

친환경 자재가 배 과원의 병해충 방제 효과 및 과실 품질 특성에 미치는 영향*

최현석** · 오수옥*** · 김월수**** · 이 연***** · 최병민***** · 국용인*****

Effects of Organic Materials on Insect and Disease Occurrence and Fruit Quality in Pear Orchards

Choi, Hyun-Sug · Wu, Xiu-Yu · Kim, Wol-Soo · Lee, Youn ·
Choi, Byoung-Min · Kuk, Yong-In

Organic materials, such as chitin incubated solution (CIS) combined with neem oil (NO), nano silver silica (NSS), and Bordeaux mixture (BDM), were applied with and without agricultural chemicals (AC) (insecticide and fungicide) to investigate scab and mealybug occurrences and fruit qualities on 'Niiitaka' pear trees in orchards in 2006. Fruits and leaves grown under CIS+NO without AC had less than 30% scab occurrence, but CIS+NSS or CIS+BDM without AC had higher scab occurrence. Organic materials with AC decreased the scab to less than 20%. All treatments decreased mealybug occurrences to less than 10%, except for the fruits grown under CIS+BDM without AC. Fruit qualities varied among the treatments. Hunter value a, representing for the redness degree, was higher for fruits treated with CIS+NSS and CIS+BDM without AC than those with AC. Fruits treated with organic materials without AC had greater total phenolic and flavonoid compounds as well as antioxidant capacity in flesh and greater total phenolic compounds and antioxidant capacity in peel than those treated with the AC.

* 본 연구는 전남대학교 농업특성화센터의 배 수출사업단의 지원에 의해서 수행되었습니다.
또한 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: 006847032011)의 지원에도 감사
드립니다.

** 국립농업과학원 유기농업과

*** 교신저자, 전남대학교 원예학과(wuxiuyu@yahoo.co.kr)

**** 전남대학교 원예학과

***** 국립농업과학원 유기농업과

***** 순천대학교 산업기계공학과

***** 순천대학교 자원식품개발학과

Key words : *antioxidant, Bordeaux mixture, chitin incubated solution, fruit quality, mealybug, nano silver silica, neem oil, 'Niitaka' pear, scab*

I. 서 언

친환경과 관행으로 재배된 농산물 비교와 관련한 조사에 따르면 70%의 소비자들은 친환경 농산물을 선택한 이유가 농산물에 잔류되어 있는 살충제나 살균제를 피할 수 있기 때문이라고 하였다(Whole Foods Market, 2005). Baker 등(2002)은 3개의 서로 다른 잔류농약 데이터베이스에 근거하여 농약 잔류량을 조사한 결과 친환경 농산물에서 관행 농산물보다 적었다고 하였다. 국내 배나무를 가해하는 병해충의 종류는 병 26여종, 해충 250여종으로 보고되었다(Kim et al., 2009). 그러나 이들 병해충 중 배 과실을 생산하는데 영향을 미치는 종류는 극히 일부인데, 정상적인 방제에도 불구하고 심각한 경제적인 피해를 입히는 병은 검은별무늬병(*Venturia inaequalis* Tanaka et Yamamoto), 붉은별무늬병(*Gymnosporangium asiaticum* Miyabe et Yamada), 겹무늬병(*Botryosphaeria dothidea* Nose), 문우병(*Rosellinia necatrix* Prillieux) 등이다(Kim et al., 2009). 병 피해를 줄이기 위한 강력한 유기합성 살균제 사용이 증가하였고 이에 따른 저항성 병원균이 출현하면서, 천적류의 파괴 및 살균제의 독성문제에 의한 부작용이 심각해졌다. 환경농업 필요성이 농업전반에 걸쳐 대두되면서 농약 사용량을 절감하고 천적류의 활동을 토대로 살충제를 배제하여 이용가능한 모든 전략적 수단을 통한 병해충 종합관리(IPM: Integrated Pest Management)의 실천 방안에 많은 관심이 집중되었다(Croft and Hoyt, 1983).

최근에 과원에서 가장 문제되는 사과 흑성병의 원인이 되는 2종류의 곰팡이(*Athelia bombacina*, *Chaetomium globosum*)를 동정하였으며 시설환경 하에서 흑성병이 관찰된 사과 열에 곰팡이를 사용하였을 경우, 100% 흑성병 포자생산을 억제하는 것을 밝혀냈지만(Heye and Andrews, 1983), 상업적 사용에 따른 유용성은 알려진 바가 없다. 이전 보고에 따르면, 키틴 분해미생물을 첨가한 퇴비를 토양에 시비하면 키틴 분해효소를 분비함으로써 병원성 곰팡이의 세포벽이나 선충의 난낭 세포벽에 함유된 키틴을 분해해서 병해를 낮춘다(Knorr, 1984; Li et al., 2010; Wang et al., 1999)고 하였고 과신품질 향상에 기여한다고 하였다(Lee et al., 2009a). 하지만, 배나무에 있어서 병과 미생물제제에 관련한 보고는 현재까지 미비한 실정이다. 본 실험은 '신고' 배 과원에 친환경 자재인 키틴분해미생물 배양액에 님오일, 은나노, 그리고 보르도액을 혼용하여 엽면살포 했을 때와 친환경 자재에 합성농약을 살포했을 때 병해충 방제와 과신품질 그리고 항산화 물질을 비교 분석하기 위해서 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 처리내용

전남 곡성, 순천, 보성에 소재한 ‘신고’ 관행과원에서 친환경 자재를 이용한 무농약 재배 시험을 2006년에 수행하였다. 키틴분해미생물 배양액+넴오일(Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NO) 처리는 전남 곡성에 소재한 9년생 ‘신고’ 과원에서 수행하였으며 전체 생육기간 중 친환경 자재 살포 횟수는 총 31회였다(Table 1). 키틴분해미생물 배양액+은나노(Chitin incubated solution+Nano silver silica, CIS+NSS) 처리는 전남 순천에 소재한 15년생 ‘신고’ 과원에서 수행하였으며 전체 생육기간 중 친환경 자재 살포 횟수는 총 18회였다. 키틴분해미생물 배양액+보르도액(Chitin incubated solution+Bordeaux mixture, CIS+BDM) 처리는 전남 보성에 소재한 16년생 ‘신고’ 과원에서 수행하였으며 전체 생육기간 중 친환경 자재 살포 횟수는 총 15회였다. 키틴분해미생물의 ‘미생물치료사’[®](돈분 30%, 식물성잔재물 15%, 톱밥 15%)를 1차적으로 1년 6개월간 부숙을 시킨 후 계껍질 10%, 키틴분해미생물 5%, 질소-인산-칼륨 5%를 혼합한 후 수분함량을 50% 전후로 유지한 후 부숙퇴비)에 물 700~1,000L로 혼합한 후 일주일동안 25~30℃에서 배양하면 mL당 108(1억) 개체수의 키틴분해미생물이 서식하고 있음을 확인하였다. 키틴분해미생물균에는 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Paenibacillus illinoisensis*, 그리고 *Serratia marcescens*를 혼합한 것으로 구성되었다. 키틴분해미생물, 넴오일, 은나노, 보르도액은 3월부터 8월까지 수관 전면에 엽면살포해 주었다. 석회보르도액은 4-8식을 이용하여 살포하였다. 살포농도는 2L 처리액제(키틴분해미생물, 넴오일, 은나노, 보르도액)/500L 물/ha로 시비하였다.

Table 1. Summary of insect and disease program in the pear orchards in 2006

Treatments	Treatment place	Spray period	Active ingredient	No. of application	Target
CIS+NO	Gukseong, Chonnam	March to August	Chitin incubate solution (2L)+ Neem oil (2L)	31	Scab, Mealybug
CIS+NSS	Sunchun, Chonnam	March to August	Chitin incubate solution (2L)+ Nano silver silica (2L)	18	Scab, Mealybug
CIS+BDM	Boseong, Chonnam	March to August	Chitin incubate solution (2L)+ Bordeaux mixture (2L)	15	Scab, Mealybug

CIS+NO = Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NSS = Chitin incubated solution+Nano silver solution, and CIS+BDM = Chitin incubated solution+Bordeaux mixture.

Dose rates are expressed in 500L of tank volume per hectare.

동일과원에서 무농약을 처리한 배나무와 인접한 곳의 배나무에, 농약 처리구로서 합성농약을 15~20회 살포하였다.

2. 흑성병 및 가루각지 벌레 조사

무농약 처리구와 농약 처리구에서 만개 후 150일에 신초 중간 부위 잎을 무작위로 100매 채취하여 잎의 병해충 발생율을 조사하였다.

잎에서 발생한 흑성병 발생율은 흑성병 병반 수에 따라서 1부터 9까지의 지수를 설정하였다. 즉, 지수 1의 병반수는 0개, 2는 1~2개, 3은 3~4개, 4는 5~6개, 5는 7~8개, 6은 9~10개, 7은 11~12개, 8은 13~14개이며 9는 15개 이상이다. 채취된 잎은 한 매당 발생한 흑성병 병반 수에 따라 개개의 잎에 지수를 설정하고 흑성병 발생율(%)로 표시하였다.

9월 15일에 무작위로 100개의 수확한 과실에서 가루각지벌레(*Pseudococcus comstocki*)는 과실 당 가루각지 벌레수에 따라 지수를 설정하여 백분율로 표시하였다. 과실의 흑성병 발생율도 과실 당 나타난 흑성병 병반 수에 근거하여 지수를 설정하여 백분율로 표시하였다. 즉, 지수 1의 병반 수는 0개, 2는 1~2개, 3은 3~4개, 4는 5~6개, 5는 7~8개, 6은 9~10개, 7은 11~12개, 8은 13~14개이며 9는 15개이다.

3. 과신품질 특성 조사

주당 20개를 수확한 과실에서 색차계(Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 Hunter value L, a, b 값을 측정하였다. L, a, b값은 각각 과실의 밝기, 적색, 황색의 정도를 표시하였는데, +값이 높아질수록 과실이 더 밝고 진한 적황색의 과실을 의미하였다. 과실무게는 전자저울(AR-2130, USA)을 이용하였고, 가용성 고형물 함량은 과실에서 착즙한 과즙으로 굴절당도계(Refractrometer, Atago, Japan)를 이용하여 측정하였다. 과실경도는 과실 중간부위 면에서 과피를 제거한 후 과실경도계(TA-XT2, Texture Technologies Corp., USA)로 측정하였다. 과실산도는 과즙 5mL에 증류수 10mL를 가하여 페놀프탈레인 지시약 2~3방울을 첨가하여 0.1N NaOH로 연분홍색이 될 때까지 적정하여 그 값을 malic acid로 환산하였다.

총페놀화합물은 Folin-ciocalteu방법(Park, 1999)에 따라 시약 반응 후에 UV/VIS spectrophotometer(Shimazu, Japan)를 이용하여 760nm에서 흡광도를 측정하여 값을 계산하였다. 플라보노이드 함량은 colormetric 방법(Dewanto et al., 2002; Jia et al., 1999)을 변형하여 분석하였는데, 시약 반응후 반응액을 가지고 UV/VIS spectrophotometer(Shimazu, Japan)를 이용하여 510nm에서 흡광도를 측정하여 그 값을 계산하였다. 항산화 활성은 Blois(1958)와 Kang 등(1996)의 방법에 따라 각 시료액의 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여능(Electron donation ability)으로 시료액의 환원력을 측정하였다.

시험구 배치는 난괴법으로 1주 1반복으로 구당 10주 배치하였다. 처리 평균간의 유의성 검증은 t-검증으로 수행하였다(SPSS 12.0).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 흑성병 및 가루각지벌레 발생률

앞에서의 흑성병 방제율은 키틴분해미생물 배양액+넴오일(CIS-NO)의 무농약 처리구 (with AC)를 제외하고 키틴분해미생물 배양액+은나노(CIS-NS) 무농약 처리구와 키틴분해 미생물 배양액+보르도액(CIS-BMD) 무농약에서 합성농약 처리구(without AC)들보다 낮았다 (Table 2). 키틴분해미생물 배양액에 넴오일이나 보르도액을 혼용한 무농약 처리구에서는 엽당 흑성병 반점이 1~2개인 잎이 각각 47%와 56%로 관찰되었다. 따라서 키틴분해미생물 배양액+넴오일만 흑성병 방제에 효과가 있었고, 키틴분해미생물 배양액에 은나노나 보르도액 혼용처리하는 방제효과가 미비했던 것으로 판단된다.

Table 2. Scab occurrence of leaves of 'Niitaka' pear trees at 150 days after full bloom as affected by organic materials

Treatments	Scab index								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CIS+NO without AC	91	9	0	0	0	0	0	0	0
CIS+NO with AC	97	3	0	0	0	0	0	0	0
CIS+NSS without AC	19	47	20	14	0	0	0	0	0
CIS+NSS with AC	90	8	2	0	0	0	0	0	0
CIS+BDM without AC	30	56	5	2	7	0	0	0	0
CIS+BDM with AC	93	7	0	0	0	0	0	0	0

CIS+NO = Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NSS = Chitin incubated solution+Nano silver solution, and CIS+BDM = Chitin incubated solution+Bordeaux mixture.

AC = agricultural chemicals (insecticide and fungicide sprays).

Scab index: 1 = 0 spot/leaf, 2 = 1-2 spots/leaf, 3 = 3-4 spots/leaf, 4 = 5-6 spots/leaf, 5 = 7-8 spots/leaf, 6 = 9-10 spots/leaf, 7 = 11-12 spots/leaf, 8 = 13-14 spots/leaf, 9 = more than 15 spots/leaf.

수확기에 과원에서 무작위로 100개의 과실을 수확하여 흑성병 발생 정도를 조사하였다

(Table 3). 무농약 프로그램에 따라 관리된 과실에서 흑성병 방제율은 합성농약 처리 과원 보다 낮았다. 과실에서 흑성병 방제율은 키틴분해미생물 배양액+넴오일 처리구에서 73%였고 키틴분해미생물 배양액에 은나노나 보르도액을 혼용했을 때는 각각 17%와 0%의 낮은 방제율을 보였으며 합성농약에서는 80% 이상의 높은 흑성병 방제율을 보였다. Reganold 등 (2001)의 연구에 의하면 유기농 사과 과수원에서 병해충 방제는 합성농약을 사용한 관행 과수원과 큰 차이가 없었다고 하였지만 이와 반대로 캘리포니아 유기농 사과과원에서는 병해충 발생율이 관행과원 보다 높았다고 하였다(Caprile et al., 1994; Vossen et al., 1994). 배 과원의 병 방제에 이용되는 살균제는 대부분 침투성 농약으로 살포 후에는 잎의 조직내부에 침투되어 병원균을 예방할 뿐만 아니라 약 효능을 발휘할 수 있는 시간이 긴 특징을 가지고 있다. 전남 지역의 배 과원에서 흔히 발생하는 흑성병은 저온 다습한 환경에서 급격히 확산된다. 배 과원 흑성병 방제에 이용되는 친환경 살균제는 대부분 예방위주의 자재임으로 저온 다습한 봄철에 강우 전과 후에 살포시점을 파악해야만 예방의 목적을 달성할 수 있을 것이다.

Table 3. Scab occurrence of fruits of 'Niiitaka' pear trees at harvest as affected by organic materials

Treatments	Scab index								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CIS+NO without AC	73	27	0	0	0	0	0	0	0
CIS+NO with AC	100	0	0	0	0	0	0	0	0
CIS+NSS without AC	17	27	32	11	9	0	5	0	0
CIS+NSS with AC	90	10	0	0	0	0	0	0	0
CIS+BDM without AC	0	0	0	8	11	11	8	0	61
CIS+BDM with AC	83	13	7	0	0	0	0	0	0

CIS+NO = Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NSS = Chitin incubated solution+Nano silver solution, and CIS+BDM = Chitin incubated solution+Bordeaux mixture.

AC = agricultural chemicals (insecticide and fungicide sprays).

Scab index: 1 = 0 spot/fruit, 2 = 1-2 spots/fruit, 3 = 3-4 spots/fruit, 4 = 5-6 spots/fruit, 5 = 7-8 spots/fruit, 6 = 9-10 spots/fruit, 7 = 11-12 spots/fruit, 8 = 13-14 spots/fruit, 9 = more than 15 spots/fruit.

과실에서 가루깍지벌레 발생율은 무농약 프로그램 처리구에서 높았으며 합성농약 처리구에서는 발생하지 않았다(Table 4). 무농약 프로그램으로 관리된 배 과원에서 과실에서의 깍지벌레 방제율은 키틴분해미생물 배양액에 넴오일, 은나노, 보르도액을 혼용한 처리구에

서 각각 95%, 90%, 50%를 나타내었다. 합성농약을 배제하였을 때 키틴분해미생물에 은나노나 보르도액혼용이 키틴분해미생물+넙오일 보다 흑성병과 가루까지 벌레 방제에 다소 취약하였다. 이러한 원인에 대해서는 명확하지는 않지만 키틴분해미생물+넙오일 혼용살포가 화학적인 메커니즘에서 병해충에 효과적으로 작용하였던 것으로 추정된다.

Table 4. Mealybug occurrence of fruits of 'Niitaka' pear trees at harvest as affected by organic materials

Treatments	Mealybug index								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CIS+NO without AC	95	5	0	0	0	0	0	0	0
CIS+NO with AC	100	0	0	0	0	0	0	0	0
CIS+NSS without AC	90	0	0	0	0	0	0	0	10
CIS+NSS with AC	100	0	0	0	0	0	0	0	0
CIS+BDM without AC	50	20	0	0	0	0	0	0	30
CIS+BDM with AC	100	0	0	0	0	0	0	0	0

CIS+NO = Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NSS = Chitin incubated solution+Nano silver solution, and CIS+BDM = Chitin incubated solution+Bordeaux mixture.

AC = agricultural chemicals (insecticide and fungicide sprays).

Mealybug index: 1 = 0 spot/fruit, 2 = 1-2 spots/fruit, 3 = 3-4 spots/fruit, 4 = 5-6 spots/fruit,

5 = 7-8 spots/fruit, 6 = 9-10 spots/fruit, 7 = 11-12 spots/fruit, 8 = 13-14 spots/fruit,

9 = more than 15 spots/fruit.

2. 과신품질

과실무게에 있어서 무농약 프로그램 처리구와 합성농약 처리구는 통계적으로 별다른 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다(Table 5). 과실 경도는 키틴분해미생물 배양액+넙오일의 무농약 처리구는 합성농약 처리구와 차이가 없었으며 키틴분해미생물 배양액에 은나노나 보르도액을 혼용한 무농약 처리구의 경우 합성농약 처리구보다 유의성 있게 높았다($P < 0.05$). 과실의 가용성 고형물질 함량은 키틴분해미생물 배양액+보르도액 무농약 처리구가 12.4%로 합성농약 처리구(11.3%)보다 통계적으로 유의성 있게 높게 나타났고($P < 0.05$) 나머지 처리구간에는 차이가 나타나지 않았다. 과실의 당산비는 키틴분해미생물 배양액+넙오일 무농약 처리구에서 낮은 유기산 함량으로 당산비가 합성농약 처리구보다 유의적으로 높았으며($P < 0.05$) 기타 무농약 처리구는 합성농약 처리구와 비교해서 별다른 차이가 나타나지 않았다. 과실의 밝기를 나타내는 Hunter value L값은 키틴분해미생물 배양액+보르도액

합성농약 처리구가 무농약 보다 통계적으로 유의성 있게 더 높게 나타났고($P<0.05$) 나머지 처리구간에는 별다른 차이가 없었다. 과실의 적색과 노란색을 나타내는 a와 b값은 합성농약과 무농약 처리구간에 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였다($P<0.05$). 특히 a값은 과실의 흑성병 발생율이 높았던 키틴분해미생물 배양액에 은나노나 보르도액 무농약(Table 3)을 처리했던 과실에서 높았다. 이는 유기질 퇴비나 멀칭을 시용했을 때 과피의 적색이 증가했다는 이전 보고들과 일치하였다(Lee et al., 2009b; Wu et al., 2010).

Table 5. Fruit qualities of 'Niitaka' pear trees at harvest as affected by organic materials

Treatments	FW (g)	Firmness (N)	SSC (%)	Acidity (%)	SSC/ Acidity	Hunter value		
						L	a	b
CIS+NO without AC	617	16.0	11.7	0.68	17.2	60.7	11.4	39.9
CIS+NO with AC	624	14.9	11.5	0.83	14.1	60.6	12.0	41.1
t-test	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*
CIS+NSS without AC	622	17.0	12.0	0.61	20.1	62.4	11.9	39.8
CIS+NSS with AC	626	15.1	11.7	0.62	19.3	62.9	10.4	41.8
t-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*
CIS+BDM without AC	623	17.3	12.4	0.59	21.4	60.2	12.9	38.2
CIS+BDM with AC	628	14.6	11.3	0.50	23.5	63.8	11.7	39.9
t-test	ns	*	*	ns	ns	*	*	*

CIS+NO = Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NSS = Chitin incubated solution+Nano silver solution, and CIS+BDM = Chitin incubated solution+Bordeaux mixture.

AC = agricultural chemicals (insecticide and fungicide sprays).

* Significantly different means among the organic materials at harvest for fruit qualities at $P<0.05$.

ns = not significantly different.

과실에서 총 페놀화합물 함량은 과피와 과육으로 나누어서 분석하였다(Table 6). 과피에서 총 페놀화합물 함량은 키틴분해미생물 배양액+넝오일 처리를 제외한 무농약 프로그램 처리구에서 합성농약 처리구보다 높게 관찰되었다(Table 6). 과육에서 총 페놀화합물 함량은 모든 무농약 프로그램 처리구에서 합성농약 처리구보다 높았다. 식물체는 병에 의한 생물학적 혹은 비 생물학적 스트레스를 받게 되면 이러한 스트레스에 대응하는 2차 산물을 만들게 된다(Misirli et al., 1995). 식물체의 2차 대사산물 중에서 식물의 저항성과 관련되는 물질중의 하나로 페놀화합물이 있으며 식물체의 뿌리, 줄기, 꽃, 잎, 목본조직, 화분 등에 존재하는 것으로 알려져 있다. Misirli 등(1995)의 연구에서, 흑성병이나 부패혹은 괴사를 일

으키는 *Phytophthora* spp. 병원균에 의해 식물체는 방어기작으로 페놀화합물을 증가시켰다고 하였다.

과피에서 총 플라보노이드 함량은 무농약 프로그램 처리구에서 합성농약 처리구 보다 높았으며 키틴분해미생물 배양액+보르도액의 무농약 처리구 과실에서 과피의 플라보노이드 함량이 가장 높았다(Table 6). 과육에서 총 플라보노이드 함량은 모든 무농약 프로그램에서 합성농약 처리구보다 높게 관찰되었다.

과실의 항산화 능력은 DPPH법으로 radical scavenging capacity로 표시하였다(Table 6). 과피와 과육의 항산화 능력은 무농약 처리구에서 합성농약구보다 높았다. 무농약 과실은 합성농약 처리구 과실보다 일반적으로 높은 페놀화합물과 플라보노이드 함량 그리고 항산화 능력을 보였다. 앞에서 언급한 바와 같이 Hunter value a값이 높게 나타났던 처리구들에서(Table 5) 높은 페놀화합물이 나타나서 병해충 발생 밀도(특히 흑성병)와 페놀화합물과 Hunter value a값이 어느 정도 관련 있는 것으로 추정되었다.

Table 6. Total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant capacity of fruits of 'Niiitaka' pear trees at harvest as affected by organic materials

Treatments	Total Phenolic content (mg/100g FW)		Total flavonoid content (mg/100g FW)		Antioxidant capacity (%)	
	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh
CIS+NO without AC	232	34	7.6	0.85	40	10.1
CIS+NO with AC	245	32	7.5	0.51	38	10.0
t-test	ns	ns	ns	*	*	ns
CIS+NSS without AC	315	40	9.1	0.73	42	11.7
CIS+NSS with AC	230	34	7.4	0.63	41	10.8
t-test	*	*	*	*	ns	*
CIS+BDM without AC	318	41	11.2	0.83	49	11.0
CIS+BDM with AC	275	30	9.4	0.63	35	10.0
t-test	*	*	*	*	*	*

CIS+NO = Chitin incubated solution+Neem oil, CIS+NSS = Chitin incubated solution+Nano silver solution, and CIS+BDM = Chitin incubated solution+Bordeaux mixture.

AC = agricultural chemicals (insecticide and fungicide sprays).

* Significantly different means among the organic materials at harvest for fruit qualities at $P < 0.05$.

ns = not significantly different.

IV. 요약

본 실험은 ‘신고’ 배 과원에 친환경 자재인 키틴분해미생물 배양액에 님오일, 은나노, 그리고 보르도액을 혼용하였을 경우, 그리고 위 친환경 자재에 합성농약을 살포했을 때 흑성병과 가루까지벌레 방제율, 과실품질 그리고 향산화 물질을 비교 분석하기 위해서 수행되었다. 친환경 자재를 이용한 무농약 처리구인 키틴분해미생물+님오일은 잎과 과실의 흑성병 감염율을 30% 이하로 감소시켰으나 키틴분해미생물에 은나노나 보르도액 혼용은 높은 감염율을 보였다. 친환경 자재에 합성농약 처리구는 흑성병 감염율을 20% 이하로 감소시켰다. 키틴분해미생물+보르도액 무농약 처리구를 제외하고는 가루까지벌레 발생율을 모두 10% 이하로 감소시켰다. 과실품질 특성은 처리구간에 일정하게 나타나지 않았다. 과실 적색을 나타내는 Hunter value a값은 병해충 발생율이 높았던 키틴분해미생물에 은나노나 보르도액을 혼용한 무농약 처리구에서 합성농약 처리구보다 더 높게 관찰되었다. 친환경 자재에 무농약 처리구 과실이 합성농약 과실 보다 과피의 페놀함량을 제외하고 과피와 과육에서 높은 총페놀함량, 플라보노이드 함량, 그리고 향산화활성을 보여주었다.

[논문접수일 : 2010. 11. 10. 논문수정일 : 2011. 8. 9. 최종논문접수일 : 2011. 9. 16]

참고 문헌

1. Baker, B. P., C. M. Benbrook, E. Groth, and K. L. Benbrook. 2002. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM) - grown and organic foods: Insights from three U.S. data sets. *Food Addit. Contam.* 19: 427-446.
2. Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
3. Caprile, J., K. Klonsky, N. Mills, S. McDougall, W. Micke, and B. Van Steenwyk. 1994. Insect damage limits yield, profits of organic apples. *Calif. Agric.* 48: 21-28.
4. Croft, B. A. and S. C. Hoyt. (eds.). 1983. Integrated management of insect pests of pome and stone fruits. p. 454. A Wiley-InterScience Publication. New York, U.S.A.
5. Dewanto, V., X. Wu, K. K. Adom, and R. H. Liu. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3010-3014.
6. Jia, Z., M. Tang, and J. Wu. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and

- their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-599.
7. Heye, C. C. and J. H. Andrews. 1983. Antagonism of *Athelia bombacina* and *Chaetomium globosum* to the apple scab pathogen, *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 73: 650-654.
 8. Kang, Y. H., Y. K. Park, and G. D. Lee, 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 28: 232-239.
 9. Kim, W. S., S. H. Lee, J. A. Jo, X. Wu, X. Li, J. J. Choi, J. H. Choi, K. C. Na, Y. Y. Jin, Y. K. Lee, J. S. Cho, J. H. Park, L. Petrea, S. H. Lee, S. K. Lee, S. K. Kim, M. S. Kim, T. J. Kang, B. K. Na, J. H. Moon, S. H. Park, K. Y. Yang, I. S. Kim, N. K. Kim, J. Y. Park, Y. S. Jo, Y. J. Ahn, I. H. Suh, S. A. Kim, S. H. Park, Y. S. Kim, K. T. Han, and H. S. Hwang. (eds.). 2009. Korean pear. pp. 1-128. Chonnam National University Press. Gwangju, Korea.
 10. Knorr, D. 1984. Use of chitinous polymers in food. A challenge for food research and development. *Food Technol.* 38: 85-97.
 11. Lee, X., W. S. Kim, and H. S. Choi. 2009a. Effect of different organic fertilizers on fruit quality in a pear orchard. *Kor. J. Food Preserv.* 16: 305-310.
 12. Lee, J. A., W. S. Kim, and H. S. Choi. 2009b. Effect on fruit quality of 2-year compost application in a conventionally managed pear orchard. *Kor. J. Food Preserv.* 16: 317-320.
 13. Li, X., W. S. Kim, and H. S. Choi. 2010. Effect of different organic fertilizers on performance and disease occurrence in seedling 'Niitaka' pear trees. *Kor. J. Org. Agric.* 18: 55-62.
 14. Misirli, A., R. Gulcan, and A. Tanrisever. 1995. Determination of phenolic compounds of some almond cultigens. *Acta Hort.* 373: 185-192.
 15. Park, Y. S. 1999. Carbon dioxide-induced flesh browning development as related to phenolic metabolism in 'Niitaka' pear during storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40: 567-570.
 16. Reganold, J. P., J. D. Glover, P. K. Andrews, and H. R. Hinman. 2001. Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410: 926-930.
 17. Vossen, P., D. Jolly, R. Meyer, L. Varela, and S. Blodgett. 1994. Disease, insect management pressures make organic production risky in Sonoma County. *Calif. Agric.* 48: 29-36.
 18. Wang, L., T. C. Yieh, and I. L. Shih. 1999. Production of antifungal compounds by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 using shrimp and crab shell powder as a carbon source. *Enzyme Microb. Technol.* 25: 142-148.
 19. Whole Foods Market. 2005. 2005 Whole foods market organic trend tracker. Austin, U.S.A.
 20. Wu, X. Y., W. S. Kim, H. S. Choi, and J. A. Jo. 2010. Effects of organic mulches on the quality of 'Niitaka' pear trees and fruit. *Kor. J. Food Preserv.* 17: 466-470.

