

Monitoring the Oriental Fruit Fly (*Bactrocera dorsalis*), the Melon Fly (*B. cucurbitae*), and *B. tau* Fruit Fly Using Wax Formation Lures

Yonggyun Kim*, Mollah Imam, Md. Abdullah Al Baki and Jeong Joon Ahn¹

Department of Plant Medicals, Andong National University, Andong 36729, Korea

¹Research Institute of Climate Change and Agriculture, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

왁스 제형을 이용한 오리엔탈과실파리(*Bactrocera dorsalis*), 오이과실파리(*B. cucurbitae*) 및 *B. tau* 과실파리에 대한 모니터링 기술

김용균* · 몰라이맘 · 압둘라 알바키 · 안정준¹

안동대학교 식물의학과, ¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소

ABSTRACT: Out of 60 quarantine insect pests in Korea, 42 species are classified into tephritid fruit flies. Most of these fruit flies are attracted to two natural products, methyl eugenol (ME) or raspberry ketone. Paraffin wax has been devised to formulate these lures. The formulated lures were applied to field test in Taiwan to attract quarantine fruit flies. Wax-ME formulation was installed in Delta trap and could attract 60-80 males of *B. dorsalis* per day during late August, while a wax formulation of Cue-lure (a methylated compound of raspberry ketone) attracted both *B. cucurbitae* and *B. tau*. These wax formulations can be applied to monitor these three quarantine species in Korea.

Key words: Quarantine, Tephritids, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera cucurbitae*, Wax formulation

초 록: 과실파리류는 국내 60종의 검역 해충 가운데 42종을 차지하고 있다. 이들 대부분은 자연계 산물인 methyl eugenol (ME) 또는 raspberry ketone에 특이적으로 유인된다. 이들 유인물질을 파라핀 왁스를 이용하여 제형화하였고, 이를 대만에서 야외 유인 효과를 검증하였다. 이들 왁스 제형은 모두 델타트랩에 설치하고 8월 말경에 모니터링 한 결과 ME 왁스 제형은 오리엔탈과실파리(*Bactrocera dorsalis*)를 매일 60-80 마리 포획하였다. 반면에 Cue-lure 왁스 제형은 오이과실파리(*Bactrocera cucurbitae*)와 *B. tau*를 유인하였다. 이러한 결과는 본 왁스 제형이 이들 검역 해충에 대한 국내 모니터링에 응용될 수 있다는 것을 제시하고 있다.

검색어: 검역, 과실파리, 오리엔탈과실파리, 오이과실파리, 왁스제형

과실파리과(Tephritidae)에 속하는 여러 종들은 다양한 과일 과 채소를 가해하는 해충군으로 전 세계적으로 방제의 표적이 되는 주요 분류군이다(White and Elson-Harris, 1992). 약 5,000 종 이상이 속한 과실파리과에는 500 여 속으로 분류되고 있는데, 이 가운데 4속(*Ceratitidis*, *Anastrepha*, *Rhagoletis*, *Bactrocera*)의 과실파리가 농업적으로 중요한 해충군으로 주목 받고 있다. 다시 이 4속 가운데 해충으로서 위험성이 높고 분류 체계상 복합체를 형성하는 분류군이 *Bactrocera* 속으로 651종이 포함되어 있다(Drew and Hancock, 2000). 이들 가운데 최소 50종은 주요 해충으로 거론되며, 대부분 다식성이다(Vagas et al., 2015). 기주 범위가 넓고 침입력이 높은 이들 과실파리류는 여러 나라의 검역 대상이 되고 있어 이들의 모니터링 및 신속한 진단 기술

개발이 진행되어 왔다(Kim and Kim, 2016; Chen et al., 2014).

기후변화와 더불어 국제 교역량의 증가는 국내에 이들 과실파리류의 발견 횟수를 증가시키고 있다. 이에 따라 이들 과실파리류의 모니터링 및 진단 기술이 해외 현지 연구를 통해 이뤄지고 있다. Kim et al. (2017a)은 파라핀 왁스를 이용하여 methyl eugenol (ME: 4-allyl-1,2-dimethoxybenzene)을 제제화하였으며, 이 제형이 말레이시아 현지에서 오리엔탈과실파리의 유인하는 효과를 보였다. 유사한 왁스 제형으로 cue-lure (CL: 4-(3-oxobutyl)phenyl acetate)를 포함시킬 경우 국내에서 호박꽃과실파리(*B. scutellata*)의 유인효과를 나타냈으며, 이 모니터링 결과로 재배 후반기의 이 과실파리의 발생을 탐지하였다(Kim et al., 2017b). 또한 유인된 과실파리 가운데 검역 대상의 5종에 대해서 국내 과실파리 해충인 호박과실파리(*B. depressa*)와 호박꽃과실파리와 비교하여 구분이 되는 진단프라이머를 개발하여 조기 진단 기술을 확립하였다(Kim et al., 2017a). 본 연구는 두 종류의 유인제(ME, CL)를 왁스제형으로 제조하여

*Corresponding author: hosanna@anu.ac.kr

Received October 13 2017; Revised November 6 2017

Accepted November 15 2017

대만 타이중 지역에서 3일간 모니터링하여 과실파리 포획 유무와 포획된 과실파리의 분자 동정 결과를 보고한다.

왁스형 유인제는 Kim et al. (2017b)의 방법을 따라 ME과 CL이 각각 10% 함유되게 제조하였다. 모니터링 트랩은 델타 트랩(Pasukun, Yeongju, Korea)을 이용하였으며 2017년 8월 28일부터 8월 31일까지 매일 3회 조사하였다. 모니터링 장소는 대만 National Chung Hsing University (24.25N, 120.6E) 원예학과 실험 포장을 중심으로 서로 약 500 m 이상 떨어진 3곳을 정하여 트랩을 설치하였다. 각 장소는 ME 트랩과 CL 트랩을 서로 약 10 m 정도 떨어뜨려 설치하였다. 포획된 성충은 Kim et al. (2017b)의 방법을 따라 각각 Chelex 방식을 이용하여 전체 게놈 DNA를 추출하였다. 추출된 DNA는 ME 유인제에 유인된 오리엔탈과실파리의 경우는 진단 프라이머(Kim et al., 2017a)로 확인하였으며, CL 유인제에 유인된 과실파리는 cytochrome oxidase-I (CO-I)과 cytochrome B (CB) PCR 프라이머(Kim et al., 2017b)를 이용하여 증폭시킨 후 Sanger 방식의 염기서열 분석으로 양방향 모두를 밝혀 서열을 확인하였다.

대만 현지에서 조사기간 동안 평균온도가 최저 27.0°C, 최고 32.7°C를 기록하였으며(www.accuweather.com/ko/tw/taichung-city/315040/august-weather/315040), 이 조건에서 ME 왁스 제형 트랩에 매일 60~80마리의 과실파리가 포획되었다(Fig. S1A 왼쪽). 이들 과실파리를 임의로 30마리를 선발하여 진단 프라이머로 확인한 결과 모두 오리엔탈과실파리로 판명되었다(Fig. S1B).

CL 왁스제형 트랩에는 과실파리 세 마리만 포획되었는데, 가슴 윗판의 줄무늬와 날개 반점으로 판단하여 이들 중 두 마리는 오이과실파리로, 다른 한 마리는 *B. tau*로 추정되었다. 유전자 염기서열에서 오이과실파리의 경우(Fig. S2A) CO-I 염기서열은 NCBI-GenBank에 등록된 다른 오이과실파리와 99%의 서열 일치도를 나타냈다(Fig. S2B). 또한 CB 염기서열 결과도 오이과실파리에 대한 유사도가 96~97%로 나타나 이를 뒷받침하였다. 반면에 다음 순서로 유사도를 보인 *B. tau* 종과는 비교적 큰 차이(92% 유사도)를 나타내어 포획된 과실파리가 오이과실파리라는 것을 확인시켜주었다. 이와 유사한 분자 진단 방식으로 *B. tau* 과실파리에 대해서도 분석한 결과(Fig. S3), CO-I 유전자 염기서열이 기존에 알려진 *B. tau*와 99%의 유사성을 나타냈다. CB 유전자 분석에서도 *B. tau*와 95%의 유사성을 나타내어 다음 순서로 92% 유사도를 보인 오이과실파리에 비해 높았다.

이상의 결과로 왁스 제형으로 제조한 ME와 CL 유인제가 현장에서 금지급 검역 대상인 *Bactrocera* 속 과실파리 3종에 대해서 유인력을 갖는 것이 증명되었다. 왁스 제형의 경우 야외 조건에서 현재 사용하는 솜뭉치형 유인제에 비해서 높은 지속력을 갖고 있기 때문에(Al Baki et al., 2017) 연중 지속적 상시

모니터링 유인제 제형으로 사용될 수 있다. 또한 이러한 금지급 과실파리가 국내에 유입되었을 때에도 긴급 모니터링 트랩이 설치될 경우에 높은 지속력으로 노동력을 절감시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

사 사

본 종설은 iPET의 수출전략기술개발사업의 일환으로 수행되었다. 아울러 대만 현지의 연구를 위해 농촌진흥청 국제공동연구(PJ012075)의 일환으로 지원받았다.

Supplementary Information

Supplementary data are available at Korean Journal of Applied Entomology online (<http://www.entomology2.or.kr>).

Literature Cited

- Al Baki, A., Keum, E., Kim, H., Song, Y., Kim, Y., Kwon, G., Park, Y., 2017. Age grading and gene flow of overwintered *Bactrocera scutellata* populations. *J. Asia Pac. Entomol.* 20, 1402-1409.
- Chen, Y.H., Liu, L.Y., Tsai, W.H., Haymer, D.S., Lu, K.H., 2014. Using DNA chips for identification of tephritid pest species. *Pest Manag. Sci.* 70, 1254-1261.
- Drew, R.A.I., Hancock, D.L., 2000. Phylogeny of the Tribe Dacini (Dacinae) based on morphological, distributional, and biological data, in: Aluja, M., Norrbom A.L. (Eds.), *Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior*. CRC, Boca Raton, FL, pp. 491-504.
- Kim, K., Kim, M., Kwon, G., Kim, Y., 2017b. Technologies required for development of trap-based MAT control against the striped fruit fly, *Bactrocera scutellata*. *Korean J. Appl. Entomol.* 56, 51-60.
- Kim, Y., Kim, D., 2016. Integrated pest management against *Bactrocera* fruit flies. *Korean J. Appl. Entomol.* 55, 359-376.
- Kim, Y., Kim, M., Kim, K., Vatanparast, M., Kim, Y., Kwon, G., 2017a. Formulation of wax type dispenser monitoring the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, and its molecular diagnostic technology. *Korean J. Appl. Entomol.* 56, 289-294.
- Vargas, R.I., Pinero, J.C., Leblanc L., 2015. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. *Insects* 6, 297-318.
- White, I.M., Elson-Harris, M.M., 1992. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. CABI International, Wallingford, UK.