

저염 된장 발효 중 이화학적 특성 변화

이주연 · 목철균

경원대학교 공과대학 식품생물공학과

Changes in Physicochemical Properties of Low Salt Soybean Paste (*Doenjang*) during Fermentation

Ju-Yeon Lee and Chulkyoon Mok

Department of Food Science and Biotechnology, College of Engineering, Kyungwon University

Abstract

Changes in physicochemical properties of soybean pastes (*Doenjang*) of various salt contents (8-14%) during fermentation were investigated to explore the possibility of manufacturing a low salt soybean paste. Titratable acidity (TA) increased and consequently pH decreased with the fermentation time. The rates of TA and pH changes increased as the salt levels decreased. Protein contents remained unchanged and there were no differences among different salt levels. The amino nitrogen contents and the volatile basic nitrogen contents increased with fermentation time and showed higher values at lower salt levels. The reducing sugar contents increased from 6th to 11th week of fermentation, and decreased afterward. No remarkable differences in the reducing sugar contents were observed with respect to salt levels. Shorter fermentation periods were required at reduced salt levels. Appropriate fermentation periods of the 8, 10, 12 and 14% salt containing *Doenjang* were 2 to 11 weeks, 3 to 12 weeks, 6 to 14 weeks, and 9 to 15 weeks, respectively. *Doenjang* fermented for shorter period of time at lower salt content showed better sensory quality than that for longer period at higher salt content.

Key words: soybean paste (*Doenjang*), fermentation, salt, physicochemical properties, sensory quality

서 론

된장은 우리나라의 대표적인 발효식품 중 하나로써 우리 식생활에서 주요 부식 및 양념으로 오랫동안 이용되어 왔으며, 다양한 기능성이 확인됨에 따라 식품학적 가치가 재조명되고 있다. 된장의 기능성으로는 항고혈압 작용(Shin et al, 1995; Kim et al, 1999b; Kim et al, 2001), 혈전용해 작용(Lee et al, 1999), 콜레스테롤 저하 효과(Lee and Kim, 2002) 등의 심혈관계 질환의 예방 기능이 밝혀졌고, 면역기능 강화작용(Lee et al, 1997a)과 항산화 효과(Kim et al, 2002) 등 질병 및 노화 억제 관련 기능성이 확인되었다. 아울러 항암 작용(Lim et al, 1999; Choi et al, 1999; Lim et al, 2004b)과 항돌연변이 작용(Lim et al, 2004a)이 보고됨에 따라 점차 기능성식품 소재로서의 가치가 부각되고 있다.

된장은 미생물이 생산하는 효소에 의해 주원료인 콩의 단백질과 부원료인 곡물의 전분을 가수분해하여 생성된 구수한 맛과 단맛이 소금의 짠맛과 어우러져 특유의 조화된 맛을 갖으며, 단백질 함량이 높고 비타민과 미네랄이 풍부하여 영양학적으로도 우수한 식품이다(Park et al, 1994; Yoo et al, 1999).

된장의 원료 중 미생물의 생육에 가장 큰 영향을 미치는 성분은 식염으로, 통상 12% 이상의 소금을 첨가하여 이상 발효와 부패를 방지하고 제조 후 저장성을 부여한다(Mok et al, 2005). 그러나 과도한 식염 사용은 과도한 짠맛과 함께 고혈압, 뇌졸중, 위암, 신장병, 간경변증, 만성신부전증 등 성인병을 유발하므로(Kim et al, 1995; Park et al, 2002), 기호성 향상과 성인병 예방을 위해 된장의 식염 함량을 낮출 필요가 있다. 그간에 수행된 저염 된장에 관한 연구는 에탄올 첨가(Lee et al, 1985), 감마선 조사(Park et al, 2002), nisin 생성 유산균을 이용(Lee and Ryu, 2002)한 저장성 향상에 관한 연구가 수행되었으나 주로 저장 중 품질 변화에 관한 내용이 주류를 이루었고 식염함량이 발효에 미치는 영향에 관한 자료는 미흡한 실정이다. 또한 저염 된장의 저장성 향상 수단의 적용은 양호한 풍미와 품질을 전제로 하므로 본 연구에서는 염도를 낮추어 제조한 된장

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong Sujeong-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-701, Korea
Tel: +82-31-750-5403; Fax: +82-31-750-5273
E-mail: mokck@kyungwon.ac.kr
Received February 11, 2010; revised May 18, 2010; accepted May 20, 2010

Table 1. Recipe for soybean paste (Doenjang) preparation

Material	Ratio
Cooked soybean	30
Koji	20
Water	38
Salt	8-14

의 발효기간에 따른 이화학적 특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

대두는 국내산을 시중에서 구입하여 사용하였고, 고지는 *Aspergillus oryzae*를 배양한 (주)신송식품의 소맥분 고지를 사용하였다. 식염은 정제염(염도 99%, 한주소금, (주) 한주)을 사용하였다.

된장 제조

된장의 제조는 Mok et al.(2005)의 방법으로 제조하였다. 12시간 동안 수침한 대두를 121°C에서 40분간 증자하고 Table 1과 같은 배합비율로 혼합한 다음 chopper(Pasta Maker, KitchenAid Inc., St. Joseph, MI, USA)로 갈아 플리에틸렌 백에 넣어 밀봉하고 이를 다시 뚜껑이 있는 플라스틱통에 옮겨 20°C에서 발효하면서 이화학적 특성을 조사하였다. 모든 분석은 3회 반복 측정하였다.

pH

된장 25 g을 삼각플라스크에 취하고 여기에 바로 끓여서 실온으로 냉각함으로써 이산화탄소를 제거한 증류수(CO₂ free water) 25 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 혼합액의 pH를 pH meter(Model 340, Corning Inc., Corning, NY, USA)로 측정하였다.

산도

된장 시료 10 g에 CO₂ free water 40 mL를 가하고 잘 혼합한 후 0.1 N NaOH로 pH가 8.3으로 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH mL로 나타내었다.

단백질

된장의 단백질은 Kjeltex system(Tecator 2020 Digestion system and Tecator 1026 Distilling Unit, Tecator AB, Hgans, Sweden)을 사용하여 Automated Kjell-Foss method (AACC, 1983; Persson, 1995)으로 측정하였다.

아미노태 질소

된장의 아미노태 질소 함량은 포르몰적정법으로 측정하였다(Lee et al, 1997b). 즉 된장 시료 5 g에 25 mL의 증류

수를 가하여 1시간 동안 교반하여 균질화한 다음 0.1 N NaOH 용액으로 pH를 8.4로 조정하고 여기에 pH를 8.4로 조정한 36% 포름알데히드 용액 20 mL를 가하고, pH가 낮아지면 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 다시 적정하였다. 같은 조작으로 0.1 N NaOH 용액의 바탕시험을 실시하여 다음 식에 따라 아미노태 질소함량을 계산하였다.

$$\text{아미노태질소 (mg\%)} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F}{S} \times 100$$

여기에서 A : 시료 적정량(mL)

B : 공시험 적정량(mL)

F : 0.1 N NaOH 역가

S : 시료량(g)

휘발성 염기질소

된장의 휘발성 염기질소는 Mok et al.(2000)의 방법으로 측정하였다. 시료 5 g에 증류수 25 mL와 20% trichloroacetic acid(TCA) 5 mL를 가하여 혼합한 후 1시간 침출 후 여과한 여액에 2% TCA로 50 mL로 정용한 용액을 시험용액으로 하였다. 뚜껑과 접착부에 글리세린을 바른 미량확산용기(Conway unit)의 외실에 시험용액 1 mL를 넣고, 내실에 봉산흡수제 1 mL를 가하였다. 외실의 시험용액 상단에 K₂CO₃ 포화용액 1 mL를 가하고 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정하고, 미량확산용기를 수평으로 교반하여 외실의 시험용액과 K₂CO₃ 포화용액을 외실의 용액과 내실의 용액이 섞이지 않도록 주의하며 섞어 25°C에서 2시간 정치하였다. 정치 후 덮개를 열고 신속하게 내실의 봉산흡수제를 마이크로뷰렛을 사용하여 0.01 N HCl로 적정하였다. 이와는 별도로 시험용액 대신에 증류수를 사용하여 같은 방법으로 공시험을 실시하고 휘발성 염기질소함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{휘발성염기질소 (mg\%)} = \frac{(A-B) \times C \times 0.14 \times F}{S} \times 100$$

여기에서 A : 시료 적정량(mL)

B : 공시험 적정량(mL)

C : 정용에 사용된 2% TCA 첨가량(mL)

F : 0.01 N HCl 역가

S : 시료량(g)

환원당

된장의 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(Miller, 1959)으로 측정하였다. 시험관에 DNS 시약 0.3 mL와 희석한 시료용액 0.1 mL를 가하고 진탕한 후 끓는 수조에서 정확히 3분간 방치하고 즉시 얼음수조에서 냉각시킨 다음 1.6 mL의 증류수를 섞어 혼합한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선으로부터 환원당 함량을 산출하였다.

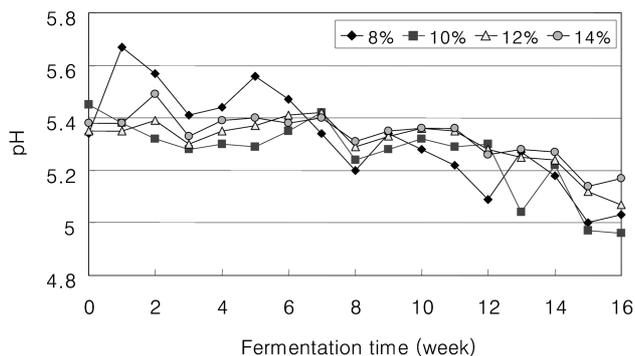


Fig. 1. Effect of salt on pH of *Doenjang* during fermentation.

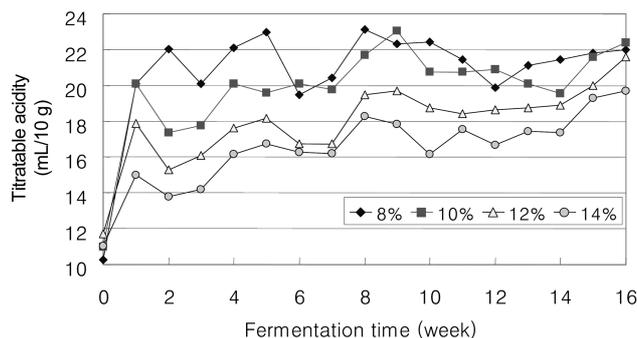


Fig. 2. Effect of salt on titratable acidity of *Doenjang* during fermentation.

관능검사

된장의 기호도에 대한 관능검사는 15명의 패널을 사용하여 9점 채점법으로 실시하였다. 된장 시료를 패널에게 제공하고 적당량을 시식하게 하였으며, 관능검사 결과는 SAS package를 사용하여 Duncan의 중범위검정을 실시하여 유의차를 분석하였다(SAS Institute Inc., 1995).

결과 및 고찰

pH와 산도

염농도를 달리하여 제조한 된장을 20°C에서 발효하면서 pH와 적정산도의 변화를 조사하였다. 된장의 pH는 Fig. 1과 같이 발효기간에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 염농도 8%인 된장의 경우 제조 직후에 약간 증가하는 경향을 보이다가 발효 2주 후부터 감소하였다. 염농도를 달리하여 제조한 된장의 발효 1주 후 pH를 비교하면 염농도 8% 된장의 경우가 가장 높은 5.67을 보였으며, 10, 12, 14% 된장의 경우는 5.32-5.38로 대체로 유사한 값을 보였다. 이후 발효기간이 경과할수록 pH는 감소하였는데, 발효 4주 후부터 염농도 8%와 10%의 저염 된장이 일반적 된장의 염농도인 12%와 14%인 된장에 비하여 낮은 pH를 보이면서 지속적으로 감소하였다. 발효 중 된장의 pH는 지속적으로 감소하고(Kim et al, 1999a; Kim et al, 2000), 염 함량이 낮을수록 많은 수의 미생물이 생육한다(Mok et al, 2005). 염농도가 낮은 경우 젖산균 등이 생육하여 젖산을 생산하고, 효모에 의해 생성된 에탄올을 기질로 초산균 생육하여 초산 등 유기산을 생산함으로써 pH를 낮추는 것으로 추정된다.

적정산도는 Fig. 2와 같이 발효기간에 따라 증가하는 경향을 보여 pH 감소와 부합하였다. 특히 제조 후 1주 동안 산도가 급격히 높아졌고, 이후에는 서서히 높아지는 경향을 보였다. 염 함량에 따른 적정산도의 변화를 보면 염 함량이 높은 된장일수록 낮은 산도를 보였다. 염 함량 8% 된장은 발효기간에 따라 19.49-23.12 mL/100 g을, 10% 된장은 17.25-23.05 mL/100 g을, 12% 된장은 17.89-21.06 mL/

100 g을, 그리고 14% 된장은 13.80-18.29 mL/100 g 범위의 값을 보였다. 된장 발효 중 산도의 증가 역시 기존의 보고(Kim et al, 1999a; Kim et al, 2000)와 일치하는 것으로 발효 시 지속적으로 생성되는 유기산에 의한 것으로 사료된다.

한편 된장의 발효에 관여하는 미생물은 일반세균, 효모, 곰팡이 외에 젖산균이 관여하는 것으로 보고되고 있으며, 이 중 젖산균의 발현 비율은 37%로 알려져 있다(Yoo et al, 1999). 된장 발효 중 생성되는 휘발성 유기산으로는 acetic acid가 주를 이루며 이외에 propionic acid, butyric acid, formic acid 등이 생성되며, 비휘발성 유기산으로는 succinic acid 함량이 가장 높고, lactic acid, glutaric acid, tartaric acid, citric acid, malic acid 순으로 그 함량이 적어 진다고 보고되고 있다(Kim and Lee, 1993a).

단백질, 아미노태 질소, 휘발성 염기질소

단백질 함량은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 염농도 및 발효기간에 관계없이 일정한 수준을 유지하였다. 염농도 8%인 된장은 10.29-11.71%의 단백질 함량을 보였고, 염농도 10% 된장은 11.37-12.21%를, 염농도 12% 된장은 10.86-11.37%를, 그리고 염농도 14% 된장은 10.80-11.84%의 단백질 함량을 보였다.

된장 발효 중 아미노태 질소 함량의 변화는 Fig. 4와 같이 발효기간에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 보였으며,

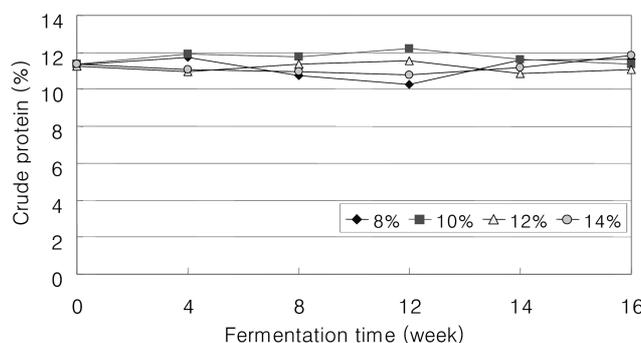


Fig. 3. Changes in protein contents of *Doenjang* prepared with different salt contents during fermentation.

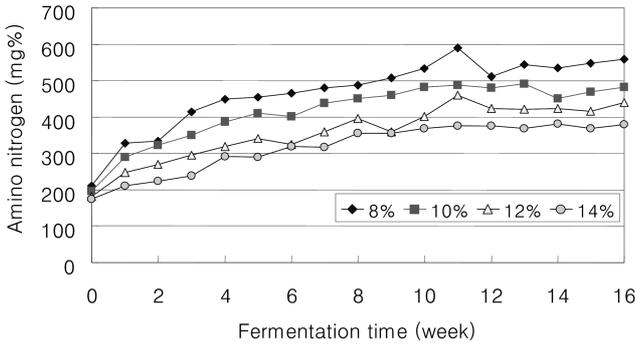


Fig. 4. Effect of salt on amino nitrogen of *Doenjang* during fermentation.

낮은 염농도의 된장에서 아미노태 질소 함량이 높은 경향을 보였다. 염농도 8%인 된장은 발효초기부터 발효말기까지 아미노태 질소 함량이 328 mg%에서 558 mg%으로 증가하였다. 염농도가 낮은 된장에서 높은 아미노태 질소 함량을 보인 것은 낮은 염농도에서 프로테아제 등 단백질을 분해에 관여하는 효소의 활성이 높았기 때문이다(Mok et al, 2005).

아미노태 질소는 된장의 정미성분으로 알려져 있으며, 된장의 발효기간에 따라 지속적으로 증가한다(Kim et al, 1999a; Kim et al, 2000; Yoon et al, 1977; Kim and Lee, 1993; Noh et al, 1998). 된장이 발효됨에 따라 대두 단백질이 분해되어 펩티드의 길이가 짧아지며, 특히 발효 초기에 급격하게 분해되는 것으로 알려져 있다. 발효 180일 후의 된장에서 확인된 저분자량 펩티드는 Gly-Glu, Ala-Ser, Glu-Ser, Asp-Tyr, Asp-Glu, Glu-Ser-Ala, Asp-Ala-Ser, Ala-Ser-Glu, Ala-Lys-Met 등이 있다(Kim and Lee, 1993b).

한편 종전 우리나라의 식품공전(KFDA, 2000)의 된장 규격에는 아미노태 질소 함량이 포함되어 있었으나, 현행 식품공전(KFDA, 2005)에서는 삭제되었다. 종전의 된장의 규격에 따르면 된장의 아미노태 질소 함량은 160 mg% 이상으로 규정되어 있었다(KFDA, 2000). 본 연구 결과에 의하면 된장은 담금과 동시에 이미 180 mg% 이상의 아미노태 질소 함량을 보였고, 이후 발효기간에 따라 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Noh et al.(1998)과 Kim et al.(1999a)의 결과와도 일치하는 것으로서 된장의 품질 평가 및 관리를 위한 아미노태 질소 함량에 대한 기준의 재설정에 참고가 될 수 있을 것이다.

휘발성 염기질소 함량은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 발효 초기에는 일정 수준을 유지하다가 발효 후기에 증가하는 경향을 보였다. 발효기간 6주까지는 5.17-3.93 mg%의 수준을 유지하다가 발효 7주 후부터 뚜렷이 증가하였으며, 염농도가 낮을수록 급격하게 높아지는 경향을 보였다. 이러한 발효기간에 따른 휘발성 염기질소의 지속적인 증가 경향은 Yoon et al.(1977)이 보고한 식염함량을 14%로 하

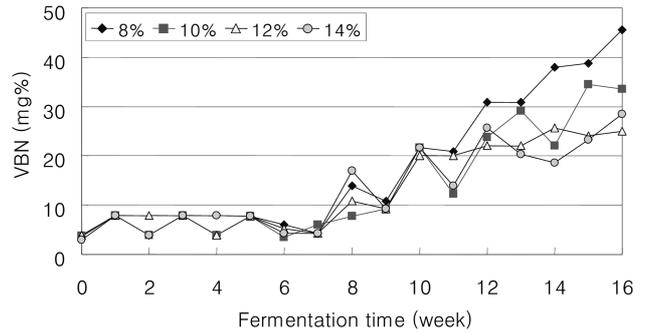


Fig. 5. Effect of salt on volatile basic nitrogen of *Doenjang* during fermentation.

여 제조한 된장에서의 발효 40-60일까지는 증가하였다가 감소하는 경향과는 상이하였다.

암모니아와 아민류의 생성에 따른 휘발성 염기질소는 이상발효 또는 부패의 지표로 사용된다. 즉 된장의 경우 아미노태 질소 함량은 높고 휘발성 염기질소 함량은 낮을수록 우수한 품질을 나타낸다. 염농도별로 양호한 품질의 된장을 제조하는데 적합한 발효기간을 확인하기 위하여 아미노태 질소 350 mg% 이상과 휘발성 염기질소 25 mg% 이하를 기준으로 하여 적정 기간을 산출하였다. 온도 20°C에서 염농도별 된장의 적정 발효기간은 염 함량 8, 10, 12, 14%에서 각각 2-11주, 3-12주, 6-14주, 9-15주로서 염함량에 따라 적정 발효기간이 늘어났다.

환원당

된장의 환원당 함량은 Fig. 6과 같이 염농도에 관계없이 발효기간 5주까지는 11.42-14.62%로써 비교적 일정한 수준을 유지하다가 6주 후부터 증가하여 10주 후에 최대치를 보였고, 이후 감소하였다. 이러한 결과는 염함량, 온도 및 발효기간의 차이는 있으나 Kim et al.(2000)이 보고한 결과와 유사하였다. 된장 발효 시 고지 등 전분질 원료의 분해에 의해 환원당이 생성되는데 생성속도가 미생물에 의해 이용되는 속도보다 높으면 총 함량이 증가한다. 발효 중반까지는 이러한 현상에 의해 환원당 함량이 증가한 것으로

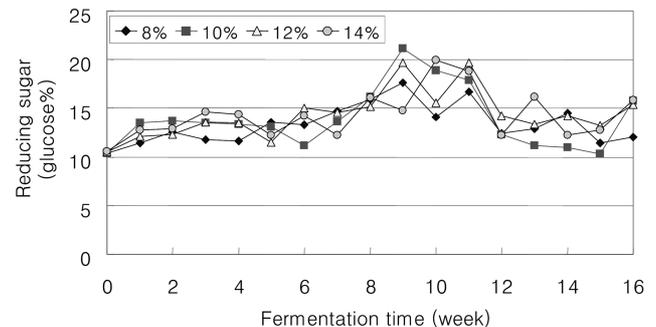


Fig. 6. Effect of salt on reducing sugar of *Doenjang* during fermentation.

Table 2. Sensory scores of Doenjang fermented for different periods at different salt levels

Sample code	Salt level (%)	Fermentation time (week)	Overall acceptability score ¹⁾
8-5	8	5	6.64 ^a
10-5	10	5	6.54 ^a
12-10	12	10	5.73 ^b
14-10	14	10	6.00 ^b

¹⁾Scores followed by same letter are not significantly different ($p=0.05$).

생각된다. 발효 후기에는 전분질 원료가 소진되는 반면 미생물 생육과 Maillard 반응에 의한 갈변이 계속되면서 생성된 당을 소비하므로 당의 소비속도가 생성속도를 상회하여 총량은 감소하는 것으로 생각된다.

관능특성

염 함량을 달리하여 제조한 된장을 위에서 고찰한 대로 아미노태 질소 함량과 휘발성 염기질소 함량을 토대로 판정한 적정 기간 동안 발효한 제품에 대해 관능검사를 실시하여 품질을 비교하였다. 온도 20°C에서 각각 5주 동안 발효시킨 염농도 8%인 된장과 10%인 된장, 그리고 각각 10주 동안 발효시킨 염농도 12%와 14%인 된장에 대하여 관능검사를 실시한 결과 Table 2에 제시된 바와 같이 낮은 염농도에서 단기간 발효한 된장에 대한 기호도가 높은 염농도에서 장기간 발효한 된장에 비하여 높게 나타났다. 즉, 염 함량을 8% 또는 10%로 하여 5주간 발효한 제품의 기호도가 염 함량 12% 또는 14%로 하여 10주간 발효한 제품보다 유의하게 높았다. 한편 염농도 8%와 10% 제품 간에는 유의적인 차이는 없었지만 8%의 경우가 6.64점으로 염농도 10% 경우의 6.54점에 비하여 약간 높은 점수를 보였다. 이러한 결과는 저염 된장에 대한 선호도가 고염 된장에 비하여 높음을 의미하는 것으로써 건강지향적인 식생활 패턴에 부응하는 현상이라 할 수 있다.

요 약

저염 된장 제조를 위하여 염농도 8-14%로 달리하여 제조한 된장을 20°C에서 16주 동안 발효하여 이화학적 특성의 변화를 조사하였다. 된장의 pH는 발효기간에 따라 전반적으로 감소하였고, 발효 4주 후부터 염농도 8%와 10%의 저염 된장이 염농도 12%와 14%인 고염 된장에 비하여 낮은 pH를 보였다. 적정산도는 제조 직후 1주간 급격히 높아진 후 발효기간이 경과함에 따라 완만히 증가하는 경향을 보였으며, 염함량이 높은 된장일수록 낮은 값을 보였다. 단백질 함량은 염농도에 관계없이 발효기간에 따른 변화 없이 일정한 수준을 유지하였다. 아미노태 질소 함량은 발효기간에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 보였으며, 저염 된장에서 높은 값을 보였다. 휘발성 염기질소는 발효 중반까지 일정한 수준으로 유지되다가 발효 후기에 급격히

증가하였으며, 염농도가 낮을수록 높은 경향을 보였다. 환원당은 발효 중기에 증가하다가 발효 후기에는 감소하였다. 염 함량을 달리하여 제조한 된장의 적정 발효기간은 염농도 8%에서 2-11주, 10%에서 3-12주, 12%에서 6-14주, 14%에서 9-15주로 염 함량에 따라 길어졌다. 된장의 관능적 품질은 낮은 염농도에서 단기간 발효한 된장이 높은 염농도로 장기간 발효한 된장에 비하여 우수하였다.

감사의 글

이 연구는 2010년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

참고문헌

- AACC. 1983. Approved Methods of the AACC. 8th ed. Method 46-08. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA.
- Choi SY, Cheigh MJ, Lee JJ, Kim HJ, Hong SS, Chung KS, Lee BK. 1999. Growth suppression effect of traditional fermented soybean paste (*Doenjang*) on the various tumor cells. J. Kor. Soc. Food Nutr. 28: 458-463.
- KFDA. 2000. Food Codes. Korea Food and Drug Administration, Seoul, p. 372.
- KFDA. 2005. Food Codes. Korea Food and Drug Administration, Seoul, p. 404.
- Kim HJ, Sohn KH, Chae SH, Kwak TK, Yim SK. 2002. Brown color characteristics and antioxidizing activity of *Doenjang* extracts. Kor. J. Soc. Food Cookery Sci. 18: 644-654.
- Kim JD, Choe M, Ju JS. 1995. A study on correlation between blood pressure and dietary Na, K intakes pattern in the family members of normal and cerebrovascular disease patients. J. Kor. Soc. Food Nutr. 24: 24-29.
- Kim JS, Choi SH, Lee SD, Lee GH, Oh MJ. 1999a. Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. J. Kor. Soc. Food Nutr. 28: 1069-1075.
- Kim MJ, Lee HS. 1993a. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation (II). Kor. J. Soc. Food Sci. 9: 257-260.
- Kim MJ, Lee HS. 1993b. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation (III). Kor. J. Soc. Food Sci. 9: 261-265.
- Kim SH, Kim SJ, Kim BH, Kang SG, Jung ST. 2000. Fermentation of *Doenjang* prepared with sea salts. Kor. J. Food Sci. Technol. 32: 1365-1370.
- Kim SH, Lee YJ, Kwon DY. 1999b. Isolation of angiotensin

- converting enzyme inhibitor from *Doenjang*. Kor. J. Food Sci. Technol. 31: 848-854.
- Kim YS, Rhee CH, Park HD. 2001. Isolation and characterization of a bacterium from Korean soy paste *Doenjang* producing inhibition of angiotensin converting enzyme. Kor. J. Food Sci. Technol. 33: 84-88.
- Lee BK, Jang YS, Yi SY, Chung KS, Choi SY. 1997. Immunomodulators extracted from Korean-style fermented soybean paste and their function. 1. Isolation of B cell mitogen from Korean-style fermented soybean paste. Kor. J. Immunol. 19: 559-569.
- Lee IK, Kim JK. 2002. Effects of dietary supplementation of Korean soybean paste (*Doenjang*) on the lipid metabolism in rats fed a high fat and/or a high cholesterol diet. J. Kor. Public Health Assoc. 28: 282-305.
- Lee JO, Ryu CH. 2002. Preparation of low salt *Doenjang* using by nisin-producing lactic acid bacteria. J. Kor. Soc. Food Nutr. 31: 75-80.
- Lee KY, Kim HS, Lee HG, Han O, Chang UJ. 1997. Studies on the prediction of the shelf-life of *Kochujang* through the physicochemical and sensory analyses during storage. J. Kor. Soc. Food Nutr. 26: 588-594.
- Lee SK, Heo S, Ju HK, Song KB. 1999. The study on isolation of fibrinolytic bacteria from soybean paste. J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 42: 6-11.
- Lee SW, Shin SY, Yu TJ. 1985. Effects of the ethanol contents on the preparation of low salt *Doenzang*. Kor. J. Food Sci. Technol. 17: 336-339.
- Lim SY, Park KY, Rhee SH. 1999. Anticancer effect of *Doenjang* in *in vitro* sulforhodamine B (SRB) assay. J. Kor. Soc. Food Nutr. 28: 240-245.
- Lim SY, Rhee SH, Park KY, Yun HS, Lee WH. 2004a. Inhibitory effect of methanol extracts and solvent fractions from *Doenjang* on mutagenicity using *in vitro* SOS chromotest and *in vivo* *Drosophila* mutagenic system. J. Kor. Soc. Food Nutr. 33: 1432-1438.
- Lim SY, Rhee SH, Park KY. 2004b. Inhibitory effect of methanol extract of *Doenjang* on growth and DNA synthesis of human cancer cells. J. Kor. Soc. Food Nutr. 33: 936-940.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-431.
- Mok C, Song K, Lee JY, Park YS, Lim S. 2005. Changes in microorganisms and enzyme activity of soybean paste (*Doenjang*) during fermentation. Food Eng. Progress 9: 112-117.
- Mok CK, Lee JY, Song KT, Kim SY, Lim SB, Woo GJ. 2000. Changes in physicochemical properties of salted and fermented shrimp at different salt levels. Kor. J. Food Sci. Technol. 32: 187-191.
- Noh BS, Yang YM, Lee TS, Hong HK, Kwon CH, Sung YK. 1998. Prediction of fermentation time of Korean style soybean paste by using the portable electronic nose. Kor. J. Food Sci. Technol. 30: 356-362.
- Park BJ, Jang KS, Kim DH, Yook HS, Byun MW. 2002. Changes of microbiological and physicochemical characteristics of *Doenjang* prepared with low salt content and gamma irradiation. Kor. J. Food Sci. Technol. 34: 79-84.
- Park JS, Lee MY, Kim KS, Lee TS. 1994. Volatile flavor components of soybean paste (*Doenjang*) prepared from different types of strains. Kor. J. Food Sci. Technol. 26: 255-260.
- Persson J. 1995. Handbook for Kjeldahl Digestion. Tecator AB, Hgans, Sweden.
- SAS Institute Inc. 1995. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Shin ZI, Ahn CW, Nam HS, Lee HJ, Lee HJ, Moon TH. 1995. Fractionation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste. Kor. J. Food Sci. Technol. 27(2): 230-234.
- Yoo SK, Cho WH, Kang SM, Lee SH. 1999. Isolation and identification of microorganisms in Korean traditional soybean paste and soybean sauce. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 27: 113-117.
- Yoon IS, Kim HO, Youn SE, Lee KS. 1977. Studies on the changes of N-compounds during the fermentation process of the Korean *Daenjang*. Kor. J. Food Sci. Technol. 9: 131-137.