

# 대추 비가림하우스 내 화분매개곤충의 수분 특성 및 효과

오하경\* · 이종원 · 김충우 · 이경희 · 이성균 · 김상희 · 윤형주<sup>1</sup> · 이경용<sup>1</sup>

충청북도농업기술원, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

## Effect of Insect Pollinators for Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* var. *inermis* (Bunge) Rehder) in Rain shelter house

Ha Kyung Oh\*, Jong Won Lee, Chung Woo Kim, Kyeong Hee Lee, Seong Kyun Lee, Sang Hee Kim, Hyung Joo Yoon<sup>1</sup> and Kyeong Yong Lee<sup>1</sup>

Chungbuk Agricultural Research and Extension Service, Cheongju 28130, Korea

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

**ABSTRACT:** The flowering season of jujube (*Zizyphus jujuba* var. *inermis* (Bunge) Rehder) overlaps with the rainy season and the abnormal weather conditions in Korea, thereby affecting pollination, fertilization, and fruit setting. We studied the pollinating activities of *Apis mellifera* L. and *Bombus terrestris* L. in rain shelter houses and their effects on fruit setting, with the ultimate aim of stabilizing fruit setting in *Z. jujuba*. *A. mellifera* and *B. terrestris* were used for pollination in jujube orchard in the rain shelter house for approximately 55 days from June 1, 2016, to July 25, 2016. The peak time of the rate of outgoing and incoming *A. mellifera* was recorded in the afternoon. However, the diurnal activity of *B. terrestris* was constant between 09:30 and 17:30 h. The rate of jujube fruit set on current shoots by *A. mellifera* and *B. terrestris* was 10.2 and 8.9%, whereas that in plots with no pollinators was 5.5%. Therefore, using pollinator in the rain shelter house in jujube orchard is effective in promoting jujube fruit setting.

**Key words:** *Zizyphus jujuba* (Jujube), Pollinator, *Apis mellifera* (Honeybee), *Bombus terrestris* (Bumblebee)

**초 록:** 생대추가 신소득 작목으로 부각되면서 재배지가 확대되고 있으나 우리나라 장마기와 최근 이상기후로 인해 대추 수분·수정 및 착과에 문제가 발생하고 있는 실정이다. 이에 생대추 재배를 위해 도입된 비가림하우스에서 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌을 이용하여 화분매개곤충의 활동 특성과 착과 효율에 어떠한 영향을 미치는지 구명하고자 본 시험을 수행하였다. 대추 복조 품종을 대상으로 비가림하우스에 망실을 씌워 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌을 2016년 6월 1일부터 7월 25일까지 약 55일정도 방사하였다. 서양종 꿀벌은 주로 오후에 활동이 많았으나 서양뒤영벌의 활동은 시간에 관계없이 다소 균일하였다. 대추 신초 가지의 착과율을 조사한 결과 방화곤충을 차단한 무처리 5.5% 대비 서양종 꿀벌은 10.2%, 서양뒤영벌은 8.9%로 대추 비가림하우스내 화분매개곤충 활용시 착과량 증진으로 농가 소득증대에 기여할 것으로 생각된다.

**검색어:** 대추, 화분매개곤충, 서양종 꿀벌, 서양뒤영벌

대추(*Zizyphus jujuba* var. *inermis* (Bunge) Rehder)는 갈매나무과(Rhamnaceae) 대추나무속(*Zizyphus*)의 열매로 Ber이라 불리며 전세계 열대지방에 분포하는 상록성의 인도계대추(*Z. mauritiana* Lam.)와 주로 중국, 우리나라에서 재배되는 낙엽교목의 중국계대추(*Z. jujuba* Mill.) 2종류가 있다(Evreinoff, 1964; Oh et al., 1988; Nam et al., 2015; Eom et al., 2016). 전통

적으로 대추는 산림유실수로서 건과형태로 한방재료나 음식의 부재료로 쓰였으나 2000년대 들어 충북 보은을 중심으로 대추를 생과로 재배하였다. 생대추가 높은 가격에 판매됨으로써 최근 신소득 작물로 각광받아 재배지가 확대되고 있으며 2015년 기준 전국 대추 재배농가는 6,589가구이고 재배면적은 2,744 ha이다(KFS, 2016).

대추는 타과수와 달리 당년에 발생한 줄기의 엽액에서 꽃눈 분화가 이루어지며 대추의 결과지는 묵은 가지와 신초 가지에서 형성되어 착과가 이루어진다(Kim and Kim, 1988). 묵은 가지의 결과지 개화기는 6월 상순부터 하순까지이고 신초 가지의

\*Corresponding author: ohk3319@korea.kr

Received September 12 2017; Revised October 18 2017

Accepted November 6 2017

개화기는 7월 상순부터 7월 하순까지로 대추의 전체 개화기간은 6월 상순부터 7월 하순까지 약 60일 정도이다(Dhaliwal and Bal, 1998). 대추 개화기는 우리나라 장마기와 겹치며 대추 꽃은 수명이 매우 짧고, 수분이 개화 직후 24시간 이내에 끝나며 개화 첫날 수분 시 50%가 착과되고 개화 둘째 날 수분된 꽃은 2%만 착과가 이루어진다(Ackerman, 1961; Kim and Kim, 1984). 최근 신초 가지 착과에 중요한 시기인 6월 하순부터 7월 중순에 잦은 강우와 이상고온 등 기상이변으로 인해 대추 수분·수정 불량 및 일조시수 부족으로 착과에 영향을 주고 있다. 이에 농가에서는 안정적인 생대추 재배를 위하여 비가림하우스를 도입하여 최근 대추 하우스재배가 늘어나고 있는 추세이다. 하우스재배는 노지에 비해 화분매개곤충의 출입이 자유롭지 못하여 수분·수정에 문제가 발생하여(Yoon et al., 2012) 시설 과채류에서는 작물의 종류에 따라 다르기는 하지만 서양종 꿀벌(*Apis mellifera* L.) 또는 서양뒤영벌(*Bombus terrestris* L.)을 이용할 경우 착과량 증진 및 수확물의 품질이 향상된다는 보고에 의해 화분매개곤충의 사용이 증가되고 있다(Ackerman, 1961; Yoon et al., 2008; Kim et al., 2013).

따라서 본 시험에서는 비가림하우스 내에서 대추 신초 가지의 결과지를 대상으로 화분매개곤충 이용시 착과량 증진 효과 여부를 구명하기 위해 시험을 수행하였다. 화분매개곤충으로 기존에 많이 사용되고 있는 서양종 꿀벌(*A. mellifera* L.)과 서양뒤영벌(*B. terrestris* L.)을 이용하여 대추에서 화분매개곤충별 방화활동 특성, 착과율, 상품성 등을 비교 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 화분매개곤충

전국적으로 가장 많이 재배되고 있는 대추(*Zizyphus jujuba* var. *inermis* (Bunge) Rehder)인 '복조' 품종을 대상으로 비가림하우스 내에서 화분매개곤충인 서양종 꿀벌(*A. mellifera* L.)과 서양뒤영벌(*B. terrestris* L.)을 대추 개화기인 2016년 6월 1일부터 7월 25일까지 약 55일정도 방사하여 실험을 수행하였다. 서양종 꿀벌은 양봉업자에게 구매하였고 서양뒤영벌은 국립농업과학원 곤충산업과에서 사육한 6세대를 분양 받아 사용하였다. 처리는 모두 165 m<sup>2</sup>면적에 4 mm크기의 망을 씌워 수행하였으며 화분매개곤충을 완전히 차단한 무처리구와 서양종 꿀벌, 서양뒤영벌로 총 3개구로 설정하였다. 화분매개곤충의 방사량은 시험구 당 1봉군씩 서양종 꿀벌은 약 2,000마리였고, 서양뒤영벌은 150마리이었다.

### 화분매개곤충별 방화활동 특성

대추 비가림하우스 내에서 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌의 방화활동 특성을 조사하기 위해 2016년 6월 16일(벌 투입 16일 후), 6월 23일(벌 투입 23일), 7월 5일(벌 투입 35일) 3회, 오전 9시 30분부터 오후 5시 30분까지 2시간 간격으로 소문출입활동, 방화시간, 꽃 간 이동시간을 조사하였다. 소문출입은 10분간 벌이 봉군(벌통)의 입구를 통해 나오고(출), 들어가는(입) 수를 조사하여 비율로 나타내었다. 방화시간은 벌이 대추 꽃에 앉아서 머무르는 시간을 측정하였고, 꽃 간 이동시간은 벌이 방화 후 한 꽃에서 다른 꽃으로 이동하는 시간으로 각각 30회씩 2회를 조사하여 평균을 산출하였다.

### 화분매개곤충별 대추 착과율 및 상품성 조사

대추 착과율을 조사하기 위해서 무처리구와 서양종 꿀벌, 서양뒤영벌 처리구 신초의 결과지를 대상으로 표시하여 만개기인 2016년 7월 12일에 꽃 수를 조사하였고, 2016년 8월 30일에는 착과수를 조사하여 3가지씩 3반복으로 착과율을 나타내었다. 대추 과실특성조사는 각 처리구별 10개씩 3반복으로 과실 크기(횡경, 종경), 과중, 당도를 조사하였다. 상품과율은 처리구별 3그루씩 10월에 수확 후 대추 과실 크기(횡경)로 분류하여 비율로 나타내었다. 과실의 크기는 디지털 calculator (Mitutoyo corp, CD-15CPX, Japan)를 사용하여 측정하였고, 과중은 전자저울(Precisa, CH/XT 4200C, Switzerland), 당도는 pocket refractometer (ATAGO, PAL-1, Brix 0~53%, Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 통계분석

대추 비가림하우스내 화분매개곤충별 방화활동 및 화분매개효과에의 통계분석은 windows용 SPSS (Statistical package for Social Science, version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 T-test와 일원배치분산분석(One-way ANOVA test)를 수행하였으며 사후검정은 Tukey HSD로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 화분매개곤충별 방화활동 비교

서양종 꿀벌과 서양뒤영벌의 방화활동을 조사한 6월 16일, 6월 23일, 7월 5일의 기상환경은 Table 1과 같이 온도는 28.4~

**Table 1.** The weather condition during the survey time of pollinators activities in rain shelter house on June 16, June 23 and July 5, 2016

Survey time	Temperature (°C)	Humidity (%)	Illumination (lux) × 100	Wind velocity (m/s)
09:30	28.4	60.0	126.9	0.7
11:30	29.0	51.0	148.0	0.6
13:30	32.2	47.0	205.4	0.5
15:30	29.4	57.3	157.6	0.3
17:30	29.0	56.0	119.4	0.3

**Table 2.** Visiting time on a flower and moving time from one flower to another during the pollination of jujube flowers

	Visiting time on a flower (second)	Moving time a flower to another flower (second)
<i>A. mellifera</i>	2.5 ± 1.2 <sup>a</sup>	2.5 ± 1.2 <sup>a</sup>
<i>B. terrestris</i>	2.4 ± 1.1 <sup>a</sup>	2.6 ± 1.2 <sup>a</sup>

This survey was conducted in June 16 and June 23.

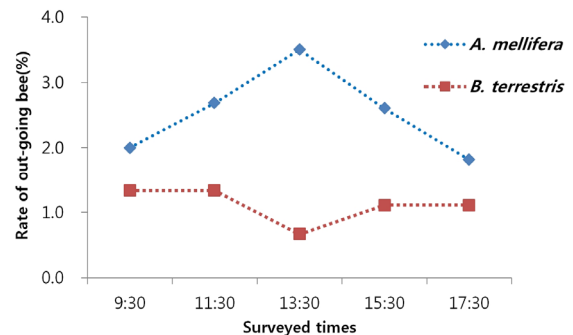
For the statistical analysis, T-test was used : not significantly different based on the Tukey HSD test ( $p < 0.05$ ).

32.2°C 이었고, 습도는 47~60%, 풍속은 0.3~0.7 m/s, 조도는 11,935~20,542 lux 이었다. 화분매개곤충별 대추 꽃에서 방화 시간은 서양종 꿀벌 2.5 ± 1.2초, 서양뒤영벌은 2.4 ± 1.1초로 화분매개곤충 간에는 차이가 없었다(T-test:  $t(118) = 0.436$ ,  $p = 0.664$ ) (Table 2). 꽃 간 이동시간 역시 서양종 꿀벌 2.5 ± 1.2초, 서양뒤영벌 2.6 ± 1.2초로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(T-test:  $t(118) = -0.273$ ,  $p = 0.785$ ). 블루베리의 꽃에서의 방화특성은 서양종 꿀벌의 경우 방화시간 6.9초, 꽃 간 이동시간은 3.1초였고, 서양뒤영벌의 경우는 각각 2.8초, 2.3초로 유의한 차이가 있었다(Kim et al., 2016). 체리 꽃에서도 서양종 꿀벌의 방화시간과 꽃 간 이동시간이 각각 20.9초, 5초인 반면에, 서양뒤영벌은 각각 5초, 3.4초로(Park et al., 2016) 화분매개곤충 간에 방화특성에 차이가 나는 것으로 보고하여 본 실험결과와는 다소 다른 경향을 보였다. 이는 대추의 경우 꽃의 크기가 매우 작아(Pareek et al., 2007) 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌 모두 대추에서는 방화시간이 짧아 화분매개곤충간의 차이가 적은 것으로 보여 진다.

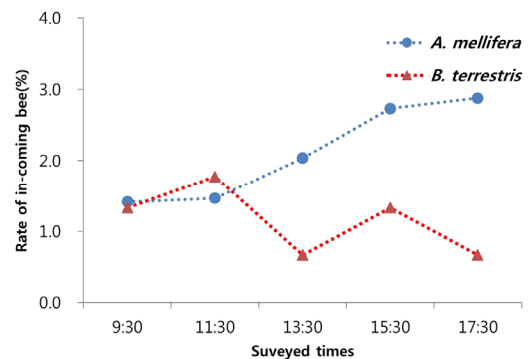
서양종 꿀벌과 서양뒤영벌의 소문출입활동을 조사한 결과는 Fig. 1과 Fig. 2로 나타내었다. 조사시간별 서양종 꿀벌의 출봉비율은 오전 9시 30분부터 증가하여 오후 13시 30분에 활동비율이 가장 높았으나 서양뒤영벌은 13시 30분에 활동이 약간 감소하였으나 비교적 일정하였다.

화분매개곤충별 출봉비율을 시간대별로 비교한 결과, 오전 9시 30분에는 서양종 꿀벌 2.0%, 서양뒤영벌 1.3%였고(T-test:  $t_{(4)} = 0.575$ ,  $p = 0.596$ ), 오전 11시 30분경은 서양종 꿀벌 2.7%, 서양뒤영벌 1.3%로(T-test:  $t_{(4)} = 2.126$ ,  $p = 0.101$ ), 오전 중에는 화분매개곤충 간에 통계적 유의차가 없었다. 오후 시간대별 출

봉비율은 13시 30분경 서양종 꿀벌 출봉비율은 3.5%, 서양뒤영벌은 0.7%였으며(T-test:  $t_{(4)} = 1.135$ ,  $p = 0.320$ ), 15시 30분경은 각각 2.6%, 1.1%였고(T-test:  $t_{(4)} = 1.266$ ,  $p = 0.274$ ), 17시 30분경 각각 1.8%, 1.1%로(T-test:  $t_{(4)} = 1.397$ ,  $p = 0.235$ ) 서양



**Fig. 1.** The rate of out-going *A. mellifera* and *B. terrestris* in the rain shelter house of the jujube orchard.



**Fig. 2.** The rate of in-coming *A. mellifera* and *B. terrestris* in the rain shelter house of the jujube orchard.

종 꿀벌과 서양뒤영벌 간에 오후 출봉비율에서도 통계적인 유의차가 나타나지 않았다.

서양종 꿀벌의 입봉비율은 시간이 지나감에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으나 각 시간대별 두 종의 입봉비율 17시 30분경 조사에서 꿀벌 2.9%, 서양뒤영벌 0.7%로 통계적 유의차가 있었고(T-test:  $t_{(4)} = 4.882, p = 0.008$ ), 나머지 조사 시간대에서는 통계적 차이를 보이지 않았다.

서양종 꿀벌과 서양뒤영벌의 출입봉비율 분석 결과, ‘복조’ 품종의 개화시각인 오후에 서양종 꿀벌의 활동이 많았으나 Nam et al. (2015)은 오전 개화성 대추품종에서는 서양종 꿀벌의 활동이 오전에 활발하였다는 결과를 보고하였다. 이는 대추 품종의 개화성에 따라 서양종 꿀벌의 활동의 시간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 서양뒤영벌의 경우 Kim et al. (2016)은 블루베리에서 17시에 활동이 가장 활발하였다는 반면에, 복숭아에서는 오전 11시경에 서양뒤영벌 활동이 최성기였다는 (Lee et al., 2005) 결과와 다른 결과를 보였다. 이는 기상환경과 작물 개화특성에 따라 화분매개곤충의 활동이 차이를 보이는 것으로 판단된다.

### 화분매개곤충별 착과율 및 생산물 품질 조사

대추 신초 가지의 착과율을 조사한 결과(Fig. 3), 서양종 꿀벌이 10.2%로 가장 높았고, 서양뒤영벌 8.9%, 무처리 5.5% 순이었다. 처리별 착과율은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다 ( $F = 4.987, df = 2, p = 0.015$ ). 서양종 꿀벌의 착과율은 무처리 구 대비 4.7%나 높게 나타났고 서양뒤영벌의 경우는 무처리구 대비 3.4%나 높게 나타났다. 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌 간의 착과율은 통계적으로 차이가 나타나지 않았다(T-test:  $t_{(16)} = 0.758, p = 0.460$ ). 대추는 단위결실을 통해 착과가 잘 이루어지는 것으로 알려져 있으나(Kim and Kim, 1988) 무처리에서 착과율이 가장 낮은 것으로 보아 화분매개곤충이 대추 착과에 효과가 있는 것으로 판단된다.

처리구별 대추 과실특성조사 결과(Table 3), 대추의 크기는 서양뒤영벌이 33.1 mm로 가장 컸으며 그 다음은 서양종 꿀벌

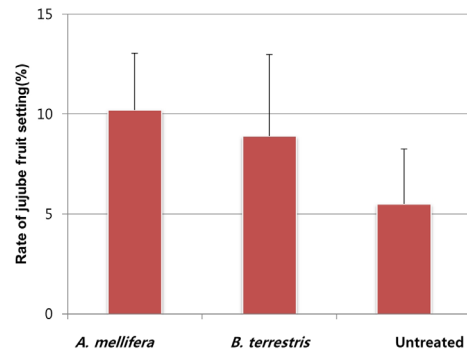


Fig. 3. Comparison of the rate of jujube fruit setting in the rain shelter house of jujube orchard containing the pollinators *A. mellifera* and *B. terrestris*.

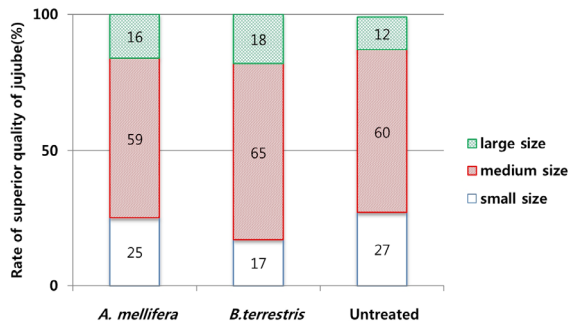
31.9 mm, 무처리 31.4 mm 순으로 통계적으로 유의성이 있었다 ( $F = 10.697, df = 2, p = 0.0001$ ). 과중도 대추 크기와 같은 순으로 각각 20.4 g, 18.8 g, 17.9 g이었으며 통계적으로도 유의성이 인정되었다( $F = 7.302, df = 2, p = 0.001$ ). 당도의 경우는 서양뒤영벌이 30.2 Brix%로 가장 높았으며 무처리 29.3 Brix%, 서양종 꿀벌 29.1 Brix% 였으나 통계적으로는 유의성이 없는 것으로 나타났다( $F = 1.538, df = 2, p = 0.221$ ). 서양뒤영벌에서 과실의 크기와 과중, 당도 모두 우수한 것으로 나타났으나 이는 서양종 꿀벌 처리구 대비 착과율이 낮아 과실의 비대가 향상된 것으로 판단된다.

과실의 크기와 모양, 당도 등 다양한 기준으로 상품성을 분류하는 타과수와 달리 대추는 과실의 크기로만 상품성을 분류하고 있어 크기별로 상품(28 mm 초과), 중품(24 mm 초과~28 mm 이하), 하품(22 mm 이상~24 mm 이하)으로 나누어 상품과율로 비교한 결과(Fig. 4), 상품 비율은 서양뒤영벌 18%, 서양종 꿀벌 16%, 무처리 12%로 화분매개곤충 활용시 상품의 비율이 높은 것으로 나타났으나 통계적으로 유의성은 없었다( $F = 0.572, df = 2, p = 0.592$ ). 중품 비율은 서양뒤영벌 65%, 무처리 60%, 서양종 꿀벌 59%로 통계적으로 유의성이 인정되었다( $F = 6.388, df = 2, p = 0.033$ ). 하품의 비율은 무처리 27%, 서양종 꿀벌 25%, 서양뒤영벌 17%이었다( $F = 3.494, df = 2, p = 0.099$ ). 무처리와 서양종 꿀벌의 상품과율이 비슷한 경향을 보

Table 3. Comparison of the qualities of jujube fruit in the rain shelter house of jujube orchard containing the pollinators *A. mellifera* and *B. terrestris*

	Width (mm)	Length (mm)	Weight (g)	Sugar content (Brix%)
<i>A. mellifera</i>	31.9 <sup>a</sup>	40.9 <sup>a</sup>	18.8 <sup>ab</sup>	29.1 <sup>a</sup>
<i>B. terrestris</i>	33.1 <sup>b</sup>	40.9 <sup>a</sup>	20.4 <sup>b</sup>	30.2 <sup>a</sup>
Untreated	31.4 <sup>a</sup>	39.0 <sup>a</sup>	17.9 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>

For the statistical analysis, Oneway-ANOVA test was used: Significantly different based on the Tukey HSD test ( $p < 0.05$ ) for width and weight.



**Fig. 4.** Comparison of the rate of superior quality of jujube in the rain shelter house of the jujube orchard containing *A. mellifera* and *B. terrestris*.

이나 착과율에서 차이가 확인되어 서양종 꿀벌의 수분효과가 있는 것으로 판단된다. 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌간의 상품과율은 상품(T-test:  $t_{(4)} = 0.538, p = 0.619$ ), 중품(T-test:  $t_{(4)} = 2.254, p = 0.087$ ), 하품(T-test:  $t_{(4)} = 2.139, p = 0.099$ ) 모두 통계적으로 차이가 없었다. 이에 대추 신초 가지의 착과율과 상품과율의 결과로 비가림하우스내에서 화분매개곤충인 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌 모두 대추 수분에 효과가 있는 것으로 나타났다.

서양종 꿀벌과 서양뒤영벌의 수분효과를 구명하기 위해 화분매개곤충을 차단한 무처리구를 두어 비교하였으나 농가 현장에서 적용을 위해 망실을 설치하지 않은 자연방임수분구의 과실크기와 착과율을 본 실험과 동일한 방법으로 조사한 결과는 Table 4로 나타내었다. 자연방임수분구의 과실크기(횡경)는 30 mm ( $F = 53.603, df = 2, p = 0.0001$ ), 과중은 16.9 g으로 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌의 방사구에 비해 대추가 작은 경향을 보였으며 대추의 크기와 무게 각각 통계적으로 유의성이 인정되었다( $F = 18.616, df = 2, p = 0.0001$ ). 신초 가지 착과율은 9.3%로 서양종 꿀벌 방사구 보다는 0.9% 낮았고 서양뒤영벌 방사구 보다는 0.4% 높았으나 통계적으로 유의성은 나타나지 않았다( $F = 0.423, df = 2, p = 0.66$ ). 이는 대추 ‘복조’ 품종의 개화시간과 서양뒤영벌의 활동시간이 일치 하지 않은 결과로 착과율이 자연방임수분구보다 적은 것으로 나타났으나 서양뒤영벌 처리구 대추의 크기와 무게가 높으므로 상품성이 자연방임수분구보다 좋을 것으로 판단된다. 서양종 꿀벌과 서양뒤영벌 처리구의 경우 망 설치로 인하여 투과율과 환기가 잘 이루어지지 않는 환경이나 자연방임수분구 대비 착과율과 대추 크기에 차이가

보임으로 대추 착과율 증진을 위한 화분매개곤충의 효과를 확인할 수 있었다.

## 사사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(지역특화작목기술개발사업)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## Literature Cited

- Ackerman, W.L., 1961. Flowering, pollination, self-sterility and seed development of Chinese jujube. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 77, 265-269.
- Dhaliwal, J.S., Bal, J.S., 1998. Floral and pollen studies in ber (*Ziziphus mauritiana* Lam.). *J. Res. Punjab Agric. Uni.* 35, 36-40.
- Eom, I.J., Choi, J.I., Kim, I.H., Kim, T.H., Kim, S.H., 2016. Changes in the physicochemical and antioxidant characteristics during the fermentation of jujube wine using hot water extract of dried jujube. *J. Life Sci.* 26, 1298-1307.
- Evreinoff, V.A., 1964. Notes sur le jujube (*Ziziphus jujube* Gaertner). *J. Agric. Trop. Bot. Appl.* 11, 177-187.
- Kim, M.A., Yoon, H.J., Park, I.G., Lee, K.Y., Hwang, J.S., 2016. Effect of insect pollinators in the blueberry (*Vaccinium* spp.) “Duke” cultivar. *Korean J. Apic.* 31, 315-322.
- Kim, M.A., Yoon, H.J., Park, I.G., Lee, K.Y., Kim, Y.M., 2013. Effect of insect pollinators for korean raspberry (*Rubus coreanus* MIQ.) in the green house. *Korean J. Apic.* 28, 323-330.
- Kim, Y.S., Kim, W.S., 1984. Studies on the physiological characteristics in blooming of chinese jujube. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 25, 28-36.
- Kim, Y.S., Kim, W.S., 1988. New technology of jujube cultivation. Osung Publishing House. Seoul, Korea, pp. 191-197; 200-201.
- Korea Forest Service (KFS), 2016. Statistical Yearbook of Forestry. Daejeon, Korea, pp. 239-241.
- Lee, S.B., Seo, D.K., Kim, S.J., Cho, J.W., Kim, Y.S., Yoon, H.J., Park, H.C., Hwang, S.J., 2005. The peach flower-visiting insects, and the characteristics on foraging activity of honeybee (*Apis mellifera* L.) and bumblebee (*Bombus terrestris* L.) for the pollination of peach. *Korean J. Apic.* 20, 123-132.
- Nam, J.I., Kwon, H.Y., Kim, M.S., Kim, S.H., 2015. Flowering characteristics and honeybee visiting of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill). *Korean J. Apic.* 30, 343-348.
- Oh, S.D., Choi, D.G., Kim, J.H., Kim, Y.S., 1988. Study on the

**Table 4.** Comparison of the rate of jujube fruit setting and qualities of jujube fruit of natural pollination in the rain shelter house of jujube orchard

	Rate of fruit setting (%)	Width (mm)	Weight (g)
Natural pollination	9.3 ± 1.47	30.0 ± 0.91	16.9 ± 1.24

- 
- isozyme analysis for classification of Korean native jujube strains (*Zizyphus jujuba* Miller). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 29, 304-311.
- Pareek, S., Mukherjee, S., Paliwal, R., 2007. Floral biology of ber a review. Agric. Rev. 28, 277-282.
- Park, I.G., Yoon, H.J., Kim, M.A., Lee, K.Y., Park, H.C., Kim, S.H., 2016. Comparison of pollinating activities on cherry flower by honeybee (*Apis mellifera*), bumblebee (*Bombus terrestris*) and hornfaced bee (*Osmia cornifrons*). Korean J. Apic. 31, 263-272.
- Yoon, H.J., Lee, K.Y., Lee, S.B., Park, I.G., Jang, S.J., Choi, Y.C., Choi, Y.S., Lee, G.G., 2008. Research on the current status of insect pollinator use in Korea. NAAS, RDA, Korea. Korean J. Apic. 23, 295-304.
- Yoon, H.J., Park, I.G., Lee, K.Y., Kim, M.A., Kang, P.D., 2012. Bumblebee rearing technology manual. National Academy of Agricultural Science. RDA, Wanju, Korea, 165 pp.