



착농약송환법 적용을 위한 살충 화합물의 말벌류 방제 효율 평가

김주경, 최용수, 강은진, 김수배, 김경문, 박보선, 김동원*

국립농업과학원 농업생물부 양봉생태과

Evaluation of Control Efficiency against *Vespa* spp. (Family: Vespidae) using Method of Release after Applying Pesticide to the *Vespa* Body

Ju-gyeong Kim, Yong-Soo Choi, Eun-Jin Kang, Su-bae Kim, Kyungmun Kim, Bo-sun Park and Dongwon Kim*

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

Abstract

The Asian hornet, *Vespa velutina nigrithorax* is one of the biggest enemies of honey bee in Korea. Beekeeping industry in Korea is being heavily affected due to its attack on honey bee populations. It is evident that colony targeted control efficacy is far effective than individual one. In this study, we tested the ingestion and contact toxicity of 24,000 ppm and 16,000 ppm clothianidin on adult *V. analis*. In addition, we also evaluated toxicity of the 16,000 ppm clothianidin in hornet colony and its nests. The hornet ingestion of 24,000 ppm and 16,000 ppm clothianidin had a mortality rate of 0% at 60 min, 63% at 120 min, and 100% at 150 min. When the hornet contacted with both concentrations of clothianidin, mortality rate was achieved above 60% at 30 min, and close to 100% at 60 min. However, when 16,000 ppm clothianidin was applied on the back of 10 hornets, they were found to return into their nests. Overall, the mortality rate of 75% and 100% was detected after 24 h and 48 h application, respectively. Clothianidin residual was detected at 3.43 ppm per a dead hornet. Therefore, it is possible to use the pesticide repatriation method with 16,000 ppm clothianidin to kill the hornet colony.

Keywords

Vespa spp., *Vespa velutina nigrithorax*, Pesticide control, Clothianidin

서론

등검은말벌 (Asian hornet, *Vespa velutina nigrithorax*) 은 2000년대 초 부산에서 처음 발견된 후 20년 남짓한 시간 동안 생태계 교란종을 대표하는 외래 침입종이 되었다 (Jung *et al.*, 2008; Jung, 2012a). 말벌류에 의한 경제적 피해는 연간 약 1,750억 원에 이르는 것으로 추산되었으며 (Jung, 2012b), 효율적인 방제 대책이 시급한 실정이다.

등검은말벌은 머리의 뒤 가장자리가 검고 다리의 발목 마디 전체가 노란색을 띠고 있으면서 움직임이 빨라 토

종말벌류와 쉽게 구분된다 (Jung *et al.*, 2008). 본 종은 유충에게 급여할 고형의 단백질을 얻기 위해 파리와 나방 등 다양한 곤충을 사냥하며, 이 중 꿀벌을 가장 선호한다 (Abrol, 1994; Perrard *et al.*, 2009). 사냥 특성은 외역활동을 하고 봉군으로 귀소하는 꿀벌을 공중에서 사냥한다 (Perrard *et al.*, 2009). 그리고 사냥에 성공하면 가까운 나뭇가지나 풀 위에 앉아 꿀벌의 머리와 배를 떼어내고 고형 단백질인 가슴근육만을 취한다 (Perrard *et al.*, 2009). 한편, 본 종은 토종말벌에 비해 꿀벌을 공격하는 횟수가 많고 공격 속도와 성공률도 높기 때문에 양봉업에 매우 치

명적인 종으로 분류되고 있다(Jung *et al.*, 2008; Villemant *et al.*, 2011; Monceau *et al.*, 2014; Choi *et al.*, 2016). 또한 등검은말벌은 다른 말벌류에 비해 내한성도 높아 이른 봄부터 늦가을까지 꿀벌을 가해한다(Perrard *et al.*, 2009; Jung *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2019). 이러한 특성은 늦가을 꿀벌 월동군의 생존율을 감소시키거나, 폐사 수준의 피해를 준다(Jung *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2019).

꿀벌은 등검은말벌을 방어하기 위해 여러 가지 방어기작을 발전시켜왔다. 특히 재래꿀벌(*Apis ceranae*)은 단체 방어행동을 적극적으로 나타낸다(Ken *et al.*, 2005; Tan *et al.*, 2007). 그리고 이러한 행동이 단독 사냥을 하는 등검은말벌에게 방어효과가 있는 것으로 확인된 바 있다(Ken *et al.*, 2005; Tan *et al.*, 2007). 그러나, 양봉꿀벌(*Apis mellifera*)은 재래꿀벌과는 달리 말벌에 대한 방어가 미숙하다(Ken *et al.*, 2005; Tan *et al.*, 2007, Perrad *et al.*, 2009; Beggs *et al.*, 2011).

우리나라는 점차 온난해진 기후에 더해 천적의 부재로 인해 등검은말벌의 번식에 최적의 환경이 되었다(Kim *et al.*, 2018). 현재까지 제안된 등검은말벌 방제법으로는 유인제를 이용한 포획 방법, 착농약송환법, 물리적 방제, 생물학적 방제와 화학적 방제법 등이 있다(Chang *et al.*, 1994; Rose *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2006; Jung *et al.*, 2007; Maher and Thiery, 2009; Couto *et al.*, 2014; Demichelis *et al.*, 2014; Milanesio *et al.*, 2016). 본 연구에 사용된 약제는 clothianidin 액상수화제(유효성분 8%)로, 사람과 동·식물에게 미치는 독성은 적지만 등검은말벌과 같은 벌목(hymenoptera)인 꿀벌에게는 독성이 높은 약제로 보고되어 있다(Iwasa *et al.*, 2004). Clothianidin은 neonicotinoid 계열이며 곤충의 postsynaptic membran 중 acetylcholine receptor (AChR)의 결합부위에 친화성이 높아 곤충의 신경세포에 반복 흥분을 일으킨다(Paik *et al.*, 2010). 이러한 작용은 곤충을 전신경련, 마비, 그리고 치사에 이르게 한다(Paik *et al.*, 2010). 또한, 본 약제는 침투이행성 농약으로 농민들의 사용 빈도가 높은 약제 중 하나이다. 사회적 곤충의 효율적인 방제를 위해서는 개체보다 봉군 전체를 목표로 방제해야 효율적인 것으로 알려져 있다(Gentz, 2009). 이에, 착농약송환법(양봉장에 방화하는 말벌 개체를 포충망을 이용하여 포획, 말벌 등 부위에 살충화합물을 도포 후 방사, 말벌집으로 돌아가 방제)이 가장 방제 효율이 높을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 양봉농가에서 관행적으로 사용되는 착농약송환법을 현장 적용하기 위해 실시하였다. 실내 섭식·접촉 독성 평가를 통해 살충화합물 clothianidin 1종에 대한 적정 농도를 선발하였다. 선발된 농도를 이용하여 반야외(격리사육장) 독성 평가를 통해 봉군 전체에 방제 효과를 평가하였다. 이를 통해 말벌류와 등검은말벌 방제 효율을 높일 수 있을 것으로 기대한다.

재료 및 방법

1. 실험 곤충 및 실험 약제

실험은 말벌과(family: Vespidae) 말벌속(genus: *Vespa*)에 해당하는 좀말벌(*V. analis*)을 이용하였다. 본 실험 대상은 야외 개체군을 채집하여 격리된 장소에서 신선한 물과 벌꿀, 그리고 양봉꿀벌을 제공하여 사육하였으며, 이를 실내 독성 평가와 반야외 실험에 사용하였다.

시험에 사용된 살충화합물은 작물보호제로 사용되고 있는 clothianidin 액상수화제(유효성분 8%)를 사용하였다. 약제를 희석하기 위해 아카시아벌꿀을 이용하였다. 실내 독성 평가는 유효성분이 24,000 ppm과 16,000 ppm 농도로 희석하였으며, 반야외 평가는 16,000 ppm 농도를 이용하였다.

2. 실내 독성 평가

섭식 평가는 곤충 사육상자(가로×세로×높이=30×30×30 cm) 내에 좀말벌을 12마리씩 넣어 진행하였다. 실험 약제는 처리 농도별로 2 mL씩 작은 용기에 넣어주었으며, 처리 후 30분 또는 60분 간격으로 사충수를 확인하였다. 접촉 독성 평가를 위해 미술용 붓을 이용하여 처리 농도별로 실험 곤충 등판에 도포하였으며, 처리 후 10분 간격으로 사충수를 확인하였다. 말벌 개체의 사충 기준은 육안으로 움직이지 않는 개체를 붓으로 건들었을 때 움직임이 없는 것을 사충으로 판단하였다.

3. 반야외 독성 평가

착농약송환법 적용 가능성을 검토하기 위해 실시한 야외 적용시험은 실제 말벌집을 채집하여 실험에 이용하였다. 실험에 사용된 좀말벌의 개체수는 234마리이며 채

집된 말벌집과 좀말벌은 반야외 격리사육장에 가두어 실험에 이용하였다. 격리사육장에서 방화 활동 중인 좀말벌 10마리의 등판에 미술용 붓을 이용하여 clothianidin 16,000 ppm을 약 14 mg 도포 후 방사하였다. 말벌집 내 개체의 사충 확인은 처리 후 24시간 간격으로 조사하였다. 또한, 시험군에 도포된 약제가 말벌집 내 다른 개체에게 전달되는지 확인하기 위해 말벌집과 사충 개체를 대상으로 약제 잔류분석을 진행하였다(농업실용화재단).

4. 자료분석

상기의 모든 실험의 결과는 평균±표준편차로 작성하였고, 이에 대한 각 시험군 간의 유의성은 t-test를 이용 양측검정하였다(SAS, 2013).

결과 및 고찰

1. 실내 독성 평가

섭식 독성 평가를 결과는 Fig. 1과 같다. 24,000 ppm (원액 대비 30%)과 16,000 ppm (원액 대비 20%) 농도 처리군에서 모두 60분에 살충률 0%, 120분에 63%, 그리고 150분에 100%로 나타났다. 처리농도에 따른 살충률은 농도 의존적인 양상은 없었으나, 두 처리에서 모두 살충효과가 나타나는 것을 확인하였다. Rust *et al.* (2010)은 neonicotinoid 계통 중 acetamiprid, dinotefuran과 imidacloprid는 말벌이 처리약제에 대해 기피하여 섭식 효과를 관찰할 수 없었다고 보고하였다. Mazeed (2019)는 acetamiprid를 25% 농도로 공급하였을 때 *Vespa orientalis*이 1.88분만에 사망에 이르렀다고 보고하였다. 본 연구에서는 작물보호제로 사용되고 있는 약제를 사용하였으며, 희석은 벌꿀을 이용하여 섭식 기피 현상이 관찰되지 않은 것으로 판단된다.

접촉 독성 평가 결과에서는 두 농도 모두에서 처리 후 30분에 60% 살충력을 확인하였으며, 약제 처리 후 60분에서도 두 농도 모두 약 100% 살충력을 관찰하였다(Fig. 2). 본 결과 또한 처리 농도에 따라 살충력이 차이는 통계적 유의하지 않았다(Fig. 2; 60분, $t_{(6)} = -0.86, p = 0.44$; 150분, $t_{(6)} = -1, p = 0.37$). 따라서 말벌 몸에 일정 농도 이상의 약제를 도포하면 살충력이 발휘되는 것으로 확인하였다. 이에, 16,000 ppm의 농도를 이용하여 반야외 독성 평가에 적용하였다.

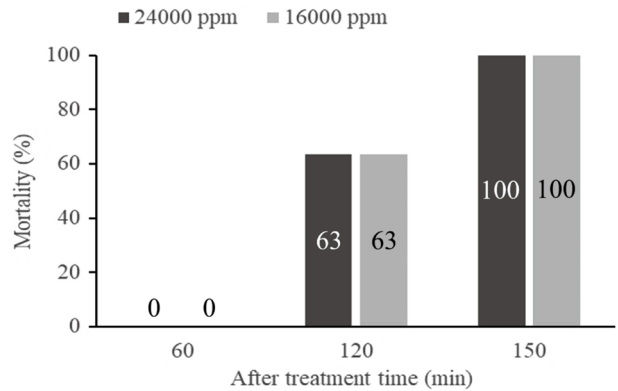


Fig. 1. Mortality rate of *Vespa analis* evaluated oral toxicity against the clothianidin.

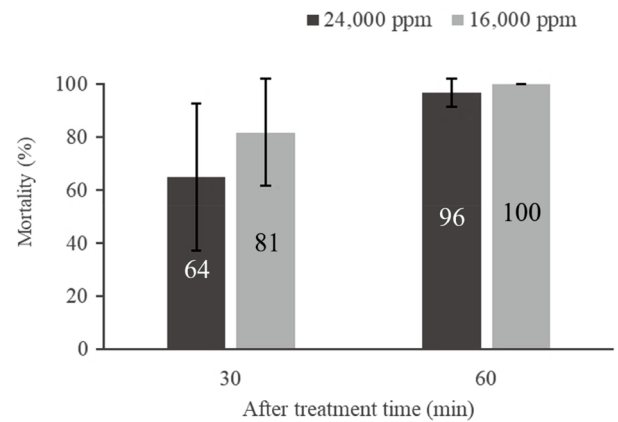


Fig. 2. Mortality rate of *Vespa analis* evaluated contact toxicity against clothianidin (% mean ± SD). Bar represent standard deviation. Means were compared by t-test (60 min after treatment time: $t_{(6)} = -0.86, p = 0.44$, 150 min after treatment time: $t_{(6)} = -1, p = 0.37$)

2. 반야외 독성 평가

격리사육장에서 좀말벌 10마리의 등에 16,000 ppm의 농도의 약제 도포 후 24시간마다 말벌집과 격리사육장 내의 좀말벌 사충수를 확인하였다(Fig. 3). 착농약송환 이후 24시간이 지나 봉군 내 성충의 사충률은 75%, 48시간 경과 후엔 100%의 사충률로 관찰되었다. 그리고 실험체에 도포된 약제가 말벌집 내의 다른 개체에게 잘 전파되어 방제 효과가 나타난 것인지 확인하기 위해 사충된 성충과 말벌집을 대상으로 약제 잔류분석을 진행하였다. 그 결과, 말벌집에서는 0.005 ppm으로 약제가 거의 검출되지 않았으나, 말벌집과 격리사육장 내에 사충된 개체에서는 3.49 ppm/adult로 검출되어 약제가 잔류되어 있는 것

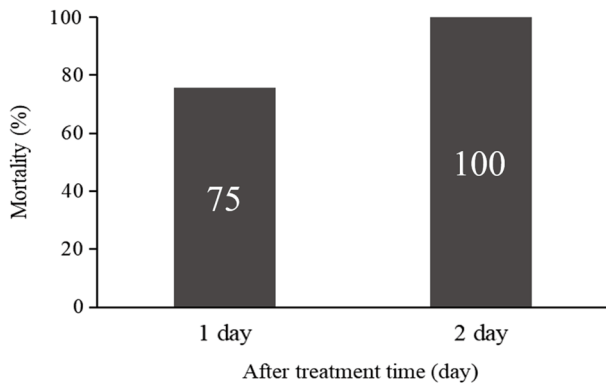


Fig. 3. Mortality rate of *Vespa analis* evaluated using method of release after applying pesticide to the *Vespa* body with clothianidin (16,000 ppm) in hornets hive at semi field test.

이 확인되었다. 이는 본 약제가 잘 전파되어 다른 개체에도 살충 효과를 나타낸 것을 의미한다. 이에, clothianidin은 16,000 ppm 농도로 착농약송환법 적용이 가능할 것으로 판단된다.

Clothianidin은 작물보호제이며 대상작물은 사과 등 과수작물과 오이, 토마토 등 과채류의 진딧물, 깍지벌레 등에 광범위하게 사용되고 있다. 작물해충 대상 추천사용 농도는 유효성분 기준 80 ppm 또는 40 ppm이지만 양봉농가에서는 말벌 방제 적용시 원액 사용을 선호한다(이하 농도 ‘유효성분 기준’ 농도로 표기). 착농약송환법 적용을 위해서는 착농약된 말벌이 말벌집으로 회귀하기까지의 살충지연시간이 필요하므로(Rust and Su, 2012) 원액 대비 30% (24,000 ppm)와 20% (16,000 ppm)의 농도로 실내 독성 평가와 착농약송환법 적용 반야외 실험을 진행하였다. 등검은말벌의 평균 비행 속도는 1.56 m/s로 보고된 바 있다(Sauvard *et al.*, 2018). 본 연구 결과에 따르면 유효 성분 기준 16,000 ppm 농도의 약제 도포 시 30분 동안 약 60%의 살충률이 나타났으므로(Fig. 2) 반경 약 3km 이내의 말벌집까지 착농약송환법 방제 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다(Sauvard *et al.*, 2018). 그러나 실내 독성 평가 결과 모두(Figs. 1, 2) 처리농도별 살충률은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이에 clothianidin 16,000 ppm 농도에서 이미 살충 최고 농도를 넘어선 것으로 판단된다. 추가로 다양한 농도 처리를 통해 반수치사농도와 반수치사약량에 대한 값을 제시할 필요가 있다. 착농약송환법으로 사용시 꿀벌에도 부의 영향을 미치므로 양봉농가에서 사용 시 세심한 주의가 필요하다(Iwasa *et al.*, 2004).

양봉산업에서 말벌류는 양봉농가의 경제적 피해와 노동력 증가로 피해가 가중된다(Jung, 2012b). 이를 위해 본 연구를 수행하였으며, 농가 관행으로 이용되고 있는 착농약송환법에 대한 적용 연구 결과이다. 착농약송환법 적용을 위해 좀말벌에 clothianidin (16,000 ppm) 약제를 실내 평가와 반야외 실험을 통해 실제 방제 효과를 검증하였다. 착농약송환법 적용시 양봉장 내에서는 각별한 주의가 필요하다. 작물보호제는 수화제, 액상수화제 등 다양한 제형을 가지고 있으며 수화제 사용시 약제에 대한 분산으로 인한 양봉 피해를 염두해 두어야 한다. 추후 다양한 농도에서의 말벌 방제 효율과 야외에서의 검증을 통해 착농약송환법 이용법이 완성된다면 양봉산업에서의 말벌 피해를 줄여갈 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

착농약송환법 적용을 위해 실내 및 반야외 실험을 통해 살충제를 이용한 말벌 개체 및 말벌집 방제 효율을 평가하였다. 실내 독성 평가 결과, 처리 농도에 따른 살충률의 농도 의존적인 경향은 관찰되지 않았으나, 16,000 ppm 농도에서도 적정 방제 효율이 나타났다. 격리 사육장에서 좀말벌 봉군 대상으로 방화 활동 중인 외역 개체 10마리 등에 16,000 ppm 농도 약제를 일정량 도포 후 방사하였다. 격리사육장과 말벌집에서의 개체 사망률은 24시간 후 75%, 48시간 후 100% 사망률이 관찰되었다. 사충된 성충에서는 3.49 ppm/adult 약제를 확인하였다. 이는 본 약제가 잘 전파되어 다른 개체에도 살충 효과를 나타낸 것을 의미한다. 이에, 착농약송환법을 이용한 clothianidin의 말벌 개체 및 봉군 전체에 대한 방제 효율을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구과제 PJ01497001에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

인용 문헌

최문보, 권오석. 2016. 양봉장에서 등검은말벌의 사냥 시간, 공격 횟수 및 성공율 분석. 한국응용곤충학회 정기총회 및 국제

- 심포지엄. 48-48.
- Abrol, D. P. 1994. Ecology, behaviour and management of social wasp, *Vespa velutina* Smith (Hymenoptera: Vespidae), attacking honeybee colonies. Korean J. Apiculture 9: 5-10.
- Beggs, J. R., E. G. Brockerhoff, J. C. Corley, M. Kenis, M. Masciocchi, F. Muller, Q. Rome and C. Villemant. 2011. Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. Biocontrol 56: 505-526.
- Chang, Y. D., M. Y. Lee and Y. N. Youn. 1994. Visiting pattern and control of giant hornet, *Vespa mandarinia* (Hymenoptera: Vespidae), in Apiary. Korean J. Apiculture 9: 178-180.
- Couto, A., K. Monceau, O. Bonnard, D. Thiery and J. C. Sandoz. 2014. Olfactory attraction of the hornet *Vespa velutina* to honeybee colony odors and pheromones. PLoS ONE 9: e115943.
- Demichelis, S., A. Manino, H. Minuto, M. Mariotti and M. Porporato. 2014. Social wasp trapping in north west Italy: Comparison of different baittraps and first detection of *Vespa velutina*. Bull. Insectol. 67: 307-317.
- Gentz, M. C. 2009. A review of chemical control options for invasive social insects in island ecosystems. J. Appl. Entomol. 133: 229-235.
- Iwasa, T., N. Motoyama, J. T. Ambrose and R. M. Roe. 2004. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. J. Crop Prot. 23: 371-378.
- Jeong, J. S., A. R. Wang, S. Y. Jeong, J. S. Kim, M. J. Kim, E. J. Hwang, J. G. Lee, J. S. Lee, I. S. Kim and I. Kim. 2018. Efficacy test of new attractant for the yellow-legged hornet, *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae). Trends Agric. Life Sci. 56: 35-45.
- Jung, C., M. S. Kang, D. W. Kim and H. S. Lee. 2007. Vespidae wasps (Hymenoptera) occurring around apiaries in Andong, Korea. Korean J. Apiculture 22: 53-62.
- Jung, C., D. W. Kim, H. S. Lee and H. Baek. 2008. Some biological characteristics of a new honeybee pest, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson 1905 (Hymenoptera: Vespidae). Korean J. Apiculture 24: 61-65.
- Jung, C. 2012a. Spatial Expansion of an Invasive Hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. Korean J. Apiculture 27: 87-93.
- Jung, C. 2012b. Initial stage risk assessment of an invasive hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. Korean J. Apiculture 27: 95-104.
- Jung, C., C. Y. Kim, J. M. Park, M. Sagong, K. R. Hong, J. Y. Jeon and J. K. Yoo. 2014. Species composition and seasonal pattern of *Vespa* hornets (Hymenoptera: Vespidae) in Youngju residential area, Gyeongbuk. Korean J. Apiculture 29: 319-325.
- Ken, T., H. R. Hepburn, S. E. Radlo, Y. Yusheng, L. Yiqiu, Z. Danyin and P. Neumann. 2005. Heat-balling wasps by honeybees. Sci. Nat. 92: 492-495.
- Kim, E., J. Seo, S. H. Yang, I. Kim and Y. Koo. 2018. Intestine bacterial microbiota of Asian Hornet (*Vespa velutina nigrithorax*) and honey bee. Korean J. Environ. Agric. 37: 135-140.
- Kim W., S. Kim, W. Song and M. Choi. 2019. Ecological characteristics of hornets (genus *Vespa*) considering environmental spatial information in urban Children's parks. Korean J. Environ. Ecol. 33: 506-514.
- Kim, Y. S., M. Y. Lee, M. L. Lee and S. H. Nam, 2006. Development of natural luring liquid against the wasps inflicting honey bees. Korean J. Apiculture 21: 37-42.
- Lockwood, J. L., M. F. Hoopes and M. P. Marchetti. 2007. Invasion ecology. 2nd ed., 444p. Wiley-Blackwell, USA.
- Lee, M., I. Hong, Y. Choi, N. Kim, H. Kim, K. Lee and M. Lee. 2010. Present Status of Korean Beekeeping Industry. Korean J. Apiculture 25: 137-144.
- Maher, N. and D. Thiery. 2009. Comparison of trap design against the yellow-legged hornet *Vespa velutina*. Apimondia Workshop, Montpellier, France.
- Mazeed, A. R. A. 2019. Toxicity of some insecticides against the oriental hornet *Vespa orientalis* (Hymenoptera: Vespidae). Egypt. J. Plant Prot. Res. Inst. 2: 315-321.
- Milanesio, D., M. Saccani, R. Maggiora, D. Laurino and M. Porporato. 2016. Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet. Ecol. Evol. 6: 2170-2178.
- Monceau, K. and O. Bonnard. 2014. *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. J. Pest Sci. 87: 1-16.
- Oh, M. S., D. Kim and S. Lee. 2016. History, current status, and discussion on the future vision of *Apis cerana* beekeeping in Korea. Korean J. Apiculture 31: 165-172.
- Paik, M., B. Park, K. Son, J. Kim, H. Kwon, S. Hong, G. Im and M. Hong. 2010. Monitoring of neonicotinoid pesticide residues in fruit vegetable and human exposure assessment. Korean J. Pestic. Sci. 14: 104-109.
- Perrard, A., J. Haxaire, A. Rortais and C. Villemant. 2009. Observations on the colony activity of the Asian hornet *Vespa velutina* Lepeletier 1836 (Hymenoptera: Vespidae: Vespinae) in France. Ann. Soc. Entomol. Fr. 45: 119-127.
- Rose, E. A. F., R. J. Harris and T. R. Glare. 1999. Possible pathogens of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) and their potential as biological control agents. N. Z. J. Zool. 26: 179-190.
- Rust, M. K., D. A. Reiersen and R. Vetter. 2010. Developing baits for the control of yellowjackets in California. Structural Pest Control Board Grant. 041-04.
- Rust, M. K. and N. Y. Su. 2012. Managing social insects of urban importance. Annu. Rev. Entomol. 57: 355-375.
- Sauvard, D., V. Imbault and É. Darrouzet. 2018. Flight capacities of yellow-legged hornet (*Vespa velutina nigrithorax*, Hymenoptera: Vespidae) workers from an invasive population in Europe. PLoS ONE 13: e0198597.

- SAS, Institute. 2013. SAS/STAT user's guide: statistics, version 9.3. SAS Institute Cary, N.C., U.S.A.
- Song, J. D. 2020. Practical use and efficiency of agricultural drones: Focusing on the comparative efficiency analysis of drones and pest control machines. Korean J. Soc. Qual. 4: 1-18.
- Tan, K., S. Radloff, J. J. Li, H. R. Hepburn, M. X. Yang, L. J. Zhang and P. Neumann. 2007. Bee-hawking by the wasp, *Vespa velutina*, on the honeybees *Apis cerana* and *A. mellifera*. Sci. Nat. 94: 469-72.
- Villemant, C., F. Muller, S. Haoubois, A. Perrard, E. Darrouzet and Q. Rome. 2011. Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking yellow legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with Niche models. Biol. Conserv. 144: 2142-2150.