

## 꿀벌옹애에 대한 신규화합물 K16776의 살비효과

오만균 · 안희근 · 김현경 · 윤창만 · 김진주<sup>1</sup> · 김태준<sup>1</sup> · 이동국<sup>2</sup> · 정근희<sup>2</sup> · 김길하\*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, <sup>1</sup>동부하이텍 농생명연구소, <sup>2</sup>한국화학연구원

(2008년 5월 6일 접수, 2008년 6월 13일 수리)

### Acaricidal Activity of A Newly Synthesized K16776 against Honeybee Mite, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae)

Man-Gyun Oh, Hee-Geun Ahn, Hyun-Kyung Kim, Changmann Yoon, Jin-Ju Kim<sup>1</sup>, Tae-Joon Kim<sup>1</sup>, Dong-Guk Lee<sup>2</sup>, Geun-Hoe Chung<sup>2</sup> and Gil-Hah Kim\*

Dept. Plant Medicine, Coll. of Agri. Life and Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea, <sup>1</sup>AgroLife Research Institute, Dongbu HiTek Co. Ltd., <sup>2</sup>Korea Research Institute of Chemical Technology

#### Abstract

This study examined the acaricidal activity of a new compound, K16776 against honeybee mite, *Varroa destructor* which is ecto-parasite of *Apis mellifera*. Acaricidal activity was performed using six acaricides, two Chinese commercial acaricides and one newly synthesized K16776 against *V. destructor* in the small container and in the bee hive. K16776 and amitraz exhibited 100% acaricidal activity against *V. destructor* without insecticidal toxicity to *A. mellifera* in the small container. The other acaricide was not activity. Applied to the bee hives, K16776 showed acaricidal activity as 98.7% (250×) and 88.6% (500×) and amitraz showed as 100% (500×) and 90% (1,000×), respectively. Made in China, Cao Suan Sha Man Pian and Wangs showed acaricidal activity as 56.9% and 66.7%, respectively. The result indicates that K16776 can be potentially useful control agent against honeybee mite, *V. destructor*.

**Key words** *Varroa destructor*, *Apis mellifera*, honeybee mite, acaricidal activity, K16776

## 서 론

꿀벌의 중요해충인 꿀벌옹애(*Varroa mite; Varroa destructor* Anderson and Trueman)는 동양종꿀벌(*Apis cerana*)에 기생하는 것으로 처음 보고된 아래로 동양종꿀벌의 꿀벌옹애에 대한 방어력이 증가하면서 서양종꿀벌(*Apis mellifera*)로 옮겨가 1960년대부터 전 세계적으로 분포하며 양봉산업에 가장 심각한 피해를 주는 해충으로 대두되었다(Morse, 1980; Bailey and Ball, 1991). 꿀벌옹애는 꿀벌에 기생하면서 체액을 빨아먹어 응애병(acariosis)을 유발하고, 체중이 감소하

거나 심하면 급·만성마비병(paralysis virus)과 기형날개병 바이러스(deformed wing virus)등을 매개하기도 한다(Gupta, 1967; Ifantidis, 1983; Choi 등, 1986; Woo 등, 1994; Bailey and Ball, 1991; Morse, 1980; MAF, 2001). 국내에서도 기생성 응애류에 의한 꿀벌의 피해가 늘어나고 있는 실정으로 국내 양봉농가에서는 살비제를 이용한 응애 방제가 주를 이루고 있다(Woo 등, 1993). 그러나 살비제의 의존과 남용으로 인하여 방제비용의 증가 뿐 만아니라 양봉산물에서의 농약의 잔류와(Tsigouri 등, 2004; Chauzat 등, 2006; Chauzat and Faucon, 2007), 꿀벌옹애의 저항성 발달에 관한 연구가 보고되고 있어서(Milani, 1999; Floris 등, 2001; Macedo 등, 2002; Elzen and Westervelt, 2002; Van Leeuwen 등,

\*연락처자 : Tel. +82-43-261-2555, Fax. +82-43-271-4414  
E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

2005), 새로운 약제개발이 시급한 실정이다. 이에 본 연구는 꿀벌옹애에 효과적이며 꿀벌에 영향을 미치지 않는 물질을 선별하고 새로운 약제를 개발하기위하여 기존 살비 약제들과 신규화합물인 K16776의 활성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 실험곤충

본 실험에 사용된 꿀벌옹애(*V. destructor*)는 충북 괴산군 양봉농가에서 꿀벌옹애에 많이 감염된 벌통을 구입하여 사용하였다.

### 실험약제

현재 과수원의 응애방제제로 널리 사용되고 있는 6종의 살

비제와 꿀벌옹애의 방제제로 사용되고 있는 2종의 중국산 약제, 그리고 국내 꿀벌옹애 방제약으로 사용되고 있는 amitraz 20EC(마이탁), 한국화학연구원에서 합성한 amitraz의 유도체인 K16776을 (주)동부하이텍에서 제형화한 것을 공급받아 실험에 사용하였다(Table 1, Fig. 1).

### 소형용기를 이용한 살비활성 검정

꿀벌옹애에 감염된 꿀벌을 50 ml 튜브에 넣고 소형분무기를 이용하여 벌에 약액이 충분히 잘 묻도록 살포한 후, 꿀과 전분이 혼합된 먹이가 있는 소형용기 (15×7.5×7.5 cm)에 옮겨 넣는다. 각 약제의 처리 약량은 10배로 희석하여 100 μl을 처리하였다. 소형용기에 옮겨진 꿀벌옹애의 살비활성과 꿀벌의 독성을 처리 1일 후에 조사하였다. 모든 실험은 15-22마리씩 3반복으로 수행하였다.

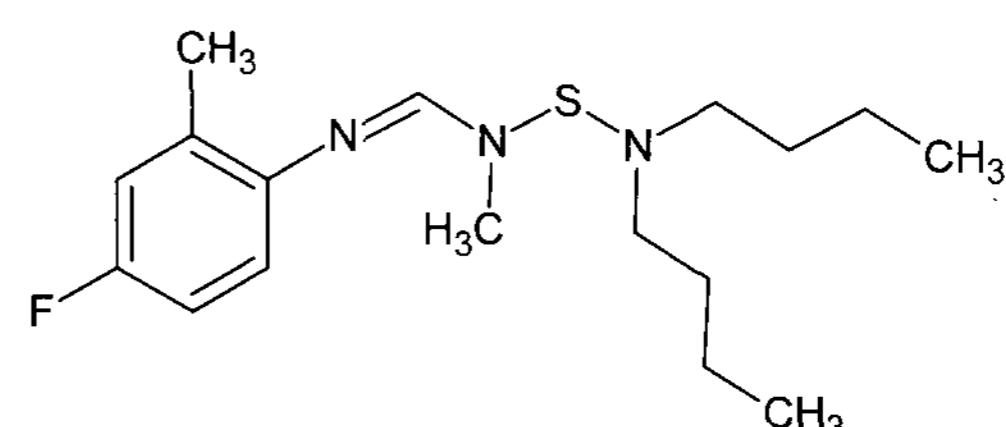
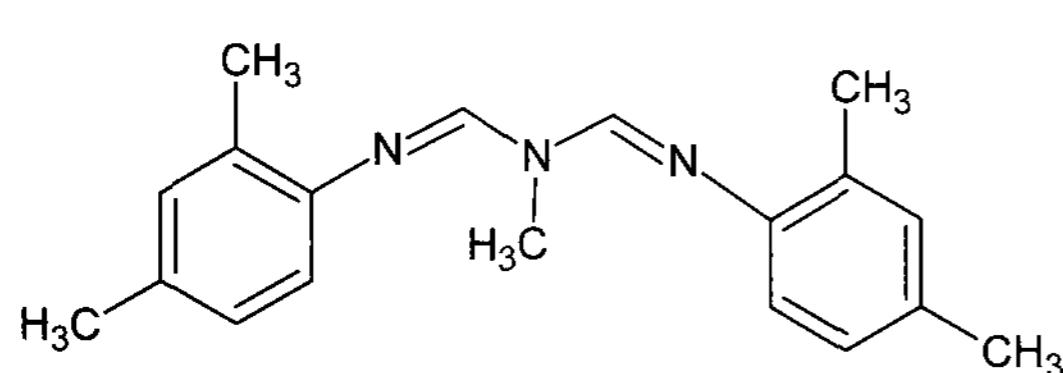
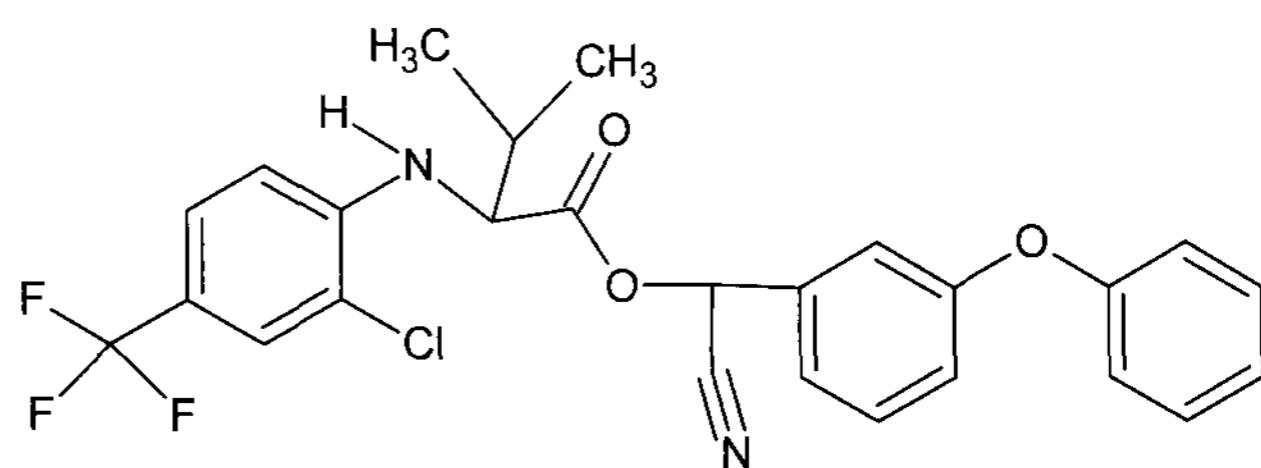
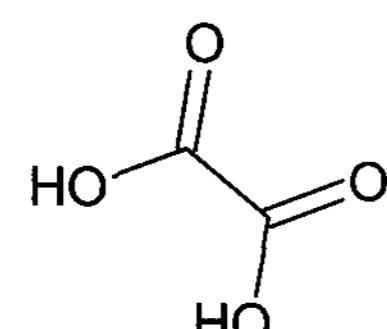


Fig. 1. Structures of acaricides and K16776.

Table 1. List of pesticides used for the toxicity test against *V. destructor* and *A. mellifera*

Common name	Trade name	AI <sup>a</sup> (%)	Formulation
Acequinocyl	Kanemite	15	SC
Amitraz	Micut	20	EC
Bifenazate	Acramite	23.5	SC
Chlorfenapyr	Secure, Rampage	5	EC
Fenpyroximate	Salbiwang	5	SC
Milbemectin	Milbeknock	1	EC
K16676	-	6.6	EC
Cao Suan Sha Man Pian (fluvalinate + oxalic acid)	-	0.2+99.8	Strip
Wangs (fluvalinate)	-	-	Strip

<sup>a</sup>AI: active ingredient. EC=emulsifiable concentrate, SC=suspension concentrate

## 야외벌통에서 살비활성 검정

벌통내 끈끈이 시트지를 깔고 꿀벌옹애에 감염된 꿀벌을 2,500마리씩 넣은 후 약제를 직접 벌통에 분무한 다음 2일 후에 꿀벌옹애의 살비활성과 꿀벌의 독성을 조사하였다. 각각의 약제는 추천농도로 처리하였다. 감염된 꿀벌옹애의 총 수를 알기 위하여 고동도의 amitraz 20EC(500×)를 처리하고 1일 후 죽은 꿀벌옹애의 수를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 소형용기에서 살비활성

6종의 살비제와 신규화합물인 K16776에 대하여 꿀벌옹애에 대한 살비활성을 검정하였다(Table 2). 과수원의 점박이옹애나 사과옹애 방제약으로 사용되고 있는 acequinocyl, bifenazate와 chlorfenapyr, fenpyroximate, milbemectin은 꿀벌옹애에 대하여 살비활성은 거의 없었다. 그러나 amitraz와 신규화합물인 K16776은 100%의 살비활성을 보였을 뿐만 아니라 꿀벌에 대해서도 10% 이하의 낮은 독성을 보였다.

## 야외벌통에서 살비활성

Amitraz와 신규화합물인 K16776의 살비활성을 야외벌통에서 검정하였으며, 현재 양봉농가에서 널리 사용되고 있는 중국산 약제 초산살만편과 왕스를 대조약제로 이용하여 비교 실험하였다(Table 3). Amitraz와 K16776은 500배 처리하였을 때 각각 100%와 88.6%의 살비활성을 보였으며, 꿀벌에는 독성을 보이지 않았다. 또한 K16676은 250배로 회석하여 처리하였을 때 98.7%의 높은 살비활성을 보였다. 그러나 중국산 약제인 초산살만편과 왕스는 56.9%와 66.7%의 살비활성만을 보였다. 중국산 약제인 초산살만편은 pyrethroids 계열인 fluvalinate와 oxalic acid의 혼합제로 이루어졌으며, 왕스는 주요성분이 fluvalinate로 이루어져 있다. Pyrethroids 계열인 fluvalinate는 응애를 방제하는데 널리 사용되고 있는 약제로 미국과 유럽에서 저항성 발현으로 인하여 양봉업자들에게 문제시 되고 있다(Elzen 등, 1998, 1999; Macedo 등, 2002; Lodesani 등, 1995; Thompson 등, 2002). Amitraz는 꿀벌옹애의 방제제로 쓰일 뿐만 아니라 농업해충인 응애방제제로 널리 사용되고 있으며 또한 포유류에 기생하는 진드기와 이(louse)를 방제하는 데에도 사용되고 있다(Fourie 등, 2007; Curtis, 1985; Titchener, 1985). 한 연구에 의하면 최근 들어 포장에서 채집해온 점박이옹애에 대하여 저항성을

Table 2. Acaricidal activity against adults of *V. destructor* and *A. mellifera* in the small container

Common name	Concentration	n	Mortality (%)		
			<i>V. destructor</i>	n	<i>A. mellifera</i>
Acequinocyl	100 µl/10×	32	22.2	43	0
Amitraz	100 µl/10×	29	100	65	9.2
Bifenazate	100 µl/10×	19	0	46	19.6
Chlorfenapyr	100 µl/10×	26	0	58	5.2
Fenpyroximate	100 µl/10×	19	15.8	46	19.6
Milbemectin	100 µl/10×	29	0	65	4.6
K16776	100 µl/10×	30	100	55	10.0

Table 3. Acaricidal activity of acaricides against *V. destructor* and *A. mellifera* adults in bee hives

Common name	Dilution (×)	n	Mortality (%)		
			<i>V. destructor</i>	n	<i>A. mellifera</i>
Amitraz	500	67	100	9,000	0
	1,000	60	90.0	9,000	0
K16776	250	75	98.7	2,500	0.2
	500	79	88.6	2,500	0.3
Cao Suan Sha Man Pian	1,000	74	60.8	2,500	0.5
	Strip	65	56.9	9,000	0.1
Wangs	Strip	24	66.7	9,000	0.1

나타낸다는 보고(Lee 등, 2003)가 있어 저항성 문제가 대두되고 있음에도 불구하고 꿀벌옹애에 대하여 높은 효과를 보이고 있어 아직까지는 꿀벌옹애에 대한 저항성은 발현되지 않은 것으로 보여진다(Van Leeuwen 등, 2005). 특히 꿀벌옹애 방제에 널리 사용되고 있는 amitraz의 유효성분은 20%인데 비하여 K16776의 유효성분이 6.6%로 1/3배의 낮음에도 불구하고 비슷한 수준의 살비활성을 나타내어 꿀벌옹애 방제약제로 개발이 가능할 것으로 생각된다.

### 감사의 글

이 논문은 2007년도 산업자원부의 산업기술개발사업 연구비 지원(계정번호: TS071-09)으로 수행되었다.

### >> 인 / 용 / 문 / 현

- Bailey, L. and B. V. Ball (1991) Honey bee pathology. 2nd Ed. 193 pp. Academic Pr., London.
- Chauzat, M. P., J. P. Faucon, A. C. Martel, J. Lachaize, N. Cougoule and M. Aubert (2006) Survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France. *J. Econ. Entomol.* 99:253~262.
- Chauzat, M. P., J. P. Faucon (2007) Pesticide residues in beeswax samples collected from honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) in France. *Pest Manag. Sci.* 63:1100~1106.
- Choi, S. Y., K. S. Woo, and Y. S. Kim (1986) Questionary survey on the varroa mites in Korean beekeeping. *Korean J. Apiculture* 1:62~75.
- Curtis, R. J. (1985) Amitraz in the control of non-ixodid ectoparasites of livestock. *Vet. Parasitol.* 18:251~264.
- Elzen, P.J., F.A. Eischen, J.R. Baxter, G.W. Elzen, W.T. Wilson (1999) Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata:Varroidae) to the acaricide fluvalinate. *Apidologie* 30:13~17.
- Elzen, P. J., F. A. Eischen, J. B. Baxter, J. Pettis, G. W. Elzen and W. T. Wilson (1998) Fluvalinate resistance in *Varroa jacobsoni* from several geographic locations. *Am. Bee J.* 138:674~676.
- Elzen, P. J. and D. Westervelt (2002) Detection of coumaphos resistance in *Varroa destructor* in Florida. *Am. Bee J.* 142:291~292.
- Floris, I., P. Cabras, V. L. Garau, E. V. Minelli, A. Satta and

- J. Troullier (2001) Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and mite resistance in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.* 94:806~810.
- Fourie, L. J., D. J. Kok, A. du Plessis, D. Rugg (2007) Efficacy of a novel formulation of metaflumizone plus amitraz for the treatment of sarcoptic mange in dogs. *Vet. Parasitol.* 150:275~281.
- Gupta, G. A. (1967) *Varroa jacobsoni*: a mite pest of *Apis indica*. *Bee World.* 48:17.
- Ifantidis, M. D. (1983) Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker and drone honeybee brood cells. *J. Apic. Res.* 22:200~206.
- Lee, Y.S., M.H. Song, K.S. Ahn, K.Y.Lee, J.W. Kim and G.H. Kim (2003) Monitoring of acaricide resistance in two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose greenhouses in Korea. *J. Asia-Pacific Entomol.* 6:91~96.
- Lodesani, M., M. Colombo, M. Spreafico (1995) Ineffectiveness of apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud in several districts of lombardy (Italy). *Apidologie* 26:67~72.
- Macedo, P. A., J. Wu and M. D. Ellis (2002) Using inert dusts to detect and assess varroa infestations in honey bee colonies. *J. Apic. Res.* 40:3~7.
- MAF (2001) Control of Varroa. A guide for New Zealand Beekeepers. 120pp.
- Milani, N. (1999) The resistance of *Varroa jacobsoni* to acaricides. *Apidologie* 30:229~234.
- Morse, R. A. (Ed) (1980) Honey bee pests, predators, and diseases. 430pp., Cornell University, Ithaca.
- Thompson, H. M., M. A. Brown, R. F. Ball, M. H. Bew (2002) First report of *Varroa destructor* resistance to pyrethroids in the UK. *Apidologie* 33:357~366.
- Titchener, R. N. (1985) The control of lice on domestic livestock. *Vet. Parasitol.* 18:281~288.
- Tsigouri, M. Passaloglou-Katrali and O. Sabatakou (2004) Palynological characteristics of different unifloral honeys from Greece. *GRANA* 43:122~128.
- Van Leeuwen, T., S. Van Pottelberge and L. Tirry (2005) Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in a field collected resistant and susceptible strain of *Tetranychus urticae*. *Pest Manag. Sci.* 61:499~507.
- Woo, K. S. and J. H. Lee (1993) The study on the mites inhabiting the bee-hives in Korea I. *Korean J. Apiculture* 8:140~156.
- Woo, K. S., K. S. Cho and Y. S. Lew (1994) Analysis on the level of damages caused by honeybee mites. *Korean J. Apiculture* 9:33~39.

## 꿀벌옹애에 대한 신규화합물 K16776의 살비효과

오만균 · 안희근 · 김현경 · 윤창만 · 김진주<sup>1</sup> · 김태준<sup>1</sup> · 이동국<sup>2</sup> · 정근회<sup>2</sup> · 김길하\*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, <sup>1</sup>동부하이텍 농생명연구소, <sup>2</sup>한국화학연구원

**요 약** 꿀벌(*Apis mellifera*)의 중요 해충인 꿀벌옹애(*Varroa destructor*)에 대한 한국화학연구원과 동부하이텍이 공동으로 개발한 신규화합물 K16776(6.6 EC)과 꿀벌옹애 방제약으로 사용되고 있는 amitraz(20 EC), 점박이옹애 방제약으로 등록된 5종의 약제, 그리고 꿀벌옹애 방제약으로 사용되고 있는 중국약제 2종에 대한 살비활성( $15 \times 7.5 \times 7.5$  cm)을 소형용기와 야외 벌통에서 수행하였다. 소형용기에 K16776과 amitraz는 100%의 살비활성을 나타내었으며, 꿀벌에 대해서는 독성이 없었다. 그 외 acequinocyl, bifenazate, chlorfenapyr, fenpyroximate, milbemectin은 활성을 보이지 않았다. 야외 벌통에서 실험한 결과, K16776은 250배와 500배에서 각각 98.7%와 88.6%의 높은 살비활성을 보였으며, 꿀벌에 대해서도 영향을 미치지 않았다. Amitraz도 500배와 1,000배에서는 각각 100%와 90%의 살비활성을 나타내었다. 중국약제인 초살산만편과 왕스는 각각 56.9%와 66.7%의 살비활성을 나타내었다. 이상의 결과에서 신규화합물인 K16776는 꿀벌옹애 방제약으로 개발이 가능할 것으로 생각된다.

**색인어** 꿀벌, 꿀벌옹애, 살비효과, K16776