

## 소금절임과 김치담금시 효모의 첨가가 숙성에 미치는 영향

김순동<sup>†</sup> · 김경희\* · 오영애

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

\*영남이공대학 생활파학과

### Effects of Yeast Addition during Salting and Preparation on Fermentation of *Kimchi*

Soon-Dong Kim<sup>†</sup>, Kyung-Hee Kim\* and Young-Ae Oh

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Kyungsan 713-702, Korea

\*Dept. of Human Ecology, Yeungnam College of Science and Technology, Taegu 705-037, Korea

#### Abstract

The effects of yeast on the fermentation of *kimchi* were investigated. The treatments were divided into two groups; yeast treatment during salting of Chinese cabbage(YS) and yeast treatment added in *kimchi* preparation(YF-*kimchi*). The edible periods of the *kimchi* after yeast treatment during salting(YS-*kimchi*) was extended 4~5 days by the results of pH, acidity, sensory quality. The activities of amylase, polygalacturonase and  $\beta$ -galactosidase of YS-*kimchi* were retained at low levels compared to non-treated condition throughout all fermentation periods, whereas protease activity was not significant different from the non-treated condition. In addition, the contents of total hexose and uronic acid did not show remarkable change throughout fermentation, but total pentose was decreased by more than 7% at the early-middle stage of fermentation(7~14 day after soaking). The change of free amino acid content was decreased by 16~44% than the non-treated condition. In contrast, in the YF-*kimchi*, the sensory quality was not good. The activities of amylase, protease, polygalacturonase and  $\beta$ -galactosidase were appreciably higher than that of the non-treated condition. Meanwhile, the contents of total hexose, total pentose and uronic acid, as products of degradation of cell wall constituents by the above enzymes, were decreased by 18~68% throughout fermentation than the non-treated condition, and total free amino acids were higher than the YS-*kimchi*. Thus, yeast treatment during salting was found to be more effective to extend the edible periods of the *kimchi*.

**Key words:** *kimchi*, yeast treatment, salting, fermentation

#### 서 론

우리나라는 중국, 일본과 함께 김치문화권의 나라이다. 특히 우리김치는 재료와 품질면에서 우수할 뿐만 아니라 기후 및 환경조건이 적합하여 중국이나 일본의 재료로 우리와 똑같은 김치를 담근다해도 우리 김치의 맛이 좋은 것으로 알려져 있다(1,2). 그러나 보존성이 낮은 취약점을 가지고 있는데 이는 자연발효식품으로 젖산균을 비롯한 각종 미생물이 살아있기 때문이다(3). 김치의 미생물에 관한 연구는 주로 젖산균에 관한 연구가 주축을 이루고 있으며(4), 효모와 관련된 연구는 소수에 불과하다(5). 또 김치숙의 일부 효모는 품질향상

에 관여하나(6) 산막효모류는 풍미를 해치는 것으로 알려져 있다(7,8). 효모는 당류를 기질로 사용하여 탄산가스과 알코올을 생성함으로 김치제조 중에 처리함으로서 젖산균의 기질을 소모시켜 산생성량을 줄일 수 있으며 이로인한 김치보존성 증진효과를 꾀할 수 있다. 이러한 목적으로 몇편의 연구보고가 있는데 대부분이 소금절임시 젖산균을 이용하고 있다(9).

본 연구에서는 효모의 처리가 김치의 품질과 보존성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 소금절임시와 김치담금시로 나누어 효모를 첨가하였을 때 김치의 품질과 보존성, 주요 효소류의 활성 및 성분변화에 미치는 영향을 조사하였다.

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

## 재료 및 방법

### 재료

실험용 배추(*Chinese cabbage*)는 2.0kg 내외의 결구배추(가락신 1호)를 사용하였으며, 부재료로 무우, 부추, 마늘, 생강, 고추가루(품종: 거성), 소금(천일염) 및 액체육젓(하선정)은 (주)아진농산에서 제공받아 사용하였다.

### 균주

실험용 균주는 시판 건조효모 *Saccharomyces cerevisiae*를 맥아즙 배지에서 활성화시켜 사용하였다.

### 소금절임

배추량에 대하여 10% 소금물 1.5배량을 가하여 20°C에서 24시간 절임하였으며, 절임 중 염도를 균일하게 하기 위하여 절임용기의 밑부분으로부터 상부로 회전시키는 방법으로 염수를 3회 섞어 주었다. 절임후는 10배량의 수도물로 2회 세척한 다음 저온실(4°C)로 옮겨 20시간 물기를 제거한 후에 최종의 염농도를 3%로 조절하였는데 이때 염도는 간이소금정량법(10)에 준하여 측정하였다.

### 실험구분

효모처리는 절임시와 담금시로 나누어 행하였는데 절임시의 처리는 맥아즙배지에서 24시간 배양한 후 냉동원심분리하여 얻은 균체를 물에 풀어서  $10^7 \sim 10^8$ /ml로 조정하고 절임수에 대하여 2%를 첨가하여 24시간 절임하였으며 그후의 처리는 상기 소금절임법에 준하여 행하였다(YS). 담금시의 처리는 효모를 절임배추 100g에 대하여 2%로 조정하여 갖은 양념과 잘 혼합하여 첨가하였다(YF).

### 담금 및 숙성

김치의 담금은 포기김치로 담금하였다 즉, 절임배추 100g에 대하여 채썰은 무우 8.9g, 부추 2.47g, 생강 0.52g, 마늘 2.39g, 멸치액젓 5.84g, 고추가루 5.84g를 잘 버무려 절임 배추량으로 300g 썩을 폴리에틸렌 필름으로 만든 주머니에 넣은 후 밀봉하여 10°C의 저온실에서 숙성시켰다. 담금회수는 측정시기 및 측정항목을 고려하여 3반복으로 담금하였다.

### pH 및 산도

김치를 즙액과 함께 파쇄한 후 miracloth(Biochem

Co. USA)로 여과한 여액을 시료로 사용하였으며, pH는 pH meter(Metrohm 632, Swiss)로, 산도는 AOAC의 방법(11)에 의하여 20ml 김치액을 중화시키는데 소비된 0.1N-NaOH 소비 ml수를 lactic acid %로 환산하였다.

### 총균수, 효모수 및 젖산균수

배추김치의 국물과 조직을 합한 것을 살균 polytron homogenizer(PT1200, Kinematica AG, Switzerland)로 균질화한 후 0.1% peptone 수로 희석하여, 총 균수는 plate count agar 배지, 젖산균수는 0.02% sodium azide와 0.06% bromocresol purple을 함유하는 MRS agar 배지에 접종, 37°C에서 각각 평판 배양하여 나타난 colony를 계측하였으며 효모수는 YM(yeast extract-malt extract) agar 평판배지에 접종하여 25°C에서 48시간 배양하여 나타난 colony를 계측하였다.

### 효소의 활성도

소금절임의 경우는 절임배추와 절임액으로 구분하여 시료로 하였으며, 김치의 경우는 국물과 조직을 함께 파쇄한 것을 시료로 하여 amylase는 Moshrefi와 Luh(12)의 방법, protease는 윤 등(13)의 방법, polygalacturonase는 Tucker 등(14)의 방법,  $\beta$ -galactosidase는 Moshrefi와 Luh(12)의 방법으로 측정하였다. 활성 units는 amylase의 경우는 김치 g당 시간당 생성한 glucose mg으로, protease는 김치 g당 시간당 280nm에서의 흡광도로, polygalacturonase는 김치 100g당 분당 생성한 galacturonic acid를  $\mu$ g으로,  $\beta$ -galactosidase는 김치 100g이 분당 작용하여 생성된  $p$ -nitrophenol을 mg으로 나타내었다.

### 환원당

소금절임한 배추의 환원당 측정은 Somogyi-Nelson 방법으로, glucose 검량선( $\mu$ g/0.5ml=120.192 $\times$ OD<sub>520</sub>-1.722 ( $r=0.9954$ ))에 의하여 함량을 산출하였다.

### 유리당 및 알코올

유리당은 HPLC로 분석하였다(15). 김치조직과 국물을 함께 파쇄, 여과하여 활성탄으로 탈색시킨 후 Whatman No.2와 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 측정용 시료로 하였다. 측정 조건은 column: sugar-Pak I, column temperature: 90°C, detector: model 441 refractometer RI, mobile phase: Ca-EDTA 500mg/de-ionized water 1L, flow rate: 0.4ml/min, injection volume: 15 $\mu$ l, chart speed: 0.5cm/min으로 하였다.

**알코올 불용성 물질**

김치내의 고추가루 등을 제거한 배추조식 100g을 취하여 80% ethanol을 가하여 균질화한 후 80°C에서 20분간 중탕하여 효소를 불활성화시킨 후 80% ethanol로 3회 여과, 세척하여 동결건조한 것을 알코올 불용성 물질(alcohol insoluble substance: AIS)로 하여 중량법으로 측정하였다.

**세포벽 관련 당류**

김치착즙액을 시료로 hexose는 anthrone법(16)으로, pentose는 orcinol법(16), uronic acid는 carbazole법(17)으로 측정하였으며 각각 glucose, arabinose 및 galacturonic acid의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

**유리아미노산**

유리아미노산 분석은 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biochrom. 20)로 측정하였다. 파쇄한 김치 50g에 70% ethanol용액을 가하여 80°C water bath에서 30분간 추출, 여과하고 잔사는 다시 70% ethanol용액으로 추출, 여액을 합하여 40°C의 rotary evaporator에서 감압 농축한 후 ethyl ether로 2회 세척하여 분석용 시료로 하였다. 측정조건은 column: ulterpac 11 cation exchange resin(11+2nm) 220mm, flow rate: 35ml/hr, ninhydrin 25ml/hr, buffer change: pH 3.20 to pH 4.25 between alanine and cystine, pH 4.25 to pH 10.0 after phenylalanine, column temp.: 46°C, reaction temp.: 88°C, analyzing time: 44min, injection vol.: 40µl, chart speed: 2mm/min으로 하였다.

**조직감**

Rheometer(Yamaden RE-3305, Japan)를 사용하여 배추 바깥쪽 4번째 잎의 뿌리쪽에서 3~10cm 위치의 두께(5mm)가 일정한 중륵(中肋)부분을 취하여 2×2cm로 절단, 2점으로 포개어 측정하였으며, 측정조건은 full scale 2kg/cm<sup>2</sup>, cross head speed 5.5mm/sec., clearance 7mm, sample thickness 10mm, 측정speed 1.00 mm/sec, probe diameter 3mm로 하여 3회 반복 측정하였다.

**관능검사**

10명의 패널에 의하여 5점채점법(18,19)으로 측정하였다. 즉, 종합적인 맛과 아삭아삭한 맛은 대단히 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 매우

좋다(5점)로 하였고, 신맛은 매우 약하다(1점), 약하다(2점), 보통이다(3점), 강하다(4점), 매우 강하다(5점)로 하였다.

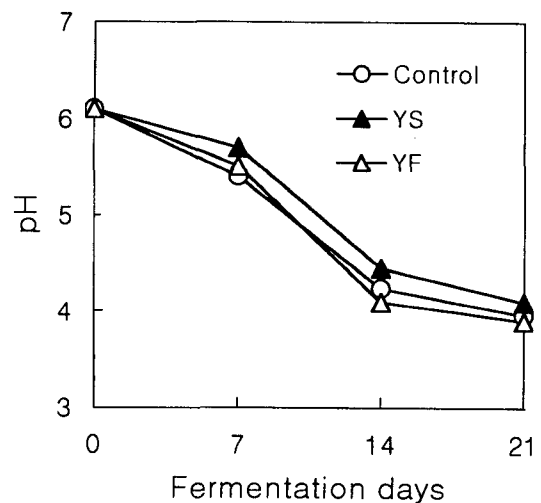
**통계처리**

모든 data는 3반복 실험평균치로 나타내었으며, 관능검사 결과는 SAS program(20)을 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**pH, 산도**

배추를 2%의 효모액을 함유하는 10%의 소금용액에 담구어 20°C에서 24시간 동안 절임한 후 담근 김치(YS 김치)와 일반적인 방법으로 절임한 후 담금시 절임배추양에 대하여 2% 효모액을 압념과 혼합하여 첨가한 김치(YF 김치)를 10°C에서 저장하는 동안 pH와 적정산도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1, 2에서와 같다. YS 김치의 pH와 산도는 YF 김치 및 대조구 김치에 비하여 숙성 중 pH의 감소와 산도의 증가가 완만하였으며 YF 김치는 대조구 보다도 오히려 pH 감소와 산도의 증가가 급격한 것으로 나타났다. 즉, pH의 경우, 본격적인 발효시기인 담금 14일째에 YS 김치에서는 4.45로 높게 나타났으나 대조구는 4.35, YF 김치는 4.28을 나타내었



**Fig. 1. Effect of yeast treatment on the pH of kimchi during fermentation at 10°C.**  
 YS kimchi was prepared with the salted Chinese cabbage treated with yeast during salting for 24hrs at 20°C.  
 Yeast was added in YF kimchi at mixing all sub-ingredients after general salting.

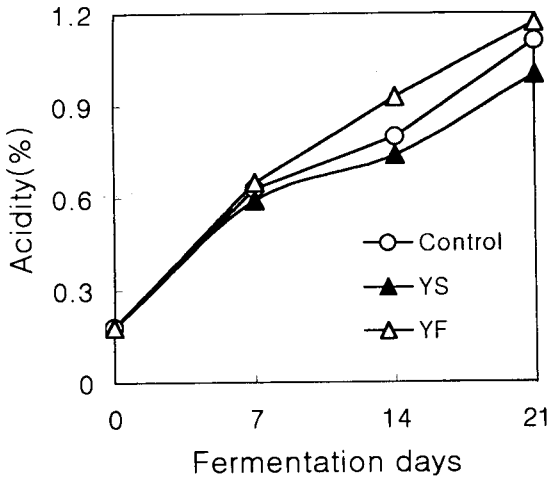


Fig. 2. Effect of yeast treatment on the titratable acidity of kimchi during fermentation at 10°C. Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1.

고 이때의 산도도 각각 0.74, 0.80 및 1.12를 나타내어 YS 김치 < 대조구 김치 < YF 김치 순으로 YS 김치에서 숙성이 지연되는 것으로 나타났다. 민과 권(21)의 염도별 및 온도별 김치숙성 연구에서 본 실험과 비슷한 조건인 염도 3.0%, 온도 10°C에서의 결과를 보면 적숙기라고 일컬어지고 있는 pH 4.2에 도달하는 일수는 15~16일로 보고하고 있으며, 본 실험의 대조구에서도 15일로 나타났다. YF 김치는 13일, YS 김치는 19일로 YS 김치에서 적정 가식기간이 약 4~5일 연장되었다.

환원당

김치발효에서 젖산균의 생육에 이용되는 영양원은 김치속에 존재하는 당류이며(22), 이 당함량은 배추의 품종, 부재료의 종류와 첨가한 양에 따라 상당한 차이가 있다. 특히 주재료인 배추에 함유되어 있는 당이 주를 이룬다. 배추의 소금절임시 온도별 효모의 처리에 따른 당함량의 변화를 조사해 볼 목적으로 환원당 함량을 측정된 결과는 Table 1에서와 같다. 일반 소금절임

중에도 온도가 높을수록 당류의 감소율이 증가하는 양상을 보였는데 24시간 동안 절임 경우 5°C에서는 55%, 10°C에서는 65%, 20°C에서는 68%의 감소율을 나타내었다. 5°C와 10°C에서는 효모첨가구에서 감소율이 다소 높게 나타났으나 뚜렷하지 않았다. 그러나 20°C, 효모첨가구에서의 24시간 동안 절임시의 당 감소율은 담금시점의 91%를 보여 무처리구의 감소율 68%보다 현저한 감소현상을 나타내었다. 유 등(9)은 김치의 보존성 증진을 목적으로 젖산균을 함유하는 5% 소금물 용액에서 배추를 절임할 경우, 당의 감소율은 70~80%로 보고하였다. 또, 김 등(22)은 발효성 당을 줄여 보존성을 증대시킬 목적으로 50°C의 25% 고농도 소금물에서 24시간 동안 절임을 행한 결과 초기 당 함량의 62%가 감소되었다고 하였다. 그러나 소금농도가 지나치게 높을 경우 지나친 조직의 손상과 영양분의 용출로 김치 맛에 좋지 않은 영향을 주어 개선의 여지가 있음을 시사하였다.

총균수와 젖산균수

효모처리 김치의 총 균수, 효모수 및 젖산균수 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 무처리 김치의 총 균수는 저장 14일을 기점으로 하여 감소하는 경향을 보인 반면 YS 김치는 저장 21일까지 증가하는 양상을 나타내었으며 균수가 가장 낮았다. YF 김치는 숙성전반에 걸쳐 증가하는 경향을 보였으며 타처리구보다 현저하게 높은 균수를 보였다. 효모수는 YF > YS > control 순으로 나타났으며, 젖산균수는 control > YS > YF로 나타났다. 총 균수에 대한 젖산균의 함유율은 YS 김치는 대조구와 비슷한 수준으로 저장 14~21일째에 91~94%로 대조구가 다소 높은 경향을 보였으나 YF 김치에서는 80~85%로 낮은 값을 나타내었다. 일반적으로 김치의 젖산균 비율이 낮을 경우 이상발효나 부패를 일으키기 쉬우며 김치의 항균성이 떨어져 위생성이 낮아지게 된다(23). 실제 YF 김치는 저장 중 포장용기 밖으로 가스가 세어나오고 거품이 생기는 등의 현상을 보였다.

Table 1. Effect of yeast treatment during salting of Chinese cabbage on the content of reducing sugar (mg%)

Salting hours	5°C		10°C		20°C	
	Control	YS	Control	YS	Control	YS
0	1859.23(100)	1841.74(100)	1869.43(100)	1877.35(100)	1841.33(100)	1845.67(100)
6	1214.33( 65)	1098.72( 60)	897.12( 48)	863.42( 46)	791.63( 43)	493.63( 27)
12	899.98( 48)	810.56( 44)	747.60( 40)	694.49( 37)	644.35( 35)	299.77( 16)
18	834.56( 45)	798.27( 43)	691.53( 37)	656.95( 35)	625.94( 34)	208.38( 11)
24	830.62( 45)	780.56( 42)	654.15( 35)	655.62( 35)	589.12( 32)	172.44( 9)

Abbreviation(YS) is the same as Fig. 1. Parenthesis denotes the relative percent of zero day.

**Table 2. Effect of yeast treatment on the total microorganism and lactic acid bacteria of kimchi during fermentation at 10°C**  
(Log cell/ml)

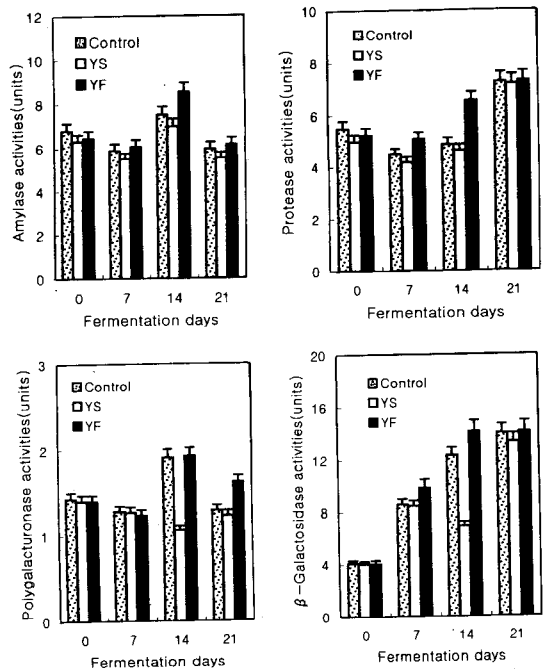
Treatments	Fermentation days	Total microorganism(T)	Yeast	Lactic acid bacteria(L)	L/T(%)
Control	0	6.788	2.380	4.699	69.22
	7	7.728	3.556	7.239	93.67
	14	7.980	4.114	7.555	94.67
	21	8.100	5.041	7.328	90.46
YS	0	7.043	2.643	4.477	63.59
	7	7.450	3.724	7.015	94.16
	14	7.818	4.826	7.327	93.71
	21	7.987	5.279	7.281	91.24
YF	0	7.785	4.556	4.954	63.63
	7	7.989	5.234	6.690	83.83
	14	8.475	5.361	6.845	80.81
	21	8.302	5.610	7.109	85.65

Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1.

김 등(24)은 김치의 보존성 연장을 목적으로 김치에서 분리한 효모(*Saccharomyces fermentati* YK-19)를 김치에 직접 첨가한 결과 산생성력이 높은 *Lactobacillus* 속 젖산균이 무처리 김치 보다 적게 나타나 김치의 보존성에 효과가 있다고 하였으며, 효모수는 무처리 김치 보다 다소 높았다고 하였으나 과실향과 같은 바람직한 풍미를 가져 김치의 품질을 크게 향상시킨다고 보고하였다.

**효소활성**

김치를 10°C에서 숙성시키면서 김치의 숙성과 관련된 주요 효소인 amylase, protease, polygalacturonase 및 β-galactosidase의 활성변화를 조사한 결과는 Fig. 3와 같다. Amylase와 polygalacturonase는 담금 초기에는 다소 감소하였다가 본격적인 발효기(14일)에는 다시 증가하였으며 과숙기(21일)에는 다시 감소하였다. Protease는 담금 초·중기에는 감소하는 경향을 보이다가 숙성 말기에 다시 증가하였으며 β-galactosidase는 전 숙성기간에 걸쳐 증가하는 경향을 나타내었다. YS 김치에서는 대조구 김치와 큰 차이를 나타내지 않았으나 다소 낮은 활성을 보였으며, YF 김치에서는 이들 효소들의 활성이 전반적으로 높게 나타났다. 일반적으로 김치에서 나타나는 이들 효소류의 활성은 담금 초기에는 재료유래 효소류의 활성을 나타내나 숙성 중에는 미생물이 갖는 효소류에 의하여 나타난다. 그러나 이들 효소류에 의한 분해생성물로 판단되는 당류나 아미노산 및 세포벽다당류 유래의 uronic acid나 pentose 등의 변화에서는 효소류의 활성강도와는 대체적으로 일치하였으나 변화 양상과는 일치하게 나타나지 않았



**Fig. 3. Effect of yeast treatment during kimchi preparation on the kimchi fermentation related enzymes.**

Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1.

데 이는 이들 분해산물들이 미생물의 영양원으로 이용되기 때문으로 판단된다.

**알코올불용성물질(AIS), 세포벽관련 당류 및 유리당 함량**

Table 3에서는 김치의 숙성 중 AIS 함량과 이들로부터

Table 3. Effect of yeast treatment on the alcohol insoluble substance(AIS) total hexose, pentose and uronic acid contents of *kimchi* during fermentation at 10°C

Treatments	Fermentation days	AIS(%)	Hexose <sup>1)</sup> (mg%)	Pentose <sup>2)</sup> (mg%)	Uronic acid <sup>3)</sup> (mg%)
Control	0	5.7(100) <sup>4)</sup>	241	145	144
	7	5.4( 95)	200	180	231
	14	5.2( 90)	190	420	272
	21	5.0( 88)	221	270	384
YS	0	5.7(100)	240	145	144
	7	5.7( 99)	177	167	232
	14	5.5( 96)	181	388	276
	21	5.3( 93)	218	303	375
YF	0	5.7(100)	241	145	144
	7	5.6( 99)	136	147	159
	14	5.3( 94)	143	210	127
	21	5.2( 91)	71	149	181

<sup>1)</sup>Glucose + fructose(determined by HPLC). <sup>2)</sup>Pentose was determined by orcinol method. <sup>3)</sup>Uronic acid was determined by carbazole test. <sup>4)</sup>Parenthesis denotes percent of zero day. Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1.

터 유래된 것으로 판단되는 당류의 변화를 조사하기 위하여 hexose, pentose 및 uronic acid의 함량을 조사한 결과이다. YS 김치의 숙성 21일째의 AIS 감소율 7%로 대조구 김치 12%, YF 김치 9%보다 낮았다. 김치의 AIS 성분은 주로 배추를 주축으로한 담금재료에 함유된 세포벽 다당류로 알려져 있다(25). 이들 세포벽 다당류의 일부는 김치의 숙성 중 재료 또는 미생물 유래의 효소의 작용으로 분해, 가용화되어 김치국물 속으로 용출되어 나오고 그 일부는 미생물의 영양원으로 쓰여진다. YS 김치에서의 hexose는 숙성전반에 걸쳐 감소하는 경향이었으며 대조구 김치보다 다소 높은 감소율 보였으나 uronic acid 함량은 뚜렷한 차이는 없었다. Total pentose 함량은 숙성 초·중기에 대조구에 비하여 7%가 낮았다. 그러나 YF 김치에서는 hexose의 감소율이 현

저하였으며, uronic acid는 타치리구에 비해 함량이 낮았다. YF 김치에서 AIS 함량이 무치리구에서 보다 높게 유지되면서 김치속의 이들의 분해물로 생각되는 당류들의 함량은 오히려 낮은 현상은 효모에서는 AIS를 분해시킬 수 있는 효소가 생성되지 않지만 김치담금재료나 젖산균 등 미생물 유래 효소들의 작용으로 생성된 저분자의 당류들을 생육에 이용하기 때문으로 판단된다. YS 김치와 YF김치에서의 유리당 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 김치에서 분리된 유리당으로는 glucose, fructose와 mannitol이 분리되었다. YS 김치에서의 숙성 중 glucose와 fructose 함량은 대조구와 비슷하게 완만한 감소양상을 보였으나 YF 김치에서는 급격한 감소현상을 나타내었으며 당알코올인 mannitol은 대조구에서는 숙성 초·중기에는 증가, 후기에는 감

Table 4. Effect of yeast treatment on the free sugar and ethanol contents of *kimchi* during fermentation at 10°C (mg/*kimchi* 100g)

Treatments	Fermentation days	Glucose	Fructose	Mannitol	Ethanol
Control	0	95.2	146.2	3.4	-
	7	85.0	115.6	47.6	+
	14	73.0	103.6	78.2	+
	21	92.2	129.6	34.0	+
YS	0	94.0	145.2	3.2	-
	7	78.2	98.6	37.4	+
	14	85.0	115.6	54.4	+
	21	90.0	130.8	78.2	+
YF	0	95.4	146.0	3.3	-
	7	54.4	81.6	37.4	+
	14	57.8	85.0	54.4	++
	21	25.4	45.8	85.0	+++

-: Not detected, +: Trace(<10 $\mu$ g), ++: Low(<20 $\mu$ g), +++: Much(<50 $\mu$ g). Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1.

소하였으나 YS 및 YF 김치에서는 숙성 전기간을 통하여 증가하는 양상을 나타내었다. 김치에 존재한다고 알려진 mannose와 galactose(26)는 본실험에서는 검출되지 않았다. 알코올의 존재여부를 조사한 결과 YS 김치와 대조구 김치에서는 숙성 7일째부터 HPLC chromatogram상에 혼적으로 나타났으나 YF 김치에서는 숙성 후기에 김치 100g당 50μg 이상으로 검출되었다.

**유리아미노산**

유리아미노산 함량 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 무처리구의 경우 전 숙성기간을 통하여 일정하게 증가하는 경향으로 total 아미노산의 함량은 담금일에는 19.55mg/100g이던 것이 담금 7일에는 369.80mg/100g, 숙성 14일째는 451.52mg/100g, 숙성 21일은 550.98mg/100g이었으며, 담금 초기에는 주로 Ser, Glu, Ala, Phe, Arg의 함량이 많았으나 적당히 숙성이된 7~14일에는 Asp, Val, Glu, Ala, Try, Phe의 함량이 높았다. YS 김치의 숙성중 total 아미노산의 함량은 무처리 김치에 비하여 16~44%가 적었다. 그러나 YF 김치에서는 오히려 YS 김치보다 높은 함량을 나타내었다. 김치의 유리아미노산 함량은 담금재료의 종류나 첨가량에 따라 다르나 대개 total 함량의 범위는 282.50~1094.10mg/100g로 보고하고 있다(27).

**텍스처**

김치 숙성 중 조직감 변화를 조사한 결과는 Table 6에 서와 같다. 견고성(hardness)은 숙성이 진행됨에 따라 실험구 모두 낮아지는 경향을 나타내었으며 YS 김치는 무처리 김치에 비하여 13~32%의 높은 값을 나타내었으나 YF 김치는 무처리 김치보다도 낮았다. 응집성(cohesiveness)과 고무성(gumminess)은 견고성과 같은 경향으로 숙성이 진행됨에 따라 감소하였는데 무처리구와 처리구의 뚜렷한 차이가 없었다. 부착성(adhesiveness)은 무처리 김치는 숙성동안 줄곧 감소하는 경향을 보인 반면 YS 김치는 숙성 초·중기에는 증가하였다가 후기에 감소하는 경향을 나타내었으며, YF 김치는 숙성 초·중기에 감소하였다가 후기에 증가하는 경향을 나타내었다. 김치의 견고성은 배추의 조직을 이루는 주성분인 펙틴질이나 이를 결합시키고 있는 세포벽관련 다당류의 분해정도와 밀접한 관련이 있으며 실제로 견고성이 높은 YS 김치에서는 펙틴질의 분해에 관여하는 polygalacturonase와 β-galactosidase의 활성이 숙성 14째를 중심으로 낮은 값을 나타내었다.

**관능검사**

YS 및 YF 김치의 숙성중 관능적 품질을 평가한 결과는 Table 7과 같다. YS 김치는 숙성 7일째와 14일째

**Table 5. Effect of yeast treatment on the changes in free amino acids of kimchi during fermentation at 10°C (mg/kimchi 100g)**

Free amino acids	Fermentation days											
	Control				YS				YF			
	0	7	14	21	0	7	14	21	0	7	14	21
Asp	15.22	21.14	23.00	31.25	15.22	8.80	18.63	6.71	15.22	20.29	37.33	-
Thr	7.85	7.58	9.50	10.69	7.84	3.45	7.50	90.58	7.84	7.58	10.00	115.50
Ser	62.44	67.35	5.51	61.25	62.44	28.00	41.32	-	62.44	58.38	59.17	1.16
Glu	43.22	21.67	31.00	35.75	42.22	6.38	17.93	18.92	42.22	18.05	25.92	32.82
Pro	30.09	22.50	19.08	25.44	30.09	8.94	16.48	0.04	30.09	17.55	18.58	-
Gly	4.53	10.91	13.07	12.56	4.53	4.62	9.69	-	4.53	9.04	10.75	-
Ala	44.32	54.70	62.58	58.88	44.31	29.11	46.74	-	44.32	46.38	53.58	-
CySS	2.50	8.45	6.61	8.25	2.50	3.27	5.54	-	2.50	6.67	6.58	15.44
Val	10.63	17.65	20.58	23.68	10.63	7.32	15.50	4.94	10.63	17.50	21.75	17.14
Met	0.81	3.09	4.25	4.38	0.81	1.04	2.60	16.42	0.81	5.63	4.72	42.35
Ile	6.63	12.12	13.67	14.81	6.63	4.67	10.10	21.75	6.63	11.75	14.98	-
Leu	7.72	19.85	22.75	26.56	7.72	7.23	16.69	24.92	7.72	18.50	26.24	23.44
Tyr	13.25	36.29	40.25	42.63	13.25	18.18	30.88	32.23	13.25	27.92	37.25	39.37
Phe	31.88	10.42	126.67	129.13	31.88	52.65	97.75	89.39	31.88	87.83	108.17	98.56
His	8.25	12.58	11.42	14.19	8.25	5.50	9.69	12.73	8.25	9.58	7.92	11.73
Lys	9.65	20.38	22.25	24.99	9.65	7.33	15.99	24.42	9.65	15.83	21.95	34.78
Arg	20.67	23.17	18.75	26.36	20.67	9.75	17.49	22.16	20.67	18.58	27.30	28.74
Total	319.55	369.80	451.52	550.98	319.55	206.33	380.40	365.62	319.55	397.06	487.30	462.00

Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1. -: Not detected

Table 6. Texture of *kimchi* treated yeast during fermentation at 10°C

Treatment	Fermentation days	Hardness ( $\times 10^7$ dyne/cm <sup>2</sup> )	Cohesiveness	Adhesiveness ( $\times 10^5$ dyne/cm)	Gumminess ( $\times 10^7$ dyne/cm <sup>2</sup> )
Control	0	3.46 $\pm$ 0.37	2.11 $\pm$ 0.37	1.63 $\pm$ 0.25	0.73 $\pm$ 0.75
	7	3.50 $\pm$ 0.38	1.59 $\pm$ 0.08	0.76 $\pm$ 0.66	0.64 $\pm$ 0.28
	14	2.73 $\pm$ 0.33	1.63 $\pm$ 0.16	1.45 $\pm$ 0.32	0.58 $\pm$ 0.26
	21	2.65 $\pm$ 0.18	1.35 $\pm$ 0.21	1.44 $\pm$ 0.20	0.36 $\pm$ 1.12
YS	0	3.45 $\pm$ 0.33	2.11 $\pm$ 0.19	1.63 $\pm$ 0.40	0.73 $\pm$ 1.10
	7	3.07 $\pm$ 0.28	2.06 $\pm$ 0.33	1.99 $\pm$ 0.36	0.72 $\pm$ 0.99
	14	3.11 $\pm$ 0.26	1.53 $\pm$ 0.20	1.82 $\pm$ 0.44	0.47 $\pm$ 0.35
	21	3.51 $\pm$ 0.30	1.57 $\pm$ 0.21	0.87 $\pm$ 0.23	0.51 $\pm$ 0.39
YF	0	3.45 $\pm$ 0.19	2.09 $\pm$ 0.09	1.59 $\pm$ 0.22	0.77 $\pm$ 0.76
	7	2.99 $\pm$ 0.22	1.49 $\pm$ 0.11	1.18 $\pm$ 0.33	0.44 $\pm$ 0.36
	14	2.39 $\pm$ 0.30	1.61 $\pm$ 0.23	1.79 $\pm$ 0.54	0.63 $\pm$ 0.44
	21	2.30 $\pm$ 0.31	1.41 $\pm$ 0.22	2.51 $\pm$ 0.29	0.59 $\pm$ 0.39

Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1. <sup>1)</sup>Mean $\pm$ S.E. of three groups for each treatment. Triplicate determinations were done for each groups with a rheometer.

Table 7. Sensory quality of *kimchi* treated yeast during fermentation at 10°C

Treatments	Sensory quality	Fermentation days			
		0	7	14	21
Control	Sour taste	1.0 $\pm$ 0.5 <sup>dA</sup>	3.4 $\pm$ 0.1 <sup>cB</sup>	3.7 $\pm$ 0.1 <sup>bB</sup>	4.6 $\pm$ 0.2 <sup>aA</sup>
	Cripsness	4.1 $\pm$ 0.1 <sup>aA</sup>	3.0 $\pm$ 0.1 <sup>bB</sup>	2.7 $\pm$ 0.1 <sup>cB</sup>	2.4 $\pm$ 0.2 <sup>cB</sup>
	Overall taste	2.1 $\pm$ 0.3 <sup>cA</sup>	4.3 $\pm$ 0.5 <sup>aA</sup>	3.0 $\pm$ 0.4 <sup>bB</sup>	2.0 $\pm$ 0.2 <sup>cB</sup>
YS	Sour taste	1.0 $\pm$ 0.4 <sup>cA</sup>	3.0 $\pm$ 0.2 <sup>bC</sup>	3.5 $\pm$ 0.3 <sup>bB</sup>	4.0 $\pm$ 0.2 <sup>aB</sup>
	Cripsness	4.0 $\pm$ 0.2 <sup>aA</sup>	3.6 $\pm$ 0.3 <sup>bA</sup>	3.3 $\pm$ 0.2 <sup>bA</sup>	3.0 $\pm$ 0.1 <sup>cA</sup>
	Overall taste	2.1 $\pm$ 0.1 <sup>cA</sup>	4.5 $\pm$ 0.4 <sup>aA</sup>	3.8 $\pm$ 0.2 <sup>aA</sup>	2.5 $\pm$ 0.1 <sup>bA</sup>
YF	Sour taste	1.0 $\pm$ 0.4 <sup>dA</sup>	3.9 $\pm$ 0.2 <sup>bA</sup>	4.3 $\pm$ 0.3 <sup>aA</sup>	4.7 $\pm$ 0.2 <sup>aA</sup>
	Cripsness	4.1 $\pm$ 0.2 <sup>aA</sup>	2.5 $\pm$ 0.2 <sup>bC</sup>	2.3 $\pm$ 0.1 <sup>bC</sup>	1.7 $\pm$ 0.2 <sup>cC</sup>
	Overall taste	2.1 $\pm$ 0.3 <sup>bA</sup>	2.8 $\pm$ 0.2 <sup>ab</sup>	2.0 $\pm$ 0.2 <sup>bC</sup>	1.1 $\pm$ 0.3 <sup>cC</sup>

<sup>a-d</sup>Different superscripts within a column(A~C) and row(a~d) indicate significant differences(p<0.05).

Abbreviations(YS and YF) are the same as Fig. 1. Sour taste, overall taste, cripsness: 1; very low or very poor, 2; low or poor, 3; moderate, 4; strong or good, 5; very strong or very good.

종합적인 맛이 각각 4.5 및 3.8점으로 무처리 김치 4.3 및 3.0점보다 높은 값을 나타내었다. 이때의 YF 김치의 종합적인 맛의 평가 점수는 각각 2.8 및 2.0점으로 타 처리 김치보다 낮게 나타났다. 신맛은 숙성이 진행됨에 따라 실험구 모두 낮아지는 경향을 나타내었는데, YS 김치가 무처리구와 YF 김치에 비하여 낮은 값을 나타내었다. 김치의 아삭아삭한 맛은 담금당일은 무처리구, 처리구의 값이 비슷하였으나, 숙성이 진행됨에 따라 YS 처리구가 무처리구와 YF 처리구보다 아삭아삭한 맛이 가장 양호하였다. 김치의 소금절임시에 효모를 첨가한 경우(YS)는 일반 김치 담금 경우와의 외관상 차이가 없었으나 효모를 담금재료와 직접 혼합하여 숙성시킨 경우(YF)는 포장이 팽창하는 현상이 나타났다. 김 등(24)은 김치로부터 분리한 효모를 김치에 직접 첨가하여 숙성시킨 결과 김치의 신맛과 군덕내, 군덕맛을 제거시

키는데 효과가 있으며 효모 특유의 향이 있어 기호도를 높였다고 하였는데 본 연구에서는 효모를 김치에 직접 첨가한 것은 대조구보다도 오히려 좋지 않았으나 소금절임시에 첨가한 것은 김 등(24,28)의 결과와 비슷하였다.

## 요 약

김치의 숙성시 젖산균의 기질인 당류를 감소시킴으로서 보존성을 높일 목적으로 효모를 소금절임시 첨가(YS 김치)와 김치담금시 첨가(YF 김치)로 구분하여 김치를 담금 후 10°C에서 저장하면서 pH, 산도, 주요 성분 함량, 균수, 효소활성 및 관능검사를 조사한 결과는 다음과 같다. YS 김치는 대조구 김치에 비하여 pH, 산도의 결과로 평가한 적정 가식기간은 4~5일 연장되



었다. 효모 함유 소금물용액에서의 절임 중 환원당 감소율은 5°C 및 10°C에서보다 20°C에서 높았으며 24시간 동안 절임후는 담금일의 91%가 감소되었다. YS 김치의 젖산균비는 대조구와 비슷한 경향으로 전 숙성기간 동안 63~95%를 나타내었으나 YF 김치에서는 젖산비가 크게 낮았다. Amylase, polygalacturonase 및  $\beta$ -galactosidase의 활성은 YS 김치에서는 대조구 김치에 비해 다소 낮은 값을 보였으나 protease의 활성은 큰 차이가 없었다. YF 김치에서는 이들 효소들의 활성이 전반적으로 높았다. YS 김치에서의 total hexose와 uronic acid 함량은 대조구 김치에서와 뚜렷한 차이를 나타내지 않았지만, total pentose 함량은 대조구에 비하여 숙성 초·중기(담금 7~14일)에 최고 7%가 낮았으며 YF 김치에서는 그 감소율이 18~68%로 현저하였다. YS 김치의 숙성 중 total 아미노산의 함량은 무처리 김치에 비하여 16~44%가 적었다. 그러나 YF 김치에서는 오히려 YS 김치보다 높은 함량을 나타내었으며, 관능검사결과 YS 김치는 대조구 및 YF 김치보다 가식기간 연장이 인정되었다.

### 감사의 글

본 연구는 1998년도 과학기술처 선도기술개발과제 연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부로서 이에 감사드리며, 아울러 본 연구를 위하여 물심양면으로 지원해준 (주)아진종합식품에 감사를 드립니다.

### 문헌

1. 이성우 : 중·한·일에서 김치류의 변천과 교류에 관한 연구. 한국영양식품학회지, 4, 71(1975)
2. 金子憲太郎, 金天浩, 金田尚志 : 한일양국의 전통식품에 관한 식품학적 비교연구. 한국식품화학학회지, 6, 215(1991)
3. 한홍의, 임종락, 박현근 : 김치 발효의 지표로서 미생물 군집의 측정. 한국식품과학회지, 22, 26(1990)
4. 이철우, 고창영, 하덕모 : 김치발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 한국산업미생물학회지, 20, 102(1992)
5. 최국지 : 김치에서 분리한 효모에 관한 연구-효모의 분리 동정-. 한국산업미생물학회지, 16, 1(1978)
6. 김성, 손준호, 우희섭, 성태수, 최청 : 전통안동식혜로부터 젖산균 및 효모의 분리 및 특성. 한국식품과학회지, 30, 941(1998)
7. 好井久雄, 金子秀之, 山口和夫 : 食品微生物學. 技研堂, p.144(1971)

8. 하순변 : Pectin 분해효소 및 산막미생물이 칩채류의 연부에 미치는 영향에 관하여. 과연회보, 5, 139(1960)
9. 유형근, 김기현, 윤선 : 김치의 저장성에 미치는 발효성당의 영향과 shelf-life예측 모델. 한국식품과학회지, 24, 1992
10. 한용수 : 김치제조용 고랭지 배추의 염장저장방법. 한국식품과학회지, 25, 118(1993)
11. AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, DC, p.918(1990)
12. Moshrefi, M. and Luh, B. S. : Purification and characterization of two tomato polygalacturonase isoenzymes. *Food Biochem.*, 8, 39(1984)
13. 윤선, 최해정, 이진실 : 키위 단백질 분해효소가 카제인의 기능성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 7, 93(1991)
14. Tucker, G. A., Robertson, N. G. and Grierson, D. : Changes in polygalacturonase isoenzymes during the ripening of normal and mutant tomato fruit. *Eur. J. Food Biochem.*, 112, 119(1980)
15. Spiro, R. C. : Analysis of sugar found in glycoprotein. In "*Methods in enzymology*" Newfeld, E. F. and Ginsburg, V.(eds.), Academic Press, New York, Vol. 8, p.4 (1966)
16. 윤익섭, 이중화. 오대섭, 홍영식 : 정성정량 식품분석. 형설출판사, p.82(1982)
17. Bitter, T. and Muir, H. M. : A modified uronic acid carbazole reaction. *Analysis Biochem.*, 4, 330(1962)
18. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사 제12장 묘사분석. 형설출판사, p.192(1989)
19. Herbert, A. and Joel, L. S. : *Sensory evaluation practices*. 2nd ed., Academic Press, p.89(1993)
20. SAS : *SAS/STAT Guide for Personal Computers*. Version 6ed. SAS Institute Inc., NC, p.378(1985)
21. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443(1984)
22. 김동관, 김병기, 김명환 : 배추의 환원당 함량이 김치 발효에 미치는 영향. 한국영양식품학회지, 23, 73(1994)
23. 김순동, 오영애, 김미경 : 김치의 보존성 증진 방안. 식품산업과 영양, 1, 7(1996)
24. 김혜자, 강상모, 양차범 : 효모 starter의 첨가가 김치발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 29, 790(1997)
25. 오영애, 김순동 : 배추의 소금절임과 김치숙성중 주요 효소류의 활성변화. 한국식품영양과학회지, 26, 404(1997)
26. Ha, J. H., Hawer, W. S., Kim, Y. J. and Nam, Y. J. : Changes of free sugar in kimchi during fermentati on. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 63(1989)
27. 조영, 이해수 : 김치의 맛 성분과 관련한 연구-유리아미노산에 관하여. 한국식품과학회지, 11, 26(1979)
28. 김혜자, 양차범, 강상모 : 김치로부터 분리한 효모가 생산하는 휘발성 화합물이 김치의 풍미에 미치는 효과. 한국산업미생물학회지, 24, 512(1994)

(1998년 8월 22일 접수)