

홍국과 보리를 이용하여 제조한 고추장의 특성과 HMG-Co A Reductase 저해활성

현광욱 · 노재덕 · 임성일 · 차성관 · 최신양*
한국식품연구원

Characteristics and HMG-Co A Reductase Inhibitory Activity of Fermented Red Pepper Soybean Paste (*Kochujang*) Prepared from Red-Rice and Barley. Hyun, Kwang-Uk, Jae-Duck No, Seong-II Lim, Seong-Kwan Cha, and Sin-Yang Choi*. Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea - The purpose of this study was to improve the palatability of fermented red pepper soybean paste (*Kochujang*). Five individual models of *Kochujang* were prepared the following: control, glutinous rice containing 50% (A) and 100% (B) of barley, glutinous rice containing 1.5% (C) and 3.0% (D) of red rice. These *Kochujangs* were prepared and fermented for 60 days at 30 in a crock, and examined for changes in their physicochemical properties. There were no distinguishable change in their pH, acidity, formol-N content. L (lightness)-, a (redness)- and b (yellowness)-values were decreased rapidly until 20 days of fermentation. After 60 days, the values of L-, a- and b- of A, B *Kochujang* were increased than those of control, C, D *Kochujang*. Sensory profiles of color, flavor, taste and overall quality on the final products which fermented for 60 days showed that there were no differences in quality of each models. HMG-Co A reductase inhibitory activities were observed in 1.5% of red rice containing *Kochujang*.

Key words: *Kochujang*, red-rice, barley, HMG-Co A reductase inhibitory activity

우리나라 고유의 특유한 발효식품인 고추장은 맛과 기호성 때문에 중요한 위치를 차지하여 온 식품이다. 단백질 가수분해 산물인 아미노산의 구수한 맛, 탄수화물의 가수분해 산물인 당으로 부터의 단맛, 고추 성분의 매운맛, 소금의 짠 맛이 미생물에 의해 발효되어 적절히 어우러져 식욕증진, 소화촉진 및 영양적인 가치도 높은 조미 식품이다.

고추장은 원료의 종류, 배합비율과 제조방법[1]에 따라 품질이 다르며 메주 또는 *koji*의 종류[2, 16]와 소금의 농도에 따라 숙성중의 성분변화가 다양하며 맛에도 큰 영향을 미친다[13]. 전통식 고추장은 메주를 띄우는 과정에서 많은 종류의 곰팡이와 세균이 증식하고 고추장의 숙성과정에서 이들이 분비하는 효소작용에 의해 고유의 풍미를 가지며 비교적 숙성기간이 길고[18], 메주에 번식한 세균의 작용으로 제품에 이취가 생성되기도 한다[14]. 반면 개량식은 주로 국균의 효소작용과 효모의 발효작용에 의하여 풍미를 높이며 발효기간이 짧은 특성을 갖는다[4].

홍국은 색을 나타내는 주요 미생물인 *monascus*속 곰팡이로 α -amylase, β -amylase, protease, lipase 등의 가수분해 효소 뿐만 아니라 다량의 적색, 황색, 자색의 색소를 생성한다. 또한, 홍국색소는 단백질 결합이 강하나, 섬유에는 결합

하지 않고 빛에 의해 쉽게 퇴색하는 점이 있지만 비교적 안정한 색소이다. 홍국의 주요활성 물질로서 HMG-CoA (3-Hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A) reductase 저해물질인 monacolin K (또는 lovastatin) 및 구조가 유사한 관련 활성물질이 분리되어 보고 되었다[3, 5]. 이에 따라 식품의 약 건강 보조식품으로 개발, 판매되는 사례가 국내·외적으로 증가하고 있다.

본 연구에서는 고추장의 기능성을 향상시키며 색택의 개선, 맛의 다양화로 고추장의 기호성을 향상시키기 위하여 전분질 원료로 홍국과 보리를 사용하여 고추장을 제조하여 숙성과정시의 성분변화와 고추장의 특성을 비교하여 보았다.

고추장의 제조

고추장을 제조하기 위하여 우선 한국식품연구원(KFRI)에서 전통 장류로부터 효소능이 우수한 균주로 분리된 *Aspergillus oryzae* C-1 및 *Bacillus subtilis* D-1을 배양하여 콩을 12시간 수침 후 탈수 시키고 114°C에서 40분간 증자한 다음 냉각하여 0.3% 접종하여 48시간 숙성시키고 송풍건조 후 분쇄하여 메주를 제조하였다. 보리는 생보리를 분쇄하여 2배의 물을 넣어 불린 후 사용하였고, 홍국은 한국식품연구원에서 보관중인 *M. purpureus* KFRI 1162를 malt extract agar에 7일 정도 배양한 후, 물에 12시간 침지시켜 121°C에서 20분 증자한 쌀에 5% 정도 접종하여 10일 배

*Corresponding author
Tel: 82-31-780-9107, Fax: 82-31-780-9107
E-mail: choisy@kfri.re.kr

양 후 80에서 건조한 후 분쇄하여 홍국쌀(red-rice)을 제조하였다.

고추장의 제조 조건은 찰쌀을 건조 분쇄하고 여기에 중탕 식염수를 가한 후 건조메주 분쇄물(곰팡이 메주 : 세균 메주, 1 : 1) 넣어 37°C에서 1시간 호화시킨 다음 냉장시키고 고춧가루, 물엿을 첨가하여 혼합후 30°C에서 60일간 항아리에서 숙성 시켰다. 이때 고추장 원료의 배합비(w/w)는 메주 : 찰쌀가루 : 고춧가루 : 물엿 : 소금 : 물 = 8 : 24 : 12.5 : 10 : 12.5 : 33 %이었으며, 보리와 홍국쌀의 첨가량은 찰쌀가루를 대신하여 보리는 50% 및 100%첨가하였고, 홍국은 색도를 고려하여 1.5%와 3.0%를 첨가하였다.

고추장의 성분변화

고추장의 성분을 분석하기 위하여 수분은 105°C 통풍 상압 건조법으로, pH는 시료를 멸균시킨 증류수에 용해시켜 pH meter를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH 용액으로부터 젖산(lactic acid)으로 정량하였다. 포르몰테질소는 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3에 도달할 때까지 적정하고 formalin 용액을 첨가한 후 pH가 8.3에 도달하는 시점을 종말점으로 하여 측정하였다. 조단백질은 시료를 400°C로 가열해 분해시킨 다음 방냉한 후 Kjeltac Auto sampler 1035 Analyzer (Tecator, Sweden)에 장착해 분석하였다. 홍국과 보리를 첨가하여 고추장의 숙성과정 중 pH의 변화를 관찰한 결과, 숙성초기의 pH는 5.6 부근에서 숙성이 진행될수록 점차 감소하는 경향을 보이며 숙성 40일까지 감소하였다. 이후부터는 60일까지 5.1부근으로 일정하게 유지되었으며 홍국과 보리의 첨가에 따른 시료 간에 pH의 변화는 큰 차이는 보이지 않았다. 정[6]과 강 등[10]은 홍국코지 고추장이 숙성이 진행될수록 pH가 계속 감소한다고 보고하였는데 그 결과와는 차이를 보였다. 이는 메주를 사용하여 고추장을 제조한 본 실험에서는 미생물의 상호작용에 의해 홍국을 첨가하여도 큰 변화를 보이지 않은 것으로 판단되며 보리 또한 큰 영향을 미치지 않았다. 적정산도는 숙성초기에 1% 부근에서 숙성 40일에 1.4%로 증가하였으며 그 후로는 큰 변화를 보이지 않았다. pH가 감소함에 따라 적정산도의 증가가 서로 유사한 경향을 보였으며 시료간의 큰 차이를 보이지는 않았다 (Fig. 1).

조단백질은 숙성 초기에는 처리구간에 비슷한 경향을 보인다 숙성이 진행됨에 따라 20일까지 급격한 감소를 나타내었다. 그러나 전분질원료의 보리대체나 홍국을 첨가함에 있어 큰 영향을 보이지 않았다(Fig. 2). 포르몰테 질소의 함량은 조단백질과 대조적으로 숙성이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 숙성초기의 홍국첨가 고추장이 낮았는데 숙성이 지남에 따라 점차 증가하여 숙성 후기에는 비슷한 경향을 보였다. 이는 미생물에 의한 단백질의 분해로 조단백

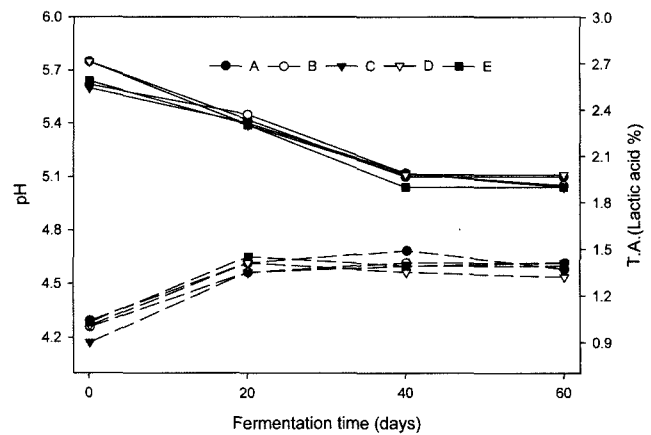


Fig. 1: Effect of barley and red-rice on pH and titratable acidity during fermentation of *Kochujang*. —: pH, --: titratable acidity, A: Glutinous rice, B: Glutinous rice containing 50% of Barley, C: Glutinous rice substituting for Barley, D: Glutinous rice containing 1.5% of Red rice, E: Glutinous rice containing 3% of Red rice.

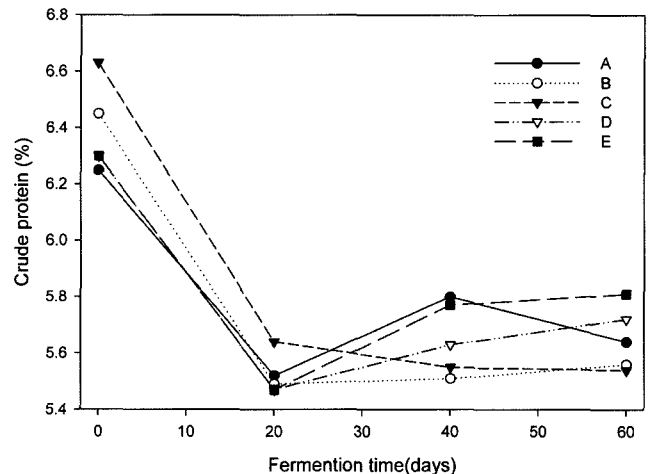


Fig. 2. Crude protein changing profile in *Kochujang* models from 60 days fermentation. *See footnotes on Fig 1.

함량은 감소하며 포르몰테 질소의 함량은 증가하는 것으로 숙성 20일까지 메주의 세균과 곰팡이가 크게 관여하는 것으로 판단되었다(Fig. 3). 수분함량은 전분원료로서 보리, 홍국쌀 등을 이용한 처리구와 대조구간에 큰 차이를 보이지 않았으나, 포르몰테질소함량은 한국산업규격(KS) 기준을 충족하였으며 조단백 함량은 식품공전의 기준을 충족하였다(Data not shown).

색도의 변화

색도는 색차계 (Chromameter CR 200, Minolta, Japan)를 사용하였으며 reference plate는 백색판을 기준으로 L값 99.46, a값 +0.01, b값 +2.10(Y 94.3 X 0.3129 Y 0.3200)

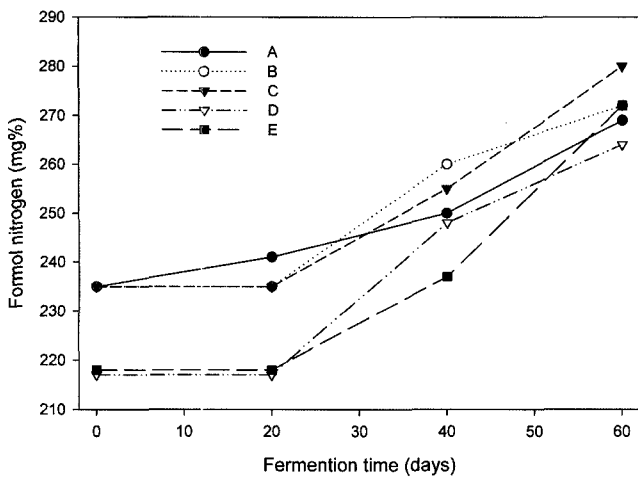


Fig. 3. Formol nitrogen production profile of Kochujang models for 60 days fermentation. *See footnotes on Fig. 1.

으로 한 Hunter scale에 의해 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값으로 표시하였다. 홍국 첨가구가 대조구와 보리첨가구에 비해 L값은 첨가량이 높을수록 낮은 경향을 보였고 보리첨가 고추장이 가장 높았으며 a값은 보리첨가구와 대조구간에 큰 차이가 없었으나 홍국 첨가구에서 낮은 경향을 보였다. b값은 모든 시험구에서 비슷한 경향을 보였으나 홍국 3% 첨가구만 낮은 경향을 보여 홍국 3% 첨가구는 색상에서 어둡고 탁한 빛을 띠는 것을 확인할 수 있었다(Table 1).

관능 검사

관능검사는 20대 초반에서 30대 후반까지 건강한 20명의 남녀 패널요원으로 하였으며, 시료는 흰색 사기용기에 담아 제공하였다. 시료간의 차이는 SAT program으로 Duncan's multiple test 실시하여 통계처리 하였다. 결과 홍국을 첨가한 처리구가 색상, 냄새, 점도에서 좋은 결과를 나타내었

Table 1. Changes of chromaticity during the fermentation of each Kochujang.

Treatment	Fermentation time (day)				
	0	20	40	60	
Control	L ¹	40.76	41.67	40.76	39.69
	a ²	+26.67	+25.74	+24.59	+22.01
	b ³	+30.72	+26.80	+26.68	+23.68
A	L	42.34	42.98	41.55	40.73
	a	+26.96	+26.58	+25.19	+22.34
	b	+32.08	+27.95	+26.85	+24.00
B	L	44.99	44.22	43.44	41.93
	a	+26.59	+26.65	+25.69	+22.92
	b	+33.99	+28.62	+28.18	+25.48
C	L	33.95	36.45	36.72	37.18
	a	+25.98	+25.23	+24.78	+23.31
	b	+20.82	+17.46	+17.86	+17.12
D	L	27.97	31.06	31.06	31.92
	a	+19.54	+18.63	+19.35	+18.47
	b	+10.96	+9.31	+10.30	+9.60

L : Lightness

²a : Redness

³b : Yellowness

*See footnotes on Fig. 1.

며 종합적인 품질에서는 홍국 3%첨가구가 높은 관능적 특성을 보였다(Table 2).

콜레스테롤 합성저해효과

고지혈증에 관련되어있는 HMG-CoA reductase(HMGR) 저해활성은 시료 농축액 50 μL, 0.5 μM potassium phosphate buffer(pH 7.0) 100 μL, 2 mM DTT 100 μL, 0.4 mM β-NADPH 100 μL에 Crude HMG-CoA reductase 100 μL를 1.5 ml tube에 넣어 37°C로 조정된 water bath에서 5분간 전 반응시키고, 여기에 기질인 0.3 mM HMG-CoA 100 μL

Table 2. Sensory evaluation of each Kochujang after 60 days of fermentation.

	Control	A	B	C	D
Color	3.63±1.07 ^{1 b2}	3.68±1.29 ^b	3.05±1.43 ^b	6.58±1.22 ^a	6.26±2.16 ^a
Odor	4.84±1.39 ^{abc}	4.42±1.61 ^{bc}	3.84±2.14 ^c	5.53±2.09 ^{ab}	5.90±1.91 ^a
Viscosity	4.00±1.20 ^b	3.84±1.43 ^b	3.16±1.80 ^b	5.68±1.67 ^a	5.90±2.11 ^a
Off-odor	4.21±1.55 ^a	4.31±2.06 ^a	4.42±2.27 ^a	3.79±1.51 ^a	3.68±1.64 ^a
Off-taste	4.74±1.70 ^a	4.90±1.91 ^a	5.26±2.00 ^a	4.32±1.60 ^a	4.37±2.39 ^a
Sweetness	4.21±1.62 ^a	4.79±1.48 ^a	4.32±1.73 ^a	4.74±1.73 ^a	4.74±2.28 ^a
Hot-taste	5.58±1.87 ^{ab}	5.53±1.54 ^{ab}	5.11±1.97 ^b	5.11±1.66 ^b	6.42±1.71 ^a
Palatable taste	4.73±1.88 ^a	4.90±1.67 ^a	4.63±1.95 ^a	4.95±1.35 ^a	4.58±2.39 ^a
Overall-quality	4.32±1.82 ^a	4.26±1.79 ^a	3.95±1.84 ^a	5.16±1.64 ^a	4.84±2.17 ^a

¹Mean±SEM (n=3)

²A value sharing same letter superscript are not significantly difference at p<0.05

*See footnotes on Fig. 1.

Table 3. Inhibitory effect extracts on HMG-CoA reductase (HMGR) during fermentation of each *Kochujang* for 60 day.

	Fermentation time (Days)	Extraction Yield (%)		HMGR Inhibition (%)	
		W.E ¹	M.E ²	W.E	M.E
Contro	0	62	39	50	N.D. ³
	20	69	42	50	N.D.
	40	65	48	54	N.D.
	60	70	45	60	N.D.
A	0	63	45	94	N.D.
	20	68	52	32	N.D.
	40	66	40	14	14
	60	60	40	10	16
B	0	68	53	70	N.D.
	20	67	45	50	N.D.
	40	57	46	21	27
	60	70	45	15	40
C	0	67	43	10	89
	20	68	40	63	90
	40	68	50	90	92
	60	63	54	10	80
D	0	60	42	75	90
	20	70	43	79	90
	40	70	51	88	89
	60	62	52	50	88

*Concentration of ¹W.E (water extract), ²M.E (methanol extract) : 20 mg/ml, and ³N.D. : Not determined

See footnotes on Fig. 1.

를 넣은 후 2분간 340 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다. 또한 HMG-CoA 대신 증류수를 가한 blank로 반응시킨 흡광도의 변화를 비교하여 활성을 계산하였다. 물 추출물의 경우 대조구는 HMGR 저해활성이 50-60%이었으며 보리첨가구는 10-94%를, 홍국첨가구는 10-90%이었다. 그러나 보리첨가구는 초기에 저해활성이 높았다가 발효가 진행되면서 급격히 감소함을 보였고 홍국 첨가구는 발효 40일째에 가장 높은 저해활성을 보였다. 한편 메탄올 추출물에서 대조구는 저해활성이 없었으며, 보리첨가구는 발효 40일째부터 14-40%의 낮은 저해활성을 보였지만(Table 3), 홍국 첨가구에서는 발효초기에서 말기까지 90%의 높은 저해활성을 보였다. 이는 홍국의 monakolin K가 메탄올에 추출되어 활성을 보임을 확인할 수 있었고 물 추출물은 대두에 있는 daidzein이 저해활성을 보인 것으로 추정되었다.

REFERENCES

1. Cho, H. O., J. G. Kim, H. K. Lee, J. H. Kang, and T. S. Lee, 1981. Brewing method and composition of traditional *Kochujang* (red pepper paste) in junrabook-do area. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.* **24**: 21-28.
2. Choi, J. Y., T. S. Lee, and B. S. Noh. 2000. Quality characteristics of the *Kochujang* prepared with mixture of *meju* and *koji* during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **32**: 125-131.
3. Chung, S. H., H. J. Suh, J. H. Hong, H. K. Lee, and W. D. Cho. 1999. Characteristics of *Kochujang* prepared by *Monascus anka koji*. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **28**: 61-66
4. Endo, A. 1979. Monacolin, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J. Antibiotics* **3**: 852-854.
5. Endo, A. 1980. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methylglutaryl co-enzyme A reductase. *J. Antibiotics* **3**: 334-336.
6. Kang, S. G., I. B. Park, and S. T. Jung. 1997. Characteristics of fermented hot pepper soybean paste (*Kochujang*) prepared by liquid *beni-koji*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**: 82-89.
7. Kim, D. H. and H. J. Choi. 2003. Physicochemical properties of *Kochujang* prepared by *Bacillus* sp. *koji*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**: 1174-1181.
8. Kim, D. H. 2005. Fermentation characteristics of low salted *Kochujang* prepared with mixture of sub-materials. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37**: 449-455.
9. Kim, E. Y. and M. R. Rhyu. 2000. The chemical properties of *doenjang* prepared by *Monascus koji*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **32**: 1114-1121.
10. Kim, M. H., T. K. Lee, and H. C. Yang. 1992. Red pigment production from *Monascus anka albidus*. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **24**: 451-455.
11. Kwak, E. J., S. K. Cha. and S. I. Lim. 2003. The optimal condition for the production and extraction of monacolin K from *red-koji*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**: 830-834.
12. Kwon, D. J. 2004. Quality improvement of *Kochujang* using *cordyceps* sp. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **36**: 81-85.
13. Lee, K. S. and D. H. Kim. 1985. Trial manufacture of low-salted *Kochujang* (red pepper soybean paste) by the addition of alcohol. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **17**: 146-154.
14. Lee, T. S. 1979. Studies on the brewing of *Kochujang* (red pepper paste) by the addition of yeasts. *J. Kor. Agri. Chem. Soc.* **22**: 65-90.
15. Lim, S. I., S. Y. Choi, and G. H. Cho. 2006. Effects of functional ingredients addition on quality characteristic of *Kochujang*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **38**: 779-784.
16. Oh, H. I., S. H. Shon, and J. M. Kim. 2000. Physicochemical properties of *Kochujang* prepared with *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* and *Saccharomyces rouxii* during fermentation. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **29**: 357-363.
17. Pyo, Y. H. 2006. Optimum condition for production of mevinolin from the soybean fermented with *Monascus* sp.. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **38**: 256-261.
18. Shin, D. H., D. H. Kim, U. Choi, M. S. Lim, and E. Y. An. 1997. Changes in microflora and enzymes activities of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**: 901-906.

(Received Apr. 11, 2007/Accepted May 27, 2007)