

배과원에서 교미교란제를 이용한 복숭아순나방과 사과애모무늬잎말이나방 발생소장과 방제

조영식* · 송장훈 · 황해성

국립원예특작과학원 배시험장

Seasonal Catch and Control of *Grapholita molesta*(Lepidoptera:Tortricidae) and *Adoxophyes orana*(Lepidoptera:Tortricidae) by Mating Disruption in Pear Orchards

Cho, Young Sik, Jang Hun Song and Hae Sung Whang

Pear Research Station, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, 1034 Godong-ri, Geumcheon-myeon, Naju, Jeonnam, 520-820, Korea

ABSTRACT: This study investigated the efficiency of mating disrupters for the control of *Grapholita molesta*(Busck) and *Adoxophyes orana* in pear orchards. *G. molesta* was shown 4 peak occurrence, which were different according to treatments. In conventional control, many moths were captured in mid and late April and peaks occurred in mid June, August, and early-mid September. In the non-control treatment, there were low populations in April. *A. orana* also appeared to 4 peak in 2007. Moths were rarely captured in mating disrupter treatment but many were captured in both the non-control and in conventional treatment. *A. orana* damage differed significantly between mating disrupter use and conventional control in 2006. Especially, the difference was significant between conventional control and mating disrupter to leaf damage in August, and there were similar results in the damage by *G. molesta* in the shoots and fruits.

Key words: Pear, Mating disrupter, *Grapholita molesta*, *Adoxophyes orana*, Control, Seasonal Catches

초 록: 본 연구는 배 과원에서 과실과 신초 등에 피해를 주는 복숭아순나방과 사과애모무늬잎말이나방에 대한 교미교란제의 효과를 검토하기 위해 수행하였다. 2007년에 복숭아순나방은 4회의 발생 peak를 보였으나 처리에 따라 약간 다르게 나타났다. 관행방제의 경우 4월 중순에 가장 많은 수가 포획되었고, 6월 중순, 8월 중순, 9월 상순에 각각 발생 peak를 보였으나 무방제구의 경우, 4월 발생량은 미미하였다. 사과애모무늬잎말이나방도 4회의 발생 peak를 보였다. 교미교란제 처리구에서는 예찰트랩으로 거의 포획되지 않았고, 무방제구와 관행방제구에서는 유사하게 포획되었다. 배 과원 나방류의 피해는 2006년의 경우, 사과애모무늬잎말이나방에 대한 교미교란제 처리구와 관행방제구간에는 유의성이 있었으며, 특히 교미교란제 처리구에 살충제 처리내용에 따라 8월의 피해엽울간에는 유의성이 달랐고, 복숭아순나방에 의한 신초와 수확한 과실에서도 유사한 결과를 보였다.

검색어: 배, 교미교란제, 복숭아순나방, 사과애모무늬잎말이나방, 방제

배의 주요 나방류 해충은 복숭아순나방(*Grapholita molesta*)과 사과애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*)인데, 복숭아순나방은 생육초기에 신초를 가해하고 8월 이후에는 과실에 피해를 주어 낙과를 유발시킨다. 전세계적으

로 분포하는 것으로 알려져 있으며(Yokoyama and Miller, 1988), 우리나라에서는 1990년대 후반까지 주요 해충으로 인식되지 않았으나 2000년대 초부터 배의 주요 해충으로, 방제가 소홀할 경우 심각한 피해를 보인다고 하였다(Yang et al., 2001). 사과원 나방류에 대한 효과적인 방제를 위해 성페로몬을 이용한 발생 예찰용 트랩이 보급되고 있으며(Boo et al., 1995; Boo, 1998), 교미교란 방제법이 개발되어

*Corresponding author: agridream@korea.kr

Received November 24 2009; revised March 3 2010; accepted April 28 2010

사용하고 있다(Yang *et al.*, 2003). 현재 보급되고 있는 성페로몬트랩(1.0mg-미끼)의 유인력 지속기간은 약 50일 정도 유지된다고 알려져 있고(Kim *et al.*, 2004), 상용튜브형 교미교란제를 개선한 wax type 교미교란제가 개발되고 있다(Jung *et al.*, 2008). 그러나 현재 널리 사용되는 교미교란제는 복숭아순나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과잎말이나방, 복숭아심식나방 등 4종을 방제대상으로 제작되어 공급하고 있으며, 고가의 비용에도 불구하고 수컷에 대한 유인력 억제효과는 있지만, 교미교란제가 처리된 과원에서 교미된 암컷의 비율이 어느정도 존재함에 따라 피해정도가 다르게 나타나므로 보다 더 효율적인 방제법이 요구된다고 하였다(Kim *et al.*, 2007).

사과애모무늬잎말이나방은 유과기인 5월부터 성충의 발생이 시작되어, 유충이 과실을 가해하게 되면 과피 식흔에 코르크가 형성되어 상품성이 없게 되고, 잎을 가해하는 경우, 잎을 철하기 때문에 농약에 의한 방제효과도 기대에 못미치는 경우도 있다. Han(2002)은 애모무늬잎말이나방을 사과애모무늬잎말이나방형(*A. orana* apple type)과 차애모무늬잎말이나방형(*A. orana* tea type) 2가지 형으로 구분하였고, 이 두 종은 성페로몬의 조성과 생식행동의 일주기에

도 차이가 있다고 하였다. 한편 Choi 등(2004)은 사과에서 7종의 잎말이나방류가 발생하는데 1980년대에는 사과무늬잎말이나방과 매실애기잎말이나방이 우점종이었으나 현재에는 사과애모무늬잎말이나방이 우점하고 있다고 하였다. 성페로몬에 대한 조성성분은 Tamaki 등(1971)이 (Z)-11-tetradecen-1-ol acetates 2가지 주성분을 밝힌 이래, 여러 나라에서 페로몬 성분의 비율과 다른 페로몬 성분을 분석하여 왔다. 따라서 본 연구는 배 과원에서 복숭아순나방과 사과애모무늬잎말이나방에 대한 교미교란제의 효과를 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

교미교란제 처리

시험구 설정은 농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장(전남 나주시 금천면)의 시험포장에서 무방제구 3,400 m², 교미교란제 처리구는 5,000 m²와 9,000 m² 관행방제구 6,600 m²를 설정하였다. 교미교란제 처리구는 각각 1/2로 분할하여 교미교란제와 농약을 살포하는 시험구로 구분하였으며, 처리구의 약제방제 내역은 Table 1과 같다. 2006년

Table 1. Control Calendar in 2006~2007

| Growing Stage | Date of Spraying | 2006 | | Date of Spraying | 2007 | |
|-------------------------|------------------|---|--|------------------|---|------------------------------------|
| | | Fungicides | Insecticides | | Fungicides | Insecticides |
| Over wintering | Feb.25 Mar.25 | - Lime sulfur | Machine oil 95EC | 2.22 3.27 | - Lime sulfur | Machine oil 95EC |
| Pre-blooming | 4.10 | Azoxystrobin 10WP | Acetamiprid 8WP | 4.4 | Cyprodinil 48.5WG | Acetamiprid 8WP |
| Full blooming | | - | - | 4.13 | Fluquinconazole 10C | - |
| Post Blooming | 4.25 | Fenarimol 12.5EC | Thiamethoxam 10WG | 4.25 | Azoxystrobin + Difenoconazole 17+10.7SC | Thiacloprid 10WG |
| Fruit thinning | 5.5 | Hexaconazole 2SC | Imidacloprid 10WP | 5.7 | Fluquinconazole +Pyrimethanil 5+30SC | Buprofezin+ Tebufenozide 12+5WP |
| Young Fruit | 5.20 | Azoxystrobin + Difenoconazole 17+10.7SC | Chlorpyrifos+ Imidacloprid 15+2.5WP | 5.19 | Hexaconazole 2SC | Abamectin 1.8EC |
| Bagging | 6.5 | Tetraconazole 12.5EW | Acetamiprid+ Ethofenrox 2.5+8WP | 6.1 | Fluquinconazole 10C | Acetamiprid+ Ethofenrox 2.5+8WP |
| Post Bagging | 6.26 | Bitertanol 25WP | Fenitrothion 40WP | 6.15 | Iminoctadine tris(albesilate) +Thiram 20+48WP | Lufenuron 5EC |
| Fruit Enlargement Stage | 7.6 | Dithianon 75WP | Thiamethoxam 10WG | 6.26 | Dithianon 75WP | Thiamethoxam 10WG |
| | 7.22 | Azoxystrobin 10WP | Abamectin 1.8EC | 7.16 | azoxystrobin 10WP | Pyridaphenithion 50WP |
| | 8.7 | Difenoconazole 10WP | Chlorpyrifos+ Diflubenzuron 20+7WP | 8.5 | Difenoconazole 10WP | Chlorpyrifos+Diflubenzuron 20+7WP |
| | 9.10 | | Esfenvalerate 1.5WP | 9.10 | | Esfenvalerate 1.5WP |

에 교미교란제 및 살충제와 살균제 살포구(MDC), 교미교란제와 살균제 및 5월 20일, 6월 26일, 8월 7일, 9월 10일 살충제를 제외한 시험구(MDI), 교미교란제와 살균제만 처리한 시험구(MDF)로 나누었다. 2007년에는 교미교란제와 살균제와 살충제를 처리한 시험구(MDC), 교미교란제와 살균제만 처리한 시험구(MDF), 관행방제구(CC)를 두었고, 교미교란제와 농약사용을 하지 않은 무방제구(NC)를 배치하였다.

교미교란제는 Confuser-R® (Z8-12Ac:Z11-14Ac:Z9-14Ac:10me-12Ac:Z9-12Ac:11-12Ac: Z11 -14OH=11.5:31.0:5.5:0.6:1.5:0.6:0.1; (v/v) (주)그린아그로텍)을 사용하였는데, 4월 상순에 70개/10a, 7월 하순에 30개/10a 비율이 되도록 설치하였다. 설치방법은 과원의 가장자리는 배나무 1주당 1~2개씩, 내부는 거리에 따라 균등하게 지상 1.5 m 높이의 위치에 설치하였다.

유살수 모니터링 및 교미교란제 처리효과 조사

처리별 유살수 모니터링은 델타트랩(그린아그로텍, Model No. 50106, 경산, 한국)에 복숭아순나방과 사과애모무늬잎말이나방 루어(그린아그로텍)를 구입하여 각 처리구당 3개씩 설치하고, 4월 상순~9월 하순까지 5일 간격으로 조사하였으며, 루어는 1개월 간격으로 교체하였다. 교미교란 효과는 [(무처리구 유살수 -교미교란제 처리구 유살수)/(무처리구 유살수)]×100의 수식으로 산출하였다. 피해조사는 각 처리구에서 10주(내부 5, 가장자리 5주)를 선정하여, 사과애모무늬잎말이나방은 주당 동,서,남,북 및 상부의 각 50엽, 총 200엽에 대한 잎의 피해와 복숭아순나방은 주당 같은 방법으로 각 20순, 총 100순에 대한 신초의 피해를

조사하였고, 피해율에 대한 통계처리는 SAS 프로그램(SAS Institute, 1988)의 PROC ANOVA를 실시하여 최소유의차 검정법으로 평균간 차이를 비교하였다.

결 과

2007년도 복숭아순나방에 대한 처리별 발생소장은 Fig. 1과 같다. 1년에 4회의 발생 peak를 나타내었고, 각각의 처리구의 포획량 peak는 약간 다르게 보였다. 관행방제의 경우 4월 중하순에 가장 많은 수가 포획되었고, 6월 중순, 8월 중순, 9월 상중순에 각각 발생 peak를 보였다. 반면에 무방제구의 경우, 4월 발생량은 미미하였으나 6월 상중순, 7월 하순에 발생 peak를 보였고, 8월 중순 이후에는 지속적으로 포획되는 경향을 보였다. 교미교란제를 처리한 시험구에서는 예찰트랩으로 거의 포획되지 않았다. 사과애모무늬잎말이나방의 경우, 관행방제구와 무방제구에서 5월 상중순, 6월 하순~7월 상순, 8월 상중순, 9월 상중순 4회의 발생 peak를 보였는데, 5월 상중순에는 무방제구에서 조금 더 많이 포획되었고, 9월 중순에는 관행방제구에서 더 많이 포획되었다.

교미교란제 처리구의 무방제구 대비 교미저해율은 90% 이상을 보였는데(Table 2), 교미저해율과 신초, 잎, 과실피해율과는 약간 일치하지 않은 결과를 보였다. 교미교란제처리와 살충제 사용여부에 따른 배 과원 나방류의 피해율을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 2006년의 경우, 사과애모무늬잎말이나방에 의한 피해는 교미교란제 처리구와 처리하지 않은 관행방제구와 유의성이 인정되었으며, 특히 8월에 피해율은 무방제구(NC), 교미교란제와 살균제 처리구

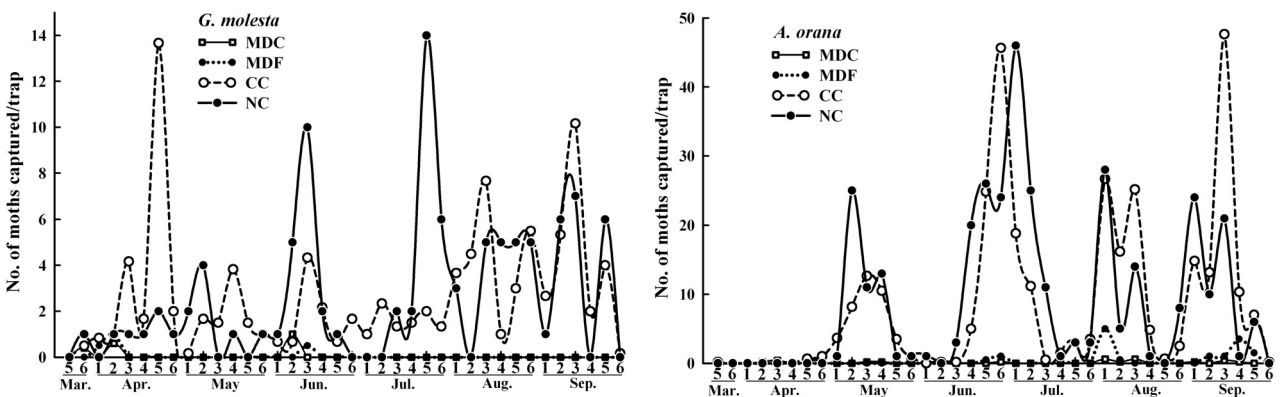


Fig 1. Seasonal occurrence patterns of *G. molesta* and *A. orana* in an pear orchard in Naju, 2007. MDC : Mating disrupter treatment with fungicides and insecticides; MDF : Mating disrupter treatment with fungicides; CC : Conventional control; NC : Non-Control.

Table 2. Numbers of male moths captured (Mean±SD) per pheromone trap of *G. molesta* and *A. orana* at 4 different treatments in Naju, 2007

| Treatments | <i>G. molesta</i> | | <i>A. orana</i> | |
|------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | No. of moths captured/trap | Reduction value(%) | No. of moths captured/trap | Reduction value(%) |
| MDF | 2.0±1.0 | 98.0 | 14.0± 1.4 | 95.8 |
| MDC | 2.0±2.0 | 98.0 | 3.4± 4.2 | 99.0 |
| CC | 102.8±2.8 | - | 324.7±11.9 | 2.5 |
| NC | 101.0±3.1 | 0 | 333.0±11.4 | 0 |

MDF : Mating disrupter treatment with fungicides; MDC : Mating disrupter treatment with fungicides and insecticides; CC : Conventional control; NC : Non-Control.

Table 3. Leaf and shooting damage rate of mating disrupter and insecticides use in Naju, 2006

| Treatment | Damage leaves(%) by <i>A. orana</i> (Mean±SE) | | | | Damage shooting(%) by <i>G. molesta</i> (Mean±SE) | | |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|---|-----------|------------|
| | May 15 | May 24 | Jun.2 | Aug.11 | May 24 | Jun.2 | Aug.11 |
| | 2006 | | | | | | |
| MDC | 0.5±0.2 b ¹⁾ | 0.0±0.0 b | 0.3±0.2 b | 1.3±0.5 c | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 3.4±0.8 c |
| MDI | 0.4±0.2 b | 0.5±0.3 b | 0.0±0.0 b | 0.5±0.2 c | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 5.9±1.2 b |
| MDF | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 0.3±0.2 b | 3.3±0.9 b | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 7.8±1.0 ab |
| NC | 5.5±1.5 a | 2.9±0.8 a | 5.2±1.3 a | 5.9±1.5 a | 3.4±0.6 a | 2.4±0.5 a | 9.5±1.6 a |
| | 2007 | | | | | | |
| | | May25 | Jun24 | Jul.25 | May25 | Jun24 | Jul.25 |
| MDC | - | 0.1±0.1 a | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 0.2±0.1 b | 0.3±0.2 b |
| MDF | - | 0.0±0.0 a | 0.0±0.0 b | 0.0±0.0 b | 0.4±0.2 a | 0.2±0.1 b | 0.2±0.1 b |
| CC | - | 0.4±0.1 a | 0.3±0.2 a | 2.8±0.5 a | 0.7±0.3 a | 2.6±0.6 a | 2.7±0.6 a |
| NC | - | 1.3±0.4 a | 1.8±0.3 a | 3.6±0.6 a | 1.3±0.3 a | 3.2±0.5 a | 3.5±0.4 a |

MDC : Mating disrupter treatment with fungicides and insecticides; MDI : Mating disrupter treatment with fungicides and some insecticides exception; MDF : Mating disrupter treatment with fungicides; CC : Conventional control; NC : Non-Control.

¹⁾ Means followed by the same letter are not significantly different (Proc Anova, P=0.05; Duncan's multiple range test).

(MDF), 교미교란제와 살충제를 처리한 시험구(MDC, MDI)간에는 유의성이 있었다. 복숭아순나방에 의한 신초 피해율에서도 유사한 결과를 보였다. 또한 교미교란제와 살충제 일부를 제외한 처리구(MDI), 교미교란제와 살균살충제를 처리한 시험구(MDC)간에는 8월의 신초피해율에서 유의성이 있었다. 2007년의 경우, 교미교란제를 처리한 시험구(MDC, MDF)와 관행방제구(CC)간에 피해율, 신초 피해율이 6월과 7월에 유의성이 인정되었으나, 교미교란제 처리구내에서 살충제 처리 유무에 따라서는 유의성이 인정되지 않았다.

2006년도 두 종류의 나방류에 대한 피해과율은 무방제와 교미교란제 처리구 간에는 차이가 컸으며, 교미교란제 처리구 중 살충제를 처리하지 않은 시험구(MDF)와 살충제를 처리한 시험구(MDC, MDI)에서 사과애모무늬잎말이나방

에 의한 피해율 간에는 차이가 있었고, 복숭아순나방에 대한 피해정도도 같은 결과를 보였다. 그러나 2007년에는 사과애모무늬잎말이나방의 피해과율은 교미교란제를 처리한 시험구와 처리하지 않은 관행방제구간에 차이가 있었고, 복숭아순나방에 의한 피해과율은 교미교란제와 관행방제한 시험구(MDC)에서 가장 적었다(Table 4).

고 찰

본 연구는 배 과원에서 교미교란제 사용시 살충제 사용여부에 따라 복숭아순나방과 사과애모무늬잎말이나방의 방제효과가 다르기 때문에 교미교란제의 방제효과를 재확인하고자 하였다. 성페로몬의 이용목적은 예찰과 방제적 이용으로 대별할 수 있고, 교미교란제는 방제목적으로 사용

Table 4. Fruit damage¹⁾ rate of mating disrupter and insecticides use in Naju(2006, 2007)

| Treatments | Damage fruits(%) | |
|------------|---------------------------|-----------------------------|
| | <i>A. orana</i> (Mean±SE) | <i>G. molesta</i> (Mean±SE) |
| | 2006 | |
| MDC | 2.0±0.4 c ²⁾ | 3.1±0.4 c |
| MDI | 2.6±0.4 c | 2.7±0.3 c |
| MDF | 4.8±0.5 b | 6.9±0.4 b |
| NC | 9.2±0.6 a | 8.3±0.7 a |
| | 2007 | |
| MDF | 0.7±0.8 c | 3.1±0.7 b |
| MDC | 0.7±0.8 c | 1.4±0.6 c |
| CC | 2.8±0.4 b | 2.7±0.5 b |
| NC | 7.5±1.7 a | 12.8±2.0 a |

MDC : Mating disrupter treatment with fungicides and insecticides; MDI : Mating disrupter treatment with fungicides and some insecticides exception; MDF : Mating disrupter treatment with fungicides; CC : Conventional control; NC : Non-Control.

¹⁾ Harvest period : 25, Sep. 2007, ²⁾ Means followed by the same letter are not significantly different (Proc Anova, P=0.05; Duncan's multiple range test).

되는데, 보통 성페로몬에 노출된 수컷 나방류의 오류추적(False trail)과 습관화 또는 감각둔화에 의해 암컷이 성페로몬에 반응하지 않는 성질을 이용하는 것이다. 야외 사과원에서 복숭아순나방에 대한 2가지 형태의 교미교란제 효과는 Jung 등(2006)의 연구를 통해 보고되었고, 배에서는 복숭아순나방에 대한 교미교란제 효과와 단위면적당 사용량 등이 2003년에 보고(Yang *et al.*, 2003)되었다. 이러한 연구를 통해 복숭아순나방에 대한 과실피해를 줄이는 효과가 있지만, 최초로 농가에서 적용시 살충제 사용여부에 대한 고민이 있는 것이 사실이다. 즉 교미교란제를 과원에 도입하는 당년에 나방류 방제를 위해 살충제 사용을 자제하는 것은 교미된 암컷이 많을 시 피해를 일부 볼 수 있는 상황이다(Kim *et al.* 2007). 우리나라 배 과수원은 일반 관행재배나 유기재배 포장에서 소규모 또는 독농가 단위로 사용하는 경우, 인근의 교미교란제를 처리하지 않은 과원에서 교미된 암컷이 유입되어 방제효과가 낮아지는 어려움이 있어, 과수원으로부터 떨어진 외곽에 먹이트랩을 이용하여 교미된 암컷이 이동하는 것을 중간에서 차단하여 이입을 막을 수 있는 연구도 진행되었다(Jung and Kim, 2008; Kim *et al.*, 2007). 본 연구에서 교미교란제 처리시 교미저해율과 피해율간의 차이를 보이는 것은 외부에서 교미된 암컷의 이입과 조생품종의 수확기 전인 9월 상순 이후에 약제방제하지 못한 것, 그리고 처리한 교미교란제의 효과가 여름 고온기를 지나면서 약간 감소하는 것 등의 이유 때문인 것으로 생각된다. 또한 수확 과실에 대해 2007년에 교미교란제를 처리한 시험

구에서 피해율이 크게 감소하였고, 교미교란제와 살충제의 사용 여부에 대해서는 살충제를 살포하지 않은 경우, 피해 과율 간에는 유의성이 인정되었다.

우리나라 농업정책에 있어 성페로몬을 이용한 방제는 화학농약의 살포를 줄이는 좋은 자재로 여겨지나 아직까지 교미교란제가 농가에서는 고가의 방제 수단으로 인식되고 있어, wax type에 대한 사용상 편리성과 방제대상 나방류를 달리하는 교미교란제 개발로 가격을 낮추어 공급하는 것도 필요하다. 그리고 교미교란제 사용시 일부 나방류의 방제대상 살충제를 제외할 수는 있으나, 배의 경우 살충제를 제외하면 꼬마배나무이, 진딧물류 및 각지벌레류 등의 다발생으로 직접적인 피해와 감로로 인한 2차 피해가 증가하는데(Personal observation), 이에 대한 대책이 함께 고려되어야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Boo, K.S. 1998. Variation in sex pheromone composition of a few selected lepidoptera species. *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 17-23.
- Boo, K.S., Y.H. Song, J.H. Lee and Y.J. Ahn. 1995. Studies in developing basic techniques for an integrated management program for apple insect pests. pp. 151-152. The final report of special project of RDA.
- Choi, K.H., S.W. Lee, D.H. Lee, D.A. Kim, S.J. Suh and Y.J. Kwon. 2004. Recent occurrence status of Tortricidae pests in apple orchards in Geoungbuk Province. *Kor. J. Appl. Entomol.* 43(3): 189-194.

- Han, K.S. 2002. Sexual isolation of two *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) types in Korea. Ph.D. dissertation, Seoul National Univ., Suwon, Korea.
- Jung S.C., M.W. Park, S.W. Lee, K.H. Choi, Y.P. Hong, S.W. Bae and Y.G. Kim. 2008. Development of wax-typed pheromone dispenser for mating disruption of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, and its application technique. Kor. J. Appl. Entomol. 47(3): 255-263.
- Jung, S.C., and Y.K. Kim. 2008. Comparative Analysis to Damage Reduction of Host Plant by Applying a Mating Disruptor of the Oriental Fruit Moth, *Grapholita molesta* in Two Different Cultivation Environments of Apple Orchard. Kor. J. Appl. Entomol. 47(1): 51-57.
- Jung, S.C., C.W. Park, M.W. Park, S.W. Lee, K.H. Choi, Y.P. Hong and Y.K. Kim. 2006. Efficacy of commercial mating disrupters on field overwintering populations of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). Kor. J. Appl. Entomol. 45(2): 235-240.
- Kim, D.S., K.S. Boo and H.Y. Jeon. 2004. Evaluation of pheromone lure of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) and forecasting its phenological events in Suwon. Kor. J. Appl. Entomol. 43(4): 281-289.
- Kim, Y.G., S.W. Bae, K.H. Choi, D.H. Lee and S.W. Lee. 2007. Efficacy test of mating disrupters using food trap of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). Kor. J. Appl. Entomol. 46(2): 269-274.
- Tamaki, Y., H. Noguchi, T. Yushima and C. Hirano. 1971. Two sex pheromones of the smaller tea tortrix : Isolation, identification, and synthesis. Appl. Ent. Zool. 6: 139-141.
- Yang, C.Y., K.S. Han and K.S. Boo. 2001. Occurrence of and damage by the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in pear orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 40: 114-123.
- Yang, C.Y., K.S. Han, J.K. Jung, K.S. Boo and M.S. Yiem. 2003. Control of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) by mating disruption with sex pheromone in pear orchards. J. Asia-Pacific Entomol. 6: 97-104.
- Yokoyama, V.T. and G.T. Miller. 1988. Laboratory evaluations of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) oviposition and larval survival on five species of stone fruits. J. Econ. Entomol. 81: 867-872.