

Characteristics of Rice Doenjang Prepared with Brown Rice Koji

Seung-Eun Lee¹, Hyung-Joo Suh² and Jong-Hyun Hwang^{3*}

¹Department of Food Science and Technology, Chungju National University, Jeungpyeong 368-701, Korea

²Department of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 136-703, Korea

^{3*}Department of Food and Nutrition, Chungju National University, Jeungpyeong 368-701, Korea

현미코지를 이용한 쌀된장의 특성

이승은¹ · 서형주² · 황중현^{3*}

¹충주대학교 식품공학과, ²고려대학교 식품영양학과, ^{3*}충주대학교 식품영양학과

Abstract

This study was conducted to determine the appropriate mixing ratio of Koji and rice Doenjang. Brown rice Doenjang (BR) was prepared with three different ratios of cooked soybean to brown rice Koji [1.5:1 (BR-1); 2:1 (BR-2); and 3:1 (BR-3)], and polished-rice Doenjang (PR) was prepared with cooked soybean and polished-rice Koji (2:1). The components related to the quality of Doenjang were analyzed during 60-day aging. No significant differences were found in the moisture and salt contents between the brown rice Doenjang and the polished-rice Doenjang. The pH, titratable acidity, and bacteria cells increased at 20-30 days aging time, and decreased thereafter. The reducing-sugar and ethyl alcohol contents, on the other hand, increased at 10-20 days previously. These analytical values of the physicochemical and microbiological characteristics increased with the increase in the percentage of koji in each Doenjang. The amino-nitrogen and free-amino-acid contents showed the highest levels in BR-1: 887.6 and 4047.0±1.5 mg%, respectively. The γ -aminobutyric-acid (GABA) contents slightly increased with increasing aging time. In the color of Doenjang, the lightness and yellowness increased along with the aging time, but the redness decreased as the aging time increased. These results showed that BR-1 processed the fermentation the fastest compared with the others. Moreover, the reducing-sugar, ethanol, and free-amino-acid contents as palatable components increased rapidly until 30 days aging time.

Key words : brown rice, Koji, rice Doenjang, aging

서 론

된장은 우리나라의 대표적인 전통 발효식품의 하나로 콩 또는 전분질원료를 혼합 사용하여 발효시킴으로써 단백질 분해과정에서 생성되는 아미노산의 구수한 맛과 전분질로부터 유래하는 감미성분, 소금의 짠맛과 미생물에 의해 형성되는 향미성분 등이 어우러져 복합적인 풍미를 나타내는 중요 조미식품이다(1). 된장은 제조방법에 따라 증자대두에 자연계의 미생물들이 착생, 번식하게 하여 발효한 메주를 소금물에 담가 제조함으로써 콩만을 원료로 하는 재래식 제조방법과 대두 또는 소맥분 등의 전분질 원료에 곰팡이

(*Aspergillus oryzae*)를 접종하여 배양한 코지와 함께 증자대두 및 소금과 혼합하여 담그는 개량식 제조방법이 있다. 품질 측면에서는 일반적으로 재래식 제조방법은 메주의 제조과정에서 제조방법과 기후의 차이에 의해 다양한 미생물이 관여하므로 메주의 품질이 일정하지 않을 뿐만 아니라 옥외에서 향아리에 의한 담금, 숙성으로 인하여 장기간 일정 품질을 유지하기 어려운 기술적 문제가 남아 있으며(1-3), 개량식 제조방법에 있어서는 대두, 소맥 등의 원료를 이용한 코지 된장의 경우 재래식 된장의 복합적인 고유풍미에 미치지 못하므로 메주를 혼합 사용하거나 메주의 미생물을 스타터로 이용하는 제조방법의 개발이 시도되고 있으나 아직 미흡하며, 소맥분등의 원료에 따른 품질 저하의 문제가 우려된다(4-6).

특히 산업적인 제조방법으로 널리 사용되고 있는 개량식

*Corresponding author. E-mail : jhhwang@cjnu.ac.kr
Phone : 82-43-820-5332, Fax : 82-43-820-5850

제조방법의 경우에는 주로 소맥분코지를 원료로 하고 있으며, 우수품미의 된장을 제조하기 위해 메주와 미생물을 응용한 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 코지원료 또는 전분질 원료로써 소맥분 이외의 쌀을 원료로 하는 된장 제조에 관한 연구는 매우 미흡하다(7). 즉 된장의 제조에 있어서 황국균과 납두균을 혼합 배양한 된장메주가 효소활성과 숙성품질이 우수하였으며(6,8), 재래된장의 품미에 미치는 주요세균은 *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* 및 일부 *Bacillus* 속 균으로 알려져 있으며(5, 9-12), 재래식메주, *Bacillus* spp.를 접종한 콩메주 및 *Asp. spp.* 코지를 이용한 된장의 연구에서 재래식 메주를 이용한 메주가 향기성분이 가장 많았고(13), *Asp. oryzae* 코지와 *Bacillus spp.*를 혼합 배양한 된장이 품미가 양호하였다고 보고(14,15) 하는 등 코지와 메주 미생물을 이용하여 개량식방법의 장점을 이용하고 재래식 된장의 품미를 살리기 위한 연구는 다양하게 보고되고 있으나, 원료 측면에서 소맥분 대신 쌀을 이용한 된장의 특성과 품미에 관한 연구는 극히 저조하여 전처리방법 및 숙성온도 변화에 따른 쌀된장의 특성변화 연구(16) 쌀을 이용한 된장의 품질특성 및 기호성 연구(17)와 두유박을 이용한 쌀된장의 연구(18) 등 일부에 지나지 않는다.

그러나 최근 소비자 기호도의 변화와 국가 간 식문화의 교류에 따라 다양한 취향의 제품 개발이 요구되고 있으나, 현실적으로는 전통된장의 연구에만 집중되어 있어 원료나 품질의 고급화와 다양화를 지향하는 소비자의 욕구에 미치지 못하고 있다. 더구나 일본 된장은 전통적으로 쌀코지를 이용하며, 엄격한 발효관리를 유지함으로써 온화한 품미를 유지하므로 외국인이 선호하는 장점은 본받을 만하다. 더욱이 근년에는 쌀의 가공방법을 달리한 코지로부터 된장을 제조하거나, 잡곡류를 이용한 된장의 제조연구(19,20) 등 다양한 원료를 사용하는 데 비하여 우리나라의 경우에는 원료의 사용이 극히 제한적이다. 따라서 앞으로는 전통적인 제조기술의 고정관념에만 집착하지 않고 여러 세대의 기호를 충족시키며 생활의 변화에 부응하는 원료와 제조기술로 새로운 형태의 제품들이 다양하게 개발 되어야 할 것으로 본다. 또한 최근 품질고급화를 위해 쌀을 이용한 고추장이 시판되는 등 장류에서도 쌀의 이용측면이 점차 높아지고 있으므로 쌀을 이용한 된장의 개발을 통해 제품의 고급화 및 다양화 시도가 필요할 것으로 전망된다.

따라서 본 연구에서는 우수한 품질의 된장을 개발하기 위해서 전보(21,22)에서와 같이 메주로부터 단백분해효소 활성이 우수한 균주를 분리하고, 원료미의 처리방법에 따른 코지 효소활성을 검토한 결과 현미(7분도미) 코지가 효소활성이 가장 우수하였기에 7분도미 코지를 이용하여 된장을 제조하고 숙성기간동안 품질특성을 조사함으로써 쌀된장 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 백미는 2010년 진천산 추청미, 현미는 추청미를 7분도미로 도정하여 사용하였고, 콩은 국산 백태(태광)를, 소금은 CJ제일제당의 꽃소금을 시중에서 구입하여 사용하였다. 코지제조를 위해 곰팡이는 충주대학교 발효가공실험실에 보관 중인 *Aspergillus oryzae* CJCM-4를 이용하였으며, 된장 담금에 이용된 효모는 *Zygosaccharomyces rouxii* (KCCM 12066)를 한국종균협회로부터 구입하여 사용하였다. 일반분석용 시약은 Sigma사 제품을 사용하였다.

코지 제조

원료미는 수세하여 백미는 6시간, 현미는 12시간 침지시킨 후 2시간 물 빼기를 하고, 1 kg/cm²에서 20분간 증자한 다음 방냉하였다. 여기에 곰팡이(*A. oryzae* CJCM-4) 포자를 0.2% (W/W)접종하여 제국상자(45cm×30cm×5cm)에 2 Kg 씩 나누어 담고 발효기(SDCC-1P, KOMA Co, Japan)에서 30℃, 상대습도 90%의 조건하에서 72시간 제국하여 사용하였다. 제국과정 중 품온이 36℃가 넘지 않도록 3~4회 헤치기를 행하였으며, 제국 48시간 이후에는 발효기의 온도를 25℃로 내려서 품온 상승을 억제하여 코지를 제조하였다.

된장 제조

대두는 3회 수세하여 12시간 침지시킨 후 1 Kg/cm²에서, 30분간 증자하였다. 된장담금은 대두와 현미코지의 비율을 달리하여 (대두:현미코지= 1.5:1, 2:1, 3:1) Table 1의 배합비율에 따라 담금하였고, 대조구로는 쌀코지(대두:쌀코지=2:1)를 사용하였다. 효모스타터는 10%코지용액을 55℃에서 4시간동안 서서히 교반하여 얻은 당화액에 *Zygosaccharomyces rouxii*를 접종 배양하여 얻은 균액(2×10⁷CFU/mL)을 된장 1g당 10⁵수준이 되도록 첨가하였다. 대두, 코지, 소금 및 물과 함께 혼합한 조성물은 파쇄하여 10 L 플라스틱 황토용기에 담가 30℃ 항온기에 저장 숙성하였다.

Table 1. Mixing ratio for rice Doenjang

Ingredients	Samples			
	BR-1 ¹⁾	BR-2 ²⁾	BR-3 ³⁾	PR ⁴⁾
Cooked soybean	3600	4000	4500	4000
Rice koji	2400	2000	1500	2000
Sodium chloride	1000	1000	1000	1000
Water	1200	1200	1200	1200
Cultured yeast	100	100	100	100

¹⁾BR-1: Doenjang prepared with the ratio of cooked soybean: brown rice koji (1.5:1)

²⁾BR-2: Doenjang prepared with the ratio of cooked soybean: brown rice koji (2.0:1)

³⁾BR-3: Doenjang prepared with the ratio of cooked soybean: brown rice koji (3.0:1)

⁴⁾PR: Doenjang prepared with the ratio of cooked soybean: polished rice koji (2.0:1)

BR means brown rice polished with 70% ratio of rice bran

PR means rice polished with 100% ratio of rice bran

일반성분 분석

수분은 적외선 수분측정기(FD-240, Kett, Japan)를 이용하여 0.1%이하의 유의차를 향량으로 측정하였으며, 염도는 시료 10g에 90ml의 증류수를 넣어 믹서로 균질화 시킨 혼합액을 염도계(TM-30D, TAKEMURA, Japan)로 측정하였고, pH는 시료와 증류수를 동량의 비율로 혼합하여 직접 pH meter (PHM 210, Radiometer, France)로 측정하였고, 적정산도는 시료 10g에 증류수 40 mL를 가하여 교반하면서 0.1N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 그 소비량(mL)을 적정 산도로 나타내었으며(23), 에칠알코올은 산화환원적정법, 환원당은 Somogyi변법으로 측정하였다(24)

아미노산성 질소 분석

아미노산성 질소(NH₂-N)는 포르몰 질소함량에서 암모니아성 질소 함량을 뺀 것으로 하였는데, 포르몰질소의 측정은 시료 1 g에 증류수 20 mL를 가하여 교반 후 원심분리(1,000 g ×10 min)하여 상정액 10 mL를 formalin 10 mL과 혼합하여 pH 8.3이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하여 적정 mL수를 환산하였다(23) 암모니아성질소(NH₃-N)는 된장추출액 20 mL, 30% NaOH 2 mL와 소포제로써 실리콘수지 3 mL를 증류장치에 넣은 다음, 5분간 증류할 때에 발생하는 가스를 3% boric acid로 포집하여 0.02N HCl로 pH 4.0까지 적정하여 산출하였다(24)

미생물수 측정

시료 10 g을 Stomacher 전용의 무균 pouch에 취한 다음, 멸균 생리식염수용액(0.85% NaCl) 90 mL를 붓고 stomacher (promedia SH-II M, Erlmex Co, Tokyo, Japan)를 이용하여 1분간 균질화한 후 상등액을 취하여 차례로 10배 희석액을 조제한 다음 균수측정에 사용하였다. 총균수는 PCA (plate counting agar, DIFCO, USA)배지에 접종하여 37℃ incubator에서 48시간 배양 후 발생한 colony수를 계수하여

총 균수(CFU/mL)로 하였고, 효모수는 PDA (Potato Dextrose Agar, Difco, USA)에 접종하여 30℃ incubator에서 48시간 배양 후 발생한 colony수를 계수하였다.

색도 측정

된장의 표면색도 측정은 색차계 (Colorimeter, Model CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(L값), 적색도(a값, +:적색, -:녹색), 황색도(b값, -:황색, +:청색)로 나타내었으며 3회 반복 측정하였다. 이 때 사용한 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 89.2, 0.921 및 0.78 이었다.

아미노산 분석

아미노산과 γ -aminobutyric acid 분석은 Waters AccQ-Tag amino acid 분석법(Waters, USA)에 의하여 분석하였다(25) 된장 1.0 g을 증류수 10 mL을 넣고 균질화한 후 trifluoroacetic acid 용액 20 mL를 가하여 단백질을 제거하였고 이것을 1.0 mL 취하여 membrane filter를 이용하여 여과한 20 μ L 취하여 borate buffer 60 μ L와 혼합시키고 여기에 AccQ 유도제 용액 20 μ L를 첨가하여 1 분간 정치 후 55℃에서 10분간 반응을 하였다. 분석 조건은 HPLC (Waters 2695XC, Waters, USA) 를 사용하여 컬럼은 AccQ-Tag (3.9×150 mm, Waters, Ireland)을 사용하였고, 형광검출기(EX: 250 nm, EM: 395 nm)로 검출하였으며, 이동상은 10% AccQ Tag Eluent A(이동상 A)와 60% ACN(이동상 B)의 비율을 5:95(5분) → 10:90(15분) → 15:85(19분) → 33:67(32분) → 100:0(34분) → 0:100(44분)으로, 유속은 1 mL/min의 조건으로 분석하였다.

결과 및 고찰

수분 및 염도 변화

Table 2는 된장의 수분과 염도를 측정된 결과로 된장

Table 2. Changes in moisture content and salinity during the aging of rice Doenjang

(Unit:%)

Samples	Aging time (days)							
	0	10	20	30	40	50	60	
Moisture content	BR-1	46.49	50.22	53.81	54.84	55.15	50.06	55.25
	BR-2	50.68	53.78	53.45	56.58	56.42	57.45	57.52
	BR-3	51.99	56.57	53.72	56.58	54.81	56.34	55.73
	PR	52.59	58.56	56.38	57.48	55.61	59.04	59.25
Salinity	BR-1	11.9	11.9	12	11.6	12.2	11.6	13.7
	BR-2	13.8	12.3	12.6	11.7	12.5	11.7	13.9
	BR-3	14.4	12.8	13.2	12.5	12.9	12	14.3
	PR	14.1	12.6	13.1	12.2	12.4	12.2	13.8

제조 직후 수분함량은 50.49~52.59%로 시료 간에 다소 차이가 발생하였으나 숙성 40일 쯤 이르러서는 현미코지로 담근 BR-1,2,3된장과 백미코지로 담근 PR된장 모두 54.81~56.42%로 큰 차이가 없었으며 숙성 60일째에 55.25~57.52%로 초기에 비해 약 4.76~6.86%의 증가를 보이고 있다. 된장은 숙성과정에서 제조 원료 자체의 수분 함량과 숙성 기간 중 상대 습도의 변화, 숙성 과정 중 고형분의 분해정도에 의해 수분 함량이 달라지는 것으로 보고되고 있는 데(17), 시판되고 있는 10종의 재래식 된장의 수분함량의 경우 제법에 따라 수분함량이 46.90~57.60%의 범위로 차이가 있다고 보고된 결과(26)와 비교 시에는 본 연구에서 제조된 된장의 수분함량은 다소 높은 값을 나타내었으며 한국전통식품인증 규격의 된장 수분함량 기준인 55.0% 이하(27)보다 약간 높은 것으로 나타나 향후 된장 제조 시에 배합비의 조절에 의한 수분함량의 조정이 필요한 것으로 보인다.

염도의 경우에는 담금 직후에는 배합비에 따라 약간의 차이가 있는 것으로 나타났으나 숙성 30일 이후에는 전체적으로 평형을 이루는 것으로 보이며 숙성 40일 쯤에는 12.2~12.9%범위로 시료간의 큰 차이가 없었으나 숙성 60일 쯤 이르러 다소 높아지는 것으로 나타났다. 이는 초기에는 소금이 배합된 직후이므로 소금의 용해와 배합상태가 불균일한 것으로 보이며 숙성이 경과됨에 따라 점차 고형물의 분해가 일어남과 동시에 염에 의한 삼투압에 의해 수분이 유출되면서 내부에서 평형이 일어나는 것으로 생각되며 숙성 30일 이후에는 전체적으로 안정된 경향을 나타내었고 숙성 60일 쯤 다소 염도가 높아지는 것은 숙성기간 중 숙성 환경에 의해 일부 수분의 증발이 일어난 것으로 생각되나 염도의 변화는 크지 않았으며 배합 시 목표염도로 계산했던 12%보다는 다소 높아 향후 된장 담금 시에는 소금량의 감소가 요구된다. 이러한 경향은 숙성기간중의 염도의 변화는 미미하였다는 다른 연구결과와 유사하며(17). 본 연구와는 달리 혼합콩(강낭콩, 서리태, 서목태, 작두콩, 청태, 팥)을 사용하여 된장을 제조하였을 때 혼합콩의 함량이 증

가할수록 염도 함량은 감소하는 경향을 보였는데, 이는 숙성 과정 중 혼합콩이 가지고 있는 성분의 차이로 보고하였다(28).

pH 및 산도 변화

Table 3에서와 같이 pH의 변화는 숙성기간이 증가할수록 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 산도는 증가하는 경향을 보였다. 백미 코지를 이용한 된장 PR에 비하여 현미 코지를 이용한 된장 BR-1, -2, -3의 pH 감소와 산도 증가 폭에 차이를 보였으며 코지비율이 높을수록 pH변화와 산도증가 폭은 커지는 경향이였다. 한편 코지비율이 동일한 BR-2와 PR의 비교 시에는 현미코지를 사용한 BR-2가 PR에 비하여 pH 감소와 산도 증가의 차이가 큰 것으로 나타났는데, 현미코지로 담근 된장의 변화가 백미코지에 비해 빠른 것은 현미에 들어 있는 질소와 인과 같은 영양원이 미생물의 생육에 영향을 미쳐 유기산이 증가하면서 숙성이 빨리 진행되는 것으로 보인다(19).

이와 같은 경향은 쌀된장의 숙성경과에 따라 pH는 점차 감소하여 pH가 5.0~5.2수준으로 저하하였다는 보고(16,19)와 유사하며, 이는 된장을 포함한 장류 제품의 경우 숙성중 미생물의 작용으로 lactic acid, acetic acid, oxalic acid 등의 유기산이 생성되기 때문이다. 산도는 된장의 산미와 관계가 있으며 lactic acid, acetic acid, oxalic acid 등의 유기산에 많은 영향을 받을 뿐만 아니라 아미노산, 펩타이드 등 된장의 감칠맛에 관여하는 factor들에 많은 영향을 받는 항목이라 할 수 있으므로 숙성의 지표가 되는 이유이다(29) 따라서 사용한 코지의 종류와 코지의 첨가 함량에 따라 pH 및 산도의 변화를 보임에 따라 된장의 품질에도 차이가 있을 것으로 추정된다.

미생물 변화

된장의 발효 중 미생물은 된장의 맛과 향기에 큰 역할을 한다(30). Table 4에서와 같이 세균의 수는 숙성경과에 따라 숙성 30일 쯤 까지 약간 증가 하는 경향을 보여주었으나

Table 3. Changes in pH and acidity during the aging of rice Doenjang

Samples	Aging time (days)							
	0	10	20	30	40	50	60	
pH	BR-1	5.46	5.12	5.01	4.99	5.02	4.97	4.88
	BR-2	5.48	5.18	5.06	5.07	5.07	5.01	4.97
	BR-3	5.48	5.27	5.16	5.08	5.13	5.04	5.03
	PR	5.51	5.31	5.16	5.12	5.11	5.07	5.01
Acidity (mL/g)	BR-1	9.38	16.83	21.23	19.80	20.35	22.33	24.31
	BR-2	8.47	16.39	20.24	18.37	18.81	18.81	22.77
	BR-3	8.47	16.83	18.81	18.81	19.36	20.79	24.31
	PR	7.92	15.84	18.26	17.38	17.82	18.37	21.34

이후에는 약간 감소하여 전체적으로 10^5 - 10^4 CFU/g의 균수를 보였으며, 초기의 백미 코지를 사용한 된장 PR은 숙성 60일째 까지 10^5 의 세균수를 유지한 반면, 현미 코지의 경우에는 30일 이후에는 세균수가 점차 줄어드는 경향을 보였다. 효모의 경우도 효모의 경우에는 배합 시에 접종된 효모의 량이 숙성 20일째 까지 약간의 증가를 이루다가 시간이 경과할수록 점차 감소하는 경향을 보였다. 10^5 - 10^4 CFU/g의 균수를 보였으며, 숙성기간 40일까지는 효모의 수가 감소하여 10^3 CFU/g의 균수를 보이다가 60일 숙성 후 10^4 CFU/g로 다소 증가하였다. 이러한 결과는 Kim 등(31)이 재래식 된장의 발효 기간에 따른 곰팡이와 효모 변화를 조사한 결과 발효 60일까지 증가한 후 감소하였다고 보고한 것과 Lee 등(32)의 표고버섯이 첨가된 재래식 된장의 경우 발효 초기에는 나타나지 않다가 발효 15일에 균수가 출현하여 발효 30일 이후에는 감소하였다는 결과와는 차이가 있었다. 그러나 Lee와 Oh(33)의 된장의 발효에 관계하는 효모의 경우 배양 온도와 조건에 따라 생육곡선이 다르고, 효모에 의해 된장 발효 중 향미에 영향을 주는 알코올 등이 생성되다가 숙성이 더 진행되면 에탄올의 완만한 증가와 생성된

에탄올에 의한 효모의 생육억제에 의한 것이라고 보고된 결과와 유사하였다. 다만 이들의 보고에서는 효모수가 10^6 CFU/g이상으로 높게 나타난 것에 비하여 본 연구결과에서는 효모수가 다소 낮은 것으로 나타났는데 효모첨가에 의한 풍미물질의 증진을 위해서는 배양효모수의 증가 또는 접종량의 증가 등의 방안이 필요한 것으로 생각되었다.

환원당과 알코올 함량 변화

된장 숙성중의 환원당의 함량 변화를 측정된 결과 (Fig. 1), 제조 직 후 환원당의 함량은 13.63-14.13 mg/g이었으나 숙성 10일째 급격하게 증가하여 20.27-25.56 mg/g을 나타낸 후 숙성 20일째 다시 15.73-17.18 mg/g로 낮아졌는데 이는 코지의 효소에 의하여 초기에 증가된 환원당이 20일 이후에는 된장 숙성에 관여하는 미생물의 영양원, 알코올 발효, 유기산 발효의 기질로 당이 이용되었기 때문에 감소된 것으로 생각되며, 코지비율이 높을수록 환원당이 높았던 것은 코지의 효소량에 영향을 받는 것으로 생각된다. 이와 같은 경향은 전처리방법을 달리한 쌀된장의 숙성 시 숙성 20일에 환원당이 최대에 이르렀고 이후 감소하였다는 Chung

Table 4. Changes in viable cell count of bacteria and yeast during the aging of rice Doenjang

Samples	Aging time (days)							
	0	10	20	30	40	50	60	
Bacteria	BR-1	1.45×10^5	1.10×10^5	3.20×10^5	5.45×10^5	5.00×10^4	6.53×10^4	8.50×10^3
	BR-2	2.65×10^5	1.60×10^5	2.20×10^5	6.60×10^5	6.40×10^4	6.03×10^4	1.90×10^4
	BR-3	2.25×10^5	2.10×10^5	3.25×10^5	1.70×10^5	6.60×10^4	7.23×10^4	1.32×10^5
	PR	5.85×10^5	8.50×10^5	9.00×10^5	7.00×10^5	1.38×10^5	2.24×10^5	1.28×10^5
Yeast	BR-1	1.05×10^5	4.60×10^5	7.37×10^5	5.00×10^4	4.00×10^3	1.85×10^4	1.75×10^4
	BR-2	2.70×10^5	3.60×10^5	7.20×10^5	7.00×10^4	3.33×10^3	1.10×10^4	1.90×10^4
	BR-3	2.20×10^5	1.95×10^5	4.75×10^5	1.30×10^5	4.33×10^3	1.20×10^4	1.90×10^4
	PR	1.10×10^5	1.13×10^6	5.17×10^5	6.00×10^4	8.67×10^3	1.35×10^4	1.80×10^4

¹⁾Mean value of triplicate measurements

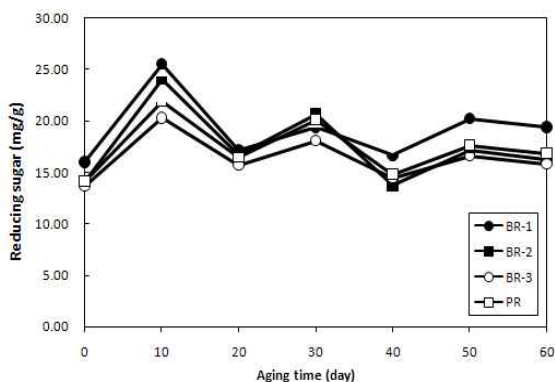


Fig. 1. Changes in reducing sugar during the aging of rice Doenjang.

등(16)과 신 등(34)의 보고와 유사한 경향을 보여주었다.

알코올의 함량은 숙성이 진행됨에 따라 20일째 까지 급격하게 증가하여 1.50-1.36%로 최대 함량을 나타낸 이후 급격히 감소하여 60일 숙성 시에는 0.41-0.52%의 함량을 나타냈다(Fig. 2) 알코올의 생성은 담금 시 접종된 효모가 생육하면서 생성된 환원당에 의하여 초기에 집중적으로 생성되는 것으로 보였으며, 이후 효소에 의한 단백질의 분해와 미생물에 의한 유기산의 생성과 함께 풍미에 관여하는 물질이 생성되는 것으로 생각되며, 이러한 경향은 된장의 숙성과정 중 *Saccharomyces rouxii* 등의 효모 발효에 의하여 생성되는 알코올은 초기에 급격히 증가하여 숙성경과에 따라 점차 감소하였으며 이들이 장류의 향미에 관여하는

것으로 보고된 바와 일치하였다(5,34)

아미노산성 질소 변화

아미노태 질소의 함량은 된장의 숙성 정도를 나타내는 중요한 기준이다(19) 된장의 한국산업규격과 전통식품규격에 의하면 아미노태 질소 함량 기준을 300 mg% 이상으로 규정하고 있는데, 본 연구에서 제조 초기에 341.6-436.8 mg%에서 숙성이 진행됨에 따라 서서히 증가하여 숙성 60 일째에 현미 코지를 사용한 된장, BR-1, -2, -3은 887.6, 848.4 와 814.8 mg%를 보인 반면 백미 코지를 사용한 된장 PR은 770.0 mg%로 다소 낮은 함량을 보였으며, 현미 코지의 첨가량이 높을수록 아미노태 질소량이 증가하는 경향을 보였다. 이는 재래식 된장 제조 시 아미노태 질소 함량이 377.2 0~834.08 mg%이었다는 보고에 비해 함량이 높았으며 (7,9), 아미노태 질소함량이 된장의 숙성기간이 경과함에 따라 계속 증가한다는 경향과 일치하였다(10,18)

유리아미노산 함량 변화

코지 함량 및 종류에 따라 제조한 된장의 유리아미노산 함량 결과는 Table 5에 나타내었다. 유리아미노산은 된장의 맛을 좌우하게 되는데, 담금 원료, 숙성 온도, 숙성 기간에 따라 차이가 있으며, 된장에서 맛에 대한 기여도는 leucine

과 iso-leucine 같은 쓴맛 성분이 가장 큰 영향을 미치며, 다음으로 cystine, aspartic acid, glutamic acid와 같은 구수한 맛 성분이 영향을 미친다고 보고되었다(10). 본 실험의 유리아미노산 분석 결과, 현미 코지 함량이 높은 BR-1과 백미 코지를 사용한 PR은 glutamic acid>arginine>aspartic acid의 순이었으나 BR-2과 BR-3는 glutamic acid>arginine>leucine의 순으로 다소 차이를 보였다. Kim과 Lee(35)는 미생물급 원을 달리한 숙성 된장의 유리아미노산을 측정된 결과 시험 된장에 따라서 다소 차이는 있지만 glutamic acid, tyrosine, lysine, aspartic acid 등이 비교적 많이 검출되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 유리아미노산의 총 함량을 살펴보면 PR이 3455.9 mg%, BR-1, -2와 -3는 각각 4047.0, 3567.6, 3496.5 mg%의 값을 보여주었는데, 이는 현미 코지의 함량이 높을수록 유리아미노산의 함량이 높았으며, 코지함량이 같은 경우에도 현미 코지를 사용한 BR-2 된장이 백미 코지만을 사용한 PR된장에 비해 높은 함량을 보여 줌으로써 백미코지에 비해서 현미코지를 사용하는 것이 된장의 아미노산을 증가시키는 데 기여할 것으로 생각되었다. 이와 같은 결과는 일반적으로 아미노산 조성의 차이는 종균의 사용 여부와 종류, 원료 배합, 발효 기간 및 조건에 따라 그 조성 과 함량이 다르게 나타나지만 Park 등(36)이 전국에서 수거한 전통된장의 분석에서, 전통된장의 유리아미노산이 일식 된장 보다 높았고 분포는 707.4~4403.5 mg% 범위이었으며 전통된장의 평균 유리아미노산 총량은 2908.9 mg% 으로 보고 하였는데 본 연구 결과는 더 많은 유리아미노산이 함유되어 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Contents of free amino acids in rice Doenjang after aging of 60 days

Amino acids	Content in sample (mg%)			
	BR-1	BR-2	BR-3	PR
Aspartic acid	379.2±0.4	307.6±0.9	304.4±5.8	332.0±1.9
Serine	230.8±0.4	220.9±5.4	204.6±0.7	201.0±1.2
Glutamic acid	526.2±1.6	456.0±5.9	456.6±1.4	461.8±2.1
Glycine	116.2±0.1	119.3±2.2	107.3±0.5	105.9±0.7
Histidine	139.7±0.0	112.1±1.7	119.5±0.2	114.6±0.9
Arginine	427.3±0.0	365.9±5.5	362.8±0.6	360.9±0.9
Threonine	164.3±1.8	147.9±1.7	140.7±1.4	140.3±1.3
Alanine	174.2±1.8	173.0±1.7	158.4±1.2	153.9±0.6
Proline	212.6±1.2	218.4±4.6	196.0±1.8	193.9±2.1
Cysteine	32.0±1.2	17.8±1.2	28.5±0.3	32.7±0.9
Tyrosine	177.3±0.6	184.8±3.4	166.4±0.7	173.7±0.3
Valine	230.4±0.4	205.4±3.4	199.4±0.6	196.4±1.1
Methionine	69.0±0	57.4±0.7	60.3±0.1	58.8±0.2
Lysine	326.6±5.5	263.9±6.9	275.6±5.2	275.0±5.3
IsoLeusine	232.0±2.5	198.3±4.6	198.7±2.5	195.8±2.9
Leucine	366.6±4.7	316.9±8.0	313.5±4.5	311.0±4.9
Phenylalanine	242.8±2.6	202.0±4.6	203.9±2.5	148.3±5.3
Total	4047.0±1.5	3567.6±3.7	3496.5±1.8	3455.9±1.9

¹⁾mean±S.D

γ-Aminobutyric acid(GABA) 함량 변화

GABA는 식품 중에 널리 분포하는 비단백태 아미노산으로 야채, 과일, 녹차, 곡물류 등에 존재하며, 인체에서는 중추신경계 신경전달물질로 작용하며(37), 혈압상승억제, 혈중 cholesterol 및 중성지방의 증가 억제, 뇌의 혈류개선, 비만방지, 시력증진 작용 이외에 신경의 흥분을 억제하고, 긴장을 완화시켜 불안감이나 스트레스를 억제하는 등의 많은 약리적 효과가 있어 의약품 원료로 사용되고 있다(38). Jo 등(39)은 된장의 숙성기간에 따른 GABA 함량을 연구한 결과 숙성기간이 증가함에 따라 여러 가지 효소적 반응에 의해 GABA 함량은 증가하고, GABA의 전구체인 glutamic acid가 감소되는 것을 확인하였고, 대조군 시료의 경우 GABA의 함량을 분석한 결과 24.9 mg/kg이었으나, 숙성기간이 증가함에 따라 43.8, 120.6, 569.5, 930.7 그리고 10년 숙성된 된장의 경우 1,938.7 mg/kg으로 대조군 시료에 비해 약 77배 증가하였다고 보고하고 있다. Table 6에서와 같이 GABA 함량은 숙성기간이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 현미 코지를 사용한 된장(BR-1, -2, -3)은 백미 코지만 사용한 된장에 비해 높은 함량을 보였으며, 특히 백미코지를 이용한 된장은 담금초기에는 GABA가 없었던

것이 숙성이 진행되면서 생성되며, 현미코지 된장은 초기에서부터 존재하는 것으로 보아 코지 제조과정에서 유래하는 것으로 추측되었다. 숙성 60일째 생성된 GABA 함량은 30.4~36.2 mg% 수준으로 앞서 보고한 1년 숙성된 된장인 43.8 mg%에 비해 다소 적은 수준이었으나 숙성과 함께 GABA 함량이 증가되고 현미된장이 유사한 수준이나 다소 높은 것으로 보아 향후 GABA 함량을 증진 시킬 수 현미된장의 연구를 통해 기능성 된장의 개발이 가능할 것으로 생각된다.

Table 6. Changes in GABA(γ -aminobutyric acid) contents during the aging of rice Doenjang

Samples	Aging time (days)		
	(Unit : mg%)		
	0	30	60
BR-1	27.3±1.2	36.5±1.2	35.6±1.6
BR-2	27.1±1.5	33.3±1.4	30.6±1.0
BR-3	27.3±0.9	34.4±1.2	36.2±1.1
PR	trace	27.4±1.0	30.4±1.2

색도 변화

색도는 숙성기간이 증가함에 따라 L값(lightness)과 b값(yellow)은 감소하는 경향을 보였으나, a값(red)은 증가하는 경향을 보여 된장의 색상은 숙성 경과에 따라 점차 어두어 지며 적갈색이 증가하는 것으로 나타났으며, 숙성 30일 이후부터 색상의 차이가 벌어지는 것으로 나타났다. 된장 제조 직후 L값은 BR-1 45.98, BR-2 46.95, BR-3 48.86, PR 49.92로 현미 코지 사용 시 보다 백미 코지 사용 된장에 서의 L값이 높았으며, 숙성 60일에도 이러한 경향을 보였다. 현미 코지를 사용한 된장은 현미 코지의 첨가량이 높을 수록 L값이 낮아 도정도가 높은 백미 코지 된장(PR)이 다소 색상이 밝은 것을 알 수 있다. 60일 숙성 후 현미 코지를 사용한 된장의 a값은 숙성 초에 비하여 2.75(BR-1), 2.92(BR-2)와 2.95(BR-3)의 증가를 보여주었으나, 백미 코지를 사용한 된장(PR)은 3.02가 증가하여 유사한 증가폭을 보여주었다. 특히, 밝기와 황색도는 숙성기간에 따른 높은 상관관계를 보여주었는데, 효소작용에 의해 생성된 유리아미노산은 효소의 분해 작용으로 생성된 유리당과 amino-carbonyl 반응을 일으켜 이 반응의 최종산물인 melanoidin을 형성하게 된다. 된장의 색이 이들 melanoidin에 의한 것으로 알려져 있으며, 이는 공기와 접촉하거나

Table 7. Changes in Hunter color values during the aging of rice Doenjang

Aging time (days)	Hunter	Samples			
		BR-1	BR-2	BR-3	PR
0	L	45.98±0.27	46.95±0.49	48.86±0.07	49.92±0.36
	a	2.79±0.13	2.87±0.15	3.08±0.09	2.84±0.11
	b	15.31±0.1	15.69±0.22	16.17±0.28	16.29±0.16
10	L	42.16±0.22	42.32±0.38	42.78±0.33	45.80±0.3
	a	3.47±0.23	3.39±0.03	3.82±0.17	3.61±0.09
	b	14.59±0.04	15.49±0.28	15.51±0.1	15.69±0.17
20	L	41.22±0.2	41.21±0.45	40.79±0.13	43.33±0.44
	a	3.65±0.09	3.62±0.07	4.14±0.09	3.56±0.1
	b	16.16±0.05	15.59±0.15	16.14±0.15	17.06±0.27
30	L	41.49±0.61	41.35±0.47	40.63±0.38	42.90±0.32
	a	4.83±0.6	4.65±0.19	4.53±0.16	4.64±0.06
	b	14.69±0.35	14.66±0.2	14.31±0.17	15.27±0.1
40	L	38.47±0.18	39.07±0.17	40.84±0.15	42.36±0.03
	a	4.90±0.04	4.88±0.08	5.42±0.33	4.88±0.1
	b	17.99±0.04	15.35±0.22	15.36±0.08	16.53±0.08
50	L	36.27±0.04	38.07±0.41	38.36±0.18	40.43±0.17
	a	5.29±0.26	5.14±0.27	5.48±0.03	5.31±0.22
	b	13.95±0.14	14.85±0.15	14.33±0.14	15.63±0.20
60	L	34.75±0.39	36.63±0.41	36.39±0.46	38.34±0.21
	a	5.54±0.04	5.79±0.35	6.03±0.1	5.86±0.14
	b	11.68±0.14	12.63±0.35	11.95±0.31	13.54±0.38

Fe의 존재 하에서 더욱 촉진되는 것으로 알려져 있다(40). 특히 된장은 가열공정이 없으므로 비효소적갈변이 심각하지 않은 반면에 효소적 갈변의 영향이 큰 것으로 알려져 있다(41).

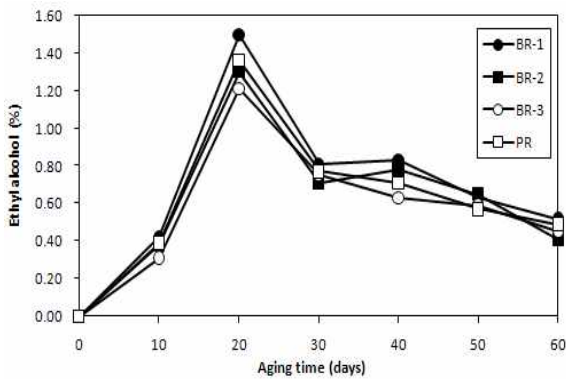


Fig. 2 Changes in ethyl alcohol content during the aging of rice Doenjang.

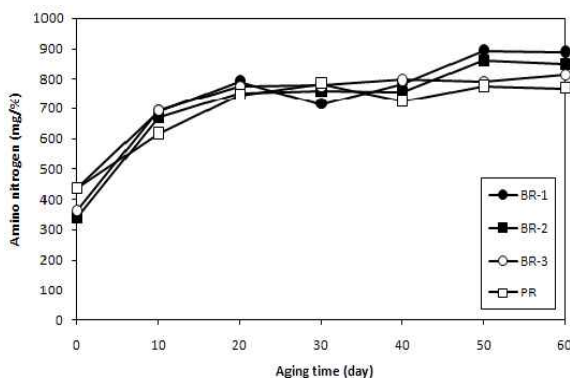


Fig. 3 Changes in amino nitrogen during the aging of rice Doenjang.

요 약

코지와 대두의 혼합비율을 달리하여 제조한 된장을 60일간 숙성하면서 품질을 비교 평가하였다. 대두와 현미코지의 비율은 1.5:1 (BR-1), 2:1 (BR-2), 3:1 (BR-3)로 하고, 대조구로써 대두와 백미코지를 2:1 (PR)로 하였다. 60일 숙성 후 수분과 염도는 시료 간에 큰 차이가 없었으나, 숙성 경과에 따라 pH, 산도 및 미생물수는 숙성 20~30일 쯤에 최대에 이르렀고, 이에 앞서 10~20일 쯤에 환원당 함량과 에칠 알코올 함량이 최대로 증가하였으며 이러한 변화는 코지비율이 높을수록 빠르고 변화 값이 높은 경향이었다. 된장의 숙성 지표가 되는 아미노태 질소 함량도 숙성 경과에 따라 증가하여 60일 숙성 후 BR-1이 가장 많은 887.6 mg%이었으며, 유리아미노산 함량도 BR-1이 가장 높아 4047.0±1.5 mg%이었으며, 코지비율이 높을수록 아미노산 생성이 많았다.

GABA함량은 숙성 경과에 따라 소량 증가하는 것으로 나타났다. 색도는 숙성 경과에 따라 L값과 b값은 점차 감소하였으며 a값은 점차 증가하였다. 이와 같은 결과에서 현미코지를 이용한 된장은 백미코지를 이용한 된장에 비하여 숙성이 빠르게 진행되었고, 이와 함께 된장의 풍미를 결정하는 환원당, 에칠 알코올 및 아미노산의 함량이 상대적으로 다소 높게 나타났으며 이러한 변화는 숙성 30일 까지 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다. 이상의 결과에서 현미코지 된장은 백미코지 된장에 비하여 단백질효소활성이 우수하므로 상대적으로 숙성이 빠르게 진행되며 에칠알코올과 아미노산 성분 등의 풍미물질이 많이 생성될 뿐만 아니라 현미의 영양성분이나 기능성물질인 GABA 성분의 생성이 유도되어 산업적으로도 의미가 있는 것으로 생각되며, 현미코지 비율이 가장 높았던 BR-1이 품질면에서 바람직할 것으로 생각되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국책기술개발사업(PJ007486) 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Park JS (1992) Historical changes of Doenjang during the fermentation with different strains. Korean J Food Sci Technol, 24, 477-481
- Yoo JY (1998) Characteristics of meju and its microorganisms. Lecture 1. 1st symposium and expo for soybean fermentation foods, The Research Institute of Soybean Fermentation Food, Yeungnam Univ, Korea
- Song JY, Ahn CW, Kim JK (1984) Flavor components produced by microorganism during fermentation of korean ordinary soybean paste. Korean J Appl Microbiol Bioeng, 12, 147-152
- Song JY, Ahn CW, Kim JK (1984) Flavor components produced by microorganism during fermentation of Korean ordinary soybean paste. Korean J Appl Microbiol Bioeng, 12, 147-152
- Rhee CH, Kim WC, Rhee IK, Park HD (2008) Effects of inoculation of *Bacillus subtilis* cells on the fermentation of Korean traditional soy paste (Doenjang) Korean J Food Preserv, 15, 598-605
- Joo HK, Kim DH, Oh KT (1992) Chemical composition changes in fermented Doenjang depend on Koji and Its mixture. J Korean Agric Chem Soc, 35, 351-360

7. Park KY, Hwang KM, Jung KO, Lee KB (2002) Studies on the standardization of Doenjang (Korean soybean paste). *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31, 343-350
8. Choi KK, Choi CB, Ham SS, Lee DS (2003) Isoaltion, identification and growth characteristics of main strain related to Meju fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32, 818-824
9. Yoon IS, Kim HO, Youn SE, Lee KS (1977) Studies on the changes of N-Compounds during the fermentation process of the Korean Daenjang. *Korean J Food Sci Technol*, 9, 131-137
10. Kim JK (2004) Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste. *J Fd Hyg Safety*, 19, 31-37
11. Kwon OJ, Kim JK, Chung YG (1986) The characteristics of isolated from ordinary Korean soy sauce and soybean paste. *J Korean Agric Chem Soc*, 29, 422-428
12. Chang JK, Kim JK (1984) Statistical analysis for the relationship between gas chromatographic profiles of Korean ordinary soybean paste flavor and sensory evaluation. *Korean J Appl Microbiol Bioeng*, 12, 153-163
13. Park JS, Lee MY, Kim KS, Lee TS (1994) Volatile flavor components of soybean paste (Doenjang) prepared from different types of strains. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 255-260
14. Choi KS, Rhee HS (1994) Characteristics of Doenjang made from different material and ratio of Koji. *Korean J Soc Food Sci*, 10, 39-44
15. Lee KH, Cho SH (2003) Effect of the combined fermentation with *Aspergillus oryzae* and *Bacillus natto* on the quality improvement of Doenjang Meju. *J Agric & Life Sci*, 37, 9-21
16. Chung SW, Kim YS, Chung KS (1995) Effects of preparation methods and aging temperature on the properties of rice-Doenjang. *Agric Chem and Biotech*, 38, 88-89
17. Chung SW, Kwon DJ, Koo MS, Kim YS (1994) Quality characteristics and acceptance for Doenjang prepared with rice. *Agric Chem and Biotech*, 37, 266-271
18. Kim JU, Choi JB, Bang CS (1989) Utilization of soymeal residue for rice Doenjang. *J Korean Agric Chem Soc*, 32, 98-103
19. Sasagawa A, Gomi M, Ohura K, Yamazaki A, Yamada A (2005) Production of Miso based on Koji prepared from mixed different grains using high-pressure treatment. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, 52, 485-490
20. Chou CC, Rwan JH (1995) Mycelial propagation and enzyme production in Koji prepared with *Aspergillus oryzae* on various rice extrudates and steamed rice. *J of Ferm and Bioeng*, 79, 509-512
21. Hwang JH, Lee SH, Choi HS (2010) Changes in enzyme activities of Koji prepared with molds from Meju. 2010 International Symposium and Annual Meeting of Korean Soc of Food Sci and Nutr, p 292
22. Hwang JH, Choi HS, Lee SE, Kim SB, Lee SA, Kwak NK (2011) Changes of enzyme activities in rice Koji prepared with *Aspergillus oryzae* CM-4 by pretreatment conditions of raw materials. 2011 Annual Meeting of Korean Soc of Food Sci and Technol, p 315
23. KFDA, Food code (2009)
24. Chae SK, Kang KS, Ma SJ, Bang GW, Oh MH, Oh SH (2000) In standard food analysis, Gigu Munhwasa Co, Seoul, p 403-404
25. Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang HY, Lee KW (2011) Changes in contents of γ -aminobutyric acid (GABA) and isoflavones in traditional Korean Doenjang by ripening periods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 557-564
26. Lee SK, Kim ND, Kim HJ, Park JS (2002) Development of traditional Doenjang improved in color. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 400-406
27. Chung DH, Sim SK (1994) Soybean Doenjang. in fermented soybean foods. Jisungjisaem Co, Seoul, Korea, p 632-652
28. Yoon WJ, Lee SW, Moon HK, Moon JN, Kim BG, Kim BJ, Kim GY (2011) Quality characteristics of traditional soybean paste (Doenjang) manufactured with mixed beans. *J East Asian Soc Dietary Life*, 21, 375-384
29. Nihon Miso Kijutsu Kyokai (1997) The composition of Miso, Handbook of Miso Technology, p 59-74
30. Cho JS (1980) Fermented soybean products. In survey on Korea fermented foods. Kijeon Pub Ltd, Chunju, Korea, p 47-90
31. Kim EY, Rhyu MR (2000) The chemical properties of Doenjang prepared by *Monascus koji*. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 1114-1121
32. Lee SK, Kim ND, Kim HJ, Park JS (2002) Development of traditional Doenjang improved in color. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 400-406
33. Lee NS, Oh NS (1996) Characteristics of yeast flora and gas generation during fermentation of Doenjang. *Agric Chem Biotechnol*, 39, 255-259
34. Shin SY, Kim YB, Yu TJ (1985) Flavour improvement of soybean pastes by the addition of *Bacillus licheniformis*

- and *Saccharomyces rouxii*. Korean J Food Sci Technol, 17, 18-14
35. Kim MJ, Lee HS (1990) Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. Korean J Soc Food Sci, 6, 1-8
36. Park SK, Seo KI, Choi SH, Moon JS, Lee, YH (2000) Quality assessment of commercial doenjang prepared by traditional method. J Korean Soc Food Sci Nutr, 29, 211-217
37. Oh SH (2007) Effects and applications of germinated brown rice with enhanced levels of GABA. Food Sci Ind, 40, 41-46
38. Lim SD, Kim KS (2009) Effects and utilization of GABA. Korean J Dairy Sci Technol, 27, 45-51
39. Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang H, Lee KW (2011) Korean traditional Doenjang, γ -aminobutyric acid(GABA), isoflavone. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 557-564
40. Hara A (1998) Preparative freshness of soybean paste. Food Sci, 40, 36-45
41. Kim SS, Kim SK, Ryu MK, Cheigh HS (1983) Studies on the color improvement of Doenjang (fermented soybean paste) using various *Aspergillus oryzae* strains. Korean J Appl Microbiol Bioeng, 11, 67-74

(접수 2011년 6월 2일 수정 2011년 10월 25일 채택 2011년 10월 28일)