

효소처리에 의한 천도복숭아 음료의 기능성 증진

윤선주¹ · 이은탁¹ · 조준구¹ · 김덕진^{2*}

¹(주)바이오파머

²대구대학교 식품공학과

Effect of Enzyme Treatment on Functional Properties of Nectarine Beverage

Sun-Joo Youn¹, Eun-Tag Lee¹, Jun-Gu Cho¹, and Duk-Jin Kim^{2*}

¹Biofarmer Co. Ltd., Gyeongbuk 712-714, Korea

²Dept. of Food Science & Engineering, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea

Abstract

Nectarine beverage treated with cellulase and pectinase enzymes was measured for mineral contents, total flavonoids, and free amino acids and DPPH radical scavenging effect, nitrite scavenging effect. Total flavonoid contents of the no treatment, treated with pectinase, with cellulase, and with both measured 0.146 mg/mL, 0.167 mg/mL, 0.148 mg/mL and 0.171 mg/mL, respectively. DPPH was measured as 13.42% with no treatment and more than 28.98% with enzyme treatments. Nitrite scavenging effect with no treatment was 79% at pH 1.2. Whereas, it was measured above 90% while treated with enzymes at pH 1.2. And also, the nitrite scavenging effect was slightly higher at pH 3.0, pH 4.0 and pH 6.0 than no treatment. Results of free amino acids analysis revealed that, aspartic acid, serine, alanine, γ -aminobutylic acid, and glutamic acid were present with the amount ranging from 86.71% to 94.14% from total detected free amino acids. Ornithine and taurine were also observed from the beverages. The mineral contents, nitrogen element (T-N) of enzyme treatment of nectarine beverages were measured slightly higher than T-N of no treatment, however, the P₂O₅ was similar. Moreover, CaO, MgO and K₂O in the beverages were measured above 45 mg/L, 85 mg/L and 2,133 mg/L, respectively.

Key words: DPPH, free amino acids, nectarine beverage, nitrite scavenging, total flavonoid

서 론

승도 또는 승도라고 알려진 천도복숭아는 2,000년 전부터 심어온 것으로 알려져 있고 북반구와 남반구의 따뜻한 온대 지역에서 기른다. 나무 모양과 잎의 특징으로는 복숭아와 천도를 구별하기가 어렵지만 천도는 껍질에 털이 없어 복숭아보다는 자두와 더 닮았다. 두 열매의 단단한 핵과 알맹이는 모양이 비슷하고, 승도는 과육이 붉은색, 노란색, 흰색이고 비타민 A, C가 많다. 흔히 날것으로 먹거나 설탕절임, 잼, 파이로 만들어 먹는다(1).

우리나라에서 재배되는 품종으로 암킹(armking)과 천홍(天紅), 선광(鮮光), 수봉, 선프레(sunfre), 레드골드(redgold), 환타지아(fantasia) 등이 있다. 암킹은 과피가 진홍색이고 과육은 황색이며, 당도는 8~9 brix로 낮고 신맛이 강한편이다. 천홍은 당도가 12 brix로 높은 편이며, 신맛이 적다. 선광은 육질이 치밀하고 과즙이 많으며, 당도는 11.8 brix 정도이다. 수봉은 무게가 220~250 g으로, 천도품종 가운데서는 과실이 큰 편이며, 당도가 높고 신맛이 적어 다른 품종보다 맛이 좋다. 선프레는 과피가 얇고 육질이 유연하며 맛이 뛰어나

다. 영양 성분으로는 가식부(可食部) 100 g당 수분이 90.2%를 차지하며, 단백질 1.2 g, 지질 0.2 g, 당질 7.6 g, 섬유소 0.6 g, 회분 0.4 g, 칼슘 6 mg, 인 20 mg, 철 0.5 mg, 나트륨 2 mg, 칼륨 189 mg, 베타카로틴 12 μ g, 비타민 B1과 B2 각각 0.02 mg, 비타민 C 6 mg 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(2).

이와 같이 다양한 영양성분을 함유한 천도복숭아는 수확기에 집중적인 수확으로 다량의 원물이 출하되고 또한 그 신선도가 수확 후에 급격히 떨어지며 수확기에 저온 저장 유통이 필요하며, 이로 인한 생산능가의 부담이 증가하고 있다(3,4). 따라서 단시간에 공급과잉으로 수반되는 과잉 원물 또는 저급등급의 원물을 소진하여 적절히 수급을 조절할 수 있는 가공품의 개발이 FTA를 맞이하여 갈수록 심화되고 있는 생산능가의 수익과도 직결될 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 천도복숭아를 이용하여 개발된 음료의 유리아미노산 및 항산화성분과 같은 유용한 영양·기능성 물질에 대한 연구를 진행함으로써 앞으로 천도복숭아를 이용한 다양한 가공식품으로의 개발에 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

*Corresponding author. E-mail: djkim@daegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-6534, Fax: 82-53-850-6559

재료 및 방법

시료

레드골드(redgold) 품종의 천도복숭아를 분쇄하여 그대로 열수 추출한 것을 대조구로 삼았으며, 2가지의 효소제 pectinase, cellulase를 이용하여 pectinase만을 처리한 처리구, cellulase만을 처리한 처리구, pectinase와 cellulase를 혼합하여 처리한 처리구를 각각의 효소처리구로 하였다. 이를 가수와 함께 °Brix 당도 11(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 유기농 설탕으로 보정한 후에 95°C에서 30분간 가열 살균 후에 이들을 시험구로 사용하였다.

총 flavonoid 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Davis 변법(5)을 이용하였다. 즉 시료용액 1 mL에 diethylene glycol 10 mL, 1 N NaOH 1 mL를 넣고 강하게 진탕한 후 37°C 항온기에서 1시간 정치한 후 420 nm에서 흡광도(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 naringin(0.2 mg/mL)을 표준물질로 사용하여 표준곡선을 통하여 계산하였다.

전자공여능(DPPH radical 소거능) 측정

항산화활성을 측정하기 위하여 전자공여능(Electron donating abilities, EDA)을 측정하였는데 Blois의 방법(6)을 변형하여 측정하였다. 각 시료용액 1.0 mL에 0.2 mM의 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 1.0 mL를 넣고 교반한 후 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

아질산염 소거능

추출물이 발암성 nitrosamine 생성의 전구물질인 아질산염을 소거하거나 또는 분해하는 작용을 알아보기 위하여 Kato 등(7)의 방법으로 측정하였다. 즉 1 mM NaNO₂ 용액 1.0 mL에 일정농도의 시료 1.0 mL를 첨가하고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M citric acid buffer(pH 3.0, 4.2, 6.0)를 사용하여 반응 용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2 및 6.0으로 조정 한 다음 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응용액 1.0 mL에 2% acetic acid 5.0 mL를 첨가한 후 Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시킨 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 520 nm에서 비색 정량하여 아질산염 소거율을 계산하였다.

$$\text{Activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abc}}{\text{Abs}}\right) \times 100$$

Abc: Absorbance of No treated at 520 nm

Abs: Absorbance of treated sample at 520 nm

유리아미노산 함량

Youn 등의 방법(8)을 변형하여 실시하였다. 즉 일정량의 추출액에 에틸알코올을 75%가 되도록 가하여 균질화한 후 8,000 rpm에서 15분간 원심분리하고 얻은 상등액을 취한다.

동일한 방법으로 3회 반복하여 얻은 상등액을 모아서 감압 농축 건조하였다. 이를 0.2 N Lithium citrate buffer(pH 2.2)로 용해하고 SSA(5-sulfosalicylic acid dihydrate)를 2.5 mg/mL 농도로 첨가하여 녹인 후 4°C에서 90분간 반응시켰다. 이 용액을 Sep-Pak Plus C18 cartridge를 통과시켜 여과한 여액을 회수하여 다시 0.2 µm millipore filter로 여과하여 최종적으로 자동 아미노산 분석기(L-8800 AAA System, Hitachi, Tokyo, Japan)로 유리아미노산을 분석하였다.

무기원소 종류 및 함량 조사

추출액을 100°C에서 건조시켜 수분을 완전히 제거한 후 Kjeldahl 법에 준하여 유기물을 산화시킨 후에 시행한 후 ICP(Perkin-Elmer 2380, PerkinElmer, Massachusetts, USA)를 이용하여 P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo 및 B의 함량을 분석하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 Duncan의 다중검정법으로 p<0.05 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

총 flavonoid 함량과 전자공여능(DPPH radical 소거능) 측정

효소 처리구 별로 천도복숭아를 이용하여 제조한 천도복숭아 주스에 함유된 총 플라보노이드 함량과 항산화 활성 측정 즉 전자공여능(DPPH)을 측정하였고, 그 결과는 Table 1과 같다. 총 플라보노이드 함량은 대조구의 경우 0.146 mg/mL로 나타났으며, cellulase만을 처리한 처리구의 0.148 mg/mL와 유사하였으나 pectinase만을 처리한 처리구와 pectinase와 cellulase를 혼합하여 처리한 처리구의 경우 각각 0.167 mg/mL와 0.171 mg/mL로 대조구보다 높게 나타났다. 항산화작용 즉 전자공여능(DPPH) 조사한 결과는 pectinase만을 처리한 처리구의 경우 31.03%, cellulase만을 처리한 처리구의 28.98%, pectinase와 cellulase를 혼합하여 처리한 처리구의 31.18%로 조사되어 공히 대조구의 13.42%보

Table 1. Total flavonoid contents and DPPH radical scavenging activity of nectarine beverage treated with pectinase and cellulase

Treated enzyme	Total flavonoid content (mg/mL)	DPPH radical scavenging activity (%)
No treatment	0.146±0.008 ^{a1)}	13.42±0.40 ^a
Pectinase	0.167±0.008 ^b	31.03±1.01 ^c
Cellulase	0.148±0.008 ^a	28.98±0.96 ^b
Pectinase+Cellulase	0.171±0.004 ^b	31.18±1.07 ^c

¹⁾Means with the different superscripts in the column are significantly different (p<0.05, n=12).

Table 2. Nitrite scavenging effect of nectarine beverage treated with pectinase and cellulase

Treated enzyme	pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
No treatment	79.40±1.90 ^{h1)}	39.22±1.03 ^e	11.01±0.47 ^b	2.02±0.67 ^a
Pectinase	90.18±0.68 ⁱ	54.90±0.53 ^f	13.35±2.71 ^c	3.45±0.39 ^a
Cellulase	93.85±0.97 ^j	65.90±1.54 ^g	24.43±0.95 ^d	2.78±0.67 ^a
Pectinase+Cellulase	90.62±0.86 ⁱ	53.88±0.64 ^f	15.22±0.71 ^c	3.62±0.82 ^a

¹⁾Means with the different superscripts in the column are significantly different (p<0.05, n=12).

다 2배 이상의 활성을 나타내었다. 이러한 플라보노이드는 항균활성, 항산화효과 및 항염작용을 나타내고 있으며(9,10), 여러 종류의 종양세포의 성장 및 분화를 저해시키는 효과가 있다고 알려져 있다(11). 한편 이와 같은 플라보노이드의 함량은 추출 기원 시료들마다의 다양한 함량의 차이를 보이는데 이는 플라보노이드를 구성하고 있는 구성 물질과 총 플라보노이드 함량 간에 차이로 생각되어지고 있다(12). 또한 총 페놀함량(페놀성 화합물인 플라보노이드나 페놀산 그리고 안토시아닌 등의 총량)은 DPPH 라디칼 소거능으로 나타내는 항산화 활성과 밀접한 관계가 있고 일반적으로 항산화 활성이 증가하면 총 폴리페놀 함량도 증가하는 것으로 볼 수 있다고 보고한 Kim 등의 보고(13)에서와 같이 천도복숭아의 수소공여능 또한 페놀화합물과 상관관계가 있는 것으로 볼 때에 효소처리에 의해 제조된 천도복숭아 주스가 열수 추출에 의해 제조된 주스보다 높은 항산화기능이 유지될 수 있음을 유추할 수가 있었다.

아질산염 소거능

천도복숭아 추출물이 발암성 nitrosamine 생성의 전구물질인 아질산염을 소거하거나 또는 분해하는 작용을 pH 조건별 아질산염 소거 효과를 비교하기 위하여 Kato 등(7)의 방법으로 측정하였다(Table 2). 그 결과 대조구의 경우에는 아질산염 소거능이 pH 1.2에서 약 79%로 나타났으나 효소처리구들은 90%를 이상의 결과들을 보였으며, pH 3.0에서는 대조구의 경우 약 39%로 나타난 반면 효소처리구들은 50%를 상회하였다. pH 4.0에서도 대조구의 경우 약 11%이었으나 효소처리구들은 13~24%의 범위를 나타내었고, pH 6.0에서도 대조구의 경우 2%였으나 효소처리구들은 2.7~7.4%로 대조구에 비교하여 모두 높게 나타났다. 단백질성식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 아민류와 반응하여 nitrosamine을 생성하는 아질산염(14)은 채소류와 근채류 등에 많이 함유되어 있으며, 어떤 것은 2000 ppm까지 검출된다고 보고되어 있다(15). 한약으로 사용되는 약용식물에는 페놀성 화합물들이 다량 함유되어 있는데, 사람의 위내 pH와 같은 pH 1.2와 3.0에서 아질산염 소거율은 높고, pH 4.2와 6.0에서도 소거율은 잔존하나 pH 6.0에서는 거의 대부분이 페놀산의 아질산염 소거능이 없다고 보고와, 각종 페놀성 화합물이 산성조건에서 아민보다 더 경쟁적으로 아질산염과 반응하여 산화질소 혹은 질소와 같은 해가 없는 산물로 전환함으로써 니트로 소화반응을 강력하게 억제하는 것으로 보인다는 보고가 있다(16,17). 따라서 본 연구

에서 이러한 결과는 과실류의 아질산 소거능을 가진 물질이 pH 1.2에서 가장 크다는 Lee 등(18)의 보고와 Noh 등(19)의 보고와 같은 결과로 그 유효성을 추정케 하고 있다.

유리아미노산 분석

천도복숭아를 이용하여 제조한 주스의 유리아미노산 분석결과 aspartic acid, serine, alanine, GABA, glutamic acid 가 총 유리아미노산 검출량의 86.71%에서 94.14% 범위로 대부분의 유리아미노산을 구성하는 것으로 검출되었다(Table 3).

이들 중 GABA(γ -aminobutyric acid)는 포유류의 뇌 속에만 존재하는 특이한 아미노산으로, 고등동물의 중추신경계에서 억제작용을 하는 것으로 보아(20,21), 중추신경계의 억제적 화학전달 물질이라고도 생각되고 있고, 뇌기능을 정상화시켜주는 두뇌의 신경 전달 물질로 주로 두뇌와 눈에서 발견되고 있으며, 고혈압증, 당뇨병 등 생활 습관병을 예방

Table 3. Analysis of free amino acids of nectarine beverage treated with pectinase and cellulase ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$)

Amino acid	Treated enzyme			
	No treatment	Pectinase	Cellulase	Pectinase + Cellulase
P-Ser	3,637	4,016	3,306	1,970
Tau	69	0	1,988	1,307
Asp	28,171	13,014	51,808	11,944
Thr	7,506	6,684	7,184	4,417
Ser	26,719	16,147	16,668	11,117
Sar	1,064	733	1,047	436
a-AAA	1,423	1,438	1,384	766
Gly	1,940	1,480	2,065	1,089
Ala	44,067	31,266	29,278	19,458
Cit	1,355	968	1,179	841
a-ABA	219	0	508	18
Val	3,126	2,604	3,174	1,435
Met	439	677	932	162
Ile	524	644	796	400
Leu	864	936	883	447
Tyr	1,068	1,242	1,825	999
Phe	333	568	363	256
b-Ala	761	693	471	426
b-AiBA	358	118	198	111
GABA	25,721	16,711	14,583	10,061
Glu	542,363	369,669	445,667	321,086
Hylys	119	148	160	145
Orn	144	204	354	170
Lys	1,727	2,696	6,688	1,907
His	2,470	3,450	5,255	2,594
Ans	0	752	2,190	428
Arg	880	1,545	3,762	1,157

Table 4. The mineral contents of nectarine beverage treated with pectinase and cellulase (mg/L)

Treated enzyme	T-N	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Cu	Fe	Mn	Zn
No treatment	765	205	46	96	2444	20	0.316	0.628	0.700	0.624
Pectinase	837	224	51	93	2333	523	0.904	2.440	0.744	1.104
Cellulase	831	204	52	85	2134	264	0.660	0.580	0.692	0.864
Pectinase+Cellulase	836	207	41	87	2250	256	0.196	0.536	0.720	0.656

하거나 개선하고, 불면증, 우울증 등의 정신 안정 작용과 비만 억제 작용 등에 효과가 있는 것으로 알려져 근래 화제가 되고 있는 기능성 물질이다. 본 연구에서는 전체 유리아미노산의 2.27%에서 3.63%의 비율로 검출되었으며 열수추출의 경우에 그 양이 가장 많이 검출되었다. 또한 이러한 GABA는 뇌 속에서 glutamic acid로부터 glutamic acid decarboxylase(GAD)의 작용에 의하여 만들어지는데(22), 신경세포의 흥분을 억제하는 전달 물질로 알려져 있어 신경 안정에 효과가 크며, 뿐만 아니라 혈압강하 작용과 이뇨 작용, 비만 억제 작용 등도 한다는 것이 알려지면서 생활 습관병을 예방하거나 개선할 수 있는 기능성 물질로 각광을 받고 있는데(23-25), 이러한 GABA의 전구물질인 glutamic acid가 69.25%에서 78.91%로 가장 많은 양이 검출되었는데 두 가지 효소를 복합 처리한 효소처리구에서 가장 많이 검출되었다.

Ornithine은 혈중 암모니아 농도에 영향을 주며 이뇨작용에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 그 전구체인 arginine으로부터 생성되는 것으로 알려져 있다. 이러한 두 유리아미노산이 각각 0.02%에서 0.06% 정도와 0.12%에서 0.53% 정도로 검출이 되었다. 이러한 결과는 cellulase만을 처리한 시험구에서 가장 높게 검출이 되었다.

또한 주된 생리작용으로 담즙 생성, 콜레스테롤 농도 조절, 이온의 세포막 투과성 조절, 항산화 작용, 과도한 신경 흥분 억제 등의 기능을 가진 taurine이 천도복숭아 열처리구에서는 100 mL당 69.10 µg로 검출이 되었고 cellulase 처리구에서는 1987.59 µg이 두 가지 효소를 복합 처리한 효소처리구에서는 1307.44 µg이 각각 검출이 되었으며, 효소제를 처리한 경우에서 taurine의 유리 농도가 상당히 증가하는 것을 고려할 때 효과적인 taurine의 추출법으로 생각되었다.

이상의 가공품질 특성의 결과를 바탕으로 고려할 때 효소처리구가 단순히 열수추출 처리한 대조구보다 주스로서의 물리적인 품질 가치뿐만 아니라 과즙의 기능성 측면에서도 더 효과적인 것으로 생각되어진다.

무기원소 종류 및 함량 조사

Ca, Mg 등의 각종 무기원소 함량 조사의 결과는 Table 4와 같다. 전체적인 무기질의 함량은 식품성분표(26)와 비교할 때 유사한 경향을 보였으며, 질소성분(T-N)의 경우 대조구에 비해 효소처리구가 다소 높게 나왔으며, 인성분(P₂O₅)의 경우는 대조구와 비슷한 결과를 보였다. 복숭아는 칼슘과 마그네슘을 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있는데(26), 본 연구에서도 칼슘성분(CaO)의 경우 45 mg/L 이상의 함유

로 높은 농도로 검출되었으며, 대조구에 비해 3배 효소처리구가 다소 낮게 나타났다. 마그네슘성분(MgO)의 경우에는 85 mg/L 이상의 농도를 보여 역시 높은 함유를 보였으며, 대조구에 비해 효소처리에서 다소 떨어지는 경향을 보였다. 칼륨성분(K₂O)의 경우에는 2,133 mg/L 이상의 농도를 보여 역시 상당히 높은 함유를 보였으며, 마그네슘의 경우와 같이 대조구에 비해 효소처리에서 다소 떨어지는 경향을 보였다. 나트륨성분(Na₂O)의 경우에는 효소처리구에서 대조구에 비해 최고 20배 이상이 검출되었다. 기타 미량원소들로 Mn과 Zn의 경우 대조구와 효소처리구 간에 미량적 변화는 있으나 큰 차이는 보이지 않았으며, Cu와 Fe의 경우는 pectinase만을 처리한 처리구와 pectinase와 cellulase를 혼합하여 처리한 처리구가 대조구에 비해 상당히 높은 함량을 보였다.

요 약

본 연구에서는 효소 처리에 의하여 제조한 천도복숭아 주스에 함유된 총 플라보노이드 함량은 대조구의 경우와 cellulase만을 처리한 처리구의 경우 각각 0.146 mg/mL, 0.148 mg/mL로 유사하였으나 pectinase만을 처리한 처리구와 pectinase와 cellulase를 혼합하여 처리한 처리구의 경우 각각 0.167 mg/mL와 0.171 mg/mL로 대조구보다 높게 나타났다. 항산화작용, 즉 전자공여능(DPPH) 조사한 결과는 효소처리구들이 대조구의 13.42%보다 높은 28.98% 이상으로 2배 이상의 활성을 나타내 효소처리에 의해 제조된 천도복숭아 주스가 열수추출에 의해 제조된 주스보다 높은 항산화기능이 유지될 수 있음을 유추할 수가 있었다. pH 조건별 아질산염 소거 효과를 비교하여 본 결과 대조구의 경우에는 아질산염 소거능이 pH 1.2에서 약 79%로 나타났으나 효소처리구들은 90%를 이상의 결과들을 보였으며, pH 3.0, pH 4.0, pH 6.0에서도 대조구의 경우보다 높게 나타났다. 천도복숭아를 이용하여 제조한 주스의 유리아미노산 분석결과 aspartic acid, serine, alanine, GABA, glutamic acid가 총 유리아미노산 검출량의 86.71%에서 94.14% 범위로 대부분의 유리아미노산을 구성하는 것으로 검출되었으며, ornithine과 taurine 또한 검출이 되었다. 각종 무기원소 함량 조사의 결과는 질소성분(T-N)의 경우 대조구에 비해 효소처리구가 다소 높게 나왔으며, 인성분(P₂O₅)의 경우는 대조구와 비슷한 결과를 보였으며, 칼슘성분(CaO)의 경우 45 mg/L 이상의 마그네슘성분(MgO)의 경우에는 85 mg/L 이상의

농도를 보여 역시 높은 함유율을 보였으며, 칼륨성분(K₂O)의 경우에는 2,133 mg/L 이상의 농도를 보여 역시 상당히 높은 함유율을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 지식경제부 지역산업기술개발사업(지역연계기술개발사업, 과제번호: 70004606)의 기술개발연구비의 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Britannica online http://preview.britannica.co.kr/bol/topic.asp?article_id=b13s1456a. Encyclopaedia Britannica online Korea.
2. EnCyber. http://www.encyber.com/search_w/ctdetail.php?gs=ws&gd=&cd=&d=&k=&inqr=&indme=&p=1&q=%C3%B5%B5%B5%BA%B9%BC%FE%BE%C6&masterno=805348&contentno=805348. EnCyber Doosn Corporation.
3. Park JD, Hong SI, Park HW, Kim DM. 1999. Modified atmosphere packaging of peaches (*Prunus persica* L. Batsch) for distribution at ambient temperature. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1227-1234.
4. Lee DS, Koo YJ, Shin DH, Thorpe RH. 1981. Storage trial of preliminary processed peach. *Korean J Food Sci Technol* 13: 219-226.
5. KFN. 2000. *Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition (Nutrition part)*. The Korean Society of Food Science and Nutrition. Hyoil, Seoul, Korea. p 285-286.
6. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
7. Kato H, Lee IE, Chuyen NV. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
8. Youn SJ, Kim G, Jeong YJ. 2003. Extract characteristics of old pumpkin on enzyme treatment. *Korean J Food Preserv* 10: 302-307.
9. Lim DK, Choi U, Shin DH. 1996. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 83-89.
10. Park SS, Yu KH, Min TJ. 1998. Antioxidative activities of extracts from fruiting bodies of mushrooms. *Korean J Mycology* 26: 69-77.
11. Lee JM, Son ES, Oh SS, Han DS. 2001. Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. *Korean J Dietary Culture* 16: 504-514.
12. Lee MH, Jo D, Yoon SR, Lee GD. 2007. Physicochemical properties of functional herb mixtures. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1571-1577.
13. Kim MS, Kim KH, Yook HS. 2009. The effects of gamma irradiation on the microbiological, physicochemical and sensory quality of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv Dangeumdo). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 364-371.
14. Do JR, Kim SB, Park YH, Park YB, Kim DS. 1993. The nitrite scavenging effects by the component of traditional tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 25: 530-534.
15. Wite JW. 1975. Relative significance of dietary sources of nitrates and nitrite. *J Agric Food Chem* 23: 886-891.
16. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
17. Park YB, Lee TG, Kim WK, Do JR, Yeo SG, Park YH, Kim SB. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J Food Sci Technol* 27: 124-128.
18. Lee SJ, Shin JH, Chung MJ, Sung NJ. 2000. Effect of natural foods on the inhibition N-nitrosodimethylamin formation. *J Fd Hyg Safety* 15: 95-100.
19. Noh KS, Yang MO, Cho EJ. 2002. Nitrite scavenging effect of Umbelliferaeaceae. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 8-12.
20. Watanabe M, Maemura K, Kanbara K, Tamayama T, Hayasaki H. 2002. GABA and GABA receptors in the central nervous system and other organs. *Int Rev Cytol* 213: 1-47.
21. Li K, Xu E. 2008. The role and the mechanism of gamma-aminobutyric acid during central nervous system development. *Neurosci Bull* 24: 195-200.
22. Satyanarayan V, Nair PM. 1990. Metabolism enzymology and possible roles of γ -aminobutyrate in higher plants. *Phytochem* 29: 367-375.
23. Mody I, Dekoninck Y, Otis TS, Soltesz I. 1994. Bringing the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci* 17: 517-525.
24. Oh SH, Oh CH. 2003. Brown rice extracts with enhanced levels of GABA stimulate immune cells. *Food Sci Biotechnol* 12: 248-252.
25. Oh CH, Oh SH. 2004. Effect of germinated brown rice extract with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *J Med Food* 7: 19-23.
26. Rural Development Administration. 1991. *Food ingredient analysis table*. 4th ed. Rural Nutrition Institute. p 84-85.

(2010년 5월 25일 접수; 2010년 6월 24일 채택)