



배 과원에서 버들가루깍지벌레의 분포 및 살충제 감수성

서진원¹ · 박준원¹ · 윤승환¹ · 송명규^{1,2} · 이영수³ · 구현나¹ · 김길하^{1,*}

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, ²충북농업기술원 포도연구소, ³경기도농업기술원

Distribution of Matsumoto Mealybug, *Crisicoccus matsumotoi* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Pear Orchards and Susceptibility to Insecticides

Jin-Won Seo¹, Jun-Won Park¹, Seung-Hwan Yun¹, Myung-Kyu Song^{1,2}, Young-Su Lee³, Hyun-Na Koo¹ and Gil-Hah Kim^{1,*}

¹Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644

²ARES Grape Research Institute, Okcheon, Chungbuk 29017

³Environmental Agricultural Research Division, Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 18388

(Received on March 23, 2016. Revised on May 2, 2016. Accepted on May 24, 2016)

Abstract In Korea, six mealybug species have been reported on pears. This study investigated the occurrence of mealybugs in 19 pear orchards from 2013 to 2014. Two species, *Crisicoccus matsumotoi* Siraiwa (Hemiptera: Pseudococcidae) and *Pseudococcus comstocki* Kuwana were mainly found. The dominant species was *C. matsumotoi* identified on 73% of infested fruit. Toxicities of 14 registered insecticides (Buprofezin+Acetamiprid EC, Buprofezin+Amitraz EC, Buprofezin+Clothianidin SC, Buprofezin+Dinotefuran WP, Buprofezin+Etofenprox WG, Buprofezin+Thiacloprid SC, Buprofezin+Thiamethoxam SC, Benfuracarb WG, Acetamiprid WP, Clothianidin SC, Dinotefuran WG, Thiacloprid SC, Thiamethoxam WG, Sulfoxaflor SC) commonly used to control *P. comstocki* were evaluated to *C. matsumotoi* nymphs and adults at the recommended concentration. As a results, all insecticides exhibited strong insecticidal activity with 100% mortality of both nymphs and adults. These results indicate that the 14 insecticides can be used in control for *C. matsumotoi* in field.

Key words Distribution, Insecticidal activity, Mealybug, Pear

<< ORCID

Gil-Hah Kim

<http://orcid.org/0000-0001-6256-8759>

서 론

국내에서 배에 발생하는 해충은 306종이 알려져 있으며 그 중 가루깍지벌레류는 버들가루깍지벌레(*Crisicoccus matsumotoi* Siraiwa), 온실가루깍지벌레(*Planococcus kraunhiae* Kuwana), 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki* Kuwana)

등이 보고되어 있다(Paik, 2000; Han et al., 2002a,b). 일반적으로 가루깍지벌레는 배 과원에서 1세대가 6월 중하순, 2세대가 8월 중하순, 3세대가 10월 하순까지 발생하여 연중 3번 발생하는 것으로 보고되어 있다(Park and Hong, 1992; Jeon et al., 2003). 가루깍지벌레는 약충과 성충 모두 과실 및 줄기를 흡즙하여 1차적 피해를 주며 2차적으로 감로를 분비하여 그을음병을 유발시켜 잎의 광합성 능력을 감소시켜 수세를 악화시킨다. 가루깍지벌레는 성충의 경우 외과부

*Corresponding author
E-mail: khkim@cbnu.ac.kr

분이 왁스물질로 싸여있고, 약충기에는 나무껍질 틈에서 서식하며 가해하는 경우가 많기 때문에 방제가 어려운 해충이다. 특히 배 채배기간 동안 과실에 봉지를 씌운 후에도 봉지 안에 들어가 과실을 가해하게 될 경우 약제에 쉽게 노출되지 않기 때문에 방제가 어려우며, 가해부위가 움푹 들어가 상품가치를 떨어뜨린다(Jeon et al., 1996). 살충제를 주기적으로 살포하는 과원에서 5% 내외의 피해율을 보이며 방제를 소홀히 할 경우 심각한 경제적 손실을 초래하는 것으로 보고되고 있다(RDA, 1994). 배 과원에서의 가루깍지벌레류 분포조사에서는 주로 가루깍지벌레가 우점인 것으로 알려져 있으나, 남부지방에서는 온실가루깍지벌레가 80.6%로 우점 하는 등(Park and Hong, 1992) 지역에 따라 우점하는 종의 차이는 있다. 하지만 현재 배 깍지벌레를 대상으로 등록된 45종의 약제 중 38종의 적용해충이 가루깍지벌레로 등록되어 있어(KCPA, 2015) 다른 가루깍지벌레류 방제에 적용하기 위해서는 추가적인 약제 감수성 시험을 통해 선택적인 약제 선발이 이루어져야 한다.

따라서 2년간(2013년-2014년) 19개 배 과원에서 지역별 가루깍지벌레류의 우점종을 조사하고, 우점종에 대해 현재 배 깍지벌레를 대상으로 등록된 45개 약제 중 14개 약제(단체 7개, 합제 7개)를 임의적으로 선발하여 살충효과를 검증하였다.

재료 및 방법

깍지벌레 분포조사

2013년(경기 안성, 대전, 세종A, 세종B, 충북 청주, 경북 상주, 전남 나주A, 나주B 지역)과 2014년(경기 여주, 경기 양주, 경기 화성, 세종, 충북 청주, 충북 음성, 충북 영동, 전남 나주A, 나주B, 경북 상주A, 경북 상주B 지역) 10월경에 총 19곳의 친환경 배 과원에서 깍지벌레 피해가 있는 배(20~50개)를 수거 한 후, 배 과실 표면 및 봉지에 붙어있는 깍지벌레를 전수조사 하였다.

실험곤충

각 지역에서 채집된 깍지벌레는 먼저 종을 구분하여 지역 구분 없이 섞어 싹이 난 감자에서 사육 한 후 성충 및 약충을 실험에 사용하였다. 사육 조건은 온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%였다.

실험약제

본 실험에 사용된 약제는 현재 배 깍지벌레 방제에 등록된 45개 상표의 살충제중 단체 7개(Benfuracarb WG, Acetamiprid WP, Clothianidin SC, Dinotefuran WG, Thiacloprid SC, Thiamethoxam WG, Sulfoxaflor SC)와 합제 7개(Buprofezin+Acetamiprid EC, Buprofezin+Amitraz EC,

Buprofezin+Clothianidin SC, Buprofezin+Dinotefuran WP, Buprofezin+Etofenprox WG, Buprofezin+Thiacloprid SC, Buprofezin+Thiamethoxam SC)를 임의로 선발하여 사용하였다. 모든 약제는 추천농도로 처리하였다(Table 2).

살충실험

배 과실을 1차 증류수로 충분히 세척 한 후 표면의 수분을 충분히 건조한 다음, 시험 약제를 스프레이 법으로 각각 5 ml씩 처리 하였다. 무처리구는 1차 증류수를 5 ml씩 처리 하였다. 실험에 사용된 시험곤충은 약제 처리 전 집중하여 과실을 흡즙하고 있는 것을 확인 한 다음 실험을 진행하였다. 약충의 경우 2령 약충 20마리 이상, 성충의 경우 20마리의 암컷을 부드러운 붓으로 집중하여 실험에 사용하였다. 시험약제 처리 72시간 후에 살충율을 구하였으며, 실험은 1개의 과실을 한 반복으로 3반복 수행하였다.

DNA 추출 및 PCR

가루깍지벌레와 버들가루깍지벌레는 먼저 형태적으로 분류한 다음 PCR을 이용한 유전자 분석으로 한 번 더 확인하였다. DNA 추출은 DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, Hilden, Germany)를 이용하여 제조회사의 지침대로 DNA를 추출하였다. PCR 반응은 추출한 DNA와 각각의 primer를 섞어 94에서 1분, 50에서 1분, 72에서 1분씩 35회 증폭 반복으로 실시되었다. 가루깍지벌레에 대한 primer는 Coms-F 5-GCAACACACCACCACTG-3/Coms-R 5-CGAGAGAGAATTTTCGAC-3를 이용하였고, 버들가루깍지벌레에 대한 primer는 Matsu-F 5-CGTTTACACGCTGCTGC-3/Matsu-R 5-CGTTACTCTTCTCAGCGTG-3를 이용하였다(Park et al., 2010). 반응이 끝난 PCR 산물은 1.2% agarose gel에서 전기영동 하여 밴드를 확인하였다.

결과 및 고찰

가루깍지벌레와 버들가루깍지벌레 판별

배 과원에서 발생하는 깍지벌레 중 가장 많이 발견되는 가루깍지벌레와 버들가루깍지벌레의 형태는 이미 보고된 자료를 참조하여 구분하였고(Kuwana, 1902; Siraiwa, 1935; Han et al., 2002b) (Fig. 1A), 알려진 종 특이 PCR 프라이머(Park et al., 2010)를 이용하여 각각의 계놈 DNA를 주형으로 PCR 반응을 시킨 결과 가루깍지벌레는 750 bp 근처, 버들가루깍지벌레는 950 bp 근처에서 밴드가 특이적으로 나타났다(Fig. 1B). 따라서 두 종을 구별하기에는 형태학적으로나 유전학적으로 어려움은 없을 것으로 판단된다.

배 과원에서의 깍지벌레 분포

배 과원에서 발생하는 깍지벌레 분포정도를 조사하기 위

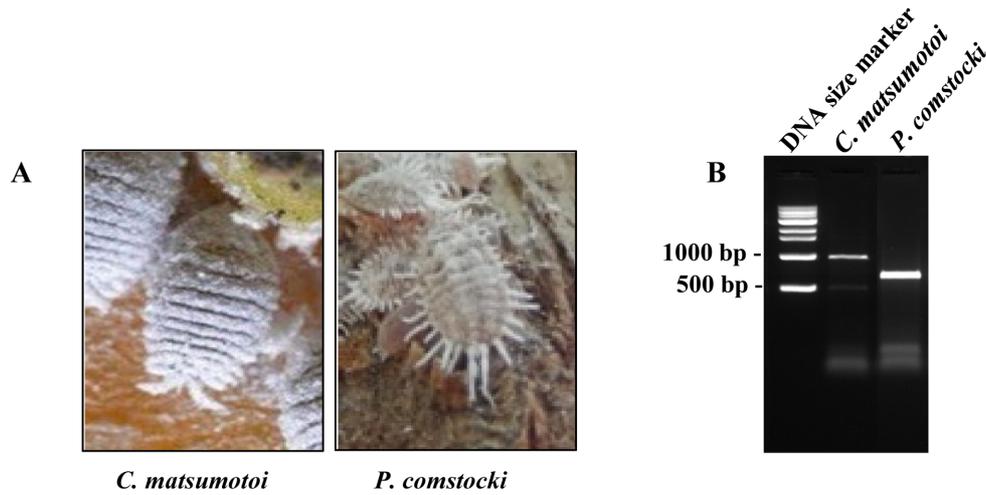


Fig. 1. Morphological characters (A) and PCR products (B) of *Pseudococcus comstocki* and *Crisicoccus matsumotoi* adult.

Table 1. Distribution of *Pseudococcus comstocki* and *Crisicoccus matsumotoi* in pear orchards

Collection		Location	Pear varieties	No. of damaged pear	No. of insect		Dominant species
Year	Date				<i>C. matsumotoi</i>	<i>P. comstocki</i>	
2013	13 Oct	Anseong	Singo	50	91	9	1 ^{a)}
	15 Oct	Daejeon	Singo	50	2	0	1
	15 Oct	Sejong A	Singo	30	20	0	1
	15 Oct	Sejong B	Singo	20	0	20	2
	20 Oct	Cheongju	Singo	30	13	0	1
	22 Oct	Sangju	Singo	40	0	3	2
	23 Oct	Naju A	Singo	25	27	0	1
	23 Oct	Naju B	Singo	25	30	6	1
2014	14 Oct	Yeosu	Singo	50	832	73	1
	29 Oct	Yangju	Singo	50	241	0	1
	23 Oct	Hwaseong	Singo	50	1427	8	1
	28 Oct	Sejong	Singo	50	12	275	2
	30 Oct	Cheongju	Singo	50	0	32	2
	24 Oct	Eumseong	Singo	50	31	0	1
	24 Oct	Yeongdong	Singo	50	27	0	1
	22 Oct	Naju A	Singo	50	37	183	2
	22 Oct	Naju B	Chuhyang	50	202	188	1
	20 Oct	Sangju A	Singo	50	257	197	1
	20 Oct	Sangju B	Singo	50	281	0	1

^{a)}1, *C. matsumotoi* and 2, *P. comstocki*.

해 2013년과 2014년 친환경 배 과원에서 수확기(10월경)에 떨어진 과실을 수집하여 깍지벌레 피해 양상을 조사한 결과, 주로 가루깍지벌레와 버들가루깍지벌레가 발견되었고, 2013년도에는 8개 지역 중 안성, 대전, 세종A, 청주, 나주A, 나주B 지역 등 6개 지역에서 가루깍지벌레보다 버들가루깍지벌레가 우점인 것으로 나타났다(Table 1). 2014년도에는 11개 지역 중 여주, 양주, 화성, 음성, 영동, 나주B, 상주A, 상

주B 지역 등 8개 지역에서 버들가루깍지벌레가 우점하는 것으로 나타났다. 배나무를 가해하는 해충은 306종(Jo, 1986)이 알려져 있으며 자주 발견되는 해충은 40여종 내외이며 반드시 관리해야 하는 해충으로 가루깍지벌레, 점박이용애(*Tetranychus urticae*), 꼬마배나무이(*Cacopsylla pyricola*), 콩가루벌레(*Aphanostigma iakusuiense*), 조팝나무진딧물(*Aphis citricola*), 애모뉘잎말이나방(*Adoxophyes orana*), 그리고

Table 2. Comparative toxicity of 14 insecticides to *Crisicoccus matsumotoi* and *Pseudococcus comstocki* under laboratory conditions

Common name	AI ^{a)} (%) & formulation	Dilution rate	n	% Mortality (mean ± SD)			
				<i>C. matsumotoi</i>		<i>P. comstocki</i>	
				Nymph	Adult	Nymph	Adult
Buprofezin+Acetamiprid	15EC+15EC	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Buprofezin+Amitraz	12.5EC+12.5EC	1000	30	100.0	100.0	13.3 ± 12.6	6.7 ± 5.8
Buprofezin+Clothianidin	10SC+3SC	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Buprofezin+Dinotefuran	20WP+15WP	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Buprofezin+Etofenprox	15WG+8WG	1000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Buprofezin+Thiacloprid	20SC+5SC	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Buprofezin+Thiamethoxam	20SC+3.3SC	1000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Benfuracarb	30WG	1000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Acetamiprid	8WP	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Clothianidin	8SC	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Dinotefuran	20WG	1000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Thiacloprid	10SC	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Thiamethoxam	10WG	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Sulfoxaflor	7SC	2000	30	100.0	100.0	100.0	100.0
Control	-	-	30	0.0	0.0	0.0	0.0

^{a)}Active ingredient.

복숭아순나방(*Grapholita molesta*) 등 10여종 이지탄(Han et al., 2002b), 최근 실제 농가에서 방제가 반드시 필요하다고 생각하는 해충은 꼬마배나무이, 각지벌레류, 복숭아순나방, 진딧물류 등이다. 지역에 따라 해충의 발생 양상도 달라지는데 전남지방은 주로 온실가루각지벌레, 충남이북은 가루각지벌레가 우점종으로 알려져 있다(Park and Hong, 1992). 그러나 이번 조사지역 19곳의 배 과원 중 14곳에서 가루각지벌레보다 버들가루각지벌레가 우점종인 것으로 나타났다.

2종 각지벌레에 대한 약제 감수성

작물을 재배함에 있어 해충의 방제 시기는 매우 중요하다. 해충이 발생하여 피해수준이 경제적 피해수준(Economic Injury Level, EIL) 이상 발생하게 될 경우 작물의 생육기 전반에 큰 영향을 미치고, 종래에 이르러서는 수확량에 영향을 주기 때문이다. 그렇기 때문에 포장 내 해충의 밀도는 항상 경제적 피해허용수준(Economic Threshold, ET) 이하로 유지되어야 한다. 특히, 각지벌레는 줄기나 잎을 가해하여 간접적 피해를 줄 뿐 만아니라, 과실을 직접 가해하기 때문에 적은양의 해충이 발생하더라도 방제를 철저히 하지 않으면 경제적 피해를 입을 수 있다(Kim et al., 2012). 약제를 정기적으로 살포하는 과원에서도 2~3%의 피해과율이 나타나는 실정이며 수출 배 단지에서도 방제 미흡으로 합격률이 71%로 낮게 나온다(NPACA, 2011). 따라서 적절한 시기에 올바른 약제를 사용하여 경제적인 손실을 최소화 하여야 한

다. 본 실험에서는 해충의 종에 따른 올바른 방제 약제를 알아보기 위해 채집된 가루각지벌레와 버들가루각지벌레를 대상으로 선발된 14종의 시험약제에 대한 살충활성을 약충과 성충에서 검정하였다. 그 결과 약제 처리 후 72시간 경과 시 14종 약제 모두 우점종으로 조사된 버들가루각지벌레의 성충과 약충에 대해서는 100%의 살충활성을 나타내었다(Table 2). 결과적으로 배 가루각지벌레에 등록된 약제 중 선발된 14종의 약제는 버들가루각지벌레를 상대로 모두 100%의 살충활성을 나타내었기 때문에 우점종인 버들가루각지벌레 방제에 이용하는데 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 가루각지벌레의 경우 13종 약제에서는 모두 100%의 살충활성을 보였지만 Buprofezin+Amitraz EC는 가루각지벌레 약충에서 13.3%, 성충에서 6.7%로 낮게 나타났다. Buprofezin+Amitraz EC는 현재 각지벌레류의 농약등록시험 대조약제로 지정(KCPA 2015) 되어 있어 배에 서식한다고 알려진 다른 각지벌레류에 대해서도 여러 약제에 대한 살충활성을 평가해 볼 필요가 있다. 또한 본 실험에 사용된 14종 약제 외 배 가루각지벌레에 등록된 다른 약제도 우점종인 버들가루각지벌레에 대하여 살충활성을 나타내는지 추후 실험이 필요하다.

감사의 글

본 성과물은 2015년도 충북대학교 학술연구지원사업의 교내연구비 지원에 의해 이루어진 것이다.

Literature Cited

- Han, M. J., S. H. Lee, J. Y. Choi, G. S. Lee, K. Y. Kwon, Y. M. Park, J. G. Yu, D. R. Choi and H. K. Ko (2002a) Horticultural illustrated insect book. pp. 17-26.
- Han, M. J., J. Y. Choi, G. M. Kwon and J. C. Paik (2002b) Survey and identification of scale insects on agricultural crop, pp. 121-135. National Institute of Agriculture Science, Suwon, Korea.
- Jeon, H. Y., D. S. Kim, M. S. Yiem and J. H. Lee (1996) Modeling temperature-dependent development and hatch of over wintered eggs of *Pseudococcus comstocki* (Homoptera: Pseudococcidae). Korean J. Appl. Entomol. 35:119-125.
- Jeon, H. Y., D. S. Kim, M. R. Cho, Y. D. Chang and M. S. Yiem (2003) Temperature-dependent development of *Pseudococcus comstocki* (Homoptera: Pseudococcidae) and its stage transition models. Korean J. Appl. Entomol. 42:43-51.
- Jo, Y. S. (1986) A list of plant diseases, insect pests, and weeds in Korea, pp. 639. The Korean Society of Plant Protection, Suwon, Korea.
- Kim, G. H., D. S. Kim, C. G. Park, S. Cho, Y. Yun and K. Y. Lee (2012) Principles and applications in insect pest management. Hyangmunsa pp. 146-162.
- Korea Crop Protection Association (KCPA) (2015) Using guideline of crop protection agents.
- Kuwana, S. I. (1902) Coccidae (Scale insects) of Japan. Proceedings of the California Academy of Sciences (Series 3, Zoology) 3:43-98.
- Naju Pear Agricultural Cooperative Association (NPACA) (2011) Insect Pest Management, Naju, Korea
- Paik, J. C. (2000) Economic insects of Korea 6, Homoptera (Coccinea). National Institute of Agriculture, Science and Technology, Suwon, Korea.
- Park, D. S., Y. U. Leem., K. W. Hahn, S. J. Suh, K. J. Hong and H. W. Oh (2010) Molecular identification of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae) found on Korean pears. J. Econ. Entomol. 103:25-33.
- Park, J. D. and K. H. Hong (1992) Species, damage and population density of Pseudococcidae injuring pear fruits. Korean J. Appl. Entomol. 31:133-138.
- Rural Development Administration (RDA) (1994) Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, Korea.
- SAS Institute (2003) SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 9.1. SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.
- Siraiwa, H. (1935) Studies on mealybugs infesting pear in Japan. Kontyu 9:63-75.

배 과원에서 버들가루깍지벌레의 분포 및 살충제 감수성

서진원¹ · 박준원¹ · 윤승환¹ · 송명규^{1,2} · 이영수³ · 구현나¹ · 김길하^{1,*}

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물외과, ²충북농업기술원 포도연구소, ³경기도농업기술원

요 약 국내에서 배에 발생하는 가루깍지벌레는 6종이 보고되어 있다. 본 연구에서는 배 과원 19곳에서 2년간 (2013년, 2014년) 가루깍지벌레류의 분포를 조사하였다. 그 결과, 버들가루깍지벌레와 가루깍지벌레가 주로 발견이 되었다. 우점종은 73%를 차지한 버들가루깍지벌레였다. 배 가루깍지벌레에 등록된 14개 약제(Buprofezin+Acetamiprid EC, Buprofezin+Amitraz EC, Buprofezin+Clothianidin SC, Buprofezin+Dinotefuran WP, Buprofezin+Etofenprox WG, Buprofezin+Thiacloprid SC, Buprofezin+Thiamethoxam SC, Benfuracarb WG, Acetamiprid WP, Clothianidin SC, Dinotefuran WG, Thiacloprid SC, Thiamethoxam WG, Sulfoxaflor SC)를 대상으로 버들가루깍지벌레의 방제가 가능한지 약충과 성충에 추천농도로 처리하였다. 그 결과 14개 모든 약제가 100%의 높은 살충활성을 나타내었다. 따라서 이들 약제는 버들가루깍지벌레의 방제에도 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

색인어 분포, 살충활성, 깍지벌레, 배