

加工過程中 마 塊根組織의 褐變抑制處理 效果

姜東均*·金相國*·鄭相煥*·李承弼*·崔富述*

Inhibitory Effects of Some Treatments on Browning During Yam(*Dioscorea batatas* Decne) Tuber Processing

Dong Kyoon Kang*, Sang Kuk Kim*, Sang Hwan Chung*, Seong Phil Lee* and Boo Sull Choi*

ABSTRACT : Browning index rised rapidly within 15 hrs to 83% of total browning in Jang - ma (*Dioscorea batatas* Decne) tissues at 40°C while 37% in Dan - ma. Therefore, the degree of browning process of Jang - ma was faster than that of Dan - ma. Browning in Jang - ma was inhibited by treatments of NaCl which showed 48 and 39% inhibition, respectively, after 48 hrs of incubation. Also the treatment of 80°C heating showed excellent inhibition within 24 hrs. In the case of Dan - ma, browning process was inhibited by treatments of 1 and 0.5M NaCl and 70°C heating, which showed 43, 26 and 23% inhibition, respectively, after 48 hrs of incubation.

Key words : *Dioscorea batatas*, Browning index, PPO, NaCl, Heating, Inhibition rate.

서 언

마는 백합목 마과에 속하는 덩굴성 초본으로 10속 650여종이 전세계의 열대 및 아열대 지역에 널리 분포하며 전세계 생산량의 70%가 아프리카의 Yam belt에서 생산되고 있다¹. 우리나라에 분포되어 있는 마는 열대지방의 마에 비해 저온에 잘 견디도록 자생된 것들로 괴근의 모양에 따라 장마, 단마 및 참마로 나뉘며 식물학상으로 보면 참마 (*Dioscorea japonica* Thunb), 마 (*Dioscorea batatas* Decne), 둥근마 (*Dioscorea bulbifera* L.), 도

꼬로마 (*Dioscorea tocoro* Makwo), 부채마 (*Dioscorea nipponica* Makwo) 각시마 (*Dioscorea septemloba*) 로 분류된다^{2,3}.

마의 성분을 살펴보면 괴근에 diosgenin, mucin, arginine, choline, diastase 등⁴이 있고 영여자에는 abasisin I, II, III이 있는 것으로 알려져 있어 서류중 단백질의 양과 조성 및 필수 지방산 함량이 가장 우수한 것으로 나타나 있다^{4,5}.

예로부터 한방에서는 마와 참마를 산약이라 부르고 신체허약, 정력부족, 야뇨증, 당뇨병, 폐결핵, 설사, 대하증, 빈뇨증에 효력이 인정되어 한약재로 널리 애용되어 왔으며 특히 경북북부지역은

* 경북농촌진흥원 (Gyongbuk Provincial RDA, Taegu 702 - 320, Korea)

〈 '98. 1. 7 接受 〉

결과 및 고찰

마의 주산지로 전국적으로 유명하다⁶⁾.

한약재로 쓰이는 산약은 마의 껍질을 제거하여 말린 것을 말하며 산약의 상품성을 말할 때 중요시되는 색택은 산약의 가격을 결정하는데 중요한 변수로 작용하는 바, 농가에서는 갈변되지 않은 희고 깨끗한 색택을 내기 위해 아직까지 연탄불로 건조하는 실정이다.

마의 갈변은 과일이나 야채처럼 조직에 상처가 생기면 일어나는데 이는 Polyphenol oxidase (o-diphenol : O₂ oxidase, EC 1. 10. 3. 1) 라는 효소에 의해 시작된다. 이 효소는 복숭아¹²⁾, 당근¹³⁾, 사과¹⁴⁾, 감자¹⁵⁾, 마 (*Dioscorea bulbifera*¹⁶⁾, *Dioscorea alata* Linn.¹⁰⁾ 에서 정제되었고 그 특성이 연구되었다.

본 연구는 마의 갈변억제방법을 개발하여 농가의 애로사항 및 관행건조시 문제점으로 대두되고 있는 잔류 황성분을 해결하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용된 장마와 단마는 경북농촌진흥원 북부시험장에서 1996년에 수확한 것을 선별하여 실험재료로 이용하였다.

시간경과에 따른 마 뿌리의 갈변도를 측정하기 위해 장마와 단마 각각을 blender (GFM 351B) 에서 간 다음 petridish에 처리별, 품종별, 시간별로 10g씩 나누어 분주하였다. 처리는 NaCl 0. 5, 1, 2M을 10g이 분주된 petridish에 직접 첨가하였고 온탕처리 60, 70, 80℃는 분주한 petridish를 각 온도별로 autoclave에서 15분간 처리하였다. 갈변진행 양상 및 갈변억제 정도를 시간대별로 알아보기 위해서 40±2℃에서 15, 24, 39, 48시간 동안 갈변을 유도시킨 후 처리, 품종별로 꺼내어 갈변도를 측정하였다.

갈변도를 측정을 위해서, 각각의 petridish에 20ml의 메탄올을 첨가한 다음 원심관에 모아 sonicator (Branson 8210)로 30분간 polyphenol성 물질을 추출한 후 1000g을 10분간 원심분리하여 상등액 (메탄올추출액)을 취하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 갈변도는 Omidiji and Okpuzor 방법에 따라 무처리와 비교하여 420nm에서 0. 01의 흡광도차이를 1단위로 계산한 갈변지수 (Browning index=Unit g-1 flour×10⁻¹)로 표시하였다¹⁹⁾.

1. 장마와 단마의 유도시간별 갈변지수 변화

그림 1에서와 같이 40℃, 15시간 후 장마의 갈변지수는 38로 갈변진행율이 83%였고 단마는 13으로 전체 갈변지수에 대해 37%의 진행을 보여 장마의 갈변이 단마 보다 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 위와 같은 갈변지수의 차이는 장마에는 단마와 특이성이 다른 polyphenol oxidase 관련 물질이 존재함을 암시한다. 전체적으로 갈변지수는 장마에서 높았고 갈변진행양상을 살펴보면 장마는 15시간 까지 급격히 갈변이 진행되어 이후 느린 증가추세를 보인 반면 단마는 급격한 증가없이 서서히 시간대 별로 거의 일정한 양상의 갈변지수 변화를 보였다. 이로써 단마와 달리 장마의 갈변은 초기에 대부분이 일어남을 알 수 있었다.

polyphenol oxidase의 활성을 억제하기 위하여 pH를 낮추거나 Cl⁻이온을 첨가하거나 가열을 하여 효소를 불활성화시키는 방법 등이 있다⁷⁾.

pH를 낮추기 위해 acetic acid를 처리한 결과 마 조직이 보라색을 띄어 마 polyphenol oxidase 억제법으로 적절하지 않았으나 열처리나 NaCl처리

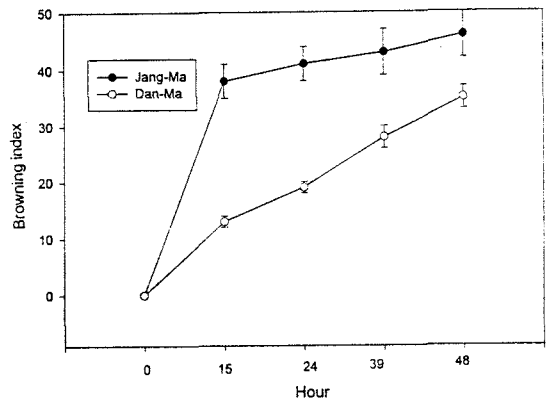


Fig. 1. Difference of browning index between Jang-ma tissue and Dan-Ma tissue during incubation at 40℃ for 48 hrs. One browning index unit is defined as a difference of 0.01 absorbance unit from control at 420nm.

마 조직의 변색을 유도하지 않고 갈변반응을 억제 하였기에 좁은 구체적인 실험을 수행하였다.

2. 장마의 갈변지수 변화

장마를 NaCl 0.5, 1, 2M로 처리한 다음 48시간 까지 갈변의 진행을 살펴본 결과는 그림 2와 같다.

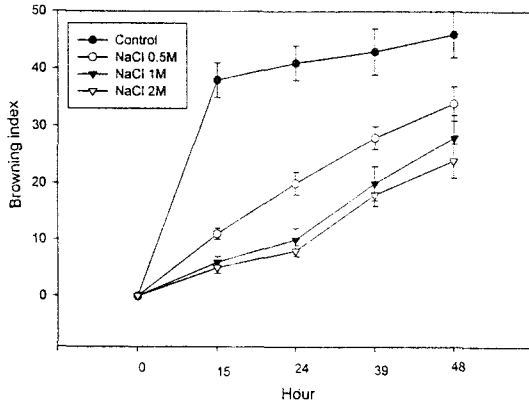


Fig. 2. Change in browning index of Jang-ma tissues affected by NaCl during incubation at 40°C for 48 hrs. One browning index unit is defined as a difference of 0.01 absorbance unit from control per 10g at 420nm.

NaCl 처리별 갈변억제율을 살펴보면 NaCl 2M처리가 48시간까지 무처리에 대해 48%의 억제율을 보여 가장 양호하였고 다음이 1M에서 39%의 억제율을, 0.5M은 26%의 억제율을 보였다. 그러나 0.5M에서 1M로 처리농도가 증가했을 때 생기는 억제율 상승폭이 크며 1M에서 2M증가시 발생하는 억제율의 증가의 폭이 감소하는 경향을 보임에 따라 NaCl 1M처리와 함께 건조시간을 단축할 수 있는 건조방법을 택할 경우 39시간까지 갈변지수가 2의 차이 밖에 보이지 않으므로 NaCl 1M처리가 가장 타당성이 높은 처리로 판단되었다. 또한 사과와 경우 NaCl 1M 처리시 산소흡수량을 50분 후 80% 정도 억제하였다는 보고⁷⁾와 유사하게 장마는 15시간 후 갈변이 78% 억제되었다.

그림 3은 60, 70, 80°C 온탕처리의 결과로 60, 70°C 온탕처리시 무처리구와 비슷하게 갈변이 진

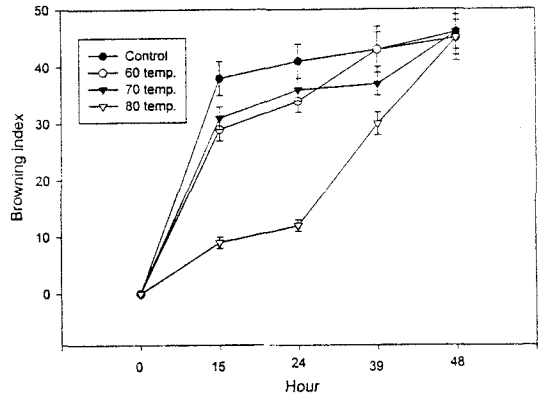


Fig. 3. Change in browning index of Jang-ma tissues affected by heating at 40°C for 48 hrs. One browning index unit is defined as a difference of 0.01 absorbance unit from control per 10 grams at 420nm.

행되나 70°C처리는 39시간까지, 60°C처리는 24시간까지 각각 14%, 17%의 억제율을 보였다. 그러나 80°C온탕처리시 24시간까지 71%의 양호한 억제율을 보였으나 이후 갈변지수가 급격히 증가하는 경향을 보였는데 이는 24시간까지는 효소의 실효와 세포자체의 열변성으로 갈변현상이 지체되었으나 24시간 이후 세포의 회복체계가 작용하여 polyphenol oxidase 관련 물질을 유도함으로써 빠르게 갈변이 일어난 것으로 사료된다. 이로서 80°C 온탕처리의 시간을 증가시키거나 또는 건조시간을 24시간 이내로 단축시킬 수 있는 건조법을 병행한다면 우수한 처리가 될 것으로 생각되었다.

실제로 거의 대부분의 과실류나 야채류는 가공에 앞서서 여러형태의 예비가열처리와 이와 비슷한 효과를 갖는 전처리들, 예로서 블랜칭처리(Blanching) 등을 수행한다.

3. 단마의 갈변지수변화

그림 4는 단마를 NaCl 0.5, 1, 2M로 처리 했을 때 갈변지수의 변화를 살펴본 결과로 초기 15시간까지는 처리별 큰 차이를 보이지 않았으나 24시간 이후 처리별 갈변억제율 변화에 뚜렷한 차이를 보

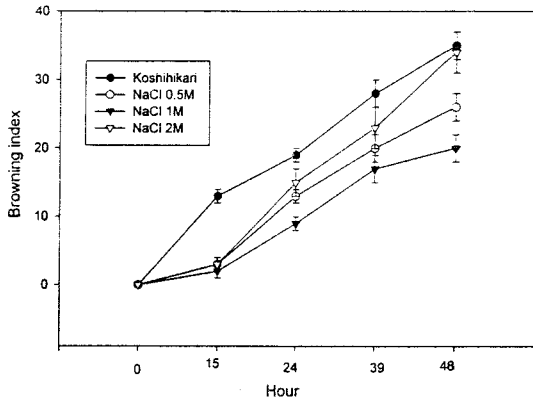


Fig. 4. Change in browning index of Jang-ma tissues affected by NaCl during incubation at 40°C for 48 hrs. One browning index unit is defined as a difference of 0.01 absorbance unit from control per 10g at 420nm.

여 48시간이 경과한 후 NaCl 1M이 43%의 억제율로 가장 높았고 다음이 0.5M, 2M 순이었다. 이상의 결과로서 단마의 경우 NaCl 농도를 1M 이하로 유지시켜 처리함이 유리함을 알 수 있었다.

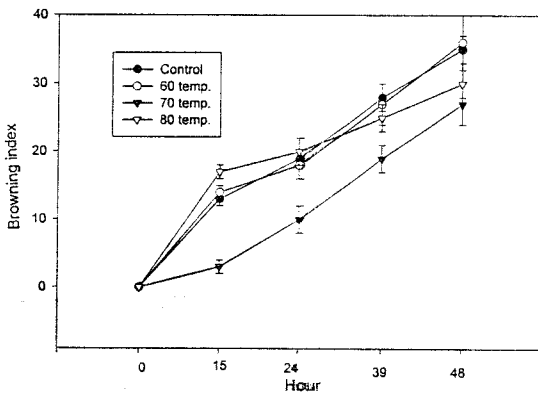


Fig. 5. Change in browning index of Dan-ma tissues affected by heating during incubation at 40°C for 48 hrs. One browning index unit is defined as a difference of 0.01 absorbance unit from control per 10g at 420nm.

그림 5에서와 같이 60, 80°C 처리는 갈변억제에 효과를 보이지 않아 60°C의 경우 48시간 후 오히려 갈변지수가 무처리보다 높았고 80°C는 초기 24시간까지 무처리 보다 높은 갈변지수를 보여 초기 갈변을 증가시키는 결과를 낳았다. 70°C 온탕처리는 다른 온탕처리 보다 우수한 억제율을 보였고 48시간까지 23%의 갈변지수 억제율을 보였다.

적 요

마의 껍질을 제거하거나 상처가 생겼을 때 발생하는 갈변현상을 억제할 수 있는 방법을 개발코자 실험을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 마는 박피후 시간이 경과할수록 갈변지수가 높아지는 경향을 보여 박피 후 15시간에 갈변지수가 장마는 38까지 증가한 반면 단마는 13이었으며 이로써 장마가 단마보다 갈변이 빠르게 진행됨을 알 수 있었다.

2. 장마의 경우 NaCl 2M 처리시 갈변억제율이 48시간에 48%로 가장 높았고 특히 80°C 온탕처리의 경우 24시간까지 높은 억제율을 보였으나 이후 급격히 감소하는 경향을 보였다.

3. NaCl 1M 처리시 단마의 갈변은 43% 정도 억제되었으나 NaCl 0.5M과 70°C 온탕처리는 비슷한 억제현상을 보였다. 그러나 60°C 온탕처리는 무처리보다 더 높은 갈변지수를 나타내었다.

인 용 문 헌

1. 이창복, 1989. 대한식물도감. 향문사. 서울. p. 255.
2. 한국식물도감(하). 1956. 신진사. 서울. p. 980.
3. 한용한, 한승혜, 이인란, 1990. 산약 점액성분의 정제와 함량분석에 관한 연구. 한국생약학회지, 21(4) : 274-283.
4. 高木敬次郎外, 1982. 화한약물학. 남산당. p. 106.
5. 한대식, 1988. 생약학. 동명사. p. 159.
6. 김정수, 1975. 본초학. 원광대학교. 한의과대학 본초학교실. 진명출판사. 서울.

7. 김동훈. 1995. 식품화학. 탐구당. p433.
8. Omidiji Olusesan and J. Okpuzor. 1996. Time course of PPO-related browning of yams. *J. Sci. Food Agri.* 70 : 190-196.
9. Almenteros-alcantara V. P. and R. R. Del rosario. 1989. Purification and properties of polyphenoloxidase in yam. *Philippine Agriculturist.* 72(4) : 496-506.
10. Emmanuel O. Anosike and Augustine O. Ay-aebene. 1981. Purification and some properties of polyphenol oxidase from the yam tubers. *Phytochemistry.* 20(12) : 2625 - 2628.
11. Wong. T. C., Luh, B. S. and Whitaker, J. R. 1971. Isolation and characterization of polyphenol oxidase isozymes of clingstone peach. *Plant Physiol.* 48 : 19-23.
12. Khandobina, L. M. and Geraskina, G. V. 1969. *Selskokh. Biol.* 4. 730.
13. Walker, J. R. L. and Hulme, A. C. 1966. Studies on the enzymic browning of apples III. *Phytochemistry.* 5 : 259-262.
14. Patil, S. S. and Zucker, M. 1965. *J. Biol. Chem.* 240 : 3938-3943.