

등검은말벌, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) 여왕벌에 대한 꿀벌추출물의 유인효과

강은진 · 이명렬 · 이만영 · 김혜경 · 최용수*
농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과 꿀벌육종연구실

Attractive Effect using Honeybee Extraction against *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) Queen

Eun Jin Kang, Myeong Lyeol Lee, Man Young Lee, Hye Kyung Kim and Yong Soo Choi*

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

(Received 28 June 2016; Revised 19 July 2016; Accepted 25 July 2016)

Abstract

The yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, is a keen hunter of domestic honeybees. Four traps were tested and compared in order to find lure for *V. velutina nigrithorax* Queen. Lure materials such as honeybee comb extraction, honeybee extraction, rice wine and sugar syrup investigated for attraction efficacy. Honeybee extraction, rice wine and sugar syrup baits (5:3:2) was the best combination for trapping queen on spring. And we was able to observe *V. velutina* Queen in late April to May.

Key words: *Vespa velutina nigrithorax*, Trap, Queen, Apiary, Attractant

서 론

외래종의 유입은 서식지와 먹이 자원 확보를 위한 토착종과의 경쟁으로 생물 다양성을 위협하는 매우 중요한 요인으로 알려져 있으며, 그로 인해 발생하는 생태적, 경제적인 문제는 전 세계적인 관심사가 되기도 한다(Park, 2004; Pimentel *et al.*, 2005). 개미나 말벌과

같은 사회성 집단을 이루는 곤충의 경우 매우 효율적인 정착을 하는 것으로 알려져 있으며(Chapman and Bourke, 2001; Holway *et al.*, 2002; Villemant *et al.*, 2011), 특히 말벌은 고도로 분화된 업무 분배 체계를 갖춘 개체군을 형성함에 따라 효율적인 먹이원 탐색과 토착종과의 경쟁을 통해 성공적인 정착을 이루어낸다(Moller, 1996). 2000년대 초반 국내에 유입된 등검은말

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

벌(*Vespa velutina nigrithorax*)은 전국적으로 확산되고 있는 말벌류로(Kim *et al.*, 2006; Jung *et al.*, 2009; Choi *et al.*, 2012; Choi *et al.*, 2015) 다양한 곤충을 먹이로 포식하는 잡식성 곤충이지만, 서양종꿀벌(*Apis mellifera*)을 가장 선호하여 양봉산업에 큰 영향을 미치고 있다(Perrad *et al.*, 2009; Beggs *et al.*, 2011). Cazenave(2013)은 등검은말벌의 포식에 의해 양봉농가의 봉군중 80% 이상이 손실된 직접적인 피해를 보고한 바 있으며, Jung(2012)은 화분매개의 감소, 농가소득 및 경영악화, 생태계 먹이사슬의 변화와 같은 생태적, 사회적 문제의 발생 가능성을 제시한 바 있다. 이러한 등검은말벌의 피해를 줄이기 위해 일반적으로 말벌류의 방제에 이용하는 착농약송환법(Chang *et al.*, 1994), 말벌트랩, 물리적 포획 등의 방법을 사용하기도 하지만 많은 양봉장에서 유인트랩을 이용하여 등검은말벌의 방제를 실시하고 있다(Rome *et al.*, 2011). 현재 등검은말벌만을 선택적으로 유인하는 트랩은 개발되어 있지 않지만, 효율적인 방제를 위한 특이적 유인액 선발 연구가 계속되고 있다. Abrol(1994)은 6종의 음식물과 cypermethrin(0.25%)을 혼합한 먹이 중 썩은 생선을 이용한 먹이의 유인력이 가장 높음을 보고하였고, Sim *et al.*(2014)은 과일발효물 및 목초액 등을 이용하여 조성한 유인액 중 포도주로 조성된 유인액에서 효과가 우수함을 보고한 바 있다. 또한 발효된 벌집 추출물에 의한 유인액의 유인효과가 Rome(2011)에 의해 구명된 바 있으며, Choi *et al.*(2015)은 벌집 추출물에 의한 봄철 여왕벌의 포획 결과와 함께 봄철 등검은말벌의 여왕벌 방제가 개체수를 감소시키고 양봉장 주변의 등검은말벌의 피해를 줄이는 방법임을 제안하기도 하였다. 트랩을 이용하여 밀도를 효과적으로 줄이기 위해서는 유인액의 역할이 중요하며, 페로몬과 같은 물질을 이용한 화학적 접근이 시도되고 있다(Weinzeieri *et al.*, 1997). 따라서 본 연구에서는 등검은말벌의 후각을 자극하는 것으로 알려진 꿀벌페로몬, 화분(Couto *et al.*, 2014)의 유인효과를 확인하기 위해, 벌집추출물, 꿀벌추출액, 화분을 첨가한 유인액의 조합으로 등검은말벌 여왕벌의 유인효과를 비교, 조사하여 유인액 개발의 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

유인트랩 및 유인액

등검은말벌을 포획하기 위하여 Choi *et al.*(2015)이 실험에 사용한 저가형 페트병 트랩을 사용하였으며, 유인액은 벌집추출물, 꿀벌추출액, 화분, 막걸리, 설탕시럽을 넣어 제조하였다. 벌집추출물을 이용한 유인액으로는 벌방이 좁아져 여왕벌이 더 이상 산란하지 못하는 오래된 꿀벌 벌집을 물과 1:1로 섞어 부피가 50% 감소할 때까지 끓인 다음 벌집을 제거하고 밀랍이 완전히 굳을 때까지 식힌 후 밀랍을 제거한 액체인 벌집추출물 50%, (주)서울탁주제조협회의 “장수생막걸리” 30%, 당함량 59% 설탕시럽(설탕:물=1.5:1) 20%의 비율로 섞은 유인액(A)와 벌집추출물 40%, 막걸리 30%, 설탕시럽을 20%, 2016년 봄에 채취한 도토리 생화분 10%를 섞은 유인액(B)을 제조하였다. 꿀벌추출액을 만들기 위해 국립농업과학원 양봉장에서 사육중인 서양종꿀벌을 이용하였으며, 유인액 1L당 100마리의 비율로 살아있는 벌을 비닐봉투에 넣어 5분간 냉동실에 방치 후 믹서기를 이용하여 분쇄하였다. 분쇄한 벌을 물에 혼합하여 실험용 체(200 μ m)에 거른 액체인 꿀벌추출액 50%, 막걸리 30%, 설탕시럽을 20%로 섞은 유인액(C)와 꿀벌추출액 40%, 막걸리 30%, 설탕시럽을 20%, 생화분 10%를 섞은 유인액(D)를 제조하였다.

트랩설치 및 조사

2016년 4월 하순부터 5월 중순까지 경상남도 의령군에 위치한 시험 농가를 선정하여 유인액별로 3개씩 양봉장의 안과 밖에 설치하였으며 설치 후 약 1주간격으로 조사하였다. 각 유인액별 트랩에 포획된 말벌류는 Carpenter and Kojima(1997), Kim *et al.*(2006), Jung *et al.*(2007, 2008)을 기준으로 분류하여 개체수를 조사한 후, 해부를 통해 여왕벌과 일벌로 분류하였다. 통계분석은 PASW statistics 18.0 통계프로그램을 이용하여, 유인액별 포획된 등검은말벌 개체수의 차이는 일원배치분산분석을 통해 확인하였다.

결과 및 고찰

말벌류 개체군 구성비

경남 의령군에 위치한 양봉장에서 채집한 말벌류를 조사한 결과, 등검은말벌(*Vespa velutina nigrithorax*), 말벌(*Vespa crabro flavofasciata*), 장수말벌(*Vespa mandarinia*), 꼬마장수말벌(*Vespa ducalis*), 털보말벌(*Vespa simillima simillima*), 좁말벌(*Vespa analis parallela*) 등 총 6종의 말벌류가 확인되었다(Fig. 1). 등검은말벌은 64.5%로 가장 많은 개체수가 나타났으며, 좁말벌 15.0%, 말벌 12.9% 순이었으며 털보말벌은 1.1%로 가장 적게 나타났다. 이는 Choi *et al.*(2015)에 의해 2015년 봄철 의령에서 유인된 등검은말벌의 포획 결과와 동일함을 확인할 수 있었다.

등검은말벌(*V. velutina*)의 여왕벌 출현

등검은말벌 여왕벌의 출현 여부를 확인하기 위해 포획된 등검은말벌을 개체별로 해부하여 산란관 및 알의 유무를 확인하여 조사한 결과(Fig. 2), 5월 초 의령에서 여왕벌의 비율이 78%로 나타나 일벌의 출현을 확인할 수 있었으며(Fig. 3). 봄철 양봉장에서 포획되는 등검은말벌은 대부분 여왕벌인 것으로 알 수 있었으며, 이들은 월동 후 생존한 개체로 단독으로 활동하며 매년 새로운 개체군을 형성하는 것으로 알려져 있다. 이 여왕벌 중 일부는 ‘embryo nest’라고 불리는 벌집을 지음으로 개체군을 형성하고(Archer, 2010), 일벌이 수천마리가 될 때까지 개체군을 발전시키므로 봄철 여왕벌은 등검은말벌의 방제에 있어 효과적인 방제 대상으로 여겨진다.

성분별 유인효과

4종의 유인액을 이용한 트랩에 포획된 등검은말벌 여왕벌은 양봉장 내부에서 각각 평균 3.3, 3.3, 5.0, 2.0마리로 꿀벌추출액과 막걸리, 설탕시럽을 혼합한 유인액(C)에서 가장 많은 개체가 확인되었다($p=0.041$). 양봉장 외부에서 포획된 등검은말벌 여왕벌은 각각

평균 1.6, 0.6, 5.0, 0.3마리로 유인액(C)에서 가장 많은 개체가 포획되었으며($p=0.012$), 양봉장 내부와 외부에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 양봉장 내·외부에서 포획된 등검은말벌 여왕벌의 유인액별 개체수 평균은 각각 5.0, 4.0, 10.3, 2.7마리로 꿀벌추출액을 이용한 유인액(꿀벌추출액:막걸리:당액=5:3:2)을 이용했을 때 다른 유인액에 비해 포획된 개체수가 많음을 확인할 수 있었으며($p=0.016$), 이는 꿀벌 생체 내에 존재하는 호르몬의 영향에서 기인한 것이라 여겨진다. 화분이 첨가된 유인액 2종의 경우, 화분, 꿀, 꿀벌, 꿀벌 유충, 음식물 등 10여 종의 자극원 중 화분이 가장 뛰어난 유인효과 및 지속시간이 나타난 것과 달리 다른 유인액에 비해 유인효과가 뛰어나지 않았다(Couto *et al.*, 2015). 이러한 차이는 실내 케이지에서 단일 자극원으로 진행한 Couto *et al.*(2015)의 보고와 달리 여러 성분들을 혼합하여 조성한 유인액으로 야외에서 진행한 본 연구와의 실험조건의 차이에 따른 것으로 보인다. 이상의 결과를 종합해보면 등검은말벌 여왕벌이 꿀벌추출액을 이용한 유인액을 통해 가장 많은 개체가 포획됨에 따라 꿀벌추출물을 이용한 등검은말벌 여왕벌의 유인효과를 확인할 수 있었다. 추후 꿀벌추출액에 대한 성분 조사 및 꿀벌 호르몬 제제를 이용한 포획시험을 통한 방제효과 비교 연구가 수행되어야 할 것이다.

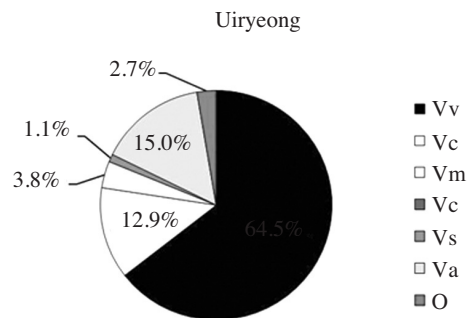


Fig. 1. Each comparative population size of *Vespa* spp. during survey period. (Vv; *V. velutina nigrithorax*, Vm; *V. mandarinia*, Vc; *V. crabro flavofasciata*, Vs; *V. simillima simillima*, Va; *V. analis parallela*, O; other *Vespa* spp.).

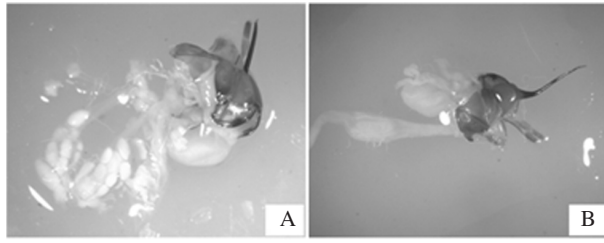


Fig. 2. Photographs of *Vespa velutina* ovary showing noticeable morphological differences between queen (A) and worker bee (B).

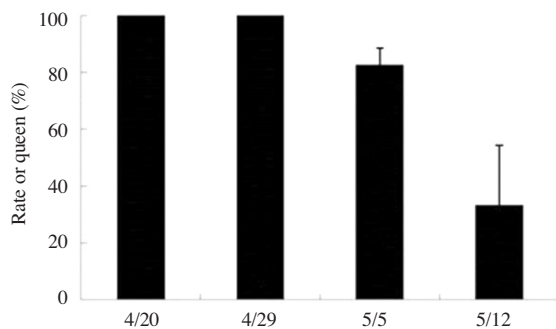


Fig. 3. Appearing rate of *Vespa velutina* queen during survey period.

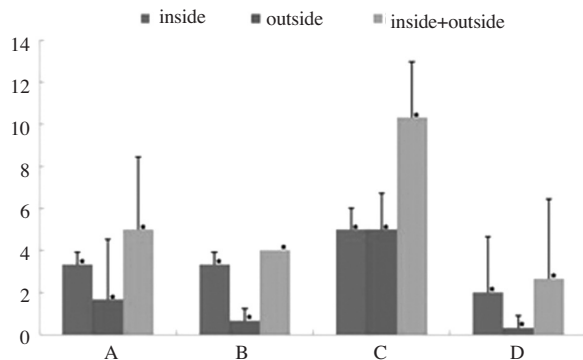


Fig. 4. Mean number of captured *V. velutina* by four attractant near apiary (mean \pm S.D.). The asterisks between the four attractants are significantly different by one way ANOVA, $P < 0.05$. Attractant (A; Honeybee comb extract + Rice wine + Sugar syrup (5 : 3 : 2), B; Honeybee comb extract + Rice wine + Sugar syrup + pollen (4 : 3 : 2 : 1), C; Honeybee extract + Rice wine + Sugar syrup (5 : 3 : 2), D; Honeybee extract + Rice wine + Sugar syrup + pollen (4 : 3 : 2 : 1)).

적 요

꿀벌을 주먹이원으로 하는 특성으로 양봉농가에 피해를 주는 등검은말벌의 방제를 위해 꿀벌유인액을 이용하여 등검은말벌 여왕벌의 유인효과를 조사

하였다. 양봉장 내·외부에 4종의 유인액(벌집추출액+막걸리+당액(5:3:2), 벌집추출액+막걸리+당액+화분(4:3:2:1), 꿀벌추출액+막걸리+당액(5:3:2), 꿀벌추출액+막걸리+당액+화분(4:3:2:1))을 적용한 트랩을 설치하고 등검은말벌 여왕벌의 유인효과를 조사한 결과, 꿀벌추출액과 막걸리, 당액으로 구성된 유인액에 포획된 개체수는 평균 10.4마리로 가장 많은 개체가 유인되어 등검은말벌의 여왕벌 포획에 효과가 있음을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 Agenda 연구사업인 기관고유연구과제(등검은말벌 방제 실증 시험, PJ01120103)에 의하여 수행되었음.

인 용 문 헌

- Abrol, D.P. 1994. Ecology, behaviour and management of Social Wasp, *Vespa velutina* Smith (Hymenoptera: Vespidae), attacking honeybee colonies. Korea J. Apic. 9: 5-10.
- Archer, M.E. 2010. The queen colony phase of vespine wasps (Hymenoptera, vespidae). Insect. Soc. 57: 133-145.
- 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.
- Carpenter, J.M. and J. Kojima. 1997. Checklist of the species in the subfamily Vespinae (Insecta: Hymenoptera: Vespidae). Natural history bulletin of Ibaraki University. 1: 51-92.
- Cazenave, C. 2013. L'ffensive e'clair d'n tueur en se'rie. Sciences et Avenir. 175: 58-61.
- 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. Apic. 9: 178-180.
- Chapman, R.E., Bourke, A.F.G. 2001. The influence of sociality on the conservation biology of social insects. Ecol. Lett. 4: 650-662.
- Choi, M.B., S.J. Martin and J.W. Lee. 2012. Distribution, spread and impact of the invasive hornet *Vespa velutina* in South Korea. J. Asia Pac. Entomol. 15: 473-477.
- Choi, Y.S., M.L. Lee, M.Y. Lee, H.K. Kim, M.Y. Yoon and A.R. Kang. 2015. Trapping of *Vespa velutina nigrithorax*

- Buysson (Hymenoptera: Vespidae) Queen Near Apiaries Honeybee Comb Extract in South Region of Korea. Korea J. Apic. 30: 281-285.
- Couto, A., K. Monceau, O. Bonnard, D. Thiéry and J.C. Sandoz. 2014. Olfactory attraction of the hornet *Vespa velutina* to honeybee colony odors and pheromones. PLoS One 9: e115943.
- Holway, D.A., L. Lach, A.V. Suarez, N.D. Tsutsui and T.J. Case. 2002. The causes and consequences of ant invasions. Ann. Rev. Ecol. Sys. 33: 181-233.
- Jung, C., M.S. Kang and D. Kim. 2007. Vespidae wasps (Hymenoptera) occurring around apiaries in Andong, Korea: II. Trap catches and seasonal dynamics. Korean J. Apic. 22: 63-70.
- 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. Apic. 24: 61-65.
- Jung, C. 2012. Initial Stage Risk Assessment of an Invasive Hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. Korean J. Apic. 27: 95-104.
- Kim, J.K., M.B. Choi and T.Y. Moon. 2006. Occurrence of *Vespa velutina* Lepeletier from Korea, and a revised key for Korean *Vespa* species (Hymenoptera: Vespidae). Entomol. Res. 36: 112-115.
- Kim, Y.S., M.Y. Lee, M.L. Lee, S.H. Nam and Y.M. Park. 2006. Development of natural luring liquid against the wasps inflicting honeybees. Korean J. Apic. 21: 37-42.
- Moller, H. 1996. Lessons for invasion theory from social insects. Biol. Conserv. 78: 125-142.
- Monceau, K., O. Bonnard and D. Thiéry. 2014. *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. J. Pest. Sci. 87: 1-16.
- Park, K. 2004. Assessment and management of invasive alien predators. Ecol. Soc. 9: 761-770.
- 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.
- Pimentel, D., R. Zuniga and D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecol. Econ. 52: 273-88.
- Rome, Q., P. Adrien, F. Muller and C. Villemant. 2011. Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae). Aliens: The Invasive Species Bulletin 31: 7-15.
- Sim, H.S., M.L. Lee, Y.S. Choi, H.G. Kim, I.P. Hong, S.O. Woo, K.H. Byeon and M.Y. Lee. 2014. Pattern of Emergence of *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) on Spring in South Part of Korea. J. Apic. 2: 353-358.
- Villemant, C., M. Barbet-Massin, A. Perrard, F. Muller, O. G. F. Jiguet, 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.
- Weinzieri, R., T. Henm, P.G. Koehler and C.L. Tucker. 2005. Insect attractant and traps. University of Florida IFAS Extension Publication ENY277.