

발효 콩 추출물과 비가림 시설이 '신고' 배나무의 생육과 병해충 발생에 미치는 영향*

임경호** · 김병삼*** · 김덕현** · 손장환** · 박신** · 조동호** · 정석규**** · 최현석*****

Effects of Fermented Soybean Extracts and Rain-shelter System on Growth and Disease Occurrence of 'Niitaka' Pear

Lim, Kyeong-Ho · Kim, Byeong-Sam · Kim, Deok-Hyeon · Son, Jang-Hwan ·
Park, Shin · Cho, Dong-Ho · Jung, Seok-Kyu · Choi, Hyun-Sug

Growth of 6-year old 'Niitaka' pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) trees and control of insect and disease occurrences were compared between fermented soybean extracts and rain-shelter system for two years. Foliar application of fermented soybean extracts was applied at 6 times as a pre-experiment in the open-field in 2013, with a rain-shelter system in 2014. Fermented soybean extract treatment increased foliar concentrations of approximately 0.46% T-N, 0.17% K, 0.19% Ca, and 0.06% Mg in 2013 compared to the control, with similar macro-nutrients between the control and soybean extract treatment observed in 2014. Rain-shelter system increased foliar concentrations of T-N, Ca, and Mg compared to the open-field. There were no significantly different between the control and soybean extract treatment for number of leaves per fruit, leaf dry weight, phytotoxicity, and completed shoot growth on August during the two years. Rain-shelter system increased leaf dry weight and did not affect phytotoxicity in the leaves. Fruit quality parameters were mostly similar to control and soybean extract treatment for two years, with higher fruit firmness observed for soybean extract treatment. Rain-shelter system advanced 4 days of harvest dates, and increased approximately 7.0 ton fruit yield per ha, 20 g mean fruit weight, and fruit soluble solid contents compared to open-field in 2014. Soybean extract treatment little suppressed occurrence of disease and insect

* 본 연구는 농촌진흥청 지역농업연구기반조성사업비 지원에 의해 수행되었음. 또한 대구가톨릭대학교 지원에도 감사드립니다.

** 전라남도농업기술원 농업경영연구소

*** 전라남도농업기술원 원예연구소

**** 대구가톨릭대학교 원예학과

***** Corresponding author, 대구가톨릭대학교 원예학과(hchoiurk@gmail.com)

on the leaves and fruits in both years. Rain-shelter system increased occurrence of *Venturia nashicola* on the leaves and to 63.8% of *Gymnosporangium asiaticum* on the fruits in 2014. Strong winds and storms in May elevated relative humidity in the rain-shelter system and caused high infection of the disease occurrence, requiring for an additional green control method. Soybean extract treatment little affected tree growth and would have initiated for a long-term study to evaluate tree physiological characteristics. Rain-shelter system improved fruit productivity and advanced harvest dates, which could have been more effective facility at a Thanks Giving Day between middle and end of September.

Key words : *disease, fruit, pear, rain-shelter, soybean extract*

I. 서 론

2000년대에 들어서 친환경농산물은 저농약농산물과 더불어 꾸준히 증가하여 2009년에 2,357,774톤의 출하량과 201,688 ha의 재배면적을 보였다가 이후 정체기를 겪고 있다(Kim et al., 2015). 이러한 정체되는 경향은 친환경농산물의 약 절반 이상을 차지하였던 저농약 농산물의 인증이 2016년부터 폐지됨에 따라 전체 친환경농산물의 감소가 주요한 원인이 되고 있는 것으로 판단된다(Kim et al., 2015). 또한 과실류의 경우는 2014년 기준, 친환경 과실류 출하의 약 86%를 저농약 농산물이 차지하고 있으므로 친환경농산물의 비중 감소 추세는 더욱 확연할 것으로 예상된다. 따라서 저농약 인증 폐지에 따른 과실류의 병해충 방제를 대체할 수 있는 기술이 시급히 요구되고 있다.

친환경농산물(인증) 재배 시 합성농약을 사용할 수 없기 때문에 우리나라와 같은 온난습윤 기후대에서는 병해 방제가 가장 중요한 문제가 되고 있다. 전국 배 재배면적의 82% 이상을 차지하고 있는 ‘신고’ 배(*Pyrus pyrifolia* Nakai)의 잎과 과실은 봄과 여름철에 검은별무늬병(*Venturia nashicola* Tanaka et Yamamoto)이나 붉은별무늬병(*Gymnosporangium asiaticum* Miyabe et Yamad) 및 기타 병해에 대하여 취약한 특성을 지니고 있다(KREI, 2013). 배 유기재배 시 검은별무늬병 피해가 농가조사에서 약 30% 이상으로 보고되고 있어서 이로 인한 배 안정생산에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에 국립원예특작과학원에서 자체개발한 비가림 시설은 미세환경 조절을 통한 배나무 병 방제에 효과적인 것으로 최근 보고되었다(Lim et al., 2014, 2015). 이와 함께 GABA(arabinoxylan, γ -aminobutyric acid)는 1949년 Robetr가 발견한 기능성 물질로 포유류의 뇌나 식물체 속에 존재하는 비단백태 아미노산의 일종으로, 신경안정, 스트레스해소, 기억력 증대와 같은 두뇌활동을 활성화 하는 물질로 알려져 있다(Narayan and Nair, 1990). 특히 콩에 이산화탄소를 처리하였을 때 GABA의 함량이 크게 증가하였다는 연구결과가 있었고(Katagiri and Shimizu, 1989), 이에 식물체 내의 GABA 함량을 구명한 연구가 주를 이루어왔다(Park, 2008). 하지만 GABA를 살포하였을 때

수체생육과 병 예방과 약해 경감 및 생육에 어떠한 영향을 미치는지와 관련한 연구는 미미한 실정이며 비가림 시설 내에서의 혼용효과에 대한 작용기작 또한 불명확한 상태이다.

본 시험은 '신고' 배나무의 합성농약 대체를 위한 유기농자재 개발을 위하여 콩 침출액과 비가림 시설을 통한 배나무의 생육양상과 병해충 방제효과를 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 과원조건 및 시험처리

시험은 원예특작과학원 배연구소 시험포장(전남 나주시)에서 5.0 m × 1.5 m (1,320주/ha)의 거리로 재식된 6년생 '신고' 배나무를 이용하여 2013~2014년에 수행되었다. 배나무 수형은 국내에서 많이 설치되는 Y자형이었고 표토의 토성은 사질토로 비교적 배수가 원활하였으나 심토는 점질토가 많은 토양이었다. 시험포장은 유기농법으로 관리된 과수원으로 화학비료와 농약을 처리하지 않는 대신 유기질비료와 유기농법에서 허용되는 유기자재를 이용하여 병해충을 방제하였다. 유기질비료는 축분을 이용하였고 질소와 인산 및 칼륨은 각각 0.9%, 1.2%, 1.1% 함유되어 있으며 2~3월 사이에 ha당 20톤 정도로 매년 시용하였다. 유기자재는 기계유유제, 석회유황합제, 식물추출물 등을 포함하였고, 노지와 비가림 시설에서 각각 18차례와 7차례 살포하였다. 해충방제를 위하여 추가적으로 ha당 약 1,000개 정도의 유인방제 트랩을 지상부 1.5 m 지점의 수체에 설치하였다. 수체 주위의 표토에 발생하는 초생은 연간 2~3차례 정도 예초하였고, 예초된 풀은 수체 주위로 다시 피복하여 토양에 유기물로 환원되도록 하였다. 과원의 토양 pH는 7.3, 유기물함량 28.2g kg⁻¹, 인산함량 305mg kg⁻¹, 칼륨 1.30 cmol kg⁻¹, 칼슘 7.4 cmol kg⁻¹, 마그네슘 3.2 cmol kg⁻¹으로 분석되었고, 이는 배나무를 재배하는데 있어서 적절한 토양 화학성으로 관찰되었다(RDA, 2011).

발효콩 침출액 처리에 대한 예비조사로 2013년에 관행노지에서 처리당 6주(n=6)를 선정하여 시험에 이용하였다. 2014년의 본 시험은 노지와 비가림 시설로 분류하였고 각 재배방법에 무처리와 발효콩 침출액 처리를 sub-experiment로 하여 처리당 6주(n=6)를 시험대상으로 하였다. 비가림 시설의 지붕부분은 6 mm 직경의 투과성 폴리에틸렌 필름으로 3월 31일부터 7월 4일까지 피복되었고 이후에는 상단부의 플라스틱 필름을 걷어서 수광량이 최대가 되도록 유도하였다. 첫 꽃 개화 시기는 노지는 4월 5일이었고 비가림 시설에서는 4월 4일로 관찰되었고, 만개 일은 노지와 비가림에서 각각 4월 10일과 4월 8일이었다.

발효콩 침출액은 경북 경주시의 일반 농가에서 자가제조 한 방법을 이용하였다. 콩 7.0 kg을 충분히 세척하여 12시간 이상 불리고 낮은 불로 4시간 정도 삶은 후 콩을 40℃까지 식혀서 추출하였다. 이후 준비된 용기에 깨끗한 벧짚을 중간에 넣고 콩을 건져 쌓은 다음

보자기로 싸고 용기에 담아 35°C로 유지시키면서 3일간 보관하였다. 발효된 콩과 삶은 물을 솥에 같이 넣어 양분이 잘 빠지도록 100°C에서 4~5탕을 하여 우려내어, 발효콩 침출액에 감마아미노산[arabinoxylan, γ -aminobutyric acid(GABA)]을 유도하였다. 발효콩 침출액의 전질소 농도는 4.47%, 인산 0.62%, 칼륨 2.15%, 칼슘 0.05%, 마그네슘은 0.25%로 나타났다. 침출액을 250배액으로 희석하여 4월 23일부터 15일 간격으로 수관에 6회 엽면 살포하였다.

2. 시험조사

식물체 내 무기성분의 이동이 가장 적은 개화 후 100일째(7월 하순)에 주 당 30개의 건전한 잎을 햇볕이 잘 드는 1년생 도장지 부위에서 무작위로 채취하여 실험실에서 세척하였다. 세척한 잎을 건조기에 65°C 전후로 7일간 건조시킨 후 건물중을 측정하였고, 이후 엽내 무기성분을 농촌진흥청에서 제시한 식물체분석법(RDA, 2000)에 의거하여 분석하였다. 8월 상순에는 과충엽의 개수와 약해율(%) 및 신초생장 정지율(%)을 육안으로 조사하였다. 약해율은 주당 100개의 잎을 무작위로 선정하여 조사하였고, 신초생장 정지율은 8월 6일에 생장하는 신초수를 확인하여 이를 전체 신초수로 나누어서 백분율로 환산하였다.

수확시기에 모든 과실을 수확하여 상온에서 전자저울로 평균과중을 측정하였고 수량을 구하였다. 이후 병해충이 없는 건강한 과실을 주당 10과를 무작위로 선정하여 과실의 당도와 경도, 산도 및 과피색을 측정하였다. 수확한 과실의 과피의 양쪽 중앙부위의 껍질을 얇게 제거하여 probe가 장착된(8 mm 직경, 11.1 mm 길이) 경도계(FT 327, Facchini SRL, Alfonsine, Italy)로 과실경도를 관찰하였다. 측정된 경도 부위에서 과즙을 착즙하여 디지털 굴절당도계(Refractrometer, Atago Co., Tokyo, Japan)로 과실의 가용성고형물 함량(soluble solids contents, SSC; °Bx)을 측정하였다. 10 mL의 착즙된 과즙으로 0.3 M NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 malic acid로 환산하여 과실의 산도를 구하였다. 과피색은 Hunter value L^* , a^* , b^* 값을 구하여 색차계(Minolta CR-300, Tokyo, Japan)로 착색의 정도를 확인하였다. L^* 값이 높으면 과실이 밝게 착색된 것을 나타내었고 a^* 와 b^* 값이 높으면 각각 적색과 황색이 뚜렷하게 착색되었음을 의미하였다.

잎의 병해충 발생율은 주당 100개의 잎을 무작위로 선정하여 육안으로 조사하였고, 과실의 경우는 주당 20과를 선정하여 발생률을 조사하였다.

3. 자료분석

2013년에 너비가 비슷한 건강한 수체를 시험수로 선정하여서 2014년도에도 이용하였다. 시험은 완전임의 배치법 6반복(6주)으로 구성되었다. 조사 자료의 유의성 분석은 평균간 분산분석으로 SAS 프로그램(SAS version 8/2, Cary, USA, 2001)으로 95% 수준에서 Duncan's

new range test로 수행되었다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 기상환경

2014년 월별 강우일수와 강수량은 생육초기인 4월부터 6월까지 월평균 강수일수가 7일 내외로 짧고 최대강수량도 7시간 이하의 50 mm 내외로 적은 수준을 보였다(Table 1). 반면에 비가림 필름을 제거하였던 7월 3일 이후인 7~8월은 강우일수와 강수량이 비교적 많았고 8월 2일에는 태풍 ‘나크’로 인하여 순간최대풍속이 초당 18.4 m의 강풍이 발생되었다. 재배 중·후반이더라도 비가림 필름을 제거하면 과실생산성과 병해충 방제에 대한 효과가 감소되었다는 보고가 다양한 품종의 배에서 관찰되어서 이에 대한 피해가 우려되었다(Lim et al., 2015).

Table 1. Monthly climate in Naju in 2014

Period	Days with > 0.1 mm precipi.	Total precipi. (mm)	Max. instantaneous wind speed		
			m s ⁻¹ (date)	Duration of precipi. (h)	
Winter (January - March)	21	146.5	-	-	
Growing	April	7	64.0	10.7 (28 Apr)	5.0
	May	7	64.5	15.9 (11 May)	7.3
	June	8	30.0	12.4 (02 June)	4.8
	July	16	419.5	14.4 (25 July)	9.7
	August	19	338.5	18.4 (02 Aug)	7.2
	September	6	116.5	-	-
Total	84	1,179.5	-	-	

비가림을 설치한 지 며칠 지나지 않은 4월 14일에 상대습도 조사에서 오전 10시부터 오후 17시 사이에 비가림 시설이 노지보다 다소 높은 수준이 관찰되었지만, 그 이외의 시간에는 두 재배지 간에 비슷한 수준을 보였다(자료 미제시). 5월 11일~12일에는 강풍과 강우가 동반된 비바람에 의하여 빗물이 훑날리면서 비가림 재배 포장의 상대습도가 노지와 비슷한 95% 이상 된 시간이 13시간 이상 지속되었다(Fig. 1). 비가림 시설이 제거된 이후인 9

월 1일에도 상대습도가 노지보다 다소 높은 경향이 관찰되었는데(Fig. 2), 이는 비가림 시설에서 수체생장이 비교적 왕성하여 상대습도가 일부분 높아졌을 것으로 추정되었다.

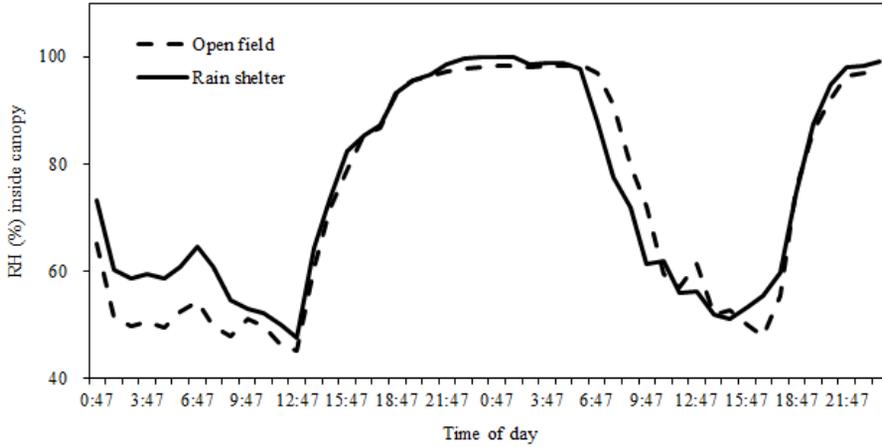


Fig. 1. Relative humidity (RH) in the open-field and rain-sheltered 'Niiatka' pear trees in an orchard on 11-12 May, 2014.

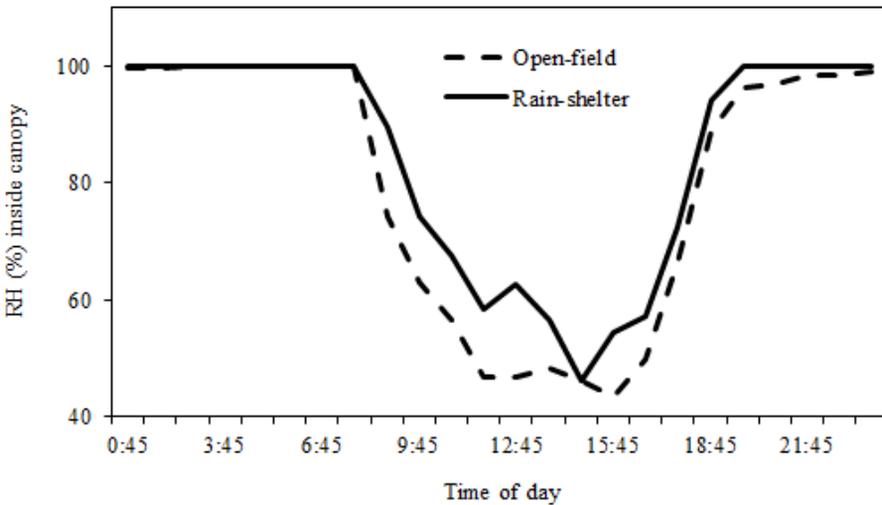


Fig. 2. Relative humidity (RH) in the open-field and rain-sheltered 'Niiatka' pear trees in an orchard on 1 September, 2014.

2. 수체생장 비교

배나무 잎의 무기성분 조사에서 2013년에는 인산을 제외하고 높은 효과가 확인되었다 (Table 2). 발효 콩 추출물의 무기성분의 전질소 농도는 4.5%로 질소 성분이 비교적 높았고 기타 무기물도 다량 함유되어서 콩 추출물을 수체에 6회 엽면 살포한 결과 배나무 잎의 무기성분 상승을 가져온 것으로 풀이되었다. 하지만 2014년에는 대조구와 콩 추출물 처리 간에 비슷한 무기성분 수준이 관찰되었다. 비가림 재배에서는 콩 추출물 시용과 상관없이 노지 보다 전질소가 약 0.2% 상승되었고 칼슘과 마그네슘도 높은 수준을 보였다. 인산은 노지와 비가림 재배에서 비슷한 수준이었고 칼륨은 노지에서 더 높게 나타났다. 이는 칼륨이 온이 칼슘과 마그네슘 등과 길항작용이 발생되어 식물체로의 양분 흡수가 저해되었을 것으로 추정되었다(Faust, 1989).

Table 2. Foliar concentrations of macro-nutrients of ‘Niitaka’ pear trees as affected by fermented soybean extracts (FSE) in July 2013 or grown under a rain-shelter system in 2014

Treatment		Foliar nutrient concentration [% (w/w)]				
		T-N	P	K	Ca	Mg
2013						
Open-field	Control	1.74	0.46	1.25	0.82	0.40
	FSE	2.20	0.36	1.42	1.01	0.46
Significance		*** ^z	***	***	***	***
2014						
Open-field	Control	1.89 ^{by}	0.34 ^a	1.48 ^b	0.80 ^a	0.37 ^a
	FSE	1.88 ^b	0.37 ^a	1.80 ^a	0.79 ^a	0.31 ^b
Rain-shelter	Control	2.10 ^a	0.34 ^a	1.26 ^b	0.85 ^a	0.40 ^a
	FSE	2.05 ^a	0.33 ^a	1.22 ^b	0.82 ^a	0.37 ^a

^z *** Significantly different mean values (n=6) within each column separated by Duncan’s new multiple range test, P≤0.001.

^y Mean values (n=6) within each column separated by Duncan’s new multiple range test, P≤0.05.

2013년에 콩 추출물과 대조구간의 과총엽수, 잎의 건물중 및 약해 그리고 신초생장 정지율은 비슷한 수준이 관찰되었다(Table 3). 2014년에는 과총엽수는 처리 간에 차이가 없었고 잎의 건물중은 비가림에서 노지보다 평균 0.1 g 정도 더 높았는데, 이는 포도 비가림 시설 시험에서도 확인되었다(Ahn et al., 2012; Meng et al., 2013; Shrestha et al., 2000). 약해는 비

가림 시설에서 관찰되지 않았는데, 병해충 방제를 위한 유기농자재의 연간 사용 횟수가 비가림 시설이 노지보다 11차례 더 적었기 때문으로 생각되었다. 비가림 시설에서 유기농자재 사용횟수가 더 적었던 이유는 2012~2013년 비가림 예비시험에서 총 7차례 살포로도 병해충이 크게 감소하여 2014년 시험에도 이를 활용했기 때문이다(Lim et al., 2014, 2015). 이외에도 비가림 시설은 저온으로 크게 떨어지는 것을 억제하여 개화기에 냉해피해를 경감시켰다고 하였으며 또한 lipocalin 등의 내한성 단백질이 축적되어 수체가 건강한 상태로 유지가 된다고 하였다(Ahn et al., 2012; Mathiason et al., 2009). 이에 비가림 시설 내 재배되는 배나무는 건강한 잎이 생산되어 약해에도 충분한 내성을 지녔을 것으로 추정되었다. 2014년 8월에 조사한 신초생장 정지율은 비가림 시설 내의 대조구를 제외하고 100%로 관찰되었다. 비가림 시설은 여름철에도 지속적으로 영양생장을 유도하여 신초생장이 일부분 확인되었는데 이에 대한 시기별 성장률 조사가 추가적으로 조사되어야 할 것으로 판단되었다.

Table 3. Leaf dry weight and completion of current-year shoot growth of 'Niiitaka' pear trees as affected by fermented soybean extracts (FSE) in August 2013 or grown under a rain-shelter system in 2014

Treatment		Leaf			Completed shoot growth on 7 August (%)
		No. of leaf per fruit	Dry wt. (g)	Phytotoxicity (%)	
2013					
Open-field	Control	4.20	0.47	6.3	95.8
	FSE	4.35	0.48	6.7	91.7
Significance		ns ^z	ns	ns	ns
2014					
Open-field	Control	4.18 ^{ay}	0.44 ^b	6.9 ^a	100.0 ^a
	FSE	4.16 ^a	0.45 ^b	5.6 ^a	100.0 ^a
Rain-shelter	Control	4.36 ^a	0.54 ^a	0.0 ^b	85.9 ^b
	FSE	4.24 ^a	0.56 ^a	0.0 ^b	100.0 ^a

^z Mean values (n=6) within each column separated by Duncan's new multiple range test, $P \leq 0.05$. ns, not significantly different.

^y Mean values (n=6) within each column separated by Duncan's new multiple range test, $P \leq 0.05$.

2013년에 평균과중을 포함한 과실품질은 대조구와 발효 콩 침출액 처리 간에 비슷한 수준이 관찰되었다(Table 4). 2014년에 수확 시기는 비가림 시설에서 개화일과 성숙이 다소 앞당겨져서 노지보다 4일정도 일찍 진행되었다. 과실수량은 비가림에서 ha당 25톤 정도가

생산되어 노지(약 17톤) 보다 통계적으로 유의성 있게 높은 수준을 보였다. 2014년에 생산된 과실의 품질 비교에서도 과육경도를 제외하고는 콩추출물 처리 효과는 나타나지 않았다. 일반적으로 비가림을 하면 수관으로의 수광량이 다소 감소하지만 광합성률에 크게 영향을 끼치지 않아서 과실품질이 저하되는 것과는 관련이 없는 것으로 보고되었다(Lakso et al., 1999; Lim et al., 2014, 2015; Rom, 1994). 본 시험에서는 비가림 처리로 수량뿐만 아니라 평균과중과 과육당도가 향상되어서 비가림이 우리나라의 온난 습윤한 환경뿐만 아니라 폭우와 같은 강우에 효과적인 차단 시설로 생각되었다. 노지에서 발효 콩 침출액을 처리하였을 때는 대조구보다 과육경도는 약 1.5 N 높았고 비가림에서는 2.9 N 정도 증가되었다. 배 과육경도는 일반적으로 칼슘이나 펙틴함량과 관련이 높는데(Zhang et al., 2007), 본 시험에서 2013년에 발효콩 처리로 잎의 칼슘농도가 증가하였지만 과육경도는 대조구와 별다른 차이가 없었고, 2014년에는 잎의 칼슘농도가 차이가 없었지만 과육경도는 발효콩과 대조구 과실간의 차이가 나타났다. 이에 발효콩 침출액에 함유되어 있는 GABA 등을 포함한 각종 단백질과 섬유소가 펙틴이 붕괴되는 것을 억제하는데 일정 부분 기여했을 것으로 판단되지만 이에 대한 과실 내 화합물 분석 등의 시험이 요구되었다(Narayan and Nair, 1990; Zhang et al., 2007). 과실산도나 과피의 착색은 처리 간에 유의성 있는 차이가 없거나 일관성 있는 결과가 관찰되지 않았다.

Table 4. Fruit yield and quality of ‘Niitaka’ pear trees as affected by fermented soybean extracts (FSE) in 2013 or grown under a rain-shelter system in 2014

Treatment	Harvest date	Fruit yield (ton ha ⁻¹)	Mean FW (g)	Firmness (N)	SSC (°Brix)	TA (% malic acid equivalent)	Skin color co-ordinates (CIE)			
							L*	a*	b*	
2013										
Open-field	Control	-	-	493	29.0	12.4	0.10	62.4	3.01	38.4
	FSE	-	-	496	29.5	12.4	0.10	63.3	2.67	38.4
Significance		-	-	ns ^z	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2014										
Open-field	Control	9.30	17.3 ^{by}	639 ^b	26.0 ^b	11.4 ^b	0.11 ^a	61.6 ^a	5.89 ^a	36.6 ^a
	FSE	9.30	17.0 ^b	644 ^b	27.5 ^{ab}	11.3 ^b	0.10 ^a	60.4 ^a	6.16 ^a	35.0 ^b
Rain-shelter	Control	9.26	24.9 ^a	668 ^a	26.1 ^b	11.8 ^a	0.10 ^a	61.8 ^a	5.94 ^a	35.8 ^{ab}
	FSE	9.26	24.8 ^a	664 ^a	29.0 ^a	11.4 ^b	0.09 ^a	60.8 ^a	5.57 ^a	35.5 ^{ab}

^z Mean values (n=6) within each column separated by Duncan’s new multiple range test, P≤0.05. ns, not significantly different.

^y Mean values (n=6) within each column separated by Duncan’s new multiple range test, P≤0.05.

3. 병해충 비교

2013~2014년에 발효 콩 침출액 처리에 의하여 잎과 과실에서 발생하는 병해충 방제는 미미하거나 일관성 있는 결과가 관찰되지 않아서 병해충 예방효과가 미흡한 것으로 사료되었다(Tables 5 and 6). 2014년에 노지와 비가림 간의 배나무 잎의 병해충 비교에서는 비가림 시설에서 검은별무늬병 발생이 크게 증가되었고(Table 5), 과실에서도 검은별무늬병과 붉은별무늬병 발병률이 증가되었다(Table 6). 특히 노지재배에서 과실의 붉은별무늬병 발병률은 평균 6.9%인 것에 비하여 비가림에서는 63.8%가 나타났다. 5월 11일에 순간 최대풍속이 15.9 m/s 까지의 속도로 강풍이 많았고 특히 강우시간대에도 7.3 m/s의 속도로 강풍이 동반된 강우가 발생되었다(Table 2). 이는 비가림 시설 내에 상대습도가 95% 이상인 시간이 13 시간 이상 지속되도록 하였고(Fig. 1), 결국은 바람에 의해 이동되어진 병원균이 잎에 감염되거나 잠복되었다가 과실에 침입되었던 것으로 생각되었다(carry-over effect). 또한 비가림 재배된 나무의 신초생장이 왕성하고 공기유통이 다소 불량하여 9월초에도 상대습도가 비

Table 5. Incidence of leaf disease or insect damage of 'Niitaka' pear trees as affected by fermented soybean extracts (FSE) in 2013 or grown under a rain-shelter system in 2014

Treatment		Leaf area with lesions (%)						Insect-damaged leaves (%)								
		Scab			Rust			Kuwana pear aphid			Pear sucker		Two-spotted spider mite		Green chafer	
		14 May	16 June	15 July	14 May	16 June	15 July	14 May	16 June	15 July	14 May	16 June	14 May	16 June	1 July	15 July
2013																
Open-field	Control	11.2	11.2	17.2	36.9	21.2	23.4	0.0 ^z			0.0		7.8		18.1	
	FSE	9.0	7.0	9.6	38.3	16.7	16.0	0.0			1.1		2.8		4.9	
Significance		ns ^y	ns	ns	ns	ns	ns	ns			*		ns		ns	
2014																
Open-field	Control	0.4 ^{bcx}	2.8 ^b	2.9 ^b	6.1 ^{ab}	9.0 ^a	6.4 ^a	8.5 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	48 ^a	85 ^a
	FSE	0.2 ^c	3.6 ^b	2.4 ^b	8.0 ^a	8.4 ^a	7.6 ^a	7.6 ^a	0.0 ^a	1.6 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	56 ^a	88 ^a
Rain-shelter	Control	2.7 ^a	13.7 ^a	11.8 ^a	1.7 ^b	1.9 ^b	1.8 ^b	6.0 ^a	0.0 ^a	2.7 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	50 ^a	69 ^b
	FSE	1.7 ^{ab}	19.4 ^a	14.7 ^a	2.3 ^b	3.2 ^b	5.1 ^{ab}	7.9 ^a	0.0 ^a	6.4 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	46 ^a	59 ^b

^z Kuwana pear aphid, pear sucker, two-spotted spider mite, and green chafer were investigated in 22 July 2013.

^y * Significantly different mean values (n=6) within each column separated by Duncan's new multiple range test, P≤0.05. ns, not significantly different.

^x Mean values (n=6) within each column separated by Duncan's new multiple range test, P≤0.05.

교적 높은 상태로 유지된 것이 발병률 증가에 일부 영향을 끼쳤을 것으로 사료되었다(Fig. 2). 따라서 비가림 시설내의 물받이 시설이 필요하였고 착과기에 강풍이 동반된 경우 후에는 검은별무늬병과 붉은별무늬병에 대한 친환경 방제법 개발과 여름 전정으로 광 투과 개선이 필요하였다. 관행 배나무 앞에서 많이 관찰되는 배나무이나 응애, 그리고 과실의 노린재는 발생되지 않았다.

Table 6. Incidence of fruit disease or insect damage of ‘Niitaka’ pear trees as affected by fermented soybean extracts (FSE) in September 2013 or grown under a rain-shelter system in 2014

Treatment		Fruit with lesions (%)		Insect-damaged fruit (%)	
		Scab	Rust	Comstock mealybug	Stinkbug
2013					
Open-field	Control	47	0.0	2.2	0.0
	FSE	41	0.0	3.3	0.0
Significance		ns ^z	ns	ns	ns
2014					
Open-field	Control	39 ^{ay}	6.9 ^c	6.2 ^a	0.0 ^a
	FSE	34 ^a	6.9 ^c	0.0 ^b	0.0 ^a
Rain-shelter	Control	50 ^a	55.3 ^b	2.0 ^{ab}	0.0 ^a
	FSE	30 ^a	72.2 ^a	6.7 ^a	0.0 ^a

^z Mean values (n=6) within each column separated by Duncan’s new multiple range test, P≤0.05. ns, not significantly different.

^y Mean values (n=6) within each column separated by Duncan’s new multiple range test, P≤0.05.

이상의 결과를 종합해 볼 때 발효 콩 침출액 처리는 배나무 생육에 별다른 영향을 미치지 않아 과실 수량이나 과실품질에 미치는 효과가 미흡하였다. 따라서 발효 콩 침출액 사용은 1~2년간의 단기간 처리 효과 보다는 식물의 영양 생리와 미생물 변화 등 장기간에 걸친 연구가 필요할 것으로 사료되었다. 비가림 시설은 토양의 화학성을 크게 변화시키지는 않았지만 폭우와 같은 갑작스러운 대기환경의 변화를 일정부분 경감시켜서 건강한 수체를 생산하는데 기여한 것으로 생각되었다. 이에 비가림은 노지보다 수확량이 증대되었고 비가림 시설비용을 상쇄할 수 있을 정도의 소득이 기대되었다. 또한 과실의 경도가 높아졌고 수확시기가 4일 정도 앞당겨져서 추석이 9월 중하순 이었을 때 10월 초에 수확되는 ‘신고’ 배의 출하 시기를 앞당기는데 효과적일 것으로 판단되었다. 2016년에 저농약 인증제 폐지

로 친환경재배가 위축될 염려가 있지만 비가림 시설을 활용하여 안정적인 친환경 배 재배 농가가 다수 발생하여 배 유기재배가 다시 활성화 될 것으로 기대되었다.

IV. 적 요

본 시험은 6년생 ‘신고’ 배(*Pyrus pyrifolia* Nakai)나무의 병해충 유기농자재 개발을 위하여 발효 콩 침출액과 비가림 시설을 통한 생육양상과 방제효과를 2년간 비교하였다. 2013년에는 예비시험으로 노지에서 발효 콩 침출액을 6회 엽면 살포 하였으며 2014년에는 노지와 비가림 시설에서 발효 콩 침출액을 처리하였다. 2013년에 발효 콩 침출액이 대조구보다 잎의 전질소가 0.46% 정도 증가되었고, 칼륨(0.17%), 칼슘(0.19%), 마그네슘 농도(0.06%)도 상승되었지만 2014년에는 비슷한 수준이 관찰되었다. 노지와 비가림 시설 간의 비교에서는 비가림에서 재배된 잎의 전질소, 칼슘, 마그네슘 농도가 높게 나타났다. 과충엽, 잎건물중, 약해, 그리고 신초생장 정지율은 대조구와 콩 침출액 간에 두 해 모두 비슷하였고, 비가림 시설은 잎 건물중을 증가시켰고 약해에 대한 피해가 관찰되지 않았다. 과실품질은 대조구와 콩 침출액 간에 두 해 모두 비슷하였고, 과육경도는 콩 침출액 처리에 의해 증가되었다. 2014년에 비가림 시설은 노지보다 수확 일을 4일 앞당겼고 ha당 수량과 평균과중은 각각 약 7톤과 20 g 이상 증가시켰고 당도도 향상되었다. 처리 2년간 발효 콩 침출액은 잎과 과실의 병해충 방제에 대한 효과는 관찰되지 않았다. 2014년에 노지와 비가림 간의 병해충 비교에서는 비가림에서 배나무 잎의 검은별무늬병 발생이 크게 증가되었고, 과실에서도 붉은별무늬병 발병률은 63.8%로 나타났다. 이는 5월에 강풍과 비바람에 의하여 비가림 시설 내의 습도가 증가하여 이병률이 높아진 것으로 판단되며 이에 대한 친환경 방제법 개발이 요구되었다. 발효 콩 침출액 처리는 배나무 생육에 별다른 영향을 미치지 않아 장기간에 걸친 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 비가림은 노지보다 과실생산성을 향상시켰고 수확 시기를 앞당겨서 추석이 다소 이른 9월 중하순 이었을 때 효과적인 시설로 사료되었다.

[Submitted, June. 1, 2016 ; Revised, July. 1, 2016 ; Accepted, July. 22, 2016]

References

1. Ahn, S. Y., S. H. Kim, S. J. Choi, and H. K. Yun. 2012. Characteristics of cold hardiness and growth of grapevines grown under rain shelter type cultivation system in the vineyard.

- Korean J. Hortic. Sci. Technol. 30: 626-634.
2. Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. A Wiley-Inter Science Publications, Beltsville, MD, USA. pp. 53-132.
 3. Katagiri, M. and S. Shimizu. 1989. γ -Amino butyric acid accumulation in bean sprouts (soybean, black gram, green gram) treated with carbon dioxide. Nippon Shokuhin Kagaku Kougaku Kaishi 36: 916-919.
 4. Kim, C. G., H. K. Jeong, and D. H. Moon. 2015. Actual production and market outlook of home and abroad environment-friendly agricultural products in 2015. KREI publisher, Naju, Korea. pp. 1-26.
 5. KREI. 2013. Agricultural outlook. Korea Rural Economic Institute, Seoul, Korea. pp. 1-971.
 6. Lakso, A. N., J. N. Wünsche, J. W. Palmer, and L. Corelli-grappadelli. 1999. Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. HortScience 34: 1040-1047.
 7. Lim, K. H., G. Mengmeng, J. H. Song, Y. S. Cho, W. S. Kim, B. S. Kim, S. K. Jung, and H. S. Choi. 2014. Growth, fruit production, and disease occurrence of rain-sheltered Asian pear trees. Sci. Hortic. 177: 37-42.
 8. Lim, K. H., M. Gu, B. S. Kim, W. S. Kim, D. H. Cho, J. H. Son, S. Park, K. J. Choi, S. K. Jung, and H. S. Choi. 2015. Tree growth and fruit production of various organic Asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) cultivars grown under a rain-shelter system. J. Hortic. Sci. Biotech. 90: 655-663.
 9. Mathiason, K., D. He, J. Grimplet, J. Venkateswari, D. W. Galbraith, E. Or, and A. Fennell. 2009. Transcript profiling in *Vitis riparia* during chilling requirement fulfillment reveals coordination of gene expression patterns with optimized bud break. Funct. Integr. Genomics 9: 81-96.
 10. Meng, J. F., P. F. Ning, T. F. Xu, and Z. W. Zhang. 2013. Effect of rain-shelter cultivation of *Vitis vinifera* cv. cabernet gernischt on the phenolic profile of berry skins and the incidence of grape diseases. Molecules 18: 381-397.
 11. Narayan, Y. S. and P. M. Nair. 1990. Metabolism, enzymology and possible roles of γ -aminobutyrate in higher plants. Phytochemistry 29: 367-375.
 12. Park, Y. S. 2008. Enhancement of gaba content in green tea and development of value added product. Final Rpt., Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Publisher, Sejong, Korea. pp. 1-153.
 13. RDA. 2000. Methods of soil and plant analysis. Rural Development Administration, Sammi Press, Suwon, Korea. pp. 1-202.
 14. RDA. 2011. Criteria of fertilizer application in crops. Rural Development Administration,

- Sanglock Press, Suwon, Korea. pp. 1-291.
15. Rom, C. 1994. Fruit tree growth and development. In: Tree fruit nutrition.: Peterson, B. and R. G. Stevens (eds). Good Fruit Grower Magazine, Yakima, WA, USA. pp. 1-18.
 16. Shrestha, G. K., S. Nilnond, L. Phavaphutanon, N. Juntawong, and C. Sukumalandana. 2000. Influence of plastic roof on fruit quality and yield of 'Beauty Seedless' grape during dry and rainy seasons. Kasetsart J. Nat. Sci. 34: 179-189.
 17. Zhang, X., F. Z. Lee, and J. B. Eun. 2007. Changes of phenolic compounds and pectin in Asian pear fruit during growth. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 7-13.