

무농약·유기재배 사과원에서 교미교란제를 이용한 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 방제

이선영·최경희*·도윤수·이순원·윤창만·김길하¹

농촌진흥청 국립원예특작과학원 사과시험장, ¹충북대학교 식물의학과

Management of *Grapholita molesta* and *Carposina sasakii* Using Mating Disruption in Non-Chemical or Organic Apple Orchards

Sun-Young Lee, Kyung-Hee Choi*, Yun-Su Do, Soon-Won Lee, Changmann Yoon and Gil-Hah Kim¹

Apple Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Gunwi 716-812, Republic of Korea

¹Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

ABSTRACT: The efficacy of mating disruptors MD-IKR (Isomate-KR) and MD-CR (Confuser-R) for controlling *Grapholita molesta* (Busck) and *Carposina sasakii* (Matsumura) was evaluated in non-chemical or organic apple orchards. For *G. molesta*, the efficacy of MD-IKR and MD-CR in Chilgok was 99.8 and 99.8% (2011) and 92.4 and 96.7% (2012), respectively, showing different mating reduction values. The efficacy of MD-IKR and MD-CR in Cheongsong was 99.1 and 92.8% (2011) and 99.6 and 99.6% (2012), respectively. For *C. sasakii*, the efficacy of MD-IKR and MD-CR was 100% at Chilgok and Cheongsong in 2011 and 2012. Evaluation of the shooting and fruit damage rates showed that the efficacy of the mating disruptors in controlling *G. molesta* and *C. sasakii* was better than that of the non-control. However, there was no significant control difference between using the mating disruptors and the conventional control. No difference in the efficacy of the two mating disruptors was observed. We believe that MD-IKR could be an alternative to MD-CR.

Key words: Apple, Mating disrupter, *Grapholita molesta*, *Carposina sasakii*, Management

조 록: 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 방제를 위해 교미교란제 MD-IKR (Isomate-KR)과 MD-CR (Confuser-R)의 효과를 무농약·유기재배 사과원에서 평가하였고 관행방제 사과원과 비교하였다. 2011년 칠곡지역의 복숭아순나방에 대한 두 종의 교미교란제에 대한 교미저해율은 99.8%였고, 상대적으로 청송지역의 교미저해율이 각각 99.8과 92.8%로 칠곡지역과 차이가 있었다. 2012년 칠곡지역의 교미저해율은 각각 92.4와 96.7%였다. 청송지역에서 교미저해율은 99.6%로 가장 높은 교미저해율을 보였다. 2011년 2012년의 복숭아심식나방에 대한 교미저해율은 두 교미교란제 모두 100%로 높게 나타났다. 두 교미교란제는 복숭아순나방과 복숭아심식나방이 방제효과에 대하여 무방제구 대비 방제효과가 월등하였고, 관행방제와 비교했을 때 통계적으로 유의성 없이 방제효과가 대등하였다. 두 종의 교미교란제와 관행재배구의 새순과 과실피해율은 무방제구 대비 유의성있는 방제효과를 보였다. 두 종의 교미교란제 간에는 효력의 차이가 없어 MD-IKR이 MD-CR을 충분히 대체할 수 있을 것으로 판단된다.

검색어: 사과, 교미교란제, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 관리

우리나라의 무농약·유기재배 사과원에서 문제가 되는 주요 해충들은 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과혹진딧물, 사

과면충, 사과유리나방 등이 있는데, 이 중 과실을 가해하는 심식나방류 해충인 복숭아순나방과 복숭아심식나방에 의한 피해가 크다(Choi et al., 2010).

복숭아순나방(*Grapholita molesta* (Busck)(Lepidoptera: Tortricidae))은 중국 서북지역에서 유래되어 현재는 북미, 남미, 유럽 및 호주 등 전 세계적으로 분포하고(Rothschild and

*Corresponding author: choikh@korea.kr

Received August 16 2013; Revised November 25 2013

Accepted February 5 2014

Vickers, 1991), 연중 4~5회 성충 발생최성기를 보이며 자두와 복숭아 등의 핵과류와 함께 사과나무의 신초와 과실에 피해를 주고 있다(Rothschild and Vickers, 1991; Kim et al., 2009). 복숭아심식나방(*Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae))은 한국, 일본, 중국 등지에 분포하며, 사과와 배, 복숭아, 살구, 대추 등의 과실 내부를 가해하여 수량감소에 직접 영향을 주는 주요 해충으로 널리 알려져 있으며 국내에서는 연중 2세대 발생한다(Choi et al., 2008; Lee et al., 1984).

사과원에서는 이들 나방류를 효과적으로 방제하기 위하여 성페로몬 트랩과 교미교란 기술을 사용하고 있다. 성페로몬 트랩은 곤충의 종 특이적 성페로몬을 유기 합성하여 유인제 방출기에 담아 트랩 안에 두고 발생예찰과 포살에 활용하는 것으로 주로 심식나방류에 활용하고 있다(Boo et al., 1995; Boo, 1998). 교미교란 기술은 성페로몬을 방출기에 담아 해충의 발생지역에 대량으로 확산시켜서 발생지역 내 대상해충의 진짜 암컷 성충을 발견하지 못하도록 하여 교미를 방해하여 차세대 밀도를 줄이고, 화학방제를 대체할 수 있는 친환경 해충방제 기술이다(Baker and Heath, 2005). 이러한 기술들은 북미와 유럽 등의 선진국에서 널리 사용하고 있으며(Howell et al., 1992; Il'ichev et al., 2004), 미국 유기재배에서는 배, 사과 등을 가해하는 우점 심식나방류인 코드링나방을 방제하기 위하여 교미교란제를 미생물제와 함께 사용하고 있고(Brunner et al., 2005), 우리나라와 사과 해충 발생상이 유사한 일본에서도 심식나방류의 방제에 사용하고 있다(Sakagami, 2000). 우리나라에서는 2000년대 초부터 일본에서 도입하여 사과시험장과 일부 사과원에서 사용 중이며, 복숭아순나방 방제에 교미교란제의 제형, 방출기 형태 및 다양한 재배환경 조건의 사과원에서도 효과 있음이 보고되었다(Kim et al., 2007; Kim et al., 2010; Jung et al., 2006; Jung et al., 2007; Jung and Kim, 2008). 최근에는 무농약·유기재배 사과원을 대상으로 사용 면적이 증가하는 경향이다(Choi et al., 2010). 배과원에서도 복숭아순나방 방제 시험에 사용하기도 하였다(Yang et al., 2003; Cho et al., 2010).

무농약·유기재배 사과원에서는 유기합성 살충제를 살포하지 못하기 때문에, 관행재배 사과원과 달리 문제가 되는 주요 해충의 양상이 다르게 나타난다. 특히, 무농약·유기재배 사과원에서는 심식나방류(복숭아순나방, 복숭아심식나방) 해충은 과실에 직접적으로 피해를 주기 때문에 경제적으로 매우 중요한 해충이다(Choi et al., 2010; Lee et al., 2007). 무농약·유기재배 사과원에서 복숭아심식나방과 복숭아순나방은 최근 발생이 줄어들고 있기는 하나 낮은 발생밀도에도 새순과 과실을 가해하여 경제적 손실이 커지기 쉽고 과실 내부를 가해시 방제도 어려워지기 때문에 효과적으로 방제하기 위해서는 교미교란제

가 필수적이다. 국내에서 사용되고 있는 교미교란제로는 일본에서 효과가 입증된 후 도입하여 현재 널리 사용되고 있는 Confuser-R과 이를 국내 사과원 나방류 발생 여건에 맞게 제작된 Isomate-KR이 있다. Isomate-KR은 기존의 Confuser-R이 가진 불필요한 성페로몬 성분을 빼고 제형화하여 성분의 차이만 있는 제품이다. 그럼에도 무농약·유기재배 사과원에서의 우점 심식나방류인 복숭아순나방과 복숭아심식나방에 대하여 교미교란제의 방제효과를 비교한 실험이 국내에서는 보고된 바 없다. 따라서 본 실험은 무농약·유기재배 사과원에서 교미교란제의 방제효과를 비교하고 비용이 고가인 Confuser-R을 대신하여 좀 더 저렴한 Isomate-KR을 설치하여도 복숭아순나방과 복숭아심식나방을 동등하게 방제가 가능한지 알아보고자 수행하였다. 이 두 교미교란제는 효과비교를 위해 유기합성 살충제를 처리하는 관행 방제(CC)와 어떠한 살충제도 처리하지 않은 무방제(NC) 사과원을 대조로 비교분석 하였다. 본 연구결과는 향후 무농약·유기재배사과원 뿐만 아니라 관행사과원에서 심식나방류의 해충종합방제체계의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

실험처리 사과원

경상북도 칠곡(복삼면)과 청송(현서면)의 두 지역에서 2011과 2012년 동안에 Isomate-KR 교미교란제구(MD-IKR), Confuser-R 교미교란제구(MD-CR), 교미교란제를 처리 하지 않은 관행 방제구(CC), 교미교란제를 처리 하지 않고 약제방제도 이루어지지 않은 무방제사과원(NC) 등 4곳의 시험구로 각각 설정하였다. 교미교란방제구(MD-IKR 및 MD-CR)는 한 과원을 두 교미교란제 처리구로 나누어 배치하였고, 관행방제구(CC)는 교미교란방제구와 200 m 떨어진 곳에 배치하였고, 무방제구(NC)는 교미교란방제구와 칠곡의 경우 200 m, 청송의 경우 10 km정도 거리에 배치하여 교미교란방제구의 영향을 받지 않도록 서로 떨어진 곳에 설정하였다.

칠곡 실험사과원의 면적은 교미교란방제구 3 ha(재식거리: 3.8 × 1.8 m, 수령: 10년, 주요 품종: 후지), 관행방제구 1 ha(재식거리: 3.8 × 1.8 m, 수령: 10년, 주요 품종: 후지), 무방제구 0.5 ha(재식거리: 8 × 4 m, 수령: 8, 주요 품종: 후지) 등 이었고, 청송 실험사과원은 교미교란방제구 1.5 ha(재식거리: 3.6 × 1.5 m, 수령: 13년, 주요 품종: 후지), 관행방제구 0.7 ha(재식거리: 4 × 2 m, 수령: 10년, 주요 품종: 후지), 무방제구 0.3 ha(재식거리: 4 × 2 m, 수령: 10년, 주요 품종: 후지) 등이었다.

Table 1. Spray schedule for insecticides and miticides in the conventional control (CC) in 2012

Order	Chilgok		Cheongsong	
	Month/Day	Insecticide	Month/Day	Insecticide
1	3/27	Machine oil	4/2	Machine oil
2	4/13	Fenitrothion WP Etoxazole SC	4/20	Chlorpyrifos WP
3	5/10	Flufenoxuron EC	5/16	Chlorantraniliprole WG
4	5/26	Acetamiprid WP	5/30	Imidacloprid WP
5	6/10	Azocyclofin WP	6/14	Spiromesifen WP
6	6/24	Lufenuron EC	6/28	Diflubenzuron WP
7	7/1	Chlorpyrifos WP	7/14	Bifenazate SC
8	7/9	Acequinocyl SC	7/29	Methoxyfenozide WP
9	7/24	Etofenprox WP	8/13	Etofenprox WP Cyenoxyrafen SC
10	8/10	Cyflumetofen SC	8/28	Dinotefuran WP
11	8/25	Clothianidin SC	9/20	Bifenthrin WG
12	9/18	Etofenprox WP		
	No. of spray	Insecticide: Eight times, Miticide: Five times		Insecticide: Eight times, Miticide: Four times

* **Bold font** : Miticide.

관행방제구는 살포약제와 시기는 매년 조금씩 달랐으나 2011년과 2012년 거의 비슷하게 이루어졌고, 2012년도에 경우 칠곡은 연 12회, 청송은 연 11회의 관행적 약제 방제가 이루어졌다. 이들 사과원에서 관행방제시 사용된 방제력은 Table 1과 같다. 교미교란제 처리가 실시된 칠곡 농가는 무농약 10년, 유기재배 3년, 청송농가는 유기농 인증 8년이 된 농가이다.

교미교란제 처리

교미교란제는 복숭아순나방과 복숭아심식나방 2종에 효과가 있는 Isomate-KR (Z-8-dodecenyl acetate: Z-13-icosen-10-one = 63.6 : 29.4 (%); (주)그린아그로텍) (MD-IKR 처리구)과 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과무늬잎말이나방 4종 해충에 교미교란 효과가 있는 Confuser-R (Z-8-dodecenyl acetate: Z-11-tetradecenyl acetate: Z-9-tetradecenyl acetate: 10-methyl-dodecyl acetate: Z-9-dodecenyl acetate: 11-dodecenyl acetate: Z-11-tetradecenol: Z-13-icosen-10-one = 11.5 : 31.0 : 5.5 : 0.6 : 1.5 : 0.6 : 0.1 : 28 (%); (주)그린아그로텍) (MD-CR 처리구)을 사용하였다.

칠곡 농가에서는 3 ha 중 Isomate-KR 1 ha, Confuser-R 2 ha로 설치하였고, 청송 농가에서는 1.5 ha를 나무에 Isomate-KR 0.5 ha, Confuser-R 1 ha로 설치하였다. 4월 10일 전후로 1000 개/ 1 ha

비율이 되도록 90%는 과원 전체에 골고루 설치하고, 나머지 10%는 과원 가장 바깥쪽열의 사과나무와 울타리 등에 설치하였다.

교미교란 효과 조사

트랩유인교란율 : 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 교미교란 정도 파악을 위하여 시험 처리구별로 (주)그린아그로텍 (경산)에서 구입한 발생예찰용 텔타형 성페로몬 트랩(복숭아순나방 페로몬성분 Z8-12:Ac, E8-12:Ac, Z8-12OH = 88.5 : 5.7: 1.0%, 복숭아심식나방 페로몬성분 Z7-eicosene-11-one: 100%)을 사용하였다. 칠곡과 청송지역 모두 복숭아순나방 성페로몬 트랩을 4월 상순에 설치하였고, 복숭아심식나방 성페로몬 트랩은 5월 하순에 설치하였으며 4월 중순에서 9월 하순까지 15일 간격으로 직접 유살수를 조사하였다. 과원별로 각각 세 개의 성페로몬트랩을 설치하였고, 성페로몬 루어는 2개월 간격으로 교체하였다.

교미교란제의 방제효과는 교미교란제 처리지역과 무처리지역에서 서식하는 암컷의 교미율과 작물의 피해 정도를 조사하여 상호 비교하여 교미교란율을 구함인 원칙이나(Rice and Kirsch, 1990), 본 실험에서는 교미교란효과를 간접적으로 평가하는 방법으로 트랩에 유인되어 잡힌 수컷의 유살수를 비교하여 트

랩유인교란율을 계산하여 사용하였다.

트랩유인교란율(교란저해율)은 [(무방제(NC) 수컷 유살수 - 교미교란제 처리구 수컷 유살수) / (무방제구(NC) 수컷 유살수)] × 100의 수식으로 산출하였다.

심식나방류 피해: 2종 심식나방류에 대한 교미교란제의 방제효과를 조사하기 위하여 처리구별 복숭아순나방에 대한 피해신초율과 피해과율을 조사하였고, 복숭아심식나방에 대한 피해과율을 조사하였다. 피해신초율 조사방법은 한 사과원에서 임의로 10주를 선정하고, 한 주당 각각 20개 신초씩 총 200개 신초에서 피해신초수를 조사하여 피해신초율로 환산하였고, 피해과율은 임의로 10~20주에서 각 50~100개의 과실씩 총 1000개의 과실에서 15일 간격으로 심식나방류 피해 유무를 확인하고, 피해과율로 환산하였다. 피해과는 복숭아순나방은 꽃받침 부분이나 과면을 얇게 가해하고 일부는 씨가 있는 부분까지 식입도 하지만 피해부위가 깊지 않으며 겉으로 통을 배설한 반면에 복숭아심식나방은 어린 유충이 과면 가깝게 선상으로 가해하여 기형과를 만들고 점차 내부까지 중형무진 먹으며 과심부에 이르고, 겉으로 통을 배설하지 않는 차이로 구분하였다.

통계분석

피해율에 대한 통계처리는 조사 샘플수가 동일한 조건하에 SAS 프로그램(SAS 9.2)의 PROC ANOVA를 실시하여 Scheffé's 다중검정법으로 평균간 차이를 비교하였다.

결과

트랩유인교란율(교미저해율)

발생예찰용 성페로몬트랩을 이용해서 칠곡과 청송의 4개 처리구(MD-IKR, MD-CR, CC, NC)별로 총 유살된 복숭아순나방과 복숭아심식나방은 Table 2와 같다. 복숭아순나방과 복숭아심식나방에 대한 총 유살수는 칠곡 지역이 청송지역보다 많았는데, 복숭아순나방은 1.4~2.5 배였고, 복숭아심식나방은 6.8 배 이상이였다.

2011년의 경우 칠곡 지역에서 두 가지 교미교란제를 처리한 결과 복숭아순나방의 교미저해율이 두 처리구 모두 99.8%로 높았으며, 청송 지역에서는 MD-CR (Confuser-R)의 교미저해율이 92.8%로 MD-IKR (Isomate-KR)의 99.1% 보다 낮았다. 복숭아심식나방의 경우 칠곡과 청송지역 모두 MD-IKR과 MD-CR처리에서 100%의 교미저해율을 보였다(Table 2).

2012년의 경우는 칠곡 지역에서 복숭아순나방의 교미저해율이 2011년도보다 다소 감소하였는데, MD-IKR 처리에서 92.4%, MD-CR 처리에서 96.7%의 교미저해율을 보였다. 2011년과 2012년의 교미저해율의 차이가 있었는데, 이는 MD-IKR 처리구 인근에 2012년도에 복숭아나무에 복숭아가 착과되었기 때문인 것으로 보인다. 청송지역은 MD-IKR 처리구와 MD-CR 처리구 모두 99.6%로 높은 교미저해율을 보였다. 복숭아심식나방은 2011년과 마찬가지로 칠곡과 청송 지역 모두 100%의

Table 2. Mating disruption rate (%) of male moths captured¹⁾ per pheromone trap of OFM and PFM in 4 different treatments at Chilgok and Cheongsong in 2011 and 2012, respectively

Year	Treatment	OFM				PFM			
		Chilgok		Cheongsong		Chilgok		Cheongsong	
		No. of moths	Reduction value (%)	No. of moths	Reduction value (%)	No. of moths	Reduction value (%)	No. of moths	Reduction value (%)
2011	MD-IKR	1	99.8	3	99.1	0	100.0	0	100.0
	MD-CR	1	99.8	23	92.8	0	100.0	0	100.0
	CC	546	-	373	-	256	-	18	-
	NC	457	-	318	-	323	-	30	-
2012	MD-IKR	30	92.4	1	99.6	0	100.0	0	100.0
	MD-CR	13	96.7	1	99.6	0	100.0	0	100.0
	CC	796	-	316	-	74	-	0	-
	NC	394	-	235	-	380	-	56	-

¹⁾Male moths captured : From early April to late September.

*OFM : Oriental fruit moth (*Grapholita molesta*), PFM : Peach fruit moth (*Carposina sasakii*), CC : Conventional control, NC : Non-Control.

교미저해율을 보였다(Table 2).

교미교란 방제와 관행방제에서의 심식나방류 피해

Table 3은 처리구별 복숭아순나방에 대한 새순과 과실의 피해를 조사한 결과이다. 2011년과 2012년 모두 2개의 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR)와 관행방제구(CC)에서 신초, 과실의 피해가 무방제구에 비하여 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 신초의 피해는 칠곡의 무방제구(NC)에서 2011, 2012년 각각 4.5와 3.8%로 교미교란처리구(MD-IKR, MD-CR)와 관행방제구(CC) 보다 높았지만 과실 생산을 위한 실질적 피해는 없었다. 과실 피해는 1% 이상이면 경제적 피해 수준 이상으로 문제가 되는데, 무방제구(NC)는 2011, 2012년에 7월 하순과 10월 하순 피해과율을 합하여 각각 칠곡에서 21.2, 34.0%였고, 청송은 32.3, 14.6%로 높았다. 그러나 관행방제구(CC)는 2011, 2012년 칠곡, 청송에서 두 시기의 피해과율 합계가 1% 미만으로 낮았다. 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR)는 2011년에는 칠곡, 청송에서 두 시기의 피해과율 합계가 처리구 모두 1% 미만으로 낮았으나, 2012년에는 칠곡에서는 MD-IKR이 5.8%, MD-CR이 4.5%로 문제가 되었고, 청송에서는 두처리 모두 1% 미만이었다.

Table 4는 복숭아심식나방에 대한 처리구별 과실피해를 조사한 결과이다. 2011, 2012년 모두 2개의 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR)와 관행방제구(CC)에서 피해가 무방제구(NC)에 비하여 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 청송 지역은 무방제구(NC)에서도 7월 하순 과실 피해가 2011, 2012년에 각각 0.2, 0.23%로 낮아서 10월 하순의 과실 피해도 각각 1.0,

0.77%로 유기재배 상황에서는 문제가 되지 않는 수준이었다.

청송 지역은 관행방제구(CC)는 물론 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR)에서도 2011, 2012년의 7월 하순과 10월 하순 피해가 전혀 없었다. 반면에 칠곡 지역의 관행방제구(CC)는 2011년 모두 복숭아심식나방의 피해가 전혀 없었고, 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR)는 2011년은 MD-IKR에서 7월 하순과 10월 하순 피해 과율을 합하여 0.43%, MD-CR에서 0.47%로 경제적 피해수준 이하였지만, 2012년은 피해과율이 MD-IKR에서 4.07%, MD-CR에서 3.24%로 문제되었다. 그러나, 복숭아심식나방의 교미저해율은 Table 2에서 보듯이 2개 처리구 모두 100%인 점에서 Table 4의 복숭아순나방 교미저해율 저하와는 다른 양상이었다. 한 가지 원인으로는 2012년 6월 중순에 칠곡의 무방제구(NC) 복숭아순나방의 발생이 200마리로 초기에 대발생하였다.

고찰

두 종의 교미교란제를 처리한 사과원과 교미교란제를 처리하지 않는 관행방제 사과원과 무방제구 사과원의 교미교란 효과를 비교분석하였다. 무농약·유기재배 사과원의 심식나방류 방제와 피해 실태 조사 결과, 지역 사과원마다 심식나방류 발생정도가 차이가 있으나, 봉지씌우기를 제외하고는 교미교란제를 사용하지 않을 경우 과실 피해가 크게 문제되는 것을 다시 한 번 확인하였다(Lee S.Y., unpublished observation).

직접 대상 해충을 죽게 하는 유기합성 살충제와 달리 교미교란제의 효과를 충분히 발휘하기 위한 전제 조건은 대상 해충의 발생량이 적고 주변 환경에서 유입하는 해충이 없어야 하며 가

Table 3. Shooting and fruit damage rate (Mean ± SE) of OFM in 2011-2012

Treatment	shooting damage in early June		Fruit damage in late July		Fruit damage in late October	
	Chilgok	Cheongsong	Chilgok	Cheongsong	Chilgok	Cheongsong
2011						
MD-IKR	1.7±0.3 b ¹⁾	0.3±0.2 b	0.3±0.0 b	0.03±0.0 b	0.6±0.3 b	0.3±0.1 b
MD-CR	1.3±0.2 b	0.5±0.3 b	0.2±0.0 b	0.03±0.0 b	0.5±0.2 b	0.5±0.1 b
CC	0.7±0.3 b	0.8±0.2 ab	0.03±0.0 b	0.13±0.0 b	0.2±0.1 b	0.6±0.1 b
NC	4.5±0.8 a	1.8±0.2 a	6.9±1.7 a	3.5±0.7 a	14.3±1.8 a	28.8±1.2 a
2012						
MD-IKR	1.2±0.2 b	0.5±0.0 b	0.9±0.3 b	0.07±0.0 b	4.9±0.6 b	0.5±0.1 b
MD-CR	1.2±0.3 b	0.3±0.2 b	0.7±0.2 b	0.1±0.1 b	3.8±0.3 bc	0.4±0.2 b
CC	0.3±0.2 b	0.2±0.2 b	0.03±0.0 b	0.13±0.1 b	0.2±0.0 c	0.6±0.1 b
NC	3.8±0.7 a	1.5±0.5 a	14.2±1.2 a	7.0±0.2 a	19.8±1.4 a	7.6±1.3 a

¹⁾Means followed by the same letter in a column are not significantly different (Proc ANOVA, p=0.05: Scheffe's test).

Table 4. Fruit damage rate (Mean \pm SE) of PFM in 2011-2012

Treatment	Fruit damage in late July		Fruit damage in late October	
	Chilgok	Cheongsong	Chilgok	Cheongsong
2011				
MD-IKR	0.03 \pm 0.0 b ¹⁾	0.0 \pm 0.0 b	0.4 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b
MD-CR	0.07 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.4 \pm 0.1 b	0.0 \pm 0.0 b
CC	0.00 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b
NC	29.20 \pm 1.9 a	0.2 \pm 0.1 a	34.3 \pm 4.9 a	1.0 \pm 0.3 a
2012				
MD-IKR	3.4 \pm 0.9 b	0.0 \pm 0.0 b	0.7 \pm 0.4 b	0.0 \pm 0.0 b
MD-CR	2.5 \pm 0.4 b	0.0 \pm 0.0 b	0.77 \pm 0.3 b	0.0 \pm 0.0 b
CC	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b	0.0 \pm 0.0 b
NC	34.6 \pm 2.5 a	0.23 \pm 0.0 a	14.33 \pm 2.0 a	0.8 \pm 0.2 a

¹⁾Means followed by the same letter in a column are not significantly different (Proc ANOVA, $p=0.05$: Scheffe's test).

급적 대규모의 면적에 효과적이다(Jung and Kim, 2008). 우리나라 사과원의 대부분은 소규모 면적으로 운영되고 있어, 개별 농가가 교미교란제를 사용할 경우 교미교란제를 처리하지 않은 과원이 주변에 있으면 교미한 암컷이 외부에서 유입되어 방제효과가 낮아지는 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 과수원으로부터 떨어진 외곽에 먹이트랩을 이용하여 교미된 암컷이 이동하는 것을 중간에서 차단하여 이입을 막아야 한다(Jung and Kim, 2008; Kim et al., 2007). 본 실험에서 시험구로 정한 두 지역은 주변에 사과원이 멀리 떨어져 있었고, 복숭아심식나방의 경우 칠곡과 청송 지역에서 교미저해율이 모두 100%로 높았음에도(Table 2), 칠곡 지역에서는 일부 과실피해가 발생하였다. 그 원인으로 인근의 유목 복숭아과실에서 교미된 암컷이 교미교란제 처리과원의 사과 과실들에 이입으로 인해서 피해가 나타났을 것으로 추정되며, 이렇게 교미저해율이 높았는데도 과실피해가 나타난 것은 큰 문제가 될 수 있다. 따라서, 교미교란제가 기대하는 만큼의 방제효과를 가져오기 위해서는, 아무리 넓은 사과원이라 하더라도 주변에 사각지대가 없이 교미교란제를 처리해야한다(Kim et al., 2010). 코드링나방의 경우 교미저해율이 98~100%로 높아야 하며, 95% 미만으로 내려가면 교미교란 처리에서도 교미가 일어날 수 있다고 하였다(Cardé and Minks, 1995).

또한 2종의 교미교란제를 처리한 결과, 복숭아순나방의 경우 칠곡 지역에서 2011년에 비하여 2012년에서 교미저해율이 감소하여 MD-IKR 처리에서 92.4%, MD-CR 처리에서 96.7%를 보였는데, 이는 관행방제구에서 특히 발생량이 많았던 것이 교미저해율을 낮게 하는 원인일 것이라고 생각한다. 하지만, 두 종의 교미교란제 모두 복숭아순나방의 신초 피해와 과실피해,

복숭아심식나방의 과실피해에 대하여 모두 무방제구 대비 방제효과가 월등하였고, 관행방제 대비 약간의 피해는 있었지만 통계적 유의성이 없었기 때문에 방제효과가 거의 대등하다고 판단된다. 피해과율이 문제가 된 것은 2012년 칠곡에서 복숭아순나방의 교미저해율이 MD-IKR은 92.4%, MD-CR은 96.7%로 낮았던 점도 하나의 원인이라고 생각한다. 따라서 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR)에서 6-7월 과실 피해가 보이는 것들을 철저히 제거하는 것이 무엇보다도 중요한 보완 방제 대책인데(Choi et al., 2010), 과원주의 형편상 2012년에는 이 작업이 미흡해서 2012년 7월 하순 과실 피해가 0.9, 0.7%로 2011년의 0.3, 0.2% 보다 높아졌고, 10월 하순에는 4.9, 3.8%까지 증가하였다. 청송 지역에서 복숭아심식나방 과실피해가 나타나지 않은 이유는 무방제구 성페로몬 트랩에 복숭아심식나방 발생량이 2011, 2012년에 각각 30, 56마리로 낮았기 때문으로 생각된다.

교미교란제는 관행방제구의 유기합성 살충제와는 달리 가해 대상 해충을 직접 죽이는 것이 아니고, 처리 지역에서 교미를 교란시켜 무정란을 낳게 하여 과실 피해를 방지하므로, 인근 무처리 과원에서 교미한 암컷이 날아오거나 일부 교미교란제 처리구(MD-IKR, MD-CR) 내에서 교미에 성공한 것들이 산란을 한다면, 다소 피해를 받을 것으로 생각된다. 그렇기 때문에 피해 초기에 이들 과실을 철저히 제거해야 한다.

복숭아순나방붙이는 복숭아순나방트랩에 비슷한 성페로몬의 영향으로 상대방의 트랩에 혼입되는 경우가 종종 관찰되었다. 복숭아순나방붙이는 성페로몬트랩을 3000평당 1개꼴로 설치하여 트랩유살수를 조사하였으며 복숭아순나방의 트랩에도 혼입되는 마리수를 조사하였다. 조사방법은 트랩을 야외조사

후 밀판을 시험장으로 가져와서 광학현미경하에서 성충의 뒷 날개를 펼쳐서 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이를 구분하였 으나(Jeong et al., 2012; Jung et al., 2012), 실제 혼입되는 비율 은 0.2% 이하의 비율로 나타나 발생량이 적어 문제가 되지 않 는다고 판단되어 언급하지 않았다(Lee S.Y., unpublished observation). 본 실험에서의 복숭아순나방붙이의 발생량은 이 전의 보고와도 비슷한 경향을 보였지만(Choi et al., 2009), 일 본의 경우 복숭아순나방붙이의 혼입 유살비율이 12.3%까지도 다소 높게 나타났다는 보고도 있다(Yoshizawa, 2008).

최근들어 잎말이나방의 발생과원율과 피해과율이 관행재배 및 무농약·유기재배 사과원 모두에서 점차 줄어들어 거의 문 제되지 않고 있다(Choi et al., 2004; 2010; Lee et al., 2007). 그 러므로, 기존의 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과애모무늬 잎말이나방, 사과무늬잎말이나방 등 4종의 성페로몬을 혼합한 MD-CR(Confuser-R) 보다는 최근 국내에 문제시 되지않는 2종 의 잎말이나방 페로몬 성분을 제외한 MD-IKR(Isomate-KR) 이 국내실정에 적합하다고 판단된다.

따라서 우리나라 사과원에서는 비용이 고가인 Confuser-R 을 대신하여 좀 더 저렴한 Isomate-KR을 설치하여도 복숭아순 나방과 복숭아심식나방을 동등하게 방제가 가능할 것으로 확 인하였다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 시험연구과제인 유기재배 사과원 병해충 관리를 위한 석회보르도액 대체 기술개발(과제번호: PJ00862703)로 수행하였습니다.

Literature Cited

Baker, T.C., Heath, J.J., 2005. Comprehensive molecular insect science, in: Gilbert, L.I., Iatrou, K., Gill, S.S. (Eds.), Pheromones: function and use in insect control. Elsevier, New York, pp. 407-459.

Brunner, J.F., Doerr, M., Granger, K., Dunley, J., 2005. Organic management of codling moth with pheromones, Entrust and CM virus. Proc. of the 3rd national organic tree fruit research symposium, pp. 45-46.

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., Song, Y.H., Lee, J.H., Ahn, Y.J., 1995. Studies in developing basic techniques for an integrated management program for apple insect pests, The final report of special project of RDA, pp. 151-152.

Carde, R.T., Minks, A.K., 1995. Control of moth pests by mating disruption: Successes and constraints. Annu. Rev. Entomol. 40, 559-585.

Cho, Y.S., Song, J.H., Whang, H.S., 2010. Seasonal catch and control of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) by mating disruption in pear orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 49, 139-144.

Choi, K.H., Lee, S.W., Lee, D.H., Kim, D.A., Suh, S.J., Kwon, Y.J., 2004. Recent occurrence status of Tortricidae pests in apple orchards in Gyeongbuk province. Kor. J. Appl. Entomol. 43, 189-194.

Choi, K.H., Lee, S.W., Lee, D.H., Kim, D.A., Kim, S.K., 2008. Recent occurrence status of two major fruit moths, oriental fruit moth and peach fruit moth in apple orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 47, 17-22.

Choi, K.H., Lee, D.H., Byun, B.K., Mochizuki, M., 2009. Occurrence of *Grapholita dimorpha* Komai (Lepidoptera: Tortricidae), a new insect pest in apple orchards of Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 48, 417-421.

Choi, K.H., Lee, D.H., Song, Y.Y., Nam, J.C., Lee, S.W., 2010. Current status on the occurrence and management of disease, insect and mite pests in the non-chemical or organic cultured apple orchards in Korea. Kor. J. Organic Agric. 18, 221-232.

Howell, J.F., Knight, A.L., Unruh, T.R., Brown, D.F., Krysan, J.L., Sell C.R., Kirsch, P.A., 1992. Control of codling moth in apple and pear with sex pheromone-mediated mating disruption. J. Econ. Entomol. 85, 918-925.

Il'ichev, A.L., Williams, D.G., Milner, A.D., 2004. Mating disruption barriers in pome fruit for improved control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* Busck (Lep., Tortricidae) in stone fruit under mating disruption. J. Appl. Entomol. 128, 126-132.

Jeong, S.A., Sah, L.P., Ahn, J.J., Kim, Y.I., Jung, C., 2012. Occurrence patterns of three major fruit moths, *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha* and *Carposina sasakii*, monitored by sex pheromone in plum orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 51, 449-459.

Jung, S.C., Park, C.W., Park, M.W., Lee, S.W., Choi, K.H., Hong, Y.P., Kim, Y.G., 2006. Efficacy of commercial mating disruptors on field overwintering populations of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). Kor. J. Appl. Entomol. 45, 235-240.

Jung, S., Park, C., Park, M., Kim Y., 2007. Field assessment of two commercial sex pheromone mating disruptors on male orientation of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). Kor. J. Pestic. Sci. 11, 46-51.

Jung, S.C., Kim, Y.G., 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, 51-57.

Jung, C.R., Ahn, J.J., Eom, H.S., Seo, J.H., Kim, Y., 2012. Occurrence of *Grapholita dimorpha* in Korean pear orchards and cross-trapping of its sibling species, *Grapholita molesta*, to a pher-

- omone lure. Kor. J. Appl. Entomol. 51, 479-484.
- Kim, Y.G., Bae, S.W., Choi, K.H., Lee, D.H., Lee, S.W., 2007. Efficacy test of mating disrupters using food trap of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). Kor. J. Appl. Entomol. 46, 269-274.
- Kim, Y., Bae, S., Son, Y., Park, J., 2009. Analysis of migration of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, in apple-cultivating areas based on population monitoring using sex pheromone RAPD molecular marker. Kor. J. Appl. Entomol. 48, 211-219.
- Kim, Y., Seo, S., Jung, S., 2010. Enhanced mating disruption of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck), using pheromone edge treatment along with food trap. Kor. J. Appl. Entomol. 49, 31-36.
- Lee, S.W., Hyun, J.S., Park, J.S., 1984. Studies on the developments of the overwintering peach fruit moth, *Carposina niponensis* Walsingham. Kor. J. Plant Prot. 23, 42-48.
- Lee, S.W., Lee, D.H., Choi, K.H., Kim, D.A., 2007. A report on current management of major apple pests based on census data from farmers. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25, 196-203.
- Rice, R.E., Kirsh, P., 1990. Mating disruption of oriental fruit moth in the United States. in: Ridgway, R.L., Silverstein, R.M., Inscoc, M.N. (Eds.), Behavior-modifying chemicals for insect management. Dekker, New York, pp. 193-211.
- Rothschild, G., Vickers, R., 1991. Biology, ecology, and control of the Oriental fruit moth, in: Helle, W., van der Geest, L.P.S., Evenhuis, H.H. (Eds), World Crop Pests, Vol. 5. Tortricid pests: their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 389-412.
- Sakagami, Y., 2000. Remove from marked records recent advances in fruit tree pest managements with pheromones in Japan. Bull. Nat. Inst. Fruit Tree Sci. 34, 17-42.
- Yang, C.Y., Han, K.S., Jung, J.K., Boo, K.S., Yiem, M.S., 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.
- Yoshizawa, E., Daerunoru, S., Kaneko, M., 2008. Occurrence of *Grapholita dimorpha* in Nagano apple orchards. Plant Prot. Japan. 62, 556-559.