식물병연구
Research Article | Open Access
Res. Plant Dis. 21(4) : 273-279(2015)
http://dx.doi.org/10.5423/RPD.2015.21.4.273

딸기 육묘기 병해충 관리를 위한 친환경과 화학적 방제력 비교

Comparison of Environmental-Friendly and Chemical Spray Calendar for Controlling Diseases and Insect Pests of Strawberry during Nursery Seasons

남명현* · 김현숙 · 김태일 · 이은모

충남농업기술원 과채연구소

***Corresponding author**
Tel : +82-41-638-6348
Fax: +82-41-638-7931
E-mail: namtel7@korea.kr

Myeong Hyeon Nam*, Hyun Sook Kim, Tae Il Kim and Eun Mo Lee

Fruit and Vegetable Research Center, Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Nonsan 32914, Korea

Major diseases and insect pests in nursery season of strawberry were anthracnose, powdery mildew, Fusarium wilt, two-spotted spider mite, and aphids. Environmental-friendly and chemical application schedules can improve diseases and insect pests control with relatively fewer organic and chemical materials inputs compared with spray programs when it's occurred. Field experiments were performed in 2012 to 2013 according to calendar-based spray programs with environmental-friendly spray calendar (EFSC) and conventional chemical spray calendar (CSC) for controlling diseases and insect pests of strawberry plants cv, Seolhyang during the two nursery seasons. EFSC did reduce the incidence of diseases and insect pests as compared to the non-treated control. Incidence of anthracnose and powdery mildew by EFSC and CSC was similar in 2012 and 2013 seasons. In addition, occurrence of two-spotted spider mite in EFSC in 2013 was similar to those of CSC and was shown highly in early and mid-June both 2012 and 2013 seasons. Occurrence of aphid in EFSC was shown highly in early and mid-June both 2012 and 2013 seasons. These results suggest that EFSC program may be effective for controlling strawberry diseases and insect pests by using environmental-friendly organic materials.

Keywords : Anthracnose, Disease and insect pest control, Nursery season, Strawberry plant

Received August 12, 2015
Revised September 22, 2015
Accepted October 13, 2015

서 론

딸기(*Fragaria* x *ananassa* Duch.)는 2014년 국내 재배면적이 6,875 ha, 생산량은 23만톤으로 총 생산액은 13,359억원을 차지하고 있는 고소득 작물이다(KOSIS, 2015). 딸기는 과피가 엷고 쉽게 물러져 세척하기 어려운 과채류로 소비자의 농약 안전성에 대한 불안이 높아 다른 농산물보다 재배농가는 친환경 재배에 대한 인식 및 실천에 높은 관심을 보이고 있다. 국내 재배되고 있는 딸기 품종은 설향이 전체의 78.4%를 차지하고 있으며(KREI, 2015), 설향 품종은 다른 품종보다 역병에 감수성이며 탄저병, 시들음병, 응애, 진딧물 발생이 높은 품종이다(Nam 등, 2015). 최근 딸기에 발생하는 병해충을 친환경으로 방제하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있으며 탄저병은 *Bacillus velezensis*(Nam 등, 2012), 흰가루병은 소다(Nam 등, 2003), 우유(Nam 등, 2005) 등을 이용한 방제기술이 개발되었다. 또한 응애, 진딧물, 작은뿌리파리도 칠레이리응애나 콜레마니진디벌, 곤충기생성선충 등과 같은 천적(Lee 등, 2008; Jagdale 등, 2007)과 고삼, 님오일, 멀구슬나무 열매 등 식물추출물(Kim 등, 2009; 2015) 등이 딸기 재배포장에서 실용화되고 있다. 그러나 유기농업자재나 천적과 같은 친환경자재는 병해충이 발생하기 전에 예방적으로 처리할 경우 효과를 볼 수 있으나, 어느 시기

Research in Plant Disease
©The Korean Society of Plant Pathology
pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/2.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 친환경자재를 처리해야 효과적인지에 대한 검토는 거의 없는 상태이다. 또한 딸기 재배포장에서 병해충을 종합적으로 방제하는 프로그램 개발은 수확기에 한정하여 매향 품종에 적합한 기술이 개발되었으나(Nam 등, 2008) 설향 품종의 육묘기에 적용 가능한 방제력 개발은 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 딸기 육묘기 병해충을 효과적으로 방제하기 위해 이전에 보고된 방제력을 토대로 친환경 방제력과 약제 방제력을 설정하여 재배포장에서의 방제효과를 검토하였다.

재료 및 방법

식물체와 재배. 딸기 육묘기 병해충 방제력의 효과 검정을 위해 2012년과 2013년 논산딸기시험장의 시설육묘하우스 재배포장에서 시험을 실시하였다. 시험품종은 설향으로 2012년에는 전년 친환경 무농약과 일반 관행 재배농가로부터의 자묘를 -1℃의 저온창고에 3개월 저장 후 시험에 이용하였고, 2013년에는 2012년에 친환경, 관행, 무처리구별 채묘한 자묘를 -1℃의 저온창고에 3개월 저장 후 시험에 이용하였다. 저온저장한 자묘를 2012년과 2013년 3월 중순에 비닐포트(직경 16 cm)에 딸기전용상토(코코피트:피트모스:펄라이트=65:17:10, 푸르미, 서울바이오)를 이용하여 가식 후 비닐로 밀폐하여 발근 시킨 후 비닐하우스에서 생육시켜 모주로 이용하였다. 육묘생산용 모주 정식은 격리트레이(A형 스카이베드, 1000×220×80 mm, 화성산업)에 3주씩 처리구당 6트레이로 4월 4일 정식하였다. 발생 자묘는 32구 연결포트(B형, 510×340×100 mm, 화성산업)를 이용하여 발근시켰으며, 탄저병 발생을 유도하기 위해 7월 상순에 자묘를 다 유인한 후 딸기묘에 두상관수 하였다. 시험구 배치는 처리당 완전임의배치 3반복으로 실시하였다. 시험기간 동안 육묘하우스내 기상환경은 Spectrum사의 watchdog을 이용하여 온도와 습도, 잎 결로시간을 1시간 단위로 측정하였다(Fig. 1).

방제력. 친환경과 약제 방제력 설정은 Nam 등(2008, 2011)이 제시한 방제력을 기준으로 하였다. 친환경 방제를 위한 방제력으로 탄저병은 *B. velezensis* NSB-1(98%)와 규산나트륨(20%)을 각각 500배와 1,000배로 충분히 흘러내리도록 엽면살포 하였고, *Trichoderma harziamum* YC459(10%)은 정식 전 상토 혼화 처리하였으며, 시들음병은 수산화동(77%) 1,000배와 *Bacillus subtilis*(3×10^6cfu/g)을 500배로 주당 50 ml씩 관주처리 하였다. 흰가루병은 *Streptomyces griseus*(0.3%)와 유황(80%)을 각각 500배 처리와 미산성수를 엽면살포 하였다. 점박이응애는 카롤라유(92.5%) 400배와 파라핀유(98%) 1,000배를, 목화진딧물은 식물추출물(회화나무, 멀구슬나무, 양명아주, 90%)+파라핀유(8%) 1,000배, 님추출물(25%)+고삼추출물(25%)+파라핀유(23%) 1,000배를 엽면살포하였다. 나방은 *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*(16BIU/kg)를 1,000배로 엽면살포 하였고, 작은뿌리파리는 *Steinemema carpocapsae*(2×10^7마리/팩)를 물

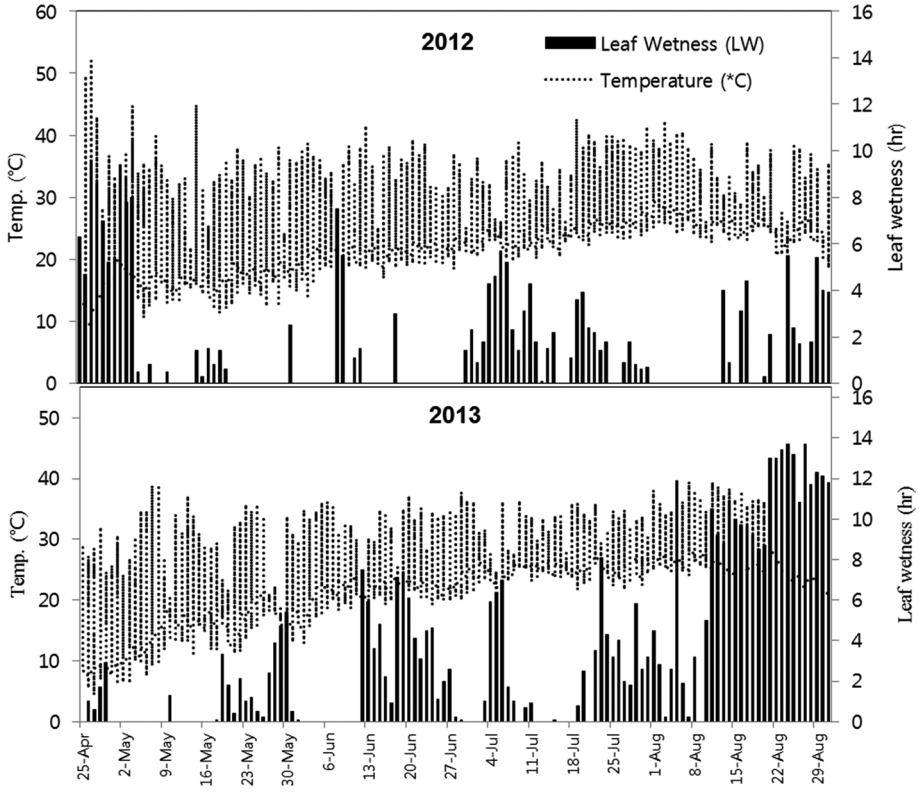

Fig. 1. Temperature (dotted line) and leaf wetness (bar) conditions in strawberry nursery field of plastic house in 2012 and 2013.

Table 1. Treatment evaluated in field trials for control of diseases and insect pests in nursery seasons

Spray time		EFSC (Environmental-friendly spray calendar)		CSC (Chemical spray calendar)	
		2012	2013	2012	2013
April	Early	*Bacillus velezensis* NSB-1	*Trichoderma harzianum* YC459 (G) *B. velezensis* NSB-1	Prochloraz Mn	Prochloraz Mn Tefluthrin+thiamethoxam (G)
	Mid.		*B. velezensis* NSB-1 Copper hydroxide (D)		Prochloraz Mn Amisulbrom+cymoxanil (D)
	Late	*B. velezensis* NSB-1 Copper hydroxide (D)	Copper hydroxide (D)	Copper hydroxide (D)	Amisulbrom+cymoxanil (D)
May	Early	*B. velezensis* NSB-1 +*Streptomyces griseus* *B. subtilis* (D)	*B. velezensis* NSB-1+ *Streptomyces griseus*	Prochloraz Mn +(Cyflufenamid+hexaconazole)	Prochloraz Mn +(Cyflufenamid+hexaconazole)
	Mid.	*B. velezensis* NSB-1 Sulfur	Sulfur	DBEDC	DBEDC
	Late	*B. velezensis* NSB-1 +Canola oil+(*Plant extract+paraffin oil)	Paraffin oil+ (Matrin+paraffin oil+Neem oil)	Milbemectin+Acetamiprid	Milbemectin+Acetamiprid
June	Early	*B. velezensis* NSB-1 +(*Plant extract+ paraffin oil)	Sulfur +(Matrin+paraffin oil+ Neem oil)	Azoxystrobin+Abamectin +Flonicamid	(Cyflufenamid+hexaconazole) +Flonicamid
	Mid.	*B. velezensis* NSB-1 Copper hydroxide (D)	*B. velezensis* NSB-1 (Matrin+paraffin oil+Neem oil) Slightly acidic hypochlorous water (SAHW) Copper hydroxide (D)	(Chlorothalonil+difenoconazole) Copper hydroxide (D)	(Chlorothalonil+difenoconazole)
	Late	*B. velezensis* NSB-1	*B. velezensis* NSB-1 SAHW Copper hydroxide (D)	Chlorothalonil	Chlorothalonil Amisulbrom+cymoxanil (D)
July	Early	*B. velezensis* NSB-1 +(*Plant extract+ paraffin oil)	*B. velezensis* NSB-1 +(Matrin+paraffin oil+ Neem oil)	Iminoctadine tris+ Acetamiprid	Iminoctadine tris +(Cyflufenamid+hexaconazole)
	Mid.	*B. velezensis* NSB-1	*B. velezensis* NSB-1 +Matrin	Pyraclostrobin	Pyraclostrobin+Flonicamid
	Late	*B. velezensis* NSB-1 + Canola oil	*B. velezensis* NSB-1 +Sodium silicate Matrin	Metconazole+Cyenopyrafen	Prochloraz Mn Indoxacarb
Aug.	Early	*B. velezensis* NSB-1	*B. velezensis* NSB-1 +Sodium silicate Canola oil	Pyraclostrobin+Milbemactin	Prochloraz Mn +Milbemectin
	Mid.	*B. velezensis* NSB-1 *B. thuringiensis* var. *kurstaki*	*B. velezensis* NSB-1 +Sodium silicate *B. thuringiensis* var. *kurstaki*	Azoxystrobin Indoxacarb	Azoxystrobin Spinetoram
	Late	*B. velezensis* NSB-1 *B. thuringiensis* var. *kurstaki* Copper hydroxide (D)	*B. velezensis* NSB-1 +Sodium silicate *B. thuringiensis* var. *kurstaki* *Steinemema carpocapsae* (D)	Prochloraz Mn +Spinetoram	Prochloraz Mn +Spinetoram Thiamethoxam (D)

D: Drench, G: Granule, *Plant extract: *Sophora* sp.+*Chenopodium ambrosioides*+*Melia azedarach*.

100 l에 스폰지형 1팩씩 희석하여 주당 50 ml씩 관주처리 하였다(Table 1).

관행 약제 방제력으로 탄저병은 azoxystrobin 2,000배, chlorothalonil 1,000배, chlorothalonil+difenoconazole 1,000배, iminoctadine tris 1,000배, metconazole 3,000배, prochloraz Mn 2,000배, pyraclostrobin 4,000배를 충분히 흘러내리도록 엽면살포하였다. 시들음병은 수산화동 1,000배, 역병은 amisulbrom+cymoxanil 2,000배를 주당 50 ml 관주처리 하였고, 흰가루병은 cyflufenamid+hexaconazole 2,000배, DBEDC 500배를 엽면살포 하였다. 점박이응애는 abamectin 3,000배,

cyenopyrafen 2,000배, milbemectin 1,000배를, 목화진딧물은 tefluthrin+thiamethoxam을 정식 전 상토에 6 kg/10a를 혼화처리하였으며, acetamiprid 2,000배와 flonicamid 3,000배를 엽면살포하였다. 나방은 indoxacarb 1,000배와 spinetoram 2,000배을 엽면살포하였고, 작은뿌리파리는 thiamethoxam 2,000배를 관주처리 하였다. 친환경 방제와 관행 약제 방제력에 따른 처리시기와 구체적인 처리방법은 Table 1에 제시하였다.

병해충 발생조사. 4월부터 8월까지 10일간격으로 자연 발생된 병해충 발생정도를 2년에 걸쳐 조사하였다. 탄저병, 흰가루병 등 주요병해는 이병주율로 조사하였으며, 점박이응애와 진딧물은 처리구별 18잎씩 잎당 마리수를 조사하였다. 또한 나방과 작은뿌리파리는 피해주율로 조사하였다. 처리간 비교는 평균과 실험오차를 계산하여 그래프로 나타내었다.

결과 및 고찰

방제력의 병해 방제효과. 무처리구에서 주요 병해의 초기 발생은 탄저병의 경우 2012년은 7월 중순, 2013년은 7월 상순이었으며(Fig. 2), 흰가루병은 2012년과 2013년에서 5월 하순에 발생이 시작되었다(Fig. 3).

탄저병 초기 발생은 친환경 방제력과 약제 방제력이 2012년에는 7월 하순부터 시작되어 무처리구보다 늦게 발생되었고, 친환경 방제력은 약제 방제력과 비슷한 낮은 이병율을 나타내었으며 2013년에도 6월 하순에 최초 발생된 후 병 발생이 확산되지 않고 약제 방제력과 비슷한 이병율을 보였다(Fig. 2). 탄저병 발생은 2012년이 2013년보다 모든 처리구에서 높은 경향을 보였으며, 친환경 방제력은 정식 전 상토에 *T. harzianum* YC459 처리와 *B. velezensis* NSB-1을 육묘기 동안 10일 간격으로 11–14회 엽면처리시 약제 방제력과 비슷한 방제효과를 보여 미생물을 예방적으로 처리하는 것이 탄저병 방제에 효과적이란 것을 확인할 수 있었다. 2012년이 2013년보다 탄저병 발생율이 높았던 원인으로 육묘초기인 2012년 4–5월에 평균온도 및 결로시간이 2013년보다 월등히 높아 탄저병 잠재감염에 좋은 환경이 되었고(Fig. 1), 또한 2013년에는 정식 후 미생물제 처리가 2012년보다 추가로 처리됨으로써 이병율을 낮추었을 것으로 사료된다. 딸기 탄저병 발생은 잠재감염주가 전염원으로 중요한 역할을 하며(Nam 등, 2004), 병 진전에는 온도와 결로시간이 밀접한 관

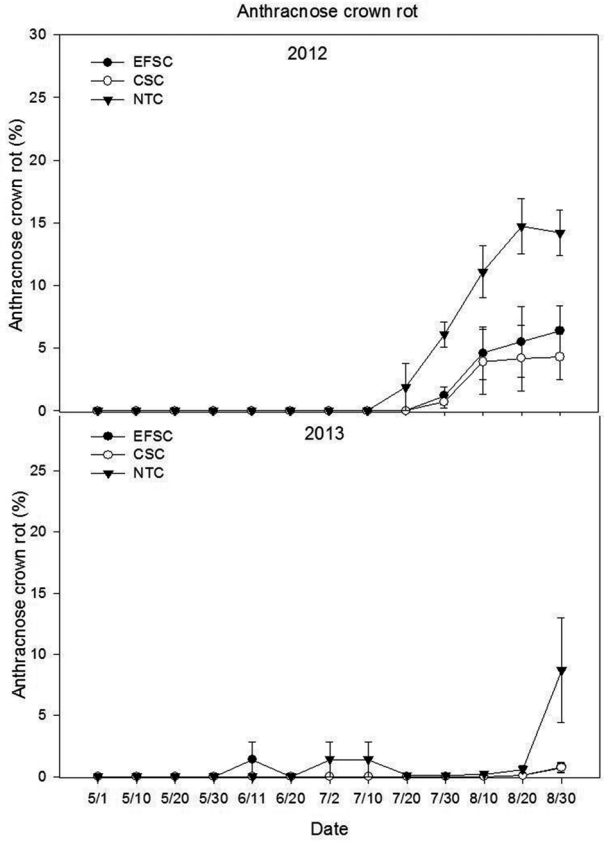

Fig. 2. Incidence of anthracnose crown rot on nursery season in the calendar-based program on strawberry cv. Seolhyang for the 2012 and 2013 seasons. Data shown are means±S. E. EFSC: environmental-friendly spray calendar; CSC: chemical spray calendar; NTC: non-treated control.

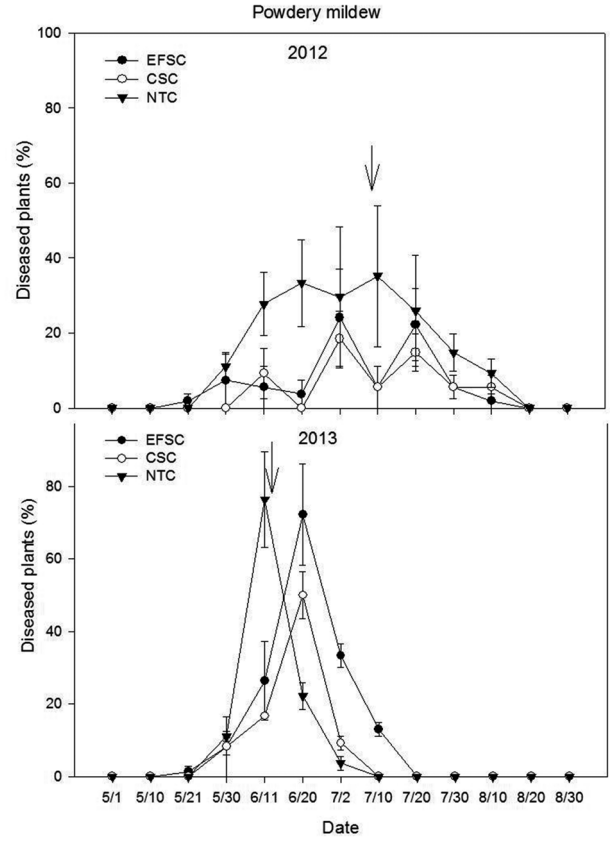

Fig. 3. Incidence of powdery mildew on nursery season in the calendar-based program on strawberry cv. Seolhyang for the 2012 and 2013 seasons. Data shown are means±S. E. NTC was treated fungicides in early-July, 2012 and early-June, 2013 (Arrow). EFSC: environmental-friendly spray calendar; CSC: chemical spray calendar; NTC: non-treated control.

련이 있다고 하였다(Mackenzie and Peres, 2012). Nam 등(2012)에 의하면 딸기 육묘기 탄저병 방제를 위해 *B. velezensis* NSB-1을 7–10일 간격으로 처리시 살균제 처리와 비슷한 방제효과를 보였다는 결과와 비슷한 경향을 보였다. 또한 *T. harzianum*는 상토에 혼합처리시 오이의 잿빛곰팡이병 방제에 효과적이었다고 하여(Lee 등, 2006) 추후 *T. harzianum*에 의한 탄저병 방제효과에 대해서는 정밀한 실험이 수행되어야 할 것이다. 그리고 딸기 육묘기 탄저병 방제를 위한 노지재배 포장에서 약제 방제력은 탄저병 방제에 효과적이었는데(Nam 등, 2011) 본 시험에서도 시설 육묘재배에 적용한 결과 낮은 탄저병 이병율을 보여 비슷한 경향을 보였다(Fig. 2).

흰가루병 발생은 친환경 방제력에서 2012년과 2013년 모두 무처리구보다 늦은 5월 중순부터 시작되었고 6월 중순에 최대 이병율을 보였으며 7월 중순부터 이병율은 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 3). 흰가루병에 대한 친환경 방제로 유기농업자재인 미생물제와 유황이 본시험에 사용되어 5월 초순부터 처리했지만 방제효과가 낮았으며 6월 중순부터 미산성 차아염소산수 처리는 흰가루병 이병율을 낮출 수 있었다. 약제 방제력의 흰가루병 발생은 cyflufenamid+hexaconazole과 DBEDC를 5월 초중순경 처리하였으나 2012년 6월 중순과 2013년 5월 하순에 발생이 시작되어 6월까지는 지속적인 방제효과를 보이지 않았다. 그외, 모든 처리구에서는 7월 이후 고온과 두상관수로 흰가루병 발생이 감소하는 경향을 보였다. 강산성 차아염소산수는 오이의 흰가루병 방제에 효과적이었으나(Lee 등, 2000) 낮은 pH로 의한 금속재료의 부식이나 염소냄새로 재배포장에서 적용하기 어려웠지만 최근 미산성 차아염소산수는 이런 단점을 보완하여 탄저병균과 잿빛곰팡이병균 등 식물병원균류에 대한 살균효과 및 병원균의 포자 발아를 억제하는 효과가 높다고 하였다(Song 등, 2013). 그러나 딸기 재배포장에서 미산성 차아염소산수는 유기농업자재로 등록되어 있지 않은 점과 병 방제용으로 상용화되기 위해서는 주기적으로 처리가 되어야 효과적이기 때문에 이에 대한 과다한 노동력 절감을 위한 자동화 처리 시설 설치가 병행되어야 할 것으로 사료된다. 또한 오이 흰가루병 방제를 위한 마요네즈 처리도 효과적이라는 보고가 있어 딸기에 적용도 검토되어야 할 것이다(Kim 등, 2009).

시들음병은 친환경 방제력에서 2013년에만 5월 하순부터 초발생하였고 8월 하순에 0.4%의 낮은 이병율을 보였다(자료 미제시).

방제력의 해충 방제효과. 무처리구에서 딸기 점박이응애의 초기 발생시기는 2012년과 2013년 모두 6월 11일부터 발생이 되었고, 2012년의 친환경 방제력은 낮은 방제효과를 보였으나 2013년은 약제 방제력과 비슷한 높은 방제효과를 보였다(Fig. 4). 이는 2013년 친환경 방제력이 2012년보다 6월 상중순에 진딧물 방제를 위해 님오일과 파리핀오일 연속 처리가 추가되어 목화진딧물 방제 외 점박이응애 밀도도 동시에 낮추는 효과가 나타난 것으로 보인다.

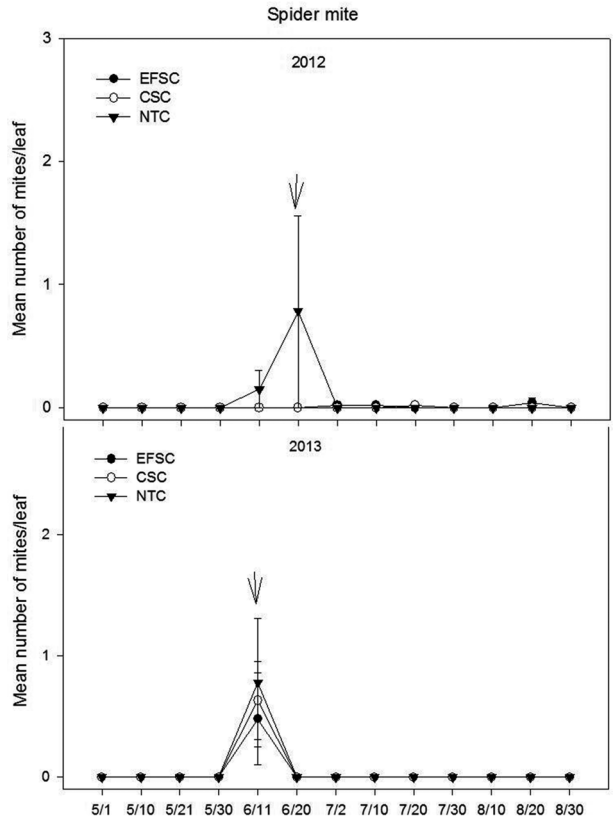

Fig. 4. The density of two-spotted spider mite on nursery season in the calendar-based program on strawberry cv. Seolhyang for the 2012 and 2013 seasons. Data shown are means±S. E. NTC was treated miticides in mid-June, 2012 and early-June, 2013 (Arrow). EFSC: environmental-friendly spray calendar; CSC: chemical spray calendar; NTC: non-treated control.

점박이응애는 온도가 올라갈수록 세대가 짧아 단기간 내 높은 밀도를 보이므로 여름철 육묘기에 발생이 시작되면 친환경으로 방제하기 어렵다. 따라서 친환경으로 점박이응애를 방제하기 위해서는 초 발생시기에 유기농업자재를 예방적으로 처리하는 것이 효과적이다. 점박이응애 방제를 위한 천적이용은 겨울철 딸기 수확기에는 적용이 가능하지만 여름철 육묘기에는 고온(Lee 등, 2008)과 계속적인 딸기묘의 영양번식에 의한 자묘 발생으로 천적을 적용하기는 어려워 육묘기에는 주로 오일류와 같은 유기농업자재를 주로 이용하고 있다. 오일류는 난황유, 님오일, 카롤라오일, 파라핀오일 등이 친환경방제를 위해 상용화되어 있으며 해바라기유로 제조한 난황유는 장미에 발생하는 점박이응애는 효과적이었으나 딸기에서는 잎에 반점의 약해가 발생하여 사용에 제한이 있다(Park 등, 2008). 님오일 성분인 azadirachtin은 딸기의 점박이응애 방제에 효과적이고 포식성 천적에도 영향이 적으며(Bernardi 등, 2013), 파라핀오일도 점박이응애 방제에 효과적이라 하였다(Amer 등, 2001). 위의 결과도 딸기의 점박이응애 방제를 위해 카롤라오일이나 파라핀오일 등이 효과적이었으나 오일류를 지속적으로 처리해야

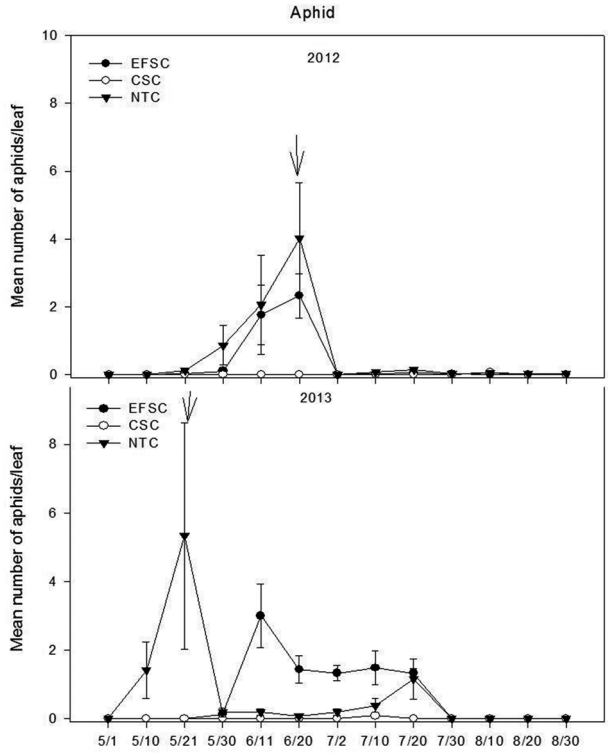

Fig. 5. The density of aphid on nursery season in the calendar-based program on strawberry cv. Seolhyang for the 2012 and 2013 seasons. Data shown are means±S. E. NTC was treated pesticides in mid-June, 2012 and mid-May, 2013 (Arrow). EFSC: environmental-friendly spray calendar; CSC: chemical spray calendar; NTC: non-treated control.

한다는 단점이 있어 발생 정도에 따른 처리 간격에 대한 검토가 추후 연구되어야 한다.

무처리에서 나방의 초기 발생은 2012년은 8월 20일, 2013년은 7월 10일이었으며, 친환경 방제력은 약제 방제력과 비슷한 피해율을 보였다(자료 미제시).

무처리구에서 목화진딧물의 초기 발생시기는 2012년은 5월 하순, 2013년은 5월 초순이었고, 친환경 방제력에서는 목화진딧물 밀도가 6월 10–20일에 가장 높은 경향을 보였으나 이시기에 주기적인 방제로 7월 초중순부터 목화진딧물 밀도는 감소하였다(Fig. 5). Kim 등(2015)은 복숭아혹진딧물에 대한 유기농업자재 효과 검정에서 고삼 외 3종 혼합제 처리시 93%의 살충력을 보였으며 농도를 배량으로 증가시켜도 살충력은 크게 향상되지 않는다고 보고하였으며, 고삼과 멀구슬나무 추출 혼합처리제도 구기자의 복숭아혹진딧물 방제에 효과적이라 하였다(Ryu 등, 2013). 또한 목화진딧물 방제를 위해 고삼뿌리추출물은 목화진딧물에 높은 살충효과를 보였지만 추출방법이나 식물체 사용부위, 농도에 따라 활성차이가 날 수 있다고 한다(Kim 등, 2009). 따라서 딸기에서도 진딧물의 친환경방제를 위해서는 고삼과 같은 식물추출물을 초 발생시기에 주기적으로 처리함으로써 진딧물 밀도를 낮게 관리하는 것이 중요하며 또한 시기별 처리간격에 대한 추후 검토가 요구된다.

요 약

딸기 육묘기에 발생하는 주요 병해충은 탄저병, 흰가루병, 시들음병, 점박이응애, 진딧물 등이 있다. 친환경과 약제 처리 방제력은 병해충이 발생할 때 처리하는 방제프로그램과 비교하여 적은 유기농업자재와 살균·살충제 사용량으로 병해충방제 효과를 높일 수 있다. 2012년과 2013년 딸기 육묘기에 설향 품종을 대상으로 병해충 방제를 위한 친환경 방제력(EFSC)과 약제 방제력(CSC)효과 시험을 실시하였다. EFSC는 육묘기간 동안 무처리 대비 병해충 발생이 감소되었다. 탄저병과 흰가루병 발생은 EFSC와 CSC처리에서 2012년과 2013년 시험동안 비슷한 이병율을 보였다. 점박이응애 발생은 2013년에 EFSC와 CSC처리간 비슷하였고 6월 중순에 높은 피해율을 보였다. 진딧물 발생은 EFSC에서 6월 초중순에 높은 발생율을 보였다. 이러한 결과로 EFSC처리는 친환경으로 딸기에 발생하는 병해충을 효과적으로 방제하는 데 CSC를 대체할 수 있을 정도로 도움을 줄 수 있을 것이다.

Acknowledgements

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ90703904)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

Amer, S. A. A., Saber, S. A. and Momen, F. M. 2001. A comparative study of the effect of some mineral and plant oils on the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 36: 165–171.

Bernardi, D., Botton, M., da Cunha, U. S., Bernardi, O., Malausa, T., Garcia, M. S. and Nava, D. E. 2013. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest Manag Sci.* 69: 75–80.

Jagdale, G. B., Casey, M. L., Cañas, L. and Grewal, P. S. 2007. Effect of entomopathogenic nematode species, split application and potting medium on the control of the fungus gnat, *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae), in the greenhouse at alternating cold and warm temperatures. *Biol. Control* 43: 23–30.

Kim, J. K., Shim, C. K., Park, S. W., Park, B. J., Jee, H. J., Kim, W. I., Kwon, O. K. and Im, G. J. 2009. Control of powdery mildews of cucumber by using mayonnaise. *Korean J. Organic Agri.* 17: 557–566. (In Korean)

Kim, S. K., Jin, J. H., Lim, C. K., Hur, J. H. and Cho, S. Y. 2009. Evaluation of insecticidal efficacy of plant extracts against major insect pests. *Korean J. Pestic. Sci.* 13: 165–170. (In Korean)

Kim, Y. H., Na, Y. E., Kim, M. J., Choi, B. R., Jo, H. C. and Kim, S. I. 2015.

Evaluation of insecticidal and antifeeding activities of eco-friendly organic insecticides against agricultural insect pests. *Korean J. Appl. Entomol*. 54: 99–109. (In Korean)

Korea Rural Economic Institute (KREI). 2015. 2015 Agricultural outlook. KREI. 693 pp.

Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2015. Agriculture, forestry and fishery. http://kosis.kr.

Lee, D. H., Jo, C. W., Park, C. R., Lee, H. J., Kang, E. J., Seok, H. B., Seo, M. J., Kim, H. Y., Kim, Y. H., Yu, Y. M. and Youn, Y. N. 2008. Road-map for environmental friendly integrated pest management (IPM) of insect pests on the strawberry vinyl-houses of framer's field. *Korean J. Appl. Entomol*. 47: 273–286. (In Korean)

Lee, Y. H., Cha, K. H., Ko, S. J., Park, I. J., Park, B. I. and Seong, K. Y. 2000. Evaluation of electrolyzed oxidizing water as a control agent of cucumber powdery mildew. *Plant Pathol. J.* 16: 206–210.

Lee, S. K., Sohn, H. B., Kim, G. G. and Chung, Y. R. 2006. Enhancement of biological control of *Botrytis cinerea* on cucumber by foliar sprays and bed potting mixes of *Trichoderma harzianum* YC459 and its application on tomato in the greenhouse. *Plant Pathol. J.* 22: 283–288.

Mackenzie, S. J. and Peres, N. A. 2012. Use of leaf wetness and temperature to time fungicide applications to control anthracnose fruit rot of strawberry in Florida. *Plant Dis*. 96: 522–528.

Nam, M. H., Jung, S. K., Ra, S. W. and Kim, H. G. 2003. Control efficacy of sodium bicarbonate alone and in mixture with polyoxyethylene sorbitanmonolauralate on powdery mildew of strawberry. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 21: 98–101. (In Korean)

Nam, M. H., Lee, I. H., Kwon, K. H. and Kim, H. G. 2004. Significance and detection of latent infection of *Colletotrichum gloeosporioides* on strawberry. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 22: 294–297. (In Korean)

Nam, M. H., Lee, W. K., Lee, S. S. and Kim, H. G. 2005. Control efficacy of milk concentration against powdery mildew of strawberry. *Plant Pathol. J.* 21: 270–274.

Nam, M. H., Kim, H. S., Lee, W. K., Seong, Y. K., Gleason, M. L., Song, J. Y. and Kim, H. G. 2008. Application of an IPM-based spray program to protected cultivation of strawberry in Korea. *Hort. Environ. Biotechnol*. 49: 352–356.

Nam, M. H., Kim, H. S., Nam, Y. G., Peres, N. A. and Kim, H. G. 2011. Fungicide spray program to reduce application in anthracnose of strawberry. *Res. Plant Dis.* 17: 295–301. (In Korean)

Nam, M. H., Kim, H. S., Lee, H. D., Whang, K. S. and Kim, H. G. 2012. Biological control of anthracnose crown rot in strawberry using *Bacillus velezensis* NSB-1. *Acta Hort*. 1049: 685–688.

Nam, M. H., Kim, T. I., Kim, H. S., Lee, I. H., Lee, H. C. and Jang, W. S. 2015. Compendium of strawberry diseases and pests 3rd edition. RDA Strawberry export research specialization projects. 260 pp. (In Korean)

Park, J. H., Ryu, K. Y., Lee, B. M. and Jee, H. J. 2008. Effect of Coy (cooking oil and yolk mixture) on control of *Tetranychus urticae*. *Korean J. Appl. Entomol.* 47: 249–254. (In Korean)

Ryu, T. H., Park, S. E., Ko, N. Y., Kim, J. G., Shin, H. S., Kwon, H. R., Kim, Y. G., Lee, B. H., Seo, M. J., Yu, Y. M. and Youn, Y. N. 2013. Seasonal occurrences of insect pests and control effects of eco-friendly agricultural materials (EFAMs) in the field of *Lycium chinense* under environment-friendly management. *Korean J. Pestic. Sci*. 17: 402–410. (In Korean)

Song, J. Y., Kim, N. R., Nam, M. H., Park, B. J., Whang, E. I., Choi, J. M. and Kim, H. G. 2013. Fungicidal effect of slightly acidic hypochlorous water against phytopathogenic fungi. *Korean J. Mycol.* 41: 274–279. (In Korean)