

김치의 숙성과 품질에 미치는 홍국의 첨가효과

김순동[†] · 김일두 · 박미자

대구가톨릭대학교 식품공학파

Effect of *Monascus Koji* on the Fermentation and Quality of *Kimchi*

Soon-Dong Kim[†], Il-Doo Kim and Mee-Ja Park

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyung-san 712-702, Korea

Abstract

The effects of *Monascus koji* on the fermentation and quality of *mul-kimchi* (MK) and Chinese cabbage *kimchi* (CCK) were investigated. *Monascus koji* at a final concentration of 1% against total amounts of saline and salted Chinese cabbage was added to MK and CCK, respectively, and fermented at 10°C. The *koji* of MK and CCK had a little effect on pH and acidity. Antimicrobial effect of water extracts from *Monascus koji* showed at the concentration of 3% for *L. brevis* and 5% for *L. acidophilus* and *L. bulgaricus*, respectively. Whereas no effect was founded in the strains of *L. plantrum*, *L. GG* and *Leuc. mesenteroides*. It was possible to control the color of *kimchi* by using *Monascus koji* instead of red pepper. Especially, color acceptability of MK added the *koji* was greatly improved. The content of reducing sugar and the score of sweet taste were slightly increased in the *kimchi* added the *koji*, whereas no great difference in the crispness was found. Overall acceptability of CCK was not apparent, but that of MK was greatly enhanced. It is apparent that the inhibitions of HMG-CoA reductase in MK and CCK added 1% *Monascus koji* were 10~20 and 7~16%, respectively.

Key words: *Monascus koji*, *mul-kimchi*, Chinese cabbage *kimchi*, HMG-CoA reductase

서 론

김치는 절임배추에 고춧가루와 마늘, 생강 등의 갖은 양념을 버무려 넣어 숙성시킨 발효식품으로 숙성 중에 생성된 다양한 성분과 양념의 맛이 잘 어우러져 김치의 독특한 맛과 색상을 내게 된다. 최근에는 특히 색깔이 좋은 김치제조를 위하여 붉은 고추의 사용량을 높이고 있어 고추의 구입비용이 김치의 제조원가에 차지하는 비율이 높아지고 있는 실정이다. 고추의 색상은 carotenoid계 색소로서 산에 불안정하여 김치의 숙성과 함께 퇴색되는 특성을 지니고 있어 고추의 사용량을 다소 줄이면서 아름다운 색상을 유지시키고 동시에 김치에 적합한 기능성을 부여하는 연구가 요망되고 있다. 홍국은 쌀에 *Monascus*속 곰팡이를 번식시킨 것으로 천연의 적색계 색소를 함유하여 홍주, 홍로주, 홍유부 등의 착색제로 많이 이용이 되고 있다(1). 또, HMG-CoA reductase를 저해하는 monacolin K를 함유하여 체내 콜레스테롤의 생합성 저해제로서도 활용되고(2,3) 있을 뿐만 아니라 소화를 돕고 혈액순환을 좋게 하며, 내장을 튼튼히 하여 위를 상쾌하게 하는 작용이 있는 것으로 알려져 있다(4). *Monascus* 색소는 증백미를 이용한 고체배양법(5,6)에 의하여 생산할 수 있으나 1970년대 이후로는 대량 생산을 위한 액체배양방법에 관한

연구(7,8)가 이루어졌으며, 색소생성과 관련한 균주 연구도 많이 이루어졌다(9-11). 이 색소는 단백질, 펩티드 등에 대한 친화성이 강하고 물에는 난용이지만 에탄올, 클로로포름 등의 유기용매에 녹으며(1) 사용균주, 영양성분, 배양조건에 따라 색소의 구성성분과 생산량이 달라지며(12), 열에 안정하고 사용 가능한 pH 범위가 넓으며 염착성이 양호한 것으로 알려져 있다(13). 본 연구에서는 김치의 고추 사용량을 줄여 제조원가를 낮추면서 김치고유의 색상을 유지하고, 나아가 육식과 접목할 수 있는 콜레스테롤 저하기능을 가진 기능성 김치의 제조를 목적으로 김치의 숙성과 품질에 미치는 홍국의 첨가효과를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 배추(*Brassica campestris* var. *pekenensis* cv. Galacsin No. 1)는 1.5~2.0 kg 내외의 것을, 소금은 한주 소금을 사용하였고 파, 마늘, 생강 등의 향신료는 시장에서 구입하여 사용하였다.

종균의 제조

한국중균협회에서 분양 받은 *Monascus pilosus* KCCM

[†]Corresponding author. E-mail: kimsd@cataegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-3216. Fax: 82-53-850-3216

60084 균주를 PDY 배지(potato extract 40.0 g, dextrose 200.0 g, yeast extract 5.0 g, agar 15.0 g, distilled water 1 L, pH 6.6)를 사용, 30°C에서 10일간 사면배양하여 포자를 충분히 생성시키고 이를 살균 증류수 5 mL로 현탁시켜 살균된 Mizutani 배지(peptone 20.0 g, glucose 50.0 g, KH_2PO_4 8.0 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, CH_3COOK 2.0 g, NaCl 1.0 g, distilled water 1 L, pH 6.6) 75 mL에 이식하여 30°C의 shaking incubator에서 300 rpm으로 4일간 배양하여 종균으로 사용하였다.

홍국의 제조

백미를 수세하여 24시간 충분히 불린 후 물기를 제거하고 1 L 삼각 플라스크에 120 g씩 넣어 120°C에서 1시간 동안 증자한 후 냉각하였다. 다음에 종균을 5%(v/w)되게 접종하여 30°C에서 10일간 배양한 후 열풍건조기를 사용하여 40°C에서 충분히 건조시켜 분말화 하였다.

홍국색소의 추출과 정량

홍국 분말시료 5 g을 클로로포름 : 메탄올(50 : 50, v/v)의 용액으로 추출한 후 전개용매 클로로포름 : 메탄올 : 물(65 : 25 : 4, v/v), 흡착제 실리카겔 60 F₂₅₄를 사용한 TLC 시스템에 의하여 분리하였다. 분리된 색소는 에탄올로 추출하여 적색색소는 510 nm, 황색색소는 387 nm에서 흡광도를 측정하고, TLC 상에서 분리하여 정제된 색소를 표준품으로 한 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

김치 담금과 숙성

배추는 4등분하여 10% 소금물에 12시간 절인 후 흐르는 수돗물에 3회 세척하여 4°C에서 2시간 동안 물 빼기를 하였다. 배추김치는 절임배추 100 g에 대하여 마늘 1.8 g, 생강 0.4 g, 고춧가루 4.5 g, 멸치액젓 4.5 g, 홍국 1.0 g의 비율로 담금하였으며(14), 물김치는 절임배추 100 g에 대하여 무 6.7 g, 마늘 3.3 g, 실파 2.2 g, 생강 0.6 g, 코지 4.0 g, 1% 소금물 400 mL의 비율로 담금하였다(15). 물김치 재료 중 무는 두께 2~3 mm의 2×3 cm 크기로, 실파는 2~3 cm 길이로 각각 썰어 담금하였으며 마늘과 생강은 다져서 사용하였다. 김치의 숙성은 10°C에서 행하였다.

pH 및 산도

배추김치는 착즙액을, 물김치는 국물과 건더기로 나누고 건더기는 착즙하여 3점의 거저로 여과한 후 pH는 pH meter (Metrohm 632, Swiss)로, 산도는 즙액 20 mL를 중화시키는 데 소요된 0.1 N NaOH 용액의 소비량을 구하여 젖산함량(%)으로 환산하였다.

색상

색상은 색차계(CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 및 hue angle(H°)을 측정하였다. 즉, 물김치 국물은 직경 9 cm의 petri dish에 30 mL를 취하여 뚜껑을 한 후 백색판

위에 올려놓은 후 측정하였으며, 물김치 조직 및 배추김치 조직의 색상은 표면에 붙은 양념을 제거시킨 후 측정하였다. 표준 색도값은 Y 94.5, x 0.3132, y 0.3203이었다.

환원당

김치 착즙액 및 국물을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 얻은 여액을 DNS법(16)으로 측정하고 glucose의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

항균력

젖산균에 대한 홍국 물추출의 항균성은 MRS 배지에서 수차 계대배양하여 활성화시킨 배양액 0.1 mL를 실온에서 하룻밤 건조한 두께가 4~5 mm인 MRS 한천배지에 주입한 후 유리막대로 균일하게 펼치고, 멸균된 0.65 mm 여지 disc (Whatman No. 2)에 농도별 홍국 물추출물을 흡수시켜 고체 배지 표면 위에 놓아 37°C에서 48시간 동안 배양, disc 주위에 생육저해환의 생성유무를 조사하였다(17). 젖산균은 한국종균협회 부설 미생물보존센터에서 구입한 *Lactobacillus plantarum* KCCM 11322, *Lactobacillus brevis* KCCM 11904, *Lactobacillus acidophilus* KCCM 32820, *Leuconostoc mesenteroides* KCCM 11324 및 *Lactobacillus bulgaricus* KCCM 35462를 사용하였으며, *Lactobacilli* GG는 매일유업에서 분양 받아 사용하였다.

HMG-CoA reductase 활성

Shapiro 등(18) 및 Hulcher와 Oleson(19)의 방법을 기본으로 행하였다. 즉, 효소반응액은 50 nM ¹⁴C-HMG-CoA (specific activity : 2.1083 GBq/mM) 7.4 μL, 500 nM NADPH 용액 5 μL에 김치 추출액 10 μL과 0.02 nM EDTA 및 2 nM dithiothreitol을 함유하는 pH 7.4의 0.1 M triethanolamine 완충용액(이하 추출용 완충용액) 27.6 μL를 가한 후 37°C의 water bath에서 5분간 예열하고 마지막으로 효소원으로 microsome용액 10 μL를 vortex 상에서 혼합하여 37°C에서 15분간 반응시켰다. 다음에 10 N HCl 용액 15 μL을 vortex 상에서 가하여 37°C에서 15분간 두어 반응을 정지시켰다. 반응액은 4°C, 10,000 g로 10분간 원심분리하여 상정액을 얻었으며, 실리카겔 60F₂₅₄, 벤젠 : 아세톤(1 : 1, v/v)의 TLC 시스템으로 분리하였다. 표준품 mevalonate를 함께 전개시켜 phospho image analyzer(MacBas 1000, Fuji)에 의하여 확인된 mevalonate band를 절취하여 scintillation counter(Packard Tri-carb 1600 TR, Packard, Australia)로 방사선 활성을 측정하였다. 활성 units는 분당 microsome protein 1 mg이 생성하는 mevalonate의 p mole로 하였다. 단백질은 Lowry 등의 방법(20)에 준하여 측정하였으며 bovine serum albumin을 검량선으로 하여 함량을 산출하였다.

효소원 microsome은 토끼의 간조직 2 g을 추출용 완충용액(pH 7.4) 8 mL로 균질화시킨 후 2회에 걸쳐 4°C, 10,000 g에서 15분 동안 원심분리하여 상정액을 얻었다. 이 액을 100,000 g에서 1시간 동안 초원심분리하여 잔사를 얻었으며 잔사는

다시 추출용 완충용액 1 mL에 현탁시켜 효소원으로 사용하였다. 김치시료는 동결건조한 후 메탄올로 추출한 후 감압건조시켜 용매를 제거시킨 후 추출용 완충용액에 현탁시켜 사용하였다.

관능검사

조직감과 종합적인 맛 그리고 색깔에 대한 기호도는 5점 채점법(21)으로 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 매우 좋다(5점)로 평가하였다.

통계처리

실험결과와 평균치간의 유의성은 SAS software package를 이용하여 Duncan's multiple range test(22)에 의하여 검증하였다.

결과 및 고찰

홍국의 색소함량

김치에 첨가한 홍국의 구성색소를 조사하기 위하여 실리카겔 F₂₅₄를 흡착제로 한 TLC 시스템으로 분리한 결과 8종의 색소가 분리되었다(Fig. 1 및 Table 1). No. 8은 황색색소였

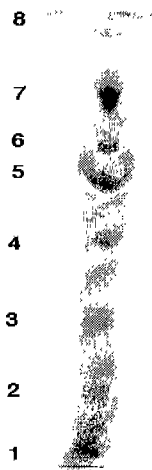


Fig. 1. Thin layer chromatogram of *Monascus pilosus* pigment. Absorbent : silica gel 60 F₂₅₄, solvent : chloroform/methanol/water (65 : 25 : 4, v/v/v).

Table 1. Compositions of the pigments produced by *Monascus pilosus*

Band No. (in Fig. 1)	R _f	Color	Content ¹⁾ (µg/g-koji)	Composition rate (%)
1	0.03	red	101.25 ± 2.85	6.8
2	0.19	red	93.80 ± 1.74	6.3
3	0.34	red	205.00 ± 6.85	13.8
4	0.47	red	182.50 ± 7.62	12.3
5	0.61	red	287.50 ± 9.24	19.3
6	0.67	red	43.80 ± 0.75	2.8
7	0.77	red	112.50 ± 2.13	7.6
8	0.98	yellow	462.50 ± 11.35	31.1

¹⁾Values are mean ± SD of triplicate experiments.

으며 나머지 7종은 적색을 띠었다. 분리된 색소 에탄올 용액의 최대흡수파장은 band No. 8은 387 nm로 나타났으며, 나머지 색소는 510~516 nm이었다. TLC법으로 정제하여 얻은 색소들을 표준으로 사용하여 색소의 조성을 조사해 본 결과 band No. 8이 31.1%, No. 5이 19.3%로 함유율이 높았으며, 나머지는 2.8~13.8%이었다. 총 색소함량은 건조홍국 100 g 당 148.8 mg이었다. Blanc 등(23)은 *M. ruber*의 배양액으로부터 6종의 색소를 분리하였으며 본 실험과 동일한 TLC system에서 R_f치가 0.98을 나타내는 황색색소는 NMR 측정결과 monascin으로 보고하였으며, 그 외 TLC 상에서 R_f치 0.39~0.44 부근의 tailing이 생기는 색소는 타 성분과 혼합되어 존재하는 복합색소라 하였다. 현재까지 홍국으로부터 분리 동정된 색소로는 monascin 외에 ankaflavin, monascorubrin, rubropunctatin, rubropunctamine, monascorubramine 등이 알려져 있다(24-26).

김치의 pH 및 산도

홍국을 1%씩 첨가한 물김치와 배추김치의 숙성 중 pH 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 물김치 국물의 경우, 담금 직후는 홍국 첨가군과 대조군이 각각 6.50, 6.59로 비슷한 값을 나타내었으나 숙성 5일째는 각각 4.72, 5.02로 첨가군의 pH가 낮았다. 그러나 15일째는 각각 3.55, 3.58로 비슷하였다. 한편, 물김치 건더기는 국물에 비해 다소 높은 pH값을 나타냈으나 국물의 경우와 마찬가지로 숙성 15일째는 차이를 보이지 않았다. Moon과 Ryu(15)는 백김치를 5°C에서 발효시켰을 때 국물의 경우는 담금시의 pH가 6.3이었으나 15일째는 4.0로 크게 감소하였다고 하여 pH 감소 패턴은 이들의 결과와 비슷하였다. 국물과 건더기 모두 홍국을 첨가한 경우가 무첨가에 비하여 약간 낮은 pH를 나타내었는데 이러한 결과는 홍국에 함유되어 있는 당류나 효소류의 작용에 기인된 결과라 사료된다. 배추김치의 경우 평균 pH 값은 담금 직후 첨가군에서는 5.48, 무첨가군에서는 5.68로서 첨가군에서 다소 낮은 상태로 숙성 10일까지 유지되었다. 그러나 숙성 15일째는 각각 4.02, 3.97로 첨가군이 오히려 높은 pH 값을 나타내었다. 산도의 경우(Fig. 3)도 물김치와 배추김치 모두 pH의 결과와 동일한 경향을 나타내었다. 즉, 물김치 국물의 경우, 담금 직후의 산도는 홍국 첨가군과 무첨가군이 각각 0.09, 0.08로서 비슷한 산도를 나타내었으나 숙성 10일째는 각각 0.41, 0.37, 15일째는 각각 0.60, 0.58로 코지 첨가에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 건더기의 산도는 국물에 비해 낮은 값을 나타냈으며, 이 역시 국물에서 마찬가지로 홍국 첨가군과 무첨가군의 뚜렷한 차이는 보이지 않았으며, 15일째는 국물과 건더기가 거의 비슷한 산도를 나타내었다. 배추김치의 경우도 마찬가지로 첨가군과 대조군이 담금 직후 각각 0.32, 0.31로부터 15일째는 0.80, 0.74로 첨가군과 대조군 사이의 차이는 거의 없었다.

김치의 색상

물김치와 배추김치의 숙성 중 색상변화를 조사한 결과는

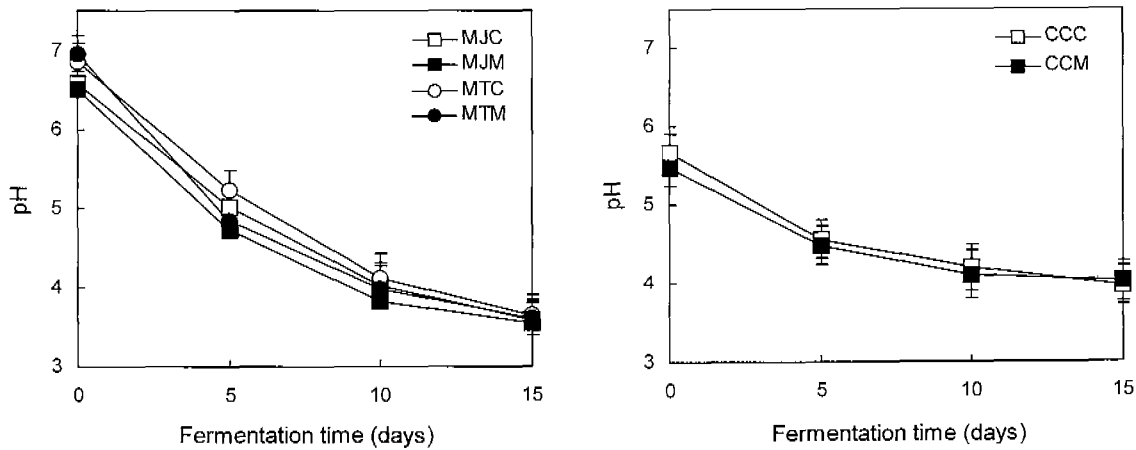


Fig. 2. Effect of *Monascus koji* concentration on the pH of mul-kimchi and Chinese cabbage kimchi during fermentation at 10°C.

Abbreviations: MJC, mul kimchi juice of control; MJM, mul-kimchi juice with *Monascus koji*; MTC, mul-kimchi tissue of control; MTM, mul-kimchi tissue with *Monascus koji*; CCC, Chinese cabbage kimchi of control; CCM, Chinese cabbage kimchi with *Monascus koji*.

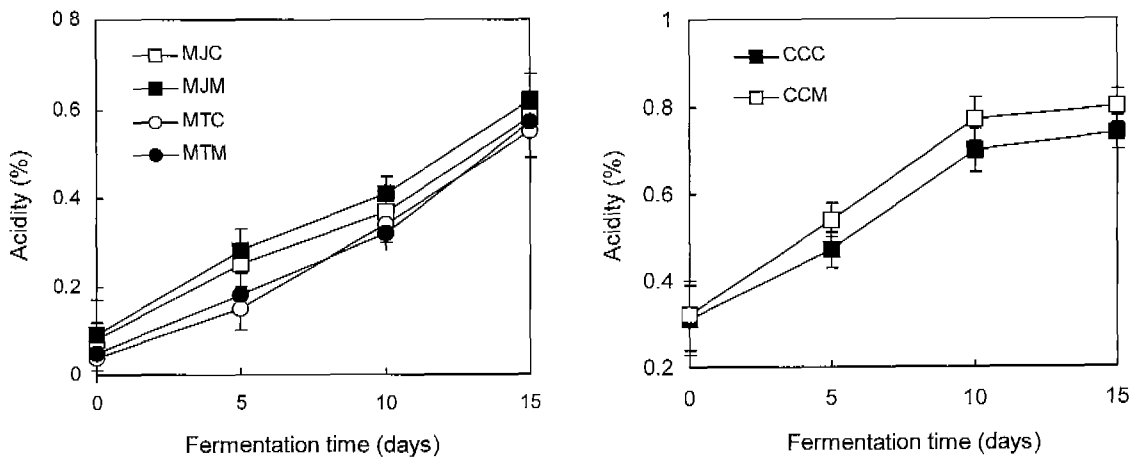


Fig. 3. Effect of *Monascus koji* concentration on the acidity of mul-kimchi juice and tissue during fermentation at 10°C.

Abbreviations: MJC, mul-kimchi juice of control; MJM, mul-kimchi juice with *Monascus koji*; MTC, mul-kimchi tissue of control; MTM, mul-kimchi tissue with *Monascus koji*; CCC, Chinese cabbage kimchi of control; CCM, Chinese cabbage kimchi with *Monascus koji*.

Table 2와 같다. 대조구 물김치 국물의 경우, 명도(L)는 72.06~43.60, 적색도(a)는 -0.92~-0.25였으나 홍국을 첨가한 경우는 L값 67.99~37.57, a값 3.90~7.72로 홍국을 첨가함으로써 국물의 색상이 적색화 됨을 나타내었다. 이러한 경향은 hue angle에서도 무첨가 경우 208.90~95.80으로 숙성에 따라서 연녹색에서 점차 황색으로 변화하는데 비하여 홍국 첨가군에서는 53.30~43.20으로 담금시부터 적색을 띠었으며, 숙성에 따라서도 큰 변화를 보이지 않음을 나타내어 색상이 안정하였다. Koshi(27)의 연구에서도 pH 2~10 범위에서 안정하다고 보고하여 본 결과와 일치하였다.

물김치 전더기의 경우, 대조구는 L값 67.18~41.30, a값 0.87~2.16이나 홍국을 첨가한 경우는 L값 57.26~37.80, a값 -0.17~1.68로 국물에서와 같은 뚜렷한 차이는 보이지 않으나 동일한 경향을 보였다. 이 같은 현상은 hue angle에서 잘

나타나고 있는데 대조구에서는 86.00~104.20으로 황색~연녹색을 띠고 있으나 홍국 첨가구는 90.20~70.40으로 황색에서 점차 적색으로 변화되었다. 배추김치의 L, a 및 hue angle 값은 대조구에서는 각각 67.89~61.14, -2.09~-0.20, 100.90~79.90을 나타내었으나 홍국첨가 김치에서는 각각 66.57~59.56, -2.00~2.26, 100.20~71.00로 홍국 첨가로 적색도가 높아졌다. 그러나 물김치 국물보다는 적색화 정도가 낮았다. 이상의 결과 홍국 첨가는 김치의 국물과 조직의 색상을 적색으로 변화시키는데 기여하며, 홍국 첨가량의 조절을 통하여 고추의 첨가량을 조절할 수 있음을 시사한다.

젖산균 생육에 미치는 영향

김치의 발효에 관여하는 미생물에 대한 홍국 불추출물의 항균성을 알아보기 위하여 6종류의 젖산균을 사용하여 저해환의 생성정도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. *L. plantarum*

Table 2. Effect of *Monascus koji* concentration on the color of kimchi during fermentation at 10°C

Treatments ¹⁾	Color	Fermentation days			
		0	5	10	15
MJC	L	72.06 ± 2.24 ^c	70.60 ± 1.22 ^c	57.51 ± 1.10 ^b	3.60 ± 1.17 ^a
	a	-0.92 ± 0.02 ^a	-0.59 ± 0.02 ^b	-0.37 ± 0.01 ^c	-0.25 ± 0.01 ^d
	b	-0.51 ± 0.03 ^a	1.83 ± 0.02 ^b	2.33 ± 0.05 ^c	3.35 ± 0.06 ^d
	H ⁰	208.90 ± 10.30 ^b	107.80 ± 9.20 ^a	96.20 ± 3.40 ^a	95.80 ± 2.50 ^a
MJM	L	67.99 ± 2.04 ^c	59.63 ± 2.38 ^b	53.91 ± 1.54 ^b	37.57 ± 1.06 ^a
	a	3.90 ± 0.12 ^a	6.71 ± 0.20 ^b	7.25 ± 0.18 ^{bc}	7.72 ± 0.15 ^c
	b	5.21 ± 0.16 ^a	6.66 ± 0.16 ^b	7.27 ± 0.17 ^{bc}	7.87 ± 0.17 ^c
	H ⁰	53.30 ± 1.40 ^b	45.90 ± 1.20 ^a	44.70 ± 1.23 ^a	43.20 ± 1.20 ^a
MTC	L	67.18 ± 2.02 ^b	64.02 ± 1.85 ^b	42.08 ± 0.93 ^a	41.30 ± 1.98 ^a
	a	-0.87 ± 0.02 ^c	-1.59 ± 0.04 ^b	-1.68 ± 0.06 ^b	-2.16 ± 0.11 ^a
	b	13.07 ± 0.51 ^b	11.85 ± 0.60 ^b	8.50 ± 0.20 ^a	7.21 ± 0.17 ^a
	H ⁰	86.00 ± 1.90 ^a	90.00 ± 2.40 ^{ab}	96.90 ± 2.50 ^{bc}	104.20 ± 2.40 ^c
MTM	L	57.26 ± 1.44 ^c	47.54 ± 1.04 ^b	45.80 ± 1.24 ^b	37.80 ± 1.07 ^a
	a	-0.17 ± 0.01 ^a	0.31 ± 0.01 ^b	1.39 ± 0.04 ^c	1.68 ± 0.04 ^d
	b	12.84 ± 0.51 ^c	12.60 ± 0.22 ^c	7.43 ± 0.15 ^b	4.73 ± 0.12 ^a
	H ⁰	90.20 ± 2.40 ^c	88.60 ± 2.20 ^c	79.50 ± 2.30 ^b	70.40 ± 1.58 ^a
CCC	L	67.89 ± 2.05 ^a	64.80 ± 1.84 ^a	64.40 ± 1.52 ^a	61.14 ± 1.63 ^a
	a	-2.09 ± 0.04 ^a	-1.34 ± 0.04 ^b	-1.08 ± 0.03 ^c	-0.20 ± 0.01 ^d
	b	10.83 ± 0.23 ^a	13.62 ± 0.33 ^b	14.07 ± 0.34 ^b	14.58 ± 0.33 ^b
	H ⁰	100.90 ± 2.30 ^b	95.10 ± 2.40 ^b	81.20 ± 2.20 ^a	79.90 ± 2.30 ^a
CCM	L	66.57 ± 1.82 ^b	67.18 ± 1.82 ^b	69.39 ± 2.02 ^b	59.56 ± 1.13 ^a
	a	-2.00 ± 0.04 ^a	1.37 ± 0.01 ^b	1.84 ± 0.03 ^c	2.26 ± 0.04 ^d
	b	10.92 ± 0.23 ^a	13.07 ± 0.23 ^b	18.36 ± 0.41 ^c	21.87 ± 0.42 ^d
	H ⁰	100.20 ± 2.30 ^c	88.10 ± 2.18 ^b	84.30 ± 2.20 ^b	71.00 ± 1.80 ^a

¹⁾ Abbreviations: MJC, *mul-kimchi* juice of control; MJM, *mul-kimchi* juice with *Monascus koji*; MTC, *mul-kimchi* tissue of control; MTM, *mul-kimchi* tissue with *Monascus koji*; CCC, Chinese cabbage kimchi of control; CCM, Chinese cabbage kimchi with *Monascus koji*.

Table 3. Antimicrobial activities of the water extracts from *Monascus koji*

Microorganisms	Concentration of water extracts (%)		
	1	3	5
<i>Lactobacillus plantarum</i> KCCM 11322	-	-	-
<i>Lactobacillus brevis</i> KCCM 11904	-	+	-
<i>Lactobacilli</i> GG	-	-	-
<i>Lactobacillus acidophilus</i> KCCM 32820	-	-	+
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> KCCM 11324	-	-	-
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> KCCM 35462	-	-	+

-: no activity, +: weak.

에 대하여서는 항균효과가 나타나지 않았으며 *L. brevis*에서는 3%, *L. acidophilus*와 *L. bulgaricus*에서는 5%의 농도에서 약간의 항균효과가 나타났다. 홍국의 항균성에 대하여는 1977년, Wong과 Bau(28)에 의해 처음으로 *Bacillus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas* 등에 대한 *M. purpureus*의 항균작용이 확인되었으며, 이후에 항균물질 monoacidin A가 분리되었다(29). 또, Nosaki 등(30)은 *M. anka*로부터 *E. coli*, *B. subtilis*의 생육을 저해하는 *ankalacton*을 분리하기도 하였다.

환원당

당의 함량은 김치의 맛에 상당한 영향을 미칠 뿐만 아니라

발효에 관여하는 젖산균의 영양원으로 이용된다. 홍국 첨가 김치의 숙성 중 환원당 함량의 변화를 조사한 결과(Fig. 4), 홍국첨가 물김치(MJM)의 경우 숙성 10일째 14.5 mg/mL로

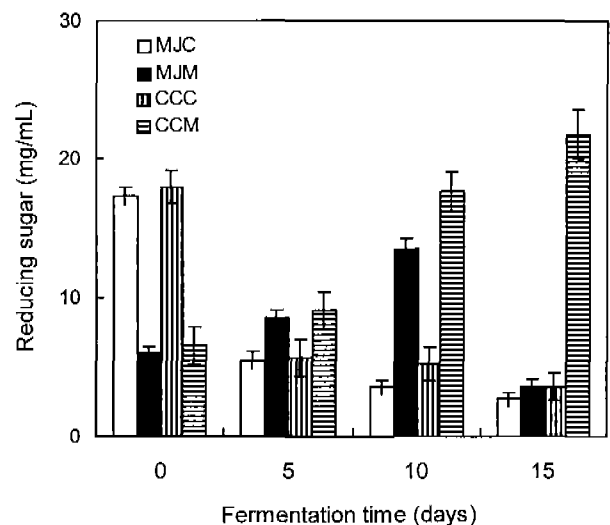


Fig. 4. Effect of *Monascus koji* concentration on the reducing sugar of kimchi during fermentation at 10°C.

Abbreviations: MJC, *mul-kimchi* juice of control; MJM, *mul-kimchi* juice with *Monascus koji*; MTC, *mul-kimchi* tissue of control; MTM, *mul-kimchi* tissue with *Monascus koji*.

최대에 달하였다가 15일째부터 감소하는 경향을 나타내었다. 배추김치(CCC)에서는 숙성에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 물김치와 배추김치의 숙성에 따른 변화 경향이 차이는 있으나 홍국을 첨가한 김치가 대조군에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 이러한 현상은 홍국의 원료가 전분질 함량이 높은 쌀을 사용하였고, 홍국이 함유하는 amylase(31)가 김치숙성 중에 작용하는 때문이라 판단된다. Jang과 Moon(32)은 동치미의 발효 13일째 환원당 함량이 5.3 mg/mL로 최대를 나타낸다고 하였다.

HMG-CoA reductase의 활성

홍국 첨가김치의 HMG-CoA reductase 저해활성을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 담금일, 홍국첨가 물김치의 효소활성은 대조구의 80%로 저해율이 20%인 것으로 나타났다. 그러나 숙성에 따라 저해활성이 낮아져 숙성 15일째는 10% 수준을 나타내었다. 홍국첨가 배추김치도 비슷한 경향을 나타내었는데 담금일에는 16%, 숙성 15일째는 7%의 저해활성을 보여 물김치보다는 약간 낮은 저해활성을 보였다. HMG-CoA reductase는 콜레스테롤 합성계에서 HMG-CoA로부터 mevalonate로 전환되는데 관여하는 유효효소로서 이 효소의 저해로 체내 콜레스테롤 합성이 저해되는 것으로 알려져 있다(33-35). 홍국에는 이 유효효소를 강력하게 저해시키는 monacolin K, J, L 등의 혼합물질이 홍국 kg당 1000 mg 수준으로 함유되어 있다(36). 이들 중에서 monacolin K는 가장 강력한 저해제로 알려져 있다(1). Endo(2)는 monacolin이 0.2~20 ng/mL 농도에서 HMG-CoA reductase를 50% 저해한다고 하였다. 본 실험에서는 김치에 홍국을 1% 수준으로 첨가하였으며 홍국 kg당 1000 mg의 monacolin이 함유된 것으로 가정할 경우 홍국첨가 김치에는 10 µg/mL정도가 함유되어

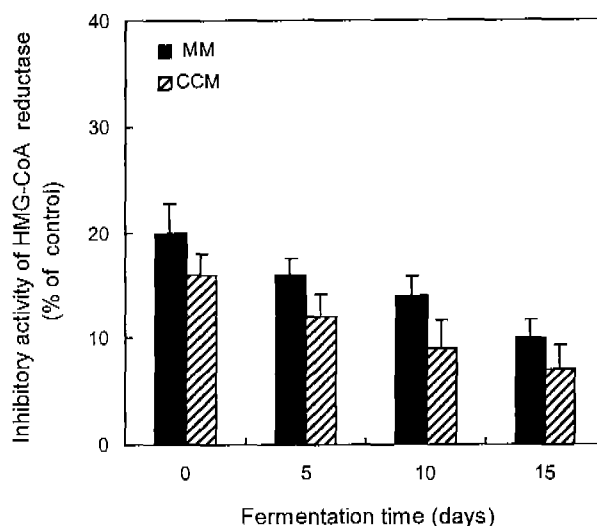


Fig. 5. Inhibitory activity of HMG-CoA reductase of methanol extracts of kimchi with 1% of *Monascus koji* during fermentation at 10°C.

Abbreviations: MM, mul-kimchi (homogenate of juice and residue) with *Monascus koji*; CCM, Chinese cabbage kimchi with *Monascus koji*.

있음을 추정할 수 있으나 실제의 저해율은 이보다 훨씬 낮은 저해활성을 보였다.

관능검사

홍국의 첨가가 김치의 관능적 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 아삭아삭한 조직감, 단맛, 색상에 대한 기호도 및 종합적인 기호도를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 물김치 건더기와 배추김치 조직의 아삭아삭한 맛은 홍국 첨가군과 대조군 사이에 큰 차이가 없었으며 다같이 숙성 10일째부터 그 값이 떨어지기 시작하여 15일째는 2.5~3.2점으로 감소되

Table 5. Effect of *Monascus koji* on the sensory quality of kimchi during fermentation at 10°C

Attributes	Treatments ¹⁾	Fermentation days			
		0	5	10	15
Crispness	MTC	4.5±0.1 ^c	4.3±0.1 ^c	3.2±0.1 ^b	2.5±0.1 ^d
	MTM	4.5±0.1 ^c	4.5±0.1 ^c	3.5±0.1 ^b	3.0±0.1 ^a
	CCC	4.3±0.2 ^c	3.9±0.1 ^{bc}	3.4±0.1 ^b	2.5±0.1 ^a
	CCM	4.3±0.1 ^c	4.0±0.1 ^c	3.5±0.1 ^b	2.6±0.1 ^a
Sweetness	MTC	2.5±0.1 ^a	2.5±0.1 ^a	3.0±0.1 ^b	2.5±0.1 ^a
	MTM	2.5±0.1 ^a	3.0±0.1 ^b	4.5±0.1 ^c	4.5±0.1 ^c
	CCC	2.0±0.1 ^d	2.5±0.1 ^b	3.0±0.1 ^c	2.0±0.1 ^a
	CCM	2.0±0.1 ^d	2.5±0.1 ^b	3.5±0.1 ^d	3.0±0.1 ^c
Color acceptability	MTC	3.0±0.1 ^a	3.0±0.1 ^a	3.0±0.2 ^a	3.0±0.3 ^a
	MTM	4.5±0.1 ^c	4.5±0.1 ^a	4.5±0.3 ^a	4.5±0.2 ^a
	CCC	3.0±0.1 ^d	3.0±0.1 ^a	3.0±0.1 ^a	3.0±0.1 ^a
	CCM	3.2±0.1 ^a	3.4±0.1 ^a	3.5±0.2 ^a	3.3±0.3 ^a
Overall acceptability	MTC	2.4±0.1 ^a	2.8±0.1 ^b	4.3±0.1 ^c	3.1±0.1 ^b
	MTM	2.5±0.1 ^a	3.2±0.1 ^b	4.5±0.1 ^d	3.9±0.2 ^c
	CCC	2.3±0.1 ^a	2.9±0.1 ^b	4.2±0.1 ^d	3.4±0.1 ^c
	CCM	2.4±0.1 ^a	3.0±0.1 ^b	4.4±0.1 ^d	3.5±0.1 ^c

¹⁾MTC, mul-kimchi tissue of control; MTM, mul-kimchi tissue with *Monascus koji*; CCC, Chinese cabbage kimchi of control; CCM, Chinese cabbage kimchi with *Monascus koji*.

었다. 단맛의 경우는 물김치와 배추김치 모두 홍국 첨가군에서 높은 경향을 보였다. 이것은 홍국 성분의 amylase 등 효소 분해물이 존재하는 때문으로 생각된다(31). 색상에 대한 기호도는 배추김치의 경우에는 홍국 첨가군과 대조군 사이에 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나 물김치의 경우에는 첨가군이 대조군에 비하여 높게 나타났다. 이러한 결과는 물김치는 고춧가루를 사용하지 않았고 배추김치는 고춧가루를 사용한 때문에 나타난 현상이라 사료된다. 종합적인 맛은 배추김치의 경우에는 첨가군과 대조군 사이에 뚜렷한 차이가 없었으며 물김치의 경우에는 첨가군에서 15일째도 4.0점의 높은 점수를 나타내었다.

요 약

물김치와 배추김치의 숙성과 품질에 미치는 홍국의 첨가 효과를 조사하였다. 물김치는 소금물의 총량에 대하여, 배추김치는 절임배추량에 대하여 홍국분말을 각각 1%씩 첨가하여 10°C에서 숙성시켰다. pH와 산도는 양 김치 모두 홍국첨가에 따른 뚜렷한 영향을 미치지 않았다. 홍국의 물추출물은 *L. brevis*에 대해서는 3%의 농도에서, *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*에 대해서는 각각 5%에서 약간의 저해활성을 보였으나 *L. plantarum*, *L. GG*, *Leuc. mesenteroides*의 생육에는 영향을 미치지 않았다. 홍국을 첨가함으로써 김치가 적색화하여 고추 첨가량 조절이 가능하였으며, 특히 물김치의 경우 기호성이 크게 향상되었다. 홍국을 첨가한 김치에서는 환원당 함량과 단맛이 다소 증가되었으나 아삭아삭한 맛은 차이가 없었다. 종합적 기호도는 배추김치에서는 뚜렷하지 않았으나 물김치에서는 현저하게 높았다. 홍국을 1% 첨가한 배추김치와 물김치의 HMG-CoA 환원효소의 활성 저해율은 각각 16~7% 및 20~10%였다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 대구가톨릭대학교 교비연구비 및 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 일부지원에 의한 것입니다.

문 헌

- Shikeo, M. : Function and utilization of *Monascus* sp. *Technical Journal on Food Chemistry & Chemicals*, **12**, 42-45 (1990)
- Endo, A. : Monacolin K, A new hypocholesterolemic agent the specifically inhibits 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *J. Antibiotics*, **XXXIII**, 334-336 (1980)
- Endo, A. : Monacolin K, A new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* sp.. *J. Antibiotics*, **XXXII**, 852-854 (1979)
- Keisuke, T., Tomio, I., Nobukazu, T., Hiroshi, O., Shirou, A., Shouichi, T. and Yasue, N. : Effect of mycelial weight on hypotensive activity of beni-koji in spontaneously hypertensive rats. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **39**, 790-795 (1992)
- Eizyro, N. : Pigment of *Monascus purpureus* Went. (Part 1). *J. Agr. Chem. Soc., Japan*, **8**, 1007-1015 (1932)
- Wakore, K.S. : Preparation method of beni-koji. *Japanese patent*, 76898 (1979)
- Yoshimura, M.S., Yamanaka, K., Mitsugi, and Hirose, Y. : Production of *Monascus* pigment in a submerged culture. *Agr. Biol. Chem.*, **39**, 1789-1795 (1975)
- Bau, Y.S. and Wong, H.C. : Zinc effects on growth, pigmentation and antibacterial activity of *Monascus purpureus*. *Physiol. Plant.*, **46**, 63-67 (1979)
- Lin, C.F. and Suen, S.J.T. : Isolation of hyperpigment-productive mutants of *Monascus* sp. F-2. *J. Ferment. Technol.*, **51**, 757-759 (1973)
- Tsukioka, M.T., Suzuki, H.T. and Kono, T. : Pigment production by mutants of *Monascus anka* (Studies on alcoholic beverage production using genus *Monascus*, Part 1). *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **60**, 451-455 (1986)
- Wong, H.C. and Koehler, P.E. : Mutant for *Monascus*-pigment production. *J. Food Sci.*, **46**, 956-960 (1981)
- Juzlova, P., Martinkova, L. and Kren, V. : Secondary metabolite of the fungus *Monascus*. *J. Ind. Microbiol.*, **16**, 163-170 (1996)
- Chen, M.H. and Johns, M.R. : Effect of pH and nitrogen sources on pigment production by *Monascus purpureus*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **40**, 132-138 (1993)
- Kim, S.D., Kim, I.D., Park, I.K., Kim, M.H. and Youn, K.S. : Effects of calcium lactate and acetate on the fermentation of kimchi. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **6**, 333-338 (1999)
- Moon, S.K. and Ryu, H.S. : Changes in the contents of dietary fibers and pectic substances during fermentation of baik-kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1006-1012 (1997)
- Miller, G.L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428 (1959)
- Ahn, E.S., Kim, M.S. and Shin, D.H. : Screening of natural antimicrobial edible plant extract for dooboo, fish paste, mak-koli spoilage microorganism. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 733-739 (1994)
- Shapiro, D.J., Nordstrom, J.L., Rodwell, V.W. and Mitschelen, J.J. : 3-Hydroxy-3-methyl glutaryl coenzyme A reductase in rat liver and in L-cell fibroblasts. *Biochem Biophys. Acta.*, **370**, 369-371 (1974)
- Hulcher, H. and Oleson, W.H. : Simplified spectrophotometric assay for microsomal HMG-CoA reductase by measurement of coenzyme A. *J. Lipid Res.*, **14**, 625-631 (1973)
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, L.A. and Randal, R.J. : Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-267 (1951)
- Herbert, A. and Joel, L.S. : *Sensory evaluation practices*. 2nd ed., Academic Press, New York, p.62-64 (1993)
- SAS Institute Inc. : *SAS/STAT guide for personal computers*. Statistical Analysis System Institute. Cary, NC, USA (1987)
- Blanc, P.J., Loret, M.O., Santerre, A.L., Pareilleux, A., Prome, J.C., Laussac, J.P. and Goma, G. : Pigments of *Monascus*. *J. Food Sci.*, **59**, 862-865 (1994)
- Hiroi, T., Shima, T., Isobe, A. and Kimura, S. : Studies on the structure of two pigment obtained from *monascus* sp. *J. Jap. Soc. Food Nutr.*, **28**, 497-502 (1975)
- Hadfield, J.R., Holker, J.S.E. and Stanway, D.N. : The biosynthesis of fungal metabolites. Part II. *J. Chem. Soc.*, **19**, 751-754 (1967)
- Manchand, P.S., Wholly, W.B. and Chen, F.C. : Isolation and

- structure of ankaflavin. *Phytochem.*, **12**, 2531-2538 (1973)
27. Koshi, S. : A study on pigment produced by microorganism. *Technical J. on Food Chemistry & Chemicals*, **1**, 36-39 (1985)
 28. Wong, H.C. and Bau, Y.S. : Pigmentation and antibacterial of fast neutron- and X-ray-induced strains of *Monascus purpureus* Went. *Plant Physiol.*, **60**, 578-581 (1977)
 29. Wong, H.C., Lin, Y.C. and Koehler, P.E. : Regulation of growth and pigmentation of *Monascus purpureus* by carbon and nitrogen concentrations. *Mycologia*, **73**, 649-654 (1981)
 30. Nosaki, H., Date, S., Kondo, H., Kiyihara, H., Takaoka, D., Tada, T. and Akayama, K. : Ankalactone, a new α , β -unsaturated- γ -lactone from *Monascus anka*. *Agric. Biol. Chem.*, **55**, 899-900 (1991)
 31. Masaaki, Y., Gensaku, U. and Koshin, M. : Production of *koji* with *monascus sp.* for Tofuyo manufacturing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**, 63-67 (1983)
 32. Jang, M.S. and Moon, S.W. : Effect of licorice root (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) on *dongchimi* fermentation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 744-751 (1995)
 33. Rodwell, V.W., Nordstrom, J.L. and Mitschelen, J.J. : Regulation of HMG-CoA reductase. *Adv. Lipid Res.*, **14**, 1-4 (1971)
 34. Choi, Y.S., Ide, T. and Sugano, M. : Age-related change in the regulation of cholesterol metabolism in rats. *Exp. Gerontol.*, **22**, 339-344 (1987)
 35. Dorothee, K. and Timm, A. : Antibiotics from basidiomycetes XXXVII. new inhibitors of cholesterol biosynthesis from cultures of *Xerula melanotricha* Dorfelt. *J. Antibiotics*, **13**, 1413-1420 (1990)
 36. Maruzen Pharmaceuticals Co., Ltd. : *A experimental report of Monascus powder 1*. Hiroshima, Japan (2000)

(2001년 6월 18일 접수)