

Monascus pilosus가 생성하는 색소의 안정성

박미자 · 윤은경 · 김순동*
대구가톨릭대학교 식품공학과

Stability of Pigment Produced by *Monascus pilosus*

Mee-Ja Park, Eun-Kyung Yoon and Soon-Dong Kim*

Department of Food Science and Technology, Taegu Catholic University

Stability of *Monascus pilosus* pigment was investigated under various conditions. The concentration of the pigments stored under air and sub-atmosphere (250 mmHg) for 30 days at room temperature decreased by 77.9% and 48.4%, respectively. The pigment solution was stable under temperature ranges of 20-80°C, pH 4-8, darkness and presence of KCl, NaCl, CaCl₂, MgCl₂, and ZnCl₂. In contrast, the pigment solution was relatively unstable, decreasing in concentration by 6.0 and 11.6% at 100 and 121°C, 15.5 and 13.7% at pH 3 and 9, 22.9 and 66.8% under fluorescence and sun light, respectively, and 20.2% in the presence of AlCl₃.

Key words: *Monascus pilosus*, pigment, stability

서 론

*Monascus*속의 곰팡이는 진균류문, *Ascomytna*강, *Plectomycetes*목, *Monascaseae*과로 분류되는 미생물로서 자색에서 적색에 이르는 색소를 생성하며⁽¹⁾, 우리나라를 비롯한 중국, 일본, 인도네시아 등 동아시아권 국가들에서는 이를 이용하여 만든 홍국(ang-kak, 紅麴)을 사용하여 홍주, 홍두부, 콩치즈 및 발효생선을 제조하고 있다^(2,3). 또, 홍국으로부터 추출한 색소는 항암효과^(4,5)가 있으며, 발효중에 생산되는 monacolin 동족체들은 체내 콜레스테롤의 생합성을 억제⁽⁶⁾하는 것으로 알려져 있어 기능성 착색제 또는 첨가물로서의 활용성이 높아지고 있다⁽⁷⁾. 이에 따라 색소를 다량 생산할 수 있는 균주⁽⁸⁾, 온도, pH, 영양 등 배양 조건⁽⁹⁻¹¹⁾ 및 색소의 이용⁽¹²⁾을 중심으로 한 많은 연구가 이루어지고 있다. 현재까지 밝혀진 홍국의 구성색소는 rubropunctatin⁽¹³⁾, monascorubin^(14,15) 등의 등색계, arubropunctamine⁽¹⁶⁾, monascorubramine 등의 적색계, monascin⁽¹⁵⁻¹⁷⁾, anka-flavin⁽¹⁸⁾ 등의 황색계 색소들이며 착색제 또는 첨가물로 시판되고 있는 제품들은 이들 색소가 혼합된 상태이다⁽¹⁹⁾.

한편, 홍국색소의 안정성에 관한 연구는 색소 생성능이 우수한 *M. anka* 등의 균주로부터 생산된 혼합색소에 대한 연

구^(3,20)와 용매별 분획물에 대한 연구⁽²¹⁾가 있으며, pH, 광, 온도, 유기산 및 금속류에 대한 영향을 조사하였으나 석유에테르나 농도가 서로 다른 알코올 등을 사용하여 안정성을 조사하는 등 구체적인 조건에는 상당한 차이가 있다.

본 연구에서는 체내 콜레스테롤의 생합성을 억제하는 monacolin 동족체가 홍국색소와 마찬가지로 에탄올 또는 메탄올에 가용성인 점⁽²²⁾과 *Monascus*속 곰팡이 중에서 monacolin 동족체의 생성능이 높은 균주⁽²²⁾의 하나인 *M. pilosus*를 사용한 배양액은 색소뿐만 아니라 monacolin 동족체들이 공존하는 색소 혼합물이라는 점을 감안하여 이 배양액의 알코올 추출물에 대하여 색소 안정성을 조사하였다.

재료 및 방법

균주

Monascus pilosus KCCM 60084(이하 *M. pilosus*)를 한국 중균협회 부설 미생물보존센터에서 분양 받아 PDA 배지(potato extract 4.0 g, dextrose 20 g, yeast extract 0.5 g, water 100 mL, agar 1.5 g)를 사용하여 30°C에서 10일간 배양하였으며, 1개월 간격으로 새로운 배지에 계대배양하였다.

색소의 생산

색소의 생산은 PG 배지(peptone 20 g, glucose 50 g, KH₂PO₄ 8 g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, CH₃COOK 2 g, NaCl 1 g, water 1 L, pH 6.6)를 사용하였으며, 계대배양한 균주를 배지 7 mL를 넣은 시험관에 이식하여 10일간 배양한 후 배지 200 mL를 넣은 1 L 삼각 flask로 옮겨 30°C에서 150 rpm으

*Corresponding author : Soon-Dong Kim, Department of Food Science and Technology, Taegu Catholic University, 330 Gumrac 1-ri, Hyang-up, Gyung-san, Gyungbuk 712-702, Korea
Tel: 82-53-850-3216
Fax: 82-53-850-3216
E-mail: kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

로 10일간 배양하여 색소를 생산하였다.

색소의 추출과 실험용액의 조제

배양액을 3겹의 거즈로 여과하여 균체를 제거시키고 동결 건조시킨 후 Lee 등⁽¹⁹⁾의 방법에 따라 95% ethanol을 가하여 실온에서 2시간 동안 추출하였으며 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 조색소액을 얻었다. 안정성 실험에 사용한 색소 용액은 10% ethanol 용액에 1175~1200 µg/mL 농도로 조정하여 사용하였다.

색소의 정량

색소의 함량은 용액상태의 경우는 그대로, 건조된 상태의 경우는 95% ethanol로 정용하여 510 nm에서의 흡광도를 측정하였으며 동일조건에서의 표준품 monascorubrin(Sigma Co.)의 검량선($\mu\text{g/mL} = 168.77 \times \text{OD}_{510} - 20.79$, $r = 0.9979$)에 의하여 함량을 산출하였다.

색소의 안정성

Monascus 색소의 공기에 대한 영향은 상기의 색소용액 일 정량을 40°C에서 감압건조시킨 후 20°C의 실내암소에서 공기 중에 노출시킨 것과 감압 desiccator(250 mmHg)내에서 30일간 두면서 10%의 ethanol로 정용하여 색소함량을 측정, 비교하였다. 온도의 영향은 색소용액을 온도별(20, 40, 60, 80, 100 및 121°C)로 처리한 후 함량변화를 조사하였다. 20 및 40°C는 incubator를 사용하여 각각 30일간 및 50시간 동안 저장하였으며, 60~100°C는 water bath, 121°C는 autoclave에서 20~60분간 처리하였다. pH는 색소용액을 1 N의 HCl과 NaOH 용액으로 3~9 범위로 조정하여 20°C의 암소에 30일간 두면서 실험하였다. 광의 영향은 색소용액을 투명한 유리 용기에 넣은 후 태양광, 형광램프 및 암소의 조건에서 실험하였다. 태양광은 햇빛이 잘 드는 20°C의 남향 건물의 실내 창가에 7월 1일~30일까지 30일간 방치하였고 형광은 형광램프(Shin Kwang FLR-40 D/A 08) 2개를 부착한 20°C의 실내에 두었으며 시료와 형광등의 거리는 1.5 m이었다. 금속염류는 0.1 M의 KCl, NaCl, CaCl₂, MgCl₂, AlCl₃ 및 ZnCl₂를 함유하는 색소용액(pH 7.0)을 20°C의 암소에 30일간 두면서 실험하였다.

통계처리

3회 반복실험 평균치의 유의성은 SPSS software package (Statistical package social science, version 7.5)를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다.

결과 및 고찰

산소의 영향

Monascus 색소의 산소에 대한 안정성을 조사하기 위하여 색소를 암소의 공기 중에 또는 감압하(250 mmHg)에 두면서 함량변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 저장기간이 경과함에 따라 모두 감소하였는데 감압하에서는 감소율이 완만하였으나 공기 중에 노출한 경우는 감소율이 급격하였다. 즉, 공기 중에 노출하여 30일이 경과된 경우의 잔존 색소함량은

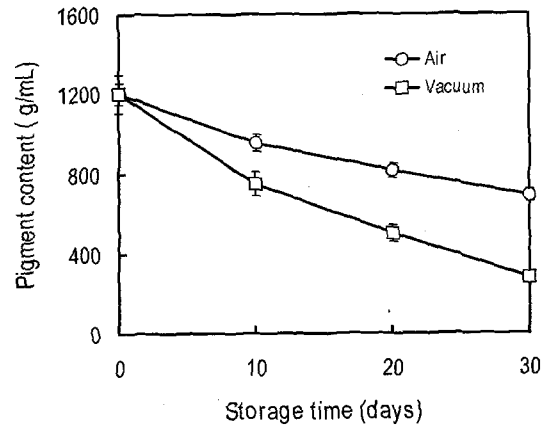


Fig. 1. Stability of pigment produced by *M. pilosus* during storage under air and sub-atmosphere at 20°C for 30 days. Values are mean±SD of triplicate measurements.

265.2 µg/mL로 초기함량 1200 µg/mL의 77.9%가 감소되었다. 그러나 감압하에서 30일 동안 둔 경우의 잔존 색소함량은 619.2 µg/mL로 감소율은 48.4%이었다. 이러한 결과는 Han⁽²³⁾의 *Monascus anka*를 이용한 고추장의 특성 연구에서도 *Monascus* 색소가 공기 중에서 비교적 불안정한 것으로 보고하여 본 연구결과와 동일한 경향을 나타내었다.

온도의 영향

온도(20, 40, 60, 80, 100 및 121°C)에 따른 *Monascus* 색소의 안정성을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 20°C에서 30일 동안 암소에 둔 것의 색소 감소율은 1.7%이었으며, 40°C에서 50시간 둔 경우의 감소율은 2.1% 이었다. 60°C에서 60분간 및 80°C에서 30분간 처리한 경우의 평균감소율은 2.5%로 20~80°C 범위의 열 안정성은 매우 높은 것으로 나타났다. 100°C에서 30분간 열처리하였을 때의 감소율은 6.0%이었으며, 121°C에서 20분간 처리하였을 때의 감소율은 11.6%로 100~121°C에서는 비교적 높게 나타났다. Kim 등⁽²⁰⁾은 *Monascus anka*의 배양액과 균체를 각각 ethanol과 petroleum ether 가용성 획분으로 나누어 60~150°C에서의 열안정성을 조사한 결과 색소액에 따른 큰 차이는 보이지 않았으며 모두가 60~80°C에서는 안정하였으나 100~150°C에서 10~3시간의 처리로 감소율이 11%에서 50%로 매우 높았다고 보고하였다. 그러나 이러한 결과는 Comet 무(*Raphanus sativus* var. *radicular* cv. Comet)에 함유된 적색계인 anthocyanin의 경우 40°C에서 10일간 저장시의 감소율이 50%⁽²⁴⁾, 지치(*Lithospermum erythrorhizon*)에 함유된 적색계 색소인 naphthoquinone 유도체의 경우 60°C에서 100시간 처리하였을 때의 감소율 50%⁽²⁵⁾, 맨드라미꽃에 함유한 적색계 색소인 betacyanin의 경우 100°C에서 60분간 처리하였을 때의 감소율 92%⁽²⁶⁾와 비교하였을 때 *Monascus* 색소의 열 안정성은 일반 천연색소에 비하여 매우 높다고 할 수 있다.

pH의 영향

pH에 따른 *Monascus* 색소의 안정성을 조사하기 위하여 색소용액의 pH를 3~9범위로 조정하여 20°C의 암소에 두면서

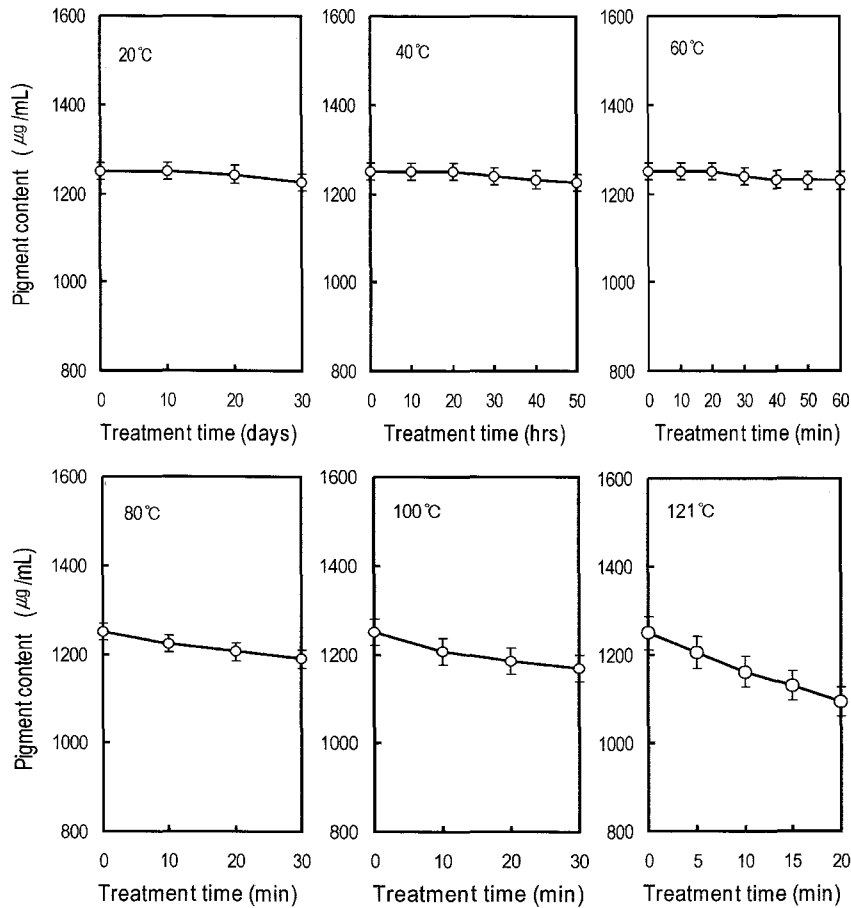


Fig. 2. Stability of pigment produced by *M. pilosus* during storage at different temperature. Values are mean±SD of triplicate measurements.

Table 1. Stability of pigment produced by *M. pilosus* at different pH during storage at 20°C

(unit: µg/mL)

pH	Storage time (days)				
	0	5	10	20	30
3	1175 ± 12.5 ^{1)Ab} (100.0) ³⁾	1155 ± 13.5 ^{Ab} (100.0)	1140 ± 8.5 ^{Ab} (97.0)	1050 ± 13.5 ^{Aa} (89.4)	1005 ± 15.5 ^{Aa} (85.5)
4	1200 ± 13.0 ^{Aa} (100.0)	1175 ± 12.5 ^{Aa} (97.9)	1165 ± 13.5 ^{Aa} (97.1)	1165 ± 13.5 ^{Ba} (97.1)	1150 ± 20.0 ^{Ca} (95.8)
5	1200 ± 11.0 ^{Aa} (100.0)	1175 ± 10.0 ^{Aa} (97.9)	1175 ± 12.5 ^{Aa} (97.9)	1165 ± 11.5 ^{Ba} (97.1)	1145 ± 8.5 ^{Ca} (95.4)
6	1200 ± 14.5 ^{Aa} (100.0)	1165 ± 13.2 ^{Aa} (97.1)	1150 ± 13.0 ^{Aa} (95.8)	1150 ± 10.0 ^{Ba} (95.8)	1140 ± 10.0 ^{Ca} (95.0)
7	1200 ± 14.0 ^{Aa} (100.0)	1175 ± 11.0 ^{Aa} (97.9)	1165 ± 13.5 ^{Aa} (97.1)	1150 ± 16.5 ^{Ba} (95.8)	1135 ± 23.5 ^{Ca} (94.5)
8	1200 ± 12.5 ^{Ab} (100.0)	1165 ± 13.0 ^{Ab} (97.1)	1165 ± 12.0 ^{Ab} (97.1)	1150 ± 17.0 ^{Ba} (95.8)	1140 ± 24.0 ^{Ca} (95.0)
9	1200 ± 12.5 ^{Aa} (100.0)	1150 ± 12.5 ^{Aa} (95.8)	1150 ± 10.5 ^{Aa} (95.8)	1080 ± 15.0 ^{Ba} (90.0)	1135 ± 12.5 ^{Ca} (86.3)

¹⁾Values are mean ± SD of triplicate measurements.

²⁾The different letters in the same columns(A-B) and rows(a-c) mean significantly different at p<0.05.

³⁾Values in parentheses represent relative percentage of zero day.

기간별로 색소함량의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 저장 30일째, pH 3.0으로 조정된 용액의 색소함량은 1005 µg/mL로 15.5%의 감소율을 나타내었다. 그러나 pH 4~8 범위에서의 감소율은 4.2~5.5%로 비교적 안정하였다. pH 9에서의 감소율은 13.7%로 pH가 3이하로 낮거나 9이상으로 높을 경우에 감소율이 높았다. 이러한 결과는 Kim 등⁽²⁷⁾의 연구결과와 일치하나 Kim 등⁽²⁰⁾이 *Monascus anka* 배양액으로부터 추출한 색소의 경우는 pH 2.0~12.0범위에서 안정한 것으로 나타나 균주에 따른 차이가 있음을 시사하였다.

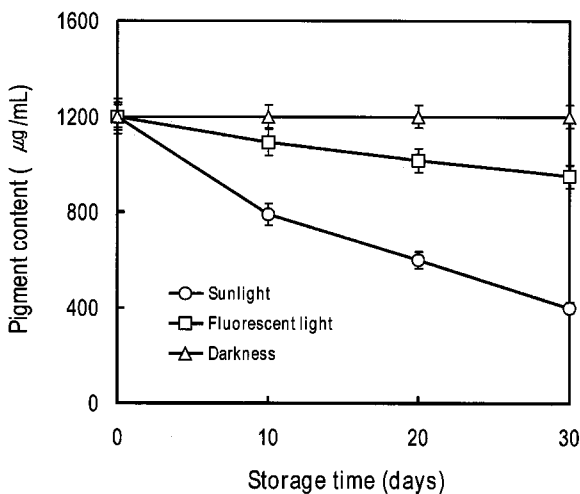
광의 영향

광에 대한 색소의 안전성을 조사하기 위하여 색소용액을 20°C 실내의 태양광, 형광 및 암소에 두면서 색소함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 그 결과 암소에 둔 것은 30일이 경과하여도 함량의 변화를 보이지 않았으나 형광 하에 둔 경우는 20일까지는 거의 변화를 보이지 않다가 그 이후부터 감소하기 시작하여 30일째에는 초기함량의 77.1%로 22.9%의 감소율을 나타내었다. 태양광에서는 저장 5일부터 색소함량이 감소하기 시작하여 저장 30일째는 375.0 µg/mL

Table 2. Stability of pigment produced by *M. pilosus* at different salts solution during storage at 20°C

(unit: µg/mL)

Salts	Storage time (days)				
	0	5	10	20	30
Control	1119 ± 13.4 ^{Ba} (100.0)	1119 ± 12.0 ^{Ba} (100.0)	1117 ± 13.5 ^{Ba} (99.8)	1115 ± 12.5 ^{Ba} (99.6)	1113 ± 12.0 ^{Ba} (99.5)
KCl	1120 ± 12.5 ^{1)Ba} (100.0) ³⁾	1120 ± 25.5 ^{Ba2)} (100.0)	1120 ± 30.0 ^{Ba} (100.0)	1080 ± 15.0 ^{Ba} (96.4)	1035 ± 16.5 ^{BaCa} (92.4)
NaCl	1140 ± 15.5 ^{Bc} (100.0)	1095 ± 20.0 ^{Bbc} (96.1)	1080 ± 19.0 ^{Babc} (94.7)	1035 ± 14.5 ^{Bab} (90.8)	1005 ± 17.0 ^{Ba} (88.2)
CaCl ₂	1100 ± 25.0 ^{Bb} (100.0)	1100 ± 18.5 ^{Bb} (100.0)	1100 ± 11.5 ^{Bb} (100.0)	1065 ± 15.5 ^{Bab} (96.8)	1002 ± 16.0 ^{Ba} (91.1)
MgCl ₂	1120 ± 20.0 ^{Ba} (100.0)	1120 ± 17.5 ^{Ba} (100.0)	1095 ± 12.0 ^{Ba} (95.8)	1080 ± 11.5 ^{Ba} (96.4)	1035 ± 14.5 ^{BaCa} (92.4)
AlCl ₃	935 ± 16.0 ^{Ac} (100.0)	920 ± 16.0 ^{Ac} (98.4)	865 ± 17.0 ^{Abc} (92.5)	835 ± 14.0 ^{Ab} (89.3)	745 ± 16.5 ^{Aa} (79.7)
ZnCl ₂	1100 ± 16.0 ^{Ba} (100.0)	1100 ± 20.0 ^{Ba} (100.0)	1100 ± 17.5 ^{Ba} (100.0)	1100 ± 14.5 ^{Ba} (100.0)	1100 ± 16.5 ^{Ba} (100.0)

¹⁾Values are mean ± SD of triplicate measurements.²⁾The different letters in the same columns(A-B) and rows(a-c) mean significantly different at p<0.05.³⁾Values in parentheses represents relative percentage of zero day.**Fig. 3. Stability of pigment produced by *M. pilosus* during storage under sunlight, fluorescent light and darkness at 20°C for 30 days.**

Values are mean±triplicate measurements.

로 68.8%의 감소율을 나타내었다. 이러한 결과는 암소에서 색소함량의 변화가 없는 점과 낮에만 태양광이 조사된 점등을 감안할 경우 광에 의한 색소의 분해는 더욱 클 것으로 판단된다. 또한 이 결과는 *Monascus* 색소가 광에 불안정하다고 보고한 Murakawa⁽³⁾의 결과와 일치하였다.

금속염류의 영향

Monascus 색소의 안정성에 미치는 금속염류의 영향을 조사하기 위하여 KCl, NaCl, CaCl₂, MgCl₂, AlCl₃ 및 ZnCl₂를 0.1 M 농도로 조정한 색소용액(pH 7.0)을 20°C의 암소에 두면서 색소의 함량변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. KCl의 경우는 10일째까지는 색소함량의 변화를 보이지 않았으나 20일째부터 감소하여 30일째는 7.6%의 감소율을 나타내었다. NaCl의 경우는 5일째부터 감소하기 시작하여 30일째는 11.8%의 감소율을 나타내었으며, CaCl₂는 20일째부터 감소하기 시작하여 30일째는 8.9%의 감소율을 나타내었다. MgCl₂는 10일째부터 감소하기 시작하여 30일째는 7.6%의 감소율을 나타내었으며, AlCl₃는 5일째부터 감소하기 시작하여 30일째는 20.2%의 가장 높은 감소율을 나타내었다. 그러나

ZnCl₂의 경우는 저장 30일째까지 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. Kim 등⁽²⁰⁾은 *Monascus anka*가 생성하는 색소의 경우 Cu²⁺ 이온을 제외한 Hg²⁺, Ag⁺, Fe²⁺, Cd²⁺, Mn⁺, Al³⁺ 및 Zn²⁺은 안정성에 큰 영향을 미치지 않았다고 하였으나 Al³⁺의 경우는 본 실험의 결과와 상이하였다. 이러한 차이는 이들의 실험에서는 Al₂(SO₄)₃를 사용하였으며 본 실험에서는 AlCl₃를 사용함에 따른 차이로 사료된다.

요 약

Monascus pilosus KCCM 60084로부터 생성되는 색소의 공기에 대한 안정성 및 색소용액의 온도, pH, 빛 및 염류에 대한 안정성을 조사하였다. *Monascus* 색소는 공기 중에 30일간 방치할 경우 77.9%, 감압하에서는 48.4%가 감소하였다. *Monascus* 색소는 20~80°C에서는 비교적 안정하였으나 100~121°C에서는 6.0~11.6%의 감소율을 나타내었다. *Monascus* 색소는 pH 4~8에서는 안정하였으나 pH 3과 9에서의 감소율은 각각 15.5% 및 13.7%이었다. *Monascus* 색소는 암소에서는 안정하였으나 형광하에서 30일 동안 둔 경우는 22.9%, 태양광 하에서는 68.8%가 감소하였다. 또한 *Monascus* 색소는 KCl, NaCl, CaCl₂, MgCl₂ 및 ZnCl₂에서는 비교적 안정하였으나 0.1 M AlCl₃ 용액에서는 20.3%의 감소로 불안정하였다.

감사의 글

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

문 헌

1. Palo, M.A., Vidal-Adeva, L. and Maceda, L. A study on ang-kak and its production. *Philippines J. Sci.* 89: 1-22 (1961)
2. Lee, S.T. *The Anka, in Pen cha kan mu* (Chinese herbal medicine). pp. 1518-1593. Yeh Book Co., Taipei (1979)
3. Murakawa, S. Function and utilization of *Monascus sp.* *Technical J. Food Chem. Chemicals* 12: 42-45 (1990)
4. 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)
5. Takido, M., Yasukawa, K and Takeuchi, M. 50th General Meeting of Japanese Cancer Soc. 290-293 (1991)
 6. Alberts, A.W., Chen, J., Kuron, G., Hunt, V., Huff, J., Hoffman, C., Rothrock, J., Lopen, M., Joshur, H., Harls, E., Patchett, A., Monaghan, R., Currie, S., Stapley, E., Hensens, O., Hirshfield, J., Hoogsteen, K., Liesh, J. and Springer, J. Mevinolin, a high potent competitive inhibitor of hydroxymethylglutaryl coenzyme A reductase and a cholesterol lowering agent. Proc. Natl. Acad. Sci. 77: 3957-3961 (1980)
 7. Shouichi, T.R. Characteristics and application of *Monascus koji*. Jpn J. Food Sci. Technol. 1: 35-42 (1993)
 8. Su, Y.C. Fermentative production of Anka-pigments. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 11: 325-337 (1983)
 9. 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)
 10. Wong, H.C, Lin, Y.C and Koehler, P.E. Regulation of growth and pigmentation of *Monascus purpureus* by carbon and nitrogen concentration. Mycologia 73: 649-656 (1981)
 11. Bau, Y.S. and Wong, H.C. Zinc effects on growth, pigmentation and anti-bacterial activity of *Monascus purpureus*. Physiol. Plant. 46: 63-67 (1979)
 12. Tsukioka, M.T. Hiroi, T. Suzuki, and Kono, T. Pigment production by mutants of *Monascus anka*. Studies on alcoholic beverage production using genus *Monascus*, Part 1. Nippon Nogeikagaku Kaishi 60: 450-455 (1986)
 13. Hawa, E.J. and Holker, J.S.E. The chemistry of fungi. Part XXX-VIII. J. Chem. Soc. 3820-3829 (1961)
 14. Hadfield, J.R., Hollker J.S.E. and Stanway, D.N. The biosynthesis of fungal metabolites, Part II. J. Chem. Soc. 19: 751-754 (1967)
 15. Birch, A.J., Cassra, A., Fitton, P., Holker, J.S.E., Smith, H., Tompsor G.A and Whallyey. W.B. Studies in relation th biosynthesis. Part XXX. Rotrion, monascin and rubropunctatin. J. Chem. Soc. 11: 3583-3592 (1962)
 16. Forwell, A.D. G., Robertson, A, and Whelly. W.B. Monascorubramine. J. Chem. Soc. Special Publ. 5: 27-34 (1956)
 17. Fielding, B.C., Holker, J.S.E., Jones, D.E., Powell, A.D.G., Richmond, K.W., Robertson, A. and Whelly, W.B. The Chemistry of fungi. Part XXXIX. The structure of monascin. J. Chem. Soc. 13: 4579-4583 (1961)
 18. Manchand, P.S., Whelly, W.B. and Chen, F.C. Isolation and structure of ankaflavin. Phytochem. 12: 2531-2538 (1973)
 19. Lee, T.S., Lee, Y.Z., Kwon, Y.K., Park, J.S., Ko, H.S., Sim, K.C., Lee, J.Y., Shin, J.W., Song, J.W. and Lee, C.W. Studies on the determination method of *Monascus* pigments in foods. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 641-644 (2001)
 20. Kim, S.J., Rhim, J.W., Kang, S.G. and Jung, S.T. Characteristics and stability of pigments produced by *Monascus anka*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 60-66 (1997)
 21. Kang, S.G. and Jung, S.T. Pigment production and color difference of liquid beni-koji under submerged cultural conditions. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 23: 472-478 (1995)
 22. Endo A. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. J. Antibiotics 8: 852-854 (1979)
 23. Han, Y.R. Characteristics of Kochujangg fermented by *Monascus anka*. Ph.D. thesis, Seoul Women's Univ., Seoul (1989)
 24. Park, C.J., Na, M.K. and Oh, S.K. Study on the stability of anthocyanin pigment in Comet radish. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 407-410 (1993)
 25. Kim, S.J. and Park, K.H. Studies on the storage stability of *Jindo Hongju* pigment. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 183-186 (1992)
 26. Lee, S.Y., Cho, S.J., Lee, K.A., Byun, P.H. and Byun, S.M. Red pigment of the Korean cockcomb flower: color stability of the red pigment. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 446-452 (1989)
 27. Kim, H.S., Jung, H.S., Yang, H.S., Byun, Y.H. and Yu, J.H.: Studies on the red pigment produced by *Monascus sp.* in submerged culture. Part II. Production of crude pigment, physical and physiological characteristics. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 7: 31-36 (1979)

(2001년 12월 24일 접수; 2002년 7월 25일 채택)