

## 취청오이, 백다다기오이, 노각의 조리방법에 따른 영양 성분 및 잔존율 연구

김홍균<sup>1</sup> · 정혜정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 축산식품생명공학과  
<sup>2</sup>전주대학교 한식조리학과

### Comparison of Nutrient Content and Retention Rate among Chuichung Cucumber, White Dadagi Cucumber, and Yellowish Overripe Cucumber according to Different Cooking Methods

Honggyun Kim<sup>1</sup> and Heajung Chung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University  
<sup>2</sup>Department of Korean Cuisine, Jeonju University

**ABSTRACT** General component and mineral contents according to species of *Capsicum annuum* were investigated. In addition, chuichung cucumber, white dadagi cucumber, and yellowish overripe cucumber were cooked by using seven different methods (boiling, steaming, pan-cooking, roasting, pan-frying, deep-frying, and microwaving), and retention rates of general components and minerals according to species were evaluated. Weight loss was observed in all cucumber species using all cooking methods. Most general component and mineral contents of *C. annuum* samples were significantly different according to species, and cooking method ( $P<0.05$ ), whereas Fe and Cu contents were not significantly affected by species and cooking method, respectively. As a result, the highest protein, fat, ash contents were detected in deep-fried *C. annuum*, and high moisture contents were detected in raw, boiled, and steamed *C. annuum*. High mineral contents were detected in roasted and microwaved chuichung cucumber, deep-fried white dadagi cucumber and yellowish overripe cucumber. Retention rates of *C. annuum* by cooking method, ranged from 30~100% for protein, 10~100% for fat, 35~90% for moisture, and 30~100% for ash. High retention rates were observed for minerals in boiled, roasted, and microwaved chuichung cucumber, and deep-fried white dadagi cucumber and yellowish overripe cucumber. However, in yellowish overripe cucumber, mineral retentions rate were remarkably lowered by boiling and steaming, resulting in rates of 20~45%. These results were the data used as the basis for development of cucumbers.

**Key words:** cucumber, variety, cooking, mineral, retention rate

## 서 론

오이(*Cucumis sativus*)는 박과에 속하는 작물로 3000년 전부터 재배되어 왔으며, 현재는 전 세계에 분포되어 소비되고 있는 채소이다(1). 우리나라에서 오이는 2002년 463,707톤으로 증가했다가 2015년 271,040톤으로 감소하고 있는 추세로(2), 일반 소비자의 경우 취청오이 55.6%, 다다기오이 37.1%, 노각오이 1.5% 순으로 소비되고 있고, 음식점의 경우 다다기오이 69.6%, 취청오이 30.4% 순으로 사용하고 있으며, 소비의 형태는 생으로 먹는 경우가 39.6%, 무침 37.6%, 소박이 16.7%, 절임 3.7%로 나타났다(3,4).

국내에서의 오이성분 연구는 대부분 여러 채소류와의 비

교 분석을 하는 연구가 이루어지고 있다. Song 등(5)은 국내의 상용식품 328개 품목의 칼륨 함량을 건식법, 습식법을 사용하여 측정하였다. Kim 등(6)은 상용과일과 채소를 계절별로 수분과 무기질 함량을 비교 분석하였고, 오이의 경우 가을오이의 무기질 함량이 다른 계절보다 높게 나타났다. Kim 등(7)의 친환경, 일반 오이에 대한 이화학적 특성과 소비자 기호도에 대한 연구에서 오이의 길이, 둘레, 무게, 당도, 부서짐이 차이가 있게 나타났다. 오이에 대한 조리방법 차이에 대한 연구는 오이, 애호박, 피망, 당근, 무, 양파를 NaCl 농도를 다르게 하여 데치기와 고열 찌기를 했을 때 pH, 미생물, 물성, 비타민 C 분석이 이루어졌으며, 삶기와 찌기의 조직감은 차이가 있고, 비타민 C는 조리방법과 조리 시간에 상관없이 원재료보다 함량이 낮아지는 것으로 나타났다(8).

조리에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았으나 피클 및 오이지 제조 시 소금의 종류 또는 염도 담금 방법에 대한

Received 21 July 2017; Accepted 18 October 2017

Corresponding author: Heajung Chung, Department of Korean Cuisine, Jeonju University, Jeonju, Jeonbuk 55069, Korea  
E-mail: angiechung@hanmail.net, Phone: +82-63-220-2098

연구를 통해 이화학적 특성을 비교한 연구는 조리방법에 비해 많이 이루어지고 있다(9-12). 외국의 경우 오이의 조리과 영양에 관련된 연구는 찾기 어렵고, 대부분의 연구는 오이 재배에 관련된 연구들이었다. 때문에 오이의 종류와 조리 과정에 따라 영양소 함량의 차이에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 국내에서 많이 소비되는 다다기 오이, 취청오이, 노각 등 3종의 오이를 삶기, 찌기, 굽기, 로스팅, 볶기, 튀기기, 전자레인지 등 7가지 조리방법에 따른 일반성분과 무기질 함량 변화 및 잔존율을 비교하여 국민건강영양정책 수립을 위한 기초데이터로 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 전처리 및 조리방법

전북 전주 농수산물시장에서 취청오이, 백다다기오이, 노각을 크기, 굽기, 색깔이 균일한 것을 구입하였다. 모든 시료는 전처리 전에 증류수로 세척 후 사용하였다. 취청오이와 백다다기오이는 4등분하여 2 cm로 절단하여 사용하였고, 노각은 겉껍질을 제거하고 4등분하여 씨를 제거한 후 2 cm로 절단하여 사용하였다.

시료별 사용 총 중량은 2,500 g으로 500 g씩 5회 반복으로 조리하였다. 삶기는 인덕션(DIH-261 DC, DAERYUNG, Seoul, Korea)을 2,400 W로 설정하여 증류수 2,000 mL를 끓인 후 1,400 W로 낮춰 시료를 넣고 2분 30초간 조리한 다음 2분간 체에 받쳐 물기를 제거하였다. 찌기는 찜기(25×15 cm, Living Art, Seoul, Korea)에 증류수 3,000 mL를 넣어 끓인 후, 1,400 W로 변경 후 2분 30초간 찌 다음 뒤집어서 3분을 다시 찌고 체에 2분간 물기를 제거하였다. 굽기는 인덕션(DIH-261 DC, DAERYUNG)을 1,600 W로 설정하고 팬(32 cm, Living Art)에서 3분간 조리하였다. 로스팅 160 °C에서 3분간 조리한 후 뒤섞어서 3분간 조리하였다. 볶기는 팬(32 cm, Living Art)에 1회에 15 mL 식용유(18 L, Beksul, Seoul, Korea)를 넣고 인덕션(DIH-261 DC, DAERYUNG)을 1,600 W로 3분간 조리한 후 키친타월에 2분간 받쳐 기름을 제거하였다. 튀기기는 Electric deep-frier(DK-201, Delki, Goyang, Korea)에서 식용유(18 L, Beksul) 3,000 mL, 160°C에서 1분 30초 튀긴 후 키친타월에 2분간 받쳐 기름을 제거하였다. 전자레인지(RE-GT700 ST, SAMSUNG, Seoul, Korea)는 3분 조리 후 뒤섞어서 3분 조리하였다.

### 성분 분석 방법

본 연구의 성분 분석을 위해서는 기업체, 대학교, 연구소 등의 영양성분별 분석 전문기관들로 구성된 식품영양성분 국가 관리망(National Laboratory System, NLS)을 구축하여 분석품질을 검증하며 분석을 진행하였다.

### 일반성분 분석

시료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등의 일반성분은 AOAC법(13)에 따라 분석하였다.

### 무기성분 분석

무기질 분석은 식품공전(14)에 따라 실시하여 실시하였다. 시료 0.5 g에 혼합액(HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=9:1) 10 mL로 전처리하였으며 Microwave digestion system(QWAVE 1000, Mississauga, Canada)에 넣고 30분간 산 분해를 실시하였다. 산 분해 후 시료 용액은 여과지(Whatman No. 41, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 사용하였다. Na, Ca, K, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Mn은 ICP-OES (ACTIVA, Horiba Jobin Yvon, Canal, France)로, Se는 ICP-MS(ICP-Mass, PerkinElmer Co., Shelton, CT, USA)로 분석하였다. 무기질별 분석조건은 Table 1, 2에 나타나 있다.

### 조리가공계수(processing factor)

샘플의 중량을 조리 전후로 측정하여 중량의 증가 또는 감소를 아래의 식으로 계산하였다.

**Table 1.** Mineral (Na, Ca, K, P, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn) analysis condition of cucumber by ICP-OES

Description	Na, Ca, K, P, Fe	Mg, Mn, Cu, Zn
Nebulizer gas flow (L/min)		0.8
Plasma gas flow (L/min)		15
Auxiliary gas flow (L/min)		0.2
RF power (watts)		1,300
Viewing distance		15
Plasma view type	Radial	Axial
Spray chamber type	Scott type	
Nebulizer	Gem Tip cross-Flow Nebulizer	

**Table 2.** Mineral (Se) analysis condition of cucumber by ICP-MS

Instrument	ICP-MS, ELAN DRC-e (PerkinElmer Co.)
Selected isotopes (m/z)	Se <sup>82</sup>
Measurement mode	Standard mode
Spray chamber	Cyclonic
Nebulizer	Mein hard
Sample uptake rate	1 mL/min
RF power	1,500 W
Plasma gas flow (L/min)	20
Nebulizer gas flow (L/min)	0.93
Auxiliary gas flow (L/min)	1.2
Dwell time (ms)	50
Sweeps per reading	20
Replicates	3
Delay time (s)	50
Wash time (s)	45

$$\text{Processing factor (\%)} = \frac{WVc}{WVr} \times 100$$

WVc=Weights or volume of cooked food  
WVr=Weights or volume of raw food

**잔존율 계수(retention factor)**

조리 전후 시료의 중량을 이용하여 영양소의 잔존율을 아래 식과 같이 계산하였다(15). USDA 기준에 따라 5단위로 표기하였으며 100% 이상의 결과는 100%로 표기하였다(16).

$$\text{True retention (\%)} = \frac{Nc \times Gc}{Nr \times Gr} \times 100$$

Nc=Nutrient content per g of cooked food  
Gc=g of cooked food  
Nr=Nutrient content per g of raw food  
Gr=g of food before cooking

**통계분석**

통계분석은 PASW Statistics 18.0 프로그램(IBM, New York, NY, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 오이류의 종류와 조리방법의 영양소 함량 차이에 대한 효과를 알아보기 위하여 이원분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였고, 종류와 조리법에 따른 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다( $P < 0.05$ ).

**결과 및 고찰**

**조리가공계수**

오이 종류에 대한 조리가공계수를 Table 3에 나타내었다. 취청오이, 백다다기오이, 노각 모두 조리 후 중량이 감소

**Table 3.** Cooking yield by weight (%)

	CC <sup>1)</sup>	WDC	YOC
BO <sup>2)</sup>	85.49±3.98 <sup>aA3)</sup>	91.01±1.80 <sup>aA</sup>	77.48±2.20 <sup>aB</sup>
ST	89.48±2.71 <sup>aA</sup>	91.07±2.24 <sup>aA</sup>	80.49±3.17 <sup>aB</sup>
PC	87.24±1.17 <sup>aA</sup>	81.51±1.12 <sup>cB</sup>	63.92±3.32 <sup>cC</sup>
RO	87.20±3.96 <sup>aA</sup>	85.80±1.07 <sup>bA</sup>	65.81±4.76 <sup>cB</sup>
PF	88.73±0.97 <sup>aA</sup>	91.79±3.70 <sup>aA</sup>	72.49±2.80 <sup>bB</sup>
DF	66.09±4.69 <sup>bA</sup>	68.33±1.99 <sup>dA</sup>	34.59±1.42 <sup>dB</sup>
MI	86.31±5.09 <sup>aA</sup>	85.40±1.50 <sup>bA</sup>	63.17±3.16 <sup>cB</sup>

<sup>1)</sup>CC: chuichung cucumber, WDC: white dadagi cucumber, YOC: yellowish overripe cucumbers.

<sup>2)</sup>BO: boiled, ST: steamed, PC: pan cooked, RO: roasted, PF: pan fried, DF: deep fried, MI: microwaved.

<sup>3)</sup>Mean±SD. Means with different superscript capital letters in the same row and small letters in the same column were significantly different between groups at  $P < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.

하는 것으로 나타났다. 종류별로 취청오이, 백다다기오이, 노각은 각각 66.09~89.48%, 68.33~91.79%, 34.59~80.49% 범위로 나타나서 노각이 다른 취청오이와 백다다기오이에 비해 중량감소량이 많은 것으로 나타났고, 조리방법을 튀기기를 했을 경우 다른 조리방법에 비해서 중량감소량이 많았다( $P < 0.05$ ). 튀기는 과정 중 식품 내의 지방 함량이 증가하고 수분 용출로 수분 함량의 감소 때문으로(17), 다른 연구에서 튀기기의 중량감소량은 재료의 종류와 튀기는 시간에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(18,19). 콩나물의 경우 데치는 과정에서 14%의 중량이 손실되며, 대두를 항온수조에서 35~45°C, 60~120분 열처리 할 경우 대체로 중량이 감소하는 것으로 조사되었다(20,21). 이 같은 결과는 실험에 사용된 재료와 조리방법에 따른 차이로 보인다.

**종류 및 조리방법별 영양성분 변화**

오이 종류 및 조리방법에 따라 일반성분과 나트륨, 칼륨, 칼슘, 철, 인, 마그네슘, 망간, 셀레늄, 구리, 아연 등의 무기

**Table 4.** F-values for the nutrient contents of cucumber by variety and cooking methods

Nutrient components	Species		Cooking methods		Species × Cooking methods	
	F	Valeur P	F	Valeur P	F	Valeur P
Protein	2.9	NS <sup>1)</sup>	0.6	NS	0.7	NS
Fat	1,348.6	***	3,455.3	***	956.6	***
Moisture	1,601.4	***	2,150.6	***	888.5	***
Ash	4.7	*	113.9	***	38.1	***
Na	57.8	***	13.6	***	5.7	***
K	17.7	***	29.2	***	26.9	***
Ca	646.6	***	104.9	***	76.3	***
Fe	24.7	***	2.1	NS	2.2	*
P	194.7	***	133.0	***	138.6	***
Mg	18.7	***	124.7	***	112.8	***
Mn	27.0	***	19.0	***	10.4	***
Se	7.6	*	6.2	***	6.4	***
Cu	2.8	NS	7.8	***	8.0	***
Zn	24.2	***	84.8	***	86.8	***

<sup>1)</sup>NS: not significant. \* $P < 0.05$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

질 10종을 분석하였고, 오이 종류 및 조리방법이 일반성분과 무기질 함량에 미치는 영향을 이원분산분석하여 Table 4에 나타내었다. 단백질은 종류, 조리방법에 의한 영향을 받지 않았으며, 오이 종류와 조리방법은 각각 구리와 철을 제외하고 모든 무기질이 함량 차이를 보였다. 나트륨, 칼슘, 철, 인, 망간, 셀레늄 함량 차이는 오이 종류에 의한 영향이 컸으며, 지방, 수분, 회분, 칼륨, 마그네슘의 함량 차이는 조리방법에 의한 차이가 큰 것으로 나타났으며, 구리, 아연은 종류×조리방법의 영향이 큰 것으로 나타났다( $P<0.05$ ).

오이 종류 및 조리방법에 의한 일반성분 및 무기질 성분 함량 변화를 Table 5, 6에 나타내었다. 일반성분은 오이의 종류 및 조리방법에 따라 단백질, 지방, 수분, 회분의 함량(g/100 g)이 0.54~7.57, 0.01~20.17, 74.66~97.32, 0.15~1.24 범위로 조사되었다. 조리방법별로 단백질, 지방, 회분은 전반적으로 튀기기를 했을 때 함량이 가장 높았고, 수분은 튀기기에서는 낮았으나 원재료, 삶기, 찌기의 함량이 높았다( $P<0.05$ ). 오이 종류별로는 단백질과 지방 함량의 경향성을 찾을 수 없었으나, 수분의 경우 백다다기오이가 삶기와 찌기를 제외하고 취청오이와 노각에 비해 전반적으로 높은 함량을 보였고, 노각은 삶기, 찌기에서 취청오이와 백다다기오이보다 함량이 높았다( $P<0.05$ ). 회분은 노각을 튀기기를 했을 때 가장 높은 함량을 보였으나 원재료, 삶기, 찌기 했을 때 낮은 함량을 보이는 것으로 나타났다( $P<0.05$ ). 튀기는 경우 지방은 식재료의 표면 특성에 따라 흡유량에 차이가 있다고 보고되며(22), 노각이 취청오이와 백다다기오이보다 튀기기로 인한 흡유량이 높은 표면 특성을 가진 것으로 보인

다. 마늘의 경우 조리과정에서 삶기를 했을 때 수분이 증가하고 볶기와 전자레인지로 조리했을 때는 감소하며 단백질은 조리방법에 상관없이 감소하였고(23), 녹두의 경우 로스팅하면 수분이 감소하고 회분과 지방의 함량은 증가하는 것으로 나타났다(24). 12종의 태국 채소류를 데침, 삶기, 볶기를 하면 데침과 삶기를 하는 채소의 수분은 모두 증가하였고, 볶기한 채소의 수분은 감소하였다(25). 참마도 삶기를 했을 때 수분 함량이 증가하고 로스팅과 볶기를 하면 수분이 감소하며 단백질, 지방, 회분은 로스팅과 볶기를 했을 때 함량이 증가하며, 특히 로스팅보다 볶기를 했을 때 함량이 더 많이 증가하는 것으로 조사되었는데(26). 이러한 연구 결과는 본 연구와 부분적으로 일치하였다.

무기질은 나트륨, 칼륨, 칼슘, 철, 인, 마그네슘의 함량(mg/100 g)은 0.42~2.55, 72.02~463.66, 6.31~34.49, 160.50~881.33, 12.02~142.49, 5.55~33.70, 망간, 셀레늄, 구리, 아연의 함량( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )은 19.84~314.60, 0.46~48.60, 14.39~246.28, 61.34~1,290.65로 조사되었다. 조리방법별로 취청오이의 경우 칼륨, 칼슘, 철은 로스팅을 했을 때 함량이 가장 높았고, 인, 망간, 셀레늄, 구리, 아연은 전자레인지로 조리하였을 때 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다( $P<0.05$ ). 백다다기오이와 노각은 다른 조리방법에 비해 튀기기를 했을 때 전반적으로 무기질 함량이 높게 나타났다. Song 등(27)의 연구에서 오이의 칼륨 함량은 분석 방법에 따라 163.73, 241.47 mg/100 g으로 나타났다. 무, 감자, 당근, 무청, 콩나물, 취나물 등의 상용야채를 데치기, 삶기, 압력조리, 찌기, 볶기, 전자레인지의 조리방법을 사용하였을

**Table 5.** General component of cucumber by variety and cooking methods (g/100 g)

	Protein			Fat		
	CC <sup>1)</sup>	WDC	YOC	CC	WDC	YOC
Raw	2.93±3.96	0.71±0.03 <sup>c3)</sup>	0.73±0.02 <sup>c</sup>	0.13±0.01 <sup>dB</sup>	0.14±0.00 <sup>dB</sup>	0.21±0.00 <sup>cA</sup>
BO <sup>2)</sup>	7.57±11.92	0.68±0.10 <sup>c</sup>	0.54±0.18 <sup>d</sup>	0.04±0.00 <sup>eFB</sup>	0.17±0.01 <sup>dA</sup>	0.07±0.01 <sup>cC</sup>
ST	1.28±1.09	0.74±0.02 <sup>c</sup>	0.71±0.05 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>fC</sup>	0.13±0.01 <sup>dB</sup>	0.17±0.01 <sup>cA</sup>
PC	1.45±0.79	0.86±0.01 <sup>b</sup>	0.94±0.03 <sup>b</sup>	0.27±0.02 <sup>eA</sup>	0.01±0.00 <sup>cC</sup>	0.16±0.01 <sup>cB</sup>
RO	2.34±2.87	0.75±0.01 <sup>c</sup>	0.92±0.06 <sup>b</sup>	0.12±0.01 <sup>deC</sup>	0.28±0.02 <sup>cA</sup>	0.22±0.01 <sup>cB</sup>
PF	1.24±0.91	0.74±0.04 <sup>c</sup>	0.82±0.03 <sup>bc</sup>	0.58±0.03 <sup>bc</sup>	1.02±0.06 <sup>BB</sup>	2.12±0.07 <sup>BA</sup>
DF	1.47±0.91	1.04±0.06 <sup>a</sup>	1.96±0.06 <sup>a</sup>	2.43±0.12 <sup>AB</sup>	2.60±0.06 <sup>AB</sup>	10.39±0.40 <sup>AA</sup>
MI	1.34±1.14	0.73±0.03 <sup>c</sup>	0.86±0.10 <sup>bc</sup>	0.30±0.02 <sup>cA</sup>	0.24±0.01 <sup>cB</sup>	0.15±0.00 <sup>cC</sup>

  

	Moisture			Ash		
	CC	WDC	YOC	CC	WDC	YOC
Raw	94.92±0.01 <sup>bc</sup>	96.15±0.07 <sup>aA</sup>	96.05±0.03 <sup>bB</sup>	0.42±0.05 <sup>deA</sup>	0.42±0.03 <sup>dA</sup>	0.33±0.02 <sup>dB</sup>
BO	95.20±0.00 <sup>aC</sup>	95.90±0.03 <sup>bB</sup>	97.32±0.04 <sup>aA</sup>	0.39±0.02 <sup>eA</sup>	0.37±0.03 <sup>eA</sup>	0.15±0.06 <sup>eB</sup>
ST	94.85±0.08 <sup>bcC</sup>	95.27±0.08 <sup>cB</sup>	96.09±0.20 <sup>bA</sup>	0.43±0.01 <sup>cdeA</sup>	0.42±0.00 <sup>cdeA</sup>	0.35±0.00 <sup>cdB</sup>
PC	93.34±0.04 <sup>fC</sup>	95.02±0.04 <sup>dA</sup>	94.74±0.04 <sup>cB</sup>	0.53±0.04 <sup>b</sup>	0.49±0.03 <sup>b</sup>	0.51±0.07 <sup>b</sup>
RO	94.73±0.03 <sup>dA</sup>	94.76±0.16 <sup>eA</sup>	84.40±1.02 <sup>eB</sup>	0.48±0.02 <sup>bc</sup>	0.47±0.02 <sup>bc</sup>	0.44±0.05 <sup>bcd</sup>
PF	94.21±0.09 <sup>eB</sup>	94.34±0.01 <sup>fA</sup>	92.86±0.03 <sup>dC</sup>	0.47±0.00 <sup>cd</sup>	0.44±0.03 <sup>bcd</sup>	0.45±0.02 <sup>bc</sup>
DF	90.56±0.05 <sup>gB</sup>	91.82±0.14 <sup>gA</sup>	74.66±0.17 <sup>fC</sup>	0.61±0.02 <sup>AB</sup>	0.58±0.01 <sup>AB</sup>	1.24±0.13 <sup>AA</sup>
MI	94.82±0.08 <sup>cdB</sup>	95.02±0.04 <sup>dA</sup>	94.48±0.10 <sup>cC</sup>	0.49±0.05 <sup>bc</sup>	0.47±0.02 <sup>b</sup>	0.49±0.04 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>CC: chuichung cucumber, WDC: white dadagi cucumber, YOC: yellowish overripe cucumbers.  
<sup>2)</sup>BO: boiled, ST: steamed, PC: pan cooked, RO: roasted, PF: pan fried, DF: deep fried, MI: microwaved.  
<sup>3)</sup>Mean±SD. Means with different superscript capital letters in the same row and small letters in the same column were significantly different between groups at  $P<0.05$  level by Duncan's multiple range test.

**Table 6.** Mineral contents of cucumber by variety and cooking methods

Cooking methods	CC <sup>1)</sup>	WDC	YOC	CC	WDC	YOC
	Na (mg/100 g)			K (mg/100 g)		
Raw	0.59±0.25 <sup>B3)</sup>	0.76±0.11 <sup>bcAB</sup>	1.12±0.16 <sup>cdA</sup>	153.61±3.72 <sup>c</sup>	161.56±11.11 <sup>de</sup>	154.95±25.19 <sup>b</sup>
BO <sup>2)</sup>	0.53±0.26	0.42±0.08 <sup>d</sup>	0.66±0.43 <sup>d</sup>	202.13±18.22 <sup>bA</sup>	139.98±10.92 <sup>EB</sup>	72.02±4.72 <sup>cC</sup>
ST	0.60±0.03	0.95±0.13 <sup>b</sup>	1.40±0.75 <sup>bc</sup>	129.63±6.80 <sup>cd</sup>	165.50±18.00 <sup>cd</sup>	162.72±39.28 <sup>b</sup>
PC	0.70±0.24 <sup>B</sup>	0.47±0.05 <sup>dB</sup>	1.43±0.36 <sup>bcA</sup>	148.43±2.06 <sup>cdB</sup>	191.81±7.22 <sup>bAB</sup>	216.41±40.02 <sup>bA</sup>
RO	0.64±0.08 <sup>B</sup>	1.32±0.17 <sup>aA</sup>	1.15±0.23 <sup>cdA</sup>	332.67±36.67 <sup>aA</sup>	182.04±16.63 <sup>bcdB</sup>	203.04±35.59 <sup>bB</sup>
PF	0.80±0.08 <sup>B</sup>	0.70±0.14 <sup>CB</sup>	1.85±0.13 <sup>bA</sup>	101.13±5.29 <sup>EB</sup>	175.41±11.79 <sup>bcDA</sup>	187.70±18.15 <sup>bA</sup>
DF	0.99±0.14 <sup>B</sup>	1.18±0.09 <sup>AB</sup>	2.55±0.26 <sup>aA</sup>	125.12±7.33 <sup>cdC</sup>	225.20±13.67 <sup>AB</sup>	463.66±78.57 <sup>aA</sup>
MI	0.55±0.00 <sup>C</sup>	1.27±0.12 <sup>aA</sup>	1.04±0.15 <sup>cdB</sup>	122.52±9.06 <sup>deB</sup>	187.83±10.47 <sup>bcA</sup>	206.38±39.82 <sup>bA</sup>
	Ca (mg/100 g)			Fe (µg/100 g)		
Raw	15.03±1.04 <sup>dB</sup>	24.38±2.14 <sup>cA</sup>	9.08±1.75 <sup>cC</sup>	200.33±23.16 <sup>bc</sup>	231.78±43.40	355.32±201.69
BO	17.26±1.12 <sup>CB</sup>	21.33±0.67 <sup>dA</sup>	6.31±1.01 <sup>dC</sup>	261.24±19.20 <sup>bc</sup>	258.03±27.65	242.65±19.47
ST	12.02±0.48 <sup>EB</sup>	23.94±0.64 <sup>cA</sup>	9.47±0.60 <sup>bcC</sup>	187.82±39.05 <sup>bc</sup>	307.93±98.05	389.89±131.97
PC	13.44±0.70 <sup>dB</sup>	27.30±1.56 <sup>bA</sup>	11.17±1.75 <sup>bb</sup>	180.81±20.63 <sup>bcB</sup>	262.53±21.36 <sup>B</sup>	768.89±317.42 <sup>A</sup>
RO	34.49±2.57 <sup>aA</sup>	27.54±0.85 <sup>bb</sup>	11.36±1.08 <sup>bc</sup>	403.34±22.28 <sup>aA</sup>	244.71±20.77 <sup>B</sup>	454.48±124.98 <sup>A</sup>
PF	12.04±0.84 <sup>EB</sup>	23.41±0.72 <sup>cdA</sup>	11.00±0.70 <sup>bb</sup>	160.50±32.66 <sup>CB</sup>	242.49±21.14 <sup>B</sup>	472.29±134.37 <sup>A</sup>
DF	12.87±1.67 <sup>dB</sup>	31.59±1.17 <sup>aA</sup>	32.67±0.98 <sup>aA</sup>	221.54±130.33 <sup>bcB</sup>	290.41±28.45 <sup>B</sup>	881.33±73.06 <sup>A</sup>
MI	19.58±0.28 <sup>bb</sup>	24.91±1.87 <sup>cA</sup>	11.42±0.25 <sup>bc</sup>	265.57±21.33 <sup>b</sup>	254.53±56.94	682.70±622.93
	P (mg/100 g)			Mg (mg/100 g)		
Raw	30.95±2.35 <sup>dA</sup>	33.00±1.46 <sup>dA</sup>	20.03±1.85 <sup>CB</sup>	9.45±0.79 <sup>dB</sup>	12.82±1.01 <sup>cdA</sup>	10.23±1.15 <sup>CB</sup>
BO	42.03±4.50 <sup>cA</sup>	29.39±1.51 <sup>EB</sup>	12.02±0.65 <sup>dC</sup>	11.44±0.74 <sup>cA</sup>	12.38±0.65 <sup>dA</sup>	5.55±0.40 <sup>dB</sup>
ST	27.69±2.82 <sup>dB</sup>	33.50±1.79 <sup>cdA</sup>	21.45±2.79 <sup>cC</sup>	7.15±0.57 <sup>efC</sup>	13.58±0.74 <sup>bcdA</sup>	9.73±1.17 <sup>CB</sup>
PC	28.97±2.79 <sup>dB</sup>	37.77±0.75 <sup>bA</sup>	31.36±4.79 <sup>bAB</sup>	8.37±0.74 <sup>deB</sup>	14.52±0.65 <sup>bcA</sup>	13.01±2.16 <sup>bA</sup>
RO	74.50±10.65 <sup>bA</sup>	36.10±2.36 <sup>bcdB</sup>	29.68±3.23 <sup>bcB</sup>	20.16±1.16 <sup>bA</sup>	14.60±1.14 <sup>bcB</sup>	12.60±1.72 <sup>bcB</sup>
PF	24.96±2.64 <sup>dB</sup>	34.29±1.66 <sup>bcdA</sup>	28.17±2.85 <sup>bcB</sup>	6.37±0.67 <sup>fB</sup>	14.22±0.88 <sup>bcA</sup>	12.74±0.86 <sup>bcA</sup>
DF	27.80±4.30 <sup>dC</sup>	46.80±3.02 <sup>AB</sup>	63.96±4.02 <sup>aA</sup>	7.37±1.01 <sup>efC</sup>	17.98±1.47 <sup>AB</sup>	33.70±1.50 <sup>aA</sup>
MI	142.49±7.55 <sup>aA</sup>	36.70±1.69 <sup>bcB</sup>	24.62±1.84 <sup>cdC</sup>	29.73±0.94 <sup>aA</sup>	15.07±1.01 <sup>bB</sup>	13.27±1.52 <sup>bb</sup>
	Mn (µg/100 g)			Se (µg/100 g)		
Raw	53.76±2.52 <sup>CB</sup>	100.29±18.38 <sup>A</sup>	48.70±21.64 <sup>B</sup>	1.12±1.10 <sup>b</sup>	1.04±0.35 <sup>a</sup>	1.45±1.01
BO	64.09±6.59 <sup>cA</sup>	90.00±23.50 <sup>A</sup>	19.84±17.83 <sup>B</sup>	0.76±0.43 <sup>b</sup>	0.53±0.04 <sup>b</sup>	0.99±0.72
ST	41.84±5.43 <sup>d</sup>	96.40±24.02	48.49±41.97	1.28±1.45 <sup>b</sup>	0.55±0.15 <sup>b</sup>	0.95±0.94
PC	53.99±3.16 <sup>CB</sup>	116.96±26.91 <sup>A</sup>	45.49±19.86 <sup>B</sup>	2.02±2.58 <sup>b</sup>	0.50±0.09 <sup>b</sup>	1.62±1.65
RO	127.20±4.18 <sup>bA</sup>	109.58±14.57 <sup>A</sup>	36.00±6.46 <sup>B</sup>	3.79±3.89 <sup>b</sup>	0.51±0.28 <sup>b</sup>	1.09±1.28
PF	39.32±3.62 <sup>dB</sup>	99.65±14.15 <sup>A</sup>	35.46±7.99 <sup>B</sup>	0.61±0.16 <sup>b</sup>	0.65±0.07 <sup>b</sup>	1.56±1.27
DF	42.24±6.85 <sup>dB</sup>	138.32±22.26 <sup>A</sup>	83.55±31.42 <sup>B</sup>	1.27±1.36 <sup>b</sup>	0.80±0.08 <sup>ab</sup>	2.20±1.86
MI	314.60±12.06 <sup>aA</sup>	116.27±30.50 <sup>B</sup>	100.39±97.09 <sup>B</sup>	48.60±31.78 <sup>aA</sup>	0.46±0.14 <sup>bb</sup>	1.17±1.07 <sup>B</sup>
	Cu (µg/100 g)			Zn (µg/100 g)		
Raw	14.56±8.73 <sup>b</sup>	36.46±17.96	22.24±16.29 <sup>b</sup>	81.82±7.45 <sup>dB</sup>	204.03±43.91 <sup>A</sup>	267.13±92.94 <sup>bcA</sup>
BO	27.41±5.75 <sup>b</sup>	33.11±12.32	16.14±16.94 <sup>b</sup>	119.93±3.87 <sup>c</sup>	178.48±27.55	189.98±65.64 <sup>c</sup>
ST	14.39±8.53 <sup>b</sup>	31.87±12.46	30.48±22.24 <sup>b</sup>	77.76±2.84 <sup>dB</sup>	211.83±34.60 <sup>A</sup>	267.97±60.69 <sup>bcA</sup>
PC	18.40±7.07 <sup>b</sup>	37.98±15.77	23.11±12.56 <sup>b</sup>	77.66±7.50 <sup>dC</sup>	208.63±30.66 <sup>B</sup>	297.83±26.53 <sup>bA</sup>
RO	31.51±2.21 <sup>b</sup>	36.43±11.01	22.60±14.92 <sup>b</sup>	215.19±5.59 <sup>b</sup>	272.37±141.56	272.34±10.76 <sup>bc</sup>
PF	31.79±44.90 <sup>b</sup>	35.42±12.49	30.07±10.07 <sup>b</sup>	61.34±18.40 <sup>dC</sup>	210.11±2.24 <sup>B</sup>	318.89±75.05 <sup>bA</sup>
DF	15.25±10.52 <sup>bb</sup>	43.93±19.22 <sup>AB</sup>	70.20±26.75 <sup>aA</sup>	73.40±4.95 <sup>dC</sup>	273.67±37.02 <sup>B</sup>	654.46±23.67 <sup>aA</sup>
MI	246.28±117.10 <sup>aA</sup>	34.32±13.83 <sup>B</sup>	31.44±7.37 <sup>bb</sup>	1,290.65±37.22 <sup>aA</sup>	243.46±63.49 <sup>B</sup>	281.31±1.87 <sup>bcB</sup>

<sup>1)</sup>CC: chuichung cucumber, WDC: white dadagi cucumber, YOC: yellowish overripe cucumbers.

<sup>2)</sup>BO: boiled, ST: steamed, PC: pan cooked, RO: roasted, PF: pan fried, DF: deep fried, MI: microwaved.

<sup>3)</sup>Mean±SD. Means with different superscript capital letters in the same row and small letters in the same column were significantly different between groups at  $P<0.05$  level by Duncan's multiple range test.

때 분석한 모든 무기질 성분의 함량은 원재료에 비해 감소하며, 조리시간이 길어질수록 손실이 커진다고 하였다(28-33). 깻잎의 경우 데침과 찌기를 하면서 칼슘, 철, 칼륨은 큰 차이를 보이지 않았고, 나트륨은 감소하였으며, 인과 마

그네슘의 경우 찌기를 하면 함량이 증가하는 것으로 조사되었다(34). 참마는 나트륨, 칼슘, 마그네슘, 철, 아연이 삶기, 로스팅, 볶기를 했을 때 함량이 감소하였고, 칼륨과 인은 로스팅과 볶기를 했을 때 증가하는 것으로 조사되었다(26).

**Table 7.** Retention rates of amino acid contents in cucumber variety after cooking (%)

	Cooking methods	Protein	Fat	Moisture	Ash	Na	K	Ca	Fe	P	Mg	Mn	Se	Cu	Zn
CC <sup>1)</sup>	BO <sup>2)</sup>	100 <sup>3)</sup>	30	85	80	75	100	100	100	100	100	100	60	100	100
	ST	30	10	65	70	65	55	55	60	60	50	50	75	65	65
	PC	45	100	85	100	100	85	80	80	85	80	90	100	100	85
	RO	70	75	85	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	PF	40	100	90	100	100	60	70	70	70	60	65	50	100	65
	DF	45	100	80	100	100	70	75	95	75	65	65	95	90	75
	MI	40	100	85	100	80	70	100	100	100	100	100	100	100	100
WDC	BO	80	100	80	70	45	70	70	90	75	80	75	40	75	70
	ST	70	65	70	70	85	70	65	90	70	70	65	35	60	70
	PC	100	10	90	100	55	100	100	100	100	100	100	45	95	95
	RO	90	100	85	95	100	95	95	90	95	100	95	40	85	100
	PF	95	100	90	95	85	100	85	95	95	100	90	55	90	95
	DF	100	100	85	100	100	100	100	100	100	100	100	70	100	100
	MI	90	100	85	95	100	100	85	95	95	100	100	40	80	100
YOC	BO	45	20	65	30	35	30	45	45	40	35	25	45	45	45
	ST	35	30	35	35	45	35	35	40	35	35	35	20	45	35
	PC	95	55	70	100	90	100	90	100	100	90	70	80	75	80
	RO	85	70	60	85	65	85	80	85	100	80	50	50	65	65
	PF	90	100	80	100	100	100	100	100	100	100	60	85	100	95
	DF	100	100	60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	MI	75	45	60	90	60	85	80	100	80	80	100	50	90	65

<sup>1)</sup>CC: chuichung cucumber, WDC: white dadagi cucumber, YOC: yellowish overripe cucumbers.

<sup>2)</sup>BO: boiled, ST: steamed, PC: pan cooked, RO: roasted, PF: pan fried, DF: deep fried, MI: microwaved.

<sup>3)</sup>Converted into the criteria of USDA (16).

콩은 분석한 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 인, 철, 구리, 코발트, 아연의 함량이 조리 후 증가하였고, 불리지 않고 조리하는 것보다 불린 후 조리할 경우 함량이 더 증가하는 것으로 조사되었다(35). 이는 본 연구 내용의 일부분과 일치하는 내용으로 재료적인 특성 차이와 조리방법에 의해 나타나는 차이로 생각된다.

### 잔존율

오이 종류와 조리방법에 대한 영양소 잔존율에 대해 Table 7에 나타내었다. 일반성분은 전반적으로 찌기를 했을 때 다른 조리방법에 비해서 10~75%의 낮은 잔존율을 보이는 것으로 나타났다. 무기질 성분의 경우 취청오이는 로스팅, 백다다기오이와 노각은 튀기기를 했을 때 무기질의 손실이 다른 조리방법에 비해 전반적으로 높은 잔존율을 보였다. 취청오이의 찌기, 백다다기오이와 노각의 삶기, 찌기의 경우 전반적으로 잔존율이 75% 이하의 잔존율을 가지는 것으로 나타났다. 백다다기오이는 Se가 모든 조리방법에서 70% 이하의 잔존율을 보였다. 퀴노아, 아마란스, 메밀, 쌀의 조리 후 무기질 잔존율은 100~66%로 나타났고, 퀴노아와 쌀은 삶기보다 찌기를 했을 때 잔존율 값이 대체로 높아져(36), 삶기보다 찌기에서 잔존율 값이 낮게 나온 본 연구와 다소 차이를 있으며, 이는 시료 종류의 차이 때문에 나타난 결과로 보인다.

무기질의 경우 열에 안정하다고 알려져 있어 열로 인한

손실은 적지만, 습열조리를 하는 경우 조리수에 무기질이 손실될 수 있다(37). 오이의 경우 수분이 94.9~96.2 g/100g으로 함량이 많아서 조리 과정에서 내부의 수분이 나오고, 무기질도 같이 용출되면서 조리방법에 상관없이 잔존율이 낮은 값을 보이는 것으로 생각된다. 또한, 오이의 종류에 따라 조직구조가 다르기 때문에 같은 조리방법을 사용하더라도 종류에 따라 잔존율 값이 차이가 나타나는 것으로 보인다.

이러한 결과로 일반성분과 무기질 함량은 종류에 따라 차이는 있지만, 전반적으로 조리방법에 의한 영향보다 오이 종류에 대한 영향이 크며, 취청오이는 로스팅, 백다다기오이와 노각은 튀기기를 했을 때 영양소 잔존율이 높았다.

### 요 약

본 연구는 오이의 종류와 조리방법에 따라 일반성분 및 무기질 함량을 비교하고자 하였다. 오이는 취청오이, 백다다기오이, 노각 3종류를 생재료와 삶기, 찌기, 굽기, 로스팅, 볶기, 튀기기, 전자레인지 7가지 조리방법을 사용하였다. 이를 통해 일반성분과 무기질 성분의 잔존율과 각각의 함량에 대한 종류 및 조리방법의 상관성을 조사하였다. 실험에 사용된 오이는 모두 조리과정에서 중량이 감소하였다. 대부분의 일반성분과 무기질은 종류와 조리방법의 영향을 모두 받았지만 단백질은 영향을 받지 않았고, 철 함량은 조리방법에 의해 영

향을 받지 않았으며, 구리 함량은 종류에 대한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 일반성분 중 단백질, 지방, 회분은 튀기기 했을 때 함량이 높았고 수분은 원재료, 삶기, 찌기를 했을 때 높았다. 무기질은 로스팅과 전자레인지 조리를 한 취청오이의 함량이 높았고, 백다다기오이와 노각은 튀기기를 했을 때 전반적인 함량이 높았다. 단백질, 지방, 수분, 회분의 잔존율은 각각 30~100%, 10~100%, 35~90%, 30~100% 범위로 나타났다. 무기질은 로스팅, 전자레인지, 삶기를 한 취청오이가 높은 잔존율을 보였고, 백다다기오이와 노각은 튀기기를 했을 때 높은 잔존율을 보였다. 취청오이는 찌기를 했을 때, 백다다기오이와 노각은 삶기와 찌기를 했을 때 잔존율이 낮았으며, 특히 노각의 경우 20~45%로 낮은 잔존율을 보였다. 이러한 결과들을 종합해 보았을 때 오이에 대한 조리 전후에 대한 기초 자료로 활용이 가능할 것으로 생각되며, 다양한 오이 종류에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 2015년도 식품의약품안전처의 연구개발비(15162 MFDS039)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

1. Doopedia. 2017. Cucumber. [http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?MAS\\_IDX=101013000853034&\\_method=view](http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?MAS_IDX=101013000853034&_method=view) (accessed Jul 2017).
2. Statistics Korea. 2017. Production amount of cucumber (1980~2015). [http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList\\_01List.jsp?vwcd=MT\\_ZTITLE&parentId=F#SubCont](http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=F#SubCont) (accessed Jul 2017).
3. Rural Development Administration. 2017. Cucumber. <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/pst/psta/trendYearStats.ps?menuId=PS00211> (accessed Jul 2017).
4. Korea Rural Economic Institute. 2017. Survey on consumption of agricultural products in restaurants (Jan 2017). <http://aglook.krei.re.kr/jsp/pc/front/consumer/consumerPatternList.jsp> (accessed Jul 2017).
5. Song BH, Hwang SH, Lee JD, Kim HJ, Chung HR, Moon HK. 1992. A study on the mineral contents of Korean common foods and analytic methods. 1. Sodium. *Kor J Food Hygiene* 6: 139-145.
6. Kim JH, Kim MJ, Oh HK, Chang MJ, Kim SH. 2007. Seasonal variation of mineral nutrients in Korean common fruits and vegetables. *J East Asian Soc Diet Life* 17: 860-785.
7. Kim SA, Chun SS, Lee J. 2015. Physicochemical analyses and Korean consumers' acceptability of environment-friendly and conventionally grown cucumber. *Korean J Food Nutr* 28: 1071-1081.
8. Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J Culinary Res* 18: 40-53.
9. Park MW, Park YK, Jang MS. 1994. Changes of physicochemical and sensory characteristics of Korean pickled cucumber with different preparation methods. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 634-640.
10. Park MW, Park YK. 1998. Changes of physicochemical and sensory characteristics of *Oiji* (Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 419-424.
11. Kim BS, Kang ST, Park KH, Hur JW. 1999. Studies on the development of processed foods of greenhouse horticultural commodities in the south area. (1) Effect of brine concentration on the quality of cucumber pickle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 390-395.
12. Park YK, Park MW, Choi IW, Choi HD. 2003. Effects of various salt concentrations on physicochemical properties of brined cucumbers for pickle process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 526-530.
13. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 4:17,32:21,22,32.
14. Ministry of Food and Drug Safety. 2012. *Korean Food Standards Codex*. Korean Food Industry Association, Seoul, Korea. p 55-63.
15. Murphy EW, Criner PE, Gray BC. 1975. Comparisons of methods for calculating retention of nutrients in cooked foods. *J Agric Food Chem* 23: 1153-1157.
16. United States Department of Agriculture (USDA). 2007. USDA Table of Nutrient Retention Factors Release 6. <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400525/Data/retn/retn06.pdf> (accessed Jul 2017).
17. Kurek M, Scetar M, Galic K. 2017. Edible coatings minimize fat uptake in deep fat fried products: A review. *Food Hydrocolloids* 71: 225-235.
18. Kalogeropoulos N, Mylona A, Chiou A, Ioannou MS, Andrikopoulos NK. 2007. Retention and distribution of natural antioxidants ( $\alpha$ -tocopherol, polyphenols and terpenic acids) after shallow frying of vegetables in virgin olive oil. *LWT - Food Sci Technol* 40: 1008-1017.
19. Son JY, Chung MS, Ahn MS. 1998. The changes of physico-chemical properties of the frying oils during potato and chicken frying. *Korean J Soc Food Sci* 14: 177-181.
20. Park CH, Kim KH, Yook HS. 2014. Comparison of antioxidant activities in soybean sprout according to preparation and cooking process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 397-403.
21. Yoon HH, Shin MJ, Kim DM. 2002. Quality characteristics of soybean sprouts from heat-treated soybean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 994-998.
22. Ziaifar AM, Achir N, Courtois F, Trezzani I, Trystram G. 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *Int J Food Sci Technol* 43: 1410-1423.
23. Kim YD, Seo JS, Kim KJ, Kim KM, Hur CK, Cho IK. 2005. Component analysis by different heat treatments of garlic (*Allium saivum* L.). *Korean J Food Preserv* 12: 161-165.
24. Kim YT, Lee M, Kim AJ. 2014. Changes in antioxidative activities and general composition of mung beans according to roasting temperature. *J East Asian Soc Diet Life* 24: 217-223.
25. Somsu W, Kongkachuichai R, Sungpuang P, Charoensiri R. 2008. Effects of three conventional cooking methods on vitamin C, tannin, myo-inositol phosphates contents in selected Thai vegetables. *J Food Compos Anal* 21: 187-197.
26. Adepoju OT, Boyejo O, Adeniji PO. 2018. Effects of processing methods on nutrient and antinutrient composition of yellow yam (*Dioscorea cayenensis*) products. *Food Chem* 238: 160-165.
27. Song BH, Hwang SH, Lee JD, Kim HJ, Chung HL, Moon

- HK. 1992. A study on the mineral contents of Korean common foods and analytical methods. 2. Potassium. *Kor J Food Hygiene* 7: 37-44.
28. Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several root vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 12: 40-45.
29. Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH, Minamide T, Huh SM. 1999. Changes on mineral contents of vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 15: 382-387.
30. Yoo YJ. 1995. Mineral contents of spinach and broccoli blanched by conventional method. *Korean J Soc Food Sci* 11: 337-341.
31. Cha M, Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several Leaf vegetables by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 12: 34-39.
32. Chung HK, Yoon K, Woo N. 2016. Effects of cooking method on the vitamin and mineral contents in frequently used vegetables. *Korean J Food Cook Sci* 32: 270-278.
33. Park S, Kim S, Yoo Y. 1995. Effect of blanching time, blanching water and power settings on minerals retention in microwave blanched vegetables. *Korean J Soc Food Sci* 11: 98-103.
34. Choi JH. 2003. Changes in vitamin C and minerals content of perilla leaves by different cooking methods. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 174-180.
35. ElMaki HB, AbdelRahaman SM, Idris WH, Hassan AB, Tinay AHE. 2007. Content of antinutritional factors and HCl-extractability of minerals from white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars: Influence of soaking and/or cooking. *Food Chem* 100: 362-368.
36. Mota C, Nascimento AC, Santos M, Delgado I, Coelho I, Rego A, Matos AS, Torres D, Castanheira I. 2016. The effect of cooking methods on the mineral content of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus* sp.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *J Food Compos Anal* 49: 57-64.
37. Raes K, Knockaert D, Struijs K, Van Camp J. 2014. Role of processing on bioaccessibility of minerals: Influence of localization of minerals and anti-nutritional factors in the plant. *Trends Food Sci Technol* 37: 32-41.