

대추나무 개화생리와 꿀벌 방화 특성

남재익 · 권해연* · 김문섭 · 김세현

국립산림과학원 산림유전자원부

Flowering Characteristics and Honeybee Visiting of Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill)

Jae Ik Nam, Hae Yun Kwon*, Moon Sup Kim and Sea Hyun Kim

Dept. of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 16631, Korea

(Received 3 November 2015; Revised 23 November 2015; Accepted 25 November 2015)

Abstract

In order to search possibility of *Ziziphus jujuba* Mill. for using a honey plant, the flowering characteristics, nectar secretion, and honeybee visiting of several cultivars of jujube were examined. In most of the investigated cultivars, flowering was started from in early June and the average flowering period was over 40 days. Jujube cultivars were classified as morning-blooming type or afternoon-blooming type. In the case of morning-blooming cultivars, the majority of honeybee visiting time was at about 10:00 a.m. and nearly no honeybees were observed visiting the flowers in the afternoon between 1:00 p.m. and 4:00 p.m. when the weather was high temperatures and low humidity.

Key words: Honey tree, Cultivar characteristics, Flowering period, Chinese jujube, Heterodichogamy

서 론

대추나무(*Ziziphus jujuba* Mill)는 갈매나무과 대추나무속에 속하며, 속에는 약 86종이 있는 것으로 보고되고 있다(Evreinoff, 1964; Johnston, 1972). 갈매나무과에 속하는 종들은 대부분 경제적 이용가치가 매우 적지만, 이들 중 중국대추(*Z. jujuba* Mill.)와 인도대추(*Z. mauritiana* Lam.)는 식량자원, 연료, 양봉, 사료 등의 목적으로 유럽, 아시아, 아프리카 등의 넓은 지역에서 재배되고 있는 이용가치가 높은 종들이다(Adams *et al.*, 1978; von Maydell, 1986).

우리나라에서 재배되고 있는 대추나무는 중국계

대추(*Z. jujuba* Mill.)로 아시아 온대지역에 분포하며 중국, 몽골, 한국, 일본 등에서 주로 재배되고 있다. 대추나무는 관목 또는 아교목성으로 최대 10m까지 성장하며 폭 4m정도의 작은 수관을 형성한다. 줄기에는 털이 없고 탁엽이 변한 한 쌍의 가시가 발달하며, 긴 가시는 곧게 뻗고 작은 가시는 휘는 특징이 있다.

대추나무의 열매인 대추는 9.6~33%의 당분과 0.3~2.5%의 succinic산과 malic산, 2.9%의 단백질 그리고 약 350mg/100g의 비타민C를 포함하고 있다. 이외에도 비타민P, B 및 여러 가지 유용한 양분을 포함하여 다이어트에 효과적이며, 면역력 증가, 신진대사 촉진, 불면증 치료 등에 효과가 있다. 최근에는 높은 항산화

*Corresponding author. E-mail: kwonhy05@korea.kr

효과와 xanthine oxidase 저해 효과, 유선암, 피부암, 폐암 등과 같은 암세포의 증식억제효과 등을 가지고 있는 것이 확인되기도 하였다(김일훈 등, 2011; Na *et al.*, 2001; Eley and Hossein, 2002).

대추나무는 꽃눈의 분화와 개화가 같은 해에 이루어지며 분화된 꽃눈은 20여간 일의 빠른 속도로 발달하여 6월 중순부터 7월 하순까지 40~50일 동안 개화한다(Dhaliwal and Bal, 1998). 꽃차례는 취산화서로서 품종 또는 개체에 따라 화서당 꽃송이 수의 차이를 보이나 평균 9.5송이의 꽃들이 순차적으로 개화하여 약 2주에 걸쳐서 화서 끝까지 모두 개화하게 된다(Ackerman, 1961; Pareek *et al.*, 2007; Wanichkul and Noppapun, 2009). 대추나무의 꿀은 밝은 노란색에 향이 좋고 부드러워 중국에서는 조화밀(棗花蜜)이란 이름으로 거래되며 중동의 여러 국가들에서 190\$/kg선에 거래가 되고 있다(Shenouda, 2004). 이에 중국, 베트남, 태국 등의 동남아시아에서는 이미 대추나무를 이용한 양봉이 활성화 되어 밀원수종으로 각광 받고 있다(William, 2002; Shenouda, 2004).

밀원수종에 대한 연구는 대개 화기구조 및 개화특성에 관한 연구와 꿀벌의 방화 및 화분분비에 관한 연구가 복합적으로 이루어진다. 국내에서는 1980년대 후반 아까시나무, 피나무 등 주요 밀원수종에 대한 화기구조, 화밀특성 등에 관한 연구가 이루어진 바 있다(김과 김, 1987; 정과 김, 1984). 그러나 최근 주요 밀원수종인 아까시나무의 쇠퇴로 인하여 대체 밀원수종의 발굴 및 조성이 요구되고 있으며, 이에 헛개나무, 산수유나무, 매실나무 등을 대상으로 개화, 화밀분비 특성, 꿀벌의 방화 활동 등에 관한 연구가 이루어졌다(류와 장, 2003; 한과 김 2008).

대추나무는 국내 주요 밀원수종인 아까시나무의 개화 종료 후인 6월 중순경 개화가 시작되며, 비슷한 화기구조를 갖는 유망 밀원수종인 헛개나무 보다도 개화기간이 길어 벌꿀의 주년 생산을 위한 보조 밀원수종으로 유용할 것으로 기대된다(한과 김, 2008).

본 연구에서는 과수 생산은 물론 밀원 소득을 복합적으로 얻을 수 있는 대추나무의 개화 생리와 꿀벌(*Apis mellifera*)의 방화 패턴을 조사하여 대추나무를

대체 밀원수종으로 이용하는데 필요한 정보를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

공시재료

개화특성 조사는 경기도 수원시 권선구 오목천동에 위치한 국립산림과학원 산림유전자원부 구내에 조성된 대추나무 클론 보존원에서 국내·외 대추나무 22품종과 변종인 산조(*Z. jujuba* Mill. var. *spinosa*)를 공시수종으로 수행하였으며, 클론별로 1~11본을 조사하였다(Table 1).

대추나무 품종별 개화특성 조사

선정된 대추나무 22품종을 대상으로 2014년부터 2015년까지 2년에 걸쳐 개화 시작일, 개화 종료일, 개화시간, 개화패턴을 조사하였다. 개화기간은 개화 시작일 부터 시작하여 개화 종료일까지의 일수로 산정하였다. 개화시간은 개화 최성기인 6월 중 일출 시간부터 일몰 시간까지(05:00~20:00) 품종별로 관찰, 꽃받침이 완전히 갈라지고 꽃잎이 열리는 시간을 조사하여 오전 개화성 품종과 오후 개화성 품종으로 판별하였다. 대추나무의 개화패턴은 화서에서 개화가 되는 꽃의 수와 한 송이 꽃을 대상으로 개화가 진행되는 과정을 조사·기록하였다.

꿀벌 방화 조사

꿀벌 방화 패턴은 꿀벌의 생활 습성을 고려하여 오전 개화성 품종 중 3본을 무작위로 선정하여 조사하였다. 개화 최성기인 6월 중순에 3일 동안 매일 9시부터 17시까지 한 시간 간격으로 선정된 3개 개화지의 화서에 방문하여 채밀활동을 하는 꿀벌의 수를 각각 10분 동안 30분간 조사하여 그 6배수를 한 시간 동안의 방화수로 추산하였다.

화밀 분비 조사

대추나무의 화밀 분비 패턴을 분석하기 위하여 꿀

Table 1. Cultivar informations and their flowering characteristics

Cultivar name		Source	Flowering period in 2014	Flowering period in 2015	Blooming type
English	Chinese character				
Bokjo	福棗	Korea	06/12 08/04	06/08 07/29	Afternoon
Mudeung	無等	Korea	06/13 08/04	06/09 07/31	Afternoon
Wolchul	月出	Korea	06/13 08/02	06/07 07/30	Afternoon
Geumseong	錦城	Korea	06/14 08/07	06/08 08/01	Afternoon
Boeundaechu	報恩大棗	Korea	06/11 08/04	06/04 08/27	Morning
Daeridaezao	大梨棗	China	06/18 08/06	06/12 08/06	Afternoon
Hoezao	灰棗	China	06/13 08/01	06/11 08/02	Morning
Pazao	婆棗	China	06/12 08/03	06/11 08/02	Afternoon
Panzao	板棗	China	06/11 08/02	06/07 08/01	Morning
Chanhwangdaezao	贊皇大棗	China	06/10 08/02	06/07 08/01	Afternoon
Daebaekryeong	大白鈴	China	06/11 08/07	06/04 07/31	Afternoon
Daemaa	大馬牙	China	06/10 08/05	06/08 08/02	Afternoon
Daegwazao	大瓜棗	China	06/11 08/05	06/04 08/02	Afternoon
Geumsasozao	金絲小棗	China	06/13 08/04	06/11 08/02	Morning
Yurimmokzao	柳林木棗	China	06/10 08/03	06/08 08/03	Morning
Sandongizao	山東梨棗	China	06/23 08/11	06/14 08/10	Morning
Soizao	小梨棗	China	06/18 08/09	06/15 08/12	Morning
Dongzao	冬棗	China	06/18 08/07	06/15 08/05	Morning
Geumsa sin 3	金絲新 3	China	06/14 08/05	06/10 08/01	Afternoon
Geumsa sin 4	金絲新 4	China	06/09 08/02	06/04 07/28	Afternoon
Wonryeong sin 1	圓鈴新 1	China	06/23 08/13	06/10 07/29	Afternoon
Wonryeong sin 2	圓鈴新 2	China	06/16 08/07	06/09 08/03	Afternoon
Sanzao	酸棗	Wild	06/05 07/31	06/03 07/28	Morning

벌 및 곤충에 의한 화밀의 손실을 방지하고자 먼저 교배봉투를 설치하였다. 오전 10시와 오후 4시에 3 μ l capillary tube (Drummond, USA)를 이용하여 선정된 꽃에서 화밀을 채취하였으며, 이를 건조기에 넣어 80°C로 24시간 건조 후 건조화밀양을 조사하였다.

결과 및 고찰

국내·외 대추나무 22품종, 1변종을 대상으로 2014년부터 2015년까지 총 2년에 걸쳐 개화시기를 관찰한 결과 대부분의 품종에서 6월 초에 공통적으로 개화가 시작되었으며, 품종간의 차이가 뚜렷하지 않거나 매년 같은 상태가 유지되지 않았다. 그러나 대추나무의 산조의 경우 국내 주요 재배품종인 복조대추와 비교하여 3~7일 정도 빠르게 개화가 시작되었으며, 중국 품종인 ‘대리대추’, ‘산동이조’, ‘소이조’, ‘동조’ 품종들은 매년 다른 품종들보다 1주일 이상 늦게 개화

가 시작되었다. 또한, 조사된 모든 대추나무 품종들은 50~60일 동안 개화하였으며, 대부분의 품종들이 6월 20일경 개화 최성기를 이루었고 6월말에서 7월초에 착과가 이루어졌다. 그러나 개화가 1주일 이상 늦게 시작한 ‘대리대추’, ‘산동이조’, ‘소이조’, ‘동조’ 품종들의 개화최성기는 7월 초였으며, 착과 또한 2주일 이상 늦게 이루어졌다. 대추나무속 수종들에서 개화는 화서를 구성하고 있는 10여 송이의 꽃들이 한 송이씩 1~2일 간격으로 연속 개화하여 한 개의 화서가 약 20일에 걸쳐 꽃을 피우는 것으로 보고되고 있다(Galil and Zeroni, 1967; Lyrene, 1983; Dhaliwal and Bal, 1998). 이러한 화서 내 꽃들의 순차적인 개화는 동일 개체의 화분 접촉에 의한 근계 교배를 피하기 위한 기작으로 Adgaba(2012)는 야생형 대추인 *Z. spina-christi* Lam을 대상으로 한 연구에서 대추나무의 개화생리는 하루에 피는 꽃의 양을 적게 하여 개화기간을 오래도록 유지함으로써, 화분매개자에 대한 개체 내 꽃들 간의 경



Fig. 1. Various flower visiting insects in jujube flower during flowering period.

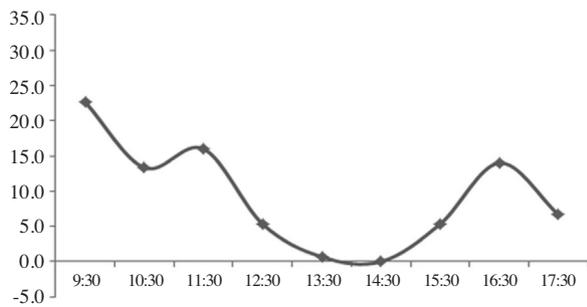


Fig. 2. Average number of visited *A. mellifera* in *Z. jujuba* Mill during 3 days.

쟁을 약화시켜 타가수분의 확률을 높이기 위함이라고 하였다(Adgaba *et al.*, 2012). 본 연구에서 조사된 대추나무 품종들 또한 개화 간격을 달리하여 화서당 약 10일의 개화기간을 유지하였으며, 한 송이 꽃이 2일 이상 지속됨으로서, 기존 연구결과와 유사한 개화패턴을 나타냈다.

대추나무의 개화시간은 품종에 따라 차이를 보였으며, 07시부터 12시 이전까지 개화하는 오전 개화성과 13시 이후부터 18시경까지 개화하는 오후 개화성으로 크게 나뉘었다. 오전 개화성 품종은 ‘보은대추’, ‘금사소조’, ‘소이조’, ‘회조’, ‘동조’, ‘산동이조’, ‘유림목조’, ‘관조’가 있었으며, 오후 개화성 품종은 ‘복조’, ‘월출’, ‘무등’, ‘금성’, ‘대리대추’, ‘찬황대조’, ‘파조’, ‘대과조’, ‘대백령’, ‘금사 신 3호’, ‘월령 신 1호’, ‘월령 신 2호’, ‘금사 신 4호’, ‘대마이’ 품종이 있었다. 국내 재배 품종인 복조계통의 품종들은 모두 오후 개화성임을 확인하였으며, 보은대추 등의 품종이 대추나무의 야생형인 산조와 같은 오전 개화성으로 확인되었다.

대추나무의 개화는 연한 녹색의 꽃받침이 열리고 5장의 꽃잎이 열리며 수술대가 일어나게 되면서 시작된다. 해당 과정은 약 3시간 정도 소요되며, 이 시기에는 생식능력이 없다. 개화 후 4시간이 경과하면 약 3시간 동안 꽃밥이 열개하여 수술의 발달이 시작되며, 개화 7시간 후에는 꽃밥의 활력을 상실하고 수술이 갈색으로 변하며 뒤로 젖혀져 꽃잎 방향으로 떨어지게 된다. 수술이 떨어진 이후에도 암술은 약 2일 동안 활력을 유지하며 수분을 유도하게 된다. 이러한 과정은 수정의 유무에 따라서 차이가 있으나, 수분이 이루어지지 않은 경우 개화 2일차에 약 53%의 암술머리가 갈색으로 변화하며, 3일차에는 95% 이상의 암술머리가 갈색 또는 검은 색으로 변화하여 활력을 상실하는 것으로 보고되고 있다(Ackerman, 1961; Pareek *et al.*, 2007; Wanichkul and Noppapun, 2009).

Adgaba 등의 연구 결과 대추나무속의 화밀 분비량은 암술의 활성화가 시작되는 시기에 가장 많으며, 이후 감소하여 2일 동안 유지된다 하였다. 대추나무는 개화 기간 동안 지속적으로 화밀을 생산하며, 수술이 활성을 띠는 개화 4시간 후 화밀 생산을 본격적으로 시작하고 암술의 활력이 높아지는 개화 7시간 후 화밀 생산이 최고점을 나타낸다. 그러나 더운 여름철 개화하는 대추나무의 특성상 오전 개화성 품종의 경우 암술의 활성화 시간대인 오후 2시에서 오후 5시는 습도가 낮고 고온인 상태이므로 점성이 있는 화밀이 건조해져 수정같이 맑은 당분으로 꽃의 표면에 말라붙게 된다(Adgaba *et al.*, 2012).

본 연구에서 대추나무를 대상으로 화밀 분비 및 꿀

벌의 방화를 조사한 결과 오후 4시에 수집된 화밀의 양이 오전 10시에 비하여 적었는데 이는 앞서 언급된 고온에 의한 화밀 건조의 결과로 사료된다. 이는 꿀벌의 방화 조사에서도 유사한 결과로 나타났다. 대추나무 꽃에는 개미, 꽃등애, 꿀벌 등 다양한 곤충들이 방문 하였으며, 그중 꿀벌의 방문은 오전에 가장 많았으며 화밀이 건조해지는 오후 2시에서 4시 사이에는 방문이 거의 없거나 매우 적은 것으로 나타났다(Fig. 2).

한편 본 연구에서는 오후 개화성 품종에 대한 꿀벌 방화패턴은 조사되지 않았다. 그러나 이들이 대부분의 대추나무속 수종들과 동일한 개화패턴을 나타낸다고 가정할 때, 화밀 분비량은 개화시작 약 7시간 후인 자정 무렵 가장 황성하게 분비될 것이며, 상대적으로 온도가 낮고 습도가 높은 오전 일찍 꿀벌 방화가 가장 많을 것으로 추정된다.

결론적으로 대추나무는 오랜 개화기간과 지속적인 화밀 분비 등의 장점을 지니고 있어 유망 밀원으로 가능성 있는 수종으로 판단되며, 다만 품종에 따라 개화시간을 달리하므로 품종별 꿀벌의 방화 패턴과 화밀 분비 패턴 등에 관한 보다 집중적 연구가 보완되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

밀원수종으로서 대추나무의 특성을 구명하고자 수원지역에 식재된 국·내외 22품종에 대하여 개화특성, 화분 분비 및 꿀벌 방화를 조사하였다. 대부분의 품종들은 6월초 개화를 시작하여 평균 40일 이상 개화하였다. 개화 시간은 품종에 따라서 차이를 보여 오전 개화성 품종과 오후 개화성 품종으로 나뉘었다. 오전 개화성 품종의 경우 꿀벌의 방화는 오전 10시경에 가장 많았으며, 기온이 높고 습도가 낮은 오후 1시에서 4시 사이에 가장 적게 나타났다.

인 용 문 헌

김일훈, 정창호, 박수정, 심기환. 2011. 대추 열매와 잎의 영양성분 및 항산화 활성. 한국식품저장유통학회지 18(3): 341-348.

- 김태욱, 김기중. 1987. 아까시나무의 화밀생산과 수분기작. 한국양봉학회지 2: 82-92.
- 류장발, 장정원. 2003. 산수유와 매실나무에 대한 꿀벌의 방화 활동에 관한 연구. 한국양봉학회지 18(1): 1-4.
- 정영호, 김기중. 1984. 한국산 피나무속 식물의 개화과정과 수분기작. 한국식물학회지 27: 107-127.
- 한진규, 김세현. 2008. 밀원수종 헛개나무의 개화 및 화밀분비 특성. 한국양봉학회지. 23(3): 199-205.
- Ackerman, W. L. 1961. Flowering, pollination, self sterility and seed development of Chinese jujube. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 77: 265-269.
- Adams, R., M. Adams, A. Willens and G. Willerns. 1978. Dry Lands, Man and Plants. Architectural Press, London, U.K.
- Adgaba, N., A. M. Awad and A. A. Al ghamdi. 2012. Nectar of *Ziziphus spina christi* (L.) Willd (Rhamnaceae): dynamics of secretion and potential for honey production. Journal of Apicultural Science 56(2): 49-58.
- Brandis, D. 1874. The Forest Flora of Northwest and Central India. Herbarium of the Royal Botanic Gardens, Kew. Reprinted by Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, 1972. 84-90.
- Dhaliwal, J. S. and J. S. Bal. 1998. Floral and pollen studies in ber (*Ziziphus mauritiana* Lam.). Journal of Research Punjab Agricultural University 35(1): 36-40.
- Eley, J. G. and D. Hossein. 2002. Permeability enhancement activity from *Ziziphus jujuba*. Pharmaceutical Biology 40: 149-153.
- Evreinoff, V. A. 1964. Notes sur le jujubier (*Ziziphus jujuba* Gaertner). Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliqué, 11: 177-187.
- Galil, J. and M. Zeroni. 1967. On the pollination of *Ziziphus spina christi* (L.) Willd. in Israel. Israel Journal of Botany 16: 71-77.
- Johnston, M. C. 1963. The species of *Ziziphus* indigenous to the United States and Mexico. American Journal of Botany 50: 1020-1027.
- Lyrene, P. M. 1983. Flowering and fruiting of chinese jujubes in Florida. HortScience 18: 208-209.
- Na, M., R. An, S. Lee, N. Hong, J. Yoo, C. Lee, J. Kim and K. Bae. 2001. Screening of crude drugs for antioxidative activity. Korean Journal of Pharmacognosy. Korean Society of Pharmacognosy, Kwangju, Korea Republic, 32: 108-115.
- Pareek, S., S. Mukherjee and R. Paliwal. 2007. Floral biology of ber a review. Agricultural Reviews 28(4): 277-282.
- Saudi Arabia's taste for honey, [online] www.fas.usda.gov/info/agexporter/1998/july%201998/saudi.html.
- Von Maydell, H. J. 1986. Trees and Shrubs of the Sahel their characteristics and uses. GT2, Eschborn, Germany.
- Wang, M. and Y. W. Sun. 1986. Fruit trees and vegetables for arid and semiarid areas in northern China. Journal of Arid Environments 11(1): 3-16.

Wanichkul, K. and U. Noppapun. 2009. Floral biology and fruit development of *Ziziphus mauritiana* Lamk. 'Bomple'. p 312-318. In Proceedings of the 47th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, 17-20 March, Kasetsart

University, Bangkok, Thailand.
William, H. 2002. Notes on economic plants. *Economic Botany* 56(2): 198-206.