

Comparison of Physicochemical Composition of *Kohlrabi* Flesh and Peel

Seon-Suk Cha, Myung-Yul Lee, and Jae-Joon Lee[†]

Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 500-759, Korea

콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분 비교

차선숙 · 이명렬 · 이재준[†]

조선대학교 식품영양학과

Abstract

This study was investigated to compare the major chemical components of *kohlrabi* (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) flesh and *kohlrabi* peel. Among the proximate compositions, the crude fat of *kohlrabi* peel contained lower than that of *kohlrabi* flesh, while the contents of carbohydrate and the crude protein were higher in the *kohlrabi* peel. Total free sugar content of the flesh *kohlrabi* was higher than that of the peeled *kohlrabi*, and the major free sugars of the flesh *kohlrabi* and peeled *kohlrabi* were identified as fructose and glucose. The value of glutamic acid was greater in amino acids of *kohlrabi* flesh and *kohlrabi* peel, and the contents of total amino acids and essential amino acids were higher in *kohlrabi* peel compared with *kohlrabi* flesh. *Kohlrabi* flesh also contained a higher level of unsaturated fatty acids than *kohlrabi* peel. The contents of organic acid were higher in *kohlrabi* peel, and the level of oxalic acid was the highest in both *kohlrabi*. The vitamin C contents of flesh *kohlrabi* and peeled *kohlrabi* were 231.36 mg/100 g and 402.75 mg/100 g, respectively. The mineral content of the peeled *kohlrabi* was higher than that of the flesh *kohlrabi*, and the mineral contents of the flesh and peeled *kohlrabi* were greater in the order of K>Ca>Mg>Na. As a result, the contents of total amino acid, essential amino acid, organic acid, vitamin C and mineral were higher in the peeled *kohlrabi*, and the free sugar and unsaturated fatty acid contents of the flesh *kohlrabi* were higher.

Key words : *Kohlrabi* flesh, *Kohlrabi* peel, proximate composition, chemical component

서 론

오늘날 현대를 살아가는 우리들은 과거에 비하여 풍부한 식품공급 그리고 식품산업의 급속한 발달과 외식문화의 확산은 식생활의 서구화를 초래하였고(1) 이러한 식습관과 라이프스타일의 변화에 따라 패스트푸드가 유행해 곡물이나 채소, 과일 등의 섭취가 부족해지고 이로 인해 비만, 당뇨, 고혈압 등 만성 서구형 질병 또한 증가하는 추세이다. 또 소득 수준의 향상으로 인하여 식생활의 많은 변화를 가져와 필요 이상으로 지방, 육류 및 가공식품 등의 고열량, 고지방 섭취가 증가하는데 반하여, 채소류의 섭취는 감소하는 추세이다(2). 아직도 여전히 육류의 소비는 높지만,

최근 세계적으로 유행되고 있는 well-being이라는 새로운 추세와 농약 및 환경오염에서 비롯된 공해식품의 범람으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 육식보다는 건강의 상징으로 여기는 채식에 대한 관심이 늘어나고 있다. 예전에는 쉽게 볼 수 없었던 여러 가지 종류의 서양 채소나 과일들의 수입이 많이 늘어나기도 하고, 기온의 변화로 국내에서도 재배가 이루어져 다양한 종류의 채소를 우리 생활 속에서 접할 수 있게 되었다.

콜라비(kohlrabi)는 양귀비목(*Papaveraceae*) 배추과(*Brassicaceae*)에 속하는 2년생 채소이고, 순무양배추 또는 구경양배추 라고도 한다. 콜라비는 영어 명칭이며 독일어로 kohl(양배추)과 rabi(순무)의 합성어이다. 양배추에서 분화된 두해살이 풀로 품종은 아시아군과 서유럽군으로 분류하는데, 아시아군은 잎의 색깔이 회색을 띤 녹색이고

[†]Corresponding author. E-mail : leejj80@chosun.ac.kr
Phone : 82-62-230-7725, Fax : 82-62-225-7726

구경은 녹색으로 표면이 거칠다. 주요품종인 서유럽군은 구경이 자주색이며 표면이 매끄럽고 흰 납질로 덮여 있다. 한국에서 현재 콜라비는 주로 제주도에서 재배가 이뤄지고 있고 한국인에게는 아직까지 생소한 채소이지만(3), 최근에는 콜라비가 자주 소개되어지고 소비도 천천히 증가하고 있는 추세이다. 우리가 먹는 부위는 뿌리와 줄기 사이에 바로 땅위에 올라온 부분 즉 지상 2~5 cm 부분에서 꺾어지는데 그 비대한 줄기가 먹는 부분이다. 비대한 식용 부위인 콜라비는 조직감, 색깔 및 맛에서 무와 유사하다(4). 콜라비는 씨앗으로 재배하며 수확 시기는 11월부터 그 이듬해 3월까지 하게 되며 최상으로 성숙하기 위해서는 50~65일 정도가 요구된다. 그리고 줄기부분의 직경이 8 cm가 되면 수확하는데, 늦게 수확하면 콜라비의 모양이 기형으로 되고 섬유소가 많아져 육질이 단단해지면서 쓴맛이 난다. 잎부분을 제거하고 저장하면 콜라비는 0℃에서 3달까지도 저장이 가능하다고 알려져 있다(5,6). 콜라비는 양배추 등 일반채소에 비하여 비타민 C가 많은 편이고, 열량이 낮고 수분과 식이섬유소가 풍부해 다이어트에 좋다는 것으로도 알려져 있다. 또 아미노산 함량이 높아서 당 성분이 적어도 단맛을 일정 수준 유지할 수 있고(4), 당도도 12 °Brix 이상으로 높은 편이다.

콜라비의 효능으로는 소염, 냉증, 신경통, 요통, 어깨 결림에 특효라고 민간에 전해지고 있지만 과학적 근거가 밝혀진 것은 아니다. 콜라비는 항암효과가 우수한 물질로 알려진 glucosinolates (4,7)와 anthocyanin, carotenoid 등을 풍부하게 함유하며(8), *in vitro* 연구에서 항돌연변이 작용도 있는 것으로 보고(9,10)되었으나, 생리활성에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

농산물은 자연환경에 많은 영향을 받는 특성이 있어서 가격의 변동 폭이 크다. 콜라비의 과잉생산은 콜라비 가격 하락으로 이어지기 때문에 농가의 안정적인 소득을 위해서 콜라비의 생산, 저장, 유통을 안정화하기 위한 다양한 해결 방법을 강구할 필요가 있다. 콜라비는 생것으로 그냥 먹거나 샐러드 등에 활용하거나 또는 무 보다 매운맛이 덜하고 물리질이 덜해 나박김치, 깍두기, 피클 등 무를 대신한 여러 요리들에 사용되고 있지만, 콜라비를 이용한 가공식품의 개발도 극히 미미한 실정이다.

이에 본 연구에서는 콜라비를 가식부위와 껍질부분으로 나눠서 영양성분을 비교 평가함으로써 콜라비가 다양한 식재료나 기능성 식품소재로 활용할 수 있는 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 콜라비는 2012년 1월 제주도에서 구입

하여 동결 건조하고 분쇄하여 분말로 제조한 후 -70℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다. 각 실험항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists (AOAC)방법(11)에 준하여 실시하였는데, 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였고, 식이섬유소는 효소중량법(Enzymatic-Gravimetric method)에 의하여 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 제외한 값으로 나타내었다.

유리당 분석

유리당 분석은 Gancedo 방법(12)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating mantle에서 75℃로 5시간 가열한 다음 whatman filter paper (No. 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축 후 10 mL로 정용하여 ion chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Carbo Pac™- PA10 analytical (4 × 250 mm)과 용출용매 Ca-EDTA (500 mg/L)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 column에 20 µL씩 주입하였다. 이때의 column 온도는 90℃를 유지하였다. 용출 용매는 0.5 mL/min로 흘러보냈으며, 검출은 reactive index detector를 이용하였다.

구성아미노산 분석

구성아미노산의 분석은 분해관에 건조된 시료 0.5 g과 6 N HCl 3 mL를 취하여 탈기하고 121℃에서 24시간 가수분해한 다음 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하여 sodium phosphate buffer (pH 7.0) 10 mL로 정용하였다(13). 용액 1 mL를 취하고 membrane filter (0.2 µm)로 여과한 다음 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, England)로 분석하였으며, column은 ultrapace II cation exchange resin column (11±2 µm, 220 mm)을 사용하였고, 0.2 N Na-citrate buffer 용액(pH 3.20, 4.25 및 10.00)의 flow rate는 40 mL/hr, ninhydrin 용액의 flow rate는 25 mL/hr, column 온도는 46℃, 반응 온도는 88℃로 하였고, analysis time은 44 min으로 하였다.

유리아미노산 분석

유리아미노산 분석은 시료 2 g에 ethanol 20 mL를 가한 후 homogenizer로 10분 동안 교반하여 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였고, 잔사에 다시 75% ethanol 10 mL를 첨가하여 homogenizer로 10분 동안 교반한 후 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액을 합하여 감압농축한 후 증류

수로 용해시켜 sulfosalicylic acid 20 mg을 첨가하여 4°C로 1시간 동안 방치시킨 다음 다시 1,900 ×g에서 20분간 원심 분리한 후, membrane filter (0.2 μm)로 여과시켜 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, England)로 분석하였다.

지방산 분석

지방산 분석은 Wungaarden의 방법(14)에 따라 시료 2 g을 ether로 추출·여과하여 감압·농축한 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하고 1N KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞어 유지방울이 없어질 때까지 교반시킨 후 14% BF₃-Methanol 5 mL를 가한다. 냉각기를 부착하여 80°C에서 5분간 가열하여 methylester화하여, 이 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 가하고, 다시 hexane 1 mL를 가하여 흔들어 섞은 후 시험관에 옮겨 정치하였고 상층을 분취하여 무수 Na₂SO₄를 넣어 수분을 제거하고 gas chromatography (GC-10A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 기기 분석조건은 column은 SPTM-2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness)을 사용하였고, column 온도는 170°C에서 5분간 유지한 후 250°C까지 4°C/min로 승온하였다. Injection 및 detector 온도는 270°C로 하였고, N₂ flow rate는 0.6 mL/min(split ratio = 80:1)으로 하여 분석하였다.

유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등의 방법(15)에 따라 마쇄한 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80°C 수조에서 4시간 가열한 다음 whatman filter paper (No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 다음 증류수로 10 mL로 정용하여 ion chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 검출기는 photodiode array detector (M990, Waters, MA, USA), column은 supelcogelTM C-610H column (300 × 3.9 mm, 4 μm)을 이용하여 실시하였다. 이외의 분석조건으로는 wavelength는 200~300 nm (main 210 nm), flow rate는 0.5 mL/min, injection volume은 15 μL, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 각각 사용하였다.

비타민 분석

비타민 C 분석은 Rizzolo 등의 방법(16)에 따라 시료를 5 g을 metaphosphoric acid (HPO₃) 용액을 20 mL를 가하여 추출한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후에 membrane filter (0.45 μm)로 여과하여 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 분석조건으로 검출기는 UV-VIS Detector (254 nm), column은 μ-Bondapak C₁₈ (3.9 × 300 mm, 10 μm)을 사용하였고, flow rate는 10. mL/min, injection volume은 20 μL, 이동상은 0.05 M KH₂PO₄ : acetonitrile (60 : 40)을 사용하였다. 비타민 E 분석은 식품

공전법의 시험방법을 기준(17)으로 수행하였다. 시료 0.5 g, ascorbic acid 0.1 g 및 ethanol 5 mL를 취하여 80°C에서 10분간 가열한 후 50% KOH 용액 0.25 mL를 첨가하고 20분간 가열한 다음 증류수 24 mL와 hexane 5 mL를 가하여 1,900 ×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상정액을 분리 후 hexane 40 mL를 가하고 원심분리하여 상정액을 분리한 다음 증류수를 가하여 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후 전 용액을 합하여 Na₂SO₄로 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 hexane을 감압·농축한 후 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Japan)로 분석하였다.

무기질 분석

무기질 분석은 AOAC 방법(18)에 따라 0.5 g, 20% HNO₃ 10 mL 및 60% HClO₄ 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 후 0.5 M HNO₃으로 50 mL로 정용하였다. 분석항목 별 표준용액을 혼합 후 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고 0.5 M HNO₃을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 다음과 같다. Acetylene flow rate는 2.0 L/min, air flow rate는 13.5 L/min의 조건으로 Ca (422.7 nm), K (766.5 nm), Zn (213.9 nm), Mg (285.2 nm), Mn (279.5 nm), Na (589.0 nm), Fe (248.3 nm), Cu (324.8 nm)를 분석 정량하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 식이섬유소

콜라비 가식부와 껍질의 일반성분 함량 분석 결과는 Table 1과 같다. 일반성분 함량은 건물량 기준(dry basis)으로 콜라비 가식부는 수분 16.52%, 조회분 7.32%, 조지방 2.26%, 조단백질 16.63%, 탄수화물 57.27% 이고, 콜라비 껍질은 수분 5.58%, 조회분 8.29%, 조지방 1.54%, 조단백질 20.45%, 탄수화물 64.14% 이었다. 콜라비 가식부와 껍질의 일반성분 함량을 비교해 보면 조지방과 조회분 함량은 비슷하였으나, 콜라비 가식부가 콜라비 껍질에 비하여 조단백질과 탄수화물 함량은 낮았다. 농촌진흥청의 식품성분분석표 8차 개정판에 따르면 콜라비 생것은 수분 함량 91.4%, 단백질 1.5%, 지질 0.5%, 회분 0.9%, 탄수화물 5.6% 이며, 콜라비 데친 것은 수분 함량 63.1%, 단백질 1.0%, 회분 0.6%, 탄수화물 5.2%를 함유하였다(19). 순무 뿌리의 일반성분은 수분 91%, 조단백질 1.1%, 조지방 0.1%, 회분 0.7%를 나타내고, 순무 잎은 수분 91%, 조단백질 2.1%, 조지방 0.2%, 회분 1.0%를 함유하고 있어서(20) 순무 뿌리나 순무 잎보다 콜라비가 조단백질, 조지방, 조회분의 함량이 더 높았다. 또한 양배추의 일반성분은 수분이 93%, 단백질 0.6%, 지방 0.1%, 회분 0.6% 정도 함유하고 있어서(21) 양배추

보다 콜라비가 조단백질, 조지방, 회분의 함량이 더 높았다. Kim 등(22)의 강화 순무와 조선무 연구에 의하면 강화 순무는 수분 92.73%, 조단백 0.86%, 조지방 0.29%, 회분 0.76%를 함유하고 있고, 조선무는 수분 91.45%, 조단백질 0.75%, 조지방 0.19%, 회분 0.65%를 함유하고 있어 강화 순무나 조선무보다도 콜라비가 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량이 더 높았다.

Table 1. Proximate compositions of *Kohlrabi*

Item	Sample	<i>Kohlrabi</i> (% dry matter basis)	
		Flesh	Peel
Moisture		16.52±0.54 ²⁾	5.58±0.86
Crude protein		16.63±0.24	20.45±0.28
Crude fat		2.26±0.22	1.54±0.37
Crude ash		7.32±0.27	8.29±0.15
Carbohydrate ¹⁾		57.27±1.26	64.14±1.67

¹⁾100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

콜라비 가식부와 껍질의 식이섬유소 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 콜라비 가식부의 총 식이섬유소 함량은 1.44%로 그 중 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소 함량은 각각 0.14%와 1.03%로 나타났고, 콜라비 껍질의 총 식이섬유소 함량은 19.58%로 그 중 불용성 식이섬유소와 수용성 식이섬유소 함량이 각각 5.08%와 14.50%로 나타났다. 조선무, 강화 순무 및 이천 계절무의 식이섬유소 함량은 각각 14.20%, 13.26% 및 11.32%로 보고(22)되어 콜라비 껍질 부분의 식이섬유소 함량이 좀 더 높았다. 식품성분표에 의하면 양배추도 식이섬유소 함량이 생것은 8.1%, 데친 것은 2.0%로 보고되고 있다. 우리나라 사람들의 식이섬유소 하루 권장량은 20~25 g/일이나 섭취량 조사에 의하면 거의 모든 계층에서 평균섭취량이 15 g 정도로 권장량에 못 미치는 걸로 나타났다(23,24). 본 연구결과 콜라비는 비슷한 다른 채소에 비하여 식이섬유소의 함량이 높게 나타나 최근 식이섬유소가 부족한 일부 한국인들에게 좋은 급원식품이 될 수 있을 것으로 여겨진다.

Table 2. Contents of insoluble and soluble dietary fibers in *Kohlrabi*

Item	Sample	<i>Kohlrabi</i> (%)	
		Flesh	Peel
Insoluble dietary fiber		0.14±1.03 ¹⁾	5.08±1.04
Soluble dietary fiber		1.03±1.02	14.50±1.01
Total		1.44±2.32	19.58±2.23

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

유리당

콜라비 가식부와 껍질 부분의 유리당 함량은 Table 3과 같다. 총 7종의 유리당을 분석한 결과 콜라비 가식부와 껍질 모두 galactose, glucose, mannose, fructose 및 ribose와 같이 총 5종의 유리당이 검출되었으며 fucose와 rhamnose는 검출되지 않았다. 콜라비 가식부와 껍질 모두 glucose 함량이 각각 229.81 g/100 g와 182.23 g/100 g로 가장 높았고, 가식부는 fructose, ribose, mannose, galactose 순으로, 껍질은 fructose, ribose, galactose, mannose 순으로 나타났다. 콜라비 가식부와 껍질 부분의 총 유리당 함량은 각각 419.15 g/100 g와 314.94 g/100 g로 콜라비 가식부의 총 유리당 함량이 높았다. Galactose를 제외한 모든 유리당 함량이 가식부에서 높았으며, 콜라비 가식부와 껍질의 주요 유리당은 glucose와 fructose로 나타났다. Park 등(20)은 순무의 유리당은 fructose, glucose, sucrose, maltose로 구성되어 있고, 뿌리의 경우 glucose가 3.3%로 총 유리당 함량의 약 64%를 차지하였고, fructose가 1.3%로 25.0%, sucrose가 0.6%로 11.5%를 나타냈다. 순무 잎은 glucose가 1.1%로 전체 유리당 함량의 약 79%를 차지하여 순무 잎 부분의 주된 유리당이며, fructose는 0.25%, sucrose는 0.05%의 함량을 나타냈다. 무의 당 함량은 백광품종을 제외하고는 glucose, fructose, sucrose 순으로 높게 나타났으며, 봄 무인 백광의 경우는 fructose, glucose, sucrose 순으로 당 함량이 높았으며(25), 무의 수분과 당 함량을 비교해 보면 수분 함량이 적은 품종과 부위가 당 함량이 높았다고 보고하였다(26).

Table 3. Contents of free sugars in *Kohlrabi*

Free sugars	<i>Kohlrabi</i> (g/100 g)	
	Fresh	Peel
Galactose	1.96±0.03 ¹⁾	5.71±0.04
Glucose	229.8±0.10	182.23±0.06
Mannose	12.49±0.04	4.67±0.04
Fructose	152.23±0.31	111.52±0.19
Ribose	22.65±0.03	10.80±0.03
Total	419.15±1.02	314.94±1.20

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

구성아미노산

콜라비 가식부와 껍질에 함유된 구성아미노산 함량은 Table 4와 같다. 아미노산의 조성과 함량은 단백질의 질을 평가하는데 매우 중요한 요소이다. 콜라비 가식부와 껍질을 분석한 결과 총 16종의 구성아미노산이 검출되었다. 총 구성아미노산 함량은 콜라비 가식부가 8,075.50 mg/100 g로 이 중 glutamic acid가 2,811.30 mg/100 g로 가장 높았으며, 다음으로 proline, aspartic acid, arginine 순으로 높았다.

콜라비 껍질의 총 구성아미노산 함량은 11,125.42 mg/100 g로 가식부와 마찬가지로 glutamic acid가 2,898.79 mg/100 g로 가장 높았고, proline, aspartic acid, arginine 순으로 나타났다.

대부분의 아미노산은 맛을 유도해 내는 물질로 알려져 있으며, 이 중 glutamic acid는 감칠맛을 내고 aspartic acid는 신맛을 내는데 이 두 가지는 아미노산이 갖는 역가 중에서 가장 낮은 농도 3~5 mg/dL에서도 그 맛이 감지되는 것으로 알려져 있다(27). Matsushita와 Yamada(28)는 채소의 주요한 아미노산들로 glutamic acid, aspartic acid, serine, valine, alanine, proline이 있으며 이 아미노산들이 채소의 맛에 중요한 역할을 한다고 보고하였는데 본 연구 결과도 콜라비 가식부와 껍질의 아미노산 조성이 이와 비슷하였다. 보건복지부에서 2004년에 우리나라 국민이 즐겨먹는 음식들 중에서 아미노산 함량이 높은 순으로 조사한 자료(29)에 의하면 채소 부분에서는 마늘이 5,763 mg%로 가장 높았고, 최근 뇌 기능을 향상시켜 치매를 예방할 수 있다는 껏잎이 3,130

mg%, 아스파라긴산을 다량 함유한 콩나물이 2,924 mg% 순으로 보고하였다. 그 외에 배추 1,187 mg%, 양배추 952 mg%, 무 402 mg%로 보고되어 아미노산 함량이 높다고 알려진 채소들보다도 콜라비의 아미노산 함량이 높았다.

유리아미노산

콜라비 가식부와 껍질에 함유된 유리아미노산 함량은 Table 5와 같다. 유리아미노산은 단백질 합성은 물론 신경 전달물질과 같은 중요한 생물학적 기능에도 관여하며, 면역계를 강화하는 역할, 유리기 억제작용, 항산화 작용을 하는 것으로 알려져 있다(30). 콜라비 가식부와 껍질 부분의 분석결과 총 27종의 유리아미노산이 검출되었다. 총 유리아미노산 함량은 콜라비 가식부가 2,603.85 mg/100 g 이고, 이 중 proline 함량이 가장 높았고, arginine, asparagine, γ -amino-n-butyric acid, glutamic acid, alanine, aspartic acid, valine 순 이었으며, 콜라비 껍질은 3,544.78 mg/100 g로 가식부의 유리아미노산과 비슷하게 proline, arginine,

Table 4. Contents of total amino acids in *Kohlrabi*

Amino acid	<i>Kohlrabi</i> (mg/100 g)	
	Flesh	Peel
Essential		
Valine	366.09±1.37 ³⁾	608.82±2.27
Methionine	44.73±0.46	47.65±0.65
Isoleucine	211.15±5.06	354.08±0.96
Leucine	333.55±4.77	547.72±5.33
Threonine	275.58±4.24	428.40±4.12
Phenylalanine	188.71±2.35	315.10±3.67
Histidine	240.06±5.75	388.38±2.37
Lysine	356.85±2.74	594.41±3.47
Total EAA ¹⁾	2,016.72	3,284.56
Non-essential		
Aspartic acid	833.99±4.24	993.30±1.24
Serine	267.30±3.55	487.40±2.34
Glutamic acid	2,811.30±8.24	2,898.79±4.25
Proline	902.040±1.33	1,646.31±3.53
Glycine	234.890±3.22	398.65±3.24
Alanine	374.020±1.24	448.52±2.35
Tyrosine	29.78±0.25	83.40±0.51
Arginine	605.49±3.24	884.91±2.46
Total AA ²⁾	8,075.50	11,125.42
EAA/AA(%)	24.97	29.5

¹⁾Total EAA: Total essential amino acid.

²⁾Total AA: Total amino acid.

³⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Table 5. Contents of free amino acids in *Kohlrabi*

Amino acid	<i>Kohlrabi</i> (mg/100 g)	
	Flesh	Peel
Essential		
Valine	119.20±1.36 ³⁾	230.61±2.28
Methionine	5.33±0.47	10.37±0.64
Isoleucine	46.51±5.07	91.24±0.95
Leucine	8.09±4.78	33.83±5.32
Threonine	81.02±4.23	101.14±4.11
Phenylalanine	11.37±2.36	21.90±3.68
Histidine	32.04±5.74	64.130±2.36
Lysine	12.35±2.75	22.09±3.48
Total EAA ¹⁾	315.91	575.31
Non-essential		
Aspartic acid	161.49±4.24	156.26±1.24
Serine	40.23±3.55	114.30±2.34
Glutamic acid	187.22±8.24	90.62±4.25
Proline	723.67±1.33	1,354.39±3.53
Glycine	9.46±3.22	9.95±3.24
Alanine	161.99±1.24	75.36±2.35
Tyrosine	9.26±0.24	16.00±0.51
Arginine	409.67±3.24	649.36±2.46
Total AA ²⁾	2,603.85	3,544.78
EAA/AA(%)	12.13%	16.23%

¹⁾Total EAA: Total essential amino acid.

²⁾Total AA: Total amino acid.

³⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

valine, asparagine, γ -amino-n-butyric acid, aspartic acid 순으로 나타났다. 이와 같이 콜라비 가식부와 껍질의 총 유리아미노산의 조성은 차이가 없었으나, 함량은 부위에 따라 차이가 있었다. Park 등(20)은 순무와 순무 잎의 유리아미노산 조성을 분석하였는데 순무 뿌리는 총 유리아미노산 함량이 274.6mg%로 glutamic acid 132.5 mg%, alanine 25.0 mg%, valine 23.3 mg%, serine 20.7 mg% 순으로, 순무의 경우는 aspartic acid 15.4 mg%, glycine 11.6 mg% 순으로, 순무잎은 총 유리아미노산 함량이 202.5 mg%로 glutamic acid 44.1 mg%, serine 35.7 mg%, aspartic acid 26.6 mg%, valine 21.4 mg%, alanine 18.6 mg% 순으로 나타났다. 무의 경우는 총 유리아미노산의 함량이 357.4 mg%로 arginine 130.8 mg%, glycine 88.1 mg%, aspartic acid 37.7 mg%를 나타내었다(31). 본 연구와 비교하면 순무 뿌리, 순무 잎, 순무, 무 등에 함유한 총 유리아미노산에 비해 콜라비 가식부와 껍질의 유리아미노산 함량이 높았다. 사람이 음식으로 섭취하여 얻은 20종의 아미노산은 단백질 또는 생체분자 합성에 이용되는데 특히 유리아미노산의 경우 맛과 연관이 있다고

할 수 있다. 단맛을 내는 아미노산으로는 alanine, lysine, proline, threonine, valine 등이 있고, 쓴맛을 내는 것으로는 arginine, cystine, histidine, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, tryptophan 등이 있다(32,33). 이렇게 유리아미노산은 맛에 영향을 미치고 또는 기능성 성분의 원료가 되는데, 예를 들면 glutamate는 mono sodium염의 형태로 조미료의 원료로 사용되는 umami의 원료가 되며, 수용성 아미노산인 aspartate 등은 umami를 내는 맛의 중요한 요소가 된다(30).

Table 6. Compositions of fatty acids in *Kohlrabi*

Fatty acid	<i>Kohlrabi</i>	
	Flesh	Peel
Myristic acid (C14:0)	0.40±0.02 ¹⁾	2.34±0.05
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.69±0.02	1.45±0.03
Palmitic acid (C16:0)	2.92±0.57	36.04±0.85
Heptadecanoic acid (C17:0)	1.22±0.08	6.93±0.06
Stearic acid (C18:0)	4.84±0.05	9.23±0.44
Arachidic acid (C20:0)	18.65±0.67	4.12±0.64
Heneicosanoic acid (C21:0)	21.71±0.15	11.85±0.25
Behenic acid (C22:0)	0.44±0.13	7.27±0.24
Lignoceric acid (C24:0)	2.11±0.07	2.97±0.14
Saturated	72.99	82.20
Palmitoleic acid (C16:1)	0.26±0.07	N.D. ²⁾
Oleic acid (C18:1n9c)	4.35±0.57	2.41±0.37
Nervonic acid (C24:1)	2.65±0.04	2.78±0.02
Monounsaturated	7.26	5.19
Linoleic acid (C18:2n6c)	13.56±0.64	4.00±0.43
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	N.D.	1.11±0.03
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	N.D.	0.59±0.01
γ -Linolenic acid (C18:3n6)	2.95±0.64	N.D.
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	2.59±0.13	5.54±0.33
Polyunsaturated	19.75	12.62
Total	100.00	100.00

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾N.D. : not detected.

지방산

콜라비 지방산을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 콜라비 가식부와 껍질에서 9종의 포화지방산과 7종의 불포화지방산이 검출되었다. 지방산 중 콜라비 가식부의 포화지방산은 palmitic acid (C16:0)가 22.92%로 가장 높았고, 다음으로 heneicosanoic acid (C21:0), arachidic acid (C20:0), stearic acid (C18:0), lignoceric acid (C24:0) 순으로 검출되었고, 껍질의 포화지방산도 palmitic acid (C16:0)가 36.04%로 가장 높았고, heneicosanoic acid (C21:0), stearic acid (C18:0), behenic acid (C22:0), heptadecanoic acid (C17:0) 순으로 검출되었다. 불포화지방산은 콜라비 가식부에서 linoleic acid (C18:2n6c)가 13.56%로 가장 높았고, oleic acid (C18:1n9c), γ -linolenic acid (C18:3n6) 순으로 검출되었고, 콜라비 껍질에서는 cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6), linoleic acid (C18:2n6c), nervonic acid (C24:1), oleic acid (C18:1n9c) 순으로 검출되었다. 콜라비 가식부와 껍질의 지방산 함량은 약간의 차이를 보였으나, 콜라비 두 부위의 주요 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, heneicosanoic acid 이었다. 콜라비 가식부와 껍질의 불포화지방산은 각각 27.01%와 17.81%로 콜라비의 가식부가 불포화지방산 함량이 높았다.

유기산

콜라비 가식부와 껍질의 유기산 함량은 Table 7과 같다.

Table 7. Contents of organic acids in *Kohlrabi*

Organic Acid	<i>Kohlrabi</i>	
	Flesh	Peel
Oxalic acid	6857.99±1.24 ¹⁾	6226.50±2.34
Malic acid	630.73±2.31	1324.76±3.53
Acetic acid	1989.04±2.97	3824.39±2.47
Citric acid	1808.25±5.68	1776.16±8.65
Succinic acid	1808.25±3.26	1776.16±2.35
Total	13,094.26	14,927.97

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

총 6종의 유기산을 분석한 결과 lactic acid를 제외한 5종의 유기산이 검출되었다. 총 유기산 함량은 콜라비 가식부가 13,094.26 mg/100 g, 껍질이 14,927.97 mg/100 g 으로, 콜라비 가식부에 비하여 껍질의 총 유기산 함량이 높았다. 콜라비 가식부와 껍질 모두에서 검출된 유기산 중 oxalic acid 함량이 각각 6857.99 mg/100 g과 6226.50 mg/100 g 으로 가장 높았다. 그 다음으로는 콜라비 가식부와 껍질 모두 acetic acid, citric acid, succinic acid, malic acid 순으로 검출되었다. 순무 썩의 유기산 함량은 tartaric acid, malic acid 순으로(34), 무순의 유기산은 oxalic acid, levulinic acid, malic acid, citric acid 순으로 보고되었다(35).

비타민

콜라비 가식부와 껍질의 비타민 C와 E의 함량은 Table 8과 같다. 콜라비 가식부는 비타민 C가 231.36 mg/100 g, 비타민 E가 0.17 mg/100 g 이고, 콜라비 껍질은 비타민 C가 402.74 mg/100 g, 비타민 E가 0.24 mg/100 g으로 검출되었으며, 콜라비 껍질의 비타민 C와 E의 함량이 콜라비 가식부에 비하여 높았다. 비타민 C는 채소나 과일에 존재하는 중요한 수용성 비타민으로 인체 내에서 일어나는 많은 생물학적 반응에 관여하는 것으로 알려지고 있다(36). 그러나 비타민 C의 단점으로는 자체가 불안정하여 금속 이온, 산소, 빛, 온도 등에 의해서 쉽게 산화형으로 바뀐다는 점이다(37,38). 비타민 C는 수용성 환경에서 강력한 생물학적 환원제로 항산화 기능을 가지고 있어서 비타민 A 및 E와 함께 자유 라디칼의 생성을 억제하여 피부에서 탄력섬유의 손상과 색소 침착의 발생을 억제하는 기능이 있는 것으로 알려져 있어서 콜라비는 항산화 활성의 효과도 있는 것으로 사료된다(39). 또한 비타민 C는 과일이나 채소에 함량이 높은 것으로 알려졌는데, 일반적으로 함량이 높다고 알려진 감귤은 289 mg%, 잎상추는 189 mg%, 딸기 154mg%, 레몬 70 mg%로 보고(40)되어 이들과 비교해 볼 때 콜라비의 비타민 C 함량이 높음을 알 수 있다.

Table 8. Contents of vitamin C and vitamin E in Kohlrabi

Vitamin	(mg/100 g)	
	Flesh	Peel
C	231.36±4.36 ¹⁾	402.74±3.88
E	0.17±0.01	0.24±0.02

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

무기질 함량

콜라비의 무기질 함량은 Table 9와 같다. 콜라비의 가식부와 껍질의 무기질을 분석한 결과 가식부는 총 6종의 무기질 성분이 껍질은 총 8종의 무기질 성분이 검출되었다. 총 무기질 함량은 콜라비 가식부가 4,196.07 mg/100 g, 콜라비 껍질이 5,346.40 mg/100 g으로 콜라비 껍질이 가식부에 비

해 무기질 함량이 높았다. 무기질 중 K 함량이 콜라비 가식부와 껍질 에서 각각 366.00 mg/100 g와 4440.00 mg/100 g로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 Ca, Mg, Na 순이었으며, Fe, Zn, Mn 등은 5 mg/100 g 미만으로 검출되었다. 무는 K 289 mg/100g, Ca 34.87 mg/100 g, Mg 14.85 mg/100 g, Na 13.88 mg/100 g 정도로 함량이 보고되어(41), 콜라비가 무에 비해 무기질 함량이 높았다. 채소와 과일은 우리에게 비타민과 무기질을 제공하는데 특히 무기질은 비교적 다양하게 함유되어 있다(42). 하지만 비타민과 무기질은 재배 지역과 품종에 따라 영양성분의 차이가 많이 나기도 하며 채소의 영양성분은 가공이나 저장 또는 조리시간이나 온도 등의 조건에 따라 영양성분이 파괴, 변화될 가능성이 무엇보다도 크다고 보고하였다(43-45).

Table 9. Contents of minerals in Kohlrabi

Mineral	(mg/100 g)	
	Kohlrabi	
	Fresh	Peel
Ca	359.00±8.23 ¹⁾	544.00±6.05
Fe	1.03±0.25	4.41±0.37
K	366.00±7.21	4440.00±5.68
Mg	116.20±5.75	238.90±2.12
Cu	N.D. ²⁾	0.04±0.01
Mn	N.D.	0.33±0.02
Zn	1.25±0.01	3.12±0.05
Na	8.59±0.04	115.60±0.13
Total	852.07	5,346.40

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾N.D. : not detected.

요 약

콜라비의 생리활성 기능과 이용 가능성에 관한 연구의 일환으로 콜라비 가식부와 껍질의 이화학적 성분을 비교 분석하였다. 건물량 기준으로 콜라비 가식부와 껍질의 일반성분은 조지방과 조회분 함량은 비슷하였으나, 콜라비 껍질이 조단백질과 탄수화물 함량이 높았다. 총 유리당 함량은 콜라비 가식부가 껍질에 비하여 높았고, 콜라비 가식부와 껍질 모두 유리당 중 glucose 함량이 가장 높았으며, fructose, ribose, mannose, galactose 순이었다. 콜라비 가식부와 껍질 모두 검출된 16종의 구성아미노산 중 glutamic acid 함량이 가장 높았고, 유리아미노산은 proline 함량이 높았다. 콜라비 가식부와 껍질의 주요 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid 등이며, 콜라비 가식부가 껍질에 비하여 불포화지방산 함량이 높았다. 유기산 함량은 콜

라비 껍질이 가식부에 비하여 10% 정도 높았고, 가식부와 껍질 모두 oxalic acid 함량이 가장 높았다. 콜라비 가식부는 비타민 C와 비타민 E 함량이 각각 231.36 mg/100 g와 0.17 mg/100 g 이고, 콜라비 껍질은 402.74 mg/100 g와 0.24 mg/100 g로 검출되었다. 총 무기질 함량은 콜라비 껍질이 콜라비 가식부에 비해서 높았고, 무기질 중 K 함량이 가장 높았으며, 다음으로 Ca, Mg, Na 순이었으며, Fe, Zn, Mn 등은 미량으로 검출되었다.

참고문헌

- Lee HS (1997) Dietary fiber intake of Korean. J Korean Soc Food Sci Nutr, 26, 540-548
- Park MR (2010) Effects of ramie leaves on improvement of lipid metabolism and anti-obesity effect in rats fed high fat-high cholesterol diet. MS Thesis, Chosun University, Gwangju, Korea
- Lee JW, Lee DY, Cho JG, Baek NI, Lee YH (2010) Isolation and identification of sterol compounds from the red kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) sprouts. J App Bio Chem, 53, 207-211
- Choi SH, Ryu DK, Park SH, Ahn KG, Lim YP, An GH (2010) Composition analysis between kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) and radish (*Raphanus sativus*). Kor J Hort Sci Technol, 28, 469-475
- Escalona VH, Aguayo E, Artes F (2006) Metabolic activity and quality changes of whole and fresh-cut kohlrabi (*Brassica oleracea* L. *gongylodes* group) stored under controlled atmospheres. Postharvest Biol Technol, 41, 181-190
- Ben-Erik van Wyk (2010) Food plants of the world. Shinilbooks, Korea, p 104
- MaCledo G, MaCledo AJ (1990) The glucosinolates and aroma volatiles of green kohlrabi. Phytochem, 29, 1183-1187
- Park WT, Kim JK, Park S, Lee SW, Li X, Kim YB, Uddin MR, Park NI, Kim SJ, Park SU (2012) Metabolic profiling of glucosinolates, anthocyanins, carotenoids, and other secondary metabolites in kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) J Agri Food Chem, 60, 8111-8116
- Edenharder R, Kurz P, John K, Burgard S, Seeger K (1994) *In vitro* effect of vegetable and fruit juices on the mutagenicity of 2-amino-3-methylimidazo [4,5-f] quinoline, 2-amino-3,4-dimethylimidazo [4,5-f] quinoline and 2-amino-3,8-dimethylimidazo [4,5-f] quinoxaline. Food Chem Toxicol, 32, 443-459
- Edenharder R, John K, Ivo-Boor H (1990) Antimutagenic activity of vegetable and fruit extracts against in-vitro benzo(a)pyrene. Z Gesamte Hyg, 36, 144-147
- AOAC (1990) Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p 788
- Gancedo M, Luh BS (1986) HPLC analysis of organic acid and sugars in tomato juice. J Food Sci 51, 571-573
- Waters Associates (1990) Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Ltd., Seoul, Korea, p 41-46
- Wungaarden DV (1967) Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. Analytical Chem, 39, 848-850
- Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB (1997) Fermentation characteristics of whole soybean *meju* model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. Korean J Food Sci Technol, 29, 1006-1015
- Rizzolo A, Formi E, Polesello A (1984) HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. Food Chem, 14, 189-199
- Korea Food and Drug Association (2005) Food standards codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea, p 367-385
- AOAC (1984) Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p 878
- Korea Health Industry Development Institute (2012) Database of nutrient analysis data in food. Ministry of Health and Welfare. Seoul. Korea
- Park YK, Kim HM, Park MW, Kim SR, Choi IW (1999) Physicochemical and functional properties of turnip. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 333-341
- Lee SH (2010) Effect of cabbage powder on baking properties of white breads. Korean J Food Preserv, 17, 674-680
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-geol radish, Gangwha turnip, and Korean radish. Korean J Food Sci Technol, 39, 255-259
- Lee SH, Park HJ, Hwang HG (2004) Analysis of dietary fibers and its biofunctional effect. Korean J Crop Sci, 49, 18-25
- Park JS, Lee WJ (1994) Dietary fiber contents and physical properties of wild vegetables. J Korean Soc Food Nutr, 23, 120-124

25. Ryu KD, Chung DH, Kim JK (2000) Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *Kakdugi* preparation. Korean J Food Sci Technol, 32, 681-690
26. Cho JS (1992) Food chemical study for Kimchi export, Rural Development Administration
27. Kato H, Rhue MR, Nishimura T (1989) Role of amino acids and peptides in food taste. In Flavor Chemistry Am Chem Soc, Washington DC, USA, p 158
28. Matsushita A, Yamada A (1957) Nippon Nogeikagaku Kaishi, 31, 578
29. Choi YH, Han JS (2000) A survey on perilla leaves uses. J East Asian Soc Dietary Life, 10, 445-454
30. Oh IN, Choi SH, Park SY, Lim YP, An GH (2011) Effect of season, tissue position and color on content of amino acids in cabbage (*Brassica oleracea*). CNU J Agri Sci, p 79-86
31. Park YG, Kang YH (1994) Promote research on the utilization of radish and Chinese cabbage. Korea Food Research Institute Report. E1274
32. Hong JS, Kim YH, Kim MK, Kim YS, Sohn HS (1989) Contents of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*. Korean J Food Sci Technol, 21, 58-62
33. Shallenberger RS (1993) Taste chemistry. Blackie Academic & Professional. New York Agricultural Experiment Station Cornell Univ. New York, USA, p 226-252
34. Ha TM (2009) Effect of brassica rapa sprouts on lipid metabolism of rats fed high fat diet. MS Thesis, Chosun University, Gwangju, Korea
35. Han JH, Moon HK, Kim JK, Kim JY, Kim WW (2003) Changes in chemical composition of radish bud (*Raphanus satives* L.) during growth stage. J Korean Soc Food Sci, 19, 596-602
36. Choi WS, Kim YJ, Jung JY, Kim TJ, Jung BM, Kim ER, Jung HK, Chun HN (2005) Research for selecting the optimized vitamin C analysis method. Korean J Food Sci Technol, 37, 861-865
37. Miller DM, Buettner GR, Aust SD (1990) Transition metals as catalysts of autooxidation reactions. Free Radical Biol Med, 8, 95-108
38. Aust SD, Morehouse LA, Thomas CF (1985) Role of metals in oxygen radical reactions. Free Radical Biol Med, 1, 3-25
39. Cha HS, Youn AR, Kim SH, Kwon KH, Kim BS (2007) Evaluation of quality and analysis of hazard management at different seasons of lettuce. J Korean Soc Nutr, 36, 932-937
40. Hancock AB (1988) Vitamin C and cancer. Prog Clin Biol Res, 259, 307-313
41. Kim JH, Kim MJ, Oh HK, Chang MJ, Kim SH (2007) Seasonal variation of mineral nutrients in Korean command fruits and vegetables. J East Asian Soc Dietary Life, 17, 860-875
42. Cho JS (1984) Food materials 8th ed. Moonwoondang, Seoul, Korea, p 139-184
43. Lee YC (1984) Effect of ethephon treatment on vitamin and mineral contents of fresh tomatoes. Korean J Food Sci Technol, 15, 409-413
44. Lee YC (1984) Effect of ripening methods and harvest time on vitamin content of tomatoes. Korean J Food Sci Technol, 16, 59-65
45. Park WB, Kim DS (1995) Changes of contents of β -carotene and vitamin C and antioxidative activities of juice of *Ange-lica keiskei* Koidz stored at different conditions. Korean J Food Sci Technol, 27, 375-379

(접수 2012년 11월 4일 수정 2012년 12월 28일 채택 2013년 1월 4일)