

복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 분자동정법 개발 및 복숭아와 자두에서의 발생차이

안승준 · 최경희 · 강택준 · 김형환 · 김동환 · 조명래 · 양창열*

농촌진흥청 국립원예특작과학원

Molecular Diagnosis of *Grapholita molesta* and *Grapholita dimorpha* and Their Different Occurrence in Peach and Plum

Seung-Joon Ahn, Kyung-Hee Choi, Taek Jun Kang, Hyung Hwan Kim, Dong-Hwan Kim, Myoung Rae Cho and Chang Yeol Yang*

National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

ABSTRACT: The plume fruit moth, *Grapholita dimorpha* Komai, a fruit tree pest occurring in the northeast Asia, was firstly reported to infest apple in Korea in 2009, but its direct damage to other fruit trees has been poorly studied. In this study, we investigated shoots and fruits of both peach and plum trees and compared their damage rates by *G. dimorpha* to those by *G. molesta*, a congeneric species. In order to discriminate the two moth species, we developed a molecular diagnosis method using species-specific primer sets on different PCR conditions and distinguished the two species collected from the damaged shoots or fruits. The shoots and fruits of peach were infested mostly by *G. molesta*. However, in plums, the shoots were damaged by *G. molesta* and the fruits mostly by *G. dimorpha*. In addition, these two species showed a clear difference in host preference in fruit damage, where 92.5% of the *Grapholita* moths collected in peach fruits were identified as *G. molesta*, but 97.0% of the moths in plum fruits were *G. dimorpha*. The difference of the damage between the two fruit trees may give important information for monitoring of the two moth species in these orchards.

Key words: *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha*, Peach, Plum, Molecular diagnosis

초록: 복숭아순나방붙이(*Grapholita dimorpha* Komai)는 동북아시아에 주로 발생하는 과수 해충으로, 국내에서는 2009년에 사과에 피해를 준다는 것이 보고되었으나, 그 이외의 과수에서는 직접적인 피해가 명확히 알려지지 않았다. 본 연구는 핵과류인 복숭아와 자두를 대상으로 복숭아순나방류의 피해로 보이는 피해순과 피해과를 채집하여, 복숭아순나방붙이와 그 유사종인 복숭아순나방(*Grapholita molesta* Busck)의 피해율을 비교 조사하였다. 두 유사종의 정확한 구별을 위해 우선 종 특이적 프라이머와 PCR 반응조건을 이용한 분자동정법을 개발하였다. 복숭아와 자두의 신초와 과실을 가해하는 종을 야외에서 채집하여 분자동정법으로 확인한 결과, 복숭아의 신초와 과실은 거의 모두 복숭아순나방이 가해하였으며, 자두는 신초의 경우 복숭아순나방이, 과실의 경우 복숭아순나방붙이가 주로 가해하는 것으로 나타났다. 즉, 복숭아와 자두에서 조사한 신초는 모두(100%) 복숭아순나방에 의해 피해를 받았으나, 복숭아 과실은 대부분(92.5%) 복숭아순나방이, 자두 과실은 대부분(97.0%) 복숭아순나방붙이가 가해하는 것으로 나타났다. 본 연구결과는 복숭아순나방붙이가 복숭아 보다는 자두 과실에 주로 피해를 준다는 것을 보여주며, 특히 자두 나무에서도 신초와 과실에 따라 각기 다른 종이 피해를 준다는 점을 보여준다. 이렇게, 기주식물에 따라 두 유사종의 가해특성이 다른 것은 복숭아와 자두과원에서 두 종의 발생을 예측하는데 중요한 정보를 제공할 것으로 여겨진다.

검색어: 복숭아순나방붙이, 복숭아순나방, 복숭아, 자두, 분자동정법

복숭아순나방(*Grapholita molesta* Busck, the oriental fruit

moth)은 원래 우리나라를 비롯하여 동북아시아에 분포하던 과수해충으로(Machida and Aoyama, 1931), 20세기 초반에 미국으로 건너간 이래로 현재는 아메리카, 유럽, 아프리카, 오스트레일리아 등 전세계의 온대 및 아열대 지역에 분포하고 있다(Rothschild and Vickers, 1991). 복숭아순나방은 장미과

*Corresponding author: cyyang@korea.kr

Received October 22 2013; Revised November 5 2013

Accepted November 6 2013

Table 1. PCR primer sets used to amplify mitochondrial COI region of *Grapholita molesta* and *G. dimorpha*

Species	Primer name	Sequence (5' - 3')	Annealing temp. (°C)	Product length (bp)
<i>G. molesta</i>	GrapM428-F	TTGATTAGTACCATTAATATTAGGT	61	427
	GrapM-R	AGGGTCAAAAAATGAAGTATTAAGA		
<i>G. dimorpha</i>	GrapD428-F	CTGATTAGTGCCTCTTATATTAGGT	65	427
	GrapD-R	GGGGTCAAAAAAGAAGTATTAAGG		

Table 2. Field collection and identification of the two species, *G. molesta* and *G. dimorpha*, from shoots and fruits in peach and plum orchards in 2013

Host plant	Tissue damaged	Site	Date collected	Species		Chi-Square test	
				<i>G. molesta</i>	<i>G. dimorpha</i>	X^2	<i>p</i> value
Peach	shoot	Eumseong	8. 29	4	0	0	<i>p</i> =0.0000
		Suwon	9. 5	17	0		
		Hwaseong	9. 30	25	0		
		Total		46	0		
		(%)		(100.0)	(0.0)		
	fruit	Suwon	7. 29	19	0	67.1	<i>p</i> <0.0001
		Hwaseong	7. 29	10	4		
		Hwaseong	8. 26	22	2		
		Suwon	8. 26	34	1		
		Eumseong	8. 29	1	0		
Total			86	7			
	(%)		(92.5)	(7.5)			
Plum	shoot	Gimcheon	8. 14	3	0	0	<i>p</i> =0.0000
		Hwaseong	8. 14	9	0		
		Suwon	9. 5	25	0		
		Hwaseong	9. 5	6	0		
		Total		43	0		
		(%)		(100)	(0.0)		
	fruit	Hwaseong	7. 29	1	38	146.6	<i>p</i> <0.0001
		Suwon	7. 29	3	26		
		Hwaseong	7. 29	0	28		
		Gimcheon	7. 29	1	5		
		Gimcheon	8. 8	0	11		
		Gimcheon	8. 14	0	20		
		Hwaseong	8. 14	0	33		
Total			5	161			
	(%)		(3.0)	(97.0)			

(Rosaceae)에 속하는 식물을 가해하는 협식성 곤충으로, 미국과 유럽에서는 복숭아가 주요 기주식물이고 사과와 배가 2차 기주식물로 알려져 있다(Rothschild and Vickers, 1991; Najjar-Rodriguez et al., 2013). 우리나라에서도 주로 복숭아의 해충으

로 여겨져 오다가 1990년대에 배 과원에 많은 피해를 주었으며 (Yang et al., 1995; Yang et al., 2001), 2000년대에 들어서는 사과의 주요 해충으로 관심을 받게 되었다(Choi et al., 2008). 그런데, 최근 유사종인 복숭아순나방붙이가 복숭아순나방과 함

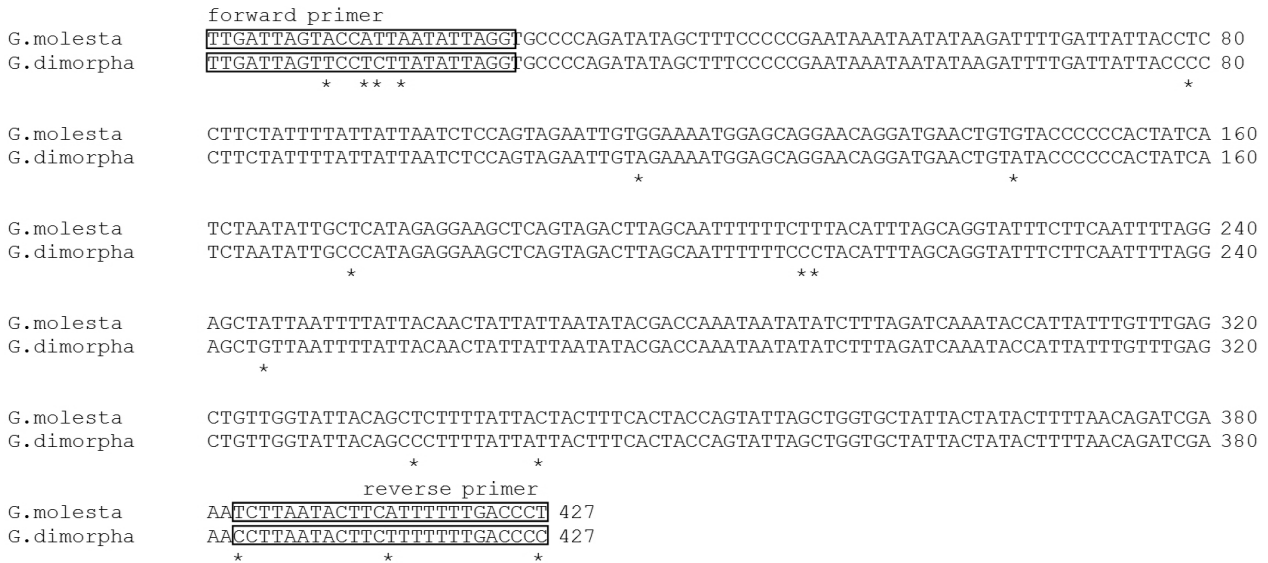


Fig. 1. Alignment of partial mtCOI DNA sequences from *G. molesta* (HQ538466.1) and *G. dimorpha* (AB603522.1). Asterisk (*) under the alignment indicates a polymorphic site of the nucleotide between two sequences. Forward and reverse primers used in this study are shown in open boxes.

게 발생한다는 보고가 있어(Choi et al., 2009; Jeong et al., 2012; Jung et al., 2012), 해당종의 발생이 확대 해석되어왔을 가능성이 제기된 바 있다(Jung et al., 2012).

복숭아순나방붙이(*Grapholita dimorpha* Komai, the plum fruit moth)는 일본(Komai, 1979)에서 처음 보고된 이래, 한국(Park and Kim, 1986), 중국(Yan et al., 1999), 러시아(Beljaev and Ponomarenko, 2005) 등에서도 보고되면서, 현재 동북아시아 지역에 국한하여 발생하는 것으로 보인다. 복숭아순나방붙이의 기주범위는 복숭아순나방의 기주범위와 유사하게 핵과류 과수를 주로 가해하는 것으로 알려져 있다(Rothschild and Vickers, 1991). 일본에서는 자두와 사과에 문제를 일으키는 것으로 보고되었으며(Komai, 1979; Yoshizawa, 2008), 우리나라에서는 사과에 피해를 주는 것이 처음으로 보고된 이래(Choi et al., 2009), 최근 배과원과 자두과원에서 복숭아순나방붙이의 발생이 보고되었다(Jeong et al., 2012; Jung et al., 2012). 현재 상용화된 성페로몬 트랩을 이용하여 두 유사종을 따로 예찰하는 방법을 사용하고 있으나, 교차유인으로 인해 두 종의 발생 빈도와 발생밀도를 정확히 예측하기 어려운 실정이다(Jung et al., 2012). 성페로몬 트랩 결과만으로는 과수에 피해를 준다는 직접적인 증거가 될 수 없기 때문에, 두 유사종이 실제로 어떻게 피해를 주는지에 대한 직접적인 연구가 필요한 실정이다.

이를 위해, 본 연구에서는 (1) 두 유사종을 대상으로 유충 상태에서 구별할 수 있는 분자동정법을 개발하였고, (2) 복숭아와 자두나무에서 복숭아순나방류의 피해를 받은 것으로 보이

는 신초와 과실을 채집하여 분자동정법으로 두 유사종을 구별하였다. 이를 통하여 복숭아와 자두에서 두 종의 직접적인 가해 여부를 확인하였고, 기주에 따른 두 종의 발생 비율을 조사하여 가해 특성의 차이를 알아보았다.

재료 및 방법

피해순 및 피해과로부터 해충 채집

2013년에 복숭아(화성, 수원, 음성)와 자두(화성, 수원, 김천) 과원에서 복숭아순나방류의 피해를 받은 것으로 보이는 신초와 과실을 채집하였다(Table 2). 수거해온 피해순에서 유충을 찾아내어 개체별로 마이크로 튜브에 담았고, 피해과는 25°C 및 16L:8D 조건에 두고 성충이 우화할 때까지 기다렸다가 복숭아순나방류로 보이는 성충을 개체별로 마이크로 튜브에 담았다. 튜브에 담긴 유충 또는 성충 개체 시료는 분자동정을 위해 바로 DNA를 추출하거나, 추출할 때까지 -20°C에 보관하였다.

종 특이적 프라이머 제작

NCBI에 등록된 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 미토콘드리아COI 유전자 서열을 각각 확보하여(GenBank accession numbers: HQ538466.1 and AB603522.1), ClustalW 방법으로 서열을 정렬하여 비교하였고, Primer3 소프트웨어(Untergasser

et al., 2012)를 이용하여 두 서열간에 차이가 나는 부위를 중심으로 두 종 각각에 대한 종 특이적 forward 및 reverse 프라이머를 설계하였다(Fig. 1). 복숭아순나방 특이적 프라이머로 GrapM428-F와 GrapM-R을, 복숭아순나방붙이 특이적 프라이머로 GrapD428-F와 GrapD-R을 (주)바이오니아에 의뢰하여 합성하였다.

복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 분자동정

1.5 ml 마이크로 튜브에 들어있는 개체를 작은 모터가 달린 균질기를 이용하여 마쇄한 후, *AccuPrep*® Genomic DNA Extraction Kit (Bioneer, Korea)를 이용하여 DNA를 추출하였다. 두 유사종의 구별을 위해 개발한 종 특이적 프라이머 세트를 각각 따로 사용하여 PCR 반응을 수행하였다(Table 1). PCR 반응액은 추출한 DNA template 1 µl, 프라이머 각각 1 µl씩, 증류수 38 µl, 10 mM dNTP 1.5 µl, 25 mM MgCl₂ 2 µl, 10 × PCR buffer 5 µl, *Taq* polymerase 0.5 µl (2.5U)로 제작하였으며, thermal cycler (PCR Thermal Cycler Dice, TaKaRa, Japan)를 이용하여 다음과 같은 PCR 반응을 수행하였다. 94°C에서 2분간 초기 불활성화 후, 94°C에서 1분, 61°C (복숭아순나방) 또는 65°C (복숭아순나방붙이)에서 1분, 72°C에서 1분 30초의 증폭 과정을 35회 반복하였고, 마지막으로 72°C에서 10분간 추가 사슬연장 반응을 실시하였다. PCR 산물은 loading dye로 염색한 후, 2% agarose gel에서 전기영동하여 확인하였다.

통계분석

복숭아와 자두의 신초와 과실 각각에 대해 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 발생 차이를 확인하기 위해, 두 곤충의 발생 빈도수를 이용하여 χ^2 검정을 실시하였다(SAS Institute, USA).

결과

분자동정

복숭아순나방과 복숭아순나방붙이 미토콘드리아 COI 부위에 대해 종 특이적인 프라이머와 반응조건을 이용하여 PCR을 수행한 결과, 두 프라이머 조합과 각각의 annealing 온도조건에서 종 특이적인 반응산물을 만들었다. 두 가지 PCR 반응산물은 모두 427 bp로 단편의 길이가 같지만, 반응조건(annealing 온도)에 따라 PCR 반응의 성공 여부가 결정되는 종 특이적인 결과를 보였다(Fig. 2).

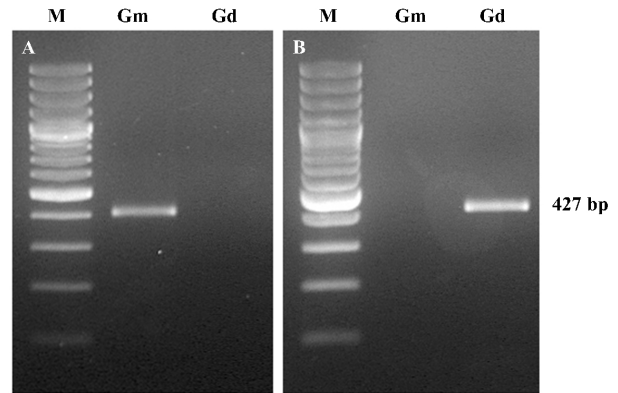


Fig. 2. PCR products of partial mitochondrial COI sequences amplified by the species-specific diagnostic primers for the two species, *G. molesta* (Gm) and *G. dimorpha* (Gd). Demonstrative PCR amplifications were performed either with Gm-specific (A) or with Gd-specific (B) diagnostic primers.

신초 및 과실 가해 종

복숭아와 자두에서 신초와 과실을 가해하는 복숭아순나방류를 채집하여 앞에서 개발한 분자동정법을 이용하여 두 종의 발생 비율을 각각 조사한 결과, 복숭아의 경우 신초와 과실 모두 복숭아순나방이 주로 가해하는 것으로 나타났다. 복숭아 신초에서 발견된 유충은 모두 복숭아순나방이었으며, 과실을 가해하는 것도 대부분(92.5%) 복숭아순나방이었다. 반면에, 자두의 경우 신초는 모두 복숭아순나방이 가해하는 것으로 나타났으나, 과실은 주로(97.0%) 복숭아순나방붙이가 가해하였다(Table 2).

고찰

본 연구는 유사종인 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 분자동정법을 개발하고, 이 방법을 복숭아와 자두 과원에 발생하는 두 종의 구별에 활용하여, 신초와 과실에 따라 실제 피해를 주는 우점종이 두 기주식물에 따라 다르다는 것을 보여준다.

우선, 본 연구를 통해 개발된 종 특이적 프라이머 세트와 PCR 반응조건은 기존에 알려진 방법들과는 다른 것이다. Hada and Sekine (2011)는 본 연구와 동일한 미토콘드리아 COI을 대상으로, 한 가지 reverse 프라이머와 두 종에 각각 특이적인 뿐만 아니라 결합위치도 다른 두 가지 forward 프라이머를 함께 섞어 PCR을 하는 multiplex PCR 방식을 보고한 바 있다. 이 방법에 따르면 복숭아순나방은 513 bp, 복숭아순나방붙이는 1340 bp의 서로 다른 길이의 단편을 한번의 PCR 반응으로 확인할 수 있다고 하였다. 그러나 복숭아순나방붙이에 특이적인

라고 하는 forward 프라이머(GdCOI-F2L)의 염기서열이 실제 복숭아순나방붙이의 염기서열과 3군데에서 다른 것이 발견되었다. 이는 COI의 부분 염기서열을 사전에 동정할 때, 이 프라이머보다 5' 방향으로 단지 2개의 염기가 이동한 위치에 결합하는 유니버설 프라이머(CJ-J-1718)를 이용하여 클로닝 및 시퀀싱을 하고, 그 염기서열 정보를 가지고 forward 프라이머를 제작하였기 때문에 생긴 오류로 추정된다. 이 프라이머는 복숭아순나방 염기서열과도 3군데에서 불일치하는 것으로 나타나, 종 특이적인 PCR을 수행 시 불명확한 결과를 나타낼 가능성이 있다. 한편, Jung and Kim (2013)은 미토콘드리아에 있는 NADH dehydrogenase 4 (ND4) 유전자의 염기서열 일부를 PCR한 후 제한효소 *SwaI*를 처리하여 만든 단편들의 다형성으로 두 종을 구별하는 PCR-RFLP 방법을 보고하였다. 여기에 더하여, 동일한 ND4 부위를 대상으로 제한효소 처리 단계가 필요 없이 종 특이적인 프라이머만을 이용하는 방법도 함께 제시하였다(Jung and Kim, 2013). 본 연구 결과는 COI 부위를 대상으로 하는 분자동정법을 추가로 제시하고 있으며, 기존의 방법과 병행한다면 종 구별의 정확도를 한층 더 높일 수 있을 것으로 보인다.

자체 개발한 분자동정법을 이용하여 자두과원에서 직접 채집한 해충을 동정한 결과, 복숭아순나방붙이가 자두 과실에 직접적인 피해를 준다는 것을 확인하였다. 복숭아순나방붙이가 자두 과실을 가해한다는 것은 이미 일본에서도 알려져 있으나(Komai, 1979; Oku et al., 1988; Takanashi et al., 2009), Table 2에서 보는 바와 같이, 자두나무의 신초를 가해하는 것이 복숭아순나방이라는 점은 새로 밝혀진 사실이다. 반면에, 복숭아순나방붙이 암컷은 자두 과실 표면에 한 두개의 알을 낳고, 부화한 유충이 표면에 작은 구멍을 뚫고 들어가 식해하며(Oku et al., 1988), 노숙 유충은 과실 표피 바로 아래에서 고치를 만들어 그 속에서 번데기가 된다고 알려져있다(Komai, 1979). 이렇게 복숭아순나방붙이의 생활사가 자두의 신초보다는 과실과 밀접한 관계가 있다는 점은 본 연구결과와 일치한다. 또한, 자두나무 내에서 두 유사종이 신초와 과실을 각기 따로 가해한다는 점 또한 주지할 만한데, 같은 기주식물 내의 서로 다른 먹이자원에 따라 두 종의 공간분포가 달라지는 것이 먹이 종류의 차이에 의한 것인지, 혹은 두 종 간의 경쟁에 의한 것인지는 아직 알려진 바가 없다. 다만, 본 연구결과를 통해, 자두의 신초를 가해한 복숭아순나방 유충이 과실로 이동하지 않고 다른 신초로 옮겨가면서 발육단계를 이어가고, 반면에 과실을 가해한 복숭아순나방붙이 유충은 과실에만 머문다는 것을 간접적으로 알 수 있지만, 신초만 존재하는 봄철 생육초기에는 두 곤충이 어떻게 피해를 주는지에 대해서는 추가 조사가 필요하다.

한편, 같은 핵과류에 속하는 복숭아의 과실에서는 두 종 가운데 복숭아순나방에 의한 피해가 우점하는 것으로 나타났다(Table 2). 복숭아순나방이 우리나라에서는 사과와 주요 해충으로 알려져 있기는 하지만(Choi et al., 2008), 사과 과실에서는 두 종에 의한 피해가 2:1(복숭아순나방:복숭아순나방붙이)의 비율로 혼재되어있는 것과 비교하면(Choi et al., 2009), 복숭아에 대한 복숭아순나방의 선호성이 매우 뚜렷하다는 것을 알 수 있다. 또한 복숭아와 자두의 신초를 가해하는 것은 모두 복숭아순나방이라는 결과도 주지할 만한데, 사과와 배나무를 비롯한 다른 과수에서도 동일하게 적용되는 현상인지 확인해 볼 만하다. 더 나아가 두 유사종의 기주범위와 피해부위를 보다 면밀하게 조사한다면, 종 분화와 관련된 기주식물의 영향 등을 구명하는데 도움이 될 것으로 보인다.

복숭아순나방붙이가 복숭아에서는 실제적인 피해를 거의 주지 않기 때문에, 지금까지 복숭아에서 보고된 복숭아순나방 연구결과에는 별다른 영향을 미치지 않을 것으로 보인다. 반면에, 자두에서의 복숭아순나방 연구는 국내에서 거의 이루어지지 않았기 때문에, 앞으로 두 종을 잘 구별하여 조사하면 될 것으로 보인다. 사과와 배 등에서도 두 유사종의 직접적인 피해 비율을 정확히 구명한다면, 앞으로 발생 예찰 및 발생 생태 등의 연구와 해충관리 전략수립에 도움이 될 것으로 기대된다.

Literature Cited

- Beljaev, E.A., Ponomarenko, M.G., 2005. New lepidopterological finds (Lepidoptera: Gelechiidae, Tortricidae, Geometridae) in south of Russian Far East. Far Eastern Entomologist N 155, 1-11.
- Choi, K.H., Lee, D.H., Byun, B.K., Mochizuki, F., 2009. Occurrence of *Grapholita dimorpha* Komai (Lepidoptera: Tortricidae), a new insect pest in apple orchards of Korea. Korean J. Appl. Entomol. 48, 417-421.
- 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. Korean J. Appl. Entomol. 47, 17-22.
- Hada, H., Sekine, K.T., 2011. A diagnostic multiplex polymerase chain reaction method to identify Japanese internal apple-feeding lepidopteran pests: *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha* (Lepidoptera: Tortricidae), and *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae). Appl. Entomol. Zool. 46, 287-291.
- 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. Korean J. Appl. Entomol. 51, 449-459.

- Jung, C.R., Kim, Y., 2013. Different types of fruit damages of three internal apple feeders diagnosed with mitochondrial molecular markers. *J. Asia-Pacific Entomol.* 16, 189-197.
- 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 pheromone lure. *Korean J. Appl. Entomol.* 51, 479-484.
- Komai, F., 1979. A new species of the genus *Grapholita* TREITSCHKE from Japan allied to the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (BUSCK) (Lepidoptera: Tortricidae). *Appl. Entomol. Zool.* 14, 133-136.
- Machida, T., Aoyama, A., 1931. Pests in Korea: Pests of fruit trees, Ext. Lite. Hal., Tokyo, pp. 53-57.
- Najar-Rodriguez, A., Bellutti, N., Dorn, S., 2013. Larval performance of the oriental fruit moth across fruits from primary and secondary hosts. *Physiol. Entomol.* 38, 63-70.
- Oku, T., Ohira, Y., Wakou, M., 1988. Preliminary notes on a plum (*Prunus salicina*) fruit moth, *Grapholita dimorpha* Komai (Lepidoptera: Tortricidae). *Bull. of the Fruit Tree Research Station. Series C. Morioka* (no.15) 49-64.
- Park, K.T., Kim, J.M., 1986. Moths collected in the northern part of civilian control line neighbouring D.M.Z. *Korean J. Plant Prot.* 25, 77-83.
- Rothschild, G.H.L., Vickers, R.A., 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth, in: Van der Geest, L.P.S., Evenhuis, H.H. (Eds.), *Tortricid pests: their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science Publishers, The Netherlands, pp. 389-412.
- Takanashi, M., Haji, T., Adachi, Y., Arai, T., Ihara, F., Mochizuki, F., 2009. Occurrence and host plants of *Grapholita dimorpha* (Lepidoptera: Tortricidae) in central areas of Iwate Prefecture. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 60, 253-258.
- Untergrasser, A., Cutcutache, I., Koressaar, T., Ye, J., Faircloth, B.C., Remm, M., Rozen, S.G., 2012. Primer3 - new capabilities and interfaces. *Nucleic Acids Research* 40(15), e115.
- Yan, S., Liu, Y., Li, M., 1999. *Grapholita dimorpha* - a new record pest damaging fruit trees of China. *Forest Pest and Disease* 18, 15-16.
- Yang, C.Y., Han, K.S., Boo, K.S., 2001. Occurrence of and damage by the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in pear orchards. *Korean J. Appl. Entomol.* 40, 117-123.
- Yang, C.Y., Kim, J.Y., Yun, S.K., Jang, H.Y., Kim, K.Y., 1995. Occurrence survey of diseases and pests on pear tree. *Annu. Rept. NHRI, RDA, Suwon*, pp. 939-943.
- Yoshizawa, E., Daerunoru, S., Kaneko, M., 2008. Occurrence of *Grapholita dimorpha* in Nagano apple orchards. *Plant Prot. Jpn.* 62, 556-559.