

## Sodium metabisulfite와 adipic acid가 마늘 농축액의 저장 중 갈변현상에 미치는 영향

배수경 · 김미라\*

오뚜기 중앙연구소, 경북대학교 식품영양학과\*

### Effects of Sodium Metabisulfite and Adipic Acid on Browning of Garlic Juice Concentrate during Storage

Soo-Kyung Bae and Meera Kim\*

Ottogi Research Center

Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University\*

#### Abstract

The effect of sodium metabisulfite and adipic acid on the color changes of garlic juice was evaluated. The garlic(Uisung variety) juice was extracted and 1% sodium metabisulfite and 1% adipic acid were added to the garlic juice before or after concentration. Garlic juice was concentrated by heating at 90°C, by heating using a rotary vacuum evaporator at 45°C, or by freeze-drying at -50°C until the volume was reduced to 70% of the original volume. The garlic juice concentrate was kept at 4°C and 25°C for 60 days and evaluated for the color change and the relation between the additives and browning. Browning of the garlic juice concentrate containing adipic acid and sodium metabisulfite was effectively inhibited compared with the control. Inhibition effect of sodium metabisulfite on the browning of the concentrate was stronger than that of adipic acid. The addition of sodium metabisulfite after concentration of garlic juice was the most effective on browning inhibition in the 90°C-heated concentrate, but the addition of sodium metabisulfite before concentration was the most effective in the 45°C-heated concentrate and the -50°C-freeze-dried concentrate. In the color change of the garlic juice concentrate during the storage, a and b values of the concentrate with sodium metabisulfite were lower than those of the control, which means that sodium metabisulfite inhibited the browning of the garlic juice concentrate.

Key words: garlic juice concentrate, sodium metabisulfite, adipic acid, browning

#### I. 서 론

마늘은 중앙아시아가 원산지로 이집트에서도 오래 전부터 재배되었고 중국 한(漢) 시대에 우리나라에 보급되었으며 제2차 세계대전 이후부터는 세계적으로 약용과 향신료로서 일상요리에 많이 사용되고 있다<sup>1)</sup>. 마늘의 소비가 많이 늘어나면서 다양한 가공품들이 개발되고 있는데, 전조를 통해 입자화되

어진 마늘 가루, 다진 마늘 퓨레, 마늘 간장 등 현재 다양한 상품들이 상업화되어 유통되고 있다. 또한 향미성분이 약한 마늘가루의 단점을 보완하며, 액상이면서 농축형이기에 소량으로도 마늘의 향미를 주고, 조리시 혼합이 용이한 마늘 농축액에 관한 보고도 있어<sup>2)</sup> 새로운 마늘 가공품으로서 마늘 농축액의 실용성이 검토되어졌다<sup>3,4)</sup>. 하지만 이러한 마늘 농축액의 제조시에도 마늘 가루, 마늘 퓨레에서 처럼 갈변화가 문제가 되는데 마늘 농축액의 경우에도 마늘의 착즙, 농축과정, 보관과정 중 갈변현상이 일어날 수 있으므로 이러한 갈변화를 해결하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 마늘 가공품에서의 갈

Corresponding author: Meera Kim, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Puk-ku, Daegu 702-701, Korea  
Tel : 053-950-6233  
Fax : 053-950-6229  
E-mail : meerak@knu.ac.kr

변은 카라멜 반응, 마이알(Maillard) 반응 등의 비효소적 갈변과 polyphenoloxidase(PPO) 활성에 의한 효소적 갈변 등으로 일어나는 것으로 생각되고 있는데, 높은 온도에서는 아미노산, peptide, 단백질의  $\alpha$ -amino group과 당과의 반응에 의한 비효소적 갈변 반응이 주로 일어나며, 효소가 작용할 수 있는 온도 범위에서는 PPO의 촉매작용에 의해 산소 존재하에 monophenol의 hydroxylation으로 o-diphenol이 생성되고 이어 quinone이 형성됨으로써 이들이 아미노산, 단백질과 복합체를 형성하거나 또는 축합과 중합과정을 거쳐 갈색의 멜라닌 색소를 생성하는 효소적 갈변이 일어나게 된다<sup>5,7)</sup>.

이러한 마늘 가공품의 갈변을 해결하고자 여러 연구들에서 첨가제에 의한 갈변화 억제 방법을 보고하였는데 Bae 등<sup>8)</sup>은 마늘 퓨레에서 citric acid 또는 citric acid와 soybean oil 등을 첨가해 PPO 활성을 낮춤으로써 갈변이 억제되었음을 보고하였고, Pruthi 등<sup>9)</sup>은 저온, 저습을 통한 비효소적 갈변억제 방법을 제시하였다. 또한 박 등<sup>10)</sup>은 가공채소류에 농도를 달리 한 ascorbic acid, citric acid, allyl isothiocyanate를 처리하였는데, 간마늘은 1% citric acid로 처리시, 콩나물은 1% ascorbic acid 처리시 갈변억제 효과가 우수하였으며 양파는 2% citric acid, 풋고추는 1% ascorbic acid 처리시 갈변저해 효과가 나타났다고 하였다. 김<sup>11)</sup>은 마늘가수분해물에 cysteine, citric acid 및 ascorbic acid 등의 갈변억제제를 첨가, cysteine이 citric acid보다 갈변억제 효과가 뛰어나다고 언급하였으며 ascorbic acid는 오히려 갈변을 유도한다고 보고하였다. 본 연구에서는 마늘 농축물이 새로운 마늘 가공품으로 연구되고 있음에 따라 마늘 농축액의 갈변화 및 색변화를 억제하기 위하여 sulfite류인 sodium metabisulfite( $Na_2S_2O_5$ )와 유기산인 adipic acid( $C_6H_{10}O_4$ )를 마늘 농축액 제조시 첨가하고 이들이 마늘 농축액의 갈변현상에 미치는 영향을 살펴보았다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용된 마늘은 의성종 마늘로서 농촌진흥원을 통해 구입하였다.

### 2. 마늘 농축액의 제조 및 sodium metabisulfite, adipic acid의 첨가

껍질을 벗긴 마늘을 찹즙기(Masterchef 580,

Moulinex)로 줍을 낸 다음 200 mesh 체를 통과시켜 마늘즙을 얻었다. 마늘즙의 반은 농축 전에, 나머지 반은 농축 후에 1% sodium metabisulfite와 1% adipic acid를 첨가시켜 이들 첨가물이 농축 전, 후 마늘 농축액의 갈변현상에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 이때, 농축액의 제조방법은 전보<sup>2)</sup>에서와 동일한 방법 즉, 마늘즙을 회전 진공 증발기(Tokyo Pikakikai Co., Japan)로 45°C에서 농축하거나 교반형 온수조(Dong Yang Science Co.)에서 90°C로 농축하거나, 동결 농축기(FD8512, Ilshin)를 이용하여 -50°C에서 농축하였으며, 농축 정도는 마늘즙 원액부피의 70%로 농축하였다. 제조된 마늘 농축액은 멀균된 갈색병에 넣어 4°C와 25°C에서 60일간 보관되었다.

### 3. 저장 중 마늘 농축액의 갈변도 변화 측정

마늘 농축액과 농축 전, 후로 1% sodium metabisulfite와 1% adipic acid가 첨가된 마늘 농축액의 흡광도는 Hendel 등<sup>12)</sup>의 방법을 수정하여 측정하였다. 즉, 1 g의 마늘액과 40 mL의 10% trichloroacetic acid 용액을 혼합한 뒤 가끔씩 흔들어 주며 2시간 동안 실온에 방치하고 이 용액을 여과지(Toyo No. 2)에 여과시킨 뒤 DU-600 spectrophotometer(Beckman, U.S.A)를 이용해 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 4. 저장 중 마늘 농축액의 색도 변화 측정

마늘 농축액과 농축 전, 후로 1% sodium metabisulfite와 1% adipic acid가 첨가된 마늘 농축액의 저장 중 색도 변화는 색차계(Whiteness checker RF-1, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)를 이용하여 Hunter scale에 의한 L, a 및 b값으로 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 저장 중 마늘 농축액의 갈변도 변화

유기산인 adipic acid와 sulfite류인 sodium metabisulfite를 마늘즙 농축 전, 후로 첨가하여 저장기간 동안 측정한 마늘 농축액의 갈색도를 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3에 나타내었다. 90°C 가열 농축, 45°C 감압 농축, -50°C 동결 농축 전, 후로 1% adipic acid와 1% sodium metabisulfite 첨가시의 갈변도 변화를 살펴보면, 전체적으로 adipic acid나 sodium metabisulfite가 첨가되지 않은 마늘 농축액의 경우에 이들이 첨가된 경우보다 갈변이 더 심했으며 저장온도에 따라서는 25°C 저장시에 4°C 저장시보다 갈변이 심화되었다. 또한 adipic acid 보다는 sodium metabisulfite를

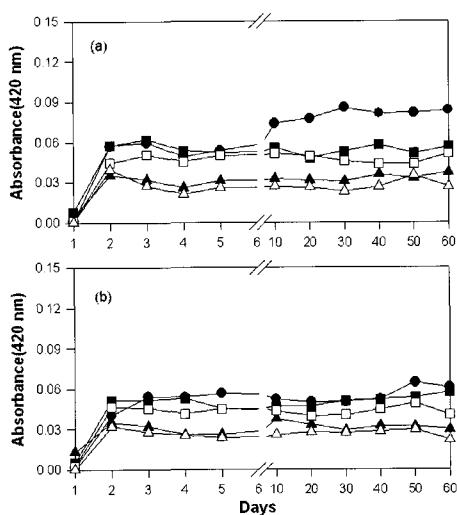


Fig. 1. Brown color changes of the garlic juice concentrated by heating at 90°C during the storage at 25°C(a) and 4°C(b). ●: garlic juice concentrate(control), ■: added 1% adipic acid before concentration, ▲: added 1% sodium metabisulfite before concentration, □: added 1% adipic acid after concentration, △: added 1% sodium metabisulfite after concentration

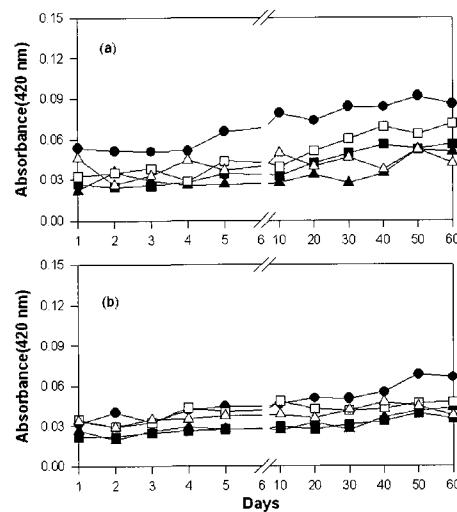


Fig. 2. Brown color changes of the garlic juice concentrated by rotary vacuum evaporator at 45°C during the storage at 25°C(a) and 4°C(b). ●: garlic juice concentrate(control), ■: added 1% adipic acid before concentration, ▲: added 1% sodium metabisulfite before concentration, □: added 1% adipic acid after concentration, △: added 1% sodium metabisulfite after concentration

첨가한 농축액에서 갈변억제 효과가 대체로 크게 나타났다.

90°C 가열 마늘 농축액의 경우, 농축액 제조 후 저장 1일~2일 사이에 갈변이 많이 진행되어 초기 갈변이 큰 것으로 나타났으며, 그 후에는 25°C 저장 시 adipic acid나 sodium metabisulfite가 첨가된 것은 저장 중 갈색도에 큰 변화가 없는 반면 첨가물이 들어가지 않은 농축액은 저장 10일 이후에도 계속 갈변이 진행되는 것으로 나타났다(Fig. 1). PPO는 금원에 따라 불활성화 온도에 약간의 차이를 가지나 대부분 50~70°C의 온도에 노출되었을 때 촉매적 활성을 잃는 것으로 보고되고 있다<sup>13,14)</sup>. 따라서 90°C 가열 마늘 농축액의 경우 PPO의 활성이 많이 소실되어 대부분의 갈변은 비효소적 갈변에 의해 일어났을 것으로 생각되었다. 4°C 저장시에도 adipic acid나 sodium metabisulfite가 첨가된 마늘 농축액이 첨가되지 않은 것보다 갈색도가 낮았다. 첨가물의 종류에 따라서는 4°C와 25°C 저장시 모두 sodium metabisulfite가 adipic acid보다 갈변억제 효과가 높은 것으로 보여졌다. 첨가물의 처리 시기 또한 갈변화에 영향을 주었는데 90°C 가열 농축액에는 농축 후 첨가물을 첨가하는 것이 갈변억제에 더 효과적이었다. 이는 농축하기 전에 첨가물을 넣을 경우 90°C 가열 농축시에는 마늘즙과 함께 첨가물도 고온에서 장시간 가열되어 sodium metabisulfite와 adipic acid가 분해됨으로써 이들의 효과가 저하되었기 때문으로 생각되었다. 저장 60일째 마늘 농축액의 갈변도 변화를 보면 sodium metabisulfite를 농축한 후에 넣은 경우 > sodium metabisulfite를 농축하기 전에 넣은 경우 > adipic acid를 농축한 후에 넣은 경우 > adipic acid를 농축하기 전에 넣은 경우 > 첨가물을 넣지 않은 경우 순으로 갈변이 억제된 것을 볼 수 있었다.

45°C 감압 농축액에서도 90°C 농축액과 마찬가지로 농축액에 첨가제를 첨가했을 때 갈변억제 효과가 나타났으며, adipic acid 첨가보다는 sodium metabisulfite 첨가시 갈변억제 효과가 뚜렷이 나타났다(Fig. 2). Sulfhydryl 화합물은 PPO의 활성을 저해하는데<sup>15-18)</sup>, 이 때 sulfhydryl 화합물이 PPO에 직접 반응하기보다는 o-phenolics의 효소적 산화로 생성된 o-quinone과 sulfhydryl 화합물의 반응에 의해서 무색의 화합물이 생성되어 갈변이 억제된다는 연구들이 보고되었다<sup>19,20)</sup>. Sodium metabisulfite는 비효소적 갈변뿐만 아니라 효소적 갈변도 억제하는 것으로 알려져 있는데<sup>21)</sup> Valero 등<sup>22)</sup>은 sodium metabisulfite가 생성된 quinone과 반응하여 효소의 oxy form 또는

met form을 형성함으로써 효소적 갈변반응을 억제하는 비가역적 효소저해제라고 보고하였다. 본 연구에서도 sodium metabisulfite가 농축 전 마늘즙에 첨가된 경우 효소적 갈변에 의한 초기 갈변현상을 억제하는데 효과를 주었을 것으로 추측되었다. 45°C 감압 농축액을 25°C에 저장했을 때 첨가물이 들어 가지 않은 마늘 농축액의 갈변도는 첨가물이 들어간 다른 농축액에 비해 매우 높게 나타나 갈변이 심하게 진행되고 있었음을 알 수 있었다. 4°C 저장의 경우에도 비록 첨가물이 들어간 농축액들의 갈변도와 무첨가 농축액의 갈변도 사이의 차이가 25°C 저장시 보다는 약하게 나타났지만 첨가물에 의한 갈변억제 효과가 역시 나타났다. 한편 첨가물의 첨가시기에 따른 갈변억제 효과를 비교해 보면, 90°C 농축때와는 달리 마늘즙을 농축한 후에 첨가물을 첨가하는 것보다는 농축하기 전에 첨가하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났다. 이는 45°C 감압 농축이 90°C 농축에 비해 가열정도가 약하고 단시간의 열처리 과정을 거치기 때문에 농축 전에 이들 물질을 첨가하더라도 이들의 분해가 일어나지 않았기 때문으로 농축 초기부터 첨가물로 인해 갈변이 효과적으로 억제되었을 것으로 생각되었다.

-50°C 동결 농축액에서는 저장 초기의 갈변은 빠르지 않았으나 저장 10일 이후부터는 비교적 빠르게 갈변이 진행되었다(Fig. 3). 25°C 저장시에는 첨가물이 들어가지 않은 마늘 농축액이 가장 심하게 갈변되었고, adipic acid를 첨가한 마늘 농축액에서도 상당한 갈변이 일어났음을 볼 수 있었다. 25°C와 4°C 저장 모두에서 sodium metabisulfite가 adipic acid에 비해 갈변억제 효과가 뛰어나 -50°C 동결 농축액에서도 90°C 가열 농축액이나 45°C 감압 가열 농축액에서의 갈변억제 효과와 유사한 결과를 보였다. 전보<sup>2)</sup>에서 동결 마늘 농축액의 이화학적, 미생물학적 특성이 우수한 것으로 나타났는데, 본 연구에서 첨가물이 들어가지 않을 때는 동결 마늘 농축액이 90°C 가열 농축액이나 45°C 감압 가열 농축액보다 저장동안 갈변이 크게 일어나는 것으로 나타나 동결 마늘 농축액에서는 갈변억제제의 사용이 특히 필요한 것으로 사료되었다. 또한 동결농축액에서 농축전, 후 adipic acid와 sodium metabisulfite 첨가에 의한 갈변정도는 대부분 농축 전에 첨가물을 넣은 것이 더 효과적이었는데, 이는 45°C 감압 가열농축때와 같이 농축시 열에 의한 파괴가 없었기 때문에 농축하기 전에 첨가물을 넣는 것이 처음부터 갈변을 억제하는데 더 효과적이었기 때문으로 생각되었다.

위의 결과들을 볼 때 마늘 농축액의 갈변 억제에 adipic acid보다는 sodium metabisulfite가 더 효과적인 것으로 나타났으나 sulfite 화합물들이 건강상의 이유로 사용에 일부 제한을 받고 있음<sup>23)</sup>을 고려할 때, 본 연구에서 사용한 adipic acid도 갈변억제에 상당한 효과가 있는 것으로 나타나 앞으로 갈변억제제로서 adipic acid의 사용 가능성을 볼 수 있었다.

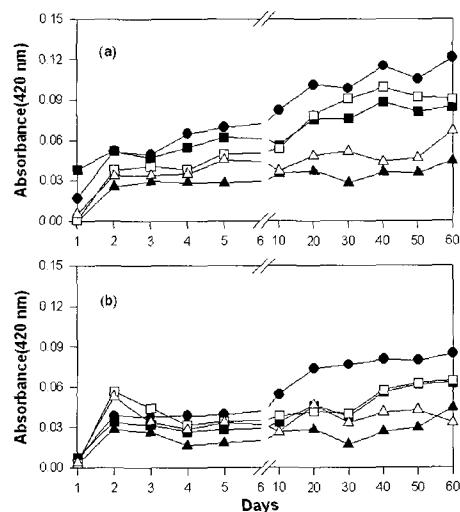


Fig. 3. Brown color changes of the garlic juice concentrated by freeze drying at -50°C during the storage at 25°C(a) and 4°C(b). ●: garlic juice concentrate(control), ■: added 1% adipic acid before concentration, ▲: added 1% sodium metabisulfite before concentration, □: added 1% adipic acid after concentration, △: added 1% sodium metabisulfite after concentration

## 2. 저장 중 마늘 농축액의 색도 변화

농축 전, 후로 1% adipic acid와 1% sodium metabisulfite를 첨가한 마늘 농축액의 저장기간에 따른 색 변화를 측정한 결과는 Fig. 4, 5 및 6에 나타나 있다. 전체적으로 볼 때, 농축방법에 의한 마늘 농축액의 초기 색도에서 L값은 90°C 농축액에서 가장 높았고 45°C 농축액에서 가장 낮았다. a값은 90°C 농축액에서 다소 높았고 45°C와 -50°C 농축액에서는 낮은 값을 보였으며, b값도 90°C 농축액이 가장 높았고 45°C와 -50°C 농축액에서 낮은 값을 보임으로써 전체적으로 90°C 농축액에서 농축에 의해 갈변이 많이 일어났음을 알 수 있었다.

Fig. 4는 90°C 농축시 농축 전, 후로 adipic acid와 sodium metabisulfite를 첨가하여 저장기간동안 L, a, b 값의 변화를 나타낸 것으로 L값의 변화에서는 농

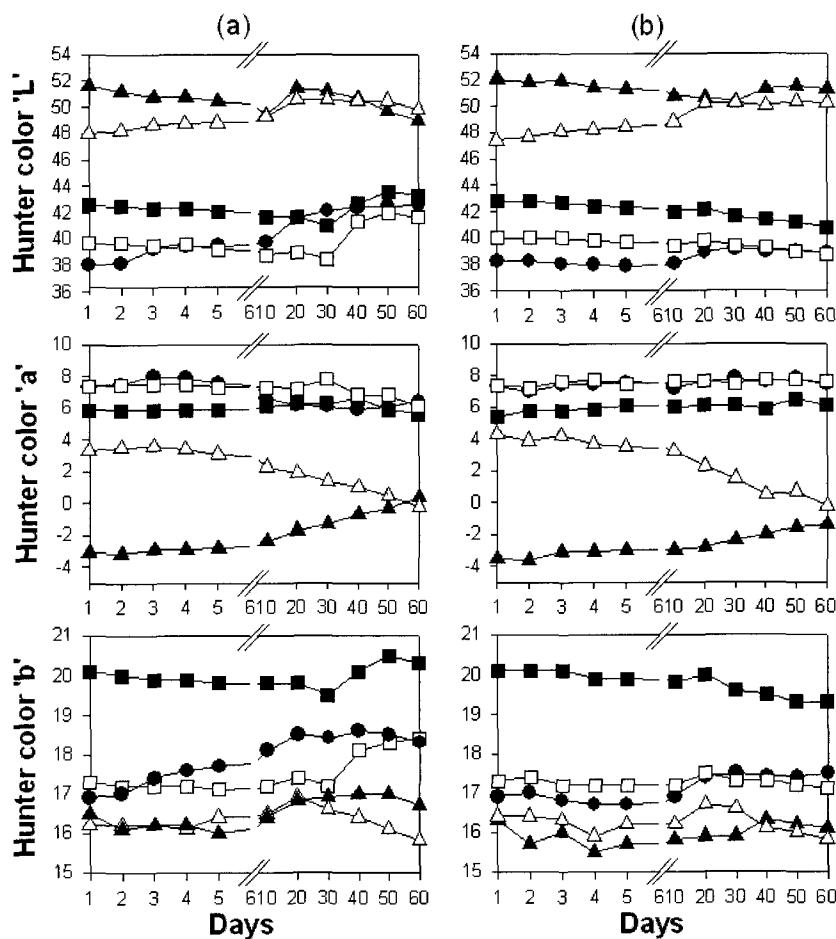


Fig. 4. L, a and b changes of the garlic juice concentrated by heating at 90°C during the storage at 25°C(a) and 4°C(b). ●: garlic juice concentrate(control), ■: added 1% adipic acid before concentration, ▲: added 1%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  before concentration, □: added 1% adipic acid after concentration, △: added 1%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  after concentration

축 전 sodium metabisulfite 첨가 > 농축 후 sodium metabisulfite 첨가 > 농축 전 adipic acid 첨가 > 농축 후 adipic acid 첨가 > 무첨가 순으로 L값이 높게 나타나 첨가물이 들어간 농축액의 L값이 높게 나타났다. 첨가시기에 의한 변화로는 농축 전에 첨가물을 넣은 농축액의 L값이 농축 후 첨가물을 넣은 농축액에서보다 높았고 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액이 adipic acid를 첨가한 농축액에 비해 L값이 더 높아 sodium metabisulfite가 백색도를 유지한다는 김 등<sup>24)</sup>의 연구결과와 일치하였다. 저장온도에 의한 변화에서는 25°C 저장시 저장 10일 이후로 L값이 약간 증가하는 경향을 나타내었으나 4°C 저장시에는 농축 후 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액을 제외하고는 저장기간동안 큰 변화가 없었다. a값의

변화를 보면 adipic acid와 sodium metabisulfite를 농축 전에 첨가한 농축액이 이들을 농축 후에 첨가한 농축액보다 낮은 a값을 보였으며, 무첨가 농축액과 농축 후 adipic acid를 첨가한 농축액에서 높은 a값을 보였다. 또한 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액은 adipic acid를 첨가한 농축액보다 뚜렷하게 낮은 a값을 보여주었다. 저장기간동안에는 25°C, 4°C 저장시 무첨가 농축액과 adipic acid 첨가액에서는 a값의 큰 변화가 나타나지 않았으나, 농축 전 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액은 a값이 약간 증가하였고, 농축 후 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액은 a값이 감소하였다. 따라서 농축 전에 sodium metabisulfite를 첨가한 마늘 농축액은 저장기간 동안 붉은색이 진해지는 것을 알 수 있었다. 또한 b값의

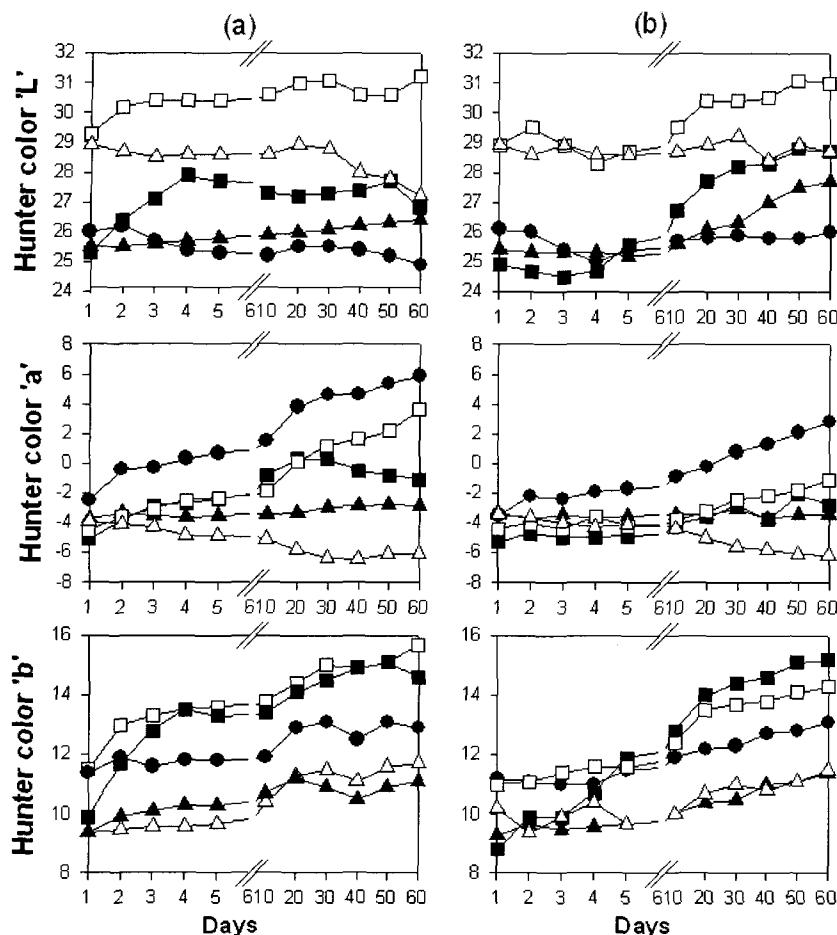


Fig. 5. L, a and b changes of the garlic juice concentrated by rotary vacuum evaporator at 45°C during the storage at 25°C(a) and 4°C(b). ●: garlic juice concentrate(control), ■: added 1% adipic acid before concentration, ▲: added 1%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  before concentration, □: added 1% adipic acid after concentration, △: added 1%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  after concentration

변화에서도 a값에서와 같이 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액이 adipic acid를 첨가한 농축액보다 b값이 낮아 adipic acid보다 sodium metabisulfite 첨가시 갈변화가 억제됨을 확인할 수 있었으며 이는 앞의 갈변도 측정의 결과와 일치하였다.

Adipic acid와 sodium metabisulfite를 첨가한 45°C 농축액의 색도 변화는 Fig. 5에 나타나 있다. 첨가물의 첨가시기에 따라 L값이 뚜렷한 차이를 보였는데 농축 후에 adipic acid나 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액이 농축 전에 첨가물을 넣은 농축액보다 높은 L값을 나타내었다. a값은 첨가물이 들어가지 않은 마늘 농축액에서 가장 높았고 농축 후 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액의 a값이 가장 낮게 나타났다. 또한 저장기간이 증가함에 따라 첨가물이

들어가지 않은 마늘 농축액은 다른 농축액에 비해 a값이 크게 증가하였고 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액의 a값은 약간 낮아지는 경향을 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 25°C, 4°C 저장 모두에서 a값과 b값이 대체로 증가하는 경향을 보였으며 첨가물에 의한 차이로는 sodium metabisulfite 첨가액이 adipic acid 첨가액보다 낮은 a, b값을 보여 sodium metabisulfite가 첨가된 농축액에서 갈변이 저해된 것으로 나타난 앞의 갈변도 실험결과와 일치하였다. 첨가물의 첨가시기에 의한 영향으로는 농축 전 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액은 저장기간 중 a값에 거의 변화가 없는 반면, 농축 후에 첨가한 농축액은 a값이 오히려 감소하여 녹색이 짙어짐으로써 녹변현상이 일어날 가능성을 볼 수 있었다.

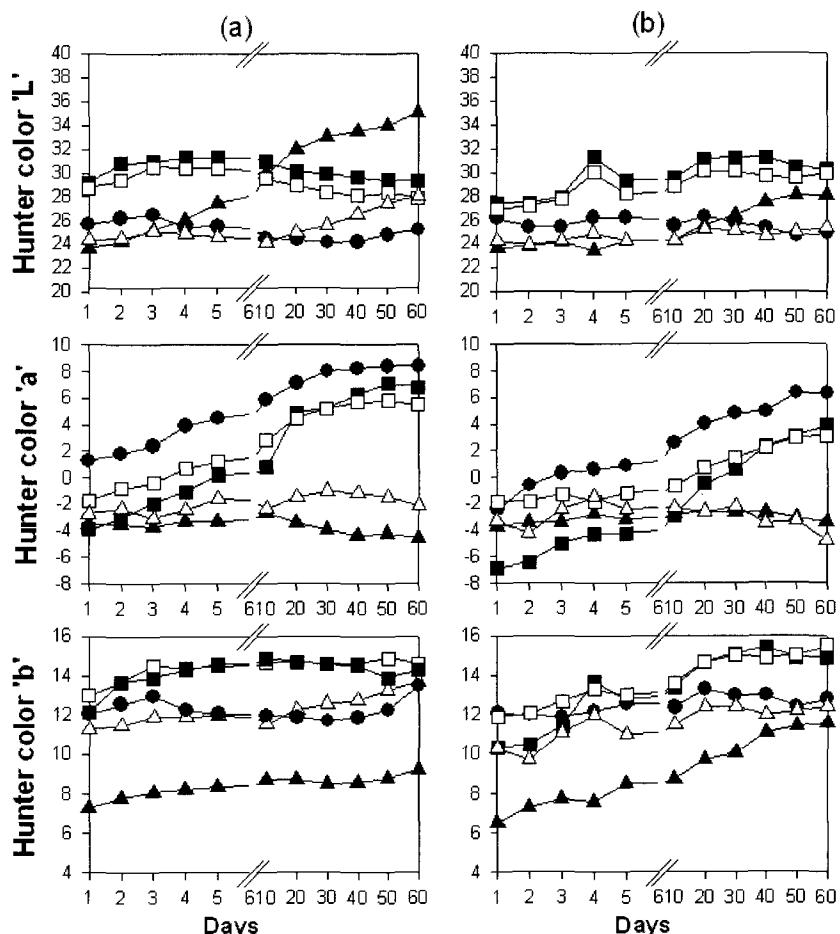


Fig. 6. L, a and b changes of the garlic juice concentrated by freeze drying at  $-50^{\circ}\text{C}$  during the storage at  $25^{\circ}\text{C}$ (a) and  $4^{\circ}\text{C}$ (b). ●: garlic juice concentrate(control), ■: added 1% adipic acid before concentration, ▲: added 1%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  before concentration, □: added 1% adipic acid after concentration

Fig. 6은  $-50^{\circ}\text{C}$  동결농축 전, 후에 adipic acid와 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액의 색도 변화를 나타낸 것으로 L값에서는 adipic acid 첨가액에 비해 sodium metabisulfite 첨가액에서 다소 낮은 L값을 나타내었고 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액이 무첨가 농축액보다 낮은 값을 나타내었다. a값의 변화에서는  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $4^{\circ}\text{C}$  저장 모두에서 무첨가 농축액의 a값이 첨가물을 넣은 농축액의 a값보다 높게 나타나 무첨가 농축액에서 갈변이 많이 진행되고 있음을 알 수 있었다. 한편  $-50^{\circ}\text{C}$  동결농축액에서도 sodium metabisulfite를 첨가한 경우는 b값이 음의 값으로 나와 녹변현상의 가능성성을 보였다. b값의 변화에서는 adipic acid 첨가액보다 sodium metabisulfite 첨가액의 b값이 현저히 낮았으며 농축 전 sodium metabisulfite

를 첨가한 농축액의 b값이 낮았다.

#### IV. 요 약

마늘즙을  $90^{\circ}\text{C}$ 에서 가열,  $45^{\circ}\text{C}$ 에서 감압 가열,  $-50^{\circ}\text{C}$ 에서 동결 농축하여 마늘 농축액을 제조하였고 이 때 농축 전후로 1% adipic acid와 1% sodium metabisulfite를 첨가하였다. 제조된 마늘 농축액을  $4^{\circ}\text{C}$ 와  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 60일간 저장하면서 이들의 갈변도 및 색도 변화를 측정한 결과, 전체적으로 adipic acid나 sodium metabisulfite가 첨가된 마늘 농축액이 무첨가 마늘 농축액에 비해 갈변이 억제되었으며 adipic acid 보다는 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액에서 갈변억제 효과가 크게 나타났다. 첨가물의

첨가시기에 따른 효과를 보면 90°C 가열 농축액에서는 농축 후에 sodium metabisulfite를 첨가한 것이 가장 갈변이 억제되었으며, 45°C에서 감압 가열 농축액과 -50°C 동결농축액에서는 농축 전에 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액에서 갈변억제 효과가 크게 나타났다. 한편 -50°C 동결농축액은 저장동안 무첨가액의 갈변이 크게 증가함으로써 갈변억제제의 사용이 필요한 것으로 나타났다. 90°C 가열 마늘 농축액의 저장 중 색도 변화에서는 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액의 L값이 adipic acid 첨가액보다 높고 a값과 b값은 낮아 갈변이 억제되었음을 알 수 있었다. 45°C에서 감압 가열 농축액과 -50°C 동결농축액에서도 sodium metabisulfite를 첨가한 농축액의 a값과 b값이 adipic acid를 첨가한 농축액보다 낮아 갈변억제 sodium metabisulfite의 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

## V. 참고문헌

1. 경기도 농촌진흥원, 농축산물 가격동향과 유통정보, 14, 1993
2. 배수경, 김미라 : 농축방법에 따른 마늘 농축액의 저장 안정성. *한국식품과학회지*, 30(3):615, 1998
3. 김병삼, 박노현, 박무현, 한봉호, 배태진 : 마늘 착즙의 제조 및 비점 상승의 추정. *한국식품과학회지*, 22(4):486, 1990
4. 김병삼, 박노현, 박무현, 한봉호, 배태진 : 마늘 착즙 및 농축액의 Rheological Properties. *한국식품과학회지*, 22(6):646, 1990
5. O'Brien, J.M. and Labuza, T.P. : Symposium provides new insights into nonenzymatic browning reactions. *Food Technol.*, 48(7):56, 1994
6. Sciancalepore, V. : Enzymatic browning in five olive varieties. *J. Food Sci.*, 50(4):1194, 1985
7. Valero, E., Varon, R. and Garcia-Carmona, F. : Characterization of polyphenol oxidase from Airen grapes. *J. Food Sci.*, 53(5):1482, 1988
8. Bae, R.N. and Lee, S.K. : Factors affecting browning and its control methods in chopped garlic. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 31(3):213, 1990
9. Pruthi, J.S., Singh, L.J. and Girdhari, L. : Non-enzymatic browning in garlic during storage. *Food Sci.*, 9(7):243, 1960
10. 박우포, 조성환, 이동선 : 쇠소가공채소류에 적합한 갈변방지제의 선별. *한국식품과학회지*, 30(2):278, 1998
11. 김영애 : 마늘가수분해물의 갈변반응에 미치는 헝갈색화제의 영향. *한국식품영양과학회지*, 27(2):201, 1998
12. Hendel, C.B., Bailey, G.F. and Taylor, D.H. : Measurement of nonenzymatic browning of dehydrated vegetables during storage. *Food Technol.*, 4:344, 1950
13. Va'Mos-Vigyazo, L. : Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutri.*, 15:49, 1981
14. Zhuk, Y.T. and Tsapalova, I.E. : Activity of enzymes and changes in carbohydrate complex of edible mushrooms during the drying period. *IZV. Vyssb. Uchelbn. Zaved. Pishch. Tekn.*, 3:60, 1974
15. Benjamin, N.D. and Montgomery, M.W. : Polyphenol oxidase of Royal Ann cherries: purification and characterization. *J. Food Sci.*, 38:799, 1973
16. Montgomery, M.W. and Sgarbieri, V.C. : Isoenzymes of banana polyphenol oxidase. *Phytochemistry*, 14:1245, 1975
17. Halim, D.H. and Montgomery, M.W. : Polyphenol oxidase of d'Anjou pears (*Pyrus communis* L.). *J. Food Sci.*, 43:603, 1978
18. Mayer, A.M. and Harel, E. : Polyphenol oxidase in plants. *Phytochemistry*, 18:193, 1979
19. Walker, J.R.L. and Reddish, C.E.S. Note on the use of cysteine to prevent browning in apple products. *J. Sci. Food Agric.*, 15:902, 1964
20. Montgomery, M.W. : Cysteine as an inhibitor of browning in pear juice concentrate. *J. Food Sci.*, 48:951, 1983
21. Sayavenra-Soto, L.A. and Montgomery, M.W. : Inhibition of polyphenoxidase by sulfite. *J. Food Sci.*, 51:1531, 1986
22. Valero, E., Varon, R. and Garcia-Carmona, F. : Kinetic study of the effect of metabisulfite on polyphenol oxidase. *J. Agric. Food Chem.*, 40(5):904, 1992
23. FDA, Sulfiting agents; revocation of GRAS status for use on "fresh" potatoes served or sold unpackaged or unlabeled to consumers. *Food & Drug Admin., Fed. Reg.*, 55:9826, 1990
24. 김문규, 장기운, 이광승, 우인식. 마늘 가공품목의 다변화 연구. *농촌진흥청*. 1995

(2001년 12월 13일 접수, 2002년 2월 5일 채택)