

이천 게겔무, 강화 순무, 조선무의 화학적 특성 및 효소활성

김행란* · 이지현 · 김양숙 · 김경미

농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Chemical Characteristics and Enzyme Activities of Icheon *Ge-Geol* Radish, Gangwha Turnip, and Korean Radish

Haeng-Ran Kim*, Ji-Hyun Lee, Yang-Suk Kim, and Kyung-Mi Kim

Rural Resources Development Institute, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA

Abstract For this investigation, we analyzed the chemical characteristics and enzyme activities of Icheon *Ge-Geol* radish, Gangwha turnip, and Korean radish. Regarding their proximate compositions, the water contents of the Icheon *Ge-Geol* radish, Gangwha turnip, and Korean radish were 87.78, 92.73, and 91.45%, respectively. The crude protein, crude fiber, and ash contents of the Icheon *Ge-Geol* radish were 1.35, 1.11, and 1.55%, respectively, which were much higher than the contents of the other samples; however, total dietary fiber was significantly lower. For mineral content, the magnesium, potassium, and calcium levels of the Icheon *Ge-Geol* radish were higher than the other samples. With regards to the enzyme activities of the samples, the protease and myrosinase activities of the Icheon *Ge-Geol* radish were higher than in the other samples. For α -amylase activity, the Korean radish showed the strongest activity (18.99 units/g of sample), followed by the Gangwha turnip and Icheon *Ge-Geol* radish.

Key words: chemical characteristic, enzyme activity, Korean radish, Gangwha turnip, Icheon *Ge-Geol* radish

서 론

무(*Raphanus sativus* L.)는 겨자과 또는 십자화과(Brassicaceae)에 속하는 한해살이 또는 두해살이의 쌍떡잎 식물로, 배추와 함께 우리나라 2대 채소중의 하나이다(1). 원산지는 지중해 연안으로 중앙아시아를 거쳐 중국에 전해졌으며 우리나라에는 중국을 통하여 들어와서 각 지방에 토착화된 재래종이 많다(2). 각 지방에서 재배되어 온 토종무는 지역 고유의 기후, 토질 등 자연조건에 맞게 발달하여 온 고유의 자원이지만, 육종 기술의 발달 및 타지역과의 교류가 활발해짐에 따라 지역의 특산무가 잊혀져 가고 있는 실정이었다(3). 그러나 최근 지방자치화를 계기로 지역 특산물의 발굴·홍보를 통한 지역활성화를 도모하고자 노력을 기울이고 있으며, 강화순무의 경우 품질특성 구명 및 다양한 제품 개발로 상품화가 진행 중이다.

강화 순무 *Brassica campestris* L.(無菁, 蔓菁)는 십자화과(배추과; Cruciferae)에 속하는 두해살이풀로서 뿌리와 잎을 식용하는 채소이다. 여름철에 파종하면 가을에 받아하여 뿌리에서 잎이 무성히 나며 뿌리는 비대해진다. 월동한 다음에 봄에 꽃줄기가 높이 1.5 m 정도로 자란 후 노란 십자꽃이 핀다. 원산지는 중앙아시아와 유럽 남부지방이며 기원은 지중해 연안에 자생하는 잡초 유채(油菜, *Brassica campestris* L.)라고 알려져 있다. 우리나라에

도입된 시기는 정확히 알 수 없으나 고려 중엽에 순무를 재료로 한 김치가 우리나라 문헌상 최초로 등장한다(4). 최근에도 강화도에서 널리 재배되고 있으며 지역특산물로 판매되고 있으며 김치 및 건강기능성 식품 등 다양한 조리가공 제품이 개발되어 판매되고 있다.

이천 게겔무는 이천지역에서 생산되는 토종무로 오래전부터 입맛이 없는 여름철의 밀반찬용으로 재배되어오던 무이다(5). 게겔무의 모양과 특징에 관한 이천군지(5)의 기록에 의하면, 배추뿌리와 같은 원추형의 모양으로 조선무보다 크기가 작고 밑으로 갈수록 점차 가늘어지며 길게 뻗은 뿌리에 잔 뿌리가 많이 돌아난 무의 한 품종으로 맛이 겨자처럼 아주 맵고 조식이 단단하기 때문에 소금에 절여 땅에 묻어 두었다가 한해 겨울을 넘긴 다음해 여름에 꺼내어 농가에서 밀반찬으로 사용한다고 하였다. 대개 음력 7-8월에 씨앗을 뿌리는데 햇볕을 너무 받으면 무가 크지 않고 웃자라기 때문에 보통 콩밭 이랑 사이에 심어서 콩포기가 햇볕을 가려주는 구실을 하므로 경작지가 별도로 필요하지 않은 장점도 있다(5) 이천에서는 예로부터 게겔무가 많이 재배되어 왔으나, 현재는 개량품종에 밀려 재배면적이 급격히 감소하여 이름조차 생소할 정도로 잊혀져 가고 있으며 간신히 그 명맥만 유지하고 있다(6). 따라서 이천 게겔무를 지역특산품으로 계승·발전시키기 위해서는 식품과학적 기초연구가 필요하며 이를 바탕으로 한 홍보가 절실히 요청된다.

현재까지 무에 대한 연구로는 대부분이 품종별, 계절별로 재배된 무의 이화학적 특성과 깎두기나 동치미 등의 김치 발효 적성에 관한 연구(7,8), 무에서 추출한 myrosinase의 분자량과 효소적 특성에 관한 연구(9,10)가 보고되고 있으며, 강화 토종무인 순무에 관해서는 김치 가공적성에 관한 연구(11)와 일부 기능성 성분(12)에 관한 연구가 보고되었다. 그러나 이천 게겔무에 대한 품

*Corresponding author: Haeng-Ran Kim, Department of Agriproduct Processing, Rural Resources Development, Institute, 88-2 Seodun-dong, Kwonsun-gu, Suwon, Korea 441-853
Tel: 82-31-299-0590
Fax: 82-31-299-0553
E-mail: kimhr@rda.go.kr
Received March 19, 2007; accepted April 30, 2007

질특성 구명이나 가공적성에 관한 연구는 전혀 이루어지지 않았다. 이에 본 연구에서는 게걸무의 화학적 특성을 조사함과 동시에 효소적 특성을 조사하였다. 효소와 관련하여 amylase 및 protease 등 가수분해 효소의 활성의 경우, '이천지역민들이 게걸무를 생으로 먹으면 소화를 도와서 속병이 없어진다고 상용하였다'(5)는 점을 과학적으로 입증하기 위하여 분석하였다. 또한 myrosinase 활성의 경우 이천 게걸무의 기능성 성분을 조사하여 활용하고자, 강한 매운맛을 기능성 물질인 함유황화합물로 추측하고 이에 대한 분석을 실시하였다. 이러한 분석 결과를 조선무 및 강화 순무와 비교함으로써 게걸무의 상품화를 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시료 전처리

본 실험에 사용된 조선무는 '태청' 품종으로 이천지역에서 2006년 여름에 파종하여 가을(11월)에 수확한 가을무를 사용하였고, 이천 게걸무도 이천지역에서 2006년 11월에 수확한 것을 사용하였으며 이천시 농업기술센터에서 시료를 제공받았다. 강화 순무는 2006년 10월에 강화농업협동조합으로부터 구입하여 실험에 사용하였다. 잎을 제거한 무는 흐르는 물에 깨끗이 씻어 잔뿌리와 비가식 부분을 다듬은 후, 가식부분만을 분석용 시료로 사용하였다. 무의 화학적 특성과 효소활성을 측정하기 위한 시약은 특급 시약을 사용하였다.

화학적 특성 분석

일반성분과 무기질: 일반성분 분석은 AOAC(13) 방법에 준하여 분석하였고, 일반성분 분석을 위한 시료로 무 1개를 모두 믹서기(nikko wm770, (주)제이원, Seoul, Korea)로 마쇄한 후 잘 혼합하여 분석에 사용하였다. 수분 함량은 105°C 상압건조법으로 분석하였고, 조회분은 600 회화로(Box Furnace, Lindberg/Blue, Asheville, NC, USA)에서 시료를 회화시킨 후 남은 무게를 측정하여 정량하였다. 조단백질 함량은 semi micro-Kjeldahl 방법으로 단백질 자동분석기(Kjeltec 2400 Auto, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 함량을 측정하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 추출기(SOXTEC SYSTEM HT 1043 Extraction Unit, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 ether로 추출하여 정량하였다. 조섬유 함량은 Henneberg-stohmann법을 개량한 방법(13)으로 측정하였고, 총식이섬유 함량은 Prosky 등(14)의 방법으로 측정하였으며 동결건조기(Programmable Freeze Dryer, Ilshin Lab Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 시료를 건조 후 25 mesh로 분쇄한 시료를 flask에 취한 뒤 heat-stable amylase(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)와 protease(Sigma-Aldrich)를 단계적으로 가해 전분과 단백질을 제거한 후, 95% ethanol을 가해 식이섬유를 침전시켰다. 침전시킨 용액을 78% ethanol과 acetone으로 세척하면서 celite를 깔 crucible을 이용하여 감압 여과시켜 잔사를 구했다. 잔사의 단백질 함량은 micro Kjeldahl법으로 측정하고 회분함량은 회화로를 이용하여 측정한 후 잔사의 중량에서 단백질, 회분값을 뺀 것을 총 식이섬유 값으로 하였다.

$$\text{식이섬유}(\%) = \frac{R - P - A - B}{M} \times 100$$

R: 시료에 대한 효소처리 후 침전물의 무게

P: 단백질 함량, A: 회분 함량, B: Blank

M: 시료무게(mg)

Na, Mg, P, K, Ca, Fe, Zn 등 무기질 함량은 AOAC(13) 방법에 준하여 분석하였다. 시료 전처리는 건식 분해법에 따라 분쇄시킨 후 여과하여 증류수 100 mL을 시험용액으로 하였다. 또한 공시험용액의 제조를 위하여 시료를 넣지 않은 용기에 대해서도 같은 처리를 하였다. 전처리된 시험용액은 유도결합 플라즈마 분광기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, Z 6100, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 Table 1의 조건에 따라 분석하였다. 분석대상 무기질인 Na, Mg, P, K, Ca, Fe, Zn의 표준용액은 ICP/AA용 표준시약(Sigma-Aldrich)을 사용하였다.

효소활성 측정

α -Amylase와 protease 활성 측정: α -Amylase의 활성은 Park과 Oh(15)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 50 g에 증류수 100 mL을 넣고 마쇄한 후 원심분리(8,000 rpm, 30 min)하여 여과한 여액을 조효소로 사용하였다. 0.02 M phosphate buffer(pH 6.9)에 녹인 1% 전분 용액 2 mL를 넣고 미리 조제한 효소액 1 mL을 첨가하여 40°C에서 30분간 반응시킨 후, 1 M 초산 10 mL로 반응을 정지시키고 0.005% 요오드 용액 10 mL를 넣어 30분간 방치 후 660 nm에서 흡광도를 측정한 후 효소액 1 mL가 나타내는 흡광도의 차를 1 unit으로 표시하였다.

Protease 활성은 Anson법을 변형하여(16) 측정하였으며 acid protease는 0.4 M lactic acid buffer(pH 3.0)를, neutral protease는 0.1 M citric acid buffer(pH 7.2)를, alkaline protease는 0.1 M boric acid buffer(pH 9.0)를 각각 이용하여 조효소 추출액을 제조하였다. 표준곡선은 L-tyrosine 용액을 이용하여 작성하였으며, 효소의 활성은 조효소액 1 mL이 1분 동안 30°C에서 1 μ g의 tyrosine을 생성할 때를 1 protease unit(PU)로 하였다.

Myrosinase 활성 측정: Sinigrin을 myrosinase의 기질로 사용하였으며, 효소의 활성은 유리당을 측정하는 Summer's dinitrosalicylic acid 법을 변형하여 사용하였다(10). 효소액은 동결건조하여 분쇄한 분말 시료 20 g에 60 mM 인산완충액(pH 6.5) 100 mL을 넣고 2시간 shaking 후 원심분리(8,000 rpm, 20 min)한 후 상등액을 사용하였다. 즉 효소액 100 μ L, 10 mM L-ascorbic acid 100 μ L, 3.4 mM sinigrin 100 μ L 및 인산완충액 100 μ L를 각각 넣고 증류수로 최종 부피를 1 mL로 조절하였다. 37°C에서 10분간 반응시킨 후 끓는물에서 5분간 방치시켜 500 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조구와 시료간의 흡광도 차이를 효소의 활성으로 환산하였고, 효소활성 1 unit는 반응시간 1분당 1 nmole의 기질을 가수분해시키는 양으로 정의하였다.

통계분석: 모든 실험은 3회 반복 실시하여 결과를 SAS 프로그램(9.1, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산 분석하였고 시료간 평균치 차이의 유무는 Duncan's multiple range test에 의해 다중 비교를 하였다.

결과 및 고찰

이천 게걸무, 강화 순무 및 조선무의 화학적 특성

이천 게걸무와 강화 순무의 외형적 특성은 조선무와 달리 길이가 짧고 직경이 넓은 특징을 가지고 있으며, 무게는 이천 게걸무가 103.86 g, 강화 순무가 387.37 g, 조선무가 453.45 g이었다(Table 2). 무의 폐기율을 살펴보면 이천 게걸무는 6.24%, 강화 순무는 4.36% 일반무는 1.59%로 이천 게걸무의 폐기율이 가장 높았다.

Table 1. Instrument operating parameters and wavelengths used for analysis of mineral content by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer

Instrument operating parameter	Condition
RF power	1200 W
Pump speed	10.0 rpm
Auxiliary gas flow	0.5 L/min
Nebulizer gas flow	0.65 L/min
Nebulizer pressure	212 Kpa
Background correction	manual point selection
Plasma gas flow	10.0 L/min
Height	6.0 mm
Sample gas flow	1.0 L/min
Sample introduction	
Flush time	15 sec
Rinse time	5 sec
Stabilization time	15 sec
Flush pump speed	50 rpm
Replication	3 times
Measurement processing mode	high
Mineral type	Wavelength(nm)
Sodium	589.59
Magnesium	280.27
Phosphorous	213.62
Potassium	769.89
Calcium	317.93
Iron	259.94
Zinc	213.86

이천 게겔무, 강화 순무 및 조선무의 일반성분 및 식이섬유 함량의 결과는 Table 3과 같다. 일반성분 함량은 생시료 중 백분율(%)로, 식이섬유는 건물 중 백분율(%)로 제시하였다. 이천 게겔무는 수분과 식이섬유의 함량이 낮은 반면, 조단백, 회분 및 조섬유 함량이 1.35, 1.55, 1.11%로 강화 순무나 조선무에 비하여 유의적으로 높았다. 이천군지(5)의 기록에 의하면, 이천 게겔무가

Table 2. Weight and ratio of refuse of Icheon Ge-Geol radish, Gangwha turnip and Korean radish roots

	Weight (g)	Ratio of refuse (%) ¹⁾
Icheon Ge-Geol radish	103.86	6.24
Gangwha turnip	387.37	4.36
Korean radish	453.45	1.59

¹⁾Waste weight of radish roots/raw weight of radish roots ×100.

조직이 단단하다고 하였는데 수분 함량이 작고 조섬유 함량이 높은 특성 때문에 생각된다. 강화 순무의 경우 조단백과 조섬유가 조선무보다 높았으며, 나머지 성분의 함량은 조선무와 유의적인 차이가 없었다. 최근 식생활의 변화로 중요한 기능성 관련 물질로 인식되고 있는 식이섬유의 경우, 조선무와 강화 순무가 각각 건물 중 14.20, 13.26%로 이천 게겔무 11.32%에 비하여 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 한국 식품성분표(17)에 의해 보고된 조선무의 건물 중 총 식이섬유 함량 26.21%보다는 다소 낮았는데 이는 품종이나 재배 지역의 차이에 기인한 것으로 여겨진다.

무기질 분석 결과(Table 4) 이천 게겔무는 Mg, K, Ca의 함량이 각각 27.80, 593.42, 30.10 mg%로 나머지 2 종류의 무에 비하여 높은 함량을 나타냈다. 강화 순무는 Na를 제외하고 모든 무기질 함량이 조선무와 유사한 함량을 나타냈다. P, Zn 및 Fe은 3 종류의 무에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과에서 강화 순무와 조선무는 일반성분과 무기질에서 몇 개의 성분을 제외하고 유사한 결과를 나타냈다. 그러나 이천 게겔무의 경우 강화 순무나 조선무에 비하여 수분 함량이 낮고 단백질, 섬유소, 회분 함량이 높으며 일부 무기질 함량이 높은 결과를 나타냈다. 따라서 이천 게겔무가 우리가 일상적으로 식용하고 있는 무에 비하여 독특한 화학적 특성을 가지고 있음을 알 수 있었다.

이천 게겔무, 강화 순무 및 조선무의 가수분해 효소 활성

김치 가공 및 조리가공 제품의 품질개선을 위한 기초자료로 제시하고자 대표적인 가수분해 효소인 α -amylase와 protease 활성을 측정하여 Table 5에 제시하였다. 김치의 숙성과정 중 핵심적인 공정인 젖산발효에서 발효성 당의 생성과 관련된 가수분해

Table 3. Chemical composition of Icheon Ge-Geol radish, Gangwha turnip and Korean radish roots

Type	Contents (%)	Water	Crude protein	Crude fat	Ash	Crude fiber	TDF ¹⁾
Icheon Ge-Geol radish		87.78 ± 0.12 ^{b2)}	1.35 ± 0.03 ^a	0.27 ± 0.01 ^a	1.55 ± 0.08 ^a	1.11 ± 0.02 ^a	11.32 ± 0.24 ^b
Gangwha turnip		92.73 ± 1.97 ^a	0.86 ± 0.01 ^b	0.29 ± 0.02 ^a	0.76 ± 0.03 ^b	0.89 ± 0.08 ^b	13.26 ± 0.69 ^a
Korean radish		91.45 ± 3.57 ^{ab}	0.75 ± 0.04 ^c	0.19 ± 0.16 ^a	0.65 ± 0.07 ^b	0.71 ± 0.08 ^c	14.20 ± 0.92 ^a

¹⁾The content of total dietary fiber (TDF) represented %/dry weight basis of sample, whereas other compositions are %/wet weight basis of sample.

²⁾Different superscriptive letters in a column indicate significant difference at $p < 0.05$.

Table 4. Mineral contents of Icheon Ge-Geol radish, Gangwha turnip and Korean radish roots

Type	Contents (mg%)	Na	Mg	P	K	Ca	Fe	Zn
Icheon Ge-Geol radish		292.13 ± 79.58 ^{a1)}	27.80 ± 7.76 ^a	20.19 ± 0.09 ^a	593.42 ± 7.86 ^a	30.10 ± 0.63 ^a	12.34 ± 3.91 ^a	0.10 ± 0.04 ^a
Gangwha turnip		245.64 ± 72.95 ^a	13.99 ± 4.55 ^b	32.51 ± 18.89 ^a	335.32 ± 43.25 ^b	20.04 ± 6.04 ^b	16.19 ± 8.88 ^a	0.14 ± 0.07 ^a
Korean radish		58.46 ± 2.93 ^b	13.33 ± 1.81 ^b	37.71 ± 7.29 ^a	333.93 ± 37.00 ^b	15.69 ± 1.32 ^b	21.04 ± 0.59 ^a	0.17 ± 0.04 ^a

¹⁾Different superscriptive letters in a column indicate significant difference at $p < 0.05$.

Table 5. α -Amylase and protease activities of Icheon *Ge-Geol* radish, Gangwha turnip and Korean radish roots

Type	Activities α -amylase (unit)	Protease (PU)		
		Acid	Neutral	Alkali
Icheon <i>Ge-Geol</i> radish	9.97 \pm 0.77 ^{c1)}	8.01 \pm 0.06 ^{a1)}	5.71 \pm 0.23 ^a	3.02 \pm 0.06 ^a
Gangwha turnip	14.87 \pm 0.07 ^b	4.17 \pm 0.03 ^c	3.14 \pm 0.04 ^b	2.47 \pm 0.04 ^b
Korean radish	18.99 \pm 0.03 ^a	6.90 \pm 0.11 ^b	5.45 \pm 0.10 ^a	3.10 \pm 0.01 ^a

¹⁾Different superscriptive letters in a column indicate significant difference at $p < 0.05$.

효소 중 하나인 α -amylase 활성(18)을 조사한 결과, 조선무가 18.99 unit/g로 가장 높은 활성을 보였으며 강화 순무 14.87 unit/g, 이천 게겔무가 9.97 unit/g 순으로 낮게 나타났다. Kim 등(18)은 김치 원료의 효소활성을 측정된 결과, 조선무의 α -amylase 활성이 168.73 unit/g으로 보고하여 본 연구 결과와 큰 차이를 보였는데 이는 조효소액의 차이에 의한 것으로 생각된다. 본 연구에서는 무의 생시료를 분쇄하여 원심분리한 후 상등액을 조효소액으로 사용한 반면, Kim 등(18)은 무에서 조효소액을 추출하여 원심분리와 투석을 거쳐 동결 건조하여 사용하였다. 따라서 α -amylase 결과를 기준으로, 당의 생성과 관련된 조리 가공제품의 제조시에는 이천 게겔무나 강화 순무보다 조선무가 보다 적합한 것으로 판단되었다. 한편 예로부터 무에는 amylase가 많이 있어서 소화를 돕는 것으로 알려져 있으며(1), 이천지역에서는 게겔무를 생으로 먹으면 소화를 도와서 속병이 없어진다고 하여 상용하였다 한다(5). 따라서 이천 게겔무의 α -amylase 함량이 높을 것으로 예측하였으나 다른 2종류의 무에 비하여 낮은 점으로 보아 α -amylase의 영향이 아닌 다른 특성이 소화를 돕는 것으로 추측된다.

이천 게겔무, 강화 순무 및 조선무의 protease 활성 측정 결과를 Table 5에 나타냈다. 이천 게겔무의 산성 protease 활성은 각각 8.01 PU로 다른 시료군에 비하여 높았다. 중성과 알칼리성 protease 활성의 경우 이천 게겔무와 조선무가 각각 3.02-3.10 PU, 5.45-5.71 PU로 순무에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 전체적으로 protease 활성은 이천 게겔무가 가장 높았고, 조선무, 강화 순무 순으로 나타났다. Kim 등(18)에 의하면 김치 원료의 protease 활성을 측정하였을 때, 멸치젓과 새우젓 등의 protease 활성이 가장 높았으며 조선무는 젓갈에 비하여 1/40 수준의 protease 활성(시료 g 당)을 나타냈으며, 이러한 재료에 포함된 protease가 김치의 숙성 중 맛을 내는 아미노산 생성에 영향을 미칠 것으로 예측하였다. 따라서 단백질 성분의 가수분해 효소 활성이 약하긴 하지만, 조리가공시 조선무보다 protease 활성이 높은 이천 게겔무를 사용하면 단백질 분해 효과를 상승시킬 것으로 추측된다.

이천 게겔무, 강화 순무 및 조선무의 myrosinase 활성

3 종류의 무에 대한 myrosinase 활성 측정 결과는 Table 6에 나타냈다. Myrosinase(Thioglucoside glucohydrolase, EC 3.2.3.1)는 식물체 중의 S-glucosidic 결합을 끊는 효소로서 glucosinolate를 가수분해하여, 이로 인하여 생성된 aglycone은 불안정하므로 Lossen rearrangement를 일으켜 isocyanate와 nitriles, thiocyanate, oxazolidine-2-thiones, hydroxynitrile 및 epithionitrile 등을 생성하는 것으로 보고되고 있다(10). 최근에는 myrosinase가 indole기를 함유한 glucosinolate를 분해하여 항암효과를 갖는 indoleacetonitrile과 indolemethanol 등을 생성한다고 보고되고 있다(10). 즉, 무에 함유되어 있는 glucosinolate류의 일종인 sinigrin에 효소 myrosinase가 작용하여 생성되는 것으로 무의 매운 맛 성분인 allyl isothiocyanate가 생성되고(1), allyl isothiocyanate는 강한 항균성, 항충성

Table 6. Myrosinase activities of Icheon *Ge-Geol* radish, Gangwha turnip and Korean radish roots

Type	Myrosinase activity (unit)
Icheon <i>Ge-Geol</i> radish	36,990.8 \pm 2,599.5 ^{a1)}
Gangwha turnip	33,449.96 \pm 1,540.3 ^b
Korean radish	34,893.7 \pm 1,875.1 ^{ab}

¹⁾Different superscriptive letters in a column indicate significant difference at $p < 0.05$.

및 항선충성 등 생체 방어 반응을 하고 더불어 발암물질 해독 및 체외배출을 촉진시켜 발암물질에 대한 생체 내 방어 기능을 한다고 알려져 있다(19). 따라서 myrosinase 활성이 높거나 이 효소의 가수분해 작용으로 생성되는 allyl isothiocyanate이 많을 경우 기능성이 있을 것으로 추측되었다.

무의 기능성 측면을 발견하여 활용하고자 myrosinase 활성을 측정할 결과, 이천 게겔무의 myrosinase 활성은 36,990.8 unit으로 다른 시료군에 비하여 가장 높은 값을 나타내었으며 강화 순무와는 유의적인 차이를 보였다. 조선무의 myrosinase 활성은 34,893.7 unit으로 이천 게겔무보다 낮고 강화 순무보다 높은 활성을 보였으며, 강화 순무의 경우 33,449.9 unit으로 가장 낮은 활성을 보였다. 이는 이천 게겔무의 강한 매운맛 특성을 설명해주는 결과이며 다른 무에 비하여 기능성 관련 물질이 높음을 시사한다. 한편 Kim과 Lee(9)의 보고에 의하면 무의 껍질 부위가 속 부위에 비해 myrosinase 활성이 약 10배 정도 높은 것으로 나타나므로 무의 매운맛 성분을 이용하거나 기능성을 활용한 조리 가공시에는 껍질을 제거하지 않는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 이천 게겔무, 강화 순무 및 조선무의 품질 특성을 비교 분석하였다. 일반성분의 경우, 수분 함량은 이천 게겔무 87.78%, 강화 순무 92.73% 및 조선무 91.45%로 게겔무가 다른 무에 비하여 낮았다. 반면에 조단백, 조섬유 및 조회분 함량은 이천 게겔무가 강화 순무와 조선무에 비하여 약 1.7-1.8배, 1.2-1.6배 및 2.0-2.4배 높았다. 식이섬유함량은 이천 게겔무 11.32%, 강화 순무 13.26% 및 조선무 14.20%로 게겔무가 다른 무에 비하여 낮았다. 무기질 함량의 경우, 게겔무의 Mg, K, Ca 함량이 다른 무에 비하여 높았으며 P, Zn, Fe 함량은 다른 무와 유의적인 차이가 없었다. 가수분해 효소로서 소화와 관련된 α -amylase 활성의 측정 결과 이천 게겔무 9.97 unit, 강화 순무 14.87 unit 및 조선무 18.99 unit으로 나타났다. Protease 활성의 경우, 알칼리성은 이천 게겔무와 조선무가 각각 3.02 PU, 3.10 PU의 유사한 수준으로 순무에 비하여 높았고, 산성 protease 활성에서는 게겔무가 가장 높았다. 무의 매운맛 성분 및 기능성 관련 물질로 알려진 myrosinase 활성은 이천 게겔무가 36,990.81 unit으로 강화 순

무나 조선무보다 높았다. 결론적으로 이천 게겔무는 강화 순무나 조선무에 비하여 조단백, 회분, 조섬유 및 무기질 중 Na, Mg, K, Ca의 함량이 높고 protease 활성과 myrosinase 활성이 높았다.

감사의 글

본 연구를 위하여 이천 게겔무와 조선무 시료를 제공해 주신 경기도 이천시 농업기술센터에 감사 드립니다.

문헌

1. Korean Society of Food and Cookery Science. Dictionary of Food Cookery Science. Kyomunsa, Seoul, Korea. pp. 100-101 (2003)
2. Cho JS. Food Materials. Muneundang, Seoul, Korea. pp. 149-150 (1996)
3. Han KS, Song BC. A study on discover and perception of the native local foods in *Wonju* region. Korean J. Food Culture 18: 365-378 (2003)
4. Kang IH. The History of Dietary Life in Korea. 2nd ed. Sam-Young Publishing Company, Seoul, Korea. p. 197 (1991)
5. Icheon-gun. Bulletin of Icheon-gun. Shinwoo Printer, Icheon, Gyeonggi-do. Korea. p. 601 (1984)
6. Kim HR, Lee JE, Kim YS, Shin SO. Recognition and perception on *GeGeol* radish in Icheon area. Korean J. Food Culture 22: 185-190 (2007)
7. Lee SE. Investigation of cooking usage according to the physicochemical and textural characteristics in *Nabakkimchi* with different radish cultivars. Korean J. Culinary Res. 12: 284-298 (2006)
8. Ryu KD, Chung DH, Kim JK. Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *Kakdugi* preparation. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 681-690 (2000)
9. Kim MR, Lee HS. Purification and characterization of radish myrosinase. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 136-144 (1989)
10. Sim KH, Kang KS, Seo KI. Purification enzymatic properties of myrosinase abstracted from radish. J. Korean Agri. Chem. Soc. 36: 86-92 (1993)
11. Kim MR. Physicochemical and sensory properties of cultivars *Brassica campestris* ssp *rapa* *Kimchi*. Korean J. Food Cook. Sci. 16: 568-576 (2000)
12. Paek YK, Kim HM, Park MY, Kim SR, Choe IW. Physicochemical and functional properties of turnip. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 333-341 (1999)
13. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 16th ed. Method 920.39, 935.29, 942.05, 984.13, 991.43. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA. USA (1995)
14. Prosky L, Asp NG, Furda I, Devreis JW, Scjweozer TF, Harland BA. Determination of total dietary fiber in foods and food products. J. Assoc. Off. Ana. Chem. 68: 677-684 (1987)
15. Park JM, Oh HI. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *Kochujang meju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 56-62 (1995)
16. Oh HI, Shon SH, Kim JM. Changes in microflora and enzyme activities of *Kochujang* prepared with *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* and *Saccharomyces rouxii* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 410-416 (2000)
17. National Rural Living Science Institute, RDA. Food Composition Table (II). 6th ed. Sangroksa, Suwon, Gyeonggi-do, Korea. pp. 332-333 (2001)
18. Kim HJ, Lee JJ, Choe MJ, Choi SY. Amylase, protease, peroxidase, and ascorbic acid oxidase activity of *Kimchi* ingredients. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1333-1338 (1998)
19. Elizabeth KL, Tracy KS, Rosemary GC, Ian TJ. Cell death in the colorectal cancer cell line HT29 in response to glucosinolate metabolites. J. Sci. Food Agr. 81: 959-961 (2001)