

## 순무의 이화학적 및 기능적 특성

박용곤\* · 김흥만 · 박미원 · 김성란 · 최인욱

한국식품개발연구원

### Physicochemical and Functional Properties of Turnip

Yong-Kon Park<sup>†</sup>, Heung-Man Kim, Mee-Weon Park,  
Sung-Ran Kim and In-Wook Choi

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-420, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate physicochemical and functional properties of turnip. The concentrations of antocyanin in the rind of root was 3.24mg%, which was about 3.5 times higher than those in the flesh. Among free amino acids in each part of turnip, glutamic acid showed the highest concentrations(132.5mg%) in the root followed by alanine(25.0mg%), valine (23.3mg%), and serine (20.7mg%). Contents of minerals in the root of turnip were 395.7mg% for potassium, 187mg% for calcium, 53.6mg% for phosphate, and 40.7mg% for magnesium. According to dynamic headspace analysis, dimethyl disulfide was the most abundant flavor components from the juice of fresh turnip and other volatile components such as dimethyl trisulfide, 1-hexanal, 2-methyl-1-butamine, and 1-penten-3-ol were also identified. From the blanched turnip, however, 3-isothiocyanato-1-propene and 4-isothiocyanato-1-butene were mainly detected. Fresh and blanched turnips were extracted with water or 70% acetone to investigate percent yield. The concentrations of total polyphenols in the extracts of fresh turnip were higher than those of blanched turnip. The nitrite-scavenging effects of water and 70% acetone extracts from fresh or blanched turnip were decreased as pH was increased. Between two water extracts, the 30°C water extracts showed the higher values of electron donating ability than 95°C water extracts.

**Key words:** turnip, sugars, amino acids, volatile components, nitrite-scavenging effects

#### 서론

강화군 특산물의 하나인 순무(*Brassica rapa* L., *Brassica campestris* L.)는 원래 유럽이 원산지로서 우리나라에 도입된 시기는 정확히 알 수 없으나 고려 중엽에 이규보가 지은 가포육영(家圃六詠)이라는 시속에 순무를 재료로 한 김치가 우리나라 문헌상 최초로 등장한다(1). 순무는 종류가 다양할 뿐 아니라 뿌리 모양과 겉 색깔도 다양하나 팽이 같은 모양에 적자색을 띄고 있다. 한방에 의하면 맛이 달고 오장에 이로우며, 이뇨와 소화를 돕고 중기를 치료하며 순무의 씨는 눈과 귀를 밝게 하고 황달을 치료하며 갈증해소작용 등 다양한 용도로 사용되기도 하였다고 한다(2).

순무를 원료로 한 연구현황을 살펴보면 유산균 발효액의 제조(3), 순무피클(4), 젖산발효(5), 순무의 가용성

및 불용성 식이섬유의 함량(6), deep-frying법을 이용한 순무뿌리의 가공(7), 순무잎의 플라보노이드 성분 분석(8), 순무씨앗 껍질부위의 탄수화물, 폴리페놀, 리그닌함량(9), 순무 알콜불용성고형물의 가용성 펙틴(10), 순무잎의 휘발성 isothiocyanate 연구(11), 순무씨앗에서 분리한 glucosinolate의 분리, 동정(12), 가열 전, 후 순무의 glucosinolate의 함량(13), 순무의 myrosinase활성(14) 등에 관한 연구가 보고되어 있다.

그러나 국내의 경우 순무를 대상으로 발표된 자료는 거의 없는 실정이며, 순무의 소비형태 또한 대부분이 김치류의 제조로 사용되고, 일부 간식용으로 생물이 이용되는 실정으로 소비형태가 극히 제한되어 있다. 따라서 본 연구는 강화순무를 이용한 현대적 수요경향에 맞는 다양한 형태의 순무 가공제품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 순무의 이화학적, 기능적 특성을 조사

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

1996년 가을 강화군 일대에서 재배, 수확된 순무(자색)를 농가에서 직접 구입하여 사용하였다.

### 순무의 이화학적 특성

#### 비타민 C

순무, 순무잎의 비타민 C의 정량은 2,4-dinitrophenyl hydrazine법(15)에 따라 5% metaphosphoric acid로 전처리된 시액을 산화, osazone 형성, osazone 용해의 순서로 조작한 후 분광광도계를 사용하여 520nm에서의 흡광도를 측정하여 구하였다.

#### 총안토시아닌

순무뿌리를 껍질, 속 및 전체뿌리로 나누어 각각을 100g씩 취하여 95% ethanol과 1.5N HCl을 85:15로 혼합한 추출용 용액을 200ml 가하여 homogenizer로 2분간 마쇄한 다음 1분간 가열하였다. 마쇄, 가열한 액을 4°C에서 하룻밤 방치하고 여과한 다음 잔사에 다시 상기의 추출용매를 가하여 추출, 여과하는 조작을 3회 반복한 다음 여과액을 모아 500ml로 정용하였다. 이 액을 실온에서 2시간 방치시킨 다음 분광광도계를 이용하여 535nm에서 흡광도를 측정하여 총안토시아닌 함량을 산출하였다(16).

#### 유리당

순무와 순무잎 25g에 최종 ethanol 농도가 75%가 되도록 ethanol을 가한 다음 순무중량의 20배가 되도록 75% ethanol을 다시 첨가한 후 80°C에서 1시간 환류추출하였다. 추출액은 냉각, 여과하고 여액을 감압농축시킨 다음 농축액을 원심분리(8000rpm, 20분)한 다음 상정액을 0.45μ membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분리, 정량하였다.

#### 아미노산

유리아미노산 분석은 유리당 분석용 75% ethanol추출액 50ml를 취하고 여기에 25% trichloroacetic acid (TCA)용액 40ml를 가하여 단백질을 침전시키고 원심분리하였다. 상정액을 취하여 diethyl ether로 TCA를 추출, 제거한 후 Amberlite IR-120(H<sup>+</sup>)이 충전된 칼럼에 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 다음 5% NH<sub>4</sub>OH용액으로 용출시켰다. 용출액을 감압농축시켜 암모니아를 제거하였다. 총아미노산은 동결건조 분말 0.1g을 취

하여 6N HCl용액 20ml와 함께 분해용 시험관에 넣고 질소가스를 충전시킨 후 105°C에서 24시간 가수분해시켜 얻은 분해액을 감압농축하여 HCl을 제거하였다. 이들 농축액을 loading buffer solution(0.2N sodium citrate, pH 2.2)으로 희석한 다음 0.2μ membrane filter로 여과하고 아미노산 자동분석기에 의해 분리, 정량하였다.

#### 무기질

순무와 순무잎 분말을 회화시켜 얻은 회분을 건식분해법에 따라 처리한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma, Jobin Yvon)를 사용하여 정량하였다.

#### 향기성분

##### 향기성분의 포집 및 분석

생순무와 3cm두께로 세절 후 스팀으로 5분간 열처리한 순무를 녹즙기로 착즙한 즙액을 4점의 가아제로 여과한 처리구의 향기성분의 분석은 dynamic headspace분석법으로 purge-trap system인 LSC 2000 (Tekmer사, Cincinnati, USA)을 사용하여 시료병에 각 처리구별 순무즙액 30g을 취하여 질소로 purging하면서 향기성분을 추출하였고, 이때 valve, line 등 각 부분의 온도는 100°C로 고정하였다. Purging gas로서는 30 psi의 질소를 분당 50cc로 30분간 purging하여 Tenax-GC로 흡착하였다. 흡착 후 3분간 dry purge를 실시하고, 탈착은 100°C에서 예비가열하고 180°C에서 3분간 가열 탈착을 실시하여 향기성분을 GC(Hewlett-packard 5890 series II)를 이용하여 분리하였다.

##### 향기성분의 동정

향기성분의 동정은 Gas Chromatograph-Mass Spectrometer(GC-MS)을 사용하여 분석하였으며, GC자동분석기(HP3396A, Hewlett-Packard, USA)의 조작 조건은 zero=3, attention=7, chart speed=0.7/min, area rejection=50000, threshold=5, peak width=0.04로 하였다. GC의 검출기로 사용한 FID에서 얻어진 chromatogram과 MS에서 얻어진 total ion chromatogram (TIC)를 상호 비교하기 위한 표준 index물질로서 n-alkane을 사용하였다. n-Alkane을 GC-MS에 주입하여 total ion chromatogram으로부터 얻어지는 머무름시간을 GC의 FID에 의한 chromatogram과 비교하여 각 향기성분에 대한 상대적인 머무름시간을 계산하였다. 향기성분의 동정은 Kovats retention index를 참고로 하였다(17). 분석조건으로서 column은 DB-5, fused silica capillary column(50m×0.32mm×0.33μm)으로 하였고, oven temperature는 40°C(holding 3min)-2.0 DEG/min-250°C(holding 10min)이었다. Carrier gas는 helium으로 12psi였고, make up gas도 helium으로

25ml/min이었다. Detector는 flame ionization detector (FID)이었고, injector temperature는 120°C, detector temperature는 220°C로 하였다.

**순무의 기능적 특성**

**수용성 및 70% 아세톤추출물의 제조**

생순무와 스팀으로 5분간 열처리한 순무를 동결건조하여 50mesh의 입도로 한 분말 3g을 물 100ml에 현탁시킨 후 30°C, 95°C에서 각각 1시간 환류추출하고 원심분리(10,000rpm, 15min)하여 얻은 상정액을 100ml로 정용한 것을 수용성추출물로 하였으며, 70% 아세톤 150ml를 첨가하여 60°C에서 1시간 환류추출하여 여과액을 모으고 잔사는 70% 아세톤으로 반복추출하여 얻은 여과액 전량을 모아 진공농축기로 아세톤을 제거한 후 물로 100ml 정용한 것을 70% 아세톤추출물로 하였다(18).

**폴리페놀화합물의 정량(19,20)**

총폴리페놀의 정량은 상기 추출물 5ml에 Folin시약 5ml를 가하여 혼합하고 1시간 방치시킨 후에 700nm에서 흡광도를 측정하여 catechin으로 환산하였다. Flavanol 탄닌의 정량은 vanillin-sulfuric acid 시약을 이용하여 catechin으로 계산하였다. 즉 추출물 3ml에 vanillin시약 6ml를 첨가하고, 15분 방치후 500nm에서 흡광도를 측정하였다. 또한 Leucoanthocyan의 정량은 hydrochloric acid-butanol시약을 이용하여 550nm에서 흡광도를 측정하여 cyanidin으로 계산하였다. Chlorogenic acid의 정량은 추출물 5ml에 1% sodium nitrate 2ml와 0.15N acetic acid 2ml를 가하여 혼합하고 5분후 1N sodium carbonate 1ml를 첨가한 후 530nm에서 흡광도를 측정하여 각각의 폴리페놀화합물의 함량은 표준곡선으로부터 산출하였다.

**갈변도 및 방향족 화합물**

수용성추출물과 70% 아세톤추출물을 농축, 동결건조하여 얻은 분말을 1%의 농도가 되도록 증류수에 용해한 후 갈변도는 420nm에서, 방향족화합물은 280nm에서 각각 흡광도를 분광광도계로 측정하여 산출하였다.

**아질산염 소거작용**

pH에 따른 순무추출물의 아질산염 소거능은 1mM NaNO<sub>2</sub>용액 2ml에 각 추출물 1ml를 가하고 0.1N HCl (pH 1.2), 0.2M 구연산완충액(pH 3.0 및 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 6.0으로 조정하여 반응용액의 부피를 10ml로 하였다. 이 액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1ml씩 취하여 2% 초산 용액 5ml, Griess시약(30%초산으로 각각 조제한 1%

sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전 조제) 0.4ml를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 산출하였다(21). 대조구는 Griess시약 대신 증류수를 0.4 ml 가하여 상기와 같은 방법으로 실시하였으며, 아질산염 소거작용은 추출액을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율(%)로 나타내었다.

**전자공여작용**

전자공여작용은 각 시료의 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl)에 대한 전자공여효과로 시료의 환원력을 측정하였다. 즉 수용성 및 70% 아세톤추출물을 농축, 동결건조한 후 얻은 분말을 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%가 되도록 증류수로 용해하여 이 액 0.4ml에  $2 \times 10^{-4}$ M DPPH용액(absolute ethanol에 용해) 0.8ml를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하고 10분 후 분광광도계를 사용하여 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 시료첨가구와 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 사용하여 백분율(%)로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**순무의 이화학적 특성**

**뿌리와 잎의 구성비 및 일반성분**

개당 순무의 총 중량에 대한 뿌리와 잎부위의 구성비와 이들의 일반성분을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 순무의 경우 뿌리부위가 54.6%, 잎부위가 45.4%를 차지하는 것으로 나타나 일반적인 무의 구성비인 89.5%, 10.5%에 비해 잎부위가 차지하는 비율이 월등히 높았는데(22), 이는 순무의 경우 무에 비해 뿌리의 길이와 크기는 적은 반면 잎부위는 무와 비슷한 형태를 지니므로 상대적으로 잎부위의 구성비가 높게 나타난 것으로 생각된다. 순무뿌리와 잎의 일반성분에 있어서는 수분이 91% 정도로 순무 구성물의 거의 대부분을 차지하였으며 조단백은 순무뿌리의 1.1%에 비해 순무잎이 2.1%로 높았고, 조섬유와 회분함량도 잎부위가 각각 1.2%,

**Table 1. Ratio of root to leaf and proximate compositions of turnip (%)**

	Root	Leaf
Moisture	91.6	91.5
Crude protein	1.1	2.1
Crude fat	0.1	0.2
Crude fiber	0.8	1.2
Ash	0.7	1.0
Ratio of root : leaf	54.6	45.4

1.0%로 뿌리보다 다소 높았다.

비타민 C

Table 2는 순무뿌리와 잎의 비타민 C의 함량을 측정 한 결과로서 총비타민 C의 함량은 순무뿌리가 36.62 mg%를 보인 반면 순무잎은 48.48mg%를 나타내어 잎 부위가 뿌리에 비해 약 2배 높은 함량을 나타내었다. 무의 비타민 C 함량과 비교할 때 순무의 뿌리는 유사하나 잎부위는 무잎의 270mg%에 비해 낮았으며, 배추보다는 다소 높은 함량을 보였다(22). 순무뿌리의 경우 산화형 비타민 C의 함량이 9.76mg%, 환원형 비타민 C가 26.86mg%를 보였고, 잎부위는 각각 10.19mg%, 38.29 mg%를 나타내어 순무잎은 비타민 C의 좋은 공급원임을 알 수 있었으며, 뿌리의 경우 잎부위에 비해 산화형 비타민 C의 구성비가 26.7%로 다소 높은것으로 나타났다.

총안토시아닌

순무뿌리에 함유되어 있는 자색색소인 총안토시아닌의 함량을 부위별로 조사한 결과는 Table 3과 같다. 안토시아닌 색소의 함량은 순무의 껍질부위만을 분리한 것이 11.49mg%로 껍질을 제거한 과육부위의 3.24 mg%에 비해 약 3.5배 높은 함량을 보였고, 순무를 껍질과 과육으로 나누지 않은 전체 순무뿌리의 함량은 8.02 mg%를 나타내어 순무뿌리 전체의 안토시아닌 색소의 함량은 껍질부위만의 함량보다는 낮고, 과육부위에 비해서는 높은 것으로 나타나 순무의 안토시아닌 색소의 거의 대부분은 껍질부위에 분포됨을 알 수 있었다.

유리당

순무의 유리당 함량을 액체크로마토그래피로 측정한 결과는 Table 4와 같다. 순무의 유리당은 fructose, glucose, sucrose, maltose로 구성되어 있었고, 그들의 함량은 건물량 기준으로 뿌리의 경우 glucose가 3.3%로 총유리당 함량의 약 64%를 차지하였고, fructose가 1.3%, sucrose가 0.6%를 나타내어 총유리당의 25.0%, 11.5%를 차지하였다. 순무잎은 glucose가 1.1%로 전체

Table 2. Ascorbic acid contents of turnip (mg%)

Root			Leaf		
L-Asc	L-DHAsc	Total	L-Asc	L-DHAsc	Total
9.76	26.86	36.62	10.19	38.29	48.48

Table 3. Antocyanin contents of turnip (mg%)

Rind	Flesh	Rind + Flesh
11.49	3.24	8.02

Table 4. Free sugar contents of turnip (%)

	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
Root	1.30 (25.0)	3.30 (63.5)	0.55 (11.5)	trace	5.20 (100)
Leaf	0.25 (17.9)	1.10 (78.6)	0.05 ( 3.5)	-	1.40 (100)

( ): % of each sugar to the total free sugar

유리당 함량의 약 79%를 차지하여 순무잎부위의 가장 주된 유리당임을 알 수 있었고, fructose 0.25%, sucrose 0.05%의 함량을 나타내었다.

아미노산

Table 5는 순무와 순무잎의 아미노산의 함량을 측정한 결과이다. 유리아미노산의 함량은 순무의 부위에 따라 차이를 보여 순무뿌리의 경우 glutamic acid가 132.5mg%로 그 함량이 가장 높았으며, 그 다음으로 alanine 25.0mg%, valine 23.3mg%, serine 20.7mg%의 순으로 높은 함량을 보여 이들 4가지 아미노산의 합이 총 유리아미노산의 약 73%를 차지하였다. 그 외 순무의 경우 aspartic acid, glycine이 각각 15.4mg%, 11.6 mg%로 나타났다. 이러한 순무의 유리아미노산 함량은 무의 그것과는 많은 차이를 보여 무의 경우 arginine이 130.8mg%, glycine이 88.1mg%, aspartic acid가 37.7 mg%로 높고 총유리아미노산의 함량은 375.4mg%로 순무보다 높았다(22). 순무잎은 glutamic acid가 44.1 mg%로 분리된 유리아미노산 중에서는 그 함량이 가장 높았으나 순무뿌리와는 달리 serine 35.7mg%, aspartic

Table 5. Contents of amino acids of turnip (mg%)

Amino acids	Free		Total	
	Root	Leaf	Root	Leaf
Aspartic acid	15.4	26.6	177.8	125.4
Glutamic acid	132.5	44.1	491.8	359.1
Serine	20.7	35.7	85.0	36.3
Glycine	11.6	4.7	67.7	30.5
Histidine	-	-	56.8	52.0
Arginine	2.2	2.7	115.3	52.6
Threonine	-	15.7	69.6	35.2
Alanine	25.0	18.6	80.7	35.0
Proline	0.6	1.3	546.3	278.9
Tyrosine	6.6	7.5	55.4	60.2
Valine	23.3	21.4	84.2	46.7
Methionine	0.6	1.3	5.6	9.4
Cystein	8.7	3.3	31.5	13.0
Isoleucine	8.6	2.9	90.2	31.9
Leucine	7.1	7.2	50.1	30.8
Phenylalanine	7.3	6.9	343.6	334.1
Lysine	4.4	2.6	8.9	3.4
Total	274.6	202.5	2,360.5	1,534.5

acid 26.6mg%, valine 21.4mg%, alanine 18.6mg%의 순으로 그 함량이 높은 것으로 나타났고, 총 유리아미노산의 함량에 있어서도 순무뿌리의 그것에 비해 낮은 함량을 보였으나 threonine이 15.7mg%로 뿌리에 비해 높았으며, 순무잎의 총유리아미노산 함량은 무보다는 높고 배추보다는 낮은 함량을 나타내었다(22).

순무뿌리와 순무잎의 총아미노산은 그들의 조성에 있어서는 차이를 나타내지 않았으나 함량에 있어서는 부위에 따른 차이를 관찰할 수 있었다. 즉, 순무뿌리부위는 proline의 함량이 546.3mg%로 가장 높았고, glutamic acid 491.8mg%, phenylalanine 343.6mg%, aspartic acid 177.8mg%, arginine 115.3mg%의 순으로 높은 함량을 보인 반면 순무잎의 경우 순무뿌리와는 달리 glutamic acid의 함량이 359.1mg%로 가장 높고, 그 외 phenylalanine 334.1mg%, proline 278.9mg%, aspartic acid 125.4mg%의 순으로 함량이 높았다.

무기질

순무뿌리와 순무잎의 무기질 함량을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 순무의 경우 무기질중 칼륨이 395.7 mg%로 그 함량이 가장 높았고, 그 다음으로 칼슘의 함량이 187.4mg%로 높았으며, 인이 53.6mg%, 마그네슘이 40.7mg%를 나타내었다. 순무잎 또한 칼륨의 함량이 246.9mg%로 가장 높았고, 인이 48.6mg%, 칼슘이 27.0 mg%, 나트륨이 21.1mg%를 나타내어 순무뿌리와 순무잎은 무기질의 좋은 공급원임을 알 수 있었다. 그러나 순무뿌리의 무기질 함량을 무와 비교하면, 무의 경우 칼륨이 가장 높고, 칼슘, 인이 그 다음으로 높은 함량을 보여 순무와는 차이를 보이지 않았으며, 순무잎의 경우 칼륨의 함량은 무잎과 유사한 반면 칼슘은 현저히 낮은 것으로 나타났다(23).

향기성분

순무뿌리를 그대로 마쇄, 착즙하여 얻은 액과 순무를 세절하여 스팀으로 5분 열처리 후 마쇄, 착즙하여 얻은 액의 휘발성 향기성분들을 포함하여 가스크로마토그래피로 분석하였다. 이들 순무를 착즙한 액의 향기성분을 분리한 가스크로마토그래피의 크로마토그램은 Fig. 1과 같다. 순무의 향기성분은 17개의 피크가 분리되었으며 그 retention time은 6분에서 57분사이로 나타났다. 그러나 순무를 스팀으로 열처리한 후 착즙한

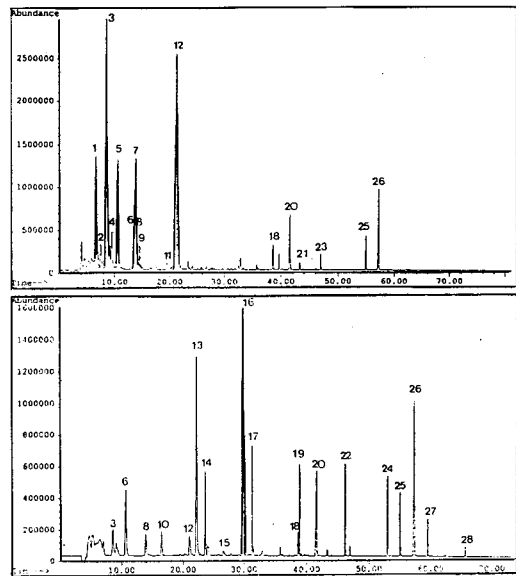


Fig. 1. Gas chromatograms of volatile compounds in fresh and blanched turnips.

액의 경우 생시료와 비교할 때 retention time 10분에서 53분사이, 57분 이후에서 새로운 피크들이 생성되었고, 19종이 분리되었다.

상기와 같이 가스크로마토그래피로 분리한 향기성분들의 동정은 GC-MS를 이용하여 분석한 후 Wiley Library로 확인하였다. 이들 분리, 동정된 개개의 향기성분들의 면적 구성비를 조사한 결과(Table 7) 생순무를 착즙한 즙액은 dimethyl disulfide성분이 가장 주된 향기성분으로 나타났고, 그 다음으로 dimethyl trisulfide, 1-hexanal, 2-methyl-1-butamine, 1-penten-3-ol이 생순무 향기성분의 대부분을 차지하였다. 그러나 순무를 스팀으로 열처리하여 착즙한 액의 휘발성 향기성분은 생순무의 그것과는 달리 유황화합물인 sulfide계통의 성분은 급격히 감소하여 생순무의 착즙액에서 가장 높은 면적비를 보인 dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide 성분은 낮은 반면 3-isothiocyanato-1-propene, 4-isothiocyanato-1-butene 성분이 가장 높은 면적비를 나타내었고, 그 외에는 2-phenylethyl isothiocyanate, 2-hexanal이 주된 향기성분으로 판명되었다. 한편 무의 경우에 있어서 휘발성 함유황 성분으로 4-methylpentyl, 3-methylthiopropyl, 4-methylthio-3-butenyl, 4-methylthiobutyl, 5-methylthiopentyl, isothiocyanate. 및 5-methylthio-4-pentenenitrile, 1-methylthio-3-pentanone, dimethyl sulfide 등이 분리 확인되었다고 한다(24). 또한 생무 착즙액은 dimethyl disulfide성분이 전체 휘발성 향기성분의 71%로 높고

Table 6. Mineral contents of turnip (mg%)

	Ca	Fe	Na	K	P	Mg
Root	187.4	1.3	31.2	395.7	53.6	40.7
Leaf	27.0	0.3	21.1	246.9	48.6	16.8

Table 7. Volatile flavor components of juices of fresh and blanched turnips

(% , peak area)

Peak No.	Volatile compounds	RT	Fresh	Blanched
1	1-Penten-3-ol	6.66	8.0	-
2	Thiocyanic acid methyl ester	7.49	2.4	-
3	Dimethyl disulfide	8.57	24.2	3.2
4	2-Penten-1-ol	9.47	2.8	-
5	2-Methyl-1-butamine	10.62	8.2	-
6	2-Hexanal	13.43	3.0	7.1
7	3-Hexen-1-ol	13.80	7.9	-
8	1,5-Hexadiene	13.89	1.7	2.3
9	1-Hexanal	14.48	11.1	-
10	Nonane	16.43	-	2.2
11	5-Methyl hexenitrile	19.42	2.6	-
12	Dimethyl trisulfide	21.03	18.8	2.1
13	4-Isothiocyano-1-butene	22.27	-	18.7
14	Decane	23.62	-	5.3
15	Benzene acetaldehyde	27.82	-	0.4
16	3-Isothiocyano-1-propene	29.92	-	24.0
17	Undecane	31.29	-	5.0
18	5-Methylthio-pentanenitrile	38.60	0.9	0.7
19	Dodecane	38.84	-	3.7
20	Benzenepropanenitrile	41.55	2.9	5.8
21	N-Heptyl isothiocyanate	43.25	0.2	-
22	Tridecane	46.11	-	0.1
23	2-Methylthiocyanate	46.91	0.5	-
24	Tetradecane	52.99	-	3.1
25	3-Methylthio propanenitrile	54.97	1.1	3.2
26	2-Phenylethyl isothioctanate	57.25	3.7	11.2
27	Pentadecane	59.50	-	1.4
28	Heptadecane	65.66	-	0.5

그 다음으로 benzene, methanethiol, dimethyl trisulfide 성분이 높았으며, 열처리 착즙액은 생무와는 달리 methanethiol이 전체 휘발성 향기성분의 45%를 차지하고 hexanal 성분이 그 다음으로 많았으나 생무 착즙액에서 가장 함량이 높은 dimethyl disulfide 성분은 9%로 감소한다고 하였다. 또한 이들 무 착즙액을 감압하에서 농축할 경우 dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide 성분은 각각 98%, 98.8% 제거되었다고 한다(22).

#### 순무의 기능적 특성

추출물의 수율, 갈변도 및 방향족화합물

생순무와 스팀으로 열처리한 순무를 동결건조하여 얻은 분말을 물 및 70% 아세톤을 용매로 하여 추출은도를 달리하여 얻은 추출액을 농축, 건조, 분말화하여 순무분말의 중량대비 추출물의 수율을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 추출물의 수율은 열처리 순무보다 생무를 이용하였을 때, 70% 아세톤추출물보다는 물추출물에서 다소 높은 편이었으며, 생순무와 열처리순무의 30°C에서의 추출수율은 각각 62%, 60%를 나타내었다. 생순무와 열처리순무를 70% 아세톤으로 추출할 경우

Table 8. Yields, brown intensities and UV absorbance of turnip extracts

Extracts	Yields (%)	Absorbance(O.D)	
		420nm	280nm
Fresh			
Water 30°C	62.0	0.09	0.15
95°C	62.3	0.06	0.14
70% Acetone	58.0	0.23	0.15
Blanched			
Water 30°C	60.0	0.03	0.12
95°C	58.0	0.05	0.08
70% Acetone	57.3	0.08	0.13

약 58%의 비슷한 수율을 나타내었다. 그러나 무의 경우 30°C에서 추출시 생무가 열처리 무에 비해 수용성 추출물의 수율이 약 10% 높은 것으로 알려져 있어(22) 순무와 다소 차이가 있었다.

이들 추출물을 동결건조하여 얻은 분말을 1% 농도가 되도록 증류수에 용해하여 420nm에서 흡광도를 측정 한 결과 열처리한 순무보다 생순무를 이용할 경우 높게 나타났으며, 특히 생순무를 70% 아세톤으로 추출한 경우 갈변도에 있어 0.23으로 높은 흡광도를 나타냈으나 다른 처리구의 갈변은 거의 진행되지 않아 낮

은 값을 나타내었다. 방향족화합물의 최대 흡수파장인 280nm에서의 흡광도는 생순무를 30, 95°C에서 추출할 경우 각각 0.15, 0.14로 열처리 순무의 그것보다 높은 흡광도를 나타내었다.

폴리페놀 화합물

일반적으로 폴리페놀 화합물은 과채류가 가지고 있는 영양가, 미생물에 대한 저항, 맛 등에 영향을 주어 과채류의 특성을 규정짓는 것으로 이들은 단백질과 가교결합을 형성하는 능력이 있어 결과적으로 가공성단백질의 침전 혹은 효소계의 저해를 초래한다는 보고가 있다(25). 또한 이러한 폴리페놀화합물중 일부는 카로틴의 간접적인 산화에 관여하는 lipoxigenase의 활성을 저해하기도 하고 pyrogallol과 같은 항산화제를 첨가하면 채소류에서 높은 카로틴치가 나온다는 등 채소류의 카로틴 bleaching에 미치는 페놀물질의 산화저해 효과에 관한 보고(26) 및 각종 페놀산과 플라보노이드 성분에 의한 항산화(27), 항변이원성(28) 등 기능성에 관한 많은 보고가 있다.

생순무와 열처리 순무를 30°C와 95°C에서 물과 70% 아세톤으로 추출한 액의 총폴리페놀 및 폴리페놀화합물의 구성물질의 함량을 조사한 결과는 Table 9와 같다. 총폴리페놀의 함량에 있어서 생순무가 열처리순무보다 함량에 있어 약간 높은 편이었으며, 폴리페놀화합물의 구성물질에 있어서 카테킨을 포함한 flavanol형 탄닌의 함량은 70% 아세톤이 수용성추출물보다 생순무와 열처리순무 모두 다소 높은 함량을 나타내었고, 총폴리페놀중 구성비가 생순무의 경우 수용성은 30%, 70% 아세톤추출물은 약 50%를 차지하였다. Leucoanthocyan의 경우 일반 무에서는 거의 확인되지 않는 반면 순무에서는 처리조건을 달리하여도 모두 1.4mg% 이상을 나타내었으며, 수용성추출물에서 볼 때 열처리 순무의 경우 생무보다 함량에 있어 각각 3.0mg%, 3.8mg%로 높은 것으로 나타났다. 탄닌을 포함한 폴리페놀화합물의 추출용매로는 70% 아세톤 용액을 사용한 경우가 많고(20), 이들 70% 아세톤추출물에는 고분자

의 flavonoid, 탄닌 뿐만 아니라 분자량이 작은 다양한 flavanols이 함유되어 있다고 한다(29).

아질산염 소거작용

Table 10은 생순무와 열처리 순무의 수용성 및 70% 아세톤추출물을 첨가하여 pH 변화에 따른 아질산염소거작용을 조사한 결과이다. 아질산염 소거작용은 pH가 증가할수록 감소하였고, 체내 pH조건인 pH 1.3, 3.0에서 다소 높은 아질산염 분해율을 보였으나 pH 6.0에서는 거의 아질산염 소거작용을 나타내지 않는 것으로 나타났다. 생순무와 열처리순무의 30°C 수용성추출물의 아질산염소거율은 pH 1.2에서 각각 15.8%, 27.1%였으며, pH 3.0에서 각각 5.4%, 11.6%를 나타내었다. 이러한 아질산염 소거작용은 순무에 함유되어 있는 폴리페놀화합물이 산성조건에서 nitroso화 반응을 강력하게 억제하는 저해제로 작용한 것으로 생각된다.

전자공여작용

전자공여능은 지질과산화의 연쇄반응에 관여하는 산화상 활성 프리라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 척도가 되며, 이러한 활성 프리라디칼은 인체 내에서 각종 질병과 노화를 일으키므로 식물추출물 등에서 산화성 프리라디칼과 반응함으로써 항산화제로 작용할 수 있는 물질을 분리할 필요성이 있다.

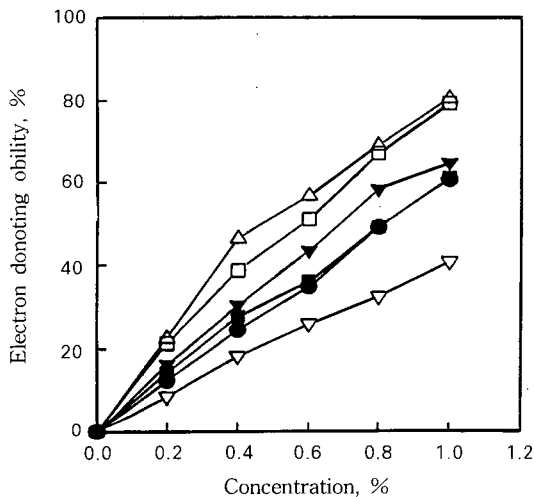
Fig. 2는 순무의 수용성추출물과 70% 아세톤추출물을 동결건조하여 얻은 분말을 각기 다른 농도로 제조한 것의 항산화작용의 지표가 되는 전자공여작용을 조사한 것으로 추출물의 농도가 증가할수록 전자공여작용은 증가하였으며, 전반적으로 순무의 처리조건에서 열처리순무가 생순무보다 전자공여능이 높았고, 수용성추출물의 경우 95°C보다는 30°C처리구가 높은 것으로 나타났다. 특히 70% 아세톤으로 추출하여 제조한 1% 농도추출물의 경우 생순무와 열처리 순무에서 각각 78.5%, 80.6%의 전자공여작용을 나타내었다. 이러한 순무의 높은 전자공여작용의 원인은 순무에 함유되어 있는 폴리페놀성 물질에 의한 높은 환원력의 결과로 판단된다.

Table 9. Polyphenol compounds of turnip extracts (mg%)

Extracts	Total polyphenol	Flavanol tannin	Chlorogenic acid	Leucoanthocyan
Fresh				
Water 30°C	26.9	8.0	0.8	1.4
95°C	26.0	8.2	0.6	2.9
70% Acetone	27.1	13.9	2.2	1.7
Blanched				
Water 30°C	25.3	10.1	1.2	3.0
95°C	24.3	8.5	1.2	3.8
70% Acetone	26.6	12.4	2.0	1.7

**Table 10. Nitrite-scavenging effects of turnip extracts under different pH conditions (%)**

Extracts	pH			
	1.2	3.0	4.2	6.0
Fresh				
Water 30°C	15.8	5.4	0	0
95°C	23.5	10.9	2.9	0.6
70% Acetone	7.3	2.6	0	0
Blanched				
Water 30°C	27.1	11.6	4.6	0
95°C	25.4	6.6	0	0
70% Acetone	4.7	0	0	0



**Fig. 2. Effect of dose-response on electron donating ability of turnip extracts.**

△: 70% acetone, blanched, □: 70% acetone, fresh  
 ▼: 30°C water, blanched, ■: 95°C water, blanched  
 ●: 30°C water, fresh, ▽: 95°C water, fresh

### 요 약

순무의 안토시아닌 함량을 부위별로 조사한 결과, 순무의 껍질부위만을 분리한 것이 11.49mg%로 껍질을 제거한 과육부위의 3.24mg%에 비해 약 3.5배 높은 함량을 보였다. 유리아미노산은 순무뿌리의 경우 glutamic acid가 132.5mg%로 그 함량이 가장 높았으며, 그 다음으로 alanine 25.0mg%, valine 23.3mg%, serine 20.7mg%의 순이었다. 무기질은 칼륨이 395.7mg%로 그 함량이 가장 높았고, 그 다음으로 칼슘이 187.4mg%로 높았으며, 인이 53.6mg%, 마그네슘이 40.7mg%를 나타내었다. 순무뿌리를 그대로 마쇄, 착즙하여 얻은 액과 순무를 세절하여 스팀으로 5분 열처리 후 마쇄, 착즙하여 얻은 액의 휘발성 향기성분은 생순무의 경우 dimethyl disulfide성분이 가장 주된 향기성분으로 나타났고, 그 다음으로 dimethyl trisulfide, 1-hexanal,

2-methyl-1-butamine, 1-penten-3-ol 이 향기성분의 대부분을 차지하였다. 그러나 스팀으로 열처리하여 착즙한 액은 생순무 착즙액에서 가장 높은 면적비를 보인 dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide 성분은 낮은 반면 3-isothiocyanato-1-propene, 4-isothiocyanato-1-butene성분이 가장 높은 면적비를 나타내었다. 생순무 및 스팀으로 열처리 후 동결건조한 분말을 30°C와 95°C에서 물과 70% 아세톤으로 추출한 액의 총폴리페놀 함량은 생순무가 열처리순무보다 약간 높은 편이었으며, flavanol형 탄닌에 있어서 70% 아세톤이 수용성 추출물보다 생순무와 열처리순무 모두 다소 높은 함량을 나타내었다. 생순무와 열처리순무의 수용성추출물과 70% 아세톤추출물의 아질산염 소거작용은 pH가 증가할수록 감소하였다. 전자공여능은 열처리순무가 생순무보다 높았고, 수용성추출물의 경우 95°C보다는 30°C처리가 높은 것으로 나타났다.

### 문 헌

1. 강인희 : 한국식생활사(제2판). 삼영사, p.197(1991)
2. 육창수 : 한국약품식물자원도감. 진명출판사, p.120(1981)
3. Yamani, M. : Fermentation of brined turnip roots using *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures. *World J. Micro. and Biotech.*, **9**, 176-179(1993)
4. Morita, H., Miyamoto, T., Mori, K., Kataoka, K. and Izumimoto, M. : Isolation and identification of lactic acid bacteria from pickles. *J. Japan. Dairy and Food Sci.*, **39**, A183-A193(1990)
5. Miyao, S. and Aoki, M. : Quality and behaviour of microorganisms in pickles. II. Lactic acid fermentation of turnips. *J. Japan. Food Sci. Tech.*, **26**, 444-446(1979)
6. Mongeau, R. and Brassard, R. : 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(1993)
7. Collins, J. : Flavor preference of selected food products from vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, **26**, 1012-1015(1978)
8. Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H. and Katan, M. B. : Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 2379-2383(1992)
9. Theander, O., Aman, P., Miksche, G. and Yasuda, S. : Carbohydrates, polyphenols, and lignin in seed hulls of different colors from turnip rapeseed. *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 270-273(1977)
10. Kawabata, A. and Sawayama, S. : A study on the content of pectic substances in vegetables. *J. Japan. Nutr.*, **31**, 32-36(1973)
11. Itoh, H., Yoshida, R., Mizuno, T., Kudo, M., Nikuni, S. and Karki, T. : Study on the contents of volatile iso-



- thiocyanate of cultivars of Brassica vegetables. *Report of the National Food Research Institute*, **45**, 33-41 (1984)
12. Ju, H., Chong, C., Mullin, W. and Bible, B. : Volatile isothiocyanates and nitriles from glucosinolates in rutabaga and turnip. *J. Am. Soc. Horticultural Sci.*, **107**, 1050-1054(1982)
  13. Sones, K., Heaney, R. and Fenwick, G. : An estimate of the mean daily intake of glucosinolates from cruciferous vegetables in the UK. *J. Sci. Food Agric.*, **35**, 712-720(1984)
  14. Wilkinson, A., Rhodes, M. and Fenwick, R. : Myrosinase activity of cruciferous vegetables. *J. Sci. Food Agric.*, **35**, 543-552(1984)
  15. Kohara : *Handbook of food analysis*. Kenpakusha, Japan, p.211(1982)
  16. Fuleki, T. and Francis, F. J. : Quantitative methods for anthocyanins I. Determination of total antocyanin and degradation index for craberry juice. *J. Food Sci.*, **33**, 78-83(1968)
  17. Sadtler : The sadtler standard gas chromatography retention index library Vol. 1-4. sadtler Research Laboratories(1988)
  18. Nakabashi, T. : Studies on tannin of fruits and vegetables. *Nippon Skokuhin Kogyo Gakkaishi*, **15**, 73-78(1968)
  19. Swain, T. and Hills, W. E. : The phenolic constituents of prunus domestica L.-The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 63-68 (1959)
  20. Komiyama, Y., Harakawa, M. and Tsuji, M. : Polyphenol contents and enzymatic browning of plums harvested in Japan. *Nippon Skokuhin Kogyo Gakkaishi*, **28**, 325-330(1979)
  21. Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.*, **51**, 1333-1338(1987)
  22. 박용곤, 강운한 : 무, 배추의 활용도 증진 연구. 한국식품개발연구원보고서, E1274(1994)
  23. 농촌진흥청 농촌생활연구소 : 식품성분표. p.102(1996)
  24. 김미리, 이해수 : 한국산 무의 휘발성 함유황화합물에 관하여. 한국조리과학회지, **1**, 33-39(1985)
  25. Ohkawa, H., Oshishi, N. and Yagi, K. : Assay for lipid peroxide in animal tissue by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, **95**, 351-358(1979)
  26. Oszmianski, J. and Lee, C. Y. : Inhibitory effect of phenolics on carotene bleaching in vegetables. *J. Agric Food Chem.*, **38**, 688-689(1990)
  27. Cuvelier, M. E., Richard, H. and Berset, C. : Comparison of the antioxidative activity of some acid-phenols:structure-activity relationship. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**, 324-325(1992)
  28. Lee, H., Jiaan, C. Y. and Tsai, S. J. : Flavone inhibits mutagen formation during heating in a glycine/creatin/glucose model system. *Food Chem.*, **45**, 235-238 (1992)
  29. McMurrough, I., Loughrey, M. J. and Hennigan, G. P. : Content of (+)-catechin and proanthocyanidins in barley and malt grain. *J. Sci. Food Agric.*, **34**, 62-72(1983)

(1999년 1월 11일 접수)