

재래식 고추장 숙성 중 품질특성의 변화

김영수 · 신동빈 · 정문철 · 오훈일* · 강통삼

한국식품개발연구원, *세종대학교 식품공학과

Changes in Quality Characteristics of Traditional *Kochujang* during Fermentation

Young-Soo Kim, Dong-Bin Shin, Moon-Cheol Jeong, Hoon-Il Oh* and Tong-Sam Kang

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Technology, King Sejong University

Abstract

Quality characteristics of 3 kinds of traditional *kochujang* were investigated during 6 months of fermentation in order to obtain information for the industrial production of traditional *kochujang*. Tested *kochujang* included Sunchang *kochujang* prepared with glutinous rice, Boeun *kochujang* prepared with barley, and Sachun *kochujang* prepared with wheat. The reducing sugar contents of Sunchang, Boeun, and Sachun *kochujang* increased up to 30, 90, and 150 days of fermentation, respectively, and then decreased thereafter. Ethanol contents of traditional *kochujang* increased up to 0.4~1.2% at 120~150 days of fermentation and decreased thereafter. Amino nitrogen content of Sunchang *kochujang* showed a slight increase during fermentation, however, those of Boeun and Sachun *kochujang* showed a rapid increase up to 150 days of fermentation. Ammoniacal nitrogen content of 100 g *kochujang* increased up to 50~75 mg at 60 days of fermentation and leveled off thereafter. Capsaicin and capsanthin contents of 100 g *kochujang* were 15~18 mg and 60~180 mg before fermentation and decreased to 12~14 mg and 50~120 mg at 180 days of fermentation, respectively.

Key words: *kochujang*, sugar, ethanol, nitrogen, capsaicin, capsanthin

서 론

고추장의 관능적 특성 중에 capsaicin으로부터 기인되는 매운 맛, 전분이 분해되면서 생성되는 당 성분에 의한 단 맛과 이들 당성분이 발효되면서 발생하는 알콜취, 단백질 성분이 분해되어 생성되는 구수한 맛 및 capsanthin에서 유래되는 붉은 색깔 등은 주요한 품질지표로서 이들 원인 성분에 관한 연구는 오래 전부터 이루어져 왔다.

그러나 이러한 연구는 재래식 고추장보다는 일본식 고오지(種麴)를 이용하여 제조한 장류에 많이 치우쳐 있을 뿐만 아니라, 주로 산입화를 위한 원료 대체, 고오지의 개량, 숙성 양조 등에 관한 연구에 수반되어 검토되었다. 즉, 김 등⁽¹⁾은 육균 규격에 의하여 사입된 고오지 고추장의 일반성분과 carotene, capsaicin을 검토하였으며, 이 등⁽²⁾은 옥분, 쌀, 정맥, 밀가루, 콩, 옥수수 gluten, 밀 gluten 등을 사용하여 고추장을 담금하고 일

반성분 및 관능적 변화를 보고하였고, 배 등⁽³⁾은 유개상자(有蓋箱子)를 이용한 고추장국(麴)의 제조에서, 장 등⁽⁴⁾은 고추장의 숙성양조방법에서, 이 등⁽⁵⁾은 액체국 고추장의 제조에서, 윤⁽⁶⁾은 즉석 분말고추장 제조에서 품질과 관련된 이화학적 성분의 변화를 보고하였다. 이외에도 문 등⁽⁷⁾은 전분질 원료에 따른 고추장의 화학적 물리적 성질과 기호성을 조사하였고, 이 등⁽⁸⁾은 고추장의 전아미노산과 질소성분의 함량을 측정하였다. 한편, 이 등⁽⁹⁾은 재래식 메주를 부위별로 나누어 재래식 고추장을 제조 후 숙성시키면서 성분의 변화와 미생물의 동태를 파악하였으며, 이⁽¹⁰⁾은 고오지 고추장 제조시 효모를 첨가하여 미생물군과 각종 이화학적 성분의 변화를 검토하였고, 조 등⁽¹¹⁾은 전통고추장의 함질소성분, 총당, 환원당 및 에탄올 함량에 미치는 재래식 및 개량식 고추장 메주의 효과를 비교하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 고오지 고추장의 품질특성과 관련하여 많은 연구가 이루어졌으나 재래식 고추장에 대한 연구는 매우 미미할 뿐 아니라 주로 전라북도 지방의 고추장에 관한 것에 치우쳐 있다⁽¹²⁾. 현재까지 재래식 고추장에 대한 연구는 고추장의 담금 및 숙성을 모두 실험실 내에서 수행하였기 때문에 재래식 고추장

Corresponding author: Young-Soo Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Boondang-gu, Seongnam, 463-420, Republic of Korea

전래지의 미생물생태, 기후 등의 자연환경 조건을 반영하였다고 볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 참살 고추장으로 유명한 순창 이외에 보리 및 밀 고추장을 전통적으로 많이 담그어 온 보은과 사천 지방에서 전래적인 방법으로 고추장을 제조하고 현지에서 6개월간 숙성시키면서 이화학적 품질지표 변화를 검토하여 재래식 고추장의 산업화에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

고추장 제조

재래식 고추장의 제조에 사용된 재료와 방법은 김 등⁽¹³⁾의 방법과 동일하였다. 즉, 90년 3월 말 그 지역에서 재배된 원료, 전래되어 오는 방법 및 배합비에 의거하여 고추장을 담근 후 현지에서 6개월간 숙성시켰다.

환원당 측정

시료 0.8g에 증류수를 넣어 200 ml로 정용한 다음 2,000 rpm에서 2시간 교반한 후, 50 ml를 취하여 10% lead acetate 5 ml와 3.2% sodium oxalate 5 ml를 넣어 단백질을 제거, 여과한 다음 100 ml로 정용하였다. 그 중에서 2 ml를 취한 후 Somogyi-Nelson법⁽¹⁴⁾에 따라 glucose 표준곡선과 비교하여 환원당의 함량을 구하였다.

에탄올 측정

고추장 시료 1g 및 증류수 100 ml을 300 ml 삼각 플라스크에 넣고 parafilm으로 밀봉한 후 상온에서 5분간 진탕(120 rpm)시킨다. 용해된 고추장액은 원심분리(5,000 ×g, 15분)시켜서 상등액을 취하여 시료액으로 즉시 사용한다. 에탄올 측정 kit(Boeringer Mannheim社)를 사용하여 Glass cuvette(light path 1 cm)에 NAD 40 mg, aldehyde dehydrogenase 0.8 unit를 포함하는 potassium diphosphate buffer(pH 9.0) 3 ml를 넣고 적당한 농도(0.5~12 ug ethanol/0.1~0.5 ml sample volume)로 희석된 시료액 0.1 ml를 넣어 혼합하고 약 3분이 지난 다음 340 nm에서 흡광도를 측정하여 측정된 값을 A1으로 한다. 흡광도를 측정할 Glass cuvette에 alcohol dehydrogenase 219 unit를 포함하는 효소액 0.05 ml를 첨가하고 부드럽게 혼합한 후 약 5~10분간 효소반응을 시킨 후 340 nm에서 흡광도를 측정하여 A2 값으로 한다.

흡광도 변화값은 A2-A1으로 계산하여 해당 시료의 흡광도 변화값으로 한다. 대조구의 흡광도 변화값은 시료액 대신에 증류수를 0.1 ml 첨가하여 위와 동일한 방법으로 구한다. 시료의 흡광도 변화값에서 대조구의 흡광도 변화값을 뺀 값을 최종적인 흡광도 변화값(ΔA)으로 하여 다음의 계산식에 의해 에탄올 농도를 계산한다.

$$C = \frac{V \times MV}{E \times d \times v \times 2 \times 100} \times \Delta A$$

여기에서 C : ethanol concentration(g/l)

V : final volume(ml)

v : sample volume(ml)

MW: 시료의 분자량(g/mol)

d : light path(cm)

E : NADH의 adsorption coefficient, 340 nm에서 6.3(1 × mmol⁻¹ × cm⁻¹)

아미노산성 및 암모니아성 질소 측정

시료 20g에 5배의 증류수를 넣고 1시간 동안 교반한 후, 10분간 10,000 ×g에서 원심분리하여 불용성 단백질을 분리제거하여 나온 상등액 200 ml를 이용하여 아미노산성 질소의 경우 KS H2120(고추장)의 포르말 적정법⁽¹⁵⁾을 이용하였다. 암모니아성 질소의 경우는 전처리액 20 ml를 취하여 30% NaOH 2 ml와 소포제로 실리콘수지 3 ml를 넣은 다음 증류수에서 5분간 증류하였다. 증류시 발생하는 가스를 3% boric acid로 포집하여 0.02 N HCl로 pH meter를 이용 pH 4.04까지 적정하여 산출하였다⁽¹⁶⁾.

Capsaicin과 capsanthin 분석

Capsaicin은 허 등⁽¹⁷⁾의 방법으로 추출하여 분석하였다. 즉, 시료 50g을 acetone으로 추출하여 281 nm에서 흡광도를 측정하였으며 capsanthin은 시료 0.1g에 benzene을 가하고 30분간 진탕시켜 capsanthin을 추출한 후 460 nm에서 흡광도를 측정하고 표준품 검량선과 비교하여 정량하였다⁽¹⁸⁾. 표준품은 capsaicin의 경우 Sigma社 제품을, capsanthin의 경우 Wako社 제품을 사용하였다.

결과 및 고찰

환원당의 변화

고추장에 있어서 단맛은 glucose, fructose, maltose 등의 당류로부터 기인되며 이러한 당류의 전체적인 함량을 측정하는데 신속한 방법으로 환원당을 측정하는 것은 고추장 품질 특성을 파악하는데 편리하다. 재래식 고추장의 숙성기간 중 환원당 함량을 측정된 결과(Fig. 1) 순창 고추장은 담금 초기에 4.1%이었으나 숙성기간 중 계속 증가하여 90일경에는 최대값인 7.8%까지 증가하였고 90일 이후에는 감소하는 추세였다.

사천 고추장의 경우 숙성초기의 환원당 함량은 5.7%로서 숙성 150일까지 매우 완만한 증가를 나타내었고 이후 일정한 값을 보였다. 사천 고추장의 제조에는 맥아물엿을 다량 사용하였기 때문에 maltose의 함량이 높을 것으로 추정되는데 환원당을 산출할 때 glucose로 표준곡선을 작성하여 구했기 때문에 실제 존재하는 maltose함량보다 적게 표시되어 있다.

보은 고추장의 경우 담금 초기 환원당 함량은 9.5% 정도였으며 30일까지 증가하다 감소하였다. 보은 고추장의 제조시 보리를 엿기름으로 액화 및 당화시켰기 때문에 담금직후의 환원당 함량은 타 지역 고추장보다 매우 높았으나 숙성 30일 이후에는 amylase의 기질인

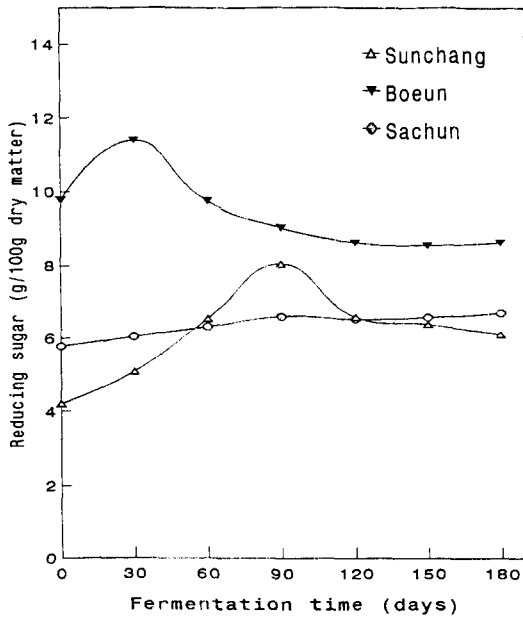


Fig. 1. Changes in reducing sugar content of traditional *kochujang* during fermentation

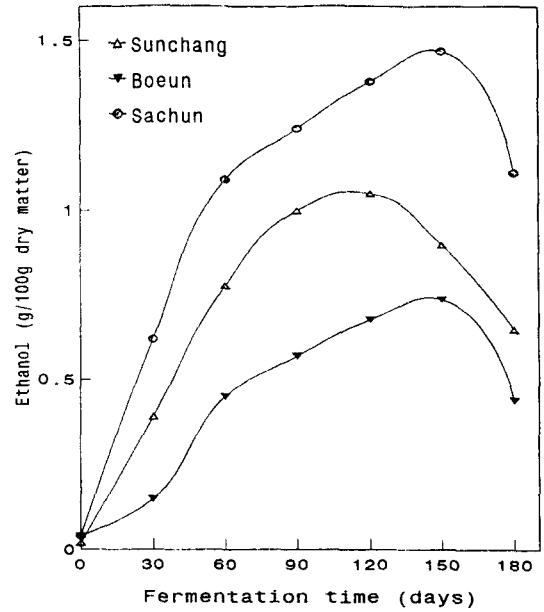


Fig. 2. Changes in ethanol content of traditional *kochujang* during fermentation

보리가 거의 분해되었고 이미 생성된 환원당은 미생물의 대사에 사용됨으로 인하여 계속 감소된 것으로 사료된다.

조 등⁽¹¹⁾은 재래식 메주를 이용하여 담근 고추장을 25°C 항온실에서 3개월 숙성시키면서 환원당을 측정하고 결과 숙성이 진행하면서 환원당 함량이 증가하여 숙성 30일경에 최대값인 21~24%를 보인 이후 계속적으로 감소하여 최저 11%까지 감소하였다고 한다. 손⁽¹²⁾은 고 오지 고추장의 환원당 함량을 측정하고 결과 숙성 60일경 최대값인 11~13%를 보였고 이후 감소하였다고 보고했다. 한편 이 등⁽⁹⁾은 메주의 내부·외부를 섞어 만든 고추장의 숙성기간 동안 환원당을 측정하고 결과 숙성초기에 7% 이하이던 것이 점차 증가하여 숙성 50일경 최대값인 약 10%를 나타내었고 이후 완만히 감소하여 숙성 90일경 약 9.7%를 보였다고 보고하여 순창 고추장의 환원당 변화 양상과 비슷한 결과를 보여주었다. 또한 이⁽²⁰⁾는 공장산 고추장을 20~25°C 온도에서 숙성시키면서 환원당 함량을 측정하고 결과 숙성 20~30일경 환원당 함량이 최대를 보여 19~20% 범위에 있었으나 이후 계속적으로 감소하여 숙성 300일경 13~14% 정도였다고 보고했다. 이상의 결과와 비교할 때 재래식 고추장의 숙성은 자연환경하에서 발효가 진행되는 관계로 효소 반응이 늦고 따라서 환원당 함량면에서 공장산 고추장보다 낮은 수준을 보이고 있으며 최대치를 보이는 시기 역시 지역별로 큰 차이를 보이고 있으나 순창의 경우 90일경, 보은의 경우 30일경, 사천의 경우 150일경으로 나타나 공장산 고추장보다 재래식 고추장의 최대 환원당 함량 생성시기가 늦다는 것을 알 수 있었다.

에탄올의 변화

에탄올은 고추장 풍미에 중요한 역할을 하는 휘발성 성분으로 알려져 있다. 재래식 고추장 중의 에탄올은 각 지역 모두에서 공통적으로 숙성이 진행됨에 따라 증가하다가 일정기간이 지나면 감소하는 경향을 나타내고 있다(Fig. 2).

조 등⁽¹¹⁾은 재래식 고추장의 숙성 중 에탄올함량을 측정하고 결과 40일경에 가장 많은 2.5%를 보였고 이후 약간씩 감소하여 90일경에 2.1% 정도를 나타내었으며, 손⁽¹²⁾은 *A. oryzae*를 이용하여 공장 제조 방법으로 담근 고추장의 숙성 중 에탄올을 측정하고 결과 초기에 0.21% 이던 것이 숙성이 진행되면서 계속적으로 증가하여 90일경에 1.86%를 나타내었으며 여기에 세균과 효모를 첨가하여 고추장을 제조할 경우 숙성 90일경에 에탄올 함량이 2.31%로 증가하였다고 보고하였다.

이⁽¹³⁾는 효모 첨가에 의한 고추장의 양조 중 알코올 함량을 측정하고 결과 고추장 중에 존재하는 대부분의 알코올은 에탄올로서 숙성초기부터 증가하여 숙성 30~40일경에 최대값인 2~2.5%를 보이다가 이후 300일경까지 완만히 감소하여 1.7~2.0%의 에탄올함량을 보인다고 보고하여 본 실험결과와 매우 유사하였다.

공장산 고추장의 경우 최근 유통기한 연장을 위하여 에탄올을 2~3% 첨가하여 유통시키고 있는데 재래식 고추장의 에탄올은 향미부여 이외에 보존성을 유지시키는 효과를 갖고 있으나 그 함량수준은 공장산 고추장에 첨가되는 양을 비교해 볼 때 재래식 고추장의 유통과 장기 보존에 미흡한 수준으로 생각된다.

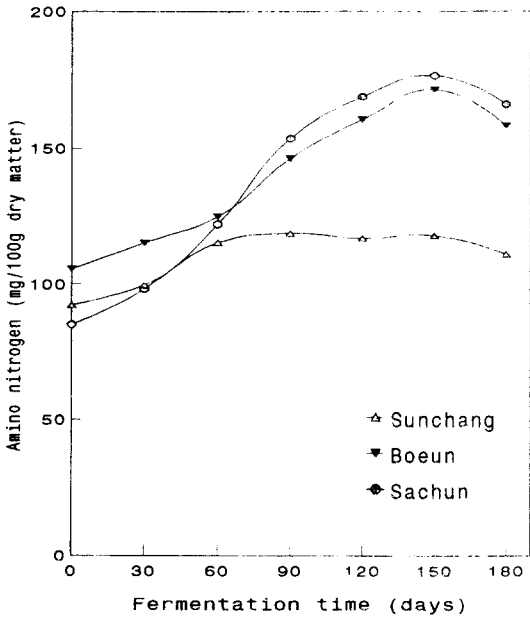


Fig. 3. Changes in amino nitrogen content of traditional *kochujang* during fermentation

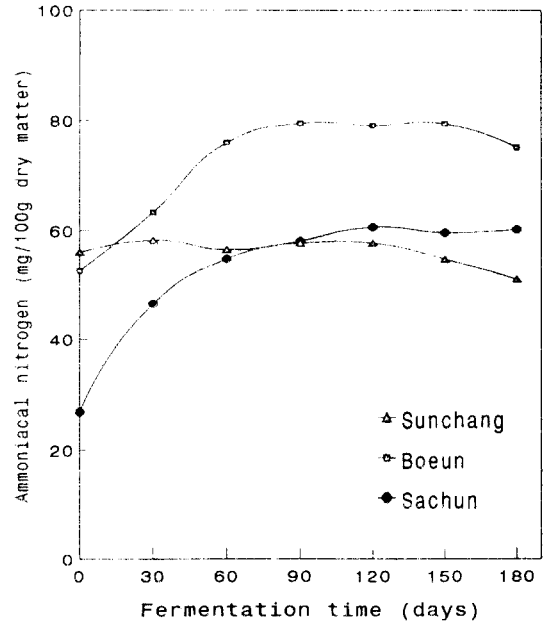


Fig. 4. Changes in ammoniacal nitrogen content of traditional *kochujang* during fermentation

아미노산성 질소의 변화

고추장 중의 단백질은 미생물이 발효하면서 분비하는 효소에 의하여 유리아미노산으로 변화면서 쓴맛을 나타낸다. 단백질이 유리아미노산 형태로 어느 정도까지 분해되어 있는지를 신속하고 간접적으로 파악할 수 있는 수단으로 통상 장류 공장에서는 아미노산성 질소를 측정한다.

숙성기간 중 아미노산성 질소의 변화(Fig. 3)를 살펴 보면 보은 및 사천 고추장의 경우 숙성초기부터 증가하여 전형적인 숙성 과정을 보여주고 있는 반면 순창 고추장에 있어서 아미노산성 질소의 증가는 저조한 편이었는데 이는 다른 고추장보다 높은 염농도(7.8%)가 protease 및 peptidase 분비 미생물의 생육 및 효소 활성을 저해하기 때문인 것으로 사료된다.

이 등¹⁰⁾은 재래식 메주로 담근 고추장의 숙성기간 중 아미노산성 질소함량을 folin phenol로 비색 정량한 결과 숙성초기에 30 mg이던 것이 계속적으로 증가하여 숙성 90일경에 58 mg에 이르렀다고 보고하여 본 실험의 90일까지 경과와 유사하였고 조 등¹¹⁾은 역시 재래식 메주로 담근 고추장을 25℃ 항온실에서 숙성시키면서 아미노산성 질소함량을 측정한 결과 숙성초기에 83~99 mg이던 것이 계속적으로 증가하여 90일경에 191~314 mg를 나타냈는데 전분질원으로 찹쌀을 단용한 것보다 보리, 밀가루와 혼용하였을 경우 훨씬 높은 아미노산성 질소 함량을 나타내고 있어 본 실험에서 찹쌀을 기질로 한 순창 고추장의 아미노산성 질소 함량이 낮은 것

일치하고 있다.

암모니아성 질소의 변화

암모니아성 질소는 비단백질성 질소 성분인 암모니아의 질소 함량을 측정하는 것으로 재래식 고추장의 바람직스럽지 못한 풍미 중 쉰내는 암모니아성 질소와 관련되어 있는 것으로 추정된다. 숙성기간 중 암모니아성 질소함량 변화(Fig. 4)를 살펴보면 찹쌀을 전분질원으로 하는 순창 고추장의 경우 숙성초기부터 약간씩 감소하였으나 숙성기간 전반에 걸쳐 큰 변화는 없었으며, 보리와 밀가루를 전분질원으로 하고 있는 보은과 사천 고추장의 암모니아성 질소함량은 숙성초기부터 증가하기 시작하여 숙성 60일경까지 급격히 증가하였으나 그후 일정한 수준을 유지하였다. 조 등¹¹⁾은 재래식 메주로 만든 고추장 중의 암모니아성 질소함량이 숙성 50일경까지 위만한 증가 현상을 나타냈으며 이후 90일경까지 큰 변화가 없었다고 보고하여 보은 및 사천의 암모니아성 질소의 변화와 비슷한 경향을 나타내었다.

한편 조 등¹¹⁾은 전라북도 지역의 재래식 고추장 15종의 암모니아성 질소 함량을 측정한 결과 평균적으로 32 mg(건물량으로 환산할 경우 50~55 mg)으로서 숙성이 완료된 순창 고추장의 암모니아성 질소함량과 유사하였으며, 박 등¹²⁾은 국균을 이용한 공장산 고추장의 암모니아성 질소를 측정한 결과 숙성초기에 4~17 mg이던 것이 45일경까지 큰 변화가 없었는데 이때의 암모니아성 질소함량은 22~27 mg로서 역시 본 실험의

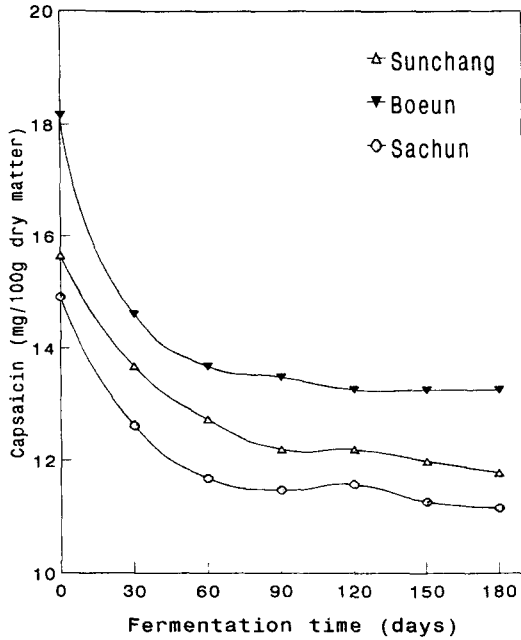


Fig. 5. Changes in capsaicin content of traditional *ko-chujang* during fermentation

결과와 유사하였다.

Capsaicin 및 capsanthin의 변화

고추장에 있어서 특징적인 매운 맛의 원인물질인 capsaicin은 고추에서 유래되고 있는데, 숙성이 완료된 후 고춧가루를 혼합하는 대부분의 공장산 고추장과는 달리 재래식 고추장에서는 숙성 전에 고춧가루를 투입하기 때문에 capsaicin은 장기간의 숙성 중 많은 변화를 받게 된다. 재래식 고추장의 숙성 중 capsaicin의 변화를 측정된 결과(Fig. 5) 3 개 지역의 재래식 고추장은 모두 담금 초기부터 숙성 90일경까지 급격한 감소를 보이고 있었으나 그 이후 180일경까지는 큰 변화가 나타나지 않았다.

손⁽¹⁹⁾은 *A. oryzae*로 제조한 고추장의 숙성과정 중 capsaicin과 그 동족체인 dihydrocapsaicin의 함량 변화를 HPLC로 측정된 결과 90일간의 숙성기간 동안 커다란 변화가 없었다고 보고하여 본 실험의 결과와 상이하였으나, 정 등⁽²¹⁾은 고추장을 100일간 숙성시 초기보다 20% 감소하였고, 이러한 감소원인으로서 *Aspergillus*속, *Rhizopus*속, *Penicillium*속의 미생물에 의하여 분해작용을 받아 감소하는 것 같다고 보고하였다. 김 등⁽²²⁾은 6개월간의 고추 저장 중 capsaicin의 함량이 10.2% 감소하였다고 보고한 바 재래식 고추장의 장기 숙성중 capsaicin의 함량은 감소하는 것으로 사료된다.

한편, 고추장의 상품성에 큰 영향을 미치는 중요한 특성 중의 하나는 색깔로서 재래식 고추장에서 특히 요구되는 바람직한 색깔은 선명한 적색인데 capsanthin

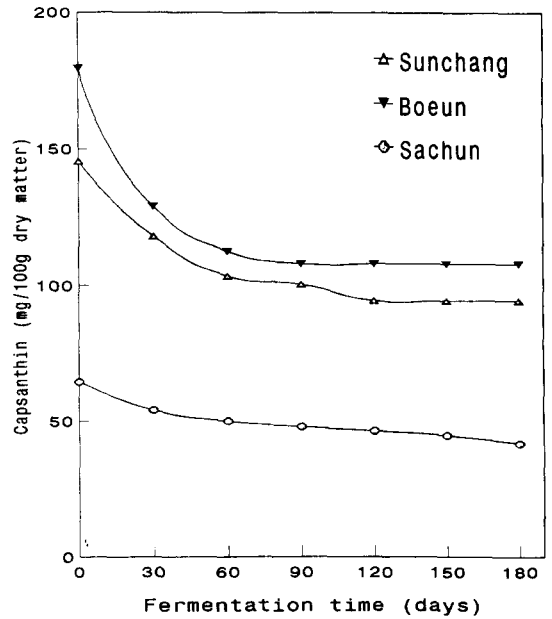


Fig. 6. Changes in capsanthin content of traditional *ko-chujang* during fermentation

은 고추장 중 가장 중요한 적색소 성분으로서 고추장의 원료의 하나인 고춧가루로부터 유래하고 있다. 그런데 재래식 고추장에서는 공장산 고추장과 달리 숙성 전에 고춧가루를 투입하기 때문에 capsanthin은 장기간의 숙성 중 많은 변화를 받게 된다.

재래식 고추장의 숙성 중 capsanthin의 변화를 측정된 결과(Fig. 6) capsanthin은 보은 고추장에서 숙성 60일까지, 순창 고추장에서 숙성 30일까지 급격히 감소하였으나 그 이후에는 큰 변화가 없었으며, 사천 고추장은 180일까지 완만한 감소를 보이고 있었다.

정 등⁽²¹⁾은 100일간의 고추장 숙성 중 capsanthin의 함량은 유의적인 변화가 없는 것으로 보고하여 본 실험의 결과와 상이하였으나 문 등⁽⁷⁾은 capsanthin과 밀접한 관계가 있는 Hunter 색도를 측정된 결과 적색도인 a값은 60일간의 숙성기간 동안 서서히 감소하였다고 보고하였고, 김 등⁽²²⁾은 15°C에서 6개월간 고추저장시 capsanthin은 14.9% 감소한 것으로 보고하여 고추장에서도 이러한 감소현상이 있을 것으로 추정된다.

요 약

재래식 고추장의 산업화를 위한 기초자료를 도출하고자 3종의 재래식 고추장을 산지에서 제조, 6개월간 숙성시키면서 고추장의 품질특성을 조사하였다. 조사된 고추장은 순창의 참쌀고추장, 보은의 보리고추장 및 사천의 밀고추장이었다. 화원당의 경우 순창, 보은, 사천 고추장은 숙성초기부터 증가하다가 각각 숙성 30일, 90

일, 150일경에 최대값을 보인후 서서히 감소하였다. 에탄올은 각 고추장 모두 숙성초기부터 증가하기 시작하여 120~150일경 최대값인 0.4~1.2%를 보인 이후 감소하였다. 아미노산성 질소는 순창 고추장의 경우 가장 증가폭이 작았고, 사천과 보은 고추장의 경우 숙성 150일까지 계속 증가하였다. 압모니아성 질소는 숙성 60일까지 계속 증가한 후 180일까지 50~75 mg를 유지하였다. Capsaicin은 숙성초기 15~18 mg에서 계속 감소하여 180일경에 12~14 mg였고, capsanthin은 숙성초기 60~180 mg에서 180일경에 50~120 mg으로 감소하였다.

문 헌

- 김 관, 김영자, 최춘언 : 식품의 영양성분에 관한 연구(제1보)고추장 성숙기간 중의 성분변화에 관하여. 육군기술연구소 보고, 5, 11(1966)
- 이택수, 신보규, 주영하, 유주현 : 된장 및 고추장의 원료대체에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 1(2), 79(1973)
- 배정설, 이석건, 유해열 : 유개 상자를 이용한 고추장국의 제조에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 8(4), 247(1980)
- 장현기, 정동효 : 고추장 숙성양조에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 6(4), 181(1978)
- 이택수, 박성오, 궁성실 : 액체국에 의한 고추장 양조 중의 성분 변화. 계간 장류, 8, 5(1984)
- 윤일섭 : 즉석 분말고추장의 제조법. 특허공보 제1126호(1985)
- 문태화, 김재욱 : 전분질 원료를 달리한 고추장의 화학적 물리적 성질과 기호성. 한국농화학회지, 21(2), 387(1988)
- 이택수, 조한옥, 유명기 : 고추장의 맛성분에 관한 연구-(제1보) 전아미노산 함량과 질소성분. 한국영양학회지, 13(1), 43(1980)
- 이계호, 이묘숙, 박성오 : 재래식 고추장 숙성에 미치는 미생물 및 그 효소에 관한 연구. 한국농화학회지, 19(2), 82(1976)
- 이택수 : 효모 첨가에 의한 고추장의 양조에 관한 연구. 한국농화학회지, 22(2), 65(1979)
- 조한옥, 박승애, 김종균 : 전통 고추장의 품질개량에 있어서 재래식 및 개량식 고추장 메주의 효과. 한국식품과학회지, 13, 319(1981)
- 조한옥, 김종균, 이현자, 강주훈, 이택수 : 전라북도 전통 고추장의 제법 조사와 성분. 한국농화학회지, 24(1), 21(1981)
- 김영수, 권동진, 구민선, 오훈일, 강통삼 : 재래식 고추장 숙성 중 미생물과 효소력의 변화. 한국식품과학회지, 25, 502(1993)
- 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 : 식품 분석법. 유림문화사 (1989)
- 공업진흥청 : KS H 2120(고추장)-1988
- 全國みそ技術會 : 基準分析方法. 東京, p.134(1986)
- 허우덕, 하재호, 남영중, 신동화 : 고추 및 고추가공 제품의 신미 성분 분석에 관한 연구. 농수산물유통공사 종합식품연구원 연구보고서 (1986)
- 신동화, 김현구, 박무현 : 고추의 장기저장 및 유통을 위한 방습 포장시험. 농어촌개발공사 식품연구소 연구보고(1983)
- 손성현 : *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* 및 *Saccharomyces rouxii* 혼용에 의해 제조된 고추장의 숙성기간 중 품질 변화에 관한 연구. 세종대학교 석사학위논문(1992)
- 박수용, 박윤중 : 담금 원료에 따른 고추장의 성분과 품질에 관한 연구. 충남대 농업기술연구원보고, 12, 313(1980)
- 정병선, 강근욱 : 생고추와 고추가공시의 capsaicin 함량 변화. 한국영양식량학회지, 14, 409(1985)
- 김현구, 조길석, 박무현, 장영상, 신재익 : 고춧가루의 저장성에 미치는 질소지환의 영향. 한국식품과학회지, 22, 7, 833(1990)

(1993년 9월 15일 접수)