식물병연구
Research Article | Open Access
Res. Plant Dis. 25(4): 173-178 (2019)
https://doi.org/10.5423/RPD.2019.25.4.173

오디 생산용 뽕나무에 발생하는 균핵병과 뽕나무이의 약제 방제체계

Chemical Management Strategies for Popcorn Disease and Mulberry Sucker on Fruit-Producing Mulberry

***Corresponding author**
Tel: +82-63-290-6183
Fax: +82-63-290-6198
E-mail: mk8911@korea.kr

최민경* · 김주희 · 장수지 · 전형권

전북농업기술원 농업환경과

Min-Kyung Choi*, Ju-Hee Kim, Su-Ji Jang, and Hyong-Gwon Chon

Division of Agricultural Environment, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

From our field investigation from 2017 to 2018, five diseases and four insect pests have been identified as the primary biotic stressors of fruit-producing mulberry, which include popcorn disease and mulberry sucker, respectively. In this study, we examined the relative control effects of selected agro-chemicals against the popcorn disease and mulberry sucker. Our systemic treatment methods to simultaneously control the popcorn disease and the mulberry sucker indicated that an integrated control method showed a superior result with the control efficacy of 89.3%, while a conventional control method resulted in 66.7%. As a result, we concluded that it is much efficient to control both disease and insect pest in mid-April while sequentially applying chemicals only for the popcorn disease from February. By considering the ecological aspects of the popcorn disease and mulberry sucker, this systemic treatment will be able to reduce the labor of growers required for the control.

Received November 28, 2019
Accepted December 13, 2019

Keywords: Chemical control system, Mulberry, Mulberry sucker, Popcorn disease

서 론

오디(mulberry)는 뽕나무속(*Moraceae*), 뽕나무과(*Morus alba* L.)의 열매이며 5–6월경에 검은색 또는 자홍색으로 성숙하면 채취하여 식용이나 약용으로 이용한다. 최근에는 항염증, 항당뇨, 고지혈증 개선 및 혈압저하 기능 작용(Kim 등, 1996, 1998)과 항산화 활성(Choi 등, 2012)과 같은 우수한 기능성이 보고되면서 건강 기능성에 대한 관심 및 수요 증가로 오디의 생산성 향상에 큰 관심을 갖게 되었다(Sung 등, 2015). 오디 생산용 뽕나무 재배면적, 생산량 및 생산액은 안정적으로 유지되고 있는데 2007년 재배면적 및 생산량은 각각 744 ha, 2,050 M/T 이었으나 2018년에는 1,011 ha, 5,208 M/T으로 증가 되었으며 향후 오디 생산과 수요는 증가할 것으로 예상되고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2018).

오디 재배에서 가장 문제시 되는 오디 균핵병은 2007년부터 해마다 발병이 늘어 피해가 증가하는 추세이다(Ahn 등, 2013). Hong 등(2007a)은 국내에서 *Ciboria shiraiana*와 *Sclerotinia shiraiana* 2종의 병원균이 발생한다고 보고하였으며, 같은 해에 국내 여러 지역에서 품종에 따른 균핵병 발생양상 조사와 비닐이나 부직포로 지표면을 피복한 포장에서는 피복하지 않은 포장, 볏짚을 피복한 포장에 비해 병 발생이 훨씬 낮았다고 보고하였다(Hong 등, 2007b). 또한 뽕나무 재배기간 중 기상환경과

Research in Plant Disease
pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191
www.online-rpd.org

ⓒ The Korean Society of Plant Pathology
ⓒ This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Characterization of treated pesticide in experiments

Category	Common name	AI (%)	Formulation	Dilution
Popcorn disease	Hexaconazole·thifluzamide	2+1	GR	4 kg/10a
	Sulfur	80	WG	100×
	Thiophanate-methyl·triflumizole	45+15	WP	1,000×
Mulberry sucker	Dinotefuran	20	WG	1,000×
	Amitraz	20	EC	1,000×

AI, active ingredient; GR, granule; WG, water-dispersible granule; WP, wettable powder; EC, emulsifiable concentrate.

눈마름병의 발생관계를 분석한 결과(Kim 등, 2017) 등이 보고되었을 뿐 흰가루병, 녹병 등 기타 병해에 대한 최근 연구는 미흡한 실정이다.

오디 생산용 뽕나무의 주요 해충에 관한 발생생태 및 방제방법에 관한 연구 또한 미흡한 실정인데 오리나무좀(*Xylosandrus germanus*), 뽕나무이(*Anomoneura mori*), 총채벌레류, 흰불나방(*Tetranychus urticae*) 등이 발생이 많은 것으로 보고되었다(Kang, 2011). Lim 등(2017)은 전북지역 오디 생산용 뽕나무에 33종의 해충이 발생하고 있으며 그 중 뽕나무총채벌레(*Pseudodendrothrips mori*), 뽕나무이, 뽕나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis pentagona*), 뽕나무애바구미(*Baris deplanata*), 뽕나무가지나방(*Menophra atrilineata*), 점박이응애(*Tetranychus urticae*)가 큰 피해를 준다고 보고하였다.

오디 생산용 뽕나무의 주요 병인 균핵병에 의한 피해는 20–30% 정도로 추정되고 있으며, 해충인 뽕나무이는 해마다 다발생하여 약충의 흡즙피해와 하얀 왁스물질을 분비하여 그을음병을 유발하고 있다. 따라서 본 연구는 각각의 병과 해충에 대하여 독립적으로 연구되었던 것을 벗어나 발생생태에 맞춘 적기 방제와 노동력 절감을 통한 방제의 효율성을 높이기 위하여 균핵병과 뽕나무이에 대한 약제 방제체계를 설정하고 그 방제효과를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

오디 생산용 뽕나무 병해충 발생 조사. 전북지역 오디 주요 재배지인 부안(8포장), 고창(2포장), 익산(1포장)의 관행재배 포장에서 과상2호 품종에 발생하는 병해충 종류 및 발생양상을 조사하였다. 조사 시기는 오디 수확 전인 3월부터 6월까지 15일 간격으로 농작물 병해충 예찰요강(Rural Development Administration, 2016)에 준하여 조사하였다. 균핵병은 나무별로 무작위로 선정한 가지에서 300개 이상의 열매에 대한 발병과율을 조사하였고, 뽕나무이는 가지당 100잎에 대한 피해엽률과 발생밀도를 조사하였다.

시험약제. 사용한 약제는 농약정보서비스(http://pis.rda.go.kr)에 오디 생산용 뽕나무에 균핵병과 뽕나무이 방제용으로 품목이 등록된 약제로, 시판되고 있는 제품을 이용하였으며 각 약제들에 대한 유효성분과 제형, 추천농도 등은 Table 1과 같다.

약제 방제체계 설정 및 방제효과. 오디 균핵병과 뽕나무이에 대한 약제처리 방제효과 시험은 2017년도와 2018년도의 2월부터 6월까지 수행하였다. 시험품종은 균핵병에 감수품종인 "과상 2호"였고 익산소재의 전라북도농업기술원 시험포장(7년생)에서 난괴법 3반복으로 시험하였다.

방제체계 확립을 위한 약제의 처리순서는 약제의 등록사항과 오디의 수확시기를 고려하여 안전사용 기준 참조 후 구성하였다. 약제처리 방법은 hexaconazole·thifluzamide 입제의 경우 월동 후 토양 살포하였고 황Sulfur 입상수화제는 월동 후 수관전면 살포, thiophanate-methyl·triflumizole 수화제는 개화기 전·후에 경엽처리하였다. 살충제인 dinotefuran 입상수화제와 amitraz 유제는 발생초기 경엽살포하였다. 2017년도에는 균핵병과 뽕나무이 각각에 대한 약제를 Table 2와 같이 단용처리와 교호처리하여 방제효과를 분석하였으며, 2018년도에는 균핵병과 뽕나무이 약제를 순차적으로 체계 처리하여(Fig. 1) 균핵병 발병과율과 뽕나무이 피해엽률에 대한 방제가를 분석하였다. 방제효과는 무처리구와 시험포장 주변 관행방제 농가의 포장에서 동일한 시기에 병해충 발생률을 조사하여 아래와 같이 산출하였다.

$$\text{방제가(\%)} = \frac{(\text{무처리구 발병과율} - \text{처리구 발병과율}) \times 100}{\text{무처리구 발병과율}}$$

통계분석. 오디 균핵병과 뽕나무이의 방제가는 통계프로그램 R ver. 3.6.1 (The R Foundation, Vienna, Austria)을 이용하여

Table 2. Pesticides combination for control of popcorn disease and mulberry sucker in 2017

Pest	Treatment	Processing contents	
		Spraying time	No. of times
Popcorn disease	(1) Hex·thi	Mid of February	1
	(2) S	Early of March	1
	(3) Thi·tri	Mid of Aprril	2
	(4) Hex·thi → S → Thi·tri	Mid of February → Early of March → Mid of April	1 → 1 → 2
Mulberry sucker	Di → Ami → Di	Early of April →Mid of April → Last of April	1 → 1 → 1
No treatment	-	-	-

Hex·thi, hexaconazole·thifluzamide; S, sulfur; Thi·tri, thiophanate-methyl·triflumizole; Di, dinotefuran; Ami, amitraz.

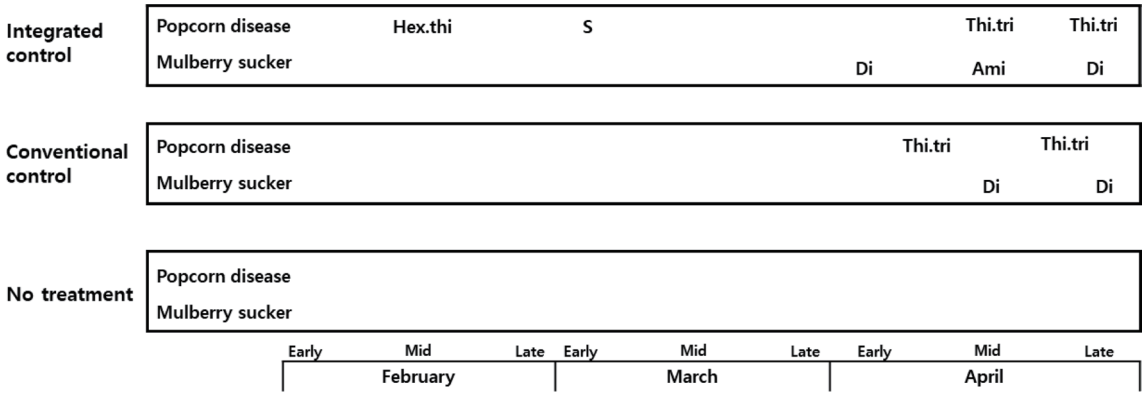

Fig. 1. Sequential application of each pesticide for the control of Popcorn Disease and Mulberry Sucker in 2018. Concentration in spraying pesticides was followed by the registered label for each crop. Ami, amitraz; Di, dinotefuran; hex·thi, hexaconazole·thifluzamide; S, sulfur; Thi·tri, thiophanate-methyl·triflumizole.

독립적인 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 통해 평균값 간 통계적 유의성(α=0.05)을 확인하였고, 이후 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 처리구간별 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

오디 생산용 뽕나무 병해충 발생 양상. 전북지역에서 오디의 수확은 5월 중순부터 시작되며 수확 후 7월 상순 전까지 전정을 완료하는데 이때 뽕나무에 가장 큰 피해를 주는 병해는 2017년도와 2018년도 모두 균핵병인 것으로 조사되었다(Table 3). 이러한 결과는 균핵병이 2007년도부터 피해가 증가하기 시작하였으며 오디 생산에 가장 심하게 피해를 준다는 Ahn 등(2013)의 보고와 일치하였다. 2018년도의 뽕나무 병해 조사결과 피해순위는 균핵병, 녹병, 눈마름병, 점무늬병, 흰가루병 순으로 높았는데(Table 3), 연차별로 피해정도는 달랐으며 2017년도 대비 균핵병은 평균 6.52% 눈마름병은 1.3% 증가하였다. 또한 그늘지고 음습한 일부 포장에서 녹병이 관찰되었는데 발병엽률이 최대 33.4%이었고 방제에 소홀 할 경우 이듬해에 같은 증상이 반복될 수 있으므로 적용약제 등록이 필요할 것으로 판단된다.

2017년도와 2018년도 해충 피해 조사결과 뽕나무이가 해마다 가장 큰 피해를 주었다(Table 4). 이러한 결과는 오디용 뽕나무에 가장 큰 피해를 주는 해충은 뽕나무이었다는 Lim 등(2017)의 보고와도 일치하였다. 2018년도 오디 수확 전·후 시기의 피해순위는 뽕나무이, 미국흰불나방, 뽕나무명나방, 노린재 순으로 높았다(Table 4). 뽕나무이는 4월 상순부터 성충이 날아와 200–300개의 알을 낳고, 약 2주가 경과하면 부화하여 피해가 확산되는 것으로 알려져 있는데(Ahn 등, 2013; Kim 등, 2015) 본 조사에서도 유사한 발생 양상을 나타내었다. 따라서 가장 큰 피해를 주는 균핵병과 뽕나무이의 발생 시기를 고려하여 방제를 위한 체계처리를 설정하였다.

오디 균핵병 약제 처리에 따른 방제효과. 오디 균핵병에 등록되어있는 약제 중에서 3품목을 선정하여 각 품목별

Table 3. Occurrence of major diseases observed on mulberry plants in Jeonbuk province from 2017 to 2018

Year	Diseases species	Rank of damage	Disease rate (%)	Occurrence period	Plant part affected
2017	*Sclerotinia shiraiana, Scleromitrula shiraiana*	1	0.08 (0–0.3)[a]	May–Jun	Fruit
	Fusarium lateritium	2	0.1 (0.1–0.1)[b]	Mar–Jun	Twig, flower buds
2018	*Sclerotinia shiraiana, Scleromitrula shiraiana*	1	6.6 (0–31.5)[a]	May–Jun	Fruit
	Aecidium mori	2	6.0 (0–33.4)[b]	May–Jun	Leaf, Fruit
	Fusarium lateritium	3	1.4 (0–28.8)[b]	Mar–Apr	Twig, flower buds
	Phloeospora maculans	4	0.1 (0–2)[a]	From Jun	Leaf
	Phyllactinia moricola	5	0.4 (0–11.3)[b]	From Jun	Leaf

[a]Diseased fruits rate (%).
[b]Diseased leaves rate (%).

Table 4. Occurrence of major insect pests observed on mulberry plants in Jeonbuk province from 2017 to 2018

Year	Insect species	Rank of damage	Damaged leaves rage (%)	Occurrence period	Plant part affected
2017	*Anomoneura mori*	1	0.2 (0–0.5)	Apr–Jun	Leaf, fruit
2018	*Anomoneura mori*	1	2.4 (0–15.3)	Apr–Jun	Leaf, fruit
	Hyphantria cunea	2	2.9 (0–76.9)	From Jun	Leaf, fruit
	Glyphodes pyloalis	3	0.5 (0–11.7)	From Jun	Leaf
	Pentatomidae	4	0.6 (0–5)	Mar–Apr	Leaf

단용처리와 3품목을 교호로 처리한 결과 단용처리하였던 hexaconazole·thifluzamide 입제, sulfur 입상수화제는 방제효과가 없었지만 thiophanate-methyl·triflumizole 수화제를 단용처리했을 때와 3품목의 약제를 교호로 2월 중 뽕나무 주변 토양 전면에 hexaconazole·thifluzamide 입제를 처리하여 월동 균핵의 발아를 예방하고 3월 초에 Sulfur 입상수화제를 수관 전면에 처리하여 포자의 침입을 예방한 다음 개화기 전·후인 4월 중순에 thiophanate-methyl·triflumizole 수화제를 살포하는 교호처리 방법이 각각 방제가 83.3%, 90%로 우수하였다(Table 5). 그러나 2017년도에는 기상환경의 영향으로 무방제구의 발병률이 6.0%로 매우 낮아 약제처리에 의한 방제효과를 확신할 수 없었다. 균핵병의 감염경로는 지난해 발생 포장이나 주변 야생 뽕나무에서 월동한 균핵이 봄철 기온이 상승함에 따라 발아하여 4월 하순부터 5월 하순까지 자낭반을 형성하고 자낭포자가 화기감염하는 것으로 보고된 바 있으므로(Hong 등, 2007a, 2007b) 감염경로를 고려한 교호처리가 대발생을 예방할 수 있는 효과적인 방제방법으로 생각된다. 또한 4월에 뽕나무이 방제와 함께 균핵병 교호처리를 실시할 경우 방제 체계처리에 의한 상승효과도 있음을 확인하였다(데이터 미제시).

Table 5. Control effect of four spraying system for popcorn disease in 2017

	Treatment	Diseased fruits[a] (%)	Control value (%)
Single	(1) Hex·thi	6.2 b	-
	(2) S	6.2 b	-
	(3) Thi·tri	1.0 a	83.3
Sequential	(4) Hex·thi → S → Thi·tri	0.6 a	90.0
No treatment	-	6.0 b	-

Hex·thi, hexaconazole·thifluzamide; S, sulfur; Thi·tri, thiophanate-methyl·triflumizole.
[a]Values followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

뽕나무이 약제 처리에 따른 방제효과. 2017년도 전라북도 농업기술원 시험포장에서 월동 성충이 뽕나무의 새순으로 날아오기 시작하는 4월 상순부터 일주일 간격으로 적용약제를 3회 교호 살포한 결과, 무방제구의 피해엽률은 16.5%이었고 적용약제 교호 살포 처리구는 피해엽률이 0.46%, 방제효과는

Table 6. Control effect of alternative insecticide spraying system for mulberry sucker in 2017

Treatment	Degree of occurrence		Control value (%)
	Damaged leaves (%)	No. of *Anomoneura mori*/leaves	
Di → Ami → Di	0.46	0.8	97.2
No treatment	16.5	32	-

Di, dinotefuran; Ami, amitraz.

97.2%로 우수하였다(Table 6). 뽕나무이의 방제적기는 4월 19일 이었으며 방제효과를 높이기 위해서는 1회 이상의 약제살포가 필요하다고(Moon 등, 2016) 보고된 바 있으므로 교호살포 약제처리가 뽕나무이 방제에 효과적일 것으로 판단된다.

균핵병과 뽕나무이 방제를 위한 약제 체계처리 방제 효과. 2017년도에는 균핵병의 발병률이 낮았기 때문에 Table 5에서 선발되어진 균핵병 교호 처리에 뽕나무이를 동시에 방제하는 균핵병과 뽕나무이 방제 체계처리를 설정하고(Fig. 1) 2018년도에 방제효과를 조사하였다(Table 7). 2018년도 무처리구의 오디균핵병 발병률은 30.9%이었던 반면 관행방제구의 방제효과는 66.7%, 종합방제구는 89.3%로 방제효과가 우수하였고 통계적 유의성을 나타내었다. 2013년도부터 2014년도까지 부안지역 뽕나무의 평균 개화일은 4월 26일이었다는 보고(Kim, 2014)와 오디에 농약잔류가 우려되어 5월 이후에는 화학적 방제를 기피하는 농가의 현황을 감안하면 화기감염을 하는 균핵병의 방제시기와 뽕나무이의 방제시기가 일정 부분 겹치게 되므로 4월 중하순 방제시기에는 균핵병과 뽕나무이를 동시에 방제함으로써 방제 노동력을 경감할 수 있을 것으로 판단되며, 병해충 발생생태에 맞춘 방제방법으로 오디 생산 현장에서 활용도가 높을 것으로 생각된다.

요 약

2017년도에서 2018년도까지 오디 생산용 뽕나무에 발생하는 주요 병해충 발생양상을 조사하였다. 병은 균핵병 등 5종, 해충은 뽕나무이 등 4종이 수확 전에 피해를 주는 것으로 조사되었다. 본 연구에서는 가장 큰 문제를 일으키는 균핵병과 뽕나무이에 의한 피해를 예방하기 위해 약제 체계별 방제효과를 조사하였다. 균핵병과 뽕나무이를 동시에 방제하기 위한 체계처리 결과는 관행방제구의 방제효과가 66.7%이었던 반면 종합방제구는 89.3%로 방제효과가 우수하였다. 실험 결과를 바탕으로 균핵병 예방을 위해 2월부터 순차적으로 약제를 처리하면서 4월 중하순에 균핵병과 뽕나무이를 동시방제하는 것이 방제에 필요한 노동력도 경감하고 병해충 발생생태에 맞춘 방제방법으로 오디 생산 현장에서 활용도가 높을 것으로 생각된다.

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of Cooperate Research Program for Agricultural Science & Technology Development Rural Development Administration, Korea (PJ01249806).

Table 7. Control effect of chemical management strategies for popcorn disease and mulberry sucker in 2018

Treatment	Popcorn disease		Mulberry sucker	
	Diseased fruits[a] (%)	Control value (%)	Damaged leaves[a] (%)	Control value (%)
Integrated control[b]	3.3 a	89.3	0 a	100
Conventional control[c]	10.3 b	66.7	0 a	100
No treatment	30.9 c	-	12.3 b	-

[a]Values followed by the same letter are not significantly different at $P<0.05$ based on Duncan's multiple range test.
[b](1) Hexaconazole·thifluzamide→(2) sulfur→(3) dinotefuran→(4) amitraz+thiophanate-methyl·triflumizole→(5) dinotefuran+thiophanate-methyl·triflumizole.
[c]Popcorn disease was treated thiophanate-methyl·triflumizole and mulberry sucker was treated dinotefuran by conventional control.

References

Ahn, I., Maeng, W.-Y., Lee, I.-E., Kim, S.-H., You, J.-W., Chang, K.-W. et al. 2013. Study on eco-friendly control effect of natural plant extract mixtures on mulberry popcorn disease and mulberry sucker. *Korean J. Environ. Agric.* 32: 338-342. (In Korean)

Choi, I.-S., Moon, Y.-S. and Kwak, E.-J. 2012. Composition of resveratrol and other bioactive compounds, and antioxidant activities in different mulberry cultivars. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 30: 301-307. (In Korean)

Hong, S. K., Kim, W. G., Sung, G. B. and Nam, S. H. 2007a. Identification and distribution of two fungal species causing sclerotial disease on mulberry fruits in Korea. *Mycobiology* 35: 87-90.

Hong, S.-K., Kim, W.-G., Sung, G.-B., Nam, S.-H. and Kim, J.-S. 2007b. Aspects of popcorn disease occurrence on mulberry fruits in Korea. *Res. Plant Dis.* 13: 131-136. (In Korean)

Kang, S. S. 2011. Effect of rain shelter cultivationon increasing productivity and storability in mulberry fruit. Ph.D. dissertation. Wonkwang University, Iksan, Korea. 102 pp. (In Korean)

Kim, I. S. 2014. Selection of index plants and temperature factors for prediction of optimum chemical control time on popcorn disease of mulberry. M.S. thesis. Wonkwang University, Iksan, Korea. 55 pp. (In Korean)

Kim, J.-H., Choi, I.-Y., Kim, J. and Lee, J.-H. 2017. Analysis of the cause of the twig blight on mulberry based on the weather conditions. *Res. Plant Dis.* 23: 283-287. (In Korean)

Kim, S. B., Jang, Y. S. and Kim, D.-S. 2015. Feeding effects of *Halyomopha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on fruit drop and decay rate in mandarin citrus orchards. *Korean J. Appl. Entomol.* 54: 121-125. (In Korean)

Kim, S. Y., Park, K. J. and Lee, W. C. 1998. Antiinflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. *Korean J. Med. Crop Sci.* 6: 204-209. (In Korean)

Kim, T. W., Kwon, Y. B., Lee, J. H., Yang, I. S., Youn, J. K., Lee, H. S. et al. 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. *Korean J. Seric. Sci.* 38: 100-107. (In Korean)

Lim, J.-R, Moon, H.-C., Kim, D.-W., Kwon, S.-J., Han, S.-G. and Kwak, D.-O. 2017. Occurrences of insect pests on fruit-producing mulberry plants in Jeonbuk Province. *Korean J. Appl. Entomol.* 56: 203-212. (In Korean)

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2018. Current State of Functional Sericulture Industry. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea. 16 pp.

Moon, H.-C., Lim, J.-R., Kim, D.-W., Kwon, S.-J., Han, S.-G. and Kim, J.-M. 2016. Seasonal occurrence and environment-friendly control of mulberry sucker, *Anomoneura Mori*, on the mulberry grown for fruit production. *Korean J. Appl. Entomol.* 55: 383-388. (In Korean)

Rural Development Administration. 2016. Application Guidelines for Crop Pest Monitoring and Control. Rural Development Administration, Jeonju, Korea. 290 pp. (In Korean)

Sung, G. B., Kim, Y. S., Kim, K. Y., Ji, S. D. and Kim, N. S. 2015. Studies on mulberry tree years and mulberry fruit yield and mulberry popcorn disease and sales price. *Korean J. Seric. Entomol. Sci.* 53: 19-28. (In Korean)