

케일 및 브로콜리잎즙의 함황 향기성분, 일반성분, 무기질, Vitamin C 함량 및 관능적 특성

김미리[†] · 김진희 · 위대성 · 나종현* · 석대은**

충남대학교 식품영양학과

*홍농종묘육종연구소

**충남대학교 약학대학

Volatile Sulfur Compounds, Proximate Components, Minerals, Vitamin C Content and Sensory Characteristics of the Juices of Kale and Broccoli Leaves

Mee-Ree Kim[†], Jin-Hee Kim, Dae-Sung Wi, Jong-Hyeon Na* and Dai-Eun Sok**

Dept. of Food and Nutrition and **College of Pharmacy,

Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea

*Breeding Research Station of Hungnong Seeds, Jochiwon 339-701, Korea

Abstract

To utilize the leaves of broccoli, the shape of which was similar with that of kale leaves, as a vegetable juice, the extracts from two types of vegetable leaves were subjected to the analyses of proximate components, volatile sulfur compounds, vitamin C and minerals. The sensory evaluation of the juices, prepared from kale and broccoli leaves, were performed by duo-trio test and scoring test. Among eight varieties of broccoli, four varieties ('Pilgrim', 'Greenbelt', 'Salinas' and 'Shasta') were not significantly different from kale ($p < 0.05$), based on the duo-trio sensory test. Sulfur and nitrogen compounds present in the dichloromethane extracts of kale and broccoli leaves 'Pilgrim' were identified as 3-butenyl, allyl, butyl and 4-methylsulfinylbutyl isothiocyanate (sulforaphane), 4,5-epithiovalero, 4,5-epithio-3-hydroxyvalero, benzenepropane, 3-hydroxy-4-propene, 4-methylthio butane, 3-hydroxy-3-phenylpropane, 5-methylsulfinylpentane, 4-methoxyphenyl-3-hydroxypropane nitrile and dimethyl trisulfide by GC/MSD analysis. Proximate components were observed to be relatively similar between kale and broccoli leaves. Vitamin C and sugar content were higher in broccoli leaves (125~180mg% and 8~12° Brix) than in kale (101mg% and 7° Brix). In mineral analysis by AA and ICP-Mass, 'Pilgrim' showed a higher content of K, Fe, Mn, Zn and Se. In separate experiment, sensory scores of bitter taste and astringent taste were lower and scores of over-all taste and over-all acceptability, higher in broccoli ('1243') juice than those in kale juice.

Key words: kale, broccoli leaves, sulfur volatile compound, proximate component, vitamin C, mineral, sensory evaluation

서 론

브로콜리는 십자화과에 속하는 채소로 최근, 항암 및 해독효소의 유도효과가 크다고 알려져 많은 연구(1-7)가 진행됨은 물론, 서양에서는 브로콜리의 소비량이 상당히 많이 증가되고 있는 실정이다. 그러나, 우리나라에서는 암 예방에 좋은 브로콜리가 자주 이용되지 못하는 아쉬움이 있다. 그 이유중의 하나로 브로콜리의 가격이 비싸 소비자들이 구입하기에 부담이 되는 것과 또한, 브로콜리는 꽃(floret)만 식용하고 잎은 버리는 고급 서양채소로 인식되어 있어 우리나라 농가에서 재배를 기피하고 있는

실정이므로 대중화되지 못한데 기인된다고 사료된다.

작은 꽃봉오리가 다발로 이루어진 꽃을 식용하는 브로콜리는 한 줄기에서 꽃이 4~5개 정도 맺히고, 잎은 10~15장 이상 나와 매우 무성하나 꽃만 식용으로 하기 때문에 잎은 모두 버려지고 있다. 브로콜리잎의 모양과 크기는 케일잎과 유사하여 현재 시중에는 브로콜리잎을 케일로 포장하여 일부 유통되고 있기도 하다. 그러나 케일과 유사한 모양의 브로콜리잎의 성분이 케일과 유사한 지에 대해서는 보고된 바 없다. 브로콜리꽃의 주된 항암 해독작용은 phase II 효소만을 선택적으로 유도하는 mono-functional inducer인 sulforaphane에 기인되는데(1,8,9),

[†]To whom all correspondence should be addressed

브로콜리잎에도 sulforaphane 등을 비롯한 함황화합물들이 함유되어 있는지에 대해서도 보고된 바 없다.

따라서, 본 연구에서는 관능검사를 통해 케일과 유의적으로 차이가 없는 브로콜리의 품종을 선별하고, 케일과 차이가 없는 품종에 대해 일반성분, 무기질, vitamin C, 휘발성 함황화합물 특히 sulforaphane 함량의 분석 및 녹즙의 관능적 특성을 조사하여 폐기되는 브로콜리잎을 녹즙 재료로 활용하기 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

케일 및 브로콜리잎 홍농종묘(조치원)에서 분양받아 사용하였고, sulforaphane 표준품은 LKT Labs, Inc.(St. Paul, MN, USA)에서 구입하여 분석에 사용하였다. Dichloromethane은 Merck(독일)사 제품을 사용하였고, Zn(HNO₃), Fe(HCl), Ca(HCl), K(HCl), Na(HCl), Mg(HCl)은 Junsei사 제품을, Mn(HNO₃) 및 Se(H₂O)는 Showa제품을 사용하였고, 증류수는 3차 증류수를 사용하였다. 그 외의 시약은 GR급을 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC법(10)에 의거하였다. 건물중은 일정량의 생시료를 취하여 60°C의 열풍건조기에서 3일간 건조시킨 후 생체중량에 대한 비율로 표기하였다. 수분 및 회분함량은 105°C 상압 건조법 및 550°C 직접 회화법을 사용해 분석하였으며, 조단백량은 Kjeldahl법으로 조지방은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다. 조섬유 함량은 산성액(H₂SO₄)와 염기성액(NaOH)에 분해되지 않은 잔사를 수분 정량, 회분 정량한 차이로부터 산출했다. Vitamin C 함량은 indophenol법(10)으로, 당도는 당도계(Hand refractometer, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다.

무기질 분석

무기질 분석을 위한 시료는 Microwave Digestion System(MLS 1200 Mega, Milestone Co, Italy)에 의해 시료를 습식회화시킨 후 분석에 사용하였다. 무기질 중 Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn은 원자흡수분광기(TJA Scan-4(flame), Thermo Jarrell Ash Co., USA)로, Se는 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer(Elan-6000, Perkin-Elmer Co. USA)로 정량 분석하였다.

휘발성 함황 화합물의 성분 추출 및 동정

시료 100g에 200ml의 증류수를 넣고 Waring blender(Fisher Scientific Co., USA)에서 2분간 마쇄한 후 가아제로 잔 여액을 Chin 등(11)의 방법에 따라 50ml의 dichlo-

romethane으로 3회 추출하여 모은 추출물을 무수 황산나트륨으로 건조시킨 후 30°C에서 감압 농축시켰다.

용매로 추출하여 100μl로 농축한 시료 1μl를 capillary direct column(0.27mm×30m: Hewlett Packard HP 5 MS)을 장착한 GC(Hewlett Packard HP 5890 II+)와 mass selective detector(Hewlett Packard MSD: 5972) 시스템에 주입하였다. 분석 오븐 온도는 60°C에서 1분 유지한 후 10°C/min로 280°C까지 가열하였으며, 주입구 및 검출구 온도는 250°C를 사용하였다. 시료 주입은 splitless법을 사용하였으며, carrier 가스는 helium으로 유속은 0.8 ml/min(5.6 psi)이었다. 내부 표준 물질로는 1-heptanol을 사용하였다. GC/MSD에 시료를 주입하여 Scan Mode로 total ion chromatogram을 얻은 후 분리된 피크를 MSD를 이용하여 성분을 확인하였고, 기준에 보고된 스펙트럼(12,13)과 Library(14)에서 확인하였다.

또한, 정량을 위하여 케일 및 브로콜리잎 100g에 1ml씩 첨가된 1-heptanol과 피크면적(peak area, %)을 이용하여 시료 1kg에 함유된 휘발성 함황 화합물을 정량하였다.

Relative component content(mg/kg of sample)=

$$\frac{B\% \times 1000g}{A\% \times 100g} \times SG$$

SG: 1-Heptanol의 비중(0.820(20/20°C))

A%: 각 sample에서 1-heptanol의 peak area %

B%: 각 sample에서 각 성분의 peak area %

GC/MSD에 의한 sulforaphane 정량

GC/MSD에 시료를 주입하여 Scan Mode로 총이온 크로마토그램(total ion chromatogram)을 얻은 후 분리된 sulforaphane의 피크를 MSD를 이용하여 성분을 확인하고, Kim 등(6)의 방법에 따라 선택이온 측정법(GC/MSD/SIM)으로 얻은 sulforaphane 피크 면적을 외부 정량곡선에 의하여 측정하였다. 브로콜리잎 중의 sulforaphane은 질량분석 스펙트럼에서 나타난 특징적인 주 토막이온(m/z 72, 160, 55, 64, 114, 177)을 선택하여 SIM에 의해 정량하였다.

관능평가

브로콜리 잎 8 품종과 케일로 녹즙을 제조(녹즙기, Model NO. 1000, Olympic Products Inc., CA, USA)한 후, 일-이점 검사(duo-trio test)에 의해 케일과 유의적으로 차이가 없는 품종을 선별하였다. 관능평가요원은 5회에 걸쳐 차이식별 검사를 수행하여 경험이 있는 대학원생 및 학부생 27명이었다.

한편, 차이식별 검사를 통해 유의적으로 차이가 나타난 브로콜리 품종을 선정하여, 케일즙과 함께 녹즙의 특

성을 평점법으로 평가하였다. 대학원생 및 학부생으로 구성된 16인의 관능 평가요원에게 실험목적을 숙지시킨 후 '색'(녹색), '플냄새', '녹즙맛', '뽀은맛', '쓴맛', '단맛', '전체적인 맛', '전체적인 수용도'를 조사하였다. 선척도(10cm, unstructured scale)를 사용하여 각 조사 항목의 해당되는 강도에 표시하도록 하였고, 표시한 곳까지의 길이를 재어 점수(10점 만점)로 나타내었다(15). 통계처리방법은 SAS 프로그램의 Student's t-test를 실시하였다(16).

결과 및 고찰

케일 및 브로콜리잎즙의 차이식별 검사

케일즙을 'R'(reference)로 하여 8 품종의 브로콜리잎즙에 대해 일-이점 검사를 실시한 결과는 Table 1과 같다. 평가요원 27 명중에서 5% 수준에서 유의적으로 차이를 나타내는 응답자수는 20명, 1% 수준에서 유의적으로 차이를 나타내는 응답자수는 21명인데(15), 8품종의 브로콜리잎즙 중에서 'Greenbelt', 'Pilgrim', 'Salinas' 및 'Shasta'의 4품종은 20명 미만이었으므로 케일즙과 유의적으로 차이를 나타내지 않았으며, '1243', 'Avella', 'Maraton' 및 'Grandeur' 4 품종의 브로콜리잎은 케일과 유의적으로 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 따라서, 브로콜리 품종 중 'Greenbelt', 'Pilgrim', 'Salinas' 및 'Shasta' 4품종의 잎으로 만든 즙은 케일즙으로 대체할 수 있는 가능성을 나타내었다.

일반성분, vitamin C 함량 및 당도

케일과 관능적으로 차이가 없게 나타난 브로콜리 품종 중에서 'Greenbelt', 'Pilgrim' 및 'Salinas' 3품종의 브로콜리잎의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 케일과 브로콜리잎의 일반성분간에 큰 차이는 없었다. 케일에는 조단백, 4.1%, 조지방, 0.6%, 조회분, 1.0%, 조섬유, 1.5%이었으며, 식품성분분석표(17)상에 나타난 값에 비해 조회분과 조섬유는 약간 적었으나, 본 실험에서 케일의 수분함량이 약간 높는데 기인된 것으로 사료된다. 브로콜

Table 2. Proximate composition of kale and broccoli leaves (%)¹⁾

Cultivars	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	Carbohydrate
Kale	90.1	4.1	0.6	1.0	1.5	2.7
Broccoli						
Salinas	88.6	6.7	0.3	0.9	1.7	1.8
Greenbelt	89.1	6.9	0.5	1.04	1.9	1.9
Pilgrim	89.0	5.8	0.4	0.8	1.9	2.4

¹⁾% based on fresh weight, mean of duplicate determinations

리잎에는 3품종 모두 케일보다 수분 함량이 적었으며, 조단백 함량은 약간 많았으며, 조지방 함량은 약간 적었다. 특히, 브로콜리 품종 중 'Greenbelt'는 조단백 함량이 6.9%로 가장 높았고, 그 다음이 'Salinas', 6.7%, 'Pilgrim', 5.8%이었다. 브로콜리 3품종 모두 조지방 함량은 케일에 비해 약간 적었으며, 조회분의 함량은 'Greenbelt'를 제외하고는 케일에 비해 적었다.

Vitamin C 함량(Fig. 1)은 케일에는 101mg%이었는데, 식품분석표상(17)의 값보다 낮았다. 브로콜리잎에는 8품종 모두 125~179 mg%로 케일보다 많았다. 브로콜리 품종 중에서 vitamin C가 가장 많은 품종은 'Maraton'(179 mg%)이었으며, 그 다음이 'Pilgrim'(162 mg%)이었다. 브로콜리잎에는 꽃보다 vitamin C 함량이 많이 함유되어 있었다. 꽃에 vitamin C 함량이 가장 많이 함유된 품종은 'Grandeur'(133mg%)이었고 가장 적게 함유된 품종은 'Pilgrim'(95mg%)이었다.

당도(Fig. 2)는 케일즙이 7(° Brix)이었으며 브로콜리잎즙이 8~12(° Brix)로, 브로콜리 8품종 모두 케일보다 높았는데, 그 중에서 가장 당도가 높은 품종은 'Avella'(12° Brix)이었고, 가장 낮은 품종은 'Salinas'(8° Brix)이었다.

무기질 함량

케일과 브로콜리잎의 무기성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 케일에 비해 브로콜리('Pilgrim')잎에 많이 함유

Table 1. Results of duo-trio test¹⁾

Cultivars	No. of answers
1243	20*
Avella	22**
Greenbelt	14
Maraton	22**
Pilgrim	17
Salinas	13
Grandeur	21**
Shasta	15

¹⁾Total number of panel members : 27

*Significant at $p < 0.05$

**Significant at $p < 0.01$

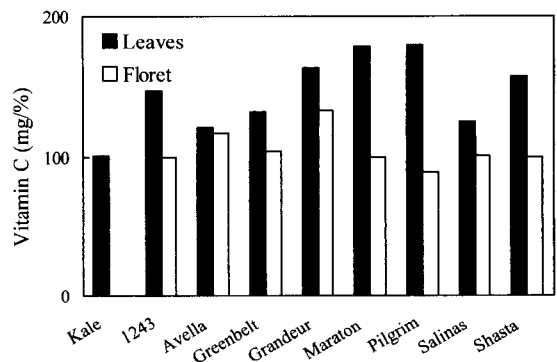


Fig. 1. Vitamin C content of kale and broccoli(8 varieties) leaves.

Data were presented as mean of triplicate determinations.

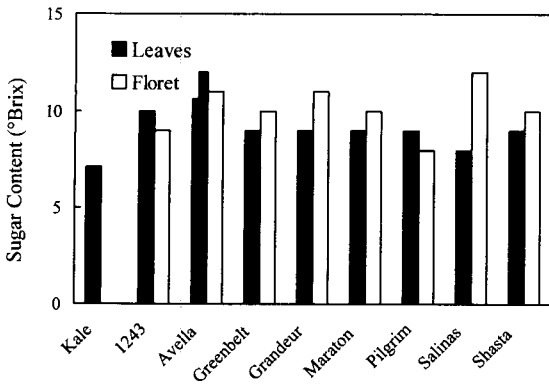


Fig. 2. Sugar content of kale and broccoli(8 varieties) leaves. Data were presented as mean of triplicate determinations.

Table 3. Amount of minerals in kale and broccoli leaves¹⁾

Cultivars	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Se
Kale	65	380	181	29.3	0.62	0.16	0.18	0.159
Broccoli (pilgrim)	32.5	214	60.8	12.7	0.5	0.14	0.26	1.53

¹⁾mg/100g dry base

된 무기질은 칼륨(K), 철(Fe), 망간(Mn), 아연(Zn), 셀레늄(Se)이었으며, 셀레늄은 케일(0.16mg%)에 비해 브로콜리잎(1.53mg%)에 3배 이상 함유되어 있었고 아연은 케일(0.18mg%)에 비해 브로콜리잎(0.26mg%)에 1.5배 함유되어 있었다. 특히, 아연은 면역증강(18), 셀레늄은 생식(19)과 항암(20)작용을 나타낸다고 보고되었다. 반면에,

칼슘은 케일(162mg%)이 브로콜리잎(61mg%)에 비해 2.5배 이상 높았으며, 마그네슘도 케일(29mg%)이 브로콜리잎(13mg%)에 비해 높았다.

케일 및 브로콜리즙의 휘발성 함황화합물의 동정 및 sulforaphane 함량

차이식별 검사를 통해 케일즙과 유의적으로 차이를 나타내지 않는 브로콜리 품종 중에서 'Pilgrim' 잎으로 만든 즙과 케일즙을 용매로 추출하여 가스 크로마토그래프에 주입하여 얻은 가스 크로마토그램은 Fig. 3과 같다. 브로콜리잎('Pilgrim')의 가스 크로마토그램(Fig. 3B)은 케일(Fig. 3A)과 차이가 있어 관능검사 결과와는 상이하였다.

케일 및 브로콜리잎의 가스 크로마토그램 상에서 분리된 각 피크의 성분중 sulfur나 nitrogen을 함유하는 휘발성화합물을 기준에 보고된 질량 분석스펙트럼과 Library (Wiley)상의 화합물과 비교 검토한 후 확인하여 Table 4에 나타내었다. 내부 표준물질로는 1-heptanol을 사용하였으며, 머무름 시간(retention time)은 5.20분이었다. 케일과 브로콜리잎('Pilgrim')에서 확인된 휘발성 함황화합물로는 Table 4에서와 같이 trisulfide로는 dimethyltrisulfide가 케일 및 브로콜리 잎에서 0.84% 발견되었다. Isothiocyanates로는 3-butenyl isothiocyanate, allyl isothiocyanate butyl isothiocyanate 및 4-methylsulfinyl butyl isothiocyanate(sulforaphane)가 존재하였는데, 3-butenyl isothiocyanate와 allyl isothiocyanate는 브로콜리잎에 5.52% 및 1.00%, 케일에 1.85% 및 0.92%로 브로콜리잎에 더 많이 존재하였고, butyl isothiocyanate는 브로콜리잎

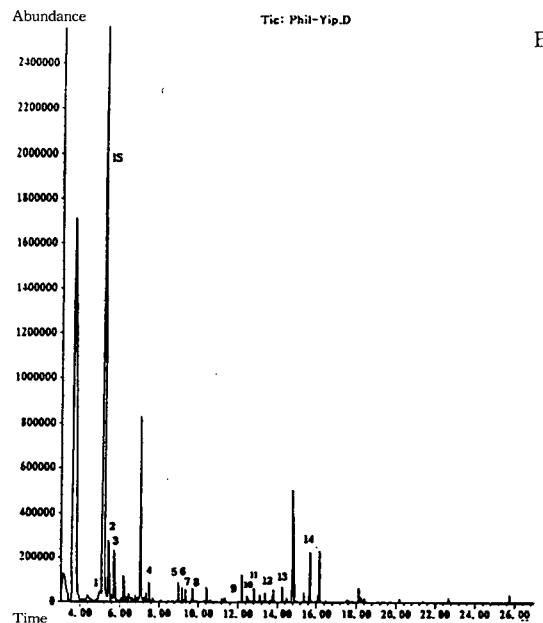
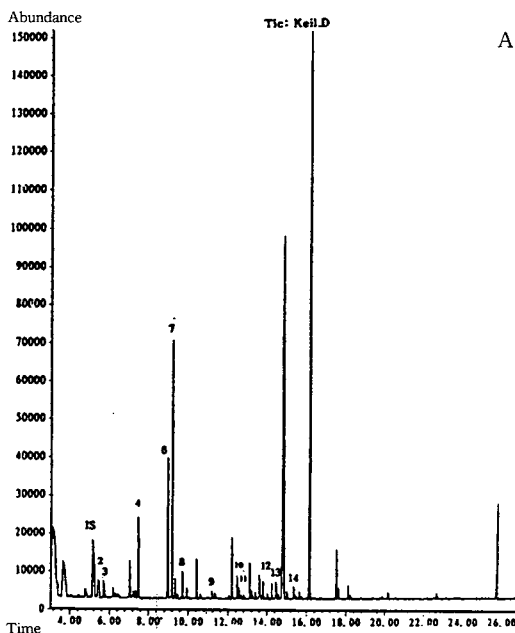


Fig. 3. Gas chromatogram of dichloromethane extract of kale(A) and broccoli leaves(B).

Table 4. Volatile sulfur- and nitrogen-containing compounds from kale and broccoli leaves by GC/MSD

Peak No.	Compounds	RT ¹⁾	MW ²⁾	Peak area(%)		Relative con.(mg/kg)	
				Broccoli	Kale	Broccoli	Kale
1	Dimethyltrisulfide	4.80	129	0.84	0.84	0.07	0.42
I.S.	1-Heptanol	5.18					
2	3-Butenyl isothiocyanate	5.42	113	5.52	1.00	0.56	0.52
3	Allyl isothiocyanate	5.69	99	1.85	0.92	0.15	0.46
4	4,5-epithiovaleronitrile	7.49	113	0.38	0.26	0.03	1.30
5	Butyl isothiocyanate	8.50	115	0.03	- ³⁾	0.002	-
6	4,5-Epithio-3-hydroxyvalero nitrile	8.96	129	0.40	5.21	0.033	2.61
7	Benzenepropane nitrile	9.18	131	0.27	7.74	0.022	3.88
8	3-Hydroxy-4-propene nitrile	9.67	97	0.07	0.79	0.006	0.40
9	4-Methylthiobutane nitrile	11.80	115	0.02	-	0.002	-
10	3-Hydroxy-3-phenyl propane nitrile	12.55	147	0.07	0.31	0.006	0.15
11	5-Methylsulfinyl pentane nitrile	12.79	145	0.28	-	0.023	-
12	5,5'-Dimethyl-2-oxazolidinethione	13.63	131	0.08	0.57	0.007	0.28
13	4-Methoxyphenyl-3-hydroxypropane nitrile	14.24	177	0.24	0.39	0.020	0.19
14	4-Methyl sulfinylbutyl isothiocyanate	15.67	177	4)			

¹⁾Retention time, min

²⁾Molecular weight

³⁾Not detected.

⁴⁾Data was presented in Table 5.

에서만 발견되었다. Nitrile로는 4,5-epithiovalero nitrile, 4,5-epithio-3-hydroxyvalero nitrile, benzenepropane nitrile, 3-hydroxy-4-propene nitrile, 4-methylthiobutane nitrile, 3-hydroxy-3-phenyl propane nitrile, 5-methylsulfinylpentane nitrile, 4-methoxyphenyl-3-hydroxypropane nitrile이 발견되었는데, 4-methylthiobutane nitrile과 5-methylsulfinylpentane nitrile은 브로콜리에서만 소량 존재하였고, 그외의 nitriles은 브로콜리잎보다 케일에 더 많이 존재하였다. 십자화과 채소중의 isothiocyanates, nitriles, sulfides 등은 glucosinolates에 효소 myrosinase가 작용하여 생성되며 이들 대부분은 십자화과 채소 각각의 고유한 향에도 기여할 뿐만 아니라, 생체내에서 항암 암 해독효소를 유도하여 암을 예방해 준다(3,21-25). 휘발성향기 성분중 isothiocyanates 나 nitriles의 종류와 함량이 다른 것은 glucosinolate의 종류, 성질, 양이 식물마다 다르기 때문이며(25), 같은 식물이라도 부위별로 종자에는 5%, 잎에는 0.1%정도 함유되어 있다(26).

녹즙의 관능적 특성

일-이점검사에서 케일즙과 유의적인 차이를 나타낸 브로콜리 품종 중 '1243'에 대하여 평점법(10점 만점)에 의해 녹즙의 특성을 평가한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 녹즙의 평가항목 중 '뽀은맛', '쓴맛', '풀맛'의 항목에 대하여 브로콜리잎즙은 케일즙에 대해 유의적인 차이를 나타내었는데(p<0.05), '뽀은맛'은 케일즙이 4.3점, 브로콜리잎즙은 3.5점으로 브로콜리잎즙이 낮았으며, '쓴맛'은 케일즙이 5.7점, 브로콜리잎즙이 4.5점으로 브로콜리잎즙이 낮았으나, '단맛'은 케일즙이 2.5점, 브로콜리잎즙이 3.3점으로 브로콜리잎즙이 더 높았다. 그러나 녹즙의 '색',

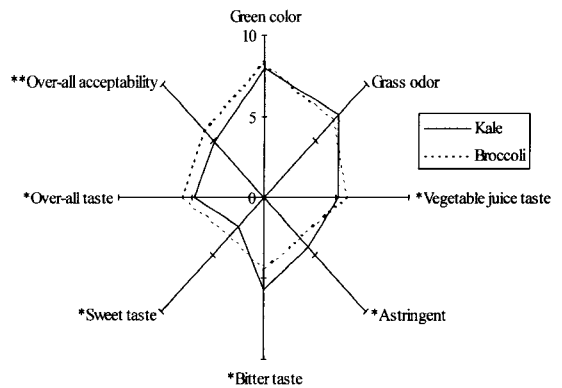


Fig. 4. Mean sensory scores of kale and broccoli('1243') leaf juices.

Scoring test(unstructured scale, 10cm) was conducted by 16 panelists. *Significant at p<0.05, **at p<0.01.

Table 5. Amount of sulforaphane by GC/MSD/SIM

Cultivars	Sulforaphane(ppm)
Kale	18
Broccoli('Pilgrim') leaves	102
floret	88

'냄새', '녹즙맛' 항목에서는 차이를 나타내지 않았다. 또한 '전체적인 맛'은 브로콜리잎즙이 5.7점으로 케일즙 4.8점에 비해 높았으며 '전체적인 수용도' 역시 케일즙이 4.9점인데 비해 브로콜리잎즙은 5.9점으로 브로콜리잎즙이 유의적으로 높았다(p<0.01).

따라서, 케일즙과 유의적으로 차이가 없다고 평가된 'Greenbelt', 'Pilgrim', 'Salinas' 및 'Shasta'의 4품종과 케일즙과 차이가 있다고 평가된 브로콜리 품종 중 '1243'은

관능적 특성이 케일보다 더 우수하였으므로, 버려지는 브로콜리잎은 케일잎을 대신하여 녹즙재료로 활용될 수 있음을 나타내 주었다.

결 론

8품종의 브로콜리잎즙 중에서 케일즙과 차이식별 검사(일-이점-검사)에서 유의적으로 차이가 없다고 나타난 품종은 'Salinas', 'Greenbelt', 'Pilgrim' 및 'Shasta'의 4품종이었으며, 브로콜리잎의 일반성분은 케일잎과 큰 차이는 없었으나, 조단백량은 'Greenbelt', 'Salinas'에 약간 많았고, 조지방량은 'Salinas'와 'Pilgrim'에 약간 적었다. Vitamin C 함량은 브로콜리잎(125~180mg%)이 케일(101mg%)에 비해 높았으며, 당도도 브로콜리잎(8~2° Brix)이 케일(7° Brix)에 비해 높았다. 케일에 비해 브로콜리잎('Pilgrim')에 많이 함유된 무기질은 칼륨, 철, 망간, 아연, 셀레늄이었다. 케일 및 'Pilgrim'잎즙의 GC/MSD를 통해 확인된 휘발성 함량 화합물로는 dimethyl trisulfide, 3-butenyl isothiocyanate, allyl isothiocyanate, butyl isothiocyanate 및 4-methylsulfinylbutyl isothiocyanate (sulforaphane)가 존재하였고, nitrile로는 4,5-epithiovalero nitrile, 4,5-epithio-3-hydroxyvalero nitrile, benzene-propane nitrile, 3-hydroxy-4-propene nitrile, 4-methylthiobutane nitrile, 3-hydroxy-3-phenyl propane nitrile, 5-methylsulfinylpentane nitrile, 4-methoxyphenyl-3-hydroxypropane nitrile이 발견되었는데, 4-methylthiobutane nitrile과 5-methylsulfinylpentane nitrile은 브로콜리에서만 소량 존재하였고, 그외의 nitriles은 브로콜리보다 케일에 더 많이 존재하였다. Sulforaphane의 함량은 브로콜리잎이 케일보다 많았다. 케일잎과 관능적으로 차이가 있는 품종 중 '1243'은 '쓴맛', '뉘은맛'의 점수는 낮았고, '단맛' 및 '전체적인 맛'과 '전체적인 수용도'의 점수는 높아, 케일에 비해 관능적 특성이 더 우수하게 나타났으므로, 브로콜리잎은 케일잎을 대신하여 녹즙으로 활용하여도 좋을 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 충남대학교 학술진흥재단에서 지원된 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Zhang, Y., Talalay, P., Cho, C. G. and Posner, G. H. : A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli : Isolation and elucidation of structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **89**, 2399-2403(1992)
- Aspry, K. E. and Bjeldanes, L. F. : Effects of dietary broccoli and butylated hydroxyanisole on liver-mediated metabolism of benzo[a]pyrene. *Food Chem. Toxicol.*, **21**, 133-142(1983)
- Beecher, C. W. W. : Cancer preventive properties of varieties of Brassica oleracea : A review. *Am. J. Clin. Nutr.* (Suppl.), **59**, 1166S-1170S(1994)
- Kim, M. R., Lee, K. J., Kim, Y. B. and Sok, D. E. : Induction of hepatic glutathione S-transferase activity in mice administered with various vegetable extracts. *J. Food Sci. Nutr.*, **2**, 207-213(1997b)
- Kim, M. R., See, K. J. and Kim, H. Y. : Effect of processing on the content sulforaphane of broccoli. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **13**, 44-48(1997)
- Kim, M. R., Lee, K. J., Kim, J. H. and Sok, D. E. : Determination of sulforaphane in cruciferous vegetables by SIM. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 882-887(1997a)
- Howard, L. A., Jeffery, E. H., Wallig, M. A. and Klein, B. P. : Retention of phytochemicals in fresh and processed broccoli. *J. Food Sci.*, **62**, 1098-1100(1997)
- Talalay, P., Fahey, J. W., Holtzclaw, W. D., Prester, T. and Zhang, Y. : Chemoprotection against cancer by phase 2 enzyme induction. *Toxicol. Lett.* **82/83**, 173-179(1995)
- Prochaska, H. J. and Talalay, P. : Regulatory mechanisms of monofunctional and bifunctional anticarcinogenic enzyme inducers in murine liver. *Cancer Res.*, **48**, 4776-4782(1988)
- AOAC : *Official methods of analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists Inc., Washington D.C.(1984)
- Chin, H. W., Zeng, G. and Lindsay, R. : Occurrence and flavour properties of sinigrin hydrolysis products in fresh cabbage. *J. Food Sci.*, **61**, 101-104(1986)
- Kjaer, A. : Mass spectra of isothiocyanates. *Acta Chem. Scand.*, **17**, 2143-2154(1963)
- Spencer, G. F. and Daxenbichler, M. E. : Gas chromatography-mass spectrometry of nitriles, isothiocyanates and oxazolidinethiones derived from cruciferous glucosinolates. *J. Sci. Food Agric.*, **31**, 359-367(1980)
- Stenhagen, E., Abrahamsson, S. and Malafferty, F. W. : *The Wiley/NBS registry of mass spectral data*. John Wiley and Sons, N.Y.(1974)
- Larmond, E. : *Laboratory methods for sensory evaluation of food*. Dept. of Agriculture Publication. Ottawa (1977)
- SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 6 ed., SAS Institute Inc.(1986)
- Korea Rural Nutrition Institute : *Food composition table*. 4th ed., Rural Development Administration(1991)
- Gross, R. L., Osdin, N., Fong, L. L. and Newberne, P. M. : Depressed immunologic function in zinc-deprived rats as measured by mitogen response of spleen, thymus and peripheral blood. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1260-1265(1979)
- Hurt, H. D., Cary, E. E. and Visek, W. J. : Growth, reproduction and tissue concentrations of selenium in selenium-depleted rat. *J. Nutr.*, **101**, 761-776(1971)
- Clement, I., Hayes, C., Budick, R. M. and Ganther, H. E. : Chemical form of selenium, critical metabolite, and cancer prevention. *Cancer Res.*, **51**, 595-600(1991)
- MacLeod, A. J. : Volatile flavour compounds of the Cruciferae. In *"The biology and chemistry of the Cruciferae"* Vaughan, J. G., MacLeod, A. J. and Jonwa, B. M. G. (eds.), Academic Press, London, pp.307-330(1976)
- Buttery, R. G., Guadiagni, D. G., Ling, L. C., Serfert, R.

- M. and Lipton, W. : Additional volatile components of cabbage, broccoli and cauliflower. *J. Agric. Food Chem.*, **24**, 829-832(1976)
23. Fenwick, G. R., Heaney, R. K. and Mullin, W. J. : Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **18**, 123-201 (1983)
24. VanEtten, C. H., Daxenbichler, M. E. and Wolff, I. A. : Natural glucosinolates(thioglucosides) in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.*, **17**, 438-491(1969)
25. Cole, R. : Isothiocyanates, nitriles and thiocyanates and products of autolysis of glucosinolates in cruciferae. *Phytochemistry*, **15**, 759-762(1983)
26. Sang, J. P., Minchinton, I. R., Johnstone, P. K. and Truscott, R. J. W. : Glucosinolate profiles in seed, root and leaf tissue of cabbage, mustard, rape seed, radish and swede. *Can. J. Plant Sci.*, **64**, 77-93(1984)

(1999년 8월 12일 접수)