

Monascus purpureus CBS 281.34가 생성하는 홍국 색소의 안정성

임성일[†] · 곽은정

한국식품개발연구원

Stability of the Pigments from Monascus purpureus CBS 281.34

Seong-II Lim[†] and Eun-Jung Kwak

Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

Abstract

The stability of 80% ethanol-soluble pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34 was investigated according to storage temperature, pH and addition of organic acid. Also, the stability of ethanol-soluble pigment in aqueous system was examined after the addition of distilled water in the range of 0~80% during the storage at 10°C and 20°C for 4 weeks with water soluble pigment. The heat stability was the highest (9.74%) when the 80% ethanol-soluble pigments were stored at 10°C for 4 weeks. However, the 80% ethanol-soluble pigments stored at 60°C and 80°C for 24 h and 12 h greatly decreased by 23.06% and 30.36%, respectively. Although the 80% ethanol-soluble pigments were stable in the range of pH 4~8, the degradation rate of pigment increased at pH 2 and pH 10. 80% ethanol extract was adjusted to pH 4 by adding organic acids. The rate of pigment degradation was not different from control for 4 weeks. Red pigment was stable in the treatment of organic acids. And the stability of ethanol-soluble pigment in aqueous system was gradually decreased as the pigment content and storage time increased. Additionally, the stability of ethanol-soluble pigment was higher at 10°C than at 20°C.

Key words: *Monascus purpureus* CBS 281.34, red yeast rice, pigment, stability

서 론

식품의 색은 식품의 품질뿐 아니라 소비자의 기호성과 구매력에도 영향을 미치는 주요인자이다. 1856년 Perkin이 색소를 합성한 이래 식품의 제조 및 가공에는 주로 타르계 합성색소가 사용되고 있으나(1), 최근 식품의 안정성에 관한 관심이 증가하면서 합성색소보다는 천연색소에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 천연색소에는 이미지 상 동물계보다는 식물계의 anthocyanin, carotenoid, chlorophyll, flavonoid계 색소가 주로 이용되고 있다(2). 이들 천연색소는 합성색소보다 가격이 비싸고 용해성은 낮으며 사용량이 많고 열, 빛, pH 등에 다소 불안정하며 생산조건도 까다롭지만(1,2), 식품에 사용했을 때 색조가 자연스럽고 영양성과 기능성이 증가하는 장점도 있다(1). 이에 반해 미생물 유래의 색소는 식물에서 추출하는 경우보다 비교적 용이하게 생산할 수 있는 것으로 알려져 있다(3).

대표적인 색소를 생산하는 미생물로는 붉은색을 띠는 곰팡이인 홍국균(*Monascus* sp.)이 있으며, 이는 황색의 monascin과 ankaflavin, 오렌지색의 rubropunctatin과 monascorubrin, 적색의 rubropunctamine과 monascorubramine 등 10여 종 이상의 색소를 생산하는 것으로 알려져 있다(3,4).

홍국 색소는 특히 단백질에 대한 착색성이 우수하므로 계나 연어 등의 수산가공품, 햄이나 소세지 등의 축육가공품 및 조미액에 사용되고 있다(1,2).

한편 홍국 색소를 상업적으로 이용하기 위해서는 색소 생산량을 최대로 하기 위한 배양조건에 관한 연구(5-9)와 함께 가공 중의 색소 안정성에 대해서도 검토되어야 할 것으로 사료된다. 그러나 홍국 색소의 가열, pH 조건에 따른 안정성에 관한 연구(3,10,11)는 아직 미흡한 실정이며 홍국균의 종류에 따른 차이도 다소 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 다량의 monacolin K를 생산하는 *Monascus purpureus* CBS 281.34(12)로부터 80% ethanol 가용성 색소를 추출하고 이의 열, pH, 유기산 존재 시의 안정성을 검토하였다. 또한 ethanol 가용성 홍국 색소에 수분함유량이 0~80%이 되도록 물을 가하여 저장하면서 색소 안정성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

백미는 시중(경기도, 성남) 재래시장에서 구입하여 사용하였다. 홍국 색소 추출용 ethanol과 증류수는 HPLC 분석용(Fisher Co., USA)을 사용하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: silim@kfri.re.kr

Phone: 82-31-780-9277, Fax: 82-31-709-9876

홍국 제조

Kwak 등(12)과 동일한 방법으로 홍국을 제조하였다. 즉 한국식품개발연구원에서 보관중인 *Monascus purpureus* CBS 281.34를 PDA(potato dextrose agar: Difco) 배지를 사용하여 30°C에서 4일간 균체를 배양한 후, 배지 중량의 10%에 상당하는 멸균수를 배지에 첨가하고 분쇄하여 백미(10시간 수침하여 탈수한 후 스테인레스 체에 담아 120°C에서 20분간 증자하였다)에 5%가 되도록 접종하였다. 다음 1.5 kg을 아크릴재질의 상자($30 \times 30 \times 10 \text{ cm}^3$)에 담아 2겹의 거즈로 덮은 후 인큐베이터($48 \times 45 \times 50 \text{ cm}^3$)에 2상자씩을 넣었다. 이들을 30°C에서 10일간 배양한 후 80°C에서 60분간 건조하고 제분하여 실험에 사용하였다.

시료 조제

홍국 색소 추출량이 최대인 것으로 나타난 전보(12)의 결과에 의거하여 홍국의 ethanol 가용성 색소추출에는 80% ethanol을 사용하였고, 홍국 분말과 80% ethanol간의 비율은 1:9로 하여 추출하였다. 즉, 홍국 분말 1 g에 80% ethanol 9 mL을 가해 1분간 인위적으로 상하로 훈들여 80% ethanol 가용성 색소를 추출한 후 상등액을 10°C의 저온실과 20°C의 실온에서 4주간, 40°C의 항온기에 5일간, 60°C의 항온기에 24시간, 80°C의 항온기에 12시간 방치하였다. 그리고 동일하게 홍국 80% ethanol 혼합물을 조제하고 3 N HCl을 가해 pH 2(첨가량: 45.0 $\mu\text{L}/10 \text{ mL}$)와 pH 4(10.5 $\mu\text{L}/10 \text{ mL}$)로, 3 N NaOH를 가해 pH 8(20.5 $\mu\text{L}/10 \text{ mL}$)과 pH 10(50.0 $\mu\text{L}/10 \text{ mL}$)으로 조정한 후, 색소를 추출하고 상등액을 취하여 20°C에서 10일간 저장하였다. 또한 동일하게 홍국 80% ethanol 혼합물을 조제하고 citric acid, acetic acid, lactic acid를 각각 0.6%, 6%, 1.5%가 되도록 첨가해 pH 4.0으로 조정한 후,

색소를 추출하고 상등액을 취하여 20°C에서 30일간 저장하였다. 홍국 ethanol 추출물에 일정량의 수분을 첨가하여 수분함유량에 따른 저장 중 홍국 ethanol 가용성 색소의 안정성을 알아보기 위해서는 80% ethanol보다는 ethanol(99.9%)이 적절한 것으로 판단되어 분말 1 g에 ethanol 9 mL을 가해 동일하게 색소를 추출하고 이의 상등액에 증류수를 첨가해 수분함량이 0, 20, 40, 60, 80%가 되도록 하거나, ethanol 대신 증류수 9 mL을 가해 동일한 방법으로 홍국 수용성 색소(수분 함량 100%)를 추출한 후 20°C에서 4주간 저장하였다.

홍국 색소 측정

홍국 색소는 적정 농도로 희석한 후 spectrophotometer (Hewlett Packard spectrophotometer, model 8753, Germany)를 사용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과처리

실험결과는 2회 반복 실시하고, SPSS를 이용하여 ANOVA 분석을 행한 후 Duncan's multiple range test에 의해 각 항목별간의 유의차 검정($p < 0.05$)을 행하였다.

결과 및 고찰

열안정성

홍국 80% ethanol 혼합물의 상등액을 10~80°C에서의 경과시간에 따른 홍국 색소 함량변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 10°C에 방치한 경우 2주 후 7.30%, 4주 후에는 9.74%가, 20°C에서는 4주 후에 21.80%가 분해되었다. 40°C에서는 1일 후 13.27%, 3일 후 18.69%, 5일 후에는 24.92%가 분해되었다. 60°C에서는 1일 후 23.06%, 80°C에서는 12시간 후 30.36%나 감소되어 80% ethanol 가용성 홍국 색소 분해

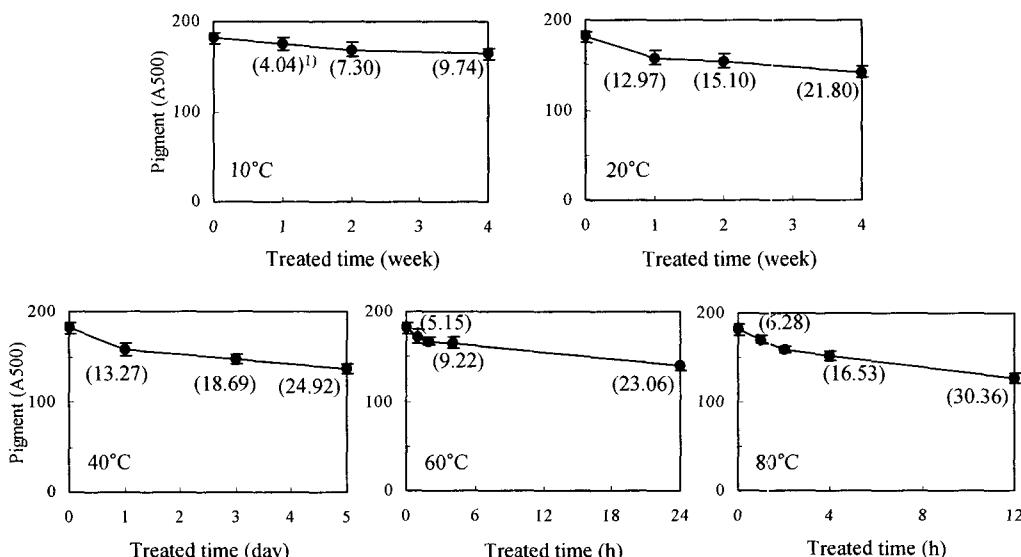


Fig. 1. Effect of temperature on the stability of 80% ethanol-soluble pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34 during treatment.

¹⁾Degradation rate (%) of pigment against control prepared immediately.

Each value is the mean for two replicates, and the vertical bars indicate standard deviation.

율은 온도의 증가와 비례해 급증하였다.

Park 등(10)은 *Monascus pilosus* 유래의 ethanol 가용성 홍국 색소의 경우 60~80°C에서의 열안정성은 매우 높다고 하였고, Kim 등(3)과 Min(13)도 ethanol 가용성 홍국균 균체 내외의 적색과 황색 색소는 60~100°C에서 1시간 동안은 안정하였다고 보고하였으며, 본 연구결과에서도 60°C와 80°C에서 각각 1시간 방치 시 색소 분해율은 5.15%와 6.28%로 낮았다. 이상의 결과로부터 1시간 정도의 단기간 열처리 가능이라면 가열처리에 의한 약간의 색도 변화는 예상되나 기호성이나 품질을 저하시킬 정도는 아닌 것으로 사료된다. 그러나 이와 같이 60~100°C의 고온에서도 홍국 색소는 비교적 안정한 것으로 나타난 결과는 가열 처리기간이 1시간으로 짧았기 때문이며, 본 연구결과에서와 같이 60°C에서 24시간, 80°C에서 12시간의 장시간 방치 시에는 색소 분해율이 현저하게 증가한 사실로부터 홍국 색소 분해율은 처리 시간과도 비례하여 증가하는 것을 알 수 있었다. Kim 등(3)도 홍국의 균체내외 적색색소를 60, 80, 100°C에서 10시간 가열 시 색소 분해율은 균체내 색소의 경우 각각 26.7%, 33.3%, 46.7%, 균체외 색소의 경우는 9.1, 10.0, 38.2%에 달하는 것으로 보고하였다. Anthocyanin(14), chlorophyll(15), carotenoid(16,17)와 같은 색소의 안정성도 가열온도와 저장시간의 경과와 함께 저하하는 것으로 알려져 있다.

pH 안정성

홍국 80% ethanol 혼합물의 pH를 2~10으로 조절한 후 상등액을 20°C에서 10일간 저장하면서 가용성 색소의 함량

변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 10일 후의 색소 분해율은 pH조절을 하지 않은 추출액(pH 5.9)¹⁾ 14.12%, pH 4와 8에서는 각각 17.22%와 17.50%로 유사하였고, pH 2에서는 22.18%, pH 10에서는 24.61%로 가장 낮았다. 한편 pH 2의 강산성 하에서는 저장 1일에 11.71%나 분해되어 저장 초기에 높은 분해율을 나타낸 반면, pH 10의 강alkali성 하에서는 저장기간이 경과함에 따라 색소도 점차적으로 분해되는 경향이었다. 이와 같은 결과는 *Monascus* 유래의 적색 색소는 pH 3~9에서 비교적 안정하고 강산 및 강alkali성이 존재하면 안정성이 저하되었다는 Park 등(10)과 Kim 등(11)의 보고와도 유사하였다.

유기산에 대한 안정성

음료 제조시는 citric acid 또는 lactic acid가 첨가되거나, 식초에서는 acetic acid가 함유되어 있는데 이러한 식품에 천연색소인 홍국 색소를 첨가할 경우, 유기산에 대한 색소의 안정성에 관한 자료가 필요할 것으로 사료된다. 이에 홍국 80% ethanol 혼합물에 citric acid, acetic acid, lactic acid를 각각 0.6%, 6%, 1.5%가 되도록 첨가하여 pH 4.0으로 조절한 후 색소함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 5일 후 citric acid, acetic acid 및 lactic acid 첨가구의 색소 분해율은 각각 10.24%, 12.60%, 11.69%였으며 30일 후에는 22.90, 27.68, 26.88%로 증가하였으나, 3종 유기산간의 차이는 크지 않았다. 3종 유기산 중에는 acetic acid 첨가 시 가장 높은 분해율을 보였으나 대조구와의 차이는 6.08%로 큰 차이를 보이지 않아 홍국 색소는 유기산 하에서는 비교적 안정한 것으로 사

Table 1. Effect of pH on the stability of 80% ethanol-soluble pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34 during storage at 20°C (Abs. 500 nm)

pH	Storage time (day)				
	0	1	3	5	10
2	183.30±7.25 ^{1)a2)}	161.83±8.09 (11.71) ^{3)c}	154.62±6.25 (15.65) ^b	150.16±6.50 (18.08) ^b	142.65±5.09 (22.18) ^a
4	182.32±6.48 ^a	167.07±4.37 (8.37) ^{bc}	163.85±6.73 (10.13) ^{ab}	160.82±3.85 (11.79) ^{ab}	150.93±4.75 (17.22) ^a
5.9 ⁴⁾	181.88±5.83 ^a	179.15±6.17 (1.50) ^a	176.98±4.59 (2.70) ^a	167.48±5.32 (7.92) ^a	156.20±5.28 (14.12) ^a
8	182.95±7.92 ^a	172.31±5.17 (5.82) ^{ab}	167.63±8.34 (8.37) ^{ab}	160.50±8.42 (12.27) ^{ab}	150.94±6.08 (17.50) ^a
10	182.42±6.72 ^a	172.92±5.14 (5.21) ^{ab}	164.85±6.48 (9.63) ^{ab}	150.79±5.48 (17.34) ^b	137.53±4.23 (24.61) ^b

¹⁾Mean±standard deviation (n=2).

²⁾Means with different letters in the same column are significantly different (p<0.05).

³⁾Degradation rate (%) of pigment against control (supernatant from the mixture of 1 g of red yeast rice flour and 9 mL of 80% ethanol) prepared immediately.

⁴⁾pH of control.

Table 2. Effect of organic acid on the stability of 80% ethanol-soluble pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34 during storage at 20°C (Abs. 500 nm)

Organic acid	Storage time (day)				
	0	1	3	5	30
Citric acid 0.6% ¹⁾	182.12±3.75 ^{2)a3)}	173.22±4.68 (4.89) ^{4)a}	167.58±3.91 (7.98) ^a	163.50±1.85 (10.24) ^a	140.42±3.30 (22.90) ^a
Acetic acid 6.0%	181.90±2.31 ^a	171.84±0.07 (5.52) ^a	162.76±1.64 (10.52) ^a	158.95±1.08 (12.60) ^a	131.54±1.01 (27.68) ^a
Lactic acid 1.5%	181.83±0.95 ^a	172.73±2.24 (5.01) ^a	164.59±4.37 (9.48) ^a	160.58±3.25 (11.69) ^a	132.95±3.99 (26.88) ^a
Control	181.88±5.83 ^a	179.15±6.17 (1.50) ^a	176.98±4.59 (2.70) ^a	167.48±5.32 (7.92) ^a	142.23±3.85 (21.60) ^a

¹⁾Organic acid concentration to adjust the mixture of 1 g of red yeast rice flour and 9 mL of 80% ethanol at pH 4.0.

²⁾Mean±standard deviation (n=2).

³⁾Means with different letters in the same row are significantly different (p<0.05).

⁴⁾Degradation rate (%) of pigment against control prepared immediately.

료되었다. 한편 HCl를 가해 pH 4.0으로 조절 시에도 5일 후의 색소 분해율은 유사하게 나타나(Table 1) 강산과 약산에 의한 차이도 볼 수 없었다.

Kim 등(3)은 홍국균 균체내외 색소는 실온에서 20시간 시, propionic acid, formic acid, butyric acid, malic acid 존재 하에서 13~45% 범위로 분해되었고, tartaric acid와 citric acid 첨가 시에는 63~83%나 분해되어 이를 유기산은 색소 안정성에 크게 영향을 미친다고 보고하였지만, 본 연구결과 에서는 citric acid 첨가에 의한 색소 분해율은 Kim 등(3)의 1/3정도에 그쳤다. 이 같은 결과는 홍국균종이나 유기산 농도 차 등 시료조제상의 차이에 의한 것으로 사료된다.

수분에 대한 안정성

Ethanol 가용성 홍국 색소를 식초나 술 등에 첨가하기 전, 대부분이 수분인 이들 식품에서의 색소 안정성도 검토될 필요가 있다. 이에 홍국 ethanol 혼합물의 상등액에 수분함량이 0~80%가 되도록 중류수를 첨가하거나 홍국의 중류수 추출 물의 상등액을 4주간 20°C와 10°C에서 저장하면서 색소함량을 측정하였고 그 결과는 Table 3과 4와 같다. 20°C에서 4주 저장 시, 색소추출 직후 128.22의 가장 높은 색도를 보인 수분함량 0%시료(ethanol 추출물)의 색소는 7.67%만이 분해

되어 가장 안정하였고, 8.24의 가장 낮은 색도를 보인 홍국 수용성 색소가 18.69%의 분해율을 보여 다음으로 안정하였다(Table 3). 그러나 ethanol 추출물에 중류수를 가하여 수분 함량을 20, 40, 60, 80%으로 조정 시, 색소분해율은 20, 40, 60, 80%의 순으로 높았으며, 수분함량이 적은 20%시료의 색소 분해율은 78.66%로 가장 높았고 80%시료는 31.61%로 가장 낮았다. 이와 같이 수분함량 0%시료와 수용성 색소의 분해율이 가장 낮게 나타난 결과는 ethanol 가용성 색소는 ethanol 중에서 수용성 색소는 수중에서 가장 안정하기 때문인 것으로 사료되었다. 따라서 ethanol 가용성 색소에 수분을 첨가하면 색소안정성은 저하되지만, 수중에서의 ethanol 가용성 색소의 안정성은 ethanol 추출물함량과 반비례하는 것으로 나타났다. 4주 저장 후의 색도는 수분함량 40%시료가 42.54로 가장 높았고, 색소함량이 가장 많은 20%시료는 60% 시료(24.65)와 유사한 정도의 23.30으로 나타났다.

한편 동일 시료액을 10°C에서 저장했을 때에도 20°C 저장 시와 동일하게 ethanol 추출물 함량과 저장시간이 경과함에 따라 색소 분해율은 증가하였다(Table 4). 그러나 색소 분해율은 20°C 저장 시보다 현저하게 저하되어 수중에서의 ethanol 가용성 홍국 색소는 저장온도에 영향을 크게 받는 것으로 사료된다. Fig. 2에는 20°C 저장 시의 색소 분해율에 대한

Table 3. Effect of water content on the stability of ethanol-soluble pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34 during storage at 20°C
(Abs. 500 nm)

Water (%)	Storage time (week)			
	0	1	2	4
0	128.22±5.31 ^{1a2)}	128.20±6.12 (0.09) ^{3)a}	125.49±5.83 (2.13) ^a	118.38±7.53 (7.67) ^a
20 ⁴⁾	109.20±4.72 ^b	55.74±4.58 (48.96) ^b	45.71±3.24 (58.14) ^b	23.30±2.02 (78.66) ^c
40	85.44±3.73 ^c	48.90±3.12 (42.76) ^b	47.87±5.51 (43.97) ^b	42.54±3.88 (50.21) ^b
60	38.45±2.15 ^d	24.89±2.36 (35.27) ^c	24.69±1.15 (35.78) ^c	24.65±2.07 (35.88) ^c
80	21.39±1.73 ^e	15.26±1.83 (28.65) ^{cd}	14.68±1.29 (31.35) ^{cd}	14.63±1.51 (31.61) ^{cd}
100 ⁵⁾	10.13±0.72 ^f	9.22±0.87 (9.00) ^d	8.77±0.41 (13.44) ^d	8.24±0.50 (18.69) ^d

¹⁾Mean± standard deviation (n=2).

²⁾Means with different letters in the same row are significantly different (p<0.05).

³⁾Degradation rate (%) of pigment against control prepared immediately.

⁴⁾Distilled water was added to the supernatant of mixture of 1 g of red yeast rice flour and 9 mL of 99.9% ethanol to make the final concentration of 0~80% water content.

⁵⁾Water-soluble pigment extracted by the same method.

Table 4. Effect of water content on the stability of ethanol-soluble pigments from *Monascus purpureus* CBS 281.34 during storage at 10°C
(Abs. 500 nm)

Water (%)	Storage time (week)			
	0	1	2	4
0	128.22±5.31 ^{1a2)}	128.10±5.51 (0.09) ^{3)a}	125.45±3.17 (2.16) ^a	123.35±4.83 (3.80) ^a
20 ⁴⁾	109.20±4.72 ^b	78.28±3.59 (28.31) ^b	63.20±2.84 (42.12) ^b	47.29±2.63 (56.69) ^b
40	85.44±3.73 ^c	59.86±2.27 (30.00) ^c	58.78±1.61 (31.20) ^b	51.97±2.35 (39.17) ^b
60	38.45±2.15 ^d	30.22±1.68 (21.41) ^d	29.57±1.75 (23.09) ^c	29.20±1.13 (24.06) ^c
80	21.39±1.73 ^e	20.56±1.18 (3.88) ^e	18.22±0.92 (14.82) ^d	17.82±1.74 (16.69) ^d
100 ⁵⁾	10.13±0.72 ^f	10.13±1.03 (0.00) ^f	9.41±0.82 (4.66) ^e	9.66±1.33 (7.10) ^d

¹⁾Mean± standard deviation (n=2).

²⁾Means with different letters in the same row are significantly different (p<0.05).

³⁾Degradation rate(%) of pigment against control prepared immediately.

⁴⁾Distilled water was added to the supernatant of mixture of 1 g of red yeast rice flour and 9 mL of 99.9% ethanol to make the final concentration of 0~80% water content.

⁵⁾Water-soluble pigment extracted by the same method.

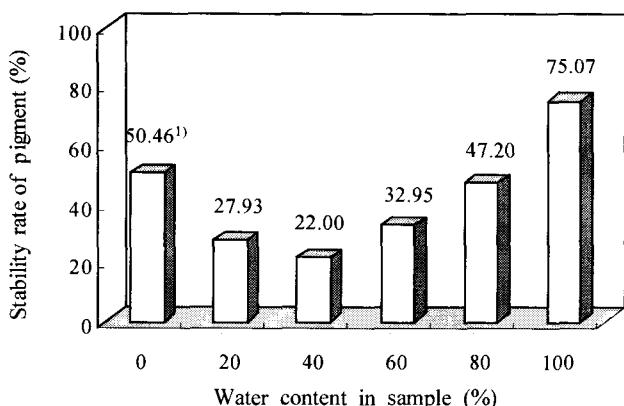


Fig. 2. Stability rate of ethanol-soluble pigment from *Monascus purpureus* CBS 281.34 stored at 10°C according to water content.

¹⁾Stability rate of pigment (%) was calculated by the ratio of degradation rate of ethanol-soluble pigment from *Monascus purpureus* CBS 281.34 at 10°C against at 20°C after storage for 4 weeks in the range of 0~100% water content.

10°C 저장 시의 색소 분해율의 비로부터 각 수분함유량에 있어서의 10°C 저장이 색소 안정성을(%)에 미치는 효과를 산출하였다. 그 결과 수용성 색소의 안정성을은 20°C에 비하여 75.07%나 증가되어 10°C 저온저장 효과를 가장 많이 받았으며 다음으로 수분함량 0%와 80%의 안정성을은 각각 50.46%와 47.20%씩 증가되었다. 가장 낮은 색소 안정성을을 보인 시료는 수분함량 40%의 시료로 22.0%였다.

요 약

홍국균이 생산하는 색소를 상업적으로 이용하기 위한 기초연구로서 *Monascus purpureus* CBS 281.34 80% ethanol 가용성 색소의 열, pH, 유기산 존재 시의 안정성을 알아보았다. 또한 ethanol 가용성 색소 추출물에 중류수를 가해 수분 함량이 0~80%가 되도록 하고 수용성 색소와 함께 저장하면서 이들의 안정성도 검토하였다. 80% ethanol 가용성 홍국 색소는 10°C의 저온에서 4주간 저장 시 9.74%의 분해율을 보였으나, 60~80°C의 고온에서는 24시간과 12시간 저장 시 각각 23.06%와 30.36%나 분해되어 색소의 안정성은 단기간 내 크게 저하하였다. pH 2와 pH 10에서의 80% ethanol 가용성 색소 분해율은 pH 4~8보다 높았고, 0.6% citric acid, 6% acetic acid 및 1.5% lactic acid를 가해 pH 4로 조정하여 4주간 저장 시에는 대조구와 대조구와의 차이가 가장 큰 acetic acid 하에서의 분해율과의 차이도 6.08%로 거의 나타나지 않아 80% ethanol 가용성 홍국 색소는 유기산하에서 비교적 안정한 것으로 사료되었다. 또한 ethanol 가용성 색소에 중류수를 가해 저장하면 색소 안정성은 저하하였는데, 색소 분해율은 수분함량 20%에서 가장 높았고 80%에서 가장 낮았다. 한편 수중에서의 ethanol 가용성 색소는 20°C보다 10°C

에서 현저하게 안정하였다.

감사의 글

본 연구는 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사 드립니다.

문 헌

- Yoon HH, Kim MS. 1999. Some natural food colorants. *Food Industry and Nutr* 4: 24-34.
- Editorial department. 2001. Trends in the market for colors. *Food and Development* 36: 46-49 (in Japanese).
- Kim SJ, Rhim JW, Kang SG, Jung ST. 1997. Characteristics and stability of pigments produced by *Monascus anka* in a jar fermenter. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 60-66.
- Wild D, Tóth G, Humpf H-U. 2002. New *Monascus* metabolite isolated from red yeast rice (angkak, red koji). *J Agric Food Chem* 50: 3999-4002.
- Broder CU, Koehler PE. 1980. Pigments produced by *Monascus purpureus* with regard to quality and quantity. *J Food Sci* 45: 567-569.
- Su YC. 1983. Fermentative production of anka-pigments (*Monascus*-pigments). *Kor J Appl Microbiol Bieng* 11: 325-337.
- Ju JY, Nam HW, Yoon JC, Shin CS. 1994. Extractive fermentation of red pigment using *Monascus* sp. J101. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 22: 85-91.
- Kang SG, Jung ST. 1995. Pigment production and color difference of liquid beni-koji under submerged cultural conditions. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 23: 472-478.
- Kim MH, Lee TK, Yang HC. 1992. Red pigment production from *Monascus anka albidus*. *Korean J Food Sci Technol* 24: 451-455.
- Park MJ, Yoon EK, Kim SD. 2002. Stability of pigment produced by *Monascus pilosus*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 541-545.
- Kim HS, Kwak HS, Yang HS, Pyun YR, Yu JH. 1979. Studies on the red pigment produced by *Monascus* sp. in submerged culture. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 7: 31-36.
- Kwak EJ, Cha SK, Lim SI. 2003. The optimal condition for the production and extraction of monacolin K from red-koji. *Korean J Food Sci Technol* 35: 830-834.
- Min KH. 1992. Fermentative production of natural edible red-pigment. The Research Reports of Mowon Research Institute of Korean Food and Dietary Culture. p 759-783.
- Cho SB, Kim HJ, Yoon JI, Chun HS. 2003. Kinetic study on the color deterioration of crude anthocyanin extract from Schizandra fruit (*Schizandra chinensis fructus*). *Korean J Food Sci Technol* 35: 23-27.
- Han BH, Bae TJ, Kim BS. 1984. Stability of chlorophyll during processing and storage at salted *Undaria pinnatifida*. *Korean J Food Sci Technol* 16: 71-77.
- Lee DS, Kim HK. 1989. Carotenoid destruction and non-enzymatic browning during red pepper drying as funtions of average moisture content and temperature. *Korean J Food Sci Technol* 21: 425-429.
- Kim YC, Kim JB, Cho KJ, Lee IS, Chung SK. 2002. Carotenoid content of Korean persimmon peel and their changes in storage. *Food Sci Biotechnol* 11: 477-479.