

저염 된장 숙성 중 미생물과 효소활성의 변화

목철균 · 송기태 · 이주연 · 박영서 · 임상빈*

경원대학교 공과대학 식품생물공학과, *제주대학교 식품공학과

Changes in Microorganisms and Enzyme Activity of Low Salt Soybean Paste (*Doenjang*) during Fermentation

Chulkyoon Mok, Kitae Song, Ju-Yeon Lee, Young-Seo Park and Sangbin Lim*

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

*Department of Food Science and Technology, Cheju National University

Abstract

The changes in microorganisms and enzyme activity during the fermentation of soybean paste(*Doenjang*) at various salt contents (8~14%) were investigated to develop a low salt soybean paste. The initial microbial counts were in the range of 2×10^6 CFU/g for aerobic bacteria, 1×10^5 CFU/g for yeasts, and 6×10^4 CFU/g for molds regardless of the salt contents. The aerobic bacteria increased to 10^7 CFU/g after 3 week fermentation and then decreased to $10^5 \times 10^6$ CFU/g levels after 7 weeks and remained constant afterward. The yeasts also increased in the first 3 week fermentation and decreased afterward. The yeasts showed higher populations at lower salt contents. The mold counts decreased with fermentation time and showed lower values at lower salt contents. The protease activity was the highest after 7~10 week fermentation and was higher at lower salt contents. The α -amylase activity decreased slightly with fermentation time while the β -amylase activity increased rapidly after 3 week fermentation and started to decrease afterward. Both α -amylase and β -amylase showed higher activities in low salt containing soybean pastes.

Key words: soybean paste(*Doenjang*), salt content, microorganism, enzyme activity

서 론

된장은 간장, 청국장과 함께 콩을 주원료로 하는 우리 고유의 발효식품이고, 소금에서 오는 짠맛, 단백질 가수분해 산물인 아미노산에서 오는 구수한 맛, 발효에 의한 향 등이 조화를 이루어 독특한 향미와 색이 생성된 전통식품이다. 또한 미생물 효소에 의해 원료의 단백질과 탄수화물을 분해하여 이용하는 식품으로 단백질과 아미노산 함량이 높아 영양학적으로도 중요시되는 우리나라의 대표적인 전통 발효식품이며(박정숙 등, 1994), 곡류위주의 식

생활에서 부족되기 쉬운 필수 아미노산 및 지방산, 유기산, 미네랄, 비타민류 등의 영양소를 보충해주는 중요한 기능을 가진 식품이다(유승구 등, 1999). 또한 최근에 된장의 항암 효과(임선영 등, 1999; 최신양 등, 1999; 임선영 등, 2004a), 항돌연변이 효과(임선영 등, 2004b), 면역기능 강화 효과(이봉기 등, 1997), 항고혈압 효과(신재익 등, 1995; 김승호 등, 1999; 김용석 등, 2001), 혈전용해 효과(이시경 등, 1999), 콜레스테롤 저하 효과(이인규와 김종규, 2002), 항산화 효과(김현정 등, 2002) 등 다양한 기능성이 밝혀져 새롭게 큰 관심을 끌고 있는 식품이다.

된장은 제조방식에 따라 약간의 차이는 있으나 일반적으로 대두를 삶아 찜고, 성형한 다음 자연 상태에서 미생물들이 착생, 번식하도록 한 메주를 소금물에 담근 후 일정기간 동안 발효 숙성시켜 가정에서 제조하는 재래식 된장과, 공장에서 대두와 밀

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food & Bioengineering, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong Sujeong-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-701, Korea.
Phone: +82-31-750-5403, Fax: +82-31-750-5273
E-mail: mokck@kyungwon.ac.kr

가루 등에 *Aspergillus oryzae*를 접종, 배양하여 고오지(koji)를 만들어 제조하는 개량식 된장이 있다(이서래, 1986).

제조 방법의 차이를 막론하고 된장의 숙성 과정 중 가장 중요한 작용은 다양한 가수분해효소의 작용이며, 이들의 작용에 의해 콩 단백질로부터 생성되는 아미노산에 의한 구수한 맛과 전분질 재료의 분해에 의해 생성되는 당류에 의한 단맛은 식염의 짠맛과 함께 된장의 풍미를 결정짓는 중요한 인자이다. 따라서 된장의 풍미는 메주나 고오지의 효소활성과 된장 발효에 관여하는 미생물의 활성에 가장 큰 영향을 받으며, 이와 함께 담금 원료 구성, 숙성온도, 숙성 기간에 의해 결정된다(주현규, 1981). 된장의 풍미에 관여하는 주요 세균으로 *Bacillus subtilis*(윤일섭 등, 1977), *Bacillus licheniformis*(신순영 등, 1985) 등 *Bacillus* 속으로 알려져 있다(장중규와 김종규, 1984; 송재영 등, 1984; 권오동 등, 1986).

된장은 발효 숙성 시 부패를 방지하고 상온에서 장기간의 저장과 유통을 위하여 10~14%의 소금이 첨가되며, 전통 한식 된장의 경우는 식염이 20%까지 첨가되기도 한다. 그러나 과다한 식염의 섭취는 고혈압, 뇌졸중, 위암, 신장병, 간경변증, 만성신부전증 등 성인병을 유발하고(김종대 등, 1995) 기호성을 저하시키므로 된장의 식염 함량을 위시하여 식단 전체의 식염 함량을 낮추는 것은 국민 건강보존 상 매우 중요한 과제이다. 따라서 식염 함량을 줄이고 재래식 된장에 비하여 풍미 면에서 손색이 없는 저염 된장의 제조가 요구된다.

저염 된장을 제조하기 위한 방법으로 국내에서는 에탄올 첨가(이순원 등, 1985), 감마선 조사(박병준 등, 2002) 및 nisin 생성 유산균을 이용(이정옥과 류충호, 2002)하는 시도가 있었다. 그러나 이러한 저장방법의 시도는 완성된 저염 된장의 만족할만한 풍미와 품질을 전제로 하므로 본 연구에서는 저염 된장을 생산하기 위한 기초 연구로서 염도별 된장의 숙성기간에 따른 주요 microflora의 변화와 효소활성도 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

대두는 국내산 대두를 시중에서 구입하여 사용하였고, 고오지는 *Aspergillus oryzae*를 배양한 (주)신송식품의 소맥분 고오지를 사용하였다. 식염은 정

제염(염도 99%, 한주소금, (주) 한주)을 사용하였다.

된장 제조

대두를 12시간 동안 수침한 후 121°C에서 40분간 증자시킨 증자대두와 고오지, 식염 그리고 물을 Table 1과 같은 배합비율로 혼합한 다음 chopper (Pasta Maker, KitchenAid Inc., St. Joseph, MI, U.S.A.)로 갈아 20°C에서 숙성시켰다.

미생물수 측정

된장의 미생물수는 일정량의 된장과 된장 중량의 9배가 되는 멸균수를 stomacher bag에 넣고 stomacher (Nr 211/420, IUL Instruments Ltd., Spain)를 사용하여 60초간 혼합한 후 적정배율로 희석하여 미생물 종류별로 각각의 배지에 분주하여 표준평판법(식품의약품안전청, 2000)으로 측정하였다. 세균은 plate count agar(Difco, Becton Dickinson Microbiology Systems, Sparks, MD, U.S.A.)에, 효모는 malt extract agar(Difco, Becton Dickinson Microbiology Systems, Sparks, MD, U.S.A.)에, 그리고 곰팡이는 0.005% rose bengal을 첨가한 potato dextrose agar(Difco, Becton Dickinson Microbiology Systems, Sparks, MD, U.S.A.)에 배양하였다. 세균은 35°C에서 48시간 배양하였고, 효모와 곰팡이는 25°C에서 120시간 배양 후 계수 하였으며 모든 실험은 2회 반복 측정하였다.

효소활성 측정

효소 활성은 된장 10 g에 증류수 200 mL를 첨가하여 밀봉한 다음 실온에서 4시간 진탕 후 10,000 ×g 에서 10 분간 원심분리 후 상등액의 효소활성을 다음의 방법을 사용하여 측정하였다.

Protease의 활성도는 채수규 등(1998)의 방법을 변형하여 측정하였으며, 기질로는 1.0% casein(Sigma Co., St. Louis, MO, U.S.A.)을 0.1M lactic acid buffer(pH 3.0)에 녹인 1% casein용액을 사용하였다. 시험관에 기질 1 mL, 증류수 1 mL와 효소액 1 mL를 각각 가하고 30°C로 조정된 항온수조에서 10

Table 1. Recipe for soybean paste(Doenjang) preparation

| Material | Ratio (%) |
|----------------|-----------|
| Cooked soybean | 30 |
| Koji | 20 |
| Water | 38 |
| Salt | 8~14 |

분간 진탕한 후 0.44M trichloroacetic acid(TCA)용액 3 mL를 넣어 반응을 정지시킨 후 30분간 방치하였다. 이 용액을 여과지(Whatman filter paper, No. 5)로 여과하여 여액 2 mL를 취하고, 여기에 0.55M Na₂CO₃, 5 mL와 Folin reagent 3 mL를 넣고 30°C에서 30분간 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 별도의 실험으로 L-tyrosine에 대하여 같은 방법으로 측정하여 작성한 표준곡선으로부터 시료용액에 의한 tyrosine 유리량(E µg)을 계산하였다. 한편 대조구에 대한 tyrosine량(B µg)을 측정하였다. 이 조건 하에서 1분간에 tyrosine 1 µg을 유리시키는 효소량을 1 unit하여, 효소역가를 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Protease activity} = (E - B) \times \frac{11}{2} \times \frac{1}{10} \times F$$

여기서 F : 효소액의 희석배수

α-amylase의 활성도는 오훈일 등(2000)의 방법으로 측정하였다. 즉 기질은 1% 전분용액 2 mL와 0.02 M 인산 완충액(pH 6.9) 1 mL를 섞어 사용하였으며 시료 용액 1 mL를 첨가하여 40°C에서 30분간 반응시킨 후 1M 초산 10 mL를 첨가하여 반응을 정지시켰다. 이후 N/3,000 요오드 용액 10 mL를 넣어 660 nm에서 흡광도를 측정한 후 효소액 1 mL가 나타내는 흡광도 차이(blank - 시료)를 활성단위로 표시하였다.

β-amylase의 활성도는 dinitrosalicylic acid법(Miller, 1959)으로 측정하였다. 1% 전분용액을 0.4M 초산 완충액(pH 4.8)에 혼합한 후 1 mL를 취하여 기질로 사용하였다. 기질 용액에 시료 용액 1 mL를 혼합한 후 30°C 항온수조에서 10분간 반응시키고 DNS 시약 3 mL를 첨가하여 끓는 물에서 5분간 발색시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 맥아당을 사용하여 표준곡선을 작성하였고, 효소액 1 mL가 maltose 1 mg을 유리시키는 역가를 1 unit으로 표시하였다.

결과 및 고찰

된장 숙성 중 미생물 변화

된장의 염농도를 8, 10, 12, 14%로 달리 제조하여 20°C에서 16주 동안 숙성시키면서 microflora를 관찰하였다. 된장을 제조한 직후 각각의 식염농도에서 된장에 존재하는 세균, 효모 그리고 곰팡이의

Table 2. Initial microbial counts of soybean paste (Doenjang) with respect to salt levels (unit: CFU/g)

| Microorganism | Salt level (%) | | | |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 8 | 10 | 12 | 14 |
| Bacteria | 2.22×10 ⁶ | 2.98×10 ⁶ | 2.36×10 ⁶ | 2.00×10 ⁶ |
| Yeast | 1.45×10 ⁵ | 1.39×10 ⁵ | 1.26×10 ⁵ | 1.05×10 ⁵ |
| Mold | 5.90×10 ⁴ | 6.00×10 ⁴ | 6.10×10 ⁴ | 5.80×10 ⁴ |

초기 균수는 Table 2와 같이 염농도와 관계없이 각각 10⁶, 10⁵ 그리고 10⁴ CFU/g 수준을 보였다. 이 결과는 김중생 등(1999)이 보고한 세균 10⁷ CFU/g 및 효모 10⁶ CFU/g 수준보다 다소 낮은 수치로서, 고오지의 품질 차이와 된장 제조방법이 달랐기 때문으로 생각된다. 한편 곰팡이는 김중생 등(1999)의 결과와 동일한 수준을 보였다.

염농도에 따른 된장 숙성 중 세균의 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 숙성초기에 약간 증가하는 경향을 보였으며, 염농도가 낮은 8, 10% 된장의 경우가 염농도가 높은 12, 14% 된장에 비해 세균수가 숙성초기에 더 빠르게 증가하였다. 숙성 초기에 증가한 세균수는 6주 숙성 후에 약 1 log 정도 감소한 후 일정한 수준으로 유지되었다. 즉 6주 숙성 후 모든 염농도의 된장에서 세균수가 10⁵~10⁶ CFU/g으로 일정한 수준을 유지하는 경향을 보여 염농도에 따른 세균수의 차이는 없었다. 이러한 경향은 재래식 된장 숙성 중 세균수의 변화에 대하여 조사한 이중수 등(1996)의 결과 및 염농도를 10.5%로 고정하여 제조한 된장에 대한 김중생 등(1999)의 결과와 유사한 결과이다.

효모의 경우는 Fig. 2와 같이 모든 숙성 초기에 약간 증가하다가 감소하여 숙성 10주 후부터는 일

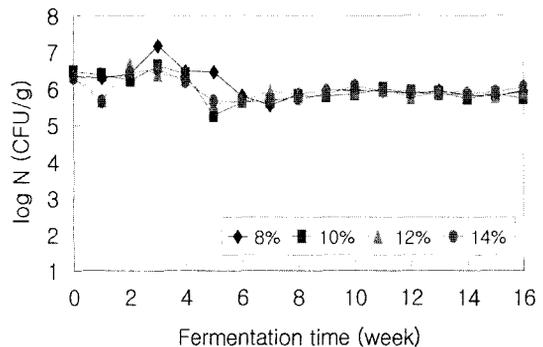


Fig. 1. Effect of salt on bacteria count of soybean paste (Doenjang) during fermentation.

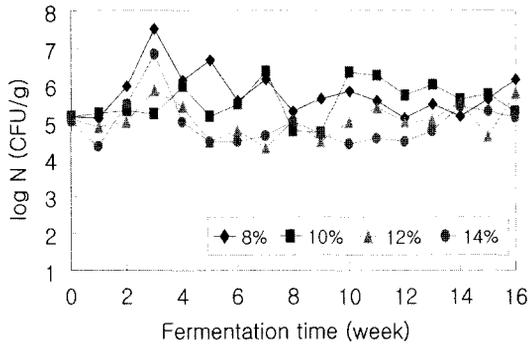


Fig. 2. Effect of salt on yeast count of soybean paste (*Doenjang*) during fermentation.

정 수준을 유지하는 경향을 보였다. 염농도 별로는 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나 낮은 염농도에서 약간 높은 수치를 보였다. 즉 염농도 8% 된장의 경우 숙성 초기에 가장 높은 10^7 CFU/g수준을 보였으며, 낮은 염농도인 8%와 10% 된장이 높은 염농도인 12%와 14%인 된장에 비하여 높은 효모수를 보였다. 숙성기간이 경과함에 따라 효모수는 증가하다가 감소하여 10~12주 숙성 후에는 10^4 ~ 10^6 CFU/g의 범위로 유지되었다. 이러한 효모수의 증가 후 감소하여 일정 수준으로 유지되는 경향은 이종수 등(1996)의 결과와 일치하였으나, 그들이 보고한 최종 효모수 10^2 ~ 10^4 CFU/g에 비하여 본 연구에서 훨씬 높게 나타났다. 효모에 의한 된장의 숙성은 된장의 풍미 및 품질을 결정하는 하나의 중요한 요인이기도 하지만 지나치게 높은 효모수는 된장에서 이상발효를 일으키고 가스를 발생시켜 된장제품의 포장과 유통에 있어서 문제점으로 대두되므로, 된장제품의 포장 및 유통을 위해서는 된장의 효모수를 낮추어야 한다. 된장의 미생물, 특히 효모수를 감소시켜 저장성을 부여하는 방법으로 살균이 필요한데 된장의 살균은 변색, 변향 등 품질 열화를 수반하는 가열 살균법 보다는 초고압과 같은 비가열 살균법이 바람직하다고 사료된다.

곰팡이의 경우 Fig. 3과 같이 숙성기간에 따라 지속적인 감소를 보였으며, 효모와는 반대로 염함량이 비교적 낮은 염농도 8%와 10% 된장에서 염농도 12%와 14%에 비하여 적은 곰팡이수를 보였다. 염농도 8% 된장에서는 서서히 감소하는 경향을 보이다가 숙성 12주 후에는 급격한 감소를 보였으며, 16주 숙성 후에는 8.50×10^1 CFU/g수준에 도달하였다. 염농도 10% 된장의 경우 15주 후에 급격한 감소를 보여 16주 숙성 후에는 3.83×10^2 CFU/g수준

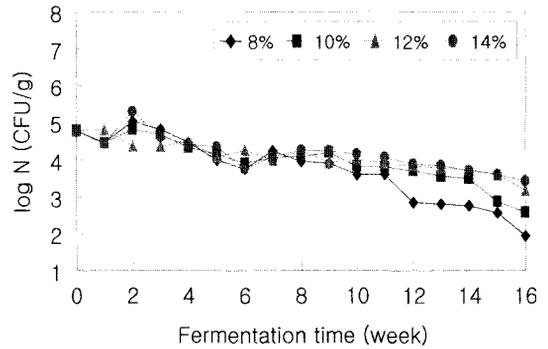


Fig. 3. Effect of salt on mold count of soybean paste (*Doenjang*) during fermentation.

을 보였다. 된장에서 숙성 초기를 제외하고는 곰팡이가 검출되지 않았다는 보고(이종수 등, 1996)가 있었으며, 김종생 등(1999)은 15°C에서 숙성한 된장의 곰팡이 수는 10^4 CFU/g 수준으로 유지된 반면 30°C에서 숙성한 된장은 3개월 숙성 후 모두 사멸되었다고 보고한 바 있다.

한편 숙성기간에 따라 세균수와 효모수는 일정 수준으로 유지된 반면 곰팡이수는 감소하여 서로 상이한 생육패턴을 보였는데, 이는 오훈일 등(2000)의 고추장에 대한 실험결과에서 고찰한 바와 같이 효모의 생육에 의해 곰팡이의 생육이 영향을 받았기 때문으로 생각된다.

된장 숙성 중 효소활성 변화

된장 숙성 중 콩 단백질을 가수분해하여 특유의 구수한 맛 성분인 아미노산을 생산하는 protease는 된장의 맛을 결정짓는 가장 중요한 인자이다. 염농도를 달리하여 제조한 된장의 숙성 중 protease 활성변화는 Fig. 4와 같다. Protease 활성도는 된장 제

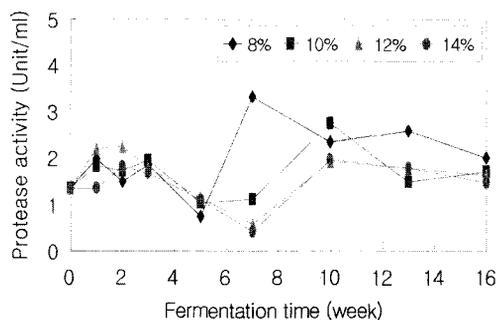


Fig. 4. Changes in protease activity of soybean paste(*Doenjang*) prepared with different salt content during fermentation.

조 후 완만한 증가를 보이다가 제조 2~3주 후부터 약간 감소하는 경향을 보였다. 이후 7~10주 숙성 후에 다시 증가한 후 13주 후에 약간 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 경향은 재래식 된장의 protease 활성변화를 조사한 이종수 등(1996)의 결과와 비교할 때 시간적인 차이는 있으나 유사한 패턴을 보였으며, 고추장의 경우를 조사한 오훈일 등(2000)의 protease 활성 변화 결과와도 유사한 패턴을 보였다. 한편 염농도에 따른 protease 활성은 염농도가 낮을수록 높은 값을 보여, 염농도 8% 된장에서 가장 높은 활성을 나타냈다.

된장의 단맛에 영향을 주는 성분은 당으로서 된장 숙성 중 생성되는 당 함량은 숙성에 관여하는 미생물에 의해 생산된 amylase의 활성에 의해 좌우된다. 염농도를 달리하여 제조한 된장의 숙성기간에 따른 α -amylase 활성도의 변화는 Fig. 5와 같다. 즉, 염농도에 따라 활성에는 큰 차이를 보이지 않았으나 낮은 염농도인 8%와 10% 된장의 경우가 염농도 12% 및 14% 된장에 비해 5주 숙성까지는 약간 높은 활성을 보이다가 5주 이후에는 거의 비슷한 수준의 활성을 보였다. 이는 저염 된장에서 숙성초기에 미생물의 생육이 활발함을 의미하는 것으로서 Fig. 1~3에 나타난 미생물 수의 변화 결과와 일치하는 경향이였다. 한편 숙성 기간 중 α -amylase 활성도는 서서히 감소하는 경향을 보였는데, 이는 재래식 된장의 경우(이종수등, 1996)에서도 확인된 바 있다.

된장 숙성 중 α -amylase에 의해 액화된 전분질을 분해하여 당을 생성시키는 당화효소인 β -amylase의 활성 변화는 Fig. 6과 같다. 즉, 숙성 2주까지는 염농도에 관계없이 초기 수준의 활성을 보이다가 숙

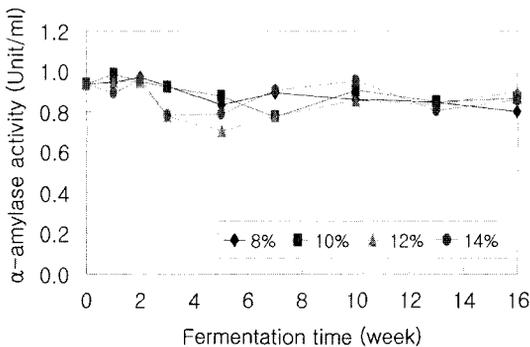


Fig. 5. Changes in α -amylase activity of soybean paste (Doenjang) prepared with different salt content during fermentation.

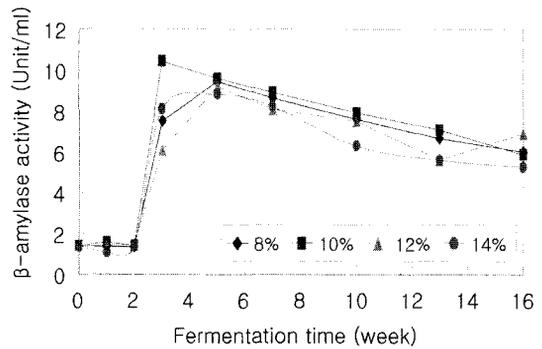


Fig. 6. Changes in β -amylase activity of soybean paste (Doenjang) prepared with different salt content during fermentation.

성 3주 후에 급격히 증가하여 3~5주 후에 최대 활성을 보이다가 이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 염농도에 따른 활성은 낮은 염농도에서 약간 더 높은 값을 보였으며, 염농도 10% 된장이 가장 높은 활성을 보였다.

요 약

저염 된장 제조를 위한 기초연구로서 식염함량(8~14%)을 달리한 개량식 된장을 제조하여 20°C에서 숙성 시켰을 때 숙성기간에 따른 미생물과 효소활성의 변화를 조사하였다. 된장의 초기 균수는 식염농도에 관계없이 일반세균은 2×10^6 CFU/g, 효모는 1×10^5 CFU/g, 곰팡이는 6×10^4 CFU/g 수준을 보였다. 숙성기간에 따른 된장의 세균은 숙성초기 10^7 CFU/g 수준으로 증가하다가 감소하는 경향을 보여 7주 이후에는 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g으로 일정한 수준을 나타내었다. 효모 역시 숙성 초기에 증가하다가 감소하는 경향을 보였으며, 염함량이 높을수록 낮은 효모수를 보였다. 곰팡이는 숙성기간에 따라 지속적인 감소를 보였으며, 염함량이 낮을수록 적은 수를 보였다. Protease 활성은 된장 제조 후 완만한 증가를 보이다가 제조 2~3주 후부터 약간 감소하였고, 숙성 7~10주 후에 다시 증가하여 최대 활성을 나타내다가 숙성 13주 후에 약간 낮아지는 경향을 보였다. 염농도에 따른 protease 활성은 염농도가 낮을수록 높은 값을 보였으며, 염농도 8% 된장의 경우가 가장 높은 protease 활성을 나타냈다. α -amylase 활성은 숙성기간에 따라 약간 감소하는 경향을 보였으나, β -amylase 활성은 숙성 3주 후에 급격히 증가하여 3~5주 후에 최대 활성을 보이다가

이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. α -amylase와 β -amylase 모두 염농도가 낮은 된장에서 높은 활성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특장과제(98-0402-01-01-3) 연구비의 지원에 의하여 수행된 연구과제의 일부로서 지원에 감사드립니다.

문헌

권오동, 김종규, 정영진. 1986. 한국 재래식 간장 및 된장에서 분리한 세균의 특성. 한국농화학회지 **29**: 422-428.

김승호, 이윤진, 권대영. 1999. 전통된장으로부터 angiotensin converting enzyme 저해물질의 분리. 한국식품과학회지 **31(3)**: 848-854.

김용석, 이창호, 박희동. 2001. 된장으로부터 angiotensin 전환효소 저해제 생산 세균의 분리 및 특성. 한국식품과학회지 **33(1)**: 84-88.

김종대, 최면, 주진순. 1995. 뇌졸중 환자 가족과 정상인에 있어서 혈압과 Na, K 섭취경향간의 상관관계 연구. 한국식품영양과학회지 **24(1)**: 24-29.

김중생, 최성현, 이상덕, 이규희, 오만진. 1999. 살균 된장의 저장과정 중 품질변화. 한국식품영양과학회지 **28(5)**: 1069-1075.

김현정, 손경희, 채선희, 광동경, 임성경. 2002. 된장의 지용성, 수용성 추출물에 대한 갈색 특성 및 항산화 효과. 한국조리과학회지 **18(6)**: 644-654.

박병준, 장규섭, 김동호, 육홍선, 변명우. 2002. 감마선 조사와 저염함량으로 제조한 된장의 미생물 및 품질 특성 변화. 한국식품과학회지 **34(1)**: 79-84.

박정숙, 이명렬, 김경수, 이택수. 1994. 균주를 달리한 된장의 향기 성분. 한국식품과학회지 **26(3)**: 255-260.

송재영, 안철우, 김종규. 1984. 한국 재래식 된장 발효중 관여 미생물이 생성하는 향기성분. 한국산업미생물학회지 **12**: 147-152.

식품의약품안전청. 2000. 식품공전(별책). p. 94. 식품의약품안전청. 서울.

신순영, 김영배, 유태종. 1985. *Bacillus licheniformis*와 *Saccharomyces rouxii* 첨가에 의한 된장의 풍미향상. 한국식품과학회지 **17**: 18-14.

신재익, 안창원, 남희섭, 이형재, 이형주, 문태화. 1995. 된장으로부터 angiotensin converting enzyme (ACE) 저해 peptide의 분획. 한국식품과학회지 **27(2)**: 230-234.

오훈일, 손성현, 김정미. 2000. 고초균과 효모를 혼용첨

가한 고추장 숙성 중 미생물과 효소활성도의 변화. 한국식품과학회지 **32(2)**: 410-416.

유승구, 조원희, 강수민, 이선희. 1999. 전통 된장 및 간장의 숙성기간별 생육 미생물의 분리 및 동정. 한국산업미생물학회지 **27(2)**: 113-117.

윤일섭, 김현오, 윤세익, 이갑상. 1977. 한국 된장의 발효과정에 따른 N-compounds의 소장에 관한 연구. 한국식품과학회지 **9**: 131-137.

이봉기, 장윤수, 이숙이, 정건섭, 최신양. 1997. 된장 추출물의 면역조절 기능과 그 작용기전. 대한면역학회지 **19(4)**: 559-569.

이서래. 1986. 한국의 발효식품. 이화여자대학교 출판부. 서울

이순원, 신순영, 유태종. 1985. 저염된장 제조시 에탄올 첨가효과. 한국식품과학회지 **17(5)**: 336-339.

이시경, 허석, 주현규, 송기방. 1999. 된장으로 부터 fibrin 용해 세균의 분리에 관한 연구. 한국농화학회지 **42(1)**: 6-11.

이인규, 김종규. 2002. 된장이 고지방 및 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향. 대한보건협회학술지 **28(3)**: 282-305.

이정옥, 류충호. 2002. Nisin 생성 유산균을 이용한 저염 된장의 제조. 한국식품영양과학회지 **31(1)**: 75-80.

이종수, 권수진, 정성원, 최영준, 유진영, 정동효. 1996. 한국 재래식 된장과 고추장의 숙성 중 미생물, 효소 활성 및 주요 성분의 변화. 한국산업미생물학회지 **24(2)**: 247-253.

임선영, 박건영, 이숙희. 1999. 된장의 in vitor sulforhodamine B(SRB) assay에 의한 암세포 증식 억제 효과. 한국식품영양과학회지 **28(1)**: 240-245.

임선영, 이숙희, 박건영. 2004a. 된장 메탄올 추출물의 인체 암세포 성장 억제 효과 및 DNA 합성 저해 효과. 한국식품영양과학회지 **33(6)**: 936-940.

임선영, 이숙희, 박건영, 윤희선, 이원호. 2004b. 된장 메탄올 추출물 및 분획물에 의한 in vitro SOS chromotest 실험계와 in vivo 초파리 돌연변이 검출계에서의 항돌연변이 효과. 한국식품영양과학회지 **33(9)**: 1432-1438.

장중규, 김종규. 1984. 한국재래식 된장 향기성분의 개스크로마토그래피 패턴과 관능검사의 통계적 해석. 한국산업미생물학회지 **12**: 53-163.

주현규. 1981. 농산식품가공학, 선진문화사. 서울

채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현. 1998. 표준 식품분석학. p. 675-678. 지구문화사. 서울

최신양, 최미정, 이정진, 김현정, 홍석산, 정건섭, 이봉기. 1999. 순창 재래식 된장의 암세포 성장억제 효과. 한국식품영양과학회지 **28(2)**: 458-463.

Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal.Chem. **31**: 426-431.