

홍감자를 이용한 고추장의 제조

김옥례 · 김동한[†]
목포대학교 식품영양학과

Effects of Red-Potato on the Physicochemical Properties of *Kochujang*

Ok-Rye Kim and Dong-Han Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

Abstract

The effects of red-potato on the physicochemical properties of *kochujang* were investigated during fermentation. The number of yeast and aerobic bacteria in *kochujang* increased up to 4 weeks of fermentation, then the yeast number slowly decreased. Amylase activities also increased after 2~4 weeks of fermentation with the addition of red-potato. The Hunter *L*-value of *kochujang* decreased sharply and the *a*-value increased through the addition of starch syrup, causing major changes in total color difference as the ratio of red-potato increased. There was a direct correlation between the amount of red-potato with water activity and titratable acidity. The oxidation-reduction potential of *kochujang* decreased sharply after 12 weeks of fermentation, and was lowered with the addition of red-potato. As the ratio of red-potato increased, reducing sugars and ethanol contents of *kochujang* increased in the later stage of fermentation, while the amino-type nitrogen content was lower. Sensory results showed that a final percentage of 2% red-potato in *kochujang* was optimal for taste and overall acceptability.

Key words: *kochujang*, red-potato, physicochemical properties, sensory evaluation

서 론

고추장은 찹쌀 등 전분질과 고춧가루를 주원료로 하고 코오지와 소금 등을 혼합하여 발효시킨 우리나라 고유의 전통 발효식품(1)으로 고추의 매운맛에 단맛과 구수한 맛이 적절히 조화되어 독특한 풍미와 기호성을 가진다. 고추장은 메주 또는 코오지에서 유래하는 효소와 효모, 세균 등의 증식에 의한 발효작용으로 숙성이 진행되며 코오지의 종류(2) 이외에도 원료의 배합비율이나 담금 방법에 따라 품질에 차이가 난다. 전분질원으로는 찹쌀(3)이 주로 사용되나 밀가루(4), 보리(5), 청주박(6), 고구마(7) 등이 고추장 제조(8)에 이용되고 있다.

고추장의 품질은 발효과정에 관여하는 미생물에 의해 좌우되기 때문에 고추장 제조 시 마늘과 양파를 이용하거나(9, 10), 저식염 고추장을 제조하기 위하여 알코올이나 겨자, 고추냉이를 부원료로 첨가하여(11) 미생물의 생육에 의한 숙성을 조절하기도 한다. 최근에는 고추장의 풍미를 향상시키기 위하여 전분질원의 일부를 감(12), 호박(13), 사과(14) 등 과즙으로 대체하기도 하였다. 또한 고추장의 기능성 향상을 위하여 녹차(15)와 다시마(16) 등 기능성 소재(17)를 첨가하는 연구가 보고되었다.

한편 감자는 가지과에 속하는 세계 4대 작물중의 하나로

전분이 16~17%, 단백질이 2%이고 그 외에 Ca, Mg, Fe, P 등 무기질과 비타민 C, B₁, B₂ 등을 많이 함유하고 있어 훌륭한 식량자원으로 이용되고 있다(18). 또한 감자에 함유된 alkaloid 성분과 홍감자 등 유색감자에 함유된 anthocyanin이 항산화와 항암, 항염증, 동맥경화, 심장질환의 발병률을 낮추어 준다고 보고(19)되어 있다. 이러한 감자의 생리활성 물질의 활용을 위하여 생식용이나 일반 조리원료로 이용되는 것 이외에 식빵이나 크림수프, 색소(20) 등으로 활용되고 있다.

이에 본 연구에서는 홍감자의 색소와 기능성을 활용하기 위하여 고추장의 전분질원으로 찹쌀의 일부를 홍감자로 대체하여 저식염 고추장을 제조하고 발효·숙성 중에 이화학적 특성을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

고추장 제조에 사용한 찹쌀과 고춧가루, 물엿(영미식품, 용인), 소금은 천일염(NaCl 80%, 신일염전, 신안)으로 마트에서 구입하였으며, 알코올은 무수알코올(99.8%, Baker, Deventer, Netherlands)을 사용하였다. 감자는 무안군 현경면에서 시범 재배한 홍감자(품종명: 홍영)를 이용하였고, *koji*는 토박이순창식품(주)(순창)에서 제조한 밀가루 *koji*

[†]Corresponding author. E-mail: dhankim@mokpo.ac.kr
Phone: 82-61-450-2524, Fax: 82-61-450-2529

Table 1. Mixing ratio of raw materials for preparation of *kochujang*

(Unit: %)

<i>Kochujang</i> ¹⁾	Glutinous rice	Potato	Red-pepper	Wheat koji	<i>B. subtilis</i> koji	NaCl	Ethanol	Starch syrup	Water
Con	16	0	12	13	3	7	2.5	21	25.5
P-2	14	2	12	13	3	7	2.5	21	25.5
P-4	12	4	12	13	3	7	2.5	21	25.5
P-6	10	6	12	13	3	7	2.5	21	25.5

¹⁾Con, control; P-2, red-potato 2% added *kochujang*; P-4, red-potato 4% added *kochujang*; P-6, red-potato 6% added *kochujang*.

(*Aspergillus oryzae*)와 대두 *koji*(*Bacillus subtilis*)를 이용하였다.

고추장의 제조

고추장 제조는 대조구의 찹쌀가루를 16%에서 14, 12, 10%로 줄이고 대신 홍감자를 0, 2, 4, 6% 되게 첨가하고 물을 혼합하여 가열 호화시켰다. 나머지 원료는 Table 1과 같이 소맥분 *koji* 13%와 청국장 *koji* 3%를 첨가하고, 고춧가루 12%, 소금 7%, 알코올 2.5%를 첨가하여 제조한 저식염 고추장을 5 L의 플라스틱 용기에 담아 20°C에서 4주간 발효시킨 후에 물엿을 21% 되게 첨가하여 12주간 발효시켰다.

생균수와 효소활성도

생균수 측정은 호기성 세균은 tryptic soy agar, 통성 혐기성 세균은 APT agar를 이용하여 평판도말한 후 1.5% agar를 덮어 중층하였고, 효모는 rose bengal agar 배지를 사용하여 평판 도말법으로 30°C에서 1~3일간 배양한 후 계수하였다(11). 효소활성도는 α -amylase의 경우 Fuwa의 blue value 변법(21)에 준하여 측정된 후 활성도는 반응 30분 전후의 흡광도 차이에 희석배수를 곱하여 표시하였다. β -amylase는 Fuwa의 방법(21)에 준하여 고추장 1 g에서 1시간 반응 후 생성되는 환원당량을 DNS법으로 정량하여 glucose 양(μ M)으로, 단백질 분해력은 Anson의 방법(22)에 준하여 pH 3.0, 6.0(편의상 산성, 중성 protease로 함)으로 구별하여 측정된 후 고추장 1 g에서 30분에 생성하는 tyrosine 양(μ M)으로 활성도를 나타냈다.

일반성분

고추장의 일반성분은 기준미증분분석법(23)에 준하여 수분, 식염, pH, 적정산도, 총당, 환원당, 알코올, 총질소, 아미노산 성질소, 암모니아성질소를 정량하였다. 색도는 색차계(chromameter CR-200, Minolta, Osaka, Japan)로 측정하여 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값과 $\Delta E = (L_0 - L_1)^2 + (a_0 - a_1)^2 + (b_0 - b_1)^2$ 1/2 값으로, 산화 환원전위는 ORP-meter(Orion525A+, Orion, Boston, MA, USA)를 이용하여, 수분활성도는 Novasina LabSwift-Aw(CH-8853, Novasina AG, Lachen, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

관능검사

12주간 발효시킨 고추장에 대하여 25명의 식품영양학과 학생들을 대상으로 맛, 향기, 색과 종합적인 기호도 4가지 항목을 7단계 평점하게 하여 SPSS/PC package 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 분산분석을 하고 Duncan's multiple range test에 의해 통계 처리하였다.

결과 및 고찰

미생물상

고추장 발효과정에서 미생물상의 변화는 Table 2와 같다. 효모수는 발효 초기인 0주에 비하여 4주경에 조금 증가되었으나 그 이후에는 감소하여 12주 발효 후에는 4.02~4.11 log

Table 2. Changes in viable cell counts of microorganism of *kochujang* during fermentation at 20°C (Unit: log number CFU/g)

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)			
		0	4	8	12
Yeast	Con	5.01 ± 0.58 ^{2)A3)}	5.46 ± 0.56 ^A	4.11 ± 0.76 ^B	4.02 ± 0.49 ^B
	P-2	5.22 ± 0.43 ^A	5.53 ± 0.49 ^A	4.27 ± 0.49 ^B	4.11 ± 0.53 ^B
	P-4	5.19 ± 0.71 ^A	5.56 ± 0.43 ^A	4.16 ± 0.55 ^B	4.11 ± 0.66 ^B
	P-6	5.20 ± 0.45 ^A	5.52 ± 0.56 ^A	4.28 ± 0.50 ^B	4.08 ± 0.74 ^B
Aerobic bacteria	Con	8.25 ± 1.14	8.56 ± 0.64	7.71 ± 0.96	8.11 ± 0.75
	P-2	8.11 ± 0.93	8.31 ± 0.39	7.78 ± 1.00	8.18 ± 0.42
	P-4	8.03 ± 0.89	8.37 ± 0.63	7.89 ± 0.92	8.13 ± 0.45
	P-6	8.03 ± 1.05	8.01 ± 1.08	7.89 ± 0.88	7.95 ± 0.52
Anaerobic bacteria	Con	7.51 ± 0.66 ^A	6.82 ± 0.38 ^B	6.57 ± 0.61 ^B	7.04 ± 0.52 ^{AB}
	P-2	7.63 ± 0.56 ^A	6.93 ± 0.39 ^B	6.43 ± 0.34 ^B	6.81 ± 0.76 ^B
	P-4	7.65 ± 0.49 ^A	6.76 ± 0.45 ^B	6.48 ± 0.40 ^B	6.78 ± 0.66 ^B
	P-6	7.46 ± 0.72	6.81 ± 0.37	6.76 ± 0.48	6.65 ± 0.41

¹⁾See footnotes in Table 1.²⁾Values are mean ± SD (n=3).³⁾Means with the same letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

number CFU/g 수준이었으며, 홍감자를 혼합한 시험구들이 찹쌀고추장인 대조구에 비하여 효모수는 많은 편이었다. 이러한 경향은 재래식 고추장에서 효모수는 $2.63\sim 4.9\times 10^5$ CFU/g이나 발효 중에 서서히 감소되었고(5), 청주박을 이용한 고추장에서 효모수는 발효 4주에 조금 증가하여 $1.8\sim 3.5\times 10^5$ CFU/g 수준이었던 보고(6)와 유사한 경향이었다.

호기성 세균수도 발효 초기보다 4주에 증가되었으나 8주에는 감소하는 경향이었으며 혐기성 세균은 발효 8주까지 서서히 감소하다가 12주에 증가되었다. 또한 발효 중에 호기성 세균수는 혐기성 세균에 비하여 1 log cycle 정도 많았으나 시험구 간의 차이는 없었다. 이러한 경향은 호기성 세균이 호박을 첨가한 고추장(13)에서 담금 직후 10^8 CFU/g에서 30일 이후에는 10^7 CFU/g 수준이었고, 마늘과 양파(9), 또는 녹차(16)를 첨가한 전통고추장의 세균수도 각각 발효 6~10주, 12주까지 증가되었던 보고와는 차이가 있었다.

효소활성도

고추장 발효에 중요한 효소활성도의 변화는 Table 3, 4와 같다. 전분을 액화시켜 고추장 물성에 중요한 α -amylase 활성은 발효 초기보다 4주까지는 증가되었으나 6주에 감소하다가 그 이후에 다시 10주까지 증가하는 경향이었다. β -amylase 활성은 발효 2~4주까지 증가되었으나 α -amylase

와는 달리 6주 이후에 급격히 감소되어 낮은 활성을 보이다가 12주에 증가되었다($p<0.05$). 시험구 간에는 홍감자의 첨가비율이 증가할수록 발효 중기까지 효소활성도는 높았으나 후기에는 차이가 없었다. 이러한 경향은 고추장 숙성 중 α -amylase와 β -amylase 모두 발효 20일경에 최대 활성을 보였던 Cho 등의 결과(2)와 유사하였으나, 효모를 첨가한 고추장에서 β -amylase는 20~40일경에 최고 활성을 보인 후 급격히 감소하는 경향이었던 보고(1)와는 차이가 있었다.

Protease는 산성 protease의 경우 발효 중에 급격히 감소되어 발효 4~6주에 제일 낮은 활성을 보였고 그 이후에는 서서히 증가되었다($p<0.05$). 중성 protease는 산성 protease와는 달리 담금 직후보다 4~8주 사이에 효소활성이 높았고 그 이후에 감소되었으며 시험구 간의 차이는 없었다. 따라서 고추장의 발효 중 단백질의 분해가 담금 직후에 산성 protease 활성이 높지만 숙성 중 pH가 5.04~6.29(Table 8)이기 때문에 주로 중성 protease에 의해 진행되는 것으로 판단되었다. 그러나 Lee(1)는 개량식 고추장에서 산성 protease 활성이 숙성 40~50일에 최고의 활성을 보였고 숙성 중에 중성 protease 활성이 낮아 단백질 분해는 산성 protease가 주체가 되었다고 보고한 바 있어 고추장 제조에 사용한 *koji*에 따라 고추장 숙성 중 효소활성도의 차이가 있는 것으로 판단되었다.

Table 3. Changes in amylase activities of *kochujang* during fermentation at 20°C (Unit: unit/g)

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
α -Amylase ($\times 10$)	Con	1.03 \pm 0.22 ^{2)bc3)}	1.72 \pm 0.33 ^A	1.90 \pm 0.32 ^A	1.08 \pm 0.22 ^{bc}	1.57 \pm 0.39 ^{AB}	1.89 \pm 0.18 ^A	1.30 \pm 0.23 ^{BC}
	P-2	1.58 \pm 0.30 ^a	1.69 \pm 0.36	2.04 \pm 0.29	1.44 \pm 0.28 ^a	1.62 \pm 0.25	1.97 \pm 0.31	1.32 \pm 0.47
	P-4	1.72 \pm 0.21 ^{abc}	1.89 \pm 0.38 ^{AB}	2.16 \pm 0.20 ^A	1.58 \pm 0.22 ^{abc}	1.62 \pm 0.29 ^{BC}	1.79 \pm 0.25 ^{AB}	1.40 \pm 0.39 ^C
	P-6	1.90 \pm 0.24 ^{abAB}	1.88 \pm 0.22 ^{AB}	2.25 \pm 0.26 ^A	1.51 \pm 0.31 ^{abc}	1.78 \pm 0.21 ^{BC}	1.72 \pm 0.34 ^{CD}	1.36 \pm 0.44 ^C
β -Amylase ($\times 100$)	Con	4.25 \pm 0.60 ^C	9.69 \pm 0.47 ^{cA}	10.18 \pm 0.57 ^A	3.45 \pm 0.38 ^{cd}	4.30 \pm 0.47 ^{bc}	3.83 \pm 0.54 ^{bcd}	8.82 \pm 0.56 ^{abB}
	P-2	4.43 \pm 0.53 ^C	11.26 \pm 0.51 ^{ba}	11.25 \pm 0.61 ^A	4.18 \pm 0.59 ^{bc}	4.47 \pm 0.58 ^{bc}	3.89 \pm 0.48 ^{bc}	9.29 \pm 0.46 ^{ab}
	P-4	4.53 \pm 0.46 ^E	13.39 \pm 0.43 ^{aA}	11.34 \pm 0.79 ^B	4.85 \pm 0.52 ^{aE}	5.88 \pm 0.49 ^{ad}	4.91 \pm 0.58 ^{aE}	9.53 \pm 0.64 ^{aC}
	P-6	4.69 \pm 0.35 ^D	13.75 \pm 0.42 ^{aA}	11.32 \pm 0.67 ^B	4.67 \pm 0.62 ^{abd}	4.95 \pm 0.63 ^{bd}	3.97 \pm 0.54 ^{bE}	8.54 \pm 0.76 ^{bc}

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean \pm SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 4. Changes in protease activities of *kochujang* during fermentation at 20°C (Unit: unit/g)

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
Acidic protease	Con	15.19 \pm 0.73 ^{2)abA3)}	6.45 \pm 0.64 ^{bB}	2.43 \pm 0.60 ^D	1.98 \pm 0.54 ^D	2.46 \pm 0.72 ^D	3.83 \pm 0.53 ^C	4.13 \pm 0.76 ^C
	P-2	16.70 \pm 0.67 ^{aA}	7.01 \pm 0.77 ^{bB}	2.24 \pm 0.69 ^E	2.94 \pm 0.52 ^{DE}	3.86 \pm 0.56 ^D	5.17 \pm 0.72 ^C	6.21 \pm 0.88 ^{BC}
	P-4	14.06 \pm 0.89 ^{ba}	8.91 \pm 0.96 ^{ab}	2.65 \pm 0.68 ^E	2.66 \pm 0.66 ^E	3.02 \pm 0.54 ^{DE}	4.17 \pm 0.61 ^D	5.48 \pm 0.87 ^C
	P-6	14.21 \pm 0.91 ^{ba}	7.14 \pm 0.62 ^{bB}	2.09 \pm 0.83 ^E	2.54 \pm 0.46 ^E	2.98 \pm 0.71 ^{DE}	3.85 \pm 0.67 ^D	5.99 \pm 0.66 ^C
Neutral protease	Con	3.65 \pm 0.48 ^{CD}	4.52 \pm 0.81 ^C	11.30 \pm 0.62 ^{bA}	8.80 \pm 0.85 ^B	11.95 \pm 1.04 ^A	2.68 \pm 0.73 ^D	2.45 \pm 0.57 ^D
	P-2	3.43 \pm 0.53 ^D	5.13 \pm 0.75 ^C	13.17 \pm 0.78 ^{aA}	7.28 \pm 0.89 ^B	12.78 \pm 0.82 ^A	2.61 \pm 0.56 ^D	3.29 \pm 0.72 ^D
	P-4	3.74 \pm 0.63 ^D	4.92 \pm 0.64 ^D	11.15 \pm 0.76 ^{bB}	7.32 \pm 0.97 ^C	13.35 \pm 0.83 ^A	4.12 \pm 0.86 ^D	3.62 \pm 0.66 ^D
	P-6	3.68 \pm 0.67 ^D	4.59 \pm 0.59 ^D	11.04 \pm 0.81 ^{bB}	8.31 \pm 0.89 ^C	13.11 \pm 0.91 ^A	3.11 \pm 0.65 ^D	3.15 \pm 0.78 ^D

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean \pm SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 5. Changes in color values of *kochujang* during fermentation at 20°C

<i>Kochujang</i> ¹⁾	Hunter value	Fermentation time (weeks)			
		0	4	8	12
Control	L	57.51±0.24 ^{2)cA3)}	28.32±0.16 ^C	28.66±0.11 ^{bc}	29.94±0.23 ^{bB}
	a	1.36±0.14 ^{bd}	17.30±0.09 ^{cB}	15.49±0.13 ^{cC}	17.74±0.13 ^{dA}
	b	20.61±0.17 ^{aA}	16.28±0.14 ^{cB}	14.40±0.16 ^{dC}	16.02±0.20 ^{cB}
P-2	L	63.00±0.25 ^{aA}	29.21±0.23 ^C	29.60±0.19 ^{aC}	30.35±0.17 ^{aB}
	a	1.39±0.11 ^{bc}	18.08±0.23 ^{abB}	18.21±0.22 ^{aAB}	18.57±0.33 ^{aA}
	b	18.94±0.32 ^{ba}	17.74±0.21 ^{aB}	17.30±0.25 ^{aB}	17.24±0.19 ^{bB}
P-4	L	63.31±0.37 ^{aA}	29.96±0.23 ^B	28.85±0.19 ^{bc}	30.30±0.18 ^{aB}
	a	1.45±0.14 ^{bd}	17.99±0.24 ^{bB}	17.70±0.15 ^{bc}	19.94±0.16 ^{aA}
	b	18.36±0.25 ^{cB}	17.77±0.32 ^{aC}	16.30±0.20 ^{bD}	19.24±0.13 ^{aA}
P-6	L	62.01±0.25 ^{ba}	28.55±0.28 ^C	27.93±0.17 ^{cC}	29.13±0.21 ^{bB}
	a	2.19±0.13 ^{ad}	18.49±0.18 ^{ab}	17.86±0.14 ^{bc}	18.90±0.12 ^{ba}
	b	16.19±0.30 ^{dB}	16.94±0.21 ^{ba}	15.92±0.20 ^{cB}	17.31±0.26 ^{ba}

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

색도

고추장의 색도를 Hunter 색차계로 측정한 결과는 Table 5와 같이 밝기인 L값은 물엿을 첨가한 발효 4주에 급격히 저하되었고 4주 이후의 변화는 적었다. 적색도인 a값은 발효 4주에 물엿의 첨가로 증가되었으나 4주 이후에는 L값과 같이 저하되다가 12주에 증가되었다. 황색도인 b값은 이와는 달리 발효 8주까지 저하되다가 12주에 증가하는 경향이었으나 발효 중에 변화는 적었다. 시험구 간에는 물엿을 첨가하기 전인 발효 초기에는 홍감자를 혼합한 고추장의 L값이 높았고 b값이 낮았으나 8주 이후에는 홍감자를 혼합한 고추장의 a와 b값이 높아 고추장의 붉은색이 진한 경향이였다. 이러한 경향은 고추장의 색도가 주파장이 594~597 nm인 orange pink 범위로 전분질을 달린 고추장은 발효가 진행됨에 따라 L과 a, b값 모두 점차 감소되었고(8), 양파나 마늘(10)을 첨가한 경우 L과 b값은 발효 중기 이후에 감소되었으나 a값은 발효 후기에 조금 증가되었던 보고와 차이가 있었다. 이러한 차이는 발효 4주에 물엿을 첨가한 것이 주요 요인인 것으로 판단되었다. 한편 고추장의 변색 원인은 Maillard 반응에 의한 HMF 생성 이외에도 고추장 발효중 원료의 산화성 성분이 함께 작용하는 것으로 추정되었다(4).

수분과 총당, 총질소, 식염

고추장 발효 중 일반성분의 변화는 Table 6과 같이 수분과 총당은 찹쌀로 담근 대조구에 비하여 홍감자의 혼합비율이 증가할수록 증가되었고 총질소는 감소되었다(p<0.05). 이러한 결과는 고구마를 첨가한 고추장이 보리고추장에 비하여 단백질이 적고 환원당이 많았던 보고(7)와 유사하였다. 발효중의 변화는 발효 4주에 물엿을 21% 되게 첨가한 관계로 수분과 총질소, 식염 함량은 감소되나 총당은 38.85~39.60%로 증가하였다. 또한 물엿을 첨가한 4주 이후에 총당은 발효에 의하여 알코올이나 유기산 등으로 전환되기 때문

에 감소되었다. 이러한 경향은 수분과 총질소, 식염 함량이 불규칙한 증감을 보였던 보고(2)와 유사하였으며, 한편 전라북도지방 전통고추장의 총질소와 총당, 식염 함량의 평균은 각각 0.925%, 31.90%, 7.32%였다(3).

수분활성도와 산화환원전위

고추장 발효 중 수분활성도의 변화는 Table 7과 같이 발효가 진행되면서 점진적으로 감소되어 수분함량의 변화와는 다른 양상이었고, 발효 4주 이후에 수분활성도의 변화가 적은 것은 물엿 첨가의 영향으로 판단되었다. 시험구별로는 고추장 담금 시 찹쌀에 비하여 감자의 수분함량이 높아 홍감자의 혼합비율이 높은 구에서 수분활성도는 높았다(p<0.05). 24주간 발효시킨 전통고추장의 수분활성도가 0.802~0.816(15), 0.816~0.818(16)이었던 보고에 비하여 본 실험 고추장의 수분활성도는 낮았다. 이는 개량식 코오지의 효소활성도가 전통식에 비하여 높기 때문에 고추장 발효 중 원료성분의 분해율이 높아 용질의 몰분율이 증가되었기 때문으로 판단되었다(10).

산화환원전위(ORP)는 발효 2주까지 저하되었으나 4주에는 물엿의 첨가로 증가된 후 불규칙한 증감을 보이다가 발효 12주에 급격히 저하되었다. 시험구 간에는 근소하지만 홍감자 혼합 비율이 높은 고추장이 발효 중 산화환원전위가 낮은 경향이였다(p<0.05). 한편 산화환원전위가 -200 mV 이하로 낮아지면 혐기성균의 증식에 유리한 환경이 되어 호기성균의 증식이 억제되나(24), 고추장의 산화환원전위는 발효 12주를 제외하고는 호기성 세균의 증식에 영향을 주는 수준은 아니었다.

pH와 적정산도

고추장의 발효 중 pH와 적정산도의 변화는 Table 8과 같이 pH는 발효가 진행되면서 저하되어 발효 4주에 pH 5.56~5.65였으나 4주 이후에는 미미한 변화를 보이다 발효 12주에

Table 6. Changes in moisture, total sugar, total nitrogen and NaCl contents of *kochujang* during fermentation at 20°C (Unit: %)

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)			
		0	4	8	12
Moisture	Con	47.62±0.33 ^{2)(dA3)}	42.64±0.27 ^{dB}	41.94±0.29 ^{dC}	41.30±0.41 ^{cC}
	P-2	51.41±0.30 ^{cA}	43.95±0.14 ^{cB}	44.22±0.48 ^{cB}	44.43±0.43 ^{bbB}
	P-4	53.65±0.34 ^{bA}	46.66±0.33 ^{bbB}	46.33±0.52 ^{bbB}	46.58±0.43 ^{abB}
	P-6	57.02±0.31 ^{aA}	48.39±0.24 ^{abB}	48.31±0.49 ^{abB}	47.45±0.52 ^a
Total sugar	Con	25.67±0.81 ^B	39.60±0.93 ^A	38.79±0.78 ^A	38.68±0.57 ^A
	P-2	25.73±0.51 ^B	39.03±0.82 ^A	38.52±0.80 ^A	38.27±0.76 ^A
	P-4	26.23±0.60 ^C	39.34±0.83 ^A	38.29±0.76 ^{AB}	37.69±0.62 ^B
	P-6	27.05±0.67 ^B	38.85±0.83 ^A	38.92±0.81 ^A	37.20±0.73 ^A
Total nitrogen	Con	1.70±0.18 ^a	1.34±0.07 ^a	1.32±0.12 ^a	1.34±0.11 ^a
	P-2	1.63±0.13 ^{aA}	1.29±0.16 ^{abB}	1.31±0.14 ^{ab}	1.28±0.08 ^{abB}
	P-4	1.49±0.16 ^{baA}	1.18±0.11 ^{bcB}	1.19±0.08 ^{bbB}	1.17±0.10 ^{bcB}
	P-6	1.42±0.06 ^{baA}	1.12±0.13 ^{cb}	1.15±0.16 ^{bbB}	1.10±0.13 ^{cb}
NaCl	Con	9.43±0.22 ^A	6.90±0.13 ^B	6.56±0.17 ^C	6.79±0.15 ^{BC}
	P-2	9.24±0.19 ^A	6.65±0.15 ^B	6.48±0.20 ^B	6.67±0.12 ^B
	P-4	9.24±0.19 ^A	6.67±0.08 ^B	6.55±0.13 ^B	6.55±0.11 ^B
	P-6	9.36±0.14 ^A	6.67±0.10 ^B	6.50±0.18 ^B	6.53±0.09 ^B

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 7. Changes in water activities and ORP of *kochujang* during fermentation at 20°C

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
Water activity	Con	0.82±0.01 ^{2)(cA3)}	0.82±0.01 ^{ba}	0.79±0.03 ^{cB}	0.78±0.02 ^{bbB}	0.78±0.02 ^{cB}	0.78±0.01 ^B	0.77±0.02 ^{bbB}
	P-2	0.84±0.02 ^{ba}	0.82±0.02 ^{baB}	0.81±0.02 ^{bbC}	0.80±0.01 ^{bc}	0.79±0.01 ^{bcC}	0.79±0.03 ^C	0.79±0.02 ^{abC}
	P-4	0.85±0.01 ^{aa}	0.84±0.03 ^{aaA}	0.82±0.01 ^{ab}	0.82±0.03 ^{abC}	0.81±0.02 ^{abBC}	0.81±0.02 ^{BC}	0.80±0.01 ^{aC}
	P-6	0.85±0.03 ^{aaA}	0.85±0.01 ^{aaB}	0.83±0.01 ^{abC}	0.82±0.02 ^{ac}	0.82±0.02 ^{ac}	0.82±0.02 ^C	0.81±0.01 ^{aC}
ORP (-mV)	Con	8.6±1.1 ^{dD}	90.9±2.4 ^{cb}	64.8±3.1 ^{cc}	61.1±3.1 ^{cc}	85.8±1.9 ^{baB}	81.8±3.0 ^{bb}	235.0±4.4 ^{ba}
	P-2	17.4±1.8 ^{ce}	92.2±2.8 ^{bcB}	82.0±2.9 ^{bcd}	78.6±2.6 ^{bd}	85.1±2.6 ^{bc}	85.8±3.2 ^{bc}	241.9±4.2 ^{abA}
	P-4	39.7±1.9 ^{bd}	96.3±2.7 ^{bb}	94.5±3.2 ^{ab}	92.0±2.5 ^{ab}	84.7±2.4 ^{bc}	92.2±3.1 ^{ab}	248.9±2.9 ^{aa}
	P-6	49.4±2.1 ^{ae}	103.7±2.7 ^{ab}	95.1±3.0 ^{ac}	94.3±1.5 ^{ac}	94.1±3.2 ^{ac}	86.9±2.8 ^{bd}	249.8±3.8 ^{aa}

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 8. Changes in pH and titratable acidity of *kochujang* during fermentation at 20°C

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
pH	Con	6.29±0.09 ^{2)(AB3)}	6.15±0.03 ^A	5.65±0.04 ^B	5.61±0.04 ^B	5.63±0.05 ^B	5.59±0.04 ^{ab}	5.11±0.07 ^C
	P-2	6.27±0.04 ^A	6.18±0.05 ^A	5.62±0.04 ^B	5.60±0.03 ^B	5.63±0.06 ^{AB}	5.58±0.03 ^{ab}	5.11±0.08 ^C
	P-4	6.29±0.02 ^A	6.16±0.03 ^B	5.58±0.06 ^C	5.55±0.04 ^C	5.59±0.04 ^C	5.50±0.04 ^{ac}	5.06±0.07 ^D
	P-6	6.28±0.02 ^A	6.14±0.04 ^B	5.56±0.04 ^{CD}	5.55±0.05 ^{CD}	5.57±0.04 ^C	5.49±0.05 ^{bd}	5.04±0.06 ^E
Titratable acidity (0.1 N NaOH mL/10 g)	Con	6.3±0.2 ^{ae}	8.0±0.1 ^{bd}	10.9±0.3 ^{AB}	11.5±0.3 ^A	10.1±0.6 ^{bc}	10.6±0.4 ^{BC}	11.4±0.6 ^A
	P-2	6.4±0.3 ^{ae}	8.4±0.2 ^{ad}	10.9±0.4 ^{BC}	11.8±0.4 ^A	11.0±0.5 ^{abc}	10.5±0.5 ^C	11.5±0.4 ^{AB}
	P-4	5.9±0.2 ^{bd}	8.2±0.3 ^{abc}	11.3±0.3 ^{AB}	11.5±0.6 ^{AB}	11.5±0.5 ^{ab}	10.9±0.7 ^{BC}	11.8±0.5 ^A
	P-6	5.8±0.1 ^{bd}	8.0±0.2 ^{bc}	11.2±0.2 ^{AB}	12.0±0.5 ^A	11.4±0.3 ^{ab}	10.8±0.7 ^{BC}	11.6±0.6 ^{AB}

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

pH 5.04~5.11로 저하되었다. 시험구 간에는 홍감자의 혼합 비율이 높은 구에서 pH가 조금 낮은 경향이었으나 전라북도

지역 전통고추장은 평균 pH 4.62(3), 밀가루와 찹쌀을 혼합한 고추장은 90일 발효 후 pH 4.80~4.94였던 보고(4)에 비해

여 pH는 높은 편이었다.

적정산도는 pH가 저하됨에 따라 발효 6주까지 증가되었으며 그 이후에는 감소하다가 증가하는 경향이었으나 발효 4주 이후의 변화는 적었다. pH와 적정산도가 발효 4주에 급격이 변화했던 이유는 물엿 첨가의 영향이며, 발효 초기에는 홍감자 혼합구에서 적정산도가 낮았으나 발효 후기에는 오히려 증가되었다. 이러한 경향은 Table 6에서 보는 바와 같이 총당의 감소비율이 홍감자 혼합 고추장이 대조구에 비하여 높아 발효 중에 미생물 증식에 의한 유기산 생성이 상대적으로 많았기 때문인 것으로 판단되었다. 또한 내염성 유산균이나 산생성균이 고추장 발효 초기에 생육하여 pH의 저하와 산도를 증가시키나(2), 발효 후기에는 알코올과 유기산이 ester화 되어 산도는 감소되었다고 보고(10)된 바 있다. 그러나 본 실험의 경우 알코올을 첨가한 관계로 담금 초기의 산도 증가가 적었다.

환원당과 알코올

고추장의 단맛 성분으로 중요한 환원당은 Table 9와 같이 발효 2주에 급격히 증가되었고 4주에 물엿을 첨가한 관계로 증가되어 6주까지 증가되었으나 6주 이후에는 근소한 증감을 보였다. 시험구 간에는 담금초 8.59~11.55%로 홍감자 혼합비율이 높은 고추장에서 환원당 함량은 낮았으나 발효

후기에는 오히려 높은 경향이였다.

알코올 함량은 고추장 담금 시 3.2%(물엿 첨가 후 2.5%)를 첨가하였으나 고추장 배합과정에서 휘발되어 2.96~3.01%로 낮아지나 발효 2주에 증가하였다. 발효 4주에는 물엿을 첨가한 관계로 회석되어 알코올은 2% 이하로 저하되었으나 발효 8주까지 증가하다가 감소하는 경향이였다. 시험구 간에는 홍감자를 혼합한 구에서 알코올의 생성은 많은 편이었으며 이러한 경향은 Table 2의 효모수 및 Table 6의 총당의 감소 정도와 유사한 경향이였다. 한편 고추장 담금 시 알코올을 첨가하면 발효중 알코올의 변화는 미약하였다고 보고(6)된 바 있다.

질소 성분

고추장의 구수한 맛 성분으로 중요한 아미노산성 질소 함량의 변화는 Table 10과 같이 발효 2~6주까지 증가하였고 그 이후에는 점진적으로 감소하였다. 시험구 간에는 홍감자 혼합비율이 높은 구에서 발효 후 아미노산성 질소의 함량은 적었다.

고추장의 바람직하지 않은 맛의 원인이 될 수 있는 암모니아성 질소는 발효 2주부터 생성되어 6주까지 증가한 후에 급격히 감소하여 12주 발효 후에는 5.6~8.4 mg%로 줄어들었다($p < 0.05$). 이러한 경향은 효모를 첨가한 고추장에서 발

Table 9. Changes in reducing sugar and ethanol contents of *kochujang* during fermentation at 20°C (Unit: %)

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
Reducing sugar	Con	11.55±0.19 ^{2)aD3)}	16.16±0.37 ^C	26.06±0.85 ^B	28.70±0.81 ^A	24.07±0.98 ^B	24.67±0.86 ^B	24.83±0.72 ^B
	P-2	9.90±0.07 ^{bD}	15.83±0.61 ^C	26.06±0.97 ^B	29.03±0.99 ^A	25.07±1.02 ^B	24.74±0.49 ^B	24.82±0.34 ^B
	P-4	9.23±0.18 ^{cD}	15.81±0.51 ^C	26.03±1.13 ^B	28.70±0.85 ^A	25.39±1.08 ^B	25.04±1.07 ^B	25.39±0.99 ^B
	P-6	8.59±0.12 ^{dD}	15.75±0.63 ^C	26.39±1.18 ^B	28.74±1.13 ^A	25.47±0.92 ^B	25.11±1.06 ^B	25.73±0.59 ^B
Ethanol	Con	2.96±0.15 ^A	2.99±0.21 ^A	1.89±0.14 ^B	1.93±0.12 ^B	2.07±0.21 ^B	1.82±0.19 ^B	1.79±0.10 ^B
	P-2	3.01±0.09 ^A	3.18±0.13 ^A	1.99±0.16 ^{BC}	1.96±0.11 ^{BC}	2.09±0.15 ^B	1.89±0.11 ^{BC}	1.87±0.09 ^C
	P-4	2.98±0.11 ^B	3.24±0.15 ^A	1.96±0.14 ^{CD}	2.00±0.09 ^{CD}	2.16±0.11 ^C	1.96±0.14 ^{CD}	1.93±0.11 ^D
	P-6	2.97±0.07 ^B	3.25±0.12 ^A	1.92±0.17 ^{CD}	1.99±0.14 ^{CD}	2.17±0.13 ^C	1.98±0.08 ^{CD}	1.89±0.08 ^D

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 10. Changes in amino- and ammonia-type nitrogen contents of *kochujang* during fermentation at 20°C

<i>Kochujang</i> ¹⁾		Fermentation time (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
Amino-type nitrogen (%)	Con	0.14±0.04 ^{2)a3)}	0.25±0.03 ^{AB}	0.28±0.05 ^A	0.29±0.02 ^A	0.26±0.03 ^{AB}	0.24±0.03 ^{AB}	0.22±0.01 ^B
	P-2	0.13±0.03 ^B	0.26±0.04 ^A	0.25±0.04 ^A	0.28±0.03 ^A	0.25±0.02 ^A	0.24±0.02 ^A	0.21±0.03 ^A
	P-4	0.11±0.04 ^D	0.28±0.05 ^A	0.27±0.02 ^{AB}	0.26±0.05 ^{AB}	0.23±0.03 ^B	0.23±0.03 ^B	0.18±0.03 ^C
	P-6	0.12±0.05 ^C	0.25±0.04 ^A	0.26±0.04 ^A	0.25±0.04 ^A	0.22±0.05 ^{AB}	0.22±0.02 ^{AB}	0.17±0.04 ^{BC}
Ammonia-type nitrogen (mg%)	Con	—	19.6±0.7 ^C	25.2±1.1 ^{bB}	44.7±1.3 ^A	22.5±3.3 ^{bB}	19.6±1.6 ^{aC}	7.7±1.6 ^D
	P-2	—	20.4±0.8 ^C	25.1±0.9 ^{bB}	47.5±1.3 ^A	22.6±2.4 ^{bBC}	16.8±1.5 ^{bD}	5.6±1.6 ^E
	P-4	—	19.9±1.3 ^C	28.0±0.8 ^{aB}	44.9±1.5 ^A	28.1±1.9 ^{aB}	16.9±1.0 ^{bD}	8.4±1.8 ^E
	P-6	—	19.6±1.1 ^D	22.4±1.2 ^{aC}	44.8±1.1 ^A	30.8±0.4 ^{aB}	14.3±1.4 ^{bE}	8.1±1.5 ^F

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same small letters in column and the same capital letters in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 11. Result of sensory evaluation of *kochujang* aged for 12 weeks

<i>Kochujang</i> ¹⁾	Taste	Color	Flavor	Overall acceptability
Con	3.92±1.44 ^{2)bc3)}	5.40±1.08 ^a	4.68±0.85	4.64±1.07
P-2	5.00±1.35 ^a	4.96±1.24 ^{ab}	4.40±1.29	4.80±1.29
P-4	4.76±1.30 ^a	4.28±1.31 ^{bc}	4.16±1.18	4.60±1.16
P-6	4.76±1.48 ^a	4.20±1.44 ^c	4.28±1.40	4.56±1.39

¹⁾See footnotes in Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Means with the same letters in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

호 60일까지 아미노산성 질소는 급격히 증가하였고 암모니아성 질소는 발효 90일 경에 최대치를 보였던 보고(1)와 차이가 있었으며, 전통고추장의 아미노산성 질소와 암모니아성 질소는 각각 평균 0.123%와 32 mg%였던 보고(3)에 비하여 아미노산성 질소 함량은 높은 편이었다.

관능검사

12주 발효시킨 고추장을 관능 평가한 결과는 Table 11과 같이 맛은 홍감자를 혼합한 고추장이 찹쌀을 혼합한 대조구에 비하여 유의적(p<0.05)으로 양호하였고, 홍감자를 2% 첨가한 고추장이 4~6%를 첨가한 고추장보다 좋은 편이었다. 색상은 찹쌀로 담은 대조구가 홍감자를 4~6% 혼합한 고추장에 비하여 유의적(p<0.05)으로 양호하였다. 향기는 대조구가 홍감자 혼합 고추장에 비하여 유의적인 차이는 없으나 좋은 평가를 받았다. 전체적인 기호도에서 유의적인 차이는 없지만 홍감자를 2% 혼합한 고추장이 찹쌀을 이용한 대조구에 비하여 양호하였고 그 이상의 첨가에서는 오히려 낮은 평가를 받았다. 이러한 결과 고추장 제조에 찹쌀의 일부를 홍감자로 대체가 가능한 것으로 판단되었다.

요 약

찹쌀의 일부를 홍감자로 대체하여 고추장의 발효 중 이화학적 특성을 비교하였다. 고추장의 효모와 호기성 세균수는 발효 4주에 증가하였으며 그 이후에 효모수는 감소하였다. Amylase는 숙성 2~4주에 최고의 활성을 보였고 홍감자 첨가구에서 amylase의 활성이 높았다. 산성 protease 활성은 발효 중에 서서히 저하되었으나 중성 protease는 발효 4~8주에 높았다. 고추장은 물엿의 첨가로 발효 4주에 L값은 급격히 저하되나 a값은 증가되었다. 홍감자 첨가구에서 총당과 총질소 함량은 낮았으나 수분량은 많았다. 수분활성도는 발효중에 저하되나 홍감자 첨가구에서 높았고 산화환원전위는 발효 12주에 급격히 저하되었으며 홍감자 첨가구에서 낮았다. 고추장의 pH는 홍감자 첨가구에서 낮아 적정산도는 증가되었다. 고추장의 환원당과 알코올은 발효 후기에 홍감자 첨가구에서 많았다. 고추장의 아미노산성 질소와 암모니아성 질소는 발효 4~6주까지 증가하였고, 홍감자 첨가로 발효 후기에 아미노산성 질소는 감소하였다. 고추장의 맛은

홍감자 2% 첨가로 대조구에 비하여 양호하였다.

감사의 글

본 논문은 2011년도 목포대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Lee TS. 1979. Studies on the brewing of *Kochujang* (red pepper paste) by the addition of yeasts. *J Korean Agric Chem Soc* 22: 65-90.
2. Cho HO, Park SA, Kim JG. 1981. Effect of traditional and improved *Kochujang* Koji on the quality improvement of traditional *Kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 13: 319-327.
3. Cho HO, Kim JG, Lee HJ, Kang JH, Lee TS. 1981. Brewing method and composition of traditional *Kochuzang* (red pepper paste) in Junrabook-do area. *J Korean Agric Chem Soc* 24: 21-28.
4. Park CH, Lee SK, Shin BK. 1986. Effects of wheat flour and glutinous rice on quality of *Kochujang*. *J Korean Agric Chem Soc* 29: 375-380.
5. Kwan DJ, Jung JW, Kim JH, Park JH, Yoo JY, Koo YJ, Chung KS. 1996. Studies on establishment of optimal aging time of Korean traditional *kochujang*. *Agric Chem Biotechnol* 39: 127-133.
6. Lee KS, Kim DH. 1991. Effect of sake cake on the quality of low salted *kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 23: 109-115.
7. Lee HY, Park KH, Min BY, Kim JP, Chung DH. 1978. Studies on the change of composition of sweet potato *Kochujang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 10: 331-336.
8. Moon TW, Kim ZU. 1988. Some chemical physical characteristics and acceptability of *Kochujang* from various starch sources. *J Korean Agric Chem Soc* 31: 387-393.
9. Kim DH. 2001. Effect of condiments on the microflora, enzyme activities and taste components of traditional *kochujang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 33: 264-270.
10. Kim DH, Lee JS. 2001. Effect of condiments on the physicochemical characteristics of traditional *kochujang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 33: 353-360.
11. Oh JY, Kim YS, Shin DH. 2002. Changes in physicochemical characteristics of low-salted *kochujang* with natural preservatives during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 34: 835-841.
12. Lee GD, Jeong YJ. 1998. Optimization on organoleptic properties of *kochujang* with additional of persimmon fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 132-1136.
13. Choo JJ, Shin HJ. 2000. Sensory evaluation and changes in physicochemical properties, and microflora and enzyme activities of pumpkin-added *kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 851-859.
14. Jeong YJ, Seo JH, Lee GD, Lee MH, Yoon SR. 2000. Changes in quality characteristics of traditional *kochujang* prepared with apple and persimmon during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 575-581.
15. Kim DH, Kwan YM. 2002. Effects of green tea on the physicochemical properties of traditional *kochujang*. *J Basic and Lié Res Sci* 2: 47-59.

16. Kwon YM, Kim DH. 2002. Effects of sea tangle and chitosan on the physicochemical properties of traditional *kochujang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 977-985.
17. Lim SI, Choi SY, Cho GH. 2006. Effects of functional ingredients addition on quality characteristics of *Kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 38: 779-784.
18. Han GP, Lee KR, Han JS, Kozukue N, Kim DS, Kim JA, Bae JH. 2004. Quality characteristics of potato juice-added functional white bread. *Korean J Food Sci Technol* 36: 924-929.
19. Han GP, Han JS, Kozukue N, Kim DS, Park ML, Lee KR. 2005. Quality characteristics of potato added functional cream soup. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 12-17.
20. Jeon TW, Cho YS, Lee SH, Cho SM, Cho HM, Chang KS, Park HJ. 2005. Studies on the biological activities and physicochemical characteristics of pigments extracted from Korean purple-fleshed potato. *Korean J Food Sci Technol* 37: 247-254.
21. Fuwa H. 1954. A new method for microdetermination of amylase activity by the use of amylose as the substrate. *J Biochem* 41: 583-588.
22. Anson ML. 1938. Estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J Gen Physiol* 22: 79-89.
23. Institute of Miso Technologists. 1968. *Official Methods of Miso Analysis*. Changpeung-dang, Tokyo, Japan. p 1-34.
24. James MJ. 2000. *Modern Food Microbiology*. 6th ed. APAC, Las Vegas, NV, USA. p 45-47.

(2012년 8월 9일 접수; 2012년 12월 4일 채택)