

## 투스루의 첨가가 열무김치의 품질에 미치는 영향

문성원<sup>1\*</sup> · 이명기<sup>2</sup>

<sup>1</sup>영동대학교 호텔외식조리학과  
<sup>2</sup>한국식품연구원 산업진흥연구본부 전통식품연구단

### Effects of Added Harvey Powder on the Quality of *Yulmoo Kimchi*

Sung-Won Moon<sup>1\*</sup> and Myung-Ki Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Hotel Food Service and Culinary Arts, Youngdong University, Chungbuk 370-701, Korea

<sup>2</sup>Traditional Food Research Center, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

#### Abstract

In this study, we evaluated the effects of harvey powder on the fermentation of *Yulmoo Kimchi*, by measuring sensory, physicochemical, and microbiological properties during fermentation up to 31 days. The *Yulmoo Kimchi*, with various levels [0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4% (w/w)] of harvey powder, was fermented at 10°C. The product containing the control evidenced the highest scores for appearance and smell. Taste, carbonated taste, texture and overall acceptability were highest in the 0.1% harvey powder and control. During fermentation, titratable acidity increased while pH gradually decreased. Reducing sugar showed no difference at initial fermentation and then steadily decreased. Total vitamin C was gradually decreased during fermentation and reduced sharply after 10 days, and then almost maintained. Total polyphenol content was the highest in the 0.3% harvey powder on day 0 and maintained in all samples thereafter. Antioxidant effect of the *Yulmoo Kimchi* with 0.1% harvey powder was shown to be the highest. Also, the time required to achieve maximum levels of lactic acid bacteria, as determined by log numbers of cells and total viable cells, were more delayed in the experimental groups with added harvey powder than in the controls. Our results indicated that the *Yulmoo Kimchi* with below 0.1% added harvey powder was acceptable.

**Key words:** harvey powder, *Yulmoo Kimchi*, fermentation, quality

#### 서 론

김치는 채소를 주재료로 하여 담근 전통 발효식품으로 오랫동안 한국인의 식탁에서 중요한 부식으로 이용되어 왔다. 요즘은 채소 재배 기술의 발달로 계절과 관계없이 기호에 따라 주재료를 구입해 다양하게 담가 먹을 수 있다(1). 이중 열무김치는 마늘, 생강, 고추와 소금이 기본재료로서 맛이 담백하여 많은 사람들이 즐겨 먹는 여름철의 대표적인 김치이다(2).

열무는 어린무로 열무의 잎에는 비타민 A, C 및 인체에 필요한 무기질이 알맞게 들어 있어 혈액의 산성화를 방지하고 식욕을 증진시키며 반복감을 주는 채소로서 좋은 식품의 가치를 가지고 있다. 무가 작고 가늘지만 푸른 잎이 많아 봄부터 여름 내내 김칫거리로 가장 많이 쓰이며 열무김치는 배추김치에 비해 클로로필 함량이 높고(3), 클로로필은 광선이 차단된 상태에서 free radical scavenger로 작용하여 지질의 자동산화를 방지할 뿐만 아니라 항돌연변이성 및 항암성과 관련이 있다고 한다(4-8). 특히 열무의 비타민 A 함량은

2630 IU로 배추나 무에 비해 28~2600배 정도 많고, 당질의 양도 배추보다는 많이 들어 있다(9,10). 또한 열무에는 isothiocyanates, fiber 등 여러 종류의 phytochemical(11)이 다량 함유되어 있어 암을 비롯한 성인병 예방용 식품소재로 기대된다.

열무로는 열무김치와 열무 물김치 등의 김치류를 담글 수 있다. 지금까지 연구는 열무 물김치에 대해 담금 방법을 달리한 열무 물김치(12), 물 비율을 달리한 열무 물김치(13), 발효온도를 달리한 열무 물김치(1), 매실즙(14)과 들깨풀을 첨가한 열무 물김치(15) 등이 있고, 열무김치에 관해서는 문헌을 토대로 한 제조 방법의 표준화(16), 동결건조 열무김치(17), 열무김치의 발효특성 및 항암효과(18)에 관한 논문이 있을 뿐 거의 없는 실정이다.

투스(*Hijikia fusiforme*(Harvey) Okamura)은 우리나라 남해안과 제주도에 서식하는 천연자원 식물로 갈조식물의 해조류이다(19). 해조류는 무기질, 비타민, 단백질, 섬유소가 많고 지방함량이 낮으며 저열량 식품으로 다른 식이성 채소와 비교할 때 필수아미노산과 불포화지방산의 함량이 높다

\*Corresponding author. E-mail: swmoon@youngdong.ac.kr  
Phone: 82-43-740-1502, Fax: 82-43-740-1109

(20). 식이섬유소는 건조무게의 33~75%를 차지하고, 수용성 다당류(17~59%)로 구성되며 생리적 효과를 낸다(20). 해조류의 식이성 섬유소는 항산화제, 항 돌연변이성, 항 혈액응고 효과, 항암효과와 같은 중요한 기능성을 보여주고(20), 혈관 내 콜레스테롤 침착방지 및 장관 운동을 원활하게 한다는 보고(21)가 있어 건강기능성 식품소재로 이용가능성이 높다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 성인병 예방의 식품소재로 기대되는 열무와 혈관 내 콜레스테롤 침착 방지 및 항산화와 항암 효과 등의 다양한 생리적 활성을 가진 톳을 이용하여 건강기능성이 있는 열무김치를 개발하고자 톳의 첨가가 열무김치의 맛과 발효숙성에 미치는 영향을 보기 위하여 관능적, 이화학적 및 미생물학적 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 열무김치는 2007년 9월 초 (주)청산들김치(옥천)에서 작업장 온도  $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 당일 제조한 것을 냉장 상태로 운반하여 실험에 사용하였다. 톳가루는 전남 완도산 일본 수출용 찐톳(우진산업(주), 완도)을 구입하여 사용하였다.

### 열무김치 제조

열무김치의 재료 및 양념의 배합비는 열무김치 전체를 100으로 하여 열무 76.7, 고춧가루 2.5, 마늘 1.5, 대파 2.0, 양파 1.5, 생강 0.4, 다홍고추 2.6, 멸치액젓 1.4, 설탕 0.3, 소금 1.0, 찹쌀풀 10.0의 비율로 하였다.

### 실험처리구

실험처리구는 열무김치에 대한 톳가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%(w/v)로 하였다. 버무린 열무김치는 폴리에틸렌 bag에 300 g씩 나누어 담고 진공 포장하였다. 담금 직후 모든 실험 처리구의 소금 농도는 2.5%(w/v)로 하였고,  $10^\circ\text{C}$ 에서 31일 동안 발효시키면서 특성을 보았다.

### 관능적 평가

톳가루 첨가량을 달리하여 담근 열무김치를  $10^\circ\text{C}$ 에서 31일간 발효시키면서 관능적 특성을 평가하기 위하여 흰색의 그릇에 열무김치 5~6조각과 일정량의 국물을 같이 담아 6회에 걸쳐 제시하였다. 관능검사원은 훈련된 호텔외식조리학과 학생 10명을 대상으로 열무김치의 외관, 냄새, 맛, 탄산미, 텍스처, 전반적인 기호도의 6가지 특성에 대하여 기호특성 조사를 7점 평점법으로 실시하였다.

### pH 및 산도

열무김치 100 g을 믹서기(HMC-150T, 한일믹서기, 서울)로 2분간 분쇄하고, 2겹의 거즈를 사용해서 여과한 후 그 여과액을 취하여 pH와 산도를 측정하였다(22). pH는 여과

액 20 mL를 취하여 실온에서 pH meter(model 520A, ORION, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 김치액 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3까지 중화시키는데 소비된 0.1 N NaOH의 소비 mL를 lactic acid(% (w/w) 함량으로 환산하여 산도(% (w/v)로 표시하였다.

### 환원당

톳가루 첨가량을 달리한 열무김치의 환원당 함량은 DNS(dinitrosalicylic acid) 방법(23)으로 측정하였으며, 이때 표준물질로 포도당을 사용하였다.

### 총 비타민 C 함량

톳가루 첨가량을 달리하여 담근 열무김치의 총 비타민 C 함량은 2,4-DNP(dinitrophenyl hydrazine)법(24)으로 측정하였으며, 이때 표준물질로 L-ascorbic acid를 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량

톳가루의 첨가량을 달리한 열무김치의 총 폴리페놀 함량은 Gutfinger의 방법(25)을 변형하여 측정하였으며, 이때 표준물질로 gallic acid를 사용하였다.

### 항산화효과

톳가루의 첨가량을 달리한 열무김치의 항산화효과 검증은 DPPH법(26)을 이용하여 측정하였다.

### 미생물학적 특성

**총 균수:** 열무김치 국물을 1 mL 취하여 0.85% saline으로 단계희석한 후 총 균수 배지(plate count agar, Difco Lab., Detroit, MI, USA)에 접종하여  $30^\circ\text{C}$ 에서 48~72시간 평판배양한 후 형성된 집락을 계수하였다(27).

**Lactobacillus 속:** 열무김치 국물을 1 mL 취하여 0.85% saline으로 단계 희석한 후 젓산균 분리용 배지(Lactobacillus MRS broth and agar, Difco Lab.)에 접종하여  $37^\circ\text{C}$ 에서 48~72시간 평판배양한 후 형성된 집락을 계수하였다(27).

**Leuconostoc 속:** 열무김치 국물을 1 mL 취하여 0.85% saline으로 단계희석한 후 Leuconostoc 속 균주의 분리계수를 위하여 PES(phenylethyl alcohol sucrose)배지를 조제하였는데, 배지의 조성은 sucrose를 이용하여 dextran을 생성시키고, 발효초기에 많이 나타나는 gram 음성균의 증식을 억제하기 위해 phenylethyl alcohol을 0.25% 첨가하여 만들어 사용하였다. 젓산균 분리용 배지(PES agar)에 접종하여  $20^\circ\text{C}$ 에서 3~5일간 평판배양한 후 형성된 집락을 계수하였다(27).

### 통계처리

ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다(28).

결과 및 고찰

관능적 특성

통가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 각각 달리하여 담근 열무김치의 발효 중 관능검사를 실시한 결과는 Table 1과 같다.

관능적 평가 결과 외관은 발효 전체기간 동안 발효 10일, 13일을 제외하고는 모두 유의적(p<0.05, p<0.01, p<0.001)인 차이를 보였다. 통가루의 첨가량이 증가할수록 외관의 점수가 낮아졌고, 발효 전반적으로 대조구를 선호하는 것으로 나타났다.

냄새는 전반적으로 발효 3일, 17일을 제외하고는 모두 유의적(p<0.05, p<0.01)인 차이를 보였고, 통가루의 첨가량이 증가할수록 냄새의 점수가 낮아졌다. 발효 전반적으로 대조

구의 냄새를 선호하였고, 그 다음으로 통가루 0.1% 첨가구를 선호하였다.

맛은 발효 3일(p<0.05)에는 통가루 0.1% 첨가구가 유의적으로 가장 높은 점수를 받았고, 발효 6일(p<0.01)과 20일(p<0.05)에는 대조구가 유의적으로 높은 점수를 받았고, 그 다음으로 통가루 0.1% 첨가구가 높은 점수를 받았다.

탄산미는 발효 3일(p<0.05)에 통가루 0.1% 첨가구가 높은 탄산미 점수를 받았고, 발효 13일(p<0.05)에는 대조구>통가루 0.3% 첨가구>통가루 0.1% 첨가구>통가루 0.2% 첨가구>통가루 0.4% 첨가구 순으로 높은 점수를 나타냈다.

조직감은 발효 6일(p<0.01)에 통가루 0.1% 첨가구의 조직감 점수가 유의적으로 높아 선호하였다. 발효 20일(p<0.05) 일에는 대조구의 조직감 점수가 높고, 그 다음으로 통가루 0.1% 첨가구의 점수가 높게 나타나 좋은 조직감으로 보였다.

Table 1. Sensory evaluation scores<sup>1)</sup> of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C

Sensory characteristics	Days	Harvey powder (%)					F-value
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	
Appearance	3	5.14±1.77 <sup>a</sup>	5.00±1.63 <sup>a</sup>	5.14±1.21 <sup>a</sup>	4.14±0.90 <sup>ab</sup>	3.14±2.12 <sup>b</sup>	2.12*
	6	6.29±0.95 <sup>a</sup>	6.14±0.69 <sup>a</sup>	4.57±0.98 <sup>b</sup>	3.86±0.90 <sup>bc</sup>	2.86±1.46 <sup>c</sup>	14.42***
	10	3.57±0.79 <sup>a</sup>	4.86±1.57 <sup>a</sup>	5.00±1.15 <sup>a</sup>	5.29±1.60 <sup>a</sup>	4.71±2.29 <sup>a</sup>	1.24 <sup>NS</sup>
	13	4.83±1.47 <sup>a</sup>	4.83±1.47 <sup>a</sup>	4.17±1.17 <sup>a</sup>	4.17±1.47 <sup>a</sup>	4.83±0.98 <sup>a</sup>	0.45 <sup>NS</sup>
	17	5.29±1.50 <sup>a</sup>	5.71±1.38 <sup>a</sup>	5.00±1.15 <sup>ab</sup>	4.43±1.62 <sup>ab</sup>	3.43±1.27 <sup>b</sup>	2.82*
	20	6.43±1.13 <sup>a</sup>	5.57±0.79 <sup>a</sup>	5.71±0.76 <sup>a</sup>	4.00±0.58 <sup>b</sup>	3.43±0.79 <sup>b</sup>	16.19***
Smell	3	5.14±1.46 <sup>a</sup>	4.86±2.27 <sup>a</sup>	4.00±1.29 <sup>a</sup>	3.57±1.27 <sup>a</sup>	3.71±1.89 <sup>a</sup>	1.22 <sup>NS</sup>
	6	6.00±1.15 <sup>a</sup>	5.29±0.76 <sup>ab</sup>	5.00±1.15 <sup>ab</sup>	4.57±1.13 <sup>b</sup>	4.57±1.27 <sup>b</sup>	2.01*
	10	5.29±0.76 <sup>a</sup>	4.86±1.21 <sup>ab</sup>	3.57±1.40 <sup>bc</sup>	4.57±1.81 <sup>ab</sup>	3.14±1.68 <sup>c</sup>	2.79*
	13	6.00±0.89 <sup>a</sup>	4.83±1.83 <sup>ab</sup>	4.33±1.63 <sup>ab</sup>	4.50±1.38 <sup>ab</sup>	4.00±1.55 <sup>b</sup>	1.59*
	17	4.43±1.51 <sup>a</sup>	4.57±0.98 <sup>a</sup>	4.29±0.76 <sup>a</sup>	4.29±0.95 <sup>a</sup>	4.29±1.25 <sup>a</sup>	0.09 <sup>NS</sup>
	20	5.86±0.69 <sup>a</sup>	5.29±0.95 <sup>ab</sup>	5.57±1.27 <sup>a</sup>	4.14±1.46 <sup>bc</sup>	3.43±0.98 <sup>c</sup>	6.09**
Taste	3	4.14±1.77 <sup>ab</sup>	5.14±1.35 <sup>a</sup>	3.29±2.29 <sup>ab</sup>	2.71±1.80 <sup>b</sup>	3.29±2.43 <sup>ab</sup>	1.63*
	6	6.00±1.15 <sup>a</sup>	5.71±1.70 <sup>a</sup>	5.00±1.29 <sup>a</sup>	4.57±1.27 <sup>ab</sup>	3.14±1.35 <sup>b</sup>	4.76**
	10	3.71±1.98 <sup>a</sup>	4.57±1.13 <sup>a</sup>	4.57±2.15 <sup>a</sup>	4.71±1.89 <sup>a</sup>	3.29±0.49 <sup>a</sup>	1.03 <sup>NS</sup>
	13	5.67±1.37 <sup>a</sup>	5.50±2.07 <sup>a</sup>	4.17±2.14 <sup>a</sup>	4.00±2.19 <sup>a</sup>	3.83±1.47 <sup>a</sup>	0.91 <sup>NS</sup>
	17	4.86±0.69 <sup>a</sup>	4.91±0.76 <sup>a</sup>	4.71±1.70 <sup>a</sup>	4.14±1.07 <sup>a</sup>	4.00±1.63 <sup>a</sup>	0.67 <sup>NS</sup>
	20	5.86±1.21 <sup>a</sup>	5.29±1.25 <sup>ab</sup>	4.86±1.68 <sup>ab</sup>	4.71±1.50 <sup>ab</sup>	3.71±1.89 <sup>b</sup>	1.88*
Carbonated taste	3	4.14±0.69 <sup>a</sup>	4.43±1.27 <sup>a</sup>	3.71±1.21 <sup>b</sup>	2.14±1.21 <sup>b</sup>	3.14±2.34 <sup>ab</sup>	2.99*
	6	5.14±1.57 <sup>a</sup>	5.57±0.79 <sup>a</sup>	4.29±1.89 <sup>a</sup>	4.57±1.72 <sup>a</sup>	3.86±2.04 <sup>a</sup>	1.18 <sup>NS</sup>
	10	3.71±1.25 <sup>a</sup>	3.71±1.25 <sup>a</sup>	4.00±1.73 <sup>a</sup>	4.57±2.23 <sup>a</sup>	4.29±1.50 <sup>a</sup>	0.36 <sup>NS</sup>
	13	5.83±1.17 <sup>a</sup>	4.00±1.41 <sup>ab</sup>	3.67±1.21 <sup>b</sup>	4.17±1.47 <sup>ab</sup>	3.83±2.04 <sup>b</sup>	2.07*
	17	4.00±1.41 <sup>a</sup>	3.86±1.07 <sup>a</sup>	4.43±0.98 <sup>a</sup>	4.29±0.95 <sup>a</sup>	4.14±1.07 <sup>a</sup>	0.29 <sup>NS</sup>
	20	5.43±0.98 <sup>a</sup>	5.29±1.38 <sup>a</sup>	4.14±1.77 <sup>a</sup>	4.71±0.95 <sup>a</sup>	4.29±2.06 <sup>a</sup>	1.04 <sup>NS</sup>
Texture	3	5.71±1.25 <sup>a</sup>	5.57±1.40 <sup>a</sup>	5.43±1.13 <sup>a</sup>	4.00±2.31 <sup>a</sup>	4.57±2.44 <sup>a</sup>	1.19 <sup>NS</sup>
	6	5.86±1.07 <sup>ab</sup>	6.14±0.38 <sup>a</sup>	4.14±2.19 <sup>bc</sup>	3.86±1.95 <sup>c</sup>	3.00±1.63 <sup>c</sup>	5.07**
	10	4.29±1.60 <sup>a</sup>	4.86±2.12 <sup>a</sup>	5.43±1.72 <sup>a</sup>	4.43±1.72 <sup>a</sup>	4.43±1.81 <sup>a</sup>	0.47 <sup>NS</sup>
	13	5.33±1.21 <sup>a</sup>	5.33±1.63 <sup>a</sup>	5.00±1.26 <sup>a</sup>	4.67±1.86 <sup>a</sup>	4.50±1.38 <sup>a</sup>	0.39 <sup>NS</sup>
	17	5.00±1.29 <sup>a</sup>	4.97±0.79 <sup>a</sup>	5.14±1.95 <sup>a</sup>	3.71±1.11 <sup>a</sup>	4.57±1.62 <sup>a</sup>	1.09 <sup>NS</sup>
	20	6.29±0.76 <sup>a</sup>	5.14±1.68 <sup>ab</sup>	3.43±1.72 <sup>b</sup>	4.29±1.60 <sup>b</sup>	4.43±2.23 <sup>ab</sup>	2.89*
Overall acceptability	3	4.86±1.21 <sup>a</sup>	5.29±1.38 <sup>a</sup>	4.29±1.50 <sup>a</sup>	3.43±1.72 <sup>a</sup>	3.57±2.23 <sup>a</sup>	1.66 <sup>NS</sup>
	6	5.86±0.90 <sup>a</sup>	5.86±0.90 <sup>a</sup>	4.86±1.35 <sup>ab</sup>	3.86±0.69 <sup>b</sup>	2.71±1.11 <sup>c</sup>	12.47***
	10	4.71±0.76 <sup>a</sup>	4.83±1.40 <sup>a</sup>	5.14±1.35 <sup>a</sup>	4.57±1.40 <sup>a</sup>	4.86±1.21 <sup>a</sup>	0.34 <sup>NS</sup>
	13	5.83±0.98 <sup>ab</sup>	6.17±0.41 <sup>a</sup>	5.00±1.26 <sup>b</sup>	3.67±0.82 <sup>c</sup>	2.67±0.82 <sup>c</sup>	16.09***
	17	5.23±0.94 <sup>ab</sup>	5.77±0.64 <sup>a</sup>	5.49±1.42 <sup>a</sup>	3.79±0.39 <sup>c</sup>	4.21±1.11 <sup>bc</sup>	3.67*
	20	6.14±0.69 <sup>a</sup>	5.00±1.53 <sup>ab</sup>	4.71±1.70 <sup>ab</sup>	4.43±1.51 <sup>bc</sup>	3.00±1.29 <sup>c</sup>	4.64**

<sup>1)</sup>Superscript letters (a-c) indicate significant difference at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>NS</sup>Not significant. \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

전반적인 기호도는 발효 6일(p<0.001)에는 툇가루 0.1% 첨가구와 대조구가 같은 점수로 높았고, 발효 13일(p<0.001)과 발효 17일(p<0.05)에는 툇가루 0.1% 첨가구의 전반적인 기호도 점수가 가장 좋았다. 발효 20일(p<0.01)에는 대조구의 점수가 가장 높았고, 그 다음으로 툇가루 0.1% 첨가구가 좋은 기호도 점수를 받았다. 녹미채를 첨가한 배추김치(29)에서도 김치의 색, 냄새 및 맛을 평가한 결과 대조구가 높은 점수를 받았고, 녹미채 0.1% 첨가구는 대조구보다 점수는 낮았지만 유의차를 보이지 않았고, 녹미채를 0.3% 이상 첨가구는 모두 대조구보다 관능적으로 문제가 있는 것으로 나타났다.

전체적으로 외관과 냄새는 대조구가 높은 점수를 받았고, 맛, 탄산미, 조직감과 전반적인 기호도 항목에서는 대조구의 점수가 유의적으로 높아 선호하는 것으로 평가되었고, 툇가루를 첨가한 경우에는 툇가루 0.1% 첨가구가 다른 첨가구에 비해 유의적으로 일부 높은 점수를 받았다. 따라서 툇가루의 색이 짙은 갈색이고 약간의 냄새를 가지고 있어 열무김치를 만들 때 툇가루의 첨가량은 관능적인 특성을 고려하여 0.1% 이하가 적당할 것으로 생각된다.

pH

툇가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 pH 변화는 Fig. 1과 같다.

pH는 모든 첨가구에서 초기 pH가 거의 비슷하였고, 발효의 진행과 함께 발효 3일과 6일에 크게 낮아져서 발효 전체 기간 동안 모든 첨가구의 pH가 5.53~5.58로 거의 비슷하였으며 점차로 낮아지는 결과를 보였다. 발효 10일부터 발효 27일까지 툇가루 0.3% 첨가구의 pH가 다른 첨가구에 비해 약간 낮게 나타났다. 이러한 결과는 녹미채 첨가가 김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향(29)에서 김치의 담금 직후 초기 pH가 pH 5.5로 거의 비슷하였고, 녹미채 첨가량이 많아짐에 따라 pH가 높아졌고, 숙성 15일 이후에는 시험구간에 차이가 크지 않아 본 실험의 결과와 비슷하였다. 또한 큰느타리

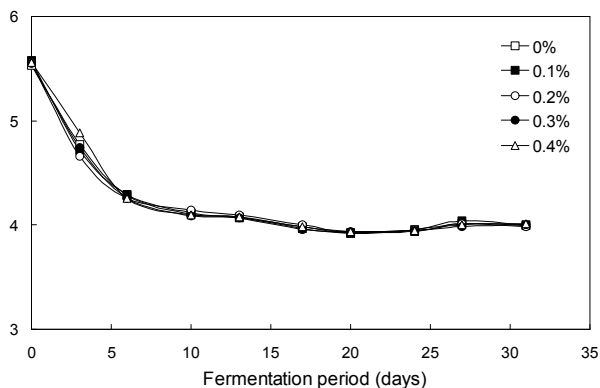


Fig. 1. Changes in pH of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

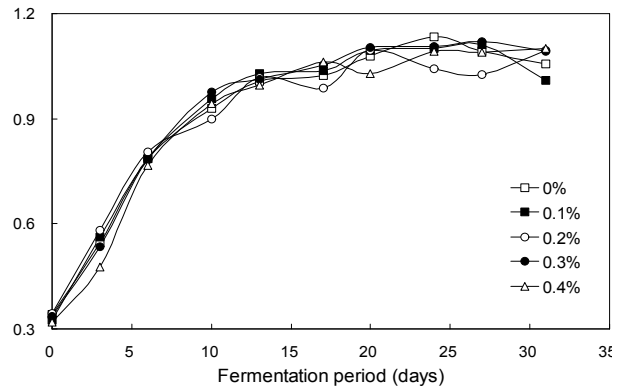


Fig. 2. Changes in acidity of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

버섯 첨가량에 따른 김치의 품질 특성(30)에서 저장 초기의 pH 6.3에서 숙성 7일에 대조구 및 첨가구간에 pH의 큰 차이가 없는 것으로 나타났고, 대조구보다 버섯첨가구의 pH가 더 낮은 것으로 보였으나 버섯 첨가구간에는 차이를 보이지 않았다고 하여 본 실험의 툇가루 0.3% 첨가구의 pH가 대조구보다 낮게 나타난 것과 첨가구간에 pH의 큰 차이가 없는 것이 비슷하였다.

산도

툇가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 산도의 변화는 Fig. 2와 같다.

산도는 pH와 비슷한 결과로 모든 처리구의 초기 산도가 0.32~0.34%로 거의 비슷하였고, 발효 3일과 6일, 10일에 산도가 크게 증가하여 발효 말기까지 꾸준히 증가하였다. 발효 0일부터 발효 6일까지 툇가루 0.4% 첨가구가 가장 적은 산도를 보였고, 툇가루 0.2% 첨가구가 가장 많은 산도를 나타냈다. 발효 24일에는 대조구가 가장 많은 산도를 나타냈다. 발효 31일에는 툇가루 0.1% 첨가구가 가장 적은 산도와 툇가루 0.2%와 0.4% 첨가구가 각각 가장 많은 산도를 보였다. 녹미채를 첨가한 김치(29)의 연구결과에서는 김치 담금 직후 산도가 0.25% 부근에서 첨가구간에 큰 차이를 보이지 않았다고 하여 본 실험의 초기 산도와는 차이가 있었지만, 첨가구간에 큰 차이가 없는 것은 비슷하였다. 또한 숙성 5일에 산도가 급격히 증가하여 0.8%까지 증가하였는데, 본 연구에서도 발효 6일에 산도 0.77~0.81%를 나타내 비슷한 결과를 보였다. 하지만, 녹미채를 첨가한 시험구가 대조구보다 낮은 산도를 나타낸 결과는 열무김치와 배추김치의 차이인지 본 연구결과에서는 발효 3일에서 6일까지 툇가루 0.4% 첨가구가 가장 적은 산도를 나타낸 일부 결과만 일치하였다. Park 등(29)은 녹미채 첨가에 의하여 김치의 산도가 대조구보다 낮은 것은 녹미채에 들어있는 칼슘의 영향으로 판단하였고, 칼슘이 들어있는 소재를 첨가한 김치의 경우에도 대조구보다 김치의 산도가 낮다(31-33)고 하였으나, 본 실험결과

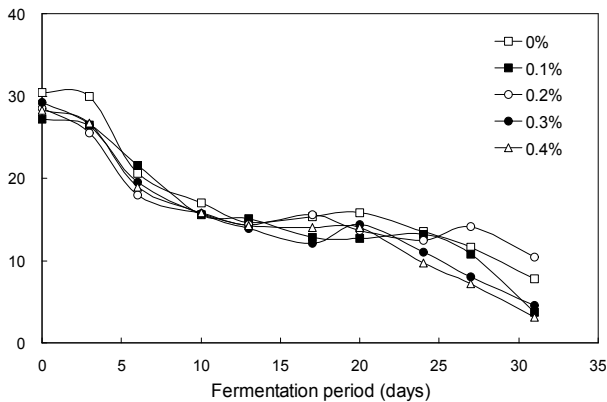


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

와는 다른 결과를 보였다. Kim 등(30)의 연구결과에서 β-glucan과 같은 다당류가 많은 버섯 첨가량이 많을수록 산도가 높게 나타나 버섯자실체가 발효과정 중에 유산균 및 기타 세균의 기질로 이용되어 유기산함량이 높아졌기 때문으로 본 연구결과에서도 0일을 제외하고는 대조구에 비해 통가루 첨가구의 산도가 약간 높게 나타나 통가루가 유산균의 기질로 이용된 것으로 생각되었다.

환원당

통가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 환원당의 변화는 Fig. 3과 같다.

환원당은 발효 초기에는 모든 첨가구가 거의 비슷하였고, 발효의 진행과 함께 모든 첨가구의 환원당함량이 꾸준히 감소하였다. 특히, 발효 6일에 모든 첨가구의 환원당이 크게 감소하였다. 발효 24일부터 발효 말기까지 통가루 0.4% 첨가구의 환원당함량이 가장 적게 나타났고, 발효 17일부터 발효 말기까지는 대조구와 통가루 0.2% 첨가구가 다른 첨가구에 비해 비교적 많은 환원당함량을 보였다. 특히, 발효 27일 이후에는 통가루 0.2% 첨가구의 환원당함량이 가장 많았다. 첨가구별로 환원당함량이 가장 크게 감소한 시기를 보면 적정산도의 급격한 증가와 환원당의 급격한 감소시기가 거의 일치하여 녹차와 호박가루를 첨가한 갓김치의 결과(34)와 비슷하였다. 또한 숙성초기에 환원당함량이 급격히 감소하여 그 이후에 완만히 감소하는 결과는 환원당이 젖산 등과 같은 유기산으로 전환되어 당함량이 감소하기 때문으로 생각되고, 산이 증가함에 따라 환원당함량이 감소했다고 보고한 Kim 등(35)의 연구결과와 일치하였다. 녹미체를 첨가한 김치(29)에서는 녹미체 0.1% 첨가구가 숙성 10일에 다른 첨가구보다 높은 환원당함량을 보였는데, 이것은 산도의 증가가 다른 첨가구에 비해 낮은 것과 관련이 있는 것으로 나타나 본 실험에서 발효 말기에 통가루 0.2% 첨가구의 환원당함량이 가장 많은 결과와 일치하였다. 즉, 젖산 등과 같은 유기산으로 전환된 당의 함량이 적었기 때문으로 생각되었다.

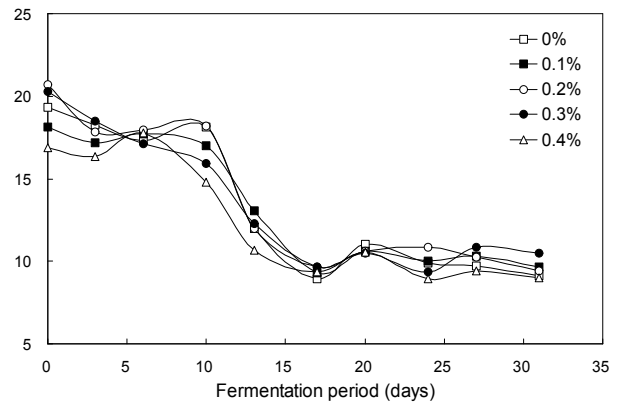


Fig. 4. Changes in total vitamin C content of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

총 비타민 C

통가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 총 비타민 C의 변화는 Fig. 4와 같다.

실험에 사용한 열무의 총 비타민 C 함량은 7.34 mg%였다. 담근 직후의 총 비타민 C 함량이 가장 많은 것은 통가루 0.2% 첨가구였고, 첨가구별로 총 비타민 C가 약간의 차이를 보였다. 발효숙성이 진행됨에 따라 대부분의 첨가구에서 총 비타민 C가 서서히 감소하였다가 발효 10일 이후에 크게 감소하여 발효 17일에 모든 첨가구에서 가장 적은 총 비타민 C 함량을 보였다. 발효 20일에 모든 첨가구의 총 비타민 C 함량이 약간 증가하여 발효 말기까지 거의 유지하였다. 발효 초기인 3일에 총 비타민 C 함량이 감소하는 현상은 ascorbic acid oxidase의 활성 때문이라는 Park 등(36)의 연구결과와 비슷한 결과를 나타냈다. 또한 총 비타민 C는 김치의 맛과도 관련이 있어 김치의 신맛과 풍미에 좋은 영향을 준다고 보고(37)하였고, 열무에는 비타민 C가 46 mg%나 풍부하게 들어 있으며 발효 중에 증가한다(12)고 하였으나, 본 실험결과에서는 감소하여 다르게 나타났다. 이는 사용한 열무의 비타민 C 함량 차이가 영향을 미친 것으로 생각되었다. 총 비타민 C는 알칼리에서 쉽게 파괴되나 산성(pH 4부근)에서는 안정하다고 하였는데(38), 본 실험결과에서도 발효 20일 이후부터 발효 말기까지 거의 모든 첨가구의 총 비타민 C 함량이 유지되었고, 이 시기의 pH 결과를 보면 pH 4 근처를 나타내어 일치하였다.

총 폴리페놀 함량

통가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 총 폴리페놀 함량의 변화는 Fig. 5와 같다.

총 폴리페놀의 함량은 발효 0일에 통가루 0.3% 첨가구가 대조구에 비해 높게 나타났고, 그 이후로는 모든 첨가구에서 약간 증가하여 발효 말기까지 유지하는 결과를 보였다. 발효 전체기간 동안 통가루 0.4% 첨가구의 폴리페놀 함량이 전반

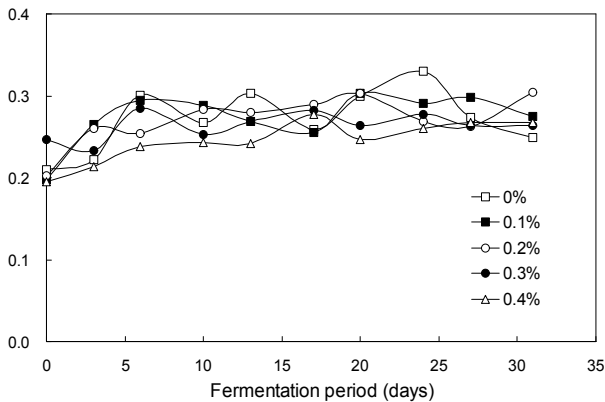


Fig. 5. Changes in total polyphenol contents of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

적으로 적게 나타났고, 발효 3일에서 10일 사이에는 톳가루 0.1% 첨가구의 폴리페놀 함량이 다른 첨가구에 비해 많게 나타났으며 발효 31일에는 대조구의 총 폴리페놀 함량이 가장 적었다. 전체적으로 뚜렷한 특징을 보이지 않았고 첨가구 간에 총 폴리페놀 함량은 최소 0.19 mg%에서 최대 0.33 mg% 범위를 나타냈다. 페놀성 화합물은 항산화, 항암 등의 생리활성을 나타내는 2차 산물(39)로 김치의 재료와 부재료 속에 있는 식물성 페놀화합물이 항산화 활성을 발휘한다고 하였는데(40) 본 실험의 결과에서는 톳가루의 첨가량에 따라 총 폴리페놀 함량의 큰 차이를 볼 수 없었다. 이것은 열무김치에 톳가루 첨가량이 0.1~0.4%로 적은 양이기 때문에 식물성 페놀화합물의 함량이 적어 큰 차이를 보이지 않은 것으로 생각되었다. 김치에 큰느타리버섯을 첨가한 연구(30) 결과에서 버섯 10, 20, 30% 첨가구의 페놀함량은 첨가량이 많을수록 높게 나타나 본 실험결과와는 다당류를 소재로 한 공통점이 있으나 첨가량의 차이가 커서 다른 결과를 나타낸 것으로 판단되었다.

#### 항산화효과

톳가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 항산화효과의 변화는 Fig. 6과 같다.

항산화효과는 발효 0일과 발효 3일에는 톳가루 첨가구에 비해 대조구의 항산화활성이 가장 낮게 나타났고, 모든 첨가구에서 발효 전체기간 동안 약간 증가하였다가 발효 20일 이후에는 모든 첨가구에서 감소하는 결과를 보였다. 발효 6일 이후부터 발효말기까지 톳가루 0.4% 첨가구가 가장 적은 항산화활성을 보였고, 톳가루 0.1% 첨가구가 전반적으로 높은 항산화활성을 나타냈다. 이와 같이 발효숙성 동안에 증가와 감소 등의 변화를 보이는 것은 발효 중 유산균의 대사산물이 증가하고, 비타민 C 등 생리활성 물질의 변화와 관련(41)이 있는 것으로 생각되었다.

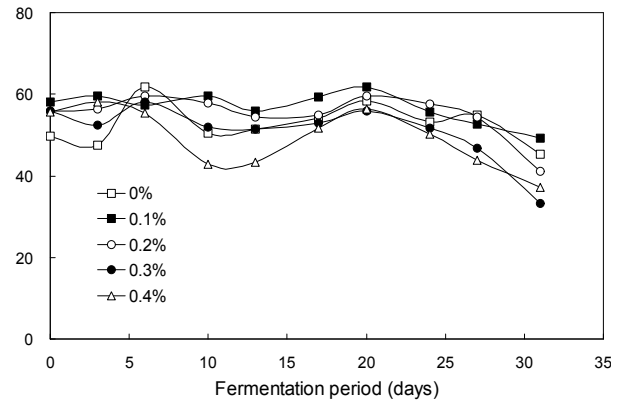


Fig. 6. Changes in DPPH radical scavenging activity of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

#### 총 균수

톳가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 총 균수의 변화는 Fig. 7과 같다.

총 균수는 발효 초기에 모든 첨가구의 총 균수가 거의 비슷하였고, 발효 3일에 크게 증가하여 모든 첨가구에서 발효의 진행과 함께 증가하였다가 발효 17일에 크게 감소하여 다시 약간 증가하다가 유지하는 결과를 보였다. 톳가루 0.4% 첨가구의 경우 발효 0일에서 발효 4일까지 가장 적은 총 균수를 보였고, 발효 17일부터 발효 말기까지 다른 첨가구에 비해 가장 적은 총 균수를 나타냈다. 톳가루 0.2% 첨가구의 경우 발효 0일부터 발효 4일까지와 발효 17일 이후부터 발효 24일까지 가장 많은 총 균수를 보였다. 김치 중의 총 균수는 발효온도에 상관없이 모든 발효온도에서 최고에 이른 후 감소한다고 하며, 그 이유는 생성된 산에 의해 생육이 저해된다고 보고한 결과(42)와 비슷한 결과로 첨가구별로 약간 다른 시기에 최대 총 균수를 보였다. 녹미채를 첨가한 김치(29)에서 숙성 10일 이후에는 녹미채를 첨가한 김치와 대조구간에 큰 차이를 보이지 않았고, 숙성 10일 이후에는

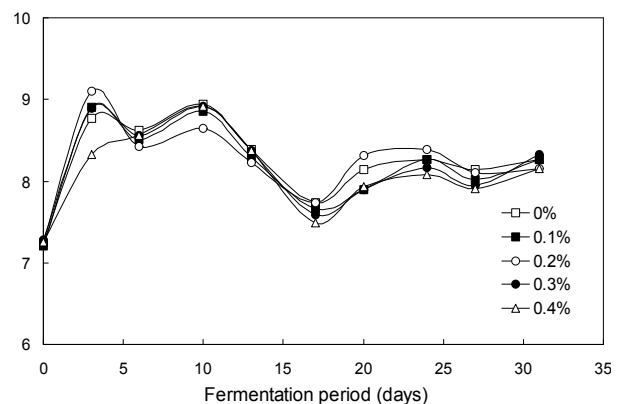


Fig. 7. Changes in total cell count of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

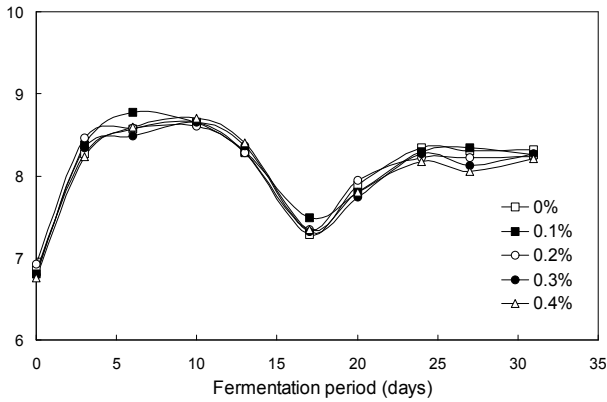


Fig. 8. Changes in *Lactobacillus* sp. cell number of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

녹미채 0.3% 첨가구가 0.1% 첨가구에 비해 총 균수가 적게 나타나 녹미채가 발효 속도에 영향을 미치는 것으로 생각되었다. 본 실험결과에서도 통가루 0.4% 첨가구의 총 균수가 다른 첨가구에 비해 적게 나타나 유사하였다.

젖산균수(*Lactobacillus* sp.)

통가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 젖산균수의 변화는 Fig. 8과 같다.

젖산균수(*Lactobacillus* sp.)는 총 균수와 비슷한 결과로 발효 초기에 거의 비슷한 젖산균수를 보였고, 발효 3일과 6일에 크게 증가하였다가 발효 17일에 다시 크게 감소하였다. 그 이후로 모든 첨가구에서 서서히 증가하였다가 유지하는 결과를 보였다. 최대 젖산균수를 보인 시기는 대조구와 통가루 0.1% 첨가구는 발효 6일에 보였고, 통가루 0.2%, 0.3%, 0.4% 첨가구는 발효 10일에 모두 최대 젖산균수를 나타냈다. 통가루의 첨가량이 증가할수록 최대 젖산균수에 도달되는 시기가 4일 늦어졌다. 김치 발효에 가장 큰 영향을 미치는 젖산균수는 발효 초기에 급격히 증가하다가 산도의 증가에 의해 서서히 감소하게 된다(43)고 하여 본 실험 결과와 비슷하였다. 또한 발효 24일 이후에 큰 변화 없이 젖산균수가 유지되는 것은 김치의 숙성이 진행됨에 따라 젖산균의 활동이 왕성해지므로 산 생성량이 증가하여 pH는 저하되고 젖산균수는 log phase에서는 증가하지만, stationary phase에서는 더 이상 증가하지 않는 것으로 Choi와 Hahn(1)의 발효온도 변화에 따른 열무 물김치와 Choi 등(13)의 물 비율을 달리한 열무 물김치의 실험결과와 비슷하였다. 녹미채를 첨가한 김치(29)에서 담금 직후부터 발효 2일까지 녹미채 첨가구가 대조구에 비해 젖산균수가 현저히 낮았고, 이는 녹미채에 젖산균수의 생육을 억제하는 물질이 있음을 나타낸다고 하였는데, 본 실험결과에서도 통가루의 첨가량이 증가할수록 최대 젖산균수에 도달되는 시기가 늦어져서 통가루의 첨가가 발효에 영향을 미치는 것으로 생각되었다.

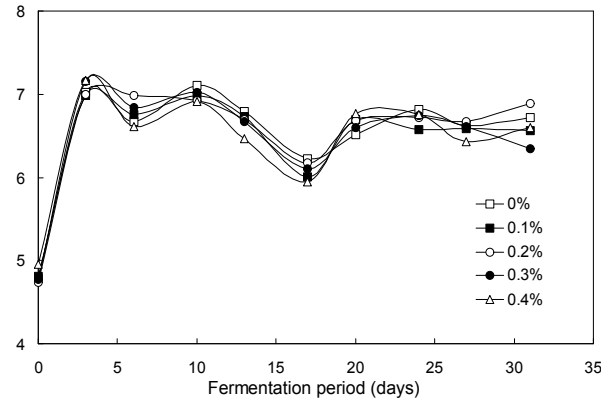


Fig. 9. Changes in *Leuconostoc* sp. cell number of *Yulmoo kimchi* with the addition of different amounts of harvey (*Hijikia fusiforme*) during fermentation at 10°C.

젖산균수(*Leuconostoc* sp.)

통가루의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 달리하여 담근 열무김치를 10°C에서 31일 동안 발효시키면서 젖산균수의 변화는 Fig. 9와 같다.

젖산균수(*Leuconostoc* sp.)는 발효 초기에 모든 첨가구의 젖산균수가 거의 비슷하였고, 발효 3일에 모든 첨가구의 *Leuconostoc* 속 젖산균수가 크게 증가하여 발효 6일에 약간 감소하였다가 발효 10일에 다시 증가하여 발효 17일까지 서서히 감소하였다가 발효 20일에 약간 증가한 후 발효말기까지 유지하였다. 발효 3일에 대조구와 모든 첨가구에서 최대 젖산균수를 보였다. 발효 6일부터 발효 17일까지 통가루 0.4% 첨가구의 젖산균수가 가장 적게 나타났다. Park 등(44)과 Park 등(45)이 보고한 보통 배추김치의 경우 15°C에서 발효 3~6일에 최고치에 이르며 최고 균수는 8.0~10.0 log CFU/g이며, 발효온도가 낮을수록 전체 균수의 수치가 낮다고 보고한 결과와 최고치에 도달된 발효 시기는 일치하였으나, *Leuconostoc* 속 젖산균수는 최대 7.0 log CFU/g 부근으로 나타나 *Lactobacillus* 속 젖산균수보다 1.0~2.0 log CFU/g이 적은 것으로 보였다. *Leuconostoc* 속 젖산균수는 총 균수나 *Lactobacillus* 속에 비해 전체적인 젖산균수가 처리구 별로 약간 적은 젖산균수를 보였다는 Moon(46)의 연구결과와 일치하였다. 또한 총 균수나 *Lactobacillus* 속 젖산균수와 달리 발효 3일에 거의 모든 첨가구가 최대 젖산균수에 도달해 *Leuconostoc* 속 젖산균수가 다른 젖산균에 비해 생육이 빨라 김치 초기 발효균으로 김치발효를 주도하여 젖산, 초산, CO<sub>2</sub>를 생성한다는 연구결과(18)와 비슷한 결과를 보였다.

요 약

김치의 세계화를 위하여 성인병 예방의 식품소재로 기대되는 열무와 혈관 내 콜레스테롤 침착 방지 및 항산화와 항암 효과 등의 다양한 생리적 활성을 가진 톳을 이용하여 건강기능성이 있는 열무김치를 개발하고자 하였다. 열무김치

에 대한 톳가루 첨가량은 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%(w/w)로 하였고, 10°C에서 31일간 발효시키면서 관능적, 이화학적 및 미생물학적 특성을 보았다. 관능적 특성평가 결과 외관은 발효 전반적으로 대조구를 선호하는 것으로 나타났다. 냄새는 톳가루의 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아졌으며 발효 전반적으로 대조구의 냄새를 선호하였고, 그 다음으로 톳가루 0.1% 첨가구를 선호하였다. 맛과 탄산미는 발효 3일에 톳가루 0.1% 첨가구가 유의적으로 높은 점수를 받았다. 조직감은 발효 6일에 톳가루 0.1% 첨가구의 점수가 유의적으로 높아 선호하였다. 전반적인 기호도는 발효 13일과 발효 17일에 톳가루 0.1% 첨가구의 기호도가 좋은 것으로 평가되었다. pH는 모든 첨가구에서 초기 pH가 비슷하였고, 발효의 진행과 함께 발효 3일과 6일에 크게 낮아져서 전체기간 동안 모든 첨가구가 비슷한 결과를 보였다. 산도는 pH와 비슷한 결과로 모든 처리구의 초기 산도가 비슷하였고, 발효 3일과 6일, 10일에 산도가 크게 증가하여 말기까지 꾸준히 증가하였다. 환원당은 발효초기에는 모든 첨가구가 비슷하였고, 발효의 진행과 함께 모든 첨가구의 환원당 함량이 꾸준히 감소하였다. 총 비타민 C 함량은 발효속성이 진행됨에 따라 대부분의 첨가구에서 발효 10일까지 서서히 감소하였다가 발효 17일에 크게 감소하여 발효 20일에 약간 증가한 후 말기까지 유지하였다. 총 폴리페놀 함량은 발효 0일에 톳가루 0.3% 첨가구에서 약간 높게 나타났고, 그 이후로는 모든 첨가구에서 약간 증가하여 말기까지 유지하는 결과를 보였다. 항산화효과는 톳가루 0.1% 첨가구가 전반적으로 높은 항산화활성을 나타냈다. 총 균수와 젖산균수(*Lactobacillus* sp.)는 비슷한 결과로 발효 초기에 모든 첨가구가 비슷하였고, 발효 3일과 6일에 크게 증가하였다가 발효 17일에 감소하여 다시 증가한 후 유지하였다. 톳가루의 첨가량이 증가할수록 최대 젖산균수에 도달되는 시기가 6일에서 10일로 4일 연장되었다. 젖산균수(*Leuconostoc* sp.)는 총 균수와 비슷한 결과로 발효 3일에 크게 증가하였다가 17일에 감소한 후 다시 약간 증가하여 유지하였다. 이상의 결과에서 열무김치에 건강기능성 소재인 톳가루를 첨가하는 경우에는 관능적 특성을 고려하여 0.1% 이하로 첨가하는 것이 바람직한 것으로 보였다.

### 감사의 글

본 연구는 한국식품연구원과 농림수산식품기술기획평가원 연구비 지원에 의하여 수행되어 이에 감사드립니다.

### 문헌

- Choi SY, Hahn YS. 1997. The changes of vitamin C content in *Yulmoo Mulkimchi* according to the shift of fermentation temperature. *Korean J Soc Food Sci* 13: 364-368.
- Kim EJ, Hahn YS. 2007. The effect of *Yulmoo* extract and cold shock on the growth of kimchi lactic bacteria. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 78-82.
- Kim GE, Lee YS, Kim SH, Cheong HS, Lee JH. 1998. Changes of chlorophyll and their derivative contents during storage of chinese cabbage, leafy radish and leaf mustard kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 852-857.
- Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1984. Prooxidant activities of chlorophylls and their decomposition products on the photooxidation of methyl linoleate. *JAACS* 61: 781-784.
- Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oil in the dark, I. Comparison of the inhibitory effects. *JAACS* 62: 1375-1378.
- Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oil in the dark, II. The mechanism of antioxidant action chlorophyll effects. *JAACS* 62: 1387-1390.
- Tan YA, Chong CL, Low KS. 1997. Crude palm oil characteristics and chlorophyll content. *J Sci Food & Agric* 75: 281-288.
- Gentile JM, Gentile GJ. 1991. The metabolic activation of 4-nitro-o-phenylenediamine by chlorophyll containing plant extracts: The relationship between mutagenicity and antimutagenicity. *Mutat Res* 250: 79-86.
- Korean Institute for Health & Social Affairs. 1989. *Food and Nutrient Databases and Dietary Guidance*. 5th ed.
- National Rural Living Science Institute, RDA. 1996. *Food composition table*. 5th ed.
- Alegria BC. 1992. Cancer-preventive foods and ingredient. *Food Technol* 45: 65-68.
- Pie JE, Jang MS. 1995. Effect of preparation methods on *Yulmoo kimchi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 990-997.
- Choi SY, Oh JY, Yoo JW, Hahn YS. 1998. Fermentation properties of *Yulmoo Mulkimchi* according to the ratio of water to *Yulmoo*. *Korean J Soc Food Sci* 14: 327-332.
- Jang MS, Park JE. 2004. Effect of Maesil (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) juice on *Yulmoo Mul-Kimchi* fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 511-519.
- Kim HR, Park JE, Jang MS. 2002. Effect of perilla seed paste on the *Yulmoo Mul-kimchi* during fermentation. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 290-299.
- Kong CS, Kim DK, Rhee SH, Rho CW, Hwang HJ, Choi KL, Park KY. 2005. Standardization of manufacturing method of young radish kimchi (*Yulmoo Kimchi*) and young radish watery kimchi (*Yulmoo Mool-Kimchi*) in literatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 126-130.
- Ko YT, Kang JH. 2003. Quality of freeze-dried *Yulmoo-Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 35: 254-259.
- Kong CS, Kim DK, Rhee SH, Rho CW, Hwang HJ, Choi KL, Park KY. 2005. Fermentation properties and in vitro anticancer effect of young radish kimchi and young radish watery kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 311-316.
- Yun HJ. 2003. Effect of *Hizikia fusiforme* water extracts on mouse immune cell activation. *MS Thesis*. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.
- Jimenez-Escrig A, Goni-Cambrodon I. 1999. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. *Arch Latinoam Nutr* 49: 114-120.
- Ebihara K, Kiriya S. 1990. Physicochemical property and physiological function of dietary fiber. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 37: 916-925.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 844.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for de-



- termination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
24. Joo HK, Cho KY, Park JK, Cho KS, Chae SK, Ma SJ. 1993. *Food analysis (I)*. Yulim Moonwhasa, Seoul, Korea. p 356-379.
  25. Gutfinger T. 1981. Polyphenol in olive oils. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
  26. Blois MS. 1958. Antioxidant by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  27. Collins CH, Lyne PM. 1985. *Microbiological methods*. 5th ed. Butterworth & Co., Ltd., New York, NY, USA. p 73, p 130-133.
  28. Song MS, Lee YC, Cho SS, Kim BC. 1993. *The use of SAS 'Statistical data analysis'-Regression Analysis*. Ja-Yu Academi, Seoul, Korea. p 61-84.
  29. Park WP, Cho YB, Lee SC, Kim JM, Lee MJ. 2001. Changes in *kimchi* quality as affected by the addition of boiled-dried fusiforme. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 834-838.
  30. Kim JH, Jang MJ, Choi JI, Ha TM, Chung JW, Chi JH, Ju YC. 2005. Quality properties of *kimchi* by the addition of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) during fermentation. *Korean J Food Preserv* 12: 287-291.
  31. Lee MJ, Kim HS, Lee SC, Park WP. 2000. Effects of sepia os addition on the quality of *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 592-596.
  32. Kim SD, Kim MH, Kim ID. 1996. Effect of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 907-914.
  33. Kim SD, Kim ID, Park IK, Kim MY, Youn KS. 1999. Effects of calcium lactate and acetate on the fermentation of *kimchi*. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 333-338.
  34. Park MJ, Jeon YS, Han JS. 2001. Antioxidative activity of mustard leaf *kimchi* added green tea and pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 359-364.
  35. Kim DK, Kim BG, Kim MH. 1994. Effect of reducing sugar content in Chinese cabbage on *kimchi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 73-77.
  36. Park HO, Kim YK, Yoon S. 1991. A study of enzyme system during *kimchi* fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 7: 1-6.
  37. Lee TY, Lee JW. 1981. The changes of vitamin C content and the effect of galacturonic acid addition during *kimchi* fermentation. *J Korean Agric Soc* 24: 139-144.
  38. Jang MS, Kim NY. 1999. Effects of salting methods on the physicochemical properties of *Kakdugi* fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 15: 61-67.
  39. Kim EJ, Hahn YS. 2006. Preparation of tomato *kimchi* and its characteristics. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 535-544.
  40. Lee YO, Park KY, Cheigh HS. 1996. Antioxidative effect of *kimchi* with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground beef. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 261-266.
  41. Rock CL, Flatt SW, Wright FA. 1997. Responsiveness of carotenoids to high vegetable diet intervention designed to prevent breast cancer recurrence. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 6: 617-623.
  42. Lee CW, Ko CY, Ha DM. 1992. Microfloral changes of the lactic acid bacteria during *kimchi* fermentation and identification of the isolates. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 20: 102-109.
  43. Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
  44. Park SK, Kang SG, Chung HJ. 1994. Effects of essential oil in astringent persimmon leaves on *kimchi* fermentation. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 22: 217-221.
  45. Park WP, Ahn DS, Lee DS. 1997. Composition of quality characteristics of whole and sliced *kimchi* at different fermentation temperatures. *Korean J Food Sci Technol* 29: 784-789.
  46. Moon SW. 1999. Effects of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) on quality of *Nabak kimchi* during fermentation. *PhD Dissertation*. Dankook University, Seoul, Korea.

(2010년 11월 30일 접수; 2011년 1월 25일 채택)