구와 비슷하거나 대조구보다 적은 것으로 나타났다. 김치의 발효는 단순한 젖산만의 생성이 아니지만 주된 발효산이라 생각할 때 자일로스와 자일리톨의 첨가가 김치의 발효를 억제시킨다고 생각된다.

요 약

자일로스와 자일리톨을 첨가하여 제조한 김치 발효 시 pH, 적정산도 등의 이화학적 특성과 젖산 및 유기산의 함량을 측정하였으며, 김치에서 분리된 미생물의 당 이용도와 자일로스와 자일리톨을 첨가한 배지에서의 젖산균수를 측정하였다. 김치 미생물의 당 이용도를 보면 김치에서 분리한 젖산균 6종류 중 자일로스의 경우는 5균주가, 자일리톨의 경우에는 6균주 모두를 이용하지 못하는 것으로 볼 때 발효성 당이 아닌 자일로스와 당알코올인 자일리톨의 첨가가 김치의 숙성을 억제시켜 저장성을 향상시킬 수 있었다. 자일로스와 자일리톨을 첨가하여 제조한 김치의 pH는 시료간의 큰 차이는 없었으나, 자일리톨 첨가구의 경우가 다른 시료보다 높게 나타났으며, 적정산도의 경우는 자일로스와 자일리톨 첨가구의 경우가 다른 실험구보다 낮게 나타난 것으로 보아 산 생성속도를 억제시켜 가식기간을 연장시킬 수 있었다. 유기산의 측정 결과를 보면 자일로스와 자일리톨을 첨가한 실험구의 경우 설량을 첨가한 실험구보다 젖산과 다른 유기산의 생성이 느리게 나타나는 것을 볼 수 있었으며, 당류를 첨가하지 않은 대조구와는 거의 비슷하거나 다소 생성이 저해되었다. 따라서 김치 제조 시 자일로스와 자일리톨을 첨가하면 발효 미생물 등의 성장을 억제하여 김치의 저장기간 동안 숙성을 억제함으로써 유통기간을 연장시켜 김치의 가식기간을 연장시킬 수 있다.

문 헌

1. Mheen, T. I. and Kwon, T. W. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J. Sci. Technol.* 16(4): 443-450 (1984)
2. Chen, K. H., McFeeters, R. F. and Fleming, H. P. Fermentation characteristics of heterolactic acid bacteria in green bean juice. *J. Food Sci.* 48: 962-966 (1983)
3. Chen, K. H., McFeeters, R. F. and Fleming, H. P. Complete hetero lactic acid fermentation of green beans by *Lactobacillus cellobios*. *J. Food Sci.* 48: 967-971 (1983)
4. Fleming, H. P., McFeeters, R. F., Thompson, R. L. and Sanders, D. C. Storage stability of vegetables fermented with pH control. *J. Food Sci.* 48: 975-981 (1983)

5. Kim, S. D. Effect of pH adjuster on the fermentation of *Kimchi*. *J. Korean Soc. Nutr.* 14(3): 259-264 (1985)
6. Lee, S. J. The Manufacture of canned *kimchi*. *Korean Patent* 485 (1965)
7. Chung, H. K. Pulsed heat treatment of canned *kimchi*. *Korean Patent* 273 (1967)
8. Chun, Y. H. Sterilization of canned *kimchi*. *Korean Patent* 348 (1967)
9. Lee, C. Y., Kim, H. S. and Chun, J. K. Studies on the manufacture of canned *Kimchi*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 10: 33-38 (1968)
10. Jung, H. S., Ko, Y. T. and Lim, S. J. Effects of sugars on *Kimchi* fermentation and on the stability of ascorbic acid. *Korean J. Nutr.* 18(1): 36-45 (1985)
11. Park, W. P. and Kim, Z. U. The effect of seasonings and salted-fermented fish on *Kimchi* fermentation. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 34(3): 235-241 (1991)
12. Collins, C. H and Lyne, P. M. *Microbiological methods* (fifth edition). pp. 73, 130-133 Butterworth & Co. Ltd. (1985)
13. A. O. A. C. *Official Methods of Analysis*, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1984)
14. Ku, K. H., Cho, J. S., Park, W. S. and Nam, Y. J. Effects of sorbitol and sugar on the fermentation and sensory properties of baechu *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31(3): 794-801 (1999)
15. Kandler, O. and Weiss, N. Regular nonsporing gram positive rodes, In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Williams and Wilkins, Baltimore, Vol. 2 pp. 1208-1234 (1986)
16. Hong, S. I., Park, N. H. and Koo, Y. J. Effect of vacuumizing conditions on quality changes of flexible package *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(1): 190-196 (1996)
17. Lee, K. H., Cho, H. Y. and Pyun, Y. R. Kinetic modeling for the prediction of shelf life of *Kimchi* based on total acidity as a quality index. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23(3): 306-310 (1991)
18. Kwon, S. P. *Microbiological studies on Kimchi*, 1. On the separated bacterial strains. *Report of National Chemistry Laboratories* 4: 42-46 (1955)
19. Kim, H. O. and Rhee, H. S. Studies on the nonvolatile organic acids in *kimches* fermented at different temperatures. *Korean J. Food Sci Technol.* 7(2): 74-81 (1975)
20. Kim, H. S. and Whang, K. C. *Microbiological studies on kimchies*, 1. Isolation and identification of anaerobic bacteria. *Bulletin of the Scientific Research Institute* 4: 56-62 (1959)
21. Whang, K. C., Chung, Y. S. and Kim, H. S. *Microbiological studies on kimchies*, 11. Isolation and identification of aerobic bacteria. *Bulletin of the Scientific Research Institute* 5: 51-551 (1960)
22. Kim, H. S. and Kim, J. K. Studies on the dynamic changes of bacteria during the *kimchi* fermentation. *J. Nuclear Science* 6: 112-118 (1966)