J Korean Soc Food Sci Nutr
43(11), 1731~1736(2014)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.11.1731

산야초 발효액의 품질 특성

안유복 · 강경명 · 김진학 · 박나영 · 이신호
대구가톨릭대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Fermented Wild Grass Juice

Yoo-Bok Ahn, Kyoung-Myoung Kang, Jin-Hak Kim, La-Young Park, and Shin-Ho Lee
Department of Food Science & Technology, Catholic University of Daegu

ABSTRACT The quality characteristics, enzyme activity, and antioxidative activity of fermented wild grass juices were investigated during fermentation and ripening for 6 months. Fermented wild grass juice was prepared from wild grasses (*Oenothera biennis*, *Portulaca oleracea*, and *Rhus verniciflua*) and sugar. Wild grasses and sugar mixed at the same ratio (1:1, w/w) and ripened at 20°C for 3 months after fermentation for 3 months at 20°C. The °Bx of all fermented wild grass juices (FWGJ) decreased during fermentation. The pH of all FWGJ decreased gradually during fermentation and did not show any significant difference during ripening. Viscosity of FWGJ increased during fermentation but decreased during ripening periods in all tested samples. Total viable cell of FWGJ decreased after fermentation for 1 month, whereas lactic acid bacteria were not detected during fermentation. Enzyme activity was lower than 1 unit during fermentation and ripening period in all tested FWGJ samples. Enzyme activity of commercial FWGJ (*Acanthopanax sessiliflorum*, *Oenanthe javanica*, *Plantago asiatica* L., *Platycodon grandiflorum*, *Orostachys japonicus* A.) showed lower activity of 1 unit following invertase, cellulase, and amylase activity.

Key words: wild grass, antioxidant activity, quality characteristics, phenolic compounds, fermentation

서 론

현대사회는 경제성장과 더불어 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아져 천연물을 이용한 식품에 대한 선호도가 높아지고 있어 이와 관련된 제품 개발이나 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다. 생리활성을 갖는 다양한 천연물의 활용은 주로 유기용매로 특정성분을 추출하여 여러 가지 생리활성을 가지는 물질 탐색에 대한 연구와 그 활용에 관한 연구가 주를 이루고 있고, 이를 활용하여 기능성 식재료뿐만 아니라 천연 의약품 개발에 집중되고 있다(1,2). 여러 가지 산야초는 산이나 들에 자생하는 풀로 풍부한 비타민과 무기질, 생리활성 물질들로 인한 효능을 인정받아, 예로부터 한의학 및 민간요법에서 식품, 기호음료 등으로 널리 통용되어 왔다(3). 발효액은 야생의 약용식물에 당을 첨가한 후 숙성과정을 통해 제조된다. 이때 식물 자체에 함유하고 있는 여러 가지 효소가 활성화되어 식물체의 성분들이 소화, 흡수되기 쉬운 형태로 전환되며(4), 다양한 연구들이 발표됨에 따라 발효식품의 인기가 점점 높아지고 있다(5-7). 그러나 최근 여러 가지 산야초나 식물의 열매 등을 설탕과 1:1의 비율로 혼합하여 상온에서 일정기간 경과 후 생성된 침출액을 효소라는 명칭으로 통용되어 정상적인 다양한 유통과정을 통하여 시판되고 있다. 이는 발효액의 올바른 명칭이나 성분 분석 및 항산화 활성 등 식품학적 특징에 관한 정확한 검증 없이 마치 효소로 오인하여 음식에 첨가하거나 건강식품으로 음용되고 있는 실정이다. 달맞이꽃에는 불포화 오메가 지방산인 감마리놀렌산(γ-linolenic acid)을 비롯하여 리놀산(linoleic acid) 및 올레익산(oleic acid)과 같은 성분들이 다량 포함되어 있어 항염 작용을 비롯한 고혈압, 항균, 항암과 같은 여러 활성을 나타낸다고 알려져 있으며(8), 옻은 수피에 존재하는 urushiol의 강한 항산화작용과 목질부에 알레르기를 유발하지 않는 플라보노이드와 페놀계 화합물이 60~65% 존재하며, 항산화 작용, 항염증, 항균 작용 등이 보고되고 있다(9). 또한 오행초는 오메가-3 지방산이나 norepinephrine, dopamine, 펙틴질을 포함한 수용성 다당류나 알칼로이드 성분 등의 다양한 유용 성분들을 함유하고 있고, 항암, 항균, 항염증 등의 연구가 보고되고 있다(10). 따라서 본 연구는 현재 '효소'로 통용되고 산야초 관련 제품에 대한 식품학 관련 용어의 오용을 방지하고 산야초 발효액의 식품학적 특징을 구명하기 위하여 현행 일반에서 통용되고 있는 효소액으로 지칭되는 제품의 제조 방법을 사용하여 산야초 발효액을 제조한 후 그 특징을 조사하고, 현재 시판되고 있는 산야초 효소제품을 직접 구입하여 이들의 효소

Received 16 July 2014; Accepted 26 August 2014
Corresponding author: Shin-Ho Lee, Department of Food Science & Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-702, Korea
E-mail: leesh@cu.ac.kr, Phone: +82-53-850-3217

활성과 식품학적 특징을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

산야초는 달맞이꽃(*Oenothera biennis*), 오행초(*Portulaca oleracea*), 옻나무 잎(*Rhus verniciflua*)을 대구 근교의 산과 들에서 채취하여 시료로 사용하였고, 설탕은 시판되고 있는 백설탕(CJ Co., Seoul, Korea)을 사용하였다.

시판 산야초 발효제품은 각 산야초와 설탕을 1:1로 혼합하여 상온에서 3개월 동안 정치시킨 후 침출액만 취하여 1년 동안 상온에서 숙성시킨 효소액으로, 시판되는 제품인 오가피(*Acanthopanax sessiliflorum*), 미나리(*Oenanthe javanica*), 질경이(*Plantago asiatica* L.), 도라지(*Platycodon grandiflorum*), 와송(*Orostachys japonicus* A.)을 구입하여 사용하였다.

산야초 발효액의 제조 및 숙성

산야초 발효액 제조는 Kim 등(11)의 방법을 변형하여 달맞이꽃, 오행초, 옻나무 잎을 세척하고 물기를 제거한 후 각 원료 2 kg에 설탕 2 kg을 첨가하여 옹기에 담은 후 20°C로 유지된 항온실에서 주 3회씩 뒤적여 호기적 상태를 유지하면서 3개월 동안 유지시켰다. 이와 같이 3개월 동안 발효시킨 발효액을 원심분리기(Model 5810 R, Eppendorf, Hamburg, Germany)를 사용 4,000 rpm으로 10분간 원심분리 및 여과한 후 잔사는 버리고 발효액만 옹기에 담아 20°C에서 3개월간 숙성시켰다.

pH, 산도, 당도, 점도 측정

발효액을 원심분리, 여과한 후 상등액을 pH는 pH meter(ORION 410A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA), 당도는 당도계(N-1E, ATAGO, Tokyo, Japan), 점도는 점도계(LVDV-Ⅱ, Brookfield Engineering Lab Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 Spindle 18번으로 20°C에서 측정하였으며, 산도는 0.1 N NaOH를 이용하여 pH가 8.3이 될 때까지 소비된 NaOH 양을 젖산량으로 환산하였다.

미생물수 측정

발효액의 미생물수는 0.1% 펩톤수를 이용하여 적정 희석한 후 총균수는 plate count agar(PCA, Difco, Detroit, MI, USA), 효모와 곰팡이 수는 potato dextrose agar(PDA, Difco), 대장균군수은 violet red bile agar(VRBA, Difco)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 나타난 colony를 계수하여 CFU(colony forming unit)/mL로 나타내었다.

효소 활성 측정

효소 활성 측정은 발효액을 원심분리 한 후 상등액 2 mL에 메탄올 8 mL를 가하여 다시 원심분리 하였다. 이후 침전물에 10 mL의 정제수를 가하여 침전물을 용해시킨 다음 원심분리 한 상등액을 효소 활성 측정용 시료로 사용하였다. Amylase는 1% soluble starch를 기질로 사용하여 40°C에서 30분간 사용하였고, invertase와 cellulase는 1% sucrose와 0.5% CMC(carboxymethyl cellulose)를 각각 기질로서 사용하여 40°C에서 30분간 반응시켰다. 이때 효소 단위는 반응액의 glucose 함량을 측정하여 1분간 1 μg의 glucose를 생성하는 효소의 양을 1 unit로 하였다(12).

폴리페놀 함량 측정

발효액을 95% 에탄올로 100배 희석한 후 원심분리 및 여과하여 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis법(13)에 따라 시료 1 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 후, 7.5% Na_2CO_3 1 mL를 가한 다음 암소에서 1시간 동안 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 tannic acid를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

DPPH radical 소거능 측정

시료를 95% 에탄올로 100배 희석한 후 원심분리 및 여과하여 시료로 사용하였다. DPPH radical 소거능의 측정은 Blois의 방법(14)을 변형하여 시료 0.4 mL에 0.4 mM DPPH 에탄올 용액 0.8 mL를 진탕 혼합하고, 10분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하여 아래 계산식에 준하여 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging ability (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하였으며, 평균치 간의 유의성은 SPSS system(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (version 12.0)를 이용, $P<0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

결과 및 고찰

산야초 발효액의 물리화학적 특성의 변화

산야초(달맞이꽃, 오행초, 옻)와 설탕의 비율을 1:1(w/w)로 혼합한 발효액의 20°C에서 6개월간 발효와 숙성 중의 물리화학적 특성 변화는 Table 1과 같다. 당도는 모든 발효액에서 발효기간이 경과함에 따라 감소하였으며 숙성기간에 따른 뚜렷한 변화는 나타내지 않았다. 이는 발효기간 동안 설탕에 의한 삼투압 작용으로 산야초의 수분이 용출되어 발효액의 당도가 낮아지는 것으로 판단되며, 숙성기간 중에는 용출현상이 나타나지 않아 당도의 뚜렷한 변화는 나타나

Table 1. Changes in physiochemical properties of fermented wild grass juices during fermentation and ripening periods

	Group[1)]	Fermentation period (months)			Ripening period (months)		
		1	2	3	1	2	3
°Bx	OB	61.90±0.00^{cD}[2)]	61.20±0.20^{bC}	60.30±0.10^{cA}	60.30±0.10^{cA}	60.60±0.00^{cB}	60.20±0.00^{cA}
	PO	61.00±0.00^{bF}	59.00±0.00^{aE}	57.90±0.10^{aA}	58.00±0.00^{bB}	58.60±0.00^{aD}	58.20±0.00^{bC}
	RV	59.80±0.00^{aF}	59.00±0.00^{aE}	58.20±0.00^{bC}	57.20±0.00^{aA}	58.80±0.00^{bD}	57.90±0.00^{aB}
Viscosity (cps)	OB	94.30±0.10^{cA}	128.70±1.15^{cD}	164.70±0.30^{cF}	129.90±0.90^{cE}	112.05±0.15^{cC}	107.25±0.15^{cB}
	PO	43.65±0.15^{aA}	48.00±0.00^{aC}	54.15±0.15^{aF}	51.70±0.10^{aE}	50.25±0.15^{aD}	45.60±0.00^{aB}
	RV	67.55±0.05^{bA}	74.20±0.00^{bB}	112.10±0.30^{bF}	98.50±0.20^{bE}	83.30±0.20^{bD}	76.55±1.35^{bC}
pH	OB	6.33±0.09^{bE}	4.25±0.09^{aD}	4.14±0.06^{aCD}	4.04±0.02^{aC}	3.91±0.01^{aB}	3.78±0.04^{aA}
	PO	6.94±0.04^{cF}	5.04±0.04^{cE}	4.82±0.02^{cD}	4.72±0.02^{cC}	4.64±0.03^{cB}	4.56±0.02^{cA}
	RV	6.11±0.02^{aF}	4.65±0.08^{bE}	4.53±0.01^{bD}	4.43±0.02^{bC}	4.36±0.03^{bB}	4.23±0.01^{bA}
Titratable acidity (%)	OB	0.26±0.01^{cA}	0.37±0.00^{cB}	0.38±0.00^{cB}	0.44±0.02^{cD}	0.40±0.01^{cC}	0.38±0.00^{cB}
	PO	0.16±0.00^{aA}	0.19±0.00^{aB}	0.20±0.00^{aC}	0.27±0.01^{aF}	0.26±0.01^{aE}	0.25±0.01^{aD}
	RV	0.22±0.00^{bA}	0.27±0.00^{bB}	0.30±0.01^{bC}	0.32±0.00^{bE}	0.31±0.00^{bD}	0.31±0.01^{bD}

[1)]OB: *Oenothera biennis*, PO: *Portulaca oleracea*, RV: *Rhus verniciflua.*
[2)]Means within each column (a-c) and row (A-F) with different superscript letters are significantly different (P<0.05).

지 않은 것으로 판단된다. 점도는 발효기간이 경과함에 따라 달맞이꽃(164.70 cps), 옻(112.20 cps), 오행초(54.15 cps) 순으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 숙성기간 중에는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 산야초의 종류에 따라 점도가 다르게 나타나는 것은 함유되어 있는 수분 및 성분 등이 각기 다르며, 이들에 의한 상호작용 등이 점도에 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다(15). pH는 Kim 등(16)의 연구 결과와 같이 모든 산야초 발효액에서 발효과정 중 산성의 pH를 나타내었으며, 숙성기간 중에는 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 적정산도는 숙성 1개월까지 달맞이꽃(0.44%), 옻(0.32%), 오행초(0.27%) 순으로 증가하다가 이후 일정하게 유지되는 경향을 나타내었다. 산야초 발효 과정 중 pH의 감소와 산도의 증가는 산야초에 함유되어 있는 유기산의 침출에 의한 것으로 판단된다.

미생물수의 변화

발효 및 숙성기간에 따른 산야초 발효액의 발효 및 숙성기간 중 미생물의 변화는 Table 2와 같다. 총균수는 각 처리구 공히 발효 초기 5~6 log CFU/mL 범위를 나타내었으나, 발효 및 숙성기간이 경과함에 따라 2~3 log CFU/mL까지 감소하는 경향을 나타내었다. 효모 및 곰팡이도 발효 초기 총균수와 유사하게 5~6 log CFU/mL였으나 발효 및 숙성기간이 경과함에 따라 감소하여 3~4 log CFU/mL의 범위를 나타내었다. 대장균군은 발효초기 2 log CFU/mL로 낮게 검출되었으며 발효 및 숙성기간이 경과함에 따라 감소하여 숙성 2개월부터는 검출되지 않았다. 결과에는 나타내지 않았으나 발효 및 숙성기간 중 유산균은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 산야초 발효액의 미생물이 발효 및 숙성기간 동안 점차 감소하는 현상은 산야초에 함유된 수분의 침출에 따라 설탕이 용해되어 액상 형태로 변화된 발효액의 당 농도가 모든 시료에서 약 60°Bx를 나타내어 발효액의 높은 삼투압에 의해 미생물의 성장현상이 일어나지 않고 점차 사멸하여 생균수가 감소하는 것으로 판단되었다.

Table 2. Changes in microbiological characteristics of fermented wild grass juice during fermentation and ripening periods (log No. CFU/mL)

Microorganism[1)]	Group[2)]	Fermentation period (months)			Ripening period (months)		
		1	2	3	1	2	3
TB	OB	6.35±0.07^{cF}[3)]	4.97±0.10^{cE}	4.44±0.03^{cD}	3.50±0.09^{cC}	3.46±0.14^{cB}	3.45±0.07^{cA}
	PO	5.35±0.02^{aF}	4.24±0.07^{aE}	4.08±0.11^{aD}	3.24±0.12^{aC}	2.88±0.02^{aB}	2.66±0.05^{aA}
	RV	5.68±0.01^{bE}	4.61±0.04^{bD}	4.38±0.05^{bC}	3.34±0.05^{abB}	3.19±0.18^{cA}	3.03±0.07^{bA}
YM	OB	6.22±0.05^{cE}	6.05±0.03^{cD}	6.03±0.01^{aD}	5.03±0.06^{cC}	4.88±0.05^{cB}	4.80±0.03^{cA}
	PO	5.38±0.05^{aD}	5.21±0.02^{aC}	5.19±0.06^{aC}	4.15±0.10^{aB}	3.91±0.07^{aA}	3.78±0.09^{aA}
	RV	5.56±0.08^{bE}	5.38±0.11^{bD}	5.31±0.02^{bD}	4.43±0.03^{bC}	4.26±0.02^{bB}	4.08±0.02^{bA}
CF	OB	2.63±0.08^{cD}	2.36±0.15^{bC}	1.72±0.02^{cB}	1.17±0.16^{bA}	ND[4)]	ND
	PO	2.48±0.03^{bC}	2.25±0.21^{bC}	1.49±0.10^{bB}	0.96±0.24^{abA}	ND	ND
	RV	2.34±0.05^{aD}	1.67±0.12^{aC}	1.04±0.14^{aB}	0.62±0.28^{aA}	ND	ND

[1)]TB: total bacteria, YM: yeast and mold, CF: coliform bacteria.
[2)]Groups are same as Table 1.
[3)]Means within each column (a-c) and row (A-F) with different superscript letters are significantly different (P<0.05).
[4)]ND: Not detected.

Table 3. Changes in enzyme activities of fermented wild grass juice during fermentation and ripening periods

Enzyme activity (unit)[1)]	Group[2)]	Fermentation period (months)			Ripening period (months)		
		1	2	3	1	2	3
Invertase activity	OB	0.46±0.13$^{abC3)}$	0.40±0.17^{aBC}	0.32±0.11^{abABC}	0.30±0.11^{abABC}	0.21±0.06^{abAB}	0.12±0.06^{bA}
	PO	0.33±0.06^{aD}	0.25±0.09^{aCD}	0.19±0.05^{aBC}	0.17±0.05^{aABC}	0.14±0.04^{abAB}	0.07±0.02^{aA}
	RV	0.57±0.13^{bC}	0.51±0.13^{aC}	0.46±.006^{bBC}	0.43±0.08^{bBC}	0.32±0.06^{bAB}	0.25±0.06^{cA}
Amylase activity	OB	0.24±0.13^{aB}	0.24±0.06^{aB}	0.25±0.09^{aB}	0.11±0.06^{aAB}	0.08±0.02^{aA}	0.01±0.01^{aA}
	PO	0.53±0.09^{bC}	0.44±0.05^{bC}	0.28±0.05^{aB}	0.17±0.09^{aA}	0.11±0.02^{aA}	0.06±0.03a^{bA}
	RV	0.79±0.15^{cC}	0.72±0.08^{cC}	0.61±0.11^{bC}	0.35±0.08^{bB}	0.21±0.11^{aAB}	0.11±0.06^{bA}
Cellulase activity	OB	0.42±0.13^{aB}	0.50±0.09^{aB}	0.61±0.09^{aB}	0.92±0.09^{aC}	0.49±0.15^{aB}	0.07±0.02^{aA}
	PO	0.33±0.05^{aB}	0.46±.006^{aB}	0.60±0.07^{aC}	0.78±0.06^{aD}	0.46±0.06^{aB}	0.12±0.09^{aA}
	RV	0.47±0.04^{aB}	0.51±0.07^{aBC}	0.63±0.06^{aCD}	0.74±0.06^{aD}	0.47±.07^{aB}	0.10±0.07^{aA}

[1)]1 unit defines the amounts of enzyme that releases 1 μg of glucose/min/mL of fermented wild grass juice from each substrate.
[2)]Groups are same as Table 1.
[3)]Means within each column (a-c) and row (A-D) with different superscript letters are significantly different (P<0.05).

Table 4. Enzyme activities of commercial fermented wild grass juice

Enzyme activity (unit)[1)]	Commercial fermented wild grass juice				
	A. sessiliflorum	*O. javanica*	*P. asiatica* L.	*P. grandiflorum*	*O. japonicus* A.
Invertase activity	1.27±0.21	0.43±0.11	0.30±0.04	0.26±0.21	0.61±0.17
Amylase activity	0.05±0.04	0.53±0.09	0.71±0.39	0.30±0.13	0.50±0.25
Cellulase activity	0.25±0.15	0.07±0.02	0.07±0.02	0.65±0.02	0.39±0.15

[1)]1 unit defines the amounts of enzyme that releases 1 μg of glucose/min/mL of fermented wild grass juice from each substrate.

발효액의 효소 활성

달맞이꽃, 오행초, 옻의 발효 및 숙성기간 동안 효소 활성의 변화는 Table 3과 같다. 측정한 각 효소의 활성은 전체적으로 매우 낮게 나타났으며, invertase 활성은 발효 1개월째 옻(0.57 unit), 달맞이꽃(0.46 unit), 오행초(0.33 unit) 순으로 활성을 나타내었고, 발효 및 숙성 전 기간 동안 점차 감소하였다. Amylase 활성은 invertase 활성과 유사한 경향을 나타내었다. Cellulase 활성은 숙성 1개월에 달맞이꽃(0.92 unit), 오행초(0.78 unit), 옻(0.72 unit) 순이었으며, 숙성 3개월째에는 invertase, amylase, cellulase 모두 매우 낮은 활성을 나타내었다. 공시 산야초 발효액의 invertase, amylase, cellulase 활성은 발효와 숙성 모든 기간 동안 모든 실험구에서 각각 1 unit 이하의 매우 낮은 활성도를 나타내었다. 이는 첨가된 설탕에 의한 삼투압의 증가로 인해 미생물의 생육 및 효소 작용이 저해되거나 미생물의 성장 현상이 관찰되지 않아 효소가 생성되지 않았거나 천연에 존재하는 효소의 경우도 설탕 용해에 의한 발효액의 높은 삼투압의 영향으로 불활성화된 것으로 판단된다(17).

시중에서 '효소'라는 이름으로 판매되고 있는 5종의 오가피, 미나리, 질경이, 도라지, 와송으로 제조한 시판 제품을 구입하여 효소 활성을 측정한 결과는 Table 4와 같다. Invertase 활성은 오가피(1.27 unit)를 제외한 다른 발효액이 0.26~0.61 unit 범위를 나타내었고, amylase 활성과 cellulase 활성 모두 1 unit 이하의 낮은 활성도를 나타내었다. 이와 같이 효소액이라 불리며 시중에 판매되고 있는 제품에는 효소의 활성이 극히 낮아 효소액이라 잘못된 용어를 사용하고 있는 것으로 판단된다.

폴리페놀의 함량과 DPPH radical 소거능의 변화

일반적으로 페놀성 물질은 식물계에 널리 분포하고 있는 2차 대사산물로의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 폴리페놀은 phenolic hydroxy 기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 이런 종류의 화합물은 항산화 효과 등 여러 생리활성 기능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(18). 산야초 발효액의 발효 및 숙성기간 중 폴리페놀 함량 변화는 Fig. 1과 같다. 폴리페놀 함량은 달맞이꽃이 가장 높은 것으로 나타났고, 발효기간이 경과함에 따라 모든 실험구에서 증가하여 발효 3개월에 달맞이꽃(6.40 mg/mL), 옻(4.00 mg/mL), 오행초(3.11 mg/mL) 순으로 나타났다. 산야초 발효액의 숙성기간 중 폴리페놀 함량은 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 폴리페놀 함량의

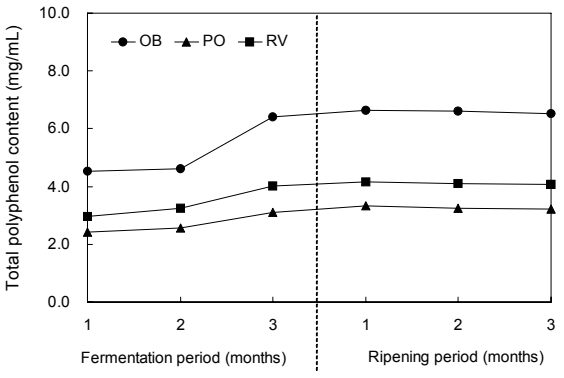

Fig. 1. Changes in total polyphenol contents of fermented wild grass juice during fermentation and ripening periods. OB, *Oenothera biennis*; PO, *Portulaca oleracea*; RV, *Rhus verniciflua*. Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

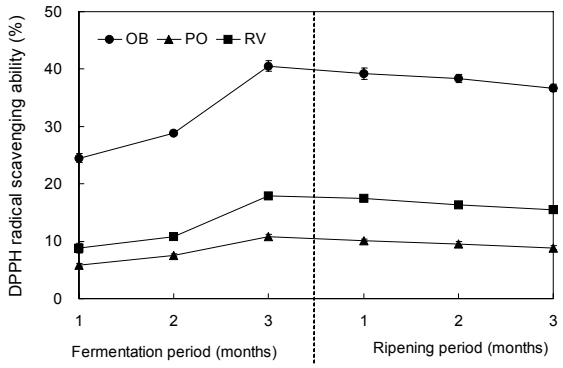

Fig. 2. Changes in DPPH radical scavenging ability of fermented wild grass juice during fermentation and ripening periods. OB, *Oenothera biennis*; PO, *Portulaca oleracea*; RV, *Rhus verniciflua*. Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

증가는 발효가 진행됨에 따라 산야초 중의 폴리페놀 성분이 삼투압에 의해 용출되어 그 함량이 증가하였을 것으로 판단된다. 산야초 발효액의 발효 및 숙성기간 중 DPPH radical 소거능의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효 초기 DPPH radical 소거능은 달맞이꽃(24.49%), 옻(8.77%), 오행초(5.80%) 순으로 나타났으며, 발효기간이 경과함에 따라 증가하여 발효 3개월째에 달맞이꽃(40.52%), 옻(17.88%), 오행초(10.86%) 순으로 나타났다. 이는 달맞이꽃의 높은 폴리페놀 함량에 기인된 것으로 판단된다. 높은 항산화 활성을 가진 달맞이꽃 발효액은 노화 방지와 건강 보호용 제품의 소재로 활용 가치가 있을 것으로 판단된다.

최근 산야초의 잎이나 열매 등을 설탕과 동량 혼합하여 일정기간 발효시킨 것을 산야초 효소라는 명칭으로 시중에 통용되고 있는데 본 실험 결과 실제 효소 활성은 매우 낮은 것으로 판명되었으나, 제조 중 항산화능이 증가하므로 항산화능이나 당의 보충을 요하는 음료의 원료 또는 식재료로서 활용 가치가 충분하므로 이 발효물에 대한 적절한 용어의 선택이 시급한 실정이다. 설탕과 산야초를 1:1(w/w)의 혼합비율로 제조한 제품을 현재 발효액이라 사용하고 있으나, 본 실험 결과 고농도의 설탕용액에서 미생물의 성장 현상이 관찰되지 않아 보다 정확한 용어는 '당침액' 또는 산야초 이름 뒤에 '청'이란 용어를 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

현재 산야초 발효액을 기능성 식재료로서 활용이 가능한 제품으로 생산하기 위해서는 설탕 첨가 농도와 담금 방법 등의 개선을 통한 효소 활성이나 항산화 활성을 증가시키기 위한 발효기법에 관한 연구가 광범위하게 선행되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

산야초와 설탕의 비율을 1:1(w/w)로 혼합하는 전통적인 방법으로 달맞이꽃, 오행초, 옻의 발효액을 제조하여 상온에서 6개월간 발효 및 숙성 중 품질 특성, 효소 활성, 항산화 활성의 변화를 조사하였다. 모든 실험구에서 발효기간 중 당도는 감소하였으며, 점도는 발효 3개월까지 증가하다가 숙성기간 중 감소하였다. 3개월의 발효기간 중 pH는 낮아졌고 적정산도는 높아졌으나, 3개월의 숙성기간 중에는 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 미생물의 변화는 발효 1개월 이후 6개월 동안 점차 감소하는 경향을 나타내었으며, 유산균의 경우 전 기간 동안 검출되지 않았다. 전통적인 방법으로 제조한 산야초 발효액의 invertase, amylase, cellulase 활성은 발효 및 숙성 전 기간 동안 매우 낮은 활성을 나타내었고, 시중에 판매되고 있는 5종의 산야초 발효액 모두 매우 낮은 효소 활성(1 unit 이하)을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 발효기간 중 증가하다가 숙성기간 동안 일정하게 유지되었으며, 그중 달맞이꽃 발효액의 폴리페놀 함량(6.40 mg/mL)과 DPPH radical 소거능(40.52%)이 가장 높았다.

REFERENCES

1. Lee JH, Lee SR. 1994. Some physiological activity of phenolic substance in plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 317-323.
2. Research Center of Natural Resources (RCNR). 2003. *Treatise an Asian herbal medicines*. RCNR, Seoul, Korea. p 11-113.
3. Lee MK, Choi GP, Ryu LH, Lee GY, Yu CY, Lee HY. 2004. Enhanced immune activity and cytotoxicity of *Artemisia capillaris* Thunb. extracts against human cell lines. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 36-42.
4. Cho EK, Song HJ, Cho HE, Choi IS, Choi YJ. 2010. Development of functional beverage (san-ya) from fermented medical plants and evaluation of its physiological activities. *J Life Sci* 20: 82-89.
5. Park MS, Rim YS, Shin SC. 2006. Comparison of the properties and extracting conditions of juice preparation from *Schizandra nigar*. *Jour Korean For Soc* 95: 453-485.
6. Ahn SW, Kim MH, Chung WT, Hwang B, Seong NS, Lee HY. 2000. Enhancement of alcohol fermentation yield by adding the extract of dried *Rehmannia glutinosa* Liboschitz. *Korean J Medicinal Crop Sci* 8: 351-361.
7. Bae IY, Yoon EJ, Woo JM, Kim JS, Lee HG, Yang CB. 2002. The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*－Ⅰ. Characteristics of mashes and sojues. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 11-17.
8. Taniguchi S, Imayoshi Y, Yabu-uchi R, Ito H, Hatano T, Yoshida T. 2002. A macrocyclic ellagitannin trimer, oenotherin T_1, from *Oenothera* species. *Phytochemistry* 59: 191-195.
9. Lee YK, Kwon OS, Song YJ, Kim SH, Kim PG, Ryu SP. 2010. Inhibitory effect of *Rhus verniciflua* extract on lipid peroxidation and inflammatory cytokines during endurance exercise training. *Jour Korean For Soc* 99: 102-110.
10. Kwon YR, Cho SM, Hwang SP, Kwon GM, Kim JW, Youn KS. 2014. Antioxidant, physiological activities, and acetylcholinesterase inhibitory activity of *Portulaca oleracea* extracts with different extraction methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 389-396.
11. Kim MJ, Yang SA, Park JH, Kim HI, Lee SP. 2001. Quality characteristics and anti-proliferative effects of dropwort extracts fermented with fructooligosaccarides on HepG2 cells.

Korean J Food Sci Technol 43: 432-437.
12. Colowick SP, Kaplan NO. 1995. *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York, NY, USA. p 149-150.
13. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
14. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
15. Joslyn MA. 1970. *Methods in Food Analysis*. Academic Press, New York, NY, USA. p 375-385.
16. Kim NM, Lee JW, Do JH, Yang JW. 2003. Effects of the fermentation periods on the qualities and functionalities of the fermentation broth of wild vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 35: 272-279.
17. Kim TS, Kim MN, Kim JO, Lee JH. 1994. The effect of hot water-extract and flavor compounds of mugwort on microbial growth. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 994-1000.
18. Aruoma OI. 1994. Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food Chem Toxicol* 32: 671-683.