

우수 균주접종과 감마선 조사에 따른 전통고추장의 품질 비교

김문숙 · 김인원 · 오진아 · 신동화
전북대학교 식품공학과

Effect of Different *koji* and Irradiation on the Quality of Traditional *Kochujang*

Moon-Sook Kim, In-Won Kim, Jin-A Oh and Dong-Hwa Shin
Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

Abstract

Kochujang prepared by liquid and solid *koji* using isolated bacteria(Sunchang 1 and Park 2) showing excellent enzyme activities were gamma irradiated at 15 ± 1.5 kGy to investigate their qualities from the physicochemical, microbiological and enzymatic points of view during fermentation at 25°C for 90 days. The amino type nitrogen contents were 0.6~0.7% after 30 days of fermentation. Irradiation completely stopped gas production which is one of biggest problem of *kochujang* distribution. Enzyme activities were some different according to *koji* and irradiation treatment. Amino type nitrogen content as one the most important quality indice was higher in *kochujang* fermented by isolated bacteria (Park 2) than non inoculated traditional *kochujang*. But sensory quality was not significantly different.

Key word: *kochujang*, *koji*, isolated bacteria, irradiation

서 론

우리 나라 고유의 기호성 발효식품인 고추장은 세계에서 찾아볼 수 없는 독특한 맛과 향을 지닌 전통적인 복합조미료로서 우리 식탁에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 이런 특성을 지닌 고추장은 오래 전부터 가정마다 그 나름대로의 특색을 가지고 자가 제조되었다. 특히 전분질원으로 밀가루와 찹쌀을 단용 혹은 혼용하여 담그거나⁽¹⁾, 물엿과 밀가루의 혼합 비율을 조절⁽²⁾ 또는 보리⁽³⁾, 밀가루⁽⁴⁾, 고구마^(5,7) 등의 전분질 원료를 사용하거나 이를 재료로 제국(製麴)하는 연구가 많이 이루어 졌다. 또한 찹쌀, 멥쌀 등의 전분질원을 곡립 혹은 분쇄하여 담금⁽⁶⁾으로써 원료처리에 따른 품질 비교^(9,10) 및 효과⁽¹¹⁾에 대한 연구가 수행되었다.

한편 고추장용 메주와 제국방법을 개선할 목적으로 재래식 및 개량식 고추장 메주의 효과⁽¹²⁾와 발효 특성⁽¹³⁾을 비교하였고, 제국조건을 달리하는 방법으로 액체국^(14,15) 및 액체 홍국코지⁽¹⁶⁾를 이용한 고추장 제조방법

을 연구하면서 국균으로는 거의가 황국코지 제조용 *Aspergillus oryzae*를 사용하였다⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. 이들과 다르게 *Saccharomyces rouxii* 등 효모 혼용에 의한 고추장의 발효⁽²⁰⁾ 혹은 재래식 고추장의 심한 성분변화^(21,22)를 극복하려는 연구가 수행되었다. 이런 연구로 *Aspergillus oryzae*와 *Bacillus subtilis*을 중국으로 하여 저식염 고추장⁽²³⁾을 제조하는등 중국의 균주별 연구가 진행되고 있다.

재래식 고추장 메주중 산생성균의 분포⁽²⁴⁾나 개량식 및 재래식 고추장의 세균 분포⁽²⁵⁾를 보면 *Bacillus*속이 우세하게 나타나고 있는바, 이를 이용하여 고추장의 품질 균일화 및 규격화하려는 시도가 있다. 특히 amylase와 protease의 효소 역가가 높은 균주를 종균으로 사용함으로써 재래식과 공장산 고추장의 특성^(26,27)을 보완할 수 있고 품질 지표⁽²⁸⁾를 설정할 수 있는 연구가 진행되고 있다.

이번 실험에서는 전통 고추장의 특성을 계승 발전 시키면서 고품질의 상품화를 위한 목적으로, 전통적으로 사용되어진 메주에서 amylase와 protease의 효소 역가가 높고 구수한 전통 고추장의 풍미를 지닌 세균을 분리하고 분리된 균을 사용하여 액체 또는 고체

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Dukjindong, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea

지제조, 이를 첨가한 고추장을 제조한 후 방사선을 조사^(29,30)하여 미생물을 사멸시키고 효소를 잔존시킨 고추장과 조사하지 않은 고추장을 발효시키면서 고추장의 이화학적, 미생물학적 및 효소활성 변화를 비교 관찰하였고 아울러 고추장 발효에 관여하는 주원인을 추적코자 하였다.

재료 및 방법

우수 균주 분리

예비실험 결과 amylase와 protease 효소활성이 가장 높은 3개소에서 수집한 메주를 선택하여 메주(1 g)를 0.1% pepton에 회석시킨 후 회석액 0.1 mL를 배지(plate count agar)에 분주, 48시간(35°C)배양후 가장 빈번히 나타난 colony를 취해 순수 분리하였다. 이 선택된 균주를 확인한 결과 G+, 간균 이었으며 gas는 형성하지 않았다.

분리균주의 효소활성 측정

Amylase와 protease 효소활성이 가장 높은 메주를 선택하여 균주를 분리하였고, 이 선택된 균주를 증식(trypticsoy broth, 35°C, 48시간)시켜 쿵(121°C, 2~3시간 증자, 냉각)에 직접 접종하여 발효(25°C, 24, 48, 72시간)후 건조(40°C, 48시간)시켜 효소 활성을 측정하였다.

우수균주 접종 고지의 제조

우수균주(순창 1, 박 2)를 tryptic soy broth에 접종, 35°C에서 48시간증식시켜 이 증식액을 액체 고지로 사용하였다(방법 1).

또한 우수균주(순창 1, 박 2)를 방법 1과 같이 증식시켜 증자 한 쿵에 접종하여 발효한 후, 건조(40°C, 48시간)하고 분말화하여 고체 고지로 사용하였다(방법 2).

고추장 제조

고추장은 순창지역의 재래방법에 따라 제조하였고, 그 배합비율은 Table 1과 같다. Table 1의 배합비율에서 방법 1로 제조된 액체고지는 고추장 무게의 1%를 첨가하였고, 방법 2로 제조된 고체고지는 고추장 무게의 5%를 첨가하여 발효(25°C)하였다.

방사선 조사

플라스틱 포장대(150×200 mm, nylon/15 µm+LDPE/40 µm)에 고추장 200 g씩을 충전한 후 최대한 탈기하고 열접착 밀봉하였다. 이 포장된 고추장을 ⁶⁰Co 감마선 조사시설(한국원자력연구소)을 이용하여 총흡수선

Table 1. Mixing ratio of raw materials for the preparation of kochujang

Raw material	Weight (Kg)	Rate (%)	Place collected
Glutinous rice powder	5.0	25	Sunchang
Red pepper powder	5.5	28	Sunchang
Meju powder	1.8	9	Sunchang
Salt	2.7	14	
Water	5.0	25	

량이 15±1.5 kGy가 되도록 조사한 후 25°C에서 발효시키면서 분석 시료로 사용하였다.

가스 발생량 및 가스 조성 분석

고추장 발효중 생성되는 가스(CO₂, O₂)는 밀봉된 시료의 팽창 상태에 따라 실리콘이 부착된 부위에서 주사기로 용기가 팽창되었을 때 가스를 뽑아내고 매회 그 용량을 합하여 가스 발생 총량으로 하였다. 채취된 가스 중 CO₂와 O₂는 O₂·CO₂ analyzer (Abiss사 VAK-12)로 3반복 분석하여 실험 결과를 평균값으로 표시하였다.

일반 아미노산성 질소 측정

아미노산성 질소는 Formal 적정법⁽⁶⁾으로 분석하였다. 즉 시료 5 g을 마쇄하여 100 mL로 정용하여 방치한 후 원심 분리(1000 rpm, 10분)한 여액 10 mL에 증성 formalin (pH 8.3) 10 mL를 혼합한 후 pH 8.3이 될 때까지의 0.1 N NaOH로 적정하여 적정 mL수로 계산하였다. pH 및 색도 측정 pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가해 진탕한 후 pH meter (ORION, model SA 520)로 측정하였다. 적정산도는 pH를 측정한 시료에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3이 될때까지 적정한 mL수로 표시하였다. 색도는 색차계(Tokyo Danshoku co. Model TC-360)로 Hunter scale에 따라 L, a, b와 ΔE 값으로 표시하였다.

미생물수 측정

고추장 5 g을 0.1% peptone수로 회석한 후 세균, 효모 측정용 3M사 Petrifilm™ plate를 사용하여 세균은 32°C에서 36 시간, 효모는 25°C에서 72~96시간 배양한 후 형성된 집락을 계수 하였다.

효소활성도 측정

고추장의 효소활성도⁽⁶⁾는 시료 5 g을 증류수 100 mL로 정용하여 여과한 조효소액을 사용하여 측정⁽⁶⁾하였다. α-amylase는 0.5% 전분용액(1% 전분용액 1 mL

와 pH 5.2 acetate 완충용액 1 mL 혼합)에 조효소액 1 mL를 30°C에서 30분간 반응시킨 다음 0.5 N acetic acid 10 mL를 첨가한 후 여과하여 여액 1 mL에 0.005% 요오드액 10 mL를 반응시켜 700 nm로 흡광도를 측정하였다. 효소액 1 mL가 blue value (700 nm)을 10% 저하시킨 amylose의 mg을 1 unit로 하였다. β -amylase는 2% 전분용액 1 mL와 pH 4.4 acetate 완충용액 1 mL를 30°C에서 3분 예열한 후 조효소액 0.5 mL를 첨가하여 30°C에서 1시간 반응시키고 5% ZnSO₄ 2.5 mL와 0.3 N Ba(OH)₂ 8H₂O 2.5 mL를 혼합한 다음 4500 rpm에서 5분 원심분리한 여액 1 mL에 DNS 시약 1 mL를 첨가하여 비등수에 10분 방치한 다음 증류수 10 mL를 가해 575 nm에서 비색정량하였다. 효소액 1 mL에서 1분간 생성되는 환원당을 glucose로 환산하여 μ M로 표시한 것을 1 unit로 하였다. Protease는 0.6% casein (pH 7.2, pH 3) 2 mL를 30°C, 2분간 예열하여 조효소액 0.5 mL를 첨가한 후 30°C에서 20분 반응시키고, 0.4 M TCA 25 mL를 첨가하여 30°C에서 20분 반응시켰다. 이 반응액을 여과하여 여액 1 mL에 0.4 M Na₂CO₃ 5 mL와 Folin시약 1 mL을 혼합한 후 30°C에서 30분 발색시켜 660 nm로 흡광도를 측정해 효소액 1 mL에서 1분간 1 μ M의 tyrosine을 유리할 때를 1

unit로 하였다.

균주의 동정

효소활성이 비교적 높아 분리 선발한 균주는 MIDI⁽⁹⁾ 방법으로 동정하였다.

관능검사

대학원생 20명을 대상으로 주어진 항목(냄새, 색깔, 맛 및 전체적인 기호도)에 대하여 9점 채점법(아주 좋음 9, 아주 나쁨 1)으로 평가한 후 SAS (32)를 이용하여 ANOVA 분석하였다.

결과 및 고찰

메주의 효소 활성

수집된 고추장 메주 중 효소 역가가 비교적 높았던 메주로부터 순수 분리 균주를 증자한 콩에 배양하여 amylase와 protease의 역가와 향을 비교한 결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 보면 순창1과 박2 균주가 amylase와 protease의 역가가 높았으며, 구수한 냄새를 풍겨 이들 균주를 고추장 발효시 사용 균주로 선택하였고 이균주는 *Bacillus*속으로 동정⁽⁹⁾되었다(결과생략).

Table 2. Enzyme activities¹⁾ of each meju fermented by isolates

Source	α -amylase ⁽¹⁾	β -amylase ⁽¹⁾	protease pH 3 ⁽¹⁾	protease pH 7 ⁽¹⁾	flavor
Hwayoung (24 h)	-	2.20±0.65	1.18±0.06	1.35±0.01	Sour taste with fresh
Hwayoung (48 h)	-	2.03±0.00	1.11±0.02	1.13±0.02	
Hwayoung (72 h)	3.90±0.00	1.38±0.40	1.07±0.05	1.23±0.00	
Sunchang 1 (24 h)	5.87±0.07	2.35±0.08	2.12±0.23	1.89±0.05	Savory odor
Sunchang 1 (48 h)	10.71±0.00	23.25±0.16	4.68±0.38	5.35±0.07	
Sunchang 1 (72 h)	13.99±0.02	9.51±1.21	4.70±0.18	4.76±0.01	
Sunchang 2 (24 h)	4.27±0.00	1.92±0.00	2.30±0.00	2.27±0.03	
Sunchang 2 (48 h)	3.69±0.02	17.97±0.89	3.84±0.00	3.95±0.04	
Sunchang 2 (72 h)	4.29±0.00	4.65±0.08	5.22±0.00	5.14±0.00	
Park 1 (24 h)	12.49±0.03	1.63±0.08	2.25±0.02	2.81±0.00	Savory odor
Park 1 (48 h)	11.94±0.21	4.55±0.08	4.23±0.09	5.08±0.12	
Park 1 (72 h)	11.66±0.05	2.62±0.08	4.18±0.00	4.39±0.21	
Park 2 (24 h)	9.12±0.01	5.88±0.89	2.29±0.16	2.77±0.03	
Park 2 (48 h)	6.20±0.20	6.78±0.24	3.73±0.02	4.01±0.15	
Park 2 (72 h)	11.54±0.11	9.89±0.16	5.20±0.02	5.24±0.21	
Moon1 (24 h)	8.28±0.01	2.59±0.24	2.32±0.07	2.78±0.01	Savory odor
Moon1 (48 h)	8.42±0.04	6.60±0.56	3.96±0.08	4.42±0.13	
Moon1 (72 h)	8.80±0.02	2.02±0.24	3.98±0.00	3.82±0.25	
Moon2 (24 h)	8.68±0.04	1.75±0.08	3.03±0.00	1.87±0.01	Spoiled odor
Moon2 (48 h)	14.11±0.01	2.23±0.08	5.10±0.59	3.79±0.10	
Moon2 (72 h)	11.99±0.03	17.92±0.81	5.26±0.59	5.92±0.01	

¹⁾Enzyme activities refer to the experimental methods.

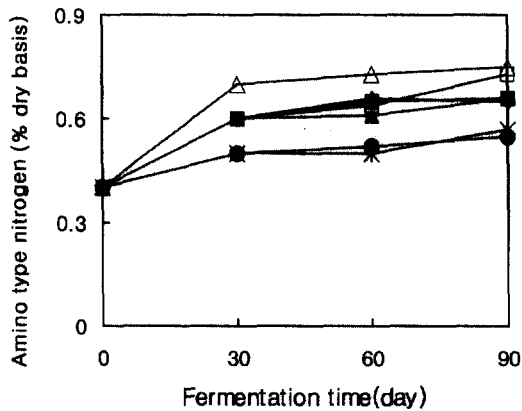


Fig. 1. Changes in amino-type nitrogen content of *kochujang* prepared by different koji and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, ✱✱: IP2, □□: KS1, △△: KP2

아미노산성 질소 변화

고추장의 고지 종류와 방사선 조사여부에 따라 고추장 발효중 아미노산성 질소 함량의 변화를 본 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보면 각 처리구에서 전반적으로 초기에는 아미노산성 질소 함량 차이가 없었으나 발효 30일 이후부터는 급격히 증가하면서 발효기간이 길어짐에 따라 완만한 증가 경향을 보이는데, 이는 이⁽³³⁾의 보고와 일치하고 있다. 그 중 방사선 조사구는 다른 시험구에 비해 아미노산성 질소 함량이 전반적으로 낮았으며 박2 균주를 접종하여 만든 고체고지를 첨가하여 발효한 고추장의 경우 발효 90일 경에는 0.75%로 가장 높았다. 이는 *A. oryzae*를 접종한 메주를 사용한 고추장의 경우 발효 80일에 아미노산성 질소 함량이 0.65%로 최고치를 보였다는 김⁽¹⁷⁾의 보고보다도 더 높은 함량을 보였다. 모든 처리구는 아미노산성 질소의 법적 규격 함량인 150 mg%보다 월등히 높아 전통 고추장에 우수 세균을 분리하여 접종함으로써 고추장의 품질향상 및 제품의 규격화에 기여할 수 있으리라 생각된다.

pH와 적정 산도

고추장 발효중 pH는 Fig. 2와 같이 전반적으로 담금 초에는 pH 5.20~5.35 정도이다가 60일까지 계속 낮아진 후 숙성 90일 이후에는 약간 증가하는 경향이였다. 이는 담금후 pH가 계속 낮아진다는 전 등⁽¹¹⁾이나 박⁽²⁴⁾의 보고와 차이를 보이고 있는데, 이는 숙성기간 중 여러 성분의 변화때문으로 생각되었다. 한편 발효 초기에는 유기산 생성이 많아짐에 따라 pH가 낮아지는

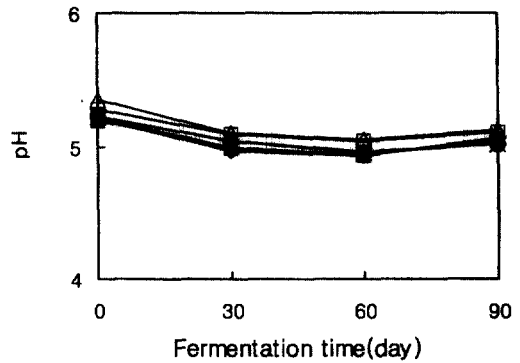


Fig. 2. Changes in pH of *kochujang* prepared by different koji and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, ✱✱: IP2, □□: KS1, △△: KP2

데 발효 후반기에는 효모에 의한 알콜발효로 인해 알콜과 유기산의 esterification으로 유기산이 감소되거나 *Bacillus subtilis*가 분비하는 deaminase에 의한 아미노산의 deamination으로 아미노산의 감소에 의한 것이라는 신 등⁽⁷⁾와 박⁽²⁾의 보고와 연관되는 것으로 본다. 적정산도는 Fig. 3과 같이 pH와 상관관계를 나타났었고 담금 직후 1.27~1.39 mL/g였으며 숙성기간의 경과에 따라 대체로 증가하는 경향을 보였다. 발효 60일 경에 1.45~1.64 mL/g의 최대의 증가를 나타냈고, 이후 다소 감소하여 숙성 90일에는 1.39~1.60 mL/g을 보였다. 이는 이 등⁽¹⁴⁾의 연구에서 액체국으로 제조된 고추장을 90일간 숙성시켰을 때의 산도가 0.78~1.2 mL/g였다는

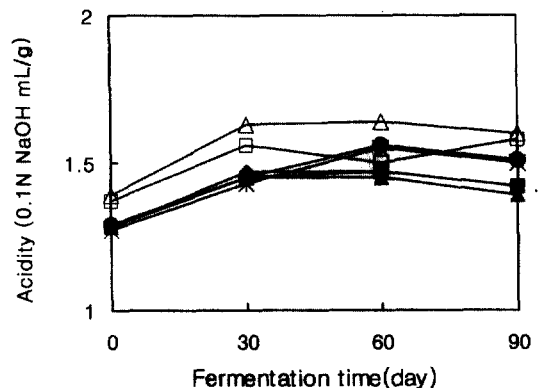


Fig. 3. Changes in acidity changes of *kochujang* prepared by different koji and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, ✱✱: IP2, □□: KS1, △△: KP2

보고보다 높았고, 고추 품종에 따른 전통 고추장 제조에서 장터 품종 고추장이 2.1 mL/g이었다는 신 등⁶⁵⁾의 보고보다 낮은 적정산도를 보여, 담금방법이나 원료에 따라서도 많은 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 또한 각 처리구별로 보면 순창1 및 박2 고체 고지를 혼합한 고추장은 산도가 1.58, 1.60 mL/g으로 가장 높았는데 이를 보아 균주를 접종할 때 액체고지보다 고체 고지로 혼합하는 것이 산 생성량이 많아짐을 알 수 있었다.

분리균으로 제조한 고추장의 발효중 CO₂와 O₂ 비율

Amylase와 protease 역가가 높고 냄새가 좋았던 우수 분리균을 액체 또는 고체 고지를 혼합하여 고추장을 제조한 후 방사선 조사여부에 따라 발효과정 중에 가스생성 여부를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 비 조사구는 균주 처리 방법과는 무관하게 발효 6일까지 급속도로 가스가 생성되어 숙성기간이 길어짐에 따라 가스량은 서서히 증가된 후 발효 20일 후에는 거의 생성되지 않았다. 이는 고추장의 가스생성에 관여하는 주원인 효모인 *Zygosaccharomyces rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae* 등⁶⁶⁾에 의해서 발효가 활발이 진행됨을 알 수 있었다. 가스생성 비율은 O₂보다 CO₂ 생성 비율이 높아 80% 이상이 CO₂로서 가스의 대부분을 차지하고 있었다. 방사선 조사구는 가스생성이 거의 일어나지 않았는데 이는 방사선 조사에 의해 가스 생성 효모균이 거의 사멸하였다고 생각되어지고 이 결과를 보아 가스를 생성하는 효모를 관리함으로써 고추장 유통시 문제가 되는 가스 생성을 억제시킬 수 있는 가능성을

제시해 주었다.

총세균수

총균수는 Fig. 5와 같이 비조사구에서 초기에 10⁶ CFU/g이다가 발효 60일까지 10⁷ CFU/g로 증가한 후 90일 이후에는 1 log cycle 감소하였다. 이는 김 등⁶⁷⁾이나 그 밖의 연구 결과^{65,28,30)}와도 비슷한 양상을 보였다. 이와같은 결과를 볼 때 발효 후 고추장의 총균수는 10⁶~10⁹ CFU/g이라 짐작되며, 고추장 담금 때의 여러 여건과 원료 및 담금방법에 따라 총균수에 약간의 차이를 보일 것이라고 여겨진다. 방사선 조사구의 총균수를 보면 초기에 비 조사구보다 2 log cycle이 낮은 10⁴ CFU/g였는데 이는 방사선 조사에 의해 미생물수가 감소되었을 짐작할 수 있다. 그러나 방사선 조사 고추장이 숙성됨에 따라 총균수는 서서히 증가하여 발효 90일경에는 비조사구와 비슷한 총균수를 나타내는 것으로 보아 방사선 조사선량 15 kGy정도면 고추장의 발효과정에서 차이가 없을 것으로 추정하였으며, 고추장 제조시 외부환경에 의한 오염도 최소화시킬 수 있을 것이라 생각된다.

효모변화

고추장 발효과정에서 생성된 당류는 효모에 의해 알코올이 생성되면서 유기산들과 반응하여 향기성분과 특유의 맛을 내지만, 이에 따른 가스 생성으로 인해 고추장을 제품화할 경우 큰 문제점으로 대두되고 있다. 이런 단점을 보완하고자 우수균주를 액체 또는 고체 고지로 혼합한 비조사구 및 액체고지를 혼합한 후

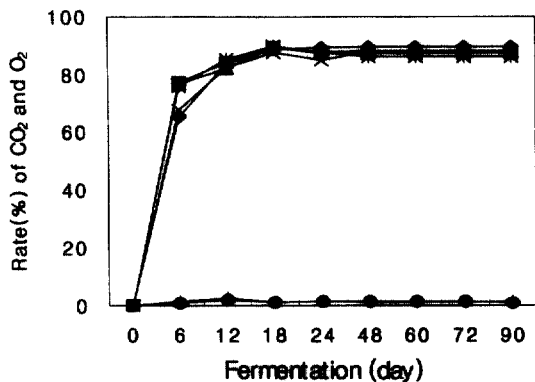


Fig. 4. Total gas production and its composition in *kochujang* prepared by different koji and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆—◆: Control, ■—■: S1, ▲—▲: P2, ×—×: IS1, *—*: IP2, ●—●: KS1, +—+: KP2

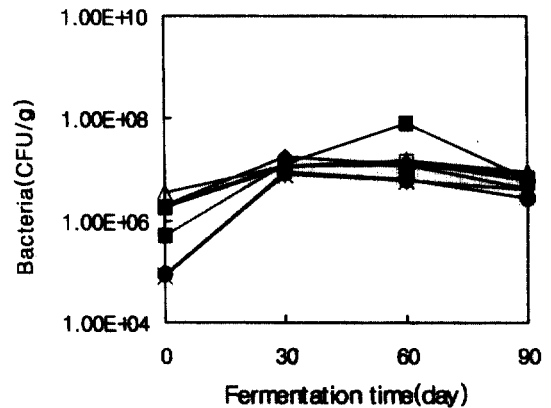


Fig. 5. Changes in total bacteria count in *kochujang* prepared by different koji and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆—◆: Control, ■—■: S1, ▲—▲: P2, ●—●: IS1, *—*: IP2, □—□: KS1, △—△: KP2

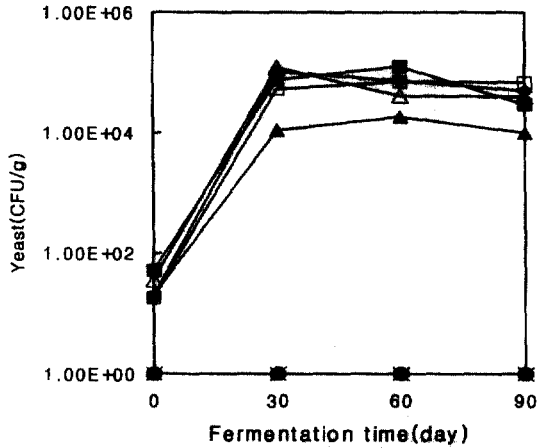


Fig. 6. Changes in total yeast count in *kochujang* prepared by different *koji* and then fermented before fermentation at 25°C. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, *-*: IP2, □□: KS1, △△: KP2

방사선 조사를 한 조사구 간의 효모수의 변화에 대한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 보면 각 처리구별 효모수의 변화는 초기에는 10 CFU/g으로 큰 변화가 없었으나 발효 30일 이후부터는 큰 차이를 보여 비조사구에서는 효모수가 10⁴~10⁵ CFU/g정도로 계속 유지되는 반면 방사선 조사구에서는 발효기간 동안 효모가 거의 나타나지 않았다. 이런 결과는 Fig. 5의 가스 생성 결과와 잘 일치하는 것으로써 가스생성을 주로 하는 *Zygosaccharomyces rouxii*와 *Saccharomyces cerevisiae* 효모⁽⁶⁾가 방사선 조사에 의해 모두 사멸하였기 때문으로 본다. 따라서 방사선 조사를 함으로써 효모에 의한 가스 생성을 억제할 수 있는 가능성을 제시하였고, 또한 조사구 자체에 우수균주가 접종되어있으므로 전통 고추장의 특유의 맛을 보완 할 수 있으리라 기대된다.

효소활성

고추장의 전분질원은 여러 미생물에 의해 분비된 amylase에 의해 분해되어 단맛을 내는 유리당을 생성하여 총당 및 환원당에 영향을 준다. 그 중 전분질액화에 관여하는 α-amylase 활성을 보면 Fig. 7과 같다. α-amylase 활성은 보편적으로 담금 직후 증가하다가 계속 감소하지만⁽⁹⁾, 이번 실험에서는 초기에 α-amylase 역가가 나타나지 않았다가 숙성기간에 따라 α-amylase 효소 역가가 높아짐을 확인할 수 있었다. 초기에 α-amylase 역가가 나타나지 않은 것은 고추장 제조시 부재료 등에 관계가 있다고 추정되며, 고추장에 액체 또는 고체고지료 혼합된 우수 균주에 의한 전분질 분해

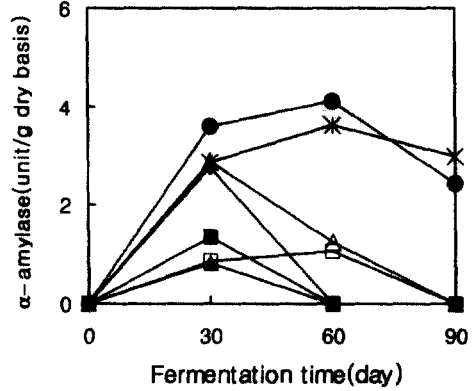


Fig. 7. Changes in α-amylase activities in *kochujang* prepared by different *koji* and then irradiated before fermentation at 25°C. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, *-*: IP2, □□: KS1, △△: KP2

로 30일째부터는 α-amylase 효소 역가가 높아졌을 알 수 있었다. 특히 방사선 조사구에서는 발효에 필요한 미생물들이 경쟁없이 증식함에 따라 많은 α-amylase 효소가 생성되어 발효 30일째는 2.87~3.61 unit/g이었고, 발효 60일째는 3.61~4.11 unit/g으로 최고치를 나타내었다. 이는 방사선 조사 여부에 따른 총균수와 효모수 변화에 상당한 차이를 보이는 것과 상관관계가 있을것으로 추정되며, 우수균만을 분리하여 고추장에 접종함으로써 담금 원료에 대한 보완점을 해결할 수 있을것으로 본다.

당화효소인 β-amylase 효소 역가를 보면 Fig. 8과 같다. β-amylase 역가는 초기에 23.4~26.6 unit/g으로 높은 역가를 보인 후 발효기간이 길어짐에 따라 다른 양

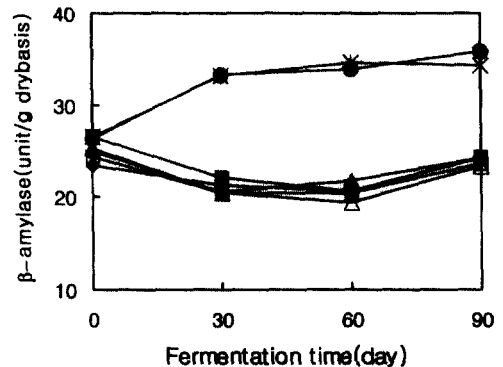


Fig. 8. Changes in β-amylase activities in *kochujang* prepared by different *koji* and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, *-*: IP2, □□: KS1, △△: KP2

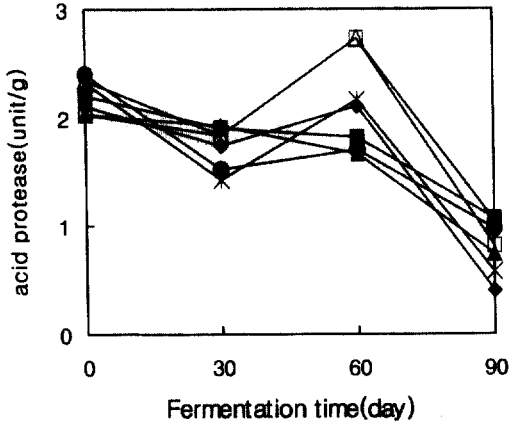


Fig. 9. Changes in acid protease activities in *kochujang* prepared by different *koji* and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, *-*: IP2, □□: KS1, △△: KP2

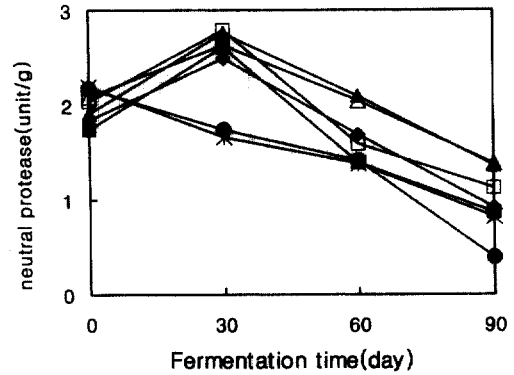


Fig. 10. Changes in Neutral protease activities in *kochujang* prepared by different *koji* and then irradiated before fermentation at 25°C. *All abbreviations refer to Table 3. ◆◆: Control, ■■: S1, ▲▲: P2, ●●: IS1, *-*: IP2, □□: KS1, △△: KP2

상을 보여 비조사구에서는 발효 60일째까지 서서히 감소하다가 90일째 이후 23.3~24.4 unit/g로 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 방사선 조사구에서는 숙성 기간 동안 계속 증가하는 경향을 보이는 바 이는 당화 효소 활성은 숙성 20일경까지 최대로 증가하였다가 이후 감소하였다는 보고⁽¹²⁾와 상반되고 있다. 이는 고추장의 원료와 처리 방법에 따른 성분변화와 미생물 변화 양상에 기인한 것으로 보인다.

단백질 분해효소인 protease를 최적 pH에 따라 acid, neutral로 구분하여 실험하였다. 그중 acid protease를 보면 Fig. 9와 같다. 순창1, 박2 균주를 고체 고지료하여 발효한 고추장의 초기값은 2.2 및 2.0 unit/g의 역가를 보인 후 숙성 기간에 따라 감소하는 반면, 그 외의 처리구는 약간의 증감을 보이고 있었다. 또한 Fig. 10의 neutral protease를 보면 비조사구는 발효 30일째 최고치를 보인 후 감소하는 경향을 보이는데, 이는 박과 오⁽⁴⁰⁾의 보고와 일치하나 방사선 조사구는 발효 기간 동안 계속 감소하는 경향을 보여 약간의 차이점을 나타내고 있다.

색도 변화

각 처리구별 Hunter L, a, b 및 ΔE의 변화를 보면 Table 3과 같이 발효 기간에 따라 L, a 및 b값이 점차 낮아지는 보편적인 경향을 보였고, ΔE 값은 발효 90일째에서 분리 균주인 순창1과 박2 균주를 접종한 방사선 조사구에서 가장 높은 수치를 보여 11.9와 11.8를 나타내는 것을 보아, 비조사구에 비해 L, a 및 b값

Table 3. Effect of *koji* and irradiation on Hunter color of fermented *kochujang* at 25°C

Sample	Color	Fermentation time (day)			
		0	30	60	90
Traditional <i>kochujang</i> (Control)	L	20.8	20.7	20.1	18.6
	a	30.8	29.0	27.5	25.3
	b	13.6	13.1	12.7	11.7
	ΔE	0	1.8	3.5	2.2
<i>Kochujang</i> with liquid <i>koji</i> of Sunchang1(S1) ¹⁾	L	21.7	21.0	20.1	18.8
	a	31.1	29.6	27.3	25.2
	b	13.8	13.4	12.4	11.8
	ΔE	0	1.7	4.4	6.9
<i>Kochujang</i> with liquid <i>koji</i> of Park2(P2)	L	21.6	21.1	20.2	19.0
	a	31.6	30.1	27.2	25.5
	b	14.0	13.6	12.6	12.0
	ΔE	0	1.6	4.8	6.9
Irradiationed <i>kochujang</i> with liquid <i>koji</i> by Sunchang1(IS1)	L	22.9	20.8	19.1	18.1
	a	34.5	29.6	25.8	24.2
	b	14.9	13.4	12.1	11.3
	ΔE	0	5.5	9.9	11.9
Irradiationed <i>kochujang</i> with liquid <i>koji</i> of Park 2(IP2)	L	22.5	20.8	19.3	17.9
	a	34.3	29.6	26.1	24.0
	b	14.7	13.4	12.0	11.2
	ΔE	0	5.2	9.2	11.8
<i>Kochujang</i> with solid <i>koji</i> of Sunchang1(KS1)	L	20.7	21.3	20.1	18.6
	a	30.6	29.3	25.8	24.3
	b	13.5	13.7	12.1	11.6
	ΔE	0	1.4	5.0	6.9
<i>Kochujang</i> with <i>koji</i> by Park2 (KP2)	L	20.9	20.3	19.7	18.4
	a	30.4	27.9	25.9	24.0
	b	13.6	12.9	12.2	11.5
	ΔE	0	2.6	4.8	7.2

¹⁾Represents abbreviated words.

의 감소율이 큼을 알 수 있었다. 이는 이 등⁽⁴¹⁾의 보고와 같이 L, a 및 b값의 감소는 carotenoid류의 색소 성

Table 4. Sensory properties of *kochujang* prepared by different *koji* and then irradiated during fermentation at 25°C

Sample ¹⁾	Odor	Color	Taste	Palatability
Control	5.25 ^{ab}	5.35 ^{dc}	4.65 ^{ab}	5.35 ^a
S1	4.75 ^a	4.65 ^d	3.90 ^{ab}	4.90 ^{ab}
P2	5.55 ^a	5.80 ^{bc}	5.10 ^a	5.65 ^a
IS1	4.60 ^a	6.80 ^a	4.10 ^{ab}	4.85 ^{ab}
IP2	4.40 ^a	6.75 ^{ab}	4.20 ^{ab}	5.25 ^a
KS1	4.40 ^a	3.15 ^c	3.75 ^b	3.90 ^b
KP2	5.20 ^a	4.40 ^d	4.90 ^{ab}	5.35 ^a

¹⁾All abbreviations refer to Table 3.

²⁾Different letters in same column mean significant difference at P<0.05.

분의 변화에 기인한 것으로 생각되며, 색소 성분이 방사선 조사에 의해 일부 산화 및 분해되어 변화가 일어났을것이라 추측된다.

관능적 품질

검사요원 20명을 대상으로 1점(아주 나쁘다)에서 9점(아주 좋다)까지 관능검사를 해본 결과는 Table 4와 같다. 숙성 110일된 고추장을 대상으로 하였을 때 냄새는 각 처리구별로 유의적인 차이를 보이지 않았고, 색택은 유의적인 차이를 보여 순창1 균주를 접종한 방사선 조사구에서 6.8점으로 가장 좋은 결과를 보였다. 이는 다른 처리구에 비해 수분 감소가 적었고 발효가 느리게 진행 되는데 그 원인이 있다고 생각된다. 맛이나 기호도의 차이를 보면 순창1 균주로 고체 고지를 만들어 제조한 고추장에서 유의적으로 낮았고 다른 처리구는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 박2 균주를 액체고지로 혼합한 고추장이 5.65로 가장 좋게 평가되었다. 이 결과로 볼 때 우수균주의 고지를 이용하여 고추장을 제조함으로써 품질개선 및 균일화를 할 수 있는 가능성을 제시하여 주었다.

요 약

Amylase 및 protease 분비능력이 우수한 균주 순창1과 박2을 분리하여 액체 혹은 고체 고지로 활성화시켜 고추장을 담근후 60°의 감마선을 15±1.5 kGy에 해당하는 선량으로 조사한 방사선 조사구와 방사선 비조사구를 25°C에서 90일간 발효시키면서 이화학적, 미생물학적, 효소활성 변화를 비교 실험하였다. 아미노태 질소함량은 초기에 0.4%에서 30일 이후 0.6~0.7%로 급격히 증가하였고, 박2 균주의 고체 고지를 혼합한 처리구에서는 발효 90일에 0.75%로 가장 높았다. pH는 초기에 5.20~5.35이었으며 계속 감소하다가

90일 후에는 5.02~5.12가 되었고, 산도는 1.28~1.39에서 발효 30일 이후 급격히 증가한 후 완만한 증가를 보였다. 분리균으로 제조된 고추장의 발효중 CO₂와 O₂의 비율은 비조사구에서 CO₂가 80%이상 생성되었고, 방사선 조사구는 가스 생성이 거의 없었다. 총균수는 초기에 비조사구에서 10⁶ CFU/g이었고 조사구에서는 10⁴ CFU/g였으나, 발효 90일경에는 처리구간에 차이를 보이지 않았다. 효모는 초기 10 CFU/g에서 30일에 10⁴~10⁵ CFU/g 증가하나 조사구는 거의 나타나지 않았다. 효소역가는 발효기간 중 증가하다가 서서히 감소하는 경향을 보였다. 색도의 L, a, b값은 숙성기간이 길어짐에 따라 서서히 감소하여 ΔE 값이 증가되었다. 관능검사결과 박2접종 고추장이 품질면에서 우수하며 우수균 접종으로 고추장 품질개선 및 균일화 가능성을 제시하였다.

감사의 글

이 연구는 '97 선도 기술개발과제(G-7)에 의하여 수행한 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Park, C.H., Lee, S.K. and Shin, B.K.: Effects of wheat flour and glutinous rice on quality of *kochujang* (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **29**, 375-380 (1986)
2. Park, W.P.: Quality changes of *kochujang* with different mixing ratio of raw starch materials during aging (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 433-436 (1993)
3. Lee, S.H. and Kim, Z.U.: Changes in lipid components during barley koji preparation (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **29**, 138-147 (1986)
4. Lee, T.S., Cho, H.O., Kim, C.S. and Kim, J.G.: The brewing of *kochujang* (Red pepper paste) from different starch sources. Part I, Proximate component and enzyme activity during *koji* preparation (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **23**, 157-165 (1980)
5. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Changes in microflora and enzymes activity of traditional *kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 901-906 (1997)
6. Shin, D.H. Kim, D.H. Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y.: Physicochemical characteristics of traditional *kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 907-912 (1997)
7. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Taste components of traditional *kochujang* prepared with various raw materials (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 913-918 (1997)
8. Kim, K.H., Bae, J.S. and Lee, T.S.: Studies on the

- quality of *kochujang* prepared with grain and flour of glutinous rice (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **29**, 227-236 (1986)
9. Lee, T.S., Park, S.O. and Lee, M.W.: Determination of organic acids of *kochujang* prepared from various starch sources (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **24**, 120-125 (1981)
 10. Moon, T.W. and Kim, Z.U.: Some chemical physical characteristics and acceptability of *kochujang* from various starch sources (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **31**, 387-393 (1988)
 11. Chun, M.S., Lee, T.S. and Noh, B.S.: The changes in organic acids and fatty acids in *kochujang* prepared with different mashing methods (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 25-29 (1995)
 12. Cho, H.O., Park, S.A. and Kim, J.G.: Effect of traditional and improved *kochujang* Kiji on the quality improvement of traditional *kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**, 319-327 (1981)
 13. Bae, M.J., Yoon, S.H. and Choi, C.: Studies on change of lipid in *improvement-meju* during the fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**, 370-378 (1983)
 14. Lee, T.S., Park, S.O. and Kung, S.S.: Changes of chemical composition during the aging of lipid *koji kochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 1-6 (1984)
 15. Lee, T.S. Park, S.O. and Kung, S.S.: Free amino acid and free sugar contents of lipid *koji kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 7-10 (1984)
 16. Kang, S.G., Park, L.B. and Jung, S.T.: Characteristics of fermented hot pepper soybean paste (*kochujang*) prepared by liquid *beni-koji* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 82-89 (1997)
 17. Kim, Y.S., Shin, D.B., Koo, M.S. and Oh, H.I.: Changes in nitrogen compounds of traditional *kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 389-392 (1994)
 18. Lee, K.S. and Kim, D.H.: Trial manufacture of low-salted *kochujang* (Red pepper soybean paste) by the addition of alcohol (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 146-154 (1985)
 19. Lee, K.S., Kim, D.H. and Moon, C.O.: Effect of ethanol and lactic acid on the preparation of low salted *kochujang* (in Korean). *Wonkwang Univ.*, **20**, 143-154 (1986)
 20. Lee, T.S., Yang, K.J., Park, Y.J. and Yu, J.H.: Studies on the brewing of *kochujang* (Red pepper paste) with the addition of mixed cultures of yeast strains (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **12**, 313-323 (1980)
 21. Chung, W.C., Lee, T.S. and Nam, S.H.: Changes in free sugars of *kochujangs* during aging (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **29**, 16-21 (1986)
 22. Ahn, C.W. and Sung, N.K.: Changes of major components and microorganism during the fermentation of Korean ordinary *kochujang* (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**(3), 35-39 (1987)
 23. Lee, K.S. and Kim, D.H.: Effect of sake cake on the quality of low salted *kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 109-115 (1991)
 24. Hur, S.H. and Ha, D.M.: Occurrence of acid producing bacteria in *meju* loaves (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **34**, 130-133 (1991)
 25. Lee, J.M. Jang, J.H., Oh, N.S. and Han, M.S.: Bacterial distribution of *kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 260-266 (1996)
 26. Kim, Y.S., Kwon, D.J. Oh, H.I. and Kang, T.S.: Comparison of physicochemical characteristics of traditional and commercial *kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 12-17 (1994)
 27. Jung, S.W., Kim, Y.H., Koo, M.S. and Shin, D.B.: Changes in physicochemical properties of industry-type *kochujang* during storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 403-410 (1994)
 28. Kim, Y.S., Cha, J., Jung, S.W. Park, E.J. and Kim, J.O.: Changes of physicochemical characteristics and development of new quality indices for industry-produced *koji kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 453-458 (1994)
 29. Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O.: Sterilization and storage of spices by irradiation. I. Sterilization of powdered hot pepper paste (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**, 359-363 (1983)
 30. Kim, M.S., Oh, H.H., Shin, D.H. and Han, N.S.: Fermentation properties of irradiated *kochujang* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 934-940 (1998)
 31. Aerobic Bacteria Library, version 3.9, 9 (1995)
 32. SAS. Copyright(c) 1985, 86, 87, SAS Institute Inc., Cary, NC 27512-80000, U. S. A. (1985)
 33. Lee, K.H., Lee, M.S. and Park, S.O.: Studies on the microflora and enzymes influencing on Korean native *kochujang* (Red pepper soybean paste) aging (in Korean). *J. Korean Agri. Chem. Soc.*, **19**, 82-92 (1976)
 34. Park, W.P.: Quality changes of *kochujang* made of rice flour and rice starch syrup during aging (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 23-25 (1994)
 35. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E. Y.: Effect of red pepper varieties on the physicochemical characteristics of traditional *kochujang* during fermentation (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1044-1049 (1997)
 36. Jung, Y.C., Choi, W.J., Oh, N.S. and Han, M.S.: Distribution and physiological characteristic of yeasts in traditional and commercial *kochujang*. *J. Food Sci. Technol.*, **28**, 253-259 (1996)
 37. Kim, Y.S., Kwon, D.J., Koo, M.S., Oh, H.I. and Kang, T.S.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 502-509 (1993)
 38. Shin, D.B., Park, W.M., Lee, O.S., Koo, M.S. and Chung, K.S.: Effect of storage temperature on the physicochemical characteristics in *kochujang* (red pepper soybean paste) (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 300-304 (1994)
 39. Oh, H.I. and Park, J.M.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* prepared with a *meju* of different fermentation period during aging (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1158-1165

(1997)

40. Park, J.M. and Oh, H.I.: Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang meju* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 56-62 (1995)
41. Lee, K.Y. Kim, H.S., Lee, H.G. Han, O. and Chang, U.J.:

Studies on the prediction of the shelf life of *kochujang* through the physicochemical and sensory analyses during storage (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 26, 588-594 (1997)

(1998년 10월 16일 접수)