



## 남부권역 유망 밀원수종 광나무와 아왜나무의 밀원가치 평가

김영기, 나성준, 권해연, 박완근<sup>1,\*</sup>

국립산림과학원 산림특용자원연구과, <sup>1</sup>강원대학교 산림환경과학대학

## Evaluation of Honey Production of *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki* in the Southern Part of Korea

Young-Ki Kim, Sung-Joon Na, Hae-Yun Kwon and Wan-Geun Park<sup>1,\*</sup>

Special Forest Resources Division, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Republic of Korea

<sup>1</sup>College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

### Abstract

This study evaluated the honey value by analyzing the secreted nectar volume, and sugar content in the floral nectar of *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*, promising honey plants in the southern part of the Korea. As for the flowering period, *L. japonicum* bloomed for 16 days from June 2 to June 17, and the *V. odoratissimum* bloomed for 10 days from June 8 to June 17. Although the flowering period overlapped somewhat, each of the peak flowering period (flowering rate 30~70%) was different, so it is considered positive in extending the harvesting period. The amount of nectar per flower was secreted with  $0.76 \pm 0.07 \mu\text{L}/\text{flower}$  of *L. japonicum* and  $0.52 \pm 0.08 \mu\text{L}/\text{flower}$  of *V. odoratissimum*, and both species secreted nectar for two days. The free sugar content (mg/flower) per flower was  $0.63 \pm 0.09 \text{ mg}/\text{flower}$  in *L. japonicum* and  $0.45 \pm 0.15 \text{ mg}/\text{flower}$  in *V. odoratissimum*. Considering the number of flowers and growth characteristics, the estimated honey production was about 120.4 [103~146] kg/ha in *L. japonicum* and 125.4 [67~247] kg/ha in *V. odoratissimum*, respectively. These results show that *L. japonicum* and *V. odoratissimum* can be utilized as major honey plants to increase honey production from early to mid-June in the southern part of the Korea.

### Keywords

Apiculture, Honey plants, Honey yield, Nectar secretion, Sugar content

## 서 론

국내 양봉산업의 현황을 살펴보면 양봉농가 수는 2013년(19,903가구)부터 2018년(26,487가구)까지 매년 5.5%씩 증가하였고, 양봉군수 역시 2013년(176만 군)부터 2018년(259만 군)까지 연평균 7.7%씩 증가하여 국내 양봉산업의 규모는 점차 커지는 추세이다(이 등, 2019). 국내 벌꿀 생산량은 2014년 24,614톤에 달하고 벌꿀 생산액은 약 3,692억 원으로 추정되었으나 이후 점차 감소하는 추세를 보이고 있으며, 2018년에는 벌꿀 생산량 9,685톤,

생산액 2,597억 원으로 크게 감소하였다. 뿐만 아니라, 주요 국가별 봉군당 꿀 생산량(kg)은 베트남(59.7), 캐나다(57.1), 중국(54.9) 순으로 높게 나타나는 반면, 우리나라에는 12.9 kg에 불과하여 국외 대비 매우 낮은 벌꿀 생산성을 나타내고 있다(이 등, 2019).

이처럼 국내의 양봉산업의 규모는 점차 커지는 반면, 벌꿀 생산량과 생산액은 오히려 감소하였는데, 이는 밀원자원 부족과 더불어 벌꿀 생산량의 70% 이상을 아끼시나무 단일 밀원에 의존하는 구조로 인해 발생하는 문제로 지적되고 있다(이 등, 2019). 우리나라는 황폐화된 산

림 녹화를 위해 1980년대까지 약 32만 ha에 아까시나무를 조림하여 양봉업계가 큰 호황을 누렸으나, 기존에 식재된 아까시나무의 노령화 및 자연적 쇠퇴, 조림기피 현상 등으로 분포면적이 감소하여 현재는 약 2만 1천 ha에 불과하다(Kim et al., 2021). 또한, 아까시나무 개화시기에 갖은 강우 및 저온현상 등 꿀벌의 채밀활동에 부정적인 기후환경으로 인해 2019년과 2020년 천연꿀 생산량은 평년(18,068톤) 대비 12.9~19.1%로 급감하였다(김 등, 2021).

이와 같은 국내 양봉산업의 문제점을 탈피하기 위해 다양한 밀원수종의 발굴과 식재 확대에 대한 요구가 증가하고 있다. 오 등(2016)은 지역별 밀원수 확보 필요성에 대해 언급하였으며, 한(2014)은 국내 양봉산업 활성화를 위해 밀원수 부족 문제를 가장 시급히 해결해야 한다고 지적하였다. 다양한 밀원수종을 발굴하고 개화시기가 다른 수종들을 골고루 식재하는 것은 양봉 생산성 증진 효과와 더불어 급격한 환경변화에 대한 충격 완화 및 양봉농가 소득 안정 측면에서 매우 중요하다. 따라서, 국내의 밀원수 발굴 및 확대에 대한 요구를 충족하고 양봉산업의 발전과 양봉농가의 소득증대를 도모하기 위해 『양봉산업의 육성 및 지원에 관한 법률(이하 양봉산업법)』이 2020년 시행되었다. 해당 법률은 국가와 지자체가 양봉산업 경쟁력 확보 및 지속적 성장을 위해 종합계획을 수립하고 밀원식물을 보호하고 육성·보급해야 한다는 책무(법 제3조)와 더불어 양봉산업 관련 기술 개발로써 밀원식물의 선발 및 품종개량 연구(법 제9조) 수행을 명시하고 있다. 또한 밀원식물의 범위를 초본 15종, 목본 25종과 그 밖에 양봉산업 육성을 위해 조성할 필요가 있는 종으로 구분하여 국내 밀원수림 조성을 장려하고 있다(양봉산업법 시행 규칙 제2조). 지금까지 우리나라에서 밀원식물로 알려진 종은 최대 625종에 달하는 것으로 보고되었지만(김과 이, 1989; 장, 2008), 밀원식물의 가치 평가에 관한 연구는 극히 일부 수종에 대해서만 이루어진 실정이다.

광나무 (*Ligustrum japonicum* Thunb.)와 아왜나무 (*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl. ex Rümpler var. *awabuki* (K.Koch) Zabel)는 주로 우리나라 남부권역에서 생육하는 수종으로 광나무는 차폐식재, 생울타리로 주로 이용되고 정원수, 공원수, 조경수로도 많이 식재되고 있다(Korea Biodiversity Information System, 2021). 아왜나무는 내화성이 강해 방화수림 조성에 유용하게 활용되고 있으며, 이 외에 방풍수, 생울타리로 식재된다. 두 수종 모

두 선행연구에 의해 밀원수종으로 분류된 바 있지만(이, 1998; 장, 2008) 명확한 밀원가치 평가 연구는 수행되지 않았다. 광나무의 밀원가치 평가는 꿀벌 방화빈도와 화밀분비량만 보고되어(김 등, 2014a) 명확한 꿀 생산량 추정이 어렵고, 아왜나무에 대한 밀원가치 평가 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 남부권역 우수 밀원수종 발굴을 위해 광나무, 아왜나무를 대상으로 개화특성, 화밀분비량, 꽃 하나당 유리당 함량 및 단위면적당 꿀 생산량을 조사하여 밀원가치를 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 생장 및 개화특성 조사

전라남도 순천시 소재의 국립순천대학교 교내( $34^{\circ}58' 07.49''N$ ,  $127^{\circ}28'42.50''E$ )에 식재된 광나무와 국립순천대학교 서면학술림( $35^{\circ}00'07.10''N$ ,  $127^{\circ}30'25.75''E$ ) 내 울타리로 식재되어 있는 아왜나무 각 10본을 대상으로 생장 및 개화특성 조사를 실시하였다. 생장 특성은 수고측정자, 직경테이프 및 줄자를 이용하여 수고(m), 근원경(cm), 수관폭(m)을 조사하였다. 본당 개화량은 본당 화서 수를 전수 조사한 후 개체별 15개의 화서를 대상으로 화서당 꽂 수를 산출하여 전체 꽂 수를 추정하였다.

개화시기 조사는 공시목 3본을 대상으로 각 방위별로 3개의 개화지를 선정하고, 개화지 내 전체 꽂 수 대비 개화한 꽂 수를 조사하여 일자별 평균 개화율을 산출하였다. 이를 이용하여 누적 개화율 5% 이상 개화한 시기를 개화 시작일, 누적 개화율이 30~70% 유지되는 시기를 개화 최성기, 누적 개화율이 95% 이상이며 개화한 꽂이 모두 낙화한 시기를 개화종료일로 판단하였다.

### 2. 화밀분비 특성 조사

화밀분비 특성 조사를 위해 병충해의 피해를 받지 않고, 정상적으로 생육하고 있는 개체를 각각 3본씩 선정하였다. 각 개체별로 방위와 위치를 고려하여 개화 직전의 화서(Inflorescence)를 선정한 후, 꿀벌 등 화분매개자에 의한 화밀의 손실을 방지하기 위해 교배봉투(Pollination bag)를 설치하였다. 개화시점을 명확히 구분하기 위해 교

배봉투 설치 이전에 개화한 꽃은 미세가위를 이용하여 모두 제거하였고, 교배봉투를 써운 후 다음 날 오전에 개화된 꽂을 대상으로 빠짐없이 라벨을 실시하였다. 이후 화밀분비량 측정을 위해 각 개체마다 최소 100개 이상의 꽂을 대상으로 원심분리기를 이용하여 화밀을 수집하였다. 원심분리 방법은 꽂을 채취하여 화밀을 수집하기 때문에 하나의 꽂에서 개화기 동안 분비되는 화밀을 반복적으로 측정할 수 없다. 광나무와 아왜나무의 개화를 관찰한 결과 꽂 하나(소화)는 개화 후 2일 동안 달려있다가 3일차에는 모두 낙화하는 특성이 관찰되어, 본 연구에서는 개화 1일차와 개화 2일차를 구분하여 오후(16:30)까지 누적된 화밀을 수집함으로써 개화기간 동안 누적된 총 화밀량과 일자별 화밀분비 패턴을 조사하였다. 수집된 화밀은 100  $\mu\text{L}$  syringe를 이용해 정량하였으며, 유리당 및 아미노산 함량 분석을 위해 80% 에탄올(v/v) 10배액을 첨가한 후, 0.45  $\mu\text{m}$  centrifugal filter에 정제하여 냉동( $-20^{\circ}\text{C}$ ) 보관하였다.

### 3. 유리당 함량 분석

유리당 함량은 HPLC (Dionex ultimate 3000, Dionex, USA)를 이용하여 분석하였다. 이동상은 3차 중류수로 유속 0.5 mL/min, 온도  $80^{\circ}\text{C}$ 로 유지했으며, Aminex 87P column (Bio-rad, USA)을 사용하였다. Ri-101 detector (Shodex, Japan)로 검출한 후 적분계에 의한 외부표준법으로 계산하였으며(linear regression equation,  $R^2 > 0.999$ ), 표준품으로는 Sucrose, Glucose, Fructose (Sigma Aldrich, USA)를 사용하였다.

### 4. 꿀 생산량 추정

본당 꿀 생산량(g/tree)은 앞서 조사된 2일차의 화밀분비량( $\mu\text{L}$ ), 단위용량당 유리당 함량( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ ), 본당 개화량(ea), Petanidou (2003)가 제시한 honey potential을 이용하여 다음과 같이 계산하였다. 또한, 조사목의 평균 수관 폭을 고려하여 ha당 생육가능 본수를 산출하고, ha당 꿀 생산량(kg/tree)으로 환산하였다.

Honey production (g/tree)

$$\begin{aligned} &= \text{Nectar volume } (\mu\text{L}) \times \text{Free sugar content } (\mu\text{g}/\mu\text{L}) \\ &\quad \times \text{Number of flowering} \times \text{Honey potential*} (1.15) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{honey potential} &= \text{sugar content : honey} \\ &= 85 : 100 \text{ (Petanidou, 2003)} \end{aligned}$$

### 5. 유리아미노산 분석

수집된 화밀을 O-phthalaldehyd (OPA)-Fluorenylmethyl chloroformate (FMOC) 유도체화하여 아미노산을 분석하였다. Borate buffer, OPA/Mercaptopropionic acid (MPA), FMOC 시약에 시료를 단계적으로 혼합한 다음, HPLC (1200 series, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 분석하였다. 이동상은 10 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 10 mM Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O가 포함된 A용액(pH 8.2)과 Water : Acetonitrile : Methanol를 10 : 45 : 45 비율로 혼합된 B용액을 사용하였으며, A용액 : B용액으로 초기 100 : 0 (v/v,%)에서 26~28분에 55 : 45, 28~30.5분에 0 : 100, 30.5분부터는 100 : 0으로 구배 조건을 설정하였다. 유속 1.5 mL/min에서 주입량은 0.5  $\mu\text{L}$ 로 설정하고, column 온도는 40°C로 설정하고 Inno column C18 (Innopiatech, Korea)을 사용하였다. 자외선 검출기는 338 nm로 설정하였고, 형광 검출기를 이용하여 OPA 유도체는 방출 파장 450 nm, 여기 파장 340 nm, FMOC 유도체는 방출 파장 305 nm, 여기 파장 266 nm에서 분석했다.

### 6. 통계 분석

조사된 자료는 SPSS for Window ver. 18 (IBM, Chicago, USA)를 이용하여 수종별 개화 1일차와 2일차 간 화밀분비량, 단위용량당 유리당 함량 및 꽂 하나당 유리당 함량을 비교하였다.

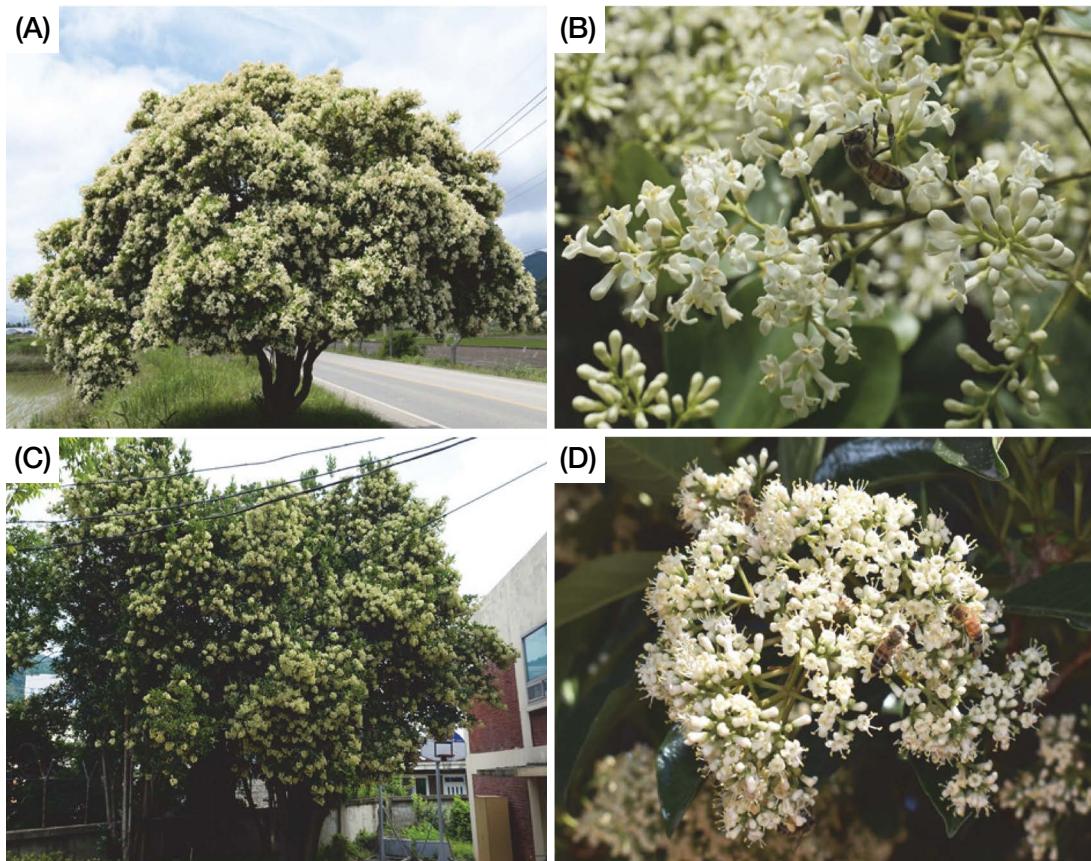
## 결과 및 고찰

### 1. 생장 및 개화 특성

광나무 10본의 평균 수고는  $4.7 \pm 0.8$  m, 근원경은  $17.2 \pm 2.3$  cm, 수관 폭은  $4.0 \pm 0.7$  m였으며, 본당 화서수 ( $1,420 \pm 194$ 개)와 화서당 꽂 수 ( $189.8 \pm 46.3$ 개)를 고려하여 본당 개화량을 산출한 결과  $265,872 \pm 50,956$ 개의 꽂을 피우는 것으로 나타났다(Table 1, Fig. 1A, B). 한편, 조사 대상지(순천)를 기준으로 광나무는 6월 2일부터 6월 17일 까지 약 16일간 개화하였고, 개화최성기는 6월 5일부터 9일로 나타났으며, 한 개체 내에서 화서가 순차적으로 개

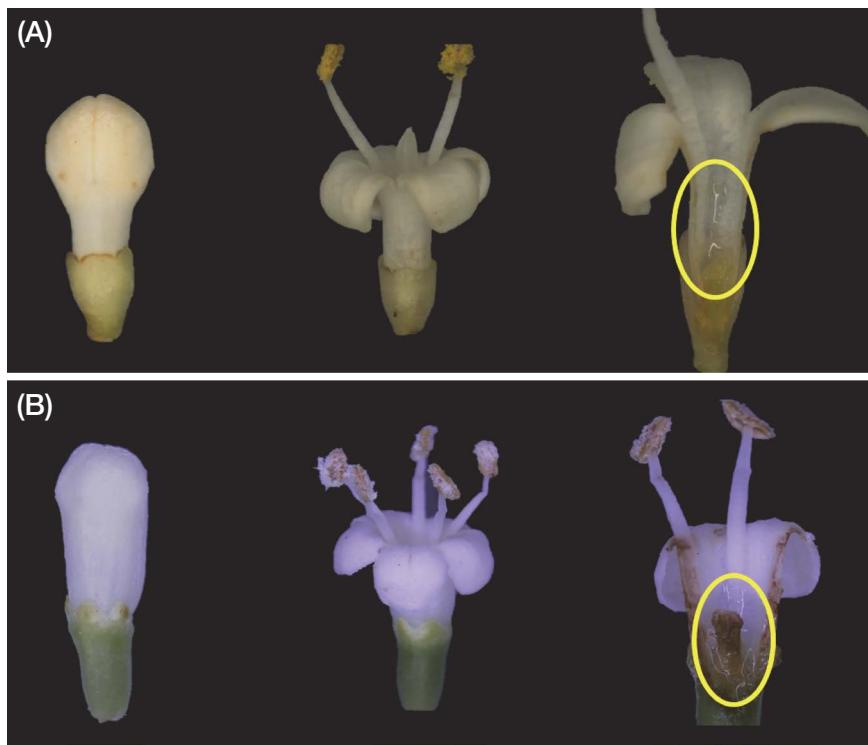
**Table 1.** Results of survey on the growth and flower characteristics of *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*

Characteristics	<i>Ligustrum japonicum</i>	<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>
Growth characteristics (n = 10)		
Tree height (m)	4.7 ± 0.8	5.8 ± 0.9
Diameter at root collar (cm)	17.2 ± 2.3	—
Crown diameter (m)	4.0 ± 0.7	3.9 ± 0.6
Number of flower per tree	265,872 ± 50,956	387,720 ± 126,234
Number of inflorescence per tree	1,420.7 ± 193.9	786.7 ± 283.6
Number of flower per inflorescence	189.8 ± 46.3	501.0 ± 86.5
Flower characteristics (n = 3)		
Start date of flowering	6/02	6/08
Peak period of flowering	6/05~6/09	6/11~6/14
End date of flowering	6/17	6/17
Total flowering days	16	10

**Fig. 1.** Tree shape and flower characteristics of *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*, (A) Tree shape and full bloom stage of *L. japonicum*, (B) Inflorescence of *L. japonicum*, (C) Tree shape and full bloom stage of *V. odoratissimum* var. *awabuki*, (D) Inflorescence of *V. odoratissimum* var. *awabuki*.

화하는 특성으로 인해 개화기간이 비교적 길게 유지되었다. 광나무는 개화 직전 꽃봉오리가 전구 모양으로 부풀

어 올랐다가, 꽃잎이 벌어지면 2개의 수술과 1개의 암술이 나타난다. 개화가 이루어진 후 수술에는 노란색의 화



**Fig. 2.** Flowering characteristics of *Ligustrum japonicum* (A) and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki* (B). Yellow circle show secreted nectar.

분(pollen)이 관찰되었으며, 꽃잎 안쪽 기부에서 화밀이 분비되었다(Fig. 2A).

아왜나무 10본의 평균 수고는  $5.8 \pm 0.9$  m, 수관폭은  $3.9 \pm 0.6$  m이었으며, 근원부에서 많은 맹아지가 올라오는 특성으로 인해 근원경은 측정하지 않았다(Table 1). 본당 화서 수( $786.7 \pm 283.6$ 개)와 화서당 꽂 수( $501.0 \pm 86.5$ 개)를 고려한 본당 개화량은 평균  $387,720 \pm 126,234$ 개였으며, 개화기간은 6월 8일부터 6월 17일까지 약 10일, 개화 최성기는 6월 11일부터 14일로 나타났다. 아왜나무는 한 개체 내에서 대부분의 화서가 일시에 개화하는 특성으로 전체 개화기간이 다소 짧은 것으로 나타났다. 아왜나무는 개화가 진행됨에 따라 꽃잎이 벌어지면서 5개의 수술과 1개의 암술대가 나타났으며, 수술에는 흰색의 화분이 관찰되었고, 꽃잎 안쪽의 기부에서 화밀 분비가 이루어졌다 (Fig. 2B).

## 2. 화밀분비량 및 유리당 함량 분석

원심분리기를 이용하여 개화 1일차와 2일차까지의 누적 화밀분비량 및 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와

같다. 광나무의 화밀분비량은 개화 1일차  $0.33 \pm 0.10$   $\mu\text{L}/\text{flower}$ , 개화 2일차  $0.76 \pm 0.07$   $\mu\text{L}/\text{flower}$ 로 누적 화밀량은 차이를 나타냈다( $t = -6.101$ ,  $p = 0.004$ ). 김 등(2014a)은 광나무 꽃 하나에서  $1.07 \mu\text{L}$  화밀이 분비된다고 보고 하여 본 연구 결과보다 다소 높았다. 그러나, 화밀분비량은 온도, 상대습도 등 기후요인에 의해 가변적이므로 선 행연구 결과와 직접적인 비교는 어려울 것으로 판단된다(Jakobsen and Kristjansson, 1994; Burquez and Corbet, 1998). 광나무 화밀 내 단위용량당 유리당 함량은 1일차에  $1166.8 \pm 413.3 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ , 2일차에  $836.5 \pm 174.2 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ 로 1일차에 다소 높았으나, 통계적으로 유의한 차이는 인정되지 않았다. 화밀분비량과 단위용량당 유리당 함량을 이용하여 꽃 하나당 유리당 함량을 산출한 결과는 개화 1일차  $0.36 \pm 0.10 \text{ mg}$ , 개화 2일차  $0.63 \pm 0.09 \text{ mg}$ 으로 조사되어 개화 2일차가 더 높음을 알 수 있었다( $t = -3.318$ ,  $p = 0.029$ ).

아왜나무의 화밀분비량은 개화 1일차에  $0.21 \pm 0.05$   $\mu\text{L}/\text{flower}$ , 개화 2일차에  $0.52 \pm 0.08 \mu\text{L}/\text{flower}$ 로 누적 화밀량은 차이를 보였다( $t = -5.303$ ,  $p = 0.006$ ). 단위용량당 유리당 함량은 개화 1일차  $858.1 \pm 94.2 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ , 개화 2

**Table 2.** The nectar volume, free sugar content and nectar sugar content of *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*

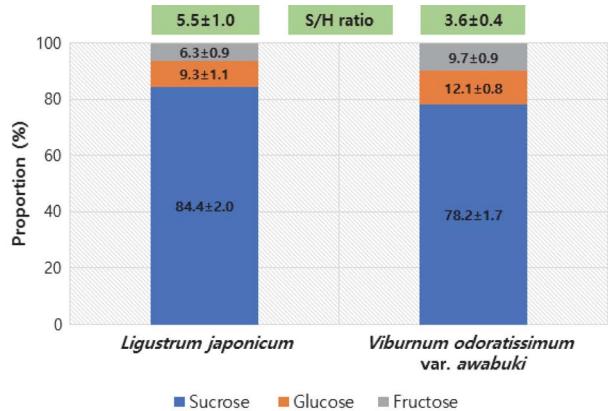
Nectar characteristics	Day 1	Day 2	T-test*
<i>Ligustrum japonicum</i>			
Nectar volume ( $\mu\text{L}/\text{flower}$ )	$0.33 \pm 0.10$	$0.76 \pm 0.07$	$t = -6.101, p = 0.004$
Free sugar content ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$1166.8 \pm 413.3$	$836.5 \pm 174.2$	$t = 1.276, p = 0.271$
- Sucrose ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$991.1 \pm 352.3$	$715.2 \pm 119.9$	$t = 1.284, p = 0.268$
- Glucose ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$106.0 \pm 41.5$	$71.7 \pm 35.3$	$t = 1.090, p = 0.337$
- Fructose ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$69.7 \pm 23.0$	$49.7 \pm 22.9$	$t = 1.068, p = 0.346$
Nectar sugar content ( $\text{mg}/\text{flower}$ ) <sup>z</sup>	$0.36 \pm 0.10$	$0.63 \pm 0.09$	$t = -3.318, p = 0.029$
<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>			
Nectar volume ( $\mu\text{L}/\text{flower}$ )	$0.21 \pm 0.05$	$0.52 \pm 0.08$	$t = -5.303, p = 0.006$
Free sugar content ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$858.1 \pm 94.2$	$852.2 \pm 142.0$	$t = 0.060, p = 0.955$
- Sucrose ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$666.2 \pm 92.0$	$666.2 \pm 120.2$	$t = 0.045, p = 0.996$
- Glucose ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$107.0 \pm 4.0$	$104.4 \pm 12.7$	$t = 0.327, p = 0.760$
- Fructose ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )	$85.0 \pm 2.5$	$85.5 \pm 9.2$	$t = -0.092, p = 0.931$
Nectar sugar content ( $\text{mg}/\text{flower}$ ) <sup>z</sup>	$0.16 \pm 0.06$	$0.45 \pm 0.15$	$t = -2.776, p = 0.048$

Data represent the mean  $\pm$  SD. \*T-test between day 1 and day 2, significant at  $p = 0.05$ <sup>z</sup>Nectar volume ( $\mu\text{L}/\text{flower}$ )  $\times$  free sugar content ( $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ )

일차  $852.2 \pm 142.0 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ 로 일자 간 차이를 나타내지 않았으며, 꽃 하나당 유리당 함량은 각각  $0.16 \pm 0.06 \text{ mg}$ 과  $0.45 \pm 0.15 \text{ mg}$ 으로 개화 2일차가 더 높게 나타나 광나무와 유사한 경향을 보였다( $t = -2.776, p = 0.048$ ). 이러한 결과를 고려할 때, 광나무와 아왜나무 꽃의 화밀분비는 2일 동안 지속되는 것으로 생각된다. 한편, 꽃 하나에서 지속되는 화밀 분비 기간은 동백나무 3.5일, 명자나무 5일, 매실나무 2일로 각각 다르게 보고되었음을 고려할 때(김 등, 2021a, 2021b, 2021c), 화밀 분비 기간은 수종에 따라 큰 차이가 있는 것으로 판단된다.

광나무와 아왜나무의 꽃 하나당 유리당 함량은 김 등(2021a, 2021b, 2021c)과 Kim et al. (2021)이 밝히고 있는 동백나무(62.7 mg), 명자나무(5.0 mg), 매실나무(1.8 mg), 아까시나무(0.86 mg)보다 낮은 값을 나타낸다. 그러나, 각 수종마다 화서당 꽂 수, 본당 개화량 및 생장특성 등에 차이가 있기 때문에 이러한 특성을 종합적으로 고려하여 산출된 단위면적당 꿀 생산량을 기준으로 수종 간 밀원가치를 비교하는 것이 더 정확한 평가방법이라고 판단된다.

광나무와 아왜나무 화밀 내 유리당 구성을 분석한 결과, sucrose 함량이 각각  $84.4 \pm 2.0\%$ ,  $78.2 \pm 1.7\%$ 로 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 일반적으로, 화밀 내 유리당 구성을 화분매개 곤충의 유인에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, sucrose 함량이 높은 화밀은 꿀벌을 포함한 긴

**Fig. 3.** Sugar composition in collected floral nectar of *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*.

혀를 가지는 화분매개자(Long-tongue pollinator)들이 선호하는 반면, hexose 함량이 높은 화밀은 파리 등 짧은 혀를 가지는 화분매개자(Short-tongue pollinator)들이 선호하는 것으로 알려져 있다(Baker and Baker, 1983). 또한, sucrose와 hexose (glucose, fructose) 비율에 따라 sucrose-dominant (ratio  $> 1.0$ ), sucrose-rich ( $0.5 \sim 1.0$ ), hexose-rich ( $0.1 \sim 0.5$ ), hexose-dominant ( $ratio < 0.1$ ) 등 4개 등급으로 구분된다(Baker and Baker, 1983; Cnaani et al., 2006). 이와 관련하여 광나무와 아왜나무 화밀의 S/H ratio는 각각  $5.5 \pm 1.0$ 과  $3.6 \pm 0.4$ 로 모두 sucrose-dominant 등급에 속해

**Table 3.** Estimation of honey production considering the nectar and flowering characteristics from *Ligustrum japonicum* and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*

Nectar characteristics	<i>Ligustrum japonicum</i>	<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>
Nectar sugar content (mg/flower) <sup>1</sup>	0.63±0.09	0.45±0.15
Number of flower per tree <sup>2</sup>	265,872±50,956	387,720±126,234
Estimated honey production (g/tree) <sup>1×2×P*</sup>	192.6 (166~234)	200.6 (107~395)
Number of plants per hectare <sup>3</sup>	625 (4×4 m)	625 (4×4 m)
Estimated honey yield (kg/ha) <sup>1×2×P×3</sup>	120.4 (103~146)	125.4 (67~247)

Note: \*<sup>p</sup> honey potential (1.15) suggested by Petanidou (2003)

꿀벌 유인에 적합한 당 구성을 가지는 것으로 나타났다. 국내에서 수행된 주요 밀원수종 화밀 내 유리당 구성(S/H ratio)에 관한 연구 결과, 아까시나무  $2.3 \pm 0.7$ , 쉬나무(수)  $2.5 \pm 0.3$ , 왕벚나무  $10.3 \pm 1.9$ , 산벚나무  $2.3 \pm 0.2$ , 매실나무  $0.9 \pm 0.3$ 으로 대부분 sucrose의 함량이 높았던 결과와 유사하였다(김 등, 2014b; 김 등, 2019; 김 등, 2021a; Kim et al., 2021).

### 3. 꿀 생산량 추정

광나무와 아왜나무의 화밀 특성과 개화 특성을 이용하여 본당 꿀 생산량을 추정한 결과는 Table 3과 같다. 광나무의 꽂 하나당 유리당 함량 및 본당 개화량을 이용하여 본당 꿀 생산량을 산출한 결과 약 192.6 g/tree의 꿀 생산이 가능한 것으로 나타났다. 또한, 수관폭(4.0 m)을 고려하여 ha당 625본을 식재한다고 가정할 경우, 약 120.4 (103~146) kg/ha의 꿀 생산이 가능할 것으로 추정되었다. 한편, 아왜나무에서의 본당 꿀 생산량은 약 200.6 g/tree이었으며, 수관폭(3.9 m)을 고려하여 ha당 꿀 생산량으로 환산할 경우 약 125.4 (67~247) kg/ha의 꿀 생산이 가능할 것으로 조사되었다.

이와 동일한 방법으로 조사된 매실나무, 동백나무, 명자나무와 비교할 경우, 화밀분비량과 꽂 하나당 당 함량은 매실나무( $10.0 \mu\text{L}$ ,  $1.8 \text{ mg}$ ), 동백나무( $357.1 \mu\text{L}$ ,  $62.7 \text{ mg}$ )와 명자나무( $19.8 \mu\text{L}$ ,  $5.0 \text{ mg}$ )에서 더 높았다. 그러나, 본당 개화량이 광나무와 아왜나무에서 현저히 많았기 때문에 ha당 꿀 생산량은 매실나무( $2.2 \text{ kg/ha}$ ), 동백나무( $37.7 \text{ kg/ha}$ ), 명자나무( $31.1 \text{ kg/ha}$ ) 대비 광나무와 아왜나무에서 훨씬 높은 값을 나타냈다(김 등, 2021a; 2021b; 2021c). 이러한 결과는 밀원수종의 가치평가를 위해서는 화밀분비 특성과 더불어 생장 및 개화 특성을 종합적으로 고려한

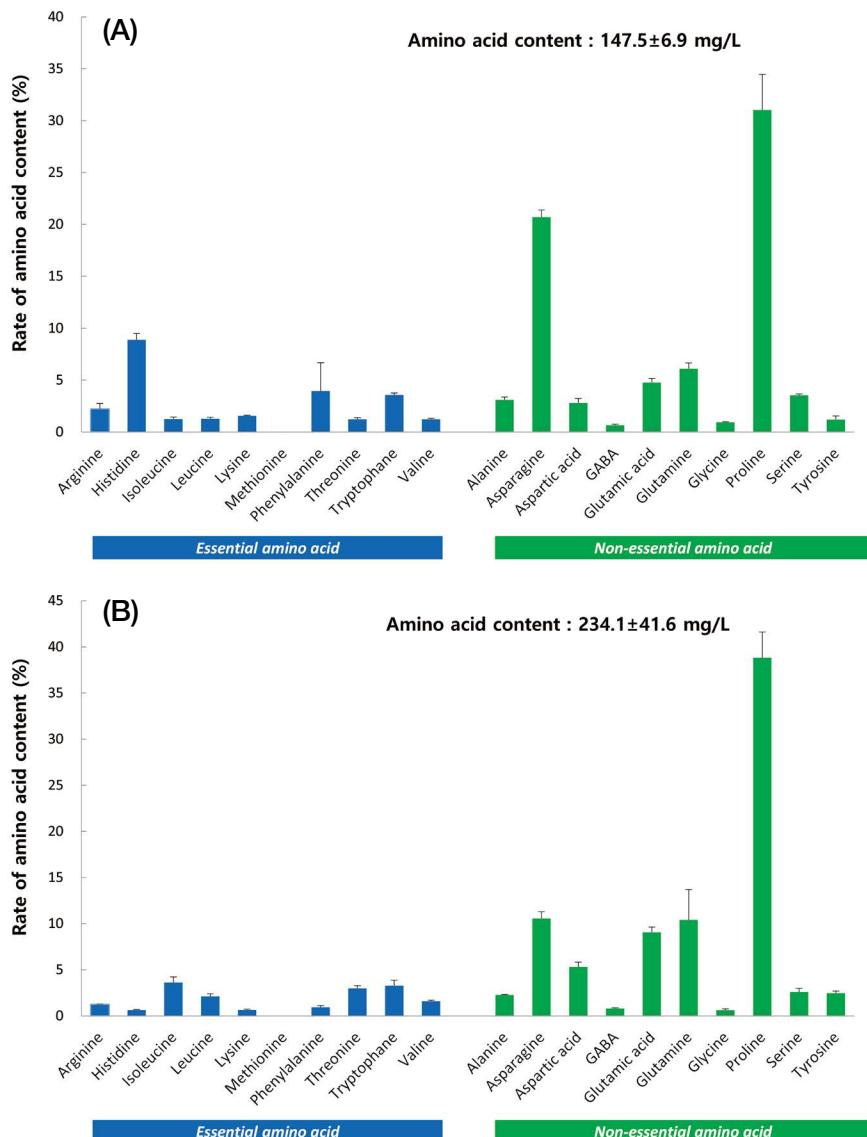
단위면적당 꿀 생산량을 통해 수종 간 밀원생산성을 비교해야 함을 의미한다.

광나무와 아왜나무는 우리나라의 남부권역에 자생하는 수종으로 주요 밀원수종인 아까시나무 이후에 개화하며, 용도가 다양하고, 꿀 생산량이 많음을 고려할 때 남부권역의 우수 밀원자원으로 이용가치가 매우 클 것으로 판단된다.

### 4. 화밀 내 아미노산 구성

아미노산은 화밀 내 매우 소량 포함되어 있으나 화밀의 맛을 결정하고, 꿀벌에 필요한 필수 아미노산을 제공하도록 꿀벌의 방화 여부를 결정하는 중요한 요소이다(Pacini and Nepi, 2007).

광나무는 화밀은 18종의 아미노산이 약  $147.5 \pm 6.9 \text{ mg/L}$ 를 함유하고 있었으며, 함량비는 proline ( $31.0 \pm 3.4\%$ ), asparagine ( $20.7 \pm 0.7\%$ ), histidine ( $8.9 \pm 0.6\%$ ) 순으로 나타났다(Fig. 4). 아왜나무 화밀에서도 18종의 아미노산에서 약  $234.1 \pm 41.6 \text{ mg/L}$ 이 검출되었으며, 함량비는 proline ( $38.8 \pm 2.8\%$ ), asparagine ( $10.6 \pm 0.7\%$ ), glutamine ( $10.4 \pm 3.3\%$ ) 순으로 나타났다. Bertazzini et al. (2010)은 3종의 아미노산을 대상으로 꿀벌 선호도를 분석한 결과 proline이 포함된 처리구는 대조구에 비해 꿀벌 방화가 유의적으로 증가하는 반면, alanine 처리구는 대조구와 차이가 없었으며, serine 처리구에서는 대조구보다 감소하는 경향을 보인다고 보고하였다. 또 다른 연구에서 proline은 여왕벌의 산란과 곤충의 근육 발달에 필수적이며, 많은 ATP를 방출하기 때문에 꿀벌이 선호하는 아미노산으로 알려져 있다(Micheu et al., 2000). 또한, 국내 밀원수종의 화밀 내 아미노산 구성을 분석한 결과 왕벚나무와 산벚나무, 이나무, 밤나무류에서 공통적으로 proline과 asparagine



**Fig. 4.** The composition of amino acid in floral nectar of *Ligustrum japonicum* (A) and *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki* (B).

의 함량이 높게 나타난 바 있다(김 등, 2017; 김 등, 2019; 김 등, 2020). 이와 관련하여, 광나무와 아왜나무 화밀에서 proline과 asparagine이 가장 많은 함량을 나타내어 꿀벌 섭식에 긍정적인 아미노산을 함유하고 있음을 간접적으로 유추할 수 있다.

다양한 아미노산을 섭취하는 것은 꿀벌의 수명과 생식력(Fecundity) 증진에 효과적이며(Mevi-Schutz and Erhardt, 2005), 꿀벌의 기억력과 학습 능력을 개선하는 등 매우 긍정적인 효능이 있다고 보고되었다(Chalisova *et al.*, 2011; Simcock *et al.*, 2014). 본 연구에서는 광나무와 아왜나무의 화밀 내 아미노산 함량 및 구성 성분만을 구

명하였으나, 앞으로 다양한 밀원수종을 대상으로 아미노산 분석에 관한 연구가 지속적으로 이루어진다면 밀원별 주요 아미노산에 대한 정보수집을 비롯하여 아미노산과 꿀벌 방화와의 상관관계 분석, 꿀벌의 건강성 증진 효과 등 고도화된 연구가 가능할 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 우리나라 남부권역의 우수 밀원수종을 발굴하기 위해 광나무, 아왜나무를 대상으로 개화특성, 화밀분비량, 꽃 하나당 유리당 함량, 꿀 생산량 등 밀원가치를 평

가하였다. 광나무와 아왜나무는 남부권역에서 생육하는 수종으로 6월 초순~중순에 개화하였다. 광나무와 아왜나무의 화밀분비량은 각각  $0.76 \pm 0.07 \mu\text{L}/\text{flower}$ ,  $0.52 \pm 0.08 \mu\text{L}/\text{flower}$ 이며, 화밀 내 유리당 함량은 각각  $0.63 \pm 0.09 \text{ mg}/\text{flower}$ ,  $0.45 \pm 0.15 \text{ mg}/\text{flower}$ 로 나타났다. 본당 개화량 및 생장 특성을 고려하여 단위면적당 꿀 생산량(kg/ha)을 조사한 결과 광나무는 약 120.4 kg/ha, 아왜나무는 약 125.4 kg/ha의 꿀 생산이 가능한 것으로 추정되었다. 광나무와 아왜나무는 주요 밀원수종인 아까시나무 개화 후, 헛개나무와 밤나무 개화 전에 개화하고, 꿀벌의 방화가 많으며, 화밀분비 특성 및 단위면적당 꿀 생산량 등을 감안했을 때 남부권역 주요 밀원자원으로 활용 가치가 높을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국립산림과학원 산림과학연구사업(과제번호: FG0403-2022-01-2022)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 인용 문헌

- 김경문, 이만영, 최용수, 강은진, 박희근, 박보선, Frunze Olga, 김주경, 한상미, 우순옥, 김세건, 김효영, 김성국, 김동원. 2021. 아카시아 벌꽃의 연간 생산량 현황과 환경 요인 분석. *한국양봉학회지* 36(1): 11-16.
- 김문섭, 김세현, 송정호, 김혜수, 오득실. 2014a. 광나무 꽃의 꿀 벌 방화와 화밀 분비 특성. *한국양봉학회지* 29(4): 279-285.
- 김문섭, 김세현, 송정호, 김혜수. 2014b. 밀원수종 쉬나무 수꽃과 암꽃의 화밀분비량, 당 함량 및 아미노산 분석. *한국임학회지* 103(1): 43-50.
- 김세현, 이안도성, 권해연, 이욱, 김문섭. 2017. 밤나무 주요 4 품종의 개화 및 화밀 특성 분석. *한국양봉학회지* 32(3): 237-246.
- 김영기, 김세현, 송정호, 남재익, 송재모, 김문섭. 2019. 왕벚나무와 산벚나무의 화밀분비량, 당 함량 및 아미노산 분석. *한국양봉학회지* 34(3): 225-232.
- 김영기, 송정호, 박문수, 김문섭. 2020. 유망 밀원수종 이나무의 화밀 특성 분석. *한국산림과학회지* 109(4): 512-520.
- 김영기, 유희원, 권해연, 나성준. 2021a. 매실나무의 화밀분비량, 유리당 함량 및 꿀 생산량 추정. *한국양봉학회지* 36(3): 141-147.
- 김영기, 유희원, 박문수, 권해연, 김만조, 나성준. 2021b. 남부권역 유망 밀원수종 동백나무의 밀원가치 평가. *한국양봉학회지* 36(3): 149-159.
- 김영기, 유희원, 권해연, 나성준. 2021c. 명자나무의 꿀벌 방화와 밀원가치 평가. *한국양봉학회지* 36(3): 161-168.
- 김태옥, 이유미. 1989. 우리나라 밀원식물의 현황 및 증식방안. *한국양봉학회지* 4(1): 9-18.
- 오민석, 김대립, 이승환. 2016. 국내 재래꿀벌의 도입 역사, 현황 및 발전방안에 대한 고찰. *한국양봉학회지* 31(2): 165-172.
- 이경준. 1998. 한국 198종 목본식물을 대상으로 한 주요 및 보조 밀원수종과 화분원 수종으로의 분류와 개화기별 자원 분포. *한국양봉학회지* 13(2): 121-132.
- 이정민, 김용렬, 김창호, 우성휘. 2019. 양봉산업의 위기와 시사점. *한국농촌경제연구원*, 제178호. p. 28.
- 장정원. 2008. 한국의 밀원식물에 관한 연구(국내 밀원식물의 종류와 화분의 전자현미경적 형태구조를 중심으로). 대구대학교 박사학위 논문. p. 146.
- 한재환. 2014. 양봉산업의 현황과 발전방안. *한국농촌경제연구원*. 연구자료D381. p. 1-99.
- Baker, H. G. and I. Baker. 1983. Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. pp. 117-141. in *Handbook of experimental pollination biology*, eds. by C.E. Jones & R.J. Little, Van Nostrand Reinhold. New York. USA.
- Bertazzini, M., P. Medrzycki, L. Bortolotti, L. Maistrello and G. Forlani. 2010. Amino acid content and nectar choice by forager honeybees (*Apis mellifera* L.). *Amino Acids* 39: 315-318.
- Burquez, A. and S. A. Corbet. 1998. Dynamics of production and exploitation of nectar: Lessons from *Impatiens glandulifera* Royle. pp. 130-152. in *Nectary Biology*. eds. by B. Bahadur, Dattsons, London, UK.
- Chalisova, N. I., N. G. Kamyshe, N. G. Lopatina, E. A. Kontsevaya, S. A. Urtieva and T. A. Urtieva. 2011. Effect of encoded amino acids on associative learning of honey bee: *Apis mellifera*. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 47: 607-610.
- Cnaani, J., J. D. Thomson and D. R. Papaj. 2006. Flower choice and learning in foraging bumblebees: Effects of variation in nectar volume and concentration. *Ethology* 112(3): 278-285.
- Jakobsen, H. B. and K. Kristjansson. 1994. Influence of temperature and floret age on nectar secretion in *Trifolium repens* L. *Ann. Bot.* 74: 327-334.
- Kim, Y. K., M. S. Kim, J. I. Nam, J. H. Song and S. H. Kim. 2021. Analysis on floral nectar characteristics among the selected black locust (*Robinia* spp.) individuals. *J. Apic. Res.* DOI: 10.1080/00218839.2021.1891743.
- Korea Biodiversity Information System. 2021. <http://www.nature.go.kr/ekbi/SubIndex.do>.
- Mevi-Schutz, J. and A. Erhardt. 2005. Amino acids in nectar enhance butterfly fecundity: a long-awaited link. *Am. Nat.* 165: 411-420.
- Micheu, S., K. Crailsheim and B. Leonhard. 2000. Importance

- of proline and other amino acids during honeybee flight (*Apis mellifera carnica* POLLMANN). Amino Acids 18: 157-175.
- Petanidou, T. 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. Plant Syst. Evol. 238: 155-168.
- Pacini, E. and M. Nepi. 2007. Nectar production and presentation. pp. 167-214. in Nectaries and nectar. Springer: Dordrecht, The Netherlands.
- Simcock, N. K., H. E. Gray and G. A. Wright. 2014. Single amino acids in sucrose rewards modulate feeding and associative learning in the honeybee. J. Insec. Physiol. 69: 41-48.