

염장토하 숙성시 나오는 액즙을 이용한 김치의 품질연구

박복희 · 오봉윤 · 조희숙
목포대학교 식품영양학과

The Quality Characteristics of *Kimchi* Prepared with Salt-fermented Toha Jeot Juice

Bock-Hee Park, Bong-Yun Oh and Hee-Sook Cho

Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the growth of lactic acid bacteria and the self-life of *Kimchi* prepared with Toha sauce(TK) and different kinds of jeot-kal, a traditional fermented fish sauce. The *Kimchi* samples were stored for 42 days at $12 \pm 2^\circ\text{C}$. The results were as follows: The pH value was decreased in the order of TK, AK(prepared with fermented anchovy juice), SK(prepared with fermented shrimp) and CK(control), and the acidity was increased in the opposed order. Redox potentials decreased until 4 days of fermentation but increased thereafter. TK showed the lowest value in redox potential as well as the lowest change in the number of yeast; however, it had the highest contents of vitamin C and reducing sugar. The total number of lactic acid bacteria was higher in jeot-kal-added *Kimchi* than control throughout the fermentation period. In sensory evaluation, AK got the highest score in overall preference in the early stage of fermentation, but TK was preferred in the late stage.

Key words : *Kimchi*, Toha sauce, redox potential, sensory evaluation

I. 서 론

토하(*Caridina denticulata denticulata* DE HAAN)젓은 유리 아미노산, 무기성분 및 chitin oligosaccharide가 함유되어 있는 기능성 식품으로 알려져 있다¹⁾. 또 김치는 배추, 고춧가루, 마늘, 생강 등 여러 가지 채소와 양념 그리고 경우에 따라 젓갈을 첨가하여 발효 숙성시켜 젓산발효미생물 성장으로 영양적 가치가 높은 부식으로 높이 평가받고 있으며²⁾, 우리나라를 대표하는 전통식품이다. 김치를 담글 때 부재료로서 여러 가지 젓갈을 첨가하는데 첨가되는 젓갈의 종류와 양에 따라서 김치의 발효 특성이 달라지게 된다. 토하젓 제조시 염장토하젓에서 부산물로 버려지는 토하액즙은 여러 가지 맛 성분과 저분자의 chitin oligosaccharides 등이 함유되어 있다¹⁾.

본 연구에서는 버려지는 액즙을 시판용 토하액젓으로 가공하여 김치 양념 재료로 이용하도록 하였으며, 이 토하액젓을 김치 담금시 첨가했을 때 발효 숙성시 특성을 알아보고자 기존에 이용되고 있는 다른 젓갈(無첨가, 멸치액젓, 새우젓)을 첨가해서 김치를 제조했을 때와 비교하여 김치의 맛과 숙성에 관여하는 발효 미생물의 생육 및 김치의 보존성에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시료 처리

1) 토하액젓 제조

23%의 소금농도로 염장 토하젓을 담가서 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 90일간 숙성시킨 후 양념토하젓을 담기 위해 토하젓 고형분과 토하액즙(염장토하의 약 72%)을 분리했으며, 분리된 토하액즙을 80°C 에서 15분 동안 살균하여 토하액젓을 제조하였다. 살균된 유리병에 담아 포장한 후 김치 제조에 사용하였다.

Corresponding author: Bock-Hee Park, Mokpo National University, Muan, Chonnam 534-729, Korea
Tel : 82-61-450-2522
Fax : 82-61-450-2529
E-mail : bhpark@chungkye.mokpo.ac.kr

2) 재료

본 실험에 사용된 배추는 전남 나주군 소재인 김치제조 회사 삼진종합식품(주)에서 사용하고 있는 2000년 9월에 생산된 것이고(강원도 대관령, 중량 1.5~2kg/포기), 고춧가루, 실파, 생강, 마늘은 전남 무안산이었으며, 멸치액젓은 시판되고 있는 청정원 제품을, 새우젓은 신안산을 목포 중앙시장에서 구입하여 사용하였고 찹쌀풀은 찹쌀가루와 물을 1:4의 비율로 섞어 만들었다.

3) 김치의 제조

본 실험에서의 재료 배합비는 조 등³⁾의 배추김치의 재료 배합비 표준화 연구를 참고로 하여 Table 1과 같이 조정하여 결정하였다. 배추는 다듬어 두 쪽으로 가른 다음 배추 무게의 3%에 해당하는 소금에 6시간 절인 후 4% 소금물에 2시간 동안 절였으며, 맑은 물로 3번 행구고, 물을 뺀 다음 3.5×3.5cm 길이로 자르고 양념으로 고춧가루, 마늘, 생강, 실파, 찹쌀풀을, 젓갈은 시료 각각에 대조구(젓갈 無첨가), 토하액젓, 멸치액젓, 새우젓을 첨가하여 배추김치를 제조하였다. 최종 염 농도는 약 2.02~2.17%가 되도록 정제염을 첨가하여 조정하였다. 버무린 배추김치를 PT병에 400g씩 담아 뚜껑을 덮어 12±2°C에서 42일 동안 저장하면서 성분변화를 검사하였다.

Table 1. Ingredient of various Kimchi

Kimchi Ingredient	Composition(g)			
	CK	TK	AK	SK
Salted chinese cabbage	8500	8500	8500	8500
Red pepper powder	297.5	297.5	297.5	297.5
Garlic	119	119	119	119
Ginger	51	51	51	51
Green onion	170	170	170	170
Glutenous rice paste	255	255	255	255
Jeot-kal	-	280.5	280.5	280.5
NaCl content in salted and fermented jeot-kals.	0	64.52 (23%)	67.32 (24%)	64.52 (23%)
Added NaCl	87.47	22.95	20.14	22.95
Total NaCl content(%) of Kimchi ¹⁾	2.14±0.39	2.02±0.01	2.07±0.03	2.17±0.33

CK: Control Kimchi.

TK: Kimchi samples containing salted and fermented Toha jeot juice.

AK: Kimchi samples containing salted and fermented anchovy juice.

SK: Kimchi samples containing salted and fermented shrimp.

¹⁾ Mean±SD(n=3)

2. 김치의 저장기간별 이화학적 성분분석

1) pH 및 총산도 측정

김치의 pH와 총산함량을 측정하기 위하여 제조한 김치 시료를 Waring blender로 마쇄한 후 20g을 취하여 증류수 180mL로 희석하고 여과지(Whatman No. 2)로 여과해서 그 여액을 사용하였다. 김치액의 pH는 pH meter(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)로 측정하였으며, 총산도는 여과한 김치액을 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.05N NaOH로 적정한 후 lactic acid(%)로 환산하여 표시하였다⁴⁾.

2) 염도 및 산화·환원 전위 측정

염도는 Mohr⁵⁾법으로 측정하였으며, 산화·환원 전위는 platinum redox electrode를 ion analyzer(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)에 연결하여 김치액의 산화·환원 전위를 측정하였다⁶⁾.

3) 휘발성 산도 측정

휘발성 유기산은 김치 50g을 Waring blender로 마쇄한 후 일정량의 증류수를 가한후 수증기 증류법으로 증류하여 증류액 100mL를 받아 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.05N NaOH로 적정하여 acetic acid(%)로 환산하여 표시하였다⁷⁾.

4) 환원당 함량 측정

환원당 함량은 DNS에 의한 비색법으로 glucose로 환산하여 표시하였다⁸⁾.

5) Ascorbic acid 함량 측정

총 비타민 C는 2, 4-dinitrophenyl hydrazine법을 사용하였다⁹⁾.

6) Hardness 측정

김치 조직의 경도는 측정용 시료(배추의 중간잎 줄기 부분의 두께 0.5cm)를 3×2cm 크기로 일정하게 썰어서 Rheometer (Model CR-100D, Japan)로 배추의 절단변형력을 측정하여 maximum force로 경도를 나타냈다¹⁰⁾.

7) 관능검사

관능검사는 목포대학교 식품영양학과 학생 10명

을 관능요원으로 선정하여 오후 3시경 난수표에 의한 3자리 숫자가 매겨진 시료를 접시에 담아 관능검사를 실시했다. 최고의 기호도에 9점, 최하의 기호도에 1점의 9점 채점법으로, 김치의 색(color), 신맛(sour taste), 냄새(flavor), 아삭아삭한 정도(crispsness), 전체적 기호도(overall preference)를 평가하였다. 관능검사 결과 시료간의 유의성 검증은 spss 통계 package를 이용한 ANOVA test를 실시한 후 사후검증으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

8) 김치의 저장기간별 총균수, 젖산균수 및 효모수의 측정

김치 시료액 1mL를 생리 식염수로 단계적으로 10²~10⁵까지 희석하여 각 희석액 0.2mL씩을 각각의 배지에 접종하여 배양한 후 생성균수로 판정하였다. 총균수 측정을 위해 nutrient agar 배지를 이용하였고, 총 젖산균수 측정은 MRS 배지를, 총 효모수 측정은 MA 배지를 이용하였으며, 각 배지는 Table 2와 같고, 30±1°C에서 2~3일간 배양하고 최확수

Table 2. Condition of operation of Rheometer

Maximum force	10 kg
Chart speed	120 mm/mim
Table speed	8 mm/sec
Probe type	Knife
Maximum force	Maximum peak force of sample cutting force

Table 3. Formulation and preparation of medium^a for microorganism growth

Medium	Component	Amount (g/L)	pH
Nutrient agar	Bacto Beef Extract	3.0 g	6.8±0.2 at 25°C
	Bacto Peptone	5.0 g	
	Bacto Agar	15.0 g	
Malt extract agar	Maltose, Technical	12.75g	4.7±0.2 at 25°C
	Bacto Dextrin	2.75g	
	Bacto Glycerol	2.35g	
	Bacto Peptone	0.78g	
	Bacto Agar	15.0 g	
Lactobacilli MRS agar	Bacto proteose peptone No3	10.0 g	6.5±0.2 at 25°C
	Bacto Beef Extract	10.0 g	
	Bacto Yeast Extract	5.0 g	
	Dextrose	20.0 g	
	Sorbitan Monooleate Complex	1.0 g	
	Ammonium citrate	2.0 g	
	Sodium acetate	5.0 g	
	Magnesium sulfate	0.1 g	
	Manganese sulfate	0.05g	
	Potassium phosphate Disbasic	2.0 g	
	Bacto Agar	15.0 g	

a: Autoclave at 15 lb/in² for 15 min.

(MPN)법으로 측정하였다¹¹⁾.

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 총산도

토하액즙을 첨가하여 담근 김치의 숙성 중 성분 변화를 다른 여러 것갈을 첨가했을 때와 비교하기 위해 숙성 과정 중 조사한 pH와 총산도는 Fig. 1, 2와 같았다. 김치의 pH는 저장온도에 영향을 받기도 하지만 첨가되는 부재료에 영향을 받게되는데 모든 김치시료에서 초기 6.02에서 발효가 진행됨에 따라 계속 감소되다가 pH 4.0부근에서 변화속도가 둔화되었다. 토하액즙을 첨가한 김치에서 숙성되는 동안 전반적으로 높게 나타났으며, 그 다음으로 멸치액젓을 첨가한 김치가 초기에는 6.02로 새우젓을 첨가한 김치 5.85보다 높았지만 숙성함에 따라서 멸치액젓

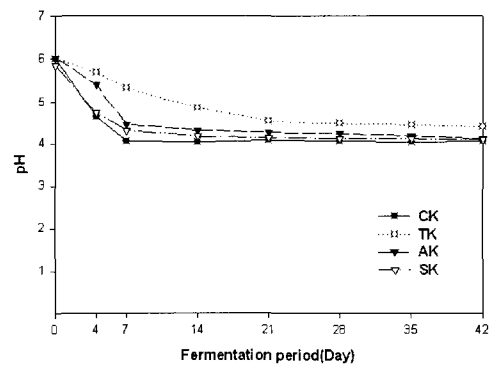


Fig. 1. Changes of pH in Kimchi samples during fermentation period. Symbols are same as in Table 1.

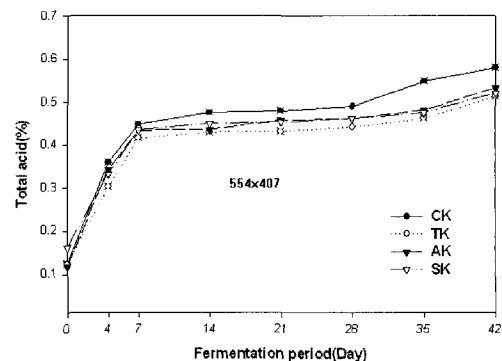


Fig. 2. Changes of content of total acid in Kimchi samples during fermentation period. Symbols are same as in Table 1.

을 첨가한 김치와 새우젓을 첨가한 김치는 거의 같은 수준으로 감소하였다. 초기에 멸치액젓을 첨가한 김치의 pH가 높은 이유는 시판되고 있는 멸치액젓 자체에 MSG와 같은 조미료를 함유하고 있어 이들 성분이 완충제로서의 역할을 하는 것으로 생각되며, 토하액젓 첨가, 멸치액젓 첨가, 새우액젓 첨가, 대조구 순으로 낮게 나타나 전체적으로 대조구보다 젓갈을 첨가했을 때 pH 변화가 적었다. 송 등¹²⁾은 가장 맛이 좋은 김치의 pH는 4.2~4.3으로 보고하였는데, 김치숙성 중 대조구와 새우젓 첨가 김치는 4일째에, 멸치액젓을 첨가한 김치는 숙성 7일 정도에 도달하였고, 토하액젓을 첨가한 김치는 21일째에 pH 4.2에 도달하였다.

김치의 숙성중 총산도의 변화를 살펴보면 숙성 초기에 0.11~0.16%이었던 산 함량이 발효 4일째는 0.30~0.36%였으며, 발효 7일째는 0.41~0.44%로 빠르게 상승하여 pH와는 반대로 증가하는 경향을 나타내었고, 그 이후에는 서서히 증가하여 발효 42일째는 0.51~0.58%로 증가하였다. 이처럼 김치 발효 중에 총산도가 증가하는 현상은 숙성이 진행됨에 따라 유기산이 생성되기 때문이며 특히 lactic acid가 점차 증가하기 때문으로, 이때 생성된 유기산이 김치의 맛에 영향을 주게 된다¹³⁾. 시료간의 차이는 대조구, 새우젓 첨가, 멸치액젓 첨가, 토하액젓 첨가 순으로 발효숙성 중 산함량의 증가를 관찰할 수 있었으며, 토하액젓 첨가 김치의 총산도는 다른 시료 김치에 비교해서 발효숙성 전 기간 중 다소 적었다. 숙성기간 동안 pH와 비교했을 때 총산도는 모든 시료에서 숙성 7일동안 빠르게 증가하다가 그 이후로 28일 동안 거의 완만한 변화를 보였다.

2. 김치시료의 염도

본 실험에서 제조된 김치의 초기 염도는 대조구는 $2.14 \pm 0.39\%$, 토하액젓 첨가 김치는 $2.02 \pm 0.01\%$, 멸치액젓 첨가 김치는 $2.07 \pm 0.03\%$ 였으며, 새우젓 첨가 김치는 $2.17 \pm 0.33\%$ 로 발효기간 중 약간 감소하였으며, 숙성기간 중 거의 변하지 않았다.

3. 산화환원전위 변화

pH 7과 25°C의 산화환원전위 값으로 표준화하여 측정값의 정성적 영향을 배제함으로써 널리 쓰이는¹⁴⁾ Eh₇ 값으로 환산한 값의 변화는 Fig. 3에 나타난 바와 같았다. 김치의 발효가 진행되면서 4일 전까지는 급격하게 감소하다가 발효 숙성 4일 이후는 점차 증가하는 경향을 보였으며, 전체적으로 대조구에

서 전위값의 변화가 적었고, 각 시료간에 큰 차이는 없었지만 토하액젓 첨가 김치가 가장 느리게 변하였다. 이 등⁶⁾은 부재료를 달리하여 김치를 제조한 후 저장 발효시켰을 때 산화환원전위값은 발효가 진행됨에 따라 감소되다가 후반기에 다시 증가하는 경향을 보였다고 하였는데 본 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 산화·환원 전위가 저하되는 것은 환원성 물질이 에너지원으로 쓰이면서 전자를 내놓고 O₂를 소비하며 미생물들의 생육으로 총 세포 질량이 증가, 김치액 내의 상태가 좀 더 환원된 상태로 되기 때문이며, 그 이후 산화·환원 전위가 증가하는 것은 환원성 물질이 없어졌거나 많이 생육했던 세포들이 다시 파괴되어 나타나는 현상으로 본다고 밝힌 바 있다¹⁵⁾. 또 표준 상태에서 산화·환원 전위 값이 -100mV이상일 때 혐기성 균의 생육이 저해된다¹⁶⁾고 하므로 본 실험은 발효 숙성 초기부터 혐기성 균이 자라기에 알맞은 전위 값을 나타내고 있으며, 김치 숙성의 최적기인 4일과 7일 사이에 Eh₇ 값이 -204.87~-247.8mV로서 가장 혐기적인 상태를 유지했고, 발효 숙성 후기에는 숙성 초기 전위값을 나타내었다. 정¹⁷⁾은 동치미의 산화 환원전위에서 발효최성기에는 Eh=-100±50을 나타낸다고 보고하였는데 본 결과와는 다소 차이를 보였다.

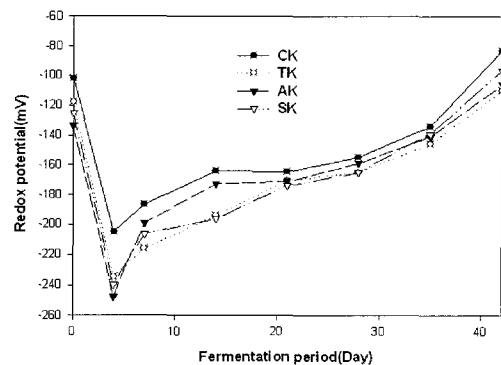


Fig. 3. Changes of redox potential in Kimchi samples during fermentation period.

Symbols are same as in Table 1.

4. 휘발성 산도 함량

김치 발효 중 acetic acid로 나타난 휘발성 유기산 함량의 변화는 Fig. 4와 같았다. 김치 발효 숙성 초기에 휘발성 유기산 함량은 0.05~0.07%였고, 모든 시료에서 발효 숙성됨에 따라서 총산도 증가와 비례하여 계속 증가하다가 35일 이후에는 모든 시료에서 0.10~0.15%로 감소하였다. 김치 숙성시 생성

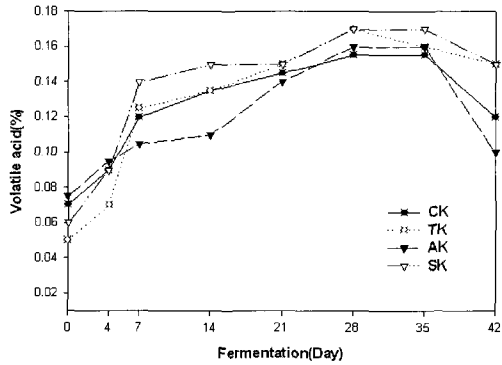


Fig. 4. Changes of content of volatile acid in Kimchi samples during fermentation period. Symbols are same as in Table 1.

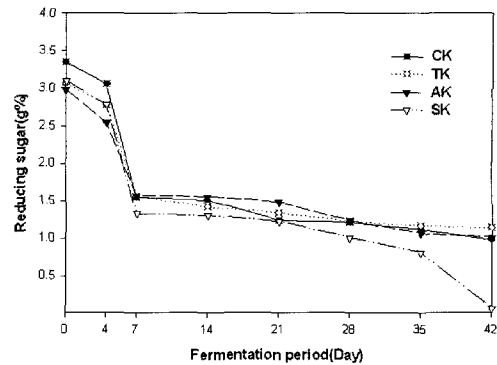


Fig. 5. Changes of content of reducing sugar in Kimchi samples during fermentation period. Symbols are sample as in Table 1.

되는 휘발성 유기산은 formic acid, acetic acid, propionic acid, iso-butyric acid, n-butyric acid, iso-valeric acid, n-valeric acid가 있지만 이러한 여러 종류의 유기산은 HPLC나 GC로 분석¹⁸⁾이 가능하며, 본 실험에서는 단지 acetic acid로만 환산하여 나타냈기 때문에 실제 함량에 있어서 오차가 있을 것으로 생각된다. 김치의 발효숙성 초기에는 대조구와 멸치액젓 첨가 김치에서 다소 높은 값을 보였으나 김치가 숙성 발효됨에 따라 대조구와 멸치액젓 첨가 김치보다 토하액젓 첨가 김치와 새우젓 첨가 김치에서 높은 함량 보였다. 이는 이들 김치가 숙성 발효됨에 따라서 새우류가 김치의 관능적 특성에 영향을 주는 것으로 생각된다.

5. 환원당 함량

발효기간 중 환원당 함량 변화는 Fig. 5에 나타난 것처럼 김치가 숙성함에 따라 환원당 함량은 2.98~3.35% 정도였던 것이 발효숙성 4일까지 서서히 감소하다가 숙성적기 7일째에는 빠르게 감소하였으며 그 이후에는 대체로 완만히 감소하였다. 이러한 결과는 산이 증가함에 따라 환원당 함량이 감소했다고 보고한 김 등¹⁹⁾ 및 유 등⁴⁾의 연구결과와 같았는데 김치속의 당을 미생물들이 분해해서 에너지원으로 이용함으로써 발효기간이 지남에 따라 환원당 함량이 감소된 것으로 생각된다⁴⁾. 제조 당일 환원당 함량은 대조구가 가장 높고 젓갈을 첨가한 시료는 비슷하였으며, 숙성 28일 이후에는 새우액젓 첨가 김치, 멸치액젓 첨가 김치, 대조구 및 토하액젓 첨가 김치의 순으로 감소되었다. 토하액젓 첨가 김치는 다른 시료에 비하여 발효가 지연되어 환원당 함량이 다소 높게 나타났다. 김치는 숙성 중 젓산균에

의해 김치 재료 중 당분이 분해되어 유리당을 생성한다고 하며, 잔류당이 50%일 때 적숙기로 본다²⁰⁾ 한다. 주된 유리당으로는 mannose, fructose, glucose, galactose 등이 있으며, 이들은 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소된다는 보고도 있다²⁰⁾.

6. 총 비타민 C 함량 변화

발효 초기 총 비타민 C의 함량 변화는 Fig. 6과 같이 대조구 20.3mg%, 토하액젓 첨가 김치 21.84mg%, 멸치액젓 첨가 김치 23.37mg%, 새우젓 첨가 김치 23.16mg%였으며, 발효 숙성 4일에는 모든 김치가 약간 증가했고, 그 이후 7일까지는 토하액젓 첨가 김치는 26.16mg%까지 증가했고, 멸치액젓 첨가 김치도 24.36mg%까지 증가 했다. 그 이후는 모든 김치에서 감소하는 경향을 보였다. 숙성 과정중 비타민 C함량은 토하액젓 첨가 김치가 다른 군들에 비해 다소 높게 나타났다. 노 등²¹⁾은 김치 재료 중

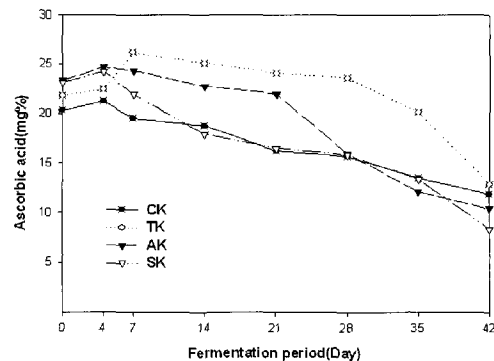


Fig. 6. Changes of content of ascorbic acid in Kimchi samples During fermentation period. Symbols are same as in Table 1.

의 효소작용에 의해 비타민 C가 생합성된다고 보고하였는데 본 결과의 발효 숙성 4일 이후 숙성 7일까지 비타민 C의 증가도 이와 같은 경향으로 생각된다. 숙성 42일째에 비타민 C함량은 대조구 11.84 mg%, 토하액젓 첨가 김치 12.88mg%, 멸치액젓 첨가 김치 10.41mg%, 새우젓 첨가 김치 8.36mg%로 감소하였다. 대개 김치는 동절기 과채류의 공급이 부족할 때 비타민 C의 중요한 공급원으로 이용해왔다. 김치의 발효 과정에서 나타나는 비타민 C의 변화는 여러 가지 영향을 받는 것으로 알려지고 있는데 조미료나 향신료가 미치는 영향, 김치 담금 용기의 영향, 전분, 당류 및 아미노산의 첨가가 미치는 영향, 발효 조건에 따른 영향 등의 많은 연구가 수행되어 왔다⁷⁾. 젓갈 종류에 따른 김치 숙성에 관한 연구에서 비타민 C함량은 발효가 진행됨에 따라서 감소함으로써 숙성적기 이후의 김치는 비타민 C의 주공급원으로 가치가 저하됨은 보고된 바 있다⁷⁾.

7. Hardness

김치의 숙성과정 중 조직감의 변화를 기계적으로 측정된 결과는 Fig. 7과 같았다. 배추 잎의 조직감은 배추의 품종, 잎의 부위, 재배시기 등에 따라 크게 달라지므로²²⁾ 일정한 배추의 중간 잎의 줄기부분을 시료로 사용하였다. 김치는 발효 숙성이 경과함에 따라 조직이 연화되어 hardness가 점차 감소하는데 이러한 연화 현상은 protopectinase, polygalacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소의 작용에 의해 펙틴질의 성장변화가 주 요인으로 알려져 있다²³⁾. 김치 조직의 경도는 전 발효숙성기간 동안 감소하는 경향이였으며, 발효 숙성 21일까지는 토하액젓 첨가 김치, 멸치액젓 첨가 김치, 새우젓 첨가 김치 모두

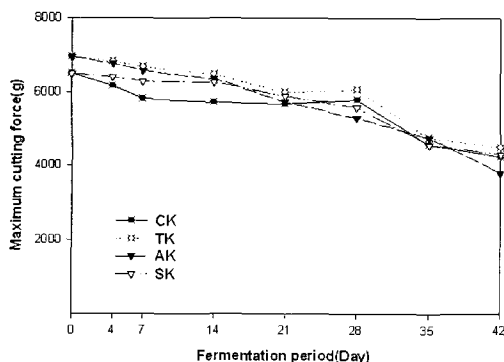


Fig. 7. Changes of maximum cutting force of texture of Kimchi samples during fermentation period.

Symbols are same as in Table 1.

대조구보다 조직이 물러지는 경향이 적었고 21일 이후에는 멸치액젓을 첨가한 김치가 대조구보다 더 조직이 물러지는 것으로 나타났다. 김치 발효숙성 전 기간동안 토하액젓을 첨가한 김치가 대조구나 멸치액젓 첨가김치와 새우젓 첨가김치보다 조직이 덜 물러지는 것을 알 수 있었다. 이는 노 등²⁴⁾과 이 등²⁵⁾의 연구에서 키토산 첨가 김치와 키토산 첨가 무의 조직감이 대조군에 비해 향상되었다고 보고한 결과와 비교했을 때 토하액젓에는 저분자 chitin oligosaccharide를 함유¹⁾하고 있어 이러한 성분들이 김치 발효숙성 중 김치조직의 연화를 대조구나 멸치액젓 첨가김치, 새우젓 첨가김치보다 더 지연시키는 것으로 생각된다²⁶⁾.

8. 김치의 저장기간별 총균수, 젖산균수 및 효모수의 측정

1) 총 균수의 변화

김치의 발효숙성 과정 중 총 균수 변화는 Fig. 8과 같으며, 발효 초기 대조구의 총 균수는 가장 적었지만 김치숙성 중 계속 증가하여 28일째는 5.9×10^{11} cfu/mL였고, 그 이후에는 점차 감소하였다. 김치발효 초기 토하액젓 첨가 김치는 1.91×10^4 cfu/mL, 멸치액젓 첨가 김치 1.32×10^4 cfu/mL, 새우젓 첨가 김치는 3.38×10^4 cfu/mL로 모두 대조구보다 높았으나, 숙성 중 대조구의 급격한 증가로 7일째에는 모든 시료가 거의 비슷한 수준이었다. 숙성 28일째에 모든 김치에서 감소하는 경향이였으며, 특히 토하액젓 첨가 김치의 총균수는 다른 김치에 비해 더 많이 감소하였다. 이러한 결과는 초기 대조구의 총균수가 다른 젓갈을 첨가한 김치군에 비해 낮

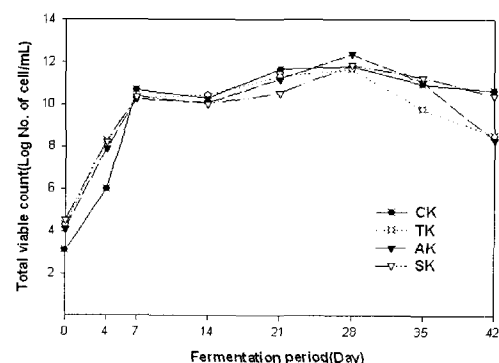


Fig. 8. Changes of total viable count in Kimchi samples during fermentation period.

Symbols are same as in Table 1.

은 것은 젓갈 자체에서 함유되어 있는 균들에 의한 것으로 생각되지만 김치의 적숙기인 14일째부터는 거의 차이가 없이 비슷하였으며, 숙성 28일에는 전체적으로 총균수가 감소하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 김 등¹⁹⁾과 최 등²⁷⁾의 결과와 일치하며 균수의 감소는 김치 숙성 과정 중 생성된 산에 의한 생육억제 때문이라 생각한다.

2) 총 젓산균수의 변화

김치의 발효숙성 과정 중 MRS배지에 의한 젓산균 수의 변화는 Fig. 9와 같으며, 김치 발효에 관여하여 맛과 향미에 영향을 주는 젓산균으로는 발효 초기 *Leuconostoc mesenteroides*이 많이 번식하여 젓산과 탄산가스를 생성하여 김치를 산성화 및 혐기 상태로 변화게 하며, 발효중기에는 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus faecalis*등이 김치 맛에 관여 하는 젓산균으로 알려져 있다. 발효 숙성 초기 젓산균수의 변화를 살펴보면 대조구는 2.82×10^2 cfu/mL, 토하액젓 첨가 김치는 6.03×10^2 cfu/mL, 새우젓 첨가 김치는 7.24×10^2 cfu/mL, 멸치액젓 첨가 김치는 9.55×10^2 cfu/mL 이었으며, 숙성 4일까지 급격히 증가했고, 14일째는 대조구와 다른 젓갈을 첨가한 김치에서 큰 차이를 보였다. 토하액젓을 첨가한 김치, 새우젓을 첨가한 김치, 멸치액젓을 첨가한 김치 모두 대조구에 비해 젓산균수가 발효 전 기간 중에 많은 것으로 나타났다. 김치숙성 21일째에 멸치액젓 첨가 김치는 2.63×10^{11} cfu/mL, 새우젓 첨가 김치는 2.29×10^{11} cfu/mL, 토하액젓을 첨가한 김치는 9.33×10^{10} cfu/mL로 많은 젓산균수를 관찰할 수 있었다. 이는

김치 발효중 나타나는 김 등¹⁹⁾의 결과와 유사한 경향을 보였으며, 대조구보다 젓갈을 첨가했을 때 더 많은 젓산균이 증식하는 것으로 나타났다. 김치 숙성 35일에는 다소 감소하는 것으로 나타났다.

3) 총 효모수의 변화

김치의 발효 숙성과정 중 효모수의 변화는 Fig. 10과 같으며, 김치 발효중기에 관여하는 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces pretoriensis*, *Saccharomyces salmonkincence*이며, 이들은 알코올의 생성, 방향 및 풍미 등을 부여할 뿐만 아니라 원료 취의 제거, 풍미의 생성에 작용한다. *Candida*, *Pichia*, *Hansenula*와 같은 발효 후기에 번식하는 산막효모는 김치의 외관을 손상시키고 알코올 젓산을 산화분해해서 정미성을 악화시키는 외에 유기산에 의해 억제되었던 변태균(호기성 세균)의 증식을 유도하게 되어 저장성에 큰 영향을 주게 된다¹¹⁾. 본 실험에서는 발효숙성 7일까지는 모든 김치시료에서 효모는 발견되지 않았으나 발효 숙성 14일에는 대조구 9×10 cfu/mL, 토하액젓 첨가 김치는 5.89×10 cfu/mL였고, 숙성 14일에서 21일에는 급격한 변화를 나타냈으며, 김치 효모의 숙성 42일째에 대조구와 멸치액젓 첨가 김치 각각 1.91×10^8 cfu/mL와 2.90×10^8 cfu/mL로 증가하였고, 토하액젓 첨가 김치는 42일 숙성 후 2.51×10^6 cfu/mL로, 새우젓 첨가 김치는 4.68×10^7 cfu/mL로 증가하였다. 이는 김치 발효 숙성 기간 중 산패의 원인이 되는 숙성 42일째의 효모수에 있어서 토하액젓을 첨가한 김치에서 가장 적은 변화를 관찰하였으며, 이는 토하액젓에 함유되어 있는 chitin oligosaccharide에 의한 산막효모의 증식을

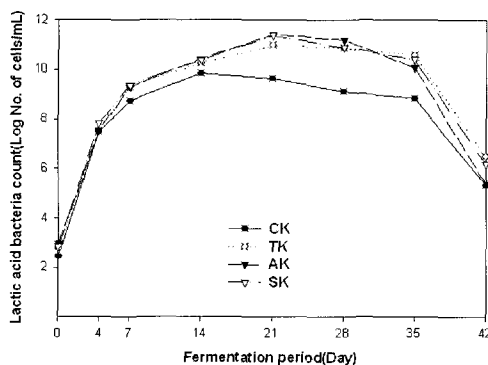


Fig. 9. Changes of lactic acid bacteria count in Kimchi samples during fermentation period. Symbols are same as in Table 1.

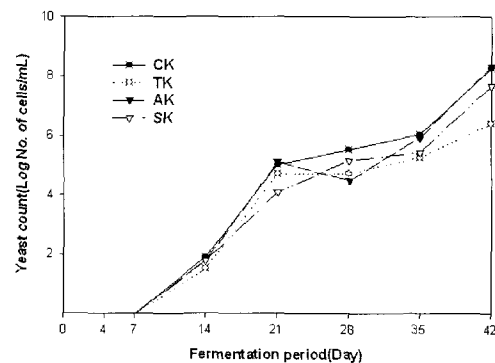


Fig. 10. Changes of yeast in Kimchi samples during fermentation period. Symbols are same as in Table 1.

Table 4. Sensory test of various Kimchi samples during fermentation

Attribute	Kinds of Kimchi	Fermentation period (days)						
		0	7	14	21	28	35	42
Color	CK	5.45±2.24	7.65±1.86	7.35±1.58	6.25±1.29	5.00±1.97	5.20±1.44	4.65 ^{ab} ±1.44
	TK	4.60±1.71	5.95±1.83	7.30±1.27	6.10±1.17	6.95±1.74	6.26±1.34	5.80 ^a ±0.68
	AK	6.10±1.91	7.60±1.43	6.05±1.96	5.36±1.04	5.85±1.11	6.10±1.39	5.04 ^{ab} ±1.48
	SK	4.85±2.26	7.30±1.95	6.70±1.62	5.95±2.07	5.70±2.11	5.05±1.62	4.09 ^b ±2.02
Flavor	CK	6.10±1.29	7.65±1.79	6.95±1.40	5.95±1.30	4.95±1.72	5.45±1.62	4.47 ^{ab} ±0.69
	TK	6.00±1.69	6.10±1.97	6.46±1.40	6.00±1.00	6.01±1.52	6.50±0.81	5.10 ^a ±0.69
	AK	6.50±1.43	7.36±1.98	7.15±1.96	6.30±1.39	5.40±0.97	6.30±0.98	4.28 ^b ±0.65
	SK	5.20±1.69	6.60±2.06	6.85±1.75	5.75±0.79	5.95±1.14	6.20±1.41	4.50 ^{ab} ±0.67
Sour taste	CK	4.70±1.21	5.15±1.21	5.95±1.28	5.95±1.36	6.45±1.38	6.45±1.87	6.90±1.57
	TK	4.80±1.07	5.80±1.07	6.16±1.22	6.30±1.03	6.30±1.23	6.50±1.22	7.10±1.02
	AK	4.85±1.76	5.80±1.76	6.26±1.46	6.65±1.54	6.65±1.26	6.70±1.08	7.20±1.18
	SK	4.95±2.13	5.30±1.35	5.96±1.90	6.30±1.15	6.50±1.62	6.60±1.74	7.15±1.44
Crispness	CK	6.10±1.10	6.55±1.30	6.30±1.68	6.80±0.89	5.36±1.26	6.40±1.63	4.50±1.15
	TK	6.50±1.65	6.64±1.68	6.55±1.28	5.90±0.94	6.65±1.23	6.80±1.16	5.55±0.55
	AK	6.40±1.43	6.06±1.01	5.65±1.27	5.75±1.09	6.65±1.00	6.15±0.97	4.65±0.78
	SK	5.60±1.64	6.65±1.59	6.45±1.88	6.20±1.34	5.75±1.90	6.30±1.27	5.00±0.85
Overall preference	CK	6.10±1.10	7.70±1.62	7.00±1.35	6.00±0.78	4.70 ^b ±1.62	6.15±1.87	4.80 ^b ±0.75
	TK	6.50±1.65	7.50±0.97	7.10±1.08	7.10±1.22	6.60 ^a ±0.97	6.80±1.23	5.95 ^a ±0.98
	AK	7.40±1.43	8.70±1.16	6.80±1.11	5.95±1.01	5.50 ^{ab} ±1.59	5.80±1.09	4.90 ^b ±1.07
	SK	6.50±1.27	7.25±1.32	6.65±1.15	6.55±1.23	5.87 ⁺ ±1.23	6.30±1.73	4.20 ^{ab} ±1.16

Means±S.D of 10 replications. Values with same letter at the column are not significantly different ($p<0.05$). As the value increase from 1 to 9, the intensity of sensory characteristics increases.

See Table 1 for abbreviation.

억제하는 것으로 사료된다.

9. 관능검사

김치의 발효숙성 기간 중 색깔(color), 냄새(flavor), 신맛(sour taste), 아삭아삭한 정도(crispness), 전체적인 기호도(overall preference)를 9점 척도로 조사한 결과는 Table 3과 같았다. 색깔과 냄새는 저장 초기에 증가하다가 숙성 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 대체로 저장 초기에는 멸치액젓 첨가 김치가 높은 점수를 나타냈으나 저장 중기 이후에는 토하액젓 첨가 김치에서 높게 평가되었다. 신맛은 숙성이 진행됨에 따라 모든 시료에서 그 값이 증가하였으나 유의적 차이는 없었다. 모든 젓갈 첨가 김치는 대조구보다 더 신맛을 나타냈으며 멸치젓 첨가 김치에서 신맛이 다소 높게 나타났는데 이것은 젓갈 성분에서 따른 차이로 사료된다¹⁹⁾. 아삭아삭한 정도는 숙성 기간 동안 크게 감소되지는 않았으나 대체로 토하액젓 첨가 김치가 높게 나타났다. 전체적인 기호도는 김치담금 초기에 대조구는 6.10±1.10, 토하액젓 첨가김치는 6.50±1.65, 멸치액젓 첨가김치는 7.40±1.43, 새우젓 첨가김치는 6.50±1.27로 멸치액젓 첨가 김치가 가장 높은 기호도를 나타냈으며, 숙성 7일째

는 숙성 전 기간 중 가장 높은 기호도를 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다. 담금 초기 이러한 결과는 시판되고 있는 멸치액젓에는 L-글루타민산 나트륨, 포도당 등의 조미료가 첨가되어 가공되므로 이를 첨가한 김치가 높은 기호도를 나타내는 것으로 생각된다. 숙성이 진행됨에 따라 초기에는 좋은 기호도를 나타낸 멸치액젓 첨가 김치의 기호도는 다소 낮아지고 숙성 42일째에는 대조구 4.80±0.75, 토하액젓 첨가김치 5.95±0.96, 멸치액젓 첨가김치 4.90±1.07, 새우젓 첨가 김치 4.20±1.16으로 숙성이 진행됨에 따라서 토하액젓을 첨가한 김치가 유의적으로 좋은 점수를 얻었다.

IV. 요약

염장 토하젓 부산물인 토하액즙으로 제조한 토하액젓 배추김치와 다른 젓갈(無첨가, 멸치액젓, 새우젓)을 첨가해서 제조한 김치의 맛과 숙성에 관여하는 발효 미생물의 생육 및 김치의 보존성에 미치는 영향을 조사하였다.

김치의 발효 숙성 중 pH 변화는 발효가 진행됨에 따라 계속 감소되다가 pH 4.0부근에서 변화속도가

둔화되었으며, 총산도는 pH와는 반대로 증가하는 경향을 나타내었고, 모든 시료에서 숙성 7일 동안 빠르게 증가하다가 그 이후로 28일 동안 거의 완만한 변화를 보였다. 산화환원전위는 전체적으로 대조구에서 전위값의 변화가 적었으며, 각 시료간에 큰 차이는 없었지만 토하액젓을 첨가한 김치가 가장 느리게 변화였고 휘발성 산도는 모든 시료에서 발효 숙성됨에 따라 증가하다가 35일 이후에는 감소하였다. 환원당은 발효숙성 4일까지 서서히 감소하다가 숙성적기 7일째에는 빠르게 감소하였으나 그 이후에는 대체로 완만히 감소하였다. 비타민 C는 발효숙성 4일에는 모든 김치가 약간 증가했으며, 7일 이후부터는 감소하는 경향이었는데 토하액젓을 첨가한 김치가 다른 군들에 비해 다소 높게 나타났다. 김치의 발효숙성 중 경도는 숙성 전 기간동안 감소하는 경향이었으며, 토하액젓을 첨가한 김치가 다른 시료에 비해 조직이 덜 물러지는 것으로 나타났다. 김치 발효숙성중 총균수는 숙성 7일까지는 모든 시료가 비슷하게 증가하였으며, 숙성 28일에 모든 시료에서 감소하는 경향이였다. 총 젖산균수는 대조구에 비해 젓갈첨가 김치가 발효 전 기간 중 많은 것으로 나타났다. 총 효모의 수는 토하액젓을 첨가한 김치에서 가장 적은 변화를 관찰할 수 있었는데, 이것은 토하액젓에 함유되어 있는 chitin oligosaccharide에 의한 산박효모의 증식이 억제되는 것으로 사료된다. 관능 검사 결과 김치 담금 초기에는 멀치액젓을 첨가한 김치가 전체적인 기호도에 있어서 가장 높게 나타났지만 김치의 숙성기간이 길어질수록 토하액젓을 첨가한 김치가 유의적으로 좋은 점수를 얻었다.

감사의 글

본 논문은 2000년도 과학기술부·한국과학재단 지정 식품산업기술연구센터의 지원으로 이루어진 연구의 일부로 감사를 표합니다.

참고문헌

1. 박원기, 박영희, 김희경, 박복희 : 토하젓의 숙성과정 중 chitin oligosaccharides 생성. 한국식품영양과학회지, 25(5):791, 1996
2. 최성유, 오지영, 유정화, 한영숙 : 물비율을 달리한 열무물김치의 발효특성. 한국조리과학회지, 14(4):327, 1989
3. 조은주, 박건영, 이숙희 : 배추김치의 재료배합비 표준화. 한국식품과학회지, 29(6):1228, 1997
4. 유은정, 임현수, 김진만, 송상호, 최명락 : 김치의 숙성 및 보존 기간 연장을 위한 키토산 올리고당의 응용.

- 한국식품영양과학회지, 27(5):869, 1998
5. AOAC. : Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 1990
6. 이진희, 조영, 황인경 : 부재료를 달리하여 제조한 김치의 발효 특성. 한국조리과학회지, 14(1):1, 1998
7. 양세식 : 방사선 조사에 의한 김치 저장에 관한 연구. 원광대학교 대학원 석사학위논문. 1986
8. Millers, G. L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem., 31(3):426, 1959
9. 주현규, 조광행, 박종균, 조규성, 채수규, 마상조: 식품분석법. 유림출판사, p355, 1995
10. 이희섭 : 침채류의 조직감 측정방법. 한국조리과학회지, 11(1):83, 1995
11. 노완섭 : 한국산 침채류의 발효숙성에 관여하는 효모에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위논문. 1981
12. 송주은, 김명선, 한재숙 : 배추 절임 방법이 김치의 맛과 숙성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 11(3):226, 1995
13. 김미정, 문성원, 장명숙 : 양파 첨가가 동치미의 발효숙성에 미치는 영향. 한국영양과학회지, 24(2):330, 1995
14. Montville, T. J. and Conway, L. K. : Oxidation-reduction potentials of canned foods and their ability to support *Clostridium botulinum* toxigenesis. *J. Food Sci.*, 47(6):1879, 1982
15. Jacob, H. E. : Redox potential in Methods in Microbiology. vol. 2, Academic Press, London and New York, 1970
16. Gerhardt, P. : Manual of methods for general bacteriology. American Society for Microbiology, 1981
17. 정동효 : 김치 성분에 관한 연구(제3보)-동치미의 산화·환원 전위에 대하여. 한국식품과학회지, 2(2):34, 1970
18. 천종희, 이해수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8(2):90, 1976
19. 김광옥, 김원희 : 젓갈의 종류 및 첨가 수준에 따른 배추 김치의 발효 기간 중 특성변화. 한국식품과학회지, 26(3):324, 1994
20. Ha, J. H., Hawer, W. D., Kim, Y. J. and Nam, Y. J. : Changes of free sugars in Kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21(4):633, 1989
21. 노홍균, 이명희, 이명숙, 김순동 : 김치액의 색상에 의한 배추 김치의 품질 평가. 한국영양과학회지, 21(2):166, 1992
22. 이철호, 황인주, 김경교 : 김치제조과정 중 배추의 조직감 변화와 그 측정에 관한 연구. 한국식품과학회지, 20(6):742, 1988
23. 이용호, 이해수 : 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, 2(1):54, 1986
24. 노홍균, 박인경, 김순동 : 소금 절임시 키토산 첨가가 김치의 보존성에 미치는 효과. 한국영양과학회지, 24(6):932, 1995
25. 이희섭, 이귀주 : 무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 chitosan 첨가 효과. 한국식품문화학회지, 9(1):53, 1994
26. 박원기 : 토하젓 키틴질의 기능성 및 안전성. 남도음식문화연구회연보, 2(3):11, 1997
27. 최무영, 최은영, 이은, 차배천, 박희준, 임태진 : 솔잎즙의 첨가가 김치의 발효 숙성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 25(6):899, 1996

(2001년 9월 24일 접수)