딸기 유전자원의 안토시아닌 함량 변이와 색차계를 이용한 안토시아닌 함량 추정

김대영^{1*} · 김성겸² · 전창후² · 김 수¹ · 채원병¹ ·곽정호¹ · 박수형¹ · 정승룡¹ · 윤무경¹

¹국립원예특작과학원 채소과, ²서울대학교 식물생산과학부

Variation of Anthocyanin Content and Estimation of Anthocyanin Content from Colorimeter among Strawberry Accessions

Dae-Young Kim^{1*}, Sung Kyeom Kim², Changhoo Chen², Su Kim¹, Won Byoung Chae¹,
Jung-Ho Kwak¹, Suhyung Park¹, Seung-Ryong Cheong¹, and Moo Kyung Yoon¹

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon, 440-706, Korea

²Department of Plant Science, Seoul National University, Seoul, 151-921, Korea

Abstract : This study was conducted to find out an efficient and non-destructive method to select strawberry plants with high anthocyanin content in breeding programs. The total anthocyanin content in both fruit skin and whole fruit of fully ripe fruits was analyzed by HPLC in 19 strawberry cultivars, which were selected among germplasm as potential breeding materials based on their good horticultural traits. The anthocyanin content varied greatly among cultivars, ranging from 22.04 to 87.16 mg·100g⁻¹ FW in fruit skin and from 1.98 to 30.16 mg·100g⁻¹ FW in whole fruit. For the anthocyanin content of whole fruit, it was high in the order of ‘Sachinoka’, ‘Tamar’, ‘Amaou’ and ‘Summerberry’. A correlation coefficient of anthocyanin content between fruit skin and whole fruit was significantly high as 0.867 and, therefore, the anthocyanin content of whole fruit can be estimated by that of fruit skin. Besides, the anthocyanin content of whole fruit was strongly negatively correlated with L* (lightness, -0.791) and b* (yellowness, -0.772) values measured by portable colorimeter. Therefore, the portable colorimeter can be a rapid and nondestructive method to estimate anthocyanin content of strawberry fruits when selecting anthocyanin-enriched strawberry lines in strawberry breeding programs.

Keywords : *Fragaria × ananassa* Duch., Anthocyanin, Colorimeter

서 언

딸기(*Fragaria×ananassa* Duch.)는 전세계적으로 생과 및 가공 원료로 애용되고 있는 과채류로서 비타민 C와 함께 안토시아닌 등 항산화 활성이 있는 다양한 페놀 화합물들을 함유하고 있어(Meyers et al. 2003) 국민의 보건 향상에 중요한 역할을 담당하고 있다.

딸기는 수정 후 과실이 비대하여 성숙되면서 점차 붉은 색으로 변하는데 품종에 따라 다양한 과색의 변이를 나타내며

과실의 품질을 결정하는 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 과색의 변이는 안토시아닌 함량이나 조성에 의해 결정되는 것으로 알려져 있으며, 과실이 성숙하여 착색이 진행될수록 안토시아닌 함량은 급격히 증가한다(Ferreira et al. 2007, Wang & Lin 2000). 딸기에 함유된 안토시아닌으로는 cyanidin 3-glucoside, pelargonidin 3-glucoside 및 pelargonidin 3-rutinoside 등 25종이 동정된 바 있는데, 그 중 pelargonidin 3-glucoside가 주된 성분으로 품종에 따라 66~94% 내외를 점유하고 있다(Silva et al. 2007, Yoshida et al. 2002).

안토시아닌 함량을 정량하기 위해서는 고성능 액체크로마토그래피(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)의 사용이 필수적이지만 신속성은 떨어지는 측면이 있다. 딸기 육종 프로그램에서 다수의 실생을 대상으로 안토시아닌

*Corresponding author (E-mail: young78@korea.kr, Tel: +82-31-240-3643, Fax: +82-31-240-3669)

(Received on October 28, 2013. Revised on November 14, 2013.
Accepted on November 20, 2013.)

고함유 계통을 화학적 분석 방법에 의해 선발하기에는 분석 시간이나 비용이 많이 필요하여 실용적인 측면에서 효율성이 떨어지는 문제가 있다. 이를 개선하고자 토마토, 라즈베리, 당근 등에 함유되어 있는 라이코펜, 안토시아닌, 카로티노이드 함량을 색차계(Colorimeter)를 이용하여 추정하였는데 정확도는 다소 떨어지나 간편하고 신속한 평가 방법으로 제시한 바 있다(Arias et al. 2000, D'Souza et al. 1992, Kim et al. 2012, Moore 1997, Park et al. 1995).

최근 국외에서는 딸기의 수량과 과실의 품질 향상을 위한 노력뿐만 아니라 안토시아닌 등 항산화 물질이 증대된 품종을 육성하고자 종내 및 종간 교잡 등을 시도하고 있으며 이미 유망 계통을 육성한 바 있다(Capocasa et al. 2008, Diamanti et al. 2010, Fredericks et al. 2013). 그러나 국내에서는 딸기의 주요 항산화 물질인 안토시아닌 등 기능성 물질이 강화된 품종 개발에 대한 시도가 아직까지 없으며 육종 소재로 활용되는 유전자원에 대한 성분 분석 등 기초 정보가 부족하여 유전자원에 대한 활용도 또한 낮은 수준이다.

따라서 본 연구에서는 국내외에서 수집된 딸기 유전자원의 활용도를 높이고 품종 육성시 기초 자료로 활용하고자 원예적 특성이 우수한 주요 유전자원에 대하여 3종의 주요 안토시아닌 표준물질을 이용하여 그 함량을 평가하고, 색차계를 이용하여 딸기의 안토시아닌 고함유 계통을 비파괴적이면서 신

속하고 간편하게 선발할 수 있는지에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 딸기는 국내외에서 수집된 딸기 유전자원 중 과중, 당도 및 초세 등 원예적 특성이 우수하여 품종 육성 소재로 활용 가능성이 높은 19점을 대상으로 하였다(Table 1). 경기도 수원시에서 위치된 벤로형 유리온실에 2010년 9월 20일 정식하여 축성 작형으로 재배하였다. 배양액은 원시 처방을 이용하여 조성하였으며 고설 수경 재배 방식을 이용하였다. 재배 기간 동안 공급되는 배양액의 pH는 6.0~7.0 내외였으며 EC (Electrical Conductivity)는 0.6~1.3 dS·m⁻¹ 범위에서 1일당 급액량을 주(株)당 150~250 mL 내외로 재배 시기와 초세에 따라 적절히 가감하여 관리하였다.

2011년 2월 중순경 과실 크기가 20~30 g 내외이면서 약 90% 이상 착색된 과실을 일시에 수확하여 과피(과피에서 2 mm 내외의 과육) 및 과실 전체 부위로 나누어 수확 당일 분석하였으며 품종마다 부위별로 3반복하였다.

안토시아닌 함량 평가

과실의 중앙 부위를 10 mm cork borer로 시료를 채취한

Table 1. A list of the strawberry cultivars used in this study.

No.	Cultivar	Parentage	Origin
1	Akanekko	Aiberry × Hokowase	Japan
2	Akihime	Kunowase × Nyoho	Japan
3	Amaou	Fukuoka S6	Japan
4	Dahong	Sachinoka × Maehyang	Rep. of Korea
5	Festival	Rosa Linda × Oso Grande	USA
6	Keumhyang	Akihime × Tochtotome	Rep. of Korea
7	Maehyang	Tochinomine × Akihime	Rep. of Korea
8	Redpearl	Aiberry × Toyonoka	Japan
9	Sachinoka	Toyonoka × Aiberry	Japan
10	Sagahonoka	Oonish × Toyonoka	Japan
11	Ssanta	Maehyang × Seolhyang	Rep. of Korea
12	Seolhyang	Akihime × Redpearl	Rep. of Korea
13	Seonhong	Johong × Maehyang	Rep. of Korea
14	Suhong	Hokowase × Harunoka	Rep. of Korea
15	Summerberry	Kahou × Reiko	Japan
16	Tamar	Oso Grande × Dorit	Israel
17	Tochinomine	(Florida69-266 × Reiko) × Nyoho	Japan
18	Tochtotome	Kurume 49 × Tochinomine	Japan
19	Wonkyo 3111	Open pollinated of Bennihoppe	Rep. of Korea

후 부위별로 2 g을 정량하고 균질화한 후 1% HCl-MeOH 용매를 이용하여 추출하고 30 ml로 정용하였다. 균질된 용액을 종이필터(No. 2, Whatman International Ltd, Kent, UK) 및 0.45 μm membrane filter (PVFD, Agilent Co., New York, USA)로 여과 후 HPLC (Ultimate 3000, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)에 주입하였다. 안토시아닌 분석시 칼럼은 C18 column (4.6 $\times$ 150 mm, 5 μm ; Zorbax SB-C18, Agilent Co., New York, USA), 이동상의 용매는 0.1% trifluoroacetic acid와 acetonitrile, 유속은 0.5 mL min^{-1} , 검출파장은 520 nm 였고(Silva et al. 2007) pelargonidin 3-glucoside, cyanidin 3-glucoside 및 pelargonidin 3-rutinoside (Extrasynthse, Lyon, France)의 표준물질로 검량선을 작성하여 각각의 안토시아닌 함량을 정량하였다.

또한 여과한 시료는 분광광도계(UV-3150, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 pelargonidin 3-glucoside ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$)으로 환산($\epsilon = 36,000 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)한 후 안토시아닌 함량을 표기하였다(Ferreira et al. 2007).

cm⁻¹)한 후 안토시아닌 함량을 표기하였다(Ferreira et al. 2007).

과실 색차 측정 및 통계 분석

딸기 과실의 색은 휴대용 색차계(Minolta CR-300, Osaka, Japan)를 이용하였는데 과실의 표피 중앙 부위 중 광량을 충분히 받아 착색이 균일한 부분에 밀착하여 측정하였고 Hunter's value인 L* (lightness), a* (redness) 및 b* (yellowness)값으로 나타냈다. 모든 통계 분석은 SAS ver. 9.2 (SAS Institute Inc, NC, USA)와 Sigma plot ver. 9.0 (Systat Software Inc., CA, USA)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

딸기 유전자원 안토시아닌 함량 변이

국내외에서 수집한 딸기 19품종을 대상으로 HPLC를 이용

Table 2. Differences of anthocyanin content and composition analysed by HPLC in strawberry cultivars.

Cultivar	Anthocyanins in fruit skin ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$)				Anthocyanins in whole fruit ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$)			
	TAC ^z	Cy 3-glc	Plg 3-glc	Plg 3-rut	TAC	Cy 3-glc	Plg 3-glc	Plg 3-rut
Akanekko	22.04 i ^y	0.20 e-h	21.67 i	0.17 fg	1.98 h	n.d. g	1.98 i	n.d. e
Akihime	36.80 fgh	0.21 e-h	36.34 fgh	0.25 efg	7.02 fg	0.02 fg	7.00 gh	n.d. e
Amaou	68.76 bc	0.27 c-h	68.11 bc	0.39 efg	23.61 b	0.05 b-e	23.55 b	n.d. e
Dahong	47.17 ef	0.79 a	46.38 ef	n.d. ^x g	18.02 c	0.10 a	17.91 d	n.d. e
Festival	33.03 hi	0.12 h	31.00 hi	1.91 b	13.63 d	0.03 d-g	12.72 e	0.88 b
Keumhyang	42.57 e-h	0.24 d-h	40.80 e-h	1.54 b	20.55 bc	0.06 bc	19.53 cd	0.97 ab
Maehyang	34.92 gh	0.42 bc	34.50 fgh	n.d. g	9.54 ef	0.04 b-f	9.50 efg	n.d. e
Redpearl	64.09 c	0.27 c-h	63.39 bc	0.43 efg	18.98 c	0.04 b-f	18.77 d	0.17 de
Sachinoka	87.16 a	0.38 b-e	85.89 a	0.89 cd	30.16 a	0.05 b-f	29.79 a	0.32 d
Sagahonoka	32.74 hi	0.14 gh	32.11 ghi	0.49 def	5.30 gh	0.02 fg	5.12 hi	0.17 de
Ssanta	29.85 hi	0.13 h	29.72 hi	n.d. g	11.09 de	0.02 fg	11.07 ef	n.d. e
Seolhyang	34.21 ghi	0.16 fgh	34.06 gh	n.d. g	8.22 efg	0.03 efg	8.20 fgh	n.d. e
Seonhong	33.68 ghi	0.42 bc	32.71 ghi	0.54 def	5.05 gh	0.03 efg	5.02 hi	n.d. e
Suhong	64.96 bc	0.33 c-f	63.96 bc	0.67 cde	17.54 c	0.03 d-g	17.32 d	0.20 d
Summerberry	76.28 ab	0.28 c-h	74.33 b	1.66 b	20.65 bc	0.02 fg	20.03 bcd	0.60 c
Tamar	62.78 cd	0.23 d-h	60.24 cd	2.32 a	24.07 b	0.06 b	22.95 bc	1.05 a
Tochinomine	52.14 de	0.52 b	51.62 de	n.d. g	19.54 c	0.09 a	19.45 cd	n.d. e
Tochiotome	45.77 efg	0.39 bcd	44.37 efg	1.01 c	7.33 efg	0.03 c-f	7.07 gh	0.23 d
Wonkyo 3111	33.33 ghi	0.32 c-g	32.46 ghi	0.55 def	10.80 def	0.06 bcd	10.55 efg	0.20 d
C.V. ^w (%)	38.3	53.2	38.5	104.9	54.1	64.3	54.1	140.7

^zSum of analysed anthocyanins by HPLC : cyanidin 3-glucoside (cy 3-glc), pelargonidin 3-glucoside (plg 3-glc) and pelargonidin 3-rutinoside (plg 3-rut)

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P < 0.05$

^xNot detected

^wCoefficient of variation

하여 안토시아닌 함량을 분석하였다(Table 2). 딸기의 주요 안토시아닌으로 알려진 cyanidin 3-glucoside, pelargonidin 3-glucoside 및 pelargonidin 3-rutinoside 등 3종에 대하여 정량 분석한 결과, 누적 안토시아닌 함량은 과피 부위에서 $22.04 \sim 87.16 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$, 과실 전체 부위에서는 $1.98 \sim 30.16 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 범위에 분포하였다. 과실 전체 부위 보다는 과피 부위에서 안토시아닌 함량이 높게 나타나 딸기 품종간의 함량 변이뿐만 아니라 측정 부위에 따라서도 안토시아닌 함량의 변이가 컸다. 또한, 부위별 안토시아닌 총량의 변이 계수는 과피가 38.3%, 과실 전체에서 54.1%를 보여 과피 부위보다는 과육을 포함한 과실 전체 부위에서 품종간 안토시아닌 함량의 변이가 컸다. Kim et al. (2010)과 Yoshida & Tamura (2005)가 딸기 부위별로 안토시아닌 함량과 구성 성분을 분석하였을 때, 조사한 모든 품종에서 과육보다는 과피에서 안토시아닌 함량이 높았으며 과피보다는 과육에서 안토시아닌 함량의 변이가 컸다는 결과와 일치하였다.

공시된 품종 중에는 과피 부위와 과실 전체 부위 모두 ‘Sachinoka’에서 가장 높은 안토시아닌 함량을 보였던 반면, ‘Akanekko’는 가장 낮은 안토시아닌 함량을 보였다. 과실 전체를 기준으로 안토시아닌 함량을 분석하였을 때, ‘Sachinoka’, ‘Tamar’, ‘Amaou’, ‘Summerberry’ 순으로 높게 나타났다. 대체로 국외에서 도입된 유전자원에서 높은 안토시아닌 함량을 보였는데, 향후 기능성을 고려한 안토시아닌 고함유 품종을 육성할 경우에 육종 소재로서의 활용 가치가 높을 것으로 판단되었다.

국내에서 육성된 품종 중에는 ‘Keumhyang’, ‘Dahong’, ‘Suhong’ 순으로 안토시아닌 함량이 높았으나 현재 재배 면적의 비중이 크지 않거나 최근 재배 작형의 변화 등으로 인하여 재배가 되지 않는 품종들이 대부분이었다. 반면, 현재 국내 딸기 재배 면적 중 75% 이상의 큰 비중을 차지하고 있는 ‘Seolhyang’의 안토시아닌 총함량은 $8.22 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 으로 비교적 낮게 측정되었다. 이는 공시된 유전자원 중 가장 높은 안토시아닌 함량을 보인 ‘Sachinoka’와 비교하였을 때 27.3% 수준으로 나타나 향후 안토시아닌 고함유 품종의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

안토시아닌은 같은 품종이라도 재배 방식, 환경 조건 및 추출 방법에 따라 검출되는 안토시아닌의 종류가 다양하며 비율 및 함량도 각기 다르게 나타날 수 있지만 품종이 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Silva et al. 2007, Yoshida et al. 2002). 공시된 딸기 19품종을 대상으로 주요 안토시아닌

3종에 대하여 정량한 결과 pelargonidin 3-glucoside가 과피 부위에서 93.9~99.6%, 과실 전체 부위에서 93.3~100.0%를 점유하여 딸기의 주요 안토시아닌 성분으로 분석되었으며, pelargonidin 3-rutinoside (0.0~6.5%) 및 cyanidin 3-glucoside (0.0~1.7%)는 미량 검출되었거나 일부 품종에서는 검출되지 않았다. pelargonidin 3-glucoside의 비율이 다소 높긴 하지만 Silva et al. (2007)가 미국과 유럽에서 육성한 5품종을 대상으로 과실의 안토시아닌 함량을 분석하였을 때, pelargonidin 3-glucoside가 평균 83%로 우점하고 pelargonidin 3-rutinoside (8%) 및 cyanidin 3-glucoside (7%)가 다음으로 중요한 안토시아닌이라는 결과와 대체로 유사한 경향을 보였다.

안토시아닌 등 색소 함량을 분석하는 방법 중에는 HPLC 이외에도 분광광도계를 이용하여 안토시아닌의 총 함량을 분석하는 방법이 전처리 과정이 간편하여 많이 이용되고 있다(Ferreira et al. 2007, Kim et al. 2013). 분광광도계를 이용하여 총 안토시아닌 함량을 측정하였을 때, pelargonidin 3-

Fig. 1. Relationship between anthocyanin content measured by HPLC and spectrophotometer from strawberry fruit skin (top) and whole fruit (bottom).

glucoside 등 3종의 안토시아닌을 HPLC로 측정된 총량과의 결정 계수(R^2)가 과피 부위와 과실 전체 부위에서 각각 0.966 및 0.972로 매우 높게 나타났다(Fig. 1). 딸기 안토시아닌 고 함유 품종 육성시 다수의 실생 및 선발 계통을 취급해야 하는데, HPLC를 이용하여 안토시아닌을 정량 분석하기에는 많은 시간과 노력뿐만 아니라 높은 비용이 요구되므로 전처리와 다소 간편하고 분석 시간이 상대적으로 짧은 분광광도계를 이용할 경우 효율성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

색차계를 이용한 안토시아닌 함량 추정

딸기 과실의 안토시아닌 함량을 전처리 과정 없이 현장에서 휴대용 색차계를 이용하여 추정이 가능한지 검토하기 위하여 딸기 과피의 Hunter값인 L^* (명도), a^* (적색도) 및 b^* (황색도)를 측정하고(Table 3) HPLC로 측정된 안토시아닌 함량과 비교하였다. 딸기 과실은 수정 후 과실의 비대 및 착색이 진행될수록 안토시아닌 함량이 급격히 증가하는데 이에 따라 a^* 값은 증가하는 반면 L^* 값 및 b^* 값은 유의하게 감소하는 것으로 알려져 있다(Kim et al. 2013). 또한 과실의 성숙 기간이 같더라도 품종간의 색차 변이를 보이는데 공시된 품종의 L^* 값은 32.9 (Suhong)~50.5 (Akanekko), a^* 값은 35.1 (Tochinomine)~45.2 (Dahong), b^* 값은 20.1 (Tochinomine)~39.0 (Akanekko)의 범위에 분포하였다. L^* 값, a^* 값 및 b^* 값의 변이계수는 각각 11.3%, 7.3%, 18.5%로 나타나 b^* 값, L^* 값 및 a^* 값 순으로 품종 간의 변이가 컸다.

과실 전체 부위와 과피 부위의 안토시아닌 함량은 높은 정의 상관(0.867)을 보였기 때문에(Table 4), 색차계의 측정 부위인 과피를 기준으로 과실 전체 부위에 대한 안토시아닌 함량의 추정이 가능하였다. 과실 전체의 안토시아닌 함량과 측정된 색차계의 L^* 값(-0.791) 및 b^* 값(-0.772)에서 높은 역의 상관관계를 보이고 품종간의 변이가 크기 때문에 L^* 값 또는

Table 3. Differences of L^* , a^* and b^* values measured by the colorimeter in strawberry cultivars.

Cultivar	L^{*z}	a^*	b^*
Akanekko	50.5 a^y	40.5 bcd	39.0 a
Akihime	45.3 bcd	43.3 ab	34.7 a-d
Amaou	35.1 gh	36.2 f	22.0 hi
Dahong	40.9 ef	45.2 a	27.7 efg
Festival	44.6 b-e	36.0 f	35.4 abc
Keumhyang	42.9 cde	40.6 bcd	31.1 cde
Maehyang	42.0 cde	42.6 abc	29.1 ef
Redpearl	41.2 def	41.0 bcd	29.6 ef
Sachinoka	36.9 gh	35.5 f	23.8 ghi
Sagahonoka	48.5 ab	41.9 abc	38.1 ab
Ssanta	44.9 b-e	39.8 cde	31.6 cde
Seolhyang	43.9 cde	41.8 abc	34.3 bcd
Seonhong	41.6 c-f	42.7 abc	28.7 ef
Suhong	32.9 h	37.0 ef	23.8 ghi
Summerberry	36.1 gh	38.0 def	23.3 ghi
Tamar	37.6 fg	37.8 def	26.4 fgh
Tochinomine	36.6 gh	35.1 f	20.1 i
Tochiotome	45.9 bc	39.9 b-e	34.2 bcd
Wonkyo 3111	43.2 cde	39.8 cde	30.3 def
C.V. ^x (%)	11.3	7.3	18.5

^zHunter's value L^* -Lightness, a^* -Redness, b^* -Yellowness.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P < 0.05$.

^xCoefficient of variation.

b^* 값을 이용하여 안토시아닌 함량을 추정하는 것이 좋을 것으로 생각된다(Fig. 2). 그러나 색차계는 측정 부위가 8mm내 외로 크기 않아 측정 부위에 따라 측정값이 상이하고 사용자에게 따라 측정 오차가 클 수 있으므로 현장에서 안토시아닌 고 함유 계통을 선발하는데 있어서 보조적인 방법으로 활용해야

Table 4. Correlation coefficients among values of the colorimeter (L^* , a^* and b^*) and anthocyanin content analysed by HPLC in strawberry cultivars.

		Colorimeter			Anthocyanins Content	
		L^*	a^*	b^*	Fruit Skin	Whole Fruit
Colorimeter	L^*	1				
	a^*	0.546*	1			
	b^*	0.950***	0.517*	1		
Anthocyanins Content	Fruit Skin	-0.821***	-0.547*	-0.767***	1	
	Whole Fruit	-0.791***	-0.588**	-0.772***	0.867***	1

*, **, ***: significant at $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively

Fig. 2. Relationship between anthocyanin content analysed by HPLC from strawberry whole fruit and values of the colorimeter (b^* (top) and L^* (bottom)).

할 것으로 보인다. a^* 값은 적색도를 나타내는 지표로서 안토시아닌 함량과 연관이 높은 것으로 알려져 있지만(Moore 1997) 과실의 성숙 단계에서 공시된 품종간의 변이가 크지 않아 선발 지표로 활용하기에는 무리가 있을 것으로 보이지만, 향후 다수의 시료를 대상으로 추가적인 검토가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구 결과 휴대용 색차계를 이용하여 포장 조건에서 전처리 과정 없이 딸기 과실의 안토시아닌 함량을 추정하는데 이용함으로써 향후 안토시아닌 고함유 계통을 선발하는데 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

딸기 유전자원 중 원예적 특성이 우수하여 육종 소재로 활용 가능성이 높은 19품종을 대상으로 완숙된 과실을 부위별(과피 및 과실 전체)로 안토시아닌 함량을 분석하고 색차계를

이용하여 비파괴적인 방법으로 안토시아닌 고함유 계통을 선발할 수 있는지에 대하여 검토하였다. 그 결과 딸기의 과피는 $22.04 \sim 87.16 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$, 과실 전체는 $1.98 \sim 30.16 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 의 범위에 분포하여 측정 부위와 유전자원에 따라 안토시아닌 함량의 변이가 큼을 알 수 있었다. 과실 전체를 기준으로 하였을 때, 조사된 유전자원 중 ‘Sachinoka’, ‘Tamar’, ‘Amaou’, ‘Summerberry’ 순으로 안토시아닌 함량이 높게 나타났다. 과피와 과실 전체 부위의 안토시아닌 함량 간의 상관관계수가 0.867로 높아 과피를 기준으로 하여 과실 전체의 안토시아닌 함량을 추정할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 과실 전체의 안토시아닌 함량과 측정된 색차계의 L^* 값(-0.791) 및 b^* 값(-0.772)에서 높은 역의 상관관계를 보였다. 따라서 향후 딸기 육종 프로그램에서 안토시아닌 고함유 계통을 신속하게 선발할 때, 색차계를 보조적인 방법으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

References

1. Arias R, Lee TC, Logendra L, Janes H. 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L^* , a^* , b^* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J. Agric. Food Chem. 48: 1697-1702.
2. Capocasa F, Diamanti J, Mezzetti B, Tulipani S, Battino M. 2008. Breeding strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch) to increase fruit nutritional quality. BioFactors 34: 67-72.
3. Diamanti J, Capocasa F, Battino M, Mezzetti B. 2010. Evaluation of *F.×ananassa* intra-specific and inter-specific back-crosses to generate new genetic material with increased fruit nutritional quality. J. Berry Research 1: 103-114.
4. D'Souza MC, Singha S, Ingle M. 1992. Lycopene concentration of tomato fruit can be estimated from chromaticity values. HortScience 27: 465-466.
5. Ferreyra RM, Vina SZ, Mugridge A, Chaves AR. 2007. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. Scientia Horticulturae. 112: 27-32.
6. Fredericks CH, Fanning KJ, Gidley MJ, Netzel G, Zabarar D, Herrington M, Netzel M. 2013. High-anthocyanin strawberries through cultivar selection. J. Sci. Food Agric. 93: 846-852.
7. Kim, MJ, Shim, CK, Park, JH, Hong, SJ, Lee, MH, Han,

- EJ, Kim, YK, Jee, HJ. 2012. Introduction to Colorimetric Analysis for Assessment of Carotenoid Pigments in Squash Germplasm. Korean J. Breed. Sci. 44: 433-443.
8. Kim SK, Bae RN, Hwang H, Kim MJ, Sung HR, Chun C. 2010. Comparison of bioactive compounds contents in different fruit tissues of June-bearing strawberry cultivars. J. Korean Soc. Hort. Sci. 28: 948-953.
9. Kim SK, Bae RN, Na H, Ko KD, Chun C. 2013. Changes in physicochemical characteristics during fruit development in June-bearing strawberry cultivars. Hortic. Environ. Biotechnol. 54: 44-51.
10. Meyers KJ, Watkins CB, Pritts MP, Liu RH. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J. Agric. Food Chem. 51: 6887-6892.
11. Moore PP. 1997. Estimation of anthocyanin concentration from color meter measurements of red raspberry fruit. HortScience 32: 135.
12. Park SW, Park Y, Joung H. 1995. Quality evaluation by color determination in carrot (*Daucus carota* L.) -Estimation of total carotenoid content by colorimeter. J. Korean Soc. Hort. Sci. 36: 481-485.
13. Silva FL, Escribano-Bailon MT, Perez Alonso JJ, Rivas-Gonzalo JC, Santos-Buelga C. 2007. Anthocyanin pigments in strawberry. LWT. 40: 374-382.
14. Wang SY, Lin HS. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. J. Agric. Food Chem. 48: 140-146.
15. Yoshida Y, Koyama N, Tamura H. 2002. Color and anthocyanin composition of strawberry fruit: Changes during fruit development and differences among cultivars, with special reference to the occurrence of pelargonidin 3-malonylglucoside. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 71: 355-361.
16. Yoshida Y, Tamura H. 2005. Variation in concentration and composition of anthocyanins among strawberry cultivars. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 74: 36-41.