

## *Monascus purpureus*의 수용성 적색색소 최적 배양조건

전춘표<sup>1</sup> · 이중복<sup>1</sup> · 최성연<sup>1</sup> · 신지원<sup>1</sup> · 이오석<sup>2</sup> · 최충식<sup>3</sup> · 이창호<sup>4</sup> · 권기석<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>안동대학교 생명자원과학부, <sup>2</sup>경북대학교 농업과학기술연구소  
<sup>3</sup>(주)한스바이오, <sup>4</sup>(재)경북바이오산업연구원

## Optimal Culture Condition for Production of Water-soluble Red Pigments by *Monascus purpureus*

Chun-Pyo Jeon<sup>1</sup>, Jung-Bok Lee<sup>1</sup>, Sung-Yeon Choi<sup>1</sup>, Ji-Won Shin<sup>1</sup>, Oh-Seuk Lee<sup>2</sup>,  
Chung-Sig Choi<sup>3</sup>, Chang-Ho Rhee<sup>4</sup> and Gi-Seok Kwon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>3</sup>HansBio Co., Andong 760-749, Korea

<sup>4</sup>Gyeongbuk Institute for Bio Industry, Andong 760-380, Korea

### Abstract

The optimal culture conditions of *Monascus purpureus* MMK2 for production of red pigment were investigated in submerged culture. *Monascus purpureus* MMK2 showed a maximal production of red pigment in the medium containing of 3.0% wheat flour, 0.15% NaNO<sub>3</sub>, 0.25% Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 12H<sub>2</sub>O and 0.15% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O. The optimal culture conditions of temperature and initial pH were 30°C and 6.5, respectively. The red pigment production reached to a maximal level at 7th day of cultivation.

**Key words:** *Monascus purpureus*, red pigment, optimal conditions

### 서 론

식품의 색깔은 제품의 가치를 높이고, 소비자의 구매욕과 식욕을 향상시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(1). 현재까지 식품공업에서 가장 많이 사용되어 온 색소는 대부분 타르계 합성색소로 그 발암성 등 안전성에 문제가 발생하여 점차 천연색소에 대한 소비자의 요구가 증대됨에 따라 천연색소의 사용량이 점차 증가되고 있는 실정이다(2). 천연색소의 공급원으로는 특정 식물의 꽃, 잎, 뿌리 및 열매로부터 얻는 식물성 천연색소와 미생물이 생산하는 미생물천연색소가 그 주류를 이루고 있다. 특히 미생물 유래의 천연색소는 그 배양기간이 타 천연색소 공급원보다 짧고 비교적 저비용으로 생산이 가능하다는 점에서 많은 장점을 가지고 있다. 미생물 색소의 공급원으로 역사상 가장 오래전부터 주목받아 온 것은 홍주, 육류가공, 홍두부, 기타 음식물의 착색에 이용되는 홍국(Ang-khak)이 있다(3,4). 이들 색소에 관한 연구는 1895년에 Went(5,6)가 처음으로 홍국에서 *Monascus purpureus* 곰팡이를 분리한 후, 1960년경에 Fielding이 이 균체로부터 적색 및 황색색소를 결정화하여 monascorubin과 monascin의 정확한 구조와 화학적 성질이 밝혀지게 되었

으며, 홍국의 천연색소는 황색색소 성분인 monascin과 ankaflavin이 함유되어 있고, 오렌지 색소인 rubropunctatin과 monascorubin 및 적색색소인 rubropunctamine과 monascorubramine이 함께 존재하는 것으로 알려져 있다(7).

홍국색소에 대한 국내의 연구는 1970년대 말부터 액체배양에 의한 홍국색소의 대량생산에 관한 연구가 시작된 것으로 보이며(8), 홍국색소 및 기능성 물질의 생산은 균주, 영양기질, 배양조건에 따라 많은 차이를 나타내며, 특히 배지의 성분과 pH 등에 민감한 것으로 알려져 있다(9-11). 홍국색소를 공업적으로 대량생산하기 위한 연구도 많이 진행되어 UV나 NTG(N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine)를 돌연변이원으로 사용하여 색소와 monacolin K 생산성을 높인 돌연변이주가 개발된 바 있다(3,12). 한편, *Monascus* 색소의 생산에 있어서 우수한 변이주에 의존하지 않고 배양기술의 개발에 중점을 두어 Evans(13)와 Wong(14)은 홍국균의 고정화를 통하여 홍국색소로 인한 product inhibition을 감소시킴으로써 색소의 생산량을 증가시켰다. 그러나 홍국색소와 관련한 대부분의 연구들이 알콜 용해성 색소생산에 연구의 주안점이 맞추어져 있을 뿐만 아니라 수용성 홍국색소에 관련된 연구에서조차 그 효율성이 좋지 못한 실정이다. 따라서

\*Corresponding author. E-mail: gskwon@andong.ac.kr  
Phone: 82-54-820-5909. Fax: 82-54-820-6252

본 연구에서는 천연색소를 생산하는 곰팡이인 수용성 홍국 색소 생성능이 우수한 *Monascus purpureus* MMK2가 세포 외부로 분비되는 수용성 적색색소를 이용하여 식품에 기능성을 부여하고 이용성의 증가를 위한 목적으로 색소 생성능에 관여하는 배지의 조성과 배양조건에 대하여 최적 조건을 설정하였기에 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 사용균주

본 실험에 사용한 균주는 한국식품연구원에서 분양받은 *Monascus purpureus* KFRI 1134와 누룩에서 분리한 홍국균을 UV조사로 돌연변이를 유도한 다음 wild strain보다 색소 생산능이 우수한 균주를 선발하여 *Monascus purpureus* MMK2라 명명하고 이를 본 실험에 사용하였다.

### 균주의 보존

공시균주인 *Monascus purpureus* MMK2를 장기간 보관할 경우에는 활성유지 및 보존을 위해서 PDB(potato dextrose broth)배지에서 5일간 배양한 균주를 25% glycerol (V/V) 용액을 첨가하여 -20°C에 냉동 보관하였다. 또한 단기보존을 위해 PDA(potato dextrose agar) 배지에 접종하여 30°C에서 5일간 배양한 후 4°C에 보관하면서 사용하였으며, 균의 생리적 활성을 유지하기 위하여 2주 간격으로 계대 배양하였다.

### 균주의 배양

색소 생산을 위해 *Monascus purpureus* MMK2의 전배양은 색소 생산용 배지로 널리 알려진 Lin's medium(5% rice powder, 0.15% NaNO<sub>3</sub>, 0.1% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 및 0.25% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)(12)을 사용하였으며, 종배양은 포자 현탁액 1 mL를 접종하여 30°C에서 130 rpm의 속도로 5일간 진탕 배양하였고, 본 배양은 종배양과 동일한 Lin's 배지에 종배양액을 2%(v/v)로 첨가한 후 초기 pH 5.5, 배양온도 30°C에서 130 rpm으로 7일간 진탕 배양하였다.

### 적색색소 생산을 위한 최적 조건의 조사

*Monascus purpureus* MMK2가 생산하는 적색색소 생산을 위한 배지 조성의 최적 조건을 규명하기 위하여 Lin's medium을 기본 배지로 하여 탄소원, 질소원, 인산염의 종류와 농도 및 MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O의 영향을 조사하였다. 또한 적색색소 생산에 미치는 배양온도의 영향은 초기 pH 5.5, 진탕속도를 130 rpm으로 하여 배양온도를 20°C, 25°C, 30°C, 35°C 및 40°C에서 배양하여 적색색소 생성을 비교하였다. 초기 pH의 영향을 조사하기 위하여 배양온도 30°C, 진탕속도 130 rpm으로 하여 초기 pH를 5.0에서 8.0까지 0.5간격으로 조절하여 적색색소 생성능을 조사하였으며, 배양시간의 영향을 조사하기 위하여 최적 배지조건과 배양조건하에서 배양하면서 일정간격으로 배양액을 취하여 적색색소 생성정도를

측정하였다.

### 색소의 정량

세포의 분비형의 수용성 적색색소의 정량은 배양액을 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상침액을 이용하였으며 분광광도계(Shimadzu, Japan)를 사용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 흡광도(OD) 1.0을 1 unit로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 탄소원의 영향

세포 구성성분의 약 50%에 상당하는 탄소는 미생물의 증식에 있어 그 구성성분 뿐만 아니라 증식에 필요한 에너지원으로 사용되는데, 미생물의 균종 혹은 균주에 따라 그 이용성에 있어서 많은 차이가 있다. *Monascus*속의 균주도 탄소원의 종류에 따라 홍국색소의 생성능에 큰 차이를 나타냄에 따라 사용균주인 *Monascus purpureus* MMK2의 색소생성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Lin's medium에 rice powder 대신에 탄소원으로 sucrose, maltose, glucose, rice flour, barley flour, soybean flour, wheat flour 및 buckwheat flour를 각각 3.0%되게 첨가하여 30°C에서 130 rpm으로 9일간 진탕 배양하여 색소 생성정도를 측정된 결과(Table 1), 탄소원으로 wheat flour를 3.0% 첨가하여 배양한 경우에 색소 생성능이 15.51 unit로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 buckwheat flour, barley flour, rice flour 순으로 높게 나타났다. 따라서 본 공시균주의 적색색소 생산을 위한 탄소원으로서 wheat flour가 가장 우수한 것으로 나타나 wheat flour를 최적 탄소원으로 결정하였다. 이러한 결과는 Kim 등(4)과 Park 등(15)이 각각 *Monascus* sp. 및 *Monascus purpureus*를 이용한 연구에서 4.0% rice flour가 최적 탄소원이라고 보고한 것과는 상이한 결과를 나타내었다. 최적 탄소원으로 조사된 wheat flour의 첨가농도에 따른 수용성 적색색소 생산능을 조사한 결과(Table 2), wheat flour의 농도가 3.0%일

**Table 1. Effect of various carbon sources on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture**

Carbon source (3%)	Production of red pigment (unit)
None	0.33
Sucrose	0.61
Maltose	1.66
Glucose	1.96
Rice flour	8.38
Barley flour	11.18
Soybean flour	2.64
Wheat flour	15.51
Buckwheat flour	13.79

The strain was cultured in the Lin's medium supplied with various carbon sources. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.

**Table 2.** Effect of wheat flour concentrations on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture

Wheat flour concentrations (%)	Production of red pigment (unit)
1.0	3.15
2.0	8.18
3.0	16.24
4.0	9.18
5.0	4.83

The strain was cultured in the Lin's medium supplied with various concentrations of wheat flour. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.

때 16.24 unit가 생산됨으로서 가장 높은 색소의 생산능을 보였다. 하지만 4.0% 이상의 농도에서는 오히려 색소의 생산능이 급격히 감소함을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 rice flour를 첨가하였을 때보다 홍국색소의 생산능이 약 2배정도 증가하였으며, Park 등(15)이 홍국색소 생산성에 미치는 rice flour와 wheat flour의 영향을 조사한 결과에서 rice flour를 첨가하였을 때가 wheat flour를 첨가하였을 때보다 약 4배정도 더 높은 홍국색소의 생산능을 보인다는 사실과는 상당한 차이를 나타내었다.

**질소원의 영향**

*Monascus purpureus* MMK2의 수용성 적색색소 생산에 미치는 질소원의 종류와 농도의 영향을 조사하기 위하여 최적 탄소원인 wheat flour가 3.0%인 Lin's medium에 유기태 질소원으로 malt extract, yeast extract 및 peptone과 무기태 질소원으로 NaNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl 및 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 각각 0.15%(w/v)되게 첨가하여 30°C에서 130 rpm으로 9일간 진탕 배양하여 수용성 적색색소의 생성능을 조사한 결과 (Table 3), 무기태 질소원인 NaNO<sub>3</sub>를 사용하였을 때 적색색소의 생산량이 22.71 unit로 가장 높게 나타났으며, KNO<sub>3</sub>도 높은 색소 생산능을 나타내었다. 이러한 결과는 Seo 등(16)이 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 또한, 최적 질소원으로 결정된 NaNO<sub>3</sub>농도에 따른 수용성 적색색소의 생산

**Table 3.** Effect of various nitrogen sources on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture

Nitrogen source (0.15%)	Production of red pigment (unit)
None	4.32
Yeast extract	3.84
Malt extract	1.34
Peptone	3.86
NaNO <sub>3</sub>	22.71
KNO <sub>3</sub>	8.20
NH <sub>4</sub> Cl	0.74
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.67

The strain was cultured in the Lin's medium supplied with various nitrogen sources. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.

**Table 4.** Effect of NaNO<sub>3</sub> concentrations on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture

NaNO <sub>3</sub> concentrations (%)	Production of red pigment (unit)
0.05	5.16
0.10	21.70
0.15	24.00
0.20	22.02
0.25	17.97

The strain was cultured in the Lin's medium supplied with various concentrations of NaNO<sub>3</sub>. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.

능을 조사하기 위하여 0.05~0.25%까지 0.05% 단위로 NaNO<sub>3</sub>를 첨가하여 배양한 결과(Table 4), NaNO<sub>3</sub> 첨가농도가 0.1% 이상부터 색소의 생산능이 급격히 증가하여 0.15%에서 24.00 unit로 가장 높은 색소 생산능을 나타내었고, 0.2% 이상의 농도에서는 색소의 생산능이 서서히 감소함을 알 수 있었다. 따라서 최적 질소원으로 NaNO<sub>3</sub>의 농도를 0.15%로 결정하였다. 이러한 결과는 Lin의 보고(12)와 비교시 NaNO<sub>3</sub>와 KNO<sub>3</sub>를 0.5% 첨가하였을 때 최대 색소 생성량을 보였으며, 탄소원과 질소원의 비율인 C/N ratio가 21.33, 7.11 및 5.33일 때보다 더 낮았다고 하는데 이는 본 실험의 결과와는 일치하지 않음을 보였다.

**인산염의 영향**

*Monascus purpureus* MMK2의 수용성 적색색소 생성에 미치는 인산염의 종류와 농도의 영향을 조사하기 위하여 최적 탄소원(3.0% wheat flour)과 질소원(0.15% NaNO<sub>3</sub>)이 포함된 Lin's medium에 NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 및 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O의 각종 인산염을 0.25%(w/v)되게 첨가하여 배양온도 30°C에서 130 rpm으로 9일간 진탕 배양한 결과(Table 5), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O를 첨가한 경우 수용성 적색색소의 생산이 30.50 unit로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 및 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>를 첨가하였을 때 높은 색소 생산능을 나타내었다. 이러한 결과는 Seo 등(16)이 *M. ruber*의 홍국색소 생성능에 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>가 효율적이라는 연구결과

**Table 5.** Effect of various phosphate sources on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture

Phosphate source (0.25%)	Production of red pigment (unit)
None	13.64
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	7.26
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	16.06
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	15.59
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	11.72
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	30.50

The strain was cultured in the Lin's medium (wheat flour 3.0%, NaNO<sub>3</sub> 0.15%) supplied with various phosphate sources. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.

**Table 6.** Effect of  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  concentrations on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ concentrations (%)	Production of red pigment (unit)
0.15	17.20
0.20	22.44
0.25	33.84
0.30	28.55
0.35	21.68

The strain was cultured in the Lin's medium (wheat flour 3.0%,  $\text{NaNO}_3$  0.15%) supplied with various concentrations of  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.

와는 일치하였다. 수용성 적색색소의 생성능에  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 가 가장 좋은 결과를 나타내었으므로 최적농도를 결정하기 위하여 0.15~0.35%까지 0.05% 간격으로 첨가하여 실험한 결과(Table 6),  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 농도가 0.25%(w/v)일 때 적색색소의 생산이 33.84 unit로 가장 높은 색소의 생산능을 나타내었다.

#### MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O의 영향

미생물 균체의 세포벽 및 세포막의 구성성분 활성인자로 작용하는  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 의 농도에 따른 *Monascus purpureus* MMK2의 수용성 홍국색소의 생성에 미치는 영향을 조사하기 위해 3.0% wheat flour, 0.15%  $\text{NaNO}_3$ , 0.25%  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 의 기본 배지에  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 를 0.05~0.2%까지 첨가하여 색소 생산능을 조사한 그 결과(Table 7),  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 의 농도가 0.25%일 때 적색색소의 생산이 34.50 unit로 가장 높은 생산능을 나타내었다. 이러한 결과는 무기염류로  $\text{MnO}_2$ 가 첨가된 것이 가장 높은 색소의 생성능을 보였다는 Kim 등(17)의 보고와는 다른 결과를 나타내었다.

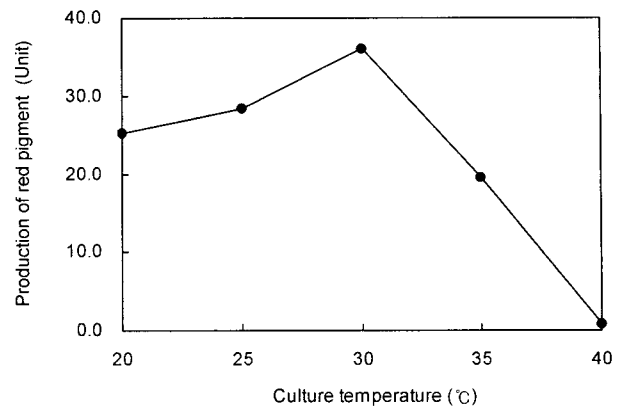
#### 온도에 의한 영향

*Monascus purpureus* MMK2의 수용성 적색색소 생산에 미치는 배양온도의 영향을 조사하기 위해 상기 실험에서 얻어진 최적배지(3.0% wheat flour, 0.15%  $\text{NaNO}_3$ , 0.25%  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , 0.15%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )에 접종한 후, 배양온도를 20, 25, 30, 35 및 40°C에서 130 rpm으로 7일간 배양

**Table 7.** Effect of  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  concentrations on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ concentrations (%)	Production of red pigment (unit)
0.05	12.74
0.10	10.70
0.15	34.50
0.20	16.65

The strain was cultured in the Lin's medium (wheat flour 3.0%,  $\text{NaNO}_3$  0.15%,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  0.25%) supplied with various concentrations of  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Red pigment was assayed as described in Materials and Methods.



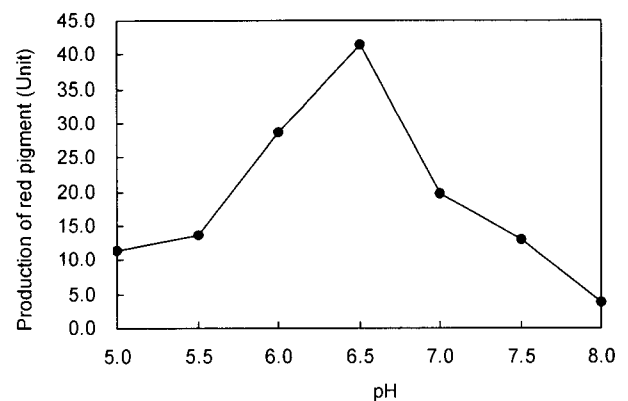
**Fig. 1.** Effect of culture temperature on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture.

Strain was cultured in an optimum medium at various temperature for 9 days on the shaker. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods. The optimum medium is composed of 3.0% wheat flour, 0.15%  $\text{NaNO}_3$ , 0.25%  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  and 0.15%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

하여 색소 생산능을 조사한 결과(Fig. 1), 배양온도 30°C에서 적색색소의 생성능이 35.97 unit로 가장 우수하였다. 이러한 결과는 배양온도를 각각 26~36°C로 조절하여 배양한 결과 색소 생성력은 30~32°C에서 가장 우수하였다는 Kim 등(18)의 결과와 Juzlova 등(19)의 액체배양에서 *Monascus* sp. 균주들의 배양온도 범위가 25~37°C이며 그 중 가장 적합한 온도가 30°C임을 밝힌 결과와 일치하였다.

#### 초기 pH의 영향

초기 pH에 따른 *Monascus purpureus* MMK2의 적색색소 생산능을 조사하기 위하여 최적 배지의 초기 pH를 5.0에서 8.0까지 0.5 간격으로 조절하여 30°C에서 130 rpm으로 7일간 배양하여 색소 생성정도를 측정된 결과(Fig. 2), 초기



**Fig. 2.** Effect of initial pH on the production of the water-soluble red pigments by *Monascus purpureus* MMK2 in submerged culture.

Strain was cultured in an optimum medium at various initial pH at 30°C for 9 days on the shaker. Red pigment was assayed as described in Materials and Methods. The optimum medium is composed of the same as Fig. 1.

pH를 6.5로 하였을 때 적색색소가 41.39 unit로서 가장 높은 생산능을 나타내었다. 이러한 결과는 Yoshimura 등(11)이 보고한 최적 pH와 Lin(12), Su(20)가 색소 생산의 최적 pH가 6.0이라는 보고와 같았으나, 초기 pH 4.5에서 최대 색소 생성력을 보였다는 Chang 등(21)의 결과와는 상이하였다.

배양시간의 영향

Monascus purpureus MMK2의 배양시간에 따른 수용성 적색색소 생산능을 조사하기 위하여 최적 배지와 최적 배양 조건하에서 배양하면서 일정 간격으로 배양액을 검체하여 수용성 적색색소의 생산능을 조사한 결과(Fig. 3), 배양 4일째부터 급격하게 증가하여 배양 7일일 때 적색색소의 생성능이 41.39 unit 가장 우수하였다. 이러한 홍국 적색색소는 기존 보고에 의하면 홍국의 배양과정에서 생성되는 이차대사산물로 합성색소의 위해성에 따른 대체효과 및 천연색소로서의 기능뿐만 아니라 유용한 생리활성 효과가 있는 것으로 알려지고 있다. 또한, 생리활성 효과로 대사산물 중의 하나인 monacolin K는 혈압강화작용 및 혈중 콜레스테롤 저하작용 등이 있음이 보고(22,23)되어져 있다. 본 Monascus purpureus MMK2는 홍국색소 생산과정에서 기능성 물질로 보고된 monacolin K를 생산하였으며, 배양시간에 따라 monacolin K의 생산량이 증가하였고, 배양 10일후부터 그 함량이 0.062%이상으로 나타나 건강기능식품의 기준치 0.05%를 초과하는 것으로 조사되었다. 이러한 생산량은 모균주인 Monascus purpureus KFRI 1134가 동일한 배양시간에 생산하는 monacolin K 함량인 0.02%를 훨씬 상회하는 것으로 나타났다.

이러한 실험의 결과로 보아 Monascus purpureus MMK2 균주는 적색색소 생산에 있어 기존에 보고된 균주에 비하여 생산량이 우수하고, 합성색소의 대체 효과가 가능할 것으로 생각되어지며, monacolin K의 생산성에 미치는 배지조성과 배양학적 특성조사 및 기능성 물질에 대한 연구는 현재 진행

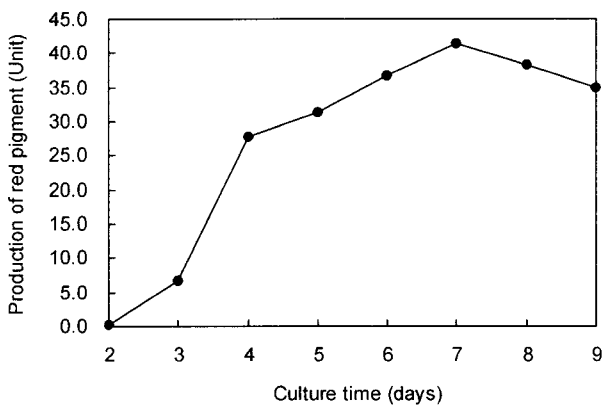


Fig. 3. Changes in the production of water-soluble red pigment by *Monascus purpureus* MMK2 upon culturing period. Optimum culture condition about temperature and initial pH were 30°C and 6.5 respectively. The optimum medium is composed of the same as Fig. 1.

중이다.

요 약

Monascus purpureus MMK2를 이용하여 수용성 적색색소 생산을 위한 배양조건의 최적화에 관한 결과는 다음과 같다. 실험균주가 생산하는 적색색소의 최적 배양조건은 탄소원으로 wheat flour 3.0% 첨가, 질소원으로 NaNO<sub>3</sub> 0.15%, 인산염으로 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 12H<sub>2</sub>O의 농도가 0.25% 및 MgSO<sub>4</sub>의 농도가 0.15%일 때 가장 높은 적색색소 생성을 나타내었다. 배양온도는 30°C, 초기 pH가 6.5 및 배양시간 7일일 때 적색색소의 생성능은 모 균주의 생성능인 1.77 unit에 비해 23.38 배 높은 41.39 unit로 가장 우수한 특성을 조사하였다.

감사의 글

본 연구는 경상북도/안동시 바이오산업기술개발(산업화) 과제(B03-11-03)의 지원에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- Judie DD. 1987. Applications and colorants. *Food Technol* 23: 78-88.
- Kim JY, Kim KH. 1997. Isolation and characterization of *Bacillus* sp. PY123 producing water-soluble yellow pigment. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 25: 454-458.
- Lin CF, Iizuka H. 1982. Production of extracellular pigments by mutant of *Monascus kaoliang* sp. nov. *Appl Environ Microbiol* 43: 671-676.
- Kim CS, Rhee SH, Kim I. 1977. Studies on production and characteristics of edible red color pigment produced by mold (*Monascus* sp.). *Kor J Food Sci Technol* 9: 277-283.
- NaKanawa R, Sato K. 1930. On the *Monascus* of Taiwan the red seed of rice. *J Agric Chem Soc Jpn* 6: 353-355.
- Nishikawa E. 1932. Studies on the biochemistry of mold. The pigments of *Monascus purpureus* Went. *J Agric Chem Soc Jpn* 8: 1007-1011.
- Kim SY, Kim JK. 1990. Pigment production in *Monascus anka*. *J Korean Agric Chem Soc* 3: 239-246.
- Kim HS, Kim DH, Yang HS, Pyen YR, Yu JH. 1979. Studies on the yellow pigment produced by *Monascus* sp. in submerged culture. Part I. Isolation of strain and cultural conditions of pigment produced. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 7: 23-30.
- Carels M, Shepherd D. 1977. The effect of different nitrogen sources on pigment production and sporulation of *Monascus* sp. in submerged shaken culture. *Can J Microbiol* 23: 1360-1365.
- Broder CU, Koehler PE. 1980. Pigments produced by *Monascus purpureus* with regard to quality and quantity. *J Food Sci* 45: 567-569.
- Yoshimura M, Yamanaka S, Mitsugi K, Hirose Y. 1975. Production of *Monascus* pigment in submerged culture. *Agric Biol Chem* 39: 1789-1795.
- Lin CF. 1973. Isolation and cultural conditions of *Monascus* sp. for the production of pigment in a submerged culture.

- J Ferment Technol* 51: 107-114.
13. Evans PJ, Wong HY. 1984. Pigment production from immobilized *Monascus* sp. utilizing polymeric resin adsorption. *Appl Environ Microbiol* 47: 1323-1326.
  14. Wong HC, Bau TS. 1977. Pigmentation and antibacterial activity of fast neutron- and X-ray-induced strains of *Monascus purpureus* Went. *Plant Physiol* 60: 578-581.
  15. Park CD, Jung HJ, Yu TS. 2005. Optimization of pigment production of *Monascus purpureus* P-57 in liquid culture. *Korean J Biol Bioeng* 20: 66-70.
  16. Seo SG, Lee CH, Woo CJ. 2004. Studies on the optimal culture condition for production of red pigments by *Monascus rubber* on liquid culture. *Korean J Food Pre* 11: 111-116.
  17. Kim HS, Kim DH, Yang HS, Pyen YR, Yu JH. 1979. Studies on the yellow pigment produced by *Monascus* sp. in submerged culture. Part I. Isolation of strain and cultural conditions of pigment produced. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 7: 23-30.
  18. Kim HG, Park GT, Son HJ. 1998. Characterization of red pigment production by *Monascus anka*. *Korean J Food and Nutr* 11: 612-616.
  19. Juzlova P, Martinkova L, Kren V. 1996. Secondary metabolites of the fungus *Monascus*: a review. *J Ind Microbiol* 16: 163-170.
  20. Su YC. 1983. Fermentative production of *anka*-pigments (*Monascus*-pigment). *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 11: 325-337.
  21. Chang U, Kim HS, Son CH, Bae JC, Yu JH. 1980. Studies on the yellow pigment produced by *Monascus* sp. CS-2; Part I. Cultural conditions for yellow pigment production. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 8: 119-123.
  22. Cho CH, Seo DJ, Woo GJ, Kang DK. 2002. Functional red pigment production in solid-state fermentation of barley by *Monascus* sp. EBF1. *Kor J Microbiol Biotechnol* 30: 253-257.
  23. Endo A. 1979. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J Antibiotics (Tokyo)* 32: 852-854.

(2006년 2월 3일 접수; 2006년 4월 5일 채택)