농약과학회지 제11권 제2호 (2007)
The Korean Journal of Pesticide Science
Vol. 11, No. 2. pp.125~130

연구보문/방제

Acequinocyl 저항성 점박이응애의 유전과 교차저항성

김은희 · 양정오 · 윤창만 · 안기수[1] · 김길하*
충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, [1]충북농업기술원 농업환경과
(2007년 5월 19일 접수, 2007년 6월 14일 수리)

Inheritance and Cross Resistance of Acequinocyl Resistance in Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae*

Eun-Hee Kim, Jeong-Oh Yang, Changmann Yoon, [1]Ki-Su Ahn and Gil-Hah Kim*(*Dept. Plent Medicine, Coll. of Agri. Life and Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea,* [1]*Chungbuk Provincial ARES, Cheongwon, 363-880, Republic of Korea*)

Abstract : The development of resistance to acequinocyl was found in the population of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, collected from rose greenhouses in Gimhae, Gyeongnam province in January 2001. This pest is reared on 5 years treated with acequinocyl (over 200 times), and increased 87.8 folds in resistance as compared to susceptible strain (S). Inheritance of acequinocyl resistant strain (R) and cross resistance of this strain to 8 acaricides against *T. urticae* adults and eggs was investigated. There were differences of susceptibility in the acequinocyl concentration-mortality relationships in F_1 progenies obtained from reciprocal cross with the S and R strain ($S_♀ \times R_♂$, $R_♀ \times S_♂$). Degrees of dominance were -0.75, -0.57 in F_1 progenies of adult and egg of $S_♀ \times R_♂$. Inheritance in F_1 progenies of $S_♀ \times R_♂$ was incomplete recessive. Degree of dominance were 0.81, 0.45 in F_1 progenies of adult and egg of $R_♀ \times S_♂$, respectively. These results suggest that inheritance of acequinocyl resistance is controlled by a complete dominance. The R strain exhibited cross resistance of 1.1 and 0.9 fold to amitraz, bifenazate, and negatively correlated cross-resistance of 0.08 fold to emamectin benzoate in adult females. The R strain showed cross resistance of 37.7, 14.0, and 26.2 fold to amitraz, milbemectin and spriodiclofen in eggs, respectively. Particularly it showed high levels of cross-resistance to pyridaben with 6538.3 fold. These chemicals showed negatively correlated cross-resistance exhibited 0.4, 0.3, and 0.2 fold to abamectin, bifenazate, and emamectin benzoate in eggs.

Key words : *Tetranychus urticae,* Inheritance, Cross resistance, Acaricide, Acequinocyl

서 론

점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)는 발육기간이 짧고, 연간 발생 세대수가 많아 살비제에 의한 도태의 기회가 많기 때문에 저항성발달이 쉽고(Lee 등, 2003; Song 등, 1995), 이동성이 적고, 근친 교배가 일어나기 쉬우며, 외부로부터 감수성 유전자를 가진 개체의 침입이 적으므로 살비제 저항성 발달이 다른 해충들에 비하여 빠르게 나타날 가능성을 지니고 있다(Asada, 1978; Lee 등, 2004; Yu 등, 2005; Kim 등, 2006). 이와 같이 점박이응애는 약제에 대한 저항성 개체 출현이 빠르고, 교차저항성발달 가능성이 높으므로 항시 약제저항성 모니터링을 통한 효과적인 방제대책이 필요하다.

Acequinocyl [3-dodecyl-1,4-dihydro-1,4-dioxo-2-naphthyl acetate]은 naphthoquinone계 화합물로 미토콘드리아 호흡을 저지하며 응애의 모든 생육단계에 걸쳐 약효가 있는 것으로 알려져 있는 살비제로서 익충에 안전하며 포유동물에 대한 독성이 낮고 환경잔류성이 짧은 것이 특징이다(Tomolin, 2006).

국내에는 귤응애, 사과응애, 점박이응애, 차응애에 대한 방제약제로 가네마이트라는 상품명으로 등록

* 연락저자 : Tel: +82-43-261-2555 , Fax: +82-43-271-5921,
E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

되어 있다(Anonymous, 2005). Lee 등(2003)은 경남 김해등 8개 장미재배지에서 acequinocyl을 포함한 6종 약제에 대한 점박이응애의 저항성 발달수준을 조사하였는데, 약제의 종류와 지역에 따라 차이가 있음을 보고하였다. 이에 본 실험은 2001년 1월 경남 김해 장미재배지에서 채집한 집단(Lee 등, 2003)을 실험실에서 5년간 200회 이상 도태하면서 acequinocyl에 대한 저항성 발달 정도, 저항성 유전 및 교차저항성 유무를 조사하고, 역상관교차저항성을 보이는 약제를 탐색하여 점박이응애방제의 기초자료로 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험약제

본 실험에 사용된 살비제는 시판되고 있는 abamectin (1.8% EC), acequinocyl (15% SC), amitraz (20% EC), bifenazate (13.5%), emamectin benzoate (2.15% EC), milbemectin (1% EC), pyridaben (20% WP), spirodiclofen (22% SC) 등 8종이었다.

실험곤충 및 저항성 선발

시험에 사용된 감수성계통(S)은 한국화학연구소에서 분양받아 1998년부터 충북대학교 식물의학과 곤충 사육실에서 약제처리없이 누대 사육한 것을 사용하였다.

저항성계통(R)은 2001년 1월 경남 김해 장미재배지에서 채집한 것을 5년 이상 acequioncyl로 처리하여 누대선발하여 얻었다. 저항성계통 점박이응애에 acequinocyl을 LC_{20-30}값의 살비효과를 나타내는 농도로 희석하여 7일 간격으로 분무하여 200회 이상 처리하였을 때 성충의 저항성비가 87.8배로 나타난 것을 저항성계통으로 하여 실험에 이용하였다. 실내 사육조건은 온도 25~27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 40~60%의 조건으로 강낭콩 유묘를 먹이로 공급하여 사육하였다.

살비제 처리방법

직경 5.5 cm의 페트리디쉬 내에 물을 충분히 적신 탈지면을 깔고 그 위에 직경 3 cm의 강낭콩 잎을 올려놓은 후 점박이응애 성충 30마리를 접종하였다. 적정농도로 희석된 약액을 분무법으로 처리하였으며, 약제 처리 48시간 후에 살비율을 조사하였다. 실험은 3반복 이상으로 실시하였다.

산란효과 검정은 성충과 동일한 방법으로 강남콩 잎디스크에 직경 5.5 cm의 페트리디쉬 내에 물을 충분히 적신 탈지면을 깔고 그 위에 직경 2.5 cm로 자른 강낭콩 잎을 올려놓은 후 점박이응애 암컷 성충을 10마리씩 접종하여 12시간 동안 산란을 받은 후 성충이 제거된 잎을 적정 농도로 희석한 약액에 10초간 침지 한 뒤, 온도 25±2°C, 상대습도 40~60% 조건에 보관하면서 6일 후의 부화억제율을 조사하였다. 살비율과 부화억제율은 Finney (1971)의 probit 계산법으로 LC_{50}값을 구하였다.

교배실험

어미세대의 제 2약충기(deutonymph)에서 처녀 암컷을 분리하고, 우화한 성충을 $R_{♀}\times S_{♂}$과 $S_{♀}\times R_{♂}$으로 상호 교배하여 얻었으며, 집단 교미 시켜 얻은 F_1세대 알과 성충을 이용하였다.

저항성 유전실험

실내 감수성계통과 acequinocyl 저항성계통 및 상호교배에서 얻어진 F_1에 대한 acequinocyl 저항성 유전실험은 살비제 처리방법과 동일한 방법으로 처리, 분석하였으며, 살비제저항성의 차세대 유전의 우성, 열성 정도를 나타내는 우성도(degree of dominance, D)는 Stone(1968)의 방법으로 계산하였으며, 값에 따라 우성과 열성유전은, D=1 완전우성; 1>D>0 불완전우성; D=0 중간성; 0>D>-1 불완전열성; D=-1 완전열성으로 구분하였다 (Georghiou, 1969).

교차저항성 실험

교차저항성실험은 살비제 처리방법과 동일한 방법으로 수행하였으며, abamectin 등 8종에 대한 acequinocyl 저항성계통의 LC_{50} (ppm)을 구하여 살비제 종류별 교차저항성 정도를 비교, 검토하였다.

결과 및 고찰

Acequinocyl 저항성의 유전양식

감수성계통에 대한 acequinocyl의 LC_{50} 값은 알에 대해서 0.5 ppm, 성충에 대해서 2.8 ppm이었지만 저항성계통은 2001년 1월 채집할 당시 알에 대해 8.6 ppm, 성충에 대해 94.0 ppm으로 저항성비는 각각 17.2, 33.6배이었고, 이것을 실내에서 5년동안 acequinocyl로 선발한 후 알과 성충에서의 LC_{50} 값은 각각

Table 1. Acequinocyl susceptibility of resistant (R), original Gimhae (OG) and susceptible (S) strains *T.urticae*

Strain	Stage tested	LC_{50}(ppm)(95%CL[a])	RR[b]
R	Egg	20.2(14.6~29.9)	40.4
	Adult	245.8 (141.9~426.3)	87.8
OG[c]	Egg	8.6(2.1~36.0)	17.2
	Adult	94.0(50.7~24.1)	33.6
S	Egg	0.5 (0.4~0.6)	1.0
	Adult	2.8 (2.5~3.1)	1.0

[a]95% Confidence limits

[b]Resistance ratio=LC_{50}(ppm)ofRandOGstrainsdividedbyLC_{50}(ppm)ofSstrain

[c]Original Gimhae strain.

Table 2. Inheritance of acequinocyl resistance in *T. urticae*

Strain & Cross	Stage tested	LC_{50} (ppm)	Slope ± SE	RR[a]	DD[b]
S strain	Egg	0.5	1.05 ± 0.08	1	-
	Adult	2.8	1.2 ± 0.11	1	-
R strain	Egg	20.2	1.08 ± 7.99	41.8	-
	Adult	245.8	1.7 ± 0.15	87.8	-
F_1 ($S_♀ \times R_♂$)	Egg	0.8	1.88 ± 0.17	1.6	-0.75
	Adult	7.3	0.69 ± 4.89	2.6	-0.57
F_1 ($R_♀ \times S_♂$)	Egg	14.4	1.08 ± 0.07	26.2	0.81
	Adult	71.4	1.21 ± 8.56	22.5	0.45

[a]Resistance ratio=LC_{50} (ppm) of R strain F_1 divided by LC_{50} (ppm) of S strain.

[b]Degree of dominance.

11.3, 245.8로, 저항성비는 40.4, 87.8배로 발달하였다 (표 1).

점박이응애의 acequinocyl 선발계통(R)과 감수성 계통(S) 및 F_1의 알과 성충의 acequinocyl에 대한 저항성의 유전양식을 검토한 결과는 표 2 및 그림 1과 같다. $S_♀ \times R_♂$의 교배에서 얻어진 F_1 알과 성충의 저항성비는 1.6, 2.6배 이었고, 우성도는 각각 -0.75, -0.57로 불완전열성이었다. 그러나 $R_♀ \times S_♂$의 교배에서 얻어진 F_1 알과 성충의 저항성비는 26.2, 22.5배 이었고, 우성도는 각각 0.81, 0.45로 불완전우성 이었다. S계통과 R계통 및 상호교배에 의한 F_1 세대의 알과 성충의 acequinocyl에 대한 농도-사망률 관계(그림 1, 2)에서, $S_♀ \times R_♂$의 알, 성충의 회귀직선은 감수성쪽으로 기울어져 있어 열성이었고, $R_♀ \times S_♂$의 알, 성충의 회귀직선은 저항성쪽으로 치우쳐 있어 우성임을 알 수 있었다. Acequinocyl 저항성계통 점박이응애의 유전양식은 교배방식에 따라 약제 감수성에 큰 차이를 보이고, 지배유전인자는 수컷보다는 암컷성충에 의존적으로 유전되며 완전우성임을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 Lee 등 (2004)은 etoxazole에 대한 저항성계통 점박이응애의 유전방식은 $S_♀ \times R_♂$의 F_1의 회귀직선이 감수성쪽으로 기울어져 열성이었고, $R_♀ \times S_♂$의 F_1의 회귀직선이 저항성 쪽으로 치우쳐 있어 우성이었다. Yu 등 (2005)은 bifenazate에 대한 저항성계통 점박이응애의 유전양식 또한 $S_♀ \times R_♂$은 열성이었고 $R_♀ \times S_♂$은 우성으로 암컷성충에 의존적으로 유전됨을 보고하여 본 실험의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 약제저항성 유전양식은 저항성 발달속도를 규정하는 요인의 하나이며, 이것을 규명하는 것은 중요한 일이다. 지금까지 많은 살비제의 유전양식이 검토되었으며, benzomate, amitraz (Inoue, 1984), tetradifon (Cranham, 1982; Park 등, 1996), dicofol (Kim 등, 1995), hexythiazox (Yamamoto 등, 1995), tebufenpyrad, fenpyroximate, pyridaben (Goka, 1998), etoxazole (Kobayashi 등, 2001; Lee 등, 2004), befenazate (Yu 등,

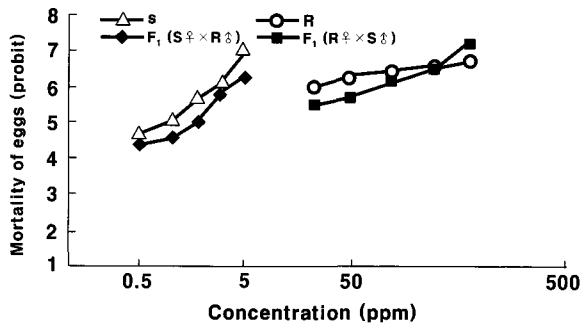

Fig. 1. Concentration mortality lines to acequinocyl in F_1 eggs from the crosses between the resistance and susceptible strains of *T. urticae*.

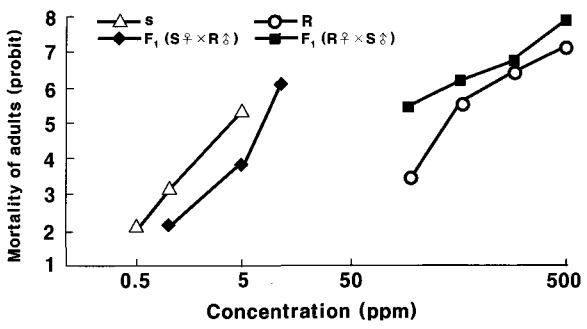

Fig. 2. Concentration mortality lines to acequinocyl in F_1 adults from the crosses between the resistance and susceptible strains of *T. urticae*.

2005) 등이 보고되었다.

교차저항성

감수성계통에 대한 acequinocyl 저항성계통 알과 성충의 저항성비가 13.2, 87.8배인 이 계통에 대한 acequinocyl과 교차저항성으로 하였다. 한편 역상관 교차저항성은 0.5 이하의 값으로 하였으며, 비교차저항성은 0.6~4.9사이의 값으로 하였다(Takahashi, 1979). Acequinocyl 저항성계통의 알에 대한 pyridaben은 6538.3배의 아주 높은 교차저항성을 나타내었고,

Table 3. Cross resistance of acequinocyl resistant (R) and susceqtible (S) strains of *T. urticae* to acaricides

Acaricide	Stage tested	LC50 (ppm) (95% CL[a])		RR[b]
		R strain	S strain	
Abamectin	Egg	3.9	10.7(9.3~12.1)	0.4
	Adult	0.08	0.07(0.06~0.08)	1.1
Amitraz	Egg	29.8	0.79 (0.7~0.9)	37.7
	Adult	-[c]	-	-
Bifenazate	Egg	1.9	6.9	0.3
	Adult	0.11	0.12	0.9
Emamectin venzoate	Egg	1.0	6.1 (4.9~7.6)	0.2
	Adult	0.0032	0.04	0.08
Milbemectin	Egg	0.14 (0.1~0.2)	0.01(0.008~0.01)	14.0
	Adult	0.34 (0.2~0.6	0.1 (0.12~0.18)	3.4
Pyridaben	Egg	1176.9(1016.6~1370.1)	0.18(0.12~0.26)	6538.3
	Adult	>2000	>2000	-
Spirodiclofen	Egg	2.36 (1.8~3.1)	0.09 (0.07~0.13)	26.2
	Adult	*[d]	*	*

[a]95% Confidence limits

[b]Resistance ratio=LC_{50} (ppm) of R strain divided by LC_{50} (ppm) of S strain

[c]Repellent effect

[d]No effect

7종의 살비제의 교차저항성 유무를 검토 한 결과는 표 3과 같다. 교차저항성 관계는 저항성비에서 어느 정도 값으로 할 것인가에 대한 명확한 기준은 없지만, 여기서는 5이상의 값을 나타낸 약제를 amitraz, milbemectin, spirodiclofen은 각각 37.7, 14.0, 26.2배의 교차저항성을 나타내었다. 본 실험에 사용된 acequinocyl 저항성계통은 그 유래가 야외 개체군이기 때문에 채집 이전의 포장 상태에서 이미 교차저항성

을 나타낸 약제에 대해서 저항성이 발현되었을 수도 있음을 배제할 수는 없지만, acequinocyl 저항성계통에 대해서는 이들 약제의 살포를 지양해야 할 것이다. Abamectin, bifenazate, milbemectin은 성충에 대해서 비교차저항성을 나타 내었고, amitraz는 성충에 대해서 심한 기피현상을 나타내어 교차저항성 유무를 조사할 수 없었다. 살비제 저항성 점박이응애의 교차저항성에 관한 연구로, Kim and Lee (1989)는 carbophenothion 저항성계통이 ethion에, ethion 저항성계통이 carbo- phenothion에, 그리고 cyhexatin 저항성계통이 ethion과 carbophenothion에, Kim 등(1995)은 dicofol 저항성 계통이 amitraz, acrinathrin, bifenthrin에, Park 등(1996)은 tetradifon 저항성계통이 clofentezine, benzo- ximate, chlorfenson에, Lee 등(2004)은 etoxazole 저항성 계통이 acequinocyl, emamectin venzoate, amitraz, pyridaben에, Yu 등(2005)은 befenazate 저항성계통이 amitraz, emamectin benzoate, milbemectin, pyridaben, spirodiclofen에, 그리고 Kim 등(2006)은 acarinathrin, benzoximate, fenpyroximate, pyridaben에 대해서 높은 교차저항성을 보고하였다. 이와같은 결과들은 본 실험의 결과와 같이 저항성계통에 대해 빠른 저항성 이 발달하는 것으로 보여진다.

역상관교차저항성을 나타내는 약제들은 abamectin, bifenazate, emamectin benzoate가 알에 대해 각각 0.4, 0.3, 0.2배를 나타내었고, emamectin benzoate가 성충에 대해 0.08배를 나타내었다. 그러므로 acequinocyl 저항성을 보인 농가에서는 이들 약제를 교호로 살포한다면, 효율적으로 점박이응애를 방제할 수 있을 것이다. Kim 등(1994)은 dicofol 저항성 점박이응애에 대한 azocyclotin과 fenbutatin oxide, Lee 등(2004)은 etoxazole 저항성 점박이응애에 대한 bifenazate와 emametin benzoate 그리고 Linda 등(1991)은 dicofol 저항성 점박이응애에 대한 chlorpyrifos의 역상관교차저항성을 보고하였다. Park 등(1996)은 tetradifon 저항성 점박이응애 알에 대해서 fenazaquin, pyridaben, flufenoxuron, tebufenpyrad, fenothiocarb등이 비교차저항성이며, Yu 등(2005)은 bifenazate 저항성응애에 abamectin, emamectin benzoate, milbemectin이 역상관교차저항성을 보고하였다. 이들 약제들은 저항성 점박이응애의 방제를 위한 대체 약제로서의 가능성을 시사하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 점박이응애에 대한 acequinocyl의 저항성 지배유전인자는 수컷보다는 암컷성충에 의존적으로 유전되는 불완전우성이었다. Acequinocyl 저항성을 가진 점박이응애를 효율적으로 방제하고 저항성의 본질을 밝히기 위해서는 다양한 살비제로의 교차저항성 검정과 높은 저항성비를 보이게 된 원인을 밝히는 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 농림부/농림기술관리센터 지정 포도연구사업단의 연구비 지원에 의해 연구되었다.

인용문헌

Anonymous (2005) Guide book use pesticide. Korea Crop Protection Association. Seoul. p.1015.

Asada, M. (1978) Genetics and biochemical mechanisms of acaricide resistance in phytophagous mites. J. Pestic. Sci. 3:61~68.

Cranham, J. E. (1982) Resistance to binapacryl and tetradifon, and the genetic background, in fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi*, from English apple orchards. Ann. Appl. Biol. 100:25~38.

Finney, D. J. (1971) Probit analysis. 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge. p.333.

Georghiou, G. P. (1969) Genetics of resistance to insecticides in houseflies and mosquitoes. Exp. Parasitol. 26:224~225.

Goka, K. (1998) Mode of inheritance of resistance to three new acaricides in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). Exp. Appl. Acarol. 22:699~708.

Inoue, K. (1984) Resistance to amitraz in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) in relation to population genetics. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 28:260~268.

Kim, G. H., C. Song, N. J. Park and K. Y. Cho (1994) Inheritance of resist ance in dicofol selected strain of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), and its cross resistance. Korean J. Appl. Entomol. 33:230~236.

Lee, S. Y., K. S. Ahn, C. S. Kim, S. C. Shin and G. H. Kim (2004) Inheritance and stability of etoxazol resistance in two-spotted spider mite, Tetranychus

urticae, and its cross resistance. Korean J. Appl. Entomol 3:43~48.

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.

Linda, A. F. K., H. G. Scott and T. J. Dennehy (1991) Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae): cross resistance and pharmacokinetics. J. Econ. Entomol. 84:41~48.

Park, C. G., S. G. Lee, B. R. Choi, J. K. Yoo and J. O. Lee (1996) Inheritance of tetradifon resistance in twospotted spider mite (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 35:260~265.

Song, C., G. H. Kim, S. J. Ahn, N. J. Park and K. Y. Cho (1995) Acaricide susceptibilities of field-collected populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 34:328~333.

Stone, B. F. (1968) A formular for determining degree of dominance in case of monofactorial resistance to chemicals. Bull. Wld. Hlth. Organ. 38:325~326.

Takahashi, Y. (1979) Pesticide design: strategy and tactics (by Yamamoto, I and J. Fukami). Soft Science, Inc. pp.663~692.

Tomilin, CDS. (2006) The pesticide manual. British Crop Protection Council Fourteenth Edition. p.6-7.

Yamamoto, A., H. Yoneda, R. Hatano and M. Asada (1995) Genetic analysis of hexythiazox resistance in the citrus red mite, *Panonychus citri* Mcgregor. J. Pestic. Sci. 20:513~519.

Yu, J. S., D. K. Seo, E. H. Kim, J. B. Han, K. S. Ahn and G. H. Kim (2005) Inheritance and cross resistance of bifenazate resistance in twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Korean J. Appl. Entomol. 44:151~156.

Acequinocyl 저항성 점박이응애의 유전과 교차저항성

김은희 · 양정오 · 윤창만 · 안기수[1] · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, [1]충북농업기술원 농업환경과

요약 : 경남 김해의 장미재배지에서 채집한 점박이응애를 실험실에서 5년 동안 acequinocyl로 200회 이상 도태하여 성충에 대해 감수성계통과 비교하여 87.8배의 저항성계통을 얻었다. 점박이응애의 성충과 알에 대해 aceqyinocyl 저항성 계통의 유전과 8종 살비제에 대한 교차저항성 유무를 조사하였다. 감수성계통 수컷과 저항성계통 암컷을 상호교배($S_♀ \times R_♂$)하여 얻은 F_1 알과 성충의 우성도는 각각 -0.75 -0.57로 불완전열성이었고, $R_♀ \times S_♂$의 교배에서 얻어진 F_1 알과 성충의 우성도는 각각 0.81, 0.45로 불완전우성이었다. 이 저항성 점박이응애의 성충은 amitraz, bifenazate에 대해 각각 1.1, 0.9배로 비교차저항성을 나타내었으며, emamectin benzoate에 대해서는 0.08배로 역상관 교차저항성을 나타내었다. 알은 amitraz, milbemectin, spirodiclofen에 각각 37.7, 14.0, 26.2배로 교차저항성을 나타내었고, 특히 pyridaben은 6538.3배로 아주 높은 교차저항성을 나타내었다. 역상관 교차저항성을 나타내는 약제들은 abamectin, bifenazate, emamectin benzoate로서 알에 대해 각각 0.4, 0.3, 0.2배를 나타내었다.

색인어 : 점박이응애, 유전, 교차저항성, 살비제