

Research Article

Open Access

천연 식물추출물 복합제를 이용한 오디균핵병 및 뽕나무이에 대한 친환경 방제기술 개발

안 인,^{1*} 맹운영,¹ 이인애,¹ 김삼현,¹ 유지원,² 장기운,³ 김배용⁴

¹(사)한국친환경농자재협회, ²한국응용생물연구소, ³충남대학교, ⁴(주)피러스

Study on Eco-friendly Control Effect of Natural Plant Extract Mixtures on Mulberry Popcorn Disease and Mulberry Sucker

In Ahn,^{1*} Woon-Young Maeng,¹ In-Eae Lee,¹ Sam-Hyun Kim,¹ Ji-Won You,² Ki-Woon Chang³ and Bae-Yong Kim⁴
(¹Korea Eco-Friendly Agromaterials Association, Seoul 137-942, Korea, ²Institute of Applied Biology Research Lab, Iksan 497-3, Korea, ³Chungnam National University, Daejeon 305-335, Korea, ⁴Phylus. Co, Danyang 413-910, Korea)

Received: 26 September 2013 / Revised: 12 November 2013 / Accepted: 16 December 2013

© 2013 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

BACKGROUND: Two Field tests were conducted at Buan and Yangpyung in 2012 and 2013 to confirm controlling effect of mulberry popcorn disease and mulberry Sucker pests which are becoming serious in mass cultivation area of eco-friendly farming mulberry.

METHODS AND RESULTS: As the treatments, 4 Natural products and 3 microbials were applied and 4 mulching materials were used. On the prevent effect of mulberry popcorn disease(*Sclerotinia shiraiana*) by using mulching materials, nonwoven fabric mulching showed worse effect than non-mulched treatment plot. Moreover, rice straw mulching showed significantly worse effect compare to nonwoven fabric and herb mulching treatments. Natural plant extracts and microbials showed 40~65% control value in 2013, which is little bit worse than 2012 results. On the control effect of mulberry Sucker(*Amomoneura mori*),

organic products which combined with neem, sophora and derris showed excellent result as similar control level of Thiophanate-methyl. It means the chemical products can be replaced with organic product.

CONCLUSION(S): According to the 2 years studied results, integrate eco-friendly farming measures are recommended for control of mulberry popcorn disease, because any single method is seemed not sufficient enough. However, natural plant extracts mixture is recommended as a product to control of mulberry Sucker.

Key words: Eco-friendly farming, Microbials, Mulberry, Mulching materials, Natural plant extracts, Popcorn disease, Sucker

서론

최근 뽕나무 재배가 늘어나고 집단화 되면서 오디 생산에 가장 심하게 피해를 주는 오디 균핵병이 2007년부터 해마다 발병이 늘어 피해가 증가하는 추세이다. 균핵병에 걸린 오디가 땅에 떨어지면 균핵이 흙 속에서 겨울을 나고, 이듬해 3월

*교신저자(Corresponding Author),
Phone: +82-2-2058-3131; Fax: +82-2-2058-2211;
E-mail: ahn5046@hanmail.net

하순부터 4월 하순에 컵처럼 생긴 버섯(자낭반)을 형성하고 이곳에서 자낭포자가 비산하여 오디 꽃이 필 때 암꽃을 통해 침입한 후 병을 일으킨다. 오디가 이 병에 걸리면 처음에는 붉으스레 하게 부풀어 오르다가 딱딱해지며 하얗게 말라버린다. 오디 균핵병은 바람이 잘 통하지 않는 음습한 지역이나, 잎이 나기 전에 비가 자주 내려 습기가 많은 환경이다. 그러나 오디균핵병에 대한 효과적인 방제 방법과 등록된 농약 및 친환경 농자재가 아직까지 없는 실정이다. 국내외적으로 원예 작물 병해 친환경방제에 이용되고 있는 천연물로는 정향에서 추출한 유계놀, 잣나무에서 추출한 테라핀, 울금추출물인 커큐민, 대두유 추출물인 레시틴, 소리쟁이 추출물인 대황, 목초액, 규산을 액상화한 수용성 규산 등이 있다. 이들 천연추출물은 1종 추출물보다는 혼합제를 만들어 사용시 효과가 높은 것으로 알려져 민간 친환경농법에서 이용되고 있다. 타 균핵병 등 병해관리용으로 공시된 미생물제는 *Simplicillium lamellicola*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* 등이 목록공시 되어 있으므로 이들 천연물 및 미생물에 대한 오디 균핵병 방제효과를 검토할 필요가 있다. 한편 뽕나무는 성충으로 잡초 등에서 월동하여 이듬해 4월 초 뽕나무로 옮겨와 200~300개의 알을 낳은 후 2주 정도 지나면 부화하여 애벌레가 되고, 6월이 되면 성충이 되어 날아 다닌다. 뽕나무는 부화 직후 뽕잎을 말면서 뽕나무 수액을 빨아먹거나 하얀 실과 그을음을 만들어 광합성을 저해하여, 오디의 상품성을 떨어뜨릴 뿐 아니라 작업 중 사람의 피부에 닿을 경우 가려움증을 유발한다. 뽕나무의 방제를 위한 친환경농자재는 없고 농약으로 펜토에이트 유제가 등록되어 있으나, 뽕나무는 잎과 열매가 동시에 자라는 특성을 지니고 있어 잔류문제로 농약을 마음 놓고 뿌릴 수도 없는 실정이다. 뽕나무이 친환경 충해 방제가 가능한 천연물로는 고삼 잎에서 추출한 마트린, 인도멸구슬나무에서 잎, 뿌리에서 추출한 님오일, 데리스 뿌리에서 추출한 로테논 성분은 타 작물 충해 방제에 가장 많이 이용되고 있어 이를 혼합제화 하여 뽕나무이 방제효과를 검토할 필요가 있다.

오디 균핵병 및 뽕나무이에 대한 선행연구는 극히 적은 실정으로, 뽕나무 포장에서 채집한 말아 균핵의 자낭반, 자낭 및 자낭포자의 형태적 특징을 조사하여 병원균을 동정한 바 있다(Kohn and Nagasawa, 1984, Choi *et al.*, 1983). 또한 2005년부터 2007년까지 여러 지역에서 오디 균핵병 발생 양상을 조사한 결과, 뽕나무 포장 내 월동 균핵으로부터 5월 상순에 컵 또는 곤봉 모양의 두 가지 형태의 자낭반이 형성되었으며, 컵 모양의 자낭반을 가진 균은 *Ciboria shiraiana*, 곤봉 모양의 자낭반을 가진 균은 *Sclerotium shiraiana*로 각각 동정하였다(Hong *et al.*, 2007). 같은 해 *C. shiraiana*와 *S. shiraiana*는 약 6:4의 비율로 발생하였고, 비닐이나 부직포로 지표면을 피복한 포장에서는 피복하지 않은 포장에 비해 병 발생이 훨씬 낮았으며, 벗짚 피복은 전혀 효과가 없었으며, 오디 균핵병 방제농약으로 지오파네이트메칠, 지오판·리프졸 합제가 효과가 우수하였다고 보고한 바 있다(Hong *et al.*, 2007). 토양관리 방법에 따른 오디 균핵병 피해경감

연구결과 시험포장의 균핵병 평균 피해정도는 28% 이었고 무피복 토양 경운시 0.4%의 낮은 감염률, 부직포 피복은 32.3%의 높은 감염률, 석회 시용 후 경운한 다음 부직포로 골까지 피복한 완전피복이 가장 효과적이라고 보고한 바 있다(Bae *et al.*, 2010).

한편 뽕나무이와 오디 균핵병 친환경 동시방제 방법에 대한 연구결과, 식물추출물 Eugenol + Azadirachtin + Matrine + Rotenone + 목초액 + 음이온계면활성제 혼합제는 뽕나무이 방제효과가 88%로 우수하였고, 동 혼합제와 석회유황합제, 석회보르도액, 미생물제를 교호로 체계처리한 결과, 오디 균핵병은 73%의 높은 방제효과를 보였다고 보고한 바 있다(Ahn *et al.*, 2012). 또한 뽕나무이 친환경 방제제 데리스제는 95%, 고삼추출물은 87%의 살충률을 보였다고 영농활용 자료로 보고 하였다(전라북도 농업기술원, 2012).

이에 친환경 무농약 오디 생산에 가장 문제되고 있는 오디 균핵병과 뽕나무이의 친환경 방제제를 개발함으로써 발생률을 줄여 오디의 안전생산을 꾀함과 동시에 오디 친환경 생산가의 애로를 해결하기 위하여 2012년부터 2013년까지 2년간에 걸쳐 경기도 양평 및 전북 부안 농가포장에서 수행하였다.

재료 및 방법

오디 균핵병 발생 실태조사

오디 균핵병 발생 환경요인을 조사하기 위하여 2013년 3월부터 6월까지 오디재배 주산지인 경기도 양평군 양평읍 덕평리 농가포장과 전북 부안군 보안면 영전리 친환경재배 농가포장을 선정하여 부직포 피복, 부직포 피복 격리재배((50m), 초생재배, 짚 피복 등 멀칭재료 및 방법에 따라 병 발생 차이가 있는지 주당 이병과율 등 발생실태를 조사하였다.

친환경농자재의 오디 균핵병 방제효과 시험

친환경농자재의 오디 균핵병 방제효과 시험은 2012년과 2013년 2개년에 걸쳐 발병시기인 3월부터 6월까지 수행되었다. 뽕나무 시험품종은 오디 균핵병 발생이 많은 “과상 2호”를 사용하였고, 뽕나무가 식재된 양평 농가포장(4년생) 및 부안 농가포장(3년생)에서 난괴법 3반복으로 시험하였다. 시험재료로는 타작물 병해 친환경방제에 이용되고 있는 천연물 혼합제인 ① 목초액 + 에탄올 + 음이온계면활성제, ② 테라핀(잣나무에탄올추출) + 유계놀(정향에탄올추출) + 커큐민(울금중탕추출) + 레시틴(대두유추출물), ③ 액상규산(수용성) + 레시틴(대두유추출물) + 목초액, ④ 대황(소리쟁이중탕추출) + 계피 등 한약재중탕추출물과, 타 균핵병 등 병해관리용 미생물로 공시된 ⑤ *Simplicillium lamellicola* BCP (5.0×10⁷ cfu/g), ⑥ *Bacillus subtilis* (1×10⁵ cfu/ml), ⑦ *Pseudomonas putida* LSW 17S (1.0×10⁶ cfu/ml) + *Bacillus amyloliquefaciens* KB-MJK601(1.0×10⁸ cfu/ml) 7종을 사용하였다(Table 1). 각 천연추출물 혼합제는 효과증진을 위하여 유화제 및 분산제를 3ml/L 희석사용 하였다. 대조약제로는 등록되지는 않았지만 오디 농가에서 널리

Table 1. Materials used in popcorn disease test

Materials	Active ingredient	Treatment contents	
		Dilution	Processing time
Extracts 1	vinegar + ethanol + Anionic surfactant	500×	Budding before and after 5 times 7 days interval
Extracts 2	Terrapin + Yugenol + curcumin + lecithin	"	"
Extracts 3	Silicate liquid + lecithin + vinegar	"	"
Extracts 4	Medicinal plants extracts	"	"
Microbial 1	<i>Simplicillium lamellicola</i> BCP 5.0×10 ⁷	"	"
Microbial 2	<i>Bacillus subtilis</i> 1×10 ⁵	"	"
Microbial 3	<i>Pseudomonas putida</i> + <i>Basillus amyloliquefaciens</i> KB-MJK601 1.0×10 ⁸	"	"

Table 2. Materials used in mulberry Sucker test

materials	Active ingredient	Treatment contents	
		Dilution	Processing time
Natural extracts 1	Matrine + Emulsifiers	500×	2 times before and after Budding
Natural extracts 2	Rotenone + Emulsifiers	"	"
Natural extracts 3	Matrine + Rotenone + Neemoil mixture	"	"

사용하고 있는 Thiophanatemethyl 수화제 농약을 3회 살포하여 시험구와 비교 분석하였다.

친환경농자재의 뽕나무이 방제효과 시험

친환경농자재의 뽕나무이 방제효과 시험은 2013년 3월부터 6월까지 뽕나무가 식재된 양평 농가포장(4년생) 및 부안 농가포장(3년생)에서 난괴법 3반복으로 뽕나무 시험품종은 “과상 2호”를 공시하여 시험하였다. 시험재료는 천연 식물추출물인 Matrine(고삼에탄올추출물), Rotenone(데리스에탄올추출물) 및 그 혼합제인 Matrine+ Rotenone + Neemoil (인도멸구슬나무추출물) 혼합제 3종을 사용하였다(Table 2). 뽕나무이 알 부화전 방제를 위하여 4월초 뽕나무의 싹이 트기 직전에 1회 살포하고 5월 중순 하얀 분비물 및 이 성충이 전 포장에 발생하기 시작할 때 1회 추가 살포 한 후 무처리와 비교 조사하였다.

결과 및 고찰

오디 균핵병 발생 실태조사

2013년에 오디 주산지인 양평과 부안에서 오디 균핵병 발생상황에 대한 실태를 조사한 결과 양평, 부안 등에 균핵병이 다발생 하였고 심한 포장의 경우 이병과율이 88%에 달하였다(Fig 1). 2013년도에 발병이 심한 원인은 조사지역의 지형

적 특성 및 재배환경 등 조건에 따라 발병율에 차이가 있다는 여러 보고(Jeon *et al.* 2009, Kim *et al.* 2012)가 있으나 연차별 비교시험이 이뤄지지 않아 정확한 원인을 판단하기 어려웠다. 실태조사 결과 부직포 피복> 초생재배> 무 피복> 짚 피복 순으로 멀칭재료 및 방법에 따라 발병율에 차이가 있어 향후 친환경 토양관리에 의한 통풍, 습도, 시비법 개선 등 경종적 방제에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

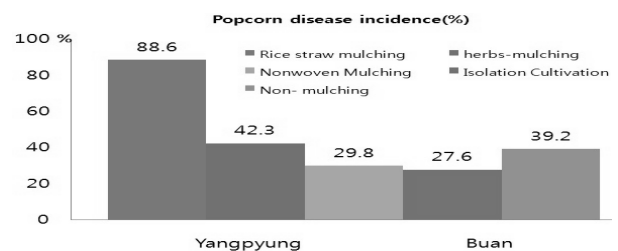


Fig. 1. Incidence of mulberry popcorn disease by mulching materials

천연물 친환경농자재의 오디균핵병 방제효과

화학농약으로 병해를 방제하는 관행재배에서는 열매가 달리면 잔류농약 문제로 화학농약의 처리가 불가하나, 식물추출물과 미생물은 잔류문제가 없어 열매가 익기 전까지는 살포가 가능한 장점이 있다. 2012년과 2013년에 걸쳐 오디균핵병

Table 3. Simultaneous control effects on popcorn disease and mulberry Sucker of yangpyung field in 2012.

Materials	Popcorn disease		Mulberry Sucker	
	Diseased(%)	Control value(%)	Mortality(%)	Control value(%)
Bordeaux Mixture(1 times)				
Lime sulfur mixture(1 times)				
2 kinds of microbial ^a (2 times)	17	73.8	88	88.0
5 Plant extracts mixture ^b (2 times)				
Untretmented	65	-	0	-

※ a : *Simplicillium lamellicola* BCP 5.0×10⁷, *Pseudomonas putida* + *Basillus amyloliquefaciens* KB-MJK601 1.0×10⁸.

b : Eugenol + Azadirachtin + Matrine + Rotenone + vinegar mixture

Table 4. Control effect on popcorn disease of yangpyung and buan field in 2013.

Materials	Active ingredient	Yangpyung		Buan	
		Diseased(%)	Control value(%)	Diseased(%)	Control value(%)
N _{extracts} 1	vinegar+ ethanol + Anionic surfactant	41.6	52.7	10.0	64.3
N _{extracts} 2	Terrapin + Yugenol + curcumin + lecithin	42.8	51.4	13.3	52.5
N _{extracts} 3	Silicate liquid + lecithin + vinegar	58.0	34.0	14.7	47.5
N _{extracts} 4	Medicinal plants extracts	46.5	47.2	12.7	54.6
Microbial 1	<i>Simplicillium lamellicola</i> BCP	56.7	35.7	23.3	16.8
Microbial 2	<i>Bacillus subtilis</i> 1×10 ⁵ cfu/ml	48.9	44.9	18.0	35.7
Microbial 3	<i>Pseudomonas putida</i> + <i>Basillus amyloliquefaciens</i>	47.1	38.2	23.0	17.9
Control	Thiophanatemethyl	-	-	13.5	51.8
Untretmented		88.1		28.0	

에 대한 천연물 친환경농자재의 방제효과시험을 실시한 결과는 Table 3, 4와 같다. 2012년도 무처리구의 오디균핵병 발병율은 65% 이었던 반면 식물추출물 혼합제와 미생물제 교호처리에 의한 방제가는 73%로 방제효과가 우수 하였다. 2013년에는 양평 시험포장에서의 무처리 발병률이 평균 88%로 극심한 발병을 보여 천연식물추출물 혼합제의 방제가는 41~58%로 저조 하였고, 친환경 미생물제의 방제효과도 46~57%로 전반적으로 저조하였다. 또한 부안 시험포장에서 실시한 천연식물추출물 혼합제의 방제효과는 47~64% 범위로 양평 포장보다는 다소 높았으나 미생물제는 17~36% 범위로 극히 저조하여 효과가 뛰어난 공시약제를 선발할 수 없었다. 인근 대조포장의 지오파네이트메칠 농약처리구도 친환경농자재와 비슷하게 효과가 전년보다 저조 하였다. 이처럼 2012년에 비해 2013년도에 약효가 저조한 것은 화학농약 방제효과 저조 사례와 비교해 볼 때 무처리 발병율이 20% 이상 더 많이 발생된 것이 원인이라고 사료된다. 따라서 2개년 시험결과로 판단해 볼 때 친환경 미생물 또는 천연물 단계로는 균형병 방제효과가 낮으므로 친환경농자재 체계처리 및 멀칭, 깊이갈이 등 경종적 방제, 하우스재배 등에 의한 종합방제가 효과적이라고 생각된다.

천연식물추출물 친환경농자재의 뽕나무이 방제효과

2012년에 이어 2013년에도 뽕나무이가 수확에 지장이 있을 정도는 아니었지만 약제방제를 하지 않으면 안될 정도로 다 발생 되었다. 부안 포장의 경우 4월 하순부터 부화하기 시작하여 5월 중순경에는 유충이 하얀 분비물인 실을 토해내 전 포장이 하얗게 변할 정도로 발생이 심하였으나, 6월 초순경에는 방제를 하지 않은 포장도 피해 증상이 거의 소멸되어 피해는 심하지 않았다. 양평 포장의 경우 부안 포장보다 일출아가 7~10일 정도 늦었으나 더 심하게 발생되었다. 2013년 시험에서도 뽕나무 이에 대한 천연식물추출물의 방제효과는 부안 및 양평 포장 공히 화학농약을 충분히 대체할 만큼 방제가가 85~95% 범위로 컸다. 테리스 + 고삼 + 님 추출물 혼합제가 92~95%로서 가장 효과가 좋았고, 다음으로는 테리스 추출물이 92~93%로 효과가 우수하였고, 고삼추출물은 테리스 및 천연물 혼합제보다는 다소 효과가 낮으나 85~89%의 효과를 나타내 농약대체제로서 충분할 정도의 방제효과를 나타냈다(Table 5). 2012년 양평 포장에서 실시한 뽕나무이 방제시험에서 천연물 혼합제는 88%의 우수한 방제효과를 보였다.

Table 5. Control effect on mulberry sucker of yangpyung and buan field in 2013.

Materials	Active ingredient	Control effect(%)			
		Yangpyung		Buan	
		Mortality(%)	Control value(%)	Mortality(%)	Control value(%)
Extracts 1	Matrine	14	85.2	10	88.5
Extracts 2	Rotenone	8	91.6	6	93.1
Extracts 3	Matrine + Rotenone+ Neemoil	5	94.7	7	91.9
Untretmented		95		87	

요 약

오디균핵병에 대한 친환경농자재 방제효과시험에서 2012년 3월 초 석회유황합제 살포, 4월초 석회보르도액을 살포한 포장에서 미생물 2종과 천연물 4종 혼합제를 교호적으로 처리한 결과 70% 이상의 방제효과를 나타냈으나, 2013년도에는 약제 살포간격을 줄이는 등 더욱 철저히 방제 하였음에도 발병이 극심하여 미생물제 및 천연물합제 모두 17~64% 범위로 전년보다 효과가 저조하였다. 부안의 동일한 시험포장의 동일 조건하에서 지오파네이트메칠 농약을 3회 처리한 대조구에서도 약효가 저조하게 나타났다. 한편 뽕나무이에 대한 천연식물추출물 친환경농자재의 방제효과는 고삼추출물, 데리스추출물, 고삼+데리스+넝오일 3개 처리구 모두 방제효과가 88~95% 정도로 우수하게 나타나 천연식물추출물 복합제를 이용 화학농약을 대체할 수 있을 만큼 충분한 방제효과가 확인되어 뽕나무이를 친환경적으로 방제할 수 있는 우수한 시험결과라고 판단되므로 오디 친환경 재배농가에 조속한 기술보급이 요망된다.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ907156)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ahn, I., Maeng, W.Y., Lee, I.E., Kim, S.H., Kim, W.S., 2012. Eco-friendly control and environmental Factors of Mulberry Popcorn Disease(*Ciboria shirainana*) By Natural Plant Extracts and Microbials, *Korean J. Environ. Agric.* 31, 223-224.
- Bae, H.J., Kim, H.C., Kim, T.C., 2010. Damage Mitigation Effect of Popcorn Disease(*Sclerotinia shiraiana* Hennings) in Mulberry(*Morus nigra* L.) according to Soil Management Method., *K. J. Horti science* 28, 88-93.
- Choi, M.J., Lee, J.Y., 1983. Physiological and Ecological Studies on Mycelia of *Armillariella mellea*, *K. J. Mycel.* 11, 79-84.
- Hong, S.K., Kim, W.G., Sung, G.B., Nam, S.H., 2007. 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., 2007. *Aspects of Popcorn Disease Occurrence on Mulberry Fruits in Korea*, pp. 133-136, Research in Plant Disease, Korea.
- Jeon, K.S., Kim, H.C., Bae, H.J., Bae, K.S., Kim, T.C., 2009. Frost Damage of Mulberry Tree according to Topographic Characteristics in Buan Province, *K. J. Bio-Environment Control* 20, 11-20.
- Kohn, L.M., Nagasawa, E., 1984. The genus *Scleromitula* (*Sclerotiniaceae*), *Episclerotium* gen.nov.(*Leotiaceae*) and allied stipitate-capitate species with reduced ectal excipula. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 25, 127-148.
- Kim, H.C., Kwon, T.O., Bae, J.H., Kim, T.C., 2012. Shoot Growth Characteristics and Climatic Factors in Greenhouse Cultivation of Mulberry, *Journal of Bio-Environment Control* 21(1), 74-78.