

## Monascus속 곰팡이를 이용한 메주의 재료에 따른 색소함량

김순동<sup>†</sup> · 김일두 · 박홍덕 · 박미자

대구가톨릭대학교 식품공학과

### Pigment Content in *Meju* Fermented by a *Monascus* Species with Different Materials

Soon-Dong Kim<sup>†</sup>, Il-Doo Kim, Hong-Duok Park and Mee-Ja Park

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

#### Abstract

The pigment content in *meju* fermented by a *Monascus* species with different materials was studied. The relations between growth of *M. pilosus* and pigment production were positive and the correlation coefficient associated with this relationship was determined to be  $r = 0.9879$ . Pigments produced by *M. purpureus* and *M. pilosus* were composed of 9 and 8 bands, respectively. One kind of them was yellowish, whereas the others were reddish. Total pigment levels in rice *meju* fermented by *M. purpureus* and *M. pilosus* were 335.25 and 1428.90  $\mu\text{g/g}$ , respectively. Pigment levels in the *mejus* fermented at 30°C showed higher than those at 20 and 40°C. The order of pigment content in *meju* was polished rice > germinated waxy brown rice > wheat > brown rice > waxy brown rice > germinated waxy brown rice. Pigment production by *M. pilosus* was higher than that of *M. purpureus*. Pigment content in rice *meju* prepared by adding 10% seed culture was highest, and pigment content of granulated rice was higher than that of powdered rice. Pigment production was not desirable in soybean *meju* fermented by seed culture, whereas the pigment levels in *meju* by adding 10% powdered rice and 10% powdered rice seed *meju* increased by 23.0~75.0  $\mu\text{g/g}$ .

**Key words:** *Monascus pilosus*, *Monascus purpureus*, *meju*, pigments

#### 서 론

*Monascus*속의 곰팡이는 진균류문, *Ascomyctina*강, *Plectomycetes*목, *Monascaceae*과로 분류되는 미생물로서 곡류에 번식시킨 메주는 자색에서 적색에 이르는 색소를 함유하여 홍국(ang-kak, 紅麴)이라 부르며, anka, ang-quak, anka koji, beni koji 등으로 불려지고 있다(1). 우리나라를 비롯한 중국, 일본, 인도네시아 등 동아시아권 국가들에서는 이를 이용하여 홍주, 홍두부, 콩치즈 및 발효생선을 제조하는데 이용되어 왔으며(2,3), 식·음료의 착색 및 보존제로 사용되는 외에도 의약품과 화장품에도 널리 사용되고 있다(4). 또, 홍국은 발효과정 중에 monacolin K 및 그 유도체와  $\gamma$ -aminobutylic acid 등에 유래하는 콜레스테롤 생합성 억제작용, 혈압강하작용, 항암작용 등 다양한 기능이 알려져 있어 성인병 예방을 위한 식품신소재로서 각광을 받고 있다(5,6). 우리나라에서도 Kim과 Rhyu(7)는 *Monascus ruber*를 이용한 메주가 간장의 이화학적 특성에 미치는 영향에 대하여 보고하였다. *Monascus*속 곰팡이의 대부분은 이들 전통발효식품에 적합한 자적색(purplish-red) 계통의 색소를 생성하지 못하므로 홍국제조

용으로 이용되지 않고 있으며, *Monascus purpureus*의 몇몇 종이 주로 사용된다고 하였다(8). 장류는 우리나라의 고유 대두발효식품으로서 전통적 재래방법에 의하여 제조되어 왔으나, 생활의 간소화 및 메주의 소비량이 증가함에 따라 *Aspergillus oryzae*나 *Aspergillus sojae*를 이용한 메주제조로부터 *Bacillus subtilis* 등 세균을 이용한 메주제조법도 연구되어 왔다(9,10). Masaaki 등(11)은 *Monascus*속 곰팡이에서도 장류발효에 필요한 amylase와 protease 등의 효소류가 생성됨으로서 장류제조용의 메주가 될 수 있음을 시사하였다. 본 연구에서는 홍국을 이용한 기능성 발효식품 제조의 기초적 자료를 마련하기 위하여 콜레스테롤 생합성을 저해하는 monacolin K와 그 유도체의 생성력이 뛰어난 것으로 보고되고 있는 *Monascus pilosus*(12) 균주를 이용한 메주제조시 재료에 따른 색소생성량을 조사하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

재료는 경북 의성에서 생산된 1999년산 백미, 밀, 현미, 찰

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: kimsd@cuth.cataegu.ac.kr  
Phone: 82-53-850-3216, Fax: 82-53-850-3216

현미를 사용하였으며, 대두는 1999년도 국내산 은하콩(*Glycine max merr.*)을 사용하였다.

**발아**

발아용 재료는 현미와 찰현미를 사용하였으며, 24시간동안 수침한 후 20°C에서 4일간 싹의 길이가 1 mm 내외가 되도록 발아시킨 후 40°C에서 건조시킨 것을 사용하였다.

**백미의 분쇄**

깨끗이 선별한 백미를 분쇄기를 사용하여 30 mesh로 분쇄하였다.

**균주와 배양**

균주는 *Monascus purpureus* KCCM 11832(이하 *M. purpureus*)와 *Monascus pilosus* KCCM 60084(이하 *M. pilosus*)를 사용하였으며, 한국중균협회 부설 미생물보존센터에서 분양 받아 각각 malt extract agar(Difco, USA)와 potato dextrose yeast agar(Difco, USA)에 이식하여 30°C에서 10일간 배양하였으며, 1개월 간격으로 새로운 배지에 이식하면서 사용하였다. 종배양(seed culture)은 두 균주 모두 Mizutani 액체배지(12)를 사용하여 30°C, 30 rpm의 shaking incubator에서 배양하여 균수를 10<sup>6</sup> CFU/mL로 조정하여 사용하였다.

**메주의 제조**

백미, 분쇄미, 밀, 현미, 찰현미, 발아현미 및 발아 찰현미 메주의 제조는 24시간동안 수침하고 물기를 뺀 뒤 1 L 삼각 flask에 120 g씩 넣어 121°C에서 60분간 증자, 살균하였다. 냉각 후 *M. purpureus* 및 *M. pilosus*의 종 배양액을 10%(v/w)되게 접종하여 30°C에서 10일간 배양한 후 40°C에서 건조시켰다. 콩메주는 콩을 8시간 동안 수침한 후 1 L 삼각플라스크에 120 g씩 넣어 121°C에서 60분간 증자, 냉각하였으며, 종균을 접종, 30°C에서 10일간 배양한 다음 40°C에서 건조시켰다. 콩메주는 균의 접종 방식에 따라 3가지로 구분하였다. 즉, 증자한 콩에 종 배양액을 10%(v/w) 첨가한 것, 종 배양액 10%(v/w)와 백미분말을 10%(w/w) 첨가한 것, 균주를 쌀에 번식시켜 40°C에서 건조시킨 메주분말을 종균으로 10%(w/w) 첨가하여 제조한 것으로 구분하였다.

**색소의 추출 및 정량**

색소의 추출은 Kim 등(13)의 방법에 준하여 메주분말 5 g에 95% ethanol 용액 50 mL을 넣어 실온에서 2시간동안 추출 후 4°C, 10,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하였으며, 510 nm (Fig. 1)에서 흡광도를 측정하여 표준품으로 흥국색소(Nanping Senfa Natural Pigment Co., Fujia, China)를 사용한 검량선에 의하여 함량을 산출하였다. 구성색소는 95% ethanol 용액을 용매로 한 추출액을 TLC법(14)으로 분리한 후 황색대와 적색대로 구분하여 동일 용매로 추출하였으며 황색색소는 387 nm에서, 적색계 색소는 510 nm에서 흡광도를 각각 측정하여 동일방법으로 분리 정제한 표준품의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다. TLC 조건은 흡착제 silica gel 60 F<sub>254</sub>(Merck),

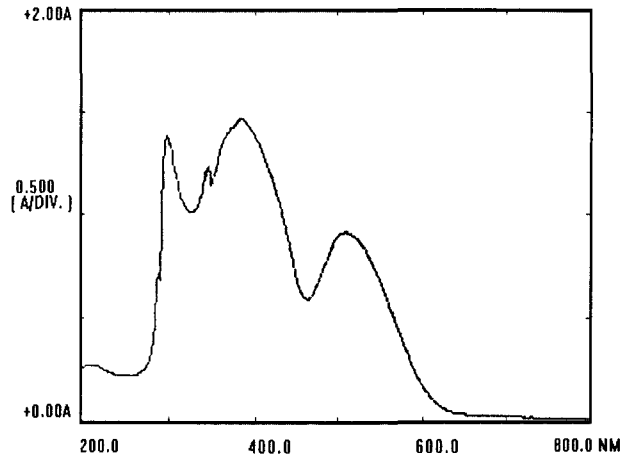


Fig. 1. Absorbance spectra of the pigment in 95% ethanol from rice meju fermented by *Monascus pilosus* KCCM 60084.

전개용매 chloroform : methanol : distilled water(65 : 25 : 4, v/v)를 사용하였다.

**통계처리**

모든 실험은 3회 반복되었으며 통계분석은 SPSS(statistical package social science, version 7.5)를 이용하여 Duncan's multiple range test와 t-test로 유의성을 검증하였다(p<0.05).

**결과 및 고찰**

**균의 생육과 색소함량**

균의 생육정도와 색소생성과의 관계를 조사하기 위하여 *M. pilosus* 균주의 종 배양액을 증자미에 10%되게 이식하여 30°C에서 번식시키는 동안 총 색소함량의 변화를 조사해 보았다(Fig. 2). 그 결과 균의 생육은 2일 이후부터 서서히 시작

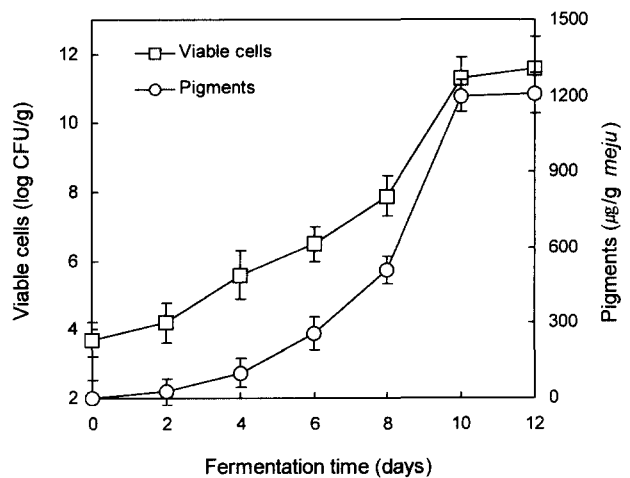


Fig. 2. Changes in pigment contents and viable cells number of *Monascus pilosus* KCCM 60084 in rice meju during fermentation at 30°C.

All values are mean ± SD of triplicate experiments.

되었으며 6일 이후부터는 급속한 성장을 나타내었다. 색소의 생성은 균이 급격하게 증식되는 발효 6일부터 10일 사이에 주로 생성되어 균의 성장과 정의 상관관계( $r=0.9879$ )를 나타내었다(Fig. 3). 즉, 균수가 생메주 그래프당 log 4.1 CFU일 때의 색소함량은 35  $\mu\text{g}$ 이었으며, 균수가 log 11.3 CFU인 경우에는 1200  $\mu\text{g}$ 로 색소량이 최대를 나타내었다. *Monascus*속 곰팡이가 생성하는 색소는 수종의 색소로 구성되어 있고(15), 균의 종류는 물론 생육조건에 따라서 상당한 차이가 있는 것으로 알려져 있으며, Geno(16)과 Wan(17)은 사용균주, 영양기질, 배양조건에 따라 색소 생성능이 달라진다고 하였다. 또, Boonprab 등(18)은 메주제조중 수분함량이 높으면 glu-coamylase의 활성이 높아지나 색소생성량은 크게 감소한다고 하였다.

구성색소와 함량

본 연구에서 사용한 균주인 *M. purpureus*와 *M. pilosus*가 생성하는 구성색소별 함량을 조사하기 위하여 각 균주의 종 배양액을 증자미에 이식하여 30°C에서 10일 동안 배양한 후 충분히 건조시킨 쌀메주를 95% ethanol로 추출하여 TLC법으로 분리해 본 결과 *M. purpureus* 쌀메주는 9종의 색소가 분리되었으나 *M. pilosus* 쌀메주는 8종으로 band 8이 나타나지 않았다(Table 1). Blanc 등(14)은 *M. ruber*와 *M. purpureus*가 생성한 색소의 연구결과, 본 실험과 동일한 TLC 조건에서 Rf치가 0.98인 황색색소를 monascin이라 하였다. 그리고 band 1, 2, 3, 4는 TLC상에서 심한 tailing현상이 나타났는데 이는 Blanc 등(14)의 연구에서도 동일하게 나타난 현상으로 이들은 이를 복합색소라 명명하였다. 또, Lin과 Demain(19) 및 Manchand 등(20)은 *Monascus*속 곰팡이가 생성하는 적색계 색소로서 monascorubrin과 rubropunctatin을 동정하였으며 황색계 색소로서는 monascin, ankaflavin 및 monascoflavin 등을 동정하였으나 본 실험에서는 두 균주 모두 황

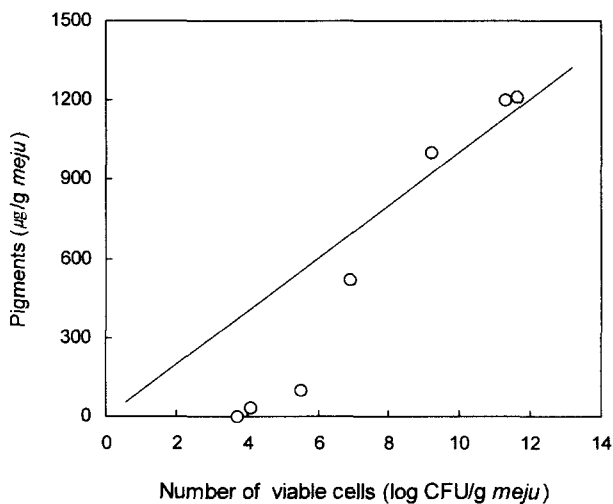


Fig. 3. Relationship between pigment contents and viable cells of *Monascus pilosus* fermented for 12 days at 30°C. Content of pigment ( $\mu\text{g/g meju}$ )= $168.72 \log \text{CFU} - 674.02$ ,  $r=0.9879$ .

Table 1. Contents and Rf values<sup>1)</sup> of the pigments produced by *Monascus purpureus* KCCM 11832 and *Monascus pilosus* KCCM 60084 ( $\mu\text{g/g meju}$ )

Band no.	Mean R <sub>f</sub> values	Color	<i>Monascus purpureus</i>	<i>Monascus pilosus</i>
			KCCM 11832	KCCM 60084
1	0.06	red	16.95 <sup>1)</sup>	101.3
2	0.23	red	12.20	93.8
3	0.36	red	12.00	205.0
4	0.45	red	10.80	182.5
5	0.59	red	49.20	287.5
6	0.68	red	68.40	43.8
7	0.78	red	23.68	112.5
8	0.88	red	23.30	-
9	0.97	yellow	118.72	402.5
Total			335.25	1428.9

<sup>1)</sup>TLC systems: plates, silica gel F<sub>254</sub>; solvent, chloroform : methanol : water (65 : 25 : 4, v/v).

<sup>2)</sup>Values are mean  $\pm$  SD of triplicate experiments.

색계 색소는 1종, 나머지는 모두 적색계 색소이었다. *Monascus* 색소추출물의 광흡수스펙트럼은 Fig. 1에서 보는 바와 같이  $\lambda \text{max}$ 가 390 nm와 510 nm으로 Lin과 Iizuka(21), Evans와 Wang(22), Choi(23), Ju(24) 등의 결과와 일치하였다. 구성색소의 합계치는 *M. pilosus* 쌀메주는 그래프당 1428.9  $\mu\text{g}$ 로서 *M. purpureus* 경우 335.25  $\mu\text{g}$ 의 4.26배에 달하였다.

재료별에 따른 색소 함량

*Monascus*속 균주를 이용한 색소의 생산은 액체배양에 의하여 행해지고 있으며 배지로서 Lin 배지(19), Blanc 배지(14) 등이 알려져 있으나 색소의 생성량을 높이기 위해서 쌀 분말이나 쌀 추출물을 첨가하고 있다(25). 또, 이들 균주를 이용한 메주를 제조함에 있어서도 그 재료로서 주로 쌀이 이용되고 있다(25). 본 연구에서는 *Monascus*속 균주를 이용한 메주제조를 검토하기 위하여 재료별에 따른 색소의 생성량을 조사하였다(Fig. 4). 그 결과 *M. purpureus*를 이용한 발아현미 메주의 색소함량은 현미의 경우에 비하여 20°C에서는 24%, 30°C에서는 58% 증가하였다. *M. pilosus*를 사용할 경우(Fig. 5)에도 20°C에서 23%, 30°C에서 55% 증가하였다. 그러나 발아 찰현미로 제조한 메주의 색소함량은 찰현미의 경우와 비슷하였다. 통밀을 이용하여 제조한 메주의 색소함량은 *M. purpureus*와 *M. pilosus* 모두 30°C에서 높았다. 색소함량이 가장 높은 메주는 백미와 *M. pilosus*를 이용하여 제조된 메주로서 *M. purpureus*를 이용한 발아현미 메주의 5배, *M. pilosus*를 이용한 발아현미 메주의 8배로 높았다. 그리고 두 균주 모두에서 색소함량은 백미>발아현미>통밀>현미>찰현미>발아찰현미 순서로 나타났으며, 색소함량이 가장 높은 백미에서는 *M. pilosus*를 사용한 경우가 메주 그래프당 1200  $\mu\text{g}$ 으로 *M. purpureus*에 비하여 3.8배나 높았다. Kim(26)은 *Monascus* sp.의 색소생성력은  $\alpha$ -amylase를 첨가하였을 때 증가한다고 하였다. 본 실험에서 발아현미가 현미에 비하여 색소함량이 높은 것은 이들의 결과와 관련이 있는 것으로 생각된다.

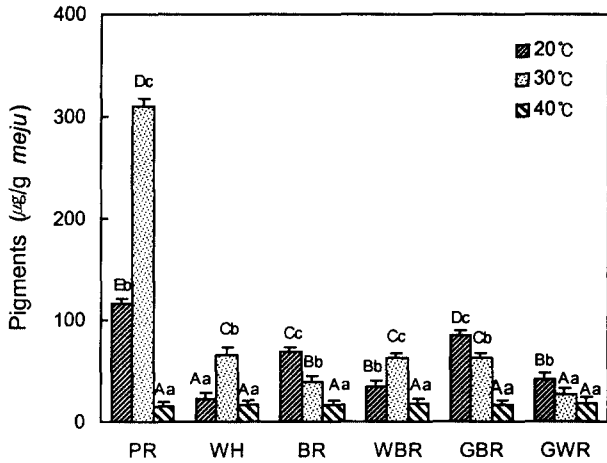


Fig. 4. Effect of temperature on pigment contents of various meju fermented by *Monascus purpureus* KCCM 11832 for 10 days.

PR, polished rice meju; WH, wheat meju; BR, brown rice meju; WBR, waxy brown rice meju; GBR, germinated brown rice meju; GWR, germinated waxy brown rice meju. Values are mean ± SD of triplicate experiments and the different letters on the bars (a~c) of the same materials and different temperature, and on the bars (A~E) of the same temperature and different materials indicates significant differences at p<0.05.

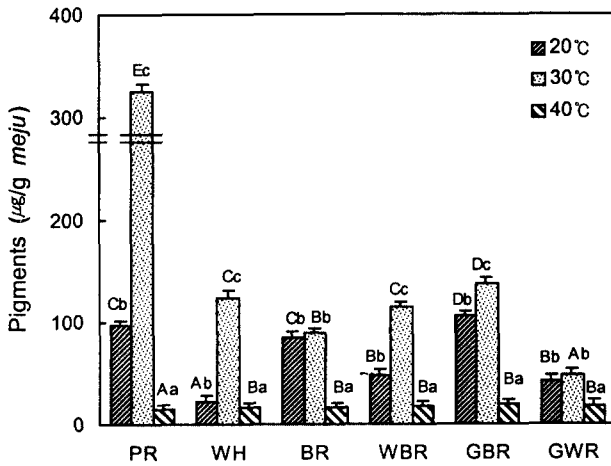


Fig. 5. Effect of temperature on pigment contents of various meju fermented by *Monascus pilosus* KCCM 60084 for 10 days. Abbreviations are the same as described in Fig. 4. Values are mean ± SD of triplicate experiments and the different letters on the bars (a~c) of the same materials and different temperature, and on the bars (A~E) of the same temperature and different materials indicates significant differences at p<0.05.

그리고 발아찰현미와 찰현미의 색소함량이 큰 차이를 보이지 않은 것은 찰현미의 발아율이 낮은 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 또 통밀, 현미 등이 백미에 비하여 색소함량이 크게 낮은 것은 이들이 가지는 딱딱한 외피로 인하여 균의 번식력이 낮아졌기 때문으로 판단된다.

백미의 형태에 따른 메주의 색소함량

두 균주 중 색소생성량이 높은 *M. pilosus*를 이용한 백미

메주 제조시 백미의 형태(날알 및 분말)에 따른 색소함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 그 결과 *M. purpureus*와 *M. pilosus* 다같이 날알 형태로 발효시킨 경우는 각각 310.0 µg/g 및 1200.0 µg/g으로 분말의 경우 13.5~160.0 µg에 비하여 색소함량이 현저하게 높았으며 *Monascus pilosus*균주의 색소 생성력이 높았다. 날알에 비하여 분말상태일 때 색소의 생성력이 낮은 것은 발효의 환경과 관련이 있는 것으로 수분 함량과 통기량 등이 영향을 미친 것이라 사료된다. Boonprab 등(18)은 glucose의 함량이 높으면 색소의 생성량이 감소된다고 하였으며 초기 수분함량이 높으면 glucoamylase의 활성이 증가되어 glucose 함량이 증가되어 색소생성에 영향을 미친다고 하였다.

종 배양액 첨가농도에 따른 메주의 색소함량

*Monascus pilosus*를 이용한 백미 메주의 제조시 종배양액의 첨가농도가 색소함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 종배양액의 첨가농도가 10~15%일 때는 최대 생성량인 메주 그램당 1200 µg을 생성하는 일수가 8일이었으나 5% 첨가한 경우는 10일로 지연되었다. 1% 첨가한 경우

Table 2. Effect of particle type on pigment content in polished rice meju fermented by *Monascus pilosus* KCCM 60084 at 30°C for 10 days

Strains	Particle type	Pigment content (µg/g meju)
<i>Monascus purpureus</i> KCCM 11832	whole	310.0 ± 6.5 <sup>a1)</sup>
	powder	13.5 ± 2.5 <sup>b</sup>
<i>Monascus pilosus</i> KCCM 60084	whole	1200.0 ± 12.5 <sup>a</sup>
	powder	16.0 ± 3.5 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD of triplicate experiments and the different letters in the same columns (a, b) indicates significantly different at p<0.05.

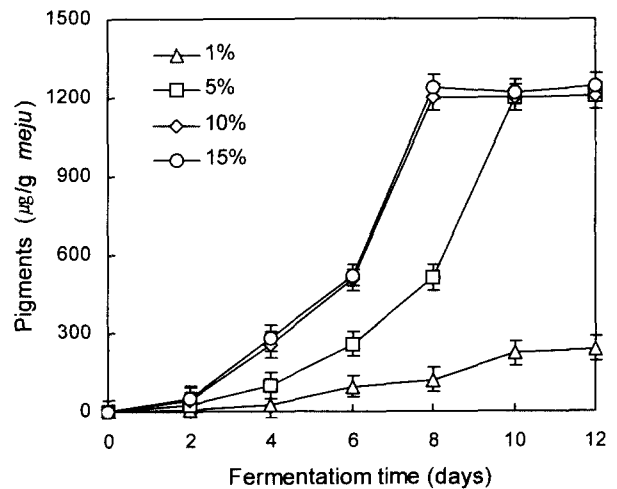


Fig. 6. Effect of starter concentration with *Monascus pilosus* KCCM 60084 on pigment content in rice meju during fermentation at 30°C.

All values are mean ± SD of triplicate experiments.

는 12일째까지도 색소생성량이 200 µg 이하를 나타내었다.

Masaaki 등(11)은 *Monascus sp.* 3403의 색소 생성능을 조사한 연구에서 종배양액을 증자미에 6%(v/w)되게 접종하여 32°C에서 8일간 배양함으로써 색소 생성량은 최대를 나타내었다고 하였다. Juzlova(27)는 색소의 생성량은 배지의 종류, 사용균주, 배양온도 등의 환경조건에 따라서 달라진다고 하였다.

콩메주 제조와 색소함량

*M. purpureus*와 *M. pilosus*의 종배양액을 증자한 콩에 10%(v/w)되게 접종하여 30°C에서 8일간 배양하였을 때의 색소 생성량은 Table 3과 같다. 두 균주의 색소 생성량은 콩메주 1그램당 0.50~0.60 µg으로서 매우 낮았다. 이러한 결과는 *M. purpureus*와 *M. pilosus*의 번식률이 낮기 때문으로 판단되는데 증자한 콩은 수분함량이 높을 뿐만 아니라 지질의 함량이 높아 통기가 불량하기 때문이라 사료된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 증자한 콩에 백미분말을 1, 3, 5 및 10%(w/w) 되게 첨가한 후 상기와 동일하게 종배양액을 10%

Table 3. Pigment content in soybean *meju* fermented by *Monascus purpureus* KCCM 11832 and *Monascus pilosus* KCCM 60084 at 30°C for 8 days

Strain	Pigment content (µg/g <i>meju</i> )
<i>Monascus purpureus</i> KCCM 11832	0.50 ± 0.05 <sup>a1)</sup>
<i>Monascus pilosus</i> KCCM 60084	0.60 ± 0.05 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD of triplicate experiments and the different letters (a, b) in the same columns indicates significant differences at p < 0.05.

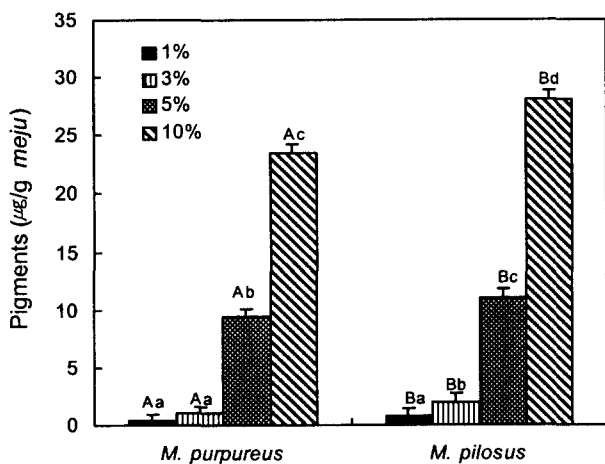


Fig. 7. Effect of addition amounts of rice powder in the soybean *meju* on pigment content produced by *Monascus purpureus* KCCM 11832 and *Monascus pilosus* KCCM 60084 at 30°C for 8 days.

Values are mean ± SD of triplicate experiments and the different letters on the bars (a ~ c) of the same microorganisms and different concentrations, and on the bars (A, B) of the same concentrations and different microorganisms indicates significant differences at p < 0.05.

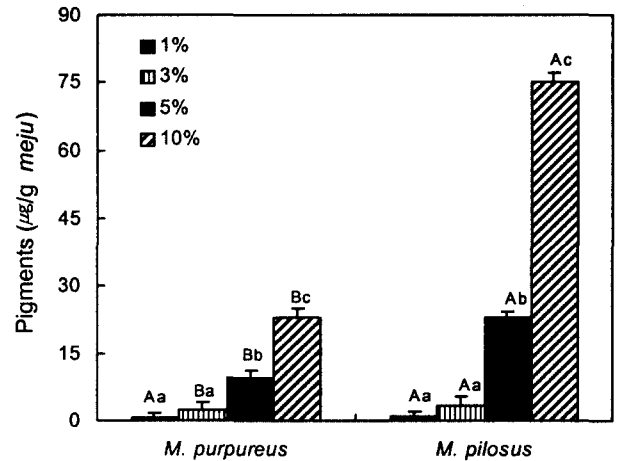


Fig. 8. Effect of seed rice *meju* in soybean on pigment content produced by *Monascus purpureus* KCCM 11832 and *Monascus pilosus* KCCM 60084 at 30°C for 8 days.

Values are mean ± SD of triplicate experiments and the different letters on the bars (a ~ c) of the same microorganisms and different concentrations, and on the bars (A, B) of the same concentrations and different microorganisms indicates significant differences at p < 0.05.

씩 첨가하여 30°C에서 8일 동안 발효시켜 얻은 메주의 색소 함량을 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. 그 결과 첨가 농도별로 약간의 차이는 있지만 백미분말을 10% 첨가하였을 때 두 균주 모두에서 가장 높은 함량인 메주 1그램당 23.5~28.0 µg을 나타내었으나 백미에 비하여 현저하게 낮았다. 이러한 결과는 액상인 종배양액을 첨가함으로써 수분함량이 더욱 높아진 때문에 나타난 결과라 판단하여 종배양액 대신에 굳이 살아있는 백미메주의 분말을 평균으로 사용하여 증자콩에 1, 3, 5 및 10% 되게 첨가하여 발효시켜 보았다(Fig. 8). 그 결과 첨가농도의 증가에 따라서 색소함량이 유의적으로 증가되었으며 *M. purpureus*를 번식시킨 백미메주 분말을 10%되게 첨가할 경우는 메주 1그램당 23.0 µg, *M. pilosus*를 번식시킨 백미메주 분말을 10% 첨가할 경우는 75.0 µg으로 색소함량이 상당히 증가되었으며 *M. pilosus*가 *M. purpureus*보다 생성량이 높았다. 그러나 *M. pilosus*을 이용한 백미메주의 색소함량보다는 크게 미달되는 함량을 나타내었다.

요 약

*Monascus*속 곰팡이를 이용한 메주의 재료에 따른 색소함량을 조사하였다. 균의 생육과 색소생성과의 관계는 정의 상관으로 상관계수 r=0.9879를 나타내었다. *M. purpureus*와 *M. pilosus* 백미메주의 구성색소는 각각 9종과 8종으로 구성되었으며 다같이 황색색소는 1종, 나머지는 모두 적색계 색소였다. 구성색소의 합계치는 *M. purpureus* 백미메주는 1그램당 335.25 µg, *M. pilosus* 백미메주는 1428.90 µg이었다. 온도별 색소생성량을 조사한 결과 두 균주 모두 30°C가 20 및 40°C보다 높았다. 두 균주의 재료별 색소생성량은 백미 > 발아

현미>통밀>현미>찰현미>발아찰현미 순이었다. 백미메주의 색소함량은 기타 재료들과 *M. purpureus*로 발효시킨 메주에 비하여 현저하게 높았다. 종배양액은 10% 첨가시에 색소 생성량이 높았으며 분말에 비하여 난알에서 높았다. 콩메주의 제조시 종배양액 첨가는 균의 생육과 색소생성이 원만하지 못했으며, 증자콩에 백미분말 10% 첨가 또는 *Monascus* 백미 메주분말을 종균으로 10%를 첨가함으로써 각각 메주그램당 23.0 µg 및 75.0 µg으로 색소생성량을 높일 수 있었으나 백미만을 사용한 메주보다는 색소함량이 현저하게 낮았다.

### 감사의 글

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

### 문헌

- Palo, M.A., Vidal-Adeva, L. and Maceda, L. : A study on ang-kak and its production. *Philippines J. Science*, **89**, 1-22 (1961)
- Lee, S.T. : *The Anka, in Pen cha kan mu* (Chinese herbal medicine). Yeh Book Co., Taipei, p.1518-1593 (1979)
- Murakawa, S. : Function and utilization of *Monascus sp.* *Technical J. Food Chemistry & Chemicals*, **12**, 42-45 (1990)
- Shouchi, T.R. : Characteristics and application of *Monascus koji*. *Janpan J. Food Sci. Technol.*, **1**, 35-42 (1993)
- Endo, A. : Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *J. Antibiotics*, **XXXIII**, 334-336 (1980)
- Alberts, A.W., Chen, J., Kuron, G., Hunt, V., Huff, J., Hoffman, C., Rothrock, J., Lopen, M., Joshua, H., Harrls, E., Patchett, A., Monaghan, R., Currie, S., Stapley, E., Hensens, O., Hirschfield, J., Hoogsteen, K., Liesch, J. and Springer, J. : Mevinolin A high potent competitive inhibitor of hydroxymethylglutaryl coenzyme A reductase and a cholesterol-lowering agent. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **77**, 3957-3961 (1980)
- Kim, E.Y. and Rhyu, M.R. : The chemical properties of *doenjang* prepared by *Monascus koji*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **32**, 1114-1121 (2000)
- Hesseltine, C.W. : Microorganism involved in food fermentation in Tropical Asia. Proceedings of the international symposium on microbiological aspects of food storage processing and fermentation in Tropical Asia, December, Bogor, Indonesia, p.10-13 (1979)
- Kim, Z.U. and Cho, S.H. : A study on the manufacturing of soy sauce by the combined use of *Aspergillus sojae* and *Bacillus subtilis*. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.*, **18**, 1-9 (1975)
- Choi, K.S., Chung, H.C., Choi, J.D., Kwon, K.I., Im, M.H., Kim, Y.J. and Seo, J.S. : Effects of *meju* manufacturing on the fermentation characteristics of *kanjang*, Korean traditional soy sauce. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **42**, 277-282 (1999)
- Masaaki, Y., Gensaku, U. and Koshin, M. : Production of *koji* with *Monascus sp.* for Tofuyo manufacturing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**, 63-67 (1983)
- Park, M.Z. : Study on soy sauce preparation fermented by *Monascus pilosus* KCCM 60084. *Ph.D. Dissertation*, Catholic Univ. of Daegu, Korea (2001)
- Kim, M.H., Lee, T.K. and Yang, H.C. : Red pigment production from *Monascus anka albidus*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 451-458 (1992)
- Blanc, P.J., Lorent, M.O., Santerre, A.L., Pareilleux, A., Prome, D., Prome, J.C., Laussac, J.P. and Goma, G. : Pigments of *Monascus*. *J. Food Sci.*, **59**, 862-865 (1994)
- Koshi, S. : A study on pigment produced by microorganisms (*Monascus* pigments). *Technical J. on Food Chemistry & Chemicals*, **1**, 36-39 (1985)
- Geno, G.M. : *Handbook of natural colorant*. Gwangrim, Tokyo, p.576-580 (1979)
- Wanan, B.Y. : Preparation of *Monascus* yellow pigment. *Japanese patent*, 140526 (1975)
- Boonprab, K., Suwanarit, P. and Lotong, N. : Selection of glucose derepression mutants for the improvement of ang-kak production and their regulation of pigmentation. Proceeding of Kasetsart University Annual Conference, 30 January-1 Februar, Bangkok, Thailand (1996)
- Lin, T.F. and Demain, A.L. : Effect of nutrition of *Monascus sp.* on formation of red pigments. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **36**, 70-75 (1991)
- Manchand, P.S., Whalley, W.B. and Chem, F.C. : Isolation and structure of anka-flavin, a new pigment from *Monascus anka*. *Phytochemistry*, **12**, 2513-2532 (1973)
- Lin, C.F. and Iizuka, H. : Production of extracellular pigment by a mutant of *monascus kaoliang sp.* *Appl. & Environ. Microbiol.*, **43**, 671-673 (1982)
- Evans, P.J. and Wang, H.Y. : Pigment production from immobilized *monascus sp.* utilizing polymeric resin adsorption. *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**, 1323-1325 (1984)
- Choi, G.B. : Studies on the pigment produced by *Monascus sp.* *Ph.D. Dissertation*, Jongang University, Korea (1983)
- Ju, J.Y. : Extractive fermentation of red pigment using *Monascus sp.* *Ph.D. Dissertation*, Yonsei University, Seoul, Korea (1993)
- Su, Y.C. : Traditional fermented foods in Taiwan. Proceedings of the conference on oriental fermented foods, 10-14 December, Taipei, Taiwan (1980)
- Kim, M.J. : Analysis of the factors enhancing *Monascus* pigment production in mixed culture. *Ph.D. Dissertation*, Yonsei University, Korea (1995)
- Juzlova, P., Martinkova, L. and Kren, V. : Secondary metabolites of the fungus *Monascus*. *J. Ind. Microbiol.*, **16**, 163-170 (1996)

(2001년 8월 11일 접수)