

Monascus purpureus로부터 다량의 색소생성 변이주의 분리 및 색소생성의 최적조건

박치덕 · 정혁준 · 유대식*

계명대학교 미생물학과

Monascus purpureus KCCM 60016을 이용하여 다량의 색소생산 변이주를 개발하고 생산조건에 대하여 조사하였다. 자외선 조사로 *M. purpureus* KCCM 60016으로부터 돌연변이를 유도한 결과, 색소생성이 우수한 P-57 변이주를 분리하였다. 분리된 P-57 변이주는 고체 배양에서 현미를 기질로 했을 때 색소생성이 가장 우수한 것으로 나타났다. 색소생성의 최적 배양조건은 배양온도 30°C, 90%의 배양습도에서 30일간 배양이 가장 우수했다. 이상의 조건에서 배양한 적색색소, 오렌지색소와 황색색소의 양은 각각 160.0 unit, 193.6 unit와 141.6 unit로 나타났다.

Key words □ monascus pigment, *Monascus purpureus*, pigment overproducing mutant

적색색소를 생산하는 미생물은 *Serratia marcescens*와 *Monascus anka*, *M. purpureus* 등이 있으며, *M. purpureus*는 우리나라의 전통 누룩으로부터도 분리되기도 했다(13). *Monascus*속 균주는 적색, 오렌지색, 황색 등 10여 종류 이상의 색소 혼합물을 생성하며, 균사에 적색색소를 다량 생성하여 균사가 붉은색을 띠기 때문에 홍국균(紅麴菌)이라 부르기도 한다(7, 17).

지금까지 구조가 밝혀진 *Monascus* 색소는 polyketide계열의 색소로서 적색색소인 rubropunctatin, monascorubrin, 오렌지색색소인 rubropunctamine, monascorubramine 그리고 황색색소인 monascin, ankaflavin 등이 알려져 있다(11, 18).

홍국균은 옛부터 중국의 홍곡(Ang-Kak)을 이용한 홍주 양조에 사용되었으며, 우리 나라를 비롯하여 중국, 일본 등 동아시아권 국가에서 홍주, 홍색두부, 육류가공 등 전통발효 식품에 많이 이용되어 왔다(1). 이 균이 생산하는 가장 대표적인 생리활성물질로는 monacolin K (lovastatin)가 알려져 있으며, 이 물질은 HMG-CoA reductase 활성을 저해하여 cholesterol 합성을 저해하므로 혈중 cholesterol치를 낮추는 효과가 알려져 주목을 받았다(9). 그리고 *M. purpureus*의 추출물은 *Bacillus*, *Streptococcus*와 *Pseudomonas*에 대하여 항균활성을 나타내며(14), *Monascus* 액체 배양액의 추출물이 항균성 뿐 아니라 항진균성, 면역억제효과, 배독성(embryotoxic)과 조직의 기형효과를 나타낸다는 보고도 있다(10). 일본에서는 홍국균의 색소를 인체에 무해한 천연색소로써 각종 식품의 착색제로 널리 사용하고 있다.

홍국색소는 고체배양 또는 액체배양을 통해서 얻을 수 있는데, 산업적으로 대량생산을 하기 위해서 액체배양이 많이 이용되고 있다. Yoshimura 등(16)은 *Monascus* sp. No. 2의 액체배양 조건

을 검토하였고, Krairak 등(5)은 fed-batch culture를 통한 색소생산에 대한 연구를 수행한 바 있으며, Lotong 등(8)과 Yongsmith 등(15)은 고체 배양 조건 및 색소생산에 대해 검토하였다. 그리고 국내에서도 Kim 등(3)과 Lee 등(6)이 홍국색소 생산에 관한 액체배양 조건을 Kim 등(4)과 Ryu 등(12)이 고체배양법에 관한 연구를 수행한 바 있다.

특히, *Monascus* 균주의 고체배지에서의 접종방법은 일반적인 포자접종법보다 균사체 접종법이 유리하다는 보고도 있었다(2).

본 연구에서는 *Monascus purpureus* KCCM 60016으로부터 색소생성능이 우수한 변이주를 분리하고, 색소생성의 최적 배양조건을 검토한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주

본 실험에 사용한 공시 균주는 *Monascus purpureus* KCCM 60016을 사용했으며, 이 균주로부터 UV처리로 홍국색소를 과량 생성시키는 변이주를 분리하여 사용하였다.

기본배지

공시균주의 배양에 PDA배지(20% Potatoes, infusion from, 2% glucose, 1.5% agar, pH 5.6±0.2)를 사용했으며, 변이주의 색소생성능을 확인하기 위해 백미(rice grain)와 Lin배지(3% Rice powder, 0.15% NaNO₃, 0.1% MgSO₄ · 7H₂O, 0.25% KH₂PO₄, pH 6.0)를 사용했으며, 백미는 시중에서 구입한 안계미(안계산, 황토쌀)를 사용하였다.

고체배양

백미를 이용한 홍국균의 배양은 먼저 250 ml 삼각 플라스크에

*To whom correspondence should be addressed.
Tel: 053-580-5252, Fax: 053-580-5164
E-mail: tsyu@kmu.ac.kr

깨끗하게 씻은 백미 50 g을 넣어 수돗물에 하룻밤 충분히 침지시킨 후, 수분을 제거하고, 121°C에서 15분간 멸균하여 전분을 호화시키고, 포자현탁액 3 ml를 접종하여 항온 항습기(두리과학, DF-964HC-M)에서 30°C, 80~90%의 습도를 유지하면서 15일간 배양하였다.

포자현탁액 조제

포자현탁액의 조제는 공시균주를 PDA배지의 시험관에 1백금이 접종하여 28°C에서 사면배양하여 포자를 충분히 형성시킨 후, 살균된 0.1% Tween 80 용액 5 ml를 넣어 멸균된 백금으로 서서히 교반시켜 균사로부터 포자를 분리시켰다. 같은 방법으로 2회 포자를 분리시킨 후, 약간의 균사가 함유된 포자 현탁액을 격렬하게 진탕시켜 균사와 포자를 완전히 유리시켰다. 이 현탁액을 멸균된 탈지면으로 여과하여 균사를 제거했다. 이 포자 현탁액을 10,000×g에서 15분간 원심분리하여 포자를 침전시킨 다음 침전된 포자를 멸균수로 세척하고, 20% glycerol 용액으로 포자수가 2 × 10⁶ spores/ml되게 포자현탁액을 조제하였다. 포자 현탁액은 -70°C에서 보관하면서 사용하였다.

변이원 처리

UV 조사는 6W, 60Hz UV lamp(Vilber Lourmat, France) 두 개를 동시에 사용하여 254 nm에서 시행하였다. 이때 lamp로부터 균체와의 거리는 20 cm로 유지하였다. 1 × 10⁵ spores/ml의 포자 현탁액 5 ml를 지름 5.5 cm인 멸균된 glass petridish에 넣은 후, 암실에서 0~120초 동안 10초 간격으로 UV를 조사한 후, 살아남은 colony를 계수하여 생존율을 확인하였다. 변이원 처리는 생존률이 약 1% 되는 시간으로 조정하였고, 나머지 조건은 동일하게 하였다. UV 조사 후, 포자현탁액을 PDA배지에 100 μl접종하여 28°C에서 배양하면서 자라는 colony의 형태 및 색도를 관찰하여 변이주를 선별하였다.

색소 추출 및 정량

색소의 추출은 배양이 완료된 홍국을 60°C에서 건조하여 막자사발로 분쇄한 후, 홍국 분말 0.1 g에 80% ethanol을 10 ml 첨가하여 150 rpm으로 실온에서 2시간 진탕 추출하고 8,000 × g에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하였다.

색소의 정량은 추출한 색소를 적정배수로 희석한 후, 적색색소는 500 nm, 오렌지색소는 470 nm, 황색색소는 400 nm에서 분광 광도계(TECHNE Co. Speccgene, England)를 이용하여 흡광도(OD)를 측정하였으며, 위의 조건에서 추출한 색소 추출물의 흡광도 1을 1 unit로 정의하여 나타내었다.

결과 및 고찰

변이주 분리

UV 조사 시간에 따른 공시균주인 *Monascus purpureus*의 생존율을 확인하였다. Fig. 1에 나타난 바와 같이, UV를 10초간 조사한 친주의 생존율은 약 37%이었으며, 90초간 조사시에 생존율

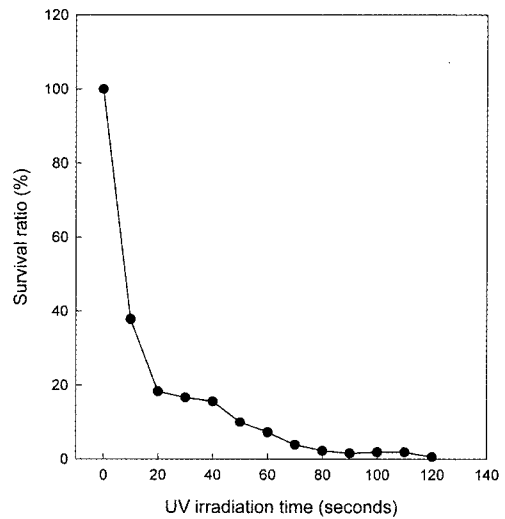


Fig. 1. Survival ratio of *Monascus purpureus* KCCM 60016 after UV irradiation at 254 nm.

은 약 1%로 낮아졌다. UV 변이처리 후, 살아남은 colony의 생육양상 및 colony의 색도를 관찰하여 색소생산이 양호하며, 생육이 우수한 변이주를 육안으로 1차 선별하였다. 그리고 액체배양에서 색소생산이 우수한 균주가 홍국을 배양했을 때 역시 색소생산이 우수할 것이라 판단하고, 보다 짧은 시간에 많은 변이주의 색소생성능을 검토하기 위하여 유일한 탄소원으로 rice powder를 사용하는 Lin배지를 이용한 액체배양에서 색소생성이 양호한 변이주를 선별한 후 백미를 이용한 고체배지에서 색소생성능을 비교하였다.

UV처리로 친주로부터 162주의 변이주를 얻을 수 있었으며, 그들 중 색소생성능이 우수한 변이주 7균주를 선별하였다(Fig. 2). 이들 7균주의 변이주들을 친주와 비교했을 때 colony의 성장 형태와 색도가 친주보다 진한 적색색소를 생성하는 것을 관찰할

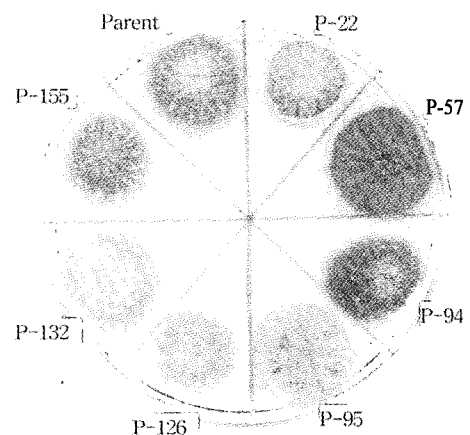


Fig. 2. *Monascus purpureus* KCCM 60016 and the isolated mutants on PDA plate. Parent : *Monascus purpureus* KCCM 60016, Mutants : P-22 to P-155.

수 있었다.

분리된 변이주를 백미 배지에서 15일간 배양하여 홍국을 제조하고 색소생성능을 비교한 결과, Table 1에 나타난 바와 같이 P-94 균주를 제외한 모든 변이주들이 친주보다 높은 색소생성능을 나타내었다. 특히 P-57 균주는 적색색소가 51.4 unit, 황색색소가 37.6 unit로 가장 높은 색소생성능을 보였으며, P-95 균주 역시 적색색소가 45.1 unit, 황색색소가 37.2 unit로 친주에 비해 약 2 배정도 많은 색소를 생산하였다. 이는 고체 배양에서 친주의 색소생성능이 아주 우수한 것을 감안한다면 긍정적인 결과라고 판단된다. 그리고 적색색소와 황색색소의 비율 또한 P-57 균주가 1.37로 적색색소의 생산이 우수함을 확인할 수 있었다.

각 변이주로 제조한 홍국의 형태를 비교해 본 결과 친주를 포함한 다른 변이주로 제조한 홍국은 쌀의 표면이 심하게 주름져 있었지만, P-57 균주로 제조한 홍국은 쌀의 원형태를 비교적 잘 유지하고 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 이는 amylase 활성의 차이로 인한 결과로 생각되며, 표면이 주름지는 것은 amylase 활성이 낮기 때문에 기질의 표면에서 집중적으로 생육이 이루어지기 때문인 것으로 추측된다.

색소생산에 미치는 영향

탄소원의 영향 미생물의 생육과 2차 대사 산물의 생산은 생육 배지의 성분과 함량 그리고 투여방법 등과 밀접한 연관성이 있다. 홍국 제조에 있어서 기질인 백미는 탄소원과 동시에 배지로서의 의미를 가진다고 할 수 있다. 따라서 색소생산 변이주인 P-57 균주를 이용하여 여러 가지 곡류를 대상으로 색소생산에 미치는 영향을 검토하였다.

고체 배양에서 기질에 따른 색소생성의 차이를 비교하기 위해 각각의 기질을 앞에서 언급한 방법으로 배양한 결과, Table 2에 나타난 바와 같이 홍국 제조에 가장 많이 이용되는 백미보다 현미를 기질로 했을 때 적색색소가 69.0 unit, 황색색소가 53.9 unit로 백미보다 약 1.5배 높은 색소를 생성하였고, 찰쌀에서도

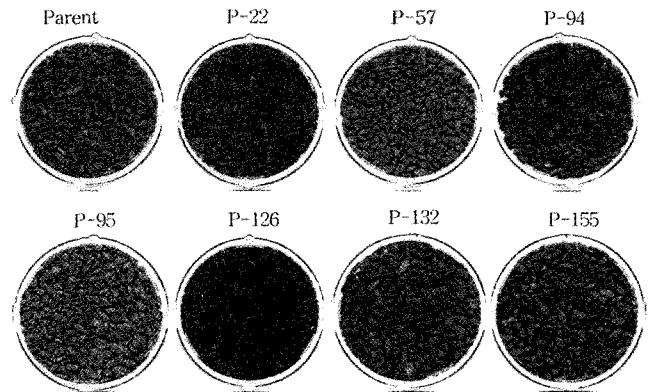


Fig. 3. Photographs of red rice koji cultured by *Monascus purpureus* KCCM 60016 and isolated mutants. *Monascus* strains were incubated at 30°C, 90% humidity for 15 days.

적색색소가 64.2 unit, 황색색소가 48.2 unit로 색소생성이 우수하게 나타났다.

기질에 따른 색소생산 경향을 알아보기 위해 3일 마다 시료를 채취하여 적색색소를 기준으로 비교한 결과, 배양 초기에는 백미의 색소생성이 우수하였지만, 6일째부터는 현미에서 색소생성이 급격히 증가함을 알 수 있었다. 현미에서 배양초기에 색소생성이 부진한 것은 현미의 표면을 분해하는데 더 많은 시간이 소요되기 때문인 것으로 판단되며, 배양이 진행될수록 색소 생성이 급격히 증가하는 것은 백미에 비해서 현미는 각종 단백질, 미네랄 성분 등의 영양이 풍부하여 색소의 생성이 높게 나타나는 것으로 판단된다.

그리고 찰쌀은 대부분이 amylopectin으로 구성되어 있기 때문에 α-1,6 glucosyl 결합이 많이 존재하며, 백미는 amylose와 amylopectin이 2:8의 비율로 존재하여 α-1,4 결합과 α-1,6이 혼합되어 있다. 일반적으로 amylase는 전분의 α-1,6 glucosyl 결합보다 α-1,4 결합을 더욱 잘 분해하는데 백미보다 찰쌀에서 색소가 많이 생성된 것은 특이적인 현상으로 배양방법과 여러 가지 환

Table 1. Pigments production of the mutants on solid culture

Strains	Pigment production			Red/Yellow
	Red	Orange	Yellow	
Parent	24.4	23.3	21.4	1.14
P-22	27.1	26.5	24.1	1.13
P-57	51.4	58.2	37.6	1.37
P-94	20.3	18.3	17.4	1.17
P-95	45.1	51.00	37.2	1.21
P-126	32.8	34.3	30.5	1.08
P-132	27.6	27.6	25.3	1.10
P-155	38.7	40.9	33.7	1.15

Monascus strains were inoculated into steamed rice and incubated at 30°C, 80% humidity for 15 days. *Monascus* pigments were extracted with 80% ethanol from red rice koji after incubation.

Remark : In case of above 2.00 OD, each value describes absorbance × dilution rate.

Table 2. Effects of cereal sources on the pigment production of P-57 strain on solid culture

Substrates	Pigment production			Red/Yellow
	Red	Orange	Yellow	
Polished rice	42.4	40.0	32.4	1.31
Glutinous rice	64.2	67.3	48.2	1.33
Unpolished rice	69.0	70.3	53.9	1.28
Brown waxy rice	0.9	0.7	0.7	1.27
Barley	8.9	6.6	7.0	1.28
Sorghum	42.1	38.4	33.6	1.25

Monascus strains were incubated at 30°C, 80% humidity for 15 days. *Monascus* pigments were extracted with 80% ethanol from red rice koji after incubation.

Remark : In case of above 2.00 OD, each value describes absorbance × dilution rate.

Table 3. Effects of culture temperature on the pigment production of P-57 strain on solid culture

Temperature (°C)	Pigment production			Red/Yellow
	Red	Orange	Yellow	
25	32.4	34.6	24.3	1.34
28	73.1	77.8	55.1	1.33
30	92.7	103.1	71.6	1.30
35	54.9	56.7	57.3	0.96
40	0.03	0.04	0.07	0.47

Monascus strains were inoculated into steamed rice and incubated at 80% humidity for 15 days. *Monascus* pigments were extracted with 80% ethanol from red rice koji after incubation.

Remark : In case of above 2.00 OD, each value describes absorbance × dilution rate.

경적인 요인이 작용했기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 보리와 찹쌀현미 배지에서는 색소생성이 극히 저조하게 나타났으며, 찰보리와 현미찰누 배지에서는 P-57 변이주가 거의 생육하지 못하였다.

배양온도의 영향 P-57변이주의 색소생성에 미치는 온도의 영향을 검토하기 위하여 백미를 이용하여 배양습도 80%에서 각기 다른 온도에서 15일간 배양하였다. 그 결과는 Table 3에 나타난 바와 같이, P-57 변이주는 30°C에서 적색색소, 오렌지색소와 황색색소를 가장 많이 생성하였으며, 30°C에 비하여 적색색소 생성량은 25°C에서는 35%로 감소하였고, 40°C에서는 모든 색소가 거의 생성되지 않았다. *Monascus* sp. KM1001 변이주의 생육최적온도는 28°C이며, 30°C에서는 생육이 약 76%를 나타내고 있지만(2), 본 공시균은 사상균의 일반적인 생육최적온도인 30°C에서 색소생성이 가장 양호한 결과를 나타내었다. Ryu등(12)은 *Monascus anka*의 변이주가 30°C에서 적색색소를 가장 많이 생성한다고 보고한 바 있는데, 이는 본 공시균의 적색색소생성 최적 온도와 같은 결과였다.

배양습도의 영향 홍국 사상균의 색소생성은 다른 사상균 배양에 비하여 배양습도가 중요한 요인 중 하나로 알려져 있다. P-57변이주의 색소생성에 미치는 배양습도의 영향을 검토하기 위하여 백미를 이용하여 30°C에서 배양습도를 달리하여 15일간 배

Table 4. Effects of humidity on the pigment production of P-57 strain on solid culture

Humidity (%)	Pigment production			Red/Yellow
	Red	Orange	Yellow	
60	45.0	67.9	58.9	0.76
70	67.0	74.9	52.5	1.28
80	79.1	94.6	60.1	1.32
90	110.6	130.4	87.1	1.27

Monascus strains were inoculated into steamed rice and incubated at 30°C for 15 days. *Monascus* pigments were extracted with 80% ethanol from red rice koji after incubation.

Remark : In case of above 2.00 OD, each value describes absorbance × dilution rate.

Table 5. Effects of culture time on the pigment production of P-57 strain on solid culture

days	Pigment production			Red/Yellow
	Red	Orange	Yellow	
3	1.1	1.0	0.9	1.26
6	6.9	5.7	5.5	1.25
9	13.9	13.6	11.6	1.20
12	57.0	66.7	44.7	1.28
15	92.9	113.5	71.2	1.30
18	123.8	154.9	96.7	1.28
21	139.8	174.1	108.6	1.29
30	160.0	193.6	141.6	1.13

Monascus strains were inoculated into steamed rice and incubated at 30°C, 90% humidity. *Monascus* pigments were extracted with 80% ethanol from red rice koji after incubation.

Remark : In case of above 2.00 OD, each value describes absorbance × dilution rate.

양한 결과(Table 4), P-57 변이주는 90%의 배양습도에서 적색색소, 오렌지색소와 황색색소를 가장 많이 생성하였으며 80% 및 60%의 배양습도에서는 최적배양 습도에 비하여 적색색소의 생성량이 각각 70% 및 40%로 감소되어 홍국색소생성이 배양습도에 많은 영향을 받음을 알 수 있었다.

배양시간의 영향 P-57변이주의 배양시간이 색소생성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 30°C에서 90% 습도로 배양기간을 달리하여 배양한 결과(Table 5), P-57 변이주는 배양 9일째까지는 색소를 거의 생성하지 않았으나 배양 9일 후부터 배양 21일째까지 급격한 색소생성이 이루어졌으며, 21일 이후에는 비교적 완만한 증가율을 나타내었다. 정과 유(2)에 의하면 고체배지에서 *Monascus* sp. KM1001 변이주를 사용하였을 때 배양 6일에서 15일째까지 급격한 색소생성이 이루어졌으며 배양 21일째까지 계속적으로 증가하는 양상을 보인 것과 비교할 때 본 연구는 초기 색소생성 기간에 있어서는 다소 차이가 있었다.

M. purpureus P-57 변이주의 색소생성의 최적 배양조건은 배양온도 30°C, 90%의 배양습도에서 30일간 배양하였을 때 가장 높은 색소생성능을 나타내었으며 적색색소, 오렌지색소와 황색색소의 양은 각각 160.0 unit, 193.6 unit와 141.6 unit로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부, 한국과학재단 지정 계명대학교 전통미생물자원 개발 및 산업화 연구센터와 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 지원에 의한 연구 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Frazier, W.C. 1967. *Food Microbiology*, McGraw-Hill Book Co.,

- New York, p. 23, 411.
2. Jung, H.J. and T.S. Yu 2004. Production of cell mass and monacolin K from *Monascus* sp. on rice solid culture. *Kor. J. Microbiol.* 40, 160-166.
 3. Kim, H.S., H.S. Kwak, H.S. Yang, Y.R. Pyun, and J.H. Yu. 1979. Studies on the pigment produced by *Monascus* sp. in submerged culture. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 7, 31-36.
 4. Kim, S. Y., and J. K. Kim. 1990. Pigment production in *Monascus anka*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 3, 239-246.
 5. Krairak, S., K. Yamamura, R. Irie, M. Nakajima, H. Shimizu, P. Anage, B. Yongsmith, and S. Shioya. 2000. Maximizing yellow pigment production in fed-batch culture of *Monascus* sp. *J. Biosci. Bioeng.* 90, 363-367.
 6. Lee, B.K., N.H. Park, H.Y. Pyao, and W.J. Chung. 2001. Production of red pigments by *Monascus purpureus* in submerged culture. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 6, 341-346.
 7. Lee, Y.K., D.C. Chen, S. Chauvatharin, T. Seki, and T. Yoshida. 1995. Production of Monascus pigments by a solid-liquid state culture method. *J. Ferment. Bio.* 79, 516-518.
 8. Lotong, N., and P. Suwanarit. 1990. Fermentation of ang-kak in plastic bags and regulation of pigmentation by initial moisture content. *J. Appl. Bacteriol.* 68, 565-570.
 9. Manzoni, M. and M. Rollini. 2002. Biosynthesis and biotechnological production of strain by filamentous fungi and application of these cholesterol-lowering drugs. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 58, 555-564.
 10. Martinkova, L., P. Juzlova, and D. Vesely. 1995. Biological activity of polyketide pigments produced by the fungus *Monascus*. *J. Appl. Bacteriol.* 79, 609-616.
 11. Park, H.E., C.H. Kim, and K.H. Min. 1991. Isolation of pigment-producing mutants from *Monascus* sp. KS2 and optimization of cultural conditions. *Kor. J. Mycol.* 19, 120-127.
 12. Ryu, H.S., B.H. Lee, B.G. Park, H.S. Kim, H.S. Kim and J.H. Lee. 1989. Production of red pigment by mutants of *Monascus anka*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21, 31-36.
 13. Saito, K. 1910. Notizen uber einige koreanische garungsorganismen. *Cent. f. Bakt. II Abt. Bd.*, 26, 369-373.
 14. Wang, H.C., and T.S. Bau. 1977. Pigmentation and antibacterial activity of fast neutron and X-ray-induced strains of *Monascus purpureus* Went. *Plant Physiol.* 69, 578-581.
 15. Yongsmith, B., V. Kitprechavanichi, L. Chitradon, C. Chaisrisook, and N. Budda. 2000. Color mutants of *Monascus* sp. KB9 and their comparative glucoamylase on rice solid culture. *J. Mol. Catal. B: Enzym.* 10, 263-272.
 16. Yoshimura, M., Y. Shigeru, K. Mitsugi, and H. Yoshio. 1975. Production of *Monascus*-pigment in a submerged culture. *Agr. Biol. Chem.* 39, 1789-1795.
 17. Yu, T.S. 1999. Hong-ju and pigments produced by filamentous fungus *Monascus*. *J. Inst. Nat. Sci. Keimyung University.* 18, 87-92.
 18. Yuan, C.S. 1983. Fermentative production of anka-pigments. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bieng.* 11, 325-337.

(Received January 28, 2005/Accepted March 17, 2005)

ABSTRACT: Isolation of Pigment Overproducing Mutant from *Monascus purpureus* and Optimization of Pigment Production

Chi Duck Park, Hyuck Jun Jung and Tae Shick Yu* (Department of Microbiology, Keimyung University, Taegu, 701-704, Korea)

Isolation of a pigment overproducing mutant, P-57, by ultraviolet irradiation of *Monascus purpureus* KCCM 60016 and investigation of the optimal conditions for pigment production of the mutant were carried out. P-57 mutant produced pigment on solid state culture. Unpolished rice was the best cereal source for pigment production among eight kinds of tested cereal sources for the solid culture of the mutant. The optimal culture condition for pigment production were obtained from the cultivated at 30°C, 90% humidity for 30 days. The P-57 mutant strain showed the best pigment productivity of 160.0 unit at red pigment, 193.6 unit at orange pigment, and 141.6 unit at yellow pigment on solid state culture under optimal condition.