

국내 배추와 중국 유래 청경채의 영양성분 비교

간치맥^{1*} · 조만현^{2*} · 다바잘갈¹ · 함인기² · 이은모² · 이왕희³ · 임용표⁴ · 안길환¹ · 박종태^{1†}

¹충남대학교 식품공학과, ²충청남도농업기술원 미래농업연구과
³충남대학교 바이오시스템기계공학과, ⁴충남대학교 원예학과

Nutritional Evaluation and Comparison of New Pak Choi Cultivars from China with Chinese Cabbage Cultivars Popular in Korea

Ganchimeg Gantumar^{1*}, Man Hyun Jo^{2*}, Davaajargal Igori¹, In Ki Ham², Eun Mo Lee², Wang-Hee Lee³, Yongpyo Lim⁴, Gilhwan An¹, and Jong-Tae Park^{1†}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Future High-Technology Agriculture Research Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Chungnam 340-861, Korea

³Dept. of Biosystems Machinery Engineering and ⁴Dept. of Horticultural Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT The nutritional components of 14 new cultivars of pak choi (*Brassica rapa* L. ssp. *chinensis*) from China were analyzed and compared with 4 cultivars of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) popular in Korea. Leaves were separated into green parts (GP) and white parts (WP) for the analyses. The moisture and ash content in the 14 new cultivars of pak choi were not significantly different from the currently popular cultivars of Chinese cabbage. In addition, the levels of vitamin C and E were very similar between the two kinds of *Brassica rapa*. In contrast, the overall mineral content was higher in the new pak choi cultivars. Specifically, minerals important for human health, calcium and magnesium, were significantly greater in pak choi cultivars (calcium GP 2.57, WP 2.04; magnesium GP 0.422, WP 0.301 mg/g fresh weight) compared to currently popular cultivars (calcium GP 0.805, WP 0.477; magnesium GP 0.244, WP 0.101 mg/g fresh weight). Although the content of reducing sugars was similar, cellulose content (which correlates with the hardness of plant tissue) was four times higher in the new pak choi cultivars compared to currently popular cultivars. These results demonstrate that the new pak choi cultivars have superb nutritional benefits for human health and could be a good food source as a daily staple vegetable.

Key words: pak choi, *Brassica rapa*, mineral, cellulose, vitamin

서 론

배추(Chinese cabbage)는 십자화과(Cruciferae family)에 속하는 두 해 살이 초본으로서 중국을 비롯하여 동아시아에서 오랫동안 재배해온 채소이다(1). 국내에서 주로 재배되는 배추는 *Brassica rapa* L. ssp. *chinensis*로서 성숙하게 되면 결구를 이루는 등 중국의 주요 배추품종인 청경채(*Brassica(B.) rapa* L. ssp. *pekinensis*: pak choi)와 형태적으로 대비된다.

배추는 국내에서 가장 많이 소비되는 채소 중 하나이다. 세계적으로는 중국이 세계 최대의 청경채와 배추 생산 및 소비국이다(1). 동아시아인의 이주 및 김치와 같은 동양 식

문화의 전파로 인하여 북미와 유럽에서도 최근 배추과 작물의 소비량이 증가하고 있다. 한국에서 배추는 전통적으로 김치의 주원료로서 사용되어 왔으며 최근에는 쌈채소나 샐러드용으로도 그 소비가 증가하고 있다. 최근에는 청경채, 콜라비 등 다양한 배추과 작물의 소비가 증가하고 있는 추세를 보이고 있다(2). 배추, 청경채 등은 영양적으로 매우 우수한 식품재료로서 섬유소가 풍부하고 칼슘 등 다양한 무기물을 풍부하게 함유하고 있으며 비타민 중에서는 특히 비타민이 풍부하여 예부터 겨울을 날 때 필수적인 식품으로서 사랑받아왔다(3,4). 최근에는 배추과 작물에 많이 함유된 이차대사산물의 하나인 글루코시놀레이트(glucosinolate)류 중에서 특히 글루코라파닌(glucoraphanin), 글루코나스투틴(gluconasturtin), 글루코브라시신(glucobrassicin)이 항암효과를 보이는 것으로 나타나 주목 받고 있다(1,5). 이 밖에 배추와 청경채는 항산화 등 생리활성을 나타내는 카로테노이드(carotenoid)와 플라보놀(flavonol)이 풍부하게 함유

Received 29 April 2013; Accepted 2 May 2013

*These authors contributed equally to the work.

†Corresponding author.

E-mail: jtpark@cnu.ac.kr, Phone: 82-42-821-6728

되어 있다(6). 배추의 영양적 특성은 배추김치를 중심으로 오랫동안 연구되어 왔으나 국내 채소 시장에서 청경채의 중요성에도 불구하고 국내에서 생산된 청경채의 영양성분을 분석한 연구는 찾아보기 어렵다(5,7-9). 한국인의 식탁에서 이제 흔히 찾아볼 수 있는 청경채의 품종별 영양특성을 분석하는 연구는 그 중요성이 가법지 아닌한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 중국 유래 14종류의 청경채 품종을 국내에서 재배하여 비타민과 주요 미네랄 함량 등 그 영양적 특성을 분석하였다. 청경채의 잎을 녹색 부위와 흰색 부위로 나누어 영양성분 분석을 수행하여 부위별 비교분석이 가능하도록 실험하였다. 더불어 청경채를 4종류의 대표적 국산 배추 품종과 함께 재배하고 분석하여 국내 배추 품종과 영양가치 비교를 위한 기초자료를 확보하였다.

재료 및 방법

청경채와 배추 품종 및 재배

한국배추계놈소재은행(대전)에서 분양 받은 중국도입종 청경채(*B. rapa* L. ssp. *chinensis*) 14 계통(1, 矮脚大头青; 2, 中蔬五月慢; 3, 京油一号; 4, 四九菜心; 5, 百惠青栢白菜; 6, 美惠青栢白菜; 7, 精冠王; 8, 京油605; 9, 寒绿油菜; 10, 五月蔓; 11, 碧玉青梗菜; 12, 上海海青鸡毛菜; 13, 甜脆小白菜; 14, 青口小白菜)과 대조품종 배추(*B. rapa* L. ssp. *pekinensis*) 4 품종(a, 불암3호; b, 불암플러스; c, 황성골드; d, 휘과람)을 재료로 사용하였다. 2008년 8월 13일 플러그 트레이에 파종하였으며 파종 7일 후 발아율을 조사하였고, 15일간 육묘한 다음 본포에 2008년 8월 29일 정식하여 재배하였다.

분석 시료 준비

품종당 형태와 크기가 정상적이고 평균에 가까운 3 포기를 선택하여 수확하고 즉시 가식부위 잎을 녹색과 백색으로 분리하였다. 분리된 잎은 잘게 자른 후 -70°C에서 동결하여 저장하였고 분석 직전에 막자사발로 액체질소 존재 하에서 분쇄하였다.

수분함량 및 회분함량 분석

수분함량은 5 g의 시료를 105°C 오븐에 넣어 더 이상 무게 변화가 없을 때까지 방치한 후 감소한 무게를 건조 전 무게에 대한 백분율로 나타내었다. 회분함량은 5 g의 시료를 550°C 오븐에서 5시간 가열한 후 데시케이터에서 냉각하여 잔존 시료의 무게를 측정하고 이를 초기 시료 무게에 대한 백분율로 표현하였다.

무기염류 분석

무기염류 분석은 유도결합플라즈마발출분광기(inductively coupled plasma emission spectrometer: Optima 7300 DV, PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)를 사용

하여 수행하였다. 회분 함량 측정 후 동일한 시료를 이용하여 분석을 수행하였다. 도가니에 담긴 시료에 50% 염산용액을 5 mL 넣고 hot plate를 이용하여 1시간 동안 끓여주었다. 이후 잔존 시료에 3차 증류수를 첨가하여 50 mL 튜브에 옮겨 담고 부피를 25 mL로 맞추었다. 이후 필터(0.2 µm pore size)를 통과시키고 다시 3차 증류수로 20배 희석하여 분석용 시료를 준비하였다.

환원당, 펙틴, 셀룰로오스 함량 분석

환원당 함량은 3,5-dinitrosalicylic acid 법(DNS 법)을 이용하여 측정하였다(10). 0.1 g의 분쇄시료를 3차 증류수 5 mL에 넣어 강하게 3분 이상 섞어준 후 원심분리 하여 비수용성 물질을 제거하였다. 추출액을 필터를 통과시켜 미세한 잔류물질을 제거한 후 3배 부피의 DNA 용액과 섞어주고 5분간 끓는 물에서 가열하였다. 이후 찬물로 발색용액을 충분히 식힌 다음 분광계를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당의 표준물질로서는 maltose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하였다. 펙틴 함량은 비수용성 펙틴을 기준으로 Naohara와 Manabe(11)가 보고한 방법을 이용하여 측정하였다. 표준물질로는 시트러스 껍질에서 분리된 펙틴(cat# 76280, Fluka AG, Buchs, Switzerland)을 사용하였다. 셀룰로오스 함량은 다음과 같은 방법으로 측정하였다. 0.1 g의 시료를 증류수 10 mL와 강하게 섞어준 후 원심분리 하여 수용성 물질들을 상등액과 제거하였다. 이 과정을 2번 반복한 후, 비수용성 침전물에 150 unit의 cellulase(cat # C1794, Sigma-Aldrich Co.)를 pH 5.0(100 mM sodium acetate), 37°C 조건에서 진탕배양기(100 rpm)를 이용하여 24시간 동안 반응시켰다. 이후 원심분리 하여 비수용성 물질을 제거한 후 상등액에 존재하는 환원당의 함량을 DNS 방법으로 측정하였다.

비타민 분석

비타민 C 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 법을 이용하여 측정하였다(12). 생시료 1 g을 분쇄한 후 5% metaphosphoric acid(Sigama-Aldrich Co.) 25 mL를 넣어 섞어 준 후 상등액 2 mL를 취하여 1 mL 2,6-dinitrophenyl indophenol sodium(0.03%), 2 mL thiourea(2% thiourea-metaphosphoric acid), 1 mL DNP(2 g in 100 mL of 9 N H₂SO₄)와 혼합하여 시료를 준비하였다. 시료 발색 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준곡선과 비교하여 시료 내 비타민 C의 양을 계산하였다. 비타민 E 함량은 Aaran과 Nikkari(13)가 제시한 방법을 일부 변형하여 정량하였다(13). 토코페롤(cat# T3634, Sigma-Aldrich Co.) 200 mg을 100 mL의 초순수 에탄올에 녹여 표준물질로 이용하였다. 최종적으로 얻어진 발색물질은 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계 분석

모든 분석은 별도의 언급이 없는 한 독립적으로 3번 수행되었으며 평균과 표준편차 값을 구하였다. 청경채의 영양성분 함량을 배추와 비교하고 부위별 함량차를 분석하기 위하여 그룹별 시료 수 차이를 고려한 ANOVA test(unbalanced design)를 수행하였다. 통계 분석은 SAS(Statistical Analysis System program, Ver 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였으며 $P < 0.05$ 일 때 유의성을 나타내는 것으로 표현하였다.

결과 및 고찰

수분 및 회분

14종 청경채 녹색 부위의 수분 함량은 87~91% 가량으로 국내 주요 배추품종의 평균값인 90%와 유사한 함량을 나타내었다. 백색 부위의 수분함량은 청경채, 배추 모두 녹색 부위에 비하여 2% 가량 높은 값을 나타내었다. 회분 함량은 녹색, 백색 모두 청경채(1.1~1.4%)에서 배추(0.83~1.1%)

Table 1. Moisture and ash content of 18 cultivars of *Brassica rapa*¹⁾

ID ²⁾	Green part ⁴⁾		White part	
	Moisture [†]	Ash	Moisture	Ash
1	91.6	1.06	89.3	1.14
2	90.1	1.26	91.8	1.19
3	90.3	1.09	92.0	0.91
4	83.9	2.84	94.0	1.42
5	89.5	1.20	90.3	1.53
6	90.1	1.17	90.7	1.70
7	87.3	3.21	91.5	1.28
8	89.7	1.12	90.7	1.24
9	86.5	1.34	92.2	1.13
10	88.5	1.10	92.1	0.94
11	89.2	1.04	89.6	1.08
12	90.8	1.09	92.2	0.97
13	86.1	1.16	92.7	0.60
14	88.6	1.13	93.0	0.48
Mean ±SD ³⁾	88.7 ±2.1*	1.42 ±0.69	91.6 ±1.3*	1.12 ±0.33*
a	90.0	0.98	92.9	0.98
b	90.3	1.30	92.8	0.87
c	91.5	1.02	93.0	0.68
d	90.8	0.98	94.6	0.80
Mean ±SD	90.7 ±0.7	1.07 ±0.15	93.3 ±0.9	0.83 ±0.13

¹⁾Mean value of duplicate as % (w/w) of fresh weight.

²⁾14 pak choi cultivars are numbered to 1~14, and alphabetical ID indicates Chinese cabbage. For the specific cultivar name, refer to Materials and Methods section.

³⁾Values significantly different ($P < 0.05$) from that of Chinese cabbages are marked with *, while † indicates a trend in difference ($0.05 < P < 0.1$).

⁴⁾Components in green part of pak choi significantly different ($P < 0.05$) from that of white part of pak choi are marked with †, while ‡ indicates a trend in difference ($0.05 < P < 0.1$).

에 비하여 높게 나타났으나 백색 부위에서만 통계적 유의성 ($P < 0.05$)이 나타났다(Table 1).

무기염류

ICP-AES를 이용하여 청경채와 배추의 무기염류, 특히 Al, B, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Zn 및 Cr, Ni 등의 함량을 분석하였다(Table 2). 대체로 청경채가 배추에 비하여 높은 무기염류 함량을 나타냈으며 특히 청경채의 녹색 부위에 무기염류의 함량이 높은 것으로 나타났다. 녹색 부위에서는 B, Mn, Zn가 배추에 비하여 청경채에서 유의적으로($P < 0.05$) 많이 검출되었으며, 백색 부위에서는 Ca, K, Mg, Mn, Zn 등이 배추에 비해 청경채에 풍부하게 함유되어 있었다(Table 2). 인체에 유해할 수 있는 중금속인 Cr과 Ni은 청경채와 배추 모두 검출되지 않았다. 청경채가 Ca, Mg, Mn, Zn 등 우리 몸에 부족해지기 쉬운 무기염류를 배추에 비하여 유의적으로 많이 함유하는 것으로 나타났으므로 그 영양적 가치가 우수하다고 평가할 수 있다. 특히 Ca은 신선물(fresh weight, fw) 1 g당 2.0~2.6 mg 이상을 함유하여 배추에 비하여 3~5배 가량 높은 함유량을 나타내었다(Table 2). 농촌진흥청 발간 식품성분표(2006)에서는 약 1,500 mg/100 g(건물기준)으로 제시한 바 있으나 본 연구의 결과는 이보다 약간 높은 것으로 나타났다. Broadley와 White(3)는 Ca, K, Mg과 같은 우리 몸에 많은 양이 필요한 미네랄이 곡류를 중심으로 이뤄지는 현대인들의 식생활에서 부족해지기 쉬우며, 뿌리나 줄기를 섭취하는 채소작물이 좋은 미네랄 공급원이 될 수 있음을 밝힌 바 있다. 국내에서도 일부 도시 저소득층 노인인구와 농촌 노인들이 각종 미네랄 섭취가 권장치에 미치지 못하는 것으로 조사된 바 있다(14). 특히 Ca은 갱년기 여성이나 노년층 등 특정계층에서 섭취량이 부족할 수 있는데, 본 연구결과에 따르면 청경채가 우수한 Ca 공급원이 될 수 있을 것이다. Mg은 체내 대사 효소의 조효소로서 매우 중요한데, 부족 시 집중력저하, 떨림현상, 두통은 물론 우울증 등 다양한 신경질환을 유발할 수 있다(15). 부위별로 약간의 차이는 있으나 청경채가 배추에 비하여 2~3배 가량 Mg이 풍부하므로(Table 2) 청경채 섭취를 늘인다면 체내 Mg 부족을 예방할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 청경채의 색에 따른 부위별 무기염류 함량은 K를 제외한 모든 성분이 녹색 부위에서 고농도로 측정되었다. 일반적으로 녹색 부위에는 광합성 등 대사작용이 백색 부위에 비하여 활발한 것으로 알려져 있으며 이로 인하여 조효소 역할을 하는 Mg, Mn, Zn 등이 백색 부위에 비하여 풍부한 것으로 밝혀진 바 있다(16). 청경채는 국이나 샐러드 등에 잎 전체가 많이 이용되므로 훌륭한 미네랄 공급원이 될 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 최근 국내외에서 영양적 특성이 우수한 품종을 육성하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 청경채는 특정 무기질 고함유 배추 등을 육성하기 위한 좋은 육종재료가 될 수 있을 것이다.

Table 2. Mineral content of 18 cultivars of *Brassica rapa*¹⁾

ID ²⁾	Green part ³⁾									White part								
	Al	B ⁺	Ca	Fe ⁺	K	Mg	Mn ⁺	Zn ⁺	Al	B	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Zn		
1	0.0184	0.0055	1.37	0.0181	3.45	0.288	0.0055	0.0057	0.0359	0.0049	2.69	0.0279	3.02	0.341	0.0040	0.0047		
2	0.0686	0.0044	7.19	0.0525	4.94	1.06	0.0108	0.0051	0.0228	0.0020	2.09	0.0109	3.78	0.384	0.0012	0.0018		
3	0.0338	0.0045	2.07	0.0238	3.12	0.330	0.0066	0.0045	0.0157	0.0044	2.50	0.0098	4.37	0.391	0.0043	0.0037		
4	0.0432	0.0036	1.67	0.0246	1.97	0.308	0.0078	0.0042	0.0042	0.0012	0.180	0.0018	1.22	0.0750	nd	0.0006		
5	0.0240	0.0030	0.734	0.0162	2.36	0.232	0.0042	0.0042	0.0096	0.0012	0.233	0.0024	1.15	0.0744	nd	0.0006		
6	0.0199	0.0038	2.10	0.0176	2.71	0.336	0.0078	0.0045	0.0185	0.0037	2.13	0.0135	5.21	0.409	0.0044	0.0049		
7	0.0165	0.0037	1.69	0.0180	3.14	0.344	0.0078	0.0062	0.0119	0.0036	1.78	0.0109	3.62	0.310	0.0044	0.0054		
8	0.0240	0.0038	1.50	0.0202	3.93	0.314	0.0044	0.0044	0.0069	0.0040	1.87	0.0062	3.77	0.308	0.0024	0.0036		
9	0.0148	0.0058	2.49	0.0187	3.30	0.338	0.0094	0.0058	0.0053	0.0031	1.42	0.0038	3.33	0.251	0.0023	0.0030		
10	0.0179	0.0054	1.75	0.0058	3.03	0.378	0.0020	0.0051	0.0120	0.0035	1.40	0.0060	3.50	0.258	0.0020	0.0025		
11	0.0896	0.0060	1.21	0.0206	3.17	0.227	0.0068	0.0058	0.0235	0.0045	1.97	0.0170	2.35	0.2480	0.0040	0.0060		
12	0.0299	0.0051	1.84	0.0217	2.61	0.284	0.0045	0.0037	0.0205	0.0040	2.16	0.0110	2.97	0.293	0.0025	0.0025		
13	0.0475	0.0047	3.83	0.0403	5.28	0.473	0.0131	0.0063	0.0346	0.0036	3.97	0.0244	5.29	0.413	0.0047	0.0037		
14	0.3581	0.0052	6.53	0.155	4.36	1.00	0.0167	0.0055	0.0764	0.0037	4.19	0.0377	3.36	0.465	0.0043	0.0032		
Mean±	0.0507±	0.0046±	2.57±	0.0324±	3.38±	0.422±	0.0077±	0.0051±	0.0213±	0.0034±	2.04±	0.0132±	3.35±	0.301±	0.0029±	0.0033±		
SD ³⁾	0.0892	0.0009*	1.95 ⁺	0.0370	0.948 ⁺	0.265	0.0039*	0.0008*	0.0187	0.0011*	1.13*	0.0104 ⁺	1.22*	0.117*	0.0016*	0.0016*		
a	0.0234	0.0036	0.961	0.0162	1.92	0.242	0.0042	0.0018	0.0102	0.0012	0.535	0.0024	1.75	0.101	nd	nd		
b	0.0114	0.0024	0.688	0.0126	3.63	0.231	0.0018	0.0042	0.0024	0.0012	0.675	0.0024	1.49	0.103	nd	nd		
c	0.0246	0.0030	0.976	0.0156	2.06	0.287	0.0024	0.0024	0.0072	0.0012	0.187	0.0036	1.25	0.0918	nd	0.0006		
d	0.0426	0.0030	0.596	0.0210	2.24	0.214	0.0024	0.0030	0.0006	0.0012	0.512	0.0018	1.46	0.110	nd	nd		
Mean±	0.0255±	0.0030±	0.805±	0.0164±	2.46±	0.244±	0.0027±	0.0029±	0.0051±	0.0012±	0.477±	0.0026±	1.49±	0.101±		0.0002±		
SD	0.0129	0.0005	0.192	0.0035	0.789	0.0312	0.0010	0.0010	0.0044	0.0000	0.206	0.0008	0.21	0.008		0.0003		

¹⁻⁴⁾Refer to footnotes of Table 1.

Table 3. Reducing sugar, pectin, and cellulose content of 18 cultivars of *Brassica rapa*¹⁾

ID ²⁾	Reducing sugar ⁴⁾		Pectin ⁴⁾		Cellulose ⁴⁾	
	Green part	White part	Green part	White part	Green part [†]	White part
1	4.38±0.21	0.222±0.058	1.35±0.20	1.54±0.10	10.4±0.3	16.4±0.4
2	23.0±0.61	19.4±0.5	1.50±0.15	1.60±0.16	9.97±0.66	16.4±0.3
3	14.6±0.37	9.90±0.40	1.87±0.01	1.82±0.04	10.2±0.1	15.7±0.6
4	26.5±0.44	38.3±0.7	1.19±0.00	0.488±0.043	6.06±0.09	7.67±0.13
5	20.5±0.90	22.3±1.6	1.26±0.02	1.30±0.06	4.82±0.19	4.68±0.29
6	26.0±1.5	18.3±0.3	1.88±0.14	1.66±0.14	11.0±0.8	15.4±0.6
7	9.76±1.07	6.70±0.12	1.80±0.12	1.49±0.18	10.2±0.2	17.2±0.5
8	7.84±0.81	16.5±0.6	1.55±0.12	1.58±0.06	9.91±0.56	15.5±0.8
9	6.23±0.11	17.4±0.2	1.68±0.05	1.21±0.10	10.8±0.2	16.1±0.7
10	17.7±1.84	9.75±0.08	2.33±0.15	1.22±0.18	10.5±0.2	15.7±0.4
11	17.9±0.5	15.7±0.7	1.84±0.02	1.61±0.13	10.2±0.3	16.9±0.0
12	12.8±0.2	13.6±1.1	2.37±0.19	1.60±0.04	10.2±0.3	17.0±0.2
13	15.6±1.6	7.71±0.30	1.71±0.07	1.99±0.10	10.4±0.2	16.9±0.4
14	7.45±0.16	8.15±0.27	1.43±0.04	2.03±0.09	9.14±0.28	15.8±0.7
Mean±SD ³⁾	15.1±7.3	14.6±9.1	1.70±0.36*	1.51±0.38	9.56±1.81*	14.8±3.7*
a	20.3±0.5	27.2±0.4	0.92±0.00	1.49±0.03	4.75±0.11	5.59±0.07
b	6.36±0.11	8.26±1.12	1.09±0.00	1.54±0.01	1.90±0.02	2.07±0.21
c	7.81±0.07	15.0±0.8	0.52±0.00	1.24±0.02	2.20±0.01	3.32±0.15
d	6.02±1.68	9.68±1.39	1.21±0.00	0.98±0.02	1.65±0.10	2.33±0.26
Mean±SD	10.1±6.8	15.0±8.6	0.935±0.301	1.31±0.26	2.63±1.43	3.33±1.60

¹⁾mg/g fresh weight. ²⁻⁴⁾Refer to Table 1 footnotes.

탄수화물 함량

청경채에 존재하는 탄수화물은 크게 환원당, 펙틴, 셀룰로오스로 나누어 분석을 수행하였다. 환원당 함량은 청경채 부위에 관계없이 평균 14.6~15.1 mg/g fw로 나타났으나 배추는 부위별로 편차가 있는 것으로 측정되었다(Table 3). 통계 분석 결과 청경채와 배추의 환원당 함량에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그에 비하여 펙틴 및 셀룰로오스 함량은 청경채가 배추에 비하여 높은 것으로 나타났다. 특히 셀룰로오스 함량은 녹색과 백색 부위 모두 청경채가 3~4배 이상 배추에 비하여 높았다(Table 3). 쌈채소인 싹나물과 일반 배추의 셀룰로오스 함량을 각각 4.46 mg/g fw와 6.38 mg/g fw로 보고된 바 있는데(8) 이에 비하여 청경채는 평균적으로 1.5배 이상 높은 셀룰로오스를 함유하고 있는 것으로 나타났다(Table 3). 환원당 함량은 쌈채소의 맛에 큰 영향을 주는데 높은 환원당 함량이 단맛을 주어 소비자들의 선호도를 향상시키는 알려져 있다(8). 셀룰로오스와 펙틴은 모두 식이섬유로 분류되며 장의 운동을 도와 변비에 효과적이며, 내당성 향상, 콜레스테롤 저감 등의 효과가 있는 것으로 알려진 바 있다(17-19). 셀룰로오스와 펙틴은 모두 식물의 세포벽을 구성하는 물질로서, 식물 조직의 경도는 이들의 함량에 비례하는 것으로 알려져 있다(20). 일반적으로 청경채가 배추에 비해서 조직이 단단한 것으로 알려져 있는데, 본 연구의 실험결과에 따르면 이와 같은 차이점은 청경채와 배추의 셀룰로오스 함량 차이에 의한 것으로 추측이 가능하다. 따라서 셀룰로오스 고함유 청경채는 저장성이 우수하면 뛰어난 식이섬유 공급원이 될 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

비타민 함량

비타민 C의 함량은 청경채와 배추 모두 부위에 관계없이 약 0.09~0.12 mg/g fw 가량으로 측정되었다. 부위별은 물론 청경채와 배추 사이에 유의적인 차이는 전혀 나타나지 않았으나 청경채 품종별로 최대 5배 이상 함량 차이를 보였다(Table 4, 3번과 5번 품종). 비타민 E 함량은 청경채와 배추 사이의 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 부위별 유의적 함량 차가 존재하여 청경채의 녹색 부위가 백색 부위에 비하여 1.4배 가량 높은 함량을 나타내는 것으로 분석되었다(Table 4). 미국 하와이주에서 주로 소비되는 청경채와 배추의 비타민 C 함량이 익힌 후 각각 0.143 mg/g fw, 0.086 mg/g fw로 보고된 바 있는데(21), 가열 조리 시 상당량의 비타민 C가 파괴될 수 있음을 감안하면 본 연구의 청경채 평균값에 비하여 상당히 높은 수치이다. 그러나 작물의 영양 성분 함량은 품종, 재배지역, 수확시기에 따라 크게 달라지는 것이 일반적이다(22,23). 십자화과 작물에 존재하는 비타민 E는 대부분이 알파토코페롤이며 함량은 브로콜리가 가장 높고 싹나물, 꽃양배추, 배추, 적양배추, 백양배추로 갈수록 함량이 적다(24). Li 등(25)도 케일 등에 비하여 청경채의 비타민 E 함량이 낮다고 보고한 바 있으므로 청경채는 토코페롤의 좋은 공급원은 아닌 것으로 판단된다. 그러나 청경채는 비타민 C, E는 물론 카로티노이드, 페놀류 등 다양한 항산화 물질을 함유하고 있으므로 꾸준히 섭취한다면 심혈관계의 노화 예방 등에 효과가 있을 것으로 기대할 수 있다(25,26).

Table 4. Vitamin C and E content of 18 cultivars of *Brassica rapa*¹⁾

ID ²⁾	Vitamin C ⁴⁾		Vitamin E ⁴⁾	
	Green part	White part	Green part [†]	White part
1	0.099±0.020	0.091±0.020	0.0364±0.0021	0.0256±0.0019
2	0.118±0.015	0.078±0.028	0.0383±0.0020	0.0438±0.0023
3	0.061±0.013	0.079±0.016	0.0528±0.0014	0.0471±0.0017
4	0.151±0.003	0.173±0.006	0.0515±0.0035	0.0381±0.0017
5	0.338±0.005	0.136±0.054	0.0295±0.0003	0.0234±0.0020
6	0.104±0.024	0.067±0.010	0.0685±0.0039	0.0681±0.0029
7	0.108±0.015	0.052±0.009	0.0398±0.0012	0.0298±0.0017
8	0.079±0.008	0.099±0.018	0.0502±0.0024	0.0243±0.0018
9	0.119±0.019	0.103±0.030	0.0356±0.0006	0.0261±0.0011
10	0.098±0.026	0.089±0.021	0.0584±0.0025	0.0224±0.0004
11	0.097±0.018	0.112±0.025	0.0576±0.0012	0.0210±0.0023
12	0.099±0.023	0.083±0.007	0.0548±0.0010	0.0233±0.0019
13	0.119±0.019	0.044±0.015	0.0624±0.0019	0.0304±0.0018
14	0.082±0.020	0.091±0.012	0.0468±0.0012	0.0448±0.0014
Mean±SD ³⁾	0.119±0.066	0.0926±0.0329	0.0488±0.0114	0.0334±0.0134
a	0.211±0.087	0.119±0.005	0.0734±0.0040	0.0240±0.0013
b	0.103±0.003	0.111±0.060	0.0305±0.0025	0.0264±0.0007
c	0.119±0.021	0.147±0.006	0.0563±0.0024	0.0240±0.0012
d	0.040±0.10	0.057±0.007	0.0565±0.0020	0.0242±0.0011
Mean±SD	0.118±0.071	0.109±0.038	0.0542±0.0177	0.0247±0.0012

¹⁾mg/g fresh weight. ²⁻⁴⁾Refer to Table 1 footnotes.

요 약

본 연구는 중국유래 14 품종 청경채의 영양적 특성을 평가하고자 수행되었다. 14종의 신규 청경채(*Brassica rapa* L. ssp. *chinensis*)를 대표적인 국산 배추(*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) 4 품종과 함께 2008년 충남 예산에서 재배하여 수확한 후 녹색 부위와 백색 부위로 나누어 부위 별 각종 영양 성분 분석을 수행하였다. 청경채의 수분 및 회분 함량은 배추에 비교하여 유의적 차이가 없었으나 수분은 백색 부위에서, 회분은 녹색 부위에서 높게 나타났다. 전체적인 무기염류 함량은 배추에 비하여 청경채가 높은 것으로 측정되었는데 특히 녹색 부위의 함유량이 유의적으로 높은 것으로 드러났다. 특히 현대인의 건강에 매우 중요한 Ca과 Mg의 함유량은 청경채(Ca_{녹색}: 2.57, Ca_{백색}: 2.04; Mg_{녹색}: 0.422, Mg_{백색}: 0.301 mg/g 신선물 기준)가 배추(Ca_{녹색}: 0.805, Ca_{백색}: 0.477; Mg_{녹색}: 0.244, Mg_{백색}: 0.101 mg/g 신선물 기준)에 비하여 매우 높았다. 환원당의 함량은 청경채와 배추가 유사한 값을 나타내었고 색에 따른 유의적 차이도 없었다. 펙틴은 부위에 따른 차이는 있으나 청경채에서 그 함량이 높게 나타났고, 식물 조직의 경도에 영향이 큰 셀룰로오스의 함량은 청경채가 약 4배 이상 배추보다 높았다. 비타민 C와 E 함량은 청경채와 배추가 유사한 것으로 측정되었다. 위와 같이 청경채는 영양적으로 매우 우수하여 소비자들에게 권장할 만한 매일 섭취해야 할 주요 채소작물의 하나로 손색이 없음을 알 수 있었다. 또한 청경채는 국내 배추의 품질 향상을 위한 육종 소재로서도 활용 가치가 높을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구는 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었습니다.

REFERENCES

- Chen X, Zhu Z, Gerendás J, Zimmermann N. 2008. Glucosinolates in Chinese *Brassica campestris* vegetables: Chinese cabbage, purple cai-tai, choysum, pakchoi, and turnip. *Hort-Science* 43: 571-574.
- Chung YS, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* Jusl.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 914-919.
- Broadley MR, White PJ. 2010. Eats roots and leaves. Can edible horticultural crops address dietary calcium, magnesium and potassium deficiencies? *Proc Nutr Soc* 69: 601-612.
- Soengas P, Sotelo T, Velasco P, Cartea ME. 2011. Antioxidant properties of *Brassica* vegetables. *Funct Plant Sci Biotechnol* 5: 43-55.
- Kim JK, Chu SM, Kim SJ, Lee DJ, Lee SY, Lim SH, Ha SH, Kweon SJ, Cho HS. 2010. Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*. *Food Chem* 119: 423-428.
- Podszędek A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT-Food Sci Technol* 40: 1-11.
- Jeong JW, Park SS, Lim JH, Park KJ, Kim BK, Sung JM. 2011. Quality characteristics of Chinese cabbage with different salting conditions using electrolyzed water. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1743-1749.
- Jiang N, Chung SO, Lee J, Ryu D, Lim YP, Park S, Lee C, Song J, Kim K, Park JT, An G. 2013. Increase of phenolic compounds in new Chinese cabbage cultivar with red

- phenotype. *Hort Environ Biotechnol* 54: 82-88.
9. Lee HA, Song YO, Jang MS, Han JS. 2013. Effect of *Ecklonia cava* on the quality kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 83-88.
 10. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 11. Naohara J, Manabe M. 1987. Studies on the properties and function of pectin in satsuma mandarin fruits (*Citrus unshiu* Marc.). Part II. Quantitative and qualitative changes of pectin during development of satsuma mandarin fruits (*Citrus unshiu* Marc.). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34: 386-391.
 12. Jung HS, Ko YT, Lim SJ. 1985. Effects of sugars on kimchi fermentation and on the stability of ascorbic acid. *Korean J Nutr* 18: 36-45.
 13. Aaran RK, Nikkari T. 1988. HPLC method for the simultaneous determination of beta-carotene, retinol and alpha-tocopherol in serum. *J Pharm Biomed Anal* 6: 853-857.
 14. Lim YS, Cho KJ, Nam HJ, Lee KH, Park H. 2000. A comparative study of nutrient intakes and factors to influence on nutrient intake between low-income elderly living in urban and rural areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 257-267.
 15. Eby GA, Eby KL. 2006. Rapid recovery from major depression using magnesium treatment. *Med Hypotheses* 67: 362-370.
 16. Papadakis IE, Bosabalidis AM, Sotiropoulos TE, Therios IN. 2007. Leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of Mn-deficient orange plants. *Acta Physiol Plant* 29: 297-301.
 17. Carpenter TM. 1940. Composition of some common foods with respect to the carbohydrate content. *J Nutr* 19: 415-422.
 18. Trowell H. 1976. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am J Clin Nutr* 29: 417-427.
 19. Cummings JH. 1978. Nutritional implications of dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 31: 521-529.
 20. Santiago R, Barros-Rios J, Malvar RA. 2013. Impact of cell wall composition on maize resistance to pests and diseases. *Int J Mol Sci* 14: 6960-6980.
 21. Franke AA, Custer LJ, Arakaki C, Murphy SP. 2004. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *J Food Compos Anal* 17: 1-35.
 22. Kang JY, Ibrahim KE, Juvik JA, Kim DH, Kang WJ. 2006. Genetic and environmental variation of glucosinolate content in Chinese cabbage. *HortScience* 41: 1382-1385.
 23. Wu J, Yuan YX, Zhang XW, Zhao J, Song X, Li Y, Li X, Sun R, Koornneef M, Aarts MGM, Wang XW. 2008. Mapping QTLs for mineral accumulation and shoot dry biomass under different Zn nutritional conditions in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Plant Soil* 310: 25-40.
 24. Piironen V, Syvaaja EL, Varo P, Salminen K, Koivistoinen P. 1986. Tocopherols and tocotrienols in Finnish foods: vegetables, fruits, and berries. *J Agric Food Chem* 34: 742-746.
 25. Li L, Chen CY, Chun HK, Cho SM, Park KM, Lee-Kim YC, Blumberg JB, Russell RM, Yeum KJ. 2009. A fluorometric assay to determine antioxidant activity of both hydrophilic and lipophilic components in plant foods. *J Nutr Biochem* 20: 219-226.
 26. Khalil A, Gaudreau P, Cherki M, Wagner R, Tessier DM, Fulop T, Shatenstein B. 2011. Antioxidant-rich food intakes and their association with blood total antioxidant status and vitamin C and E levels in community-dwelling seniors from the Quebec longitudinal study *NuAge*. *Exp Gerontol* 46: 475-481.