

쌀누룩 첨가비율에 따른 순무 발효액의 품질특성

김 은 미 · 정 석 태 · 김 태 영 · 최 윤 희 · 조 용 식 · 박 신 영
국립농업과학원 발효이용과

Quality Characteristics of Fermented Turnip Juice Depending on the Adding Rate of *Rice-Nuruk*

Kim, Eun Mi · Jeong, Seok Tae · Kim, Tae Young · Choi, Yoon Hee · Cho, Yong Sik · Park, Shin Young
Dept. of Agrofood Resources, NAAS, RDA, Suwon, Korea

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a food material and, examination of fermented juice using turnips. The highest yield of fermented juice was with the mixture ratio of 60% turnip, 20% *rice-nuruk* and 20% sugar. The total acidity and turbidity increased depending on the adding rate of *rice-nuruk*. By reducing sugar concentration by 24.9%, 22.6% and 25.3% resulted in samples containing 5%, 20% and 35% of *rice-nuruk*. The reduced sugar concentration was the highest at 35% *rice-nuruk* and 5% sugar. As a result of enzyme activity, α -amylase was the highest at 5% *rice-nuruk* and 35% sugar, and glucoamylase was increased by depending on the *rice-nuruk* concentration. The main organic acids in fermented turnip juice were succinic acid, acetic acid and lactic acid, and were increased during fermentation. DPPH free radical scavenging activity of fermented turnip juice was higher than that of non fermented turnip juice. Also, the nitrite scavenging activity was the highest(89.58 ± 0.00) in 35% *rice-nuruk* at pH 3.0.

Key words: turnip, fermented juice, *rice-nuruk*, sugar

I. 서론

순무(*Brassica rapa L.*, *Brassica campestris L.*)는 십자화과에 속하는 두해살이풀로서 뿌리와 잎을 식용하는 채소이다(김정숙 등 2004). 잎은 보통 긴 타원형인데, 뿌리의 크기나 모양은 대개 팽이 모양의 둥근 형이다. 빛깔은 대부분 흰색이지만

겉에만 자줏빛을 띤 붉은색인 것, 속까지 자줏빛을 띤 붉은색인 것이 있다. 맛은 감미롭고 겨자 향의 인삼맛이 난다. 강인희(1991)에 의하면 원산지는 유럽으로 알려져 있으며 고려 중엽 이규보(1168-1241)의 가포육영(家圃六詠)에 최초로 김치 재료로서 기록되어 있다. 조선시대 각종 문헌에 등장하고 있으며, 동의보감(東醫寶鑑)에는 맛이

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ00752902)의 지원에 의해 이루어진 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

접수일: 2011년 9월 21일 심사일: 2011년 10월 14일 게재확정일: 2011년 11월 22일

Corresponding Author: Kim, Eun-Mi Tel: 82-31-299-0570

e-mail: kem123@korea.kr

달고 이노와 소화에 좋을 뿐 아니라 만취 후 갈증해소에 특효가 있으며, 특히 눈과 귀를 밝게 하고 건강과 미용에 매우 좋다고 기록되어 있다.

순무에 관한 연구로는 순무의 이화학적 특성 및 기능적 특성(박용곤 등 1999), 순무와 순무청, 순무씨의 가공기술 개발 및 생체효능 연구(김영진 등 2003), 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), 추출공정에 따른 알코올분해 효과(김대호 등 2006), 순무의 d-galactosamine 유발 간장해 보호효과(최혁재 등 2006), 순무의 화학적 특성 및 효소활성(김행란 등 2007), 순무 뿌리로부터 지질화합물의 분리(방면호 등 2007) 등이 있다. 일본에서는 유산균발효액의 제조(Yamani 1993)나 순무피클에서의 젖산발효(Miyao et al. 1979)에 대한 연구가 수행된바 있으며, 또한 순무의 가용성 및 불용성 식이섬유 함량분석(Kawabata et al. 1973; Mongeau et al. 1993), 순무잎을 이용한 휘발성 플라보노이드 성분(Hertog et al. 1992)과 휘발성 isothiocyanate 연구(Itoh et al. 1984), 순무의 glucosinolate 함량(Sones et al. 1984), myrosidase 활성(Wilkinson et al. 1984) 등 성분에 관한 연구 등이 여러 국가에서 연구된바 있다.

순무는 강화군 전체 농가의 60%가 재배하는 지역의 대표적인 특산물이나, 쉼박지나 동치미 등 김치류 가공품이 일부 유통되고 있는 실정으로, 순무를 이용한 가공제품의 종류는 많지 않다(강화군농업기술센터 2010). 순무의 식품 및 영양학적 우수성이 규명되고 가공식품 등의 개발이 이루어져 왔으나 상품화 가능성과 타당성을 확인한 수준이며, 소비자 인식 및 대중성이 저조한 실정이다. 향후 순무재배기반 확충의 일환으로 농가에서 제조 및 가공이 용이한 순무 가공품을 개발하여 소비자의 수요를 높일 필요성이 있다.

최근 몇 년 동안 국민의 생활수준이 향상되면서 건강에 대한 관심이 고조됨에 따라 매실과 같은 산도가 높은 과실이나 산야초 등 기능성물질이 다량 함유되어 있는 식물성원료에 당을 첨가하거나 유산균 등의 미생물을 첨가하여 발효시킨

식품 발효식품에 대한 관심이 많아지고 있다. 발효과정에서 식물체 내의 자체효소와 발효 미생물의 다양한 효소들이 여러 가지 생화학반응을 일으킴으로써 식물체의 영양성분이 소화, 흡수되기 쉬운 형태로 변환될 수 있으며, 효소작용으로 생성된 성분들에 의해 새로운 생리조절기능을 발현할 수 있을 것으로 보고 있다(김나미 등 2003).

이에 본 연구에서는 김치류 제조에 국한 되어온 순무의 가공공정 외에 새로운 가공방법을 제시하기 위해 순무에 발효제의 역할을 하는 쌀누룩을 혼합함으로써 유산균 음료와 같은 독특한 풍미의 발효액을 개발하였는바, 원료배합비율에 따른 순무발효액의 품질특성과 기호성을 평가하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 순무는 2009년 봄에 수확한 순무로 인천광역시 강화군 순무작목반에서 직접 구입하여 사용하였다. 쌀누룩은 고두밥에 황국(*Aspergillus oryzae*) 또는 백국(*Aspergillus kawachii*)을 쌀 무게에 대하여 0.01%와 0.25%를 각각 접종하고 30~40℃에서 40~50시간 배양하여 제조한 것을 사용하였다. 설탕은 백설탕(정백당, 제일제당)을 사용하였다.

2. 순무 발효액 제조

순무는 예비 관능검사를 통해 담금 방법과 재료를 결정하였으며 순무 발효액 제조를 위한 최적조건을 찾기 위해 쌀누룩과 설탕의 첨가비율을 각각 달리하여 제조하였다. 순무와 쌀누룩, 설탕의 첨가비율은 Table 1과 같으며, 쌀누룩 중 백국과 황국의 배합비율은 1:1로 하였다. 제조방법은 순무는 무청을 제거하고 뿌리 부분을 4×5×1 cm 크기로 잘라 각각의 처리구별로 준비한 설탕의 70%와 쌀누룩(백국과 황국을 1:1로 혼합)을 혼합하여 잘 섞은 다음 유리병에 담았으며, 윗부분에 나머지 설탕 30%로 도포하여 뚜껑을 덮어 약 24℃ 정도의 온도에서 30일 발효하였다. 대조구로

사용한 순무 비발효 착즙액(non fermented turnip juice)은 순무 뿌리를 그대로 마쇄, 착즙하여 분석에 사용하였다.

Table 1. The mixing ratio(%) of materials for making fermented turnip juice in this study

Fermented turnip juice	Turnip (%)	Rice-nuruk(%)		Sugar (%)
		Yellow rice-nuruk	White rice-nuruk	
Rice-nuruk 5%	60.0	2.5	2.5	35.0
Rice-nuruk 20%	60.0	10.0	10.0	20.0
Rice-nuruk 35%	60.0	17.5	17.5	5.0

3. 이화학적 특성 분석

각각의 시료를 4℃에서 원심분리(8,000 rpm × 20 min, Supra 25k, hanil Science Industrial, Korea)하여 상층액을 회수하여 이용하였다.

1) 수율

발효된 순무발효액을 40 mesh 정도의 면포를 이용하여 압착하였으며, 원재료인 순무와 첨가한 쌀누룩 및 설탕의 총 무게에 대하여 압착 후 생산된 발효액의 무게를 백분율로 나타내었다.

2) pH 및 총산 측정

pH는 pH meter (HM-20P, DKK-TOA, Japan)를 이용하여 측정하였고 총산은 시료 10 mL를 취한 다음 bromothymol blue 2~3방울 넣고 0.1N NaOH로 중화 적정하였으며, 소요된 NaOH의 량을 succinic acid 농도(% w/v)로 환산하여 나타내었다.

3) 가용성고형물 및 당함량 측정

가용성고형물은 굴절당도계(PAL-1, Atago, Japan)로 측정하였고, 환원당 및 총당 함량은 식품공전(식품의약품안전청, 2011)을 참조하여 Somogyi법으로 측정하였다.

4) 알코올 함량 측정

주류분석규정(국세청기술연구소, 2009)에 따라 발효액을 100 mL를 증류하여 유액이 70 mL이

되던 증류를 중지하고 증류수를 가하여 증류액을 100 mL로 눈금까지 채운다음 15℃에서 주정계(alcohol hydrometer)를 사용하여 측정하였다.

4. 색도 측정

색차계(Macbeth color-eye 3100, Gretag, Japan)로 Hunter color value L, a, b 값을 3회 반복 측정 후 그 평균값으로 나타내었다.

5. 유기산 분석

유기산 분석에 사용한 모든 시료는 분석 전에 HLB-plus Sep-pak cartridge(Waters Co., USA)를 통과시킨 후 0.45 μm 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, Bio-rad Catalog number 125-0586에 의거하여, 4 mM sulfuric acid를 이동상으로 하여 35℃에서 0.6 mL/min의 유속으로 분리하였다. 시료 주입량은 20 uL이었으며 UV 검출기를 이용하여 210 nm에서 검출하였다.

6. 생리활성

1) 효소활성 측정

조효소액은 시료에 0.5% NaCl 용액을 가하여 실온에서 30분 교반한 후 4℃에서 원심분리(8,000 rpm × 20 min, Supra 25k, hanil Science Industrial, Korea)하여 상층액을 회수하여 이용하였다.

α-amylase 활성은 전분 용액 2 mL을 시험관에 취해, 40℃에서 5분간 예열한다. 효소액 0.1 mL을 가해서 반응을 개시한다. 반응액 중에서 0.1 mL씩 피펫으로 0.5분 혹은 1분 간격으로 미리 요오드용액 10 mL을 넣어둔 시험관에 넣어 배합한다. 생성된 색을 25℃에서 유지하면서 10 mm cell을 이용하여 670 nm 투과율 T%를 측정하였으며, α-amylase 활성은 40℃에서 30분간 분해하는 1% 가용성 전분량 (mL)을 1 unit로 표시하였다(일본양조협회 1993). 전분용액 1 mL에 0.2M 초산완충액 0.2 mL을 가해서 40℃에서 5분간 예

열한다. 여기에 효소액 0.1 mL를 가해서 40°C서 20분간 반응시킨 다음 1N NaOH용액 0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨다. 이후 30분간 방치하고 1N 염산용액 0.1 mL를 가해 중화한 다음 용액속의 포도당을 환원당 분석법을 이용하여 측정한다. Glucoamylase 활성은 가용성 전분으로부터 40°C에서 60분간 1 mg의 포도당을 생성하는 것을 1 unit로 표시하였으며, 이들 값은 3회 반복 측정하여 평균하였다(일본양조협회 1993).

2) 항산화 활성

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)법을 이용 항산화활성을 측정하기 위하여 각 시료 2 mL에 20 mM DPPH 용액을 1 mL를 첨가한 후, 30분간 실온에 방치한 다음 분광광도계(Evolution 600 UV-VIS, Thermo Fisher Scientific, USA)로 517 nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였다(Bios MS, 1958).

3) 아질산염 소거활성

정기태 등(2000)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 1 mM NaNO₂ 용액 2 mL를 첨가하고 0.1N HCl, 0.2M citrate buffer로 반응 용액의 pH를 1.2, 3.0, 6.0으로 각각 조정하여 반응 용액의 부피를 10 mL로 하였다. 혼합물을 37°C에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 반응 용액을 각각 1 mL씩 취하고 여기에 2% 초산 용액을 5 mL를 첨가한 다음, Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 방치시킨 후 분광광도계(Evolution 600 UV-VIS, Thermo Fisher Scientific, USA)로 520 nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였다.

7. 관능특성 평가

쌀누룩과 설탕 첨가 비율을 달리하여 제조한 각각의 발효액에 대하여 색, 향, 맛, 전반적인 기호도를 평가하였다. 관능검사 요원은 국립농업과학원 농식품자원부의 남자 연구원 11명, 여자 연구원 10명으로 구성하여 실험목적, 방법 등을 충분히 설명하고 7단계 평점법인 excellent(7), very good(6), good(5), just good(4), poor(3), very poor(2), unacceptable(1) 단계를 이용하여 평가하였다.

시료는 당도를 15 °Brix로 조정한 후 각 20 mL를 제공하였다.

8. 통계처리

모든 통계는 SAS(statistical analysis system, version 8.1) program을 사용하였으며, 기계검사와 관능검사 결과는 분산분석을 실시하였으며, 다중범위검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀누룩 첨가 순무발효액 특성

1) 이화학적 특성

쌀누룩의 첨가량을 5%, 20%, 35%로 하여 제조한 순무 발효액의 이화학적 특성은 Table 2와 같다. 수율은 쌀누룩을 20%첨가한 것이 51.0%로 가장 높았다. 총산은 0.85%, 1.40%, 1.66%였으며, 탁도(Absorbance at 660 nm)는 1.77, 2.08, 2.18로 쌀누룩 첨가량이 많을수록 증가하는 경향이였다. 환원당 함량은 쌀누룩 5%, 20%, 35%첨가한 군이 각각 24.9%, 22.6%, 25.3%로 쌀누룩 35% 첨가한

Table 2. Physicochemical properties of fermented Turnip juice by different adding rate of rice-nuruk

Items	Adding rate of rice-nuruk(%)		
	5	20	35
Yield(w/v,%)	46.44	50.96	47.60
Soluble solid (°Brix)	43.00±0.0	38.93±0.1	33.80±0.1
Reducing sugar(%)	24.87±0.36	22.55±0.49	25.31±0.18
Total sugar(%)	29.36±0.54	30.44±0.74	26.88±0.15
pH	3.57±0.01	3.46±0.01	3.58±0.01
Total acid(%)	0.85±0.01	1.40±0.02	1.66±0.04
Turbidity (Abs. 660 nm)	1.77±0.004	2.08±0.002	2.18±0.001
Alcohol(v/v, %)	ND	ND	3.1

ND means non-detection.

것이 가장 높았다. 알코올 함량은 35%의 쌀누룩 첨가군이 3.1%로 나타나 일부 알코올발효가 일어남을 확인하였다. 전당의 함량은 쌀누룩 5%, 20%, 35%첨가한 군이 각각 29.4%, 30.4%, 26.9%로 3~4% 정도의 차이가 났다. 이는 *A. oryzae*와 *A. kawachii*가 발효과정 중 효소를 생성하여 쌀 전분 및 순무의 당질 등을 당화하기 때문인 것으로 사료된다.

2) 효소활성 검정

쌀누룩을 첨가하여 제조한 순무 발효액과 순무 착즙액의 효소활성은 Table 3과 같다. α-amylase 활성은 순무 착즙액, 쌀누룩 5%, 20%, 35% 첨가군이 1.24, 3.61, 3.46, 3.10로 쌀누룩 5% 첨가군이 가장 높았다. Glucoamylase 활성은 5.21, 6.05, 7.36, 11.64로 쌀누룩 첨가량이 많을수록 증가하였다. 이는 쌀누룩 첨가량이 많을수록 쌀 전분 및 순무의 당질 당화능이 증가하는 것으로 사료된다.

Table 3. Enzyme activities of fermented turnip juice on different addition rate of *rice-nuruk*

Enzymes	Non fermented turnip juice (control)	Fermented turnip juice(<i>Rice-nuruk</i>)		
		5%	20%	35%
α-amylase	1.24±0.34	3.61±0.57	3.46±0.51	3.10±1.37
Glucoamylase	5.21±3.11	6.05±1.72	7.36±2.10	11.64±1.76

3) 유기산 분석

쌀누룩을 첨가하여 제조한 순무 발효액과 순무 착즙액의 유기산 분석을 한 결과는 Table 4와 같다. 총 유기산 함량은 발효하지 않은 순무 착즙액보다 발효액이 많았고 쌀누룩 첨가량에 비례하여 함량이 높아졌다. 유기산 종류별로는 착즙액에 함유되어 있던 구연산(citric acid)은 발효액에선 검출되지 않았으며, 착즙액에 함유되어 있지 않았던 초산(acetic acid)과 젖산(lactic acid)이 발효액에서 각각 128.0 mg% 및 1,543.0 mg% 검출되는 것으로 보아 발효 중에 초산 생성균이나

유산 생성균에 의해 영향을 받는 것으로 사료된다. 호박산(succinic acid)은 착즙액과 발효액에서 모두 검출되었는데 쌀누룩 5%, 20%, 35% 처리에서 각각 227.0 mg%, 1,269.0 mg%, 1,312 mg% 검출되어, 쌀누룩 함량이 많을수록 호박산 함량이 많은 것으로 미루어 보아, 쌀누룩에 호박산이 다량 함유되어 있다는 것으로 사료된다. 유기산은 맛에 있어서 중요한 요소로서 김현영 등(1998)은 유기산의 다변화에 따라 관능개선 효과를 기대할 수 있다고 하였다. 발효제로 첨가한 쌀누룩으로 인해 주로 젖산발효 또는 젖산 및 초산 발효가 동시에 일어난 것으로 추측된다.

Table 4. Organic acid contents (mg%) of fermented turnip juice on different addition rate of *rice-nuruk*

Organic acid	Non fermented turnip juice (control)	Fermented turnip juice(<i>Rice-nuruk</i>)		
		5%	20%	35%
Citric acid	52.0	ND	ND	ND
Malic acid	47.0	862.0	501.0	4.0
Succinic acid	270.0	227.0	1,269.0	1,312.0
Acetic acid	ND	226.0	346.0	128.0
Lactic acid	ND	594.0	1,167.0	1,543.0

ND means non detected.

3. 색도

순무 착즙액과 쌀누룩을 첨가한 순무 발효액의 색도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. L값은 쌀누룩 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, a값과 b값은 쌀누룩 첨가량과 비례하여 증가하는

Table 5. Hunter color value of fermented turnip juice on different addition rate of *rice-nuruk*

Hunter color value	Non fermented turnip juice (control)	Fermented turnip juice(<i>Rice-nuruk</i>)		
		5%	20%	35%
L	93.9	87.8	81.3	80.1
a	1.0	2.0	3.2	4.3
b	8.3	21.5	28.4	41.4

바, 이는 순무에 들어 있는 anthocyanin 등 폴리페놀 성분이 효소작용에 의한 갈변으로 사료된다.

4. 항산화성 평가

1) DPPH법에 의한 free radical 소거 활성

순무 착즙액과 쌀누룩을 첨가한 순무 발효액의 DPPH법에 의한 free radical 소거 활성을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 순무 착즙액의 free radical 소거 활성은 21.6%였으며, 쌀누룩 5% 첨가군 68.6%, 20% 첨가군 75.7%, 35% 첨가군 72.4%로 착즙액보다 발효액이 높은 활성을 나타냈으며 그 중에서도 쌀누룩 20% 첨가군이 가장 높은 활성을 나타냈다. 최혁재 등(2006)은 순무 에탄올 추출물에서 양호한 항산화활성이 있는 것을 검토하였고, 박용곤 등(1999)의 연구에서도 순무에 높은 항산화 활성이 있는 것으로 보고된바 있다. 발효를 시키지 않은 원료 자체의 착즙액보다 발효액에서 높은 활성을 보였는데, 권철희 등

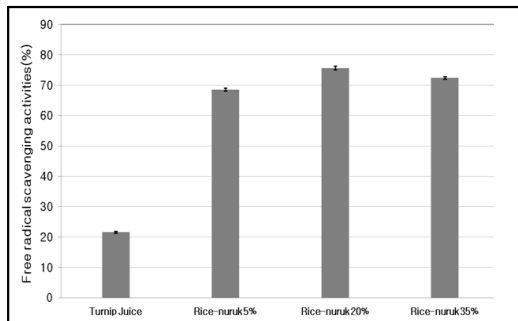


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activity of turnip juice and fermented turnip juice on different rice-nuruk addition rate

(2007)은 발효공정을 통해 생성된 대사산물이 유효성분으로 작용하거나 성분 변성을 통해 활성의 증진을 가져온 것으로 판단하고 있다. 하지만, 발효에 의한 항산화 활성 증가의 원인 물질이나 기작에 대해서는 아직 밝혀진 바가 없어, 이 분야에 대한 좀 더 깊이 있는 연구가 수행될 필요가 있다.

2) 아질산염 소거활성

순무 착즙액과 쌀누룩 첨가 순무 발효액을 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 조정한 후 반응시켜 아질산염 분해능을 조사하였다. 그 결과는 Table 7에 나타난 바와 같다. 아질산염 소거활성은 pH 1.2 및 3.0에서 뚜렷한 결과가 도출되었는데, 쌀누룩의 첨가량이 많아질수록 높아지는 경향이였다. pH 3.0 쌀누룩 5%, 20%, 35%에서 각각 27.03± 0.00, 57.70±0.00, 89.58±0.00으로 유의적인 차이가 있었다. pH 6.0에서는 처리간에 유의적인 차이가 나지 않았으며, 수치도 낮은 것으로 보아, pH가 높은 조건에서 아질산염 소거활성이 낮게 측정되는 것으로 생각된다.

5. 관능적 특성

쌀누룩을 5%, 20%, 35% 첨가하여 제조한 순무 발효액의 기호도를 7점 척도법으로 평가한 결과는 Table 6과 같다. 색은 쌀누룩 5% 첨가군이 5.38점으로 가장 높았고 쌀누룩 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아진 것으로 보아 쌀누룩에서 기인한 전분 함량이 영향을 미친 것으로 사료된다. 전체적인 향은 쌀누룩 35% 첨가한 군이 3.38점으로 가장 높았는데 이는 쌀누룩 35% 첨가군에

Table 6. Sensory evaluation of fermented turnip juice on different addition rate of rice-nuruk

Addition rate of rice-nuruk(%)	Color	Flavor	Taste		
			Sweetness	Acid	Overall acceptability
5	5.38±1.02 ^a	3.10±1.72 ^a	5.05±1.98 ^a	4.00±1.73 ^a	4.19±1.72 ^a
20	3.38±1.24 ^b	3.10±1.45 ^a	4.33±1.32 ^b	4.62±1.47 ^b	3.86±1.59 ^b
35	2.33±0.97 ^c	3.38±1.51 ^a	3.29±1.56 ^b	3.00±1.00 ^b	3.19±1.47 ^b

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

Estimated by 7 point scale(7, excellent; 6, very good; 5, good; 4, just good; 3, poor; 2, very poor; 1, unacceptable)

Table 7. Nitrate scavenging abilities(%) of turnip juice and fermented turnip juice on different rice-nuruk addition rate

pH	Non fermented turnip juice	Fermented turnip juice(Rice-nuruk)		
		5%	20%	35%
1.2	11.08±0.13 ^b	7.71±0.08 ^c	10.43±0.08 ^b	19.04±2.60 ^a
3.0	32.28±0.07 ^c	27.03±0.00 ^c	57.70±0.00 ^b	89.58±0.00 ^a
6.0	5.35±2.26 ^a	6.02±0.20 ^a	8.51±3.36 ^a	6.69±3.18 ^a

^{a-c} Means within horizontal lines with different letter differ ($p < 0.05$).

알코올이 함유되어 있어 알코올과 순무향이 잘 어울렸기 때문인 것으로 사료된다. 단맛은 쌀누룩 5% 첨가한 군이 5.05점으로 가장 높은 점수를 얻었는데, 이는 관능평가 시 전체 시료를 15 °Brix로 조정하였으나 발효액의 산 함량 차이에 의한 것으로 생각된다. 즉 쌀누룩 5% 처리구에서 발효액의 총산이 0.85±0.01로 가장 낮아 신맛이 약하기 때문에 상대적으로 같은 당 농도에서 더 달게 느껴진 것으로 추측된다. 산미는 20% 첨가군이 4.62점으로 가장 높았으며, 전체적인 맛은 쌀누룩을 5% 첨가한 군이 4.19로 가장 높았다. 이는 5% 첨가구가 단맛이 가장 높기 때문인 것으로 판단된다. 산형 음료로 개발할 경우 20%의 쌀누룩을 첨가한 것이 수율 및 산미 등을 고려하여 가장 적합한 것으로 판단된다.

참고문헌

국세청기술연구소 (2009) 주류분석규정 38-39.
 강인희(1991) 한국식생활사(제2판). 삼영사 197.
 강화군농업기술센터(2010) 농업기술정보. <http://agri.ganghwa.go.kr>.
 강화군농업기술센터(2010) 순무이야기. 11.
 김나미 · 이종원 · 도재호 · 양재원(2003) 발효기간이 산야채 발효액의 품질과 기능성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 35(2), 272-279.
 식품의약품안전청(2011) 식품공전 II권. 10-1-372, 10-1-373.
 김대호 · 김정화 · 김철희 · 권민철 · 김효성 · 정해근 · 강하영 · 이학주 · 이현용(2006) 강화산 순무의 추출공정에 따른 알코올 분해효과. 한약작지 14(1), 45-48.
 김영진 · 성기승 · 이명기 · 한선희 · 장자준 · 이미숙 · 이민재(2003) 순무와 순무청, 순무씨의 가공 기술 개발 및 생체효능 연구. 한국식품개발연구원 연구보고서.

김정숙 · 최연희 · 서지희 · 이정원 · 김영섭 · 유시용 · 강종성 · 김영균 · 김성훈(2004) 순무 뿌리의 화학성분. 생약학회지 35(3), 259-263.
 김철희 · 권민철 · 김효성 · 안주희 · 최근표 · 최영범 · 고정림 · 이현용(2007) 오미자의 전통발효에 의한 면역활성 증진. 한국약용작물학회지 15(3), 162-169.
 김행란 · 이지현 · 김양숙 · 김경미(2007) 이천 개걸 무, 강화 순무, 조선무의 화학적 특성 및 효소 활성. 한국식품과학회지 39(3), 255-259.
 김현영 · 여경목 · 김복남 · 최홍식(1998) 김치 젖산균과 효모의 혼합배양 방법에 의한 과 채류즙 발효과정중의 주요 성분변화. 한국식품영양과학회지 27(6), 1065-1070.
 박용곤 · 김홍만 · 박미원 · 김성란 · 최인옥(1999) 순무의 이화학적 및 기능적 특성. 한국식품영양과학회지 28(2), 333-341.
 방면호 · 이대영 · 한민우 · 오영준 · 정해근 · 정태숙 · 최명숙 · 이경태 · 백남인(2007) 식용식물자원에서부터 활성물질의 탐색-X, 순무(*Brassica campestris ssp rapa*)뿌리로부터 지질화합물의 분리. 한국응용생명화학회지 50(3), 233-237.
 손은정 · 오상희 · 허옥순 · 김미리(2003) 키토산 첨가 순무피클 저장 중 이화학적 · 관능적 특성. 한국식품영양과학회지 32(8), 1302-1309.
 식품의약품안전청(2011) 식품공전 II권. 10-1-23, 10-1-25.
 오상희 · 김미리(2003) 한국 · 중국 · 유럽적산 순무로 담근 동치미의 이화학적 · 관능적 특성 비교. 동아시아 식생활학회지 13(2), 111-121.
 오상희 · 오윤경 · 박현희 · 김미리(2003) 피클링스파이스를 달리하여 제조한 순무 피클 저장 중 이화학적 관능적 특성. 한국식품저장유통학회지 10(4), 347-353.
 오상희 · 윤영미 · 이선경 · 성진희 · 김미리(2003) 순무 동치미 숙성 중 이화학적 · 관능적 특성. 한국식품영양과학회지 32(2), 167-174.
 이연희 · 이은옥 · 박수영 · 이효정 · 윤병수 · 김정효 · 김성훈(2005) 순무와 β-sitosterol의 고지혈증억제에 대한 연구. 동의생리병리학회지 19(6), 1528-1533.
 일본양조협회 (1993) 국세청소정분석법주해(제4회개정), 신일본인쇄, 동경. 211-228.

- 정기태 · 주인옥 · 최정식 · 홍재식(2000) 오미자종자의 항산화성, 항균성, 아질산염소거능. 한국식품과학회지 32(4), 928-935.
- 최혁재 · 한명주 · 백남인 · 김동현 · 정해곤 · 김남재 (2006) 순무의 d-Galactosamine 유발 간장해 보호효과. 생약학회지 37(4), 258-265.
- Bios MS(1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181, 1199-1200.
- Hertog MG, Hollman PCH, Katan MB(1992) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40, 2379-2383.
- Itoh H, Yoshida R, Mizuno T, Kudo M, Nikuni S, Karki T(1984) Study on the contents of volatile isothiocyanate of cultivars of Brassica vegetables. Report of the national Food research institute 45, 33-41.
- Kawabata A, Sawayama S(1973) A study of the content of pectic substances in vegetables. *J Japan Nutr* 31, 32-36.
- Miyao S, Aoki M(1979) Quality and behaviour of microorganisms in pickles. II. Lactic acid fermentation of turnips. *J japan Food Sci tech* 26, 444-446.
- Mongeau R, Brassard R(1993) Enzymatic-gravimetric determination in foods of dietary fiber as sum of insoluble and soluble fiber fractions ; summary of collaborative study. *J Assoc Off Anal Chem* 76, 923-925.
- Sones K, Heaney R, Fenwick G(1984) An estimate of the mean daily intake of glucosinolates from cruciferous vegetables in the UK. *J Sci Food Agri* 35, 712-720.
- Wilkinson A, Rhodes M, Fenwick R(1984) Myrosinase activity of cruciferous vegetables. *J Sci Food Agri* 35, 543-552.
- Yamani M(1993) Fermentation of brined turnip roots using *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures. *World J Micro and Biotech* 9, 176-179.