

일반 수박과 무등산 수박의 이화학적 특성

김정연 · 이성희¹ · 황수정² · 김건희³ · 은종방*

전남대학교 식품공학과, 기능성식품연구센터,
¹조선이공대학교 식품영양조리과학과, ²대구한의대학교 한방식품조리영양학부, ³덕성여자대학교 식품영양학과

Physicochemical Characteristics and Functional Components of *Mudeungsan* Watermelon and the other Cultivars from Korea

Jeong Yeon Kim, Seong Hee Lee¹, Su Jung Hwang², Gun Hee Kim³, and Jong-Bang Eun*

Department of Food Science and Technology and Functional Food Research Center Chonnam National University

¹Department of Food Nutrition and Culinary, Chosun College of Science and Technology

²Faculty of Herbal Food Cuisine and Nutrition, Daegu Hanny University

³Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University

Abstract Physicochemical characteristics of *Citrullus lanatus* cv. *Mudeungsan* and 5 other cultivars of *Citrullus lanatus* were investigated. The color of watermelon (redness) was not significantly different among the cultivars. Hardness ranged from 38.76 to 52.12 force (g) among cultivars. Soluble solid content in *Taeyangggul* and *Mudeungsan* were higher than that in other cultivars. pH ranged from 5.39 to 6.02 among cultivars, and total acidity was the highest in *Mudeungsan* (0.147 mg/100 g). No significant difference in total carotenoid content was observed among the cultivars. Lycopene content in *Mudeungsan* cultivar was higher than that in other cultivars. Citrullin contents of watermelon flesh and rind in *Mudeungsan* and *GangryeokSambok* were higher than those in other cultivars. The major free sugars of watermelon were sucrose and fructose, and the predominant organic acids were succinic acid and citric acid. In conclusion, *Mudeungsan* cultivar had better properties as outlined above and contained soluble solids and functional components, compared to the other watermelon cultivars.

Keywords: watermelon, physicochemical characteristics, citrulline, lycopene

서 론

수박(*Citrullus lanatus*)은 일년생 덩굴성 식물로서 시원하고 독특한 향미로 더위를 가시게 하는 대표적인 여름철 과일로서 수분 함량이 높고 체내에서 흡수가 잘 되는 포도당과 과당이 함유되어 있어 피로회복에 도움을 준다(1). 우리나라의 2008년 과채류 생산량은 2,389,029톤으로 그 중 수박은 856,755톤을 차지하고 있으며, 요소대사 과정의 중간 대사물질인 시트룰린이라는 아미노산이 함유되어 있어 체내에서 요소 합성을 도와 이뇨작용을 촉진하며 부종, 신장염, 방광염, 요도염, 고혈압, 염증, 고열 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(2). 또 수박에 다량 함유된 칼륨은 나트륨을 함께 배출시키므로 고혈압 환자에게도 효과가 있는 식품이다. 이와 같이 생식, 약용 외에 사료로서 이용 가치가 있고 수박씨는 단백질, 지방, 당질, 비타민 B군이 다량 함유되어 있어 중국에서는 중자용 수박도 재배 되고 있다(1).

무등산 수박은 대형이며 극 만생종으로 광주 무등산을 중심으로 재배되어 온 지역 특산품이다(3). 무등산 수박의 재배 면적은 5.5ha에 이르고 연간 판매량은 2000-3000톤이 정도이다. 무등산 수박은 무등산 일대의 기후와 풍토에 적합하여 지역적 특이성과 재배의 한계로 인해 이 지역 특산품으로서 소비자에게 인기 있는 과일이다. 그러나 일반 수박에 비해 고가인 무등산 수박의 특수성이 부각되지 못하고 무등산 수박의 기능성 물질에 대한 분석 자료가 부족한 실정이다.

수박에 관한 연구로는 수박의 휘발성 향기성분(4), 천연 색소 추출물을 첨가한 수박 음료의 제조(5), 수박을 이용한 발효주의 제조(6), 수박과 멜론의 부위 별 유리당 함량 분포(7) 등이 보고되었다. 반면 광주 지역 특산물인 무등산 수박의 우수성과 특수성이 알려져 있지만 그에 관한 체계적인 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일반 수박 및 무등산 수박의 품질을 비교하여 지역특산물인 무등산 수박의 우수성을 파악하고자 국내에서 선호도가 높은 몇 종의 일반 수박과 무등산 수박의 이화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에서 사용된 수박(*Citrullus lanatus*)은 2009년 8월에 출하된 스피드(*Citrullus lanatus* cv. *Speed*), 삼복(*Citrullus lanatus*

*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology and Functional Food Research Center Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
Tel: 82-62-530-2145
Fax: 82-62-530-2149
E-mail: jbeun@jnu.ac.kr
Received April 3, 2013; revised April 18, 2013;
accepted April 18, 2013

cv. Sambok), 우리꽃(*Citrullus lanatus* cv. *Uriggul*), 강력삼복(*Citrullus lanatus* cv. *Gangryeok Sambok*), 태양꽃(*Citrullus lanatus* cv. *Taeyangggul*) 품종으로 시중에서 구입하였고, 무등산 수박(*Citrullus lanatus* cv. *Mudeungsan*)은 광주광역시에 위치한 무등산 수박 농가에서 공급받아 사용하였다. 시료는 크기가 비슷한 수박을 품종별로 5개씩 선별하여 2등분한 후 과육의 상, 중, 하 부위를 5×5 cm 크기로 절단하여 균일하게 섞은 다음 실험 재료로 사용하였다.

색도 및 경도 측정

색도는 수박을 각 품종별로 크기 5×5 cm 두께로 절단하여 중심부에 과육을 색차계(CM-3500d, MINOLTA Co., Ltd., Japan)를 이용하여 L*값, a*값, b*값을 측정하였고, 경도는 수박을 각 품종별로 크기 5×5 cm로 20개씩 취한 다음 texture analyzer (Model TA-XT2, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 중심부에 2 mm의 probe를 깊이 7 mm까지 1 mm/s 속도로 침투시켜 측정하였다.

당도, pH 및 산도 측정

당도는 과육을 착즙기로 압착착즙하여 2겹의 거즈로 여과한 다음 당도계(ATAGO IT, ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 당도를 측정하였다. pH는 수박의 과육을 착즙기로 압착착즙하여 2겹의 거즈로 여과한 과즙을 pH meter (VWR 8000, Orion Reserch Inc., Schrafft Center, 529 Main Street, Boston, MA 02129, USA)로 각각 측정하였다. 적정산도는 pH를 측정된 시료의 상징액 10 mL를 취하고 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3에 도달했을 때 소비된 양을 측정하고 그 측정된 양을 0.1 N NaOH에 해당하는 젖산 환산계수 0.009로 환산하여 나타내었으며 아래의 식에 따라 계산하였다(8).

$$\text{젖산(mg\%)} = \frac{0.009 \times 0.1 \text{ N NaOH (mL)} \times F}{\text{sample (mL)}} \times 100$$

0.009: 젖산 환산계수

F: 0.1 N NaOH 용액의 계수

총 카로티노이드 함량

β-Carotene은 빛에 쉽게 분해되므로 시료병을 알루미늄 호일로 씌운 상태에서 시료 2 g을 acetone 20 mL에 넣고 균질화 및 여과하여 β-carotene (Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA)을 standard로 하여 455 nm에서 spectrophotometer (UV-1201, Shimadzu Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 AOAC(9)법으로 환산하여 정량하였다.

라이코펜 함량

시료 2 g을 acetone 20 mL에 넣고 균질화 및 여과하여 라이코펜은 수박 라이코펜(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 표준 시약으로 이용하여 503 nm에서 spectrophotometer (UV-1201, Shimadzu Co. Ltd.)로 측정하여 AOAC(9)법으로 환산하여 정량하였다.

시트룰린 함량

수박의 시트룰린 함량을 측정하기 위해 Park 등(10)의 방법을 변형하였다. 수박 과피, 과육, 씨 추출액을 농축시킨 후 75% 에탄올로 환류추출하고 25% TCA용액을 가하여 단백질을 제거한 후 상징액을 3000 rpm에서 20분간 원심분리시킨 후 상징액을 취

하여 ether로 지방을 제거한 다음 감압건조시켰다. 이것을 Lothium citrate buffer (pH 2.2) 10 mL에 용해하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 Amino acid autoanalyzer (Biochrom 20, Pharmacia Biotech, Cambridge, England)를 이용하여 부위별 시트룰린 함량을 분석하였다. 분석조건에서 column은 Cation separation (4.6×150 mm, 37-74°C, LCA K07/Li)을 사용하였으며 용출 용매로 사용된 buffer의 pH 범위를 2.90-7.95로 조절했다. 유속은 buffer의 경우 0.45 mL/min, 시약의 경우 0.25 mL/min이었고 UV (440, 570 nm) detector를 사용하였다.

유리당 분석

유리당을 측정하기 위하여 Sohn 등(11)의 방법을 변형하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating block에서 70°C로 약 5시간 동안 당 성분을 추출하고, 추출액은 Whatman filter paper No. 3으로 여과한 후 evaporator로 ethanol을 휘발시켜 시료 용액을 10 mL로 농축, 정용하여 이온크로마토그래피(DX-600, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 당 분석용 column은 CarboPac TM-PA10 Analytical을 사용하였으며, guard는 CarboPac TM-PA10를 이용했다. 이동상으로 18 mM NaOH를 사용했고 유속은 1.0 mL/min으로 조정하였다. 10 μL로 주입하여 ED50 Intergrated Amperometry를 이용해 검출하였다.

유기산 분석

유기산을 측정하기 위한 시료의 제조는 유리당의 시료 제조와 유사한 방법을 이용하여 제조하였다. 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80°C에서 4시간 동안 추출한 후 Whatman filter paper No. 3으로 여과하였다. 여과한 추출액은 evaporator로 대량 날려보내 농축한 뒤 10 mL로 정용하여 이온크로마토그래피(Dionex)를 이용하여 분석하였다. 분석용 column은 IonPac AS11-HS Analytical, 4-mm을 사용하였으며, guard는 IonPac AG11-HS Guard, 4-mm을 이용하였다. 이동상으로 EGC-KOH Cartridge-38 mM KOH를 사용했고 유속은 1.0 mL/min으로 조정하였다. 20 μL로 주입하여 ED50 Conductivity를 이용해 검출하였다.

통계처리

모든 실험 결과에 대한 통계분석은 SPSS program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석으로 실시하며 유의차가 인정되는 항목을 던컨의 다중 범위 시험 비교법(Duncan's multiple range test)으로 5% 수준에서 각 처리구별로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

색도

무등산 수박과 일반 수박 과육의 품종 별 색도 측정 결과는 Table 1과 같다. L*값은 스피드와 삼복이 각각 47.44와 43.71로 가장 높았고 그 다음으로 우리꽃, 태양꽃, 강력삼복이 각각 42.17, 42.01, 39.07로 유의적인 차이를 보이지 않았으며 무등산이 33.08로 가장 낮은 L*값을 보였다. 무등산 수박과 일반 수박의 품종 별 a*값은 무등산이 31.62로 가장 높은 값을 보였으나 통계처리한 결과 모든 품종에서 유의적으로 차이가 없었다. 무등산 수박과 일반 수박의 품종 별 b*값은 34.62로 무등산이 유의적으로 높았고 스피드, 삼복, 우리꽃, 태양꽃, 강력삼복에서 19.46-23.06 범위로 측정 되었으며, 품종 간 유의적으로 차이가 없었다. Hong 등(12)의 수박의 품종별 이화학적 특성에 관한 연구에 의하면 품종별 수박의 색도 중 L*값은 달고나가 25.42로 가장 높았고 삼

Table 1. Color of different watermelon cultivars

Cultivars	Color		
	L*	a*	b*
<i>Speed</i>	47.44±1.19 ^a	24.32±3.12 ^{ns}	22.59±3.77 ^b
<i>Sambok</i>	43.71±3.85 ^a	25.61±1.19	23.06±3.53 ^b
<i>Uriggul</i>	42.17±1.33 ^{ab}	25.53±4.13	20.56±2.86 ^b
<i>Taeyang</i>	42.01±4.72 ^{ab}	27.44±1.90	21.81±3.08 ^b
<i>Gangryeok</i>	39.07±2.64 ^{ab}	29.10±3.37	19.46±1.41 ^b
<i>Mudeungsan</i>	33.08±2.21 ^b	31.62±3.54	34.62±1.56 ^a

Dissimilar small alphabets are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test).
^{NS}: Not significant at $p<0.05$

북이 19.12로 가장 낮았으며, a*값과 b*값은 품종 간 유의적 차이가 없었다고 보고하였으며, Lim(13)의 수박의 물리화학적 특성과 fresh-cut 제품의 가공에 관한 연구에서 산지별 수박의 색도 중 L*값은 달고나가 27.11로 가장 높았고, 삼복이 19.12로 가장 낮았으며 a*값과 b*값은 시료 간 유의적 차이가 없었다고 보고하여 본 실험결과와 차이를 보였는데 이는 품종 및 재배조건에 차이로 판단된다.

경도, 당도, pH 및 산도

무등산 수박과 일반 수박의 경도, 당도, pH 및 산도를 Table 2에 나타내었다. 수박과육의 경도는 태양꿀이 52.12 force (g), 무등산과 삼복이 각각 49.8와 52.12 force (g)로 다른 품종에 비해 높게 측정되었다. 강력삼복, 스피드, 우리꿀이 각각 42.34, 41.84, 38.76 force (g) 순으로 측정되었는데, 세가지 품종 간 유의적 차이는 없었다. Hong 등(12)은 수박의 경도를 측정 한 결과 348.87-293.56 g과 다소 차이를 보였는데 이는 품종 및 재배환경의 차이로 판단된다.

무등산 수박과 일반 수박의 당도는 태양꿀과 무등산이 각각 11.70와 11.63°Bx로 가장 높았고, 강력삼복, 스피드, 우리꿀, 삼복이 10.87, 9.63, 8.70°Bx 순으로 측정되었다. 태양꿀 외에 무등산은 타 품종에 비해 높은 당도를 보였다. Shin 등(14)이 보고한 수박의 당도는 9.20-10.30°Bx를 나타냈으며, Lim(13)의 연구에서 산지별 수박의 당도를 측정 한 결과 10.67-10.20°Bx를 나타내어 본 연구와 다소 차이가 있었으나, 품종 및 기후 변화, 토양의 상태 등 재배환경의 차이로 판단된다.

품종 별 수박의 pH는 태양꿀, 강력삼복이 각각 6.02, 6.00으로 높은 값을 보였고, 이어서 우리꿀 5.76, 삼복 5.73, 스피드 5.51, 무등산 5.39순으로 나타났다. 이는 Shin 등(14)이 보고한 수박의 pH 5.20-5.30과 비교해 볼 때 다소 높은 편이었고, Hong 등(12)이 보고한 수박의 pH 5.36-5.68보다 약간 높은 결과를 나타내었

Table 2. Hardness, solid soluble contents, pH and total acidity of different watermelon cultivars

Cultivars	Hardness (g-force)	Solid soluble contents (°Bx)	pH	Total acidity (mg/100 g)
<i>Speed</i>	41.84±5.64 ^c	9.97±0.06 ^c	5.51±0.02 ^d	0.102±0.005 ^c
<i>Sambok</i>	48.83±6.22 ^c	8.70±0.00 ^c	5.73±0.02 ^c	0.078±0.014 ^d
<i>Uriggul</i>	38.76±7.21 ^d	9.63±0.06 ^d	5.76±0.02 ^b	0.069±0.005 ^d
<i>Taeyang</i>	52.12±5.02 ^a	11.70±0.10 ^a	6.02±0.02 ^a	0.096±0.005 ^c
<i>Gangryeok</i>	42.34±6.21 ^b	10.87±0.06 ^b	6.00±0.01 ^a	0.126±0.000 ^b
<i>Mudeungsan</i>	49.80±5.55 ^a	11.63±0.15 ^a	5.39±0.02 ^c	0.147±0.005 ^a

Dissimilar small alphabets are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

Table 3. Total carotenoid and lycopene contents of different watermelon cultivars

Cultivars	Carotenoid	Lycopene
	(µg/g)	(µg/g)
<i>Speed</i>	1.90±0.15 ^{ns}	30.20±1.53 ^c
<i>Sambok</i>	2.10±0.53	33.68±1.89 ^d
<i>Uriggul</i>	1.96±0.48	44.89±0.34 ^c
<i>Taeyang</i>	2.10±0.51	50.98±0.35 ^b
<i>Gangryeok</i>	2.02±0.39	32.14±0.27 ^d
<i>Mudeungsan</i>	1.97±0.56	55.43±0.25 ^a

Dissimilar small alphabets are significantly different ($p<0.05$, Duncan's multiple range test).
^{NS}: Not significant at $p<0.05$

다. 품종 별 산도는 무등산이 0.147 mg/100 g으로 가장 높은 값을 보였고, 이어 강력삼복 0.126 mg/100 g, 스피드 0.102 mg/100 g, 태양꿀 0.096 mg/100 g, 삼복 0.078 mg/100 g, 우리꿀 0.069 mg/100 g 순으로 측정되었다.

총 카로티노이드 및 라이코펜 함량

카로티노이드는 토코페롤과 함께 광선에 의해서 형성된 활성 산소에 대한 가장 강력한 소거제로서 작용한다고 보고되었고, β-카로틴 등의 카로티노이드는 사람의 체내에서 비타민 A로 전환되는 프로비타민 A로 알려져 있다. 최근 연구에 따르면 비타민 A활성을 갖는 carotenoid는 항산화 효과와 항암특성을 나타내므로 그 중요성이 점차 높아져 가고 있다(15,16). 무등산 수박과 일반 수박의 총 카로티노이드 함량과 라이코펜의 함량을 Table 3에 나타내었다. 품종별 총 카로티노이드 함량은 스피드 1.90 µg/g, 우리꿀 1.96 µg/g, 무등산 1.97 µg/g, 강력삼복 2.02 µg/g, 삼복과 태양꿀이 2.10 µg/g로 나타났으며, 통계처리 결과 품종별 유의적 차이가 없었다. Heinonen(17)의 연구에 따르면 수박의 β-카로틴 함량은 2.3 µg/g으로 보고하여 본 연구결과와 유사한 함량을 나타내었다.

라이코펜은 주로 토마토와 같은 붉은색 과실에서 얻어지는 carotenoid이다. 라이코펜은 인체 혈장의 주요 carotenoid로 강력한 항산화 작용을 가지는 항산화제이며, *In vitro*에서 라이코펜은 전립선의 양성 및 악성 상피세포의 성장을 억제한다고 보고되었다(18). 라이코펜 함량은 무등산이 55.43 µg/g으로 가장 높았고, 태양꿀이 50.98 µg/g으로 두 번째로 높게 측정되었다. 이어서 우리꿀 44.89 µg/g로 측정되었으며, 삼복 33.58 µg/g, 강력삼복 32.14 µg/g 및 스피드는 30.20 µg/g으로 다소 낮은 값을 나타내었다. Penelope 등(19)의 연구에 의하면 품종 별 수박의 라이코펜 함량은 47.3-68.6 µg/g으로 보고하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 수박의 기능성 성분 중 하나인 라이코펜 함량은 무

Table 4. Citrulline contents of parts in different watermelon cultivars

Cultivars	Citrulline (mg/100 g)		
	flesh	Rind	Seed
<i>Speed</i>	198.46±10.26 ^b	202.60±17.84 ^{ab}	26.88±1.74 ^b
<i>Sambok</i>	90.47±8.53 ^c	119.38±18.26 ^b	25.97±3.02 ^b
<i>Uriggul</i>	126.35±10.50 ^c	250.54±13.48 ^b	18.10±3.79 ^b
<i>Taeyang</i>	207.97±11.13 ^b	146.10±25.51 ^b	67.48±6.94 ^a
<i>Gangryeok</i>	250.86±6.59 ^a	209.08±6.67 ^{ab}	66.91±9.82 ^a
<i>Mudeungsan</i>	220.18±28.54 ^{ab}	250.54±13.48 ^a	63.10±0.52 ^a

Dissimilar small alphabets are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

등산에서 가장 높은 함량을 나타낸 것으로 보아, 무등산이 타 품종에 비해 기능성이 우수할 가능성이 있다고 판단되었다.

수박 부위별 시트룰린 함량

Table 4는 무등산 수박과 일반 수박의 과육, 과피, 씨의 시트룰린 함량을 나타낸 것이다. 과육의 시트룰린 함량은 무등산이 220.18 mg/100 g으로 강력삼복과 함께 가장 높게 나타났다. 이어서 태양꽃과 스피드가 215.84와 185.846 mg/100 g의 값을 나타내었고, 우리꽃과 삼복은 118.923과 103.387 mg/100 g로 약간 낮은 값을 보였다. Rimando와 Perkins-Veazie(20)의 보고에 의하면 다른 과육 색깔을 가진 수박 껍질의 시트룰린 함량은 80-150 mg/100 g으로 본 연구의 결과보다 더 낮게 측정되었다. 무등산 수박과 일반 수박 과피의 시트룰린 함량은 무등산이 250.54 mg/100 g으로 가장 높았고 강력삼복 209.08 mg/100 g, 스피드 202.60 mg/100 g로 두 번째로 높게 측정되었다. 그 다음은 우리꽃, 태양꽃, 삼복이 각각 148.92, 146.10, 119.38 mg/100 g로 측정되었고 세 품

종은 유의적으로 차이가 없었다. 시트룰린은 요소대사 과정의 중간 대사 물질로서 체내에서 요소 합성을 도와 이노작용을 촉진하며 부종, 신장염, 방광염, 요도염, 고혈압, 염증, 고열 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(2). Rimando와 Perkins-Veazie (20)이 보고한 수박 과육의 시트룰린함량 100-360 mg/100 g과 유사한 결과를 나타내었다. 무등산 수박과 일반 수박씨의 시트룰린 함량은 통계 처리 결과 무등산, 강력삼복, 태양꽃 세 품종이 각각 63.10, 66.91, 67.48 mg/100 g로 가장 높게 측정되었으며, 세 품종 간 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다.

유리당 함량

무등산 수박과 일반수박의 유리당은 모든 품종에서 sucrose와 fructose가 검출되었다(Table 5). Sucrose함량은 무등산과 우리꽃이 21.117, 21.925 g/L로 가장 높았고, 이어서 삼복, 스피드, 강력삼복, 태양꽃이 8.359-18.133 g/L범위로 나타났다. Fructose함량은 sucrose와 마찬가지로 무등산과 우리꽃이 각각 20.956와 24.049 g/L로 가장 높게 측정되었으며, 이어서 삼복, 태양꽃, 스피드, 강력삼복이 13.251-18.503 g/L 범위로 나타났다. Richmond 등(21)은 수박의 유리당 함량은 sucrose, fructose, glucose의 순서로 많다고 보고하였으나 본 실험의 결과에 의하면 glucose는 검출되지 않았다. 이 같은 결과는 실험에 사용된 수박 품종 간의 차이로 추정된다.

유기산 함량

Table 6에 무등산 수박과 일반 수박의 유기산 함량을 나타내었다. 수박에서 검출된 유기산의 종류는 formic acid, succinic acid, maleic acid, oxalic acid, citric acid이었다. Formic acid와 maleic acid는 스피드, 삼복, 우리꽃에서는 검출되지 않았으나, 태양꽃, 강력삼복, 무등산에서는 각각 1270-1971와 211.86-853.39 mg/L 범위로 측정되었고 품종 간 유의적 차이는 없었다. Succinic acid는 모든 품종에서 검출되었고 무등산이 7170.60 mg/L로 가장 높게 측

Table 5. Free sugar content of different watermelon cultivars

Cultivars	Free sugar (g/L)				
	Galactose	Sucrose	Fructose	Ribose	Lactose
<i>Speed</i>	N.D.	12662.71±9.34 ^{bc}	15165.57±0.27 ^{bc}	N.D.	N.D.
<i>Sambok</i>	N.D.	18133.30±2.85 ^{bc}	18503.90±7.07 ^{bc}	N.D.	N.D.
<i>Uriggul</i>	N.D.	21925.28±1.51 ^a	24049.40±5.43 ^a	N.D.	N.D.
<i>Taeyang</i>	N.D.	8359.813±1.45 ^c	16408.62±2.94 ^{bc}	N.D.	N.D.
<i>Gangryeok</i>	N.D.	8645.96±0.58 ^c	13251.38±3.32 ^c	N.D.	N.D.
<i>Mudeungsan</i>	N.D.	21117.00±7.26 ^a	20956.56±9.69 ^a	N.D.	N.D.

Dissimilar small alphabets within the same row are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

Table 6. Organic acid content of different watermelon cultivars

Cultivars	Organic acid (mg/L)					
	Formic	Succinic	Maleic	Oxalic	Citric	Benzoic
<i>Speed</i>	N.D	2859.90±6.25 ^b	N.D	76.54±8.65 ^{ns}	288.58±10.32 ^{bc}	N.D
<i>Sambok</i>	N.D	2929.26±1.23 ^b	N.D	79.72±12.25	106.79±3.82 ^c	N.D
<i>Uriggul</i>	N.D	2609.60±9.20	N.D	118.32±7.03	183.46±8.61 ^c	N.D
<i>Taeyang</i>	3616.61±2.03 ^{ns}	729.51±0.36 ^b	211.86±6.62 ^{ns}	N.D	420.79±13.20 ^c	N.D
<i>Gangryeok</i>	1500.62±8.65	5059.53±1.25 ^b	269.13±15.21	91.86±10.33	1007.37±7.50	N.D
<i>Mudeungsan</i>	1270.64±8.86	19670.6±1.92 ^a	853.39±5.33	N.D	3057.74±4.41 ^a	N.D

Dissimilar small alphabets within the same row are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

^{NS}: Not significant at $p < 0.05$

N.D.: not detected

정되었으며 나머지 품종에서는 729.51-5059.53 mg/L 범위로 나타났고 유의적으로 차이가 없었다. Oxalic acid는 태양꿀과 무등산을 제외한 모든 품종에서 76.54-118.32 mg/L로 범위로 검출되었다. Citric acid는 모든 품종에서 검출되었고 무등산이 2385.90 mg/L로 높게 측정되었다. 두 번째로 강력삼복이 1007.37 mg/L로 높았고 이어서 태양꿀 420.79 mg/L, 스피드 288.58 mg/L로 측정되었으며, 우리꿀, 삼복은 각각 183.46, 106.79 mg/L로 다소 낮은 값을 보였다.

과일의 유기산은 신맛의 요인으로서 당 및 향기물질과 더불어 과일 특유의 맛을 형성하며 과즙의 산도를 결정하는 중요한 물질이다. 과일 맛의 결정에 직접 관여하는 유기산의 동정은 그 과일이나 과일가공품의 품질지표(22)로서 의미를 지니고 있다. 과일의 유기산은 과일 종류에 따라 독특한 분포 패턴을 보이지만 개별 유기산의 함량은 다른 성분과 마찬가지로 품종이나 재배조건 그리고 성숙도에 따라 차이가 크다고 알려져 있다(23). 따라서 본 연구 결과 유기산의 품종 별 검출된 유기산 종류와 함량의 차이는 재배조건 및 성숙도의 차이로 생각된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 무등산이 색깔의 경우 붉은색을 나타내는 a*값이 숫자상으로는 높게 나왔으나 통계적으로 유의성을 나타내지는 않아 일반 수박들과 비슷하였다. 당도는 태양꿀 및 삼복과 함께 다른 품종들보다 높게 나타나 우수하다고 판단되었다. 기능성 성분인 라이코펜은 무등산에 가장 많이 함유되어 있었으며, 시트룰린의 경우 과육과 껍질은 강력삼복과 함께 가장 높게 나타났고, 씨앗에는 강력삼복 및 태양꿀과 함께 가장 높게 함유되어 있었다. 결론적으로, 무등산이 당도도 높고 기능성 성분도 많이 함유되어 있어서 다른 수박 품종에 비해 품질이 우수함을 알 수 있었다.

요 약

일반 수박 및 무등산 수박의 품질을 비교하고자 국내에서 선호도가 높은 몇 종의 일반 수박과 무등산 수박의 이화학적 특성을 조사하였다. 수박의 색도 중 L*값은 47.44-33.08 범위로 나타났으며 a*값과 b*값은 모든 품종에서 유의적인 차이가 없었다. 경도는 52.12-38.76 force (g) 범위로 나타났다. 당도는 태양꿀과 무등산이 각각 11.70°Bx와 11.63°Bx로 가장 높았다. pH는 6.02-5.39 범위로 나타났다. 산도는 무등산이 0.147 mg/100 g으로 가장 높은 값을 보였다. 총 카로티노이드 함량은 품종 별 유의적 차이가 없었다. 라이코펜 함량은 무등산이 55.43 µg/g으로 가장 높게 나타났다. 과육의 시트룰린 함량은 무등산이 220.18 mg/100 g, 과피의 경우, 무등산이 250.54 mg/100 g으로 강력삼복과 함께 가장 높게 나타났고, 씨의 시트룰린 함량은 무등산, 강력삼복, 태양꿀 세 품종이 각각 63.10 g, 66.91, 67.48 mg/100 g로 유의적으로 차이가 없이 다른 품종에 비해 높게 측정되었다. 유리당은 모든 품종에서 sucrose와 fructose가 검출되었고 유기산은 succinic acid와 citric acid가 모든 품종에서 존재했다. 결론적으로, 무등산이 당도도 높고 기능성 성분도 많이 함유되어 있어서 다른 수박 품종에 비해 품질이 우수함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 융복합연구센터지원사업에 의해 이루어진 것임.

References

1. Lee BH. Cultivation of vegetable in a green house. Sunjinmunh-wasa, Seoul, Korea. pp. 223-239 (1993)
2. Lee WS. Vegetable of Korea. Kyungbuk National University Press, Daegu, Korea. pp. 189-202 (1994)
3. Park SG, Lee BS, Chung SJ. Comparisons of growth and fruit quality of *Citrullus lanatus* cv. Mudeungsan and *Citrullus vulgaris* cv. Dalgona Grown in Fertigation and Soilless Culture. *J. Bio-Env. Con.* 8: 19-29 (1999)
4. Kim KS, Lee HJ, Kim SM. Volatile flavor components in watermelon and oriental melon. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 322-328 (1999)
5. Hwang Y, Lee KK, Jung GT, Ko BR, Choi DC, Choi JS, Eun JB. Manufacturing of watermelon beverage added with natural color extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 226-232 (2004)
6. Hwang Y, Lee KK, Jung GT, Ko BR, Choi DC. Manufacturing of wine with watermelon. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 50-57 (2004)
7. Kim SL, Kim WJ, Lee SY, Byun SM. Alcohol fermentation of Korean watermelon juice. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 27: 139-145 (1984)
8. Lyu HJ, Oh MS. Quality characteristics of Omija Jelly prepared with various starches. *Korean J. Food Cookery Sci.* 18: 534-542 (2002)
9. AOAC. Official Method of Analysis 18th ed. Method 941.15. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (2005)
10. Park YK, Kang YH. Characteristics of suspension containing single cells from watermelon and muskmelon treated with cell separating enzymes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 58-63 (2004)
11. Sohn JY, Ban SC, Shin JS, Hong SH. Distribution of free sugars in the various portions of watermelon (*Citrullus vulgaris* L.) and muskmelon (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.). *Agric. Chem. Biotechnol.* 39: 200-205 (1996)
12. Hong SP, Lim JY, Jeng EJ, Shin DH. Physicochemical properties of watermelon according to cultivars. *Korean J. Food Preserv.* 15: 706-710 (2008)
13. Lim JY. Studies on the physicochemical properties of watermelon and processing of fresh-cut food. MS thesis, Kyungbuk National University, Daegu, Korea (2007)
14. Shin DH, Koo YJ, Kim CO, Min BY, Suh KB. Studies on the production of watermelon and cantaloupe melonjuice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 10: 215-223 (1978)
15. Kim JY. Medical application of carotenoids. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* 6: 231-244 (1993)
16. Park YK, Kang YH, Lee BW, Seog HM. Changes of carotenoids of the pumpkin powder during storage. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 32-36 (1997)
17. Heinonen MI, Ollilainen V, Linkola EK, Varo PT, Koivistoinen PE. Carotenoids in finnish foods: Vegetables, fruits, and berries. *J. Agr. Food. Chem.* 37: 655-659 (1989)
18. Boileau TW, Liao Z, Kim S, Lemeshow S, Erdman JW Jr, Clinton SK. Prostate carcinogenesis in N-methyl-N-nitrosourea (NMU)-testosterone-treated rat fed tomato powder, lycopene, or energy-restricted diets. *J. Natl. Cancer I.* 93: 1872-1879 (2001)
19. Penelope PV, Collins JK, Pair SD, Roberts W. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. *J. Sci. Food Agr.* 81: 983-987 (2001)
20. Rimando AM, Perkins-Veazie PM. Determination of citrulline of watermelon rind. *J. Chromatogra. A* 1078: 196-200 (2005)
21. Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM. Analysis of simple sugars and sorbitol in fruit by high performance liquid chromatography. *J. Agr. Food Chem.* 29: 4-7 (1981)
22. Lee HS, Yoon KR. Detection of adulterated fruit juice. *Food Sci. Ind.* 27: 63-73 (1994)
23. Do YS, Whang HJ, Ku JE, Yoon KR. Organic acids content of the selected Korean apple cultivars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 922-927 (2005)