

발아 대두 및 검정콩으로 제조한 된장의 품질 특성

김형은 · 한송이 · 정진보 · 고종민¹ · 김용석*
전북대학교 식품공학과, ¹국립식량과학원 기능성작물부

Quality Characteristics of *Doenjang* (Soybean Paste) Prepared with Germinated Regular Soybean and Black Soybean

Hyeong-Eun Kim, Song-Yi Han, Jin-Bo Jung, Jong-Min Ko¹, and Yong-Suk Kim*

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

¹Department of Functional Crops, NICS, RDA

Abstract Three types of *doenjang* were prepared with regular soybean, germinated regular soybean, and a mixture of germinated regular and black soybean. After 90 days of fermentation, pH, moisture, and salt contents of *doenjang* were 6.01 ± 0.01 - 6.72 ± 0.01 , 53.78 ± 0.22 - 57.99 ± 0.11 , and 14.17 ± 0.06 - $15.03 \pm 0.21\%$, respectively, showing slight differences according to soybean germination. Amylase and protease activity of *doenjang* changed similarly during fermentation in all samples. Amino-type nitrogen and free amino acid content of germinated black soybean *doenjang* after 90 days of fermentation were 1256.21 ± 1.86 and 994.46 mg%, respectively, which were higher than those of other samples. A sensory evaluation of germinated regular soybean *doenjang* showed the highest scores for color, taste, and overall acceptability. These results suggest that high sensory quality *doenjang* can be prepared using germinated regular soybean and a mixture of germinated regular soybean and black soybean.

Keywords: *doenjang*, soybean, black soybean, germination, enzyme activity

서 론

된장은 저장성이 뛰어난 조미식품이며, 예로부터 곡류 위주의 식단을 가진 우리 식생활에 부족하기 쉬운 필수 아미노산 및 지방산을 공급해 줄 수 있는 영양공급원으로서 식문화적 관점뿐만 아니라 영양학적으로도 우수한 식품으로 평가되는 우리나라의 전통발효식품이다(1). 최근 된장의 항암효과(2), 항산화효과(2,3), 콜레스테롤 저하효과(4) 등과 같은 장류의 기능성에 관한 연구결과가 활발하게 발표되고 있으며, 이러한 연구 결과는 맛과 영양이라는 1차역할 이외에 식품의 기능성이라는 또 다른 잠재육구를 충족시킬 수 있는 기초 자료가 된다(1).

된장의 주원료가 되는 대두는 양질의 단백질과 지방의 함량이 풍부하여 쌀이나 보리 중심의 우리 식생활에 부족하기 쉬운 필수 아미노산 및 지방산을 보완해 주는 식품으로 두유, 두부 또는 된장, 청국장, 간장과 같은 우리나라 전통 장류를 제조하는데 중요하게 사용되고 있으며, 최근 질병양상의 변화와 함께 두류에 함유된 여러 기능성 성분에 대한 관심이 증가 되고 있다(5,6). 그 중에서도 특히 검정콩은 약콩 또는 밥밀콩이라고 불리며, 종피에

안토시아닌이 함유되어 있는 것이 특징인데 일반 노란콩과 성분 면에서 큰 차이가 없으며, 검정콩의 안토시아닌은 항산화 효과(7) 등의 생리활성이 높은 것으로 알려져 검정콩의 건강기능성에 대한 관심을 불러일으켜 검정콩 색소(8) 및 검정콩을 이용하여 제조한 청국장의 생리활성에 관한 연구(9)와 노란콩과 검정콩의 섭취에 따라 흰쥐의 항산화 및 항노화 시스템에 미치는 영향(10), 검정콩 추출물이 흰쥐의 혈청 지질성분에 미치는 효과(11) 등에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

식물 종자는 발아가 진행됨에 따라 생리적 활성이 증대되고 성분의 변화가 일어나며, 콩의 발아 또한 호흡과 대사작용으로 영양 성분 및 기능성 물질의 변화가 일어날 것으로 예상되고(5,6,12), 콩유유 제조시 발아콩을 이용하였을 때 관능적 특성이 향상되었다는 연구 결과(13)가 있다.

본 연구에서는 영양성분 및 관능적 특성을 향상시킨 된장을 제조하고자 발아 대두 및 발아 대두에 발아 검정콩을 첨가하여 제조된 된장을 제조하여 일반 대두 된장과 발효기간에 따른 수분, pH, 식염함량 등의 일반성분과 효소 활성, 아미노태질소 및 유리 아미노산 함량을 비교하여 발아 대두와 발아 검정콩의 첨가가 된장의 품질 특성에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

실험재료

메주용 대두(태광, 순창산)와 검정콩은 순창지역에서 2006년산을 구입하여 사용하였고, 정제염(한주소금, NaCl 99% 이상), koji 제조용 맥쌀(일미)은 2007년 부안산을 시장에서 구입하여 사용하였다.

*Corresponding author: Yong-Suk Kim, Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Jeonju, Jeonbuk 561-756, Korea
Tel: 82-63-270-2567
Fax: 82-63-270-2572
E-mail: kimys08@jbnu.ac.kr
Received January 14, 2011; revised February 10, 2011; accepted March 2, 2011

콩의 발아

대두와 검정콩은 5배의 증류수(20°C)에 5시간 동안 수침한 후 종자 표면의 수분을 제거하였고, 다시 같은 온도의 무기염류용액(0.3 M NaCl)에 5시간 수침하여(14,15), 향온기(Universal Scientific Co., Ltd, Gimpo, Korea)에서 48시간 동안 발아(20°C, 85% 상대습도)시켜 메주 제조에 이용하였다.

메주 및 된장 제조

메주의 제조에는 대두 메주의 경우 발아하지 않은 콩을 100%, 발아대두메주는 발아한 대두를 100% 사용하고, 발아검정콩메주는 발아한 대두 70%와 발아한 검정콩 30%를 혼합하여 메주제조 원료로 사용하였다. 원료 대두를 NK증자관을 이용하여 121°C에서 30분 증자 한 후 냉각하여 *Aspergillus oryzae*(Hagyeong Fermentation Research Center, Suwon, Korea)를 이용하여 만든 쌀 *koji* 0.5%(w/w)와 *Bacillus subtilis*(Daesang Foods Co., Sunchang, Korea) 배양액을 메주에 대하여 0.5%(v/w) 섞어 분무한 다음 18×10×3 cm³ 국상자를 이용하여 메주를 성형하였다. 상기 방법으로 성형된 메주를 상대습도 85%, 25-28°C로 유지한 발효실에서 12일간 띄워 메주를 제조하였다. 발효된 메주는 건조실로 옮겨 38°C에서 3일간 건조한 후 겉에 묻은 곰팡이를 제거하여 된장 제조에 사용되었다. 된장의 제조는 메주, 소금과 정제수를 33:13:54의 비율로 혼합하여 제조하였으며(16), 70% 에탄올로 살균한 항아리에 15 kg씩 담아서 25°C에서 90일간 발효시켰다.

일반성분 분석

된장의 수분함량은 105°C 상압 가열건조법으로 분석하였으며(17), pH는 시료 5 g을 45 mL의 증류수로 희석하여 진탕시킨 후 pH meter(ORION model 3star, Orion Research Inc., Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였고(18), 적정산도는 시료 10 g을 증류수에 10배 희석하여 진탕시킨 후 0.1 N NaOH로 pH 8.3으로 적정한 후 적정에 소비되는 0.1 N NaOH 용액의 mL수로 비교하였다(19). 식염의 양은 식염계(SALT meter model TM-30D, Takemura Electric Works Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다(20).

효소 활성도 측정

된장의 효소 활성도를 측정하기 위하여 된장시료 10 g에 증류수 100 mL를 넣고 실온에서 4시간 동안 진탕 추출한 후 4°C에서 17,000×g로 10분간 원심분리(Model J2-21 Centrifuge, Beckman LTD., USA)하여 얻은 상정액을 조효소액으로 하였다(21).

α -Amylase 활성은 40°C에서 예열한 1% soluble starch용액 1 mL에 조효소액 1 mL를 가하고 40°C에서 30분간 반응시킨 후 1 M acetic acid 10 mL를 가하고 반응을 중지시켰다. Iodine 용액 1 mL를 가하여 660 nm에서 흡광도를 측정한 후 효소액 1 mL가 나타내는 흡광도를 효소역가로 표시하였다.

β -Amylase 활성은 dinitrosalicylic acid(DNS)법에 의하여 측정하였다(22). 즉 0.5% soluble starch용액 1 mL를 시험관에 넣고 30°C 수조에서 예열한 후 조효소액 1 mL를 가하여 30분간 반응시켰다. 반응용액과 동량의 DNS 시약을 넣고 끓는 물에서 5분간 반응시키고 빨리 냉각시킨 후 550 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 1 g이 1분 동안 생성한 환원당을 maltose로 환산하여 μ M로 표시한 것을 1 unit로 하였다.

Protease 활성은 pH 7.0 또는 pH 3.0으로 조정한 0.6% casein 용액 3 mL를 30°C, 2분간 예열하여 조효소액 1 mL를 첨가한 후 30°C에서 10분 반응시키고, 0.4 M trichloroacetic acid(TCA) 5 mL

를 첨가하여 30°C에서 30분간 반응시킨 액을 여과하여 여액 2 mL에 0.4 M Na₂CO₃ 5 mL와 folin시약 1 mL를 혼합한 후 30°C에서 30분 동안 발색시켜 660 nm로 흡광도를 측정하여 효소액 1 mL에서 1분간 1 μ M의 tyrosine을 유리할 때를 1 unit로 하였다(23).

아미노태 질소 측정

아미노태 질소는 Formol법(24)으로 측정하였다. 즉, 시료 2 g을 비커에 취하고 증류수 100 mL를 가하고 1시간 동안 교반하여 충분히 용해한 다음 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 pH 8.4로 한다. 여기에 중성 formalin 20 mL를 가하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 되도록 중화적정 하였다. 별도로 증류수에 대한 바탕시험을 실시하였으며, 다음 식에 따라 아미노태 질소 함량을 구하였다.

$$\text{아미노태 질소 (\%)} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F \times 100}{\text{시료량 (g)}}$$

여기서, A: 0.1 N NaOH용액의 적정량(mL)

B: 0.1 N NaOH용액의 공시험 적정량(mL)

F: 0.1 N NaOH용액의 농도 계수

유리아미노산 함량

된장 5 g을 취해 70% 에탄올 100 mL에 넣고 30분간 진탕시킨 후 12,000×g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하고, 남은 잔사를 다시 2회에 걸쳐 70% 에탄올 50 mL를 넣어 추출한 다음 원심분리(Model J2-21 Centrifuge, Beckman Coulter Ltd., Brea, CA, USA)한 후 상정액을 취해, 앞의 상정액과 모두 합하여 45°C 이하의 온도에서 감압농축하여 에탄올을 제거 하였다. 이 농축액을 분액깔대기에 넣은 후 에틸에테르 20 mL를 가하고 물층을 45°C 이하의 온도에서 감압농축 하였다. 농축액은 sodium citrate buffer(pH 2.2)에 용해하여 0.45 μ m membrane filter(Millipore Co., Billerica, MA, USA)로 여과한 후 amino acid analysis system (Sykam S-4300, Eresing, Germany)을 이용하였고, column은 Cation separation Lithium. 4.6×150 mm, Cation Lithium filter 4.6×100 mm, detector는 UV-Vis(440-570 nm), buffer flow rate는 0.45 mL/min, reagent flow rate는 ninhydrin으로 0.25 mL/min로 분석하였다.

된장의 관능검사

발아대두 및 검정콩을 이용하여 제조한 된장의 관능검사는 장류의 관능검사 경험이 많고 잘 훈련된 관능요원 30명을 대상으로 관능검사의 목적과 시료에 대하여 설명한 후 대상으로 25°C에서 90일간 발효 숙성된 된장을 접시에 담아 관능요원들에게 제공하였다. 관능검사는 색, 향, 맛 및 전체적인 기호도에 대하여 9점 척도법(9; 아주 좋음, 1; 아주 나쁨)으로 평가하여 통계처리를 하였다.

통계처리

각 실험에서 얻어진 결과값의 유의성 검증은 SAS(Statistical Analysis System, SAS version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA) 프로그램(25)을 이용하여 ANOVA분석(Duncan's multiple range test)으로 시행하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

일반성분

발아 대두 및 발아 검정콩을 이용하여 제조한 된장의 수분, 염

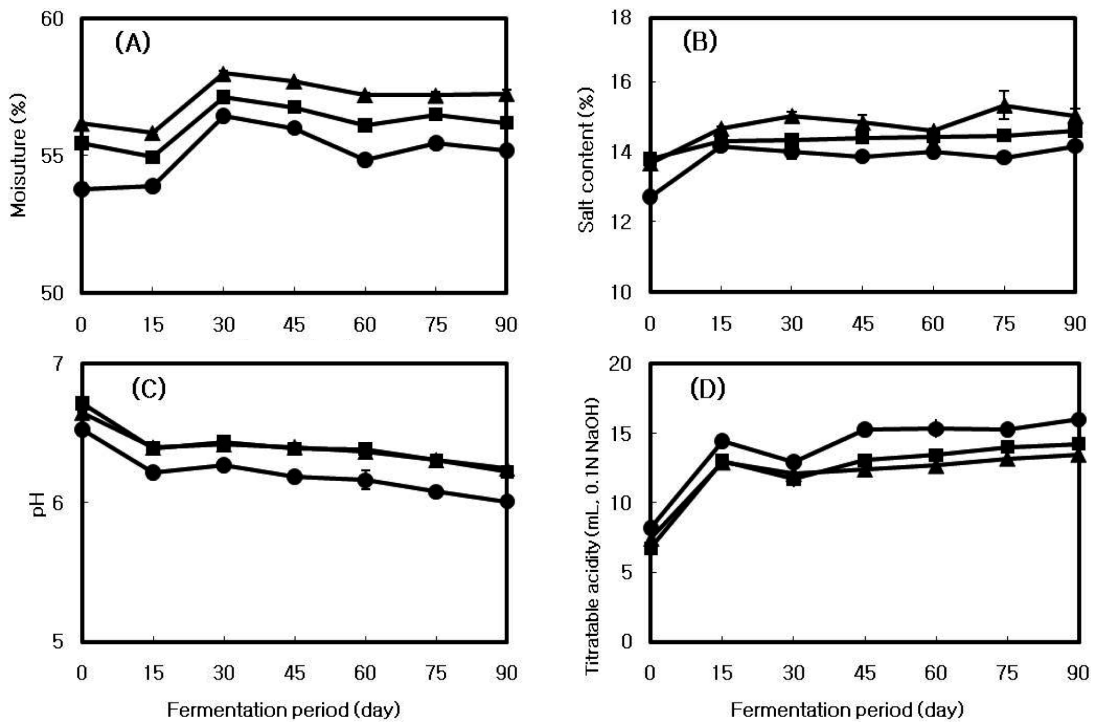


Fig. 1. Changes in moisture (A), salt content (B), pH (C), and titratable acidity (D) of *doenjang* prepared with germinated regular and black soybean. -●-, Regular soybean; -■-, germinated regular soybean; -▲-, germinated black soybean. Vertical bars represents standard deviation (n=3).

도, pH, 및 적정산도의 분석 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 된장의 수분함량은 발효 초기 53.78±0.22(대두된장)-56.17±0.01%(발아검정콩된장)에서 발효 90일에 대두된장은 55.19±0.02, 발아대두된장은 56.19±0.09, 그리고 발아검정콩된장은 57.16±0.12%였다. 발효 중 전반적으로 발아 검정콩 된장의 수분함량이 높게 유지되는데, 이는 된장 제조에 사용한 메주의 수분함량이 대두메주 11.57±0.17%, 발아대두메주 17.81±0.12%, 발아검정콩메주 17.46±0.22%의 수분함량과 비교해 볼 때(data not shown) 수분함량의 차이는 된장의 원료로 사용된 메주의 수분함량의 차이에 의한 것으로 생각된다.

된장의 염도는 발효 초기 대두된장 12.71±0.02, 발아대두된장 13.80±0.00, 발아검정콩된장 13.67±0.06%에서 발효 기간 중 조금 증가하여 발효 90일에 각각 14.17±0.06, 14.60±0.10, 15.03±0.21%였고, 발효 중 처리구 간의 차이는 보이지 않았다. 이 결과는 *Bacillus*속과 *Asp. oryzae*로 만든 메주로 제조한 된장의 염도가 숙성 초기 9.23-10.91%에서 시험구별로 발효 40-50일까지 차이가 없었으나 이후 약간 증가하여 발효 90일 13.22-15.22%를 나타내었다는 Seo 등(26)의 결과와 유사하였으며, Joo 등(27)이 된장의 숙성기간에 따른 염도의 변화는 숙성초기와 같은 수준이라는 결과와도 유사하였다.

발아 된장의 pH는 발효 초기 대두된장 6.53±0.03, 발아대두된장 6.72±0.01, 발아검정콩된장은 pH 6.65±0.01에서 발효 90일에 각각 6.01±0.01, 6.22±0.01, 그리고 6.25±0.01로 점차 낮아졌으며, 처리구간의 차이가 없음을 확인하였다. 이는 표고버섯 첨가에 따른 재래식 된장 발효 과정 중 pH가 표고버섯의 처리량에 관계없이 된장 제조 직후의 6.19에서 발효기간이 경과함에 따라 유사한 수준으로 감소하는 경향을 보였다는 보고(28)와 유사하였다. Seo 등(26)은 메주나 초기 된장 중에 생육한 미생물의 대사작용으로 유기산이 증가되어 담금 초기에 pH의 저하가 큰 것으로 생

각된다고 보고하였다.

된장의 발효 중 적정산도는 발효 초기 대두된장은 8.17±0.06 mL, 발아대두된장은 6.73±0.21 mL, 그리고 발아검정콩된장은 7.34±0.15 mL로, 발효 15일에 각각 6.30, 6.27, 5.50 mL씩 증가하였고, 그 이후 큰 변화는 없었다. 된장의 발효과정 중에 pH가 감소하는 정도에 따라 적정산도가 증가하여 pH 결과와 일관성이 있음을 확인하였다. 발효 90일째의 적정산도는 대두된장은 16.01±0.05 mL, 발아대두된장은 14.25±0.13 mL, 그리고 발아검정콩된장은 13.49±0.05 mL를 나타내었다.

효소활성의 변화

발아 대두 및 발아 검정콩을 이용하여 제조한 된장의 amylase 및 protease활성을 측정 한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 된장 발효 초기 α-amylase의 활성은 1.64±0.02-1.79±0.00 unit/mL에서 발효 15일에 2.35±0.00-2.36±0.00 unit/mL으로 증가한 후 점차 감소하여 발효 90일에는 0.21±0.00-0.23±0.01 unit/mL으로 감소하였다. 발아 대두된장의 α-amylase 활성은 발효 중 모든 처리구에서 활성 및 변화 양상이 유사한 것으로 관찰되었다. 이는 모든 처리구에서 amylase 활성이 발효 15일 가장 높은 활성을 보인 후 급격히 감소하는 경향이었던 Kim 등(16)의 결과와 유사하였으며, 저염 된장 발효 중 효소활성의 변화에서 α-amylase 활성도가 발효 기간 중 서서히 감소하는 경향이었던 Mok 등(29)의 결과와 유사하였다. 발효 중 amylase 활성이 점차 감소하는 것은 담금 초기 된장의 원료인 콩에 소량 함유되어 있는 탄수화물이 amylase의 기질이 됨에 따라 효소 활성이 높았다가 발효가 진행되면서 기질이 소모되어 그 활성이 떨어진 것으로 보인다(16).

된장 발효 중 α-amylase에 의해 액화된 전분질을 분해하여 당을 생성시키는 당화효소인 β-amylase의 활성은 발효 중 뚜렷한 증감을 보이지 않았다. 발효 초기 0.21±0.01-0.24±0.01 unit/mL에

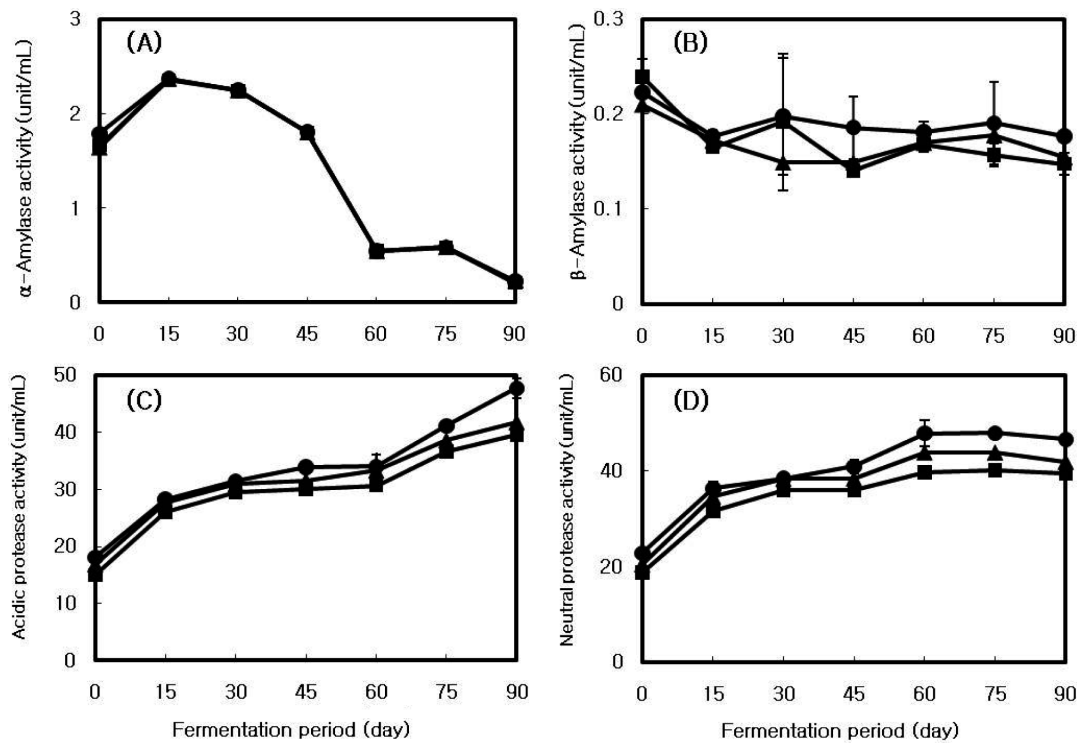


Fig. 2. Changes in α -amylase activity (A), β -amylase activity (B), acidic protease activity (C), and neutral protease activity (D) of *doenjang* prepared with germinated regular and black soybean. ●-, Regular soybean; ■-, germinated regular soybean; ▲-, germinated black soybean. Vertical bars represents standard deviation (n=3).

서 발효가 완료된 90일 0.15 ± 0.01 - 0.18 ± 0.01 unit/mL로, *Bacillus brevis*로 제조한 된장의 당화력이 발효기간에 따른 차이가 별로 없었다는 결과(30)와 유사하였으며, 발효 2주까지 초기 활성 수준을 보이다가 발효 3주 후에 급격히 증가하여 3-5주 후에 최대 활성을 보이다 이후 서서히 감소한다는 Mok 등(29)의 연구 결과와는 다른 결과를 보였다.

발효기간에 따른 산성 protease 활성은 발효 초기 14.98 ± 0.53 - 18.10 ± 0.26 unit/mL에서 발효 중 모든 처리구에서 완만하게 증가하다가 발효 60일 이후 크게 증가하여 발효 90일에 39.55 ± 0.53 - 47.74 ± 1.69 unit/mL이었으며, 발효 중 처리구간의 유의적인 차이는 없었다. 이 결과는 저염 된장 발효 중 된장 제조 후 완만한 증가를 보이다 제조 2-3주 후부터 약간 감소하는 경향을 보인 후 7-10주 발효 후에 약간 다시 증가하는 경향을 나타내었다는 보고(29)와 차이가 있었으며, 발효 초기부터 발효 40일까지 증가하는 경향을 보이다 발효 60일에 약간 감소하며 다시 발효 100일까지 증가하는 경향을 보였다는 Joo 등(31)에 의한 결과와는 유사하였다.

된장의 중성 protease 활성은 발효 초기 18.70 ± 0.59 - 22.83 ± 0.42 unit/mL에서 점차 증가하여 발효 60일에 39.70 ± 1.13 - 47.87 ± 2.81 unit/mL로 가장 높은 값을 보인 후 발효 90일에 39.44 ± 0.03 - 46.59 ± 0.06 unit/mL로 다소 감소하였다. 발효 45일 이후 활성도가 다시 증가하는 것은 후 발효가 진행되면서 된장의 가용성 단백질이나 peptide가 amino acid로 가수분해 되면서 protease 활성도가 증가하는 것으로 생각된다. 이 연구에서 모든 효소 활성은 처리구 간에 대체로 유사한 값을 보였는데, 이는 균주를 달리하여 제조한 메주의 효소 활성의 차이를 살펴본 Joo 등(31)의 결과를 볼 때 원료 콩에 의한 영향이라기보다 동일한 균주를 같은 양 혼합하여 발효시킨 메주로 된장을 제조하였기 때문이라고 추정된다.

아미노태 질소 함량

아미노태 질소 함량은 발효식품의 발효 정도를 판단하는 기준으로, 된장의 제조와 발효 과정 중에 콩단백질이 효소작용으로 가수분해 되어 감칠맛을 내는 아미노산을 생성한다(32). 일반적으로 아미노태 질소 함량은 된장의 발효가 진행됨에 따라서 함께 증가한다. 발아 대두 및 발아 검정콩을 이용하여 제조한 된장의 발효 중 아미노태 질소 함량은 발효 초기 대두된장 262.41 ± 12.93 mg%, 발아대두된장 306.38 ± 20.41 mg%, 발아검정콩된장 369.39 ± 23.54 mg%에서 발효 중 점차 증가하여 발효 90일에는 각각 1178.35 ± 16.24 , 1160.58 ± 6.67 , 1256.21 ± 1.86 mg%로 증가하였고, 특히 발효 90일의 발아 검정콩 된장에서 발효 기간 중 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 가장 높은 함량을 나타내었다(Fig. 3). 이와 같은 결과는 발효 20일까지는 크게 증가하였고 그 후도 계속 증가하는 경향이었던 Kim과 Rhee(33)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

아미노태 질소의 함량은 장류 제품의 품질 규격상 중요하여 전통식품 규격기준(34)을 설정하고 있으며, 된장은 160 mg%, 고추장 150 mg%, 청국장 280 mg% 이상으로 규정하고 있는데, 본 실험결과에서는 262.41 ± 12.93 - 369.39 ± 23.54 mg%로 발효 초기 이미 그 수치를 넘었고, 전통 된장의 경우 발효 직후 474.1 mg%에서 발효 6개월 후에 454.1 mg%, 발효 12개월 후에 423.3 mg%였다는 보고(32)와 비교하여도 그 품질이 우수함을 알 수 있었다. 그러나 대두된장과 발아대두된장 및 발아검정콩된장에서 모두 뚜렷한 차이를 보이지 않은 것으로 보아 아미노태 질소 함량 역시 사용한 균주에 의한 영향이 큰 것으로 판단된다.

유리아미노산 함량

고단백 발효식품인 된장은 발효과정 중에 효소 작용으로 생성

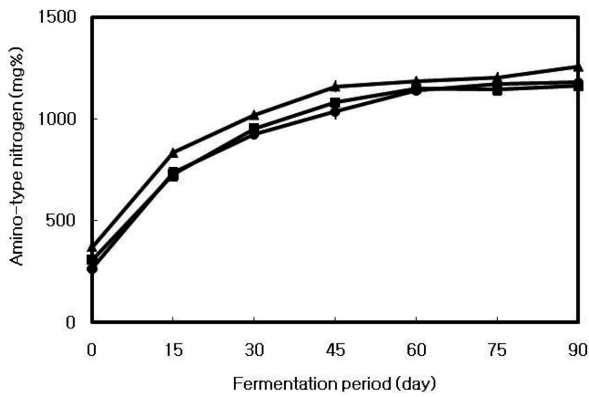


Fig. 3. Changes in amino-type nitrogen contents of doenjang prepared with germinated regular and black soybean. -●-, Regular soybean; -■-, germinated regular soybean; -▲-, germinated black soybean. Vertical bars represents standard deviation (n=3).

되는 유리아미노산의 함량이 높을수록 맛과 영양이 뛰어난 우수 식품으로 평가되는데(26), 본 실험에서 발아 대두 및 발아 검정콩을 이용하여 제조한 된장의 발효 기간에 따른 유리아미노산의 함량 변화(Table 1-3)를 살펴본 결과, 된장의 주요 유리 아미노산은 aspartic acid, hydroxyproline, α-aminoadipic acid, leucine, asparagine, proline, glutamic acid 등이 검출되었으며, 검출된 유리 아미노산의 종류는 처리구간에 유사하였다. 이는 전통된장의 유리 아미노산이 glutamic acid, aspartic acid, leucine, alanine 및

proline 등이 검출되었다는 결과(32)와는 다소 차이가 있었다. 또한 Son 등(35)에 의한 콩 품종별 전통된장 가공적성 연구에서는 품종에 따른 된장의 유리아미노산의 함량을 분석한 결과 glutamic acid, threonine, proline, phenylalanine, lysine 등 5종의 아미노산이 전 품종에서 확인되었다고 하였다.

유리아미노산의 개별적인 변화를 보면 정미성분인 aspartic acid의 함량이 발효 전반에 걸쳐 모든 처리구에서 가장 많이 함유되어 있는 것을 확인하였는데, 이는 전통된장에서 glutamic acid가 aspartic acid 보다 더 많이 존재한다(36)는 결과와 차이가 있었다. 대두된장의 유리아미노산 함량은 발효 초기 275.75 mg%에서 발효 15일 급격히 증가한 후 서서히 그 함량이 증가하여 발효 90일 888.39 mg%였다. 그 중 aspartic acid의 증가가 주를 이루었으며, 발효 75일 이후 glutamic acid 함량도 11.88 mg%로 상승하였다. 발아대두된장의 경우 발효 초기 유리아미노산함량은 206.56 mg%로 처리구 중 가장 낮았으나 발효 75일에 976.96 mg%로 증가 후 발효 90일에 조금 감소한 866.54 mg%이었고, 발아대두된장 역시 aspartic acid의 함량 변화와 비례하는 경향을 보였다. 발아검정콩된장의 경우 발효 초기 253.49 mg%에서 발효 중 점차 증가하여 발효 90일 994.46 mg%로 발효 75일 발아대두된장의 796.96 mg%, 발아검정콩된장 904.58 mg%와 유의적인 차이(p<0.05)를 보이며 발효 기간 중 가장 높은 유리아미노산 함량을 나타내었으며 발아검정콩된장 발효 90일에 aspartic acid 855.71 mg%, glutamic acid도 14.47 mg%로 가장 높은 함량이었다.

발효 중 쓴맛을 내는 leucine의 함량은 발효 초기에 비하여 발효 90일째에 조금 증가하였으며, isoleucine은 발효 75일 이후 모든 처리구에서 검출되었다. Cysteine과 methionine은 발효 15일 이

Table 1. Changes in free amino acid content of doenjang prepared with regular soybean meju (unit: mg%)

Free amino acids	Fermentation period (day)						
	0	15	30	45	60	75	90
Aspartic acid	191.45	418.20	549.71	700.08	713.14	760.62	762.41
Hydroxyproline	28.17	5.13	7.22	8.97	8.82	41.06	53.33
Threonine	2.37	6.55	7.52	8.60	8.42	2.55	3.80
Asparagine	4.43	10.10	11.92	13.49	13.25	4.79	6.47
Glutamic acid	0.77	0.55	0.58	0.64	0.54	9.68	11.88
α-Aminoadipic acid	17.56	17.66	19.63	20.54	17.21	3.07	4.09
Proline	3.33	5.23	7.36	9.32	9.71	4.39	6.57
Glycine	1.36	3.85	4.21	4.57	4.50	1.89	2.56
Alanine	3.15	3.98	4.56	4.78	4.68	2.95	3.78
Citrulline	2.58	0.23	0.31	0.34	0.32	3.75	5.62
α-Aminobutyric acid	0.08	5.96	7.06	7.83	7.87	0.06	0.10
Valine	2.34	0.18	0.27	0.27	0.18	2.74	4.21
Cystine	0.11	3.10	4.46	4.75	4.61	0.11	0.16
Methionine	1.00	8.69	9.17	9.73	9.54	0.86	1.36
Isoleucine	ND	ND	ND	ND	ND	2.80	3.82
Leucine	5.40	4.59	4.43	5.88	4.69	4.84	5.98
Tyrosine	3.10	7.51	8.13	8.84	8.39	2.27	3.42
Histidine	1.37	2.46	2.78	3.04	2.99	1.15	1.72
Carnosine	1.11	2.66	3.74	4.82	4.24	1.09	2.06
Ornithine	0.25	0.70	1.17	1.46	1.61	0.65	0.85
Lysine	2.85	3.48	3.84	4.05	3.94	2.62	3.01
Ammonia	0.33	0.32	0.34	0.36	0.35	0.27	0.30
Arginine	2.66	3.16	2.89	2.94	2.29	0.53	0.89
Total	275.78	514.30	661.30	825.27	831.32	854.73	888.39

ND=not detected

Table 2. Changes in free amino acid content of *doenjang* prepared with germinated regular soybean *meju* (unit: mg%)

Free amino acids	Fermentation period (day)						
	0	15	30	45	60	75	90
Aspartic acid	162.24	402.61	520.99	632.08	692.42	836.71	739.48
Hydroxyproline	2.02	4.82	6.71	7.85	8.31	59.20	57.43
Threonine	3.01	6.44	7.32	8.08	8.35	3.94	3.78
Asparagine	7.05	11.44	13.72	14.90	15.28	11.08	6.55
Glutamic acid	0.21	0.45	0.55	0.53	0.50	14.20	13.57
α -Aminoadipic acid	6.16	15.28	18.23	19.10	17.25	4.72	3.92
Proline	1.59	5.07	7.11	8.65	9.71	6.71	3.41
Glycine	2.16	3.74	4.10	4.35	4.42	2.73	2.72
Alanine	2.06	4.53	4.81	4.96	4.91	3.83	3.71
Citrulline	0.10	0.32	0.33	0.36	0.32	6.37	5.96
α -Aminobutyric acid	2.23	5.77	6.84	7.63	7.81	0.13	0.08
Valine	0.08	0.16	0.27	0.25	0.18	4.28	4.18
Cystine	1.32	3.14	3.81	3.92	4.10	0.24	0.19
Methionine	5.57	8.44	8.99	9.22	9.47	1.14	1.11
Isoleucine	ND	ND	ND	ND	ND	3.89	3.78
Leucine	1.70	3.67	4.44	5.07	3.59	6.01	5.84
Tyrosine	3.10	7.12	7.81	8.33	8.23	2.07	1.89
Histidine	1.04	2.26	2.64	2.85	2.90	1.77	1.67
Carnosine	1.10	2.67	3.24	4.38	4.26	2.38	2.16
Ornithine	0.31	1.15	0.37	2.08	2.19	1.84	1.67
Lysine	2.56	3.43	1.76	3.91	4.02	3.35	3.07
Ammonia	0.34	0.35	0.55	0.35	0.35	0.32	0.30
Arginine	0.64	0.23	0.15	0.14	0.11	0.06	0.05
Total	206.56	493.11	624.72	749.00	808.69	976.96	866.54

ND=not detected

Table 3. Changes in free amino acid content of *doenjang* prepared with germinated black soybean *meju* (unit: mg%)

Free amino acids	Fermentation period (day)						
	0	15	30	45	60	75	90
Aspartic acid	200.16	476.71	573.76	726.68	751.38	766.26	855.81
Hydroxyproline	2.58	5.67	6.24	8.29	7.52	61.86	62.27
Threonine	3.87	7.14	7.61	9.01	9.53	4.08	4.03
Asparagine	8.64	13.64	14.23	16.52	3.56	6.86	6.87
Glutamic acid	0.21	0.50	0.49	0.49	0.35	14.72	14.47
α -Aminoadipic acid	6.85	14.86	16.13	17.53	14.79	3.82	3.74
Proline	2.60	6.36	7.96	10.13	8.68	7.02	7.34
Glycine	2.60	3.97	4.14	4.45	4.11	2.83	2.86
Alanine	2.51	4.78	4.77	4.98	4.52	3.86	3.89
Citrulline	0.14	0.34	0.33	0.32	0.26	6.46	6.17
α -Aminobutyric acid	2.86	6.65	7.07	7.98	7.07	0.09	0.12
Valine	0.07	0.22	0.23	0.24	0.13	4.50	4.49
Cystine	1.46	3.42	3.40	3.69	3.68	0.13	0.14
Methionine	6.24	8.95	9.02	9.55	9.19	1.05	1.22
Isoleucine	ND	ND	ND	ND	ND	3.92	3.92
Leucine	2.08	4.46	4.77	5.50	4.13	6.01	6.03
Tyrosine	3.78	7.78	7.89	8.55	8.19	2.27	2.12
Histidine	1.16	2.70	2.76	3.03	3.03	1.80	1.80
Carnosine	1.13	3.48	3.70	4.68	4.63	1.84	2.01
Ornithine	0.44	1.32	1.81	2.09	2.37	1.66	1.71
Lysine	2.80	3.62	3.74	4.03	4.22	3.13	3.11
Ammonia	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36	0.31	0.30
Arginine	0.95	0.37	0.23	0.21	0.16	0.08	0.07
Total	253.49	577.29	680.64	848.31	851.84	904.58	994.46

ND=not detected

Table 4. Sensory evaluation of *doenjang* prepared with germinated regular and black soybean

Items	Samples		
	Regular soybean	Germinated regular soybean	Germinated black soybean
Color	5.33±1.27 ^{b1)}	7.47±1.85 ^a	6.00±1.62 ^b
Flavor	4.87±1.38 ^b	6.33±1.21 ^a	6.67±1.65 ^a
Taste	5.47±2.13 ^a	6.20±1.58 ^a	6.13±1.81 ^a
Overall acceptability	5.33±1.95 ^b	7.00±1.53 ^a	6.60±1.28 ^a

¹⁾Mean values with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$). Mean±standard deviation (n=30).

후 증가하였다 발효 75일 이후 급격히 감소하여 발효가 완료된 90일에는 미량으로 존재하는데, 이는 methionine과 cysteine이 발효 180일경에 최저 비율로 존재하였다는 Kim과 Rhee(33)의 결과와, 비교적 적게 검출된 아미노산이 methionine과 cysteine이라는 Kim(32)의 결과와 유사하였다.

된장의 유리아미노산은 제조 시 종균의 사용여부와 종류, 원료 배합, 발효기간 및 조건에 따라 유리아미노산의 조성구성과 함량이 다르게 나타날 수 있는데(36), 발아대두 및 발아검정콩을 이용한 된장의 경우 대두된장과 사용한 종균과 발효기간 및 조건을 동일하게 발효시켜 함량에 큰 차이는 보이지 않았고, 검정콩의 첨가에 의한 발아검정콩의 유리아미노산의 함량만 다른 처리구에 비하여 높은 것으로 보아 발아는 유리아미노산의 함량에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 추정된다.

관능적 특성

90일 발효한 된장의 관능평가를 실시한 결과(Table 4), 색깔에서는 발아대두된장이 7.47±1.85로서 가장 좋은 결과를 보여주었고, 향미는 발아대두된장(6.33±1.21) 및 발아검정콩된장(6.67±1.65)이 대두된장(4.87±1.38)에 비하여 기호도가 높았으며, 맛은 전체적으로 유의적인 차이($p < 0.05$)는 없으나 발아대두된장이 조금 높게 평가되었다. 전체적인 기호도에서는 발아대두된장(7.00±1.53)과 발아검정콩된장(6.60±1.28)은 대두된장(5.33±1.95)과 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내었는데, 앞에서 살펴본 유리아미노산 및 아미노태질소 함량이 높게 나타난 발아대두된장 및 발아검정콩된장의 관능적 특성이 대두 된장에 비하여 우수한 것을 알 수 있었다.

요 약

발아 대두 및 발아 검정콩의 첨가에 따른 된장의 품질 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 발아 대두 및 발아 대두와 발아 검정콩을 7:3의 비율로 혼합하여 만든 메주를 이용하여 된장을 제조하였다. 대조구로는 발아하지 않은 대두로 발효한 메주를 이용하여 대두된장을 제조하여, 25°C에서 90일간 발효시켰다. 된장의 수분, pH, 염도와 같은 이화학적 특성은 모든 처리구에서 발효기간에 따라 유사한 경향으로 변화하여, 발효 90일 각각 53.78±0.22-57.99±0.11%, 6.01±0.01-6.72±0.01, 그리고 14.17±0.06-15.03±0.21%를 나타내었다. 아미노태 질소 및 아미노산 함량은 발아검정콩된장에서 발효 90일 각각 1256.21±1.86, 994.46 mg%로 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보이며 높게 나타났다. 발효 90일된 된장의 관능평가를 실시한 결과 발아대두된장에서 색과 맛 등의

항목에서 기호도가 높게 평가되었으며, 전반적 기호도에서 대두 된장에 비하여 발아대두된장 및 발아검정콩된장의 관능적 특성이 우수한 것을 확인하였다. 연구결과로부터 발아 대두 및 검정콩을 첨가하여 제조한 된장은 발아하지 않은 대두를 이용하여 제조한 된장과 이화학 및 효소화학적 특성에는 차이가 없으나 아미노태 질소 및 아미노산 함량이 높고 관능적 특성이 우수한 된장을 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ006376)의 지원에 의해 이루어진 것임.

문 헌

1. Kim SH. New trends of studying on potential activities of *doenjang*. Korea Soybean Digest. 15: 8-15 (1998)
2. Kwon SH, Shon MY. Antioxidant and anticarcinogenesis effects of traditional *doenjang* during maturation periods. Korean J. Food Preserv. 11: 461-467 (2004)
3. Kim HJ, Sohn KH, Chae SH, Kwak TK, Yim SK. Brown color characteristics and antioxidizing activity of *doenjang* extracts. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18: 644-654 (2002)
4. Lee IK, Kim JG. Effects of dietary supplementation of Korean soybean paste (*doenjang*) on the lipid metabolism in rat fed a high fat and/or a high cholesterol diet. J. Korean Public Health Assoc. 28: 282-305 (2002)
5. Jeon SH, Lee KA, Byoun KE. Studies on change of isoflavone and nutrients during germination of soybean varieties. J. Korean Living Sci. Assoc. 14: 485-489 (2005)
6. Kim JS, Kim JG, Kim WJ. Change in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 294-298 (2004)
7. Kim SH, Kwon TW, Lee YS, Choung MG, Moon GS. A major antioxidative components and comparison of antioxidative activities in black soybean. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 73-77 (2005)
8. Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. Physiological effect of Korean black soybean pigment. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 764-768 (2001)
9. Shon MY, Seo KI, Lee SW, Choi SH, Sung NJ. Biological activities of *cheonggukjang* prepared with black bean and changes in phytoestrogen content during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 936-941 (2000)
10. Ryu SH, Moon GS. Antioxidative and antiaging effects of dietary yellow and black soybean in rat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 591-587 (2003)
11. Shin MK, Han SH. Effects of black soybean extracts on serum lipid concentrations in fed fat diet rats. Korea Soybean Digest. 19: 48-54 (2002)
12. Adlercreutz H, Hockerstedt K, Bannwart C, Bloigu S, Hamalaimem E, Fotsis T, Ollus A. Effect on dietary components, including lignans and phytoestrogens on enterohepatic circulation and liver metabolism of estrogens and on sex hormone binding globulin. J. Steroid Biochem. 27: 1135-1144 (1987)
13. Lee HY, Kim JS, Kim YS, Kim WJ. Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 443-448 (2005)
14. Kang NJ, Jeong YO, Cho JL, Kang SM. Change of seed proteins related to low temperature germinability of primed seeds of pepper (*Capsicum annuum L.*). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38: 342-346 (1997)
15. Oh HS, Kim JH, Lee MH. Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of red bean and mung bean. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19: 263-270 (2003)
16. Kim JH, Yoo JS, Lee CH, Kim SY, Lee SK. Quality properties of soybean pastes made from *meju* with mold producing protease

- isolated from traditional *meju*. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49: 7-14 (2006)
17. Choi HS, Kim MK, Kim MK, Park HS, Song GS, Lee KK, Kim TY, Kim JG. An approach to increase vitamin D2 level in *doenjang* (fermented soybean paste) using mushrooms. Food Sci. Biotechnol. 14: 828-831 (2005)
 18. Kim IJ, Lee JK, Paek MH, Shon DH. Preparation method of *meju* by three step fermentation. Korean. J. Food Sci. Technol. 34: 536-539 (2002)
 19. Sadler GO. Titratable acidity. Chap. 6, pp. 83-94. In: Introduction to the Chemical Analysis of Foods. Nielsen SS (ed), James and Bartlett Publisher, London, UK. (1994)
 20. Lee KS, Lee YB, Lee DS, Chung SK. Quality evaluation of Korean soy sauce fermented in Korean earthenware (*onggi*) with different glazes. Int. J. Food Sci. Technol. 41: 1158-1163 (2006)
 21. Paek JM, Oh HI. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *gochujang meju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 56-62 (1995)
 22. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-431 (1959)
 23. Kim MS, Kim IW, Oh JA, Shin DH. Quality changes of traditional *kochujang* prepared with different *meju* and red pepper during fermentation Korean J. Food Sci. Technol. 30: 924-933 (1998)
 24. Chae SG. Standard Food Analysis. Jigumunwhasa, Seoul, Korea. pp. 299-301 (2000)
 25. SAS. SAS User Guide; SAS/STAT, Version 6. SAS Inst Inc, Cary, NC, USA (1990)
 26. Seo JS, Han EM, Lee TS. Effect of *meju* shapes and strains on the chemical composition of soybean paste. J. Korean Soc. Food Nutr. 15: 1-9 (1986)
 27. Joo HK, Oh KT, Kim DH. Effects of mixture of improved *meju*, Korean traditional *meju* and *natto* on soybean paste fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 286-293 (1992)
 28. Rhee CH, Lee JB, Jang SM. Change of microorganisms, enzyme activity and physiological functionality in the traditional *doenjang* with various concentrations of *Lentinus edodes* during fermentation. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 43: 277-284 (2000)
 29. Mok CK, Song KT, Lee JY, Park YS, Lim SB. Changes in microorganisms and enzyme activity of low salt soybean paste (*doenjang*) during fermentation. Food Eng. Prog. 9: 112-117 (2005)
 30. Yang SH, Choi MR, Ji WD, Chung YG, Kim JK. The quality of *doenjang* (soybean paste) manufactured with *Bacillus brevis*. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 980-985 (1994)
 31. Joo HK, Kim ND, Yoon KS. Changes of enzymatic activities during the fermentation of soybean-soypaste by *Aspergillus* spp. J. Korean Agric. Chem. Soc. 32: 295-302 (1989)
 32. Kim JG. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste. J. Fd. Hyg. Safety 19: 31-37 (2004)
 33. Kim MJ, Rhee HS. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. Korean J. Soc. Food Sci. 6: 1-8 (1990)
 34. Oh KT. The standard of soy source, quality and hygiene. Food Sci. Indus. 22: 18-27 (1989)
 35. Son YK, Hwang JJ, Kim SL, Ryu YH, Shin DC, Yoo JY. Effect of soybean cultivars on the Korean traditional *doenjang* (soybean paste) processing. Korea Soybean Digest. 14: 27-36 (1997)
 36. Jung BM, Roh SB. Physicochemical quality comparison of commercial *doenjang* and traditional green tea *doenjang*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 132-139 (2004)