

유과기 소봉지 껍대가 ‘화산배’ 병해 및 품질에 미치는 영향*

박영식** · 정햇님** · 이제창** · 엄남용** · 홍세진*** · 허재윤****

Effect of Small Paper Bag Coverage at Young Fruit Stage on the Reduction of Fruit Damage Incidence and Quality Deterioration during ‘Hwasan’ Pear Cultivar

Park, Young-Sik · Jeong, Haet-Nim · Lee, Je-Chang ·
Um, Nam-Yong · Hong, Sae-Jin · Heo, Jae-Yun

Different timings of coverage by a small paper bag at the young fruit stage were tested in order to evaluate the effect on the protection of fruit damage occurred by disease or pest, and quality deterioration during organic cultivation of 'Hwasan' (*Pyrus pyrifolia* Nakai) pear cultivar. The occurrence of four major moth populations and two major diseases in pears were monitored from April to September 2015. Among major moths and diseases, *Grapholita molesta* and pear rust were found often in the organic pear orchard, and they were observed frequently in May. Coverage by a small paper bag at the young fruit stage resulted in better fruit quality and a higher proportion of commercial fruits compared to a coverage timing of conventional paper bag. Interestingly, the fastest coverage timing of a small paper bag at the young fruit stage (when it was covered in April) showed the lowest occurrence of damaged fruits, which indicates that it successfully protected fruits from the damage caused by moths and diseases during April and May. Moreover, this timing of small paper bag coverage did not negatively affect the major qualitative and quantitative characteristics of fruits. These results suggest that early coverage by a small paper bag at the young fruit stage can be considered an efficient management strategy for organic cultivation of 'Hwasan' pear cultivar.

Key words : *moths, organic culture, paper bagging, Pyrus pyrifolia Nakai*

* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제(PJ010829) 지원사업으로 실시되었습니다.

** 강원도농업기술원 원예작물연구과

*** 강릉원주대학교 식물생명과학과

**** Corresponding author, 강릉원주대학교 식물생명과학과(jyheo@gwnu.ac.kr)

I. 서 론

장미과 배나무속의 배는 육질이 연하고 과즙이 풍부하며 다량의 페놀계열 물질과 식이 섬유도 함유하고 있기 때문에 질병 예방과 정장 효과가 뛰어난 고식미 기능성 과실로 알려져 있다(Park et al., 2012; Silva et al., 2013; Yim Et al., 2016). 상업적 목적으로 전 세계적으로 재배되고 있는 배의 종류로는 남방형 동양배(*Pyrus pyrifolia* Nakai), 북방형 동양배(*Pyrus ussuriensis* Maxim)와 서양배(*Pyrus communis* Linn)가 있으며, 국내에서는 이들 중 과실 품질이 가장 우수한 남방형 동양배가 재배되고 있다(Kim et al., 2016). 남방형 동양배는 대한민국과 일본 그리고 중국의 일부지역에서만 재배가 되고 있기 때문에, 배의 소비가 많이 이루어지고 있는 북미지역과 대만을 중심으로 고품질 남방형 동양배에 대한 수요가 매우 높은 상황이다. 이에 국내에서 배의 수출량은 1990년대의 경우 5천 톤에 불과하였지만 매년 지속적으로 증가하여 2016년 기준으로는 2만 5천 톤에 이르면서, 현재 국내 전체 신선과실 수출량의 65% 이상을 차지하고 있는 중요 수출 과수작물로서 자리 잡고 있다. 하지만, 최근 들어 중국산 남방형 동양배의 품질이 크게 향상되고 있을 뿐만 아니라 주요 배 수입국들에서 검역이 강화되고 있기 때문에 국내산 배가 수출작물로서 경쟁력을 지속적으로 유지하기 위해서는 유기 배 생산을 통한 상품의 차별화와 안정성 확보를 모색할 필요성이 있는 상황이다.

최근 국내에서도 과다 농약 살포에 따른 과실의 안정성과 품질 저하 문제가 빈번하게 발생함에 따라서, 유기 배 생산에 대한 요구가 높아지고 있지만, 농가에서 유기배 재배는 매우 제한적인 수준에서 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 원인은 농가에서 유기 재배법을 이용해서 배를 생산할 경우 단위면적 당 생산량이 관행재배법에 비교해서 70% 수준에 불과한 것에서 찾을 수 있다(Song et al., 2013). 따라서 유기배 재배의 대중화를 유도하기 위해서는 유기재배 시 생산량을 증진시킬 수 있는 기술에 대한 연구가 필수적인 상황이다. 봉지재배 기술은 과실 주변의 미기상 조건을 조절함으로써 과실의 품질을 증진시키고, 농약의 살포 없이도 과실에서 병해충 피해를 경감시킬 수 있는 장점이 있기 때문에 많은 과수작물에서 유기 재배를 위한 기술로서 활용되고 있다(Yuri et al., 2014, Wan et al., 2016). 배에서도 봉지재배 연구가 다수 이루어져 과실 품질 증진에 대한 효과는 증명된 바 있지만(Kim et al., 2014; Choi et al., 2015), 병해충 피해에 대한 경감 효과는 뚜렷하게 검증된 바 없어 이와 관련된 연구가 보다 많이 필요한 실정이다.

배는 개화기인 4월부터 병해충에 의한 피해가 매우 빈번하게 발생하는 과수작물로서, 과실은 착과 시기부터 발생하는 병해충에 의해서도 낙과와 각종 생리 장애에 의한 피해를 받을 수 있기 때문에 배의 경우 조기에 병해충을 회피할 수 있는 기술의 적용이 필요한 상황이다. 배에서 발생하는 주요 병해충들은 앞에서 발생하는 포자가 과실로 옮겨가거나 과실에 직접적인 상해를 가함으로써 과실품질과 생산량 저하를 야기하는 특성이 있다. 따라서

배의 경우 유과기에 소봉지 패대를 통해서 병해충으로부터 과실의 피해를 경감시킬 수 있는 가능성이 큰 것으로 판단되고 있지만 이와 관련된 연구는 전무한 실정이다. Sharma 등 (2014)은 과실의 품질과 병해충 피해 경감 효과는 봉지의 패대시기에 따라서 달라질 수 있다고 보고 한 바 있기 때문에, 고품질의 유기 배의 생산을 위해서는 다양한 시기의 소봉지 패대를 통해서 병해충 발생에 대한 피해 경감과 배 과실 특성에 미치는 영향을 검정할 필요성이 있다. 이에 본 연구는 최근 급속하게 재배면적이 늘어나고 있는 화산 배 품종을 이용하여 유기 재배 시 봉지를 씌우는 시기에 따른 과실의 품질 저하와 병해충 피해 경감효과를 검정함으로써, 유기 재배 시 소봉지 패대의 효과를 검증하기 목적으로 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료 및 봉지 패대 방법

본 실험은 2015년 4월부터 10월까지 강원도 홍천군 두촌면 소재의 유기 배 재배 농가의 배 포장에 재식되어 있는 10년생 화산 배 품종을 이용하여 수행하였다. 본 실험에 사용된 소봉지(5 cm×7 cm)는 일본에서 제작된 황금배 전용 봉지를 이용하였고, 노루봉지 이중봉지(21.5 cm×19 cm)는 농가에서 관행적으로 사용되고 있는 봉지를 이용하였다. 시험수는 농약을 살포하지 않는 유기재배 포장에서 각 처리구별로 12주의 나무들을 선정하였으며, 시험수의 꽃은 안정적인 착과와 정형과 생산을 유도하기 위해서 만개기에 인공수분을 실시하였다. 유과기에 소봉지 패대 효과를 검정하기 위한 실험은 2차례에 걸친 봉지 패대 과정을 통해서 수행하였다. 1차 봉지 패대는 인공수분 직후, 10일 후와 20일 후에 3~4번과 중간일한 크기의 과실을 선별하여 실시하였다. 1차 봉지 패대에 이용된 소봉지는 만개 50일 차에 모두 제거하였으며, 이후 관행 봉지재배법에 활용되고 있는 노루봉지를 이용하여 2차 봉지 패대를 실시하였다. 또한 본 연구를 수행하는 동안 과실특성 발현에 영향을 미칠 수 있는 요인을 최소화하기 위해서 모든 시험수의 과실별 엽수는 40엽으로 조절하였으며 만개 후 40일 내에 봉지를 씌운 과실 외에는 적과하였다. 기타 배나무의 관리를 위한 시비량과 관수량의 조절은 농촌진흥청 표준재배법을 준용하여 실시하였다.

2. 유기농 과원에서 주요 해충 및 병해 발생 양상 검정

유과기에 소봉지 패대가 유기 배 재배 시 과실에서 병해충 피해 경감에 미치는 영향을 간접적으로 평가하기 위해서 유기농 포장에서 발생하는 주요 해충과 붉은별무늬병과 검은별무늬병 발생 정도를 조사하였다. 배에서 발생하는 주요 해충의 발생량은 (주)그린아그로

텍에서 개발한 배 4종 성페로몬 트랩을 이용하여 조사하였다. 실험에 이용된 트랩에서의 성페로몬 성분의 경우 복숭아순나방은 Z8-12Ac, E8-12Ac와 Z8-12OH이었으며, 복숭아심식나방은 Z13-20-10Kt, 사과무늬잎말이나방은 Z11-14Ac와 E11-14Ac이었으며, 사과애모무늬잎말이나방은 Z9-14Ac와 Z11-14Ac이었다. 본 연구에 이용된 실험용 트랩은 과원 내 풍향을 고려하여 지상에서 1.5 m~1.7 m 높이에 있는 배나무 가지 내부에 위치할 수 있도록 조정하였다. 실험을 위해서 설치되었던 성페로몬 트랩 내 끈끈이 트레이는 15일 간격으로 교체하였으며, 수거한 끈끈이 트레이는 실험실에서 주요 해충의 종을 동정하고 계수하는데 활용하였다. 배에서 발생하는 주요 병해인 붉은별무늬병과 검은별무늬병 발생량은 4월 중순부터 과원에서 자연적으로 발생하는 배나무의 잎과 엽병에 존재하는 병반수를 조사하는 방식으로 검정하였다. 이를 위해서 5주의 실험수를 선정하여 각 나무당 100개의 잎을 조사하였으며, 한 개 이상의 붉은별무늬병 또는 검은별무늬병 병반이 발생한 것을 이병엽으로 분류하였다.

3. 소봉지 패대시기에 따른 과실특성의 변화 및 과실 손실률 검정

소봉지 패대시기에 따른 과실특성과 상품과율 생산 비율은 ‘화산배’의 최적 수확기인 9월 25일에 채취하여 조사하였다. 각 시험구별로 나무당 과실 20개씩을 수확하여 과중, 과폭과 과고, 가용성 당함량, 경도, 산함량과 과실의 착색도 등을 검정하였다. 과중은 전자저울을 이용하여 g 단위로, 과폭과 과고는 버니어캘리퍼스(530, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 cm 단위로 조사하였다. 가용성 당함량은 과실 적도 부위 세 부분에서 채취한 과육으로부터 착즙한 액을 이용하여 디지털 당도계(PAL-1, Atago, Japan)로, 경도는 과실경도계(Compac-100II, Sunscientific, Japan)를 이용해서 적도 부위의 세 방향에서 측정하였다. 배의 산도는 시료의 과육부를 마쇄해서 얻은 착즙액 5 mL를 취한 후 5배 희석된 액을 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 소비된 양을 사과산(malic acid)으로 환산하여 측정하였다. 과실의 착색도는 색차색도계(CP-400, Minolta, Japan)를 이용하여 L*, a*, b* 값을 활용하여 검정하였다. 과실의 손실률은 피해를 받은 과실 수(과피오염과와 병해충발생과)와 시험 수에 수확된 총 과실의 수 조사를 통해서 ‘(피해를 받은 과실의 수/수확된 총 과실 수)×100’으로 산출하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS 20, IBM Co., USA)의 Duncan 다중검정분석법 이용하여 처리구간 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

본 실험이 이루어진 기간 동안 유기농 배 과수원에서 가장 많이 발생한 나방은 복숭아순나방(*Grapholita molesta*)이었으며 복숭아심식나방(*Caposina sasaki*)의 발생도 비교적 많았던 반면 사과애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*)과 사과무늬잎말이나방(*Choristoneura longicellana*)의 발생은 거의 관찰되지 않았다(Fig. 1). 본 실험이 수행되었던 유기 배 과원에서 가장 많은 발생량을 보였던 복숭아순나방은 실험기간 동안 총 635개체가 유인되었다. 복숭아순나방은 4월부터 개체 수가 급격하게 증가하여 5월 중순경에 이르러 최성기를 이루었다가 수확기로 갈수록 개체 수가 감소하는 경향을 보였다. 이는 복숭아순나방의 경우 재배 지역에 따라서 다소간의 차이를 보이기도 하였지만, 대부분의 배 재배 농가에서 5월 초에 발생 최성기를 보인 이후부터 밀도가 낮아졌었다는 기존의 연구결과들과 동일한 것이었다 (Seo et al., 2011; Choi et al., 2013).

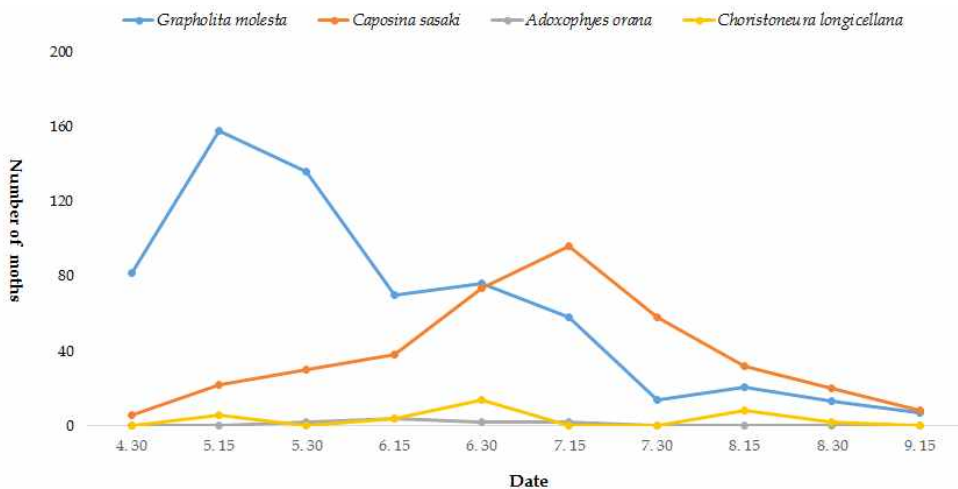


Fig. 1. Seasonal occurrence of *Grapholita molesta*, *Caposina sasakii*, *Adoxophyes orana*, and *Archips breviplicanus* trapped by sex pheromone traps in the organic pear orchard from April to September in 2015.

복숭아심식나방도 복숭아순나방과 마찬가지로 4월부터 발생하기 시작하여 6월 중순까지는 발생량의 증감 현상을 보였다가, 6월 하순부터 급증하여 7월 말에 최성기에 도달한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 경향이 나타나게 된 것은 복숭아심식나방의 경우 4월과 5월 사이에 발생하게 되는 1세대 성충보다는 6월 상순부터 9월 상순까지 발생하게 되는 2~4세대 성충의 발생량이 많았기 때문으로 판단되었다(Yang et al., 2001). 배의 품질과 생산량을 저해하는 주요 병해로는 *Venturia nashicola*에 의해서 발생하는 검은별무늬병(pear scab)과

*Gymnosporangium asiaticum*에 의해서 발생하는 붉은병무늬병(pear rust)이 있으며(Won et al., 2013; Min et al., 2014), 이들은 비가 자주 오게 되면 더욱 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 검은별무늬병의 발생빈도는 실험기간 동안 1% 이하로서 매우 낮게 조사가 되었는데(Fig. 2), 이는 실험이 이루어진 기간 동안 강원도 춘천지역에서 검은별무늬병의 발생빈도가 높아지는 4월~5월 그리고 9월~10월 사이의 강수량이 상대적으로 적었기 때문으로 판단되었다(Fig. 3). 붉은별무늬병의 경우에는 4월부터 발병하기 시작하여 여름철 강수량 증가와 함께 발생량이 급증하기도 하였지만, 8월부터는 발생빈도가 낮아지는 경향이 나타났다.

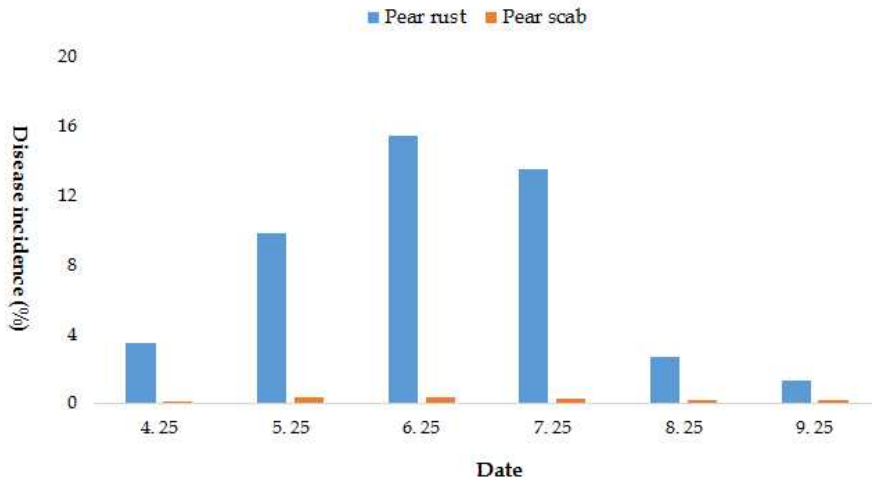


Fig. 2. Seasonal occurrence of pear scab and pear rust in the organic pear orchard from April to September in 2015.

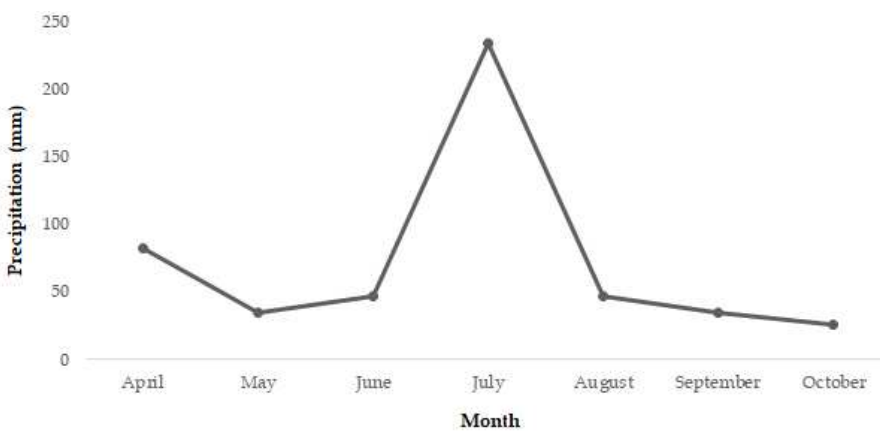


Fig. 3. Precipitation of Chuncheon during experimental period.

유과기에 소봉지 패대 시기에 따른 ‘화산배’ 품종의 과실 특성은 Table 1에 나타난 것과 같다. 화산 배에서 수확기 과중은 소봉지 패대가 이루어지지 않았던 관행 봉지 패대 처리구에서 466.7 g에 불과하여, 소봉지 패대가 가장 빠르게 이루어졌던 처리구에서의 과중 511.1 g보다 현저하게 낮았다. 가용성 당함량도 소봉지 패대가 가장 빨리 이루어졌던 처리구간에서 12.9°Bx로 관행 봉지 패대 처리구의 11.6°Bx에 비해서 유의적으로 높게 나타났다. 일부 봉지 패대의 연구를 통해서 재질이 다른 봉지를 사용했을 경우 봉지 내에서 투광성과 통기성 차이가 발생하게 됨으로서 과실의 품질이 다르게 발현될 수 있다고 보고된 바가 있다(Feng et al., 2014; Zhang et al., 2015). 하지만 본 실험은 동일한 재질을 가진 소봉지를 이용하여 수행되었기 때문에 처리구간 사이에서 과실의 크기와 가용성 당 함량의 차이가 발생하게 된 이유는 소봉지 패대의 시기에 따른 효과의 차이로 사료되었다. 다만, 경도의 경우에는 관행 봉지 패대 처리구에서 3.69 kg/Φ5 mm이었으며 ‘만개 후 10일+노루봉지’ 처리구에서 3.43 kg/Φ5 mm로서 수치상 처리구간 차이가 발견되기도 하였지만, 처리구간 사이의 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 또한 과실의 착색과 관련된 Hunter value에 있어서도 처리구간 통계적인 유의성이 나타나지 않아 소봉지 패대의 시기가 ‘화산배’의 경도와 착색에 미치는 영향은 미비한 것으로 추정되었다(Fig. 4).

Table 1. Effect of bagging time on fruit characteristics of ‘Hwasan’ pear

Bagging time	Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	Soluble solids concentration (°Brix)	Acidity (%)	Fruit firmness (kg/Φ5 mm)	Hunter value		
							L	a	b
Full bloom stage plus conventional bagging treatment ^z	511.1 a ^y	8.6 a	9.8 a	12.9 a	0.2 a	3.59 a	68.8 a	4.3 a	38.6 a
10 days after full bloom stage plus conventional bagging treatment	497.7 ab	8.6 a	9.7 a	12.1 ab	0.2 a	3.43 a	68.6 a	4.7 a	37.9 a
20 days after full bloom stage plus conventional bagging treatment	487.0 b	8.7 a	9.8 a	11.6 b	0.2 a	3.54 a	68.2 a	4.7 a	39.2 a
Conventional bagging treatment	466.7 c	8.4 a	9.6 a	11.6 b	0.2 a	3.69 a	68.6 a	4.2 a	38.3 a

^z Conventional bagging treatment was performed at 50 days after full bloom stage.

^y Means within subcolumns with the same letters are not significantly different according to the least-significant-difference test (p≤0.05).

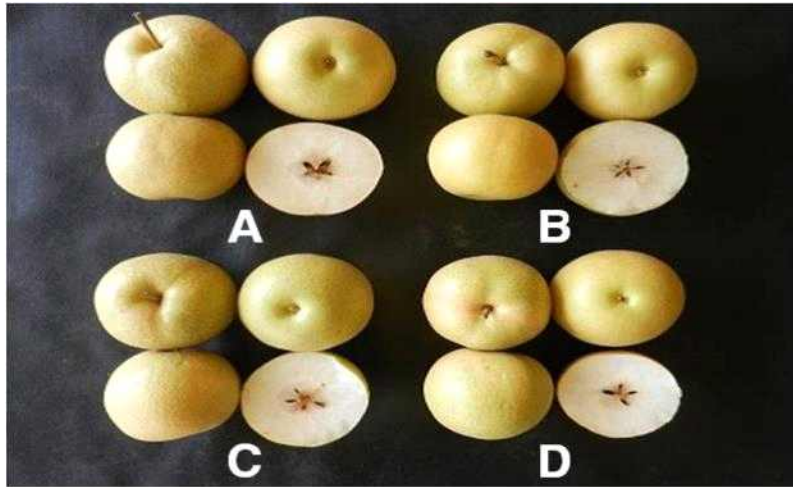


Fig. 4. Appearance of fruit skin in 'Hwasan' pear covered by small paper bag at different time.

A : Bagging fruit at full bloom stage plus conventional bagging treatment, B : Bagging fruit at 10 days after full bloom stage plus conventional bagging treatment, C : Bagging fruit at 20 days after full bloom stage plus conventional bagging treatment, D : Conventional bagging treatment.

본 실험에서 소봉지 껍대가 빨랐던 처리구간에서 과피오염 또는 병해충에 인해서 나타나는 수확기 손실과의 비율은 17.3%였던 반면, 관행봉지 껍대 처리구간에서는 27.8%로서 소봉지 껍대가 가장 빠르게 이루어졌던 처리구간에 비해서 수확기 손실과의 비율이 10.5% 높게 나타났다(Table 2). 또한, 봉지 껍대의 시기가 빨라질수록 상품과율이 높아지는 경향이 나타나기도 하였는데, 이는 소봉지 껍대가 조기에 이루어질수록 병해충과의 발생 비율을 억제하였던 것과 연관성이 있어 보였다. 특히, 나방류 해충과 병해가 발생하기 시작하였던 4월에 소봉지 껍대가 이루어졌던 처리구간에서는 병해충과의 발생 비율이 6%에 불과하였는데, 이는 유과기의 소봉지 껍대가 나방류의 공격과 포자 생성에 의한 피해로부터 과실을 보호하는 효과가 있음을 간접적으로 보여주는 결과로 판단되었다.

Table 2. Effect of bagging time on rate of marketable fruit production in 'Hwasan' pear

Bagging time	Rate of fruit loss at harvest time (%)		Rate of total fruit loss at harvest time (%)	Rate of marketable fruit production (%)
	Fruit skin contamination	Damaged Fruit by disease or pest		
Bagging fruit at full bloom stage plus conventional bagging treatment ^z	6.7 a	10.6 c ^y	17.3 b	82.7 a

Bagging time	Rate of fruit loss at harvest time (%)		Rate of total fruit loss at harvest time (%)	Rate of marketable fruit production (%)
	Fruit skin contamination	Damaged Fruit by disease or pest		
Bagging fruit at 10 days after full bloom stage plus conventional bagging treatment	6.2 a	12.2 c	18.4 b	81.6 a
Bagging fruit at 20 days after full bloom stage plus conventional bagging treatment	6.8 a	17.9 b	24.7 a	75.3 b
Conventional bagging treatment	7.1 a	20.7 a	27.8 a	72.2 b

^z Conventional bagging treatment was performed at 50 days after full bloom stage.

^y Means within subcolumns with the same letters are not significantly different according to the least-significant-difference test ($p \leq 0.05$).

유기 배 재배 시에 10 a당 총생산량은 2,200 kg에 불과한 것에 비해서 유과기 봉지재배 시 총생산량은 2,408 kg으로 208 kg 증가될 수 있는 것으로 판단되었다. 그리고 상품성의 증가로 인해서 유기 배 재배 시에 과실의 판매가격은 1,200원/kg인 것에 비해서 유과기 봉지재배 시의 과실은 1,550원/kg으로 증가될 수 있는 것으로 기대되었다. 하지만 경영비의 경우에는 유기 배 재배 시에는 봉지 패대를 위한 인건비가 1,800,000원인 것에 비해서 유과기 봉지재배 시에는 소봉지 구입과 봉지 패대를 위한 인건비가 480,000원 추가될 것으로 나타났다. 따라서 10 a당 소봉지 봉지 패대에 따른 소득은 160만원으로 기존 유기 배 재배 시에 얻을 수 있는 100만원에 비해서 유과기 봉지재배 시 소득이 60만원가량 증대될 수 있을 것으로 기대되었다.

이상의 결과를 볼 때 유기농 재배 시 '화산배'에서 소봉지 패대는 착과 이후부터 발생하게 되는 나방류와 병해에 의한 과실의 피해를 관행 유기 봉지재배법에 비해서 감소시키고, 과실 생육과정 중에서도 생물학적 스트레스에 따른 간섭을 억제함으로써 과실 품질의 향상을 유도하는 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 유과기 소봉지 패대는 유기배 재배를 위한 유용한 방법 중 하나로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 적 요

본 연구는 '화산배' 품종에서 유기재배 동안 유과기 소봉지 패대가 과실의 병해충 발생

과 과실품질 저하 방지에 미치는 영향을 검정하기 위해서 수행되었다. 2015년 4월부터 9월 까지 유기농 배 과원에서 과실의 생산성과 상품성에 영향을 미치는 주요 병해충에 발생량을 검정하였다. 4가지의 주요 나방류 해충 중 복숭아순나방이 유기농 과원에서 가장 많은 발생량을 보였으며, 이들은 4월과 5월 사이에 가장 빈번하게 발생하는 것으로 관찰되었다. 4가지의 주요 병해 중에서는 붉은별무늬병과 검은별무늬병의 발생량이 많았으며, 특히 5월에 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었다. 유과기에 소봉지 과대는 생물학적 스트레스에 따른 간섭을 억제하는데 기여함으로써 봉지 과대 시기에 상관없이 관행 봉지 과대 처리법 보다 우수한 품질을 가지고 상품성을 가진 과실의 생산 비율을 증진시켜 주는 것으로 나타났다. 특히 4월 중 가장 빠르게 소봉지 과대가 이루어졌던 실험구간에서 병해충에 대한 소실률이 가장 낮게 나타났을 뿐만 아니라 과실이 가장 많이 비대 되고 당도도 가장 많이 높아진 것으로 나타났다. 이러한 결과는 ‘화산배’에 있어 빠른 소봉지 과대가 유기재배를 위한 효과적인 관리기법 중 하나로써 사용될 수 있음을 시사하는 것으로 판단된다.

[Submitted, September. 8, 2017 ; Revised, November. 6, 2017 ; Accepted, November. 8, 2017]

References

1. Choi, J. H., S. H. Yim, S. J. Kim, Y. H. Kwon, H. C. Lee, S. K. Jung, and H. S. Choi. 2015. Effect of paper bag types and harvesting dates on skin blackening and fruit quality of ‘Chuhwangbae’ pear trees. *Korean J Organic Agri.* 23(1): 91-101.
2. Choi, Y. S., I. S. Whang, D. K. Park, and G. R. Choe. 2013. Occurrence of insect pests and natural enemies in pear orchard with hairy vetch. *Korean J Pestic Sci.* 17(4): 448-453.
3. Feng, F. J., M. J. Li, F. W. Ma, and L. L. Cheng. 2014. The effects of bagging and debagging on external fruit quality, metabolites, and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in ‘Jonagold’ apple (*Malus domestica* Borkh.). *Sci Hort.* 165: 123-131.
4. Kim, S. H., S. J. Park, K. H. Cho, and H. C. Lee. 2016. Effect of plant growth regulators and carbon source on the shoot regeneration and rooting of ‘Wonhwang’ pear (*Pyrus pyrifolia* L.). *J Plant Biotechnol.* 43: 486-491.
5. Kim, Y. K., S. S. Kang, K. S. Cho, K. H. Won, H. C. Lee, J. A. Cho, and T. H. Han. 2014. Selection of suitable fruit paper bag for ‘Noksu’. *Korean J. Intl. Agr.* 26: 176-180.
6. Min, K. H., J. P. Ryu, J. M. Kim, S. H. Kim, S. H. Yim, J. J. Choi, B. H. Cho, and K. Y. Yang. 2014. Control efficacy of the mixture of fluxapyroxad plus pyraclostrobin against

- pear scab caused by *Venturia nashicola*. Korean J Pestic Sci. 18(4): 434-438.
7. Park, Y. O., J. J. Choi, J. H. Choi, M. S. Kim, S. H. Yim, and H. C. Lee. 2012. Antioxidant activities of young and mature fruit in three Asian pear cultivars. Korean J Hort Sci Technol. 30(2): 208-213.
 8. Seo, M. J., M. W. Park, K. S. Yoon, S. H. Jo, C. W. Jo, H. S. Shin, H. R. Kwon, M. A. Kang, S. H. Kim, Y. M. Yu, and Y. N. Youn. 2011. Seasonal occurrence of major moth pests and their environmental friendly control in pear orchard. CNU J. Agric. Sci. 38: 39-44.
 9. Sharma, R. R., S. V. R. Reddy, and M. J. Jhalegar. 2014. Pre-harvest fruit bagging: a useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality - a review. J Hort Sci Biotechnol. 89(2): 101e113.
 10. Silva, L., F. Shahidi, and M. A. Coimbra. 2013. Dried pears: Phytochemicals and potential health effects. C. Alasalvar, F. Shahidi (Eds). Wiley-Blackwell, United Kingdom, pp. 325-56.
 11. Song, J. H., Y. S. Cho, K. H. Lim, and H. C. Lee. 2013. Current status of pest management and biodiversity in organic pear orchards in Korea. Korean J Organic Agri. 21(4): 617-627.
 12. Wan, Y., Q. R. Hou, Y. Wen, L. Wang, and Q. Lu. 2016. Bagging technology reduces pesticide residues in table grapes. J Amer Pomolog Soc. 70(4): 207-213.
 13. Won, K. H., S. S. Kang, Y. K. Kim, R. Sherzod, K. H. Lim, and H. C. Lee. 2013. Evaluation of scab resistance and effect of photosynthetic rates on fruit characteristics among elite pear seedlings. Korean J Environ Agric. 32: 117-122.
 14. Yang, C. Y., K. S. Han, and Boo, K. S. 2001. Occurrence of and damage by the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in pear orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 40(2): 112-123.
 15. Yim, S. H., K. S. Cho, J. H. Choi, J. H. Lee, M. S. Kim, and B. H. Lee. 2016. Effect of various pear cultivars at different fruit development stages on antioxidant and whitening activities. Korean J. Food Sci. Technol. 48(1): 59-65.
 16. Yuri, J. A., A. Neira, F. Maldonado, Á. Quilodrán, D. Simeone, I. Razmilic, and I. Palomo. 2014. Total phenol and quercetin content and antioxidant activity in apples in response to thermal, light stress and to organic management. J. Appl. Bot. Food Qual. 87: 131-138.
 17. Zhang, B. B., J. Y. Guo, R. J. Ma, Z. X. Cai, J. Yan, and C. H. Zhang. 2015. Relationship between the bagging microenvironment and fruit quality in 'Guibao' peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. J Hort Sci Biotech. 90: 303-310.