

Emamectin benzoate와 Pyridaben의 잔효성에 따른 담배가루이의 섭식행동 변화

권윤희 · 양정오 · 오정훈 · 노두진 · 윤창만 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물학과

(2008년 11월 16일 접수, 2008년 11월 28일 수리)

Changes of Feeding Behavior of Sweetpotato Whitefly, *Bemisia tabaci* Correlated with the Residual Effect of Emamectin benzoate and Pyridaben

Yun-Hee Kwon, Jeong-Oh Yang, Jeong-Hoon Oh, Doo-Jin Noh, Changmann Yoon and Gil-Hah Kim*

Dept. Plant Medicine, Coll. of Agri. Life and Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

Abstract

This study was performed to investigate the correlation between changes of feeding behavior of *Bemisia tabaci* and residual effect of two insecticides, emamectin benzoate and pyridaben, using EPG technique. Waveforms such as non-probe time and total duration of phloem phase of *B. tabaci* were recorded during three hours using EPG. Relationship between non-probe time and the change of residual effect of two insecticides correlated with more pyridaben than emamectin benzoate. In the relationship between phloem phase time and those of residual effect, emamectin benzoate was more correlated than pyridaben. These results show that the change of feeding behavior of *B. tabaci* is correlated with the change of residual effect of two insecticides.

Key words Sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, Residual effect, EPG, Phloem phase feeding behavior

서 론

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 전 세계적으로 시설작물에 심각한 피해를 주는 해충 중의 하나로서, 시설재배 작물에 직접적인 흡즙에 의한 피해 뿐 만 아니라 바이러스의 매개를 통하여 작물의 수량감소를 일으킨다(Bedford *et al.*, 1994; Blua and Toscano, 1994). 담배가루이는 기주식물의 범위, 피해양상, 바이러스 전반능력의 차이 등으로 형태적으로 구분이 어려운 여러 생태형(biotype)으로 나누어지며, 세계적으로 24개 이상의 생태형이 보고되어 있다(Perring, 2001; Bedford *et al.*, 1994; EPPO, 2004). 이들 중 B-biotype과 Q-biotype

이 가장 문제가 되고 있으며, 특히 국내 남부 채소시설하우스에서 심각한 피해를 주고 있는 Q-biotype은 전 세계적으로 TYLCV 바이러스 등 40여종의 바이러스를 매개하는 것으로 알려져 있다(Muñiz, 2000; Navas-Castillo *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2005).

섭식행동 측정장치인 EPG(electrical penetration graph)는 구침을 꽂고 흡즙하는 곤충의 섭식행동에 관해 정확한 연구를 하는데 유용한 기술로 주로 내충성품종 선발에 이용되어 왔고(Jiang and Walker, 2003; Lei *et al.*, 1999), 가루이류를 포함한 매미목 곤충의 섭식행동의 관찰에 주로 이용되었다. 가루이류에 대해서는 Jassen *et al.*(1989)이 온실가루이 성충의 EPG 섭식행동에 대한 연구를 처음 보고하였으며, Jiang *et al.*(1999)은 토마토 기주에 *B. tabaci*(B and Q-biotypes)

*연락처 : Tel. +82-43-261-2555, Fax. +82-43-271-4414

E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

의 구침 및 섭식행동을 EPG 시스템을 이용하여 두 biotype 간에 구침 및 섭식행동에 차이가 있음을 보여주었다. EPG를 이용한 섭식행동과 살충제의 영향에 대하여 Seo *et al.*(2007)은 3종의 살충제에 대한 담배가루이 biotype B와 Q의 섭식행동을 비교하였고, Nauen(1995)은 살충제에 대하여 복숭아혹진딧물의 섭식저해를 비교하였다. 그러나 담배가루이에 대해서 약제의 잔효성이 섭식행동의 변화에 영향을 준다는 보고는 없다.

Emamectin benzoate는 GABA와 glutamate-gated chloride channel activator로서 곤충 체내에서 대량의 물을 분비시켜 심한 설사를 일으키고 섭식저해와 마비시키는 약제로, 시설재배단지에 발생하는 나비목 해충과 응애류와 토마토에 발생하는 담배가루이의 방제약제로 등록되어 있다(Ishaaya *et al.*, 2002). Pyridaben은 미토콘드리아 콤플렉스 1의 전자전달저해제로서 빠른 knockdown과 긴 잔효성을 갖는 약제로서, 감귤, 배, 수박, 고추 등에 발생하는 응애류와 오이에 발생하는 온실가루이의 방제약제이다(KCPA, 2008). 두 약제는 엽육조직 내에 잔효성이 남아있어 시설재배단지에서 응애류와 온실가루이의 방제에 효과가 있을 것으로 기대되는 약제들이다.

본 연구는 emamectin benzoate와 pyridaben의 잔효성의 변화가 담배가루이가 기주를 섭식하는 동안 약제에 노출될 때 섭식행동의 변화를 관찰하여 상관관계를 밝히고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충

본 시험에 사용된 담배가루이(*Bemisia tabaci*, Q-biotype)는 2007년 7월 경남 밀양시 고추밭에서 채집하여 고추(*Capsicum annuum*, 청풍명월)를 기주로 플라스틱 사육용기(25×30×45 cm)를 이용하여 누대사육 하였으며, 실내 사육조건은 온도 25±1°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%를 유지하였다.

시험약제

시험에 사용한 약제는 가루이류 방제용으로 시판되고 있

는 약제인 emamectin benzoate 2.15% EC, pyridaben 20% WP를 추천농도로 처리하였다(Table 1).

잔효성 시험

담배가루이에 처리한 약제의 살충활성은 포트(직경 5.5×5.5 cm)에 파종한 후 4~5주된 고추 유묘를 2종의 살충제를 각각 추천농도로 희석한 액에 30초간 침지하여 온실에 방치하였다. 수분 공급 시 약액을 처리한 잎이 물에 닿지 않도록 관주하였으며, 원통형 아크릴 용기(직경 9×15 cm)에 약액처리한 1, 3, 7, 9, 12, 15, 17, 20일 후에 조사할 기주를 넣고 담배가루이의 성충 20-30마리씩 접종하였다. 모든 처리는 3반복으로 하였으며, 접종 2일 후 사충수를 조사하였고, 무처리하는 물만 처리하였다.

EPG(electrical penetration graph)를 이용한 섭식파형 분석

Tjallingii(1978, 1985)의 DC 시스템을 이용해 담배가루이 성충 구침의 탐침행동과 섭식행동을 조사하였다. 담배가루이가 미소곤충이기 때문에 해부현미경하에서 회로를 만들기 위한 금선 연결 작업을 진행하였다. 직경 10 μm인 금선(Goodfellow, UK)을 2-4 cm로 담배가루이 등쪽 가슴 중앙에 전도성 있는 페인트(Silver conductive paint, RS, 101-5621, UK)로 부착하였고 금선을 연결한 담배가루이는 Giga-8 DC EPG amplifier에 연결하였다. 또한 모든 실험은 노이즈를 최소화하기 위해 구리망으로 차단한 Faraday cage 안에서 수행하였다. 약제별로 고추(청풍명월)에 처리하고 1시간 후부터 담배가루이의 섭식행동을 EPG로 기록을 시작하였다. 각 약제별로 10회 반복 실험을 수행하였고, 그 실험에서 나온 전기적인 패턴을 그 특징에 따라 분류를 한 뒤 각각의 파형 발생 시간을 측정하였다. 모든 data는 실험 시작 후 3시간 동안 측정된 결과를 분석하였다(Fig. 1). 약제 잔효성과 EPG파형과의 관계는 Excel 프로그램에서 회귀분석법을 이용하여 분석하였다.

Table 1. Insecticide and acaricide used in the study

Common name	Trade name	AI ^{a)} (%) & formulation	Application rate (ppm)	Class
Emamectin benzoate	Affirm	2.15 EC	10.75	Insecticide
Pyridaben	Sanmaru	20 WP	200	Acaricide

^{a)}Active ingredient.

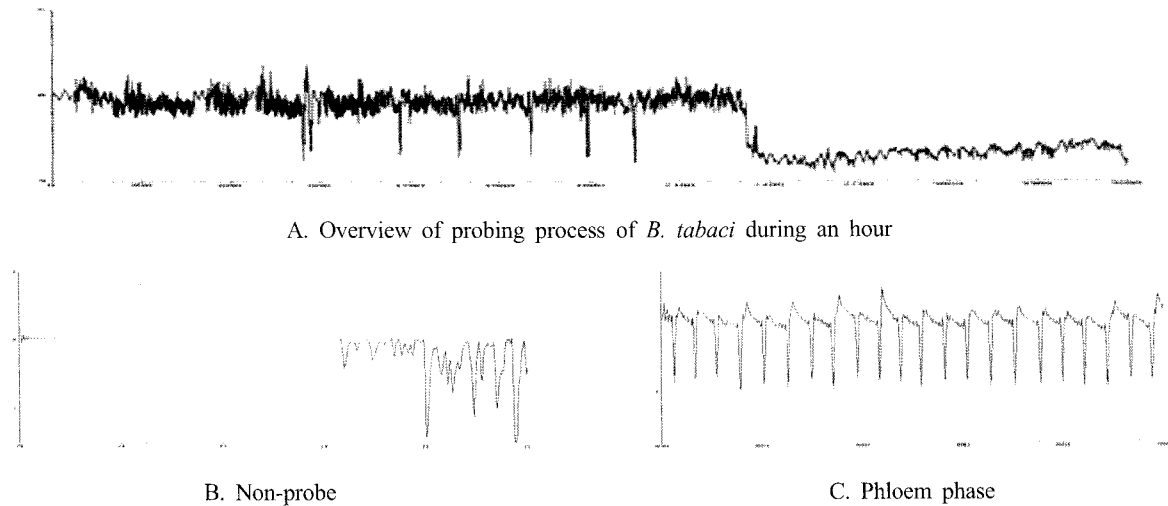


Fig. 1. EPG waveforms of *Bemisia tabaci* adults.

결과 및 고찰

Emamectin benzoate와 pyridaben의 살충제를 추천농도로 희석하여 고추 유묘(청풍명월)의 잎에 침치처리하고 온실에서 보관하면서 잔효성에 따른 담배가루이의 섭식행동의 변화를 EPG로 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 담배가루이의 섭식반응은 주요 구침행동으로 나타나는 두 가지 파형으로 비교하였는데(Lei *et al.*, 1999), Fig. 1A파형은 1시간 동안 기록된 전체 파형을 보여주며, Fig. 1B는 non-probe파형으로 담배가루이가 구침을 찌르지 않아 섭식행동이 일어나지 않음을 보여준다. Fig. 1C는 phloem phase 파형으로 담배가루이가 체관부를 흡즙할 때 나타난다. 이 두 파형은 체관부를 섭식하는 담배가루이의 섭식 유무를 판단할 수 있는 기준이 된다.

Emamectin benzoate와 pyridaben 약제를 고추유묘에 처리 후 잔효성에 따른 담배가루이의 non-probe time과 보정사충율의 상관관계를 조사한 결과(Fig. 2), 두 약제가 비슷한 경향을 보였으며, r^2 값을 보면 emamectin benzoate는 0.70, pyridaben은 0.74의 상관관계를 나타내었다(Fig. 2). 살충력은 non-probe time이 짧을 수록 낮게 나타나는 반면 non-probe time이 길어지면 보정사충율은 높게 올라가는 경향을 보여주었다. EPG 파형의 비교에서 보면, 담배가루이가 섭식을 하지 않는 non-probe 시간은 emamectin benzoate와 pyridaben을 처리한 군에서 20일차에서 1일차보다 짧아졌으며(data not shown), 대조군과의 유의성을 비교 한 결과 7일차부터 나타나지 않았다. 이 결과는 살충제의 효과가 7일까지 유지가 되며, 7일차부터 잔효성이 떨어지는 것으로 판단할 수 있다. 살충제의 효과가 떨어지면서 담배가루이는 구침을 꽂는 시간이 많아지며, 그에 따라 non-probe 시간이 점점 짧아져 대조군

과 유의차가 없어지는 것이다(data not shown). 즉 잔효성이 시간의 경과에 따라 감소하면서 non-probe time은 점차 감소를 하였으며, 이는 담배가루이의 살충력이 감소하는 것을 보여주었다. EPG파형에서 담배가루이의 non-probe time의 감소는 결과적으로 약제의 잔효성이 사라지면서 기주를 섭식하기 위해 탐침활동을 보다 많이 하는 것을 의미한다.

Emamectin benzoate와 pyridaben 약제를 고추유묘에 처리 후 잔효성에 따른 담배가루이의 phloem-phase time과 보정사충율의 상관관계를 조사한 결과(Fig. 3), 두 약제가 비슷한 경향을 보였으며, r^2 값은 emamectin benzoate는 0.91, pyridaben은 0.88로 나타나 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Fig. 3). 체관부 섭식시간은 약제의 잔효성이 떨어지면서 증가하게 되는데 체관부 섭식이 증가하면서 살충력은 감소를 보였다. 담배가루이의 실질적인 섭식행동인 체관부

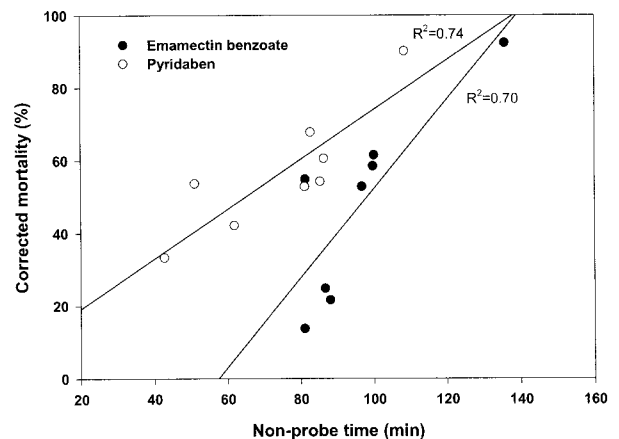


Fig. 2. Correlation between corrected mortality and non-probe time of *Bemisia tabaci* as to change the residual effect of two insecticides.

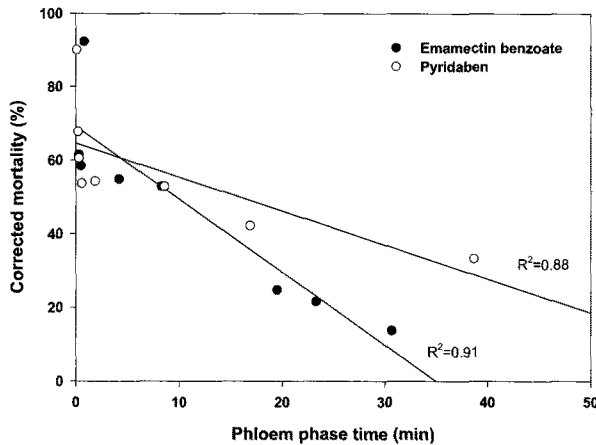


Fig. 3. Correlation between corrected mortality and phloem phases time of *Bemisia tabaci* as to change the residual effect of two insecticides.

섭식시간은 7일째까지 emamectin benzoate를 처리한 군과 pyridaben을 처리한 군 모두에서 거의 섭식이 이루어지지 않았는데(data not shown), 이는 약제의 잔효성이 있을 때 non-probe시간에서 탐침이 이루어지지 않은 것처럼 약제의 잔효성이 섭식에 영향을 준 것으로 보인다. 체관부 섭식시간은 9일부터 조금씩 늘어나서 emamectin benzoate는 15일차부터, pyridaben은 20일차부터 대조군의 체관부 섭식시간과 비교하였을 때 유의성이 나타나지 않았으므로, 이는 emamectin benzoate와 pyridaben의 잔효성이 감소함에 따라서 체관부 섭식이 증가한다는 것을 보여준다.

Nauen(1995)은 이러한 연구에서 처리한 약제 중 imidacloprid가 복숭아혹진딧물에 대해서 기존에 알려진 신경전달물질 수용체를 차단하여 섭식저해, 마비, 방향에 의해 치사시키는 살충제로서 보다는 섭식저해제 또는 기피제로서 작용하는 것 같다고 보고한 예가 있다. 본 실험에서도 non-probe시간이 7일차부터 대조군과 유의성이 없어지는 것으로 보아 잔효성이 감소하는 것으로 보이며, 체관부 섭식시간이 7일째까지 섭식이 거의 이루어지지 않다가 이후 점차 체관부 섭식시간이 증가하는 것 또한 약제의 잔효성의 감소효과로 보인다.

Emamectin benzoate는 avermectin계에 속하는 살충제로서 neuromuscular junction에 염소이온 유입을 증가시켜 절족동물의 신경계에 영향을 주어 결국 섭식저해와 마비를 일으킨다(Tomlin, 2006). 담배가루이에 대해서는 토마토에서 시설재배단지에 발생하는 나비목 해충과 응애류와 토마토에 발생하는 담배가루이의 방제약제로 등록되어 있다. 이 약제는 엽육세포에서 잔효성이 길지만 잎의 표면에서는 햇볕에 빨리 분해되어 잔효성이 짧다(Ishaaya et al., 2002; Kobori and Amano, 2004). Emamectin benzoate는 담배가루이에

대한 실제 잔효성 실험에서 약제 처리시 실내에서는 2 mg AI⁻¹에서 99%의 살충력을 보였지만 잔효성에서는 11일차에서 급격히 감소하였고(Ishaaya et al., 2002), 진딧물 천적인 *Aphidius gifuensis*에 대한 잔효성에서도 14일차에 급격히 떨어지는 결과를 보여주었다(Kobori and Amano, 2004)

Pyridaben은 미토콘드리아 콤플렉스 1의 전자전달저해제로서 빠른 knockdown과 긴 잔효성을 갖는 약제로서 감귤, 배, 수박, 고추 등에 발생하는 응애류와 오이에 발생하는 온실가루이의 방제약제이다(Tomlin, 2006; KCPA, 2008). Pyridaben은 시설재배단지과 포장에서 온실가루이의 약충에 대해서 방제효과가 있으며(Bi et al., 2002), 잔효성이 수주동안 지속되는 것으로 알려져 있다(Shipp et al., 2000). 하지만 두 약제 모두 담배가루이에 대한 잔효성 실험이 이루어지지 않았다.

EPG 파형 분석의 결과로 약제의 잔효성은 7일차에서 변하는 것으로 나타났지만 담배가루이의 보정사충률의 변화는 12일에서 50% 살충률을 보인 후 감소하는 경향을 보였는데, 이것은 담배가루이가 약제의 영향을 받기까지는 좀 더 시간이 걸리는 것으로 생각된다. 또한 emamectin benzoate가 15일차에서, pyridaben은 20일 차에서 보정사충률이 급격히 감소하였는데 이시기에 체관부 섭식시간이 대조군과 유의성이 없는 것으로 나타났다(data not shown). 이는 결론적으로 두 약제의 잔효성의 감소에 따라 초기에는 non-probe 시간이 점차 감소하며 탐침활동이 점차 증가를 하게 되며, 반대로 체관부 섭식시간은 약제의 잔효성이 거의 감소하였을 때 섭식행동이 증가하는 것을 보여주었다. 따라서 이는 담배가루이가 약제의 잔효성 정도에 따라 섭식행동이 변한다는 것을 보여주는 결과이다.

Seo et al.(2007)는 고추유묘에 처리한 3종 살충제(acetamiprid, spinosad, thiamethoxam)가 1시간 이후부터 EPG 섭식시간을 관찰하였을 때 무처리에 비하여 현저히 감소한다고 하였고, Nauen(1995)은 살충제에 대한 복숭아혹진딧물의 섭식저해를 EPG로 분석한 결과 약제의 종류에 따라 차이가 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구에서 담배가루이도 두 종의 약제에 대해서 잔효성에 따라 섭식행동이 변하는 것을 증명하였다.

가루이류 방제는 주로 화학적 방제에 의존해 왔으며, 유기인계나 피레스로이드계 살충제가 오용과 남용으로 약효가 저하되어 방제에 어려움을 겪고 있다. 대체 약제로 네오니코틴노이드계와 곤충생장조절(IGR)이 널리 사용되었으나, 이들 약제에 대해서도 저항성이 보고되고 있다(Horowitz et al., 1997, 1999; Devine et al., 1999; Horowitz et al., 2003; Rauch and Nauen, 2003). 국내에서는 Kim et al.(2007)이 담

배가루이 biotype B와 Q간의 약제 감수성 비교에서 biotype Q가 더 저항성임을 보고한바 있다. 따라서 담배가루이 방제를 위해 약제를 살포할 경우 10일 간격으로 살포해야 하며, 저항성 발달을 막기 위하여 약제를 바꾸어 살포를 해야 할 것이다. 본 논문은 살충제의 살포시 약제의 잔효기간이 다르므로 약제에 따라 담배가루이의 섭식행동을 이해하고 방제기간을 결정하는 데 기초자료가 될 것이다.

감사의 글

이 논문은 농촌진흥청 특화작목연구개발과제의 연구비 지원과 교육인적자원부 지원 제2단계 BK21사업으로 수행되었다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Bedford, I. D., R. W. Briddon, J. K. Brown, R. C. Rosell, and P. G. Markham (1994) Geminivirus transmission and biological characterisation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) from different geographic regions. *Ann. Appl. Biol.* 125:311~325.
- Bi, J. L., N. C. Toscano and G. R. Ballmer (2002) Greenhouse and field evaluation of six novel insecticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on strawberries. *Crop Protection* 21:49~55.
- Blua, M. J. and N. Toscano (1994) *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) development and honeydew production as a function of cotton nitrogen status. *Environ. Entomol.* 23: 317~321.
- Devine, G. J., I. Ishaaya, A. R. Horowitz and I. Denholm (1999) The response of pyriproxyfen-resistant and susceptible *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to pyriproxyfen and fenoxycarb alone and in combination with piperonyl butoxide. *Pestic. Sci.* 55:405~411.
- EPPO (2004) Diagnostic protocols for regulated pests. *Bemisia tabaci*. EPPO Bulletin 34:281~288.
- Horowitz, A. R., Z. Mendelson, M. Cahill and I. Ishaaya (1999) Managing resistance to the insect growth regulator, pyriproxyfen, in *Bemisia tabaci*. *Pestic. Sci.* 55:272~276.
- Horowitz, A. R., Z. Mendelson and I. Ishaaya (1997) Effect of abamectin mixed with mineral oil on the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 90:349~353.
- Horowitz, A. R., Gorman, K., G. Ross and I. Denholm (2003) Inheritance of pyriproxyfen resistance in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Q biotype). *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 54:177~186.
- Ishaaya, I., S. Kontsedalov and A. R. Horowitz (2002) Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests. *Pest Manag. Sci.* 58:1091~1095.
- Janssen, J. A. M., W. F. Tjallingii and J. C. van Lenteren (1989) Electrical recording and ultrastructure of stylet penetration by the greenhouse whitefly. *Entomol. Exp. Appl.* 52:69~81.
- Jiang, Y. X., C. de Blas, L. Barrios and A. Fereres (1999) Correlation between whitefly feeding behavior and tomato yellow leaf curl virus Transmission. In: Abstracts of the VII International Plant Virus Epidemiology Symposium. Aguadulce, Spain, pp. 44~45.
- Jiang, Y. X. and G. P. Walker (2003) Electrical penetration graphs of the nymphal stage of *Bemisia argentifolii*. *Entomol. Exp. Appl.* 109:101~111.
- KCPA (2008) User's manual for Pesticides. pp. 490, 624, Korea Crop Protection Association.
- Kim, E. H., J. W. Sung, J. O. Yang, H. G. Ahn, C. Yoon, M. J. Seo and G. H. Kim (2007) Comparison of insecticides susceptibility and enzyme activities of biotype B and Q of *Bemisia tabaci*. *Korean J. Pestic. Sci.* 11:320~330.
- Kobori, Y. and H. Amano (2004) Effects of agrochemicals on life-history parameters of *Aphidius gifuensis* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae). *Appl. Entomol. Zool.* 39:255~261.
- Lei, H., J. C. van Lenteren and W. F. Tjallingii (1999) Analysis of resistance in tomato and sweet pepper against the greenhouse whitefly using electrically monitored and visually observed probing and feeding behaviour. *Entomol. Exp. Appl.* 92:299~309.
- Muñiz, M. (2000) Host suitability of two biotypes of *Bemisia tabaci* on some common weeds. *Entomol. Exp. Appl.* 95:63~70.
- Navas-Castillo, J., R. Camero, M. Bueno and E. Moriones (2000) Severe yellowing outbreaks in tomato in Spain associated with infections of Tomato chlorosis virus. *Plant Disease* 84:835~837.
- Nauen, R. (1995) Behaviour modifying effects of low systemic concentrations of imidacloprid on *Myzus persicae* with special reference to an antifeeding response. *Pestic. Sci.* 44:145~153.
- Perring, T. M. (2001) The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20:725~737.
- Rauch, N. and R. Nauen (2003) Identification of biochemical markers linked to neonicotinoids cross resistance in *Bemisia tabaci*. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 54:165~176.
- Seo, M. J., J. O. Yang, C. Yoon, Y. N. Youn, and G. H. Kim (2007) Differentiation in feeding behavior of biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) against three insecticides. *Korean J. Appl. Entomol.* 46:401~408.
- Shipp, J. L., K. Wang and G. Ferguson (2000) Residual toxicity of avermectin b1 and pyridaben to eight commercially produced beneficial arthropod species used for control of greenhouse pests. *Biol. Con.* 17:125~131.
- Stansly, P. A., P. A. Sanchez, J. M. Rodriguez, F. Canizares, A. Nieto, M. J. Lopez Leyva, M. Fajardo, V. Suarez and

- A. Urbaneja (2004) Prospects for biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) in greenhouse tomatoes of southern Spain. *Crop Protection* 23:701~712.
- Tjallingii, W. F. (1978) Electrical recording of plant penetration by aphids. *Entomol. Exp. Appl.* 24:521~530.
- Tjallingii, W. F. (1985) Electrical nature of recorded signals during stylet penetration by aphids. *Entomol. Exp. Appl.* 38:177~186.
- Tomlin, C.D.S. (2006) *The pesticide manual*. 14th edition. BCPC. 1349.
- Zhang, L. P., Y. J. Zhang, W. J. Zhang, Q. J. Wu, B. Y. Xu, and D. Chu (2005) Analysis of genetic diversity among different geographical populations and determination of biotypes of *Bemisia tabaci* in China. *J. Appl. Entomol.* 129:121~128.

Emamectin benzoate와 Pyridaben의 잔효성에 따른 담배가루이의 섭식행동 변화

권윤희 · 양정오 · 오정훈 · 노두진 · 윤창만 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

요 약 Emamectin benzoate와 pyridaben에 대한 담배가루이의 잔효성과 섭식행동의 상관관계를 조사하였다. EPG의 파형은 non-probe time과 phloem phase time 과 같은 파형을 신호개시 후 3시간 동안 기록하여 분석하였다. EPG 파형 중 non-probe time과 phloem phase time의 두 파형과 emamectin benzoate와 pyridaben의 두 약제 간 잔효성의 상관관계 분석에서 모두 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 잔효성은 두 약제 모두 2일까지는 50%로 비슷하였으나, 그 이후로는 pyridaben보다 emamectin benzoate가 급격히 감소하였다. EPG를 이용한 두 약제의 잔효성에 따른 구침을 찌른 시간과 체관부 섭식행동은 9일 이후부터 증가하는 경향을 보였으며, emamectin benzoate가 pyridaben보다 증가하는 속도가 빨랐다.

색인어 담배가루이, 잔효성, EPG, 체관부 섭식행동
