

홍국첨가가 된장의 이화학적 특성에 미치는 영향

김은영 · 류미라
한국식품개발연구원

The Chemical Properties of Doenjang Prepared by *Monascus Koji*

Eun-Young Kim and Mee-Ra Rhyu
Korea Food Research Institute

Abstract

Monascus koji have been used as a natural food colorant and preservative in Asia countries for centuries. This study was investigated to the chemical properties of *Doenjang* prepared with *Monascus koji*. Four kinds of *Doenjang* were fermented with *Aspergillus koji* only and *Aspergillus koji* plus 10%, 20% and 30% *Monascus koji* of its amount, respectively, and the changes of characteristics were investigated during fermentation. All the *Monascus koji* substituted *Doenjang* showed lower protease activities than *Aspergillus koji Doenjang* over all periods of fermentation. No differences of amino nitrogen and free amino acids were found after 30 days of fermentation and reducing sugars and peptides were found during over all periods of fermentation in each other. The *Monascus koji* gave higher a-, L- and C-values and lower h-values than *Aspergillus koji*. Sensory profiles of color, flavor, taste and overall quality on the final products which fermented during 60 days, indicated that there were no differences each other. From these results *Monascus koji* suggested as 30% substitutes for *Aspergillus koji* in *Doenjang* preparation.

Key words : *Aspergillus koji*, characteristics, *doenjang*, *Monascus koji*

서 론

홍국균(*Monascus* 속)은 그 자체로 붉은색을 띠는 곰팡이로 중국과 대만을 중심으로 600여년 이상 전부터 천연색소나 보존제로 사용되어 왔다⁽¹⁾. 홍국균을 쌀 등의 곡류에 배양시켜 건조시킨 홍국은 한방약으로도 이용되어 왔으며 중국(中國)의 고서 「본초강목(本草綱目)」 및 「천공개물(天工開物)」에 다양한 약리효능이 기재되어 있다⁽²⁾. 최근 홍국균의 콜레스테롤 생합성 억제작용^(3,4), 항균작용^(5,6), 항암효과^(7,8), 혈압강하효과^(9,10) 및 혈관이완효과⁽¹¹⁾ 등의 다양한 기능성이 과학적으로 입증되고 있다.

우리나라의 전통적인 부식으로 사용되어온 장류는

대두를 주원료로 미생물의 작용에 의해 단백질을 분해하여 독특한 맛과 향을 나타내게 한 발효식품으로⁽¹²⁾, 이러한 맛과 향은 사용한 곰팡이의 효소작용에 의해 생성된다⁽¹³⁾. 최근 들어 식생활의 간편화와 더불어 *Aspergillus* 속의 균을 소맥에 접종하여 만든 국을 이용하여 개량식으로 대량 제조한 장류의 소비가 증가하고 있으며, *Rhizopus*, *Bacillus* 등의 균주를 이용하여 장류의 향기나 품질 개선을 위한 연구가 진행되어 왔다⁽¹⁴⁾. 또한 황국(*Asp. oryzae*)를 소맥에 접종하여 제조한 *koji*의 일부를 홍국으로 대체함으로써 고추가루 사용량을 줄여 매운맛을 감소시키나, 고유의 색상을 유지할 수 있는 고추장의 제조 가능성이 보고되었고^(15,16), 간장 또한 기존의 간장과 차이 없이 제조 가능한 것으로 나타났다⁽¹⁷⁾. 본 연구는 근래에 공장에서 대량으로 제조되는 황국 된장 제조 시 고유의 향미에 영향을 미치지 않으면서 홍국의 효능을 부여할 수 있는 기능성 된장의 제조를 목적으로 황국의 일부를 홍국으로 대체하고, 이의 숙성 중 이화학적 성분 변화 및 관능적 특성을 조사하였다.

Corresponding author : Mee-Ra Rhyu, Food Chemistry & Biotechnology Division, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel : 82-31-780-9268
Fax : 82-31-709-9876
E-mail : mrrhyu@kfri.re.kr

재료 및 방법

홍국 제조 및 된장 담금

홍국은 *Monascus ruber* IFO 32318 균주(IFO, Osaka, Japan)로 전보⁽¹⁸⁾에 따라 제조하였다. 즉, 수침 후 물기를 뺀 뒤 autoclave한 정백미에 홍국균을 접종하여 30°C에서 2일, 25°C에서 6일, 계 8일간 호기적으로 정치배양 하였다. 된장 제조 시 대상식품(콩)의 순창공장에서 사용하는 콩, 콩에 *Bacillus subtilis* 균을 접종하여 제조한 매주, 식염 및 소맥에 *Aspergillus oryzae* 균을 접종하여 제조한 황국을 이용하였으며, 황국의 10, 20, 30%를 홍국으로 대체한 홍국된장과 황국만 사용한 대조구된장으로 나누어 Table 1의 배합비에 따라 제조하였다. 제조한 된장은 30°C 항온기에서 60일간 숙성 시켰으며, 숙성초기부터 30일까지는 5일 간격으로, 그 이후에는 15일 간격으로 시료를 취하여 분석하였다.

홍국된장 숙성 중 색도의 변화

홍국된장 숙성 중 색도의 변화는 색도계(Chromameter CR-200, Minolta Camera Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고 L, a, b 또는 L, C, h 색도 scale을 이용하여 표기하였다. L 값은 명도(lightness)를 나타내는 값으로 '0'에 가까울수록 어두움을, '100'에 가까울수록 밝음을 나타내고, 적색도(redness)를 나타내는 a 값은 값이 '4'로 커질수록 붉은색을, '1'로 갈수록 초록색을 나타내며, 황색도(yellowness)인 b 값은 '4'로 갈수록 노란색을, '1'로 갈수록 파란색을 나타낸다. h 값은 hue angle value로 Judd-hunter의 L, a, b data로부터 계산에 의해 나타내며 h 값이 '0'에 가까울수록 붉은색, '90'에 가까울수록 노란색, '180'에 가까울수록 초록색 그리고 '270'에 가까울수록 파란색을 나타내게 된다. 또한 C 값은 색의 선명도, 또는 채도를 나타내는 값으로 $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ 의 식에 의해 계산되며 '0'에서부터 '80'까지로 값이 클수록 매우 순수한 색임을 나타낸다.

홍국된장 숙성 중 이화학적 특성의 변화

된장의 수분은 상압가열건조법⁽¹⁹⁾에 의하여 측정하였고, pH는 된장 1g에 증류수 20 mL을 가하여 1분간 균질화한 후 pH meter(pH meter 520, Orion Research Inc., Beverly, USA)로 측정하였다. 이 액을 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정한 후 적정에 사용된 NaOH mL 수를 적정산도로 표시하였다. 된장 숙성 중의 아미노태 질소 함량은 포르몰 적정법⁽²⁰⁾으로, 환원당은 DNS 법⁽²¹⁾, 유리 아미노산 함량은 Lie

Table 1. Composition of raw materials for the preparation of *Monascus Doenjang*(%)

Material	Content			
	CD ¹⁾	HGD-1 ²⁾	HGD-2 ²⁾	HGD-3 ²⁾
Soy bean	21.38	21.38	21.38	21.38
Meju	10.89	10.89	10.89	10.89
<i>Aspergillus koji</i>	13.11	11.80	10.49	9.18
<i>Monascus koji</i>	-	1.31	2.62	3.93
Salt	10.31	10.31	10.31	10.31
Water	44.31	44.31	44.31	44.31
Total	100	100	100	100

¹⁾CD: Control *Doenjang*

²⁾HGD-1, -2 and -3: 10, 20 and 30% of *Monascus koji* were substituted for *koji* with *Aspergillus oryzae*

의 방법⁽²²⁾, peptide 함량은 Lowry 법⁽²³⁾으로 각각 측정하였다.

홍국된장 숙성 중 protease 활성도의 변화

된장 숙성 중의 protease는 전보⁽¹⁸⁾와 동일하게 Anson-萩原法을 개량한 일본양조협회분석법⁽²⁴⁾에 따라 pH 3.0, 6.0(편의상 산성, 중성 protease로 함)으로 구별하여 된장 1g에서 생성하는 tyrosine의 양(mg)으로 측정하였다.

관능검사

60일간 숙성시킨 된장에 대하여 14명의 관능검사 요원을 대상으로 색, 향, 맛 및 종합적인 품질에 대하여 9항목 척도를 이용하여 품질의 정도(1: 대단히 낮다, 9: 대단히 높다)를 측정하였다. 또한 보조적인 자료로서 주요 특성강도(1: 없음, 9: 대단히 강함)를 측정하였으며, 이때 사용한 주요 특성항목은 색의 강도, 향의 강도, 짠맛의 강도 및 된장특유의 맛의 강도였다.

통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였고, 결과는 SAS program⁽²⁵⁾을 이용하여 통계처리 하였으며, 분산분석(ANOVA)을 수행하였다. 분산분석에 의해 차이가 유의적인 경우는 Student Newman Keul의 다중비교법에 의하여 $\alpha = 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

홍국 된장 숙성 중 색도의 변화

명도를 나타내는 L값은 숙성기간 전반에 걸쳐 감소하는 경향을 보였고(Table 2), 숙성기간에 따라 실험기간에 유의적인 차이가 관찰되었다. L 값은 숙성 1일째

Table 2. Changes in color values during *Monascus Doenjang* fermentation

Fermentation time (days)	Sample	L	a	b	C	h
1	CD ¹⁾	55.40±0.24 ^{3)ad)}	4.63±0.23 ^b	21.79±0.39 ^a	22.28±0.43 ^a	78.02±0.37 ^a
	HGD-1 ²⁾	55.10±0.48 ^a	5.09±0.09 ^b	20.72±0.31 ^b	21.33±0.31 ^b	76.20±0.22 ^b
	HGD-2 ²⁾	53.64±0.21 ^b	6.18±0.35 ^a	20.07±0.21 ^b	21.00±0.28 ^b	72.90±0.83 ^c
	HGD-3 ²⁾	53.55±0.30 ^b	6.75±0.29 ^a	20.19±0.25 ^b	21.29±0.32 ^b	71.51±0.55 ^d
5	CD	52.76±0.61 ^a	4.93±0.18 ^c	22.03±0.47 ^a	22.57±0.45 ^a	77.39±0.51 ^a
	HGD-1	52.28±0.26 ^a	5.91±0.30 ^b	21.49±0.65 ^a	22.29±0.62 ^a	74.61±0.93 ^b
	HGD-2	51.89±0.27 ^{ab}	7.48±0.54 ^a	20.81±0.37 ^a	22.12±0.41 ^a	70.22±1.30 ^c
	HGD-3	51.42±0.44 ^b	8.17±0.44 ^a	20.58±0.55 ^a	22.14±0.46 ^a	68.33±1.38 ^c
10	CD	50.18±0.57 ^a	5.75±0.24 ^c	22.35±0.66 ^a	23.08±0.65 ^a	75.56±0.70 ^a
	HGD-1	51.19±0.72 ^a	6.22±0.36 ^c	21.59±0.09 ^{ab}	22.47±0.12 ^a	73.94±0.91 ^a
	HGD-2	50.35±0.15 ^a	7.58±0.29 ^b	21.61±0.35 ^{ab}	22.90±0.25 ^a	70.67±0.95 ^b
	HGD-3	49.82±0.22 ^a	8.99±0.28 ^a	20.94±0.21 ^b	22.79±0.25 ^a	66.76±0.62 ^c
15	CD	48.63±0.31 ^a	6.29±0.13 ^d	22.62±0.41 ^a	23.48±0.39 ^a	74.45±0.45 ^a
	HGD-1	49.46±0.44 ^a	7.25±0.09 ^c	22.26±0.07 ^{ab}	23.41±0.09 ^a	71.96±0.18 ^b
	HGD-2	49.54±0.15 ^a	8.16±0.29 ^b	22.16±0.30 ^{ab}	23.62±0.18 ^a	69.79±0.91 ^c
	HGD-3	49.55±0.33 ^a	8.97±0.15 ^a	21.70±0.14 ^b	23.48±0.14 ^a	67.54±0.38 ^d
20	CD	47.31±0.54 ^a	8.20±0.14 ^c	22.80±0.19 ^b	24.23±0.13 ^a	70.21±0.44 ^b
	HGD-1	47.98±0.51 ^a	7.46±0.12 ^d	23.54±0.16 ^a	24.70±0.16 ^a	72.42±0.28 ^a
	HGD-2	47.63±0.33 ^a	9.23±0.15 ^b	22.56±0.29 ^b	24.38±0.21 ^a	67.74±0.58 ^c
	HGD-3	46.78±0.38 ^a	10.46±0.63 ^a	21.77±0.36 ^c	24.16±0.32 ^a	64.35±1.55 ^d
25	CD	46.61±0.63 ^a	8.27±0.12 ^b	23.64±0.19 ^a	25.05±0.17 ^a	70.72±0.31 ^a
	HGD-1	46.80±8.99 ^a	8.99±0.62 ^b	23.64±0.03 ^a	25.29±0.23 ^a	69.18±1.30 ^a
	HGD-2	45.49±0.67 ^a	10.51±0.27 ^a	22.93±0.69 ^{ab}	25.23±0.53 ^a	65.37±1.19 ^b
	HGD-3	46.11±0.19 ^a	10.30±0.25 ^a	22.41±0.46 ^b	24.66±0.49 ^a	65.32±0.41 ^b
30	CD	45.54±0.44 ^a	8.77±0.13 ^d	23.81±0.34 ^{ab}	25.37±0.31 ^a	69.77±0.43 ^a
	HGD-1	45.87±0.39 ^a	9.39±0.04 ^c	24.02±0.26 ^a	25.79±0.23 ^a	68.65±0.29 ^b
	HGD-2	45.34±0.58 ^a	10.12±0.27 ^b	23.81±0.15 ^{ab}	25.87±0.08 ^a	66.96±0.66 ^c
	HGD-3	44.81±0.44 ^a	11.18±0.21 ^a	23.23±0.16 ^b	25.78±0.21 ^a	64.31±0.35 ^d
45	CD	42.17±0.33 ^b	11.16±0.17 ^c	23.47±0.41 ^a	25.99±0.42 ^a	64.57±0.33 ^a
	HGD-1	42.04±0.42 ^b	11.59±0.37 ^b	23.39±0.34 ^a	26.10±0.46 ^a	63.64±0.41 ^{ab}
	HGD-2	43.08±0.50 ^a	12.13±0.09 ^a	23.89±0.33 ^a	26.80±0.25 ^a	63.07±0.49 ^b
	HGD-3	43.64±0.32 ^a	12.31±0.11 ^a	23.16±0.74 ^a	26.23±0.62 ^a	61.99±0.89 ^c
60	CD	39.57±0.24 ^b	12.57±0.21 ^b	22.99±0.65 ^{ab}	26.20±0.66 ^b	61.33±0.36 ^a
	HGD-1	39.65±0.48 ^b	12.72±0.23 ^b	22.64±0.07 ^b	25.97±0.17 ^b	60.67±0.37 ^b
	HGD-2	40.16±0.47 ^{ab}	13.55±0.14 ^a	23.51±0.20 ^a	27.14±0.24 ^a	60.04±0.16 ^c
	HGD-3	40.78±0.02 ^a	13.40±0.17 ^a	23.25±0.29 ^{ab}	26.84±0.31 ^a	60.05±0.29 ^c

¹⁾CD: Control *Doenjang*

²⁾HGD-1, -2 and -3: 10, 20 and 30% of *Monascus koji* were substituted for *koji* with *Aspergillus oryzae*

³⁾Mean±SEM (n = 3)

⁴⁾Values within the same column with different superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ level among groups by Student-Newman-Keuls test⁽²⁵⁾.

에는 홍국을 첨가하지 않은 대조구된장이 홍국된장에 비해 유의적으로 높았으며, 5일째에도 같은 경향이었으나 실험구간에 유의차에 의한 grouping이 확실치 않았고, 그 이후 30일 까지는 차이가 없었다. 숙성 45일과 60일째에 다시 유의적인 차이가 나타났으며, 이때는 초기와는 달리 홍국 첨가량이 많을수록 L 값이 높아 초기와 상반된 결과를 나타내었다.

숙성이 진행되는 동안 모든 실험구에서 적색도인 a 값은 전반적으로 증가하고, 황색도인 b 값은 30일까지

는 증가하다가 그 이후에는 약간 감소하거나 일정하게 유지되는 경향을 나타내었다. 적색도인 a 값은 숙성 전기간에 걸쳐 차이를 나타내었으며, 홍국의 첨가량이 많을수록 유의적으로 높게 나타났으나, 홍국 10%를 첨가하여 제조한 경우 초기와 10일, 25일, 60일 숙성 시 대조구된장과의 차이가 없고, 숙성 20일에는 대조구된장보다 낮은 값을 보였으며 이는 첨가한 홍국의 양이 적어서 나타난 현상으로 추측된다. 황색도인 b 값은 숙성초기에는 대조구된장이 홍국을 첨가한 된

장에 비해 유의적으로 높았고, 숙성 중에도 대조구된장에 비해 홍국의 첨가량이 많을수록 낮은 경향을 나타내었으나 초기와 숙성 20일을 제외하고는 실험구간의 차이가 확실하다고 할 수 없었다.

C 값은 된장의 색을 평가할 때 중요한 지표이고 채도(선명도)를 나타내며 높을수록 좋다고 알려져 있다⁽²⁶⁾. 된장 숙성 중 C 값은 모든 실험구에서 증가하였으며, 초기에는 대조구된장이 홍국된장에 비해 유의적으로 높았으나 그 이후에는 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 숙성 60일에 다시 차이가 관찰되었다. 그러나 초기와 달리 홍국을 많이 첨가한 20%와 30% 된장에서 높은 값을 나타내어 된장제조 시 첨가한 홍국이 숙성이 완료되었을 때 된장의 색에 바람직한 영향을 미친 것으로 볼 수 있을 것이다.

h 값은 hue angle value로 색상을 나타내며 값이 '0'에 가까울수록 붉은색을 띤다. 숙성이 진행되는 동안 모든 실험구에서 감소하는 경향 즉, 된장의 색이 숙성에 따라 더 붉어지는 경향을 보였다. 숙성 전 기간에 걸쳐 홍국의 첨가량이 많을수록 유의적으로 값이 낮은 경향을 보여, h 값은 첨가한 홍국의 색소에 의해 영향을 받은 것으로 생각된다.

된장의 갈변현상은 균주에 의해서도 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있어 김 등⁽²⁷⁾에 의하면 같은 *Aspergillus oryzae* 균들에서도 균주간에 차이가 매우 크다고 한다. 따라서 본 연구결과 나타나는 홍국된장과 대조구된장의 색도 중 적색도인 a값과 색상을 나타내는 h값의 차이는 홍국의 색소에 의해 일어나는 현상으로 보이며 숙성이 진행되면서 명도를 나타내는 L 값이나 채도인 C 값 등이 초기와 다른 경향을 나타내는 것은 숙성 중 사용한 균주의 작용에 의해 나타나는 현상으로 추측할 수 있을 것이며, 이에 대해서는 좀더 연구가 필요할 것으로 생각된다.

홍국된장 숙성 중 수분, pH 및 적정산도의 변화

숙성 중 수분 함량은 약 50~55%로 숙성기간 동안 약간 증가하는 경향을 나타내었고(data was not shown), 본 실험의 모든 된장은 한국공업규격의 된장 수분함량(55%이하)⁽²⁶⁾에 일치하였다.

숙성 중 pH는 전반적으로 완만하게 감소하는 경향을 나타내었고(Fig. 1) 초기와 숙성 20일, 25일, 60일째를 제외하고는 실험구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 숙성 중 적정산도는 점차 증가하는 경향을 나타내었으며(Fig. 1) 이것은 된장숙성 중 미생물의 대사작용으로 생성되는 유기산의 축적으로 인하여 pH는 감소하고 산도가 증가한다는 김 등⁽²⁸⁾의 연구결과와 일치하

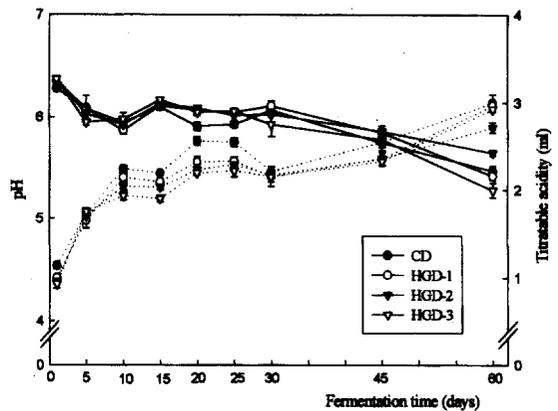


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidities during *Monascus Doenjang* fermentation.

—: Ph,: titratable acidity, CD: Control *Doenjang*, HGD-1, -2 and -3: 10, 20 and 30% of *Monascus koji* were substituted for *kofji* with *Aspergillus oryzae*.

였고, 홍국을 이용한 고추장 제조에 관한 연구 결과와도 동일한 경향을 나타내었다. 전반적으로 대조구된장이 홍국된장에 비해 적정산도가 높은 것으로 나타났으며, 이상과 같은 실험구간의 pH와 적정산도의 차이는 *Monascus* 속의 균과 된장제조 시 사용하는 *Aspergillus* 속의 균의 숙성 중 성장력 차이에 기인한 것으로 생각되며 발효 초기에 홍국을 많이 첨가할수록 pH가 높고 적정산도가 낮은 것으로 미루어 홍국 사용 시 미생물의 대사속도가 늦은 것을 추측할 수 있었다.

홍국된장 숙성중 이화학적 특성의 변화

아미노태 질소의 변화 : 아미노태 질소는 장류의 숙성 중 단백질의 분해에 의해 생성되는 성분으로 이를 측정함으로써 숙성정도를 가늠할 수 있으며⁽¹⁷⁾, 식품공전의 된장 규격 상 160mg% 이상이어야 한다. 실험결과 각 된장의 아미노태 질소는 담금초기에 약 90~120mg%로 함량이 낮았으나 숙성이 진행되는 동안 급격히 증가하여 숙성 5일 이후에는 대조구된장과 홍국된장 모두 규격 이상의 함량을 나타내었으며(Table 3), 특히 0~10일 사이에 함량이 가장 급격히 증가하고 그 이후에는 점차 증가세가 완만해졌다. 숙성기간에 따라 초기에는 전반적으로 대조구된장이 홍국된장에 비해 아미노태 질소의 함량이 높았고, 홍국의 첨가량이 많을수록 함량이 낮았다. 그러나 숙성이 진행될수록 홍국된장에서 아미노태 질소 함량이 크게 증가하여 숙성 45일과 숙성을 완료시킨 60일째에는 모든 실험구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 윤 등⁽²⁹⁾은 된장 숙성 중 아미노태질소가 숙성 40~50일경까지 계속

Table 3. Changes in chemical properties during *Monascus Doenjang* fermentation

Fermentation time (days)	Sample	Amino nitrogen (mg %)	Reducing sugar (g %)	Free amino acid (mg/g Doenjang)	Peptide (g %)
1	CD ¹⁾	120.81±5.66 ^{3)a}	7.70±0.19 ^a	1.57±0.04 ^a	1.33±0.05 ^a
	HGD-1 ²⁾	98.64±7.33 ^{b4)}	7.72±0.09 ^a	1.43±0.06 ^b	1.25±0.00 ^a
	HGD-2 ²⁾	93.77±3.05 ^b	7.68±0.09 ^a	1.45±0.05 ^b	1.27±0.05 ^a
	HGD-3 ²⁾	93.77±1.15 ^b	6.60±0.14 ^b	1.38±0.02 ^b	1.27±0.03 ^a
5	CD	222.11±13.35 ^a	11.06±0.12 ^a	2.97±0.04 ^a	1.53±0.02 ^a
	HGD-1	206.82±7.41 ^a	10.79±0.24 ^a	2.76±0.05 ^c	1.46±0.07 ^a
	HGD-2	212.14±4.66 ^a	10.10±0.13 ^b	2.86±0.01 ^b	1.47±0.04 ^a
	HGD-3	208.81±3.76 ^a	9.55±0.04 ^c	2.73±0.03 ^c	1.46±0.03 ^a
10	CD	301.91±1.88 ^a	11.11±0.75 ^a	2.94±0.03 ^a	1.65±0.04 ^a
	HGD-1	287.06±2.14 ^b	10.49±0.30 ^a	2.94±0.11 ^a	1.51±0.05 ^a
	HGD-2	285.29±1.15 ^b	10.29±0.17 ^a	2.96±0.04 ^a	1.47±0.14 ^a
	HGD-3	273.54±3.28 ^c	10.13±0.26 ^a	2.99±0.20 ^a	1.51±0.05 ^a
15	CD	331.17±9.40 ^a	11.40±0.28 ^a	3.52±0.09 ^a	1.69±0.04 ^a
	HGD-1	320.53±5.28 ^a	10.28±0.42 ^a	3.35±0.12 ^b	1.54±0.02 ^a
	HGD-2	316.10±5.81 ^a	10.29±0.48 ^a	3.31±0.04 ^b	1.55±0.09 ^a
	HGD-3	300.58±9.24 ^a	10.28±0.50 ^a	3.23±0.05 ^b	1.53±0.15 ^a
20	CD	367.52±4.28 ^a	11.21±0.47 ^a	4.39±0.09 ^a	1.68±0.05 ^a
	HGD-1	359.54±3.07 ^b	10.98±0.83 ^a	4.46±0.02 ^a	1.57±0.04 ^a
	HGD-2	346.24±3.07 ^c	10.65±0.34 ^a	4.41±0.05 ^a	1.56±0.07 ^a
	HGD-3	340.70±3.35 ^c	10.39±0.33 ^a	4.16±0.03 ^b	1.56±0.07 ^a
25	CD	385.70±5.80 ^a	11.90±0.43 ^a	4.54±0.11 ^a	1.72±0.05 ^a
	HGD-1	371.96±4.06 ^b	11.29±0.12 ^{ab}	4.52±0.01 ^a	1.62±0.07 ^b
	HGD-2	367.08±4.05 ^b	11.09±0.38 ^b	4.36±0.02 ^b	1.59±0.06 ^b
	HGD-3	357.11±3.52 ^c	11.42±0.50 ^{ab}	4.27±0.03 ^c	1.61±0.03 ^b
30	CD	386.59±3.84 ^a	8.21±0.14 ^a	4.53±0.01 ^b	1.83±0.07 ^a
	HGD-1	367.52±8.47 ^b	7.40±0.42 ^a	4.40±0.05 ^c	1.72±0.02 ^a
	HGD-2	366.42±4.61 ^b	7.34±0.26 ^a	4.65±0.04 ^a	1.70±0.05 ^a
	HGD-3	362.65±9.03 ^b	7.33±0.59 ^a	4.34±0.07 ^c	1.71±0.07 ^a
45	CD	406.98±0.67 ^a	6.13±0.09 ^a	4.55±0.22 ^a	1.81±0.08 ^a
	HGD-1	398.11±2.69 ^a	5.36±0.54 ^a	4.70±0.05 ^a	1.72±0.04 ^{ab}
	HGD-2	401.00±4.66 ^a	5.39±1.51 ^a	4.60±0.09 ^a	1.62±0.02 ^b
	HGD-3	401.00±3.33 ^a	5.48±0.63 ^a	4.54±0.43 ^a	1.63±0.04 ^b
60	CD	434.02±6.53 ^a	7.13±0.27 ^a	4.57±0.10 ^a	1.74±0.11 ^a
	HGD-1	438.24±8.09 ^a	5.99±0.48 ^{ab}	4.69±0.04 ^a	1.59±0.02 ^a
	HGD-2	416.07±13.97 ^a	4.77±0.52 ^b	4.70±0.06 ^a	1.50±0.10 ^a
	HGD-3	423.16±6.00 ^a	7.33±1.24 ^a	4.55±0.09 ^a	1.57±0.05 ^a

¹⁾CD: Control *Doenjang*

²⁾HGD-1, -2 and -3: 10, 20 and 30% of *Monascus koji* were substituted for *koji* with *Aspergillus oryzae*

³⁾Mean±SEM (n = 3)

⁴⁾Values within the same column with different superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ level among groups by Student-Newman-Keuls test⁽²⁵⁾.

증가하다가 그 이후에는 거의 일정하게 유지된다고 하여 본 실험과 같은 경향을 보고하였다.

환원당 함량의 변화 : 된장숙성 중 나타나는 단맛은 glucose, fructose, maltose 등의 당류에 의해 나타나며, 이러한 당류의 전체적인 함량을 측정함으로써 된장의 품질특성을 쉽게 파악할 수 있다⁽¹⁷⁾. 본 실험에서 숙성 중 환원당의 함량은 0~5일 사이에 가장 급격히 증가한 후 계속 완만하게 증가하다가 숙성 25일에 약 12%로 가장 높은 함량을 나타내었고 25~30일에 급격하게

감소하여 거의 초기수준으로 낮아진 후에는 큰 변화가 없었다(Table 3). 숙성 5일까지는 각 실험구간에 유의적인 차이가 나타났고, 특히 홍국 첨가량이 많은 된장이 환원당 함량이 낮았으나 그 이후에는 모든 실험구가 거의 유사하였다. 각 군간의 환원당 함량의 차이가 초기에 비해 숙성 말기에 크지 않은 것으로 미루어 된장 제조 시 첨가한 홍국이 된장 숙성 중 단맛을 주는 당류 생성에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 주 등⁽¹⁴⁾은 *Asp. oryzae koji*와 *Rh. delemar koji*

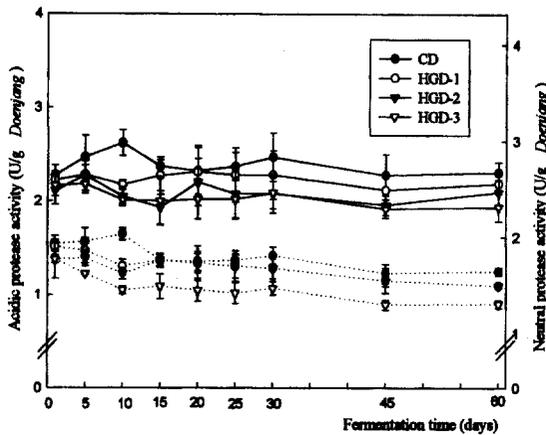


Fig. 2. Changes in protease activities during *Monascus Doenjang* fermentation

—: acidic protease,: neutral protease, CD: Control *Doenjang*, HGD-1, -2 and -3: 10, 20 and 30% of *Monascus koji* were substituted for *koji* with *Aspergillus oryzae*.

를 혼합하여 제조한 된장에서 숙성 30일까지는 환원당 함량이 증가한 후 그 이후에 감소된다고 하였고, 정 등⁽¹⁷⁾도 홍국과 황국을 혼합하여 제조한 고추장 숙성 시 숙성이 진행되면서 환원당의 함량이 증가하다가 20일에 최고치를 나타낸 후 다시 점차 감소된다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보고하였다.

유리 아미노산 및 peptide 함량의 변화 : 된장 숙성 중 유리 아미노산 및 peptide 함량의 변화는 된장의 맛에 중요한 영향을 미친다. 대조구된장과 홍국된장은 모두 숙성이 진행될수록 유리 아미노산 및 peptide 함량이 증가하였다(Table 3). 특히 유리 아미노산은 숙성 20일까지 급격히 증가하다가 그 이후에는 거의 일정한 양을 나타내었고, peptide 함량은 숙성 5일까지 급격히, 이후 30일까지는 계속 완만한 증가세를 보이다가

그 이후에는 약간 감소되는 경향이었다. 숙성 초기에서 30일까지는 홍국된장의 유리아미노산 함량이 적어 대조구된장과 유의적인 차이를 나타내었으나 그 이후에는 모든 실험구에서 유사하였다. Peptide 함량은 숙성 25일째를 제외하고는 실험구간에 유의적으로 큰 차이가 없는 것으로 나타나 된장 제조 시 홍국의 첨가는 peptide 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 추측할 수 있었다.

이상과 같이 된장 제조 시 홍국을 첨가한 경우 홍국균과 황국균의 성장속도 차에 의한 것으로 예측되는 차이가 된장 숙성 초기에 이화학적 특성들에서 나타났으나, 숙성이 진행될수록 차이가 없어져 된장 제조 시 홍국을 황국의 30% 까지 첨가할 경우에도 숙성을 충분히 시키면 대조구된장과 차이가 없는 된장을 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

홍국 된장 숙성 중 protease 활성도의 변화

된장 숙성 중 protease는 단백질을 분해하여 특유의 구수한 맛 성분을 유리한다⁽³⁰⁾. 본 실험에서는 산성 및 중성 protease의 활성이 된장의 숙성기간동안 초기에만 약간 증가하다가 그 이후에는 큰 변화가 없었으며(Fig. 2), 숙성 전기간에 걸쳐 산성 protease의 활성이 중성 protease 활성에 비해서 높게 나타났다. 또한 담금 초기에는 실험구간에 protease 활성의 차이가 나타나지 않았으나, 그 이후는 홍국의 첨가량이 많을수록 대조구된장에 비해 활성이 낮은 것으로 나타났다.

홍국된장의 관능적 특성

60일간 숙성시킨 된장의 관능검사 결과 색, 향, 맛 및 종합적인 품질에서 대조구된장과 홍국된장 및 첨가한 홍국의 양에 따른 차이가 모두 관찰되지 않았다(Table 6). 그러나 각각의 특성강도 들에서는 차이가 나

Table 4. Results of sensory evaluation of *Doenjang* fermented for 60 days

	CD ¹⁾	HGD-1 ²⁾	HGD-2 ²⁾	HGD-3 ²⁾
Intensity of color	7.14±1.23 ^{3)ad)}	6.71±1.68 ^a	5.14±1.41 ^b	3.79±1.31 ^c
Quality of color	5.79±2.04	6.21±1.67	5.21±1.93	4.50±1.99
Intensity of flavor	7.29±1.38 ^a	6.36±1.55 ^{ab}	5.79±1.53 ^b	4.29±1.73 ^c
Quality of flavor	6.07±2.02	6.00±1.80	5.57±1.55	4.36±1.91
Intensity of salty taste	6.43±2.06 ^a	5.86±1.88 ^{ab}	4.71±1.73 ^b	4.50±1.95 ^b
Intensity of <i>Doenjang</i> taste	6.93±1.98 ^a	5.79±1.89 ^{ab}	4.93±1.33 ^{bc}	3.93±1.77 ^c
Quality of <i>Doenjang</i>	5.86±1.66	5.64±1.60	5.57±1.34	4.79±2.26
Overall quality	6.00±1.71	5.43±1.79	5.43±1.79	4.14±2.14

¹⁾CD: Control *Doenjang*

²⁾HGD-1, -2 and -3: 10, 20 and 30% of *Monascus koji* were substituted for *koji* with *Aspergillus oryzae*

³⁾Mean SEM (n = 14)

⁴⁾Values within the same row with different superscript are significantly different at α = 0.05 level among groups by Student-Newman-Keuls test⁽²⁵⁾.

타나 색은 대조구된장이 가장 진하고 홍국의 첨가량이 많을수록 열게 나타났으며, 대조구된장과 10% 홍국된장에서는 차이가 관찰되지 않았다. 이는 색도 측정 시 숙성말기에 홍국된장이 명도와 채도가 높은 것과 비교시 일치하는 결과로 볼 수 있을 것이다. 향기의 강도 또한 대조구된장이 가장 강하고 홍국의 첨가량이 증가할수록 약해지는 것으로 나타났으며, 짠맛과 된장의 맛은 20, 30% 홍국된장이 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 각 특성강도들이 차이를 나타내었으나 품질에서는 차이가 나타나지 않은 것으로 미루어 된장제조 시 사용하는 황국의 30%까지 홍국으로 대체하여 제조하는 것이 가능할 것으로 생각되어진다.

요 약

된장제조 시 사용하는 황국의 10, 20, 30%를 홍국으로 대체하여 된장을 제조하고, 이를 숙성시키면서 특성의 변화를 비교하였다. 색도 중 L(lightness)값과 b(yellowness)값 및 C(Chroma, 채도)값은 모두 숙성 초기에는 대조구된장이 홍국이 첨가된 된장에 비해 높았고, 홍국의 첨가량이 많을수록 낮은 값을 나타내었다. 그러나 이 중 L 값과 C 값은 숙성이 진행되면서 유의적인 차이가 없다가 숙성 말기에는 초기와는 달리 홍국의 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. 또한 홍국의 색소로 인해 담금 초기부터 숙성말기 까지 계속 홍국의 첨가량이 많을수록 a(redness)값은 유의적으로 높았고 h(hue angle value, 색상)값은 유의적으로 낮았다. 아미노태 질소는 담금 후 숙성 전반기에 급격히 증가하였고, 담금 직후에는 대조구된장이 홍국된장에 비해 유의적으로 함량이 높았으나 숙성이 진행되면서 45일 이후에는 모든 된장에서 차이가 없어졌다. 환원당 함량과 유리 아미노산 및 peptide 함량 또한 초기에는 대조구된장이 홍국된장에 비해 유의적으로 높았으나, 숙성이 진행될수록 홍국된장의 함량이 증가하여 숙성 60일째에는 모든 군에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Protease 활성은 숙성 전기간에 걸쳐 대조구된장이 홍국된장에 비해 높게 나타났으나 60일간 숙성시킨 된장의 관능검사 결과 모든 실험구에서 품질의 차이가 나타나지 않아 된장 제조 시 황국의 30%까지를 홍국으로 대체하는 것이 가능할 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의

지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다. 또한 된장제조 시 재료 및 설비 사용에 협조해 주신 대상식품 (주)에 감사드립니다.

문 헌

- Bau, Y.S. and Mo, C.F. The uses and culturing methods of *Monascus purpureus* Wnet. New Asia College Academy Annual. 17: 335-357 (1975)
- Shoichi, T. Development and utility of red mold rice (*Monascus*). Shokuhin to Kaihatsu. 28: 47-50 (1993)
- Endo, A. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. J. Antibio. 32: 852-854 (1979)
- Endo, A. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme a reductase. J. Antibio. 33: 334-336 (1980)
- Wong, H.C. and Bau, Y.S. Pigmentation and antibacterial activity of fast neutron- and X-ray induced strains of *Monascus purpureus* Went. Plant Physiol. 60: 578-581 (1977)
- Wong, H. C. and Koehler, P. E. Production and isolation of an antibiotic from *M. purpureus* and its relationship to pigment production. J. Food Sci. 46: 589-592 (1981)
- Yasukawa, K., Takahashi, M., Natori, S., Kawai, K-I., Yamazaki, M., Takeuchi, M. and Takido, M. Azaphilones inhibit tumor promotion by 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate in two-stage carcinogenesis in mice. Oncology 51: 108-112 (1994)
- Yasukawa, K., Takahashi, M., Yamanouchi, S. and Takido, M. Inhibitory effect of oral administration of *Monascus* pigment on tumor promotion in two-stage carcinogenesis in mouse skin. Oncology 53: 247-249 (1996)
- Kohama, Y., Matsumoto, S., Mimura, T., Tanabe, N., Inada, A. and Nakanishi, T. Isolation and identification of hypotensive principles in red-mold rice. Chem. Pharm. Bull. 35: 2484-2489 (1987)
- Tsuji, K., Ichikawa, T., Tanabe N., Abe, S. and Nakagawa, Y. Effects of two kinds of *koji* on blood pressure in spontaneously hypertensive rats. Nippon Nogeikagaku Kaishi. 66: 1241-1246 (1992)
- Rhyu, M.R., Kim, D.K., Kim, H.Y. and Kim, B.K. Nitric oxide-mediated endothelium-dependent relaxation of rat thoracic aorta induced by aqueous extract of red rice fermented with *Monascus ruber*. J. Ethnopharm. 70: 29-34 (2000)
- Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y. Changes in microflora and enzymes activities of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 901-906 (1997)
- Funakim J., Yano, M., Misaka, T., Abe, K. and Arai, S. Purification and characterization of a neutral protease that contributes to the unique flavor and texture of tofu-misozuke. J. Food Biochem. 21: 191-202

- (1997)
14. Joo, H.K., Kim, D.H. and Oh, K.T. Chemical composition changes in fermented *Doenjang* depend on *Doenjang koji* and its mixture. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 35: 351-360 (1992)
 15. Kang, S.G., Park, I.B. and Jung, S.T. Characteristics of fermented hot pepper soybean paste (*Kochujang*) prepared by liquid *beni-koji*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 82-89 (1997)
 16. Chung, S.H., Suh, H.J., Hong, J.H., Lee, H.K. and Cho, W.D. Characteristics of *Kochujang* prepared by *Monascus anka koji*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 61-66 (1999)
 17. Lee, S.C., Kim, S.K., Lee, S.G. and Hwang, Y.I. Production of soy sauce with *Monascus* sp. *Agric. Chem. & Biotechnol.* 40: 361-363 (1997)
 18. Rhyu, M.R., Kim, E.Y., Kim, H.Y., Ahn, B.H. and Yang, C.B. Characteristics of the red rice fermented with fungus *Monascus*. *Food Sci. Biotechnol.* 9: 21-26 (2000)
 19. A.O.A.C. Official methods of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1990)
 20. Official methods of miso analysis. Institute of Miso Technologist, Tokyo (1968)
 21. Miller, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-429 (1959)
 22. Lie, S. The EBC-ninhydrin method for determination of free alpha amino nitrogen. *J. Inst. Brew.* 79: 37-41 (1973)
 23. Lowry, O.H., Rosebrougil, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. Protein measurement with folin phenol reagent. 193: 265-276 (1951)
 24. Murakami, H. Solid *koji*, In: Standard method established by National Tax Administration Agency. Brewing Society of Japan, Tokyo, Japan (1974)
 25. SAS Institute Inc. SAS/STAT Guide for personal computers. 6th ed. Cary, NC, USA (1986)
 26. Chung, D.H. and Sim, S.K. Soybean *Doenjang*, pp. 632-652. In: Fermented soybean foods. Jisungjisaem Co., Seoul, Korea (1994)
 27. Kim, S.S., Kim, S.K., Ryu, M.K. and Cheigh, H.S. Studies on the color improvement of *Doenjang* (fermented soybean paste) using various *Aspergillus oryzae* strains. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 11: 67-74 (1983)
 28. Kum, J.S. and Han, O. Changes in physicochemical properties of *Kochujang* and *Doenjang* prepared with extruded wheat flour during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 601-605 (1997)
 29. Yoon, I.S., Kim, H.O., Youn, S.E. and Lee, K.S. Studies on the changes of N-compounds during the fermentation process of the Korean *Doenjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 9: 131-134 (1977)
 30. Lee, J.S., Kwon, S.J., Chung, S.W., Choi, Y.J., Yoo, J.Y. and Chung, D.H. Changes of microorganisms, enzyme activities and major components during the fermentation of Korean traditional *Doenjang* and *Kochujang*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 24: 247-253 (1996)

(2000년 7월 13일 접수)