Korean J. Plant Res. 28(2):235-242(2015)
http://dx.doi.org/10.7732/kjpr.2015.28.2.235

Print ISSN 1226-3591
Online ISSN 2287-8203

Original Research Article

하이부쉬 블루베리의 품종별 화기 특성 및 형태적 관찰

김수진[1†], 배강순[2†], 고상욱[1], 김호철[2], 김태춘[2*]

[1]농촌진흥청 국립원예특작과학원 과수과, [2]원광대학교 원예산업학과

Morphology and Characteristics of Floral Organ in Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) Cultivars

Su Jin Kim[1†], Kang Soon Bae[2†], Sang-Wook Koh[1], Ho Cheol Kim[2] and Tae-Choon Kim[2*]

[1]Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea
[2]Department of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 540-749, Korea

Abstract - Morphology and characteristics of floral organ in highbush blueberry cultivars were studied to select suitable cultivars of highbush blueberry for domestic cultivation. The stamen consists an anther and a tape-like hairy filament with well-developed trichomes. When the anther was opened, the wall of anther was not dehiscent, and pollen grains were discharged into two tubes. Pollen was mature tetrad type without being separated after meiosis (Late March). The number of pollen granules per anther was 400~1,300, the germination rate was higher in the cultivars having many pollen grains. Pistil was composed of five carpels and a shipper without separate part. The number of ovules per ovary was 39~67, therefore, the coefficient of ranged from 11.6 to 31.0%. The seed pod formation by combination of 'Bluejay' and 'Sharpblue' was higher in the cross-pollination than in the self-pollination.

Key words - Blueberry, Cross-pollination, Floral organ, Morphology, Self-pollination

서 언

국민 소득이 높아짐에 따라 맛으로 소비하는 식품 소비에서 플라보놀, 페놀, 안토시아닌과 같은 폴리페놀류가 많이 함유되어 있어 기능성이 뛰어난 과실이나 채소에 대한 소비 형태로 바뀌면서 안토시아닌 함량이 높은 블루베리에 대한 관심이 증가하고 있다. 현재 블루베리의 국내 재배면적은 1,516 ha로 추정되고 있으며 이 중에서도 50% 정도가 친환경 재배인 것으로 조사되어(Park *et al.*, 2013; Song, 2012) 블루베리가 국내 소비자들 사이에서 건강 기능성 식품으로 각광받고 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 블루베리에 관한 국내 연구는 가공 방법과 기능성에 대한 연구가 많이 진행되고 있는 것에 반해 재배 기술 관련 연구는 번식법(Lee and Lee, 2001), 수분생리(Kim *et al.*, 2004), 차광스트레스에 따른 생육 및 과실 특성(Kim *et al.*, 2011), 화아분화 특성(Bae *et al.*, 2006) 등에 한정되어 있다.

블루베리와 같은 산앵두나무속(*Vaccinium*) 식물은 유전적으로 자가화합성인 종과 자가불화합성인 종이 있으며, 품종 내의 자가불화합성 종의 유전적 비율에 따라 자가 임성률이 달라진다(Lang and Danka, 1991). 국내에서 주로 재배중인 하이부쉬 블루베리 품종은 자가화합성으로 알려져 있어 단일 품종을 식재하는 농가가 대부분이다. 그러나 하이부쉬 블루베리 품종의 대부분이 자가 화합성이나 자가 교배보다 타가 교배 시 수정률이 높고 종자 수도 많다고(El-Agamy *et al.*, 1981; Lang and Danka, 1991) 보고된 바 있으며 자가 및 타가 교배에 따른 착과율에는 영향이 없으나, 종자 수가 많은 과실이 일찍 성숙하고 과중이 무거워 수확량이 증가한다는(Brewer and Dobson, 1969) 보고가 있다.

생산량에 중요한 인자인 착과율은 꽃 모양의 화관 폭이나 공열개의 정단과 주두와의 거리 등과 같은 것에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Eck and Mainland, 1971; Suzuki and Kawata, 2001). 산앵두나무속 식물의 꽃은 크기와 형태가 다양하고(Lyrene, 1994a) 그 중에서도 블루베리의 꽃은 종형(cam-

*교신저자(E-mail) : himssem@hanmail.net
† There authors contributed equally to this work.

ⓒ 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

panulate) 또는 호형(urceolate)으로 은방울꽃과 비슷하다(Lee, 1989). 일반적으로 하이부쉬 블루베리의 꽃은 래빗아이 블루베리의 꽃보다 작으며, 화주 길이도 화관 정단의 높이와 비슷하며 돌출되지 않는다(Lyrene, 1994b). 또한 대부분의 식물에서는 약이 성숙되었을 때 약벽이 종으로 열개되어 화분이 배출되지만, 산앵두나무속 식물의 경우에는 정단부에 관 모양의 열개부를 갖는 공열개(poricidal dehiscence)인 점이 독특하다(Bhojwani and Bhathagar, 1974; Eck and Childers, 1966). 블루베리 꽃은 약의 공열개 부분이 주두와 거리가 멀고, 주두는 깔때기를 뒤집어 놓은 모양이기 때문에 자가 수분보다는 벌에 의한 타가 수분이 유리한 형태로 되어 있다(Ritzinger and Lyrene, 1999). 약내의 화분립은 방화곤충의 날갯짓에 의해 약벽에 진동이 전달되어 그 영향으로 관을 통해 배출되어 곤충의 몸에 부착이 되지만, 직접 주두에는 부착이 어려운 구조로 되어 있어 자가 수분을 방해하고 방화 곤충에 의한 타가 수분을 유도할 수 있도록 진화된 형태라고 할 수 있다(Eck and Mainland, 1971; Lyrene, 1994b; Ritzinger and Lyrene, 1999).

따라서 본 연구는 도입한 하이부쉬 블루베리 품종을 대상으로 품종별 화기 특성을 형태 해부학적으로 관찰하여 고품질 과실 생산 개발을 위한 국내 적합 품종 선발의 기초 자료로 이용하고자 수행하였다

재료 및 방법

포장 조성 및 관리

3년생 삽목묘 하이부쉬 블루베리(*Vaccinium corymbosum* L.) 8품종을 원광대학교 과수원에 재식한 후 실험을 수행하였다. 재식 품종은 하이부쉬 블루베리로 'Bluecrop', 'Sunrise', 'Bluejay', 'Spartan', 'Dixi', 'Jersey', 'Rancocas' 등 7품종과 난지형(southern type) 하이부쉬 블루베리인 'Sharpblue' 1품종 등 8품종이었다.

점토가 많이 포함된 식양토의 과수원 토양에 재식 전에 퇴비 1톤/10a과 복합비료(2212-12) 150 ㎏/10a을 넣은 후 깊이 50 ㎝ 정도로 경운하였다. 재식열은 남북 방향으로, 재식구덩이를 폭 50 ㎝, 깊이 50 ㎝로 판 후 피트모스와 겉흙을 1:1로 혼합하여 2×1.5 m 간격으로 재식하였다. 재식열에 전정지 파쇄목을 멀칭하였고 재식열과 열 사이에는 잡초 방제용 네트(weed stop)를 피복하였으며, 재식열에 발생하는 잡초는 수시로 제거하였다.

관수는 점적관수장치를 설치하여 신초 신장기부터 과실 성숙기까지 3일 간격으로 강우량을 감안하여 충분한 양을 주어 나무가 건조하지 않게 하였다.

새로부터의 과실 피해를 막기 위해 낙화기부터 과실 수확기까지 망 눈금 폭 30 × 30 ㎜, 망사 두께 0.6 ㎜의 그물망을 설치하였다.

형태적 화기 특성

4분자 화분(tetrad pollen)의 발달 과정을 관찰하기 위해 개화 1개월 전인 3월 중순부터 개화 시까지 5일 간격으로 꽃눈을 채취하여 formalin-acetic acid-alcohol (FAA) 고정액에 넣어 보관하였다. 고정액에 보관한 시료를 진공 펌프로 내부 공기를 뽑아 낸 후 9단계로(70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 100, 100%) 에탄올을 이용해 탈수시켰다. 탈수시킨 꽃눈을 n-butanol과 soft-paraffin이 1:1로 섞인 시험관에 넣고 60°C 항온기에서 1~3시간 처리한 후 soft paraffin(melting point (m.p.) 46~68°C)에 꽃눈만 옮겨 넣어 항온기에서 하룻밤 방치하였다. 녹인 hard paraffin (m.p. 56~58°C)에 꽃눈을 옮겨 12시간 이상 처리한 후 조직을 hard paraffin과 함께 포매 상자에 부어 표면에 얇은 막이 생기면 찬물에 신속히 넣어 굳혔다. 완전히 굳으면 포매 상자를 떼어 내고 꽃눈이 잘 보이도록 사다리꼴로 다듬은 후 마이크로톰으로 10 ㎛ 두께로 연속 절편을 만들었다. 젤라틴 풀을 칠하여 건조시킨 슬라이드 글라스에 4% formalin 용액을 떨어뜨린 후 액 위에 절편을 올려 잘 핀 후 58°C에서 24~48시간 건조시켰다. 파라핀을 용해시킨 후 1% Safranin과 0.5% fast green으로 이중 염색하여 광학 현미경 대물 렌즈 10배에서 디지털 카메라로(WB2000, 삼성, 한국) 촬영하여 관찰하였다(Berlyn and Miksche, 1976; O'Brien and McCully, 1981).

수술과 암술의 형태를 관찰하기 위해 FAA 고정액에 보관한 꽃을 진공 펌프로 내부 공기를 뽑아 낸 후 에탄올(50, 75, 90, 95, 100%)로 탈수시켜 isoamyl acetate 전처리하였다. 액화 이산화탄소로 임계점에서 건조한 후 0.1 mb에서 180초간 금 코팅한 후 주사 전자 현미경(SEM; JSM-5410, JEOL. Tokyo, Japan)으로 관찰하였다(Bae and Kim, 2002). 건조된 4분자 꽃가루는 전처리 과정을 거치지 않고 바로 스터브에 올린 후 위와 동일한 조건으로 금으로 코팅한 후 주사전자현미경으로 관찰하였다.

품종별 특성 비교

조사 품종은 하이부쉬 블루베리 4년생 'Bluecrop', 'Bluejay', 'Dixi', 'Jersey', 'Rancocas', 'Sharpblue' 'Spartan', 'Sunrise' 등 8품종이며, 품종별 화총 당 꽃 수를 조사하였다.

소화의 특성으로는 화경 길이, 꽃받침 수와 길이, 화판의 길

이와 폭 등을 조사하였다.

수술의 특성으로는 수술 수와 길이, 약당 꽃가루 수, 꽃가루 발아능력을 조사하였다. 꽃가루 수는 광학 현미경(BX50F-3, Olympus Optical CO., Ltd., Japan) 하(4 ×)에서 슬라이드 글래스 위에 수술을 올려 놓고 커버 글래스를 덮은 다음 약벽을 두드려 꽃가루관으로 빠져 나온 전체 수를 조사하였다. 꽃가루 발아는 10% sucrose와 1% agar 기본 배지에 20 ㎎/L H_3BO_3와 30 ㎎/L $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$를 첨가한 배지(Kwack, 1965)에서 3시간 발아시킨 후 발아 정도에 따라 무(-), 소(+), 중(+++), 다(+++++) 등으로 구분하였다.

암술 특성으로는 화주 길이와 자방 내 배주 수를 조사하였다. 자방 내 배주 수는 자방벽을 칼로 절단 후 각 심피 당 배주 수를 조사한 후 합하였다.

자가 및 타가 수분 정도를 조사하기 위해 개화된 꽃수가 많았던 'Bluejay'와 'Sharpblue'를 대상으로 개화 전에 실내에서 미리 개약시킨 두 품종의 꽃가루로 꽃봉오리 상태에서 꽃잎을 제거한 후 두 품종 간에 인위적으로 자가 및 타가 수분시켰다. 인공 수분시킨 과실은 품종별로 적숙기에 1차 수확한 과실을 대상으로 과실 크기와 무게, 종자 수, 가용성고형물 등을 조사하였다. 가용성고형물 함량은 디지털 굴절당도계(PR-100, Atago Co., Ltd., Japan)로 측정하였다.

결과 및 고찰

하이부쉬 블루베리의 화기 형태를 현미경 상으로 관찰한 결과 수술의 화사(filament)는 판형이었고 모용이 잘 발달되어 있으며, 약은 2엽(lobe) 4실(locule)이었고, 각 엽에 공열개가 관으로 이루어져 있었다(Fig. 1C, D, E). 블루베리의 꽃가루는 개

Fig. 1. Flower of 'Bluecrop' blueberry cultivar (A), photomicrograph of cross section (x4) of ovary (B), tetrad pollen before meiosis (C), after meiosis (D), proximal style (F), tetrad pollen (H), and during germination (J), and viewing under a scanning electron microscope of stamen (E), stigma (G), and tetrad pollen (I) in highbush blueberry. a, anther: f, filament; ㎜, microspore mother cell; o, ovule; os, open space; pt, pollen tube; s, stigma; t, tapetum; tp, tetrad pollen.

약 시 약벽이 터지면서 화분들이 나오는 것이 아니라 벌이나 나비와 같은 곤충들이 약을 건들면서 생기는 압력에 의해 돌출된 두 개의 관으로 꽃가루들이 배출되는 독특한 특징을 지니고 있었다. 화분은 점성이 없어 공열개 관을 타고 쉽게 흘러내리지만(Fig. 1H), 주두에는 점성이 있어 방화 곤충의 몸에 부착되었던 화분은 잘 부착된다(Parrie and Lang, 1992). 블루베리의 화분은 3월 하순경에 감수 분열된 후(Fig. 1D)에 분리되지 않은 채로 성숙한 사분자 화분이었다(Bhojwani and Bhathagar, 1974). 각각의 화분은 발아구가 3개인 3구형 화분(tricolpate pollen)이었으며(Bold *et al.*, 1980), 발아 시에도 4개의 화분립이 분리되지 않고 모두 발아하였다(Fig. 1I, J).

블루베리의 암술 형태(Fig. 1B, F, G)는 5개의 심피(carpel)가 유합되어 하나의 암술을 형성하는 유합 다심피 자예(syncarpous gynoccium)이다(Easu, 1977). 5개의 자방이 화탁에 둘러싸여 있는 점은 인과류와 유사하였지만(Stern, 1994), 5개의 화주와 주두가 유합된 채로 길게 돌출된 점은 인과류인 배나무와는 다른 형태였다(Bae and Kim, 2002). 화주 내부는(Fig. 1F) 부정형으로 중앙부가 비어 있었으며, 그 안쪽 벽에 화분관 전달 조직(conducting tissue)이 5개 형성되어 있었다(Bhojwani and Bhathagar, 1974). 주두의 정단(Fig. 1G)은 돌출된 가운데 부분이 깔때기를 뒤집어 놓은 모양으로 다소 함몰된 형태였다. 따라서 공열개 관으로 배출된 사분자 화분이 주두에 부착되지 않고 흘러내려 자가 수분을 방해하는 형태인 것을(Eck and Mainland, 1971; Lyrene, 1994b) 확인할 수 있었다.

하이부쉬 블루베리의 품종별 소화의 형태적 특성을 보면 'Spartan'의 꽃이 가장 컸으며, 'Rancocas'의 꽃이 가장 작았다(Table 1). 꽃의 L/D율은 'Spartan'과 'Sunrise'가 0.98과 1.13으로 나타나 꽃의 모양이 원형에 가까웠으나 나머지 품종의 꽃의 L/D율은 1.22~1.44로 장형이었다. 블루베리 꽃의 형태는 방화 곤충의 활동 및 수정율과 관련이 있으며(Eck and Mainland, 1971; Ritzinger and Lyrene, 1999), 꽃 길이보다 폭이 넓어 L/D율이 작은 편이 수분에 유리하다(Eck and Mainland, 1971). 따라서 꽃의 L/D율이 1.44로 꽃 직경에 비해 길이가 긴 특징을 보인 'Dixi'가 수분에 불리할 것으로 판단되었다.

화경의 길이는 3.1~8.8 ㎜로 품종간 차이가 컸으며, 'Jersey'가 8.8 ㎜로 가장 길었고 'Rancocas'가 3.1 ㎜로 가장 짧았다. 소화경의 길이가 짧으면 성숙기에 과총 내의 과실이 너무 밀생되어 찌그러진 과실들이 형성되어 과실의 모양에 영향을 주었다. 품종별 꽃받침 수는 대부분 5개였으며, 꽃 중에는 6개인 것도 있었다. *Vaccinium*속 식물은 종에 따라 심피가 4~10개가 모여 과실이 되지만(Austin, 1994) 블루베리는 심피 수가 5개인 것이 정상이다. 그러나 간혹 심피 수가 6개인 꽃도 관찰되었으며, 이때 꽃받침 수도 6개였다.

품종별 수술의 수와 길이, 화주의 길이는 Table 2와 같다. 'Dixi'와 'Sharpblue'의 수술 수는 모든 꽃이 10개로 변이가 없었지만, 그 외의 품종은 11개나 12개인 것이 관찰되어 심피 수가 6개인 꽃도 발생되었다는 것을 알 수 있었다. 수술의 길이는 5.5~7.3 ㎜ 범위였으며, 'Bluejay'와 'Jersey'가 각각 7.0 ㎜와 7.3 ㎜로 길었고, 'Dixi'와 'Spartan'이 각각 5.8 ㎜와 5.5 ㎜로 짧았다. 화주 길이는 7.5~9.8 ㎜ 범위였으며, 'Bluejay'가 가장

Table 1. Diameter, length, size, and L/D ratio of flower, pedicel length, and number and length of calyx in highbush blueberry cultivars

Cultivar	Flower				Pedicel length (㎜)	Calyx	
	Diameter (㎜)	Length (㎜)	Size[z] (㎜³)	L/D ratio		Number	Length (㎜)
Bluecrop	7.4 ± 0.14[y]	9.7 ± 0.11	417.2	1.31	6.5 ± 0.28	5.2 ± 0.13	4.9 ± 0.15
Bluejay	7.8 ± 0.14	10.1 ± 0.13	482.6	1.29	7.7 ± 0.30	5.1 ± 0.10	4.4 ± 0.06
Dixi	7.5 ± 0.20	10.8 ± 0.08	477.1	1.44	6.9 ± 0.50	5.0 ± 0.00	4.9 ± 0.14
Jersey	7.8 ± 0.10	9.5 ± 0.16	453.9	1.22	8.8 ± 0.14	5.1 ± 0.14	4.8 ± 0.06
Rancocas	6.1 ± 0.16	7.6 ± 0.13	222.1	1.25	3.1 ± 0.18	5.2 ± 0.13	3.4 ± 0.09
Sharpblue	6.9 ± 0.08	9.2 ± 0.15	344.0	1.33	7.0 ± 0.33	5.0 ± 0.00	4.4 ± 0.14
Spartan	9.6 ± 0.21	9.4 ± 0.18	680.4	0.98	7.5 ± 0.50	5.1 ± 0.10	4.8 ± 0.13
Sunrise	8.3 ± 0.11	9.4 ± 0.14	508.6	1.13	7.8 ± 0.37	5.0 ± 0.00	5.9 ± 0.11

[z]Size calculated by $1/4\pi$ $(\text{diameter})^2 \times$ length.
[y]Mean vaule ± SE (n = 20).

Table 2. Stamen number and length, style length in highbush blueberry cultivars

Cultivar	Stamen		Style length (㎜)	Distance[z] (㎜)
	Number	Length (㎜)		
Bluecrop	10.8 ± 0.20[y]	6.6 ± 0.13	9.0 ± 0.13	2.4
Bluejay	10.2 ± 0.13	7.0 ± 0.12	9.8 ± 0.17	2.8
Dixi	10.0 ± 0	5.8 ± 0.14	9.0 ± 0.14	3.2
Jersey	10.1 ± 0.34	7.3 ± 0.09	9.2 ± 0.08	1.9
Rancocas	10.3 ± 0.26	6.2 ± 0.09	7.5 ± 0.13	2.3
Sharpblus	10.0 ± 0	6.5 ± 0.09	8.1 ± 0.19	1.6
Spartan	10.1 ± 0.10	5.5 ± 0.22	9.1 ± 0.16	3.6
Sunrise	10.3 ± 0.21	6.7 ± 0.11	9.2 ± 0.12	2.5

[z]Style length − stamen length.
[y]Mean vaule ± SE (n = 10).

Table 3. Number of pollen tetrad per anther and pollen germination in highbush blueberry cultivars

Cultivar	No. of pollen tetrads per anther	Pollen germination[z]
Bluecrop	1,264 ± 61[y]	++++
Bluejay	1,007 ± 57	+++
Dixi	1,023 ± 64	+++
Jersey	410 ± 54	+
Rancocas	475 ± 41	++++
Sharpblue	1,363 ± 45	+++
Spartan	840 ± 26	+
Sunrise	848 ± 48	+

[z]+, low; +++, a slightly high; ++++, high.
[y]Mean ± SE (n = 10).

길었고, 'Rancocas'가 가장 짧았다. 'Rancocas'는 다른 품종에 비하여 꽃의 크기가 매우 작아(Table 1) 수술과 화주의 길이가 짧은 것으로 생각되었다. 꽃가루가 배출되는 공열개의 끝부분과 주두와의 거리가 멀수록 착과율이 낮다는 점으로 보면(Eck and Mainland, 1971; Suzuki and Kawata, 2001), 'Dixi'와 'Spartan'이 3.2 ㎜와 3.6 ㎜로 가장 멀어 수분 및 수정에 불리할 것으로 생각되었다.

블루베리 품종별 약당 사분자 화분 수와 발아력을 조사하였다(Table 3). 품종별 약당 사분자 화분의 수는 400~1,300개로 차이가 컸다. 발아 능력은 'Bluecrop'와 'Rancocas'가 가장 높았으며, 그 다음으로 'Bluejay', 'Dixi', 'Sharpblue'가 비교적 높았다. 그리고 'Spartan', 'Sunrise', 'Jersey'의 발아율이 낮았다. 하이부쉬 블루베리는 4배체 품종으로 그 기원이 북미에 자생하고 있던 종들이 생태 및 지리적 격리에 의해 분화된 많은 2배체 산앵두나무속 종들이 염색체 배가나 종간 잡종에 의해 만들어졌기 때문에 동질 4배체들(autotetraploid)인 경우가 많다(Cockerham and Galletta, 1976). 자연적 염색체 배가에 의해 만들어진 동질 4배체 품종은 임성이 낮고, 종간 교잡에 의해 만들어진 이질 4배체(allotetradploid) 품종은 임성이 높기 때문에(Megalos and Ballington, 1987) 사분자 화분 수와 발아력으로 볼 때, 'Jersey', 'Spartan', 및 'Sunrise'는 이질 배수체보다는 동질 배수체 품종에 가깝다고 생각되었으며, 앞으로 게놈 분석 등으로 확인할 필요가 있다고 판단되었다.

품종별 자방당 배주 수(Table 4)는 39~67개 범위였으며, 'Sunrise'가 67개로 가장 많았고, 'Dixi', 'Jersey', 'Rancocas', 'Spartan' 등이 39~41개로 적은 편이었다. 블루베리는 품종 간에 배주 수의 변이가 크다고 알려져 있지만(Vorsa *et al.*, 1987), 품종 내에서도 변이계수가 11.6~31.0% 정도로 변이 폭이 큰 편이었다. 또한 일반적으로 일찍 수확하거나 크기가 큰 과실일수록 수정된 종자 수가 많다는 보고(Lang and Danka, 1991; Moore *et al.*, 1972; Ritzinger and Lyrene, 1998)가 있어, 자방 내의 배주 수와 성숙 일수 및 과실 크기와 관련이 있을 것으로 생각되었다.

꽃가루 수가 많은 품종이 발아율이 높아(Table 3) 'Bluejay'와 'Sharpblue'를 대상으로 자가 수분과 타가 수분을 시킨 후 적숙기에 종자 수와 과실 특성을 조사하였다(Table 5). 'Bluejay'와 'Sharpblue'는 모두 자가교배 시 종자 수가 각각 8개와 6개로 매우 적었다. 그리고 타가교배 시에는 'Sharpblue'에 'Bluejay'를

Table 4. Ovule number per ovary in highbush blueberry cultivars

Cultivar	Ovule number per ovary			CV[y] (%)
	Range	Mean	SD[z]	
Bluecrop	39-88	58	12.7	21.9
Bluejay	43-62	54	8.2	15.2
Dixi	32-47	41	5.3	12.9
Jersey	26-50	39	12.1	31.0
Rancocas	32-52	40	8.1	20.3
Sharpblue	30-81	56	15.6	27.9
Spartan	27-50	41	8.2	20.0
Sunrise	58-77	67	7.8	11.6

[z]Standard deviation (n = 10).
[y]Coefficients of variation.

Table 5. Number of seeds per fruit, fruit weight, size, and soluble soild content in self- and cross-pollinated 'Bluejay' and 'Sharpblue' blueberry cultivars

Pollination	No. of seeds per fruit	Fruit weight (g)	Fruit size (㎜)		Soluble solid content (°Bx)
			Diameter	Length	
Bluejay × Bluejay	8c[z]	1.2b	13.1b	10.7b	11.7b
Bluejay × Sharpblue	18bc	1.5b	14.3b	11.6b	12.3ab
Sharpblue × Bluejay	41a	2.5a	17.2a	13.8a	13.3a
Sharpblue × Sharpblue	6c	1.4b	13.6b	11.4b	12.9ab

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

교배할 경우 종자 수가 41개였으며, 'Bluejay'에 'Sharpblue'를 교배할 경우에는 종자 수가 18개로 자가교배보다 많았다. 이처럼 'Bluejay'와 'Sharpblue'는 자가 교배보다 타가 교배에서 종자 형성률이 높았다(El-Agamy *et al.*, 1981; Lang and Danka, 1991). 그러나 약당 사분자 화분 수 및 발아력(Table 3)과 배주수(Table 4) 등이 비슷한 두 품종 간에 정역 교배 시 종자 수에 큰 차이를 보인 것은 앞으로 더 검토할 필요가 있다. 과중은 'Sharpblue'를 타가 교배시킨 것이 2.5 g으로 자가 교배시킨 것보다 컸으며 'Bluejay'를 자가 또는 타가 교배시킨 것과 차이가 있었다. 그러나 자가 및 타가 교배에 따른 각 품종에서의 가용성 고형물 차이는 보이지 않았다. 'Sharpblue'에서 자가 교배시킨 과실이 타가 교배시킨 과실보다 작았던 것은 종자 수가 적었기 때문으로 생각되었다(Brewer and Dobson, 1969; El-Agamy *et al.*, 1981).

본 연구는 국내에서 주로 재배중인 블루베리 품종을 대상으로 블루베리의 형태적 및 품종별 화기 특성에 관해 조사하였다. 이상의 결과에서 볼 때 국내 블루베리 생산량을 증가시키기 위해서 블루베리 재배 시 화기 특성을 감안하여 단일 품종을 식재하는 것보다는 타가수분을 유도할 수 있도록 여러 품종을 혼식하는 것이 효과적임을 알 수 있었다. 또한 혼식할 품종을 선택할 때에도 주품종과 개화 시기가 비슷한 품종일 뿐 아니라 타가 수분과 수정에 유리한 품종을 선택해야 할 것으로 판단되었다.

적 요

국내 도입된 하이부쉬 블루베리의 품종 선발의 기초 자료로 활용하기 위하여 블루베리의 형태적 및 품종별 화기 특성에 관해 연구하였다. 블루베리의 수술의 형태를 보면 화사는 판형이었고 모용이 잘 발달되어 있으며, 개약 시 약벽이 열개되지 않고 돌출된 두 개의 관으로 꽃가루가 배출되어 독특하였다. 화분은 3월 하순경에 감수 분열된 후에 분리되지 않은 채로 성숙한 사분자 화분(tetrad pollen)이었다. 약당 사분자 화분립 수는 400~1,300개였으며, 화분립 수가 많은 품종이 발아율도 높은 편이었다. 블루베리의 암술은 5개의 심피로 구성되어 있으며, 화주는

갈라진 부분이 없이 하나였다. 자방당 배주 수는 39~67개 정도였으며, 각 품종별로 변이 계수가 11.6~31.0%로 큰 편이었다. 'Bluejay'와 'Sharpblue'간의 자가 및 타가교배 결과 자가교배보다 타가교배에서 종자 형성률이 높았다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청(과제번호: PJ01127301)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

Austin, M.E. 1994. Potentials of blueberry production in Northeast Asia. Horticulture in Northeast Asia. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35 (SUPPL. I):22-32.

Bae, K.S. and T.C. Kim. 2002. Effect of the number of pollinated styles on the pollen tube growth and fertilization in 'Niitaka' pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:613-616.

Bae, K.S., H.C. Kim, H.J. Lee, B.Y. Lee and T.C. Kim. 2006. Characteristics of flower bud differentiation in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:222-227.

Berlyn, G.P. and J.P. Miksche. 1976. Botanical Microtechniqe and Cytochemistry. The Iowa State University Press. Ames, IA (USA).

Bhojwani, S.S. and S.P. Bhatnagar. 1974. The Embryology of Angiosperms. Vikas Publ. House, New Delhi, India.

Bold, H.C., C.J. Alexopoulos and T. Delevoryas. 1980. Morphology of Plants and Fungi. Harper & Row Publ., New York, NY (USA).

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.

Cockerham, L.E. and G.J. Galletta. 1976. A survey of pollen characteristics in certain *Vaccinum* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101:671-676.

Easu, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY (USA).

Eck, P. and C.M. Mainland. 1971. Highbush blueberry fruit set in relation to flower morphology. HortScience 6:494-495.

Eck, P. and N.F. Childers. 1966. Blueberry Culture. Rutgers Univ. Press. New Brunswick and New Jersey. pp. 102-108.

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.

Kim, S.J., D.J. Yu, J.H. Kim, T.C. Kim, B.Y. Lee and H.J. Lee. 2004. Comparative photosynthetic characteristics of well-watered and water-stressed 'Rancocas' highbush blueberry leaves. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 45:143-148.

Kim, S.J., D.J. Yu, T.C. Kim and H.J. Lee. 2011. Growth and photosynthetic characteristics of blueberry (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) under various shade levels. Sci. Hort. 129:486-492.

Kwack, B.H. 1965. The effect of calcium on pollen germination. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87:818-823.

Lang, G.A. and R.G. Danka. 1991. Honey-bee-mediated cross- versus self-pollination of 'Sharpblue' blueberry increases fruit size and hastens ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:770-773.

Lee, B.Y. and J.G. Lee. 2001. Introduction of blueberry plants and establishment of cutting propagation method. Collection of Treatises in Daesan 9:87-102.

Lee, C.B. 1989. A Pictorial Book of the Korea Plant. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. pp. 603-604.

Lyrene, P.M. 1994a. Variation within and among blueberry taxa in flower size and shape. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:1039-1042.

Lyrene, P.M. 1994b. Environmental effects on blueberry flower size and shape are minor. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:1043-1045.

Megalos, B.S. and J.R. Ballington. 1987. Pollen viability in five Southeastern United States diploid species of *Vaccinium*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:1009-1012.

Moore, J.N., B.D. Reynolds and G.R. Brown. 1972. Effects of seed number, size and development on fruit size of cultivated blueberries. HortScience 7:268-269.

O'Brien, T.P. and M.E. McCully. 1981. The Study of Plant Structure: Principles and selected methods. Termarcarphi Pty. Ltd., Melbourne, Australia.

Park, K.S., S.J. Kim, E.H. Chang, M.S. Ryu, H. Ju, S.C. Lee, T.J. Kang, D.J. Ha, D.S. Jung, K. C. Sung, H.L. Kim and Y.H. Gwon. 2013. Blueberry. RDA. Korea. pp. 23-26.

Parrie, E.J. and G.A. Lang. 1992. Self- and cross-pollination affect stigmatic pollen saturation in blueberry. HortScience 27:1105-1107.

Ritzinger, R. and P.M. Lyrene. 1998. Comparison of seed number and mass of southern highbush blueberries vs. those of their F_1 hybrids with *V. simulatum* after open pollination. HortScience 33:887-888.

Ritzinger, R. and P.M. Lyrene. 1999. Flower morphology in blueberry species and hybrids. HortScience 34:130-131.

Song, K.G. 2012. The cultural status and the industrial prospects on blueberry. Korean J. Plant Res. 5 (SUPPL. I):9.

Stern, K.R. 1994. Introductory Plant Biology. Wm. C. Brown Publishers. England. pp. 105-126.

Suzuki, A. and N. Kawata. 2001. Relationship between anthesis and harvest date in highbush blueberry. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70:60-62.

Vorsa, N., G. Jelenkovic, A.D. Draper and W.V. Welker. 1987. Fertility of 4X × 5X and 5X × 4X progenies derived from *Vaccinium ashei*/*corymbosum* pentaploid hybrids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:993-997.

(Received 6 November 2014 ; Revised 31 December 2014 ; Accepted 16 March 2015)