

배 유기재배 과수원의 병해충 관리 실태 및 생물 다양성*

송장훈** · 임경호*** · 조영식*** · 이한찬***

Current Status of Pest Management and Biodiversity in Organic Pear Orchards in Korea

Song, Jang-Hoon · Cho, Young-Sik · Lim, Kyeong-Ho · Lee, Han-Chan

This study was conducted to survey the current pest occurrence and grower's pest management practices, and to investigate biodiversity including birds, snakes, rodents, and amphibians in organic pear orchards. From the questionnaires and field survey of 22 organic orchards in 2010, the materials such as lime sulphur, plant extracts and their mixtures with microorganisms, and oils were preferred over insecticides. Scab, mealybugs, woollybugs and barkminers were the major pests for organic pear growers. Environment-friendly fungicides and insecticides were applied 9 to 10 and 5 to 6 times respectively. Incidence and severity of scab on Niitaka pear fruits in organic orchards was higher than in conventional ones. Whereas for mealybugs there was no significant difference between organic and conventional orchards. Pear fruits in organic orchards were significantly smaller than those of non-organic orchards. For the biodiversity of amphibians, snakes, pheasants, and rodents, there was no significant difference between organic and conventional orchards, but Rufous turtle doves were monitored more in organic areas than in conventional ones.

Key words : *amphibian, insecticide, Rufous turtle doves, scab, sulphur*

* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구개발사업(과제번호: PJ007508)의 지원으로 수행된 결과임.

** Corresponding author, 국립원예특작과학원 배시험장(E-mail : bird0423@korea.kr)

*** 농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장

I. 서 론

화학 합성 농약을 많이 투입하는 관행 재배는 심각한 환경 영향뿐만 아니라 보전적으로 위험요소가 되고 농업 생태계에서 생물 다양성을 잃게 하는 요인이 되고 있다(Baldi et al., 1998; Simon et al., 2010). 특히 온대 기후대에서는 국가 간 수출용으로 거래될 수 있는 표준에 부합하기 위해 많은 약제방제에 의존하여 과수원 병해충 관리가 이뤄지고 있지만(Simon et al., 2010), 최근 들어 몸에 좋은 과실소비를 원하는 사회적 분위기와 친환경적 농촌 경관 유지 및 생물 다양성을 보존하기 위한 대안으로써 무농약재배와 유기재배는 소비자들과 정부에게 큰 주목을 받고 있다. 우리나라의 경우 무엇보다 친환경 농산물 인증에서 저농약재배 인증이 2015년에는 폐지될 예정이므로 기존 저농약재배 인증 농가가 무농약과 유기재배 농산물로 전환하기 위해 높은 관심을 보이고 있다. 이와 관련하여 우리나라에서 무농약재배지와 유기재배지의 사과 병해충 발생 특성과 관리 실태를 조사하고(Choi et al., 2010), 유기재배 배 과수원에서 토양 미소동물을 대상으로 생물 다양성을 분석(Kim et al., 2011)하는 등 관련 연구가 활발히 연구되고 있다. 그러나 배 과수를 대상으로 유기재배 연구는 유기질 비료의 시용효과를 확인하고(Lee et al., 2009), 녹비작물의 양분공급 효과를 추정하였으며(Lim et al., 2012a; Lim et al., 2012b; Lim et al., 2011a), 유기재배 배 과실의 품질과 향산화 활성을 조사하는 것(Choi et al., 2010) 등 토양관리와 과실 품질향상 측면에 머무르고 있는 실정이다. 따라서 우리나라 배 유기재배 과수원의 병해충 관리와 생물 다양성을 보전하기 위해서는 농가의 관리실태를 조사하고 양서류, 파충류, 설치류, 조류 등의 동물 밀도를 파악하는 기초적 조사 결과가 필요하다.

이에 본 연구는 전국 배 유기재배 과수원을 대상으로 문제 병해충과 병해충 관리 관련 친환경 농자재의 사용실태를 파악하고자 설문조사를 실시하고, 유기재배와 관행재배 과수원에서 주요 척추동물상을 조사하여 생물 다양성 수준을 확인하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 배 병해충 관리 실태조사

2010년에 국립농산물품질관리원 홈페이지(<http://www.naqs.go.kr>)에 등록된 유기농산물 인증농가 중 한국유기농배연구회 회원 22명의 농가를 대상으로 2010년 7월부터 10월까지 3개월간 방문하여 농자재 활용실태와 문제 병해충 종류를 설문조사하였다(Table 1). 또한 배 유기재배 18농가를 대상으로 9월 하순 이후 주당 50과씩 3주에서 과실 150과를 임의 수확하고, 대조를 위해 청원 1개소와 나주 2개소의 관행재배 과수원에서 동일하게 수확하여 과

실에 발생한 병해 중 검은별무늬병에 대해 발병과율과 발병도를 조사하고, 해충은 각지별 레류에 대해 피해과율과 피해면적 수준을 조사하였다. 발병도와 해충피해 면적 수준은 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2003)에 따라 지수로 표시하여 1% 이하는 1, 1~10%는 3, 11~20%는 5, 21~50%는 7, 51% 이상은 9로 산정하였다. 과실의 과중, 횡경, 종경, 산도, 당도, 경도 등 과실특성은 최 등(2010)의 기준을 따라 조사하였다.

Table 1. Organic pear growers surveyed in this study, pear cultivars, orchard area, and their duration of organic cultivation in 2010

Districts	Growers	Cultivars planted	Orchard area (ha)	Duration of organic cultivation (years)
Hongcheon GW	Park	Niitaka, Hwasan, Wonhwang	1.0	4
Uijeongbu GG	Hong	Niitaka	1.7	2
Namyangju GG	Shin	Niitaka	0.8	4
Anseong GG	Kim	Niitaka, Manpungbae	1.7	5
Yangju GG	Park	Niitaka, Hwasan, Gamcheon	2.8	3
Yeoju GG	Park	Niitaka, Wonhwang	2.0	3
Hwaseong GG	Kim	Niitaka, Hwasan, Wonhwang	1.9	4
Sancheong GN	Jung	Niitaka, Wonhwang, Hwangeumbae, Chuhwang	2.0	2
Hamyang GN	Yang	Niitaka, Manpungbae, Wonhwang	1.0	5
Gyeongju GB	Kim	Niitaka	0.9	4
Sangju GB	Park	Niitaka, Wonhwang	1.5	5
Yecheon GB	Lee	Niitaka, Hwasan, Wonhwang	1.7	2
Chilgok GB	Seo	Niitaka	2.7	5
Boseong JN	Sun	Niitaka, Wonhwang	1.0	6
Boseong JN	Cho	Niitaka, Wonhwang	1.1	4
Boseong JN	Lee	Niitaka, Wonhwang, Chuhwang	2.5	4
Gwangyang JN	Seo	Niitaka, Wonhwang, Manpungbae	2.5	3
Buan JB	Choi	Niitaka, Hwasan, Gamcheon	1.0	1
Asan CN	Kim	Niitaka, Hwasan, Gamcheon, Wonhwang	5.0	5
Asan CN	Lim	Niitaka, Manpungbae	3.7	2
Cheonan CN	Kim	Niitaka, Gamcheon	4.0	5
Cheonan CN	Park	Niitaka	1.4	3

2. 양서류, 파충류, 조류, 설치류 서식밀도 조사

양서류와 파충류는 Weir 등(2009)의 기준을 따라 2010년 8월 19일부터 9월 1일까지 오전 5:30~6:30에 전남 보성군 별교읍(34°82' 62" N, 127°31' 82" E), 전남 보성군 별교읍(34°82' 62" N, 127°33' 59" E), 경남 산청군 단성면(35°31' 79" N, 127°92' 20" E) 등 3개소에서 실시하였으며 유기재배 과수원과 100m 이내로 인접한 일반 관행과수원을 대조로 설정하여 배나무 열간 350㎡ 면적에 대해 2명의 조사요원이 3반복으로 달관조사를 하였다. Brower 등(1989)의 방법에 따라 선조사(line transect)를 하되 설치류는 노출된 굴 수, 썩은 깃털 수를 계수하였고, 까치, 물까치, 직박구리, 멧비둘기 등의 조류는 점조사(point survey)를 하되 위와 동일 시간대에 15분 동안 약 1ha의 대상 과수원에 비례하는 개체수를 계수하였다. 모든 조사대상 척추동물의 개체조사는 2회 반복하여 수행되었으며 최고 관찰치를 조사 개체수로 하였다.

3. 통계분석

과수원 수준으로 3반복으로 시험을 수행하였고 자료 분석은 R 프로그램(R version 2.15.3, Institute for Statistics and Mathematics of WU, Wien, Austria, 2013)으로 t-test로 유의성 95% 수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

유기재배를 하는 배 농가 22명에 대한 설문조사 결과 선호하는 살균 자재는 석회황합제가 대다수였으며, 그 외에 보르도액이었다. 살충 자재로 고삼, 은행 등의 식물추출물과 *Bacillus subtilis*의 혼합제를 8농가가 선호하였으며, 기계유유제, 님오일, 교미교란제 등도 좋은 평가를 받았다. 문제되는 병해로서는 검은별무늬병이 대다수였으며, 붉은별무늬병도 일부지역에선 문제시 되었고, 해충으로는 깍지벌레류, 배면충, 배굴나방, 거위벌레, 노린재류 등이었다(Table 2). 배 검은별무늬병균(*Venturia nashicola*)의 방제약제가 제한되어 있는 것은 전 세계적으로 사과 유기재배지에서 적용되는 살균 자재 또한 대부분 석회황합제와 석회보르도액이고 다른 대체 자재가 뚜렷하지 않은 실정이어서(Choi et al., 2010; Holb, 2008; Jamar et al., 2010) 이를 반영하는 것으로 생각된다. 해충의 경우 깍지벌레류를 제외하고 모든 응답 해충이 관행재배에서 문제되지 않는 종이었다. 사과의 경우 유기재배지에서는 사과유리나방, 복숭아순나방, 복숭아심식나방 등 나방유와 사과면충, 사과혹진딧물 등 흡즙성 매미목 해충이 문제시 되었는데(Choi et al., 2010), 배 과수원에 있어서도 매미목 해충에 대

한 관리방안이 미흡하여 향후 살충자재를 활용한 살충효과와 생태연구가 더 요구되었다. 한편 심식나방류의 해충은 배 재배가 봉지를 사용하는 특성으로 인해 효율적 관리가 되었으나 배굴나방은 주된 가해 부위가 줄기 부위여서 기존 방제방법으로는 방제효율이 낮았던 것으로 추정된다.

Table 2. Status of organic farm based on the questionnaire of 22 orchard managers growing organic pear

Questions	Answers (No. of growers)
Major fungicides used	lime sulphur (15), Bordeaux mixture (4), others (3)
Major Insecticides used	plant extract (4), Bacillus substilis and plant extract mixture (4), machine oil (3), neem oil (3), mating disrupter (2), others (6)
Major diseases	scab (15), rust (7)
Major insects	mealybugs (3), woollybugs (3), barkminers (3), curculios (2), stink bugs (2), others (9)

Table 3. Frequency of insecticide applications a year based on the questionnaire of 10 orchard managers for organic pear

Range of frequency	< 4	5~6	7~8	9~10	>11
Applying for disease control	-	-	3	5	2
Applying for insect control	3	3	3	1	-

유기재배 배 과수원을 운영하는 10명을 대상으로 살균자재와 살충자재의 살포횟수를 조사한 결과, 살균자재의 경우 5농가가 9~10회였으며 살충자재는 5~8회 수준이 일반적이었다 (Table 3). 사과와 달리 살균효과를 위해 헝가리에서는 19~20회에 걸쳐 구리와 황제를 살포하고 있으며(Holb, 2008), 국내 사과 과수원에 있어서도 3~18회에 걸쳐 황제와 구리제가 이용되고 있는 것(Choi et al., 2010)을 볼 때 배 과수원에서 살균자재의 활용은 거의 절반 수준에 머무르고 있다. 국내외 사과재배지와 달리 살충효과를 가진 자재에 있어서도 살포횟수가 작은 것은 봉지재배로 인해 6월 중순이후 방제가 이뤄지지 않는 것에 원인이 있는 것으로 판단된다.

또한 이들 유기재배 농가와 일반관행 농가의 수확과실에 부착한 병해충의 피해를 확인한 결과 유기재배 농가에서 검은별무늬병의 발병과율이 48.9%에 이르도록 심하였으며 각 지별레류는 심한 농가는 30.8%의 수확과실이 피해를 입기도 하여 향후 안정적 유기재배 기

술개발에 있어 우선적으로 대책마련이 필요하였다(Table 4). 살균자재의 살포횟수가 살충자재에 비해 더 많은 것은 검은별무늬병의 관리가 현실적으로 매우 어려움을 반영하고 있으며, 살충자재의 경우 문제 해충이 대부분 흡즙성 해충이 많아 살충자재들이 공통적으로 방제가 가능했던 것으로 판단된다.

Table 4. Incidence and severity of scabs and mealybugs on Niitaka pear fruits harvested from 10 organic pear orchards

Types of cultural practices	Scab		Mealybug	
	Incidence (%)	Severity (0~9)*	Incidence (%)	Severity (0~9)**
Organic	48.92	1.08	4.87	0.13
Conventional	3.68	0.10	0.90	< 0.1
t-test (P = 0.05)	**	*	ns	ns

* Categorized into 0 to 9 depending on lesion size of fruit skin; '0' for no incidence, '1' for <1%, '3' for 1~10%, '5' for 11~20%, '7' for 21~50%, and '9' for >51%.

** Categorized into 0 to 9 depending on infestation size of fruit skin. Dead bodies of adult females and saprophytic mycelia caused by their excretion were included as the same category as above.

Table 5. Fruit characteristics of Niitaka pear from 11 organic and conventional orchards, respectively

Types of cultural practices	Weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Hardness (kg/Ø5mm)	Soluble solid (°Bx)	Acidity (%)
Organic	543.88	80.19	95.24	1.57	14.77	1.02
Conventional	608.67	88.30	108.71	1.11	12.17	1.01
t-test (P = 0.05)	*	*	*	n.s	n.s	n.s

유기재배와 관행재배에서 생산된 '신고' 과실의 특성을 조사한 결과, 과중, 중경, 횡경 등 과실 크기와 관련된 항목에서 유기재배 과실이 유의하게 작았으며, 경도, 당도, 산도 등은 유의적 차이가 없었다(Table 5). 이런 결과는 사과 유기재배에서 생산량이 관행의 2/3수준이고 종합관리체계의 1/2에 머무는 것을 고려해 볼 때(Peck et al., 2006), 배 과실의 크기가 작은 것은 곧 생산량이 작은 것으로 직결되는 요인으로 판단된다. 또한 석회유황합제를 누적적으로 살포하면 잎의 장애가 유발되는데(Choi et al., 2010), 이는 광합성 효율 저하로 이어져 유기재배의 배 과실이 크기가 작아졌던 것으로 해석된다.

양서류, 뱀, 꿩, 설치류 등은 수확기 무렵에 유기재배지와 관행재배지간에 개체수와 서식

지 흔적의 차이가 확인되지 않았다(Table 6). 확인된 양서류 종은 청개구리(*Hyla japonica*)와 참개구리(*Rana nigromaculata*)로써 논이나 얕은 습지에서 부화 후 수생생활을 거쳐서(Han et al., 2011) 성체로 배 과수원에 유입된 것으로 추정된다. 양서류는 화학농약 등에 의한 환경 오염에 취약하여(Brooks, 1981), 인근 수원(water course)의 수질 오염도를 평가하는 생물지표로 활용한 바 있다(White, 1999). 산림 습지와 습지가 없는 산림지대에서 양서류와 파충류의 종 다양성이 유의하게 차이가 있었고 포획 방법에 따라 하는 수집된 정보가 유의하게 다른 점(Ryan et al., 2002)을 보아 이 연구의 조사지역이 습지규모나 수원의 근접도가 비슷하였기 때문에 종 다양성의 차이를 확인할 수 없었던 이유로 추정된다. 또한 동일한 습지 및 수원에서 수생생활을 마치고 성체로서 배 과원에 유입하더라도 친환경재배 여부가 성체의 먹이활동에 큰 영향을 주지 않았던 것으로 판단한다. 뱀의 경우 대부분 유희목이(*Rhabdophis tigrinus*)가 확인되었고 다른 종은 동정을 할 수 없었는데, 향후 선조사와 더불어 포획 수집하는 방법이 보완될 필요가 있다.

Table 6. Biodiversity of amphibians, snakes, pheasants, and rodents between organic and conventional pear orchards

Types of cultural practices	Amphibians*	Snakes	Habitat vestiges	
			Pheasants**	Rodents***
Organic	5.81	3.86	2.12	24.94
Conventional	0.09	0	0	22.94
t-test (P = 0.05)	ns	ns	ns	ns

* Counted the number of individuals encountering in the orchard areas of 10a by line transection search twice from August 19 to October 1 in 2010.

** Counted the number of pheasant's feather by the same method as above.

*** Counted the number of den's opening for rodents by the same method as above.

Table 7. Number of birds observed in organic and conventional areas of pear orchards

Types of Cultural Practices	Black-billed Magpies*	Azure-winged Magpies	Grey-eared Bulbul	Rufous turtle dove	Total
Organic	19.28	15.36	15.24	22.08	71.64
Conventional	17.16	10.64	10.78	13.61	49.48
t-test (P = 0.05)	ns	ns	ns	*	ns

* Counted the number of individuals encountered in the orchard areas of 10a by line transection search twice from August 19 to October 1 in 2010.

조류는 까치(*Pica pica*), 물까치(*Cyanopica cyanus*), 직박구리(*Hypsipetes amaurotis*), 멧비둘기(*Streptopelia orientalis*) 등이 주로 비래하였으며 이들 중 중 오직 멧비둘기만이 유기재배지에서 많은 활동을 보였다(Table 7). 까치, 물까치, 직박구리 등은 우리나라 과수원에 피해를 주는 유해조류로서 알려져 있는데(Song, 2004), 유기재배지와 관행재배지간의 비래하는 개체수가 큰 차이를 보이지 않았다. 유기재배지에 특별히 유해조류의 비래횟수가 차이나지 않는 것은 봉지 씌운 배 과실을 가해할 수 있는 까치의 먹이활동에 따라 물까치와 직박구리가 배 과실을 섭식하는 특성이 있고(Song et al., 2011), 까치의 경우 유기재배지와 관행재배지를 구분하지 않고 먹이활동을 하였던 까닭으로 해석된다. 또한 유기재배지에서는 종다양도가 높을 뿐 거미류와 딱정벌레류의 개체수에 있어서는 관행재배지와 뚜렷한 차이가 없어서(Bengtsson et al., 2005; Kim et al., 2011) 이들 조류의 과수원 유입횟수와 먹이활동에 유기재배지와 관행재배지의 차이가 큰 영향을 주지 않았던 것으로 사료된다. Langton 등(2001)은 들쥐의 경우 밀집된 주거지역, 축사와 인근한 곳, 오래된 건물이 많을수록 서식밀도가 높다고 하였는데, 이 연구에서 조사된 과수원은 산야지와 인접하여 주거 밀집지역이 아니고 창고건물이나 축사가 소규모 수준이어서 유기재배의 유무가 직접적으로 설치류 밀도에 영향을 줄 수 있는 요인은 아닌 것으로 생각된다. 그러나 설치류의 서식지 흔적과 굴의 유무만으로 조사한 결과를 반영한 것이기 때문에 트랩포획, 먹이유인 등 조사방법의 보완이 필요하다. 본 연구의 조사과원이 10ha 미만의 소규모 면적이며, 과수원 주변 환경이 생태적 분리현상(fragmentation)을 받을 수 있어서 조류, 양서류, 뱀, 설치류 등 이동성이 큰 척추동물의 총 개체가 재배형태별로 차이가 없었던 것으로 생각된다. Piha 등(2007)은 종달새, 땃기물떼새 등 농경지에서 번식하는 조류에 한하여 군집밀도가 높았던 것을 보고하고 유기재배지 주변의 경관구성(landscape)과 농경지 이용도가 조류 종 다양성 및 군집밀도에 영향을 주는 요인이라고 하였다. 또한 Geiger 등(2010)도 유럽 9개 지역을 대상으로 유기재배와 관행재배 포장을 대상으로 조류의 종 다양성을 조사한 결과 재배포장간 유의적 차이를 확인하지 못한 바 있다. 일반적으로 초생재배가 필수적인 배 유기재배지에서 벼과와 화본과의 녹비식물이 많이 자생되는데(Lim et al., 2012a; Lim et al., 2011b), 본 연구에서 유기재배지에서 특히 멧비둘기가 많이 확인된 이유는 유기재배지에서 벼과와 콩과의 종실을 섭식하기 위해 더 많이 출현한 것으로 추정된다.

우리나라 과수원에서 이동성이 큰 척추동물의 생물다양성을 해석하기 위해서는 동물별 시기적 이동과 밀도에 영향을 주는 요인에 대해 친환경인증 농경지 면적과 농작업 집약도 뿐만 아니라 인근 산림 및 습지환경 및 근접도 등이 고려되어 추가적 분석이 필요하다.

IV. 적 요

배 유기재배 과수원에서 최근 문제되는 병해충 종류와 재배농가의 병해충 관리수준을 설문조사하고 조류, 양서류, 파충류, 설치류 등 척추동물의 생물다양성을 일반 화학농약 방제농가와 비교하고자 2010년에 포장조사를 수행하였다. 유기재배 과수원 총 22개소에서 설문조사와 포장조사를 한 결과, 유기재배 농가는 유기재배 병해충 관리자재로 석회황합제, 식물추출물 및 미생물 혼합물, 오일류 등을 선호하였으며, 주요 문제 병해충은 검은별무늬병, 붉은별무늬병, 깍지벌레류, 배나무면충, 배굴나방 등이었다. 유기재배 살포횟수는 병해 방제를 위해 9~10회, 해충 방제를 위해 5~6회 수준이었다. 유기재배 과수원이 관행재배에 비해 검은별무늬병 이병율과 이병도는 높았으나, 깍지벌레류 피해는 차이가 없었고 과중은 감소하였다. 양서류, 뱀, 설치류, 썩 등은 관행재배와 유기재배 과수원 간에 차이를 확인할 수 없었으나, 멧비둘기의 경우 유기재배 과수원에서 개체수가 유의하게 많은 섭식활동을 하였다.

[논문접수일 : 2013. 9. 29. 논문수정일 : 2013. 11. 7. 최종논문접수일 : 2013. 11. 8.]

참 고 문 헌

1. Baldi I., B. M. Brahim, P. Brochard, J. F. Dartigues, and R. Salamon. 1998. Long term effects of pesticides on health: review of current epidemiologic knowledge. *Rev. Epidemiol. Sante.* 46: 134-142.
2. Bengtsson J., J. Ahnström, and A. C. Weibull. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecology.* 42: 261-269.
3. Brooks, J. A. 1981. Otolith abnormalities in *Limnodynastes tasmaniensis* tadpoles after exposure to the pesticide dieldrin. *Environ. Pollution.* 25(1): 19-25
4. Brower, J. E. 1989. Field and laboratory methods of general ecology. Wm. C. Brown Publishers. Dubuque, IA 52001, USA. pp. 119-124.
5. Choi, H. S., X. Li, W. S. Kim, and Y. Lee. 2010. Comparison of fruit quality and antioxidant compound of 'Niitaka' pear trees grown in organically and conventionally managed systems. *K. J. Environ. Agric.* 29(4): 367-373.
6. Choi, H. S., K. H. Lim, M. Gu, W. S. Kim, D. I. Kim, K. J. Choi, and H. C. Lee. 2012. Comparison of soil nutrition, tree performance, and insect and disease occurrence between

- organic and conventional asian pear orchards. *J. Amer. Pomol. Soc.* 66: 68-77.
7. Choi, K. H., D. H. Lee, Y. Y. Song, J. C. Nam, and S. W. Lee. 2010. Current status on the occurrence and management of disease, insect and mite pests in non-chemical or organic cultured apple orchards in Korea. *K. J. Organic Agri.* 18(2): 221-232.
 8. Han M. S., Y. E. Na, H. S. Bang, M. H. Kim, K. K. Kang, J. T. Lee, and H. K. Hong. 2011. Encyclopedia of fish, amphibians, and reptiles in paddy fields. National Academy of Agricultural Science, RDA. pp. 51-98.
 9. Holb I. J., 2008. Timing of first and final sprays against apple scab combined with leaf removal and pruning in organic apple production. *Crop Prot.* 27: 814-822.
 10. Jamar L., M. Cavalier, and M. Lateur. 2010. Primary scab control using a 'during infection' spray timing and the effect on fruit quality and yield in organic apple production. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14: 423-439.
 11. Kim, D. I., S. G. Kim, S. J. Ko, B. R. Kang, D. S. Choi, G. H. Lim, and S. S. Kim. 2011. Biodiversity of invertebrate on organic and conventional pear orchards. *K. J. Organic Agri.* 19(1): 93-107.
 12. Langton, S. D., D. P. Cowan, and A. N. Meyer. 2001. The occurrence of commensal rodents in dwellings as revealed by the 1996 English House Condition Survey. *J. Appl. Eco.* 38: 699-709.
 13. Lee, J. A., W. S. Kim, and H. S. Choi. 2009. Effects of compost application on soil properties and leaf and bud characteristics of pear trees in orchard farms. *K. J. Organic Agri.* 17(4): 567-575.
 14. Lim, K. H., H. S. Choi, J. H. Song, Y. S. Song, K. S. Cho, K. B. Ma, K. H. Won, and S. K. Jung. 2012a. Estimation of nutrient contribution of perennial ground covers in organic orchards and growth characteristics. *J. Bio-Environ. Cont.* 21(3): 286-293.
 15. Lim, K. H., H. S. Choi, W. S. Kim, S. G. Song, J. H. Song, Y. S. Cho, J. J. Choi, and S. K. Jung. 2012b. Nutrient contribution of green manure crops in organic pear orchard. *K. J. Organic Agri.* 20(1): 37-48.
 16. Lim, K. H., W. S. Kim, H. S. Choi, I. Lee, W. K. Cho, H. Y. Koo, and Y. Lee. 2011a. Nutrient contribution of the cover crops and fruit quality of pear trees as affected by ground cover treatments. *Kor. J. Intl. Agri.* 23: 297-301.
 17. Lim, K. H., W. S. Kim, H. S. Choi, I. T. Hwang, J. W. Lee, Y. S. Lee, K. J. Choi, Y. Lee, J. H. Song, and Y. S. Cho. 2011b. Estimated nutrient production in green manure crops as affected by seeding of orchardgrass and various clovers in a pear orchard. *Kor. J. Organic Agric.* 19: 543-551.

18. Peck G. M., P. K. Andrews, J. P. Reganold, and J. K. Fellman. 2006. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. *Hort-Science*. 41(1): 99-107.
19. Piha, M., J. Tiainen, J. Holopainen, and V. Vepsäläinen. 2007. Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. *Biological Conservation*. 140: 50-61.
20. Rural Development Administration. 2003. Guidebook of research survey and assay for agricultural science. pp. 86-94.
21. Ryan, T. J., T. Philippi, Y. A. Leiden, M. E. Dorcas, T. B. Wigley, and J. W. Gibbons. 2002. Monitoring herpetofauna in a managed forest landscape: effects of habitat types and census techniques. *Forest Ecology and Management*. 167: 83-90.
22. Sandskär B. 2003. Apple scab and pests in organic orchards. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences. p. 39.
23. Simon S., J. C. Bouvier, J. F. Debras, and B. Sauphanor. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems - A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30: 139-152.
24. Song J. H., G. H. Shin, Y. S. Cho, J. H. Park, and H. C. Lee. 2012. Fruit dieting behavior of black-billed magpies, azure-winged magpies, and brown-eared bulbuls in the cage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30(1): 85-89.
25. Song J. H. 2004. Use of modified ladder entrance trap to reduce the population of black-billed magpies in pear orchards. *Kor. J. Orni.* 11(1): 1-6.
26. Weir N., I. J. Fiske, and J. A. Royle. 2009. Trends in anuran occupancy from northeastern states of the north american amphibian monitoring program. *Herpetol. Conser. Biol.* 4(3): 389-402.
27. White, A. W. 1999. Frogs as bioindicators. In *Blue Mountains Bioindicators project*. NSW National Parks and Wildlife Service. pp. 114-142.
28. Winqvist, C., J Bengtsson, T. Aavik, F. Berendse, L. W. Clement, S. Eggers, C. Fischer, A. Flohre, F. Geiger, J. Liira, T. Pärt, C. Thies, T. Tschardtke, W. W. Weisser, and R. Bommarco. 2011. Mixed effects of organic farming and landscape complexity on farmland biodiversity and biological control potential across Europe. *J. Appl. Ecol.* 48(3): 570-579.