

원료 배합비율을 달리한 순무 발효액의 품질특성

김은미·조용식·최한석·최윤희·박신영·모혜원
농촌진흥청 국립농업과학원 발효이용과

Physicochemical Properties of Fermented Turnip Juice with Different Mixture Ratio of Materials

Kim, Eun Mi · Cho, Yong Sik · Choi, Han Seok · Choi, Yoon Hee · Park, Shin Young · Mo, Hye Won
Fermentation & Food Processing Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

ABSTRACT

The objective of this study was the development of the preparation method of fermented turnip juice. The yields and soluble solids of fermented turnip juice were 41.2, 52.8, 56.4 and 57.4%, and 34.3, 42.4, 48.6 and 54.7 °Brix with 40, 60, 80 and 100% addition rate of turnip quantity, respectively. The major organic acids in turnip juice were succinic acid, isobutyric acid and fumaric acid, and these organic acids were decreased after fermentation. On the other hand, lactic acid, formic acid, acetic acid, propionic acid and butyric acid were produced during the fermentation. Soluble solid and pH value in fermented turnip decreased by time-dependently. Free radical scavenging activity was increased by fermentation of turnips and nitrate scavenging effects were the highest in pH 3 and increased with adding *Omija* or Japanese apricot. The best preparation method of fermented turnip juice was fermentation at 24°C 12-15 days after adding 40% of sucrose to total quantity. As adding *Omija*, organic acid contents were increased and sensory evaluation was improved in fermented turnip juice.

Key words: turnip, fermented turnip juice, *Omija*, Japanese apricot

I. 서론

순무(*Brassica rapa* L., *Brassica campestris* L.)는 십자화과에 속하는 채소로 무의 일종이다. 순무의 원산지는 지중해 연안의 남부유럽을 원산이라고 하는 일원설, 지중해 연안과 아시아 특히 아프가니스탄을 기원으로 하는 이원설, 지중해 연안, 북유럽, 시베리아 지방을 원산이라고 하는 다

원설이 있다(이우승 1994). 우리나라에는 중국에서 도입되어 삼국시대부터 재배하였다는 재배설이 있고, 생김새는 팽이모양의 둥근 형태이고, 색깔은 자적색이며, 맛은 감미롭고 고소하며 겨자향의 인삼 맛이 난다. 순무는 고려 중엽 이규보의 가포육영(家圃六詠)에 최초로 김치 재료로서 기록되어 있다(강인희 1991). 허준의 동의보감(東醫寶鑑)에 의하면 '순무는 맛이 달고 오장에 이

로우며, 소화를 돕고 증기를 치료 한다'고 나와 있으며, '눈과 귀를 밝게 하고 황달을 치료하며 갈증을 해소 시킨다'라고 기록되어 있다(육창수 1981). 순무는 강화군 전체 농가의 60% (5,723호, 120 ha)가 재배하고 있는 지역 특산 작물이나 쉼박지나 동치미 등 김치류가 일부 유통되고 있을 뿐, 관련 가공식품의 종류는 많지 않다(강화군 2010).

현재까지 순무에 대한 연구로는 순무의 화학적 특성 및 효소활성(김해란 등 2007), 추출공정에 따른 알코올 분해 효과(김대호 등 2006), 순무 동치미(오상희 등 2003; 오상희·김미리 2003) 및 피클에 관한 연구(손은정 등 2003; 오상희 등 2003), 순무와 β -sitosterol의 고지혈증 억제에 대한 연구(이연희 등 2005), 순무의 d-galactosamine 유발 간장해 보호효과(최혁재 등 2006) 등이 있다. 순무의 식품 및 영양학적 우수성, 기능성이 규명되고 가공식품 등의 개발이 이루어져 왔으나 상품화 가능성을 확인한 수준이며, 소비자 인식 및 대중성이 저조한 실정이다.

최근 몇 년 동안 국민의 생활수준이 향상되면서 건강에 대한 관심이 고조됨에 따라 매실과 같은 산도가 높은 과실이나 산야초 등의 식물성원료에 당을 첨가하거나 유산균 등의 미생물을 첨가하여 발효시킨 식물추출물 발효식품에 대한 연구·개발이 일부 이루어지고 있다. 식물추출물 발효식품은 식품공전 상에 건강식품에 속하는 제품유형으로 등재되어 있다(삭제). 발효과정에 의해 식물체 내의 많은 효소들이 활성화되어 여러 가지 생화학반응을 일으킴으로써 식물체의 영양성분이 소화, 흡수되기 쉬운 형태로 변환될 수 있으며, 효소작용으로 생성된 성분들에 의해 새로운 생리조절기능을 발현할 수 있을 것으로 기대되어 관련 제품들이 제조, 시판되고 있으나 적절한 제조방법에 대한 근거가 미약한 실정이다(김나미 등 2003).

본 연구는 순무를 이용한 식물추출물 발효식품을 제조하는데 있어서 제품의 신뢰도를 높일 수 있는 과학적인 기초자료로 활용하고자, 순무 원료에 대한 설탕 첨가비율, 발효온도, 첨가하는 부재료의 종류를 달리하여 발효액을 제조하고 품질특성을 조사하였는바, 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 순무발효액 제조

순무는 강화에서 2009년도 봄에 생산한 것을 현지에서 구입한 후 수돗물에 5회 세척하여 사용하였다. 순무 발효액 제조를 위한 최적조건을 찾기 위해 순무량에 대한 설탕의 첨가비율, 발효온도를 달리하여 제조하였으며, 또한 순무에 오미자 또는 매실을 첨가한 순무 발효액을 제조하였다.

1) 설탕 첨가 시험

순무는 4×5×1 cm 크기로 세절한 후 순무 10 kg에 대하여 설탕을 4, 6, 8, 10 kg으로 2 kg씩 증가시키면서 첨가하였으며, 24℃에서 21일간 발효하였다. pH 및 총산의 변화는 순무 발효액을 3일 간격으로 압착하고 발효액을 여과하여 조사하였으며, 발효액의 수율 및 가용성고형물 함량은 발효 6일 경과 후 측정하였다. 수율은 원료인 순무와 첨가한 설탕의 총 무게에 대하여 압착 후 생산된 발효액의 무게를 백분율로 나타내었다.

2) 발효 온도

순무 중량에 대해 60%의 설탕을 첨가한 후 18℃, 24℃, 30℃에서 21일간 발효하면서 3일 간격으로 압착 여과 후 당도, pH 및 총산의 변화를 조사하였다.

3) 오미자, 매실 첨가 시험

순무에 설탕을 넣고 신맛이 강한 오미자나 매실을 첨가하여 발효시킨 순무 발효액을 제조하였다. 설탕은 원료 총 무게에 대하여 각각 40%를

Table 1. The mixture ratio of materials in 3 different types of fermented turnip juice

Types of fermented turnip juice	Mixture ratio of materials(%)			
	Turnip	Sucrose	Omija	Japanese apricot
Turnip	60	40	-	-
Omija-turnip	50	40	10	-
Japanese apricot-turnip	40	40	-	20

첨가하였으며, 오미자 첨가구에서는 오미자를 10%, 매실 첨가구에서는 매실을 20% 첨가하여 24℃에서 21일간 발효시키면서 경시적인 품질특성 변화를 조사하였다. 순무와 설탕, 오미자, 매실의 배합비율은 Table 1과 같다.

2. 이화학적 특성 분석

pH는 pH meter (HM-20P, DKK-TOA, Japan)를 이용하여 측정하였고 산도는 AOAC법(1990)에 따라 삼각 flask에 시료 10 mL를 취한 다음 bromothymol blue 2-3방울을 넣어 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며 소모된 NaOH의 량을 acetic acid (% w/v)로 환산하여 나타내었다. 가용성고형물은 굴절당도계(PAL-1, Atago, Japan)로 측정하였으며, Hunter color value는 색차계(Macbeth color-eye 3100, Gretag, Japan)로 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 모든 시료는 4℃에서 원심분리(8,000 rpm, 20 min)한 상층액을 회수하여 이용하였다.

3. 유기산 분석

유기산 분석에 사용한 모든 시료는 분석 전에 HLB-plus Sep-pak cartridge (Waters Co., USA)를 통과시킨 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하였다. 각 시료의 유기산은 HPLC (LC-20series, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석용 column은 Aminex HPX-87H (300×7.8 mm, Bio-rad Co., USA) 사용하였으며, 4 mM sulfuric acid를 이동상으로 하여 35℃에서 0.6 mL/min의 유속으로 분리하였다. 시료 주입량은 20 μ L이었으며 UV 검출기를 이용하여 210 nm에서 검출하였다.

4. 관능특성 평가

순무 발효액, 오미자 첨가 순무발효액, 매실 첨가 순무발효액을 색, 향, 맛, 전반적인 기호도에 대하여 성인 남성 11명, 여성 10명을 대상으로 7단계의 평점법인 매우 나쁘다(1), 나쁘다(2), 조금 나쁘다(3), 보통이다(4), 조금 좋다(5), 좋다(6), 매우 좋다(7)를 이용하여 평가하였다. 시료는 당도를 15°Brix로 조정된 후 각 20 mL를 제공하였다.

5. 생리활성

1) 항산화 활성

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)를 사용한 항산화 활성 측정법으로 각 시료 2 mL에 20 mM DPPH 용액을 1 mL를 첨가한 후, 30분간 실온에 방치하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2) 아질산염 소거활성

정기태 등(2000)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 1 mM NaNO₂ 용액 2 mL를 첨가하고 0.1 N HCl, 0.2 M citrate buffer로 반응 용액의 pH를 1.2, 3.0, 6.0으로 각각 조정하여 반응 용액의 부피를 10 mL로 하였다. 혼합물을 37℃에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 용액을 각각 1 mL씩 취하고 여기에 2% 초산 용액을 5 mL를 첨가한 다음, Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 방치시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 직선식 및 통계처리

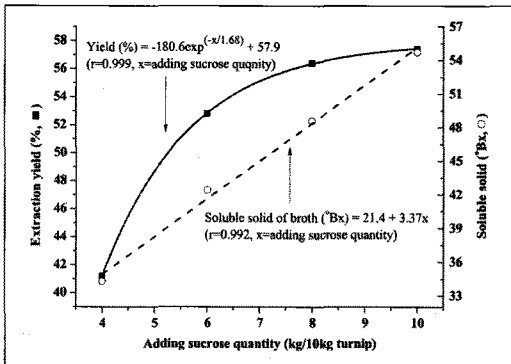
직선식은 Origin (OriginLab Co., USA) program을 통하여 산출하였으며, 모든 통계자료는 SAS (statistical analysis system, version 8.1) program을 사용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 순무발효액 특성

1) 설탕 첨가량에 따른 발효액의 수율 및 가용성고형물 농도

설탕을 순무 증량에 대하여 각각 40, 60, 80, 100%를 첨가하여 6일간 발효한 후 착즙한 순무 발효액의 수율 및 가용성고형물의 농도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 수율은 각각 41.2, 52.8, 56.4, 57.4%로 첨가하는 설탕량에 따라 증가하는 경향이나 60%이상에서는 증가폭이 둔화되는 것으로 나타났다. 순무에 첨가하는 설탕농도의 변



The data were measured after filtrating in 6-days fermentation.

$$\text{yield (w/v, \%)} = \frac{\text{filtrate (mL)}}{[\text{weight of turnip (kg)} + \text{weight of sugar (kg)}] \times 100}$$

Fig. 1. Changes in yield and soluble solid contents of fermented turnip juice on different sucrose addition rate

화에 따른 수율의 변화를 도식화하여 계산한 결과 아래의 식을 얻을 수 있었으며, 상관계수(r)가 0.999로 도출된 식이 첨가 설탕량의 변화에 따른 발효액의 수율 변화를 비교적 잘 설명하고 있는 것으로 나타났다.

$$\text{수율 (y, \%)} = -180.6\exp(-x/1.68) + 57.9 \quad (x = \text{순무 10 kg당 첨가하는 설탕의 양, kg})$$

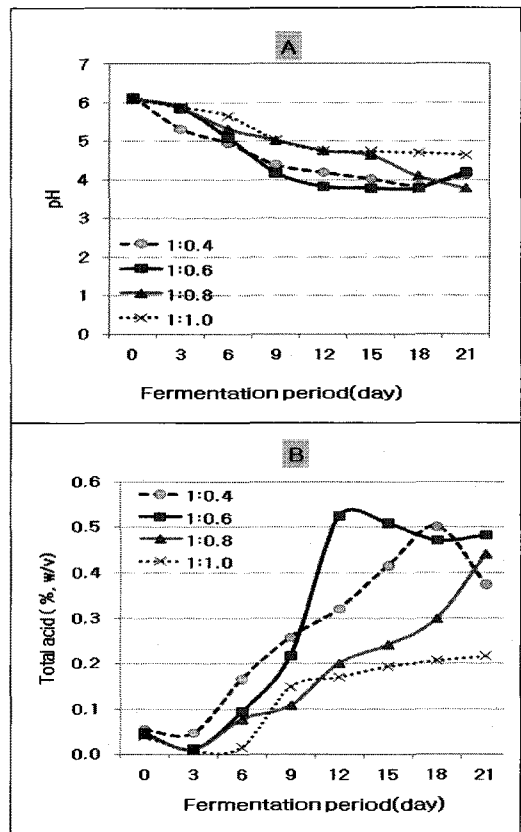
한편, 발효 6일 경과후의 발효액의 가용성고형물 함량은 각각 34.3, 42.4, 48.6, 54.7 °Brix로, 첨가되는 설탕의 농도에 의존적으로 증가하는 것으로 나타났는데 아래식과 같이 설탕 첨가량에 비례적으로 증가되었다.

$$\begin{aligned} &\text{발효액의 가용성고형물 함량(°Brix)} \\ &= 21.41 + 0.337x \quad (r = 0.992) \end{aligned}$$

따라서 설탕의 농도변화에 따른 발효액 수율과 최종 제품의 가용성고형물 함량을 사전에 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

2) 발효기간에 따른 이화학적 성분의 변화
설탕을 첨가하여 발효한 순무 발효액의 pH 및

총산의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효기간이 길어질수록 모든 처리구에서 pH는 점차 낮아졌으며, 총산은 증가하는 양상이었으나 100%의 설탕을 첨가한 처리구는 9일 이후 총산의 증가비율이 점차 감소하였다. 이로 미루어 pH의 감소는 산의 증가 때문으로 판단된다. pH와 총산 모두 발효 3일 경과시부터 가시적인 차이를 보였는데 설탕 첨가량에 따라 그 변화양상이 상이한 것으로 조사되었다. 즉, 설탕을 60% 첨가한 것이 가장 급격한 변화를 나타내었으며, 40, 80, 100% 순으로 변화되는 것으로 관찰되었다. 60% 첨가구는 12일 경과시 총산이 정점에 도달한 반면, 40% 첨가구는 18일, 80% 첨가구는 21일까지 증가하는 것으로 보아 발효가 계속해서 진행되고 있는 것으로 사료되며, 100% 첨가구는 8일 이후부터 더 이상의 총



A : pH, B : total acid

Fig. 2. Changes in pH and total acid of fermented turnip juice on different sucrose addition rate

산 증가가 나타나지 않았다. 외관상으로도 40% 첨가구는 18일 이후 점도가 증가하고 색이 심하게 갈변된 양상을 보였다(data not shown). 설탕을 60% 첨가한 처리구에서 발효액의 pH가 가장 빨리 낮아졌으며, 총산에 있어서도 발효 12일째 가장 높게 올라가는 등 전반적으로 발효적성이 우수한 것으로 보이는데, 순무를 이용하여 발효액을 제조할 경우 설탕 첨가량은 순무 원료 무게에 대하여 60% 정도가 적합하다고 판단된다.

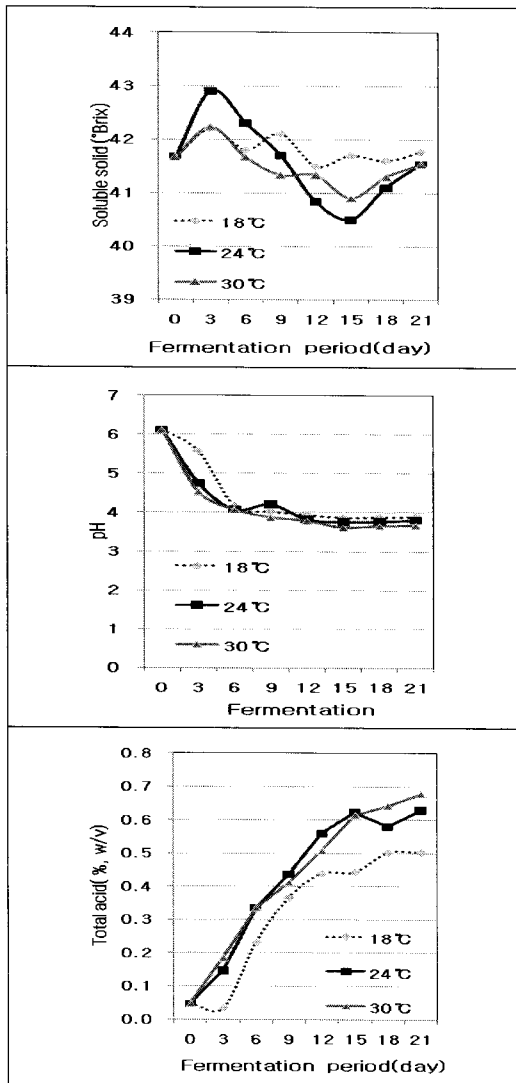


Fig. 3. Changes in soluble solid, pH and total acid of fermented turnip juice on different fermentation temperature

3) 발효온도에 따른 순무 발효액의 특성

순무 중량에 대하여 설탕을 60% (w/w) 첨가하고 발효온도를 달리하여 발효시킨 순무 발효액의 가용성고형물, pH 및 총산의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 가용성고형물 및 pH는 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향이였다. 총산은 증가하는 양상을 보였으며, 24°C와 30°C는 서로 유사한 경향을 보이는 반면, 18°C에서는 비교적 낮은 산생성량을 나타내었다. 높은 온도에서 발효하는 것은 오염의 위험과 에너지를 투입해야 되는 단점이 있다. 따라서 순무 발효액의 적절한 발효온도 및 기간은 24°C에서 12-15일간 발효시키는 것이 적합할 것으로 판단된다. 이러한 결과는 농가단위에서 자연발효로 발효액을 제조하는 박국문(2007)의 방법과 유사하였다.

2. 유기산 함량

순무 착즙액과 순무 발효액의 유기산 함량은 Table 2와 같다. 발효에 의해서 총 유기산의 함량이 583 mg%에서 1,047 mg%로 증가하였으며, malic

Table 2. Organic acid contents (mg%) of turnip juice and 3 different types of fermented turnip juice

Compounds	Turnip juice	Fermented turnip juice		
		Turnip	Omija-turnip	Japanese apricot-turnip
Maleic acid	0.0	0.1	0.2	0.1
Citric acid	52.0	27.5	67.6	343.5
Tartaric acid	0.0	1.0	5.2	1.4
Malic acid	47.0	142.5	75.3	66.9
Succinic acid	270.0	23.0	416.3	38.1
Lactic acid	0.0	307.5	599.8	312.1
Fumaric acid	68.0	0.6	0.0	0.0
Formic acid	0.0	4.0	23.3	35.8
Acetic acid	0.0	119.6	66.9	57.7
Propionic acid	0.0	374.2	447.7	80.6
Isobutyric acid	146.0	0.0	0.0	0.0
Butyric acid	0.0	46.1	33.2	0.0
Total organic acid	583.0	1,000	1,702.3	936.2

acid의 증가와 더불어 lactic acid, formic acid, acetic acid, propionic acid, butyric acid가 새롭게 생성되었다. 이에 비해 succinic acid, fumaric acid, isobutyric acid는 감소되는 것으로 조사되었다. 유기산은 맛의 중요한 요소로서 김현영 등(1998)은 유기산의 다변화에 따라 관능개선 효과를 기대할 수 있다고 하였다. 발효액 중에 lactic acid와 acetic acid가 검출됨에 따라 발효도중 젖산발효 또는 젖산발효와 초산발효가 동시에 일어난 것으로 추측된다.

오미자 및 매실의 첨가는 유기산의 함량변화를 가져왔는데, 오미자의 첨가에 의해서 유기산의 함량이 약 1.7배 증가하였다. 매실첨가 순무 발효액의 경우 타 처리군보다 특히 citric acid를 많이 포함하였고 오미자 첨가 순무 발효액은 succinic acid가 많이 포함되어 있는 것으로 나타났다. 이는 매실과 오미자 등 재료 자체의 성분에 기인한 것으로 사료되며(차환수 등 1999; 현규환 등 2002), 매실 첨가 순무 발효액에서 acetic acid의 함량이 낮게 나온 것은 매실 원료 자체에 많이 포함되어 있는 유기산 때문에 초산 생성균의 활성이 억제되었던 것으로 생각된다.

3. 색도

순무 착즙액과 오미자, 매실을 첨가한 순무 발효액의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 발효에 의해서 L값이 감소하고 a, b값이 증가하는 바, 발효가 진행됨에 따라 발효액의 색이 갈색으로 변하는 것을 알 수 있었다. 이는 당 및 효소 작용에 의한 갈변으로 추측된다. 오미자와 매실 첨가구에서는 이의 변화도가 다소 적었는데 이는 유기산의 증가에 의한 갈변억제 때문으로 생각된다.

Table 3. Hunter color value of turnip juice and 3 different types of fermented turnip juice

	Turnip juice	Fermented turnip juice		
		Turnip	Omija-turnip	Japanese apricot-turnip
L	93.9	78.5	77.4	94.0
a	1.0	7.5	22.2	1.1
b	8.3	33.2	13.4	16.2

4. 관능특성 평가

순무 착즙액과 오미자, 매실을 첨가한 순무 발효액의 가용성고형물 농도를 15 °Brix로 조절하여 기호도를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 오미자와 매실을 첨가해서 제조한 순무 발효액이 순무만 발효한 것보다 색, 향, 맛 등에서 전부 기호도가 높게 나왔으며 그 중에서도 오미자 첨가구가 색 6.19, 향 5.05, 맛 5.95로 기호도가 가장 높았다. 순무 발효액 제조 시 오미자 또는 매실을 첨가함으로써 기호도의 향상을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 전체적으로 순무 발효액의 기호도가 4점 이상으로 비교적 높은 점수를 얻었는 바, 순무발효음료를 개발함으로써 소비자들의 기호를 충족시키기 위해 부족함이 없을 것으로 판단된다.

Table 4. Sensory evaluation of 3 different types of fermented turnip juice

Fermented turnip juice	Color	Flavor	Taste		
			Sweetness	Acid	Overall
Turnip	4.24 ±1.26 ^{al)}	4.24 ±1.34 ^a	4.48 ±1.03 ^b	3.90 ±0.70 ^{ac}	4.19 ±0.87 ^a
Omija-turnip	6.19 ±0.75 ^b	5.05 ±0.92 ^b	5.90 ±0.70 ^b	5.43 ±0.87 ^b	5.95 ±0.80 ^b
Japanese apricot-turnip	5.38 ±0.92 ^c	4.38 ±1.24 ^{ab}	5.14 ±1.35 ^a	4.48 ±1.33 ^c	5.10 ±1.48 ^c

^{l)} Values are Mean±SD (n=3)

^{ac} Mean with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

5. 발효액의 생리활성

1) 항산화 활성

순무 착즙액의 free radical 소거 활성(Fig. 4)은 21.6%였으며, 순무 발효액 72.8%, 오미자 첨가구 54.0%, 매실 첨가구 77.1%로 매실 첨가구가 가장 높은 활성을 나타내었다. 매실 첨가구의 높은 활성은 원료 자체에 폴리페놀성 물질이 많은 것에 기인한 것으로 보인다. 착즙액의 free radical 소거

활성은 생순무와 열처리 순무를 시료로 측정된 박용곤 등(1999)의 연구결과와는 차이가 있었다. 발효를 시키지 않은 원료 자체의 착즙액보다 발효액에서 비교적 높은 항산화 활성을 보였는데, 발효에 의한 항산화 활성 증가의 원인에 대해서는 좀 더 깊이 있는 연구가 수행될 필요가 있다.

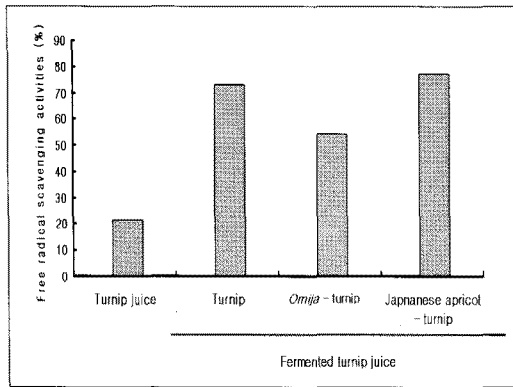


Fig. 4. DPPH free radical scavenging activity of turnip juice and 3 different types of fermented turnip juice

2) 아질산염 소거활성

순무 착즙액, 순무 발효액, 오미자 첨가 순무 발효액, 매실 첨가 순무 발효액의 아질산염 소거활성은 Table 5와 같다. 아질산염 소거활성은 각 처리구 공히 pH 1.2나 pH 3.0에서 pH 6.0보다 높게 나타났으며 특히 pH 3.0에서 유의하게 높은

Table 5. Nitrate scavenging effects (%) of turnip juice and 3 different types of fermented turnip juice

pH	Turnip juice	Fermented turnip juice		
		Turnip	Omija-turnip	Japanese apricot-turnip
1.2	11.08±0.13 ^{a1)}	8.53±0.00 ^b	10.96±0.00 ^b	7.43±0.00 ^b
3.0	32.28±0.07 ^c	29.37±0.07 ^d	34.83±0.07 ^b	51.52±0.00 ^e
6.0	5.35±2.26 ^b	5.51±3.08 ^b	6.02±0.02 ^a	4.46±0.12 ^c

1) Values are Mean±SD (n=3)

a-d Mean with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

것으로 나왔다. pH 1.2에서는 순무 착즙액이 11.08%로 순무 발효액 8.53%, 오미자 첨가 순무 발효액 10.96%, 매실 첨가 순무 발효액 7.43%보다 높게 나왔고, pH 3.0에서는 각각 32.28%, 29.37%, 34.83%, 51.52%로 매실 첨가 순무 발효액이 가장 높았다. 이는 박용곤 등(1999)이 생순무와 열처리순무로 실험한 결과와는 pH 1.2와 pH 3.0에서 반대의 경향을 보였으나 산성조건에서 아질산염 소거활성이 높은 것으로 나타난 것은 유사하다고 할 수 있다. 이러한 아질산염 소거작용을 박용곤 등(1999)은 순무에 함유되어 있는 폴리페놀화합물이 산성조건에서 nitroso화 반응을 강력하게 억제하는 저해제로 작용한 것으로 보았다.

IV. 요약 및 결론

순무를 활용한 음료 및 식품소재 개발의 일환으로 설탕 첨가량과 발효온도를 달리하여 순무 발효액을 제조하고 이화학적 특성을 검토하였다. 설탕농도에 의한 발효액의 수율은 지수 그래프적으로 증가한 반면 발효액의 가용성고형물 농도는 직선적으로 증가하였다. 가용성고형물 농도와 pH는 설탕 첨가량이 높을수록 증가하였고 총산은 각각 0.42, 0.45, 0.24, 0.19 (acetic acid, %)로 감소하였다. 발효온도에 따른 가용성고형물 농도와 pH의 변화는 시간이 경과할수록 감소하였으며 총산은 발효 15일 이후에 24℃ 및 30℃가 비교적 높았다. 결과적으로 순무 발효액의 제조조건은 설탕을 순무 원료 무게에 대하여 60% 첨가한 후 24℃에서 12-15일간 발효하는 것이 적당한 것으로 판단되었다. 발효에 의해서 유기산이 다양화되었으며, 총 유기산량이 1.8배 증가하였다. 매실과 오미자의 첨가로 유기산의 증가와 기호성 개선을 가져왔으며 오미자 첨가구가 기호특성에서 가장 우수하였다. 발효에 의해서 항산화 활성이 증가하였으며, 아질산염 소거활성은 pH 3.0에서 가장 높았다. 이러한 결과는 순무를 이용한 기능성 발효음료의 개발 가능성을 보여준 것이며, 순무 발효액 제조 시 설탕 첨가비율과 발효조건 등을 구명함으로써 순무를 다양하게 이용할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 강인희(1991) 한국식생활사(제2판). 삼영사. 197.
- 강화군농업기술센터(2010) 농업기술정보. <http://agri.ganghwa.go.kr>.
- 김나미·이종원·도재호·양재원(2003) 발효기간이 산야채 발효액의 품질과 기능성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 35(2), 272-279.
- 김대호·김정화·김철희·권민철·김효성·정해근·강하영·이학주·이현용(2006) 강화산 순무의 추출공정에 따른 알코올 분해효과. 한약작지 14(1), 45-48.
- 김행란·이지현·김양숙·김경미(2007) 이천 개걸무, 강화 순무, 조선무의 화학적 특성 및 효소활성. 한국식품과학회지 39(3), 255-259.
- 김현영·여경목·김복남·최홍식(1998) 김치 젖산균과 효모의 혼합배양 방법에 의한 과채류즙 발효과정중의 주요 성분변화. 한국식품영양과학회지 27(6), 1065-1070.
- 박국문(2007) 효소음료건강법. 태웅출판사. 66.
- 박용곤·김홍만·박미원·김성란·최인욱(1999) 순무의 이화학적 및 기능적 특성. 한국식품영양과학회지 28(2), 333-341.
- 손은정·오상희·허옥순·김미리(2003) 키토산 첨가 순무피클 저장 중 이화학적·관능적 특성. 한국식품영양과학회지 32(8), 1302-1309.
- 오상희·김미리(2003) 한국·중국·유럽적산 순무로 담근 동치미의 이화학적·관능적 특성 비교. 동아시아 식생활학회지 13(2), 111-121.
- 오상희·윤영미·이선경·성진희·김미리(2003) 순무 동치미 숙성 중 이화학적·관능적 특성. 한국식품영양과학회지 32(2), 167-174.
- 오상희·오윤경·박현희·김미리(2003) 피클링스파이스를 달리하여 제조한 순무 피클 저장 중 이화학적 관능적 특성. 한국식품저장유통학회지 10(4), 347-353.
- 육창수(1981) 한국약품식물자원도감. 진명출판사. 120.
- 이연희·이은옥·박수영·이효정·윤병수·김정효·김성훈(2005) 순무와 β -sitosterol의 고지혈증 억제에 대한 연구. 동의생리병리학회지 19(6), 1528-1533.
- 이우승(1994) 한국의 채소. 경북대학교 출판부. 306.
- 정기태·주인옥·최정식·홍재식(2000) 오미자종자의 항산화성, 항균성, 아질산염소거능. 한국식품과학회지 32(4), 928-935.
- 차환수·황진봉·박정선·박용곤·조재선(1999) 매실의 성숙 중 유리당 및 유리아미노산의 변화. 농산물저장유통학회지 6(4), 481-487.
- 최혁재·한명주·백남인·김동현·정해근·김남재(2006) 순무의 d-Galactosamine 유발 간장해 보호효과. 생약학회지 37(4), 258-265.
- 현규환·김학진·정현채(2002) 오미자 성분에 관한 연구. 한자식지 15(1), 1-7.