

## 감자 Polyphenol Oxidase의 효소학적 성질 및 아황산염에 의한 활성억제 효과

하영득 · 이미옥

계명대학교 식생활학과

### Some Properties of the Polyphenol Oxidase from Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and Inhibiting Effect of the Polyphenol Oxidase by Sulfites

Young-Duk Ha and Mi-Ock Lee

Dept. of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Taegu, 705-033, Korea

#### Abstract

This study was aimed at obtaining elementary data on enzymatic browning of potato and potato products and examining the inhibitory method of browning. Therefore, we extracted polyphenol oxidase from potatoes (*Solanum tuberosum* L.), and investigated its general properties and inhibiting effects of its activity with the different concentrations of sulfites ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHSO}_3$ ). The optimum pH and temperature of polyphenol oxidase were observed to be 6.5 and  $37^\circ\text{C}$  respectively. The polyphenol oxidase at pH5 was very stable, and the activity of polyphenol oxidase between pH 5.0~9.0 was estimated to be relatively high, showing 72~75% of its activity at pH5. The polyphenol oxidase was very stable when heated at  $40^\circ\text{C}$  for one hour, and almost 50% of enzyme activity was decreased when heated at  $70^\circ\text{C}$  for twelve minutes. At 0.1mM concentration of sulfites the relative activity of polyphenol oxidase was 98% in all the three cases of sulfites. Thus, sulfites at 0.1mM concentration was found to have little inhibiting effect on polyphenol oxidase activity. At 1mM concentration of sulfites  $\text{NaHSO}_3$  showed the lowest 36% relative activity among the three. At 5mM concentration of sulfites, the relative activity of  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  was the lowest 14%.

#### 서 론

식품의 효소적 갈변의 원인 중의 하나로 polyphenol oxidase를 들 수 있는데 이는 과실 및 과채류에 널리 분포되어 있으며<sup>1)</sup>, polyphenol oxidase에 의한 갈변은 식품의 저장 및 가공시에 그 품질에 지대한 영향을 미치게 된다. 따라서, polyphenol oxidase에 대한 일반적인 성질을 조사함으로써 과실 및 그 가공품의 효소적 갈변을 억제하는데 많은 도움이 될 수 있을 것이다.

그러나, polyphenol oxidase에 대한 성질이 품종에 따라 차이가 있으므로<sup>2)</sup> 각각의 과실 및 과채류에

함유되어 있는 polyphenol oxidase의 성질을 조사함으로써 가능할 것이며 이를 위해 버섯, 배, 포도 등 여러 과실·과채류에서 polyphenol oxidase가 분리·정제되어 그 특성이 규명되어 있다<sup>3-16)</sup>.

한편, 식품의 효소적 갈변과 비효소적 갈변을 막기 위해  $\text{SO}_2$ 처리가 좋은 방법<sup>17)</sup>으로 알려져 오고 있으며, 우리나라에서는  $\text{SO}_2$ 의 급원인 몇 가지 아황산염을 식품첨가물로 규정해 놓고 있다<sup>18)</sup>.

그러나, 시판되는 각종 식품에 있어 아황산염의 첨가가 규정 이상이라는 보고와 아황산염의 첨가에 대해 많은 논란이 일고 있다<sup>7, 19, 20, 21)</sup>.

본 논문에서는 감자로부터 polyphenol oxidase를 분리·정제하여 그 일반적인 성질을 조사하였으며,

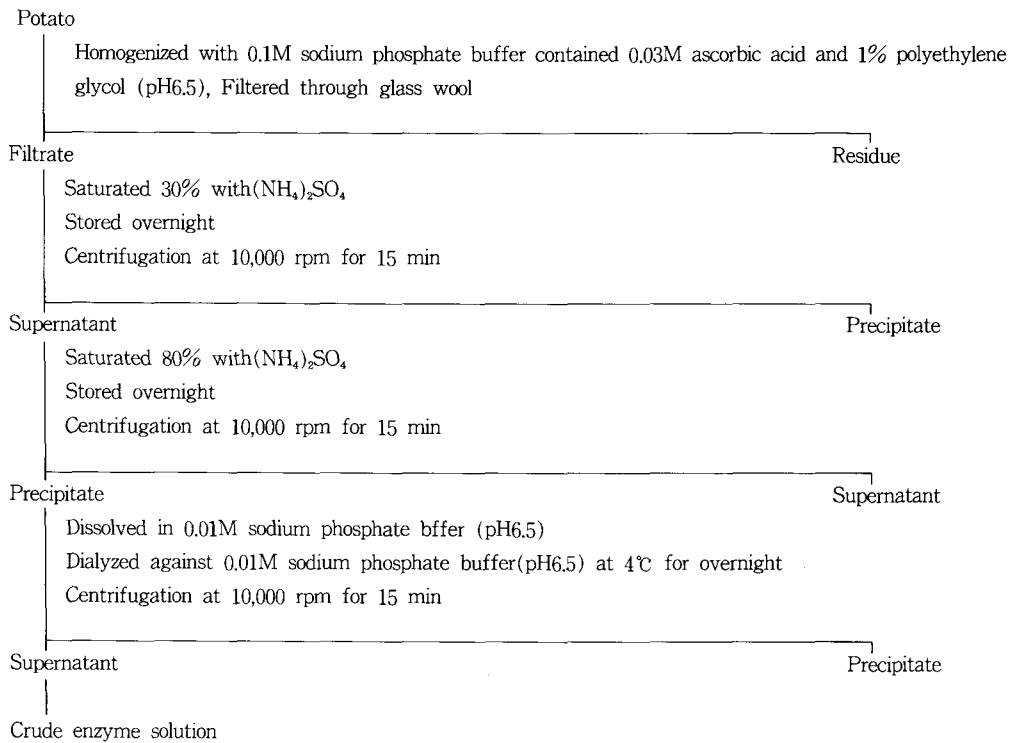


Fig.1 Diagrammatic representation of the extraction of polyphenol oxidase from potatoes.

현재 우리나라에서 식품의 갈변방지제로 허용되고 있는 아황산염의 농도에 따른 감자 polyphenol oxidase의 활성억제 효과를 알아봄으로써 polyphenol oxidase에 의한 감자의 효소적 갈변을 효과적으로 억제할 수 있는 기초 자료가 될 수 있을 것으로 기대한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 감자는 경북 현풍산의 남작 (*Solanum tuberosum* L.)으로서 87년 7월 1일 수확한 것으로 4°C의 냉장고에 저장하면서 사용하였다.

효소액의 조제

효소액의 추출은 Zenin과 Park의 방법<sup>6),22),23)</sup>에 따라 Fig.1에서와 같이 행하였다.

감자의 껍질을 벗기고 얇게 잘라서 250g을 취한 다음, 0.03M ascorbic acid와 1% polyethylene glycol을 함유하는 0.1M sodium phosphate buffer(pH6.5) 500ml에 넣는다. 이것을 4°C의 냉장고에 15시간

방치하여 균질화시킨 후 glass wool을 사용하여 여과시킨다. 여액을 취하여 10,000rpm에서 15분간 원심분리하였다. 상층액을 취하여 ammonium sulfate 30%로 처리한 다음 15시간 방치한다. 이것을 다시 10,000rpm에서 15분간 위와 같은 방법으로 원심분리하여 침전물은 제거하고, 상층액에 다시 ammonium sulfate를 80%로 처리한 다음 4°C의 냉장고에 15시간 방치하였다. 이것을 10,000rpm에서 15분간 원심분리한 다음 침전물에 0.01M sodium phosphate buffer (pH6.5)를 소량 가하여 녹인 뒤, 동일 완충액 400ml로 15시간 투석하였다. 이것을 10,000rpm에서 15분간 원심분리한 상층액을 효소액으로 하였으며 4°C의 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

효소활성의 측정

효소활성의 측정은 Zenin과 Park의 방법<sup>23)</sup>에 의했다.

효소반응액은 10mM의 catechol을 함유하는 0.01M sodium phosphate buffer(pH6.5) 2.9ml를 cell에 넣

고 water bath에서 37°C로 안정화시킨 후, 효소액 0.1ml를 가하여 전체 부피를 3.0ml로 하였다.

효소활성은 420nm에서 흡광도의 증가를 측정하여 구하였으며, 1분간에 효소 1ml당 흡광도 0.01의 증가를 1unit로 하였다.

#### 효소활성에 미치는 pH의 영향

pH에 따른 효소활성을 조사하기 위하여 McIlvaine buffer와 glycine-NaOH buffer로써 효소반응액의 pH를 3.0~9.0으로 조정하여 효소활성을 측정하였다.

#### 효소활성에 미치는 온도의 영향

water bath를 이용하여 효소반응액의 온도를 10°C~50°C로 각각 조정하여, 각 온도에서의 효소활성을 측정하였다.

#### pH 안정성

McIlvaine buffer와 glycine-NaOH buffer를 사용하여 pH를 3.0~10.0 범위에서 1단위 차로 각각 조정한 다음, 시험관에 효소액 1ml와 각 pH별 buffer 1ml를 합하여 40°C의 water bath에서 60분 반응시킨 후 pH6.5로 조정하고 이 액의 0.1ml를 취하여 효소활성을 측정하였다.

#### 열 안정성

열에 대한 안정성을 조사하기 위하여 40°C, 50°C, 60°C, 70°C로 조정된 water bath에 시험관을 넣어 예열시킨 뒤, 각 시험관에 효소액 10ml를 주입한 다음 10분마다 1ml씩 취하여 냉각시키고 이것의 0.1ml를 취하여 효소활성을 측정하였다.

#### 기질특이성

$\sigma$ -diphenol로서 catechol, (+)-catechin 및 chlorogenic acid를,  $m$ -diphenol로서 resorcinol을  $p$ -diphenol로서 hydroquinone을, trihydroxyphenol로서 pyrogallol 및 gallic acid를, monophenol로서 L-tyrosine를 각각 사용하여 감자 polyphenol oxidase에 대한 기질특이성을 조사하였다.

반응액은 0.01M sodium phosphate buffer(pH6.5)를 water bath 37°C에서 안정화시킨 다음, 각 기질의 농도가 5mM, 10mM, 20mM, 30mM이 되도록 하여 사용하였다.

#### 아황산염에 의한 효소의 활성저해 효과

감자 polyphenol oxidase의 아황산염에 의한 활성저해 효과를 알아보기 위하여, 현재 우리나라에서 식품첨가물로 허용되어 있는 아황산염 중에서 NaHSO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>·7H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>을 0.1mM, 5mM, 10mM, 15mM, 20mM, 25mM이 되도록 첨가하였다.

## 결과 및 고찰

#### 효소활성에 미치는 pH의 영향

반응액의 pH를 3.0에서 9.0까지 조정하여 그에 따른 감자 polyphenol oxidase의 활성을 조사한 결과는 Fig.2와 같다.

pH3의 용액에서 효소의 상대활성이 16%였으나 pH4의 용액에서는 상대활성이 급상승하여 84%가 되었다. pH4에서부터는 비교적 완만히 상승하여 pH6.5에서 상대활성이 가장 높게 나타났다. 따라서 감자 polyphenol oxidase의 최적 pH는 6.5로 볼 수 있다. pH7에서도 83%의 상대활성이 나타났으나 pH8에서는 24%로 급강하하였다.

최적 pH가 홍옥<sup>2)</sup>, 배<sup>6)</sup>, 복숭아<sup>10)</sup>, Mango<sup>24)</sup> 경우 각각 6.0, 6.2, 6.2, 5.6~6.0이라는 보고와 비교하여 볼 때, 본 감자 polyphenol oxidase의 최적 pH와 비슷하다고 볼 수 있다. 한편, 송이버섯<sup>25)</sup>, 포도<sup>8)</sup>에 있어서는 각각 4.0, 5.5라는 상당히 낮은 최적 pH가

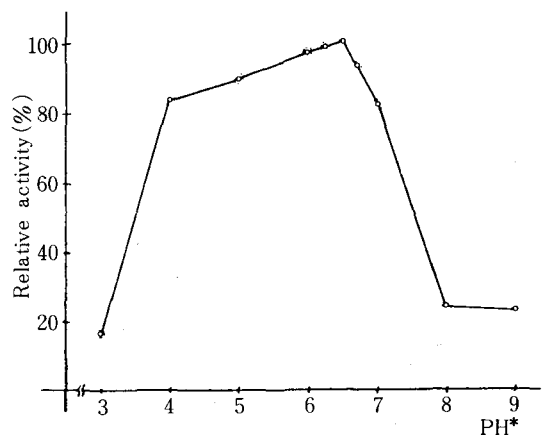


Fig. 2. Effect of pH on the activity of polyphenol oxidase.

\* pH 3~8: McIlvaine buffer  
pH 9: glycine-NaOH buffer

보고된 바 있다.

**효소활성에 미치는 온도의 영향**

반응액의 온도를 10℃에서 50℃까지 조정하여 감자의 효소활성을 조사한 결과 Fig.3과 같이 10℃에서 효소의 상대활성이 24%였고 20℃에서는 58%이었으며 30℃에서는 66%로 나타났다. 온도가 상승함에 따라 상대활성이 급격히 증가하여 37℃에서 가장 높았으며, 37℃를 넘어서면서 상대활성이 급격히 감소하기 시작하여 50℃에서는 상대활성이 40%로 떨어졌다.

위와같이 감자 polyphenol oxidase의 최적온도가 37℃로 나타난 결과는 홍옥<sup>2)</sup> polyphenol oxidase의 최적온도가 30℃, 포도· table beet<sup>8,26)</sup>가 25℃라는 보고와 비교하여 볼 때, 감자 polyphenol oxidase의 최적온도가 훨씬 높다는 것을 알 수 있다.

**pH 안정성**

Fig.4에서 보는 바와 같이 pH5에서 상대활성이 가장 크게 나타난 것으로 보아, 감자 polyphenol oxidase는 pH5에서 안정성이 가장 높다고 볼 수 있다. pH6에서도 80% 이상의 높은 상대활성을 나타내었으며 pH7, 8, 9에서도 72~75%의 상대활성을 보이므로써 비교적 안정하였으며, pH9 이후에서부터 안정성이 떨어지는 것으로 보인다.

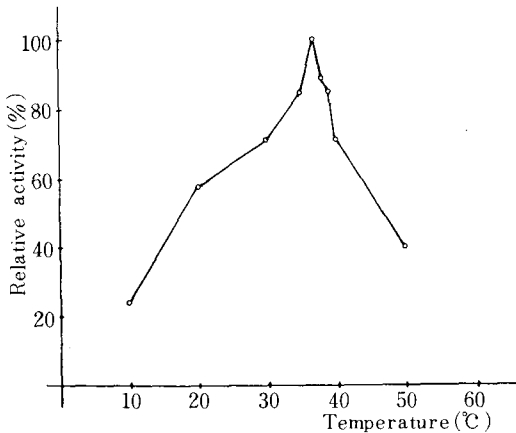


Fig. 3. Effect of temperature on the activity of polyphenol oxidase.

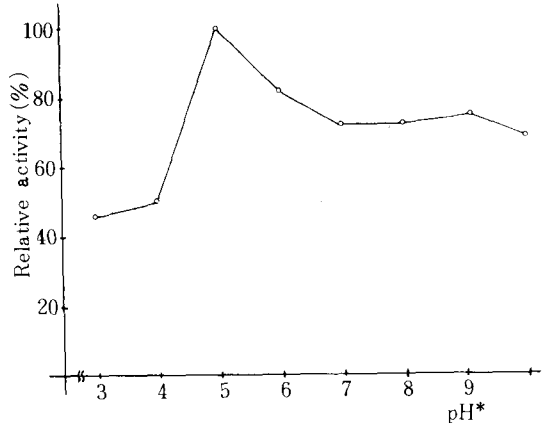


Fig. 4. Effect of pH on the stability of polyphenol oxidase.

\* pH 3~8 : McIlvaine buffer  
pH 9~10 : glycine-Na OH buffer

따라서, 감자 polyphenol oxidase는 pH5~9의 비교적 넓은 범위에서 안정성을 지닌다고 본다.

국광의 polyphenol oxidase는 pH4에서 가장 안정성이 컸으며, pH5에서 9까지도 상대활성이 80% 이상으로 나타남으로써 본 실험의 결과와 대체로 비슷하였다.

**열 안정성**

효소액을 40℃, 50℃, 60℃, 70℃로 각각 처리하여 10분마다 효소의 활성을 측정된 결과는 Fig.5와 같다.

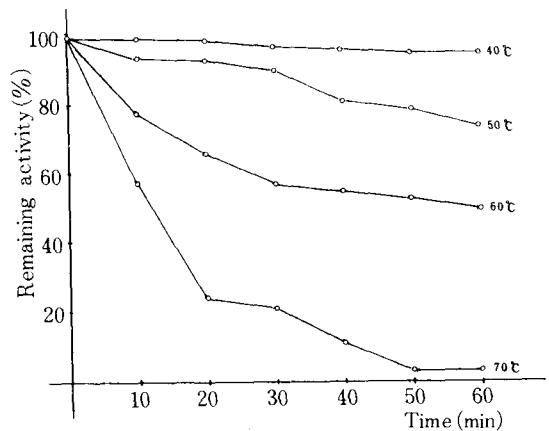


Fig. 5. Effect of temperature on the stability of polyphenol oxidase.

40℃에서는 60분이 경과한 후에도 95%의 잔존활성을 나타내어 매우 안정하였으며, 50℃에서는 30분 경과 후 90%, 60분 경과 후에도 74%의 잔존활성을 나타내어 비교적 안정한 것으로 나타났다. 60℃에서는 60분 경과 후 잔존활성이 50%로 감소되었으며, 70℃에서는 20분 경과 후에 벌써 24%로 감소되었다. 또한, 70℃에서 감자 polyphenol oxidase의 잔존활성을 50%로 감소시키는 데는 12분이 소요되었다.

polyphenol oxidase의 잔존활성을 50%로 감소시키는 데는 배<sup>7)</sup>의 경우 70℃에서 11.7분, table beet<sup>26)</sup>의 경우 70℃에서 6.8분, 국광<sup>12)</sup>의 경우 70℃에서 8분이라는 보고와 비교하여 볼 때, 감자 polyphenol oxidase의 열에 대한 안정성은 배와 비슷하였으며 table beet, 국광보다는 열에 대한 안정성이 큰 것으로 나타났다.

#### 기질 특이성

L-Tyrosine을 제외한 각 기질의 농도를 5~30mM로 조정하여 감자 polyphenol oxidase의 활성을 측정하였다. L-Tyrosine은 위의 농도에서는 용해되지 않아서 1mM에서 polyphenol oxidase의 활성을 측정하였다. catechol 10mM 농도에서의 감자 polyphenol oxidase의 활성도를 100으로 하여 그 상대활성을 Table 1에 나타내었다.

catechol에서는 농도가 증가함에 따라 활성이 약간씩 높아졌으나 그 밖의 기질에서는 어떤 상관관계도 찾아 볼 수 없었다. 따라서, 각 기질 10mM 농도에서 감자 polyphenol oxidase의 상대활성을 비

교해 보면, catechol보다 높은 상대활성을 가지는 기질로서 (+)-catechin과 chlorogenic acid를 들 수 있으며, 상대활성의 수치는 각각 202, 130으로 나타났다. 그 밖의 기질로서는, pyrogallol이 72%로서 비교적 높은 상대활성을 갖고 있으나, resorcinol, hydroquinone, gallic acid, L-tyrosine 등은 모두 낮은 상대활성을 가지는 것으로 나타났다.

따라서, 감자 polyphenol oxidase의 주 기질은  $\sigma$ -diphenol류로 생각되며, 이는 대부분의 과채류의 polyphenol oxidase에서 보고된 바와 일치한다<sup>7,8,10,27)</sup>.

#### 아황산염에 의한 효소의 활성저해 효과

아황산염에 의한 감자 polyphenol oxidase의 활성저해 효과를 알아본 결과는 Table 2와 같다.

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHSO}_3$ 를 각각 0.1mM의 농도로 첨가하였을 때는 감자 polyphenol oxidase의 상대활성이 모두 98%로서 억제 효과가 거의 없었으며, 1mM을 가하였을 경우에는  $\text{NaHSO}_3$ 의 상대활성이 36%로서 가장 낮게 나타났다. 반면에 5mM의 농도에서는  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가 14%로서 가장 낮은 상대활성을 나타냈다. 한편,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 에 있어서 0.1mM, 1mM 농도에서는 각각 98%, 93%로서 높은 상대활성을 나타내었으나 5mM의 농도에서 급격한 저하를 보여 14%의 상대활성을 나타내었다.  $\text{NaHSO}_3$  경우는 1mM의 농도에서 36%의 상대활성을 나타내어 갑작스러운 변화를 보였다. 그러나,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 는 비교적 점차적으로 상대활성의 수치가 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 감자 polyphenol oxidase의 활성이 완전히 억제되는 각 아황산염의 농도는  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 가 20mM,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가 15mM,  $\text{NaHSO}_3$ 가 25mM이었다.

이상과 같이, 첨가한 아황산염의 종류에 따라 po-

**Table 1. Substrate specificity of polyphenol oxidase**

Substrate	Concentration of substrate(mM)				
	1	5	10	20	30
Catechol	-	75	100	119	128
(+)-Catechin	-	199	202	178	-
Chlorogenic acid	-	140	130	-	-
Resorcinol	-	30	18	17	22
Hydroquinone	-	25	18	18	17
Pyrogallol	-	59	72	72	76
Gallic acid	-	2	11	11	11
L-Tyrosine	15	-	-	-	-

\*Values denote relative activity based on activity of 10mM concentration of catechol.

**Table 2. Effect of sulfites on the activity of polyphenol oxidase\***

Sulfite	Concentration of sulfite(mM)							
	0	0.1	1	5	10	15	20	25
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	100	98	55	45	25	12	0	-
$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	100	98	93	14	10	0	-	-
$\text{NaHSO}_3$	100	98	36	29	25	18	8	0

\*Values denote relative activity based on activity of 0mM concentration of sulfite.

lyphenol oxidase의 활성 억제 효과가 현저한 차이를 보이고 있다. 따라서 아황산염의 종류와 농도를 적절히 선택함으로써 식품첨가물로서 문제가 되고 있는 아황산을 식품의 갈변방지에 사용하는 데 있어서 더욱 효과적으로 사용할 수 있을 것이다.

### 요약

감자의 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변을 효과적으로 억제할 수 있는 기초자료를 얻고자, 남작(*Solanum, tuberosum* L.)으로부터 polyphenol oxidase를 분리하고 조정제하여 그것의 일반적인 성질을 조사하였으며, 현재 우리나라에서 식품첨가물로 인정된 아황산염에 의한 활성억제 효과를 조사한 결과 남작 감자 polyphenol oxidase(E.C.1.10.3.1)의 최적 pH는 6.5이었다.

본 효소의 최적온도는 37°C이었다. 본 효소의 pH에 대한 안정성은 측정 결과, pH5에서 가장 컸으며, pH5~9까지의 비교적 넓은 안정 범위를 가지는 것으로 보인다. 열에 대한 안정성은 40°C에서는 60분 경과 후에도 95%의 잔존활성을 나타내어 매우 안정하였으며, 50°C에서도 60분 후에 74%의 잔존활성을 나타내어 비교적 안정하였다. 또한 60°C에서는 60분 경과 후, 50%의 잔존활성을 나타내었으며, 70°C에서는 안정성이 급격히 저하되어 20분 후의 잔존활성이 24%였다. 남작 감자의 polyphenol oxidase의 기질 특이성은  $\sigma$ -diphenol류인 catechol, chlorogenic acid 및 (+)-catechin에 대한 활성이 상대적으로 큰 것으로 보아  $\sigma$ -diphenol 화합물이 주 기질인 것으로 생각된다. 6. 현재 우리나라에서 사용되고 있는 아황산염에 의한 남작 감자 polyphenol oxidase의 활성억제 효과를 알아본 결과,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHSO}_3$ 를 각각 0.1mM의 농도로 첨가했을 때에는 효소의 상대활성이 98%로서 활성 억제 효과가 거의 없었으며, 1mM의 농도에서는  $\text{NaHSO}_3$ 가, 5mM의 농도에서는  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가 각각 가장 낮은 상대활성을 나타내었다. 또한 polyphenol oxidase의 활성이 완전히 억제되는 아황산염의 농도는  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 가 20mM,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가 15mM 그리고  $\text{NaHSO}_3$ 가 25mM로 나타났다.

### 문헌

1. Mayer, A.M. and Harel, E : Polyphenol oxidase in plants, *phytochemistry*, **18**, 193(1979).
2. 정기택, 서승교, 송형익 : 홍옥 Polyphenol oxidase의 일반적 성질 및 활성 Band의 열안정성, 한국영양식량학회지, **13**, 397(1984).
3. Jolly, R.L.Jr., Nelson R.M. and Robb D.A. : The multiple forms of mushroom tyrosine, structural studies on the isoenzymes, *J.Biol. Chem.*, **8**, 3251(1969).
4. Jolly, R.L.Jr., Robb D.A. and Mason H.S. : The multiple forms of mushroom tyrosine, *J.Biol. Chem.*, **244**, 1593(1969).
5. 金田尙志 : Enzymatic browning reaction of the shiitake mushroom and its prevention(I), *營養と食糧*, **23**, 336(1970).
6. Rivas, N.D.J. and Whitaker, J.R. : Purification and some properties of polyphenol oxidase, *Plant Physiol.*, **52**, 501(1973).
7. Halim, D.H. and Montgomery, M.W. : Polyphenol Oxidase of d'anjou pears(*Pyrus communis* L.), *J. Food Sci.*, **43**, 603(1978).
8. Wissemann, K.W. and Lee, C.T. : Characterization of polyphenol oxidase from ravat 51 and niagara grapes, *J. Food Sci.*, **46**, 506(1981).
9. Galeazzi, A.M., Sagarbieri V.C. and Constantindes S.M. : Isolation purification and physicochemical characterization of polyphenol oxidase from of banana, *J. Food Sci.*, **46**, 150(1981).
10. Luh, B.S. and Phithapol, B. : Characteristics of polyphenol oxidase related to browning in cling peaches, *Sci.*, **37**, 264(1972).
11. Wong, T.C., Luh, B.S. and Whitaker, J.R. : Isolation and characterization of polyphenol oxidase isoenzymes of clingstone peach, *Plant Physiol.*, **48**, 19(1971).
12. 정기택, 서승교, 송형익 : 사과(Ralls Janet) polyphenol oxidase의 효소학적인 성질, 한국영양식량학회지, **12**, 316(1983).
13. 김동연 : 고려인삼 갈변물질의 항산화 효과, 한국농화학학회지, **24**, 167(1981).
14. 東野哲三 : 發育中の温州ミカンおよび鍾々カンキツ果實のトリヒドロキシベンゼン酸酵素活性, *營養と食糧*, **31**, 95(1978).
15. 東野哲三 : 發育中の温州ミカンおよび鍾々カンキツ果實のトリヒドロキシベンゼン, *日本農化學會誌*, **35**, 233(1979).
16. Suresh S. Patil and Milton Zucker : Potato phenolases, *J. Biol. Chem.*, **240**, 3938(1965).

17. Joslyn, M.A. and Ponting J.D. : Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruit products, *Adv. Food Res.*, **3**, 1(1951).
18. 식품첨가물공전, 한국식품공업협회(86. 9. 1 개정시행).
19. 동아일보, 1986. 7. 1.
20. Esen, A. and Soost R.K. : Polyphenol oxidase catalyzed browning of young shoot extracts of Citrous Taxa, *J. Am. Hort. Sci.*, **99**, 484 (1974).
21. Cash, J.N., Sistrunk W.A. and Stutts C.A. : Characteristics of Concord Grape polyphenol oxidase involved in juice color loss, *J. Food Sci.*, **41**, 1398(1976).
22. Kahn, V. : Polyphenol oxidase isoenzyme in avocado, *Phytochemistry*, **15**, 267(1976).
23. Zenin, C.T. and Park, Y.K. : Isoenzymes of polyphenol oxidase from high L-Dopa containing velvet bean, *J. Food Sci.*, **43**, 646(1978).
24. Park, Y.K. Sato, H.H., Almeida, D. and Moretti, R.H. : Polyphenol oxidase of mango, *J. Food Sci.*, **45**, 1619(1980).
25. 양희천 : 송이버섯의 polyphenol oxidase에 관하여, *한국농화학회지*, **26**, 41(1983).
26. Lee, C.Y. and Smith, N.L. : Blanching effect on PPO activity in Table Beets, *J. Food Sci.*, **44**, 82(1979).
27. Galeazzi, M.A.M. and Sgarbieri, V.C. : Substrate specificity and inhibition of polyphenol oxidase from drarf variety of banana, *J. Food Sci.*, **46**, 1404(1981).

(Received June 4, 1988)