



## 아카시아 벌꿀의 연간 생산량 현황과 환경 요인 분석

김경문, 이만영, 최용수, 강은진, 박희근, 박보선, Frunze Olga, 김주경, 한상미, 우순옥, 김세건, 김효영, 김성국, 김동원\*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과

### Status and Environmental Factors of the Annual Production of Acacia Honey from the False Acacia (*Robinia pseudoacacia*) in South Korea

Kyungmun Kim, Man-young Lee, Yong-Soo Choi, Eun-Jin Kang, Hee-Geun Park, Bo-sun Park, Olga Frunze, Ju-gyeong Kim, Sang Mi Han, Soon Ok Woo, Se Gun Kim, Hyo Young Kim, Sung-Kuk Kim and Dongwon Kim\*

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

#### Abstract

Honey is an important food resource for human. Because Korea is characterized by both of temperate and microthermal climate with four seasons, various seasonal honey plants are available during all seasons. Among them, the false acacia (*Robinia pseudoacacia*) accounts for more than 70% of the honey production in Korea. Since 2014, in Korea, the honey production has been generally decreased and sudden drop of the acacia honey production in 2018 and 2020 (19.1% and 12.9% of the average production) caused severe economic losses in the bee farms. The decreased acacia honey production in both years was expected by abnormal climate changes occurred in either before or after the acacia flowering season. The optimal activity time of the honey bee during an acacia flowering season was calculated in the six different regions separated in three parts of Korea from 2018 to 2020. The mean optimal activity time of honey bee was  $4.6 \pm 1.7$ ,  $6.4 \pm 0.6$  and  $3.9 \pm 1.0$  hours in 2018, 2019 and 2020, respectively. Further, we plan to continually collect annual honey production data and climate information and provide it to the bee keepers, thereby reducing the economic damage of bee farms.

#### Keywords

Honey bee, *Apis mellifera*, Acasia honey, Honey production, Korea

## 서론

양봉은 기원전 7,000년경부터 그 기록이 있을 만큼 전 세계적으로 오랜 역사를 인류와 함께 해왔다(Crane, 1999). 초창기 양봉은 단순히 꿀을 얻는 것에 목적이 있었으나 현재의 양봉산업은 벌꿀, 로열젤리, 프로폴리스, 화분, 봉독 등 다양한 양봉 산물로 그 영역이 확장되었다

(Han, 2014). 또한 꿀벌의 다양한 식량 및 화훼 작물에 대한 수분 활동은 전 세계적으로 경제 작물의 75%를 담당하기 때문에 화분 매개 곤충으로서 농업에도 활용되며 상업적 분야를 넓혀가고 있다(Klein *et al.*, 2007). 벌꿀은 국내 양봉산업 전체 생산액(2,288억 원) 중 53.7%인 1,228억 원을 차지하고 주로 재래 꿀벌(*Apis cerana*)과 양봉 꿀벌(*Apis mellifera*)에 의해서 채집된다(한, 2014). 사계절이

뚜렷하며 온대 및 냉대 기후를 보이는 한국은 계절별 다양한 꽃의 개화로 생산되는 꿀 역시 다양하다(Ryu, 2003). 국내 밀원수로는 동백나무, 유채, 호박, 다래덩굴, 해바라기, 아까시나무, 유채, 헛개나무, 밤나무, 피나무, 때죽나무 등이 있고 이 중 아카시아 벌꿀이 국내 벌꿀 총생산량의 약 70%를 차지하며 농가 소득의 큰 비중을 차지하고 있다(Lew, 1992; Park *et al.*, 2020).

2019년 농림축산식품부의 기타가축통계에 따르면, 2010년 이후 양봉 농가 수와 사육군 수가 지속적으로 증가해 왔다. 양봉의 중요성이 대두됨에 따라 지자체를 포함한 여러 기관에서 양봉 기술 및 경영 등을 교육하고 있고 양봉산업에 다양한 생산 장비 등이 도입되었다. 그러나 2014년 이후 국내 벌꿀 생산량의 감소가 관찰되고 있으며 특히 2018년과 2020년 천연 벌꿀의 생산량은 평년 생산량(1975년~현재) 대비 각각 19.1%, 12.9% 수준으로 급감하여 양봉 농가에 막대한 경제적 손실을 유발하였다(양봉 농협 추정).

벌꿀 생산량의 감소는 밀원 식물의 개화기에 발생하는 돌발적 이상 기후 현상에 의한 것으로 추측되었다. 세계적으로 산업화에 의한 지구 온난화의 심각성은 증대되어 왔고(John, 2005), 국내에서도 지속적인 연 평균 기온 증가가 관찰되고 있다(기상청 기상연보). 기후 변화는 개화(Winston, 1991), 분포(Thuiller *et al.*, 2005), 꿀 분비량과 향기(Le Conte and Navajas, 2008) 등 밀원 식물의 생리, 생태 변화를 일으킨다. 기후 변화 중 온도, 강우, 풍속 등의 요인은 꿀벌 활동에 직접적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 꿀벌의 생태에도 직간접적 영향을 미침으로써 꿀 생산 및 화분 매개 등 전반적인 양봉 활동에 타격을 가한다(Gray, 1967; Winston, 1991; Blüthgen and Klein, 2011; Oh, 2017; Kang and Lee, 2018). 특히 사계절의 변화가 뚜렷한 국내에서 기후 변화는 밀원과 봉군의 변화에 밀접하게 관련되기 때문에 양봉에서 중요하게 고려될 사항이다.

이상 고온 현상으로 과거 대비 아까시나무의 개화 기간이 감소하고 있으며 2018년에는 봄철 아까시나무 꽃눈 형성 시기에 발생한 급격한 기온 감소와 강우의 증가로 인하여 정상적인 개화에도 악영향을 미쳤다. 꿀벌의 외역 활동은 온도, 습도, 풍속, 광도와 관련이 있고 이 중 온도가 가장 큰 영향을 준다(Szabo, 1980). 꿀벌은 약 20°C 이상의 온도에서 비행을 통한 정상적인 외역 활동이 가능하고 약 25°C의 온도에서 최적 활동을 보이며(Reddy *et al.*, 2012) 3m/s 이상의 풍속에서 외역 활동에 제약을 받는 것으로 알

려져 있다(Oh, 2017).

본 실험에서는 국내 아카시아 벌꿀 생산량 감소의 원인 요소들을 종합적으로 분석하기 위하여 꿀벌의 외역 활동과 밀원 작물의 개화에 영향을 미치는 기후 변화 요인(온도, 풍속, 강우)을 바탕으로 꿀벌 최적 활동 시간(Optimal activity time; Oat)과 지역별, 규모별 아카시아 벌꿀 생산량을 비교하였고, 아까시나무 꽃대당 열리는 꽃 수와 벌꿀 수분 함량을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 벌꿀 생산량 조사 대상 및 지역

아카시아 벌꿀 국내 총생산량 조사를 위하여 양봉 농협의 매년 추산 자료 및 아카시아 벌꿀, 밤 벌꿀, 야생화 벌꿀의 양봉 농협 수매 현황 자료를 활용하였다. 지역별, 농가 규모별 아카시아 벌꿀 생산량을 비교하기 위하여 2018~2020년 밀원수가 풍부하고 전업 농가가 많은 12지역(남부: 창녕, 함안; 중부: 구미, 김천, 세종, 안동, 예천, 화성, 이천; 북부: 파주, 연천, 철원)에서 총 34개 전업 농가(대부분 이동 양봉의 형태)의 봉군당 평균 벌꿀 생산량을 조사하였다.

### 2. 조사 지역 기후 분석

아카시아 벌꿀 생산량에 영향을 미치는 기후 변화 요인을 분석하기 위하여 국내 전업 농가의 주요 채밀 활동 지역 중 기상청 자료 활용이 가능한 남부(함안), 중부(안동, 세종, 이천, 천안), 북부(철원) 총 여섯 지역에서 아까시나무 꽃 개화기 전, 후 기후를 조사하였다. 지역별 아까시나무의 꽃봉오리가 형성되는 날부터 개화기가 끝나는 날까지 기상청 자료를 활용하여 최고기온, 최저기온, 강수량, 풍속 정보를 확보하였다.

### 3. 꿀벌 최적 활동 시간 분석

하루 중 꿀벌이 활동하는 기준 시간대를 06시부터 19시까지(총 13시간)로 설정하고 기온, 강우, 풍속을 고려한 꿀벌 최적 활동 시간(Optimal activity time; Oat) 모델을 개발하였다. 꿀벌 최적 활동 시간 'Oat'는 다음의 수식으로 계산되었다.

$$Oat = T - R - W$$

T는 하루 중 20°C 이상인 시간(h), R은 하루 중 강우 시간(h), W는 하루 중 풍속 3 m/s 이상인 시간(h)을 의미한다.

#### 4. 아카시나무 꽃송이 수 조사

벌꿀 생산량 조사를 진행한 지역에서 각각 한 그루의 아카시나무를 대상으로 꽃대당 개화하는 평균 꽃송이 수를 조사하였다.

#### 5. 지역별 벌꿀 수분 분석

2020년 벌꿀 생산량 조사에 참여한 지역 중 8곳(중부: 구미, 김천, 세종, 이천, 화성; 북부: 연천, 파주, 철원)의 벌집에 저장된 꿀에 대하여 각각 벌꿀수분측정기(지원하이텍, 한국)로 수분을 측정하였다.

#### 6. 통계분석

통계 처리는 SAS 9.4 (SAS Institute, USA)를 이용하였다. 그룹 간의 평균 비교는 각 독립 변수에 대한 일원분산분석(One-way ANOVA)으로 분석하였고  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 전국 아카시아 벌꿀 생산량

국내 벌꿀 생산량의 가장 많은 부분을 차지하고 있는 아카시아 벌꿀 생산의 급감 원인을 조사하기 위하여 2017년부터 2020년까지 총생산량 및 지역별, 규모별 생산량을 비교하였다. 국내 아카시아 벌꿀 총생산량은 양봉 농협의 수매량을 고려한 결과 2018년 3,456톤, 2019년 50,544톤, 2020년 2,322톤으로 확인되었다(양봉 농협 추정, Fig. 1). 2018년, 2019년, 2020년 국내 아카시아 벌꿀 총생산량은 45년간의 평균 생산량(18,068톤) 대비 각각 19.1%, 279.7%, 12.9%로 2019년을 제외한 2018년과 2020년에 총생산량이 급감하였음을 확인하였고 특히 2020년의 총생산량은 과거 최대 흥작을 기록했던 2014년의 총생산량(2,592톤)보다도 10.4% 감소하였다(Fig. 1).

2017년부터 2020년까지 아카시나무 꽃의 개화기를 따라 지역을 이동하며 양봉 활동을 하는 전업 농가(조합원 대상)의 아카시아 벌꿀 수확 지역 및 양봉 규모에 따른 아

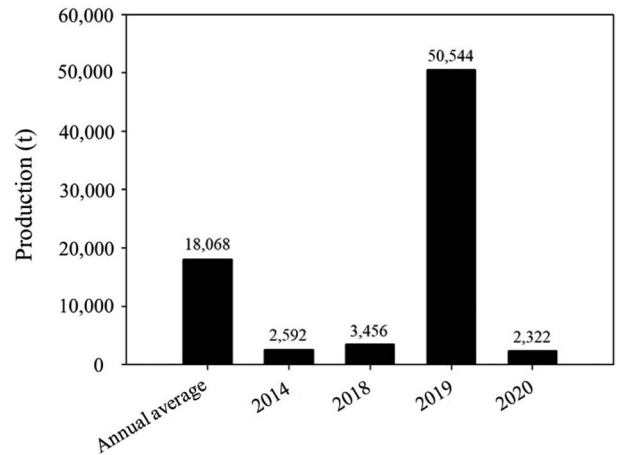


Fig. 1. Annual acacia honey production in Korea from 2018 to 2020. Annual average was calculated with the production data before 2018.

Table 1. Mean acacia honey production of the honey bee colonies from the different regions

Regions (Number of farms)	Mean honey production (kg)/colony			
	2017	2018	2019	2020
Southern part (11)	18.8	5.7	60.4	13.8
Middle part (12)	24.1	5.0	26.0	6.4
Northern part (12)	16.2	2.6	45.2	6.9
Mean	17.7	4.3	43.9	9.1

Table 2. Mean acacia honey production of the honey bee colonies from the apiaries with different scales

Farm scale (Number of farms)	Mean honey production (kg)/colony			
	2017	2018	2019	2020
< 100 colonies (20)	14.8	4.3	35.8	9.3
< 300 colonies (12)	15.5	3.0	50.5	11.6
> 300 colonies (2)	21.5	4.9	45.3	6.3
Mean	17.7	4.3	43.9	9.1

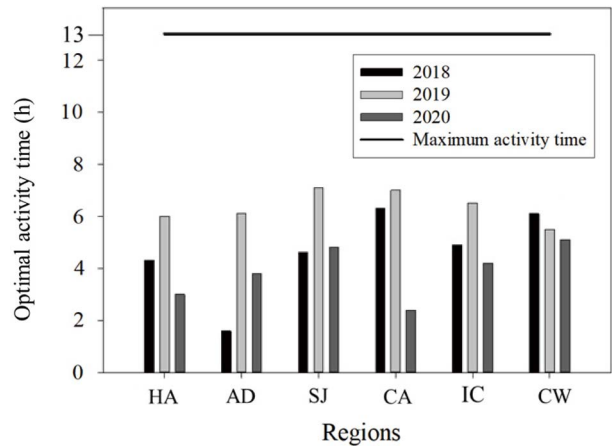
카시아 벌꿀 생산량을 비교하였다. 조사 기간 중 매해의 봉군당 벌꿀 생산량은 지역과 봉군 규모에 따른 특이적인 차이를 보이지 않았으며, 연도별 평균 생산량이 2017년 17.7 kg, 2018년 4.3 kg, 2019년 43.9 kg, 2020년 9.1 kg으로 조사되었다(Tables 1, 2). 국내 아카시아 벌꿀 총생산량의 경우 2020년에 2,322톤으로 2018년의 총생산량(3,456톤)보다 적었으나, 조사 농가의 봉군당 평균 생산량은 2020년

에 9.1 kg으로 2018년의 4.3 kg보다 4.7 kg 많았다. 종합하면, 본 연구에 참여한 조사 농가의 2018년과 2020년 유밀기 봉군당 아카시아 벌꿀 생산량은 다른 연도의 그것보다 크게 감소하였는데 이는 양봉 농협의 연도별 국내 아카시아 벌꿀 총생산량 변화 추이와 유사한 결과이다.

벌꿀 생산량의 감소는 국내뿐만 아니라 높은 생산량을 자랑하는 중국과 미국에서도 확인되고 있다. UN의 통계 분석 자료(FAOSTAT)에 따르면 중국의 벌꿀 생산량은 지속적으로 증가하여 2017년에 548,813톤을 달성하였으나 2018년에 457,203톤, 2019년에 447,007톤으로 약 10만톤 가량 생산량이 급감하였다. 미국 역시 지속적인 생산량 증가로 2014년 80,862톤을 생산하였으나, 이후부터 현재까지 약 1만톤가량 감소한 모습을 보이고 있다. 반면에, 아르헨티나는 2017년에 76,379톤, 2018년에 79,468톤, 2019년에 78,927톤을, 이란은 2017년에 66,635톤, 2018년에 67,612톤, 2019년에 67,141톤을, 인도는 2017년 70,528톤, 2018년 75,835톤, 2019년 75,463톤을 기록하며 벌꿀 생산량의 큰 감소 없이 증가 추세를 보이는 국가들도 확인되었다(FAOSTAT). 하지만 지구 온난화에 의한 기후 변화가 가속화되고 있음을 고려할 때 현재보다 더 넓은 범위에서 벌꿀 생산량 감소 문제가 발생할 가능성은 충분할 것으로 예측된다.

## 2. 아카시나무 꽃 개화기 꿀벌의 최적 활동 시간

아카시아 벌꿀 생산량과 아카시나무 꽃 개화기 기후의 관계 분석을 위하여 2018년, 2019년, 2020년의 지역별(남부: 함안; 중부: 안동, 세종, 천안, 이천, 북부: 철원) 아카시나무 꽃의 개화 기간 중 꿀벌 최적 활동 시간(Oat)을 측정하였다. 함안, 안동, 세종, 천안, 이천의 다섯 개 지역에서 2019년 최적 활동 시간이 각각 2018년과 2020년의 그것보다 더 길었다. 반면에, 철원에서는 예외적으로 2018년에 가장 긴 꿀벌 최적 활동 시간이 확인되었다(Fig. 2, Table 3). 연도별 여섯 개 지역의 평균 꿀벌 최적 활동 시간은 각각 2018년에  $4.6 \pm 1.7$ 시간, 2019년에  $6.4 \pm 0.6$ 시간, 2020년에  $3.9 \pm 1.0$ 시간으로 확인되었는데, 이는 꿀벌 하루 최대 활동 시간(13시간) 대비 각각 35.6%, 49.0%, 29.9%에 해당하며 2019년 평균 꿀벌 최적 활동 시간은 2018년보다 1.8시간, 2020년보다 2.5시간 더 길었다(Fig. 2, Table 3). 2018년과 2020년에 비하여 꿀벌 최적 활동 시간이 가장 길었던 2019년의 국내 벌꿀 총생산량 및 봉군당 아카시아



**Fig. 2.** Honey bee's optimal activity time during the acacia flowering season of 2018, 2019 and 2020 from the six different regions. HA: Haman-gun; AD: Andong-si; SJ: Sejong-si; CA: Cheonan-si; IC: Icheon-si; CW: Cheorwon-gun.

**Table 3.** Honey bee's optimal activity time from the six regions

Regions	Optimal activity time (h)		
	2018	2019	2020
HA	4.3	6.0	3.0
AD	1.6	6.1	3.8
SJ	4.6	7.1	4.8
CA	6.3	7.0	2.4
IC	4.9	6.5	4.2
CW	6.1	5.5	5.1
Mean	$4.6 \pm 1.7$	$6.4 \pm 0.6$	$3.9 \pm 1.0$

Oat of the honey bee from the six different regions during the acacia flowering season for three years were calculated according to the formula of  $Oat = T - R - W$ . T: The time period (h) of a day when the temperature is over 20°C; R: The time period (h) of a day when it rains; W: The time period (h) of a day when the wind blows more than 3 m/s. HA: Haman-gun; AD: Andong-si; SJ: Sejong-si; CA: Cheonan-si; IC: Icheon-si; CW: Cheorwon-gun

벌꿀 생산량 또한 조사년도 중 가장 많았던 것을 고려했을 때 꿀벌의 외부 활동 시간이 벌꿀 생산량에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인 중 하나로 판단된다.

기후 변화에 의한 피해는 국내뿐만 아니라 해외에서도 나타나고 있다. 기후 변화에 매우 민감하게 반응할 것으로 예상되는 지중해 연안 지역에서 근래 들어 불규칙한 기후 발생이 증가하였고(Giorgi and Lionello, 2008), 스페인에서 2016년과 2017년에 발생한 주요 작물 개화기의 가뭄 및 기온 상승은 꿀벌의 봉군 생태와 양봉 산물 생산에도 악영향을 미쳤다(Flores *et al.*, 2019). 이처럼 증가하는

**Table 4.** Mean number of acacia flowers bloomed at a flower stalk

2018	2019	2020
20.9	24.0	25.6

돌발적 이상 기후 현상은 벌꿀 생산량에 영향을 미치는 것을 넘어 꿀벌의 다양한 생태적 변화를 유발할 가능성도 있어 보인다.

### 3. 아카시나무 꽃송이 수

아카시아 벌꿀 생산량과 아카시나무 꽃대당 개화하는 꽃 수의 관계 확인을 위하여 2018년, 2019년, 2020년 남부 지역부터 북부지역까지 전업 농가의 이동에 따라 조사를 진행하였다. 지역별 아카시나무 꽃 개화기에 꽃대당 개화하는 꽃의 수를 조사한 결과 2018년 20.9개, 2019년 24.0개, 2020년 25.6개로 확인되었다(Table 4).

조사기간 중 아카시아 벌꿀 생산량이 가장 많았던 2019년과 가장 적었던 2020년의 아카시나무 꽃대당 개화한 꽃송이의 수는 큰 차이를 보이지 않았다. 2018년에 특히 적은 꽃송이 수가 확인되었는데, 이는 2018년 아카시나무 꽃 개화기 전후로 발생한 고온 및 저온 현상으로 인한 냉해 피해와 발육 저하 때문으로 확인되었다(이, 2019). 아카시나무 꽃 개화기 전후에 발생하는 돌발 기후 현상은 아카시나무 꽃의 개화와 벌꿀 생산량에 악영향을 미치는 주된 요인 중 하나로 예측되었다. 그러나, 벌꿀 생산량이 역대 최저치를 기록한 2020년에 개화한 꽃송이 수가 다른 연도 대비 가장 많은 것으로 조사되었다. 더 넓은 지역에 대한 누적 데이터의 축적이 필요하지만, 현재까지는 아카시나무 꽃의 개화 수보다 꿀벌의 활동 시간, 봉군의 상태(바이러스 및 질병) 등이 벌꿀 생산량에 더 직접적으로 영향을 미칠 가능성이 있는 것으로 판단된다.

### 4. 지역별 벌꿀 수분 함량

지구 온난화로 발생하는 다양한 기후 변화는 저장된 꿀의 농축 과정에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단하여 2020년부터 지역별 벌꿀의 수분 함량을 조사하였다. 중부지역 다섯 곳(구미, 김천, 세종, 이천, 화성)과 북부지역 세 곳(연천, 파주, 철원)을 포함하는 총 여덟 지역 중 구미에서  $19.6 \pm 1.5\%$ 로 수분 함량이 가장 낮았고 세종에

**Table 5.** Water content of the honey stored in the hives from different regions

Area	Region	Water content (%)	Mean water content (%)
Middle	GM	$19.6 \pm 1.5$	$26.2 \pm 5.4$
	GC	$23.5 \pm 2.1$	
	SJ	$31.3 \pm 5.2$	
	IC	$28.2 \pm 4.1$	
Northern	HS	$28.1 \pm 4.1$	$24.1 \pm 5.5$
	YC	$24.2 \pm 6.4$	
	PJ	$27.4 \pm 2.9$	
	CW	$22.1 \pm 4.6$	
Mean (%)		$25.2 \pm 5.6$	

GM: Gumi-si; GC: Gimcheon-si; SJ: Sejong-si; IC: Icheon-si; HS: Hwaseong-si; YC: Yeoncheon-gun; PJ: Paju-si; CW: Cheorwon-gun

서  $31.3 \pm 5.2\%$ 로 수분 함량이 가장 높았다. 중부지역 평균  $26.2 \pm 5.4\%$ , 북부지역 평균  $24.1 \pm 5.5\%$ , 전 지역 평균  $25.2 \pm 5.6\%$ 의 수분 함량이 확인되었다(Table 5).

조사지역 중 벌꿀 등급제(양봉 농협) 기준 1+등급(수분 20% 이하)에 적합한 수분을 보유한 꿀을 생산한 지역은 구미( $19.6 \pm 1.5\%$ )가 유일하였고, 김천( $23.5 \pm 2.1\%$ ), 연천( $24.2 \pm 6.4\%$ ), 철원( $22.1 \pm 4.6\%$ ) 세 지역에서 생산된 꿀이 1등급(수분 20% 초과~25% 이하)에 속하였으며, 나머지 네 지역인 세종( $31.3 \pm 5.2\%$ ), 이천( $28.2 \pm 4.1\%$ ), 화성( $28.1 \pm 4.1\%$ ), 파주( $27.4 \pm 2.9\%$ )에서 생산된 꿀은 수분 함량 25% 초과로 가장 낮은 2등급에 속하였다.

기후의 변화는 꽃의 꿀 생산량과 당 농도(수분 함량)에 영향을 미치기 때문에 벌꿀의 수분 함량에 중요한 요인이 될 수 있다(Corbet, 1990). 이상 기후 현상 발생의 증가에 대응하기 위해서는 벌꿀 생산량, 꿀벌 최적 활동 시간과 더불어 벌꿀의 품질을 결정하는 요인 중 기후와 관련이 있는 수분 함량에 대한 조사 역시 이루어져야 할 필요성이 있다고 판단된다. 지속적인 조사에 의한 관련 자료의 축적은 기후 변화에 따른 벌꿀 품질 변화의 예측 및 대응과 현황 파악에 사용될 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구과제 PJ01476105의 연구비로 지원된 결과이다.

## 인용문헌

- 이정민, 2019. 양봉산업의 위기와 극복방안. 전남매일. 2019. 10. 04일자.
- 한재환, 2014. 세계 및 국내 양봉산업 동향. 한국농촌경제연구원. 세계농업, 167, 77-87.
- Blüthgen, N. and A. M. Klein. 2011. Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant-pollinator interactions. *Basic Appl. Ecol.* 12(4): 282-291.
- Corbet, S. A. 1990. Pollination and the weather. *Israel J. Bot.* 39: 13-30.
- Crane, E. 1999. The world history of beekeeping and honey hunting. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203819937>
- FAOSTAT database collections. Food and agricultural organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org>
- Flores, J. M., S. Gil-Lebrero, V. Gámiz, M. I. Rodríguez, M. A. Ortiz and F. J. Quiles. 2019. Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment. *Sci. Total Environ.* 653: 1111-1119.
- Gary, N. E. 1967. Diurnal variations in the intensity of flight activity from honeybee colonies. *J. Apic. Res.* 6(2): 65-68.
- Giorgi, F. and P. Lionello. 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Glob. Planet. Change* 63(2-3): 90-104.
- Han, J. H. 2014. A study on the present state and development strategied of the beekeeping industry. Korea rural economic institute. Research data, 1-99.
- John, H. 2005. Global warming. *Rep. Prog. Phys.* 68(6): 1343.
- Kang, C. H. and H. S. Lee. 2018. A study on the effect of wind speed on the production of honey. *J. Apic.* 33(1): 63-70.
- Klein, A. M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen and T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Royal Soc. B* 274(1608): 303-313.
- Le Conte, Y. and M. Navajas. 2008. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 27(2): 499-510.
- Lew, Y. S. 1992. A study on *Robinia pseudoacacia* and beekeeping industry in Korea. *Korean J. Apic.* 7(1): 78-94.
- Oh, D. G. 2017. Feeding activities of the Asiatic honeybee, *Apis cerana* depending on changes of wind. Graduate school of Incheon University, 56.
- Park, B., Y. S. Choi, E. J. Kang, H. Park, F. Olga and D. Kim. 2020. Analysis of royal jelly production status against establishment of smart farm system in Korea. *JKITS* 15(5): 845-853.
- Reddy, P. R., A. B. R. A. H. A. M. Verghese and V. V. Rajan. (2012). Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Pest Manage. Hortic. Ecosyst.* 18(2): 121-127.
- Ryu, J. B. 2003. Classification of honey plants in Korea. *J. Apic.* 18(1): 5-22.
- Szabo, T. I. 1980. Effect of weather factors on honeybee flight activity and colony weight gain. *J. Apic. Res.* 19(3): 164-171.
- Thuiller, W., S. Lavorel, M. B. Aratújo, M. T. Sykes and I. C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *PNAS* 102(23): 8245-8250.
- Winston, M. L. 1991. The biology of the honey bee. Harvard university press.