

제주산 참다래의 품종 및 숙도에 따른 화학성분과 항산화 활성

오현정¹ · 전시범¹ · 강혜영¹ · 양영준¹ · 김성철² · 임상빈^{1,3*}

¹제주대학교 생명과학기술혁신센터

²농촌진흥청 온난화대응농업연구센터

³제주대학교 식품생명공학과

Chemical Composition and Antioxidative Activity of Kiwifruit in Different Cultivars and Maturity

Hyun-Jeong Oh¹, Si-Bum Jeon¹, Hye-Young Kang¹, Young-Jun Yang¹,
Seong-Cheol Kim², and Sang-Bin Lim^{1,3*}

¹Biotechnology Regional Innovation Center, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

²Agricultural Research Center for Climate Change, National Institute of Horticultural
and Herbal Science, Rural Development Administration, Jeju 690-150, Korea

³Dept. of Food Bioengineering, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract

The chemical composition and antioxidative activity of kiwifruit varieties in Jeju, such as Jecy Gold (*Actinidia chinensis* var. 'Jecy Gold'), Halla Gold (*A. chinensis* var. 'Halla Gold'), Jecy Sweet (*A. deliciosa* var. 'Jecy Sweet') and Hwabuk 94 (*A. deliciosa* var. 'Hwabuk 94') were investigated. The crude protein, crude lipid, and pH showed no differences among variety and maturity whereas the moisture contents showed differences among the variety and maturity. Jecy Sweet in mature stage showed the highest values in soluble solid, crude protein, crude lipid, and crude ash. The changes in chemical components of kiwifruit by maturity stage were as follows: during ripening, the glucose and the fructose contents increased considerably with the decrease of sucrose content. Potassium, phosphorus, sodium, and magnesium were estimated as the major minerals in kiwifruit and Jecy Sweet contained the highest amounts of potassium and magnesium. At maturity stage, ascorbic, malic and lactic acid were increased with the decrease of citric acid content. The polyphenol contents were 26.81~56.10 µg/g and 8.64~26.45 µg/g, respectively, in immature and mature fruits. During ripening, the polyphenol content was decreased. The DPPH radical scavenging activity of methanol extracts were 84.47~89.37% and 43.94~76.96% at 500 ppm, respectively, in immature and mature fruits. The immature varieties of kiwifruit have a high DPPH radical scavenging activity. Therefore the chemical composition and physiological activity of kiwifruit was affected by variety and maturity.

Key words: kiwi, chemical composition, polyphenol, DPPH radical scavenging activity

서 론

참다래는 다래나무과(*Actinidiaceae*) 다래나무속(*Actinidia*)에 속하는 다년생 자웅이주의 덩굴성 낙엽과수로서, 전 세계적으로 64종이 알려져 있는데 국내에는 다래(*A. arguta*), 쥐다래(*A. kolomikita*), 개다래(*A. polygama*), 섬다래(*A. rufo*) 등 4종이 분포하고 있다. 다래나무속 중 경제성이 있는 품종으로서 *A. deliciosa*에는 참다래로 알려진 Hayward 품종이 있고, *A. chinensis*에는 제스프리골드키위로 알려진 Hort16A 품종이 전 세계적으로 상용화되고 있다. 최근에는 국내에서도 다양한 품종들이 개발되어 주로 남해안 일대와 제주도에 서 재배되고 있으며 그 생산량은 해마다 증가되고 있다(1-5).

참다래의 과육 중에는 단백질 분해효소인 actinidin이 함유되어 있어 소화촉진 작용이 있고, 비타민 C는 오렌지, 딸기, 레몬, 자몽 등의 과실류보다 함유량이 높은 것으로 보고되고 있다. 그 외에 클로로필, 카로티노이드, 폴리페놀, 플라보노이드와 같은 생리활성물질은 활성유리기산소를 소거하는 항산화 작용을, 식이섬유는 소장으로의 흡수 저해를 통한 변비개선 효과를, 미네랄은 세포막으로의 이온 흡수를 조절함으로써 암의 증식을 저해하는 것으로 보고되어 왔다. 또한 참다래에는 구연산, 사과산 등의 유기산이 존재하여 특유의 풍미를 가진다고 보고되고 있다(5-14).

한편 최근에는 참다래가 암, 당뇨 등의 성인병 예방과 변비 개선 효과 등에 관한 건강 기능성이 알려짐에 따라 참다

*Corresponding author. E-mail: sblim@jejunu.ac.kr
Phone: 82-64-754-2136, Fax: 82-64-726-3539

래의 수입 및 판매량이 증가하고 있는 추세이다. 그러나 현재 국내에서 판매 소비되고 있는 참다래는 대부분이 뉴질랜드에서 개발된 품종이라 비싼 로열티를 지불하고 있으며 아무나 재배할 수 없는 단점을 갖고 있다. 농촌진흥청에서는 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터를 중심으로 외국 품종의 국내 재배에 따른 로열티 지불에 대응하고 외국산 수입대체 및 외국품종에 대한 경쟁력을 높이고자 1990년대 중반부터 우리 고유 품종을 개발하여 왔다. 그 결과, 최근에 다양한 색깔의 참다래와 비타민 강화 기능성 품종들이 보고되고 있다. 또한 순수 우리품종으로서 황색과육의 제시골드 및 한라골드와 녹색품종인 제시스위트 및 화북94 품종 등이 농가에 보급됨으로써 소비시장에서 외국품종들과 경쟁이 시작되고 있다(2-5). 따라서 참다래의 소비패턴이 당도가 높고 다양한 색깔로 바뀌고 있는 시점에서, 참다래의 품종에 따른 이화학적 성분 및 생리활성에 대한 연구가 필요하다. 또한 참다래 재배 시 품질향상 및 생산량 조절을 위하여 적과되는 미숙과를 활용한 소재 연구가 필요하다.

본 연구에서는 제주도에서 재배, 생산되고 있는 제주산 참다래 신품종의 품종별 숙도에 따른 이화학적 특성 및 추출물의 총 페놀함량과 항산화 활성을 측정하여 식품소재 및 건강 기능성식품을 개발하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출물 제조방법

본 실험에 사용한 참다래 품종(Table 1)은 2007년 11월에 제주도 대정지역의 농가에서 수확한 제시골드, 한라골드 및 제시스위트, 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터에서 수확한 화북94이며, 수확 후 1°C에서 6개월간 저장된 것을 사용하였다. 미숙과는 같은 지역에서 2008년 7~8월에 채취한 후 냉동실에 보관하면서 시료로 사용하였다. 참다래 추출물은 시료를 80% 메탄올로 추출하여 여과(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan) 및 농축한 후 동결 건조하여 냉장보관하면서 실험에 사용하였다. 추출 수율은 미숙과의 경우, 제시골드가 44.31%, 한라골드는 50.56%, 제시스위트는 39.10%, 화북94 품종은 44.90%였다. 완숙과의 경우, 제시골드가 42.79%, 한라골드는 43.01%, 제시스위트는 37.33%, 화북94 품종은 43.97%였다.

일반성분 분석

일반성분 함량은 식품공전(2008)에 따라 3회 반복 측정하

여 평균값으로 나타내었다. 수분은 105°C 상압건조법, 조회분은 건식회화법, 조지방은 에테르 추출법, 조단백질은 Kjeldahl법으로 분석하였다(15). pH는 시료 10 g에 증류수 10 mL를 가하여 잘 교반한 후 pH meter(Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 당도는 당도계(N-1, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 적정하여 lactic acid로 환산하였다.

유리당 및 유기산 분석

유리당과 유기산 함량은 분쇄한 시료 3 g에 80% EtOH 60 mL를 가하여 6시간 동안 초음파 추출(3회)하였다. 추출한 시료액은 분석조건에 알맞도록 희석한 다음 Sep-Pak C18 cartridges(Waters, Milford, MA, USA)를 통과시켜 0.45 µm membrane filter(Woongki Science Co., Ltd., Seoul, Korea)로 여과한 것을 HPLC(Waters 2695)로 분석하였다(16). 유리당 분석은 Prevail™ Carbohydrate ES(4.6×250 mm, 5 µm, Grace, Deerfield, IL, USA) 칼럼을 사용하여 ELSD로 검출하였으며, 이동상으로는 acetonitrile과 증류수를 7:3으로 혼합하여 분당 0.8 mL의 속도로 이동시켰다. 유리당 함량은 농도별로 제조한 표준물질(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 HPLC로 분석하여 얻은 표준곡선으로부터 정량하였다.

유기산 분석을 위한 HPLC 조건은 Prevail™ organic acid(4.6×150 mm, 3 µm, Grace) 칼럼을 사용하여 PDA 210 nm에서 검출하였으며, 이동상으로는 25 mM KH₂PO₄ 용액을 분당 1 mL의 속도로 이동시켰다. 분리된 각 피크는 유기산 표준물질(Sigma)과 retention time을 비교하여 동정하고, 표준곡선으로부터 정량하였다.

무기질 분석

무기질 분석은 시료 1 g를 회화용기에 취하여 탄화시킨 후 550°C에서 가열하여 백색~회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화하였다. 이 회분을 염산으로 순차적으로 분해시킨 후 희석·여과한 후 ICP(VISTA MPX, Varian Australia Pty Ltd., Melbourne, Australia)로 분석하였다(17).

비타민 C 분석

시료의 추출은 Rizzolo 등의 방법(18)을 변형하여 행하였다. 참다래 과육 30 g에 6% meta-phosphoric acid 용액을 25 mL 첨가하고 균질기를 이용하여 분쇄 후, 6,000 rpm(4°C)에서 10분 동안 원심분리를 하여 상등액을 syringe filter로 여과 및 Sep-Pak C18 카트리지를 통과한 다음 HPLC로 분석하였다(19). HPLC 분석 칼럼으로는 µBondapak™ NH₂ (3.9×300 mm, 10 µm, Waters, Wexford, Ireland)를 이용하였고, 이동상은 5 mM KH₂PO₄(pH 4.6)와 acetonitrile(30:70), 유속은 1 mL/min, 검출기는 UV 254 nm에서 분석하였다.

총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법(20)에 의해 과육 샘플

Table 1. Jeju kiwifruit varieties used in this study

Sample name	Common name	Scientific name
JG	Jecy Gold	<i>Actinidia chinensis</i> var. 'Jecy Gold'
HG	Halla Gold	<i>Actinidia chinensis</i> var. 'Halla Gold'
JS	Jecy Sweet	<i>Actinidia deliciosa</i> var. 'Jecy Sweet'
H94	Hwabuk 94	<i>Actinidia deliciosa</i> var. 'Hwabuk 94'

은 80% 메탄올로 추출, 농축, 동결건조한 후 10 mg/mL 되게 희석하여 시료로 사용하였다. 시료 200 µL에 증류수를 가하여 2 mL, 2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma) 200 µL을 가하여 발색시켜 교반 후 상온에서 6분후 7% Na₂CO₃ 2 mL를 첨가하여 90분간 실온에서 방치한 후 UV 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 페놀 함량은 표준물질로 tannic acid(Sigma)를 이용하여 얻은 검량곡선으로부터 산출하였다.

항산화 활성(DPPH 소거활성)

항산화 활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) (Sigma)를 이용하여 시료의 라디칼 소거효과(racial scavenging effect)를 측정하는 Blois 방법(21)에 의해 시료 100 µL과 DPPH를 메탄올에 100 µM의 농도로 녹인 DPPH 용액 900 µL을 넣고 혼합하여 암실에서 30분간 방치한 다음 UV 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조군으로는 Vit C, BHT, tannic acid를 사용하였다. DPPH radical 소거활성은 다음과 같이 계산하였다.

$$\% \text{ DPPH} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A: Absorbance of the control

B: Absorbance of the sample

통계분석

각 실험의 결과 통계처리는 Window 용 SAS(Statistical Analysis System) 8.0 version을 이용하여 ANOVA의 Duncan's multiple range test와 Student's t-test로 수행하였다(22). 통계분석 결과는 평균 및 편차로 표시하였으며, 각 처리구간의 유의적인 차이는 p<0.05에서 검증하였다.

결과 및 고찰

참다래의 품종별, 숙도별 일반성분 함량

제주산 참다래의 품종별 일반성분, pH, 당도 및 산도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 미숙과에서 87.06~90.78%, 완숙과에서 83.40~88.27%를 보였다. 미숙에서 완숙이 될수록 수분함량이 감소하였다. 미숙과의 조단백은

0.26~1.07%, 완숙과는 1.08~1.58%이었는데, 이는 미숙에서 완숙이 될수록 단백질 함량이 증가하였다. 조지방은 0.002~0.003%로 미숙과와 완숙과 사이에 별다른 차이를 보이지 않았다. 조회분은 미숙과는 0.43~0.64%, 완숙과는 0.51~0.77%로 미숙과에 비하여 완숙과가 다소 높았다. Jeong 등(6)의 한국산 골드키위의 일반성분을 분석한 결과 수분은 78.62%, 조단백은 1.34%, 조지방은 0.70%, 조회분은 0.99%로, 조단백은 비슷한 결과를 보였으나, 수분, 조지방, 조회분 함량은 본 실험의 결과와 차이가 있었다. Lee 등(23)이 한국산 양다래의 품종 및 숙도에 따라 분석한 Hayward 품종의 수분함량이 83.79%로 보고하였는데, 본 실험결과와 유사한 경향을 보였다.

제주산 참다래의 pH는 미숙과의 경우 3.47~3.66, 완숙과는 3.39~3.77이고, 산도는 미숙과가 0.94~1.13, 완숙과가 0.43~0.72로, 산도는 숙도가 진행될수록 감소되었다. Esti 등(24)은 숙성된 키위(*A. chinensis* Planch.)의 품종별 pH는 3.1~3.7이었고, Gil 등(25)은 Hayward 품종의 pH가 3.50~3.52로 본 품종의 pH와 비슷한 결과이었으나, Jeong 등(6)의 한국산 골드 키위의 pH는 4.43으로 다소 차이가 있었다. 당도는 미숙과에서 3.83~6.50 Brix인 반면, 완숙과에서는 12.0~16.13 Brix로 완숙이 될수록 당도가 현저히 증가하였다. Jeong 등(6)의 한국산 골드 키위의 당도는 17 Brix로, 본 연구결과 제주산 참다래의 당도가 다소 낮았으나, Manolopoulou와 Papadopoulou(9)는 숙성된 키위를 0°C에서 17주 저장 시 Hayward, Allison, Monty, Bruno 품종에서 각각 14.2, 12.8, 13.6, 12.3 Brix로 품종별 당도의 차이가 있었으며, Kim 등(3-5)은 Jecy Gold 품종이 14.8 Brix, Green King 품종은 15.4 Brix로 보고하였다. 본 연구결과 제주산 참다래 품종 중에서는 제시스위트의 당도가 16.13 Brix로 가장 높음을 보여 다른 품종과 유의적인 차이가 있었다. 이와 같이 제주산 참다래의 이화학적 품질 특성이 품종 간에 다소 차이를 보이는 것은 재배온도, 토양 등과 같은 재배환경의 차이 뿐만 아니라 저장조건, 품종의 차이에서 오는 결과로 생각된다.

유리당 함량

제주산 참다래 품종에 함유되어 있는 유리당을 분석한 결

Table 2. General compositions of Jeju kiwifruit varieties

	Immature				Mature			
	JG	HG	JS	H94	JG	HG	JS	H94
Moisture (%)	90.22±1.25 ^{ab}	90.78±0.18 ^a	90.40±0.04 ^a	87.06±0.29 ^c	88.19±0.26 ^{bc}	87.50±0.34 ^c	83.40±1.58 ^d	88.27±0.43 ^{bc}
Crude protein (%)	1.07±0.06 ^c	1.04±0.04 ^c	0.26±0.02 ^b	0.85±0.03 ^d	1.19±0.03 ^{bc}	1.12±0.07 ^{bc}	1.58±0.05 ^a	1.08±0.10 ^c
Crude lipid (%)	0.003±0.00 ^a	0.003±0.00 ^a	0.002±0.00 ^a	0.004±0.00 ^a	0.003±0.00 ^a	0.002±0.00 ^a	0.004±0.00 ^a	0.003±0.00 ^a
Carbohydrates (%)	8.61±1.21 ^{cd}	7.72±0.15 ^d	7.72±0.07 ^d	11.53±0.32 ^b	10.11±0.28 ^{bc}	10.76±0.27 ^b	14.25±1.55 ^a	10.04±0.33 ^{bc}
Crude ash (%)	0.48±0.02 ^e	0.43±0.00 ^f	0.64±0.01 ^b	0.57±0.00 ^c	0.51±0.00 ^d	0.62±0.00 ^b	0.77±0.02 ^a	0.61±0.00 ^b
pH	3.48±0.06 ^b	3.47±0.03 ^b	3.66±0.09 ^a	3.47±0.05 ^b	3.39±0.02 ^b	3.48±0.12 ^b	3.72±0.05 ^a	3.77±0.22 ^a
Acidity (%)	1.00±0.02 ^b	1.13±0.04 ^a	0.94±0.04 ^c	1.03±0.04 ^b	0.67±0.02 ^{de}	0.72±0.03 ^d	0.65±0.04 ^e	0.43±0.01 ^f
°Brix	4.17±0.29 ^d	3.50±0.50 ^d	3.83±0.58 ^d	6.50±1.73 ^c	12.0±0.40 ^b	12.13±0.42 ^b	16.13±0.81 ^a	12.73±0.64 ^b

The data were expressed as mean±SD of three determinations. Same letters (a-f) in each row are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range p<0.05 in ANOVA test.

Table 3. Free sugars contents of Jeju kiwifruit varieties

(unit: mg/g, wet basis)

	Immature				Mature			
	JG	HG	JS	H94	JG	HG	JS	H94
Fructose	3.17±0.53 ^d	2.13±0.71 ^d	2.21±0.36 ^d	10.81±5.37 ^c	42.49±3.52 ^b	40.45±1.79 ^b	54.77±5.51 ^a	44.34±2.56 ^b
Glucose	2.92±0.49 ^d	2.05±0.71 ^d	2.95±0.53 ^d	15.95±0.21 ^c	40.88±1.23 ^b	36.46±2.97 ^b	55.02±5.19 ^a	39.55±3.19 ^b
Sucrose	0.85±0.06 ^a	0.32±0.16 ^a	0.97±0.09 ^a	1.54±0.21 ^a	2.07±0.00 ^a	0.38±0.33 ^a	0.46±0.47 ^a	0.52±0.54 ^a
Total	1.94±1.00 ^d	4.49±1.51 ^d	6.14±0.83 ^d	28.35±11.51 ^c	84.06±5.50 ^b	77.30±5.02 ^b	110.25±10.40 ^a	84.42±5.33 ^b

The data were expressed as mean±SD of three determinations. Same letters (a-d) in each row are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range $p < 0.05$ in ANOVA test.

과는 Table 3과 같다. 참다래 품종에는 총 3종류의 유리당이 존재하고 있으며, 그 종류는 fructose, glucose, sucrose로서 미숙과보다 완숙과에서 총당 함량이 17~44배 높았으며 숙성기간이 경과함에 따라 유리당 함량이 증가하였다(26). 총당 함량은 미숙과의 경우 1.94~28.35 mg/g, 완숙과는 77.30~110.25 mg/g이었고, Matsumoto 등(26)은 숙성기간이 경과함에 따라 Hayward 품종의 유리당의 함량이 증가하는 것으로 보고하였고, Lee 등(23)은 Hayward 품종의 숙성이 진행되는 동안 유리당 중 glucose와 fructose의 함량은 증가된 반면, sucrose는 감소되는 경향이였다. 본 연구결과와 유사한 경향이였다. 제주산 참다래 품종의 주된 유리당은 fructose와 glucose로서 완숙과의 경우 fructose가 4.2~5.5 g/100 g, glucose가 4.0~5.5 g/100 g로, Esti 등(24)은 Hayward 품종의 fructose 함량이 0.35~2.08 g/100 g, glucose 함량은 0.33~2.11 g/100 g로 보고하여 제주산 참다래의 유리당이 높은 함량이었다고, Jeong 등(6)은 fructose가 1.86 g/100 g, glucose가 2.17 g/100 g, sucrose가 1.04 g/100 g이었다. 본 연구 결과가 유리당의 함량이 많았다. Manolopoulou와 Papadopoulou(9)는 Hayward 품종의 환원당이 0°C 저장 시 17주 되었을 때 8.9 g/100 g로 본 실험결과와 유사한 경향이였다.

유기산 함량

제주산 참다래 품종에 함유되어 있는 유기산을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 미숙과는 15.05~24.02 mg/g, 완숙과는 18.91~23.24 mg/g이었다. 미숙과에서는 lactic acid, malic acid, citric acid, oxalic acid, tartaric acid가 검출되었으나, 완숙과에서는 lactic acid와 malic acid의 함량이 증가되었고 소량의 citric acid가 검출되었다. 제시골드, 한라골드, 화북

94 품종의 경우 lactic acid의 함량이 높았다. Jeong(6)은 한국산 골드키위(*A. chinensis* PL.)의 주요 유기산은 quinic acid가 6.65 mg/g, citric acid가 4.82 mg/g, malic acid가 1.62 mg/g로 보고하였는데, 본 결과는 malic acid가 3.90~7.75 mg/g로 차이가 있었다. Kim과 Ko(27)는 한국산 및 수입 참다래의 유기산을 분석한 결과 산지별로 malic acid의 함량 차이가 있었다고 보고한 바 있다. Esti 등(24)은 12개의 키위 품종별 citric acid를 분석한 결과 0.8~1.8 g/100 g, malic acid의 함량은 0.1~0.5 g/100 g로 보고하였고, Kim과 Ko(27)는 한국산, 뉴질랜드산, 캘리포니아산별 유기산 분석 결과 malic acid의 함량이 품종별 차이가 있었는데, 본 연구결과도 완숙과의 품종별 malic acid 함량이 유의적으로 차이가 있었다.

무기질 함량

제주에서 재배된 참다래의 무기성분을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 칼륨이 117.7~189.9 mg%로 가장 많이 함유되어 있었고, 인은 21.1~32.5 mg%, 나트륨은 9.6~91.2 mg%, 마그네슘은 12.3~21.3 mg%, 칼슘이 0.6~45.3 mg% 순이었다. Jeong 등(6)은 한국산 골드키위의 무기성분은 칼륨이 265.86 mg%, 인은 71.82 mg%로 참다래에 가장 많이 들어 있는 무기성분은 칼륨으로 본 실험 결과와 유사하였다. Samadi-Maybodi와 Shariat(28)는 북이란산 키위를 품종별로 무기성분을 분석한 결과 칼륨이 Hayward 품종에서 0.4%, Bruno 품종이 0.32%로 높은 함량이었다고 보고하여, 키위 품종에 관계없이 키위에 가장 많이 들어있는 무기성분은 칼륨으로서 본 실험과 일치하였다.

비타민 C와 총 페놀 함량

제주산 참다래 품종별, 숙도별로 비타민 C와 총 페놀 함량

Table 4. Organic acids contents of Jeju kiwifruit varieties

(unit: mg/g, wet basis)

	Immature				Mature			
	JG	HG	JS	H94	JG	HG	JS	H94
Oxalic	0.12±0.07 ^a	0.20±0.08 ^a	0.09±0.02 ^a	0.07±0.03 ^a	n.d	n.d	n.d	n.d
Tartaric	0.31±0.01 ^b	0.46±0.01 ^b	0.73±0.13 ^b	0.46±0.19 ^c	n.d	n.d	n.d	n.d
Malic	1.72±0.47 ^e	3.19±0.22 ^{cde}	2.58±0.44 ^{de}	4.06±1.23 ^{cd}	3.90±1.13 ^{cd}	4.22±0.40 ^c	5.73±0.62 ^b	7.75±1.23 ^a
Lactic	15.76±1.31 ^{cd}	20.41±1.34 ^{ab}	24.02±2.56 ^a	15.05±2.66 ^d	22.84±0.31 ^a	22.61±2.53 ^a	23.24±2.35 ^a	18.91±1.77 ^{bc}
Citric	0.38±0.14 ^a	1.09±0.06 ^{bcd}	0.82±0.57 ^{ab}	0.53±0.03 ^{bc}	n.d	0.49±0.22 ^{bc}	0.53±0.21 ^{bc}	0.01±0.24 ^{cd}
Total	18.29	25.35	28.24	20.17	26.73	26.72	29.50	26.67

The data were expressed as mean±SD of three determinations. Same letters (a-e) in each row are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range $p < 0.05$ in ANOVA test. n.d: not detected.

Table 5. Mineral contents of Jeju kiwifruit varieties
(unit: mg/100 g, wet basis)

	Immature				Mature			
	JG	HG	JS	H94	JG	HG	JS	H94
Na	21.1	14.7	9.6	41.7	91.2	17.7	40.9	77.9
Mn	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
Zn	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4
Fe	2.0	1.8	1.8	2.1	1.7	1.6	2.2	2.7
Cu	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
Mg	18.5	14.7	21.2	16.8	13.1	12.3	21.3	15.4
Ca	31.6	10.6	27.3	45.3	25.4	16.8	29.6	38.3
K	117.7	131.6	147.4	160.9	132.5	137.7	189.9	123.7
P	25.5	21.2	29.3	23.3	21.6	27.1	32.5	22.5

Table 6. Contents of Vit C and total phenolics of Jeju kiwifruit varieties

Maturity	Varieties	Vit C (mg/g)	Total phenolics (µg/g)
Immature	JG	0.25±0.02 ^e	56.10±0.37 ^a
	HG	0.21±0.02 ^e	26.81±0.19 ^d
	JS	0.59±0.07 ^c	48.80±1.06 ^b
	H94	0.29±0.05 ^e	37.50±0.03 ^c
Mature	JG	0.47±0.00 ^d	13.87±0.12 ^e
	HG	0.81±0.01 ^a	14.28±0.31 ^e
	JS	0.72±0.02 ^b	8.64±0.10 ^f
	H94	0.12±0.01 ^f	26.45±0.14 ^d

The data were expressed as mean±SD of three determinations. Same letters (a-f) in each column are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range p<0.05 in ANOVA test.

을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 비타민 C 함량은 미숙과가 0.21~0.59 mg/g, 완숙과는 0.12~0.81 mg/g로, 미숙과에 비해 완숙과의 비타민 C 함량이 높았다. Jeong 등(6)은 한국산 골드키위의 비타민 C 함량이 0.27 mg/g로 제주에서 생산된 우리나라 고유품종인 제시골드와 한라골드의 비타민 C 함량이 더 높은 결과였다. Manolopoulou와 Papadopoulou (9)는 키위프루트가 저장 시 비타민 C 함량이 감소하였다고 보고한 바 있으며, 같은 품종 내에서도 숙성정도, 수확시기, 수확후 처리 및 저장기간에 따라 함량이 다른 결과이었는데 (25), 본 연구 결과에서는 각각의 품종들 고유의 비타민 C

함량 차이 이외에도 저장기간이나 후숙 정도에 따라서는 같은 품종 내에서 비타민 C 함량이 조금씩 달라질 수는 있을 것으로 사료된다.

총 페놀 함량은 미숙과가 26.81~56.10 µg/g, 완숙과는 8.64~26.45 µg/g로, 미숙과의 총 페놀 함량이 높았다. Jeong 등(6)은 한국산 골드키위의 총 페놀 함량은 0.047 mg/g로 보고하였는데 제시골드 품종은 13.87 µg/g, 한라골드 품종은 14.28 µg/g로, Jeong 등(6)이 보고한 결과와 차이가 있었다. Tavarini 등(14)은 Hayward 품종의 키위를 수확 후 저장하면서 총 페놀 함량을 측정하여 수확시기와 일정한 온도에서 저장 시 키위의 페놀 함량에 큰 영향을 주지 않음을 보고하였다. 본 연구에서는 미숙과와 완숙과의 총 페놀 함량에서 차이가 있어 과실의 숙성정도에 따라서는 함량 차이가 있는 것으로 여겨진다. 이는 완숙 후 숙성기간에는 차이가 없으나 과실 발달시기에 따라 함량 차이를 보이며, 미숙과는 3.5~6.5 Brix, 완숙과는 12.0~16.1 Brix로 차이가 있으므로 페놀 함량은 저장 조건에 따라 증가 또는 감소하는 것으로 사료된다(29). Tavarini 등(14)은 수확시기의 당도가 8 Brix, 10 Brix일 때는 항산화 효과와 페놀 함량에는 영향을 주지 않지만, 냉장조건은 총 페놀 함량을 증가시켰다. 이는 저온에서 장기간 저장 시 페놀 대사의 변화에 의한 것으로 보고하였다.

DPPH radical 소거활성

제주산 참다래 추출물의 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과(Table 7), 미숙과는 84.47~89.37%, 완숙과는 43.94~76.96%로 미숙과에서 항산화 활성이 높았다. 이는 Table 6에서와 같이 미숙과가 완숙과에 비하여 총 페놀 함량이 높기 때문인 것으로 추정된다. 또한, DPPH radical 소거활성은 농도 의존적으로 증가하는 경향을 보여, Jeong 등(6)이 보고한 골드키위의 항산화 활성과 유사한 결과였다. Motohashi 등(8)은 뉴질랜드산 골드키위에서 분획물을 제조 후 superoxide anion radical 소거활성을 측정하여, gallic acid 및 EGCG와 유사한 것으로 보고하였다. 페놀성 물질은 식물체에 널리 분포되어 있는 대사산물의 하나로, 이중 phenolic hydroxyl기가 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하여 항산

Table 7. DPPH radical-scavenging activity of Jeju kiwifruit varieties

Maturity	Varieties	DPPH activity (%)	IC ₅₀ (µg/mL)
Immature (500 µg/mL)	JG	88.44±0.23	94.32±0.29
	HG	87.73±1.55	103.16±1.21
	JS	84.47±0.21	98.19±0.91
	H94	89.37±0.01	81.71±0.15
Mature (500 µg/mL)	JG	57.30±0.82	356.07±9.96
	HG	64.22±0.91	347.93±1.63
	JS	43.94±1.59	594.37±10.22
	H94	76.96±1.71	184.61±1.39
Vit C ¹⁾ (100 µg/mL)	—	89.23±0.82	37.85±0.14
BHT ¹⁾ (100 µg/mL)	—	65.97±1.49	58.65±0.60
Tannic acid ¹⁾ (100 µg/mL)	—	82.92±0.91	38.20±0.11

¹⁾Ascorbic acid, BHT, tannic acid were used as positive control. The data were expressed as mean±SD of three determinations.

화 및 항암 등의 다양한 생리활성 기능을 나타낸다고 보고한 바 있다(30). Dawes와 Keene(31)이 보고한 바에 의하면 참다래 주스에 함유된 polyphenolic 화합물은 hydroxybenzoic acid, hydrocinamic acids, flavan-3-ols 및 flavonol glycosides로 참다래의 주요 항산화 활성을 나타내는 물질은 주로 폴리페놀 성분인 것으로 추정된다. 높은 항산화 활성을 지닌 과실은 일반적으로 많은 항산화 물질을 가지고 있으며, 대부분의 항산화 물질은 폴리페놀 성분으로서 특히 플라보노이드로 보고된 바 있다(32-33). Table 6에서 완숙과가 미숙과에 비하여 비타민 C 함량이 높음에도 불구하고 DPPH 활성이 낮은 것은 완숙과의 폴리페놀 함량이 낮은 것과 상관관계가 있는 것으로 사료된다.

요 약

제주에서 육성한 후 재배된 참다래에 대하여 기능성식품 소재 및 가공품을 개발하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여, 품종별, 숙도별 이화학적 특성 및 항산화 활성을 조사하였다. 일반성분으로 수분은 미숙과의 경우 87.06~90.78%, 완숙과는 83.40~88.27%로 숙도 및 품종별 차이를 보였다. 미숙과의 조단백 함량은 0.26~1.07%, 완숙과는 1.08~1.58%이었고, 조지방은 0.002~0.003%로 조단백, 조지방, pH는 품종 및 숙도별 차이가 없었다. 조회분은 미숙과는 0.43~0.64%, 완숙과는 0.51~0.77%로 미숙과에 비하여 증가되었다. 참다래 품종 중에서 제시스위트 품종이 조단백, 조지방, 조회분 및 당도가 높았다. 참다래에 함유되어 있는 유리당은 fructose, glucose, sucrose로 미숙과에서보다 완숙과에서 총당 함량이 17~44배 증가하였으며 품종마다 차이가 있었다. 제주산 참다래 품종의 주요 유기산은 lactic acid, malic acid, citric acid, oxalic acid, tartaric acid이었으며, oxalic acid와 tartaric acid는 완숙과에서는 검출이 되지 않았으나, 미숙과에서는 소량 검출되었다. 참다래 과실의 무기성분은 칼륨이 117.7~189.9 mg%로 가장 많이 함유되어 있었다. 비타민 C 함량은 미숙과는 0.21~0.59 mg/g, 완숙과는 0.12~0.81 mg/g로 숙기와 품종에 따라서 차이를 보였는데, 미숙과에 비해 완숙과의 비타민 C 함량이 높았다. 총 페놀 함량은 미숙과는 26.81~56.10 µg/g, 완숙과는 8.64~26.45 µg/g로 미숙과의 총 페놀 함량이 높았다. 과실 추출물의 DPPH radical 소거활성을 500 mg/L에서, 미숙과는 84.47~89.37%로 화북94>제시골드>한라골드>제시스위트 순으로 활성이 높았으며, 완숙과는 43.94~76.96%로 화북94>한라골드>제시골드>제시스위트 순이었다. 미숙과에서 항산화 활성이 높은 것은 미숙과가 완숙과에 비하여 총 페놀 함량이 높기 때문인 것으로 보이며, 항산화 활성은 품종 및 숙도에 따라 차이가 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ006686082011)의 지원에 의해 제주대학교 생명과학기술 혁신센터에서 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Ferguson AR. 1999. Kiwifruit cultivars: Breeding and selection. *Acta Hort* 498: 43-51.
- Kim CH, Kim DS, Song CH, Kim WC. 1999. Selection of a large fruit line "Hwabuk 94" of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Kor J Hort Sci Technol* 17: 668.
- Kim CH, Kim SC, Jang KC, Song EY, Kim MS, Moon DY, Seong KC, Lee JS, Suh HD, Song KJ. 2007. A new kiwifruit cultivar, "Jecy Gold" with yellow flesh. *Kor J Breed Sci* 39: 258-259.
- Kim SC, Jang KC, Song EY, Ro NY, Kim M, Moon DY. 2008. New kiwifruit cultivar, 'Halla Gold' early harvesting with yellow flesh. *Kor J Hort Sci Technol* 26: 72.
- Kim CH, Kim SC, Song EY, Ro NY, Kim MS. 2008. A new mini kiwifruit cultivar, "Green King". *Kor J Breed Sci* 40: 461-465.
- Jeong CH, Lee WJ, Bae SH, Choi SG. 2007. Chemical components and antioxidant activity of Korean gold kiwifruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 859-865.
- Montefiori M, McGhie TK, Costa G, Ferguson AR. 2005. Pigments in the fruit of red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* and *A. deliciosa*). *J Agric Food Chem* 53: 9526-9530.
- Motohashi N, Shirataki Y, Kawase M, Tani S, Sakagami H, Satoh K, Kurihara T, Nakashima H, Musci I, Varga A, Molnar J. 2002. Cancer prevention and therapy with kiwi-fruit in Chinese folklore medicine: a study of kiwifruit extracts. *J Ethnopharmacol* 81: 357-364.
- Manolopoulou H, Papadopoulou P. 1998. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwifruit cultivars during cool storage. *Food Chem* 63: 529-534.
- Rho JH, Kim YB, Kil BI. 2002. The effect of bulking agent on quality of kiwifruit powder in the process of domestic kiwifruit tenderizer. *Korean J Food Sci Technol* 34: 805-810.
- Rush EC, Patel M, Plank LD, Ferguson LR. 2002. Kiwifruit promotes laxation in the elderly. *Asia Pac J Clin Nutr* 11: 164-168.
- Park YS, Jung ST, Kang SG, Drzewiecki J, Namiesnik J, Haruenkit R, Barasch D, Trakhtenberg S, Gorinstein S. 2006. In vitro studies polyphenols, antioxidant and other dietary indices in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Int J Food Sci Nutr* 57: 107-122.
- Sugiyama S, Ohtsuki K, Sato K, Kawabata M. 1997. Enzymatic properties, substrate specificities and pH-activity profiles of two kiwifruits protease. *J Nutr Sci Vitaminol* 43: 581-589.
- Tavarini S, Deglinoenti E, Renorini D, Massai R, Guida L. 2008. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chem* 107: 282-288.
- Food Code. 2008. Korea Foods Industry Association. Seoul, Korea. p 301-316.
- Yang YT, Kim MS, Hyun KH, Kim YC, Koh JS. 2008. Chemical constituents and flavonoids in citrus pressed

- cake. *Korean J Food Preserv* 15: 94-98.
17. Food Code. 2008. Korea Foods Industry Association. Seoul, Korea. p 701.
 18. Rizzolo A, Formi E, Polesello A. 1984. HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14: 189-199.
 19. Albrecht JA, Schaffer HW, Zottola EA. 1990. Relationship of total sulphur to initial and retained ascorbic acid in selected cruciferous and non-cruciferous vegetables. *J Food Sci* 55: 181-183.
 20. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
 21. Blois MA. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 22. SAS Institute, Inc. 1990. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
 23. Lee SE, Kim DM, Kim KH, Rhee C. 1989. Several physico-chemical characteristics of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) depend on cultivars and ripening stages. *Korean J Food Sci Technol* 21: 863-868.
 24. Esti M, Messia MC, Bertocchi P, Sinesio F, Moneta E, Nicotra A, Fantechi P, Palleschi G. 1998. Chemical compounds and sensory assessment of kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Planch.) var. *chinensis*): electrochemical and multivariate analyses. *Food Chem* 61: 293-300.
 25. Gil MI, Aguayo E, Kader AA. 2006. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *J Agric Food Chem* 54: 4284-4296.
 26. Matsumoto S, Obara T, Luh BS. 1983. Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening. *J Food Sci* 48: 607-611.
 27. Kim JM, Ko YS. 1997. Comparative studies on the aroma and taste components of Korean and imported kiwifruits. *Korean J Food Sci Technol* 29: 626-629.
 28. Samadi-Maybodi A, Shariat MR. 2003. Characterization of elemental composition in kiwifruit grown in Northern Iran. *J Agric Food Chem* 51: 3108-3110.
 29. Kalt W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *J Food Sci* 70: R11-R19.
 30. Connor AM, Luby JJ, Hancock JF, Berkheimer S, Hanson EJ. 2002. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J Agric Food Chem* 50: 893-398.
 31. Dawes HM, Keene JB. 1999. Phenolic composition of kiwi-fruit juice. *J Agric Food Chem* 47: 2398-2403.
 32. Guo A, Yang J, Wei J, Li Y, Xu J, Jaing Y. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruit as determined by FRAP assay. *Nutr Res* 23: 1719-1726.
 33. Wang H, Cao G, Prior RL. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. *J Agric Food Chem* 44: 701-705.

(2010년 11월 30일 접수; 2011년 1월 22일 채택)