

# 체리(*Prunus avium*)에 대한 양봉꿀벌(*Apis mellifera*), 서양뒤영벌(*Bombus terrestris*) 및 머리뿔가위벌 (*Osmia cornifrons*)의 수분특성 비교

박인균\* · 윤형주 · 김미애 · 이경용 · 박해철 · 김성현

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부 곤충산업과

## Comparison of Pollinating Activities on Cherry Flower by Honeybee (*Apis mellifera*), Bumblebee (*Bombus terrestris*) and Hornfaced Bee (*Osmia cornifrons*)

In Gyun Park\*, Hyung Joo Yoon, Mi Ae Kim, Kyeong Yong Lee, Hae Chul Park  
and Seong Hyun Kim

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Sciences, R.D.A.,  
Wan-ju 55365, Republic of Korea

(Received 20 August 2016; Revised 29 September 2016; Accepted 29 September 2016)

### Abstract

To increase the fruit quality and fruit set ratio of the cherry, 3 species of insects, honeybee (*Apis mellifera*), bumblebee (*Bombus terrestris*) and *Osmia cornifrons* were used for pollination in cherry field in Gyeongju province. And also economical effect for crops of cherry fruit pollinated with same insect was analyzed. This study was also conducted using 3 kinds of methods for pollination effect, natural condition, net-house treatment and control method. Three species of cherry, Juadeonggum, Bing and Napoleon, were used in this experiment, also Juadeonggum and Napoleon species used as assistant pollination tree each other. Foraging activity of *Apis mellifera* showed peak in 9 AM, but in case of *Bombus terrestris* showed activity constantly from 9 AM to 5 PM. Rate of fruit set pollinated with *A. mellifera* and *B. terrestris* was showed 16.1% and 12.7% respectively. But *O. cornifrons* was lower than another 2 kinds of insects with 6.5% of fruit setting rate. Total rate of fruit set of cherry showed lower tendency compared with other kinds of fruit tree with under 20%. This results of low fruit set ratio is to be caused by abnormal weather condition, low temperature and heavy wind in blooming periods of cherry in 2010. There are some different in saccharinity, average saccharinity of fruits pollinated by *Apis mellifera* and *B. terrestris* was showed higher than *O. cornifrons* and natural condition with 21.9 Brix (%) and 20.9 Brix (%) respectively. In conclusion, method of using honeybee and bumblebee seems to be effective to increase productivity and fruit quality in pollinating cherry flowers.

Key words: Cherry, Pollination, *Apis mellifera*, *Bombus terrestris*, *Osmia cornifrons*

\*Corresponding author. E-mail: smja2995@korea.kr

## 서 론

달콤하면서 철분이 풍부하고 항염증 효과가 높을 뿐만 아니라 피부미용에도 좋은 과일로 알려져 인기가 많은 체리(*Prunus avium*)는 유럽 중남부와 터키가 원산지인 과일로 알려져 있다. 이 지역으로부터 유럽 전역과 북아메리카 등으로 전파되어 현재에는 위도 35~55° 사이의 온대지방에서 주로 재배되고 있고, 2010년 통계상 세계적으로 37만여ha에서 200만톤 이상이 매년 생산되고 있는데, 그중 터키·미국·이란 등이 세계 체리생산량의 약 45%를 차지하고 있다(Jeon *et al.*, 2013). 우리나라는 1930년에 대구 상동에 처음 도입되어 재배되었고, 이후 1938년 경주 건천읍 화천리에 식재되어 현재 이곳은 우리나라 최대 규모의 주산지를 이루고 있다. 국내에는 2000년대 중반 이후부터 재식면적이 증가하는 추세로 2012년 현재 재배면적은 130ha, 생산량은 450톤 규모로 추정되고 있으며, 최근 신선 체리의 수입이 급증하고 있고 이에 따라 국내 재배면적도 증가될 것으로 전망된다(Kang and Yoon, 2006; Lee and Son, 2012).

체리는 자가불결실성과 교배불친화성이 강해서 기본적인 결실량을 확보하기 위해서는 수분수가 꼭 필요한 작물이다. 그리고 수분수는 품종별로 개화시기가 다를 수 있으므로 주품종과 개화시기를 잘 살펴보고 선택해야 한다. 보통 수분수는 주품종에 비하여 개화기가 1~2일 정도 빠른 품종을 선택해야 원활한 수정이 이루어질 수 있고 또한 방화곤충이 활동할 경우 수분수와 주품종간의 꽃가루 이동을 통한 수정이 원활히 이루어진다(Bae, 2013; Jeon *et al.*, 2013). 체리는 착과수가 많고 나무가 높아 인공수분을 실시하기에는 생산성이 떨어지고 작업이 매우 불편하기 때문에 방화곤충에 의해 결실량을 확보하는 방법이 외국에서는 많이 이용되고 있다. 이용되는 방화곤충은 꽃등에 꿀벌이며, 야생벌의 일종인 꽃등에는 현재 대량사육 기술 개발되지 않아 자연에서 비래하는 개체에 의존할 수밖에 없으나, 꿀벌은 개화기 초에 과수원에 인위적으로 방사하여 화분매개를 유도할 수가 있다.

이렇듯 체리는 원래 충매화로서 방화곤충에 의한

수정을 해 왔으나, 최근 들어 찾아지고 있는 한반도 봄철 이상 기상으로 체리는 물론 사과 등 다른 농작물의 야생 곤충에 의한 개화기 수정문제가 농업적 문제점으로 새롭게 대두되고 있다. 더불어 최근 도시화 등 환경변화에 따라 자연계 방화곤충의 수가 줄어드는 현상과(Free, 1970; Park *et al.*, 1994; Batra, 1997; Lee *et al.*, 2000) 함께 개화기 전후에 강한 바람이나 빈번한 강우, 저온 및 늦서리 등 이상 기상이 발생할 경우 방화곤충의 비래활동을 보장할 수 없는 상황이 되고 있는 실정이다. 따라서 본 시험은 서양뒤영벌 및 양봉꿀벌 등 이미 대량사육 기술이 확립된 몇 종의 화분매개 곤충을 계획된 방사를 통해 체리의 수분효율을 높이고 나아가 개화기 이상기상 시 자연비래 방화곤충의 저조한 수분활동을 보완할 수 있는 방법을 모색하고 자 본 시험을 수행하게 되었다.

## 재료 및 방법

### 시험구 설치 및 실험 곤충

본 실험은 2010년 4월 1일부터 6월 30일까지 체리 주 재배지인 경북 경주시 건천읍의 대규모 재배농가가 운영하는 포장(경주 화천농장, 대표 홍영기)을 선정하여 화분매개활동과 착과율 등 포장 조사실험을 수행하였다. 농가포장 3개소를 선정하여 각 개소별 자연 방화구와 무처리구, 시험곤충 투입구(망실 내 방사)로 구분하여 조사를 실시하였다. 품종은 최근 인기가 높은 “좌등금”과 “빙” 두 품종(두 품종 모두 식재 수령 10~15년)을 이용했으나 발아기 저온현상으로 “빙” 품종은 조사가 불가능 하였으며, 수분수는 “나폴레옹”을 이용하였다. 시험구 설정은 각 체리 품종별 2그루씩, 시험곤충별로 1개소씩 총 6개소의 망실(가로 4.5m×세로 12m×높이 5.5m)을 제작하여 망실당 2주를 기준으로 모두 12주의 시험주를 선발하여 방화활동 조사 및 착과율, 생산물 수확까지 일련의 조사를 수행하였다. 수분수는 각 망실 당 1그루씩 오아시스를 이용하여 시험주가 개화하기 직전 투입하여 개화시기가 같도록 유도하여 시험곤충의 활동을 돕

고자 하였다. 대조구는 같은 품종(좌등금, 빙)에 망실을 설치하지 않은 자연 방화구와 역시 같은 품종의 시험가지에 양과망을 씌워 아예 외부 방화곤충의 비래를 차단한 차단구를 대조구로 이용하였다. 실험용 곤충은 양봉꿀벌(*Apis mellifera*)과 서양뒤영벌(*Bombus terrestris*), 머리빨가위벌(*Osmia cornifrons*) 등 3종을 사용하였다. 이들 시험곤충은 꽃 개화 직전 각 망실에 화분매개곤충별로 1봉군씩 방사하였다. 방사량은 망실 당 서양뒤영벌의 경우 1봉군(일벌 120마리), 양봉꿀벌 1봉군(일벌 약 4,000마리, 소비 2매×2,000마리), 머리빨가위벌 1통(암벌 200마리, 수벌 300마리)을 투입하였다.

### 화분매개곤충별 방화활동 및 착과율 조사

양봉꿀벌과 서양뒤영벌 및 머리빨가위벌의 일주활동 및 화분매개활동 조사는 체리 꽃이 만개하여 시험곤충의 수분활동이 활발한 것으로 관찰되는 5월 3일부터 4일까지 2일간 오전 9시부터 오후 5시까지 2시간 간격으로 망실 기상환경조사(온도, 습도, 조도)와 병행하여 수행하였다. 소문 출입활동은 5분간 벌통의 벌의 출·입 마리수를 관찰하였고, 화분매개활동은 출봉한 벌 중에 실질적으로 꽃을 방문하여 방화활동을 한 후 입봉 시 꽃가루를 부착하고 귀소하는 일벌수를 출봉수 대비 백분율로 표시하였다. 방화시간은 벌이 꽃에 도착한 시간부터 떠나는 순간까지의 시간을 측정하였으며, 꽃 간 이동시간은 동일한 개체의 벌이 한 꽃에서 출발한 시간부터 다른 꽃에 도착하는 시간을 추적하여 기록하였다. 각각 방화시간과 꽃 간 이동시간은 30개체의 시간을 1반복으로 하여 전체 3반복 평균을 산출하였다. 착과율 조사를 위해 꽃눈이 나오기 시작하여 육안으로 식별이 가능한 시기를 선택하여 사전에 시험주 가지에 표시를 해둔 후 꽃눈수를 세고 기록하였다. 이후 개화기가 지난 후 열매가 맺기 시작할 때부터 총 4회 착과 수를 조사하여 이 결과를 꽃눈수와 대조하여 착과율을 산정하였다.

### 생산물 상품성 및 경제성 분석

자연수분구 및 무처리 구를 포함한 각 시험구별 화분매개활동에 의한 생산물 조사는 6월 17일부터 2일간 현지 포장에서 시험구별로 직접 수확한 샘플을 수거하여 조사하였다. 체리는 저장성이 약하기 때문에 수확한 샘플은 바로 실험실로 운반하여 저온실(5℃)에 보관하면서 무게, 길이(장경, 단경), 과육두께 및 당도를 조사하였다. 무게는 실험용 전자저울(Ohaus Explorer, Scale 1/1000g, USA)을 사용하였고, 길이는 버어니어캘리퍼스(Electronic Digimatic, Mitutoyo Corporation, Japan, Model CD-15B)를 이용하였다. 당도는 과즙을 표면에 직접 묻혀서 측정하는 당도계(ATAGON-1E, Brix 0~32%, Japan)를 사용하였다. 조사는 3반복으로 수행하였다. 각 화분매개곤충별로 20개의 정상과를 1반복으로 하여 총 3반복 60개의 정상과를 항목별로 측정하여 평균값을 산출하고 통계처리 하였다. 경제성 분석은 한 개의 과당 무게를 산출하고, 한 그루당 전체 무게를 환산한 다음 단위 면적당(990m<sup>2</sup>) 생산량과 판매수익을 계산한 후 대조구(자연수분구)와 비교하여 경제적 수익 정도를 판단하였다.

### 통계분석

시험곤충 3종을 이용하여 수행한 체리 꽃에서 방화시간 및 꽃 간 이동시간, 생산물 조사를 위한 무게, 길이(장경, 단경), 과육두께 및 당도에 대한 평균 분석을 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA test)을 수행하여 통계적 유의성을 검정하였다. 모든 통계는 SPSS V18 통계패키지를 이용하였으며 Turkey HSD test를 이용하여 평균간 사후분석을 수행하였다.

## 결과 및 고찰

### 화분매개곤충별 소문 출입활동 조사

체리에서 양봉꿀벌과 서양뒤영벌 및 머리빨가위벌의 소문 출입활동과 각 시험곤충별 화분매개활동 비

을을 조사한 결과는 Table 1에 나타나 있다. 양봉꿀벌의 경우 오전 9시에 활동 피크를 보인 후 점차 활동이 약해지는 경향을 보였으나 오후 5시까지의 조사시간 동안 급격한 활동저하는 보이지 않았다. 서양뒤영벌의 경우도 양봉꿀벌과 비슷한 경향을 보였으나 전체적인 경향은 소문 출입활동의 변동이 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 머리빨가위벌의 경우 오전 11시에 출입활동의 피크를 보인 후 점차 낮아지는 경향을 보이고 있어 앞의 다른 두 종과는 다른 양상을 보였다. 망실 내에서의 일주활동 조사와 병행해서 매일 오전 9시부터 오후 5시까지 매 2시간 간격으로 5분간 2일 동안 조사한 각 시험곤충별 출봉수와 입봉수의 평균을 살펴보면 양봉꿀벌의 경우 입봉수가 출봉수가 많은 경향을 보이고 있는데, 특히 오전 9시조사의 경우는 이미 9시 이전에 출봉한 개체가 화분매개활동을 마치고 입봉하는 경우로 추측되어 입봉수가 많은 것으로 판단된다. 이것은 매실에서 조사된 출입활동과는 다른 경향으로(Park *et al.*, 2013), 조사 작목에 따라 개화한 꽃의 화분양이나 화밀량에 따라 출봉한 개체가 입봉시간이 일정치 않아 생기는 것으로 생각된다. 서양뒤영벌의 경우에도 전체적으로 출봉수보다 입봉수가 많은 경향이었으나 두 조사항목간의 차이는 조사 시기와 작목, 날씨 등 외부 요인에 따라 차이가 날 수 있으며 특별한 일관성은 보이지 않는 것으로 판단된다. 출봉한 개체가 꽃을 방문하여 먹이활동을 한 후 입봉 시 꽃가루를 몸에 부착하여 귀소하는 비율을 조사한 결과 양봉꿀벌의 경우 아침부터 저녁까지 30% 내외였으며, 이에 비해 서양뒤영벌의 경우는 오후 3시에 75%를 보였으나 나머지 시간대는 모두 90%

이상이 화분매개활동을 하는 것으로 관찰되었다. 그러나 양봉꿀벌의 경우 서양뒤영벌보다 절대적인 전체 출봉수가 많기 때문에 화분단지 부착해서 귀소하는 비율이 낮더라도 체리의 화분매개에는 서양뒤영벌과 마찬가지로 큰 문제기 되지 않을 것으로 보인다. 반면 머리빨가위벌은 꿀벌이나 서양뒤영벌 보다 개체 크기가 작고 화분 부착여부를 육안으로 관찰하기가 쉽지 않아 화분매개비율을 산출하지 못하였으나, 어느 정도까지는 생존을 위해 먹이채집을 위한 기본적인 수분활동을 수행하는 것으로 사료된다.

### 화분매개곤충별 일주활동

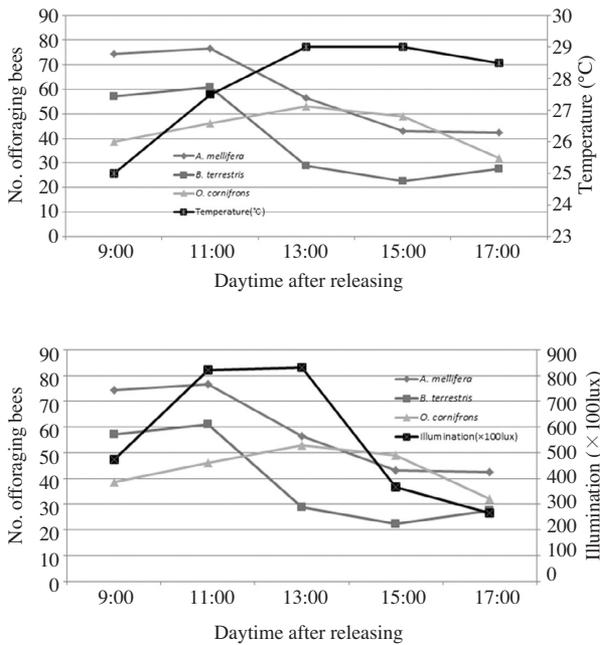
체리 품종 “좌등금” 시험구 망실 내에서 출봉하여 활동하고 있는 시험곤충의 일주활동을 조사한 결과는 Fig. 1에 나타나 있다. 본 조사에서의 환경요인은 온도와 조도 등 2가지를 동시에 조사하여 일주활동수와의 상관관계를 살펴보고자 하였다. 앞에서 언급한 입봉개체가 입봉 시 화분단자를 몸에 부착한 개체는 틀림없이 화분매개활동을 한 것으로 간주하였지만, 본 일주활동 조사는 체리 꽃에서 수분활동을 하거나 이동하고 있는 개체 또는 쉬고 있는 개체모두를 포함하고 있기 때문에 화분매개활동과는 다소 차이가 있을 수 있다고 판단된다. 양봉꿀벌과 서양뒤영벌의 경우 2종 모두 오전 9시부터 11시까지 활동 피크를 보인 후 오후 3시까지 활동량이 감소하여 오후 5시까지 지속되는 경향을 보였으며 두 종 하루 중의 일주활동은 같은 경향을 나타내었다. 머리빨가위벌의 경우에는 오전 9시부터 오후 3시까지 일정한 활동량을 유지

**Table 1.** Activities of pollinators, *Apis mellifera*, *Bombus terrestris* and *Osmia cornifrons* measured as the number of out-going, incoming, and pollen-carrying bee during day time of 3~4 May 2010 on cherry flowers inside the net house

Time	No. of out-going bee			No. of in-coming bee			Rate of pollination (%) <sup>2)</sup>		
	<i>A. mellifera</i>	<i>B. terrestris</i>	<i>O. cornifrons</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>B. terrestris</i>	<i>O. cornifrons</i>	<i>A. mellifera</i>	<i>B. terrestris</i>	<i>O. cornifrons</i>
09:00	83	8	15	97(18) <sup>1)</sup>	9(9)	12	19	100	—
11:00	58	11	23	76(24)	4(4)	26	32	100	—
13:00	45	3	24	42(15)	10(9)	19	36	90	—
15:00	49	2	11	61(19)	8(6)	10	31	75	—
17:00	26	6	8	47(12)	5(5)	0	26	100	—

<sup>1)</sup>The number of parenthesis means the number of bees with pollen lump in the body

<sup>2)</sup>Rate means in-coming bees with pollen lump of total in-coming bees percentage



**Fig. 1.** Characteristics of diurnal foraging activities of 3 species pollinator, *A. mellifera*, *B. terrestris* and *O. cornifrons* and environmental factor, temperature and illumination in net house condition of cherry tree. Number of foraging bees were average of 2 days data, May 3 to 4 in 2010. This values were surveyed 5 times per one day with 2 hours interval from 09:00 a.m. to 17:00 p.m..

하다가 오후 5시에 최저치를 나타내었다. 이러한 결과를 환경요인과 비교하여 보면 양봉꿀벌과 서양뒤영벌은 온도의 변화와는 반비례 현상을 보이고 있으며 반대로 조도변화에 따라서 활동량이 정비례하는 경향을 볼 수 있다. 특히 서양뒤영벌의 경우 많은 다른 작물의 조사에서 온도보다 조도에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타나 있지만(Lee *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2011), 본 체리 시험에서는 조도가 제일 높은 11시에 활동량의 피크를 보이다가 조도가 떨어지기 시작하

는 15시에 동시에 활동량이 감소하는 경향을 살펴볼 때 그 경향이 정반대로 나타나 온도보다는 조도와 밀접하게 영향을 받는 것으로 나타났다. 머리빨가위벌의 경우 온도와 조도에 그다지 민감한 것으로는 보이지 않았으며 아침부터 저녁까지 골고루 활동하는 것으로 나타났다. 조도에 따른 경향을 보면 80,000lux가 넘어가는 오전 11시 활동량의 피크를 보인 후 비슷한 조도를 나타내는 13시에는 활동량이 오히려 감소하는 경향을 보임으로서 어느 정도 조도에 영향을 받는 것 같으나 전적으로 조도의 변화에 따르는 것으로 보여지며 이런 경향은 양봉꿀벌과 서양뒤영벌 모두 같은 경향이였다. 결론적으로 양봉꿀벌과 서양뒤영벌은 체리에 있어서 온도변화 보다는 조도변화에 좀 더 민감한 반응을 보이며 일주활동을 하고 있었고, 머리빨가위벌의 경우 환경조건에 별로 영향을 받지 않고 하루 종일 고르게 활동하는 경향을 보였다. 본 시험의 결과는 시설딸기에서 방화활동 특성을 조사한 결과 양봉꿀벌은 온도와 조도가 떨어지는 오후 5시경 활동량이 급격히 떨어지고 서양뒤영벌은 양봉꿀벌보다 온도와 조도에 변화에 따른 활동량에 있어서 영향을 덜 받는 것으로 보고한 결과(Lee *et al.*, 2008)와는 다소 다른 경향으로, 다른 작목에서의 결과와 추가적인 비교를 통하여 환경요인에 따른 일주활동의 습성에 대한 특성을 정립할 필요가 있을 것으로 사료된다.

**화분매개곤충의 방화활동 특성**

망실 내 뿐만 아니라 일반 노지에서도 각각의 곤충들의 방화하는 특징은 서로 다르다. 곤충 종에 따라

**Table 2.** Staying time on a flower to pollinate and moving time from a flower to the other of 3 species of pollinator on cherry flower in net house

	Staying time on flower (second)	Moving time from a flower to another flower
<i>A. mellifera</i>	20.9 ± 16.2a	5.0 ± 2.0a
<i>B. terrestris</i>	5.0 ± 2.5b	3.4 ± 2.5a
<i>O. cornifrons</i>	5.4 ± 4.4b	3.8 ± 2.2a

- 1) The number of workers surveyed was 30.
- 2) All values are mean ± SD.
- 3) Different letters in same column are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Oneway ANOVA Test (Staying time  $F=16.85$ ,  $df(2, 537)$ ,  $p=0.00001$ ; Moving time  $F=11.94$ ,  $df(2, 537)$ ,  $p=0.155$ ) and Turkey HSD test.

또는 방문하는 작물에 따라 서로 다르게 나타난다. Table 2는 본 시험에서 체리재배 망실 내에서 방사된 3종의 화분매개곤충에 대한 각각의 꽃에 머문 방화 시간과 방화하고 난 후 다른 꽃으로 이동하는 시간을 조사한 결과이다. 양봉꿀벌이 꽃에 머문 시간(방화시간)은 평균 20.9초, 서양뒤영벌은 5.0초, 머리뿔가위벌은 5.4초로 나타났으며, 서양뒤영벌과 머리뿔가위벌은 방화시간에 있어서 통계적 차이가 없었으나 양봉꿀벌은 나머지 2종 보다 방화시간이 길어 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(One-way ANOVA Test:  $F=16.85$ ,  $df$  2, 537,  $p=0.00001$ ). 그러나 꽃 간 이동시간은 양봉꿀벌 5.0초, 서양뒤영벌 3.4초, 머리뿔가위벌 3.8초로 3종간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(One-way ANOVA Test:  $F=11.94$ ,  $df$  2, 537,  $p=0.155$ ). 방화시간의 경우 본 체리시험에서의 결과는 망고시험에서의 꿀벌 14.3초, 서양뒤영벌 6.1초로 나타난 보고(Park *et al.*, 2014)와 딸기에 있어서 양봉꿀벌의 경우 방화시간 7.2초, 서양뒤영벌 5.1초로 나타난 보고(Lee *et al.*, 2008)와 전체적인 평균 머문 시간은 다르게 나타났지만 대체적으로 양봉꿀벌의 방화시간이 길게

나타나는 특성은 같은 경향으로 일치하였다. 실제 현장에서 육안으로 관찰한 경향도 꿀벌의 경우 개체마다 약간의 차이는 있지만 한 꽃을 방문하면 꽃봉우리는 물론 꽃받침까지 돌아가며 채밀하려는 습성이 있어 방화시간이 길어진 경우도 있었으며, 서양뒤영벌의 경우 채밀하는 목적보다 화분을 모으는 습성이 강해서(Yoon *et al.*, 2009) 화분이 많은 꽃을 방문하고자 한 꽃에 머무는 시간이 짧은 것으로 보여 진다. 머리뿔가위벌의 경우 방화시간과 꽃 간 이동시간에 있어서 서양뒤영벌과 거의 비슷한 경향을 보이고 있는데 역시 채밀보다는 화분채집이 주목적인 경우 전반적으로 방화시간이 짧아지는 비슷한 특성을 갖고 있는 것으로 생각된다. 결론적으로 3종 곤충의 방화활동 특성은 작목이나 환경 등에 따라 다소 달라질 수 있지만, 뒤영벌의 경우는 꿀벌과 달리 위에서 언급한 바와 같이 화밀보다는 화분채집에 더 집중하는 생태 및 행동적인 특성상 서로 다른 경향을 나타내는 것으로 보여진다.

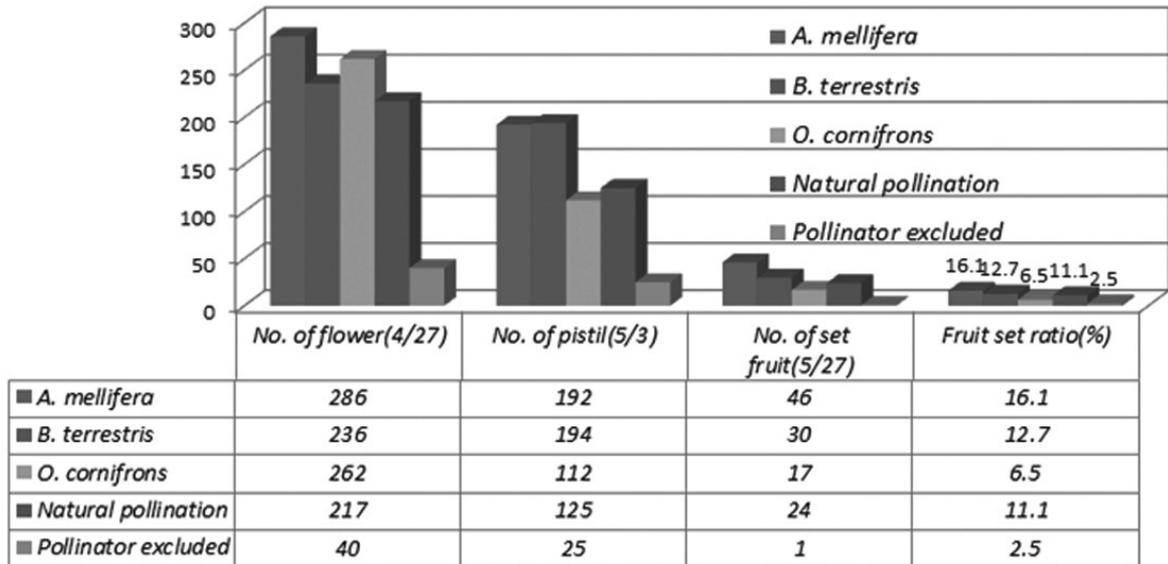


Fig. 2. Fruit set ratio of cherry according to the number of flower pollinated by 3 kinds of pollinator, *A. mellifera*, *B. terrestris* and *O. cornifrons*. Cherry species in this treatment was “Juadeonggum”. The number of flower surveyed first in April 27<sup>th</sup> and number of pistil next in May 3<sup>rd</sup> and finally number of set fruit were counted 60 branches on 2 trees in net house. Fruit set ratio was shown low tendency compared with average year because weather condition in 2010 was shown abnormal cold temperature in April and May especially in Gyeongju province.

### 화분매개곤충별 착과율

체리 망실 내에 3종의 화분매개곤충을 방사하여 수분활동을 하게한 이후 결실된 착과율을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 본 시험에서 착과조사는 5월 27일에 현장에서 수행하였고, 그 전에 착과율을 구하기 위해 4월 27일 망실 내 조사가지들 미리 표시해 정해놓은 후 해당가지의 꽃눈 수를 기록하였다. 또한 5월 3일 꽃눈 수에서 암술 수를 다시 세어 기록한 후 결실된 열매 수를 조사하여 최초 꽃눈 수 및 암술 수 대비 결실수의 백분율을 산출하여 최종적으로 착과율을 도출하였다. 본 시험에서는 3종의 시험 화분매개곤충을 투입한 시험구와 함께 화분매개곤충을 투입하지 않고 야외 노지에서 자연 비래하는 곤충에 의한 방화구인 자연방화구와 꽃눈의 외부 곤충의 접촉을 차단하기 위해 가지전체에 망을 씌운 무 처리 구를 같이 조사하여 비교하였다. 꽃눈 수를 조사한지 한 달 만인 5월 27일 최종결실을 확인한 후 조사된 착과율은 양봉꿀벌이 16.1%로 3종의 화분매개곤충 가운데 가장 높게 나타났고 서양뒤영벌 12.7%이었으며 머리빨가

위벌이 6.5%로 가장 낮게 나타났다. 3종 모두 평균 20% 미만으로 예년에 비해 매우 낮게 나타났는데 이 결과는 발아기 저온현상과 결실기의 이상 고온으로 인한 결실불량에 의한 착과율의 심각한 감소를 초래한 것으로 판단된다. 발아기의 이상저온과 바람 등으로 꽃눈발육이 매우 저조하고, 잦은 비와 일시 고온현상으로 수정된 암술이 고사하는 증상이 겹쳐 전체적으로 착과율이 매우 낮은 것으로 판단된다. 특히 체리의 경우 과수원을 개원하기 전에 가장 먼저 고려되어야 하는 것이 겨울철 최저기온과 개화기 늦서리 피해인데(Jeon *et al.*, 2013), 주산단지인 이곳에도 해에 따라서는 이런 이상기상이 빈번히 발생하고 있어 상시 대비가 필요할 것으로 생각된다. 망실을 설치하지 않고 노지에서 자연비래 곤충(주로 인근 양봉장에서 날아온 꿀벌 또는 등에 류 등)에 의해 수분이 되어 결실을 맺은 자연수분구의 착과율은 11.1%로 나타나 머리빨가위벌 보다는 높았고, 서양뒤영벌과 비슷한 수준이었으나 양봉꿀벌 보다는 낮게 나타났다. 이상의 결과를 보았을 때 최근 잦아지는 한반도 봄 계절의 이상저온과 이상고온 등으로 인한 작물의 동해피해 뿐

**Table 3.** Quality comparison of cherry fruits pollinated by *A. mellifera*, *B. terrestris* and *O. cornifrons* in the net house condition

	<i>A. mellifera</i>	<i>B. terrestris</i>	<i>O. cornifrons</i>	Natural pollination	Pollinator excluded
Weight/Fruit (g)	5.9±0.5a	5.7±0.5a	5.6±1.1a	3.8±0.8b	1.8
Length/Fruit (mm)	22.7±0.7a	22.7±0.7a	22.3±1.8a	20.0±1.4b	15.5
Width/Fruit (mm)	20.5±0.9a	19.7±0.7a	19.9±1.8a	17.0±1.3b	13.9
Sugar content (Brix,%)	21.9±2.0a	20.9±1.8a	17.0±1.9a	16.5±0.6b	12.4

1) The number of production surveyed was 60 and 3 replication.

2) All values are mean ± SD.

3) The different letters in same row are indicate significant differences by One-way ANOVA ( $P < 0.05$ ) (weight  $F=44.91$ ,  $df(3, 116)$ ,  $p=0.00001$ , length  $F=31.71$ ,  $df(3, 116)$ ,  $p=0.00001$ , width  $F=48.82$ ,  $df(3, 116)$ ,  $p=0.00001$ , sugar content  $F=63.07$ ,  $df(3, 116)$ ,  $p=0.00001$ ) and Turkey HSD test.

**Table 4.** Analysis of economical income of cherry pollinated by 3 species of pollinators, *A. mellifera*, *B. terrestris* and *O. cornifrons* in the condition of net house

	Weight/fruit (g)	Weight/tree (kg)	Amount of product/990m <sup>2</sup> (kg)	Gross income /990m <sup>2</sup> (Thou.won)	Production cost (Thousand won)	Economical income	
						Net income/990m <sup>2</sup> (Thou.won)	Income ratio (%)
<i>A. mellifera</i>	5.0	26.6	798.0	10,534	100	10,434	118.3
<i>B. terrestris</i>	5.7	25.1	753.0	9,940	75	9,865	111.8
<i>O. cornifrons</i>	5.6	24.8	744.0	8,928	50	8,878	100.6
Natural pollination	3.8	24.5	735.0	8,820	0	8,820	100

만 아니라 개화시기 활동해야하는 화분매개곤충의 감소로 인한 미 수정 또는 불 수정으로 인한 결실장애에 대비한 대책 마련이 필요한 것으로 사료된다. 특히 체리는 대부분 하우스 재배가 아니기 때문에 이러한 이상기온의 영향을 받을 가능성이 높아 매년 개화기 때 이러한 피해를 막기 위해서는 자연 비래하는 방화곤충에 의한 수정보다는 미리 준비된 적정량의 화분매개곤충을 인위적으로 방사하여 수정을 하게 하는 방법이 매우 중요할 것으로 판단된다. 특히 저온에서의 수분활동은 서양뒤영벌이 양봉꿀벌이나 머리빨가위벌에 비해 상대적으로 활발하기 때문에(Free, 1970; Heinrich, 1979) 체리 개화기 이상저온일 경우 뒤영벌을 이용한 수분이 효과가 있을 것으로 판단되고, 저온현상이 짧게 일시적인 현상으로 불안할 경우에는 양봉꿀벌과 서양뒤영벌을 동시에 병행해서 사용해도 화분매개효과가 클 것으로 판단된다.

#### 화분매개곤충 종별 생산물 조사

양봉꿀벌과 서양뒤영벌 및 머리빨가위벌 등 3종의 화분매개곤충을 이용하여 수분을 시킨 체리의 최종 생산물을 조사한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 각각 시험구별로 30개씩 3반복으로 조사한 체리의 개당 평균 무게는 양봉꿀벌, 서양뒤영벌, 머리빨가위벌 순으로 5.9g, 5.7g, 5.6g 이었으며 자연수분구는 3.8g이었다(one-way ANOVA test:  $F=44.91$ ,  $df$  3, 116,  $p=0.00001$ ). 길이는 각각 22.7mm, 22.7mm 22.3mm이었으며 자연수분구는 20.0mm이었다(one-way ANOVA test:  $F=31.71$ ,  $df$  3, 116,  $p=0.00001$ ). 너비는 각각 20.5mm, 19.7mm, 19.9mm 순이었으며 자연수분구는 17.0mm이었다( $F=48.82$ ,  $df$  3, 116,  $p=0.00001$ ). 무게 조사결과 수치상으로는 꿀벌 수분에 의한 생산물의 무게가 5.9g으로 가장 높게 나와 가장 우수한 것으로 나타났으나 통계적으로는 서양뒤영벌과 머리빨가위벌과는 유의성 없었다. 길이와 너비에서도 양봉꿀벌에 의해 수분된 시험구의 체리 생산물이 다른 2종의 곤충에 비해 가장 높게 나타났으나 역시 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 그러나 각 시험항목에서 자연수분구는 가장 낮게 나타나 화분매개 효율이 많이 떨어지는 결과를

보였다. 비록 체리 꽃이 개화되는 시기에는 여러 방화곤충들이 활동하는 시기이고 토종벌과 양봉용 꿀벌들이 활동을 하고 있지만 장소와 날씨 등 여러 변수에 따라 일정한 활동량을 보장받을 수도 없고, 특히 본 시험에서 확인되는 바와 같이 자연 비래되는 방화곤충에 의한 수분효과(자연수분구)는 인위적으로 방사한 화분매개곤충과 비교해도 그 상품성이 떨어짐을 확인할 수 있었다.

생산물의 당도 조사결과 양봉꿀벌 구와 서양뒤영벌 구가 각각 21.9 Brix, %, 20.9Brix, %로 비슷한 경향으로 나타났으며, 머리빨가위벌 17Brix, %로 자연수분구 16.5Brix, %로 비슷한 수준으로 나타났다(one-way ANOVA test:  $F=63.07$ ,  $df$  3, 116,  $p=0.00001$ ). 그러나 양봉꿀벌 등 3종의 화분매개곤충을 이용한 시험구 모두 17% 이상으로 과일 중에서 당도가 높은 것으로 알려진 망고(11Brix, % 이상)보다 월등하게 높은 것으로 나타나 당도 면에서 체리의 상품가치는 매우 높은 것으로 사료된다.

본 시험의 최종 목적은 체리 개화시기에 적절한 화분매개곤충을 투입하여 원활하게 체리 꽃을 수분시킨 후 품질이 우수한 체리 과를 생산하여 농가 소득을 높이는 데 있다. 3종의 화분매개곤충을 투입하여 화분매개활동과 소문 출입활동을 살펴보고, 그 후 착과율과 생산물 상품성까지 조사하였다. 이러한 결과를 바탕으로 하여 최종 수확한 체리 과의 단위면적당 경제적 수익 및 소득을 분석한 결과는 Table 4에 나타나 있다. 과실 당 평균무게를 주 당 착과된 평균무게로 산출하고 이 결과를 체리의 표준 재배법에 의한 단위 면적(990m<sup>2</sup>)당 식재주수로 환산한 전체 수확량은 양봉꿀벌 방사구가 798kg, 서양뒤영벌 방사구가 753kg, 머리빨가위벌 방사구 744kg 순이었다. 인위적인 화분매개곤충 투입과 비교하여 자연 비래하는 곤충에 의해 수분을 시킨 자연수분구는 735kg으로 상대적으로 생산성이 낮게 나타났다. 화분매개곤충 투입 비용을 제외한 조수입은 양봉꿀벌 방사구 10,534천원, 서양뒤영벌 방사구 9,940천원, 머리빨가위벌 방사구 8,928천원으로 나타났으며, 대조구인 자연수분구에서는 8,820천원으로 산출되었다. 대조구인 자연수분구 8,820천원의 지수를 100으로 했을 때 경제적 순

수익은 양봉꿀벌 방사구 118.3%, 서양뒤영벌 방사구 111.8%, 머리빨가위벌 100.6%로 나타나 양봉꿀벌과 서양뒤영벌을 이용하여 체리를 수분시키는 것이 농가 소득 향상에 일정수준 이상 기여하는 것으로 나타났다. 다만 미처 화분매개곤충이 준비가 안됐거나 개화기 주변 환경을 살펴보아 양봉꿀벌등 기타 방화곤충이 풍부하게 관찰이 될 경우 부득이 자연비래 곤충에 수분을 맡길 수도 있으나, 가급적 인위적이고 계획된 우수한 화분매개곤충을 투입하는 것이 생산성과 상품성을 담보할 수 있는 바람직한 방법이며, 특히 개화기 저온, 바람 등 이상기상이 발생할 경우 서양뒤영벌을 이용하거나 또는 꿀벌과 서양뒤영벌을 병행해서 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

## 적 요

체리농가에서 체리의 인공 수분을 대체하고 더불어 이상 기상환경 하에서 자연수분을 약점을 보완하고자 양봉꿀벌 등 3종의 화분매개곤충을 투입하여 체리의 화분매개활동 특성과 착과율 및 상품성, 경제적 수익률 등을 분석하였다. 투입된 화분매개곤충별 소문 출입활동은 양봉꿀벌의 경우 9시에 활동정점을 보인 후 11시부터 17시까지 꾸준한 활동을 보였으며, 서양뒤영벌의 경우 9시부터 17시까지 출입활동에 큰 차이 없었고, 머리빨가위벌의 경우 11시에서 13시까지 활동정점을 보인 후 감소추세를 보였다. 봉종별 화분매개활동은 꿀벌과 서양뒤영벌의 경우 9시부터 11시까지 매개활동이 왕성하나 그 이후 낮아지는 경향을 보였으며, 머리빨가위벌의 경우 13시에서 15시 사이에 정점을 보인 후 감소하는 경향을 보였다. 착과율 조사에서 양봉꿀벌 16.1%, 서양뒤영벌 12.7%, 머리빨가위벌 6.5%로 나타났으며 전체적으로 착과율은 20% 미만으로 매우 낮은 경향을 보였으며 이 결과는 발아기 저온현상과 결실기의 이상 고온으로 인한 결실불량에 의한 착과율의 심각한 감소를 초래한 것으로 판단된다. 시험곤충별 화분매개활동에 의한 체리의 생산물 품질에서 과중은 양봉꿀벌과 서양뒤영벌, 머리빨가위벌 방사구가 각각 5.9g, 5.7g, 5.6g으로 서로

비슷한 경향이었으며 자연수분구 3.8g보다 무겁게 나타났다. 당도는 각 시험곤충별로 차이가 있었는데 양봉꿀벌과 서양뒤영벌 방사구에서 각각 21.9 Brix(%), 20.9 Brix(%)로서 머리빨가위벌과 자연수분구 보다 높아 상품성이 매우 높은 것으로 나타났으며, 체리의 화분매개곤충 종별 경제성 조사에서 양봉꿀벌 방사구가 순수익이 10,434천원/990m<sup>2</sup>으로 자연수분구의 순수익 8,820천원/990m<sup>2</sup> 대비 118%의 이익이 생겼고, 서양뒤영벌 방사구는 9,865천원/990m<sup>2</sup>으로 자연수분구 대비 112%의 이익이 더 발생하였다. 머리빨가위벌 방사구는 순수익이 8,878천원/990m<sup>2</sup>으로 자연수분구 대비 순수익 증가분이 거의 없어 경제적으로 체리의 화분매개곤충으로서 적합도가 낮은 것으로 조사되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 아젠다 연구개발사업(과제번호: PJ006821)의 지원에 의해 수행된 결과입니다.

## 인용 문헌

- Bae, S.G. 2013. Cultivating State and Safety Product Technology of Cherry. Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services: 1-5.
- Batra, S.W. 1997. Solitary Bees for Vaccinium Pollination. Proc. Sixth Int. Sym. Vaccinium, D.E. Yarborough and J.M. Smagula, eds. Acta. Hort. 446: 71-76.
- Free, J.B. 1970. Insect pollination of crops. Academic Press. New York: 684.
- Heinrich, B. 1979. Bumblebee economics. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, and London, England. pp. 245.
- Jeon, J.H., I.G. Yoon, J.H. Geon, E.Y. Nam, J.M. Park, C.Y. Yang, S.C. Lee and Y.J. Yang. 2014. Guidebook of Agricultural Technology for Apricot and Cherry 144. Rural Development Administration: 76-87.
- Kang, J.G and S.K. Yoon. 2006. Management Condition and Countermeasure of Cherry. A Prompt Report of Horticulture Management and Research 06-1: 3-5.
- Lee, I.G and C.S. Son. 2012. Current State and Agricultural Overcoming Plan of Cherry Industry for Farmers.

- Agricultural Management Information 2012-3: 5-7.
- Lee, S.B., N.G. Ha, K.Y. Lee, H.J. Yoon, I.G. Park, H.S. Gang, S.J. Hwang, M.Y. Lee and K. Choi. 2008. Characteristics and effects on the pollinating activities of honeybee, *Apis mellifera* L. and white-tailed Bumblebee, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) in strawberry vinyl house. Korean J. Apiculture 23: 73-81.
- Park, I.G., H.J. Yoon, M.A. Kim and K.Y. Lee. 2011. Agricultural Biology Research 2011: 354-356.
- Park, I.G., H.J. Yoon, M.A. Kim, K.Y. Lee, S.B. Lee and S.J. Jang. 2013. Effect on Pollinating Activities of Honeybee (*Apis mellifera*), Bumblebee (*Bombus terrestris*) and Mason Bee (*Osmia cornifrons*) in Japanese Apricot Field. Korean J. Apiculture 28(5): 306-308.
- Park, I.G., H.J. Yoon, M.A. Kim, K.Y. Lee, H.C. Park and S.H. Kim. 2014. Effect on Pollinating Activities on Mango Flower by Bumblebee (*Bombus terrestris*), Honeybee (*Apis mellifera*) and Oriental Latrine Fly (*Chrysomya megacephala*) in Green House. Korean J. Apiculture 29(4): 237-240.
- Yoon, H.J., S.B. Lee, I.G. Park, K.Y. Lee, M.A. Kim and Y.C. Choi. 2009. Bumblebee rearing technology for crop pollination. National Academy of Agricultural Science. RDA. Printed in Korea: 100-101.