

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.6.625

JCCT 2022-11-76

## 하이부시 블루베리의 품종별 과실 특성

### Fruit Characteristics of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Cultivars

김호철\*, 김태춘\*\*

Ho Cheol Kim\*, Tae-Choon Kim\*\*

**요약** 본 연구는 국내에 도입된 하이부시 블루베리 품종의 내외적 과실 품질을 비교하기 위하여 수행되었다. 블루베리의 과실은 이중 S자 성장 곡선을 나타내며, 과실 내의 종자 수가 많을수록 과중이 유의하게 증가하였고 종자 1개당 과중이 0.02g씩 증가하였다. 당도는 9.5~14.2°Bx로 품종 간 차이가 컸으며, 유리당은 환원당인 포도당과 과당, 당알코올인 만니톨로 구성되었다. 유기산 함량은 0.7~1.13%였으며, 구연산이 사과산보다 많았다. 과실 경도는 착색이 진행되면서 급격히 떨어지는 장과류 특성을 보였다.

**주요어** : 하이부시 블루베리, 과실특성, 유리당, 유기산

**Abstract** This study was conducted to compare the internal and external fruit quality of highbush blueberry cultivars introduced in Korea. The fruit of blueberry showed a double S-shaped growth curve, and the fruit weight increased significantly per seed increased by 0.02 g. The sugar content ranged from 9.5 to 14.2°Bx, with a large difference between cultivars. And the free sugar was composed of glucose and fructose as a reducing sugar, and mannitol as a sugar alcohol. The organic acid content was 0.7~1.13%, and citric acid was higher than that of malic acid. Fruit hardness showed a berry characteristic that rapidly declined as the coloring progressed.

**Key words** : Highbush Blueberry, Fruit Characteristics, Free Sugar Content, Organic Acid

#### 1. 서론

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두나무속(*Vaccinium*), *Cyanococcus*아속(cluster-fruited blueberry)에 속하는 관목성 식물이다. *Vaccinium*속 식물은 전세계적으로 400여종이 있으며, 주로 동남아시아에 분포하고 있다[1][2]. 블루베리의 과실은 장과류(berry)에 속하며, 화탁과 자방이 발달하여 과실로 되는 자방 하위(epigynous)의 위장과(偽漿果, false berry)이다[3][4].

우리나라에서는 Austin(1994)이 한국원예학회를 통해 블루베리를 소개하였고, 2018년 약 3,700ha로 2007년 첫 조사 시 2.4ha에 비하면 급격한 증가를 하였다[5]. 블루베리 과실은 장과류인 포도, 감, 무화과 등과 같은 이중 S자형 성장곡선을 그리며, 성숙기가 되어도 호흡 급등 현상이 없는 비호흡급등형이다[4][6]. 블루베리는 한 과충에 10개 정도 착생되어 과실 수가 적지만 착색 시기가 달라 일시에 수확하는 것이 불가능하며 3번이나 4번에 걸쳐 수확하고 있다[7]. 블루베리 과실은 적색에서

\*정회원, 원광대학교 원예학산업학과 (제1저자)

\*\*비회원, 원광대학교 원예산업학부 (교신저자)

접수일: 2022년 8월 19일, 수정완료일: 2022년 9월 25일

게재확정일: 2022년 10월 10일

Received: August 19, 2022 / Revised: September 25, 2022

Accepted: October 10, 2022

\*\*Corresponding Author: kitimotc@wku.ac.kr

Department of Horticulture Industry, Wonkwang Univ, Korea

진한 청색으로 변환 후 1주일간 급격히 비대하며 당도가 증가하고 산도가 낮아진다. 그리고 성숙한 과실의 표면에는 흰 과분이 덮인다[7][8]. 블루베리 성숙 과실에는 안토시아닌과 카로티노이드 색소가 다량 함유되어 있어 항산화 및 항암 작용이 우수하다[9][10]. 블루베리 성숙과의 주요 당은 과당과 포도당으로 그 비율이 대략 1.0~1.2로 전당의 90% 이상을 차지한다[11]. 유기산으로는 구연산이 83~93% 정도로 대부분을 차지하며, 퀸산과 사과산이 10% 전후를 함유하고 있다[12][13]. 미숙과의 유기산 함량은 높게 유지되다가 착색 초기(mature green)부터 완숙기(ripe)까지 급격히 감소한다[14]. 가공용으로 사용되는 블루베리는 당산비가 6.5 이하일 때 부패균 생장이 억제되고 보구력이 좋아 가공에 유리하므로 산 함량이 높은 완숙 이전에 수확해야 한다[15].

따라서 본 연구는 하이부시 블루베리 8품종을 대상으로 하여 과실 특성을 비교 분석하고자 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험 장소 및 품종

전북 익산에 위치한 원광대학교 내 실습포장에 재식된 품종 중 ‘Bluecrop’, ‘Bluejay’, ‘Dixi’, ‘Jersey’, ‘Rancocas’, ‘Spartan’, ‘Sunrise’ 등 7품종과 난지형인 ‘Sharpblue’ 1품종 등 8품종을 대상으로 시험을 수행하였다.

### 2. 과실 특성 조사

시기별 과실 성장 특성을 조사하기 위해 ‘Bluecrop’를 대상으로 개화 후 착과된 과실의 횡경을 1주 간격으로 측정하였다. 수확한 과실을 대상으로 과중, 과실 크기, 종자 수, 당도, 산 함량, 과피와 과육의 경도, 과피색 등을 측정하였다. 과중은 과립의 무게를 측정하였으며, 과실의 크기는 횡경(diameter)과 종경(length)을 측정하고 L/D율을 구하였다. 종자 수는 과실 내에 연한 갈색을 띠는 것은 미숙 종자, 진한 갈색을 띠는 것은 정상 종자로 간주하여 조사하였다. 당도는 디지털 굴절 당도계(PR-100, Atago Co., Ltd., Japan)로 측정하였으며, 산 함량은 과즙 5mL을 증류수 20mL로 희석하여 지시약(1% phenolphthalein)을 1~2방울 첨가하고 0.1N NaOH로 핑크색으로 변환 때까지 적정한 후 구연산 값으로

환산하였다. 경도는 종합 물성 측정기(SUN Rheo Meter, COMPA C-100)로 직경 1mm 어댑터의 진입도를 측정하여 과피와 과육 부분의 경도 값으로 환산하였다. 과실의 유리당과 유기산 분석을 위해 과피를 제거하고 과육 10g을 취하여 80% 메탄올 20mL을 넣어 마쇄 후 시험관에 담아 30분간 3,000rpm으로 원심분리한 후 0.45µm membrane 필터로 여과시켜 냉동고에 보관하였다. 보관된 시료를 3mL씩 추출하여 HPLC(Model 62C, Waters, USA)를 이용하여 분석하였다. 과실 생장에 따른 과피 색과 경도 변화의 관계를 조사하기 위해 ‘Sharpblue’를 대상으로 성숙 14일 전(mature green), 성숙 7일 전(green pink), 성숙 4일 전(blue pink), 성숙 2일 전(blue), 성숙기(ripe), 성숙 10일 후(over ripe) 등 6단계로 구분하여[14][16], chromameter와 종합 물성 측정기로 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

‘Bluecrop’를 대상으로 과실 성장 특성을 조사하였는데(Figure 1), 만개 후 35일경까지 과실이 급격히 성장하였으며 약 2주 정도 생장이 완만하다가 성숙기인 만개 후 70일까지 다시 성장하여 전형적인 이중 S자 성장 곡선을 나타내었다[4][6].

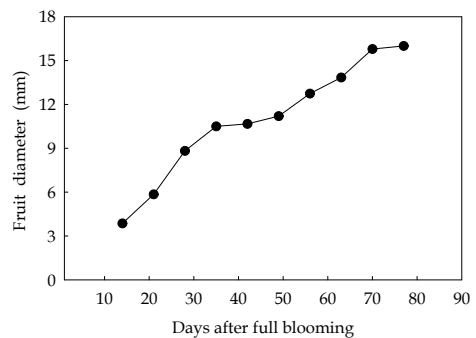


그림 1. 블루베리의 과실성장 곡선  
Figure 1. Fruit growth in ‘Bluecrop’ blueberry cultivars

품종별로 1차 수확한 과실의 과중과 과형을 보면 (Table 1), ‘Dixi’, ‘Sharpblue’, ‘Spartan’ 및 ‘Sunrise’가 2.3~2.6g으로 대과종이었고, ‘Jersey’와 ‘Rancocas’가 각각 1.9g과 1.7g으로 소과종이었다[8]. 과형 지수는 0.68~0.84로 편원형이었으며, ‘Bluejay’가 L/D율이 0.84로 가장 원형에 가까웠고 과실이 컸던 ‘Spartan’은 L/D율이

0.68로 가장 낮았다.

표 1. 블루베리 성숙기 품종별 과실 무게, 크기, 과형지수  
 Table 1. Fruit weight and size, and L/D ratio at harvest in highbush blueberry cultivars

Cultivars	Fruit weight (g)	Fruit size (mm)		L/D ratio
		Diameter	Length	
Bluecrop	2.1 bcd <sup>e</sup>	16.5 cd	11.9 c	0.72
Bluejay	2.0 cde	16.2 d	13.5 ab	0.84
Dixi	2.6 a	18.5 ab	12.8 b	0.71
Jersey	1.9 de	16.3 d	11.9 c	0.72
Rancocas	1.7 e	16.2 d	11.5 c	0.71
Sharpblue	2.3 abc	17.3 cd	13.7 a	0.79
Spartan	2.4 ab	19.0 a	13.3 ab	0.68
Sunrise	2.3 abc	17.5 bc	13.2 ab	0.76

<sup>e</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

'Bluecrop'와 'Sharpblue'의 과중과 종자 수의 관계를 조사한 결과(Figure 2), 두 품종 모두 과실 내 종자 수에 따른 과중은 회귀식  $y = 0.02x + 1.86$ ,  $y = 0.02x + 1.69$ 에 적합하여 종자가 많을수록 과중이 증가하는 경향이 있었다[7][17][18]. 결정 계수( $r^2$ )는 'Sharpblue'가 0.42로 'Bluecrop'의 0.21 보다 높아 종자 수가 과중에 미치는 영향이 'Sharpblue'가 더 컸다. 두 회귀식의 기울기가  $b = 0.02$ 로 종자 1개당 과중이 0.02g씩 증가되는 것을 알 수 있었다.

따라서 블루베리는 수분·수정이 착과율에는 큰 영향을 미치지 않았지만 수정률에 영향을 미쳐 과실 내 종자 수에 차이가 났으며, 종자 수가 적은 과실은 소과로 되었기 때문에 고품질 과실 생산을 위해서는 수정률을 높여 과실내 종자 수를 많게 할 필요가 있다[19][20][21].

품종별 당도를 조사한 결과(Table 2), 가용성 고형물 함량은 12~13°Bx 정도였으며, 'Spartan'이 14.2°Bx로 가장 높았고, 'Sunrise'가 9.5°Bx로 가장 낮았다. 유리당을 분석한 결과 환원당인 포도당, 과당, 당 알코올인 만니톨이 검출되었으나 자당과 소르비톨은 검출되지 않았다. 포도당과 과당은 'Rancocas'와 'Sunrise'가 각각  $20\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW와  $23\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW 정도로 높았다. 일반적으로 블루베리에서는 포도당과 과당이 검출되지만, 오히려 만니톨이  $58\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW 정도로 포도당과 과당보다 2~3배 정도 높게 나타난 점이 특이하였다.

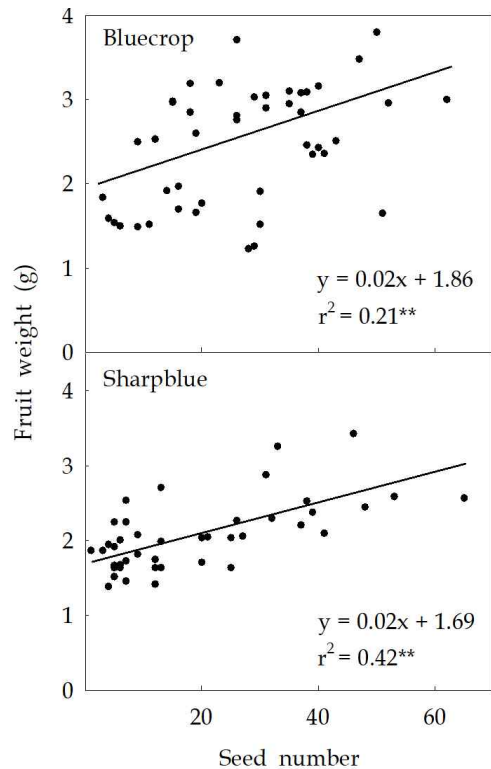


그림 2. 블루베리의 과실 종자수와 과실 무게 간 상관성  
 Figure 2. Relationship between number of brown seeds in a berry and berry weight. \*\*Significant at 1% level

블루베리 성숙과의 주요 당은 과당과 포도당으로 그 비율이 대략 1.0~1.2로 전당의 90%이상을 차지한다고 하였으나[11] 당 알코올인 만니톨이 과당과 포도당보다 월등히 높게 나타나 좀 더 정밀하게 연구할 필요가 있다.

품종별 유기산을 조사한 결과(Table 3), 적정 산도는 0.7~1.13% 정도이었으며, 'Dixi'와 'Sunrise'가 1.06~1.13%로 가장 많았고, 'Jersey'가 0.70%로 가장 적었다. 과실 내의 유기산은 구연산과 사과산 두 종류가 검출되었고, 주요 유기산은 구연산이었다. 구연산은 'Sharpblue'와 'Spartan'이  $10.2\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW 정도로 많았으며, 'Rancocas'와 'Sunrise'가  $7.00\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW 정도로 적었다. 사과산은 'Sunrise'가  $1.02\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW 정도로 많았으며, 'Bluecrop'와 'Jersey'가  $0.18\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW, 및  $0.23\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  FW로 가장 적었다.

블루베리의 성숙과의 주요 유기산으로는 구연산이 83~93%정도로 대부분을 차지하며, 퀸산과 사과산이

표 2. 블루베리 성숙기 품종별 과실의 당도 및 유리당 함량  
Table 2. Soluble solids and free sugar content at harvest in highbush blueberry cultivars

Cultivars	Soluble solids (°Bx)	Free sugar content (mg · g <sup>-1</sup> FW)		
		Glucose	Fructose	Mannitol
Bluecrop	12.1 c <sup>z</sup>	18.8 bc	18.2 bc	57.9 a
Bluejay	12.6 bc	19.0 bc	17.9 bc	58.2 a
Dixi	12.4 bc	17.7 bc	18.2 bc	57.8 a
Jersey	13.6 ab	18.5 bc	18.1 bc	58.5 a
Rancocas	12.7 bc	20.9 ab	20.3 ab	59.5 a
Sharpblue	12.8 bc	18.6 bc	17.4 bc	57.4 a
Spartan	14.2 a	15.2 c	14.8 c	58.9 a
Sunrise	9.5 d	23.9 a	23.2 a	52.3 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

10% 전후를 함유한다고 하였으나[12][13] 하이부시 블루베리 과실 내의 유기산은 구연산과 사과산이 검출되었으며 사과산보다 구연산이 7~10배 정도 많았다. 과실의 성숙기별로 유기산 함량이 차이가 있으며 미국과는 유기산 함량이 높게 유지되다가 착색 초기(mature green)부터 완숙기(ripe)까지 급격히 감소한다는 보고가 있어[14] 시기별 과실 내의 유기산 함량에 관하여 앞으로 더 연구할 필요가 있다.

적숙기 전후에 'Sharpblue'의 과피와 과육의 경도 변화를 조사한 결과(Figure 3), 과피가 연녹색을 띠기 시작한 MG 상태인 성숙 14일 전에는 과피와 과육의 경도가 각각 124.2g/1mm  $\phi$ 과 104.8g/1mm  $\phi$ 로 높아 손가락으로 느끼는 감촉도 단단하였다. 착색 초기의 GP 상태인 성숙 7일 전에는 과피와 과육의 경도가 각각 42.4g/1mm  $\phi$ 과 16.2g/1mm  $\phi$ 으로 급격히 낮아졌다. 과실의 과경부에 약간의 적색이 남아 있는 B 상태인 성숙 2일 전에는 경도가 19.4g/1mm  $\phi$ 과 6.8g/1mm  $\phi$ 로 가장 낮은 상태였으며, 적숙기인 R 상태나 R 단계에서 10일 후(OR)의 과실 경도는 더 이상 변화가 없었다.

성숙 2일 전인 B 상태의 과실은 과육이 충분히 연화되었고 당도가 높았지만 신맛이 강하여 생과용으로 적당하지 않았으며(결과 미제시), 과피 전체가 착색이 된 R 상태 이후에는 산미가 적어 먹기 좋은 상태가 되었다. 이처럼 블루베리는 착색이 진행되면서 과실 경도가 급격히 떨어지는 장과류의 특성을 보였지만[4][6], 과실의

표 3. 블루베리 성숙기 품종별 과실의 산도 및 유기산 함량  
Table 3. Titratable acidity and organic acid contents at harvest in highbush blueberry cultivars

Cultivars	Titratable acidity (% citric acid)	Organic acid (mg · g <sup>-1</sup> FW)	
		Citric acid	Malic acid
Bluecrop	0.87 ab <sup>z</sup>	7.41 ab	0.18 c
Bluejay	0.88 ab	9.96 ab	0.29 bc
Dixi	1.06 ab	7.53 ab	0.25 bc
Jersey	0.70 b	8.76 ab	0.23 c
Rancocas	0.88 ab	7.08 b	0.32 bc
Sharpblue	0.76 ab	10.20 a	0.26 bc
Spartan	0.98 ab	10.23 a	0.54 b
Sunrise	1.13 a	7.00 b	1.02 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

연화가 일어나는 시점에서는 호흡량이 증가할 것으로 생각되므로[14][16] 클라이맥터릭형 과실에서처럼 성숙 직전에 에틸렌 생성량이 증가하면서 호흡량이 증가하는지 더 정밀하게 연구할 필요가 있다.

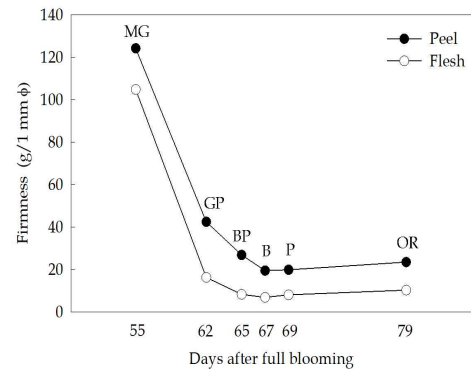


그림 3. 블루베리 과실의 성숙에 따른 과피 및 과육 경도 변화  
Figure 3. Peel and flesh firmness by maturity in 'Sharpblue' blueberry cultivar. B, blue; BP, blue pink; GP, green pink; MG, mature green; OR, over ripe; R, ripe.

#### IV. 결 론

본 연구는 국내에 초기 도입된 하이부시 블루베리 품종의 내외적 과실 품질을 비교하기 위하여 수행되었다. 2022년 현재 본 품종을 제외하고도 많은 품종이 국내에 들어와 재배되고 있다. 블루베리는 생과 및 가공

원료로써 매우 가치가 높다. 하지만 품종별로 식물 생장이나 과실 특성에서 차이를 나타내고 있다. 특히, 가공 식품 측면에서도 주요 당도와 유리당 종류 분포에서 차이를 나타내고 있다. 이러한 결과들을 고려하면 품종별로 생과 또는 가공용 품종 분류 연구도 필요해 보인다. 또한 이러한 품질 특성, 그리고 수확 시기에 따라서 품질이 달라지므로 소비자의 요구를 분석하여 이에 적합한 상태의 과실을 수확하고 가공하여야 할 것으로 생각된다.

## References

- [1] Austin, M.E. 1994. Potentials of blueberry production in Northeast Asia. Horticulture in Northeast Asia. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35 (Suppl.):22-32.
- [2] Ballington, J.R., W.E. Ballinger, C.M. Mainland, W.H. Swallow, E.P. Maness, G.J. Galletta, and L.J. Kushman. 1984a. Ripening period of *Vaccinium* species in southeastern North Carolina. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:392-396.
- [3] Stern, K.R. 1994. Introductory plant biology. p. 111-112. Wm. C. Brown Publ., Dubuque, IA, USA.
- [4] Westwood, M.N. 1993. Temperate-zone pomology. p. 100-101. Timber Press, Portland, OR, USA.
- [5] Rural Development Administration (RDA). 1990. Climate characteristics.
- [6] Kim, J.H., J.C. Kim, K.C. Ko, K.R. Kim, and J.C. Lee. 1996. An introduction to pomology. Hyangmoonsa, Seoul, Korea.
- [7] Suzuki, A. and N. Kawata. 2001. Relationship between anthesis and harvest date in highbush blueberry. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70:60-62.
- [8] Japanese Blueberry Association (JBA), 1997. Blueberry. Shomorisha, Tokyo.
- [9] Gross, J. 1987. Pigments in fruits, p. 138, 198. Academic Press, Inc., San Diego, CA, USA.
- [10] Kender, W.J. and W.T. Brightwell. 1966. Environmental relationships, p. 75-93. In: P. Eck and N.F. Childers (eds.). Blueberry culture. Rutgers Univ. Press, New Brunswick, NJ, USA.
- [11] Kader, F., B. Rovel, and M. Metche. 1993. Role of invertase in sugar content in highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 26:593-595.
- [12] Kalt, W. and J.E. McDonald. 1996. Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121:142-146.
- [13] Koike, K., S. Ishikawa, and M. Hashiki. 1992. Blueberry, In: An outline of agricultural techniques, fruit tree book 7. A Society of Farming, Forestry and Fishing Village Cultivation, Tokyo, Japan.
- [14] Shimura, I., M. Kobayashi, and S. Ishikawa. 1986. Characteristics of fruit growth and development in highbush and rabbiteye blueberries (*Vaccinium corymbosum* L. and *V. ashei* Reade) and the differences among their cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55:46-50.
- [15] Ballington, J.R., W.E. Ballinger, W.H. Swallow, G.J. Galletta, and L.J. Kushman. 1984b. Fruit quality characterization of 11 *Vaccinium* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:684-689.
- [16] Shutak, V.G., R.E. Gough, and N.D. Windus. 1980. The cultivated highbush blueberry: Twenty years of research. Rhode Island Agr. Exp. Sta. Bull. 428.
- [17] Kushima, T. and M.E. Austin. 1979. Seed number and size in rabbiteye blueberry fruit. HortScience 14:721-723.
- [18] Vander Kloet, S.P. 1983. The relationship between seed number and pollen viability in *Vaccinium corymbosum* L. HortScience 18:225-226.
- [19] Brewer, J.W. and R.C. Dobson. 1969. Seed count and berry size in relation to pollinator level and harvest date for the highbush blueberry. *Vaccinium corymbosum*. J. Econ. Entomol. 62: 1353-1355.
- [20] El-Agamy, S.Z.A., W.B. Sherman, and P.M. Lyrene. 1981. Fruit set and seed number from self- and cross-pollinated highbush (4X) and rabbiteye (6X) blueberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:443-445.
- [21] Lang, G.A. and R.G. Danka. 1991. Honey-bee-mediated cross- versus self-pollination of 'Sharp blue' blueberry increases fruit size and hastens ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:770-773.

※ 본 연구는 2021년 원광대학교 교내연구비  
자원에 의해 수행되었습니다.