

액체 홍국의 배양조건에 따른 색소생산과 색조의 변화

강성국 · 정순택*
목포대학교 식품공학과

Pigment Production and Color Difference of Liquid Beni-koji under Submerged Cultural Conditions

Seong-Gook Kang and Soon-Teck Jung*

Department of Food Engineering, College of Engineering, Mokpo National University,
Chonnam 534-729 Korea

Abstract — Mycelial growth, color difference and productivity of red pigment of beni-koji by *Monascus anka* KCCM 11832 were examined with respect to its pigment in submerged culture with various medium and culture conditions. Shaking incubation was more promoted mycelial growth and the production of pigments than that for non-shaking incubation, and red color became ten times deeper. The production of red pigment was the highest when incubated at 25°C for 7 days in pH 6.0, but mycelial growth was showed the highest at 32.5°C. The levels of carbon and nitrogen source for maximum red pigment production were 2% rice powder and 0.05% peptone, respectively and the level of peptone for maximum pigment production was lower than that for maximum mycelial growth. Among pigmentation promoting agents tested, MgSO₄ was found to be suitable for the production of red pigment, and the optimum level was 0.1%.

홍국(beni-koji)은 중국, 대만, 오키나와, 모로코 지역에서 홍국의 색소(1, 2)와 생리적 기능(3-6)을 이용한 홍주, 천태주, 건창홍주, 홍노주, 로홍주, 삼주주, 홍국루 등의 주류와 홍두부(두부유) 및 육류와 채소가공에 이용되어 왔으며 우리나라에서도 별법관사감홍로, 채초, 황작초, 고추장 담금에 활용되었고 일본에서는 홍국음료, 홍국빵, 홍국면 등의 건강보조식품으로 개발되고 과즙청징제, 수산연제품, 햄, 소시지의 착색 및 산화방지제, 항균제 등으로 이용되는 중요한 식품소재이다. 홍국균이 생산하는 색소는 농적색, 적등색, 황색 등으로 특징있는 색소로서 이들 색소는 균주, 영양물질, 배양조건 등에 따라 색소의 종류와 조성비율이 달라져 이에 따른 다양한 색조를 나타내며 황색을 나타내는 monascin과 ankaflavin, 적색색소를 나타내는 monascrubrin과 rubropunctatin 등 다수가 알려져 있다.

Lin(2)은 동남아시아 각지의 홍국에서 분리한 *Monascus* sp.의 액체배양에서 탄소원과 질소원의 종류

및 농도, pH, 통기효과, 비타민 첨가, 배양온도에 따른 색소생성능의 차이를 보고하였으며 균주의 N-methyl-N'-nitrosoguanidine 처리에 의하여 색소생성능을 증가시켰다. 堀井(7)과 Carels와 Shepherd(8)는 배지성분과 pH 조절에 따라 적색과 황색의 색소조성이 달라짐을 보고하였으며 Kim 등(9)은 홍국균을 고체배양하여 식용 적색색소를 제조코자 하였으며 Bau와 Wang(10)은 *M. purpureus*의 성장과 색소생성, 항균성에 미치는 배지중 Zn의 영향을 조사하였고 Hiroi 등(11)은 *M. anka*의 변이주가 고체배양에서의 색소생성능, Broder와 Koehler(12)은 배지중 질소원과 탄소원의 종류에 따른 색소의 특성을 검토하였고 Su(13)는 *M. anka* V-204의 색소생성 최적조건을 검토하였다. Ju 등(14)은 *Monascus* sp. 변이주의 적색색소 발효특성을 분석하고 extractive fermentation에 의해 대사제어함으로써 색소의 생산성을 높이고자 하였다.

각종 식품에 홍국을 직접 사용하거나 홍국의 색소를 이용할 때 제품의 특성에 따른 기본색조를 유지하고 균일한 색상을 유지하기 위해서는 배양물과 추출색소가 사용목적에 따라 고유의 색조를 얻을 수 있어야 하며 이들 색조는 배양과정을 통하여 조절할 수 있어야 하지만 이들에 관한 연구는 거의 없다.

Key words: *Monascus anka*, production of red pigment, mycelial growth, beni-koji, color difference, submerged culture

*Corresponding author

따라서 본 연구에서는 각종 배지와 배양조건에서 *Monascus anka*의 균체생장력, 색소생성력과 함께 이들 색소의 색조변화를 측정하여 색소생산의 항상성과 조절성을 검토하였다.

재료 및 방법

사용균주와 배지

본 실험에 사용한 균주는 한국종균협회 부설 미생물보존센터(KCCM)에서 분양받은 *Monascus anka* KCCM 11832를 사용하였으며 기본배지는 Lin(2)이 보고한 쌀가루 3%, NaNO₃ 0.15%, MgSO₄ 0.1%, KH₂PO₄ 0.25%를 초기 pH 6.0으로 조절하여 사용하였다.

*Monascus anka*의 배양

사용균주를 먼저 Lin의 배지에서 30°C로 3일동안 3회 전배양한 후 *Monascus anka*의 색소생성력 및 균체증식력을 향상시키기 위하여 배양온도를 25, 27.5, 30 및 32.5°C로, pH는 5.0, 5.5, 6.0 및 6.5로 조절한 다음 진탕배양하여 최적 온도와 pH를 결정하였다. 최적 탄소원과 질소원 및 농도를 결정하기 위하여 최적온도와 pH에서 탄소원으로 glucose, sucrose, maltose, galactose, dextrine, 전분 및 쌀가루를 각각 1~5%를 사용하였으며 질소원으로 (NH₄)₂SO₄, (NH₄)₂HPO₄, NaNO₃, KNO₃, peptone 및 yeast extract를 각각 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 및 0.25%로 조절하여 사용하였다. 또한 색소생성 촉진인자로서 CaCO₃, CuSO₄, FeSO₄, MgSO₄ 및 ZnSO₄를 0.01~0.20%까지 첨가하여 색소생성력을 검토하였다.

색소 생성력 및 색차분석

배양액(200 ml)을 균질기(Omni Homogenizer, Model 17105, Omni International, USA)를 사용하여 700 rpm으로 5분동안 균질화시킨 후 10 ml를 취하여 50 ml의 95% ethanol 용액에 넣고 1분 동안 격렬하게 교반한 다음 15분 동안 정치한 후 membrane filter (cellulose nitrate, pore size 0.45 μm, diameter 25 mm)로 여과하여 균체를 제거한 후 UV/VIS spectrophotometer(HP 8452, USA)로 500 nm에서 흡광도를 측정하여 이를 적색색소의 양으로 나타냈으며, 색차분석은 Hunter Lab colorimeter(Color QUEST, HUNTER LAB ASSOCIATES LABORATORY, INC., USA)로 측정하여 L, a, b 값으로 표시하였다.

균체량의 측정

균질화시킨 배양액 100 ml를 균체로부터 95% ethanol로 색소를 추출한 후 먼저 항량을 구한 여과지(Whatman filter paper, No.1)로 여과하고 증류수로 세척하여 105°C에서 여과지와 함께 건조하여 항량을 구하였다.

결과 및 고찰

정치배양과 진탕배양의 색소생성력과 색조의 변화

기본배지를 사용하여 30°C에서 7일동안 정치배양과 진탕배양을 했을 때 색소생성력과 균체증식력을 검토한 결과(Fig. 1) 색소생성력은 500 nm에서 흡광도로 나타냈을 때 정치배양이 0.305인데 비하여 진탕배양이 0.750으로 약 2.5배 우수한 결과를 나타냈었고 배양 시간에 따른 색소생성력은 배양 4일 이후 급격히 증가하는 경향을 보였다. 균체량은 정치배양과 진탕배양이 각각 1.710 g/100 ml와 1.984 g/100 ml로 진탕배양이 약간 높았으며 균체증식량은 배양 4일째까지 급격히 증가하다가 그 이후는 커다란 변화를 보이지 않았다. 색차계에 의한 색차의 특성(Fig. 2)은 정치배양의 경우 L, a, b 값이 각각 48.72, 1.94, 9.06이었으나 진탕배양의 경우 40.25, 11.74, 10.06을 나타내어 적색색소 생성능이 우수한 것으로 나타났다.

온도의 영향

Lin 배지를 기본배지로 하여 pH를 6.0으로 조절하고 온도를 달리하여 7일동안 진탕배양하여 색소생성력과 균체증식력을 조사한 결과(Table 1) 색소생성력은 25°C에서 흡광도 1.048, L, a, b 값이 각각 29.85,

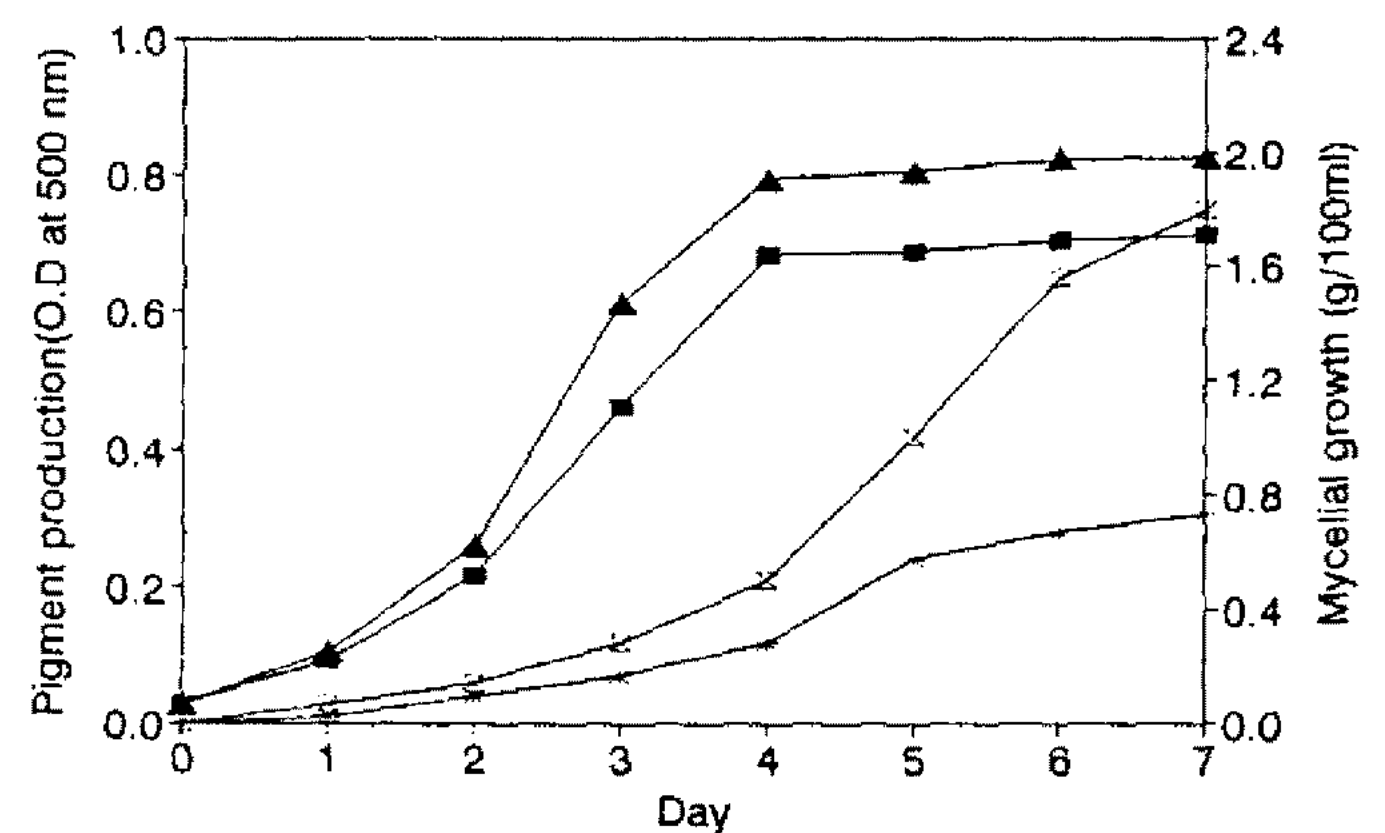


Fig. 1. Effect of non-shaking (NS) and shaking (S) incubation on pigmentation and mycelial growth (MDW, mycelium dry weight) of *Monascus anka* in Lin's medium. -■- NS-MDW, -▲- S-MDW, -*- NS-O.D., -⌘- S-O.D

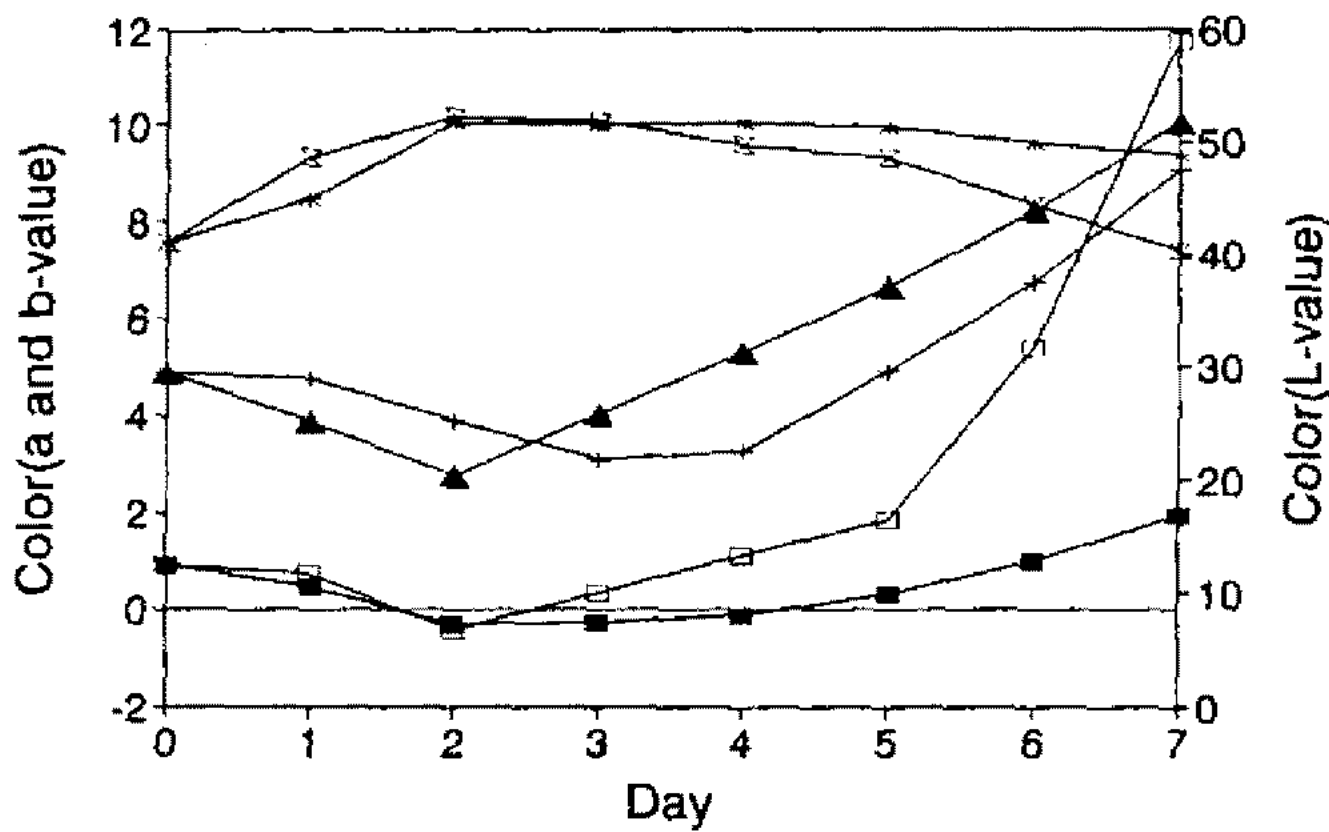


Fig. 2. Effect of non-shaking (NS) and shaking (S) incubation on color of pigment produced by *Monascus anka* in Lin's medium.

—■— a-value of NS, —|— b-value of NS, —*— L-value of NS, —□— a-value of S, —▲— b-value of S, —⊗— S-O.D

21.91, 16.60으로 최대를 보였으며 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 그러나 25°C에서는 균체증식의 현저한 감소로 인하여 색소생성도 감소함을 보였다. 균체증식력은 32.5°C에서 2.0260 g/100 ml로 최대를 보였으며 온도가 낮을수록 감소하는 경향을 보여 색소생성력과 반비례함을 알 수 있었다. 이 결과는 Su(13)와 김 등(15)이 30°C에서 최대 색소생성력을 보였다는 결과와는 일치하지 않았다.

pH의 영향

기본배지의 pH를 5.0, 5.5, 6.0, 6.5로 조절하여 25°C에서 7일 동안 진탕배양했을 때 색소생성력과 균체증식력을 검토한 결과(Table 2) pH 6.0에서 흡광도 1.12, L, a, b 값이 각각 28.97, 22.33, 15.12 그리고 균체량 2.013 g/100 ml를 나타내 최대를 보였으며 pH가 더 높거나 낮을 경우 색소생성력은 큰 차이를 나타내었으나 균체증식력은 차이가 미미한 결과를 보였다. 이 결과는 Lin(2), Su(13) 그리고 김 등(15)의 보고와도 일치하는 결과를 보였다.

탄소원 종류와 농도에 따른 색소생성력과 색차의 변화

기본배지중의 탄소원을 달리하여 색소생성력과 균체증식력을 검토한 결과(Table 3) 2% 쌀가루를 첨가하여 25°C, pH 6.0에서 7일 동안 진탕배양했을 때 흡광도 1.437, L, a, b 값이 각각 27.32, 24.47, 15.86 을 나타내 가장 높은 색소생성력을 보였으며 균체량 2.001 g/100 ml를 나타냈다. 균체량은 쌀가루 첨가량이 많을수록 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 쌀가루를 탄소원으로 사용했을 때 색소생산성이 우수했

Table 1. Effects of temperature on pigmentation (O.D at 500 nm), color (a, b and L-value) and mycelial growth (MDW, mycelium dry weight) of *Monascus anka* after 7 days shaking incubation in Lin's medium

| Temperature (°C) | O.D _{500 nm} | Color | | | MDW (g/100 ml) |
|------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | | L | a | b | |
| 25.0 | 0.98 | 29.85 | 23.91 | 16.60 | 1.628 |
| 27.5 | 0.76 | 38.08 | 20.86 | 12.84 | 1.704 |
| 30.0 | 0.64 | 42.96 | 18.52 | 9.42 | 1.984 |
| 32.5 | 0.40 | 44.86 | 16.98 | 8.24 | 2.026 |

Table 2. Effects of pH on pigmentation (O.D at 500 nm), color (a, b and L-value) and mycelial growth (MDW, mycelium dry weight) of *Monascus anka* after 7 days shaking incubation in Lin's medium

| pH | O.D _{500 nm} | Color | | | MDW (g/100 ml) |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | | L | a | b | |
| 5.0 | 0.43 | 42.28 | 8.97 | 10.71 | 1.872 |
| 5.5 | 0.76 | 39.60 | 13.99 | 12.21 | 1.918 |
| 6.0 | 1.12 | 28.97 | 20.33 | 15.12 | 2.013 |
| 6.5 | 0.97 | 33.66 | 18.63 | 13.29 | 1.929 |

다고 보고한 Su(13), 김 등(15), 박(16)의 결과와는 같은 결과를 보였으며 3%가 최적이라고 보고한 Lin (2)의 결과와는 비슷했으나 5%가 최적이라고 한 박의 보고(16)와는 다소 차이를 보였으며 glucose, sucrose 및 maltose와 같은 단당류와 이당류를 탄소원으로 사용했을 경우 역시 비교적 높은 색소 생성능을 나타내어 김 등(15)과는 다른 결과를 보였다.

질소원 종류와 농도에 따른 색소생성력과 색차의 변화

배지를 2% 쌀가루, 0.1% MgSO₄, 0.25% KH₂PO₄ 조제하고 여기에 질소원의 종류 및 농도를 달리하여 pH 6.0으로 조절하여 25°C에서 7일 동안 진탕배양한 결과(Table 4) 유기질소원으로 0.05% peptone을 사용했을 때 흡광도 1.570, L, a, b 값이 각각 21.19, 25.18, 11.12를 나타내 가장 높은 색소생성력을 보였으며 균체량은 1.772 g/100 ml를 나타냈다. 그러나 최대균체량은 0.2% 첨가시 1.934 g/100 ml로 최대를 나타내 균체증식력과 색소생성력은 일치하지 않음을 알 수 있었다. 한편 무기질소원중 NaNO₃를 0.15% 첨가했을 때 흡광도 1.186, L, a, b 값이 각각 34.65, 21.37, 8.82를 나타내 가장 높은 색소생성력을 보였으며 균체량 1.886 g/100 ml를 나타냈다. 이는 질소원으로

Table 3. Effect of carbon sources on pigmentation (O.D at 500 nm), color (a, b and L-value) and mycelial growth (MDW, mycelium dry weight) of *Monascus anka* after 7 days shaking incubation

| Carbohydrate | Concentration (%) | O.D _{500 nm} | Color | | | MDW (g/100 ml) |
|--------------|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | | | L | a | b | |
| Glucose | 1 | 1.377 | 32.23 | 21.34 | 17.92 | 1.759 |
| | 2 | 1.365 | 32.40 | 20.91 | 18.00 | 1.819 |
| | 3 | 1.287 | 33.37 | 20.20 | 18.13 | 1.893 |
| | 4 | 1.113 | 34.24 | 18.84 | 18.89 | 1.929 |
| | 5 | 1.224 | 32.95 | 20.03 | 18.31 | 2.066 |
| Sucrose | 1 | 0.301 | 48.40 | 5.43 | 8.57 | 0.541 |
| | 2 | 1.329 | 33.15 | 22.42 | 17.67 | 1.121 |
| | 3 | 1.296 | 36.17 | 20.06 | 17.20 | 1.219 |
| | 4 | 1.316 | 33.25 | 21.27 | 18.32 | 1.161 |
| | 5 | 1.314 | 34.54 | 21.53 | 18.40 | 1.192 |
| Maltose | 1 | 0.344 | 34.89 | 21.05 | 17.32 | 1.846 |
| | 2 | 1.273 | 33.42 | 20.50 | 17.13 | 1.676 |
| | 3 | 1.292 | 34.78 | 21.22 | 18.00 | 1.680 |
| | 4 | 1.233 | 33.95 | 20.93 | 17.71 | 1.663 |
| | 5 | 1.150 | 31.12 | 20.20 | 17.01 | 1.762 |
| Galactose | 1 | 0.052 | 50.67 | 0.82 | 5.38 | 0.289 |
| | 2 | 0.053 | 50.49 | 0.53 | 6.03 | 0.330 |
| | 3 | 0.046 | 50.74 | 0.21 | 6.75 | 0.372 |
| | 4 | 0.048 | 50.51 | 0.03 | 7.39 | 0.047 |
| | 5 | 0.034 | 50.05 | 0.22 | 7.85 | 0.417 |
| Dextrine | 1 | 1.182 | 31.98 | 19.78 | 17.55 | 1.347 |
| | 2 | 1.037 | 39.70 | 15.82 | 14.04 | 1.419 |
| | 3 | 0.977 | 41.72 | 13.43 | 9.18 | 1.594 |
| | 4 | 0.878 | 42.96 | 13.09 | 8.68 | 1.762 |
| | 5 | 0.878 | 44.54 | 12.09 | 10.80 | 1.959 |
| Starch | 1 | 1.234 | 33.84 | 21.04 | 17.05 | 0.879 |
| | 2 | 1.120 | 42.08 | 17.55 | 18.61 | 1.150 |
| | 3 | 0.810 | 43.18 | 11.70 | 8.44 | 1.669 |
| | 4 | 0.796 | 44.92 | 11.20 | 9.15 | 2.048 |
| | 5 | 0.617 | 45.50 | 10.68 | 11.10 | 2.417 |
| Rice powder | 1 | 1.316 | 27.74 | 21.00 | 16.44 | 1.727 |
| | 2 | 1.437 | 27.32 | 24.47 | 15.86 | 2.001 |
| | 3 | 1.128 | 34.66 | 17.32 | 13.83 | 2.336 |
| | 4 | 0.929 | 38.62 | 16.32 | 13.22 | 2.512 |
| | 5 | 0.883 | 40.57 | 13.17 | 7.54 | 2.789 |
| Lin's medium | | 1.120 | 28.97 | 20.33 | 15.12 | 2.013 |

Table 4. Effect of nitrogen sources on pigmentation (O.D at 500 nm), color (a, b and L-value) and mycelial growth (MDW, mycelium dry weight) of *Monascus anka* after 7 days shaking incubation

| Nitrogen source | Concentration (%) | O.D _{500 nm} | Color | | | MDW (g/100 ml) |
|--|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | | | L | a | b | |
| (NH ₄) ₂ SO ₄ | 0.05 | 0.600 | 44.86 | 4.32 | 12.71 | 1.600 |
| | 0.10 | 0.568 | 42.41 | 3.46 | 12.88 | 1.947 |
| | 0.15 | 0.418 | 45.67 | 1.46 | 8.32 | 1.810 |
| | 0.20 | 0.215 | 52.81 | 0.83 | 4.37 | 1.961 |
| | 0.25 | 0.199 | 48.74 | 0.68 | 7.31 | 1.866 |
| (NH ₄) ₂ HPO ₄ | 0.05 | 0.203 | 49.31 | 1.07 | 4.91 | 1.670 |
| | 0.10 | 0.317 | 50.61 | 1.82 | 5.50 | 1.381 |
| | 0.15 | 0.403 | 50.16 | 2.15 | 4.30 | 1.383 |
| | 0.20 | 0.423 | 49.76 | 2.14 | 4.89 | 1.491 |
| | 0.25 | 0.469 | 48.82 | 2.13 | 5.65 | 1.497 |
| NaNO ₃ | 0.05 | 0.213 | 41.44 | 11.51 | 5.94 | 1.674 |
| | 0.10 | 0.974 | 39.67 | 17.33 | 8.56 | 1.774 |
| | 0.15 | 1.186 | 34.65 | 21.37 | 8.82 | 1.886 |
| | 0.20 | 0.654 | 38.29 | 15.79 | 9.50 | 1.954 |
| | 0.25 | 0.414 | 38.88 | 11.25 | 6.49 | 2.114 |
| KNO ₃ | 0.05 | 0.052 | 44.69 | 4.90 | 6.40 | 1.610 |
| | 0.10 | 0.053 | 47.27 | 4.59 | 7.04 | 1.724 |
| | 0.15 | 0.046 | 44.36 | 6.77 | 9.66 | 1.841 |
| | 0.20 | 0.050 | 41.65 | 9.35 | 8.34 | 1.978 |
| | 0.25 | 0.034 | 42.33 | 9.01 | 8.68 | 2.074 |
| Peptone | 0.05 | 1.570 | 21.19 | 25.18 | 11.12 | 1.772 |
| | 0.10 | 1.142 | 23.36 | 20.28 | 10.80 | 1.855 |
| | 0.15 | 0.643 | 36.91 | 12.78 | 8.69 | 1.976 |
| | 0.20 | 0.322 | 42.92 | 8.69 | 9.57 | 1.934 |
| | 0.25 | 0.244 | 43.16 | 7.49 | 8.31 | 1.941 |
| Yeast extract | 0.05 | 1.234 | 30.22 | 18.38 | 4.84 | 1.816 |
| | 0.10 | 0.996 | 30.96 | 17.40 | 6.99 | 1.911 |
| | 0.15 | 0.647 | 39.34 | 11.24 | 7.25 | 1.916 |
| | 0.20 | 0.240 | 40.16 | 8.68 | 9.17 | 1.990 |
| | 0.25 | 0.239 | 48.36 | 7.02 | 10.88 | 2.014 |
| Lin's medium | | 1.120 | 33.66 | 20.33 | 15.12 | 2.013 |

ammonium 이온을 첨가했을 때 nitrate 이온을 첨가했을 때보다 색소생성력이 높았다는 Carles와 Shepherd의 보고(8)와 차이를 보였다. 한편 유기질소원으로 peptone과 yeast extract를 첨가했을 때 색소생성력이 좋았다는 김 등(15)의 보고와는 비슷한 결과를 보였으나 nitrate 이온이 색소생성력이 좋았다는 보고

(15)와 비교하여 볼 때 NaNO₃를 첨가했을 때만 양호한 상태를 나타내어 지속적인 검토가 필요하다고 판단된다.

금속이온 종류와 농도에 따른 색소생성력과 색차의 변화

Table 5. Effect of mineral sources on pigmentation (O.D at 500 nm), color (a, b and L-value) and mycelial growth (MDW, mycelium dry weight) of *Monascus anka* after 7 days shaking incubation

| Mineral source | Concentration (%) | O.D _{500 nm} | Color | | | MDW (g/100 ml) |
|-------------------|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------|
| | | | L | a | b | |
| CaCO ₃ | 0.01 | 0.019 | 54.11 | -0.91 | 11.22 | 1.442 |
| | 0.05 | 0.015 | 46.01 | 1.15 | 9.82 | 1.491 |
| | 0.10 | 0.018 | 57.83 | -0.70 | 12.54 | 1.232 |
| | 0.15 | 0.088 | 67.64 | -1.96 | 9.45 | 0.294 |
| | 0.20 | 0.065 | 70.80 | -4.46 | 15.84 | 0.106 |
| CuSO ₄ | 0.01 | 0.034 | 46.65 | -0.43 | 10.41 | 1.619 |
| | 0.05 | 0.037 | 45.90 | -0.33 | 10.78 | 1.580 |
| | 0.10 | 0.033 | 45.91 | -0.50 | 10.43 | 1.568 |
| | 0.15 | 0.023 | 42.15 | 2.10 | 7.13 | 1.160 |
| | 0.20 | 0.069 | 72.74 | -2.73 | 7.88 | 0.565 |
| FeSO ₄ | 0.01 | 0.013 | 42.42 | 0.12 | 9.50 | 1.669 |
| | 0.05 | 0.174 | 37.18 | 4.11 | 8.15 | 1.735 |
| | 0.10 | 0.686 | 39.19 | 7.89 | 9.25 | 1.565 |
| | 0.15 | 1.076 | 47.95 | 20.69 | 18.73 | 1.042 |
| | 0.20 | 0.714 | 40.24 | 15.68 | 13.60 | 0.538 |
| MgSO ₄ | 0.01 | 0.713 | 41.75 | 14.72 | 10.81 | 1.722 |
| | 0.05 | 1.137 | 33.22 | 19.32 | 11.71 | 1.973 |
| | 0.10 | 1.499 | 24.53 | 24.98 | 12.29 | 2.110 |
| | 0.15 | 1.145 | 29.97 | 20.29 | 13.81 | 2.140 |
| | 0.20 | 0.838 | 38.67 | 17.31 | 13.66 | 2.237 |
| ZnSO ₄ | 0.01 | 0.170 | 48.70 | -0.28 | 11.54 | 1.466 |
| | 0.05 | 0.142 | 50.16 | -0.87 | 12.09 | 1.390 |
| | 0.10 | 0.143 | 58.19 | -1.06 | 13.41 | 1.282 |
| | 0.15 | 0.122 | 61.58 | -1.12 | 14.05 | 0.914 |
| | 0.20 | 0.144 | 75.07 | -2.47 | 18.87 | 0.107 |
| Lin's medium | | 1.120 | 28.97 | 20.33 | 15.12 | 2.013 |

배지를 2% 쌀가루, 0.05% peptone, 0.25% KH₂PO₄으로 조제하고 여기에 금속이온의 종류 및 농도를 달리하여 pH 6.0으로 조절하여 25°C에서 7일 동안 진탕배양한 결과(Table 5) 0.1% MgSO₄를 첨가했을 때 흡광도 1.499, L, a, b 값이 각각 24.53, 24.98, 12.29를 나타내 가장 높은 색소생성력을 보였으며, 균체 증식력은 2.110 g/100 ml을 나타냈다. Ca²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺ 및 Zn²⁺ 이온은 색소생성력과 균체증식력이 떨어져 오히려 생육을 저해하는 인자로 사료된다. 그러나 *M. purpureus*의 액체배양에서 Zn²⁺에 의한 균체성장은 2×10⁻³ M과 3×10⁻³ M 농도에서 pH 저하와 함께 성장저해를 보였고 그 이하의 농도에서

는 저해효과가 거의 나타나지 않았으며 또 다른 균주가 5×10⁻⁵ M의 낮은 농도에서도 현저하게 성장을 저해하였으나 균체의 성장은 저해되면서도 특별히 높은 Zn²⁺ 농도를 제외하고는 색소생성량이 증가되었다는 Bau와 Wang의 보고(10)와는 많은 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

Monascus anka KCCM 11832의 색소생성력을 향상시키기 위하여 배양조건과 배지조성을 달리하여 검토하였으며 각 조건에서 색소의 색차를 분석하였

다. Lin's 배지를 기본배지로 하여 진탕배양과 정지 배양을 했을 때 진탕배양이 색소생성 및 균체증식력이 훨씬 우수하였으며 10배 정도 강한 붉은 색을 나타냈다. 배양온도, pH를 달리하여 색소생성력을 비교한 결과 25°C, pH 6.0에서 7일 동안 배양했을 때 최대를 보였으며 그 이후는 거의 증가하지 않았다. 균체증식력은 배양온도를 32.5°C로 했을 때 오히려 높은 결과를 나타냈다. 배지조성원으로 탄소원, 질소원 및 금속이온의 종류와 농도를 달리하여 색소생성력을 검토한 결과 쌀가루 2%, peptone 0.05%, MgSO₄·7H₂O 0.15%를 첨가했을 때 최대의 색소생성력을 보였다.

참고문헌

1. 樽井庄一. 1993. 紅麴素材의 開發と利用. 食品と開發 28: 47-50.
2. Ching-Fwu, Lin. 1973. Isolation and culture condition of *Monascus* sp. for production of pigment in a submerged culture. *J. Ferment. Technol.* 51: 407-414.
3. 村川茂雄. 1990. 紅麴菌의 機能性と 利用. *Food Chemical (Japan)* 12: 42.
4. 辻 啓介. 1994. 紅麴의 血壓調節作用. 日本醸造協會雜誌 89(3): 209.
5. Keisuke, T., Tomio, I., Nobukazu, T., Hiroshi, O., Shirou A., Shouichi, T. and Yasue, N. 1992. Effect of mycelial weight on hypotensive activity of Beni-koji in spontaneously hypertensive rats. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 39: 790-795.
6. 樽井庄一. 1993. 紅麴의 特性과 其의 利用. *Japan Food Science* 32: 35-42.
7. 堀井和男. 1975. *Monascus* 黄色素의 製造法. 日本公開特許公報 昭50-140526.
8. Carles, M. and D. Shepherd. 1977. The effect of different nitrogen sources on pigment production and sporulation of *Monascus* sp. in submerged-shaken culture. *Can. J. Microbiol.* 23: 1360-1372.
9. Kim, C.S., Rhee, S.H. and 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.
10. Bau, Y.S. and Wong, H.C. 1979. Zinc effects on the growth, pigmentation and antibacterial activity of *M. purpureus*. *Physiologia plantarum* 46: 63-67.
11. Hiroi, T., Shima, T., Suzuki, T., Tsukioka, M. and Ogasawara, N. 1979. Hyperpigment-productive mutant of *M. anka* for solid culture. *Agric. Biol. Chem.* 43: 1975-1976.
12. Broder, C.U. and Koehler, P.E. 1980. Pigments produced by *M. purpureus* with regard to quality and quantity. *J. Food Sci.* 45: 567-569.
13. Su, Y.C. 1983. Fermentative production of anka pigments. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 11: 325-337.
14. Ju, J.Y., Nam, H.W., Yoon, J.C. and Shin, C.S. 1994. Extractive fermentation of red pigment using *Monascus* sp. J101. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 22(1): 85-91.
15. 김명희, 이태경, 양한철. 1992. *Monascus anka albidus*의 적색색소 생산. 한국식품과학회지 24: 451-455.
16. 박명희. 1989. *Monascus* sp.로부터 색소생성변이주의 분리와 배양조건의 최적화. 숙명여자대학교 석사학위논문.

(Received 7 April 1995)