

황칠나무 꽃의 곤충 방화, 화밀의 분비 특성과 당 함량 및 아미노산 분석

김문섭 · 김혜수 · 김소담¹ · 박상진¹ · 송정호 · 김세현*

국립산림과학원 특용자원연구과, ¹순천대학교 산림자원학과

Pollinator Visit, Characteristics of Secreted Nectar and Analysis of Nectar Sugar and Amino Acid Contents in Flower of *Dendropanax morbifera* Lev.

Kim Moon-Sup, Kim Hyeusoo, Kim So-Dam¹, Park Sang-Jin¹, Song Jeong-Ho
and Kim Sea-Hyun*

Division of Special Purpose Trees, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

¹Department of Forest Resources, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

(Received 3 November 2015; Revised 12 November 2015; Accepted 12 November 2015)

Abstract

This study was conducted to provide a basic data such as honeybee visit and secreted nectar for possibility of development as a honey plant, *Dendropanax morbifera* Lev. The surveyed tree's flowers bloom during 23 days in U-san park, Gwang-yang city in 2014. It is showed that more *Apis mellifera* visited flowers in priority than other pollinators, so the percentage of *A. mellifera* which visited flowers was 69%. And number of visited honeybees per flowering lateral bunch can be assumed 47.3 honeybees for a day. Nectar volume secreted by nectary was 4.5 μ l and dry nectar volume was 0.48 μ l from one flower. Nectar concentration showed 20.9% and sugar contents of a flower is 79.4 μ g, averagely. So, the minimum estimates of honey harvest for a flower was 93.4 μ g. Analysis of amino acid showed that Phenylalanine, Glutamine and Proline were more abundant. Especially, Phenylalanine ratio shows 67.2%. Finally, the surveyed *D. morbifera* is considered as possible sub-honey plant because of its visited honeybee data and nectar characteristics such as nectar sugar and amino acid contents.

Key words: Nectar secretion, Sugar contents, Honey potential, Amino acid contents, Phenylalanine

서 론

벌꿀(Honey)은 꿀벌이 만들어내는 다양한 양봉 생산물 중 하나이며, 꽃의 밀선(Nectary)에서 수집된 화

밀(Nectar)을 꿀벌의 소화생리를 통해 벌집에 저장한 후 숙성시킨 천연감미료이다. 이러한 벌꿀의 재료가 되는 화밀은 분비 기작이 식물마다 조금씩 다르다. 그 중 대표적인 화밀 분비 기작은 광합성작용에 의해 생

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

성된 당 화합물이 밀선 근처에 존재하는 유세포 (Parenchyma cell)에 집적 하게 되고, 해당 세포의 삼투압이 높아짐에 따라 수분요구도가 증가하며, 당의 가수분해가 이루어져 밀선으로 분비되는 것을 화밀이라고 한다. 이러한 화밀은 수분이 80%정도 이루어져 있으며 당, 아미노산, 유기산, 단백질, 지방, 비타민, 미네랄 등이 용해되어 있다(Pacini *et al.*, 2003).

화밀의 양적인 특성 조사는 1950년대 Beutler(1953)로부터 시작되었으며, 국내에서는 정과 김(1984)이 한국산 피나무속 수종들에 대한 연구에서 Micro-capillary tube를 이용하여 화밀을 채취한 바 있다. 최근에는 밀원과 관련된 개화특성, 수분매개자 방화와 화밀 특성 그리고 수확할 수 있는 꿀 추정에 관한 연구가 지속적으로 수행되고 있으며(한 등, 2009; Han *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011; 김 등, 2013; 김 등, 2014a; 김 등, 2014b; Kim *et al.*, 2015), 밀원 식물을 중심으로 화분매개를 목적으로 하는 방화곤충 연구가 보고 되고 있다(Kang *et al.*, 2009).

화밀의 총량, 당 함량과 아미노산의 함량비 등은 수분매개자의 방문 유형을 결정하는 요인으로 보고 있으며(Nicolon *et al.*, 2007), 화밀에서의 주요 당은 이당체인 Sucrose와 6탄당 단당체인 Fructose와 Glucose로 구성된다. 같은 종 안에서 화밀 생산의 변화와 화밀 당도는 개화 단계와 시간에 의해 달라질 수 있다고 보고 된 바 있다(Petanidou *et al.*, 1996). 또한 화밀은 개화 기간 동안에 분비와 중단 그리고 재흡수를 반복할 수 있으며, 그것을 화밀생산의 동태(Dynamic)라고 한다(Wolff *et al.*, 2006). 또한, 전체 화밀 구성에서 아미노산은 당의 함량보다 적게 나타남에도 불구하고 수분매개자에게 화밀의 맛을 결정하는 중요한 역할을 한다(Nicolon *et al.*, 2007). 따라서 식물의 화밀생산 동태는 수분매개자와 함께 진화함을 알 수 있고, 환경변화는 방문하는 수분매개자들의 섭식행동에 영향을 미친다.

황칠나무(*Dendropanax morbifera* Lev.)는 두릅나무과 황칠나무屬에 속하는 난대성 상록활엽수로 우리나라의 남, 서해안 및 도서지역에 천연분포하고 있는 특산수종이다. 꽃은 산형화서 또는 복산형화서로 8~9월에 황백색으로 가지 끝에 달리며 화경의 길이는 3~5cm, 소화경의 길이는 5~10mm 정도이다. 양성화인 꽃은 꽃잎과 수술이 각각 5개이며 꽃받침은 종형

또는 도란형으로 끝이 5개로 갈라진다. 화반에는 밀선이 있고 지방은 5실, 암술대는 5개로서 윗부분까지 합쳐져 있다(이, 2006). 황칠나무에서 채취된 황칠은 천연도료로서 투명하고 광택이 우수하며, 장기적으로 사용하여도 변하지 않아 목공예품의 보존 및 내구성을 유지하는 우수한 도료로서의 가치를 가지고 있다(김, 1998). 또한 최근에는 조경수로서 각광을 받고 있으며, 황칠나무에서 우수한 기능성을 보고하고 있어 개발 가치가 큰 수종이라고 할 수 있다.

현재 한반도의 약 4,176종의 관속식물 중에서 밀원식물은 555종이며(한국양봉협회, 2014), 국내 양봉에서 적극 활용되고 있는 수종은 약 250종이고(김, 1987), 황칠나무는 밀원수종으로서의 가능성이 연구된 바가 없다. 본 연구에서는 밀원수종의 발굴과 밀원의 다양성을 위하여 국내 남부에 자생하고 있는 황칠나무를 대상으로 밀원수종으로서의 가치성을 판단하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

공시재료

전라남도 광양시 광양읍 우산공원에 조성된 황칠나무를 대상으로 실시하였다. 공시 수종의 수령은 15



Fig. 1. Pictures of *D. morbifera* shape and flowers.

년, 수고는 평균 4.5m, 흉고직경은 평균 14.5cm로 정상적으로 생육한 황칠나무 3본을 조사목으로 선정하였다.

개화량 및 곤충 방화 조사

황칠나무의 개화량 조사는 공시목을 대상으로 개화 시작일로부터 종료일까지 4방위에서 조사하였다. 화아발생부터 개화종료까지의 방위별 2개씩 총 24개의 개화지에서 조사일마다 개화된 수를 조사하여 개화율을 나타냈다.

곤충 방화 조사는 조사 적정시기에 08시부터 16시까지 1시간 간격으로 조사를 실시하였으며, 6개의 개화지에서 각각 10분 동안 조사하였고 선정된 개화지의 송이에 방문하여 채밀활동을 한 꿀벌(*Apis mellifera*)을 포함한 수분매개자를 동정하고 방문한 수를 조사하여 각 개화지에서 한 시간 동안의 곤충 방화수를 추정하였다.

화밀 분비량 조사 및 수집

수분매개자에 의한 화밀의 손실을 방지하기 위해 조사 1일 전에 교배봉투를 꽃차례에 씌웠으며, 황칠나무 꽃에서 화밀이 분비하는 패턴을 분석하기 위해서, 8월 15일부터 8월 17일까지 3일 동안 조사하였다. 본 당 20개 이상의 꽃을 대상으로 오전 10시와 오후 4시에 3 μ l capillary tube(Drummond, USA)를 이용하여 선정된 꽃에서 이틀 동안 4회를 채취하였다. 꽃의 생리적 특성상 수정이 될 때까지 화밀이 분비되기 때문에 4회 채취를 기준으로 하였다. 화밀 분비 시작 시점이 다른 2가지 시점(15~16일, 16~17일)에 대해서 총 화밀량과 건조화밀량을 분석하였고 건조화밀량은 화밀을 채취한 후에 3 μ l capillary tube를 오븐기(FO-600M, JEIO TECH, Korea)에서 80°C로 24시간 건조 후 남은 화밀량을 조사하였으며, 각각 조사된 시점에 건조화밀량과 함수율을 조사하였다. 조사과정 중 탈락된 꽃 및 오염된 꽃은 실험의 정확성을 위해 시점별 분비패턴 조사에서 제외시켰다.

또한, 유리당과 유리아미노산 분석을 위해서, 500 μ l microliter syringe(Hamilton, USA)를 이용하여 화밀을

수집하고 채취한 양을 기록한 후 꽃 하나의 화밀량을 추정하였으며 휴대용당도계(GMK-703T, Korea)를 이용하여 화밀 당도를 측정하였다. HPLC 분석 전까지 화밀을 0.45 μ m membrane filter에 필터링 한 후 80% 알코올을 채워 Eppendorf vial에 수집한 화밀을 고정한 다음 초저온냉동고(-70°C)에 보관하였다.

유리당 함량 분석

수집된 화밀 시료를 0.45 μ m syringe filter(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 HPLC(Dionex ultimate 3000, Dionex, USA)를 이용하여 분석하였다. 이동상으로는 3차 증류수를 사용하였고, 유속은 0.5ml/min으로 하였으며, 오븐 온도는 80°C로 설정하였다. Shodex Ri-101 detector(Japan)로 검출하였으며, Aminex 87P column(300mm \times 7.8mm/Bio-rad, USA)을 사용하였다. 함량은 적분계에 의한 외부표준법으로 계산하였으며, 표준품으로는 Sucrose, Glucose, Fructose(Sigma, USA)을 사용하였다.

유리아미노산 분석

채취된 화밀 시료의 아미노산을 O-phthalaldehyd(OPA)-Fluorenylmethyl chloroformate(FMOC) 유도체화하여 분석하였다. Borate buffer, OPA/Mercaptopropionic acid(MPA), FMOC 시약에 시료를 단계적으로 혼합한 다음, 0.45 μ m syringe filter (Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 HPLC(1200 series, Aglient, USA)를 이용하여 분석하였다. 이동상은 10mM Na₂HPO₄, 10mM Na₂B₄O₇ · 10H₂O가 포함된 A용액(pH 8.2)과 Water: Acetonitrile:Me thanol=10:45:45로 혼합된 B용액에 대하여 A용액:B용액으로 초기 100:0(v/v, %)에서 26~28분에 55:45, 28~30.5분에 0:100, 30.5분부터는 100:0으로 구배 조건을 설정하였다. 유속은 1.5ml/min으로 하였고 주입량은 1ml 설정하였으며 컬럼 온도는 40°C로 설정하여 Inno C18 column (Innopia, Korea, 4.6mm \times 150mm, 5 μ m)을 사용하였다. 검출기는 자외선 검출기와 형광 검출기를 연결시켜, 자외선은 338nm에서, OPA유도체는 방출 파장은 450nm, 여기 파장은 340nm, FMOC유도체의 방출 파장은 305nm,

여기 파장은 266nm에서 검출하였다.

결과 및 고찰

개화량 및 곤충 방화 분석

2014년 광양시 광양읍 우산리에 식재된 황칠나무의 전체 개화는 8월 8일부터 8월 31일까지 약 23일간 지속되었다. 본 연구 조사목의 개화는 8월 8일부터 8월 22일까지 15일간 지속되었으며 8월 15일에서 17일까지 화밀 특성 조사를 실시하였고 16일에 곤충방화 조사를 실시하였다(Fig. 2). 황칠나무는 꽃 송이 주변 부에서 하나씩 개화하는 특성을 가지고 있고, 조사시기가 장마기간과 겹치기 때문에 조사할 수 있는 꽃수를 확보하기 위해서 개화기간 초기에 조사를 실시하였다.

황칠나무의 꽃을 방문하는 곤충들은 꿀벌(*Apis mellifera*), 호박벌(*Bombus ignitus*), 말벌과(Vespidae), 꽃등에과(Syrphidae) 등이 방문하였으며 주로 꿀벌과 말벌류의 방문이 많았다. 조사 시점에 하나의 개화지에

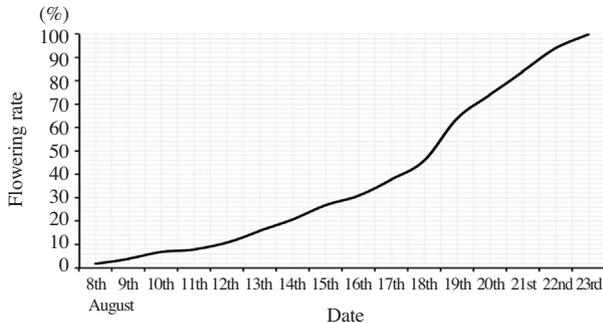


Fig. 2. Flowering rate of *D. morbifera*.

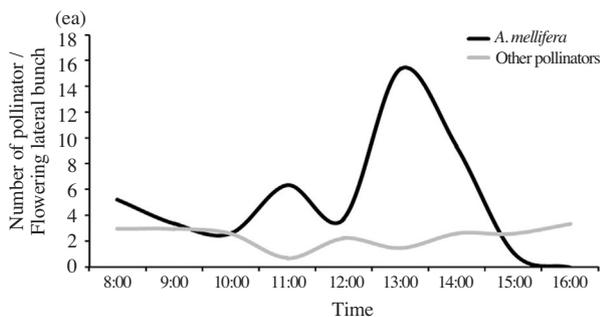


Fig. 3. Visited number of pollinators on flowering lateral bunch of *D. morbifera*.

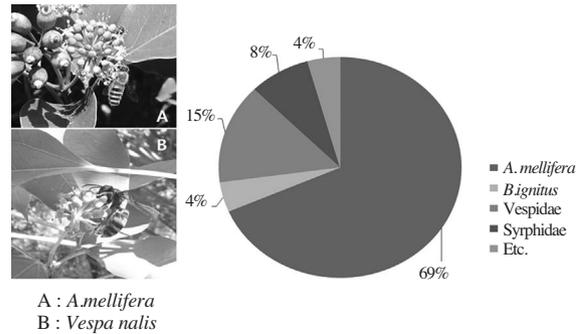


Fig. 4. Picture of major pollinators and ratio of visited pollinators on flowering lateral bunch of *D. morbifera*.

서 시간대별 꿀벌과 기타 방화곤충의 방화수를 조사한 결과는 다음과 같다(Fig. 3).

8월 16일 하루 동안 개화지 하나에서 방문한 꿀벌은 47.3마리, 기타 수분매개자는 21.8마리로 추정되었으며, 꿀벌의 최대 방화시간은 13시와 14시 사이였다. 이와 동일한 방법으로 조사된 아까시나무의 하루 동안 송이 당 꿀벌 방화수는 372마리, 피나무, 찰피나무, 섬피나무는 각각 458마리, 488마리, 290마리, 팡나무는 220마리, 때죽나무는 160마리 등으로 보고되고 있어(한 등, 2009; Han *et al.*, 2010; 김 등, 2013; 김 등, 2014b; Kim *et al.*, 2015), 황칠나무는 보고된 수종들과 비교하여 상대적으로 꿀벌 방화수가 적은 것으로 나타났다.

하지만 방화곤충 중에서 벌꿀 생산에 직접적으로 연관된 꿀벌의 방화수가 69%의 가장 높은 비율로 나타났다으며, 말벌과(Vespidae), 꽃등에과(Syrphidae), 호박벌(*B. ignitus*), 기타 방화곤충 순서로 방문 비율이 높게 나타났다(Fig. 4). 황칠나무의 개화시기는 대부분 우기와 겹치고, 다른 수종과 달리 본 조사 시점에서 상대적으로 적은 방화곤충들이 관찰되었다. 수종별 방화곤충의 비교는 지리적, 기후적인 요인 등에 의해서 직접 비교는 어려우나, 해당 수종의 꿀벌의 선호도를 파악하여 밀원 수종의 가능성을 간접적으로 판단할 수 있었다.

화밀 분비 특성

3일 동안 화밀분비량을 조사하였으며 황칠나무 꽃 하나에서 2일 동안 시간대별로 화밀 분비 패턴을 나

Table 1. Pattern of secreted nectar volume of total and dry nectar per flower during the 2 days (unit: μ l)

Characteristics	8/15		8/16		8/17		Total
	10h	16h	10h	16h	10h	16h	
Total nectar	1.58 ± 2.49*	0.49 ± 0.90	0.47 ± 0.70	1.49 ± 1.51			4.03
Dry nectar	0.09 ± 0.13	0.05 ± 0.08	0.05 ± 0.06	0.22 ± 0.14			0.40
Total nectar			3.01 ± 2.51	1.72 ± 2.10	0.03 ± 0.08	0.23 ± 0.56	4.99
Dry nectar			0.27 ± 0.18	0.24 ± 0.27	0.00 ± 0.01	0.04 ± 0.09	0.55

*expressed Mean ± S.D.

타낸 결과는 Table 1과 같다.

대부분 밀원수종의 화밀 분비는 오전 시간대에 많이 분비되는 것으로 알려져 있으나(Kim *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2012; 김 등, 2013; 김 등, 2014b), 황칠나무 꽃의 이틀 동안 화밀 분비는 시간대와 개화 시점에 따라 일정한 패턴을 보이지 않았다.

8월 15일에 개화가 시작한 꽃에서 꽃 하나 당 이틀 동안 분비되는 총 화밀량은 4.03 μ l를 나타냈으며, 8월 16일에 개화가 시작한 꽃에서는 4.99 μ l를 나타내어 꽃 하나 당 평균 4.5 μ l가 분비됨을 알 수 있었다. 같은 방법으로 조사를 실시했던 수원 지역 15년생인 섬피나무와 중국 산사나무 꽃의 총 화밀량인 12 μ l와 13.8 μ l의 결과와 10년생 찰피나무의 총 화밀량인 18.4 μ l의 결과를 비교하였을 때 상대적으로 적은 화밀 분비량을 나타냈다(Han *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011; 김 등, 2013). 총 화밀량은 환경적, 기후적인 요인과 꽃의 형태학적 특성에 따라서 영향을 많이 받기 때문에 수종 간의 비교는 상당히 어렵다. 하지만 화밀 내 수분함량 및 당 함량 등이 수분매개자들의 화밀 섭식에 영향을 주기 때문에 밀원수종으로의 가능성을 판단하기 위해서는 화밀분비량 조사는 필요하다(Pacini *et al.*, 2003).

또한, 총 화밀량에서 함유율은 평균 88.1%를 나타냈으며, 황칠나무 꽃의 건조 화밀량은 각각 0.40 μ l와 0.55 μ l로 나타나 꽃 하나당 평균 0.48 μ l의 건조 화밀량이 분비됨을 알 수 있었다. 이 결과도 피나무 2.0 μ l, 섬피나무 1.0 μ l의 결과와 비교하였을 때 적은 건조 화밀량을 나타냈다. Nepi and Stpiczynsk(2007)에 의하면 식물체는 환경변화에 따라 화밀농도의 항상성을 유지하도록 하며 그 이유는 생태적으로 수분매개자를 유인하고, 당의 농도를 조절하여 식물체에 대한 에너지 균형을 유지하기 위함이라고 보고된 바 있다. 따라서 밀원수종의 선발 또는 개체 선발을 위해서는 기상인자에 영향을 많이 받는 총 화밀량보다는 조금 덜 받는 건조화밀량과 꽃 하나 당 유리당 함량이 주요 판단인자가 되어야 한다(Kim *et al.*, 2012).

화밀 유리당 함량 및 꿀의 양 추정

8월 16일부터 17일까지 Microliter syringe, 휴대용 당도계와 HPLC에 의해 조사된 황칠나무의 꽃 하나 당 화밀량과 당도 그리고 화밀 내 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 16일 17시에는 60개의 꽃에서 240 μ l를 수집하여 꽃 하나당 4.0 μ l의 화밀량을 추정하

Table 2. Nectar composition and estimated sugar contents and honey production based on nectar characteristics in the floral nectar of *D. morbifera*

Characteristics	Date / (Time)			Average
	8.16 / (17:00)	8.17 / (10:00)	8.17 / (17:00)	
Sample size (flower)	60	21	61	
Collected nectar volume (μ l/flower)	4.0	2.4	2.1	2.8
Nectar concentration (w/w%)	23.6	16.0	23.2	20.9
Amount of free sugars (μ g/ μ l)	29.1	25.6	28.6	27.8
Sugar contents of flower (μ g/flower)*	116.3	61.0	61.0	79.4
Honey potential (μ g/flower)	136.8	71.7	71.7	93.4

*Collected nectar volume (μ l/flower) × Amount of free sugars (μ g/ μ l)

Table 3. Amino acids on nectar in flower of *D. morbifera*

Amino acid	Date / (Time)			Average of percentage on total amino acid
	8.16 / (17:00)	8.17 / (10:00)	8.16 / (17:00)	
Percentage of amino acid (%)				
Aspartate	0.9	0.7	0.9	0.8±0.1
Glutamate	1.1	1.2	2.2	1.5±0.6
Asparagine	2.4	1.5	3.5	2.5±1.0
Serine	3.4	2.0	3.1	2.9±0.7
Glutamine	10.8	8.8	13.5	11.0±2.3
Histidine	1.5	1.6	2.2	1.8±0.4
Glycine	1.0	0.3	0.5	0.6±0.3
Threonine	1.0	0.7	1.1	0.9±0.2
Arginine	0.2	0.1	0	0.1±0.1
Alanine	1.3	1.1	1.3	1.2±0.1
GABA	0.5	0.2	1.0	0.6±0.4
Tyrosine	1.9	1.0	1.6	1.5±0.4
Valine	1.0	0.5	1.0	0.8±0.3
Methionine	0	0	0	0
Tryptophan	0	0	0	0
Phenylalanine	66.8	76.4	58.3	67.2±9.1
Isoleucine	1.0	0.5	0.9	0.8±0.3
Leucine	1.2	0.7	1.1	1.0±0.3
Lysine	0	0	0	0
Hydroproline	0	0	0	0
Proline	4.2	2.5	7.8	4.8±2.7
Sum	100	100	100	100

였고 수집한 화밀의 화밀농도는 23.6%를 나타냈다. 17일 10시와 17시에는 각각 꽃 하나 당 2.4 μ l와 2.1 μ l의 화밀량을 추정하였고 화밀 농도는 각각 16.0%, 23.2%를 나타냈다.

단위 용량 당 유리당 함량은 화밀을 수집한 3시점에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 평균적으로 27.8 μ g/ μ l의 유리당 함량을 산출할 수 있었다. Microliter syringe로 화밀을 수집하여 추정된 꽃 하나 당 화밀분비량과 HPLC에 의해 분석된 단위용량 당 유리당 함량을 곱해주면 8월 16일 17시에는 116.3 μ g, 17일 10시와 17시에는 각각 61.0 μ g으로 나타났으며 평균적으로 79.4 μ g의 꽃 하나 당 당함량을 산출할 수 있었다. 이와 동일한 방법으로 조사된 쉬나무는 수꽃이 48.0 μ g, 암꽃이 37.8 μ g을 나타내어 그 결과와 비교했을 때 황칠나무 꽃에서 상대적으로 많은 꽃 하나 당 당함량이 산출되었으며, 때죽나무의 꽃 하나 당 당함량 71.0 μ g과 비교했을 때 상대적으로 적은 꽃 하나 당 당함량이 산출되었다(김 등, 2014a; Kim *et al.*, 2015).

이와 같은 결과는 기후적, 식물 생리학적인 종 또는 개체 특이적인 요인에 의해 크게 영향을 받을 수 있기 때문에 직접 비교는 어렵지만 간접적으로 수종별로 꽃 하나 당 당함량을 산출하여 비교할 수 있었다.

Petanidou(2003)는 화밀 당량에서 비례식(85:100)을 통하여 꿀의 양을 추정할 수 있다고 하였고, 화밀 당량이 85% 이상 농축되면 꿀의 레벨로 도달한다고 하였다. 이러한 결과를 토대로 황칠나무 꽃 하나당 93.4 μ g의 꿀 수확량을 추정할 수 있었다. 이러한 결과는 꽃 하나에서 1회 채취한 결과이기 때문에 최소한의 꿀 수확량을 나타낸 것이다. 화밀은 수정이 이루어질 때까지 계속적으로 분비되며 그 시기에 꿀벌의 섭식은 한 번 이상 이루어지므로 본 연구 결과보다 더 많은 꿀의 양을 수확할 수 있다. 또한 꿀이 만들어지는 것은 꿀벌의 소화생식과 연관이 있지만 개략적으로 꿀의 양을 추정하였고, 우리나라에서 생육하는 밀원식물을 대상으로 화밀 특성에 의한 꿀의 양을 추정하기 위한 추정식 개발 연구가 필요하다고 판단된다.

아미노산 함량비 분석

황칠나무 꽃의 3 시점에 대한 화밀의 아미노산의 함량비를 분석한 결과는 Table 3과 같다.

황칠나무 화밀에서는 Phenylalanine, Glutamine, Proline 순으로 많은 함량이 검출되었고 이들의 함량이 전체 아미노산의 83%를 차지하였으며, 특히 Phenylalanine의 함량비가 67.2%로 특이적으로 높은 결과를 나타냈다. 또한 Methionine, Tryptophan, Lysine, Hydroproline 등 4종의 아미노산은 검출되지 않았다. GABA(Gamma aminobutyric acid)와 Phenylalanine은 지중해 지역 대부분 식물의 화밀 아미노산 중 꿀벌과와 가위벌과의 선호도에 큰 비중을 차지하는 것으로 알려져 있으며(Petanidou *et al.*, 2006), 본 연구에서는 GABA가 평균 0.6% 함량비를 나타냈고, Phenylalanine은 가장 많은 함량비를 나타낸 반면, 국내의 결과 중에서 쉬나무 수꽃과 암꽃 화밀에서는 Phenylalanine이 검출되지 않았으며, 때죽나무 화밀의 경우 1.0%를 차지한 결과와 비교하였을 때 다소 특이적이라고 할 수 있다(김 등, 2014a; Kim *et al.*, 2015). 이 결과는 수종 특성 및 환경적, 지리적인 차이로 인하여 아미노산 구성에 차이가 있다고 판단된다. 아미노산은 수분매개자들에게 화밀의 맛을 결정하는 중요한 역할을 하기 때문에 황칠나무 화밀의 아미노산 조성 차이로 인해서 꿀벌 방화에 영향을 미친다고 판단된다. 아미노산의 함량 차이는 기후적, 환경적인 영향을 받기 때문에 밀원수의 정확한 가능성 판단을 위해서는 아미노산 함량에 따른 꿀벌의 섭식 행동에 관한 연구를 지속적으로 수행해야 할 것이다.

적 요

본 연구는 황칠나무의 밀원수종 개발 연구의 기초 자료를 확보하고자 전라남도 광양시 우산공원에 식재된 황칠나무를 대상으로 꿀벌 방화와 화밀분비 등 밀원수종의 가능성을 조사하였다. 2014년 광양시 우산공원에 식재된 전체 황칠나무의 개화기간은 23일이었다. 전체 방화곤충 중에서 꿀벌 방화 비율이 69%를 나타냈으며, 하루 평균 개화지 한 개에서 47.3마리

의 꿀벌 방화가 조사되었다. 꽃 하나에서 총 화밀량은 평균 4.5 μ l가 분비되었으며, 건조화밀량은 0.48 μ l가 분비되어 총 화밀량의 함수율은 평균 88.1%로 나타났다. 또한, 화밀 당도는 20.9%, 단위 용량 당 유리당 함량은 79.4 μ g/ μ l임을 알 수 있었으며, 이를 통해 꽃 1개에서 최소 93.4 μ g의 꿀을 수확할 수 있을 것으로 추정하였다. 아미노산 분석 결과, Phenylalanine, Glutamine, Proline 순으로 많은 함량이 검출되었고 이들의 함량이 전체 아미노산의 83%를 차지하였다. 특히 Phenylalanine의 함량비가 67.2%로 특이적으로 높은 결과를 나타냈다.

본 공시수종인 황칠나무는 조사과정에서 다른 수종과 달리 상대적으로 적은 꿀벌 방화가 관찰되었다. 또한, 화밀 당 함량 및 아미노산 함량비를 고려하였을 때 주요 밀원수종보다는 보조 밀원수종으로서 분류할 수 있으며, 이러한 결과들을 토대로 보조 밀원수종으로서의 가치성을 확인할 수 있었다.

인 용 문 헌

- 김문섭, 김세현, 송정호, 김혜수. 2013. 섬피나무의 꿀벌 방화 및 화밀 분비 특성과 기상과의 관계. 한국양봉학회지 28(5): 33-37.
- 김문섭, 김세현, 송정호, 김혜수. 2014a. 밀원수종 쉬나무 수꽃과 암꽃의 화밀분비량, 당 함량 및 아미노산 분석. 한국임학회지 103(1): 43-50.
- 김문섭, 김세현, 송정호, 김혜수, 오득실. 2014b. 광나무 꽃의 꿀벌 방화와 화밀 분비 특성. 한국양봉학회지 29(4): 279-285.
- 김세현. 1998. 황칠나무의 생태 및 우량개체 선발에 관한 연구. 경상대학교 대학원 박사학위논문. 134pp.
- 김태욱. 1987. 밀원식물, 동계양봉대학교재, 한국양봉과학연구소. 159-196.
- 이창복. 2006. 대한식물도감 상. 향문사. pp. 808.
- 정영호, 김기중. 1984. 한국산 피나무속 식물의 개화과정과 수분기작. 한국 식물학회지 27: 107-127.
- 한국양봉협회. 2014. <http://www.korapis.or.kr>.
- 한진규, 강문수, 김세현, 이갑연, 백을선. 2009. 경기도 수원 지역 아까시나무의 개화, 꿀벌방화 및 화밀분비 특성. 한국양봉학회지 24(3): 147-152.
- Beutler, R. 1953. Nectar. Bee World. 34: 106-116, 128-136, 156-162.
- Han, J., Kang, M. S., Kim, S. H., Kim, C. S. and Lee, K. Y. 2010. Flowering blossom and nectar secretion characteristics of nectar source on *Evodia daniellii* Hemsl in Suwon.

- Korean Journal of Apiculture 25(3): 223 227.
- Kang, M. S., Han, J., Kim, S. H., Lee, K. Y. and Baik, E. S. 2009. Effects of pollinators on the fruit production of Korean black raspberry. Korean Journal of Apiculture 24(3): 153 158.
- Kim, M. S., Kim, S. H., Han, J., Kang, M. S. and Park, Y. K. 2011. Honeybee visit and nectar secretion characteristics of the Chinese hawthorn, *Crataegus pinnatifida* Bunge. Korean Journal of Apiculture 26(1): 11 14.
- Kim, M. S., Kim, S. H., Han, J. and Kim, J. S. 2012. Analysis of secretion quantity and sugar composition of nectar from *Tilia amurensis* Rupr. Korean Journal of Apiculture 27(1): 79 85.
- Kim, M. S., Kim, S. H., Song, J. H., Kwon, H. Y. and Kim, H. 2015. Honeybee visiting and floral nectar characteristics of *Styrax japonicus* Sieb. & Zucc. Korean Journal of Apiculture 30(1): 13 20.
- Nepi, M. and M. Stpiczynska. 2007. Nectar resorption and translocation in *Cucurbita pepo* L. and *Platanthera chlorantha* Custer (Rchb.). Plant Biology 9: 93 100.
- Nicolson, S. W., Nepi, M. and Pacini, E. 2007. Nectar production and presentation. Nectaries and Nectar. pp. 167 214.
- Pacini, E., Nepi, M. and Vesprini, J. L. 2003. Nectar biodiversity: a short review. Plant System Evolution 238: 7 21.
- Petanidou, T., Van Laere, A. J. and Smets, E. 1996. Change in floral nectar components from fresh to senescent flowers of *Capparis spinosa* (Capparidaceae), a nocturnally flowering Mediterranean shrub. Plant System Evolution 199: 79 92.
- Petanidou, T. 2003. Introducing plants for bee keeping at any cost? Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. Plant System Evolution 238: 155 168.
- Petanidou, T., Van Laere, A. J., Ellis, W. N. and Smets, E. 2006. What shapes amino acid and sugar composition in Mediterranean floral nectars?. Oikos 115: 155 169.
- Wolff D., Witt, T., Jurgens, A. and Gottsberger, G. 2006. Nectar dynamics and reproductive success in *Saponaria officinalis* (Caryophyllaceae) in southern Germany. Flora 201(5): 353 364.