

가열 처리에 의한 고추장의 특성 변화

김문숙 · 안은영 · 안은숙* · 신동화

전북대학교 응용생물공학부(식품공학전공), *서해대학 식품영양학과

Characteristic Changes of *Kochujang* by Heat Treatment

Moon-Sook Kim, Eun-Young Ahn, Eun-Sook Ahn* and Dong-Hwa Shin

Division of Biotechnology, Chonbuk National University,

*Department of Food and Nutrition, Soheha College

Abstract

Kochujang, which is one of most favorable fermented hot seasonings in Korea, has swelling problem and color changes during distribution. To stop the gas formation, heat treatments were conducted at 50°C to 70°C for 5 to 15 min. at the beginning or after 40 days fermentation. Yeast were not detected at 60°C for 15min. heat treatment and bacteria were not effected in number that is concerned in fermentation of *kochujang*. At above heat treatment, there was no effect α -amylase but β -amylase activity was increased in heat treated *kochujang*. The acid protease activity was higher than nonheat treated *kochujang* after 60 days fermentation but neutral protease decreased after 80 days fermentation. The L, a and b value by Hunter were gradually decreased during fermentation and ΔE value showed difference in *kochujang* heated before fermentation. The total hydroxy methylfurfural content was increased, and carotenoid and capsanthin in heated *kochujang* decreased during fermentation.

Key words : *Kochujang*, heating, carotenoid, capsanthin, amylase, protease

서 론

우리의 고유한 발효 향신조미료인 고추장은 고추, 콩 및 쌀을 주원료로 하여 엿기름으로 전분질을 분해하고 메주의 효소와 증식된 미생물로 발효과정을 거치면서 단백질과 전분질을 분해 시켜 맵고 달고 구수한 맛을 내는 독창적인 조미식품이다. 이 고추장은 전통적으로 가정에서 주부의 손으로 만들어 조미원으로 사용되어왔으나 사회구조와 식생활 형태의 변화로 대량 생산으로 상품화하는 비율이 총수요량의 60%에 육박⁽¹⁾하고 있으며 앞으로 그 비율은 크게 상승할 것으로 판단된다.

전통고추장의 유통 중 가장 큰 문제는 가스발생과 변색으로 인한 상품성 상실로 알려져 있는데 가스는

주로 효모에 의해서 발생^(2,3)하고 있으며 가스발생은 발효 초기에 집중되고 발효 후기에는 감소하는 경향으로 대략 1.360 mL/300g(고추장)⁽⁴⁾이며 이 가스의 조성은 80% 이상이 CO₂로서⁽⁵⁾ 전형적인 효모발효 양상을 보이고 있다. 이때 관여하는 효모는 주로 *Zygosaccharomyces rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae*로 알려지고 있다⁽³⁾. 고추장에서 효모는 제조 지역에 따라 차이가 있으나 10⁵-10⁷ CFU/g 정도 검출⁽⁶⁾되고 있으며 발효 중반까지 증가하는 경향^(7,8,9)을 보이고 있으며 그 이후 감소하여 효모의 작용은 주로 발효 초기에 관여하고 이에 따라 가스생성도 이 기간 중 집중되는 것으로 보인다.

고추장 중 효모는 풍미를 증진시키고⁽¹⁰⁾ 향기성분 생성에 관여한다고 알려져 있는데⁽¹¹⁾ 효모의 긍정적 역할과 함께 제품 유통시 가스발생에 의한 팽창으로 상품성 상실의 부정적 측면도 있다. 고추장에 존재하는 효모를 방사선을 이용하여 사멸 시켰을 경우 가스생성은 완전히 방지할 수 있었으며 활성을 잃지 않은 효소와 세균의 작용으로 아미노산성 질소는 계속 증가하였고 관능검사 결과도 오히려 더 우수한 결과를 보

Corresponding author : Dong-Hwa Shin, Division of Biotechnology(Food Science and Technology Major), Chonbuk National University, Dukjin-dong, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea
Tel : 82-63-270-2570
Fax : 82-63-270-2572
E-mail : dhshin@moak.chonbuk.ac.kr

이고 있다^(4,5).

고추장 품질에 큰 영향없이 효모만을 선택적으로 억제하고 효소활력과 세균을 생존시킨다면 고추장 유통 중 가스생성을 억제하면서 효소와 세균의 작용으로 발효가 계속되어 숙성된 고추장 제품을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

이 실험에서는 효모만을 선택적으로 사멸시킬 수 있는 열처리 조건을 찾고 발효 과정에서 미생물 분포, 효소역가와 지표성분의 변화를 추적함과 동시에 고추장 색택에 영향을 주는 색소물질의 특성을 확인하였다.

재료 및 방법

고추장 제조

순창지역의 제조 방법⁽¹²⁾에 따라 Table 1과 같은 조합으로 식혜고추장을 만들어 사용하였다.

고추장의 가열 처리

조합한 고추장을 수지포장대(NY15/PE15/LLDEP 60, 150×200 mm)에 100 g씩 넣어 밀봉한 후 두께가 1 cm 가 되도록 만든 금속망틀에 넣어서 50°C, 60°C 및 70°C로 조정된 water bath에서 thermocouple이 있는 자동온도 기록계(Model 4176, Yokogawa, Japan)를 이용, 고추장 내부 온도를 측정하였고 고추장의 품온이 각각 50°C, 60°C 및 70°C에 도달한 후 각각 5, 10, 15 분 동안 가열한 후 바로 냉각하였다.

아미노산성 질소 분석

Formal 적정법⁽¹³⁾으로 분석하였다. 즉 잘 마쇄한 고추장 시료 5 g에 증류수를 잘 혼합하여 100 mL로 정용하고 방치한 다음 원심 분리(1000 rpm, 10분)한 여액 10 mL에 중성 formalin(pH 8.3) 10 mL를 첨가한 액을 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하여 적정 mL수를 측정하여 아미노산성 질소의 함량으로 계산하였다. Blank는 시료대신 증류수를 넣어 실험하고 시료 적정량에서 감하였으며 총아미노산성 질소량

Table 1. Mixing ratio of raw ingredients for preparation of sikhye kochujang

Raw material	Weight(kg)	Ratio(%)	Place collected
Glutinous rice powder	80	22.9	Sunchang
Red pepper powder	110	31.4	Sunchang
Meju powder	40	11.4	Sunchang
Salt	60	17.1	
Malt powder	18	5.2	
Water	42	12.0	

은 고추장 전물량 기준으로 표시하였다.

색도 측정

색차계(Tokyo Denshoku Co. Japan, Model TC-360)로 Hunter scale에 따라 L(lightness), a(redness), b(yellowness)와 $\Delta E [(L_0-L_1)^2+(a_0-a_1)^2+(b_0-b_1)^2]^{1/2}$ 값으로 표시하였다.

단, L_0 , a_0 및 b_0 는 초기 L, a, b 값이고 L_1 , a_1 및 b_1 은 처리 후 L, a 및 b 값임.

Amylase 및 protease 활성도 측정⁽⁷⁾

마쇄한 고추장 5 g에 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용한 다음 일정 시간 혼합한 후 원심분리하여 여과한 여액을 조효소액으로 사용하였다.

α -amylase: 0.5% 전분용액(1% 전분용액 1 mL와 pH 5.2 acetate 완충용액 1 mL 혼합)에 조효소액 1 mL를 첨가하여 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 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소액 1 mL가 blue value (700 nm)을 10% 저하시킨 amylose의 mg을 1 unit로 하였다.

β -amylase: 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 4,500 rpm에서 5분 원심분리한 여액 1 mL에 DNS 시약 1 mL를 첨가하여 끓는물에 10분 방치한 다음 증류수 10 mL를 가해 575 nm에서 비색정량하였다. 효소액 1 mL에서 1분간 생성하는 환원당을 glucose로 환산하여 μ M로 표시한 것을 1 unit로 하였다.

Protease: pH 7 또는 pH 3으로 조정된 0.6% casein 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 반응시킨 액을 여과하여 여액 1 mL에 0.4 M Na₂CO₃ 5 mL와 Folin시약 1 mL를 혼합한 후 30°C에서 30분 발색시켜 660 nm에서 흡광도를 측정해 효소액 1 mL에서 1분간 1 μ M의 tyrosine을 유리할 때를 1 unit로 하였다.

미생물수 측정

고추장 5 g을 0.1% peptone액을 희석액으로 하여 희석한 후 세균, 곰팡이, 효모 측정용 3M사 Petrifilm™ plate를 이용하여, 세균은 32°C, 36시간, 곰팡이와 효모는 25°C, 72~96시간 배양 후 형성된 집락을 계수하였다.

색소 물질의 정량

갈색물질인 5-hydroxymethyl-2-furfural(HMF)⁽¹⁴⁾은 시료 5 g에 methanol 25 mL를 혼합한 후 30분간 진탕, 교반하여 원심분리(1500 rpm 10 min)한 여액과 원심분리된 잔사에 메탄올 20 mL를 가하여 2회 추출하여 메탄올 50 mL로 정용한 후 0.22 μm membrane filter로 여과하여 HPLC 분석을 하였다.

HPLC는 Shimadzu Liquid Chromatograph LC-10 AD(Shimadzu, Japan)를 사용하였고 column은 bondapack(C₁₈ column, 3.9 mm, water), eluent는 methanol : water(10 : 90, v/v %), 유속은 0.8 mL/min, UV detector는 280 nm, 온도는 35°C에서 분석하였다.

Carotenoid 함량⁽¹⁵⁾은 시료 2 g에 아세톤 25 mL씩을 4회(100 mL) 혼합한 후 교반(200 rpm, 30 min)하여 여과한(Whatman No. 42) 여액 1 mL를 취해 petroleum ether 50 mL로 정용하여 450 nm에서 흡광도를 측정한다. 후 흡광계수(2500)로 계산하여 carotenoid 함량으로 표시하였다.

Capsanthin 정량⁽¹⁶⁾은 시료 1 g에 benzene 50 mL를 혼합하여 1시간 진탕한 후 여과하여 그 여액을 483 nm에서 측정하여 계산하였다.

결과 및 고찰

가열 조건별 고추장의 특성 변화

미생물 성장 : 가열처리 온도 및 시간별로 10일 발효한 고추장내 미생물 균수의 변화를 보면 Table 2와 같다. 효모는 곰팡이와 함께 가열처리온도가 높을수록, 그리고 시간에 따라 균수가 크게 감소하여 효모의 경우 60°C, 15분간의 가열처리에 의해 검출되지 않는 수준으로 감소하였다. 그러나 세균의 경우 50-70°C 처리온도에서 처리시간에 따라 큰 차이가 없었으며 효

Table 2. Changes in number of microbes in *kochujang* after 10 days fermentation (25°C) heated at the beginning.

Temp.(°C)/ Time(min)	Bacteria (CFU/g)	Yeast (CFU/g)	Mold (CFU/g)
Control	2.5 × 10 ⁷	6.65 × 10 ⁴	1.0 × 10 ⁵
50/5	1.9 × 10 ⁷	10.2 × 10 ³	9.0 × 10 ⁴
10	1.4 × 10 ⁷	6.6 × 10 ³	6.0 × 10 ⁴
15	1.2 × 10 ⁷	6.5 × 10 ³	5.4 × 10 ⁴
60/5	9.5 × 10 ⁶	2.5 × 10 ³	2.8 × 10 ⁴
10	6.5 × 10 ⁶	1 × 10 ³	2.6 × 10 ⁴
15	1.0 × 10 ⁷	-	1.2 × 10 ⁴
70/5	1.2 × 10 ⁷	-	-
10	1.1 × 10 ⁷	-	-
15	1.0 × 10 ⁷	-	-

모가 완전히 살균된 조건(60°C, 15분)에서도 대조구와 큰 차이가 없이 생존함을 알 수 있으며 곰팡이 경우에도 60°C, 15분 정도 살균하는 경우에도 10⁴ CFU/g 정도 존재하나 70°C, 5분 살균에서는 사멸되고 있다. 가열온도 60°C, 15분 살균에서는 효모는 완전히 살균되거나 세균과 곰팡이는 존재하므로 효모에 의한 가스생성만을 억제하고 세균과 곰팡이에 의한 발효를 저지하지 않는 처리조건으로서 가열처리 하는 경우 고추장에 잔존하는 세균에 의한 작용은 계속될 것으로 판단된다.

고추장 열처리 방법으로는 caking 현상을 막기 위하여 ohming heating이 시도되었고⁽¹⁷⁾ 두께 1.5 cm로 한 고추장 포장상태에서 65°C, 10분 이상에서 가스발생 억제가 가능하다는 연구 결과가 보고⁽¹⁸⁾되어 적절한 열처리로 효모를 선택적으로 사멸시킬 수 있음을 알 수 있다.

세균수는 열처리 조건에 관계없이 일정한 수를 유지하는 경향이었고 효모수는 발효시점에서 열처리한 처리구는 전 발효기간 동안 생존하지 않았으나 발효 40일에 열처리한 경우 열처리시 효모수는 10² 정도 감소하나 그 이후 일정수준을 유지하였고 발효 100일 후 감소하는 경향을 보였다.

효소활성 및 아미노산성 질소 함량 : 가열처리에 의한 효소의 영향을 확인하기 위하여 가열처리조건별 효소활성 측정결과는 Table 3과 같다. Table 3에서 보면 α-amylase의 활성은 모든 처리구에서 control에 비하여 높았으며, 70°C, 15분간의 가열처리시 낮은 활성을 제외하고 다른 처리조건에서는 거의 비슷하였다. 또한 β-amylase에 있어서도 모든 처리구에서 control에 비하여

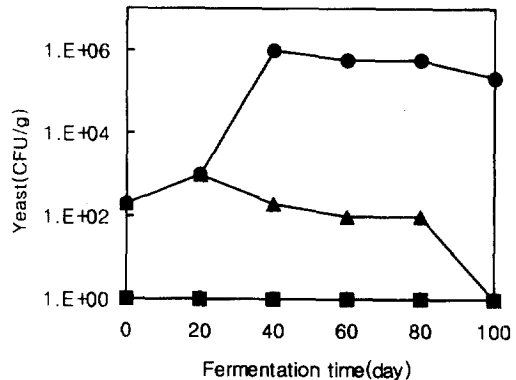


Fig. 1. Changes in the number of yeast of *kochujang* heating at 60°C for 15 min. - ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

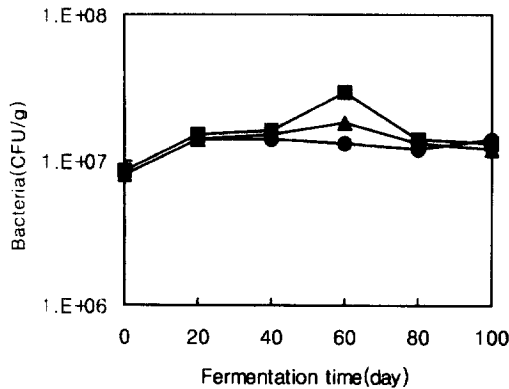


Fig. 2. Changes in the number of bacteria in *kochujang* by heating at 60°C for 15 min. - ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

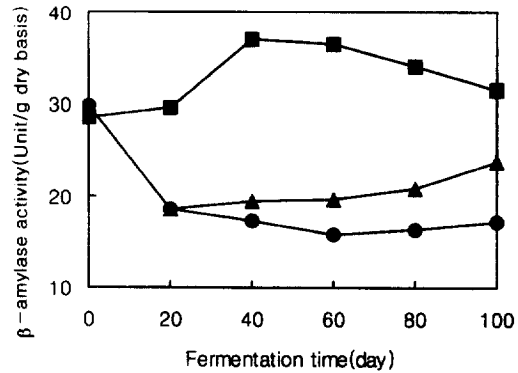


Fig. 4. Changes in β -amylase activity of *kochujang* heating at 60°C for 15 min. - ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

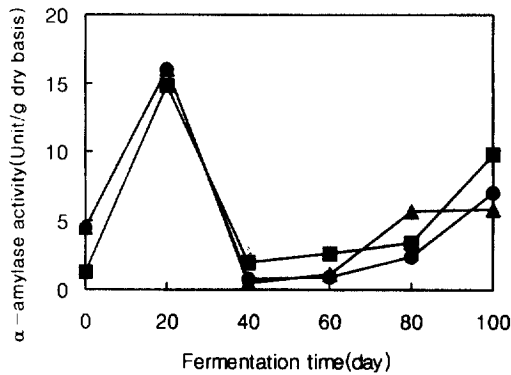


Fig. 3. Changes in α -amylase activity of *kochujang* heating at 60°C for 15 min. - ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

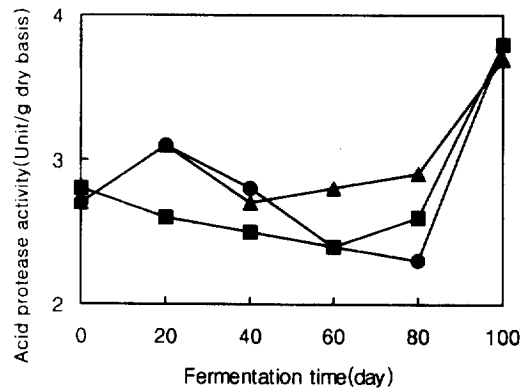


Fig. 5. Changes in acid protease activity of *kochujang* heating at 60°C for 15 min. - ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15min) after 40 days fermentation.

높았으며 모든 처리조건에서 거의 같은 활성을 나타내었다. Protease 활성도 amylase에 있어서와 마찬가지로 가열처리 후에 활성이 높아졌으며 중성 protease의 경우 60°C의 처리시에, 산성 protease의 경우 50°C와 60°C의 처리시 특히 활성이 높았다. 가열처리에 의해 균수가 감소하였던 것에 반하여 효소의 활성은 오히려 증가하였으며 특히 60°C에서 모든 효소의 활성이 가장 높았는데 아마도 이들 효소는 10일간의 발효 시 충분히 분비된 상태이며 본 실험에서 실시한 가열처리 조건에서는 안정하여 가열처리 후의 고추장 숙성에 계속 관여할 수 있을 것으로 본다. 그러나 가열 처리한 고추장 중 효소의 활성이 높아진 이유에 대해서는 좀 더 연구해야 할 과제이다.

아미노산성 질소함량은 가열처리에 의해 거의 감소하지 않았고 전반적으로 0.4-0.5%으로써 이 측정치는 다른 연구자들에 의한 실험 결과^(13,19,20)와 비슷하였다. 그러나 protease 활성이 가열조건에 따라 약간 달랐던 앞의 실험 결과와는 달리 아미노산성 질소 함량은 가열조건에 의해 거의 영향을 받지 않는 것으로 확인되었다.

색도 변화 : 가열처리가 고추장의 색택에 어느 정도 영향을 미치는지를 확인하기 위하여 가열처리 온도 및 시간별 색도변화를 관찰한 결과는 Table 4와 같다.

가열 온도가 높아지고 가열 시간이 길어질수록 L, a 및 b값은 감소하고 ΔE값은 증가하는 경향을 보였다. 즉, 대조구와 70°C에서 15분 가열한 처리구의 색도 변

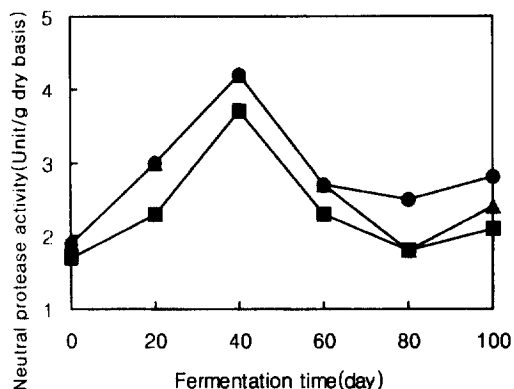


Fig. 6. Changes in neutral protease activity of *kochujang* heating at 60°C for 15 min.

- ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

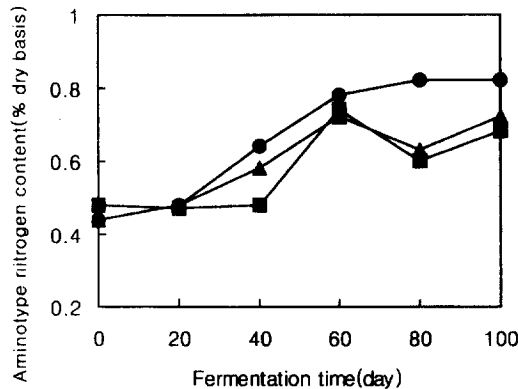


Fig. 7. Changes in amino type nitrogen content of *kochujang* heating at 60°C for 15 min.

- ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

화를 비교하면 L, a, b 및 ΔE값은 상당한 차이를 보였는데 대조구에서는 각각 21.6, 26.3, 11.4 그리고 1.94인 반면 70°C에서 15분 가열한 처리구에서는 각각 17.0, 24.9, 10.4 그리고 6.36을 나타내었다. 효모가 살균되는 조건인 60°C, 15분 처리에서도 비열처리구에 비하여 L, a, b값이 감소하였고 ΔE값은 상승하였으나 고온보다 낮았다.

가열처리 시기별 고추장 발효 중 특성변화

효모 및 세균수 변화 : 가열처리 조건을 60°C, 15분으로 정하고 고추장을 담금 직후 가열하는 방법과 40일간 발효한 후 가열 처리한 고추장의 특성을 조사하였다. Fig. 1은 가열 처리한 고추장 중 효모수의 변화를 나타낸 것으로 대조구와 처리구간에 상당한 차이를 나타내었다. 발효 초기 효모수는 10² CFU/g 수준으로 초기 가열 처리에 의하여 효모는 거의 사멸되는 것을 알 수 있으며 대조구는 계속 효모수의 상승 양상을 보여 발효 40일에는 10⁶ CFU/g이 되었다. 발효 40일 후 가열처리한 고추장의 경우 10² CFU/g으로 감소하여 발효 80일까지 효모수가 비슷한 수준을 유지하였고 그 이후 감소하였다. 이는 65°C, 10분의 열처리에서 가스 생성이 억제된 연구⁽¹⁸⁾와 방사선 조사에 의해 효모가 거의 나타나지 않았던 연구 결과⁽⁵⁾와 비슷한 양상으로 효모에 의한 가스 생성을 억제하는 방법으로 적용가능 할 것으로 본다.

전체 발효 기간중 세균수 변화는 Fig. 2와 같이 처리 조건에 관계없이 일정한 수를 유지하는 경향으로 10⁷ CFU/g 수준이었다.

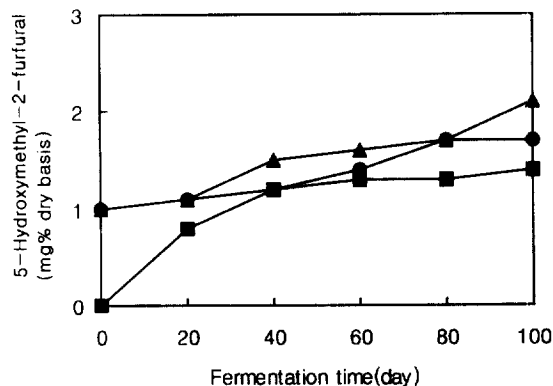


Fig. 8. Changes in 5-hydroxymethyl-2-furfural content of *kochujang* heating at 60°C for 15 min.

- ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

효소활성 : 고추장 발효과정 중 효소 활성을 보면 α-amylase 활성의 경우 Fig. 3과 같이 각 처리구가 거의 비슷한 양상으로 발효 20일째에 가장 높은 활성을 보여 14.8-16 unit/g를 나타내다가 발효 40일째 급격히 감소한 후 서서히 증가하는 경향을 보였다. 전체적으로 α-amylase는 60°C, 15분 열처리에서 효소 역가는 대조구와 뚜렷한 차이를 보이지 않아 열처리에 의한 영향이 없는 것으로 보이며 숙성기간이 경과됨에 따라 α-amylase의 활성은 상승하는 경향을 보였다. 이 결과는 발효 초기에는 효소활성이 증가하다가 감소하는 보편적인 경향⁽²¹⁾과는 다소 차이를 보이고 있다. β-amylase의 활성은 Fig. 4와 같은데 고추장의 가열처리에 따른 활성을 보면 발효기간이 경과할수록 담금 직후 가열

Table 3. Enzyme activity and amino type nitrogen content in *kochujang* after 10 days fermentation(25°C) heated at the beginning.

Heating condition Temp.(°C)/Time(min)	α -amylase	β -amylase	Protease (pH7)	Protease (pH3)	Amino type nitrogen (mg%)
Control	7.95 ± 1.24	18.26 ± 0.02	0.69 ± 0.49	1.06 ± 0.04	0.52 ± 0.03
50/5	11.4 ± 0.28	28.7 ± 1.48	0.62 ± 0.14	2.30 ± 0.68	0.52 ± 0.04
10	11.0 ± 0.85	27.5 ± 0.85	0.78 ± 0.00	1.46 ± 0.44	0.49 ± 0.01
15	9.1 ± 0.70	26.8 ± 1.56	1.77 ± 0.75	2.19 ± 0.36	0.57 ± 0.01
60/5	10.8 ± 0.07	23.5 ± 3.32	2.03 ± 0.08	1.82 ± 0.59	0.52 ± 0.02
10	11.0 ± 2.80	23.5 ± 1.34	2.00 ± 0.60	1.84 ± 0.60	0.48 ± 0.01
15	12.5 ± 1.77	23.1 ± 5.00	2.20 ± 0.92	2.22 ± 0.42	0.40 ± 0.01
70/5	12.8 ± 5.23	17.9 ± 1.48	1.80 ± 0.04	1.69 ± 0.34	0.45 ± 0.01
10	10.0 ± 3.53	23.4 ± 1.06	1.66 ± 0.37	1.66 ± 0.22	0.42 ± 0.03
15	8.2 ± 0.19	28.3 ± 0.28	1.32 ± 0.41	1.45 ± 0.30	0.48 ± 0.02

Table 4. Color¹⁾ changes of *kochujang* after 10 days fermentation(25°C) heated at the beginning.

Heating condition Temp.(°C)/Time(min)	Hunter value			
	L	a	b	ΔE
Control	21.6	26.3	11.4	1.94
50/5	20.6	23.5	10.9	4.62
10	19.6	23.2	10.2	5.64
15	20.1	22.7	10.5	5.64
60/5	18.9	24.1	10.4	5.39
10	18.8	23.9	10.3	5.62
15	18.0	25.0	10.4	5.63
70/5	18.6	25.5	10.3	5.01
10	17.4	25.4	10.4	6.00
15	17.0	24.9	10.4	6.36

¹⁾The initial value: L; 22.6, a; 27.2, b; 12.8

처리한 후 발효시킨 고추장에서 β -amylase의 활성이 높게 나타나 발효 40일째는 37.0 unit/g으로 발효 초기보다 상승하였다. 이와 같이 효소역가가 상승한 이유에 대해서는 더 연구검토가 필요할 것으로 여겨진다. 그러나 대조구와 40일 발효 후 가열처리 한 실험구는 전체적으로 초기 가열처리에 비하여 낮은 효소 역가를 보이고 있으며 발효 100일에는 열처리구가 비열처리에 비하여 높은 경향을 보였다.

단백질 분해효소인 protease는 최적 pH에 따라 각각

산성 protease와 중성 protease로 구분하여 실험하였다. Fig. 5는 산성 protease 활성에 관한 것으로 대조구는 발효 20일째에 3.1 unit/g으로 발효초기보다 증가하다가 발효 80일째에는 2.1 unit/g로 서서히 감소한 후 발효 100일째는 3.8 unit/g로 상승하는 경향을 보였다. 가열후 발효한 처리구는 발효 60일까지 계속 감소하다가 발효 80일을 기점으로 가열 처리구에서 증가하는 경향을 보였다. Fig. 6은 중성 protease의 활성에 관한 결과로 각 처리구에서 거의 비슷한 양상을 보였는데 보편적으로 발효 40일째에 3.7-4.2 unit/g로 가장 활성이 높았고 그후로는 감소되는 경향이며 80일 이후 가열 처리구의 중성 protease의 역가가 떨어지고 있어 가열에 의한 영향으로 판단된다.

아미노산성 질소 : 고추장의 가열처리에 따른 아미노산성 질소량의 변화는 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 보면 발효 초기에 각 처리구에서 전반적으로 아미노산성 질소 함량이 0.44-0.48%였다가 서서히 증가하여서 발효 60일째는 0.72-0.78%를 나타내었다. 이는 발효기간 동안 아미노산성 질소함량이 증가되는 여러 보고^(5,20)와 일치하고 있다. 그 중 가열 처리된 고추장은 발효 60일까지 발효기간이 경과함에 따라 아미노산성 질소 함량이 증가하다가 대조구는 60일 이후 큰 변화

Table 5. Hunter value of *kochujang* treated by heating at 60°C for 15 min.

Fermentation time(day)	L			a			b			ΔE		
	Con. ¹⁾	Ha ²⁾	Hb30	Con.	Ha	Hb	Con.	Ha	Hb	Con.	Ha	Hb
0	19.5	19.6	19.5	28.4	28.5	28.4	12.4	12.4	12.4			
20	19.4	17.7	19.4	25.7	23.4	25.7	11.1	10.0	11.1	3.0	5.9	3.0
40	18.9	17.4	19.3	24.5	22.5	25.2	11.8	10.8	12.2	4.0	6.6	3.2
60	18.8	17.0	19.1	24.7	22.5	24.2	11.7	10.5	11.7	3.8	6.8	4.3
80	18.7	16.7	18.6	23.7	21.8	23.6	11.1	9.8	10.9	4.9	7.7	5.1
100	18.4	16.3	18.2	21.8	20.3	21.9	11.2	10.0	11.2	6.8	9.1	6.7

¹⁾Control

²⁾Heating at the beginning of fermentation

³⁾Heating after 40 days fermentation

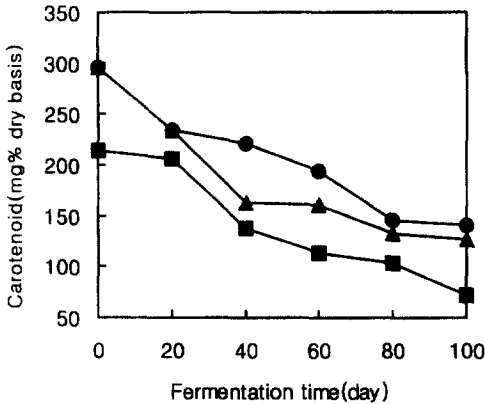


Fig. 9. Changes in carotenoid content of *kochujang* heating at 60°C for 15 min.

- ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

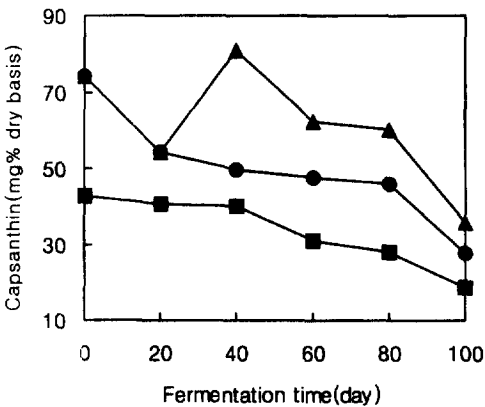


Fig. 10. Changes in capsanthin content of *kochujang* heating at 60°C for 15 min.

- ● -, Control; - ■ -, Heating(60°C, 15 min) before fermentation; - ▲ -, Heating(60°C, 15 min) after 40 days fermentation.

가 없으나 가열 처리한 고추장의 경우 대조구보다 낮은 경향을 보이고 있어 protease 역가가 떨어지는 결과(Fig. 6)와 관계가 있을 것으로 본다

색도 : 고추장 가열처리 방법에 따른 색도 변화를 보면 Table 5와 같다. 전반적으로 발효기간이 경과함에 따라 L, a 및 b값이 감소하므로써 ΔE값은 증가하는 경향을 보였다. 특히 발효기간동안 ΔE값은 담금 직후 가열 처리한 고추장의 경우 5.9-9.1인 반면 대조구나 40일 발효 후 가열 처리한 고추장의 ΔE값은 3.0-6.8로 상당한 차이를 나타내는 것으로 보아 고추장의 갈변은 담금 초기의 가열 여부에 의해 더 민감하게 나타나는 것으로 판단된다.

발효중 L, a, b값은 전통고추장의 품질평가 결과⁽⁶⁾보다 높았고 방사선조사 고추장과 비슷한 경향⁽⁵⁾이나 ΔE값은 차이를 보인다.

색소물질 변화 : 고추장 품질을 저하시키는 요인 중 하나인 고추장 갈변에 대한 관련 색소 물질의 변화를 추적하기 위하여 비효소적 갈변성분 및 고추의 주요 색소로 알려진 carotenoid계⁽¹⁴⁾인 capsanthin의 변화량을 조사하였다.

비효소적 갈변의 정도를 알아보고자 갈변 물질 생성의 초기단계라할 수 있는 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF)의 함량을 측정된 결과는 Fig. 8같다. Fig. 8에서 보면 HMF의 함량은 숙성기간이 길어짐에 따라 약간씩 증가하였다. 그 중 40일 발효 후 가열 처리한 고추장이 다른 처리구에 비해 HMF의 함량이 높아지는 경향을 보였다. 이것으로 보아 열처리에 의한 갈변의 촉진외에도 비효소적 갈변이 일어남을 알 수 있었다.

한편 고추장 자체의 색소 성분의 변화를 분석하기 위해 Fig. 9와 같이 carotenoid 함량을 측정된 결과를 보면 발효초기에는 carotenoid의 총 함량이 213-296 mg%였다가 숙성기간이 길어짐에 따라 급격하게 감소되어 80-160 mg%로 초기에 비하여 38-54%로 감소하였다. 이는 고추장의 carotenoid계 색소가 열처리 및 여러 요인에 의해 변화된 결과로 추정된다.

또한 carotenoid계 색소중 고추에 가장 많이 함유하고 있는 capsanthin의 함량변화를 비교한 결과는 Fig. 10과 같다. Fig. 10과 같이 담금 직후 가열처리 한 고추장이 다른 처리구에 비해 발효 초기부터 capsanthin 함량이 낮았는데 이는 고추장의 담금 직후 바로 가열 함으로서 열에 의한 capsanthin의 변화에 의한 것으로 본다. 이는 고추장의 발효가 진행됨에 따라 capsanthin 함량은 감소되고 HMF 함량은 증가한다는 연구결과⁽¹⁴⁾와 같은 경향을 보이고 있다.

요 약

고추장 제품의 유통시 문제가 되는 가스 발생을 억제하고자 주요 미생물은 존재하면서 효모를 사멸시킬 수 있는 방법으로 50-70°C에서 5-15분 동안 열처리를 시도하였다. 고추장을 담금 직후 가열하는 방법과 40일간 발효한 후 가열 처리한 방법으로 구분하여 고추장의 생화학적 특성을 실험한 결과 고추장을 담금 직후 60°C에서 15분 가열한 처리구는 발효 전 과정에서 효모가 전연 증식되지 않았고 세균수는 변화가 거의 없었다. 이 열처리조건에서 α-amylase는 열처리에 따른 변화가 없으나 β-amylase는 열처리로 역가가 상승

하는 경향을 보였고 산성 protease는 가열 처리로 60 일 이후 대조구보다 증가하나 중성 protease는 80일 이후 감소하는 경향을 보였고 아미노산성 질소량은 비열처리구 보다 낮은 경향을 보였다. 고추장의 색도는 L, a, b 값이 감소하나 발효전 열처리 조건에서는 ΔE 값의 차이가 있고 색소물질인 5-hydroxy-2-methylfurfural(HMF)는 증가하고 총 carotenoid 및 capsanthin 함량은 가열처리로 감소하는 경향을 보였다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부 선도기술개발사업(99-G-08-A-03-03)으로 수행한 연구의 일부로 연구비지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Korea Soy Sauce Industry Cooperated. Annual Report (1998)
2. Lee, J.S., Choi, Y.J., Kwon, S.J., Yoo, J.Y., and Chung, D.H.: Screening and characterization of osmotolerant and gas-producing yeasts from traditional *Doenjang* and *Kochujang*. *Food and Biotechnology*, 5: 54-58 (1996)
3. Jung, Y.S., Choi, W.J., Oh, N.S., and Han, M.S.: Distribution and physiological characteristics of yeasts in traditional and commercial *Kochujang*. *Korean J. of Food Sci. Technol.*, 28: 253-259 (1996)
4. Kim, M.S., Oh, J.A., Shin, D.H., and Han, M.S.: Fermentation properties of irradiated *Kochujang*. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 30: 934-940 (1998)
5. Kim, M.S., Kim, I.W., Oh, J.A., and Shin, D.H.: Effect of different koji and irradiation on the quality of traditional *Kochujang*. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 31: 196-205 (1999)
6. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, D.K., and Lim, M.S.: Studies on the physicochemical characteristics of traditional *Kochujang*. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 28: 157-161 (1996)
7. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S., and Ahn, E.Y.: Changes in microflora and enzymes activities of traditional *Kochujang*, prepared with various raw materials. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 29: 901-906 (1997)
8. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S., and Ahn, E.Y.: Effect of red pepper varieties on the microflora, enzyme activities and taste components of traditional *Kochujang* during fermentation. *J. of Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 1050-1057
9. 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. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 29: 1158-1165 (1997)
10. 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. *Korean J. of Food Sci. Technol.* 12: 313-323 (1980)
11. Ahn, C.W. and Sung, N.K.: Identification of flavor components in korean ordinary *Kochujang* inoculated with *Bacillus* sp. and *Saccharomyces* sp.. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 17: 1-5 (1988)
12. Shin, D. H.: Survey on preparation method of traditional home made *Kochujang*(fermented hot pepper-soybean paste). *Korean J. Dietary Culture* 10: 427-434 (1995)
13. Shin, D. H., Kim, D. H., Choi, U., Lim, M. S. and Ahn, E. Y.: Physicochemical characteristics of traditional *Kochujang* prepared with various raw material(in Korean). *Korean J. Food Sci, Technol.* 29: 907-912 (1997)
14. Kim, J.O. and Lee, K.H.: Effect of temperature on color and color-preference of industry-produced *Kochujang* during storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 641-646 (1994)
15. Ramakrishnan, T. V. and Francis, F. J.: Color and carotenoid changes in heated paprika. *J. Food Sci.* 38: 25-28 (1973)
16. Heinonen, M. I., Ollilainen, V., Linkola, E. K., Varo, P. T. and Koivistoinen, P. E.: Carotenoid in finish foods: vegetables, fruits and berries. *J. Agric. Food Chem.* 37: 655-659 (1989)
17. Cho, W.I., Kim, D.U., Kim, Y.S., and Pyun, Y.R.: Ohmic heating characteristics of fermented soybean paste and *Kochujang*. *Korean J. Food Sci, Technol.* 26: 791-798 (1994)
18. Chung, M.J.: Studies on the preservation of red pepper paste-on the products packaged in the plastic film bag. *Bulletin of Chungbuk National University* 6: 87-96 (1972)
19. Park, W. P.: Quality changes of *Kochujang* with different mixing ratio of raw starch material during aging. *J. Korean Soc. Food Nur.* 22: 433-436 (1993)
20. Park, W. P.: Quality changes of *Kochujang* made of rice flour and rice starch syrup during aging. *J. Food Sci, Technol.* 26: 23-25 (1994)
21. Kim, M. S., Kim, I. W., Oh, J. A. and Shin, D. H.: Effect of different Koji and irradiation on the quality of traditional *Kochujang*. *Korean J. Food Sci, Technol.* 31: 196-205 (1999)
22. 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. *Korean J. Food Sci, Technol.* 29: 1158-1165 (1997)
23. Kim, J. O. and Lee, K. H.: Effect of temperature on color and color-preference of industry-produced *Kochujang* during storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 641-646 (1994)
24. Kim, D. H. *Food Chemistry*. pp. 433-447. Tomgoodang Press. (1997)