Journal of Apiculture 제29권 제4호 (2014)
J. Apic. 29(4) : 353~358 (2014)

단보

국내 남부지방 등검은말벌, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae)의 봄철 발생 패턴

심하식* · 이명렬 · 최용수 · 김혜경 · 홍인표 · 우순옥 · 변규호 · 이만영

국립농업과학원 잠사양봉소재과

Pattern of Emergence of *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) on Spring in South Part of Korea

Hasik Sim*, Myeonglyeol Lee, Yongsoo Choi, Heugyoung Kim, Inpyo Hong, Soonok Woo, Kyuho Byeon and Manyoung Lee

Department of Agricultural Biology, RDA, Wanju, National Academy of Agricultural Science

(Received 9 October 2014; Revised 29 October 2014; Accepted 4 November 2014)

Abstract

Vespa velutina is an aggressive predator of honey bees and other beneficial insects. *V. velutina* has been unintentionally introduced in Busan before 2003 and is currently widely spreading across the country. This hornet is a pest in Korea, because it preys upon domestic honeybees, *Apis mellifera* and *Apis cerana*. Beekeeping operations are affected by this predation, with some beekeepers reporting colony losses. Here, the aim was to screen samples of baits (i.e., wine, beer, and pyroligneous liquor) for their repellency attractant wasps in trap. Three bait-traps were tested and compared in order to find the best lure for studying social wasp populations in several cities (Yangsan-169, Gijang-207, Gwangyang-38, and Gokseong-21) in Korea. *V. velutina* were trapped for a total of 1,003 specimens in the spring season. The critical life stage to capture is hornet queens as they emerge from hibernation, which is likely to be in late February - March. At the end of hibernation emergent *V. velutina* queens have a raised energy requirement, and therefore show a preference for foods. Sweet and acidy baits are thus the most effective for the first captures of foundresses. In invaded areas, spring queen trapping using sweet and acidy baits has been promoted by apicultural unions in order to limit *V. velutina* population expansion.

Key words: *Vespa velutina nigrithorax*, Pattern of emergence

서 론

외래종으로서 등검은말벌(*Vespa velutina nigrithorax* Buysson)은 토종 말벌류와 달리 가슴등판의 전체와 머리 뒷 가장자리가 완전히 흑색이어서 쉽게 구분할 수 있을 뿐 아니라 다리의 발목마디 전체가 노란색을 띠면서 움직임이 빨라 쉽게 구분된다(Jung *et al*., 2008b). 이 종이 우리나라에서 처음 발견된 것은 2003

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

년 부산지역이며, 그 후 경남을 거쳐 경북, 전남, 전북, 충남, 충북, 강원도 등 전국으로 확산 중이다(Kim *et al*., 2006a; Jung *et al*., 2008b; Choi *et al*., 2012; Jung, 2012b). 국내로 유입된 경로로는 중국 저장성 지역에서 부산항으로 들어왔을 것으로 추정되고 있다(Arca *et al*., 2012; Jung, 2012a; Kim *et al*., 2006a). 최근, 국내뿐만 아니라 프랑스, 스페인, 스위스 등 급속히 분포가 확산되는 추세이다(Rome *et al*., 2009). 등검은말벌은 꿀벌에 대한 먹이선호성이 높아(80% 이상) 양봉산업에 큰 위험요인으로 대두되고 있다(Abrol, 1994; Perrard *et al*., 2009; Tan *et al*., 2007). 일부 지역 양봉장 피해에 의하면 보유하고 있던 160군이 등검은말벌의 피해를 입어 월동 후 1봉군만 살아남을 정도로 매우 심각한 경제적 손실을 안겨준 경우도 있다(한국양봉협회 전남지회). 특히 우리나라는 꿀벌 사육밀도가 1km^{2}당 17군으로 세계에서 가장 높아(Jung *et al*., 2008b) 등검은말벌로서는 가장 좋은 먹이원 조건을 갖추고 있어 꿀벌피해가 가중되는 한 원인으로 볼 수 있다. 이 종의 여왕벌은 가을에 수벌과 교미를 마치고 단독으로 월동을 하고나서 익년 봄에 초기 봉군을 조성하게 된다(Villemant *et al*., 2008). 이때 여왕벌은 단독 먹이사냥을 하면서 양봉농가에 의해 잘 관리되어 온 양봉장 꿀벌을 집중적으로 가해하게 된다. 특히 등검은말벌은 내한성이 강하여 대기온도가 11°C가 되면 활동을 시작하여 이른 봄부터 꿀벌을 가해하기 시작한다(Perrard *et al*., 2009). 말벌류 밀도 억제는 착농약송환법(Chang *et al*., 1994), 말벌트랩, 유인트랩(Lim *et al*., 1989; Kim *et al*., 2006b; Jung *et al*., 2007), 그리고 물리적인 포획 및 먹이가 되는 꿀벌 개체군의 격리와 세균 및 원생생물, 곤충병원성세균, 병원성곰팡이, 응애 등을 이용하는 방법이 있다(Rose *et al*., 1999; Kim *et al*., 2006b). 등검은말벌 특이적 트랩 연구(Maher and Thiery, 2010)와 Abrol(1994)은 등검은말벌이 썩은 생선에 유인력이 가장 높고, 썩은 닭고기, 양고기, 사과 , 배, 호박순으로 보고된 바 있다. 월동 후 1개체의 말벌류 여왕벌은 1개 봉군과 같은 것이므로 이른 봄부터 봉군 조성 및 단독으로 먹이사냥을 위해 활동하는 여왕벌을 포살하는 것이 가을철에 봉군당 수천마리 이상으로 증가(Jung *et al*., 2008)하는 말벌 개체수를 선제적으로 감소시킬 수 있는 최선의 방법이라 판단된다. 하지만, 국내 대부분의 양봉농가에서는 말벌피해가 급증하는 8~11월에 말벌 퇴치를 위해 각종 트랩과 포획방법을 동원하여 피해 경감을 위해 노력하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 꿀벌을 가해하는 등검은말벌 뿐만 아니라 말벌류의 조기 밀도억제를 통해 양봉농가 피해 예방에 목적이 있다.

재료 및 방법

등검은말벌의 조사지역 선정

등검은말벌의 조사지역 선정은 한국양봉협회 경남지부와 전남지부의 도움을 받아 최근 양봉피해가 극심한 것으로 알려져 있는 경상남도 양산과 기장지역, 전라남도 광양과 곡성지역 등 4개 양봉장을 선정하였다(Fig. 1).

개체군 동향조사

등검은말벌의 개체군 동향조사는 2014년 4월부터 7월까지 등검은말벌 여왕벌이 집중적으로 출현하는 시기를 선정하여 각 양봉장 주변에 유인액별로 3개씩 설치하였으며, 트랩은 시판용 말벌트랩(다목 말벌트랩)에 유인액인 목초 조성액(pyroligneous liquor compound: PLC), 포도주 조성액(red wine compound: RWC), 흑맥주 조성액(dark beer compound: DBC)을 이용하여 각 양봉장 주변에 그늘지고 바람 소통이 잘되는 곳에 설치 후, 약 2~3주 간격으로 방문하여 조사하였다. 현장에서 포획된 말벌류는 Carpenter and Kojima (1997), Kim *et al*.(2006b), Jung *et al*.(2007, 2008)을 기준으로 분류하였다.

자료분석

채집된 등검은말벌은 각각 조사시기별, 유인액별로 계수하여 개체군 동태 및 유인액별 포획효과를 비교하였다.

Fig. 1. Each apiary sites for survey of *Vespa velutina*. A: Yangsan Gyeongsangnam-do Province, B: Gijang Gyeongsangnam-do Province, C: Kwangyang Jeollanam-do Province, D: Gokseong Jeollanam-do Province.

결과 및 고찰

지역별 말벌류 개체군 구성비

경상남도의 2개 지역(양산, 기장)과 전라남도의 2개 지역(광양, 곡성)에서 트랩을 이용해 말벌류를 조사한 결과 등검은말벌(*V. velutina nigrothorax*), 장수말벌(*V. mandarinia*), 꼬마장수말벌(*V. ducalis*), 털보말벌(*V. simillima simillima*), 검정말벌(*V. dybowskii*), 좀말벌(*Vespa analis*) 그리고 말벌(*V. crabro flavofasciata*) 등 총 7종의 말벌류가 확인되었고(Fig. 2), Jung(2012)에서 보고된 7종 모두 확인되었으며, 검정말벌이 적은 개체이지만 확인되었다. 등검은말벌은 양산지역에서 55.2%로 가장 많은 조성을 보였으며, 다음은 기장 48.8%, 광양 32.2% 순이었으며, 곡성은 11.4%로 가장 작게 나타났다. 지역별로 상이한 결과를 나타내었으나 곡성지역을 제외한 나머지 지역에서 등검은말벌이 우세하게 나타났고, 등검은말벌을 제외하면, 4개 양봉장 주변에서 장수말벌, 꼬마장수말벌, 털보말벌이 우세하게 나타났다. Choi *et al*.(2012)은 등검은말벌의 우점으로 털보말벌이 개체군에 위협이 될 수 있음을 보고한 바 있으며, 본 조사에서도 장수말벌이 우점한 곡성을 제외한 지역에서 각각 아우점(광양 22.9%), 차아우점(기장 11.1%, 광양 22.9%), 차차아우점(양산 7.8%)을 차지하여 경쟁구도에서 쇠퇴하는 경향을 나타내었다(Fig. 2).

말벌트랩을 이용한 등검은말벌의 출현양상

양산과 기장의 양봉장 주변에서 4월 9일 11개체를 시작으로 등검은말벌 여왕벌이 포획되기 시작하였으며, 이후 5월 12일 175개체를 정점으로 점차 감소하였다(Table 1, Fig. 3). 7월 2일에 포획된 개체는 8개체이나 모두 일벌이 포획되어 7월 초순 이전에 여왕벌이 먹이활동을 중단하고 산란에 집중하는 시기로 추정된다. 등검은말벌 일벌은 4월 20일에 3개체가 포획된 이후 조사기간 동안 지속적으로 증감을 달리하여 출현하였다(Fig. 3). 본 조사에서 일벌의 출현은 등검은말벌 여왕벌이 획인 된 4월 9일 이전부터 여왕벌이 활동하고 있었다는 것을 추론할 수 있으며, Jung(2012b)이 제시한 4~5월경 보다 이른 시기부터 여왕벌이 활동하고 있음을 추정 해 볼 수 있다(Table 1, Fig. 2). 각 양봉장별 출현 시기는 양산(217m)과 기장(75m)이 4월 9일에 출현하기 시작하였으며, 광양(160m)은 4월 20일에 곡성(100m)은 5월 12일에 포획되어 고도에 따른 출현은 경향을 확인할 수 없었으며, 등검은말벌의 서식밀도에 따른 양상이라 판단된다. 본 조사에서 말벌트랩을 이용한 지역별, 유인액별, 시기별 등검은말벌의 전체 포획 개체 수는 총 435개체 이였다. 지역별로는 기장에서 207개체로 가장 많은 개체를 포획하였고, 양산에서 169개체, 광양에서 38개체, 곡성에서 21개체로 가장 작은 개체를 확인하였다(Table 1). 유인액별로 통계적 유의성은 없었으나 포도주조성액이 161개체로 가장 많이 포획되었다(Table 1, Fig. 4). 포도주조성액(포도주:식초:설탕=1:0.5:0.5)은 가장 많이 포획되기도 하였지만, 저온기와 고온기를 거친 시험에서 비교적 유인액이 오랜 기간 보존되는 반면 흑맥주조성액(흑맥주:사과쥬스=1:1)은 저온기는 비교적 오랜 기간 유지되었으나 고온기로 갈수록 유인액이 부패하여 유인효과가 떨어지는 경향을 나타내어 본 연구에서는 포도주조성액이 우수한 유인액으로 판단되었다. 트랩을 이용한 말벌방제는 이미 많은 보고(Lim *et al*., 1989; Kim *et al*., 2006b; Jung *et al*., 2007)에서 시도되었으나 대부분이 7월부터 양봉장에 비래하는 말벌

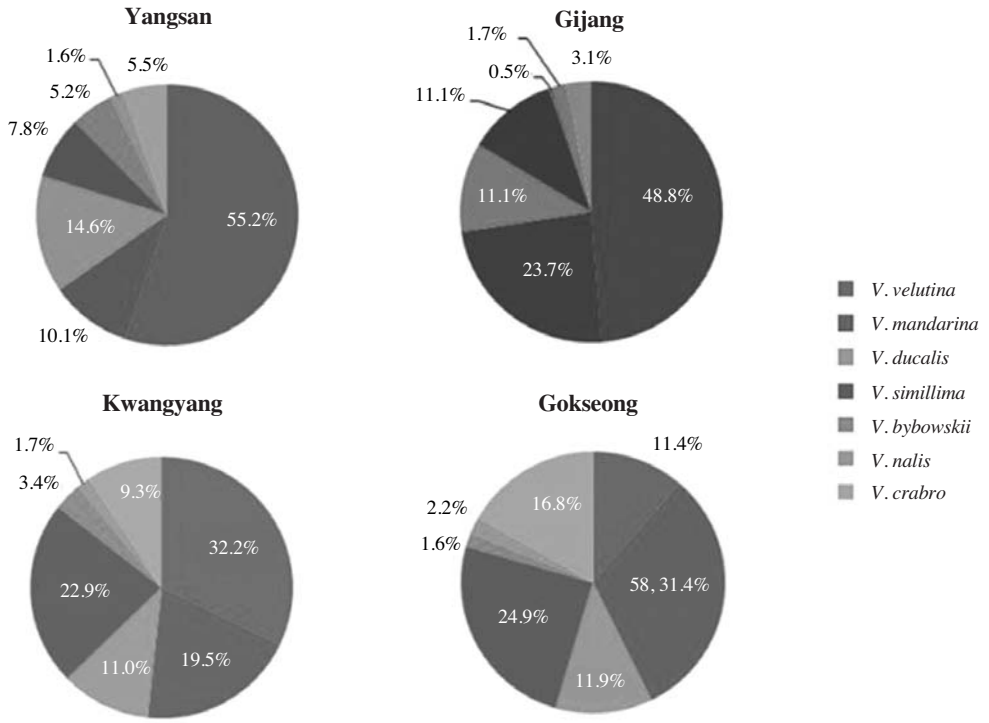

Fig. 2. Each comparative population size of *Vespa* communities during survey period.

류를 대상으로 방제효과를 검증한 보고이다. 7월 이후는 시기적으로 등검은말벌 뿐만 아니라 다른 말벌류 모두 전년도에 월동한 여왕벌이 각각 1개 봉군을 완성해 가는 시기로 많은 일벌과 수벌 그리고 익년에 왕성하게 활동하게 될 여왕벌을 생산하는 시기이다. 이 시기에 방제는 당해 연도에 피해는 줄일 수 있으나 매년 반복적인 수고를 해야 하는 문제점을 안고 있다. 말벌류는 여왕벌이 월동 후 한배양육이 완성될 때까지 단독으로 육아, 조소 및 먹이활동을 하는 생태적 특징이 있다. 또한, 여왕벌이 직접 활동하는 이른 봄의 경우, 자연계엔 먹이원이 적지만 양봉장은 양봉인들에 의해 잘 관리된 높은 밀도의 꿀벌들이 서식하므로 사냥벌인 말벌에겐 좋은 먹이터가 되며, 양봉장에 집중적으로 모이게 된다. 이 시기에 각종 포획방법을 동원해 말벌류를 포획한다면 주로 여왕벌을 포획하게 될 것이고, 이는 봉군 당 수천에서 수 만 마리에 이르는 봉군을 미리 제거하는 효과가 있게 되어 가을철 양봉피해는 획기적으로 경감하는 방법이 될 것이다. 각각의 양봉농가는 말벌방제를 위해 나름 여러 방법을 동원하여 방제를 하고 있으나 시기를 앞당겨 이른 봄부터 방제를 시작하면 가을철 노고를 덜 수 있을 것으로 판단되며, 이를 국내 양봉인들이 동시에 실행한다면 방제효과는 매우 크게 나타날 것이며, 현재 전국적으로 확산되어 양봉장에 피해를 주고 있는 등검은말벌의 피해가 경감될 것으로 판단된다.

적 요

등검은말벌은 2003년 부산지역에서 처음 발견 이후 경남을 거쳐 경북, 전남, 전북, 충남, 충북, 강원도 등 전국에 확산 중이다. 경남 양산, 기장, 전남 광양, 곡성 등 4개 지역을 선정하여 양봉장 주변에 유인트랩 3종을 설치하여 등검은말벌 여왕벌을 포획하였으며 출현양상을 모니터링 하였다. 3종 유인트랩을 이용하여 총 1,003개체 말벌류를 포획하였으며, 이중 등검은말벌은 435개체로 42.1%를 포획하였고, 등검은말벌 중에서 일벌은 4월 20일부터 출현하여 여왕벌의

Table 1. Individual number of captured *V. velutina* Queen by each entice solution

Site & Entice solution / Dates		4/9	4/20	5/12	5/28	6/14	7/2	Sum
Yangsan	PLC	1	9	25	13	5	2	55
	RWC	2	7	12	12	5	1	39
	DBC	2	13	29	15	16		75
Gijang	PLC		18	17	1	5	1	42
	RWC	4	34	51	6	5		100
	DBC	2	28	24	8	3		65
Kwangyang	PLC		1	4	4	1	1	11
	RWC			4	3	4		11
	DBC		6	6	3	1		16
Gokseong	PLC				4	2	2	8
	RWC			3	1	6	1	11
	DBC				1	1		2
Sum		11	116	175	71	54	8	435

PLC: pyroligneous liquor compound, RWC: red wine compound, DBC: dark beer compound.

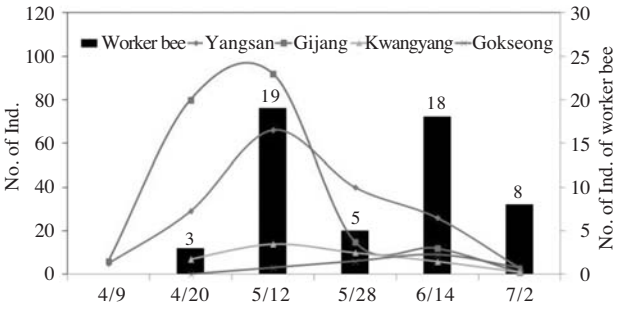

Fig. 3. Each sites and seasonal change of fluctuation of Queen and worker bee of *V. velutina*.

활동시기가 보다 이른 봄부터 활동하는 것으로 추정되었다. 가장 많은 포획 지역은 기장지역으로 207개체를 포획하였다. 포도주로 조성된 유인액에서 효과가 우수 하였다. 유인용액에 의해 꿀벌을 가해하는 말벌류(총 7종) 여왕벌이 효율적으로 포획되었다. 등검은말벌은 일반적인 사냥벌들과 달리 꿀벌을 주먹이원으로 하는 특성이 탁월하여 양봉농가에 극심한 피해를 주고 있다. 일반적으로 뒤영벌류와 말벌류의 여왕벌의 성충 수명은 약 1년이며, 등검은말벌도 이와 같은 생활사를 가진다. 가을에 수벌과 교미를 마친 여왕벌은 단독으로 월동을 하게 되며, 월동을 마친 여왕벌은 익년 봄에 초기 봉군을 조성하게 된다. 이때 여왕벌은 단독으로 먹이사냥, 육아 및 조소를 담당하며 양봉농가에 의해 잘 관리되어온 양봉장 꿀벌을 집중적으로 가해하게 된다. 말벌방제를 봄부터 시작하면 가을철 방제 노고를 덜 수 있을 것으로 판단되며, 이를 국내 양봉인들이 동시에 실행한다면 방제효과가 더 높아질 것으로 판단되며, 현재 전국적으로 확산되어 양봉장에 피해를 주고 있는 등검은말벌의 피해가 경감될 것으로 판단된다.

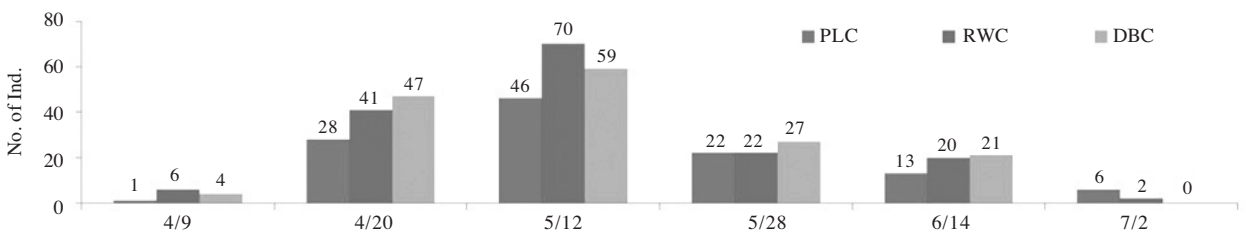

Fig. 4. Seasonal change of individual number of captured *V. velutina* Queen by each entice solution

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 기술개발사업(과제번호: PJ008601)의 지원에 의해 이루어진 것입니다. 본 조사에 도움을 주신 부산시 농업기술센터 정진균, 한국양봉협회 백현, 강문국, 강순종, 조기옥님께 감사의 마음을 전합니다.

인용문헌

Abrol, D.P. 1994. Ecology, behaviour and management of social wasp, *Vespa velutina* Smith (Hymenoptera: Vespidae), attacking honeybee colonies. Korean J. Apic. 9: 5-10.

Arca, M., F. Mougel, T. Guillemaud, S. Dupas, Q. Rome, A. Perrard, F. Muller, A. Fossoud, C. Capdevielle-Dulac, M. Torres-Leguizamon, X.X. Chen, J.L Tan, C. Jung, C. Villemant, G. Arnold and J.F. Silvain. 2012. A single multi-mated female is responsible for the Yellow-legged hornet *Vespa velutina* invasion in Europe. J. Mol. Ecol. In review.

Archer, M.E., 1989. A Key to the World species of the Vepinae (Hymenoptera) Part 1: Keys, Checklist and Distribution. The Academic Board Research Committee of the College of Ripon and York St. John, York, UK.

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. Apic. 9: 178-180.

Choi, M.B. 2004. Ecological systematics by morphological and ecological characters of Vespine wasps (Vespidae: Hymenoptera) in Busan and its surrounding area. MS thesis, Kosin University. 117p.

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.

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.

Jung, C. 2008. Economic value of honeybee pollination on major fruit and vegetable crops in Korea. Korean J. Apic. 23: 147-152.

Jung, C., M.S. Kang and D. Kim. 2007. Vespid 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. 2012a. Initial Stage Risk Assessment of an Invasive Hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. Korean J. Apic. 27(2): 95-104.

Jung, C. 2012b. Spatial Expansion of an Invasive Hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. Korean J. Apic. 27(2): 87-93.

Kim, J.K., M.B. Choi and T.Y. Moon. 2006a. Occurence of *Vespa velutina* Lepeletier from Korea, and a revised key for Korean *Vespa* species (Hymenoptera: Vespidae). Entomological Research 36: 112-115.

Kim, Y.S., M.Y. Lee, M.L. Lee, S.H. Nam and Y.M. Park. 2006b. Development of natural luring liquid against the wasps inflicting honeybees. Korean J. Apic. 21: 37-42.

Lim, B.H., M.L. Lee and K.S. Woo. 1989. Studies on the control of hornet bees (*Vespa* spp.) by feeding attractants. Korea J. Apic. 4: 19-33.

Maher, N. and D. Thiery. 2010. Comparison of trap design against the yellow-legged hornet *Vespa velutina*. http://www.docstoc.com/docs/4792 4527/Microsoft-PowerPoint---Apimondia.

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.

Rome, P.Q., F. Muller, O. Gargominy and C. Villemant. 2009. 2008 assessment of *Vespa velutina* Lepeletier spread in France (Hymenoptera, Vespaidae). Bull. Soc. Entomol. France 114: 297-302.

Rose, E.A.F., R.J. Harris and T.R. Glare. 1999. Possible pathogens of social wasps (Hymemoptera: Vespidae) and their potential as biological control agents. New Zeal. J. Zool. 26: 179-190.

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*. Die Naturwissenschaften. 94: 469-72.

Villemant, C., A. Perrard, Q. Rome, O. Gargominy, J. Haxaire, E. Darrouzet and A. Rortais. 2008. A new enemy of honeybee in Europe: the invasive Asian hornet *Vespa velutina*. In the Proceeding of 10th International Congress of Zoology. Paris, France.