

천연 추출물을 이용한 최소가공 양송이버섯 (*Agaricus bisporus* Sing)의 갈변저해 및 저장 중 품질특성

류정모 · 박연주 · 최소영 · 황태영 · 김일환* · 오덕환** · 문광덕
경북대학교 식품공학과, 서도BNI*, 강원대학교 바이오산업공학부**

Browning Inhibition and Quality Characteristics of Minimally Processed Mushroom (*Agaricus bisporus* Sing) Using Extracts from Natural Materials during Storage

Jeong-Mo Ryu, Yoen-Ju Park, So-Young Choi, Tae-Young Hwang, Deog-Hwan Oh and Kwang-Deong Moon

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

*Seodo BNI, Ansan, Kyunggeedo 425-100, Korea

School of Biotechnology and Engineering Kwangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

Various quality characteristics of minimally processed mushroom were measured to select appropriate browning inhibitor. The treatment of extracts from *Asparagi radix*, cassia and kiwi on mushrooms have a high effectiveness like ascorbic acid or cysteine, known as a good chemical antibrowning agent. As a results of physical quality characteristics of minimally processed mushroom during storage, 1% cysteine and *Asparagi radix* were highly effective on degree of browning. Total phenol content and polyphenol oxidase activity showed slight differences among the mushroom treated with each browning inhibitors, but it has gradually increased during storage. Thus, these results suggest browning inhibitors from natural materials can be alternatives to prevent browning on mushrooms instead of chemical browning inhibitors including ascorbic acid or cysteine, has been widely used for antibrowning agent.

Key words : minimal processing, mushroom, natural browning inhibitors

서 론

최소가공 채소류는 편이성과 경제성을 장점으로 하며, 1990년 초부터 미국과 유럽을 중심으로 급격한 신장속도를 이루고 있는 채소류의 소비형태로 채소류를 세척, 절단한 후 사용자나 소비자의 요구에 맞는 형태와 크기로 포장하여 유통, 판매하는 것을 말한다. 이러한 최소가공 제품의 제조를 위한 박피, 절단 등으로 신선 채소류는 품질 열화가 매우 빠르게 나타난다(1-2). 특히, 최소가공 제품의 품질 열화 중 발생하는 효소적 갈변은 절단면이나 박피 표면에서 일어나며 상품성에 매우 큰 영향을 미친다(3).

버섯은 독특한 맛과 향기를 지니고 있으면서 각종 영양소가 골고루 함유되어 있으며 유기산과 linoleic acid 등 불포화 지방산의 함량이 높아 영양적으로 매우 우수하다. 우리 나

라에서는 1935년 처음으로 표고버섯을 재배하기 시작하여 1980년 대비, 2000년도의 생산증가율이 900%에 이르고 있다(4,5). 또한, 편이식품에 대한 수요의 증가로 인해 신선절단 버섯의 필요성 역시 증대되고 있다. 즉, 고품질의 최소가공 버섯제품 관련 기술의 확립과 제품 생산으로 인해 샐러드 바, 소스, 피자나 햄버거를 위한 topping 등 외식산업에 이용될 수 있으며 이외에도 시장성은 매우 넓다. 한편 현대의 소비자 및 생산자들은 식품첨가물의 사용에 대해 회의적이므로 천연물 유래의 추출물을 이용하여 신선절단 버섯에 사용할 수 있다면 그 부가가치는 더욱 클 것이다.

버섯의 최소가공에 관한 연구로는 화학합성물로 처리하거나(6-10), 버섯의 갈변물질로 알려져 있는 tyrosinase(11)를 추출하여 여기에 갈변저해제를 처리한 결과가 보고되고 있는 반면 갈변저해능이 있는 천연물을 이용한 연구보고는 드문 상황이다.

따라서 본 연구에서는 최소가공버섯에 적합한 갈변저해제를 천연물로부터 얻어 그 영향을 조사하고 효과적인 갈변저해방안에 대해 모색하고자 화학합성물 및 한약재, 과채류로

Corresponding author : Kwang-Deog Moon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University 1370, Sankyuk-Dong, Daegu 702-701, Korea
e-mail : kdmoon@knu.ac.kr

부터 얻어진 추출물 등을 이용하여 양송이버섯을 대상으로 갈변저해효과를 조사하였으며 갈변저해제를 처리한 최소가공 버섯의 저장 중 품질특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 양송이버섯(*Agaricus bisporus* Sing)은 실험 당일 대구 소재 채래시장에서 구입하였으며, 구입 후 4℃에서 냉장 보관하면서 시료로 사용하였다.

천연 갈변저해제의 선정 및 추출

갈변저해능이 있다고 알려져 있는 ascorbic acid, citric acid, cysteine, sporix(서도BNI, 한국) 등의 화학물질로 먼저 갈변저해능을 조사한 후 이러한 갈변저해 성분을 다량 함유하고 있을 것으로 예상되는 천연물을 중심으로 선별하여 추출하였다. 또한 mushroom tyrosinase 활성 저해능이 큰 것으로 보고되고 있는 무순(*Raphanus sativus*), 레드 치커리(*Cichorium intybus*), 무(*Raphanus sativu*), 홍고추(*Capsicum annum*), 계피(*Cinnamomum cassia*) 등의 천연물(11)과 rhubarb, kiwi, orange 및 여러 가지 한약재 등(Table 1 참조)도 함께 추출하여 갈변저해능을 조사하고 갈변저해능이 뛰어난 품목을 선정하여 저장하면서 품질특성을 조사하였다.

채소류 혹은 과일류 등은 직접 동결건조하여 추출에 사용하였으며 건조물은 분쇄 후 18 mesh의 표준체를 통과하는 분말을 사용하였다. 건조분말 2 g을 100 ml의 증류수에 넣고 35℃의 진탕수조에서 2시간 동안 추출한 후 여과하여 갈변저해용 추출액으로 사용하였다. 여과된 추출액의 색이 천연물 자체의 색으로 인하여 버섯에 착색될 가능성이 있을 경우에는 활성탄에 통과시켜 색을 제거하고 그 여액을 추출액으로 사용하였다.

최소가공 처리 및 저장

시료를 5 mm 간격으로 종단면 방향으로 갖과 함께 절단하여 천연물 추출용액에 3분간 침지한 후, 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene; LDPE, 17.8 cm × 20.3 cm) 지퍼백에 넣어 밀봉한 후 4℃에서 15일간 저장하면서 갈변도 및 품질특성을 측정하였다.

중량감소율

중량감소율은 갈변저해제 처리 직후 LDPE 필름에 포장하여 초기중량에 대한 저장 후 측정된 중량의 변화값을 백분율로 나타내었다.

갈변도

시료의 절단면을 표준 백판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정한 colorimeter(Minolta, CR-200, Japan)를 사용하여 Hunter color의 L값을 측정한 후 다음과 같이 갈변도를 나타내었다.
Degree of Browning = $[(L_{\text{initial}} - L_{\text{measurement}}) / L_{\text{initial}}] \times 100$

Polyphenol oxidase의 활성

PPO의 활성측정은 각각 처리된 시료 10 g에 pH 6.8 인산완충액 20 ml를 넣고 빙냉하면서 마쇄하였다. 이렇게 마쇄한 액을 여과한 후 여액 0.2 ml와 0.1 M catechol 2.8 ml를 가하여 반응을 진행시키면서 420 nm에서 흡광도의 변화를 3 분간 측정하였다. 효소의 활성은 효소액 0.1 ml가 1분간에 0.001의 흡광도를 증가시킨 것을 1 unit로 하였다.

Total phenol 함량

Total phenol 함량측정은 Coseteng 등의 방법(12)에 준하여 실시하였다. 즉, 시료 5 g에 70% ethanol 100 ml를 가하여 마쇄한 후 4 시간동안 80℃ 진탕수조에서 진탕하여 이를 여과한 후 여액을 10 ml 정량 감압농축 하였다. 이렇게 얻어진 10 ml의 농축액 중 1 ml를 증류수 10 ml와 2 ml의 Folin-Ciocalteu reagent와 혼합하여 5 분간 방치한 뒤 다시 2 ml의 Na₂CO₃와 혼합하여 1시간동안 반응시킨 뒤, UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Australia)를 사용하여 640 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

갈변저해 물질의 선별

최소가공 버섯에 대한 갈변저해능을 가진 천연물을 선별하기 위하여 화학물질, 한약재 및 과채류로부터 얻어진 추출물을 버섯에 처리하여 25℃에서 저장하면서 그 갈변의 정도를 ΔL값으로 환산하여 Table 2에 나타내었다. 이 중 ascorbic acid, cysteine, 천문동, 계피, 키위 등의 갈변저해능이 우수하였고 갈변저해제로 처리한 후 약 9시간 이후부터 급격한 갈변이 진행되었다. EDTA 및 ascorbic acid 등을 처리하여 버섯의 갈변저해 정도를 살펴본 Sapers 등(1)의 연구 결과에서도 나타나듯 EDTA 처리구에서 50% 정도의 갈변저해 효과를 볼 수 있었고, 1% ascorbic acid 역시 좋은 갈변저해능을 나타내었으며 1% cysteine, 0.5% sporix, 천문동, 계피 그리고 키위에서도 뛰어난 갈변저해 효과를 볼 수 있었다.

Table 1. Browning inhibitors tested for inhibition of browning in minimally processed mushrooms

Browning inhibitor	English name	Scientific name	Concentration (%)
ascorbic acid			1, 2
citric acid			1, 2
sporix			0.5, 1
cysteine			1
EDTA	ethylenediamine tetraacetic acid		1
레몬	lemon	<i>Citrus lemon BURN</i>	2
키위	kiwi	<i>Actinidia chinensis Yanggao.</i>	2
자두	plum	<i>Prunus domestica</i>	2
감귤	orange	<i>Citrus aurantium</i>	2
녹차	green tea	<i>Camellia sinensis</i>	1, 2, 5, 10
피망	sweet pepper	<i>Capsicum annuum L. var. angulosum Mill</i>	2
참깨	sesame	<i>Sesamum indicum Linnaeus</i>	2
양배추	cabbage	<i>Brassica oleracea cvr. Capitata</i>	2
무순	radish sprout	<i>Raphanus sativus</i>	2
무	chinese radish	<i>Raphanus sativus</i>	2
양파	onion	<i>Allium cepa</i>	2
rhubarb	rhubarb	<i>Rheum rhabarbaricum L.</i>	2
천궁	cnidium officinale	<i>Cnidium officinale Makino</i>	2
황기	astragal radix	<i>Astragalus membranaceus Bunge</i>	2
산약	chinese yam, radix dioscorea	<i>Dioscorea japonica Thunberg</i>	2
감초	licorice root	<i>Glycyrrhiza uralensis Fisch</i>	2
당귀	dong quai, lovage	<i>Angelica gigas Nakai</i>	2
생강	ginger	<i>Zingiber officinale Rosc.</i>	2
백출	atractylodis rhizoma	<i>Atractylodes japonica Koidz.</i>	2
오약	linderae radix	<i>Lindera strychnifolia</i>	2
계피	cassia	<i>Cinnamomum zeylanicum Nees</i>	2
청피	mardarin orange peel	<i>Citrus unshiu Markovich</i>	2
향부자	coco grass	<i>Cyperus rotundus</i>	2
시체	persimmon	<i>Diospyros kaki Thunb. Var. domesticaq Mark</i>	2
지각	jigak	<i>Citrus aurantium</i>	2
진피	orange peel	<i>Citrus unshiu Markovich</i>	2
견궀	kuau vine, pueraria	<i>Pueraria thunbergiana Benth. Pueraria lobata</i>	2
목향	helenii radix	<i>Saussurea lappa clarke. Inula Helenium L.</i>	2
구기자	lycii fructus	<i>Lycium chinense Mill</i>	2
맥문동	creeping lily turf	<i>Liriope platyphylla Wang et Tang</i>	2
천문동	asparagi radix	<i>Asparagus cochinchinensis (Lour.) Merr.</i>	2
풋고추	hot pepper	<i>Capsicum annuum L.</i>	2

중량감소율

갈변저해 처리한 버섯을 4℃에서 15일간 냉장 저장하면서 중량변화를 측정하였다. 천연갈변저해제 처리에 따른 중량감소율은 Fig. 1과 같다. 갈변저해제의 종류에 따른 중량감소율의 차이가 나타났으며 저장 5일 경과 이후에 현저한 중량변화를 나타내었다. 특히 1% ascorbic acid와 계피 처리구에서 중량감소율이 가장 크게 나타났으며, 천문동 및 키위 처리구에서는 중량변화가 크지 않았다.

Table 2. Effect of browning inhibitors on browning in minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus*) during storage at 25℃

Browning inhibitors	Degree of browning ¹⁾			
	Storage time(hr)			
	3	6	9	24
Distilled water	15.87	22.41	21.22	23.37
1% ascorbic acid	2.27	3.39	2.63	2.59
1% citric acid	5.39	7.05	7.32	8.96
1% sporix	1.95	2.49	3.46	2.46
1% cysteine	1.15	0.94	0.65	2.39
1% EDTA	3.66	3.96	5.36	4.24
lemon	0.79	6.38	3.40	6.98
kiwi	5.34	5.02	4.09	2.65
plum	11.03	11.29	10.70	7.42
orange	4.08	5.15	4.15	3.83
1% green tea	8.41	9.18	7.41	5.17
2% green tea	9.15	7.81	6.50	5.87
sweet pepper	9.92	14.42	13.28	14.21
sesame	4.95	5.12	5.01	3.51
cabbage	9.12	14.38	15.01	16.89
radish sprout	16.19	17.55	21.17	23.26
chinese radish	10.03	11.73	10.08	23.32
onion	5.87	5.44	4.22	10.60
rhubarb	4.44	4.50	5.77	5.72
cnidium officinale	10.00	12.39	13.42	16.15
astragali radix	11.99	17.45	20.58	23.26
chinese yam	9.00	10.68	11.18	13.36
licorice	9.05	8.48	8.17	8.02
dong guai	12.42	14.82	13.91	15.93
ginger	5.26	6.76	7.17	8.10
atractylodis rhizoma	10.35	9.70	10.06	14.65
linderae radix	7.03	6.82	5.57	11.71
cassia	4.15	4.39	3.78	3.24
mardarin orange peel	7.99	6.03	7.02	7.20
coco grass	7.69	5.12	5.24	10.61
persimmon	4.25	2.75	5.84	11.86
jigak	7.04	5.25	6.44	9.95
orange peel	8.55	8.93	9.57	9.03
pueraria	3.73	1.59	4.52	10.32
helenii radix	3.31	1.59	0.37	10.72
lycii fructus	7.05	3.16	6.58	11.96
creeping lily turf	4.82	4.95	4.25	3.58
asparagi radix	3.81	3.72	2.59	2.38
hot pepper	19.10	19.42	19.87	22.89

¹⁾ Degree of Browning = [(L_{initial} - L_{measurement}) / L_{initial}] × 100

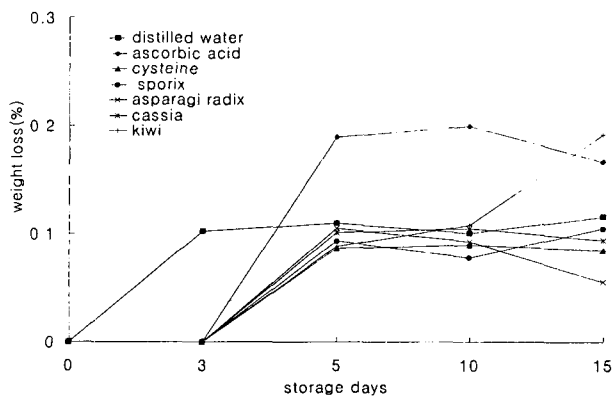


Fig. 1. Effect of browning inhibitors on weight loss in minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus*) during storage at 4°C.

Concentration of ascorbic acid and cysteine was 1%, sporix was 0.5%. 2 g of dried natural browning inhibitor was extracted with 100 ml of water at 35°C for 2 hr.

갈변도

천연갈변저해제를 처리한 최소가공 버섯의 갈변도는 저장 기간이 길어질수록 증가하는 것으로 나타났으며(Fig. 2) chemical 중에서는 1% cysteine이, 천연 갈변저해제로서는 천문동 추출물이 갈변억제 효과가 높았다. Saper(1)와 Braakama 등(2)은 1% ascorbic acid의 처리가 최소가공 버섯의 갈변방지에 효과적이라고 한 바 있으며 본 연구 결과에서도 1% ascorbic acid의 처리는 저장 초기에 있어서는 갈변도가 다소 증가하였으나 저장 2주 후부터 비교적 좋은 결과를 나타내어 이들의 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. Kiwi 추출물은 ascorbic acid와 유사한 경향이었으며 계피 추출물은 저장 초기에는 갈변저해능이 비교적 우수하였으나 저장 후기에 있어서는 갈변도 증가를 크게 억제하지 못하였다.

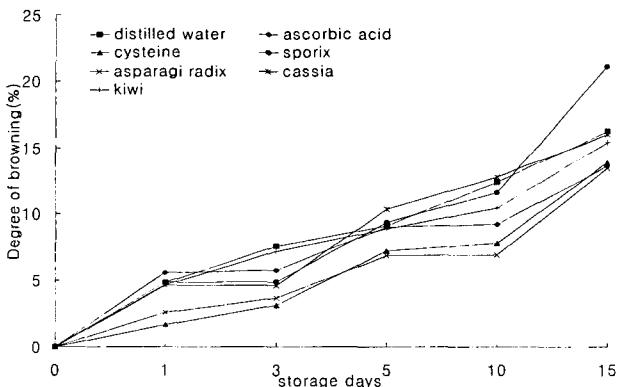


Fig. 2. Effect of browning inhibitors on degree of browning in minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus*) during storage at 4°C.

Concentration of ascorbic acid and cysteine was 1%, sporix was 0.5%. 2 g of dried natural browning inhibitor was extracted with 100 ml of water at 35°C for 2 hr.

Polyphenol oxidase 활성

Polyphenol oxidase활성은 색도와 함께 저장 중 과실, 채소류의 품질변화를 나타내는 중요한 척도로 사용된다(9,11). 갈변저해제 처리가 버섯의 저장 중 polyphenol oxidase 활성에 미치는 영향은 Fig. 3과 같다. 1% cysteine 처리구에서 꾸준한 PPO 활성의 증가가 나타난 반면 다른 처리구에서는 PPO 활성이 증가 후 감소하였다. 이런 결과를 보이는 것은 양송이 버섯 조직의 특성상 처리한 갈변저해제가 양송이 버섯의 내부 조직으로까지 흡수되지 못하고 표면에만 작용하여 저장 중 PPO 활성이 증가하는 것으로 보인다.

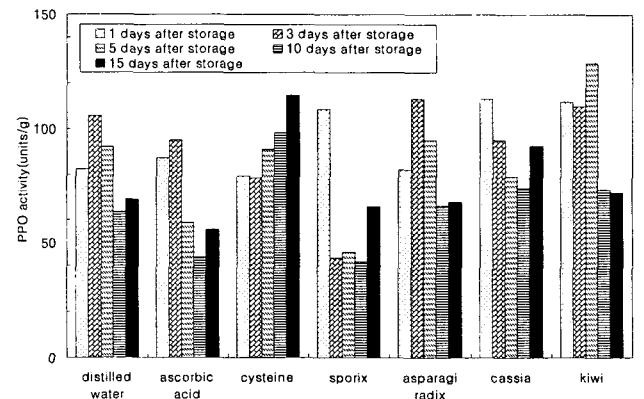


Fig. 3. Effect of browning inhibitors on polyphenol oxidase activity in minimally processed mushroom during storage at 4°C.

Concentration of ascorbic acid and cysteine was 1%, sporix was 0.5%. 2 g of dried natural browning inhibitor was extracted with 100 ml of water at 35°C for 2 hr.

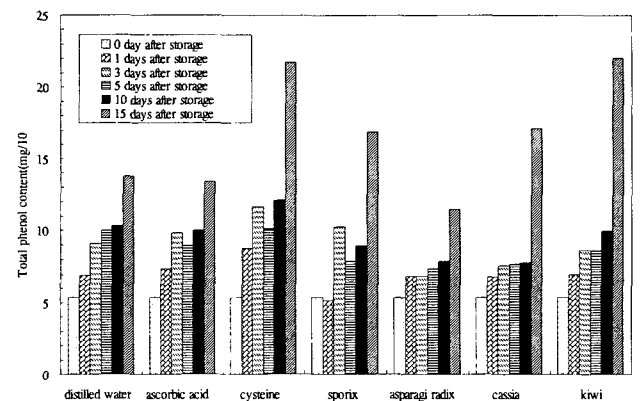


Fig. 4. Effect of browning inhibitors on total phenol content in minimally processed mushroom during storage at 4°C.

Concentration of ascorbic acid and cysteine was 1%, sporix was 0.5%. 2 g of dried natural browning inhibitor was extracted with 100 ml of water at 35°C for 2 hr.

Total phenol 함량

천연 갈변저해제의 처리에 따른 양송이 버섯의 저장 중

total phenol 함량은 전반적으로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 4). 1% cysteine, 1% ascorbic acid, 0.5% sporix, 계피 및 키위 처리구에서는 저장 15일 이후 오히려 대조구보다 더욱 높은 total phenol 함량을 나타내었으며 특히, 1% cysteine 처리구 및 키위 처리구에서는 저장 15일 이후 높은 total phenol 함량을 나타내었다. 천문동 처리구 역시 total phenol 함량이 점점 증가하는 경향을 나타내었으나, 저장 15일 이후 total phenol 함량이 가장 낮은 것으로 관찰되었다. 이러한 total phenol의 함량 증가는 내부 물질의 용출 및 PPO 활성의 감소 등과 관련이 있을 것으로 보인다(13,14).

요 약

고품질의 최소가공 버섯을 제조하기 위해 여러 가지 천연 갈변저해제를 양송이 버섯에 적용하여 최적의 천연 갈변저해제를 선발하고 선발된 천연 갈변저해제를 처리한 최소가공 버섯의 저장 중 품질특성 변화를 조사하였다. 천연 갈변저해제 중 천문동, 계피 및 키위 추출물이 우수하였다. 이들 선발된 갈변저해제를 처리한 최소가공 버섯의 저장 중 물리적 품질특성을 조사한 결과 갈변도에서는 1% cysteine과 천문동 추출물이 높은 저해효과를 나타내었다. 천연갈변저해제를 처리한 버섯의 PPO 활성이 저장 초기부터 높게 나타난 것은 갈변저해제가 양송이 버섯의 조직 내부로 흡수되지 못하기 때문으로 보여지며, 갈변저해제에 따른 총 페놀 함량의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 저장기간이 증가함에 따라 양송이 버섯의 총 페놀 함량이 증가하였다. 이러한 결과는 현재까지 갈변저해에 주로 이용되던 화학물질을 천연물 유래 갈변저해제로 대체 할 수 있음을 시사하는 것이다.

감사의 글

본 연구는 2001년 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며 연구비 지원에 감사를 드립니다.

참고문헌

- Sapers, G.M. (1993) Prevention of enzymatic browning in pre-peeled potatoes and minimally processed mushrooms. *Food Tech.* 47(10), 75-83
- Braaksma, A., Schaap, D.J., Schipper, C.M.A. (1999) Time of harvest determines the postharvest quality of the common mushroom *Agaricus bisporus*. *Postharvest Bioloby and Technol.* 16, 195-198
- Sapers, G.M., Miller, R.L., Miller, F.C., Cooke, P.H. and Chio, S.W. (1994) Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. *J. Food Sci.* 59(5), 1042-1047
- Hong, J.S., Kim, Y.H., Lee, K.R., Kim, M.K., Cho, C.I., Park, K.H., Choi, Y.H. and Lee, J.B. (1988) Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus sedodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J. Food Sci. Tech.* 20(1), 100-105
- Hong, J.S. and Kim, T.Y. (1988) Contents of free-sugars & free-sugaralcohols in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus sedodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J. Food Sci. Tech.* 20(4), 459-462
- Beelman, R.B., Barden, C.L. and Edwards, C.G. (1988) Total sulfur dioxide residuals in fresh mushrooms washed in sulfite solutions. *J. Food Protection*, 51, 903-909
- Mccord, F. D. and Kilara, A. (1983) Control of enzymatic browning in processed mushrooms *Agaricus bisporus*. *J. Food Sci.* 48, 1479-1483
- Coseteng, M.Y. and Lee, C.Y. (1987) Changes in apple poly-phenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52(4), 985-989
- Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M.C. and Lericci, C.R. (2001) Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Sci. & Technol.* 11, 340-346
- Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. *J. Sci. Food Agric.* 77, 282-286
- Jung, S.W., Lee, N.K., Kim, S.J. and Han, D.S. (1995) Screening of tyrosinase inhibitors from plants. *Korean J. Food Sci. Tech.* 27(6), 891-896
- Coseteng, M.Y. and Lee, C.Y. (1987) Change in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52(4), 985-989
- Hammond, J.B.W. (1979) Change in composition of harvested mushrooms *Agaricus bisporus*. *Phytochemistry*, 18, 415-418
- Wellelr, A., Sims, C.A., Matthews, R.F., Bates, R.P., and Brecht, J. K. (1997) Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *J. Food Sci.* 62(2), 256-260

(접수 2003년 1월 30일, 채택 2003년 2월 18일)