

전남지역 서양종 꿀벌(장원벌)의 형질특성 조사

김정은* · 김선곤 · 강성주 · 김춘성 · 최용수¹

전남농업기술원 전남곤충잡업연구소 유용곤충연구실
¹농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과 꿀벌육종연구실

Characterization of Triple Crossed Honey bee (*Apis mellifera*, Jangwon) in Jeon-Nam Province

Jung-Eun Kim*, Seon-Gon Kim, Sung-Ju Kang, Chun-Sung Kim and Yong-Soo Choi¹

Jeon nam Agricultural Research & Extension Services, Insect & Sericultural Research Institute, Rep. of Korea

¹Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, WanJu Gun, Iseo myeon 55365, Rep. Korea

(Received 22 October 2015; Revised 30 October 2015; Accepted 31 October 2015)

Abstract

RDA (Rural Development Administration) and YIRI (Yecheon-gun Industrial Insect Research Institute) developed triple crossbred honey bee (*Apis mellifera*) for increasing honey production. We examined characteristics such as cleaning behavior, honey collection, resistant of disease, aggressivity of jangwon honeybee, that was new germ line of *A. mellifera* in Korea for increasing honey production. In 2015, jangwon was collected honey about $\pm 26.81\text{kg}$, which was more than others commercial lines (control 1: $\pm 18.56\text{kg}$, and control 2: $\pm 20.06\text{kg}$). Worker was collected honey about $\pm 19.98\text{mg}$, which was more than others (control 1: 18.44mg , and control 2: 13.73mg), individually. Number of worker bees was 10,451/colony in the jangwon colony before wintering, was more than that of controls (control 1: 14,400/colony and control 2: 10,900/colony). The result of hygienic behavior was observed jangwon's nest-cleaning activity by test of pin killed pupa in capped cell. The Jangwon has superior hygienic behavior by complete removing of dead pupae (96.15%) compared with controls (77.91% and 79.31%) after 48 hour. Finally, we was test of jangwon's aggressivity (defensive behavior) compare with controls by observation of stings. Jangwon are more gentle than controls about 49% to 88%.

Key words: Cleaning behavior, Honey collection, Resistant of disease, Aggressivity

서 론

전 세계적으로 사육하고 있는 서양종 꿀벌(*Apis mellifera* L.)은 양봉산업뿐만 아니라 지구 생태계보전을 위하여 중요한 화분매개 곤충이다. 서양종꿀벌은

오랜 시간에 걸쳐서 유전적으로 우수한 형질을 가진 계통이 육성 및 선발되어 왔다(Rinderer, 1986; Rutner, 1988; Page and Laidlaw, 1992). 특히 국내에서는 최초로 수밀력이 우수한 삼원교배종이 육성되어 지역적응 시험을 거쳐 보급체계를 구축하고 있다(Lee *et al.*,

*Corresponding author. E-mail: kje2864@korea.kr

2014). 2014년에 신품종 서양종 꿀벌은 장원벌(Jangwon)로 명명되어 정부장려품종으로 지정되었으며, 전국 5개 지역을 대상으로 지역적응시험이 진행되었다. 지역적응시험 조사항목으로 수밀력, 병해충 발생, 일벌 수, 로열젤리 생산능 및 온순성을 조사하였다. 꿀벌의 꿀 수집능력은 꿀벌이 가지고 있는 여러 가지 형질들이 복합적으로 작용하는데, 대표적으로 일벌 수가 많아야하고 적은 먹이 소모량 및 우수한 저장성, 질병 저항성, 월동능력 우수성 등이 복합적으로 작용한 결과이다(Lapidge *et al.*, 2002). 또한 일반적으로 꿀벌의 질병저항성 조사항목인 청소력 검사는 두 가지로 분류해서 조사되어 왔는데, 첫째로 봉군의 이물질 및 오염원을 제거하는 능력인 청소력(rooming behavior)이 있으며, 두 번째로 사충제거능력(hygienic behavior)을 측정하는 방법이 알려져 있다(Rinderer, 1986). 사충제거능력은 두 가지 열성 유전자인 봉개제거 유전자(uncapping gene)와 유충제거 유전자(removing gene)의 발현에 의하여 작용한다(Moritz, 1988). 청소능력은 질병저항성과 매우 연관관계가 높는데, 미국부저병 저항성과의 연관성에 의한 연구 결과가 알려져 있으며(Rothenbuhler, 1964; Taber, 1982; Spivak and Reuter, 2001), 백목병저항성 계통 육성연구에 청소력 검사 기법이 이용된 결과도 알려져 있다(Milne Jr., 1983; Gilliam *et al.*, 1989; Spivak and Gilliam, 1993). 이와 같이 사충제거능력과 같은 청소력 검사기술은 질병저항성 계통 육성 연구에 주요하게 이용되어 왔다(Rothenbuhler, 1964; Taber, 1982; Spivak and Gilliam, 1993; Palacio *et al.*, 2000). 청소능력을 측정하는 방법으로는 액체질소를 이용하여 사충을 죽인 후 시간의 경과에 따른 제거능력을 비교하는 방법이 일반적인 방법으로 알려져 있으나(Spivak and Reuter, 1998), 액체질소의 사용이 어려울 때는 바늘로 봉개된 번데기방을 찔러서 확인하는 방법(pin-kill test)도 알려져 있다(Newton and Ostasiewski, 1986). 우리나라에서는 서양종 꿀벌 교배조합별 청소능력을 비교를 위하여 액체질소로 냉동시켜 죽인 번데기를 제거하는 능력을 측정한 결과 교배조합에 따라 44~95%로 차이가 있음이 보고된 바가 있으며(Lee *et al.*, 2006), 장

원벌의 형질특성에 대한 보고가 있었다(Lee *et al.*, 2014). 또한, 꿀벌 육종 및 꿀벌을 사육하는데 중요한 요인 중의 하나인 온순성을 측정하기 위하여 방어행동 비교에 대한 연구결과의 발표도 있었다(Robin *et al.*, 1987; Cecilia *et al.*, 2002).

본 연구는 신품종 서양종 꿀벌의 보급을 위한 지역적응시험 결과로써 신품종 서양종 꿀벌인 장원벌의 청소력을 비롯하여, 수밀력, 일벌 수, 병해충 발생, 온순성 등을 측정하여 전남지역에서 신품종의 사육가능성을 확인하고 확대보급의 기반을 마련하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험봉군

본 연구에서 사용된 서양종 꿀벌(*Apis mellifera* L.) 신품종인 장원벌(Jangwon)은 농촌진흥청에서 선발·육종한 모계(AC)와 부계(D)를 섞 지역 격리 육종장에서 자연교미 시킨 삼원교배종(AC×D)을 사용하였고, 대조군으로는 농가에서 관행적으로 사육하고 있는 계통(우수그룹과 보통그룹)의 유충을 이충하여 시험계통과 비슷한 시기의 교미여왕벌을 양성하여 시험봉군 내 유입시켰다.

수밀력 검사

수밀력 검사는 아카시아 유밀기간 중 2015년 5월 14일~20일까지 이동양봉을 하면서 봉군당 벌통무게를 오전 9시와 오후 6시에 전자저울을 이용하여 매일 측정하여 기간 중 처리구별 평균치를 산정하였고, 마리당 꿀수집능력 조사는 오전 중 나가는 벌과 오후 중 들어오는 일벌을 봉군 당 100마리씩 포획하여 무게를 측정 후 그 무게차를 구하여 조사하였다.

청소력 검사

서양종 꿀벌 신품종인 장원벌과 농가에서 관행적으로 사육하는 봉군(우수그룹과 보통그룹)간의 청소행동을 비교하기 위해서 2015년 9월중 봉군별 봉개

되어진 유충관을 선별하여 직경 7.5cm의 원형통으로 구획을 표시한 후 원형내부의 봉개 된 유충을 핀으로 찢러 죽인 후 24시간, 48시간 후의 봉개유충 완전제거율(U+R), 봉개만 제거된 비율(U), 제거 못한 유충 잔존율(Cap)을 비교하였다.

벌 수 조사

시험봉군의 봉세발달을 비교하기 위해 2014년 6월 15일부터 2014년 8월 8일까지 약 15일 간격으로 늦은 오후시간 봉군 당 일벌 개체 수 변동을 조사하였다. 벌수 측정은 벌집 양면에 일벌이 딱 차 있을 경우(약 2,300마리)를 100으로 계산하여 일벌 부착면적을 각 소비매수별 조사한 후 소비매수×2,300×일벌부착면적비율(%)로 환산하였다.

온순성 조사

일벌의 온순성 조사를 위해 3일간 동일 시간대에 시험봉군의 벌통 후면을 20cm 높이로 들어 올린 후 바닥에 떨어뜨려 충격을 가한 후 10초 후에 개포를 거칠게 벗겨내어 벌통 앞면에 위치시킨 부직포와이퍼(35×43cm)에 1분간 공격하는 일벌의 벌침수를 측정하여 처리구별 비교하였다.

결과 및 고찰

장원벌 수밀력

국내 최초 육성된 꿀벌정부장려품종인 장원벌의 수밀력은 2011부터 2013년 동안 농촌진흥청에서 육종연구를 수행하는 기간 동안 조사되었으며, 2013년도 조사결과 기존의 농가관행적인 사육 봉군에 비하여 최소 31% 이상 수밀력이 증가하는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 근거로 2014년부터 2015년까지 지역적응시험을 전국 5개 지역에서 실시하였다. 전라남도의 경우, 장성과 영광에서 지역적응시험을 실시하여 2015년 조사된 결과로 장원벌은 조사기간에 ± 26.81kg의 벌꿀을 수집하여 저장하였으며, 이는 기존 사육 우수봉군과 보통봉군보다 유밀기에 수밀력이

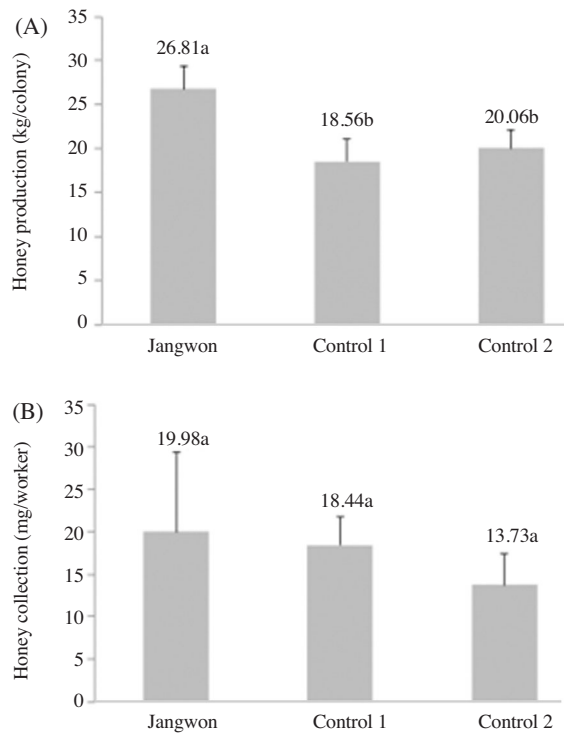


Fig. 1. Comparison of foraging activity for honey production in different honeybee jangwon and commercial lines in 2015. (A) The honey production activity jangwon and controls in flowering season. (B) The weigh of worker bee individually. Bars represent the means ± SD. Statistical was assumed at $P < 0.01$.

34~44% 이상 벌꿀을 더 수확한 것으로 확인되었다 (Fig. 1A). 또한, 일벌 개체 당 벌꿀 수집능력은 장원벌 1마리 당 평균 ± 19.98mg을 수집하여 대조구에 비하여 8~46% 이상 더 많이 수집하는 것으로 조사되었다 (Fig. 1B).

일벌수 비교

서양종꿀벌 신품종인 장원벌의 일벌수를 농가에서 관행적으로 사육하는 봉군과 비교한 결과 장원벌은 월동 전 일벌 수가 봉군당 평균 10,451마리로서 기존 사육봉군인 대조 1의 2,849마리, 대조2의 8,860마리보다 일벌 수가 최소 18% 이상 더 많은 것으로 확인되었다 (Fig. 2). 이는 Fig. 1에서의 결과와 같이 벌꿀 생산능력이 대조구에 비하여 우수한 반면 일벌 수도 많으므로 장원벌은 많은 수의 일벌이 많은 량의 벌꿀을 수집

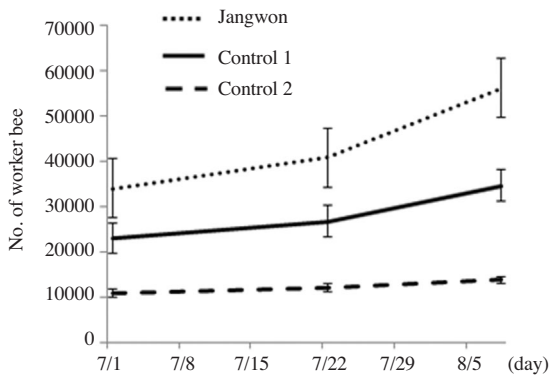


Fig. 2. Comparing of number of worker in colonies. Population of worker bee in new honey bee (*A. mellifera*, Jangwom) stock are 10,451/colony, control 1; 2,849/colony, control 2; 8,860/colony.

하고, 봉군 내 벌꿀의 소비는 적음을 알 수 있다.

온순성(방어행동)

신품종꿀벌의 온순성은 방어행동(defensive behavior)의 정도로 측정이 가능하다(Cecilia *et al.*, 2002). 장원벌의 온순성 검사를 위하여 벌통에 자극을 주고 자극에 대하여 반응한 벌침 수를 측정한 결과, 장원벌은 벌침 수가 평균 31.78개로써 대조구들(59.61개, 47.44개)에 비하여 50% 정도 방어행동이 낮은 것으로 확인하였다(Fig. 3). 전남지역 장원벌의 온순성 검사 결과로 볼 때, 장원벌은 양봉농가에서 사육 시 기존사육 봉군과 다르게 벌에 쓰이는 횃수가 현저히 낮아서 양봉농가가 꿀벌을 사육하는데 편의를 제공할 수 있

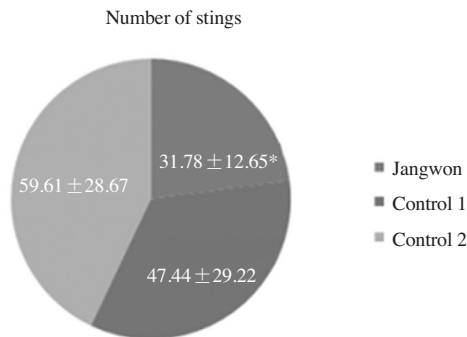


Fig. 3. Distribution of the number of stings per test. Average numbers of stings of selected colonies (Jangwon, Controls). Defensive behavioral traits were tested by stinging response. The numbers with asterisk *are significantly different at $p < 0.01$ level.

을 것으로 기대된다. 일반적으로 꿀벌의 방어행동에는 여러 가지 유전적 요인이 작용하여 방어에 대한 반응에 따른 유전자 발현 조사에 대한 연구결과 발표도 있었는데(Greg *et al.*, 2007), 삼원교배종(AC×D)인 장원벌의 방어 능력이 기존 봉군보다 떨어지는 것으로 확인되었기 때문에 장원벌의 부모계통이 가지고 있는 방어능력에 따른 특정 유전자의 발현 양상의 비교를 통한 유전학적 연구가 추가된다면 새로운 품종개발을 위한 연구에 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

청소력(hygienic behavior)

꿀벌이 가지고 있는 청소행동은 병해충 저항성과 연관해서 많은 연구가 이루어 졌었다. 특히 청소행동의 특성상 꿀벌응애와 같은 해충에 대한 저항성 및 석고병과 같은 유충질병에 대한 저항성은 계통 특성을 분석하는데 많이 활용되어 왔으며(Maria spivak, 1996; 2002), 꿀벌의 질병저항성을 검정하는데 중요한 인자로 인식되고 있다. 따라서 본 연구에서는 장원벌의 청소행동에 대한 조사결과 죽은 번데기가 있는 봉개된 벌집의 봉개 및 번데기를 완전하게 제거하는 비율이, 장원벌은 24시간 경과 후 약 90.45%를 제거하였으며, 48시간이 경과한 후에는 96.15%의 죽은 봉개된 벌집을 완전하게 청소하는 결과를 보였다(Fig. 4A). 이는 대조구가 각각 24시간 만에 73.73%, 73.80%를 청소하고, 48시간 경과 후에도 77.91%와 79.31%의 청소력을 보인 것에 비하여 우수한 청소능력을 가지고 있음을 확인하였다. 그리고 봉개만 제거한 비율도 장원벌이 24시간 경과 후 5.65%, 48시간 경과 후 1.07%만 확인되어 대조구의 24시간 경과 후 봉개만 제거비율인 17.13%, 16.22%와 48시간 경과 후 12.03%과 11.77% 봉개만 제거된 벌방이 존재하는 것보다 우수한 청소능력을 보였다(Fig. 4B). 마지막으로 Fig. 4C의 결과와 같이 봉개된 벌방의 번데기를 죽인 후 24시간 경과 후의 유충잔존물이 확인된 벌방은 장원벌이 3.69%이었으며, 48시간이 경과한 후에는 1.43%의 유충 잔존물이 관찰되어 대조구의 24시간 후 결과인 8.41%, 9.47%와 48시간 경과 후의 결과인 7.14%, 7.09%와 비교할 때,

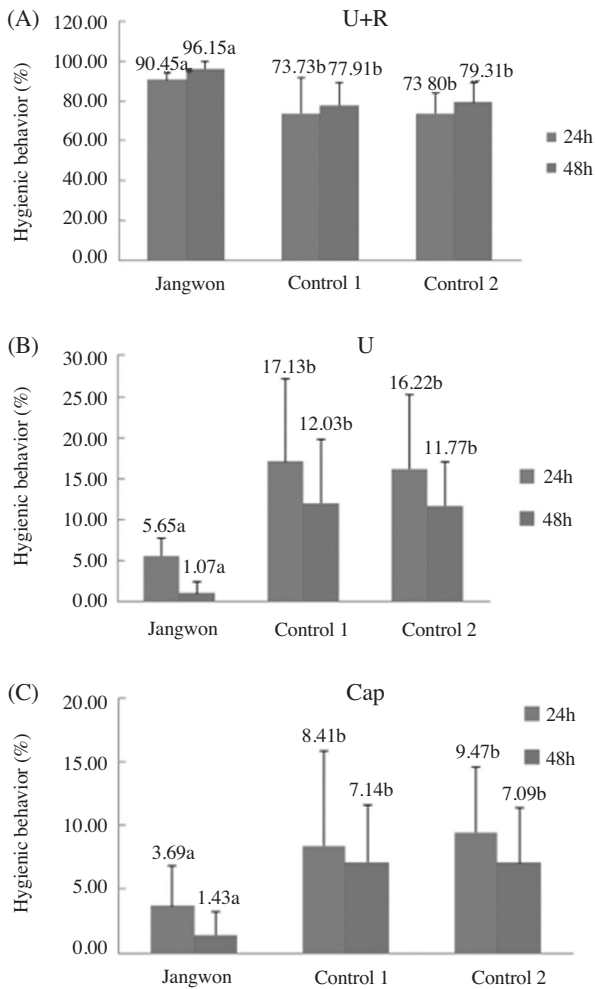


Fig. 4. The hygienic behavior observed (%) from cleaning pupae killed in the nest by pin kill method. U: uncapped, U+R: uncapped and removed, Cap: capped. Bars represent the means \pm SD. Statistical was assumed at $P < 0.01$.

봉개와 번데기 제거, 봉개만 제거한 비율, 유충잔존물의 유무 등에서 가장 우수한 형질 특성을 나타내었다.

적 요

국내 최초 정부장려품종으로 개발된 서양종 꿀벌 (*A. mellifera*)인 장원벌의 전남지역 보급을 위한 장성군 및 영광군에서 실시한 2015년 지역적응시험 결과 장원벌은 수밀력이 $\pm 26.81\text{kg}$ 의 벌꿀을 수집하여 저장하였으며, 이는 기존 사육 우수봉군과 평균봉군보다 유밀기에 수밀력이 34~44% 이상 벌꿀을 더 수확

한 것으로 확인되었다. 또한, 일벌 개체 당 벌꿀 수집 능력은 장원벌 1마리 당 평균 $\pm 19.98\text{mg}$ 을 수집하여 대조구에 비하여 8~46 이상 더 많이 수집하는 것으로 조사되었고, 일벌의 수도 장원벌이 대조구에 비하여 최소 18% 이상 많았다. 장원벌의 형질특성을 조사하기 위하여 방어행동을 조사한 결과, 장원벌이 기존 사육 봉군에 비하여 월등히 온순하며, 질병저항성과 연관성이 있는 청소행동도 24시간 경과 후 90% 이상의 봉개유충을 제거하여 아주 우수한 것으로 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 Agenda 연구사업인 국책공동연구과제(전남지역 서양종 꿀벌 신품종 지역적응시험, PJ01051702)에 의하여 수행되었음.

인용문헌

- 이명렬, Ge Fengchen, 이만영, 김영수, 윤병수. 2006. 꿀벌 (*Apis mellifera* L.) 교배조합의 질병저항성 평가. 한국양봉학회지. 21: 33 36.
- 이명렬, 이만영, 심하식, 최용수, 김혜경, 변규호, 김인석, 권천락. 2014. 우수 삼원교배종 꿀벌(*Apis mellifera* L.)의 형질 특성: 수밀량, 월동, 청소행동. 한국양봉학회지. 29: 257 262.
- Cecilia Andere, M. A. Palacio, E. M. Rodriguez, E. Figini, M. T. Dominguez and E. Bedascarrasbure. 2002. Evaluation of the defensive behavior of two honeybee ecotypes using a laboratory test Genetics and Molecular Biology, 25 1: 57 60.
- Gilliam, M., Taber, S., Lorenz, B. G. J. and Prest, D. B. 1989. Hygienic honey bees and antagonistic normal microflora for control of chalkbrood disease. XXXII International Apiculture Congress of Apimondia, October 22 28.
- Lapidge, K. L., Oldroyd, B. P. and Spivak, M. 2002. Seven suggestive quantitative loci influence hygienic behavior of honey bees. Naturwissenschaften 89: 565 568.
- Milne Jr., C. P. 1983. Honey bee (Hymenoptera: Apidae) hygienic behaviour and resistance to chalkbrood. Ann. Entom. Soc. Am. 76: 384 387.
- Moritz, R. F. A. 1988. A re evaluation of the two locus model for hygienic behaviour in honeybees (*Apis mellifera* L.). J. Hered. 79: 257 262.

- Newton, D. C. and Ostasiewski, N. J. A. 1986. A simplified bioassay for behavioral resistance to American Foulbrood in honey bees (*Apis mellifera* L.). Am. Bee J. 126: 278 281.
- Page, R. E. and H. H. Laidlaw. 1992. Honey bee genetics and breeding. In: The Hive and the Honeybee. pp. 235 267.
- Palacio, M. A., Figini, E., Ruffinengo, S., Rodriguez, E., Del Hoyo, M. and Bedascarrasbure, E. L. 2000. Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. Apidologie 31: 471 478.
- Rothenbuhler, W. C. 1964. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease killed brood. Am. Zool. 4: 111 123.
- Rinderer, T. E. 1986. Bee genetics and breeding. 426p. Academic Press, Orlando.
- Robin, F. A. MORITZ, Edward E. SOUTHWICK, John B. HARBO. 1987. Genetic analysis of defensive behavior of honeybee colonies (*Apis mellifera* L.) in a field test. Apidologie, 18 1: 27 42.
- Ruttner, F. 1988. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer Verlag, New York, 284pp.
- Spivak, M. and Gilliam, M. 1993. Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. J. Apic. Res. 32: 147 157.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 1998. Honey bee hygienic behavior. Am. Bee J. 138: 283 286.
- Spivak, M. and Reuter, G. S. 2001. Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior. Apidologie 32: 555 565.
- Taber, S. 1982. Bee behavior: Breeding for disease resistance. Am. Bee J. 122: 823 825.