

GOVP1200204339

(19th)

634.1399
L2930

최 중
연구보고서

미국의 식물검역기준에 적합한 배 병해충 방제
체계연구

The Study on the Effective
Pest Management of Pear for Exporting to
the U. S. A.

연구기관

인천대학교

농 립 부



최 종 보 고 서

1999년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 미국의 식물검역기준에 적합한 배 병해충 방제 체계연구에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부: 1. 최종보고서 10부
2. 최종보고서 디스켓 1매

2001. 12.

주관연구기관: 인천대학교

총괄연구책임자: 이 태 수 (인)

주관연구기관장:

직 인

농 립 부 장 관 귀 하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “미국의 식물검역기준에 적합한 배 병해충 방제 체계 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001년 12 월 일

주관연구기관명: 인천대학교

총괄연구책임자: 이 태 수

연 구 원: 이 경 립

협동연구기관명 : 동국대학교

협동연구책임자 : 이 민 응

연 구 원: 이 해 풍

심 재 옥

현 익 화

한 기 돈

이 장 훈

전 정 란

요 약 문

I. 제 목

미국의 식물검역기준에 적합한 배 병해충 방제 체제연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리 나라의 배는 높은 당도와 수분함유로 맛과 향기가 우수하여 세계적으로 유명한 우리 나라의 대표적인 과일 중의 하나이다. 특히 안성지방의 배는 재배에 좋은 토질과 자연기후조건을 갖추고 있어서 우리 나라의 고품질의 배 생산을 주도해 오고 있고 매년 국내 총 생산량의 35%이상을 차지하고 있다. 따라서 안성지방에서 생산된 배는 미국과 캐나다를 비롯한 동남아시아의 다른 지역으로 수출되어 배 재배농가의 경제에 큰 도움을 주고 있다.

미국으로 배를 수출함에 있어서는 배를 수출하는 과정에서 현재 검역상 문제가 되는 배의 병충해는 없으나 우리 나라의 배 재배에서 문제가 되고 있는 붉은별무늬병, 흑반병, 겹무늬병 및 잿빛무늬병 등의 진균병과 기타 심식나방과 배나무이와 같은 해충과 점박이용애를 방제하기 위해서 사용한 농약이 수확 후 과일에 남아있어서 이 잔류농약의 농도가 미국의 검역기준을 초과할 경우에는 수출에 장벽이 될 수 있다. 또한 농약을 사용하여 병을 방제한 경우라도 배가 병원균에 의해 잠복 감염된 후 수출되면 유통과정에서 배에 병이 발생하기 때문에 상품의 신용에 치명적 타격을 입힐 수 있다. 따라서 미국시장에서 한국 배의 안정성을 계속 유지하기 위해서는 병충해도 효과적으로 방제하고 농약의 잔류량도 낮추는 기술의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 우리 나라 안성지방의 미국 배 수출 재배단지에서 생산되고 있는 배를 미국의 검역기준에 맞추어서 미국시장에 안전하게 수출하기

위한 연구의 하나로 선정된 시험포장 내에서의 병해충 발생상태에 맞추어 병해충을 충분히 박멸하는 등의 방법으로 약제를 살포하여 병해충 없는 배를 재배한 후 최종적으로 수확된 배에 잔류되어 있는 농약의 양을 분석하여 이 잔류량이 미국의 잔류기준을 충족할 수 있는지를 밝혀 한국산 배를 미국에 안전하게 수출하는지의 여부를 평가하고자 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 미국에 배를 수출하는 배 재배농가의 경쟁력 향상과 재배 지역의 환경보존을 위하여 수출농가의 생산과 관련된 애로를 해결하고자 본 연구에서는 다음과 같이 연구항목을 설정하였다.

1. 배의 농약 잔류량 측정 및 안정성의 평가를 위해 미국 및 국내의 병해충 방제 농약의 종류를 조사하고 배 재배 농가의 농약의 사용실태를 파악하며 살포한 농약의 잔류성을 분석한다.

2. 배나무 병의 발병환경과 병원성조사를 위해 배나무 병해의 분포 및 공시 병원균에 의한 배나무 이병률을 조사하고 병원균 포자의 공중비산 조사 및 병원균에 감염된 과실에서 병원균의 분포와 포자의 수를 조사하여 병의 방제에 사용한 살균제 살포와의 연관성을 분석한다.

3. 배나무 병해충 방제 전략의 수립

Detection 모델연구를 위해 살충제를 살포한 배 수출포장을 선정하여 하루 최고, 최저온도를 사인곡선에 적용하고 직접표본추출방법과 발생소장을 포장에서 조사하여 해충발생을 비교 분석하여 살충제 살포에 의한 해충방제효과를 분석하고자 한다.

이러한 연구가 종료되면 적절한 시기에 최소한의 농약을 사용하여 생산된 배 수출 단지의 병해충 방제와 농약의 잔류량에 대한 문제점이 해결되어 한국 배를 외국에 수출하는데 있어서 불신감이 해소되어 농업생태계의 오염과 파괴도 방지하여 배를 재배하는 농가의 소득증대에도 기여할 것으

로 기대된다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 배의 농약 잔류량 측정 및 안정성의 평가

가. 미국의 배 병해충 방제에 사용되는 농약의 조사

미국에서 배와 관련하여 EPA(Environmental Protection Agency)에서 사용된 농약의 최대 허용잔류량(maximum allowable residue level)을 조사해본 결과 총 75가지의 농약이 기재되어 있는 것을 확인하였다. 그러나 EPA에서는 새로운 농약이 수시로 등록되고 있고 이들의 제품도 바뀌고 있는 만큼 농약의 종류와 그 허용치(tolerance)는 수시로 바뀌어짐을 강조하고 있다.

또한 WHO분류 맹·고독성 농약 중 국내 사용농약의 현황을 보면 모두 27종의 농약이 분류되어 있는데 안정의 대미 수출용 배 재배농가에서는 현재 안정 배 원예협동조합과 국립검역소 안양출장소의 지도를 받아 이들의 농약을 살포하고 있지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

나. 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사

배의 재배기간 동안 문제가 되고 있는 병원균과 해충에 의한 피해를 줄이기 위하여 사용되는 농약의 종류는 우리 나라 농약공업협회에서 발간한 농약지침서에 따르면 총 91종류가 수록되어있다. 이중, 흑반병은 5종, 갈은별무늬병은 31종, 흰가루병은 4종, 각지벌레류는 4종, 꼬마배나무이는 1종, 배명나방은 6종, 심식나방은 1종, 응애류는 23종, 진딧물류는 20종, 잡초제거에는 5종의 농약이 사용되고 있음을 알 수 있다.

우리 나라에서 배와 관련하여 그 최대 잔류허용기준이 밝혀진 것은 그리 많지 않아 현재 12종류의 농약만이 잔류허용기준치가 보사부의 고시로 나타나있다.

다. 농약의 살포량, 살포횟수 및 살포방법

경기도 안성에 소재한 대미 배 수출단지내의 농가를 방문하여 자연농법을 시행하여 농약살포를 년 5-10회 정도로 최소화하는 과수원과 모든 가능 병충해에 대해 발병 이전에 농약을 살포하여 화학적 방제에 의존하는 과수원 등을 기준으로 하여 농약의 살포정도에 따라서 총 4곳의 과수원을 선정하였다. 2000~2001년 동안 각 농가별로 살포한 농약의 살포시기와 살포농약의 종류 및 살포횟수는 배의 성숙시기 및 병발생시기와 관련되어 농가별로 차이가 있었다. 대체로 4월 초순경부터 주로 붉은무늬병, 검은별무늬병, 흑반병, 흰가루병과 같은 병원균에 대한 방제약제를 진딧물 방제 살충제와 함께 살포하거나 응애류 방제를 위한 살비제와 함께 살포하고 있었다. 농약의 살포는 10월의 배 수확기 이후의 잔류성을 고려하여 8월 20일까지만 살포함을 확인하였다. 연간 확인한 농약의 살포횟수와 병충해 발생량과의 관계는 각 과수원별로 큰 차이가 없었다. 그러나 자연농법을 시행하는 과수원에서는 배 수확기 전 후에 약간의 심식나방류가 발생되었으나 배 과실에는 피해가 없었다. 따라서, 현재 안성의 대미 배 수출단지에서 살포하는 농약의 횟수는 자연농법을 시행하는 과수원보다 약간 증가시키는 것이 바람직하나 전적으로 화학적 방제에 의존하는 과수원의 방법을 따라서 농약을 살포할 필요는 없다고 사료된다.

라. 살포 농약의 배 잔류성

2년에 걸쳐 모두 7종의 농약 잔류량을 분석하였다. 이들 중 국내판매용으로 배에 봉지를 씌우지 않은 무대재배의 배 시료에서 살비제인 tetradifon이 미국의 잔류허용기준치(MRL)을 초과하여 검출된 경우가 있었고 유대 재배를 한 배 과실에서는 6종의 농약이 잔류허용기준치에 미달되는 수준으로 분석되었다. 특히 세계보건기구(WHO)에 의하여 맹독성·고독성 농약으로 분류되어 있는 살충제 dichlorvos의 잔류성을

알아보기 위해 국내판매용 시험포장에 dichlorvos를 살포한 뒤 잔류성을 분석한 결과 잔류량은 검출되지 않았다.

따라서 현재와 같이 수출용 배를 유대 재배하면서 4월에서 8월 사이에 5회에서 13회에 걸쳐 8종에서 20종의 농약을 살포한 경우에는 농약의 과다 잔류에 의한 검역문제는 미국에서 발생하지 않을 것으로 판단된다. 따라서 최근 재배경비절감을 이유로 주장되고 있는 유대재배의 무대재배로의 전환은 수출용 배에 대해서만은 농약의 잔류성 감소와 효과적인 병해충 방제차원에서 당분간 유보해야 할 것으로 사료된다.

2. 미국의 식물검역기준에 적합한 병해충 방제체계 수립

가. 배 병해분야

1) 배나무 과수원의 환경과 병해 분포

배의 순조로운 재배조건은 생육기간인 4-10월의 평균기온이 20℃내외이고, 과실 발육기인 8-9월에는 평균기온이 22℃이상 되어야 하며, 4-10월까지의 800mm이상의 강수량이 필요하고, 토양은 양토(Loam)나 사양토(Sandy loam)가 적합하다. 안성지역 평균기온과 강수량은 1차년도(2000)의 조사에서 4-8월까지 각각 20.6℃와 939mm이었으며, 2차년도(2001)는 각각 20.7℃와 662.0mm이었다. 2차년도의 강수량이 1차년도의 것과 비교할 때 비록 금년 4-5월의 심한 가뭄으로 인하여 800mm의 기준치에 미달하는 662.0mm이었으나 이것은 2차년도(2001)시기의 4-8월까지의 강수량만을 집계한 것이므로 큰 문제는 없다고 생각된다.

조사한 안성지역의 대미 배 수출단지에 있는 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에 대한 토양의 이화학적 특성을 보면 대부분의 토양에서 치환성 양이온 함량이 결핍되어 토양의 개량이 시급히 필요한 것으로 파악된다. 잎의 생장을 돕고 과실의 당도를 높이는 인산의 함량은 10곳의 과수원 토양 모두가 재배적지 기준치를 훨씬 상회하는데, 이것은 유기질비료의 과다시비가 원인인 것으로 사료된다. 비록 토양 pH가 대부분의

토양에서 배나무 생육이 적합한 조건인 pH 5.5-6.5의 범주에 있었으나 관행적 화학농법 시행 과수원의 토양산도는 평균 pH 5.62로서 자연농법 시행 과수원 토양산도 pH 6.25보다 낮는데, 토양은 산성에 가까울수록 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg)의 결핍을 초래할 뿐 아니라 유기물을 분해하여 작물의 생육을 돕는 미생물, 특히 방선균, 질산균, 근류균 등의 생육이 억제된다. 10곳의 과수원중 3곳의 과수원의 토성(soil texture)이 미사질 식양토(Silty clay loam), 미사질 식토(Silty clay), 양질사토(Loam sand)인데, 양토(Loam)나 사양토(Sandy loam)로 점차 개량해야 하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원 토양의 미생물의 분포를 비교하면, 방선균의 분포만 관행적 화학농법 시행 과수원에서 높았을 뿐, 다른 종류의 미생물 분포는 자연농법 시행 과수원 토양이 더 높았다. 토양에 서식하는 세균, 방선균, 사상균 등 미생물은 토양에서 농약을 분해하여 농약의 토양오염을 줄일 수 있는데, 방선균을 제외한 세균 등의 분포가 자연농법 시행 과수원 토양이 더 높다는 것은 자연농법 시행 과수원의 영농방식이 관행적 화학농법 시행 과수원과 달리 인위적으로 토착 미생물을 첨가시킨 돈분(pig dung)을 톱밥에 혼합하여 토양에 처리하는 방법과 과수원에 호밀이나 혹은 클로버와 같은 콩과식물을 식재하여 과수와 함께 성장시키는 자연농법적 초생재배 방식을 적용하여 토양미생물의 분포수를 증가시킨 것에 기인하는 것 같다.

조사된 10곳의 과수원에서 1차년도에 *G. asiaticum*에 의한 적성병(Pear rust), *V. nashicola*에 의한 흑성병(Pear scab), *B. cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(Gray mold rot), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot) 등이 발견되었고, 2차년도에 적성병(Pear rust), 흑성병(Pear scab), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)이 발병되었는데, 적절한 농약살포로 인하여 큰 피해는 없었다. 미국에서 유입금지 병원균으로 공시하여 검역조사에서 규제의 대상이 되는 흑반병균(*A. kikuchiana*), 겹무늬병균(*B. dothidia*), 잿빛무

니병균(*M. fructigena*)에 의한 발병은 안성지역의 조사포장에서 발견되지 않았음을 확인하였다.

2) 병원균 포자의 비산과 과수원의 농약처리의 특징

식물병원균의 공기전염으로 인하여 발병하는 병해의 대부분은 병원균이 침입한 기주에서 병원균이 신속한 증식으로 인하여 이루어지기 때문에, 방제대책은 항상 예방적인 방제를 염두에 두어야 한다. 그러므로, 약제살포의 시기는 병원균의 발생생태에 의거하여 가급적 병원균의 밀도가 적을 때 사전에 살포하는 것이 효과적일 수 있다. 1차년도인 경우, 관행적 화학농법 시행 과수원인 G-1과 D-2의 포장에서 농약의 살포는 적성병원균(*G. asiaticum*)포자의 비산이 최대치를 기록한 4월 하순보다 앞선 4월 중순에 살포제를 적절히 살포하였다. 자연농법 시행과수원인 I-1포장에서는 적성병원균(*G. asiaticum*)포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순보다 늦은 5월 중순(5월 12일)에 살포한 반면, S-2포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순보다 앞선 4월 중순에 농약을 살포하였다. 2차년도인 경우 G-1포장에서는 적성병원균(*G. asiaticum*)포자의 비산이 최대치를 기록한 4월 하순에 처음 살포하였으나, D-2포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순보다 앞선 4월 중순에 살포하였다. S-2포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 4월 하순보다 앞선 4월 중순에 처음 농약을 살포한 반면, I-1포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순에 살포하였다. 2년간의 조사기간동안 4개 포장에서 흑성병원균(*V. nashicola*) 포자의 비산은 적성병원균(*G. asiaticum*)포자의 비산에 비하여 극히 저조한 수치를 나타내었다.

1차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원인 G-1과 D-2의 포장에서 농약 살포는 G-1포장에서 최소 5일부터 최대 20일까지의 간격으로, D-2포장에서는 최소 5일부터 최대 15일까지의 간격으로 시행되었고, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장은 최소 4일부터 최대 26일까지의 간격이었으며, S-2포장은 최소 5일부터 최대 13일까지의 간격으로 살포하였기 때문에

일정한 시간의 간격으로 관행살포를 한 것은 아니었다. 또한, 적성병과 흑성병을 집중적으로 방제해야할 시기, 즉 4월 중순부터 5월 중순까지 G-1과 D-2의 포장에서 시행한 농약 살포일지를 보면, G-1포장에서 적성병과 흑성병을 방제하기 위해 살포한 살균제의 순서는 Nuarimol, Myclobutanil, Hexaconazole이었고, D-2포장에서는 4월 중순부터 5월 하순까지 Fenarimol, Myclobutanil, Fenarimol, Hexaconazole, Fenarimol의 순서였으며, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장에서도 4월 중순부터 5월 중순까지 Hexaconazole, Benomyl(흑성병 및 흰가루병), Bitertanol을 살포하였고, S-2포장은 4월 중순부터 6월 초순까지 Fenarimol, Myclobutanil, Nuarimol, Myclobutanil, Thiophanate-methyl(흑성병 및 흰가루병), Bitertanol을 살포함으로써 동일한 성분의 약제만을 연속적으로 사용하지 않았음을 확인하였다.

2차년도에서도 G-1포장에서의 농약살포 간격은 최소 7일부터 최대 22일까지의 간격으로, D-2포장에서는 최소 3일부터 최대 19일까지의 간격이었으며, I-1포장에서는 최소 4일부터 최대 15일이었고, S-2포장은 최소 5일부터 최대 15일까지였고, 1차년도와 유사하였다. 또한, 적성병과 흑성병을 집중적으로 방제해야할 시기에 살포된 농약의 종류도 1차년도의 경우처럼 동일한 성분의 약제만을 연속적으로 살포하지 않았음을 확인할 수 있었다.

과수원 포장별 농약살포횟수를 살펴보면, 1차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우 G-1포장에서는 4월부터 8월까지 살균제 살포 9회, 살충제 살포 17회(살충제를 단독으로 살포한 것과 살균제를 처리한 직후 뒤 이어 살포된 살충제 모두를 포함) 등 총 26회를 실시하였고, D-2포장에서는 살균제 살포 13회, 살충제 살포 19회 등 총 32회를 과수원에 실시하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 살균제 살포 10회, 살충제 살포 9회 등 총 19회를 실시하였고, S-2포장은 살균제 살포 12회, 살충제 살포 16회 등 총 28회를 실시하였다. 자연농법을 시행하는 I-1포장에서 이러한 횟수는 관행적 화학농법 시행 과수원 G-1포장과 D-2포장에 비교

할 경우 살포횟수에서 차이를 보였으나, S-2의 포장의 경우 G-1포장보다는 약간 많고 D-2포장보다 약간 적은 결과를 나타냄으로서 농약살포의 횟수가 관행적 화학농법 시행 과수원보다 자연농법 시행 과수원에서 반드시 적은 횟수를 기록하지는 않았다.

2차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원의 농약살포 횟수를 보면, G-1포장에서는 4월부터 8월까지 살균제 살포 12회, 살충제 살포 10회로서 총 22회를 실시하였고, D-2포장에서는 살균제 살포 13회, 살충제 살포 14회로서 총 27회를 실시하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 살균제 살포 8회, 살충제 살포 11회로서 총 19회를 실시하였으며, S-2포장에서는 살균제 살포 7회, 살충제 살포 10회로서 총 17회를 실시하였는데, 2차년도에 있어서 자연농법 시행 과수원의 농약살포 횟수는 관행적 화학농법 시행 과수원보다 적은 횟수를 기록하였다. 2차년도에 실시한 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원의 농약살포 횟수를 1차년도의 살포횟수와 비교해 보았을 때, G-1포장과 D-2포장에서 각각 4회와 5회가 줄어들었음을 알 수 있었다. 그러나, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 전년도의 살포횟수와 동일한 반면, S-2포장에서는 전년도의 28회 살포에 비교하여 금년의 4월부터 8월까지 17회의 살포횟수를 기록함으로써 11회가 줄었음을 확인하였다. 1·2차년도에 4개 포장에서 실시한 농약살포를 볼 때, 관행적 화학농법 시행 과수원이나 자연농법 시행 과수원에서 점차적으로 농약살포의 횟수가 줄어드는 바람직한 경향을 나타내고 있는데, 특히 2차년도에 있어서 S-2포장에서는 1차년도의 살포횟수보다 11회가 줄어든 것을 확인하였다. 조사된 10곳의 과수원에서 1차년도에 *G. asiaticum*에 의한 적성병(Pear rust), *V. nashicola*에 의한 흑성병(Pear scab), *B. cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(Gray mold rot), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot) 등이 발견되었고, 2차년도에 적성병(Pear rust), 흑성병(Pear scab), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)이 발병되었는데, 1차년도에 비해서 전반적으로 농약의 살포가 줄어든 2차년도에 새로운

병해 종류가 발견되지 않았을 뿐 아니라, 2차년도에 조사한 포장별 발병의 지수도 1차년도의 것과 비교하여 큰 차이가 없었다.

3) 배나무 잎 표면의 pH와 미생물의 분포

토양을 대상으로 한 미생물의 분포조사에서는 방선균을 제외한 세균 등의 분포가 자연농법 시행 과수원이 관행적 화학농법 시행 과수원 보다 더 높았지만, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장에서 1차년도에 관찰된 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)은 2차년도에도 동일한 과수의 잎에서 발병되었다. 비록 많은 과수 중에서 표본 추출된 과수의 잎을 대상으로 얻은 결과지만, 자연농법 시행 과수원의 경우 잎 표면에서 미생물의 집락 수치가 화학농법 시행 과수원의 것과 비교하여 확실한 우위를 나타내지 못하는 것은 과수의 잎이 실내의 조건처럼 인위적인 조절을 할 수 있는 제한적인 공간이 아닌, 즉 환경의 변화가 많은 자연상태에 노출된 것에 기인한 결과가 아닌가 사료된다.

4) 배 저장고의 온도와 습도

배 과실은 대략 -2°C 에서 열기 시작하는데, 저장한 과실이 동해(凍害)를 받으면 녹은 후에 정상으로 회복이 어려울 뿐 아니라 곧 부패하게 된다. 측정 첫날부터 10일이 경과할 때까지 10°C 를 유지하던 온도는 10일 이후부터 점차 하강하여 15일째부터 $0-3^{\circ}\text{C}$ 범위의 적절한 온도를 지속하고 있었는데, 저장고에서 온도의 이러한 점차적인 하강은 급속한 저온처리로 인하여 과실의 표피에 발생할 수 있는 흑변현상을 억제하기 위한 적절한 처리로 사료된다.

배 저장고의 습도를 인공적으로 증가시키지 않을 경우 저장고내의 습도는 대체로 70-80%의 낮은 상대습도를 나타낸다고 한다. 자동온습도측정기로 조사된 저장고의 상대습도 곡선은 측정기를 설치한 10월 4일로부터 70%의 습도를 나타내면서 점차 상승하기 시작하여 5일이 경과한 10월 8일 무렵에 85%에 도달하였는데, 그러므로 저장고의 적절한 상대습도를 기록한 10월 8일을 시점으로 하여 11월 3일까지의 일별 상대습도 범위를 관찰

한 결과, 저온저장고의 상대습도의 범위는 77-100%를 나타내었다. 이것은 습도 변이의 폭이 비교적 큰 것으로서, 저온저장고가 상대적으로 낮은 상대습도로 인하여 과실로부터 수분의 손실에 의한 상품가치의 손상을 억제하기 위해서, 혹은 과도한 상대습도에 의해 유발된 과실의 흑변현상 및 병해의 발생을 막기 위해서 저장고 안의 상대습도는 항상 적절한 수준인 85-90% 정도로 유지해야 할 필요가 있다고 본다.

5) 선과과정에서 병원균의 분리 및 동정

선과장에서 채집한 배 과실의 조직에서 분리·동정한 병원균의 대부분은 배를 수확한 후 선과처리를 하는 전반적인 과정 중에 발병하는 병원균이었다. 미국에서 사과 및 배의 푸른곰팡이 병(Blue mold)에 관여하는 *Penicillium*은 모두 11종으로 밝혀졌으며, 그 중에서 배의 푸른곰팡이 병을 발생시키는 것은 *P. aurantiogriseum*을 포함한 4종으로 알려져 있다(Jones and Aldwinkle, 1991). *P. aurantiogriseum*이나 *Alternaria alternata*에 의한 발병은 배 과실을 수확한 후 야외에서 예비건조를 하거나 선과장에서 선별, 포장을 하는 일련의 과정 중에서 인위적인 부주의로 인하여 유발된 조직의 상처에 공기 중에 있던 병원균 포자가 침입하여 발생한 것으로 보이는데, 특히 병든 조직을 지닌 과실이 신선한 배 과실과 함께 저온저장고에 옮겨졌을 경우 이 병원균들은 저장된 저온저장고에서도 발병하여 신선한 과실을 급속히 부패시킬 수 있으므로 선과작업에 주의를 해야 한다. *T. roseum*은 사과 과수원에서 종종 발견되는 부생균으로 알려져 있으며 저온저장 온도에서 쉽게 발병되지 않는 대신, 저장고에 처리하기 직전 일련의 과정 중에서 과육 내부로 알게 부패를 진행시키며 과실표면에 분홍색 균총을 형성한다고 알려져 있다. *Mucor piriformis*는 과실조직의 상처를 통해 침입한 후 저온저장고에서 배 과실에 2차적인 발병(Mucor rot)을 하는 것으로 알려졌다. 배 조직을 분리·배양하는 과정에서 2종의 *Mucor*도 관찰되었다. 다행스럽게도, 미국정부의 검역조항에 유입금지 병원균으로 공시된 흑반병균(*Alternaria kikuchiana*), 겹무늬병균(*Botryosphaeria*

dothidia), 잿빛무늬병균(*Monilinia fructigena*) 등은 발견되지 않았다. 안성의 대미 배 수출단지 선과장의 시료에서 분리된 병원균과 비교를 하기 위해 논산의 선과장에서 채집한 시료로부터 분리·동정된 *A. alternata*도 안성에서 분리·동정된 *A. alternata*와 모든 면에서 유사하였다. 또한, 저장고에서 잿빛곰팡이병(Gray mold)을 유발하는 *Botrytis cinerea*가 논산 선과장의 시료에서 분리·동정되었고, 몇몇 *Penicillium*종도 관찰할 수 있었다. 분리·동정한 병원균을 참고해 볼 때, 안성과 논산의 대미 배 수출단지에 있는 선과장의 환경은 전반적으로 비슷한 양상을 띠고 있었다.

나. 배 충해분야

2000년 4월부터 2001년 11월까지 안성시 대덕면 소재 배 수출단지내 과수원, 일죽면 소재 수출농가, 평택의 관행농가에서 배나무의 주요 해충의 발생량, 발생시기, 화학 방제력 등을 봉지 씌우기 전과 봉지 씌우기 후의 단계로 나누어 조사하였다. 각 조사구에서 배나무 잎의 표본추출방법으로 흡즙해충을 조사하였고, 성페로몬 트랩을 설치하여 복숭아심식나방, 복숭아순나방, 애모무늬잎말이나방의 발생량 등을 조사하였다. 조사결과, 점박이응애, 가루깍지벌레, 복숭아심식나방, 복숭아순나방, 애모무늬잎말이나방 등이 문제해충으로 조사되었다. 2000년도의 표본조사결과 점박이응애는 봉지 씌우기 전 시기동안 모든 조사 구에서 발생이 나타나지 않아 방제효과가 나타났다. 봉지를 씌운 후 7월과 8월 사이에 비교적 높은 발생량이 조사되었는데 발생량이 가장 많았던 시기에는 잎당 평균1.44- 2.24개체였으며 보통 0.6개체 미만으로 조사되었다. 그러나 수확 후 응애류에 의한 과실 오염은 수출농가에서는 2000년도의 경우는 2-11.5%, 2001년도에서는 0-7.8%로 나타나 응애류에 의한 비교적 충실한 방제가 실시되고있는 것으로 판단되며 봉지 씌우기를 충실히 실시함으로써 응애류에 의한 과실의 오염을 효과적으로 방지할 수 있는 것으로 나타났다. 들발해충으로 꼬마배나무이의 경우, 봉지 씌우기 전과 봉지 씌우기 후에 수출단지 내에서 과실의 피해는

표본추출결과 나타나지 않았지만, 독립수출농가에서는 이 해충에 의한 과실오염이 조사되어 관심이 요구되는 해충으로 조사되었다. 가루깍지벌레는 수출단지 내 1농가에서 과실피해가 조사되었으며 2001년도의 경우 4.5%의 비교적 높은 발생이 조사되었다.

성페로몬트랩으로 심식나방류와 애모무늬잎말이나방의 발생량과 발생시기, 방제효과 등을 조사하였는데, 복숭아심식나방의 경우 봉지 씌우기 전 시기에는 페로몬트랩 당 15.7(2000년), 20.7 개체 (2001년), 봉지 씌우기 후에는 각각 42.8(2000년), 82.6개체(2001년)로 수출단지내의 조사 구에서는 봉지 씌우기 전보다 봉지 씌우기 후에 비교적 많은 발생량을 보였다. 복숭아순나방의 경우 봉지 씌우기 전에는 35.4(2000년), 38.4(2001년) 봉지 씌우기 후에는 38.5(2000년), 22.4(2001년) 개체로 봉지 씌우기 전의 경우에 복숭아심식나방과 비교하여 발생량이 다소 높은 것으로 조사되었다. 애모무늬잎말이나방은 2001년도에만 발생량을 조사하였는데, 봉지 씌우기 전에는 평균 14.4, 봉지 씌우기 후에 37.4으로, 봉지 씌우기 전에는 독립수출과 수원인 월정리의 7.3과 일반 관행농가인 청룡동의 7.7개체보다 발생량이 오히려 수출단지 내 조사 구에서 높은 것으로 나타났으며 봉지 씌우기 후의 경우에는 평균치는 다소 낮았지만 통계적으로 차이를 나타내지 않았다. 수출용 배를 재배하는 모든 조사 구에서 수확 후 과실 표본추출에서 심식나방류의 피해를 받은 과실은 조사되지 않았으나 일반관행과수원에서는 심식나방의 피해가 1.5%로 나타나, 수확 후 과실에서의 피해량은 수확 전 심식나방류의 발생량 보다도 봉지 씌우기를 충실히 실시함으로써 상당한 방제효과를 얻을 수 있는 것으로 조사되었다. 한편 애모무늬잎말이나방의 피해과실은 표본조사에서는 전 조사구에서 나타나지 않았지만 11월까지 성충발생이 조사되었다.

조사구간의 온도조사에서 월별 평균온도는 큰 차이를 나타내지 않았지만, 문제해충의 발육영점온도로 발육기간동안 유효 적산 온도를 비교한 결과 수출 단지 내 조사구간에서는 2000년도의 경우 나방류에서는 Max

79-94dd, 2001년도에는 98.1-108.4dd의 차이를 보였고, 두 조사년도 간 비교에서는 Max. 209.0-231.7dd로 문제해충의 종에 따라 다르지만 피크간 적산온도의 1/4 - 1/3에 해당하는 기간이었다.

심식나방류와 애모무늬잎말이나방의 발생시기를 예측하고 방제시기에 활용하기 위하여, 발육영점온도로부터 적산온도와 페로몬트랩 조사를 통한 발생량 조사로 포장에서 인식되는 피크발생시기 및 각 피크간의 적산온도를 계산하였다. 복숭아심식나방의 경우 첫번째 피크발생시기는 865.9dd 두번째 피크는 첫번째 피크 후 평균 697.6dd 경과 후 발생하며, 복숭아순나방의 경우 첫번째 피크는 89.4dd, 마지막 피크는 평균 1815.7dd였으며, 포장에서 나타난 realized generation time은 평균 587.7dd였다. 애모무늬잎말이나방의 경우 첫번째 피크는 484.3dd로 realized generation time은 625.7dd였다. 이와 같이 첫번째 발생 피크를 biofix로 하여 피크간 평균 적산 온도를 계산하면 다음의 발생시기를 예측할 수 있으므로 살충제 살포시기에 응용하여 적기에 효과적인 방제를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구의 결과, 현재 안성지역의 대미 배 수출재배 농가에서 시행해오고 있는 배나무의 병해충관리는 즉, 배나무 과실에 봉지를 씌워 재배하는 유대재배의 농법은 응애류와 심식나방류 등과 같은 배나무의 주요 해충에 의한 피해를 봉지를 씌우지 않은 과실보다 감소시킴에 따라 살포하는 농약의 종류와 살포횟수도 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 따라서 유대재배는 살포 농약에 의한 잔류성에 대한 안전성의 문제도 해결할 수 있는 것으로 사료된다. 또한 적성병(Pear rust), 흑성병(Pear scab), 잿빛곰팡이병(Gray mold rot), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot) 등이 과수원에서 발견되었는데, 적절한 농약살포로 인하여 피해는 거의 없었음을 확인하였다. 미국에서 유입금지 병원균으로 공시하여 검역조사에서 규제 대상이 되는 흑반병균(*A. kikuchiana*), 겹무늬병균(*B. dothidia*), 잿빛무늬병균(*M. fructigena*)에 의한 발병은 안성지역의 조사포장에서 발견되지 않았음을 확인하였다. 안성의 대미수출 농가에서 봉지를 씌워 배를 재배하는

유대재배의 농법은 미국의 식물검역기준을 통과하기 위한 기준으로는 적절한 것으로 사료된다. 따라서 미국의 식물검역기준에 적합한 배 병해충 방제 체계는 현재의 배나무 과실에 봉지를 씌우는 재배법을 시행하되, 문제가 될 수 있는 병원균의 포자와 병해충의 양적인 조사를 지속적으로 하여 병과 해충에 의한 피해의 발생을 예측하여 배 재배 농가에 지속적으로 제공함으로써 농가에서 불필요하게 과잉의 살균제, 살충제 및 살비제 등을 살포하지 않도록 함으로써 최소한의 농약 사용으로 친환경적인 농법을 실천할 수 있도록 하며 농촌의 소득도 증대할 수 있는 현실성있는 배 재배에 관한 지도가 지속적으로 필요하다고 사료된다.

V. 활용방안

1. 배를 재배하는 첨단 영농기술의 하나로 전국적인 규모로 널리 이용하게 하여 농촌소득의 증대를 도모할 수 있다.
2. 효율적인 배 병해충 방제 기술의 하나로 양질의 배를 안정적으로 생산하여 미국에 배를 안정적으로 수출할 수 있다.
3. 방제적기에 최소한의 농약을 살포하고 천적을 이용해 배의 병충해를 방제하는 본 배 재배법은 친환경적인 무공해 농업의 기초로서 이용될 수 있다.
4. 본 연구의 배 재배법과 병해충 방제법은 유사한 사과 등 다른 과수에 도 활용될 수 있다.

Summary

The production of pear has continuously grown up to take an important position in the horticultural industry of Korea. The quality of pears produced in Anseong is the best for their sweetness, juicy taste and flavor. Therefore, the production of pears in Anseong has been increased gradually so that the pears provide good financial benefit to the pear growing farmers. Recently, the exportation of pears to the U. S. A has been increased but the quarantine of pears in the U. S. A is very strict for the pests, pathogens and residual assessment of pesticides. In this situation, the effective methods for the pest management of pear orchard is necessary to face the strict quarantine processes in the U. S. A.

In this study, the effective methods for the pest management of pear exporting to the U. S. A were investigated and their results were following.

1. Analysis of pesticide residue and risk assessment

- 1) Environmental Protection Agency (EPA) of the U. S. A provided maximum allowable residue levels (MRL) of pesticides in pears by a total of 75 pesticides. But, the EPA is constantly registering new active ingredients, products, and reviewing old ones against current safety standards. Thus pesticide registration and tolerance setting decisions are not static; they were frequently changed.
- 2) A total of 12 pesticides were listed for their MRL levels for pears in Korea.
- 3) Four pear orchards were selected to investigate the pesticide

spray schedules and pesticides used. None of orchards sprayed pesticide registered as highly toxic pesticide.

- 4) Based on the schedule of sprayed pesticide, a total of 7 pesticides were analyzed their residues in pear by LC/MS or GC/MS. Tetradifon, one of acaricides, extracted from non-bagged pear fruit was detected over the level of MRL(5 ppm) established for pear in the U. S. A. Other 6 pesticides which were extracted from bagging pear fruit were detected lower than MRL levels.

From these results, the residue levels of 7 sprayed pesticides in bagging pears were far lower than those of MRL allowed by the United States of America. Thus, it is concluded that the pest management system, deployed by the pear farmers in Anseong area could not cause any problems exporting pears to the United States of America.

2. Establishment of the pear pest control systems for the quarantine process in the U. S. A. (pear disease division)

1) Soil environment and disease distribution of pear orchards

To investigate soil environment and disease distribution at the exporting area of pear toward the United States in Anseong, 10 pear orchards were selected and these were divided into two categories such as Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM) and Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM) based on farmer's agricultural management and fungicidal spray. Physical and chemical characteristics of soil were analysed on the basis of 10 pear orchards. Of 10 pear orchards, 7 pear orchards consisted of loam or sandy loam suitable to the growth of pear tree. Since most of 10

orchards were short of contents of an exchangeable cation in soils, it is necessary for their soils to be improved to a level suitable to the growth of pear tree. Although soil pHs of most pear orchards were checked in the range of pH 5.5–6.5 indicating pH ranges suitable to the growth of pear tree, the mean pH value of OCAM(Orchards of Customary Agricultural Management) was lower than that of ONAM(Orchards of Natural Agricultural Management). The number of actinomycetes was higher in the soil of OCAM than ONAM, whereas the number of another soil microorganisms was higher in the soil of ONAM than OCAM. In the first year(2000) of field observation, the total 4 pear diseases such as pear rust (caused by *Gymnosporangium asiaticum*), pear scab(caused by *Venturia nashicola*), gray mold(caused by *Botrytis cinerea*) and pear black necrotic leaf(caused by Closterovirus) have been found at 10 pear orchards for the duration of May to August, 2000. In the second year(2001) of field observation, the total 3 pear diseases such as pear rust, pear scab and pear black necrotic leaf have been found at 10 pear orchards. For the duration of 2000–2001, there were no pear diseases such as black spot(caused by *Alternaria kikuchiana*), white rot(caused by *Botryosphaeria dothidia*) and brown rot(caused by *Monilinia fructicola*) in 10 pear orchards.

2) Spore dispersal of fungal pathogen and characteristic of a fungicide application

Out of 10 pear orchards, 4 pear orchards were selected to obtain these results under field condition in Anseong. Spore collectors have detected airborne spores in 4 pear orchards(for example, 2 sites of OCAM and 2 sites of ONAM) for growing season(April to August) of

2000-2001. Based on 4 pear orchards, all the processes of farmer' s agricultural management have been mainly checked on dates of fungicidal spray and sorts of sprayed fungicide for growing season of 2000-2001. In the first year(2000), the first fungicidal spray of G-1 and D-2 site, 2 sites of OCAM was applied to pear tree at the middle ten days prior to the last ten days of April when spore dispersion of *G. asiaticum* was reached to the maximal number in both sites. The first fungicidal spray of I-1 site, one of ONAM was applied to pear tree at the May 12. However, spray date of I-1 site was 3 days late for a fungicidal application because the maximal spore dispersal of *G. asiaticum* was already detected in the I-1 site at the first ten days of May. The first fungicidal spray of S-2 site, one of ONAM was applied to pear tree at the middle ten days of April prior to the first ten days of May when spore dispersal of *G. asiaticum* was reached to the maximal number in S-2 site. In the second year(2001), the first fungicidal spray of G-1 site was applied to pear tree at the last ten days of April when spore dispersal of *G. asiaticum* was reached to the maximal number in G-1 site, whereas the first fungicidal spray of D-2 site was applied to pear tree at the middle ten days of April prior to the first ten days of May when spore dispersal of *G. asiaticum* was reached to the maximal number in D-2 site. The first fungicidal spray of S-2 site was applied to pear tree at the middle ten days prior to the last ten days of April when spore dispersion of *G. asiaticum* was reached to the maximal number in S-2 site, whereas the first fungicidal spray of I-1 site was applied to pear tree at the first ten days of May when spore dispersal of *G. asiaticum* was reached to the maximal number in I-1 site. For the duration of 2000-2001, spores of

V. nashicola have been scarcely detected in 4 pear orchards. In the first year(2000), the total numbers of fungicidal spray were 26 times in G-1 site and 32 times in D-2 site, respectively whereas 19 times in I-1 site and 28 times in S-2 site. In the second year(2001), the total numbers of fungicidal spray were 22 times in G-1 site and 27 times in D-2 site, respectively whereas 19 times in I-1 site and 17 times in S-2 site. Analyzed on a farmer' s spray diary and weather condition in Anseong for the duration of 2000-2001, the fungicidal spray seems to have tried a seasonable application at 4 pear orchards for the past 2 years. Whether pear orchard is divided into the category of ONAM or not, spray number of fungicides has been gradually reduced at 4 pear orchards for the past 2 years. Although spray number of fungicides has been reduced for the past 2 years, it is meaningful fact that pear diseases have been not occurred seriously at 4 pear orchards. Although the results are too unsatisfactory to induce a conclusion, the obtained results seem to suggest that the possibility capable of reducing the number of a fungicidal spray.

3) Colony of microorganisms and pH value on the surface of pear leaves

Based on 4 pear orchards(for example, 2 sites of OCAM and 2 sites of ONAM), this test has been carried out to count colony of microorganisms and measure pH value on the surface of pear leaf collected from 4 pear orchards for the duration of growing season(May to August, 2001). The pH range of G-1 and D-2 site, 2 sites of OCAM was obtained in the range of pH 5.65-5.91 whereas I-1 and S-2 site, 2 sites of ONAM was pH 5.34-5.78. The results imply that the pH range

of two categories such as OCAM and ONAM were similar on the surface of pear leaf. ONAM(such as I-1 and S-2 site) showed a serious irregularity in their colony number, and have not maintained overwhelming numbers on the surface of pear leaf for the duration of growing season as compared with those of OCAM. As a part of multiplying a microbial number on pear leaf and controlling pear diseases by a microbial activity(Cho, 1998), pear leaves of ONAM have been sprayed occasionally with a nutrient solution which was manufactured with plant materials. However, the obtained results could not sustain Cho' s comment that the number of microorganisms on pear leaf are more overwhelming in ONAM than OCAM. Therefore, it is not resonable at present to insist Cho' s comment continuously.

4) Environmental conditions of a cold storehouse and an identification of pathogens isolated from pear fruits in a packinghouse

To check changes of temperature and moisture in a cold storehouse necessary for storing pear fruits prior to the export of pear toward the United States, thermohygrograph(Sato, R-704) has been operated in the cold storehouse for the duration of October 4–November 3 in 2000. The temperature has been gradually dropped in a cold storehouse and attained to the range of 0–3°C indicating the temperature suitable to storage of pear fruit 15 days after an operation. Though the percentage of a relative humidity was attained to 85% 5 days after an operation, the relative humidity has been gradually deviated from the range of 85–90% indicating the range suitable to storage of pear fruit and then has maintained an irregular range of 77–100%. Pathogenic fungi were

isolated from tissues of pear fruits in a packinghouse and identified as *Alternaria alternata*, *Trichodermium roseum* and *Penicillium aurantiogriseum*, respectively. These pathogenic fungi have been known to cause some diseases of postharvest pear. On pear, *A. alternata* has been known to cause Alternaria rot. Though *T. roseum* has been reported to pink mold(or pink mold rot) on apple in Korea, the casual fungus was isolated from rotted tissues of pear fruit and was ascertained newly as *T. roseum* causing pink mold on pear in Korea. Known as one of pathogens causing blue mold of apple and pear in the United States, *P. aurantiogriseum* was ascertained newly as a pathogenic fungus causing blue mold of pear in Korea. Except for 3 pathogenic fungi isolated, some of *Penicillium* spp. and *Mucor* spp. were isolated and will be identified sooner or later. Fortunately, there were no pathogens such as *Alternaria kikuchiana*, *Botryosphaeria dothidia* and *Monilinia fructicola* which have been regulated as dangerous fungi by quarantine authorities of the United States. To compare environmental conditions of packinghouse in Anseong with those in Nonsan(designated as a control), pathogenic fungi were isolated in pear fruits collected from a packinghouse in Nonsan and identified as *Botrytis cinerea* and *A. alternata*, respectively. Generally, the environmental conditions of packinghouse seem to be similar in both Anseong and Nonsan.

3. Establishment of the pear pest control system for the quarantine process in the U. S. A. (insect division)

During 2000 and 2001, insects and mite injuring pear were monitored at five study plots in Anseong and Pyungtaek areas of Kyonggi-do. In pear exporting orchards, the injury level, temporal pattern, and components of major economic pests, as well as spraying schedules were investigated, comparing with those in a conventional pear orchard. Under the conventional spraying program, relevance of a present control measure was evaluated at two separate stages such as pre and post bagging periods, and finally an improved strategy for controlling the pear pest was suggested based on the collected information.

Some insect such as *Carposina sasakii* Matsumura, *Grapholita molesta* (Busck), *Psylla pyricola* Foerster *Tetranychus urticae* Koch, *Adoxopyes orana* F. von Roeslerstamm, *Planococcus kraunhiae* (Kuwana) were significant pests all over study plots including pear exporting and non- exporting orchards.

Pear leaf sampling was conducted to determine an injury level by sucking pests. *T. urticae* was not detected during the pre-bagging period, but with the mean of 0.6 individual per leaf during the post bagging period. The mite cause various level of the contamination on post-harvest fruit, raging from 2 to 11.5% in 2000, 0-7.8% in 2001. *P. pyricola* was found on the leaf samples at some of plots at both pre and post bagging periods. However, none was found on the fruits that were sampled in pear exporting orchards. *P. kraunhiae* caused relatively a high damage on fruits at one of test plots although it was very rary in the leaf samples.

Sex pheromone trap was established on each plot to monitor the

occurrence, relative abundance, controlling effects of lepidopteran pest. Mean males of *C. sasakii* caught in the trap were 18.2 individuals in pre-bagging period while they were 62.7 in the pear exporting area. *Grapholita molesta* appeared to be higher level of male catch in pre-bagging period while in the post-bagging period the reverse was true with the mean of 36.9 individual vs. 30.5 in the corresponding order. *A. orana* was monitored in 2001 only. Mean number of males caught was 14.4 and 37.4 in pre and post-bagging stage, respectively. The score were higher as compared with those from the non-exporting orchard.

None of lepidopteran pest was detected from the fruit sampling although 1.5% of sampling fruit was infested with fruit borer at non-exporting pear orchard, suggesting the importance of the bagging practice. There is no significant difference in mean monthly temperature between the five study plots in Kyonggi-do, but the accumulated degree day which was calculated based on low temperature thresholds, somewhat varied with the plots with the maximum value ranging from 79 to 108dd for the lepidopteran pest.

In order to supplement spraying time, biofix and inter-peak period were developed under conventional spraying schedule, which were expressed as an accumulated degree based on the low temperature threshold of various lepidopteran pest species. The results appeared to agree with previous reports related to forecasting model.

Our data show that the conventional spraying program was mostly emphasized on pre-bagging stage. It appeared to be responsible for somewhat differences in pest injury levels at pear exporting orchards, but the bagging practice plays an important role in compensating the

differences. As results, careful bagging practice along with the spraying schedule based on pest phenology can improve controlling effects against pear pests.

Contents

Chapter 1. General introduction	33
Section 1. Necessity of research development	33
Section 2. Contents and purposes of research development	37
Section 3. Strategy and methods	39
Section 4. System of research development	43
Section 5. Expectations	44
Section 6. Practical device	45
Section 7. Next step after the successful achievement of research	45
Chapter 2. Analysis of pesticide residue and risk assessment	46
Section 1. Introduction	46
Section 2. Materials and methods	48
1. Survey of pesticides for the control pear pests in the United States	48
2. Survey of pesticides for the control of pear pests in Korea	48
3. Investigation of sprayed pesticides in pear orchards	49
4. Instrumental analysis of sprayed pesticides	49
Section 3. Results and discussion	58
1. Pesticides for the control of pear pests in the United States	58
2. Pesticides for the control of pear pests in Korea	58
3. Pesticide sprayed in pear orchards in Anseong district	62
4. Residual assessment of sprayed pesticides	72
References	86
Chapter 3. Establishment of the pear pest control system for the quarantine process in the U. S. A. (pear disease division)	89

Section 1. Introduction	89
Section 2. Materials and methods	93
1. Soil environments of the pear orchards	93
2. Disease distribution of the pear orchards	93
3. Spore dispersion of pathogen and fungicide application	94
4. Colony of microorganism and pH on the surface of pear leaves	94
5. Environmental conditions of the cold storehouse	95
6. Identification of pathogens from pear fruits in the packinghouse	95
Section 3. Results and discussion	95
1. Soil environments of the pear orchards	95
2. Disease distribution of the pear orchards	97
3. Spore dispersion of pathogen and fungicide application	98
4. Colony of microorganism and pH on the surface of pear leaves	105
5. Environmental conditions of the cold storehouse	106
6. Identification of pathogens from pear fruits in the packinghouse	107
Section 4. Conclusions	108
Section 5. Problems and countermeasures	118
References	147

Chapter 4. Establishment of the pear pest control system for the quarantine process in the U. S. A. (pest division)	149
Section 1. Introduction	149
Section 2. Materials and methods	152
1. Survey of experimental plots in pear orchards in Anseong	152
2. Survey of pests by sex pheromone trap	155
3. Survey of sprayed pesticides	156
4. Development of disease forecast model to control pear pests	156
5. Detection of temperature in study plots	157
Section 3. Results	158
1. Experimental plots in pear orchards in Anseong	158
2. Disease forecasting model to control pear pests	158
3. Abundance of sucking pests	162
4. Abundance of lepidopteran pests	163
Section 4. Discussions	178
1. Control system of pesticides	178
2. Control of sucking pests	178
3. Control of lepidopteran pests	181
References	186

목 차

제 1장 총론	33
제 1 절 연구개발의 필요성	33
제 2 절 연구개발의 목표 및 내용	37
제 3 절 추진전략 및 방법	39
제 4 절 연구개발 추진체계	43
제 5 절 기대효과	44
제 6 절 활용방안	45
제 7 절 연구개발성공시 다음단계 조치사항	45
제 2 장 배의 농약 잔류량 측정 및 안정성 평가	46
제 1 절 서론	46
제 2 절 재료 및 방법	48
1. 미국의 배 병해충 방제농약의 조사방법	48
2. 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사	48
3. 농약의 살포량, 살포횟수 및 살포방법	49
4. 살포농약의 배 잔류성 조사방법	49
제 3 절 결과 및 고찰	58
1. 미국의 배 병해충 방제농약의 조사	58
2. 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사	58
3. 농약의 살포량, 살포횟수 및 살포방법	62
4. 살포농약의 배 잔류성	72
참고문헌	86

제 3 장 미국의 식물검역 기준에 적합한 배 병충해 방제체계수립(배 병 해분야)	89
제 1 절 서론	89
제 2 절 재료 및 방법	93
1. 배나무 과수원의 토양환경 조사	93
2. 배나무 과수원의 병해분포 조사	93
3. 병원균 포자의 월별 공중비산과 과수원 농약처리의 조사	94
4. 과수원 배나무 잎 표면의 pH와 미생물의 분포조사	94
5. 저장고의 온도와 습도조사	95
6. 배 선과과정에서 병원균의 분리 및 동정	95
제 3 절 결과 및 고찰	95
1. 배나무 과수원의 토양환경	95
2. 배나무 과수원의 병해분포	97
3. 병원균 포자의 월별 공중비산과 과수원 농약처리의 특징	98
4. 과수원 배나무 잎 표면의 pH와 미생물의 분포	105
5. 배 저장고의 온도와 습도	106
6. 배 선과과정에서 병원균의 분리 및 동정	107
제 4 절 결론	108
제 5 절 문제점 및 대책	118
참고문헌	147
제 4 장 미국의 식물검역 기준에 적합한 배 병충해 방제체계수립(배 충해분야)	149
제 1 절 서론	149
제 2 절 재료 및 방법	152
1. 조사지역 및 조사방법	152
2. 성페로몬트랩을 이용한 나방류 조사	155

3. 조사구의 화학적 방제력 조사	156
4. 나방류 해충의 발생예측 모델 조사	156
5. 온도조사 및 적산온도조사	157
제 3 절 결과	158
1. 조사구별 방제체계 비교	158
2. 나방류 해충의 발생예측 모델 조사	162
3. 흡즙해충 발생조사	163
4. 나방류 해충의 발생조사	168
제 4 절 고찰	178
1. 살충제에 의한 방제체계	178
2. 흡즙 해충의 방제	178
3. 나방류 해충의 방제	181
참고문헌	186

제 1 장 총론

제 1절 연구개발의 필요성

우리 나라에서 미국으로 배를 수출하는 과정에서 현재 검역상 문제가 되는 배의 병충해는 없으나 우리 나라의 배 재배에서 문제가 되고 있는 붉은별무늬병, 흑반병, 겹무늬병 및 잿빛무늬병 등의 병과 기타 심식나방, 응애류와 같은 해충을 방제하기 위해서 사용한 농약이 수확 후 까지 남아 있을 경우 잔류농약의 농도가 미국의 검역기준을 초과할 경우에는 수출에 새로운 장벽이 될 수 있다. 또한 농약을 사용하여 병을 방제한 경우라도 배가 병원균에 의해 잠복 감염된 후 수출되면 유통과정에서 배에 병이 발생하기 때문에 상품의 신용에 치명적 타격을 입힐 수 있다. 따라서 병충해도 효과적으로 방제하고 잔류량도 낮추는 기술의 개발이 요구된다.

배의 대미 수출은 처음부터 유대재배를 전제로 검토했으므로 봉지 씌우기만으로도 대부분의 과실 감염병과 해충의 피해를 막을 수 있었으나 앞으로 계속해서 배 전체에 봉지를 씌우는 것은 경제적으로나 기술적으로나 타당성이 낮기 때문에 병해충의 방제를 위해서 봉지 씌우기에 전적으로 의존하기는 어렵다. 따라서 경제적으로 허용되는 유대재배는 작업자가 땅위에 서서 수행할 수 있는 범위내의 배에 한해서 봉지를 씌우는 것이므로 나머지 배에 대한 방제는 대부분 농약을 사용하는 화학적 방제에 의존하게 된다.

우리 나라에 공식적으로 기재된 배의 병해는 36종인데, 이들 중 붉은무늬병을 위시한 3-4종의 병해에 대해서는 적극적 방제 대책을 강구해야 하는 것으로 밝혀졌는데, 그 중 흑반병 등은 피해가 가장 크고 방제가 어려운 병이다. 이 병의 발생정도는 해에 따라서 다르지만 5-20%가 이병되며, 포장에서 감염된 배는 유통과정에서 발병하여 상품가치를 크게 손상시킨

다.

안성지방은 배 재배에 좋은 자연기후조건을 갖추고 있어서 한국의 배 생산을 주도해 오고 있고 매년 국내 총생산량의 35%이상을 차지하고 있다. 특히 안성배는 특히 그 품질이 우수할 뿐만 아니라 맛과 향의 기호도가 뛰어나서 국내 최상급 품으로 그 명성이 널리 알려져 있다. 따라서 안성지방에서 생산된 배는 미국을 비롯한 동남아시아 지역으로 수출되어 왔으며, 현재 캐나다 등에도 적지 않은 양의 배가 수출되고 있고 최근에는 호주를 비롯한 다양한 해외시장의 개척을 위해 다방면으로 노력을 경주해 오고 있다. 그러나 우리 나라의 배가 미국 시장에 진출하기 위한 제반 절차상에서 중요한 것은 식물검역에 관련된 문제점들이며, 이 검역절차는 미국의 농업을 보호하기 위해 필수적으로 수반되는 외래 병해충의 침입우려에 대한 방지와 배수출 국가에서 배의 병해충 방제에 사용된 농약의 배 과실 과다잔류로 인한 소비자의 피해를 막기 위한 대책이 있다. 이를 해결하기 위해서는 내수용 배에 사용되는 저공해 병해충방제 관리방법인 주요 병해충에 대해서만 그 밀도를 경제적 피해 허용수준 이하로 억제해 유지시키고, 잠재 병해충에 대해서는 별다른 방제를 하지 않는 저투입 특정형 종합 병해충관리전략을 합리적으로 채택 개발할 수가 없으며, 그 방제대상 병해충의 종류도 차이가 있다. 특히 수출 대상국에는 분포하지 않고 있는 특정 병해충이 국내는 널리 분포되어 있고, 평상시 방제대상 해충이 아닐 정도의 미미한 수준의 가해성을 가진 기존 병해충일지라도 일단 수출 대상국에 침입할 우려가 있는 검역대상 경계 병해충으로 지정되면, 완전박멸이란 고도의 방제체계 수립이 수출의 전제조건으로 되고 있다.

이와 같이 한국산 배를 외국으로 수출할 경우 수반되는 근본적인 검역관련 문제점들을 해결하기 위한 일환으로 이미 미국시장 진출을 위한 체계적인 배 병해충방제체계 연구가 수행되고 있지 않아서 미국에서의 검역문제 해결책 수립을 위한 기초자료를 제공하기 위한 연구가 필요한 시점에 와 있다.

일반적으로 농작물 재배에 사용되고 있는 농약의 종류는 작물의 재배환경에 따라 병해충 및 잡초의 종류와 발생형태 등에서 상당한 차이가 나기 때문에 각 나라마다 다양한 종류의 약제들이 개발되어 사용되고 있고, 또한 사용된 농약들의 병해충에 대한 저항성 문제와 독성, 잔류성 문제 등으로 미루어 볼 때 앞으로도 더욱 다양한 종류의 농약이 개발될 것으로 전망된다. 농약은 물리화학적인 특성과 살포 대상생물체 및 환경조건에 따라 환경 중에서의 잔류성이 서로 상이한 것으로 알려져 있다. 또한 각 나라별로도 농산물을 섭취하는 방법과 양이 서로 다르기 때문에 최종적인 잔류허용기준치(Maximum Residue Limit, MRL)가 나라마다 다르게 설정되어 있다. 수입국에서 농산물에 설정한 잔류허용기준치 이상으로 농약이 잔류하게 되는 경우에는 제재를 받게 되어 수출이 불가능하게 되는 결과가 초래된다. 따라서 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 수입국에서 농작물에 설정해 놓은 농약의 종류와 잔류허용기준치에 따라 수출국에서는 농작물을 재배하여야 할 것이다. 안성지방의 배 원예조합이나 식물검역소에서 권장하는 병해충 표준 방제법은 연간 농약을 16회 살포하도록 권장하고 있는데 이중 절반 이상이 흑반병의 방제를 위한 살포이며, 나머지는 심식나방이나 응애류 등의 해충을 방제하기 위한 살포이다. 현재 일부 독농가에서는 7-8월의 감염 최성기에는 2종이상의 농약을 복합 처방하는 사례까지 있어서 살포횟수를 줄이는 효과적인 방제체계의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 우리 나라 안성지방의 재배단지에서 생산되고 있는 배를 미국의 검역기준에 맞추어서 미국시장에 안정적으로 수출하기 위한 연구의 하나로 선정된 시험포장 내에서의 병해충 발생상태에 맞추어 병해충을 충분히 박멸할 수 있는 방법으로 약제를 살포하여 배를 재배한 후 최종적으로 수확된 배 속에 잔류되어 있는 농약의 양을 분석하여 미국의 농약 잔류기준보다 낮은 양이 검출되는지를 밝혀 안전성의 유무를 평가하고자 한다.

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

- 1) 과수재배환경의 변화로 병해충의 발생 양상이 복잡해짐에 따라 병해충의 발생을 정확하게 예측하는 기술의 개발이 필요
- 2) 무분별한 병충해의 화학방제로 야기되는 여러 역효과를 극복하기 위하여 환경 친화적인 천적자원의 적극적 활용 기술 필요
- 3) 저공해 및 이분해성 농약의 살포를 통한 배 병해충의 효과적인 방제와 미국의 농약 잔류기준보다 낮게 농약이 잔류된 배의 생산이 필요

나. 경제·산업적 측면

- 1) 시기적절한 병충해의 화학적 방제로 인한 살포경비의 절약과 환경오염방지
- 2) 다량의 양질 배 수확으로 인한 재배농가의 소득증진
- 3) 배 안전성에 대한 불안해소로 국내소비 증가 및 수출 배의 소비촉진
- 4) 현재 미국에 배를 수출하는데 있어 가장 큰 문제점인 미국의 수출점역장벽을 해결할 수 있음

다. 사회·문화적 측면

- 1) 저독성 및 저잔류성 농약의 살포로 농산물 오염과 환경오염을 줄임으로서 소비자 및 국민의 불안 해소
- 2) 국내에서 생산된 농산물의 국내의 안전성에 대한 신뢰도 확보
- 3) 국제 경쟁력과 국제적 신뢰 증진을 위한 병해충관리의 중요성 부각

2. 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

이미 선진국에서는 재배하고 있는 농산물을 대상으로 예찰과 방제를 포함한 다양하고 우수한 농업정보를 농민에게 제공하여 생산된 농산물의 경쟁력 향상과 환경친화를 추구하는 실용적인 연구가 진행되고 있다. 특히

선택적이고 환경 친화적인 방제수단으로 병을 방제하기 위해서는 저독성 및 저잔류성 농약을 적기에 살포하여 환경에 끼치는 영향을 최소화하고 있으며 또한 해충을 방제하기 위해서는 성페로몬을 이용한 교미혼란과 성장 조절제를 이용한 생물적 방제에 적극적 관심을 기울여 방제 수단의 효과를 최대한으로 향상시키기 위한 정확한 예찰 시스템의 구축에 많은 노력을 기울이고 있다.

국내에서도 사과를 비롯한 일부 분야에서 이 분야의 연구가 진행된 바 있으나, 배의 병충해와 관련된 분야에서는 아직까지 연구가 진행되고 있지 않다. 따라서 배에 있어서도 이와 관련된 예찰모델, 효과적인 방제법 개발 등의 연구를 확대하여 다양한 정보를 신속하게 농민에게 공급하여 최소의 비용으로 양질의 배를 생산하여 국내외로 수출할 수 있는 기반을 구축해야 할 필요성이 시급하다.

3. 앞으로 전망

- 가. 효과적인 배 병해충 방제로 무병충해 배의 생산
- 나. 경제적인 배 병해충 방제 기술 개발로 수출농가의 수출 경쟁력 향상
- 다. 저잔류성 농약의 사용으로 현안인 수출의 검역장벽을 해결
- 라. 농업생태계의 보존과 경제성 확보, 농민의 보건향상에 기여

제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발목표와 내용

배 수출농가의 경쟁력 향상과 환경보존을 피하여 수출 농가의 생산과 관련된 애로를 해결하고자한다.

- 가. 객관적이고 신뢰성 있는 배 병해충 방제방법의 개발
- 나. 미국의 농약사용 기준에 부합하며, 경제성과 효용성을 갖춘 농약을 사용하여 미국의 검역기준에 적합한 저잔류성 농약의 사용

다. 검역기준에 부합하는 경제적이고 환경친화적인 방제 전략 개발 및 검증

2. 연차별 연구개발목표와 내용

구분	연구개발목표	연구개발내용 및 범위
1차 년도 (1999)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세부과제 배의 농약 잔류량 측정 및 안정성의 평가 ○ 협동과제 배나무 병해충의 발병환경과 병원성 	<ul style="list-style-type: none"> - 미국의 배 병해충 방제농약의 조사 - 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사 - 농약의 살포량, 살포횟수에 대한 개선방법 조사 - 살포농약의 배 잔류성 조사 - 배나무 병해의 분포 및 공시 병원균의 이병을 조사 - 병원균 포자의 공중비산 - 과일의 선과과정과 포장단계에서 병원균에 감염된 과실에 있어서 병원균의 분포 및 포자의 수를 조사 - 해충Detection 모델연구를 위해 하루 최고, 최저온도를 사인곡선에 적용 - 직접표본추출방법과 페로몬트랩을 이용한 해충의 발생소장을 포장에서 조사
2차 년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세부과제 배의 농약 잔류량 측정 및 안정성의 평가 ○ 협동과제 배나무 병해충의 발병환경과 방제전략의 수립 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 배 병해충 방제농약의 종류조사 - 1차년도의 실험결과를 토대로 농약의 살포량, 횟수 및 살포방법의 개선점을 조사 - 살포농약의 잔류성조사 - 봉지의 종류에 따른 발병억제효과 - 해충발생비교분석 - 해충발생정보에 근거하여 방제시기를 선택 - 해충에 대한 효과적인 화학적 방제수단을 선택 - 살충제의 처리 기법을 개발 - 해충방제효과를 분석

제 3 절 추진전략 및 방법

1. 배의 농약 잔류량 측정 및 안정성 평가

가. 미국의 배 병해충 방제농약의 조사방법

미국에서는 배에 어떠한 농약을 사용하며 배에 대하여 어느 정도의 농약 잔류치를 허용하는지를 알기 위해 미국의 FDA(식품의약품 관리청)와 EPA(환경보호청)에서 최근 발표한 고시에 근거하여 자료를 조사하였다.

나. 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사

현재 우리 나라에서 배를 재배하는 과정에 발생하는 병해충의 종류와 미국에서 배의 재배과정에서 발생하는 병해충의 종류가 서로 다르기 때문에 사용되고 있는 농약의 종류도 상당히 차이를 나타내고 있다. 따라서 본 조사를 위해서는 경기도 안성에 있는 미국 배 수출단지 안에 있는 156개 재배농가를 관할하는 원예협동조합의 실무자, 농약상 및 재배농민들을 대상으로 조사하여 정확한 배 병해충 방제농약의 실태를 파악하였다.

다. 농약의 살포량, 살포횟수 및 살포방법

현재 우리 나라에서 배의 재배과정 중에 배의 병해충을 방제하기 위해 살포하는 농약은 약 20여종으로 알려져 있다. 농약의 살포는 노동력의 절감을 위해 대부분의 경우 살균제와 살충제를 혼합하여 살포하고 있지만, 그러나 어떠한 살균제와 살충제를 어떻게 혼합하여 살포해야 효과적인지를 알려주는 보고는 많지 않은 실정이기 때문에, 안성에 있는 미국 배 수출단지의 156개 재배농가를 대상으로 정확한 배병해충 방제농약의 사용실태를 조사하였다.

라. 살포 농약의 배 잔류성 조사방법

안성의 배 재배 시험포장 내에서 병해충의 발생시기에 맞추어 약제를 살포하여 병해충을 충분히 방제하는 방법을 통하여 배를 재배한 농가에서 최종적으로 수확된 배 과실 속에 잔류되어 있는 7종의 농약을 분석하여 농약에 대한 안전성의 유무를 평가하였다.

2. 미국의 식물검역 기준에 적합한 병해충 방제체계 수립

가. 배 병해분야

1) 배나무 과수의 병해 분포의 조사 및 병원균의 월별발생소장

일정한 조사지역의 전체면적을 대상으로 병해분포를 조사하였다. 과수원에서 병해가 발생하는 시기 (4월~10월)에 조사지역에서 발생한 병해를 포장별로 조사하여 병해의 종류 및 발생정도, 시기별 발생소장 등을 조사하였다. 병에 걸린 과수를 1개의 포장당 10주씩을 선정하여 조사하였다.

2) 공시병원균의 이병을 조사

배나무 검은 점무늬 병원균인 *Alternaria kikuchiana* 등 2종 정도의 공시병원균을 대상으로 포장에서 병원균의 감염특성에 따라 감염에 의한 잎, 줄기, 과실의 이병을 조사하였다. 이병의 조사는 전향에 기재된 배나무 과수의 병해조사 방법을 기준으로 하여 실시하였다.

3) 공시병원균 포자의 공중비산

약제의 중점살포시기 또는 살포의 종료시기를 결정하기 위해 4월 이후부터 발병포장에서 포자의 공중 비산량을 조사하였다.

4) 배 과실의 선과과정과 포장의 단계에 있어서 병원균의 분포와 포자의 수 조사

가) 배 과실의 선과과정 중에 불합격 처리된 배 과실에서 나타나는 병원균을 분리하여 동정하고, 과실의 표면에 부착된 병원균 포자의 수를 조사하였다.

나) 선과과정이 끝난 다음 2단계(포장직전 그리고 포장이 끝난후)로 각 나누어 과실의 표면에 부착된 병원균 포자의 수를 조사하였다.

5) 수출단지와 비수출단지의 농가에서 배에 사용하는 봉지의 억제효과를 검정하였다. 수출단지의 농가에서 사용하는 고시된 봉지와 비수출단지의 일반농가에서 사용하는 내수용 봉지에 있는 과실을 대상으로 병원균의 종류 및 병원균 포자의 수를 조사하여 비교하였다.

나. 배 증해분야

1) 국내정보조사

국내 온도 발육 반응 관련 정보를 수집 예찰 모델 자료로 활용한다. 이용 가능한 정보가 부족한 경우 추가 실험을 실시하여 관련 해충의 생태 정보를 획득하였다.

2) 예찰 모델 연구

하루 최고, 최저 온도를 싸인 곡선에 적용하여 하루 온도 변화를 예측 계산하도록 하는 방식을 택하고, 다양한 적산온도 계산 방식과 최고 최저 온도 등의 기상 자료를 MS Fortran code를 이용 프로그램을 작성하였다.

3) 실험 포장 조사

안성 지역의 배 수확 농가로부터 협조를 받아 실험 포장을 확보하였다.

4) 처리 구 선정 및 실험

배의 성장 시작 시기부터 수확기까지 단계별 발생 조사를 실시하여

주요문제 해충의 발생의 양적 정보를 조사하였다. 각 단계별 두 처리구에서 방제 체계를 조사하여, 문제 병해충의 양적 정보와 비교하여 약제 처리의 양적 시기적 문제점등의 요인 분석을 실시하여 개선 방제 체계의 수립을 위한 자료를 수집하였다.

5) 문제 해충 발생의 양적 조사

가) 재배지 조사

(1) 응애류 조사

캐나다 수출재배지역 응애류 조사 방법에 따라 처리구 당 무작위로 10 그루의 나무를 선정하여 각 나무로부터 10씩 채취하여 응애류의 발생의 양적 정보를 조사하였다.

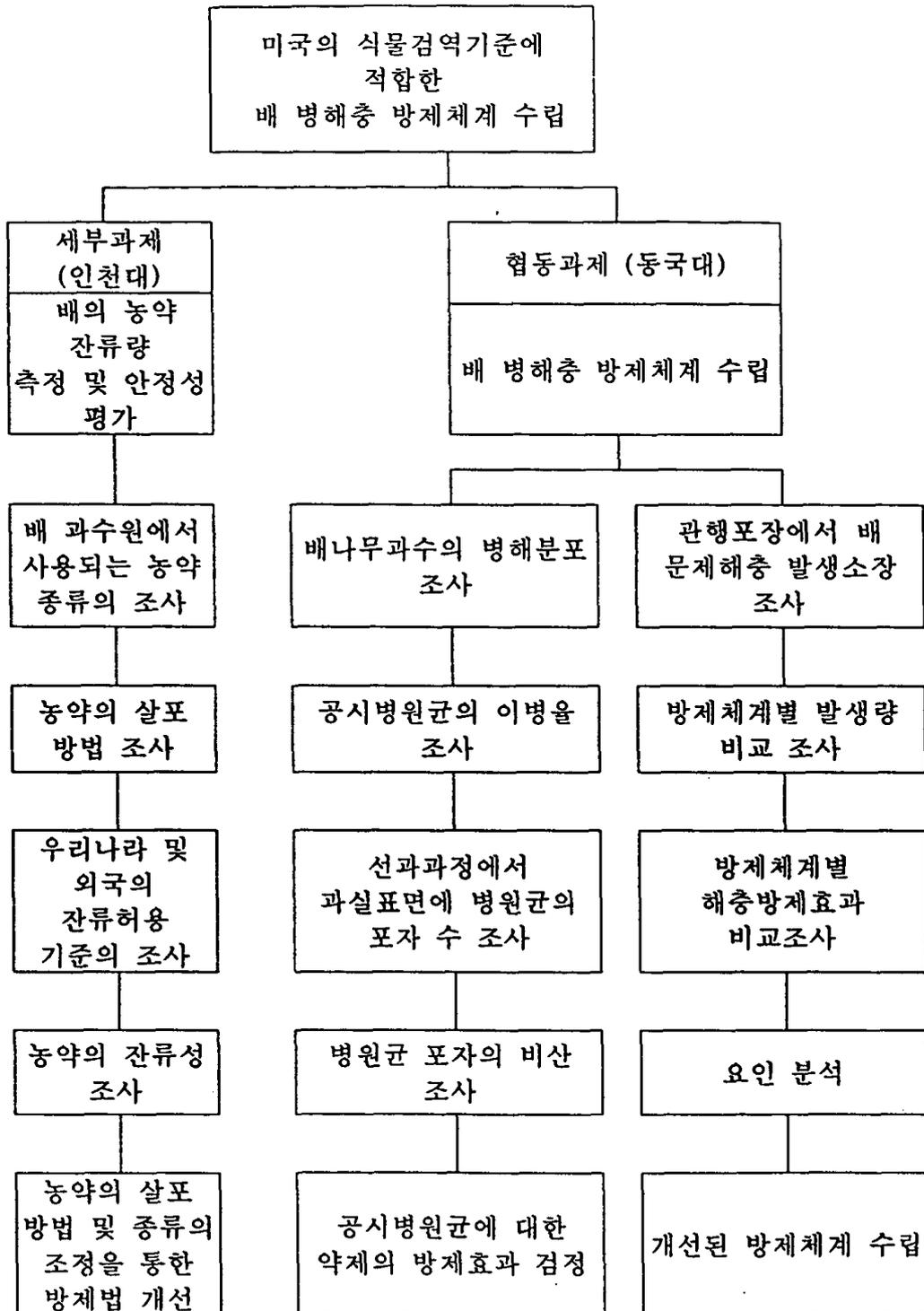
(2) 심식 나방류 조사

각 처리구 당 20m 간격으로 페로몬 트랩을 설치하여 포획된 성충의 양적 정보를 조사한다. 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 유인물질로 상용 페로몬을 사용하였다. 성장 중간 단계별 열매를 표본추출하여 심식나방류의 발생의 양적 정보를 조사하였다.

나) 선과장 조사

각 처리구에서 납품된 상품의 병해충 피해율, 피해 병해충 종류등을 수량화하여, 방제 체계 요인 분석자료로 활용하였다.

제 4 절 연구개발추진체계



제 5 절 기대효과

1. 기술적 측면

- 가. 수출된 배의 병해충과 농약의 잔류량에 대한 문제점이 해결되어 외국에서 한국 배에 대한 불신감이 해소되고 통관시 검사가 면제되어 유통에 소요되는 기간이 단축될 수 있음.
- 나. 병해충 발생을 정확히 예측할 수 있는 기술의 개발로 적기에 최소량의 농약 투여로 병해충을 방제할 수 있음.
- 다. 농약사용의 최소화로 환경파괴와 농업생태계의 오염을 방지.
- 라. 기존의 병해충 방제방법에 비해 방제효과가 높고 독성이 약한 농약이 배 과수원에 적기에 살포되면, 배 병해충은 예전과 같이 내성을 쉽게 획득할 수 없어서 살포한 농약의 방제효과가 높아져 연간 살포량과 살포회수를 크게 줄일 수 있음.

2. 경제·산업적 측면

- 가. 무공해의 고품질의 배를 생산하여, 검역상 문제가 없는 양질의 배를 수출하여 안정적인 외화획득에 크게 기여할 수 있으며 배를 재배하는 농민의 소득도 크게 증가시킬 수 있음.
- 나. 병해충 및 잔류농약이 없는 배를 수출하여 불필요한 국제적 무역분쟁을 줄일 수 있어 세계 어느 나라에도 안심하고 안정적으로 배를 수출할 수 있음.
- 다. 적은 양의 농약을 사용하여 효율적으로 병해충을 방제할 수 있어 거의 전량 외국에서 수입되고 있는 농약원제의 양을 줄여 외화를 절약할 수 있음.
- 라. 병해충 방제법의 간소화로 농촌의 고령인력을 효율적으로 이용할 수 있음.
- 마. 배를 재배하는 농가의 소득증대로 위기에 있는 배 재배 농민을 살려 이들의 이농현상을 최소화할 수 있음.

제 6 절 활용방안

1. 첨단 배 재배 영농기술의 하나로 활용하여 전국적인 규모로 널리 이용하게 함.
2. 효율적인 배 병충해 방제기술의 향상으로 양질의 배를 안정적으로 생산하여 농촌소득의 증대를 도모할 수 있음.
3. 농가 소득의 증대로 농민의 이농현상을 방지하고, 귀농현상이 일어나는 계기가 될 수 있음.
4. 방제적기에 최소한의 농약과 천적을 이용해 배의 병충해를 방제하는 본 연구의 신기술은 환경 친화 적인 무공해 농업의 기초로서 이용될 수 있음.
5. 배와 재배법 및 병해충 방제법이 유사한 사과와 같은 다른 과수에서도 활용될 수 있음.

제 7 절 연구개발성공시 다음 단계 조치사항

1. 본 연구를 수행하여 얻은 결과를 이용 및 활용하는 방안을 체계화하여 농가에 보급하고 산업화하여 경쟁력 있는 농가 소득원의 발굴에 기초를 삼고 이를 발전시키는데 기여할 수 있을 것임.
2. 본 연구의 결과로 우리 나라의 배가 외국에 수출되는 경우에 병이나 해충 또는 농약의 잔류 등이 문제되어 수입 금지나 방역 등의 문제점이 생길 수 있는 소지는 발생하지 않기 때문에 농가 소득이나 배의 국제경쟁력을 제고하는 방안이 될 것임.
3. 배를 비롯한 다른 과수에서도 본 연구 결과에 기초하여 효율적인 병해충 방제법이 도출될 것임.

제 2 장 배의 농약 잔류량측정 및 안정성 평가

제 1 절 서론

우리 나라에서 미국으로 배를 수출하는 과정에서 현재 검역상 문제가 되는 배의 병충해는 없으나 우리 나라의 배 재배에서 문제가 되고 있는 검은별무늬병(*Venturia nashicola*), 흑반병(*Alternaria kikuchiana*) 등의 병과 기타의 해충을 방제하기 위해서 사용한 농약이 수확 후 까지 남아있을 경우 잔류농약의 농도가 미국의 검역기준을 초과할 경우에는 수출에 새로운 장벽이 될 수 있다. 또한 농약을 사용하여 병을 방제한 경우라도 배가 병원균에 의해 잠복 감염된 후 수출되면 유통과정에서 배에 병이 발생하기 때문에 상품의 신용에 치명적 타격을 입힐 수 있다.

배의 대미 수출은 처음부터 유대재배를 전제로 검토했으므로 봉지 씌우기만으로도 대부분의 과실 감염병과 해충의 피해를 막을 수 있었으나 배 전체에 봉지를 씌우는 것은 경제적으로나 기술적으로나 타당성이 없는 일이므로 병해충의 방제를 위해서 봉지 씌우기에 전적으로 의존하기는 어렵다. 따라서 경제적으로 허용되는 유대재배는 작업자가 땅위에 서서 수행할 수 있는 범위내의 배에 한해서 봉지를 씌우는 것이므로 나머지 배에 대한 방제는 대부분 농약을 사용하는 화학적 방제에 의존하게 된다.

우리 나라에 공식적으로 기재된 배의 병해는 36종인데, 이들 중 붉은무늬병을 위시한 3-4종의 병해에 대해서는 적극적 방제 대책을 강구해야 하는 것으로 밝혀졌으며, 그 중 흑반병 등의 피해가 가장 크고 방제가 어려운 병이다. 이 병의 발생정도는 해에 따라서 다르지만 5-20%가 이병되며, 포장에서 감염된 배는 유통과정에서 발병하여 상품가치를 크게 손상시킨다. 우리 나라 안성지방의 병해충 표준 방제법에는 연간 농약을 16회 살포하도록 되어 있는데 이중 절반 이상이 검은무늬병의 방제를 위한 살포

이며, 현재 일부 독농가에서는 7-8월의 감염 최성기에는 2종 이상의 살균제를 복합 처방하는 사례까지 있어서 앞에서 설명한 바와 같이 병충해의 방제에 주안점을 두고 그 다음으로 잔류량을 줄일 수 있는 방제체계의 개발이 필요하다.

안성지방은 배 재배에 천혜의 자연 기후조건을 갖추고 있어서 한국의 배 생산업을 주도해 오고 있으며, 해마다 국내 총생산의 35% 이상을 차지하고 있다. 또한, 안성배는 특히 그 품질이 우수할 뿐만 아니라 맛과 향의 기호도가 뛰어나서 국내 최상급 품으로 그 명성이 널리 알려져 있다. 따라서 안성지방에서 생산된 배는 미국과 캐나다를 비롯한 동남아시아 지역으로 수출되어 왔으며, 최근에는 호주를 비롯한 해외시장 개척을 위해 다방면으로 노력을 경주해 오고 있다.

우리 나라에서 수확한 배를 수출하기 위해서는 농약의 잔류량이 미국의 식물 검역기준에 설정되어 있는 잔류허용치와 비교하여 안전성 유무를 평가해야 할 필요가 있다. 일반적으로 농작물 재배에 사용되고 있는 농약들은 작물의 재배환경에 따라 병해충 및 잡초의 종류와 발생형태 등에서 상당한 차이가 나기 때문에 각 나라마다 다양한 종류의 약제들이 개발되어 사용되고 있고, 또한 사용된 농약들의 병해충에 대한 저항성 문제와 독성, 잔류성 문제 등으로 미루어 볼 때 앞으로도 더욱 다양한 종류의 농약이 개발될 것으로 전망된다. 농약은 물리화학적인 특성과 살포 대상생물체 및 환경조건에 따라 환경 중에서의 잔류성은 서로 상이한 것으로 알려져 있다. 또한 각 나라별로도 농산물을 섭취하는 양과 생활환경이 서로 다르기 때문에 최종적인 잔류허용기준치(Maximum Residue Limit, MRL)가 나라마다 다르게 설정되어 있다. 따라서 실질적으로 농산물의 수출입에 있어서 농약의 잔류량은 상당히 중요한 문제로 대두되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 우리 나라의 안성 배 재배단지에서 생산되고 있는 배를 미국시장으로 수출하기 위한 연구의 하나로 선정된 시험포장 내에서의 병해충 발생상태에 맞추어 약제를 살포하여 병해충을 충분히 방제하는

방법으로 배를 재배한 후 최종적으로 수확된 배에 잔류되어 있는 농약의 잔류량을 분석하여 안전성의 유무를 평가하고자 한다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 미국의 배 병해충 방제 농약의 조사방법

미국에서 배 병해충 방제에 사용하는 농약의 안전성에 관한 규정을 보면 농약의 잔류허용 기준의 설정은 EPA(환경보호청)에서 하며, 잔류농약의 검색의 의무는 FDA(식품의약품 관리청)에서 관장한다. 만약 배에 어떤 농약의 잔류허용량이 FDA에 의해 설정되어 있지 않으면 FDA는 배에 대하여 그 약제 기준에 대한 규정허용기준 (action level) 을 설정하거나 아니면 아예 농약의 잔류를 인정하지 않는 제로 베이스의 허용량 (zero tolerance) 의 원칙을 적용하고 있는 실정이기 때문에 미국에서는 배에 어떠한 농약을 사용하며 배에 대하여 어느 정도의 농약 잔류치를 허용하는지를 알아야 될 필요가 있다. 이를 위해 미국의 FDA와 EPA의 최근 발표 자료를 근거하여 문헌을 수집하였다.

2. 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사

현재 우리 나라에서 배를 재배하는 과정에 발생하는 병해충의 종류와 미국에서 배의 재배과정에서 발생하는 병해충의 종류가 서로 다르기 때문에 사용되고 있는 농약의 종류도 상당히 차이를 나타내고 있고, 또한 농산물의 섭취량과 평균 체중 등도 다르기 때문에 농약의 잔류허용치도 다르게 설정되어 있다. 따라서 본 조사를 위해서는 경기도 안성에 있는 미국 배 수출단지 안에 있는 여러 재배농가를 직접 방문하여 그중 병해충을 방제하기 위한 살포횟수나 방법이 크게 다른 4곳의 과수원을 설정하여 정확한 배 병해충 방제농약의 실태를 조사하였으며 국내의 배 재배와 관련된 농약

의 정보는 경기도 수원시에 소재한 농업과학기술원으로부터 문헌을 수집하였다.

3. 농약의 살포량, 살포횟수 및 살포방법

현재 우리 나라에서 배의 재배과정 중에 배의 병해충을 방제하기 위해 살포하는 농약은 약 20여종으로 알려져 있으며, 농약의 살포횟수는 약 15회 내외인 것으로 알려져 있다. 그 농약의 살포는 노동력의 절감을 위해 대부분의 경우 살균제와 살충제를 혼합하여 살포하고 있지만, 그러나 어떠한 살균제와 살충제를 어떻게 혼합하여 살포해야 효과적인지를 알려주는 보고서는 많지 않은 실정이기 때문에, 본 조사는 안성에 있는 미국 배 수출단지 내 4곳의 재배농가를 대상으로 배병해충 방제농약의 사용실태를 직접 조사하였다.

4. 살포 농약의 배 잔류성 조사방법

경기도 안성에 있는 미국 배 수출단지 내 4곳의 재배농가를 대상으로 배 병해충 방제농약의 사용실태를 조사한 후 살포된 살균제, 살충제 및 살비제로 사용된 여러 농약 중에서 연구 1차년도(2000년)에는 dichlorvos, difenoconazole, fenitrothion 및 tetradifon 등 4종을, 연구 2차년도(2001년)에는 carbaryl, chlorpyrifos 및 fenpropathrin 등 3종을 정하여 최종적으로 총 7종의 농약을 선별하여 분석대상으로 하였다(Table 1). Dichlorvos의 경우 WHO분류(Table 4)로는 맹·고독성의 농약으로 분류되고 있는 농약으로서 실제로 미국 배 수출단지의 재배포장이 아닌 실험포장에서 살포한 후 농약의 잔류성을 알아보기 위하여 이 농약을 분석대상 농약에 포함하였다. 잔류농약의 추출방법은 농약의 종류에 따라 다양하여 적합한 방법을 문헌조사하고 일부를 수정하여 사용하였다. 수확된 배 시료의 전처리는 배의 속 및 움푹파인 부분을 제거한 뒤 20g을 정확히 정량하여 각 농약에 적합한 용매를 사용하여 추출하였다. 추출액은 감압농축기로 농축한 뒤, 농약성분에 따라서 흡착제로는 florasil과 silica gel 등을 사용하여 column

chromatography법으로 정제하였다. 분석기기로는 농약의 이화학적인 성질에 따라 감도가 우수한 분석기기를 사용하였다. 따라서 7종의 농약을 분석하기 위한 분석기기로는 Gas chromatography/Mass spectrometer(GC/MS)와 Liquid chromatography/Mass spectrometer(LC/MS)를 사용하였다.

Table 1. List of analysed pesticides and their characteristics

Pesticide	Chemical name	Characteristic	Purity (%)	Supplier
Carbaryl	1-naphthyl methylcarbamate	insecticide	95.5	Dongbu Hannong Chemical
Chlorpyrifos	<i>O,O</i> -diethyl <i>O</i> -3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate	acaricide	98.2	Dongbu Hannong Chemical
Dichlorvos	2,2-dichlorovinyl dimethyl phosphate	insecticide	96.9	Young-IL Chemical
Difenoconazole	<i>cis</i> , <i>trans</i> -3-chloro-4-[4-methyl-2-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl] phenyl 4-chlorophenyl ether	fungicide	94.2	Syngenta Korea
Fenpropathrin	(<i>RS</i>)- α -cyano-3-phenoxybenzyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopanecarboxylate	insecticide	92.6	Dong Bang Agro
Fenitrothion	<i>O,O</i> -dimethyl <i>O</i> -4-nitro- <i>m</i> -toyl phosphorothioate	insecticide	93.8	Dong Bang Agro
Tetradifon	4-chlorophenyl 2,4,5-trichlorophenyl sulfone	acaricide	99.5	Dong Bang Agro

기종으로는 GC/MS의 경우, 일본 JEOL사의 JMS-AX505를 사용하였으며 LC/MS는 일본 JEOL사의 JMS-LC mate LCMS SYSTEM을 사용하여 분석하였다. GC/MS와 LC/MS의 경우 한번의 시료주입으로 머무름시간 (retention time)과 피크면적에 의한 정성과 정량이 가능하였으며 각 농약 표준품들의 mass spectrum으로 신속한 screening test와 정확한 확인이 가능하였다. Selected ion monitoring(SIM) mode에 의한 특성이온(분자이온, 각종토막이온)을 선택하여 고감도의 정량분석이 가능한 장점이 있었다. 본 연구에서 분석된 농약의 표준품들은 농약원제 제조회사들로부터 분양 받아 사용하였다.

Table 2. Analytical instruments used in this study

Analytical instrument	Pesticide
Gas Chromatography Mass spectrometry (JMS-AX505, JEOL Ltd., Tokyo, Japan)	Chlorpyrifos, Dichlorvos, Difenoconazole, Fenprothrin, Fenitrothion, Tetradifon
Liquid Chromatography Mass spectrometry (JMS-LC mate LCMS SYSTEM, JEOL Ltd., Tokyo, Japan)	Carbaryl

가. Carbaryl의 잔류량 분석

1) 추출방법

배 시료 20g 을 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤, 추출물을 여과하고 여과액을 약 50ml으로 rotary vacuum evaporator (Eyela, Rikakikai Co., Japan)로 감압농축하였다. 5% NaCl 용액 200ml을 첨가하여 dichlormethane 100ml로 5분간 격렬히 진탕한 후 정치시켜 분리된 dichlormethane층만을 분취하여 감압농축하였다. 농축물은 Acetone/Hexane(5:95, v/v) 4ml에 용해하여 florisil mini column(0.9g)을 Acetone/Hexane(5:95, v/v)로 세정 후 용해액 중 2ml을 column에 부하 하였다. Acetone/Hexane (5:95, v/v) 3ml로 세정 후 Acetone/Hexane (10:90, v/v) 15ml로 용출하고 농축한 뒤 acetonitrile으로 재 용해하여 GC/MS분석에 사용하였다.

2) 점량곡선(Calibration Curve)의 작성

Carbaryl의 표준품을 acetonitrile에 용해하여 1,000ppm의 stock solution을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. LC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 1와 같다. Carbaryl의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 LC/MS에 주입하여 표준점량곡선을 작성하였다.

나. Chlorpyrifos의 잔류량 분석

1) 추출방법

배 시료 20g 을 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤 흡인여과하여 농축하고 Celite 545층이 깔려 있는 Buchener funnel을 통과한 뒤 10분간 방치 후에

hexane 80ml로 용출하였다. 이것을 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)로 감압농축한 뒤 hexane 5ml에 재 용해하여 silica gel mini column (Waters사, Sep-Pak florisisil, 0.9g)에 부하 후 hexane 8ml로 세정하고 Ethyl acetate:Hexane (5:95, v/v) 8ml로 용출하였다. 용출액은 감압농축하고 acetone으로 재 용해하여 GC/MS분석에 사용하였다.

2) 검량곡선(Calibration Curve)의 작성

Chlorpyrifos의 표준품을 acetone에 용해하여 1,000ppm의 stock solution을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. GC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 2와 같다. chlorpyrifos의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 GC/MS에 주입하여 표준검량곡선을 작성하였다.

다. Dichlorvos의 잔류량 분석

1) 추출방법

배 시료 20g 을 6M HCl 10ml을 가하고 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤 흡인여과하여 약 50ml로 농축한다. 5% NaCl용액 200ml을 가하여 dichlormethane 100ml과 함께 혼합한 뒤 5분간 격렬히 진탕한 후 정치시켜 분리된 dichlormethane층만을 분취하여 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)로 감압농축하였다. 농축물은 Acetone/Hexane(30:70, v/v) 10ml에 녹여 silica gel 5g이 Acetone/Hexane(30:70, v/v)으로 충전된 column(내경 1.5cm)에 부하 하였다. Acetone/Hexane(30:70, v/v) 60ml로 용출한 뒤 감압농축하고 acetone으로 재 용해하여 GC/MS분석에 사용하였다.

2) 검량곡선(Calibration Curve)의 작성

Dichlorvos의 표준품을 acetone에 용해하여 1,000ppm의 stock solution을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. GC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 3와 같다. dichlorvos의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 GC/MS에 주입하여 표준검량곡선을 작성하였다.

라. Difenoconazole의 잔류량 분석

1) 추출방법

배 시료 20g 을 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤 흡인 여과하여 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)를 사용하여 약 15ml로 농축하였다. Celite 545층이 깔려 있는 Buchener funnel을 통과한 뒤 5분간 방치 후에 hexane 100ml로 용출하였다. 이것을 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)로 감압농축한 뒤 hexane 4ml에 재용해하여 florasil mini column (Waters사, Sep-Pak florasil, 0.9g)에 2ml을 부하 하였다. Acetone/Hexane(5:95, v/v) 20ml로 세정 후 Acetone/Hexane (3:7, v/v) 20ml로 용출하여감압농축한 뒤 acetone으로 재 용해하여 GC/MS 분석에 사용하였다.

2) 검량곡선(Calibration Curve)의 작성

Difenoconazole의 표준품을 acetone에 용해하여 1,000ppm의 stock solution을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. GC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 4와 같다. difenoconazole의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 GC/MS에 주입하여 표준검량곡

선을 작성하였다.

마. Fenpropathrin

1) 추출방법

배 시료 20g 을 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤 흡인 여과하여 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)를 사용하여 농축하였다. 농축액에 물을 첨가하여 약 15ml로 하여 Celite 545층이 깔려 있는 Buchener funnel을 통과한 뒤 10분간 방치 후에 hexane 30ml로 용출하였다. 이것을 감압농축한 뒤 hexane 6ml에 재 용해하여 florisil mini column (Waters사, Sep-Pak florisil, 0.9g)에 3ml을 부하 하였다. Hexane 10ml로 세정 후 Ethyl ether/Hexane(30:70, v/v) 20ml로 용출한 뒤 감압농축한 뒤 hexane으로 재 용해하여 GC/MS분석에 사용하였다.

2) 검량곡선(Calibration Curve)의 작성

Fenpropathrin의 표준품을 hexane에 용해하여 1,000ppm의 stock solution 을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. GC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 5와 같다. fenpropathrin의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 GC/MS에 주입하여 표준 검량곡선을 작성하였다.

바. Fenitrothion

1) 추출방법

배 시료 20g 을 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤 흡인 여과하여 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)를 사용하여 약 15ml로 농

축하였다. 농축액을 Celite 545층이 깔려 있는 Buchener funnel을 통과한 뒤 5분간 방치 후에 hexane 80ml로 용출하였다. 이것을 감압농축한 뒤 acetone 10ml에 재 용해하여 florisil mini column (Waters사, Sep-Pak florisil, 0.9g)을 hexane 5ml로 세정 한 뒤 추출액 5ml을 column에 부하 하였다. Acetone/Hexane (5:95, v/v) 10ml로 용출하여 감압농축한 뒤 acetone 으로 재 용해하여 GC/MS분석에 사용하였다.

2) 검량곡선(Calibration Curve)의 작성

Fenitrothion의 표준품을 acetone에 용해하여 1,000ppm의 stock solution 을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. GC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 6와 같다. Fenitrothion의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 GC/MS에 주입하여 표준 검량곡선을 작성하였다.

사. Tetradifon

1) 추출방법

배 시료 20g 을 acetone 100ml를 가하여 Homogenizer(Nissei AM-7 Ace, Japan)로 homogenize하여 30분간 진탕한 뒤 흡인 여과하여 rotary vacuum evaporator(Eyela, Rikakikai Co., Japan)를 사용하여 농축하였다. 농축액을 Celite 545층이 깔려 있는 Buchener funnel을 통과한 뒤 acetone 50ml로 용출하였다. 이것을 감압농축하여 acetone을 evaporate한 뒤 포화 NaCl 50ml 및 물 200ml을 가하고 hexane 60ml을 가하여 3분간 격렬히 진탕 한 후 정치시켜 분리된 hexane층을 얻고 이 과정을 3회 반복 실시한 뒤 hexane 추출액을 감압농축하였다. 이농축액을 hexane 5ml로 재 용해하여 florisil mini column (Waters사, Sep-Pak florisil, 0.9g)을 hexane 5ml로 세 정 한 뒤 column에 부하하고 Acetone/Hexane (2:8, v/v) 10ml로 용출하여

감압농축한 뒤 acetone으로 재 용해하여 GC/MS분석에 사용하였다.

2) 검량곡선(Calibration Curve)의 작성

Tetradifon의 표준품을 acetone에 용해하여 1,000ppm의 stock solution을 조제하고 가장 잘 분석된 조건을 기준으로 나타난 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석할 대상 이온을 정하였다. GC/MS SIM mode의 분석조건은 Appendix 7와 같다. Tetradifon의 stock solution을 희석하여 표준용액을 만든 후 각 일정량을 GC/MS에 주입하여 표준 검량곡선을 작성하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 미국의 배 병해충 방제 농약의 조사

미국에서 배와 관련하여 EPA(Environmental Protection Agency)에서 사용된 농약의 최대 허용잔류량(maximum allowable residue level)을 조사해 본 결과는 Table 3과 같다. 총 75가지의 농약이 나타나있음을 확인하였다. 그러나 EPA에서는 새로운 농약이 수시로 등록되고 있고 이들의 제품들도 변하고 있는 만큼 농약의 종류와 그 허용치(tolerance)는 수시로 바뀌어짐을 강조하고 있다.

또한 WHO분류 맹·고독성 농약중 국내에서 사용되는 농약의 현황을 보면 모두 27종의 농약이 분류되어 사용되고 있다(Table 4). 이들의 농약은 미국을 비롯한 일본, 유럽 등지에서도 등록이 되어있으며 국내에서 사용중인 농약을 나타낸 것이다. 안성의 대미 수출용 배 재배농가에서는 이들 농약은 살포하지 않고 있으나 일부 국내 판매용 배를 재배하는 과수원에서는 사용하는 곳을 확인할 수 있어서 실수로 수출 배 단지에서 살포하는 일이 없도록 주의가 요망되고 있다.

2. 국내 배 병해충 방제농약의 종류 조사

배의 재배기간동안 문제가 되고 있는 병원균과 해충에 의한 피해를 줄이기 위하여 사용되는 농약의 종류는 우리 나라 농약지침서에 따르면 총 91 종류의 농약이 사용되는데, 흑반병은 5종, 검은별무늬병은 31종, 흰가루병은 4종, 깍지벌레류는 4종, 꼬마배나무이는 1종, 배명나방은 6종, 실식나방은 1종, 응애류는 23종, 진딧물류는 20종, 잡초제거에는 5종의 농약이 사용되고 있음을 알 수 있다.

우리 나라에서 배와 관련하여 그 최대 잔류허용기준이 밝혀진 것은 그리 많지 않아 12종류의 농약잔류허용기준치가 보사부의 고시로 나타나있다(Table 5). 이들 중에서 Aldrin, Fenitrothion, Fenpropathrin, Fenthion,

Sethoxydim, 및 Simazine 등에 관하여서는 배의 경우에 미국의 EPA의 잔류허용기준치가 나타나지 않아 사과나 포도와 같은 다른 과일에 대한 잔류허용기준을 참조하는 경우가 있었다.

Table 3. List of pesticides and maximum allowable residue levels (ppm) on pears in the U. S. A

No.	Pesticide	MRL (ppm)	No.	Pesticide	MRL (ppm)
1	1-Naphthaleneacetamide	0.1	21	Dicofol	5.0
2	1-Naphthaleneacetic acid	1.0	22	Diflubenzuron	0.5
3	2,4-Dichlorophenoxyacetic acid	5.0	23	Dimethoate	2.0
4	2-Phenylphenol	25.0	24	Diphenylamine	10
5	Abamectin	0.02	25	Diuron	1
6	Allethrin	-	26	Dodine	5.0
7	Allethrin(Post-H)	4.0	27	Endosulfan	2.0
8	Aminoethoxyvinylglycine hydrochloride	0.08	28	Ethephon	5.0
9	Amitraz	3.0	29	Ethoxyquin	3
10	Azinphos-Methyl	1.5	30	Ethyl 1-naphthaleneacetate	1.0
11	Benomyl(Pre&Post-H)	7.0	31	Fenarimol	0.1
12	Captan	25.0	32	Fenbutatin oxide	15.0
13	Carbaryl	12.0	33	Fenhexamid	15
14	Chinomethionat	0.05	34	Fenvalerate	2.0
15	Chlorpyrifos	0.05	35	Ferbam	7.0
16	Clofentezine	0.5	36	Fonofos	0.1
17	Copper carbonate (Post-H)	3.0	37	Formetanate hydrochloride	3.0
18	Cyhexatin	2.0	38	Glyhosate and its metabolites	0.5
19	Dichlobenil	0.15	39	Hexythiazox	0.3
20	Dicofol	5.0	40	Lindane	1.0

Continued.

No.	Pesticide	MRL (ppm)	No.	Pesticide	MRL (ppm)
41	Malathion	8.0	59	Piperonyl butoxide(Post-H)	8.0
42	Mancozeb	10.0	60	Propyzamide	0.1
43	Methomyl	4.0	61	Pyrethrins(Post-H)	1.0
44	Methoxychlor	14.0	62	Pridaben	0.75
45	Methyl bromide(Post-H)	5.0	63	Pridate	0.3
46	Methyl parathion	1.0	64	Pyriproxyfen	0.2
47	Mycobutanil(spearmint)	3.0	65	Quizalofop-ethyl (spearmint)	2.0
48	Nicotine	2.0	66	Sethoxydim (spearmint)	30.0
49	Norflurazon	0.1	67	Simazine	0.25
50	Oxamyl	2.0	68	Tebufenozide	1.0
51	Oxydemeton-methyl	0.3	69	Terbacil	0.1
52	Oxyfluorfen(spearmint)	0.1	70	Tetradifon	5.0
53	Oxytetracycline	0.35	71	Thiabendazole(Post-H)	10.0
54	Paraquat dichloride	0.05	72	Triadimefon	1.0
55	Parathion	1	73	Triflumazole	0.5
56	Permethrin	3.0	74	Urea	-
57	Phosalone	10.0	75	Ziram	7.0
58	Phosmet	10.0			

Table 4. Pesticides classified by WHO as highly toxic and their application in Korea

Pesticide	Chemical name	U.S.A ^a	Japan ^b	England ^c	Germany	France	Korea
알라	Alachlor	○ ^d	○	○	○	○	○
아진포	Azinphos-methyl	○	×	○	○	○	○
벤즈	Benfuracarb	×	○	○	×	○	○
부라에스	Blasticidin-S	×	○	×	×	×	○
카보	Carbofuran	○	×	○	○	○	○
메타	Demeton-S-methyl	○	×	○	○	×	○
디디브이피	Dichlorvos	○	○	○	○	○	○
에디펜	Edifenphos	×	○	×	×	×	○
이피엔	EPN	×	○	×	×	×	○
에토프	Ethoprophos	○	×	○	○	○	○
푸루시	Flucythrinate	○	○	×	×	×	○
다이포	Fonofos	○	×	○	×	○	○
푸라치오카브	Furathiocarb	×	×	×	×	○	○
이사조포스	Isazofos	○	○	×	○	○	○
메카밤	Mecarbam	×	×	×	×	×	○
메타포	Methamidophos	○	×	×	○	○	○
메치온	Methidathion	○	○	×	○	○	○
메소밀	Methomyl	○	○	○	○	○	○
모노포	Monocrotophos	×	○	×	×	○	○
오메톤	Omethoate	○	×	○	○	○	○
파라치온	Parathion	○	×	×	○	○	○
포레이트	Phorate	○	×	○	×	×	○
포스팜	Phosphamidon	○	×	×	○	○	○
프리미	Pirimiphos-ethyl	○	×	○	×	○	○
타보	Terbufos	○	×	×	×	○	○
아조포	Tiazophos	×	×	○	○	×	○

^a Crop Protection Chemicals Reference

^b Japanese Pesticide Guide

^c European Directory of Agrochemical Products

^d Applied as pesticide

Table 5. List of pesticides and maximum allowable residue levels (ppm) on pear fruits in Korea

No.	Pesticide	MRL (ppm)	No.	Pesticide	MRL (ppm)
1	Aldrin & dieldrin	0.1	7	Fenthion	0.2
2	Amitraz	0.5	8	Fenvalerate	2.0
3	Azinphos methyl	1.0	9	Sethoxydim	1.0
4	Feranimol	0.3	10	Simazine	0.25
5	Fenitrothion	0.2	11	Tetradifon	5.0
6	Fenpropathrin	5.0	12	Thiabendazole	10.0

3. 농약의 살포량, 살포횟수 및 살포방법

경기도 안성에 소재한 대미 배 수출단지내의 농가를 방문하여 4곳을 선정하였다. 2000~2001년 동안 각 농가별로 살포한 농약의 살포시기 및 종류는 Table 6~13과 같다. 각 농가에서 살포한 농약의 종류 및 살포횟수는 배의 재배시기 및 병 발생 시기를 고려하여 농가별로 차이가 있었다.

2000년 A농가 (Table 6) 의 경우는 병의 병충해 발생이 시작되기 전인 4월 10일에 토착미생물, 돈분 및 미네랄을 처리함으로써 지력의 보강과 배 나무에 영양을 주어 병해충의 침입에 대비하는 농법을 채택함을 알 수 있었다. 이후로는 약 5-10일 간격으로 주로 검은별무늬병, 붉은별무늬병, 검은 무늬병, 흰가루병과 같은 진균성 병원균에 관한 예방 및 방제를 목적으로 주로 살균제를 살포함을 확인하였다. 따라서 배의 수확기까지는 살균제를 중심으로 모두 8종의 농약을 총 9회 살포하였으나 특이하게도 살충제나 살비제는 한번도 살포하지 않았으나 실제로는 유대재배한 배 과실에서는 수확의 결과 해충이나 응애로 인한 피해는 발견되지 않았다. 그러나 수확 후 저장중인 일부의 배에서 심식나방에 의한 피해가 나타나서 2001년부터는 살충제와 살비제의 살포를 권유하였다. 그러나 이 농가의 경우 안성시 공도면 배 수출 선과장에서 이루어진 미국의 배 수출검역과정에서 다른 농

약을 살포한 농가에 비해 수출검역상의 문제는 발견할 수 없었다.

Table 6. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard A of Anseong District in 2000

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Apr. 10	토착미생물 돈분 Mineral A sol.		
May 12	헥사코나졸	hexaconazole	붉은별무늬병, 검은별무늬병
May 16	벤레이트	benomyl	흰가루병, 검은별무늬병
May 20	바이코	bitertanol	검은별무늬병, 붉은별무늬병
Jun. 5	톱신엠	thiophanate- methyl	흰가루병, 검은별무늬병
Jun. 19	포리옥신	polyoxin B	검은무늬병, 흰가루병
Jun. 29	헥사코나졸	hexaconazole	붉은별무늬병, 검은별무늬병
Jul. 15	로브랄	iprodione	검은무늬병
Aug. 10	델란	dithianon	탄저병, 겹무늬썩음병, 검은별무늬병
Aug. 20	푸르젠	difenoconazole	검은별무늬병, 검은무늬병

B 농가의 경우(Table 7)는 배의 병해충이 발견되기 전인 4월 14일에 배나무에 영양제를 미리 처리하고 5월부터는 주로 살균제를 살충제와 함께 약 5-10일 간격으로 살포하였으며 5월 중순 이후로는 문제시되고 있는 응애류를 방제하기 위한 살비제를 살균제와 함께 처리하였다. 7월 이후로는 주로 살충제를 중심으로 살포하여 총 10회에 걸쳐 농약을 살포하였다. 살균제는 mycobutanil을 비롯하여 모두 8종을, 살충제는 thiamethoxam을 비롯한 7종을, 살비제로는 azocyclotin을 비롯하여 4종을 살포하여 총 19종의 농약을 사용하여 적지 않은 종류의 농약을 살포하였으나 기준 살포 횟수인 16회에 비해 6회 적은 10회 살포에 그쳤고 수확 후 농약 잔류량을 고려하여 마지막 살포는 8월 17일에 실시하였다.

Table 7. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard B of Anseong District in 2000

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Apr. 14	텔타네트 미리근 알파		배나무 영양제
May 4	시스텐 아타라	mycobutanil, thiamethoxam	붉은별무늬병 진딧물
May 12	크린타운 오트란	penconazole acephate	검은별무늬병 진딧물
May 17	헥사코나졸 페로팔 모스피란	hexaconazole azocyclotin acetamiprid	붉은별무늬병 점박이용애 진딧물
May 29	벤레이트 스미치온 식물칼슘	benomyl, fenitrothion	흰가루병, 검은별무늬병 배명나방
Jun. 12	포리옥신 코니도 보라매	polyoxin B imidacloprid fenazaquin	검은무늬병, 흰가루병 조팝나무진딧물 점박이용애
Jun. 27	톱신 푸르젠	thiophanate-met hyl difenoconazole	흰가루병, 검은별무늬병 검은별무늬병 검은무늬병
Jul. 10	히어로	buprofezin	굴가루각지벌레
Jul. 24	다이센엠 45 호리마트	mancozeb omethoate	검은별무늬병 응애류
Jul. 31	렘페이저	chlorfenapyr	점박이용애
Aug. 17	스미치온 타스타	fenitrothion bifenthrin	배명나방 진딧물

C 농가의 경우(Table 8)는 4월 초순부터 농약을 살포하는데 주로 약 10일 간격으로 살균제와 살충제 또는 살비제를 함께 살포하여 총 14회에 걸쳐 살균제는 8종, 살충제는 7종, 살비제는 4종을 살포하여 총 19종의 농약을 사용하였다. 살균제의 경우 붉은별무늬병과 검은별무늬병에 대해 동시에 방제효과를 나타내는 feranimol을, 검은무늬병과 흰가루병에 효과를 보이는 polyoxin B를 주로 사용하여 살균제의 과다 살포를 줄여보려는 노력을 하고 있음을 확인하였다.

Table 8. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard C of Anseong District in 2000

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Apr. 6	아싸	thiophanate-methyl	흰가루병
	테디온	sulfur tetradifon	응애류
Apr. 12	훼나리	fenarimol	붉은별무늬병, 검은별무늬병
Apr. 20	시스텐	mycobutanil,	붉은별무늬병
	모스피란	acetamiprid	진딧물
May 5	훼나리	fenarimol	붉은별무늬병, 검은별무늬병
	아타라	thiomethoxam	진딧물
May 12	크린타운	penconazole	검은별무늬병
	오트란	acephate	진딧물
May 20	헥사코나졸	hexaconazole	붉은별무늬병
	다이메크론	phosphamodon	진딧물
	주움	etoxazole	응애
May 28	훼나리	fenarimol	붉은별무늬병, 검은별무늬병
Jun. 9	벤레이트	benomyl,	흰가루병, 검은별무늬병
	보라매	fenazaquin	점박이용애
Jun. 19	툽신엠	thiophanate-methyl	흰가루병, 검은별무늬병
Jun. 28	포리옥신	polyoxin B	검은무늬병, 흰가루병
	레이트론	spreader-sticker	전착효과
	아타라	thiomethoxam	진딧물
Jul. 8	툽신엠	thiophanate-methyl	흰가루병, 검은별무늬병
	페로팔	azocyclotin	점박이용애
	더스반	chlorpyrifos	진딧물
Jul. 18	모스피란	acetamiprid	진딧물
	히어로	buprofezin	꿀가루각지벌레
Jul. 28	DDVP	dichlorvos	잎말이나방
Aug. 11	포리옥신	polyoxin B	검은무늬병, 흰가루병

D 농가의 경우(Table 9)는 주로 유기농법을 이용해 배를 재배하는 농가로 4월 초순에는 주로 배 병해충에 길항적인 미생물 증식을 위한 영양공급을 위해 영양제처리를 하고 4월말경 부터는 약 10일 간격으로 총 5회에 걸쳐 살균제와 살충제 또는 살비제를 함께 처리하였다. 살균제와 살충제는 각각 3종을 살비제는 2종을 살포하여 총 8종의 농약을 사용하였다.

Table 9. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard D of Anseong District in 2000

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Apr. 8	바로돈 팜그린		배 병해충에 길항적인 미생물에 영양공급
Apr. 10	바로돈, 백설탕		
Apr. 19	바로돈, 팜그린		
Apr. 26	바로돈, 백설탕		
Apr. 29	바로돈 팜2 코니도 그린타운	imidacloprid penconazole	조팝나무진딧물 검은별무늬병
May 17	바로돈 팜2 시스템 더스반 살비왕	mycobutanil chlorpyrifos fenpyroximate	붉은병무늬병 진딧물 점박이용애
May 28	바로돈 팜2 툽신 자비왕	thiophanate-methyl buprofezin	흰가루병,검은별무늬병 각지벌레
Jun. 18	바로돈 팜2		영양제
Jul. 2	코니도 전착제	imidacloprid	조팝나무진딧물
Jul. 17	테디온 목초액, 전착제	tetradifon	응애류
Aug. 1	바로돈 팜2, 소금, 요소		영양제
Aug. 17	바로돈 팜2		영양제

2001년에 각 농가의 경우는 전년도와 비교하여 살포하는 농약의 종류나 살포횟수가 약간 증가하는 경향을 나타내었다. A 농가의 경우(Table 10)는 총 9회에 걸쳐 살균제, 살충제, 살비제를 함께 처리하는 경우도 있었으며 살균제의 경우 7종을, 살충제는 주로 진딧물을 방제하기 위한 약제를 중심으로 4종을, 살비제는 4종을 처리하여 총 15종을 사용하였다. 이는 2000년도에 비해 살포횟수는 동일하였지만 살포농약의 수에서는 7종이 증가하여 약 100%의 증가율을 나타내었는데 이는 전년도에 살충제와 살비제를 살포하지 않아 배 수확기에 약간의 심식나방이 발생하였고 배의 저장기 중에 이 유충의 발생을 확인하였기 때문에 2001년도에는 발생가능성이 높았기 때문에 이를 차단하기 위한 조치였다.

Table 10. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard A of Anseong District in 2001

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Mar. 28	아싸	thiophanate-methyl sulfur	흰가루병
	테디온	tetradifon	응애류
May 8	파아람	nuarimol	붉은별무늬병
Jun. 8	벤레이트 세빈 안트라콜 호리마트	benomyl carbaryl propineb omethoate	흰가루병, 검은별무늬병 진딧물 탄저병 응애
Jun. 15	보라매 자비왕	fenazaquin buprofezin	점박이응애 각지벌레
Jun. 24	코니도	imidacloprid	조팝나무진딧물
Jun. 25	바이코 포리옥신 아타라	bitertanol polyoxin B thiomethoxam	검은별무늬병, 붉은별무늬병 검은무늬병, 흰가루병 진딧물
Jul. 2	코니도	imidacloprid	조팝나무진딧물
Jul. 13	벤레이트 아크라마이트	benomyl bifenazate	흰가루병, 검은별무늬병 응애
Jul. 25	푸르젠 안트라콜 세빈	difenoconazole propineb carbaryl	검은무늬병 탄저병 진딧물
Aug.	영양제		

B 농가의 경우(Table 11), 농약의 살포는 총 12회로 5-10일 간격으로 살균제와 살충제 또는 살비제를 함께 처리하고 살균제는 7종을 살충제는 4종을, 살비제는 2종을 사용하여 총 13종으로 전년도에 비하여 살포농약은 6종이 감소하였다. 이는 전년도에 10회에 걸쳐 19종의 농약을 살포하여 배수확기에 거의 병해충의 발생이 없었기 때문에 2001년도에는 2000년도에 비해 거의 병해충이 발생하지 않을 것으로 예측하고 2001년에는 적게 농약을 살포하는 농법을 택한 것으로 나타났다.

Table 11. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard B of Anseong District in 2001

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Apr. 9	황소독		
Apr.16	코니도 에미넨트(영양제)	imidacloprid	조팝나무진딧물
Apr.28	파리샤드	fluquinconazole	검은별무늬병
May 4	푸르젠	difenoconazole	검은무늬병
May 11	파아람	nuarimol	붉은별무늬병
May 22	푸르젠 오트란	difenoconazole acephate	검은무늬병 진딧물
Jun. 4	시스템 보라매 모스피란	mycobutanil fenazaquin acetamiprid	붉은별무늬병 점박이응애 진딧물
Jun. 11	훼나리	fenarimol	붉은별무늬병,검은별무늬병
Jun. 26	푸르젠 그로포 호기마트	difenoconazole chlorpyrifos omeithoate	검은무늬병 진딧물 응애
Jul. 13	파리샤드 베테랑	fluquinconazole imidacloprid	검은별무늬병 조팝나무진딧물
Aug. 4	레이트론 스칼라	spreader-sticker pyrimethanil	전착효과 검은별무늬병
Aug. 20	툽신 야무진	thiophanate- methyl chlorpyrifos	흰가루병 잎말이나방

C 농가의 경우(Table 12) 2001년도에는 총 15회의 농약을 살포하였는데, 이는 전년도에 비하여 살균제는 1종이 증가한 9종이고 살충제와 살비제는 각각 5종을 살포하였다. 이 농가의 2001년에 살포한 농약은 2000년도와 같은 총 19종이었다.

2000년도에 유기농법을 실시하는 D 농가의 경우는(Table 13) 2001년도에는 총 10회 농약을 살포하였는데 전년도에는 사용하지 않았던 배 병해충에 길항적인 미생물들에 영양공급을 목적으로 하는 배 식초, 여러 녹즙 등을 살포하고있음을 확인하였다. 농약의 살포종류는 살균제 4종, 살충제 5종, 살비제 2종 등 총 11종으로 2000년의 8종에 비해 3종이 증가하였으나 다른 배 재배 농가에 비해서는 적은 종류의 농약이 살포된 것을 알 수 있었다.

Table 12. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard C of Anseong District in 2001

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Apr. 8	아싸 테디온	thiophanate-methyl sulfur tetradifon	흰가루병 응애류
Apr. 15	훼나리	fenarimol	붉은별무늬병, 검은별무늬병
Apr. 19	스칼라 모스피란	pyrimethanil acetamiprid	검은별무늬병 진딧물
May 5	시스텐	mycobutanil	붉은별무늬병
May 14	훼나리 더스반	fenarimol chlorpyrifos	붉은별무늬병, 검은별무늬병 진딧물
May 17	코니도	imidacloprid	조팝나무진딧물
May 24	벤레이트 살비왕	benomyl fenpyroximate	흰가루병 점박이응애
Jun. 4	오아시스	pyrimidifen	점박이응애
Jun. 7	바이코, 자비왕	bitertanol buprofezin	검은별무늬병, 붉은별무늬병 각지벌레
Jun. 12	푸르겐, 토큐, 코니도	difenoconazole fenbutatin oxide imidacloprid	검은무늬병 응애 조팝나무진딧물
Jun. 28	만코지 테디온	mancozeb tetradifon	검은별무늬병 응애류
Jul. 8	포리옥신 세빈	polyoxin B carbaryl	검은무늬병, 흰가루병 진딧물
Jul. 16	벤레이트 다니톨	benomyl fenpropathrin	흰가루병 응애
Jul. 28	만코, 히어로	mancozeb buprofezin	검은별무늬병 굴가루각지벌레
Aug. 16	포리옥신 세빈	polyoxin B carbaryl	검은무늬병, 흰가루병 진딧물

Table 13. Spray schedule for the control of fungal pathogens and pests conducted at the pear orchard D of Anseong District in 2001

Date	Pesticide	Chemical name	Target organism
Mar. 8	바로돈 팜, 백설탕		배병해충에 길항적인 미생물에 영양공급
Mar. 13	바로돈 팜, 팜그린		
Mar. 18	기계유유제		
Apr. 2	석회유황합제 테디온	tetradifon	응애류
Apr. 12	훼나리	fenarimol	붉은별무늬병, 검은별무늬병
Apr. 18	시스텐 코니도	mycobutanil imidacloprid	붉은별무늬병 조팝나무진딧물
May 27	파아람 델타네트	nuarimol furathiocarb	붉은별무늬병 진딧물
May 13	코니도 훼나리	imidacloprid fenarimol	조팝나무진딧물 붉은별무늬병, 검은별무늬병
May 28	데스반 시스텐	chlorpyrifos mycobutanil	진딧물 붉은별무늬병
Jun. 9	아타라 생그랄, 현미식초	thiamethoxam	조팝나무진딧물
Jun. 19	세빈 벤레이트	carbaryl benomyl	진딧물 흰가루병
Jun. 28	배식초		
Jul. 2	보라매	fenazaquin	점박이용애
Jul. 13	바로돈, 팜그린		영양제
Jul. 24	계란껍질, 배식초, 아카시아녹즙, 생그랄, 소금		배병해충에 길항적인 미생물에 영양공급
Aug. 2	계란껍질, 배식초, 아카시아녹즙, 생그랄, 소금		배병해충에 길항적인 미생물에 영양공급
Aug. 16	계란껍질, 배식초, 아카시아녹즙, 쑥녹즙, 배문녹즙, 소금		배병해충에 길항적인 미생물에 영양공급
Aug. 20	계란껍질, 배식초, 아카시아녹즙, 쑥녹즙, 배문녹즙, 소금, 인산칼슘, 세빈	carbaryl	진딧물

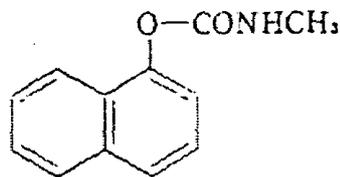
4. 농약의 잔류성

경기도 안성의 배 재배 농가 중에서 선정된 4곳의 농가를 중심으로 배의 재배기간동안 살포된 농약의 자료를 근거로 하여 농약의 잔류성을 분석할 대상 농약을 선정하였다. 연구 1차년도(2000년)에는 dichlorvos, difenoconazole, fenitrothion 및 tetradifon 등 4종류이며, 연구 2차년도(2001년)에는 carbaryl, chlorpyrifos 및 fenprothrin 등 3종류로 총 7종의 농약에 관하여 농약 잔류성을 분석하였다. 특별히 1차년도 중간보고서에서 분석할 가치가 있다고 중간보고서 평가단에서 잔류의 분석을 지적한 Chlorothalonil에 대해서 이 농약의 잔류성 분석을 시도하였으나 이 농약은 현재 안성 배 재배조합의 권장 농약이 아니어서, 안성지역의 농약상 어디에서도 구입할 수도 없었고 시험포장의 어느 농가에서도 살포할 의사도 없어서 분석할 수가 없었다. 앞에 언급한 7종류 농약의 특성 및 잔류성의 분석 결과는 다음과 같다.

가. 분석 농약의 특성

1) Carbaryl의 특성

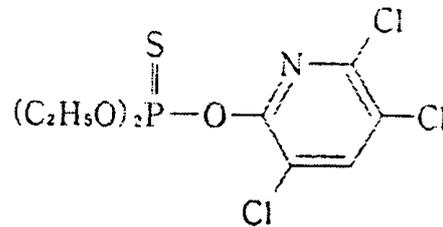
카바메이트계 살충제로서 주로 진딧물(조팝나무진딧물)을 대상으로 하는 살충제로 농약지침서에 따르는 안전사용기준은 수확 14일 전까지 4회 이내에 한하여 사용이 되는 농약이다. 구조는 $C_{12}H_{11}NO_2$ 로 분자량은 201.3이다. 상품명은 세빈, 나크로 알려져 있다.



2) Chlorpyrifos의 특성

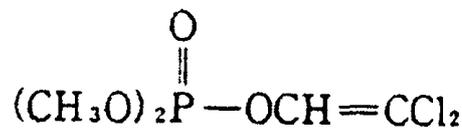
유기인계 살충제로 진딧물(조팝나무진딧물)을 대상으로 하는 살충제로

농약지침서에 따르는 안전사용기준은 수확 21전 까지 3회 이내로 사용이 되는 농약이다. 구조는 $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$ 으로 분자량은 350.62이다. 상품명은 더스반, 그로포이다.



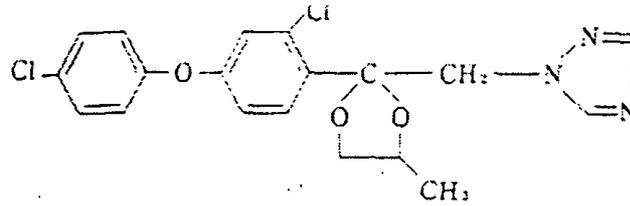
3) Dichlorvos의 특성

유기인계 살충제로 잎말이나방을 대상으로 하며 고독성 농약으로 알려져 있다. 반수치사약량은 실험동물의 체중 kg당 경구의 경우 123mg, 경피의 경우 322mg로 알려져 있다. 농약지침서에 따르는 안전사용기준은 사과와 감의 경우 수확 3일전까지 6회 이내로 사용이 되는 농약이다. 구조는 $C_4H_7Cl_2O_4P$ 이며 분자량은 220.98이다. 상품명은 디디브이피이다.



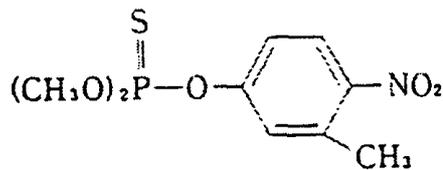
4) Difenoconazole의 특성

트리아졸계의 침투이행성 살균제로 검은별무늬병의 예방 및 치료 효과가 좋고 살균범위가 넓다고 알려져 있다. 어독성 II급으로 양어장, 저수지, 상수취수원, 해역 등지에서는 일시에 광범위하게 사용이 제한되어 있다. 농약지침서에 따르는 안전사용기준은 수확 3일전까지 6회 이내로 제한되어 사용된다. 구조는 $C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$ 이며 분자량은 406.27 이다. 상품명은 푸르겐이다.



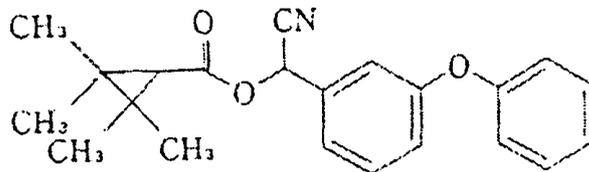
5) Fenitrothion의 특성

유기인계 살충제로 각지벌레류 및 배명나방을 대상으로 한다. 농약지침서에 따르는 안전사용기준은 수확 30일전까지 4회 이내로 사용이 되는 농약이다. 구조는 $C_9H_{12}NO_5PS$ 이며 분자량은 277.24 이다. 상품명은 스미치온, 호리치온이다.



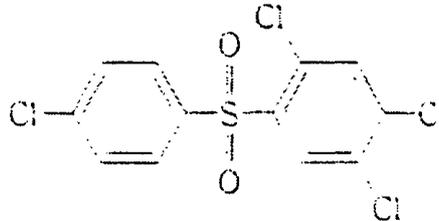
6) Fenpropathrin의 특성

합성피레스로이드계 살충·살비제로 접촉독 및 소화중독에 의해 효과를 나타내며 응애(점박이 응애)를 적용대상으로 한다. 농약지침서에 따르는 안전사용기준은 수확 7일 전까지 이며 4회 이내로 사용이 되는 농약이다. 구조는 $C_{22}H_{23}NO_3$ 이며 분자량은 349.4이다. 상품명은 다니틀, 포충탄, 다이토나, 펜프로이다.



7) Tetradifon의 특성

유기염소계의 살비제로 응애류를 적용대상으로 한다. 농약지침서에 따르는 안전사용기준은 수확 15일전까지 4회 이내로 사용한다. 구조는 $C_{12}H_6Cl_4O_2S$ 이며 분자량은 356.06 이다. 상품명은 테디온이다.



나. 농약의 잔류성

총 7종의 농약을 GC/MS와 LC/MS를 사용하여 분석한 조건으로 peak의 정확한 mass spectrum과 retention time을 확인한 후 Selective Ion Monitoring(SIM) mode로 분석한 이온은 Table 14와 같다. 확립된 분석방법에 의한 각 농약의 회수율(Recovery)을 알고자 농약이 처리되지 않은 배의 시료에 각 농약을 spiking하여 구한 회수율의 결과는 Table 15와 같다. 전체적으로 평균 회수율은 80.0~98.7까지의 범위를 나타내었다.

Table 14. Monitoring masses (ions), retention time and correlation coefficient of determinative values of pesticides of SIM data acquisition by GC/MS or LC/MS

Pesticide	Ion (m/z)	Retention time (min)	Correlation coefficient
Carbaryl	202, 243	4.3	0.869
Chlorpyrifos	197	7.05	0.999
Dichlorvos	185	7.7	0.999
Difenoconazole	265	9.84	0.999
Fenitrothion	125	6.17	0.999
Fenpropathrin	181	6.90	1.000
Tetradifon	159	8.4	0.991

분석된 7종 농약의 배 잔류량은 tetradifon의 무대재배의 경우를 제외하고 6종 모두 분석기기인 GC/MS와 LC/MS의 최소 검출량의 한계에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 각 농약의 잔류량 결과는 Table 16와 같다.

Table 15. Recovery from the pesticide spiked pear sample

Pesticide	Recovery (%) [*]
Carbaryl	85.0
Chlorpyrifos	84.8
Dichlorvos	80.0
Difenoconazole	85.0
Fenitrothion	96.8
Fenpropathrin	98.7
Tetradifon	91.4

^{*} Each value is the mean of three replicates.

Table 16. Residues of analyzed pesticides in pear samples harvested from Anseong District

Pesticide	Minimum detectable amount (ng)	Residues (ppm) [*]	Detection limit (ppm)	MRL of USA (ppm)
Carbaryl	4	<0.02	0.02	12.0
Chlorpyrifos	3.9	<0.02	0.02	0.05
Dichlorvos	7.8	<0.01	0.01	0.5 in tomato
Difenoconazole	4	<0.01	0.01	0.2 in banana
Fenitrothion	4	<0.01	0.01	15 in wheat
Fenpropathrin	7.8	<0.02	0.02	5.0 in grape

^{*} Each value is the mean of three replicates.

6종의 농약을 제외하고 tetadifon의 경우에는 봉지를 씌우지 않은 무대재 배의 시료에서만 MRL의 기준치 이상으로 검출이 되었다 (Table 17).

Table 17. Residues of analyzed tetradifon in pear harvested from Anseong District

Pesticide	Residues (ppm)*		MRL of USA (ppm)
	Bagging	Non-bagging	
Tetradifon	<0.02	17.1	5.0

Each value is the mean of three replicatse.

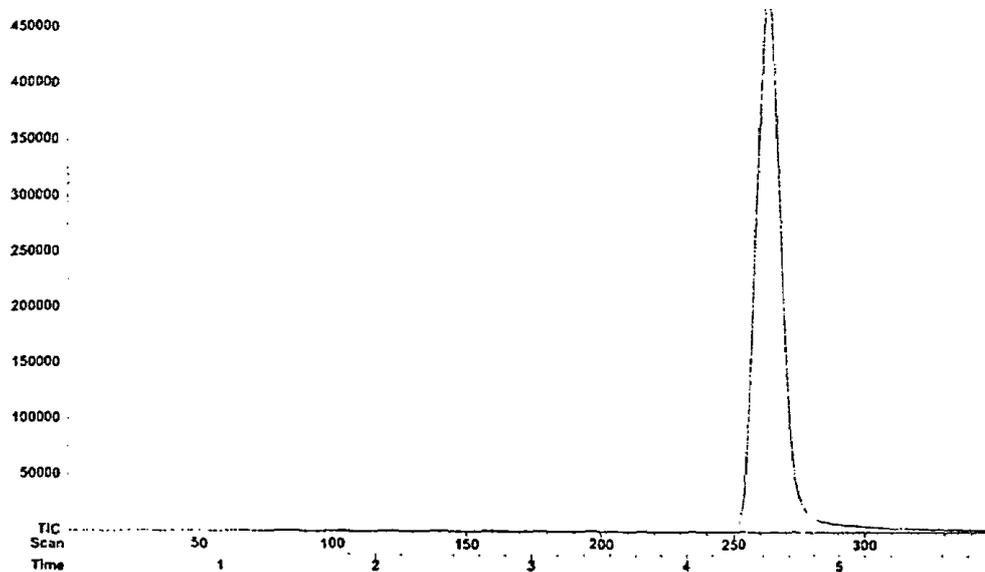


Figure 1. Chromatogram of carbaryl analyzed by LC/MS

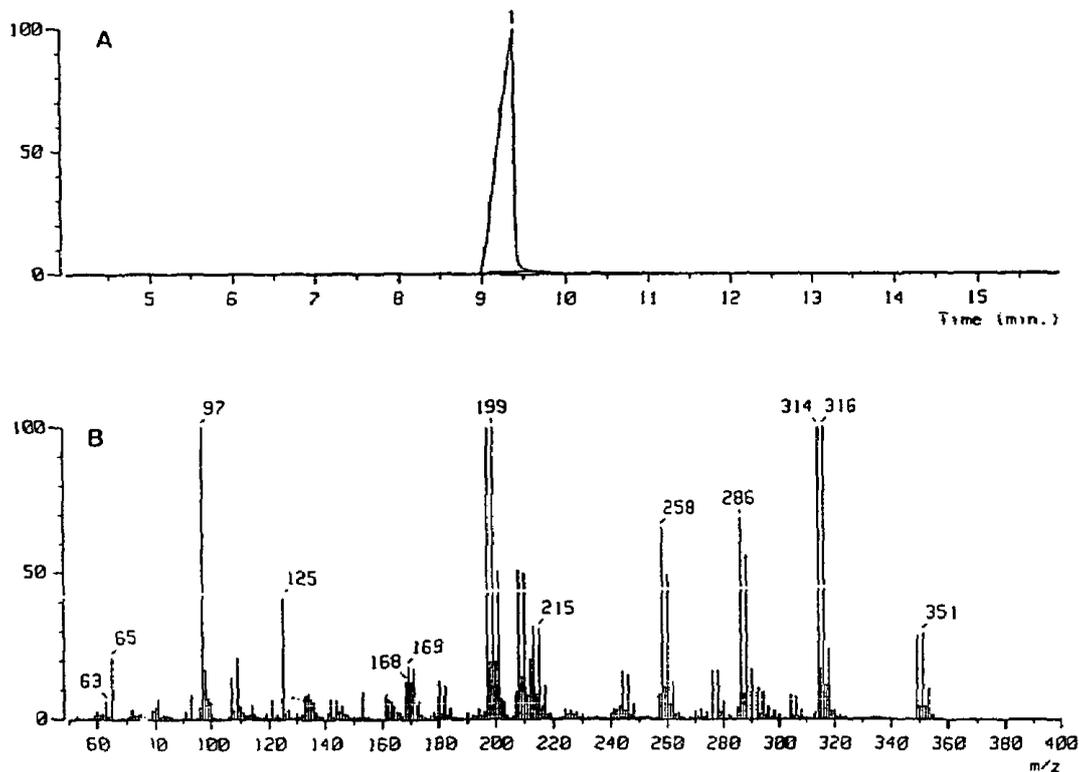


Figure 2. Chromatogram(A) and mass spectrum(B) of chlorpyrifos analyzed by GC/MS

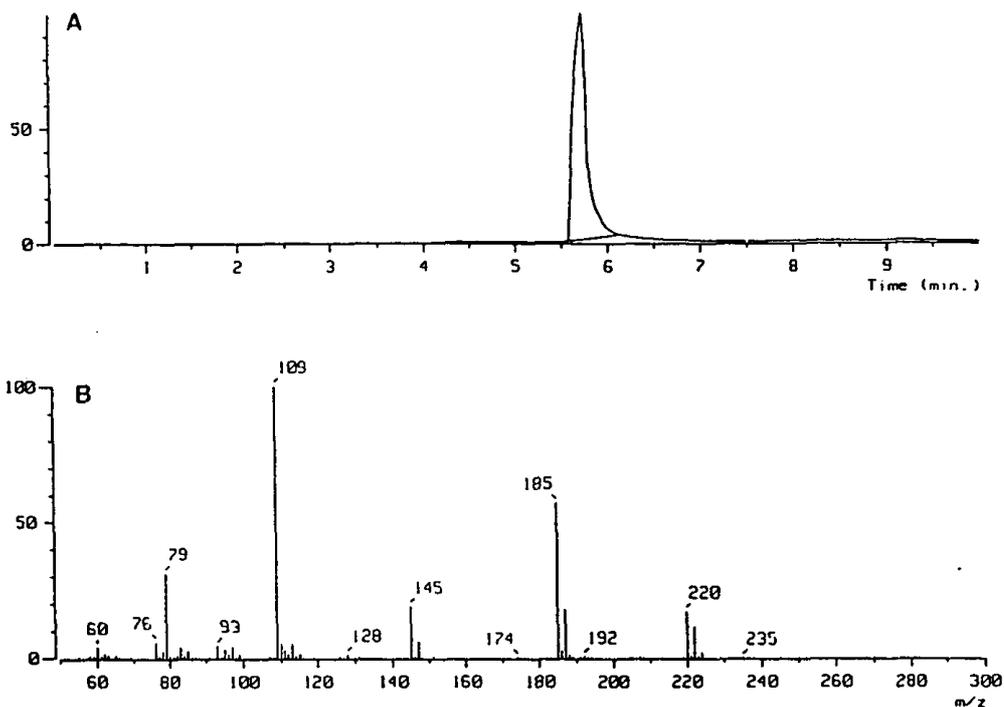


Figure 3. Chromatogram(A) and mass spectrum(B) of dichlorvos analyzed by GC/MS

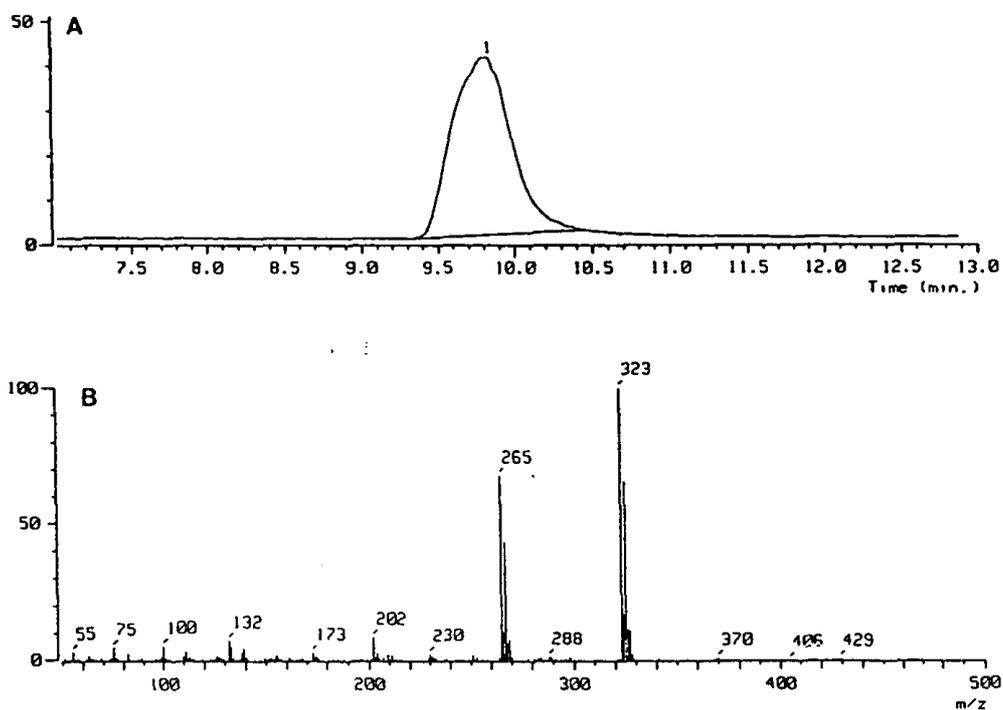


Figure 4. Chromatogram(A) and mass spectrum(B) of difenoconazole analyzed by GC/MS

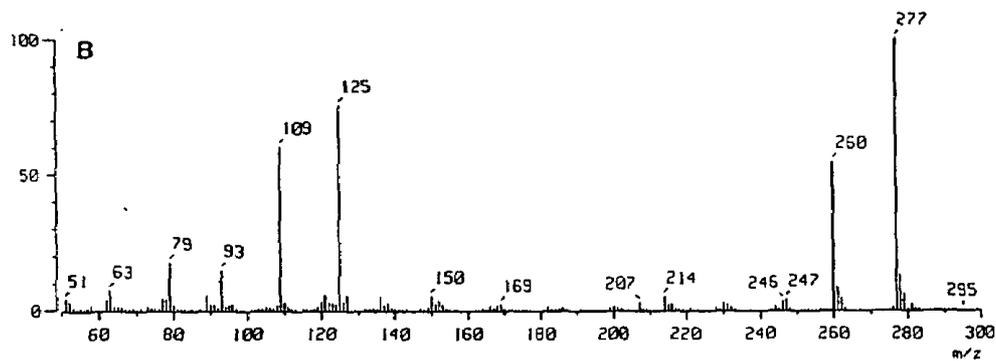
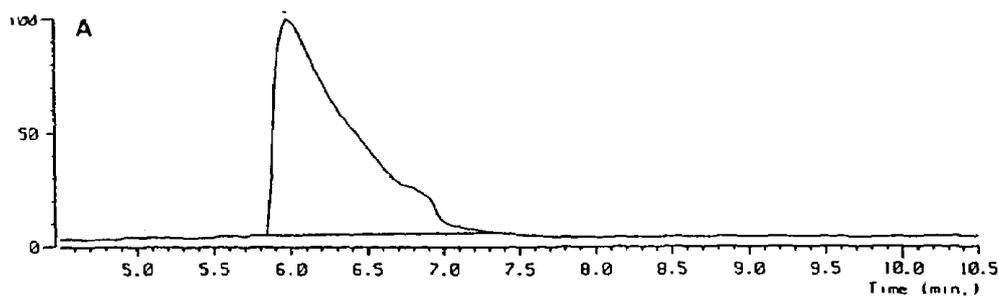


Figure 5. Chromatogram(A) and mass spectrum(B) of fenitrothion analyzed by GC/MS

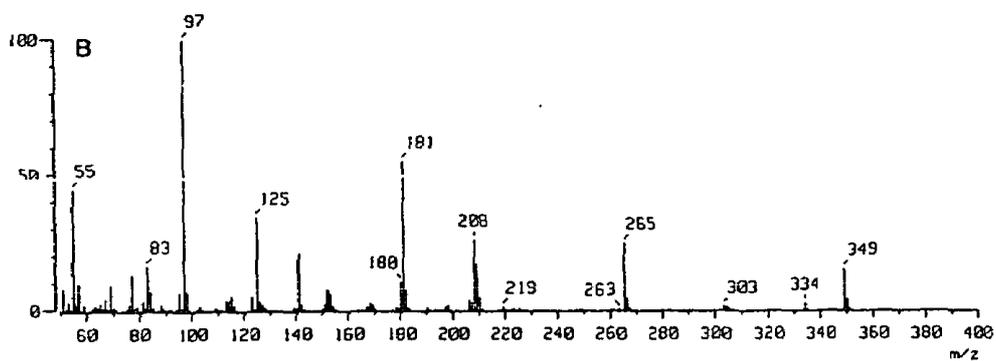
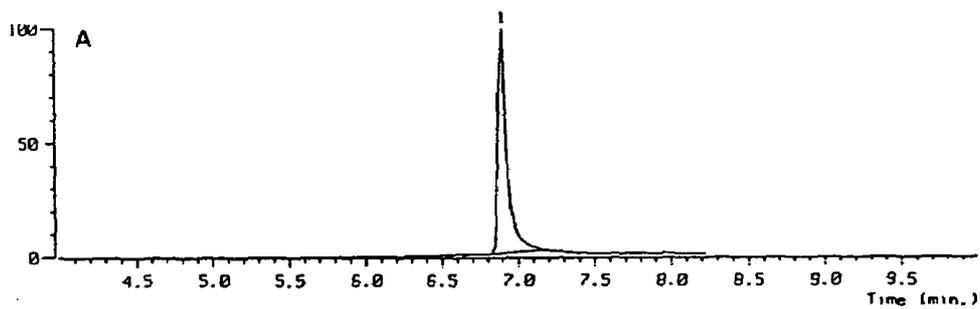


Figure 6. Chromatogram(A) and mass spectrum(B) of fenpropathrin analyzed by GC/MS

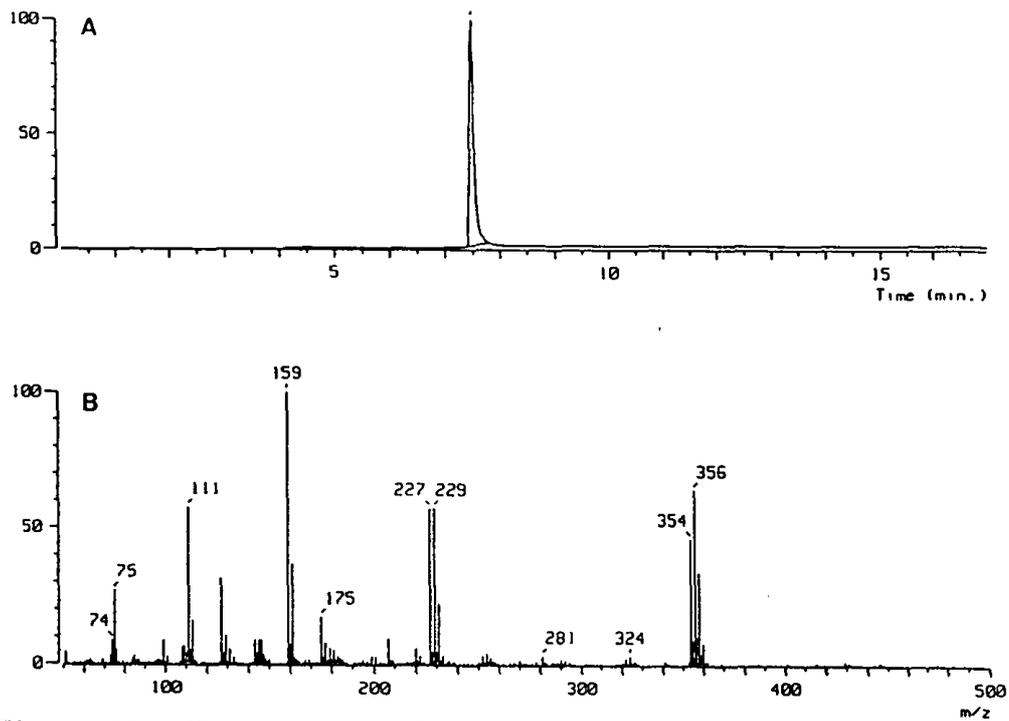


Figure 7. Chromatogram(A) and mass spectrum(B) of tetradifon analyzed by GC/MS

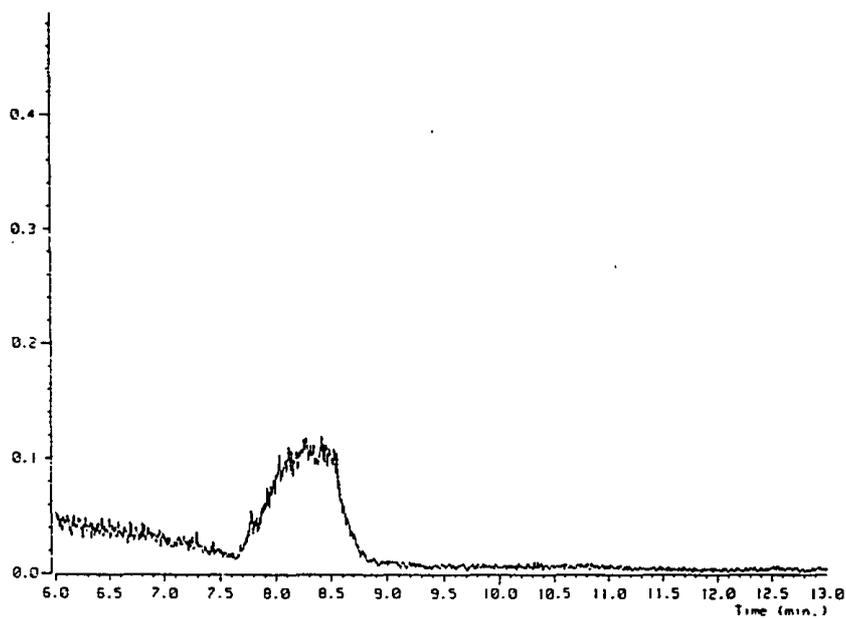


Figure 8. Chromatogram of tetradifon extracted from the pear non-bagged sample analyzed by GC/MS

Appendix

Appendix 1. LC/MS system conditions for carbaryl analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JMS-LC mate
LCMS SYSTEM

Column: Waters C18 (4.6mm×15cm)

Flow rate: 0.8 ml/min

Mobile phase: Water:Acetonitrile = 50:50

Column temperature: 40℃

Detector: fluorescence (excitation 290nm, fluorescence 330nm)

Sample inject: 20μl

Appendix 2 . GC/MS system conditions for chlorpyrifos analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JEOL AX505

Column: DB-1 (0.25mm×30m×0.45μm)

Column temperature: 180 ℃

Injector temperature: 250 ℃(Splitless mode, 1μl)

Ion source temperature: 250 ℃

Detector: JEOL AX505 Mass Detector,
Selective Ion Monitoring mode

Carrier gas: Helium 2ml/min

Appendix 3 . GC/MS system conditions for dichlorvos analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JEOL AX505

Column: DB-1 (0.25mm × 30m × 0.45 μm)

Column temperature: 110 °C

Injector temperature: 250 °C (Splitless mode, 1 μl)

Ion source temperature: 250 °C

Detector: JEOL AX505 Mass Detector,
Selective Ion Monitoring mode

Carrier gas: Helium 2ml/min

Appendix 4. GC/MS system conditions for difenoconazole analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JEOL AX505

Column: DB-1 (30m × 0.25mm × 0.45 μm)

Column temperature: 250 °C

Injector temperature: 250 °C (Splitless mode, 1 μl)

Ion source temperature: 250 °C

Detector: JEOL AX505 Mass Detector,
Selective Ion Monitoring mode

Carrier gas: Helium 2ml/min

Appendix 5. GC/MS system conditions for fenitrothion analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JEOL AX505

Column: DB-1 (30m×0.25mm×0.45μm)

Column temperature: 200 °C

Injector temperature: 250 °C (Splitless mode, 1μl)

Ion source temperature: 250 °C

Detector: JEOL AX505 Mass Detector,
Selective Ion Monitoring mode

Carrier gas: Helium 2ml/min

Appendix 6. GC/MS system conditions for fenpropathrin analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JEOL AX505

Column: DB-1 (30m×0.25mm×0.45μm)

Column temperature: 210 °C

Injector temperature: 250 °C (Splitless mode, 1μl)

Ion source temperature: 250 °C

Detector: JEOL AX505 Mass Detector,
Selective Ion Monitoring mode

Carrier gas: Helium 2ml/min

Appendix 7. GC/MS system conditions for tetradifon analysis

Gas Chromatography Mass spectrometry: JEOL AX505

Column: DB-1 (0.25mm × 30m × 0.45 μm)

Column temperature: 230 °C

Injector temperature: 250 °C (Splitless mode, 1 μl)

Ion source temperature: 250 °C

Detector: JEOL AX505 Mass Detector,
Selective Ion Monitoring mode

Carrier gas: Helium 2ml/min

참고문헌

- 고재호. 1969. 한국수목해충총목록. 임업연구원, 서울.
- 김광식, 김기청, 조백호. 1989. 만상기의 배나무에서 빙핵세균에 대한 길항균 *Candida* sp.의 배 꽃 상해방지효과. 한국식물병리학회지 5(1): 80-86.
- 김용기, 류재당, 이상업, 류재기. 1996. 미생물이용 과일 저장병해 방제 연구. 농진청 시험연구 사업보고서 (작물보호부). 351-353.
- 노경아, 김현위, 이운경. 1998. 잔류농약 다성분 동시분석법: GC-MSD(SIM mode)를 사용한 분석. Korean J. Food SCI. Technol. 30(4):721-727.
- 농림부 1998. 농림통계연보. 농림부
- 농림부 국제농업국 1998. 97년 농림산물 수출입동향
- 농수산물유통공사. 1996 미국농수산 무역핸드북
- 농약사용지침서. 2000. 농약공업협회.
- 농촌진흥청 농업과학원. 1998. 농약등록시험담당자교육교재. 1-202.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 원색도감 과수해충생태와 방제, 수원
- 박창규. 농약의 생화학과 사용법. 1993. 신일상사.
- 심성섭(ed.) 1989. 원색도감 주요과수병해충 부록: 법정경계병해충, 농수산부 국립식물검역소.
- 양창렬, 김기영, 정진교, 부경생, 이승찬. 1997. 복숭아순나방 (*Grapolitha molesta* (Busck)) 월동유충의 우화시기 예찰 모형. 한국곤충학회, 한국응용곤충학회(초록).

- 엄재렬, 권용정, 김장억. 1994. 미국식물검역기준에 적합한 사과병해충 방제 체계 연구. 경상남도 경북대학교 농업과학기술연구소. 1-101.
- 유화영, 조원대, 김완규, 지형진, 이영희. 1996. 지역별 주요재배작물의 병해 종류조사. 농진청 시험연구사업보고서(작물보호부). 403-407.
- 이두형. 1990. 배나무 붉은별무늬병의 발생에 미치는 몇 가지 요인에 관한 연구. 한국식물병리학회지 6(1): 65-72.
- 이두형. 1990. 배나무 붉은별무늬병에 대한 ergosterol 생합성 저해제의 예방 및 치료효과. 한국 식물병리학회지 6(3): 343-351.
- 이범영, 정영진. 1997. 한국수목해충. 성안당.
- 이순원, 이문홍, 현재선. 1991. 제6장. 과수해충의 종합적방제. 송정 현재선 교수 정년 퇴임기념. 응용곤충학논총. 177-248.
- 이승찬, 장한익. 1998. 배 병해충의 발생 생태와 종합 관리 기반 조성 연구. 농특과제 3차 년도 완결보고서.
- 이용대, 이주성, 안승환. 1991. 수목병해충도감, 산림청, 임업연구원.
- 임명순, 김기홍. 1997. 중부지역 과수 병해 조사. 농작물병해충조사사업보고서. 49-52.
- 임정남. 1999. 농약의 안정성과 작물보호. 농업과학기술원.
- 정영륜, 조광연. 1993. 배나무 잎갈색점무늬병(가칭)을 일으키는 새로운 병원세균 *Enterobacter pyrinus*. 한국식물병리학회지 9(3): 232-235.
- 조원대, 지형진, 김완규, 류재당. 1997. 과수 병해 종류 및 분포조사. 농작물 병해충조사사업보고서. 20-22.

조원대, 김완규, 지형진. 1996. 과수병해 종류 및 분포조사. 농진청 시
협연구사업보고서 (작물보호부). 444-447.

한경숙, 박영섭, 양창열. 1997. 배 병해 종류조사. 농작물병해충조사사업보
고서. 64-67.

한국식물보호학회. 1986. 한국 식물병, 해충, 잡초 명감. 한국식물보호학회 ...

莊村多加志. 1995. 最新 農藥の 殘留分析法. 中央法規出版株式會社.

Honek, A. and F. Kocurek 1990. Temperature and development time in
insects: a general relationship between thermal constants. Zool. Jb Syst.
117:401-439

Hull, L. A. 1997. Management tactics to encourage biological control of
insect and mite pest on apple in the use. 1997 international symposium
on biological control of insect pests. Nov. 13-14, 1997, Suwon, Korea,
Korean Society of Applied Entomology.

Ishii, H. and Yamaguchi, A. 1977. Tolerance of *Venturia nashicola* to
thiophanate-methyl and benomyl in Japan. Ann. Phytopath. Soc. Japan
43: 557-561.

Lee, Jang Hoon and N. C. Elliott 1998. Comparison of developmental
responses to temperature in *Aphelinus asychis* (Walker) from two
different Geographic regions Southwestern Entomol. 23:77-81.

제 3 장 미국의 식물검역 기준에 적합한 배 병충해 방제체계수립(배 병해분야)

제 1 절 서론

1. 배나무 과수원의 환경과 병해

배나무의 양호한 생육은 연평균 기온이 7℃ 이상이어야 하며, 연평균 강수량은 2000mm 이하를 유지하는 곳이 좋다. 현재 우리가 재배하고 있는 남방형 동양배(*Pyrus pyrifolia*)는 우리 나라처럼 고온 다습한 기후와 습한 토양에서 잘 자라기 때문에 외국과 차별화 생산이 가능하며, 특히 국내에서 생산되는 모든 배 품종의 60%를 차지하고 있는 신고 품종은 수출 주력 품종으로 미국과 캐나다 및 유럽에서 인기가 높다(김 등, 1999). 그러나, 요즘 초래되는 몇 가지 문제점 중의 하나는 배 생산농가가 땅심과 과수의 힘을 고려하지 않고 다수확 생산을 추구하기 위해 화학비료 및 유기물을 과다 사용하여 토양의 물리성의 악화와 산성화를 초래하여 과수의 생육이 크게 지장을 받게됨에 따라 과실의 품질저하 및 수세(樹勢)가 약해진 과수에 편승하여 병충해가 발생하는 등, 여러 가지의 문제가 발생하고 있는데, 그러한 문제는 앞으로 해외에서 배 수요의 저변확대에 큰 걸림돌로 작용할 가능성이 있다. 특히, 우리 나라에서 생산된 배의 총 생산량 중에서 35% 이상을 차지하는 안성지역의 배는 신고 품종이 대부분을 차지하고 있을 뿐 아니라 생산된 신고 품종의 상당수는 미국과 캐나다 등지로 수출이 되고 있다. 지금까지, 우리 나라에서 미국으로 배를 수출하는 과정에서 양국간에 발생한 큰 문제는 없었으나, 향후 우리 나라의 배가 미국시장에 수출되어 본격적으로 수요의 저변확대를 이루기 위해서는 우리가 먼저 해야할 제반절차상의 가장 중요한 것이 있다면, 즉 미국의 관련당국이 우리 나라에 대하여 배를 수출하기 앞서 먼저 시행하도록 주문하는

식물검역과 관련한 여러 가지 요구라고 할 수 있다. 미국의 그러한 요구는 미국의 입장으로 볼 때 병든 배의 수입을 통한 병해충의 침입의 우려를 불식하고, 병해충을 방제하기 위해 농약이 과도하게 사용되었거나 금지된 농약이 사용된 배 과실이 수입될 가능성을 사전에 함께 차단함으로써 자국의 농업을 보호하고 자국민의 건강을 지키기 위한 효과를 극대화하려는 포석인 것이다. 그러므로, 우리는 미국의 그러한 우려를 불식시키고 미국시장의 저변확대를 꾀하기 위한 우리의 적절한 대책을 시급히 준비해야 한다.

본 연구에서는 대미수출을 위한 고품질의 배 생산을 위해 필수적으로 사용하는 농약의 처리횟수를 줄일 수 있는 대안을 모색하기 위해 안성지역 대미 배 수출단지의 과수원 중에서 경작자가 자신의 경험과 영농방법에 따라 식물병의 방제를 시행하고 있는 2부류의 포장, 즉 관행적 화학농법 시행 과수원(포장에 병해방제를 위해 관행적으로 농약처리의 횟수를 많이 적용하는 과수원)과 자연농법 시행 과수원(포장에 병해방제를 위한 농약처리의 횟수를 가급적 적게 하면서 토양 개량제와 토착미생물의 사용을 농약과 함께 병용하는 과수원)을 대상으로 총 10곳의 과수원을 선발하여 과수원 환경(토양환경; 토양의 이화학적 특징, 토양미생물의 분포) 및 재배기간에 발생하는 배의 병해분포를 조사하여 미국정부의 검역조항에 유입금지 병원균으로 공시된 흑반병균(*Alternaria kikuchiana*), 겹무늬썩음병균(*Botryosphaeria dothidia*), 잿빛무늬병균(*Monilinia fructigena*)의 발병여부를 정기적으로 확인하며 대미 배 수출농가의 병원균 방제관리 실태를 점검하여 두 부류의 과수원의 특징을 서로 비교하고 분석하였다.

안성지역의 과수원에서 흔히 관찰되는 *Gymnosporangium asiaticum*에 의한 적성병(Pear rust)과 *Venturia nashicola*에 의한 흑성병(Pear scab)이 발생되었던 4곳의 포장(2곳의 관행적 화학농법 시행 과수원과 2곳의 자연농법 시행 과수원)에 포자 채집기(spore collector)를 설치하고 병원균 포자의 월별 공중비산을 조사하여 그것을 안성지역의 기상자료와 비교함으로써

각자가 시행하고 있는 특징적 영농방법에 따른 약제의 중점살포시기의 적합성 여부를 확인하고자 하였다.

관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에서 각각 재배기간 중에 처리하는 농약(살균제)의 종류 및 살포횟수 등 월별 농약처리과정을 경작자로부터 구체적으로 조사하여 두 부류의 과수원에서 병원균의 방제를 위해 경작자가 시행하는 농약처리의 특징을 안성지역의 기상자료와 비교하여 점검하였다. 또한, 경작자가 미국정부에서 허용하지 않는 농약을 사용하고 있는지를 조사한 후, 향후 대미 배 수출의 검역과정에서 제기될 가능성이 있는 농약 잔류문제에 대비하여 10곳의 대상과수원에서 이미 조사된 병해의 종류 및 발병정도 등과 비교하고 농약살포의 점진적 축소를 위한 가능성을 분석하였다.

안성지역에 위치한 대미 배 수출단지의 과수원은 각자의 영농방법에 따라서 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원으로 구분할 수 있다. 자연농법을 선호하는 영농자의 말을 인용하면, 자연농법 시행 과수원에서는 관행적 화학농법 시행 과수원보다 농약의 사용을 가급적 줄이는 대신 토양 개량제의 처리와 병행하여 잎의 표면에 천연녹즙 등을 살포함으로써 토착 길항 미생물의 활성을 촉진하여 토착 미생물에 의한 배나무 병해의 방제를 유도할 수 있기 때문에 병해방제는 물론 농약비의 절감 등에서 관행적 화학농법 시행 과수원보다 많은 장점을 갖는다고 한다. 그러므로, 이 조사는 배나무 잎이 활착을 하여 배나무가 본격적으로 생육하는 기간(Growing season)인 5월부터 8월까지 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원으로 구별되는 두 부류의 과수원에서 배나무 잎을 채집하여 배나무 잎의 표면에 서식하는 미생물의 집락수와 잎 표면에서의 pH를 조사한 후, 각자의 영농방법과 연계하여 병해발생의 차이점을 분석하였다.

2. 선과장의 환경과 병원균의 분리 및 동정

우리 나라는 배의 재배에 매우 유리한 자연적인 조건을 가지고 있다. 그러나, 배와 같은 과실은 생산시기가 연중 일정한 기간에만 편중되어 있기 때문에, 과실을 수확한 후에 양호한 상태로 출하를 하기 위해 과실을 안전한 상태로 저장해야 할 필요는 다른 작물에 비하여 매우 크다고 할 수 있으며, 그러므로 생산된 과일을 대미수출의 유통과정을 통해 미국의 소비자에게 전달될 때까지 우수한 품질을 유지하고 병해충 등과 같은 외적인 요인에 의해 발생하는 과실의 손실을 최소화하기 위해서는 배를 수확한 후 선적을 할 때까지 적절한 관리와 저장을 해야만 한다. 안성지역에서는 미국 수출을 위해 중생종인 신고 품종을 10월 초순부터 수확하여 선과작업을 집약적으로 실시하고 있다. 특히, 미국 및 캐나다로 수출된 배 상자를 현지에서 개봉하였을 때 부패된 과실이 전체 과실 중에서 5%이상을 초과할 경우 손실보상을 해 주어야 하는 문제점이 있기 때문에 대미수출을 담당하는 선과장에서 선과를 한 후 선적을 할 때까지 배를 저장고의 적절한 환경 속에 저장한다는 것은 매우 중요하다. 그리고, 선적을 위한 사전단계로서 선과장에서 선과기를 이용하여 부적격한 과실을 선별하는 작업, 즉 선과기 위에서 인력에 의한 달관(達觀)조사는 병원균의 미세한 감염으로 인해 병반의 식별이 어려운 과일을 실수로 선택하여 선적할 가능성도 있기 때문에 선과과정 중에 병원균의 감염이 의심되는 과실을 선발하여 미생물을 분리·동정을 함으로서 병해와 관련한 선과장의 전반적인 환경조건을 파악하는 것도 중요하다고 할 수 있다. 금번의 조사는 그러한 목적을 위하여 대미수출을 위한 품종으로 배(신고)를 선과하여 저장하는 저장고의 온도와 습도의 상태를 조사하였고, 선과과정에서 식물병이 의심되는 배 과실을 선발하여 과실의 조직으로부터 미생물을 분리·동정하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 배나무 과수원의 토양환경 조사

가. 과수원 토양의 이화학성

토양의 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원에서 행하는 방법으로 시행하였다. pH와 전기전도도(EC)는 pH meter과 EC meter로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 유효인산(P_2O_5)은 Lankaster법, 치환성 양이온(K, Ca, Mg, Na)은 원자흡광분광법으로 조사하였으며, 토양의 물리성(Sand, Silt, Clay) 등에 대한 조사는 Hydrometer법으로 시행하였다(농촌진흥청, 1985).

나. 과수원 토양의 토양미생물 분포

토양에서 세균(bacteria)의 분리를 위해 Hutchinson's agar 배지, 진균(fungi)의 분리를 위해 Martin's rose bengal agar배지, 방선균(Actinomycetes)의 분리는 Chitin agar배지를 사용하였고, 섬유소 분해세균(Cellulolytic bacteria)은 Knop배지, 섬유소 분해진균(Cellulolytic fungi)은 Czapekdox agar배지를 각각 응용하여 배양·분리한 후 토양미생물 분포의 수를 조사하였다(환경부, 1993).

2. 배나무 과수원의 병해분포 조사

표본으로 선발한 총 10곳의 과수원을 대상으로 재배기간(5월-8월)에 발생하는 배의 병해분포를 1개월에 3번씩 4개월간 총 15번을 조사하여 배나무 병의 분포 및 병원균에 의한 발병의 정도를 조사하였다. 1개 과수원에서 20주의 과수를 임의 추출하여 1주당 총 200개의 잎을 조사하였으며, 총 10개의 과수원에서 200주의 과수를 대상으로 조사하였다. 또한, 미국에서 유입금지 병원균으로 공시한 병원균, 즉 흑반병균(*Alternaria kikuchiana*), 겹무늬병균(*Botryosphaeria dothidia*), 잿빛무늬병균(*Monilinia fructigena*)에 의한 발병여부도 함께 조사하였다. 이 조사는 2000년부터 2001년까지 2년간 연속으로 시행하였다.

3. 병원균 포자의 월별 공중비산과 과수원 농약처리의 조사

전년도(1999)에 흑성병(Pear scab)이나 적성병(Pear rust)이 발병했던 과수원에 설치된 포자채집기는 포자의 비산이 발생하는 기간(4월-8월) 동안 매일 오전 10-11시, 오후 4-5시, 오후 12시- 명일 오전 1시까지 총 3회에 걸쳐서 가동되었고, slide glass의 petroleum jelly에 부착된 포자는 1% lactophenol 염색액을 이용하여 현미경으로 검경(150 X)하였다. 이 포자채집은 1달에 3회(10일 간격으로 1회씩 3회)의 횟수로 시행하였으며, 배의 재배기간 동안 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에서 시행하였던 각자의 월별 농약살포처리의 과정도 함께 조사하였다. 이 조사는 2000년부터 2001년까지 2년간 연속으로 시행하였다.

4. 과수원 배나무 잎 표면의 pH와 미생물의 분포 조사

안성지역에서 배나무 과수원은 대체적으로 두 부류의 과수원으로 구분되는데, 즉 병해 방제를 주로 농약에만 의존하는 관행적 화학농법 시행 과수원과 농약의 살포를 가급적 줄이는 대신, 토양 개량제의 처리를 통해 지력의 증진을 꾀하며, 천연녹즙을 잎의 표면에 살포함으로써 토착 미생물의 활성을 촉진하여 병해 발생의 억제를 유도하는 자연농법 시행 과수원으로 구분할 수 있다. 먼저, 배의 생육기간인 5월부터 8월까지 4곳의 과수원(관행적 화학농법 과수원과 자연농법 시행 과수원 각각 2곳)에서 배나무 잎을 채집한 후 배나무 잎 표면의 pH를 조사하였는데, 각 과수원에서 채집한 시료에서 10g의 잎을 마쇄한 후 증류수 100ml를 넣어 혼합시킨 다음, 4겹의 거즈로 여과시켜 제조한 용액에 pH를 측정하였다. 미생물 집락에 대한 조사는 cork borer(직경 1cm)를 사용하여 떼어낸 둥근 잎은 1g 정도를 9ml의 살균증류수가 든 시험관에 넣고 mixer로 회석시킨 후, 진균과 효모의 분리를 위해 회석배수는 10^2 , 세균은 10^4 로 순차적으로 조정하여 배양배지에 처리한 다음, 25℃에 배양하여 과수원 배나무 잎의 표면에 존재하는 미생물 집락의 수를 조사하였다. 조사대상 미생물은 세균(bacteria), 진균(fungi) 및 효모(yeast)를 대상으로 하였고, 잎 표면에

서 세균(bacteria)의 분리를 위해 Hutchinson' s agar배지, 진균(fungi)의 분리를 위해 Martin' s rose bengal agar배지, 효모(yeast)의 분리를 위해 YMDA배지를 사용하였으며, YMDA배지에서 배양도중 세균의 오염을 방지하기 위해 chloramphenicol 100 ppm과 ampicillin 50 ppm을 첨가한 반면, dichloran 2 ppm은 사상균(filamentous fungi)의 오염을 방지하기 위해 첨가하였다(Benbow and Sugar, 1999). 이 조사는 2001년 5월부터 8월까지의 기간에 시행하였다.

5. 배 저장고의 온도와 습도조사

대미수출을 위한 품종으로 배(신고)를 선과하여 저장처리를 하는 2000년 10월 초순부터 11월 초순까지의 시기에 안성시 공도읍에 위치한 대미 배 수출단지의 선과장 저장고 안에 자동 항온습도 측정기(Sato, Model R-704)를 설치한 후, 저장고의 온도와 습도의 변화를 면밀히 조사하였다.

6. 배 선과과정에서 병원균의 분리 및 동정

대미 배 수출을 위해 선과작업을 시행하는 2000년 10월 초순부터 11월 초순까지의 기간에 배의 선과 및 포장처리 과정에서 식물병이 의심되는 50개의 배(신고)를 선발하여 배의 병든 절편조직을 물 한천 배양기(Water agar)에 접종·배양한 후 배양기에서 분리한 미생물의 동정을 실시하였다. 또한, 안성의 대미 배 수출단지에서 분리되는 병원균과 비교를 위해 논산에 위치한 대미 배 수출단지 선과장으로부터 채집한 시료에서 미생물을 분리하여 동정하였다(Domsch, 1980; Ellis, 1971; Pitt, 1985).

제 3 절 결과 및 고찰

1. 배나무 과수원의 토양환경

가. 배나무 과수원 토양의 이화학성

10곳의 과수원 토성(soil texture)은 미사질 양토, 미사질 식토, 양토, 사양토, 양질사토 등을 이루고 있었다(Table 1). 관행적 화학농법 시행 과

수원 4곳과 자연농법 시행 과수원 3곳 등, 도합 7곳의 과수원에서 배나무 생육에 적합한 양토(loam) 혹은 사양토(sandy loam)을 이루고 있었다. 10곳의 과수원 토양pH는 pH5.3-6.7의 범위였으나, 자연농법 시행 과수원 4곳의 토양pH가 pH6.0-6.7의 범위로 배나무 생육 최적 기준인 pH6.0-6.5와 거의 부합이 되는 반면, 6곳의 관행적 화학농법 시행 과수원은 pH5.3-5.8이었으며 자연농법 시행 과수원보다도 pH의 수치가 낮았다. 그러나, 10곳의 과수원중 8곳의 토양pH가 배나무 생육이 적합한 조건으로 알려진 pH5.5-6.5의 범위였고 나머지 2곳의 수치도 각각 pH5.3과 pH6.7로 거의 근접한 수치였다. 유기물의 함량(%)은 1곳의 자연농법 시행 과수원(S-1) 토양에서 2.48%를 기록하여 배나무 생육의 적합한 기준인 2.0-3.0%의 범주에 있을 뿐, 나머지 과수원의 토양은 기준치를 상회하였으며, 유효인산의 함량(ppm)은 10곳의 과수원 토양 모두가 재배에 적합한 기준치인 150-350ppm을 훨씬 상회하여 과다시비 되었다. 치환성 양이온에 있어서 칼리(K)는 ATP의 생성을 촉진하여 과실의 발육을 양호케 하며 성숙기를 촉진시켜 저장성을 향상시킨다(강 등, 1992). 칼리(K)의 함량은 모든 과수원의 토양이 재배적지 기준치인 0.4-0.8me/100g의 범주에 미달되었을 뿐 아니라 관행적 화학농법 시행과수원 4곳과 자연농법 시행과수원 3곳 등, 도합 7곳의 과수원 토양에서는 배의 재배가 가능한 칼리의 함량기준, 즉 0.2-0.4me/100g의 범주에도 미달하여 칼리의 결핍이 있는 것으로 나타났다. 칼슘(Ca)의 함량도 모든 과수원의 토양이 재배적지 기준치인 5.0-10me/100g의 범주에 미달되었을 뿐 아니라 관행적 화학농법 시행 과수원 2곳과 자연농법 시행 과수원 2곳 등, 도합 4곳의 과수원 토양에서는 배의 재배가 가능한 칼슘의 함량기준, 즉 2.0-5.0me/100g의 범주에도 미달하였다. 마그네슘(Mg)은 엽록소의 구성 성분으로 이것이 결핍되면 과실의 당도가 떨어지며 과수의 수세(樹勢)가 약해진다. 마그네슘(Mg)의 함량도 모든 과수원의 토양이 재배적지 기준치인 1.5-2.5me/100g의 범주에 미달되었고, 특히 관행적 화학농법 시행

과수원 2곳과 자연농법 시행과수원 2곳 등, 도합 4곳의 과수원 토양은 배의 재배가 가능한 마그네슘의 함량기준, 즉 0.5-1.5me/100g의 범주에도 미달하였다. 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원 사이에 토양 이화학적성에 대한 비교는 토양pH를 제외한 다른 것에서 통계적 유의성은 없었다(Table 2).

나. 배나무 과수원 토양의 토양미생물 분포

10곳의 과수원 토양의 토양수분함량은 7.5-23.8%의 범주를 이루고 있었다(Table 3). 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원 토양의 미생물의 분포의 비교에 있어서 방선균의 분포수가 평균 402.07×10^3 을 나타내어 관행적 화학농법 시행 과수원의 평균 318.68×10^3 의 분포수치보다 방선균 분포만 약간 높았을 뿐, 세균을 포함한 다른 토양미생물의 분포수치는 자연농법 시행 과수원이 관행적 화학농법 시행 과수원보다 높았다(Table 4). 특히, 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원 사이에 토양세균의 분포수치는 통계적 유의성을 나타내었다(Table 4).

2. 배나무 과수원의 병해분포

1차년도(2000)에 조사된 10곳의 과수원에서 *G. asiaticum*에 의한 적성병(Pear rust), *V. nashicola*에 의한 흑성병(Pear scab), *B. cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(Gray mold rot), 바이러스(closterovirus)에 의한 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot) 등이 소수 관찰되었으며, 이 유사흑반병은 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에서 비교적 고르게 분포되어 있었다(Table 5). 또한 미국에서 유입금지 병원균으로 공시하여 검역조사에서 규제 대상이 되는 흑반병균(*A. kikuchiana*), 겹무늬병균(*B. dothidia*), 잿빛무늬병균(*M. fructigena*)은 발병되지 않았음을 확인하였다. 2차년도(2001)에 조사된 과수원, 즉 전년도와 동일한 장소의 과수원에서 병해의 분포를 조사했던 결과, 10곳의 과수원 중 9곳에서 적성병(Pear rust)

이 관찰되었으며, 8곳에서 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)이 관찰된 반면, 흑성병(Pear scab)은 1곳의 과수원에서 관찰되었다(Table 6). 2년차에서도 흑반병균(*A. kikuchiana*), 겹무늬병균(*B. dothidia*), 잿빛무늬병균(*M. fructigena*)은 발병되지 않았음을 확인하였다. 1차년도 및 2차년도의 조사를 비교하여 볼 때, 적성병의 발병은 1차년도의 경우보다 2차년도에서 5곳이 증가되었고, 유사흑반병의 발병은 1곳이 증가된 반면, 1차년도의 조사에서 1곳의 자연농법 시행과수원으로부터 관찰되었던 잿빛곰팡이병은 2차년도의 조사에서는 관찰되지 않았다.

3. 병원균 포자의 월별 공중비산과 과수원 농약처리의 특징

병원균의 포자의 비산은 강우와 밀접한 관련이 있으며 비가 오지 않으면 포자의 비산은 매우 적은 것으로 알려지고 있다. 1차년도의 시기(2000년)에 안성지역에서 기록된 4월 초·중순의 강우량이 각각 3.0 mm와 6.5 mm에 비해하여 *G. asiaticum*의 포자비산도 극히 저조하였다(Table 7 및 Appendix 1). 그 반면, 2차년도의 시기(2001년)에 안성지역의 강우량은 4월 초순부터 6월 초순까지 0.5-12.0mm범위를 기록하였으며, 특히 4월, 5월, 6월의 초순에는 전혀 비가 내리지 않았지만(Table 8 및 Appendix 2), 관행적 화학농법 시행 과수원(즉, D-2)과 자연농법 시행 과수원(즉, I-1)의 경우 *G. asiaticum*의 포자비산은 강우일수를 전혀 기록하지 않았던 5월초에 최대치를 나타낸 것이 전년도와는 다른 점이었다. *G. asiaticum*에 의한 적성병은 4월말부터 5월초·중순에 많이 발생되며(이 등, 1998), 배나무에서 이 병원균의 잠복기간은 8-9일 정도라고 알려져 있다(김 등, 1997). 1차년도의 조사를 참고하면, 포장에서 관찰된 *G. asiaticum*의 포자수치는 관행적 화학농법 시행 과수원(G-1과 D-2)에서 4월 하순에 최대치를 기록한 반면, 자연농법 시행 과수원(I-1과 S-2)에서는 5월 초순에 최대치를 나타내었고(Table 7), 2차년도의 조사에서는 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우 G-1에서는 4월 하순에, D-2포장에서는 5월 초순에 최대치를 나타내었고,

자연농법 시행 과수원에서 S-2 및 I-1포장에서 각각 4월 하순과 5월 초순에 포자비산의 최대치를 기록하였는데(Table 8), 잠복 후 발병까지의 8-9일의 시기까지를 감안하면 안성지역에서 *G. asiaticum*의 포자비산의 결과는 문헌에서 언급한 적성병의 극대발생 시기와 비슷한 일치를 보이고 있다. 1·2차년도의 결과를 보면, *G. asiaticum*의 포자수치는 6월 중순부터 현저히 줄어드는 양상을 보이는데, 이것은 월동하여 향나무에 붙어 있던 *G. asiaticum*의 동포자가 6월 이후에는 발아율이 떨어져 배를 감염시킬수 없게 되었기 때문으로 사료된다. *V. nashicola*의 포자는 1차년도의 조사에서 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우 G-1포장에서 4월 중순에 한번 관찰된 반면, D-2포장에서는 4월, 6월, 8월 중순에만 각각 관찰되었고, 자연농법 시행 과수원 I-1포장의 경우, 5월 하순, 6월 초순, 8월 중순에 각각 한번씩 관찰된 반면, S-2의 포장에서 6월 초·중순에 관찰되었고 그후 7월 초부터 8월말까지 걸쳐서 관찰되었다(Table 7). 2차년도의 조사에서 G-1포장에서는 5월 하순부터 6월말까지 관찰된 반면, D-2포장에서는 6월 중순과 7월 초·하순에 관찰되었으며, I-1포장에서는 6월 중순과 7월 초순에, S-2포장에서는 6월 하순부터 7월 하순까지 관찰되었다(Table 8). 전반적으로 각 포장에서 관찰된 *V. nashicola*의 포자의 수는 매우 적었다.

1차년도의 조사에 있어서 과수원의 농약살포횟수는 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우 G-1포장에서는 4월부터 8월까지 살균제 살포 9회, 살충제 살포 17회(살충제를 단독으로 살포한 것과 살균제를 처리한 직후 뒤 이어 살포된 살충제 횟수를 포함) 등 총 26회를 살포하였고, D-2포장에서는 살균제 살포 13회, 살충제 살포 19회 등 총 32회를 과수원에 살포하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 살균제 살포 10회, 살충제 살포 9회 등 총 19회를 기록한 반면, S-2포장에서는 살균제 살포 12회, 살충제 살포 16회 등 총 28회를 기록하였다. 관행적 화학농법 시행 과수원 G-1 및 D-2포장과 비교하여 자연농법 시행 과수원 I-1포장은 농약의 살포 횟수가 G-1포장과 D-2보다 적었고, S-2포장의 살포횟수는 D-2포장

보다 4회가 적었으나 G-1포장보다는 2회가 더 많았다(Table 9). 비록 도표에는 표시가 되어 있지 않으나 I-1포장에서는 4월에 농약을 처리하지 않는 대신 병충해에 대한 과수의 자체적응력을 배양하기 위해 토착미생물이 첨가된 돈분(pig dung)을 톱밥에 혼합하여 토양에 처리하는 토양개량제의 적용과 잎 표면에 천연 종합활성미량요소(천연 미네랄 A 용액+천혜녹즙+현미식초+한방영양제)를 수시로 살포하였으며, S-2포장에서는 바로돈 용액을 백설탕과 혼용하여 수시로 땅에 살포하는 것이 관행적 화학농법 시행 과수원과는 다른 점이었다. 특히 S-2포장에서는 8월 3일 비오기 직전에 살충제를 한번 처리한 경우를 제외하면 8월부터 수확할 때까지의 기간동안 농약의 사용을 대신하여 바로돈 용액을 토양에, 소금이나 목초액(참나무용액을 500배로 희석처리) 등을 배나무에 집약적으로 살포하였는데, 이러한 처리는 8월부터 수확할 때까지의 기간에 과일에 있어서 농약의 잔류 등 농약에 의해 발생될 수 있는 부작용을 억제하고 자연농법처리로서 병충해를 방제하려는 시도의 일환으로 해석되었다. 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우, G-1포장에서는 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Nuarimol, Myclobutanyl, Hexaconazol을 각각 4월 중순, 5월 초순, 5월 중순에 살포하였고, 흑성병 등의 방제를 위해 Pentaconazole을 5월 중순에, Benomyl을 5월 하순에, Thiophanate-methyl과 Difenoconazole을 6월 하순에 각각 살포하였으며, 7월 하순에 Mancozeb를 살포하였다. D-2포장은 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Fenarimol을 4월 중순, 5월 초순, 5월 하순에 살포하였으며, 4월 초순에 Thiophanate-methyl, 4월 하순에 Myclobutanyl, 5월 중순에 Hexaconazole을 각각 살포하였고, 흑성병 등의 방제를 위해 Pentaconazole 및 Benomyl과 Thiophanate-methyl을 각각 5월 중순 및 6월 초순과 6월 중순에 살포하였으며, 7월 초순에도 Thiophanate-methyl을 살포하였다. 자연농법 시행 과수원의 경우, I-1포장에서는 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Hexaconazole을 5월 중순과 6월 하순에 살포하고, Bitertanol을 5월 중순에 살포하였다. 또한, 흑성병 등의 방제를 위해

Benomyl을 5월 중순에, Thiophanate-methyl을 6월 초순에, Dithianon과 Difenoconazole을 각각 8월 초순과 8월 중순에 살포하였다. S-2포장에서는 적성병과 흑성병을 방제하기 위해 Fenarimol을 4월 중순에 살포하고, Myclobutanil을 4월 하순과 5월 중순에 살포하였고 Nuarimol을 5월 초순에, Bitertanol을 6월 초순에 각각 살포하였다. 또한 흑성병 등의 방제를 위해 Thiophanate-methyl을 각각 5월 하순과 7월 초순에 살포하였다. *G. asiaticum*에 의한 적성병과 *V. nashicola*에 의한 흑성병은 전국적인 분포를 갖는 병해이다. 배의 재배지역에 따라 약간씩 다를 수 있겠으나, 적성병과 흑성병은 흔히 4월말부터 5월초·중순에 많이 발생되기 때문에 발병을 예방하기 위해 개화직전인 4월 중순경에 약제를 살포하는 것이 좋다. 적성병과 흑성병의 방제를 위해 G-1포장은 4월 14일경 비오기 직전에 Nuarimol을 살포하였고, D-2포장은 Fenarimol을 4월 12일경에 처리한 후 비오기 직전인 4월 20일 경 다시 Myclobutanil을 살포하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 4월 한달 동안 토양개량제와 천연 종합활성미량요소를 포장에 처리하였으며, 5월 중순(5월 12일)에 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Hexaconazole을 처음 처리하였다. S-2포장에서는 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Fenarimol을 1.0mm의 강우량이 기록된 4월 15일 아침 비오기 직전에 살포하였고, Myclobutanil을 7.0mm의 강우량을 기록했던 4월 21일 아침 비오기 직전에 살포하였다. 자연농법 시행 과수원인 S-2포장에서 소금, 목초액(참나무용액을 500배로 희석처리) 등을 수시로 배나무에 살포하거나 바로든 용액을 백설탕과 혼용하여 토양에 살포하는 것과 같이 I-1포장의 경우도 개화기인 4월에 약제의 살포를 하지 않는 대신, 잎의 표면에 천연 종합활성미량요소를 살포하는 것은 미량요소로 하여금 잎 위에 분포한 미생물에 활력을 제공함으로써 유산균 및 효모 등과 같은 미생물의 분포수치를 증가시킴으로서 병충해의 방제를 위해 과수의 자체적응력을 배양하기 위한 자연농법의 일환으로 사료된다. 5월말에서 6월 중순 이후에는 *G. asiaticum*의 녹포자가 배나무에서 향나무로 이동하여 배나무

적성병의 발병이 중지되는 반면, *V. nashicola*에 의한 흑성병은 한여름의 높은 온도에서 일시적으로 발병을 중지하였다가 9월 이후 서늘한 기후에 다시 재발하는 특성이 있다. 과수원별로 적성병의 방제를 위해 농약을 최종 살포한 날짜를 보면 G-1포장에서 5월 17일, D-2포장에서 5월 28일, I-1포장에서 5월 20일이었고, S-2포장에서는 6월 7일 이었다. 또한, 적성병의 녹포자가 향나무로 이동한 후 *V. nashicola*에 의한 흑성병의 발병예방을 위해 G-1포장에서는 5월 29일에 Benomyl을 살포한 후 약 1개월이 지난 6월 27일에 다시 Thiophanate-methyl을 살포하기 시작하여 7월 24일에 Mancozeb를 최종 살포하였고, D-2포장에서는 6월 19일에 Thiophanate-methyl을 살포한 후 약 20일이 지난 7월 8일에 다시 Thiophanate-methyl을 최종 살포하였다. I-1포장에서는 6월 29일에 Hexaconazole을 살포한 후 40일이 지난 8월 10일에 다시 Dithianon을 살포하고 8월 20일에 Difenconazole을 최종 살포하였다. 또한, S-2포장에서는 6월5일에 Bitertanol을 살포하기 시작하여 7월9일에 Thiophanate-methyl과 Benomyl을 살포하였고, 7월 25일에 Hexaconazole을 최종 살포하였다. 과수원별로 시행된 약제의 처리는 살포일시의 대부분이 비오기 직전이나 직후에 이루어졌으며, 병원균의 생활사(life cycle)에 비추어 보았을 때 시기적으로 적합했던 것으로 보인다. 그러나, 10월초부터 중생중인 신고가 수확되는 시기인 점을 고려할 때, G-1포장과 D-2포장에서 8월 하순에 흑성병 방제를 위해 살균제를 한번 더 살포하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 5-9월까지 발생하는 *Alternaria kikuchiana*에 의한 흑반병을 방제하기 위해서 과수원별로 Polyoxin B 혹은 Iprodione을 살포하였지만, 신고 품종은 흑반병에 저항성 품종임으로 방제에 큰 문제가 없었던 것으로 생각된다.

2차년도 조사에 있어서 관행적 화학농법 시행 과수원의 농약살포 횟수를 보면, G-1포장에서는 4월부터 8월까지 살균제 살포 12회, 살충제 살포 10회로서 총 22회를 살포하였고, D-2포장에서는 살균제 살포 13회, 살충제

살포 14회로서 총 27회를 살포를 하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 살균제 살포 8회, 살충제 살포 11회로서 총 19회를 살포하였으며, S-2포장에서는 살균제 살포 7회, 살충제 살포 10회로서 총 17회를 살포하였는데(Table 10), 2차년도에 있어서 자연농법 시행 과수원의 농약 살포 횟수는 관행적 화학농법 시행 과수원보다 적은 횟수를 기록하였다. 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원의 농약살포 횟수를 1차년도의 살포횟수와 비교해 보았을 때, G-1포장과 D-2포장에서 각각 4회와 5회가 줄어들었음을 알 수 있었다. 그러나, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 전년도의 살포횟수와 동일한 반면, S-2포장에서는 전년도의 28회 살포에 비교하여 금년의 4월부터 8월까지 17회의 살포횟수를 기록함으로써 11회가 줄었음을 확인하였다. 2차년도에서도 I-1포장에서는 4월에 농약을 처리하지 않는 대신 병충해에 대한 과수의 자체적응력을 배양하기 위해 토착미생물이 첨가된 돈분(pig dung)을 톱밥에 혼합하여 토양에 처리하는 토양개량제를 적용하거나 잎 표면에 천연 종합활성미량요소(천연 미네랄 A 용액+천혜녹즙+현미식초+한방영양제)를 수시로 살포하여 잎 표면에 사는 미생물의 활성을 유도하였고, 8월에도 영양액을 몇 차례 배나무에 살포하였다. S-2포장에서도 3월 8일에 바로돈 영양액을 백설탕과 혼합하여 토양에 살포하였으며, 3월 13일에는 바로돈 용액과 팜그린 용액을 각각 토양과 배나무에 살포하였고, 6월 9일에 현미식초, 6월 28일에 배식초를 배나무에 살포하고, 7월 13일에는 바로돈 및 팜그린 용액을 각각 토양과 배나무에 살포하였다. 특히 S-2포장에서는 비온 직후인 8월 16일 아침에 진딧물 방제를 위해 살충제를 살포한 것을 제외하고는 7월 13일부터 수확직전까지 일체의 농약처리가 없이 배 식초에 계란껍질을 첨가한 용액이나 아카시아 녹즙, 쑥 녹즙, 배순 녹즙 등 천혜녹즙을 배나무에 살포하였는데, 1차년도의 경우와 마찬가지로 이러한 처리는 8월 이후 수확할 때까지의 기간동안에 과일에 있어서 농약의 잔류 등 농약에 의해 발생할 수 있는 부작용을 억제하고 자연농법처리로서 병충해를 방제하려는 시도의 일

환으로 생각된다. 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우, G-1포장에서 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Fluquenconazole, Nuarimol, Myclobutanil, Fenarimol, Fluquenconazole을 각각 4월 하순, 5월 중순, 6월 초순, 6월 중순, 7월 중순에 살포하였고, 흑성병 등을 방제하기 위해 Difenconazole을 5월 초순, 5월 하순, 6월 하순에, Pyrimethanil과 Thiophanate-methyl을 각각 8월 초순과 중순에 살포하였다. D-2포장에서는 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Fenarimol과 Myclobutanil을 각각 4월 중순과 5월 초순에, Fenarimol과 Bitertanol을 각각 5월 중순과 6월 초순에 살포하였다. 또한, 흑성병 등의 방제를 위해 Pyrimethanil, Benomyl, Difenconazole, Mancozeb를 각각 4월 중순, 5월 하순, 6월 중순, 6월 하순에 살포하였고, 7월 중순과 7월 하순에는 Benomyl과 Mancozeb를 각각 살포하였다. 자연농법 시행 과수원의 경우, I-1포장에서 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Nuarimol과 Bitertanol을 각각 5월 초순과 6월 하순에 살포하였던 반면, 흑성병 등의 방제를 위해 Benomyl과 Difenconazole을 각각 6월 초순과 7월 하순에 살포하였다. S-2포장에서 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Fenarimol, Myclobutanil, Nuarimol, Fenarimol, Myclobutanil의 순서로 각각 4월 중순(Fenarimol은 4월 12일, Myclobutanil은 4월 18일에 살포), 4월 하순, 5월 중순, 5월 하순에 살포한 반면, 흑성병과 흰가루병의 방제를 위해 Benomyl을 6월 중순에 살포하였다. 일반적으로 적성병과 흑성병이 4월 말부터 5월초·중순에 발병되는 것을 고려할 때, 약제의 살포는 4월 하순부터 5월 초순까지의 개화기를 피하여 개화 직전인 4월 중순경에 실시하는 것이 최적이다(이, 1997). 적성병의 방제를 위해 G-1포장은 비오기 전날인 4월 28일 오후에 Fluquenconazole을 살포하였고, D-2포장은 비가 온 다음날인 4월 15일 오전에 Fenarimol을 살포하였으며, S-2포장에서는 비가 온 다음날인 4월 12일 오전에 Fenarimol을 살포하였다. I-1포장에서는 비오기 전날인 5월 8일 오후에 Nuarimol을 살포하였는데, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 1차년도와 마찬가지로 4월 한달 동안 토양개량제와

천연 종합활성미량요소를 포장에 처리한 후 5월 초순(5월 8일)에 적성병과 흑성병의 방제를 위해 Nuarimol을 처음 살포한 것이 다른 과수원의 경우와는 다소 다른 점이었다. G-1포장에서 적성병의 방제를 위해 농약을 최종 살포한 날짜는 7월 13일이었고, D-2의 포장에서는 6월 7일이었으며, I-1포장은 6월 25일인 반면, S-2포장은 5월 28일이었는데, 일반적으로 5월 말부터 6월 중순 이후는 *G. asiaticum*의 녹포자가 향나무로 이동하여 배나무 적성병의 발병이 중지되는 시기임을 고려해 볼 때, 2차년도에서 *G. asiaticum*에 관련한 농약의 살포의 시기적인 선택은 큰 문제가 없는 듯하였다. 4월 하순부터 5월 초·중순경에 발병한 후 한여름의 높은 온도에 발병이 일시적으로 중지되었다가 9월 이후의 서늘한 날씨에 다시 발병하는 흑성병을 방제하기 위해 G-1포장은 5월 22일에 처음 Difenconazole을 처음 살포하고 8월 20일에 Thiophanate-methyl을 최종 살포하였으며, D-2포장에서는 4월 8일에 Thiophanate-methyl을 살포한 후 7월 28일에 Mancozeb를 최종적으로 살포하였다. I-1포장에서는 3월 28일에 Thiophanate-methyl을 살포한 후 7월 25일에 Difenconazole을 최종 살포하였으며, S-2포장은 오직 6월 19일에 Benomyl만을 살포하였다. 역시 신고품종은 증생종으로서 안성지역에서 10월 초순부터 수확이 된다는 점을 감안한다면, *V. nashicola*에 관련한 2차년도의 약제살포도 1차년도의 것과 마찬가지로, 8월 하순경에 G-1포장을 제외한 다른 포장에서 한번 더 살균제를 살포하는 것이 바람직 할 것이라고 생각된다.

4. 과수원 배나무 잎 표면의 pH와 미생물의 분포

배의 생육기간인 2001년 5월부터 8월까지의 기간동안에 시행된 조사의 결과에서 관행적 화학농법 시행 과수원인 G-1포장의 잎 표면의 pH범위는 pH5.65-5.90인 반면, D-2포장의 pH범위는 pH5.53-5.91로 G-1포장의 것과 비슷한 범위였다. 자연농법 시행 과수원의 경우도 I-1포장은 pH5.34-5.73이었던 반면, S-2포장은 pH5.50-5.78을 나타내었다. 관행적 화학농법 시행

과수원이나 자연농법 시행 과수원을 서로 비교하였을 때, 관행적 화학농법 시행 과수원에서 채집한 잎의 표면에서 pH범위는 pH 5.65-5.91이었고 자연농법 시행 과수원에서 측정된 pH범위는 pH 5.34-5.78이었다. 이러한 pH의 범위는 두 부류의 과수원사이에 큰 차이가 없는 것으로 사료된다. 조(1998)는 농약의 처리를 가급적 줄이는 대신, 토양에 개량제를 적용하거나, 슈아넨 과실 혹은 수확한 과실의 일부로 천혜녹즙을 만들어 잎 등에 뿌려주면 과수의 생육에 강한 활력을 줄 뿐 아니라 토양이나 잎에 서식하는 미생물의 활력을 촉진하고 잎 위에서 미생물의 분포수가 증가할 수 있다고 하였고, 증가된 미생물들은 배나무의 병해를 방제하는데 기여할 뿐 아니라 배나무의 병해 중에서도 특히 바이러스성 병해를 방제하는데 기여한다고 하였다. 이 연구가 진행된 2년(2000-2001)의 기간동안 I-1포장에서는 자연농법에 의거하여 배양·제조한 미생물제제 뿐만 아니라 천연 종합활성미량요소(천연 미네랄 A 용액+천혜녹즙+현미식초+한방영양제)도 배의 생육기간 동안 잎 표면에 수시로 살포하였으며, S-2포장에서도 팜그린 용액을 비롯하여 아카시아 녹즙, 쑥 녹즙, 배순 녹즙 등 천혜녹즙을 배나무에 수시로 살포하였다. 그러나, 조(1998)의 그러한 주장을 입증하기 위하여 선택배지를 사용하여 잎 표면의 세균, 진균 및 효모의 집락을 조사한 후 그 수치를 서로 비교한 결과, 7월에는 자연농법 시행 과수원의 미생물 집락의 수치가 관행적 화학농법 시행 과수원보다 크게 적었다. 또한 5월, 6월, 8월에 조사한 미생물 집락의 수치도 자연농법을 시행하는 일부 과수원에서는 관행적 화학농법을 시행하는 과수원보다 수치가 적은 경우도 있었는데, 이러한 결과는 조(1998)의 주장을 입증할 수 없는 듯 하였다.

5. 배 저장고의 온도와 습도

가. 저온저장고의 온도

수출을 위해 선과하여 선적을 하기 직전까지 배를 저온저장고에 저장할 경우, 과실이 저온에 장해를 받지 않는 적당한 온도는 0℃부터 3℃까지

이며, 5℃이상의 온도는 장기저장을 하는데 불리하다(농촌진흥청, 1990; 김 등, 1999). 안성지역에서 수확한 배를 선과하여 수출하기 직전까지 저장고에 저장하는 기간인 10월 초순부터 11월 초순까지의 1개월의 기간동안 측정된 선과장 저온저장고의 온도를 보면, 측정 첫날부터 10일이 경과할 때까지 10℃를 유지하던 온도는 10일 이후부터 점차 하강하여 15일째부터 0-3℃ 범위의 정상적인 온도를 지속하고 있었는데(Fig. 1), 이러한 것은 온도를 처음부터 0-3℃ 범위로 급속히 고정시키는 대신 점차적인 하강을 시도함으로써 저장 중에 있는 과실에 발생할 수 있는 과실 표면의 흑변을 억제하기 위한 시도로 사료된다(김 등, 1999; 이 등, 2000).

나. 저온저장고의 습도

저장고의 습도가 너무 높으면 미생물의 번식으로 인하여 과실의 부패를 유발하기 때문에 적당한 상대습도는 85-90% 정도가 좋다(농촌진흥청, 1990; 김 등, 1999). 10월 초순부터 11월 초순까지 1개월의 기간동안 조사한 저온저장고의 상대습도는 측정 첫날에 70%를 유지하다가 점차 상승하여 5일이 경과할 때 85%의 상대습도에 도달하였다. 그러나, 저장한지 9일이 될 무렵부터 상대습도는 100%의 과포화습도를 나타내다가 10일이 경과할 무렵에 다시 85-90% 정도를 지속하였으며, 저장일수가 15일이 되면서 다시 80% 정도까지 하강하였다. 21일째에는 100%의 과포화습도를 나타내다가 22일이 경과할 무렵에는 다시 85% 정도로 하강하였으며, 26일부터 30일 사이에는 상대습도 변이의 폭이 최저 77%부터 최고 100%까지의 범위를 나타내었는데, 상대습도 변이의 폭은 측정 15일째부터 점점 커지는 경향을 나타내면서 저장고의 일별 최대습도가 100%의 포화습도에 도달하거나 100%의 포화습도에 근접하는 매우 불안정한 일면을 띠고 있었다(Fig. 1).

6. 배 선과과정에서 병원균의 분리 및 동정

안성의 선과장에서 채집한 시료의 조직을 분리·배양한 후, 분리한 균에

대한 동정을 한 결과, 수확한 직후 또는 배를 선별하고 포장처리를 하는 과정에서 과실의 썩음(*Alternaria rot*)을 유발하는 *Alternaria alternata*를 동정하였으며(Table 12 및 14 ; Fig 2), 국내에서 사과 붉은 썩음병(Pink mold 혹은 Pink mold rot)으로 보고되었으나 배에서 보고되지 않았던 *Trichodermium roseum*을 처음으로 동정하였다(Table 12 및 Table 15 ; Fig. 3). Farr 등(1988)에 의하면, 미국에서는 *T. roseum* 병원균이 *Pyrus*속(배나무 속) 식물을 기주로 한다고 하였다. 또한, 국내에서 아직 보고된 적이 없지만 미국에서는 사과 혹은 배를 선별하여 포장처리를 하는 과정에서 과실표면의 상처를 통해 감염하여 푸른 곰팡이병(Blue mold)을 유발하는 것으로 보고(Jones and Aldwinkle, 1991 ; Pitt, 1985)된 *Penicillium aurantiogriseum*이 처음으로 동정되었으며(Table 12 및 16 ;Fig. 4), 비록 아직은 동정을 하지 못했지만 *P. aurantiogriseum* 외에 다수의 *Penicillium*종(*Penicillium species*)이 배의 조직에서 관찰되었다. 또한 수확 후 선과장에서 선별한 배를 포장처리하는 과정에서 *Mucor*종(*Mucor species*)은 과실조직의 상처를 통해 침입한 후 저온 저장고에서 2차적인 발병(*Mucor rot*)을 한다는 주장(Jones and Aldwinkle, 1991)을 뒷받침하듯이 배 조직을 분리하여 동정하는 과정에서 다수의 *Mucor*종이 관찰되었다(Chein, 1993). 도표(Table 12 및 14 ; Fig. 2)를 보면, 동정된 *A. alternata*는 도표작성의 편의상 1종(isolated source)의 것만 기술하였다. 또한, 안성의 대미 배 수출단지 선과장의 시료에서 분리된 병원균과 비교를 위해 논산에 위치한 대미 배 수출단지 선과장에서 채집한 시료로부터 *Botrytis cinerea*와 *A. alternata*를 각각 동정하였고(Table 13, 17 및 18), 그 외에 다수의 *Penicillium*종이 논산에서 채집한 배의 조직에서 관찰되었다.

제 4 절 결론

1. 배나무 과수원의 환경과 병해분포

배의 순조로운 재배조건은 생육기간인 4-10월의 평균기온이 20℃내외이고, 과실 발육기인 8-9월에는 평균기온이 22℃이상 되어야 하며, 4-10월까지의 800mm이상의 강수량이 필요하고, 토양은 양토(Loam)나 사양토(Sandy loam)가 적합하다(농촌진흥청, 1990, 2000). 1차년도(2000)의 조사에서 4-8월까지의 안성지역 평균기온과 강수량은 각각 20.6℃와 939mm이었으며(Appendix 1), 2차년도(2001)는 각각 20.7℃와 662.0mm이었다(Appendix 2). 2차년도의 강수량이 1차년도의 것과 비교할 때 비록 금년 4-5월의 심한 가뭄으로 인하여 800mm의 기준치에 미달하는 662.0mm이었으나 이것은 2차년도(2001)시기의 4-8월까지의 강수량만을 집계한 것이므로 큰 문제는 없다고 생각된다. 배의 병을 방제한다는 의미는 흔히 약제에 의한 방제로만 생각할 수 있지만, 그러한 화학적인 방제는 농가의 경제적 부담이나 환경의 측면에서 보면 가장 비용이 많이 드는 방제방법이기 때문에, 결국 농약에 의존하는 방제방법은 병충해방제를 위한 최후의 수단으로 사용되어야 한다. 그러므로, 배 재배지의 토양환경에 대한 근본적인 점검을 통해 파악된 문제점을 먼저 개선하고, 그 개선된 환경으로 인하여 과수가 수세(樹勢)를 회복하고 병원균에 저항력을 갖출 때, 추후 시행되는 농약살포의 횟수를 줄일 수 있을 뿐 아니라 진정한 의미의 방제의 목적을 이루게 될 것이다. 그러나, 조사한 안성지역의 대미 배 수출단지에 있는 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에 대한 토양의 이화학적 특성을 보면 대부분의 토양에서 치환성 양이온 함량이 결핍되어 토양의 개량이 시급히 필요한 것으로 파악된다. 잎의 생장을 돕고 과실의 당도를 높이는 인산의 함량은 10곳의 과수원 토양 모두가 재배적지 기준치를 훨씬 상회하는데, 이것은 유기질 비료의 과다시비가 원인인 것으로 사료된다. 비록 토양pH가 대부분의 토양에서 배나무 생육이 적합한 조건인 pH 5.5-6.5의 범주에 있었으나 관행적 화학농법 시행 과수원의 토양산도는 평균 pH 5.62로서 자연농법 시행 과수원 토양산도 pH 6.25보다 낮은데(Table 2), 토양은 산성에 가까울수록 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg)의 결핍을 초래할 뿐 아니라 유기물

을 분해하여 작물의 생육을 돕는 미생물, 특히 방선균, 질산균, 근류균 등의 생육이 억제된다(농촌진흥청, 1990). 그러므로, 관행적 화학농법 시행 과수원의 토양산도를 pH 6.0 정도로 조정하는 것이 좋을 것이다. 10곳의 과수원중 3곳의 과수원의 토성(soil texture)이 미사질 식양토(Silty clay loam), 미사질 식토(Silty clay), 양질사토(Loam sand)인데, 양토(Loam)나 사양토(Sandy loam)로 점차 개량해야 하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원 토양의 미생물의 분포를 비교하면, 방선균의 분포만 관행적 화학농법 시행 과수원에서 높았을 뿐, 다른 종류의 미생물 분포는 자연농법 시행 과수원 토양이 더 높았다. 본래 방선균은 습윤한 지역보다는 건조한 지역에서 분포가 많다고 하는데(Alexander, 1985), 자연농법 시행 과수원 토양의 수분함량이 관행적 화학농법 시행 과수원보다 더 높은 것이 이를 뒷받침한다. 농약이 과수에 살포될 때 과수에 부착하는 양은 50% 이하이고 나머지는 토양에 낙하되어 토양 속에서 분해된다(농촌진흥청, 1998). 토양에 서식하는 세균, 방선균, 사상균 등 미생물은 토양에서 농약을 분해하여 농약의 토양오염을 줄일 수 있는데, 방선균을 제외한 세균 등의 분포가 자연농법 시행 과수원 토양이 더 높다는 것은 자연농법 시행 과수원의 영농방식이 관행적 화학농법 시행 과수원과 달리 인위적으로 토착미생물을 첨가시킨 돈분(pig dung)을 톱밥에 혼합하여 토양에 처리하는 방법과 과수원에 호밀이나 혹은 클로버와 같은 콩과식물을 식재하여 과수와 함께 성장시키는 자연농법적 초생재배 방식을 적용하여 토양미생물의 분포수가 증가하는 것에 기인하는 것 같다. 조사된 10곳의 과수원에서 1차년도에 *G. asiaticum*에 의한 적성병(Pear rust), *V. nashicola*에 의한 흑성병(Pear scab), *B. cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(Gray mold rot), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot) 등이 발견되었고, 2차년도에 적성병(Pear rust), 흑성병(Pear scab), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)이 발병되었는데, 적절한 농약살포로 인하여 큰 피해는 없었다. 그러나, 신고 품종은 흑반병에 저항성을 갖지만 흑성병에는

약하기 때문에 주의가 요망되며, 바이러스(한국식물병리학회, 1997)에 의해 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)이 발병된 과수는 저항성 품종으로 고접갱신을 하는 것과 철저한 영양공급을 통한 수세(樹勢)의 관리도 효과적인 방제방법이 될 수 있을 것이다. 미국에서 유입금지 병원균으로 공시하여 검역조사에서 규제 대상이 되는 흑반병균(*A. kikuchiana*), 겹무늬병균(*B. dothidia*), 잿빛무늬병균(*M. fructigena*)에 의한 발병은 안성지역의 조사포장에서 발견되지 않았음을 확인하였다.

2. 병원균 포자의 비산과 과수원의 농약처리의 특징

식물병원균의 공기전염으로 인하여 발병하는 병해의 대부분은 병원균이 침입한 기주에서 병원균이 신속한 증식으로 인하여 이루어지기 때문에, 방제대책은 항상 예방적인 방제를 염두에 두어야 한다. 그러므로, 약제살포의 시기는 병원균의 발생생태에 의거하여 가급적 병원균의 밀도가 적을 때 사전에 살포하는 것이 효과적일 수 있다. 1차년도인 경우, 관행적 화학농법 시행 과수원인 G-1과 D-2의 포장에서 농약의 살포는 적성병균(*G. asiaticum*)포자의 비산이 최대치를 기록한 4월 하순보다 앞선 4월 중순에 살균제를 적절히 살포하였다. 자연농법 시행과수원인 I-1포장에서는 적성병균(*G. asiaticum*)포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순보다 늦은 5월 중순(5월 12일)에 살포한 반면, S-2포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순보다 앞선 4월 중순에 농약을 살포하였다. 2차년도인 경우 G-1포장에서는 적성병균(*G. asiaticum*)포자의 비산이 최대치를 기록한 4월 하순에 처음 살포하였으나, D-2포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순보다 앞선 4월 중순에 살포하였다. S-2포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 4월 하순보다 앞선 4월 중순에 처음 농약을 살포한 반면, I-1포장에서는 포자의 비산이 최대치를 기록한 5월 초순에 살포하였다. 2년간의 조사기간동안 4개 포장에서 흑성병균(*V. nashicola*) 포자의 비산은 적성병균(*G. asiaticum*)포자의 비산에 비하여 극히 저조한 수치를 나타내

었다.

최(1998)는 적정방제시기의 결정을 위해 반드시 예찰이 필요하며, 농약을 일정한 간격으로 관행살포를 하는 것은 바람직하지 못하다고 하였고, 어떤 병원균을 집중적으로 방제할 시기에는 한가지 약제를 연용하는 것 보다 성분이 다른 약제를 교호살포하는 것이 좋다고 하였다. 1차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원인 G-1과 D-2의 포장에서 농약 살포는 G-1포장에서 최소 5일부터 최대 20일까지의 간격으로, D-2포장에서는 최소 5일부터 최대 15일까지의 간격으로 시행되었고, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장은 최소 4일부터 최대 26일까지의 간격이었으며, S-2포장은 최소 5일부터 최대 13일까지의 간격으로 살포하였기 때문에 일정한 시간적의 간격으로 관행살포를 한 것은 아니었다. 또한, 적성병과 흑성병을 집중적으로 방제해야할 시기, 즉 4월 중순부터 5월 중순까지 G-1과 D-2의 포장에서 시행한 농약 살포일지를 보면, G-1포장에서 적성병과 흑성병을 방제하기 위해 살포한 살균제의 순서는 Nuarimol, Myclobutanil, Hexaconazole이었고, D-2포장에서는 4월 중순부터 5월 하순까지 Fenarimol, Myclobutanil, Fenarimol, Hexaconazole, Fenarimol의 순서였으며, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장에서도 4월 중순부터 5월 중순까지 Hexaconazole, Benomyl(흑성병 및 흰가루병), Bitertanol을 살포하였고, S-2포장은 4월 중순부터 6월 초순까지 Fenarimol, Myclobutanil, Nuarimol, Myclobutanil, Thiophanate-methyl(흑성병 및 흰가루병), Bitertanol을 살포함으로써 동일한 성분의 약제만을 연속적으로 사용하지 않았음을 확인하였다.

2차년도에서도 G-1포장에서의 농약살포 간격은 최소 7일부터 최대 22일까지의 간격으로, D-2포장에서는 최소 3일부터 최대 19일까지의 간격이었으며, I-1포장에서는 최소 4일부터 최대 15일이었고, S-2포장은 최소 5일부터 최대 15일까지였고, 1차년도와 유사하였다. 또한, 적성병과 흑성병을 집중적으로 방제해야할 시기에 살포된 농약의 종류도 1차년도의 경우처럼 동일한 성분의 약제만을 연속적으로 살포하지 않았음을 확인할 수 있었다.

과수원 포장별 농약살포횟수를 살펴보면, 1차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원의 경우 G-1포장에서는 4월부터 8월까지 살균제 살포 9회, 살충제 살포 17회(살충제를 단독으로 살포한 것과 살균제를 처리한 직후 뒤 이어 살포된 살충제 모두를 포함) 등 총 26회를 실시하였고, D-2포장에서는 살균제 살포 13회, 살충제 살포 19회 등 총 32회를 과수원에 실시하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 살균제 살포 10회, 살충제 살포 9회 등 총 19회를 실시하였고, S-2포장은 살균제 살포 12회, 살충제 살포 16회 등 총 28회를 실시하였다. 자연농법을 시행하는 I-1포장에서 이러한 횟수는 관행적 화학농법 시행 과수원 G-1포장과 D-2포장에 비교할 경우 살포횟수에서 차이를 보였으나, S-2의 포장의 경우 G-1포장보다는 약간 많고 D-2포장보다 약간 적은 결과를 나타냄으로서 농약살포의 횟수가 관행적 화학농법 시행 과수원보다 자연농법 시행 과수원에서 반드시 적은 횟수를 기록하지는 않았다.

2차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원의 농약살포 횟수를 보면, G-1포장에서는 4월부터 8월까지 살균제 살포 12회, 살충제 살포 10회로서 총 22회를 실시하였고, D-2포장에서는 살균제 살포 13회, 살충제 살포 14회로서 총 27회를 실시하였다. 그 반면, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 살균제 살포 8회, 살충제 살포 11회로서 총 19회를 실시하였으며, S-2포장에서는 살균제 살포 7회, 살충제 살포 10회로서 총 17회를 실시하였는데, 2차년도에 있어서 자연농법 시행 과수원의 농약살포 횟수는 관행적 화학농법 시행 과수원보다 적은 횟수를 기록하였다. 2차년도에 실시한 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원의 농약살포 횟수를 1차년도의 살포횟수와 비교해 보았을 때, G-1포장과 D-2포장에서 각각 4회와 5회가 줄어들었음을 알 수 있었다. 그러나, 자연농법 시행 과수원 I-1포장에서는 전년도의 살포횟수와 동일한 반면, S-2포장에서는 전년도의 28회 살포에 비교하여 금년의 4월부터 8월까지 17회의 살포횟수를 기록함으로써 11회가 줄었음을 확인하였다. 강 등(1992)은 약제의 살포를 줄이면서 배의 병

해를 방지할 수 있는 가능성과 필요성을 시사하였다. 특히, 대미 배 수출단지 포장에서 농약살포의 점진적인 축소는 농약의 구입으로 인한 농민들의 경제적인 부담을 줄일 뿐 아니라, 농약의 무분별한 사용으로 인하여 미국이 허용하는 농약 잔류량의 기준치를 초과함으로써 대미 배 수출에 있어서 수출에 지장을 초래할 가능성도 방지할 수 있다. 1·2차년도에 4개 포장에서 실시한 농약살포를 볼 때, 관행적 화학농법 시행 과수원이나 자연농법 시행 과수원에서 점차적으로 농약살포의 횟수가 줄어드는 바람직한 경향을 나타내고 있는데, 특히 2차년도에 있어서 S-2포장에서는 1차년도의 살포횟수보다 11회가 줄어든 것을 확인하였다. 조사된 10곳의 과수원에서 1차년도에 *G. asiaticum*에 의한 적성병(Pear rust), *V. nashicola*에 의한 흑성병(Pear scab), *B. cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(Gray mold rot), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot) 등이 발견되었고, 2차년도에 적성병(Pear rust), 흑성병(Pear scab), 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)이 발병되었는데, 1차년도에 비해서 전반적으로 농약의 살포가 줄어든 2차년도에 새로운 병해 종류가 발견되지 않았을 뿐 아니라, 2차년도에 조사한 포장별 발병의 지수도 1차년도의 것과 비교하여 큰 차이가 없었다.

3. 배나무 잎 표면의 pH와 미생물의 분포

조(1998)는 과수원에서 농약의 처리를 가급적 줄이는 대신, 토양에 개량제를 적용하거나 숙아낸 과실이나 수확한 과실의 일부로 제조한 천혜녹즙을 잎 등에 뿌려주면 과수의 생육에 강한 활력을 줄 뿐 아니라 토양이나 잎에 서식하는 미생물의 활력을 촉진하고 잎 위에서 미생물의 분포수가 증가할 수 있다고 하였고, 증가된 미생물들은 배나무의 병해를 방지하는데 기여할 뿐 아니라 배나무의 병해 중에서도 특히 바이러스성 병해를 방지하는데 기여한다고 하였다. 그러므로, 자연농법 시행 과수원인 I-1과 S-2포장에서는 토양 및 잎을 대상으로 이러한 살포작업을 진행하여 왔다. 비록 토양을 대상으로 한 미생물의 분포조사에서는 방선균을 제외한 세균 등의

분포가 자연농법 시행 과수원이 관행적 화학농법 시행 과수원 보다 더 높았지만, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장에서 1차년도에 관찰된 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)은 2차년도에도 동일한 과수의 잎에서 발병되었으며, 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에서 채취한 잎을 대상으로 한 pH의 조사와 잎 표면의 세균, 진균 및 효모의 집락 수치의 결과는 조(1998)의 주장을 입증할 수 있는 확실한 근거가 될 수 없는 듯 하였다. 비록 많은 과수 중에서 표본 추출된 과수의 잎을 대상으로 얻은 결과지만, 자연농법 시행 과수원의 경우 잎 표면에서 미생물의 집락 수치가 화학농법 시행 과수원의 것과 비교하여 확실한 우위를 나타내지 못하는 것은 과수의 잎이 실내의 조건처럼 인위적인 조절을 할 수 있는 제한적인 공간이 아닌, 즉 환경의 변화가 많은 자연상태에 노출된 것에 기인한 결과가 아닌가 사료된다. 조(1998)는 천혜녹즙을 잎 표면에 살포하면 잎에 있는 미생물의 분포를 증가시켜 바이러스성 병해를 방제하는데 효과적이라고 하였지만, 살포된 천혜녹즙으로 잎 표면에서 증가된 미생물이 어떠한 활동을 하여 바이러스성 병해를 효과적으로 방제하는 것인가에 대한 구체적인 메카니즘의 언급은 없었는데, 추측컨대 조(1998)의 이러한 언급은 살포된 천혜녹즙이 과수에 영양을 공급함으로써 바이러스에 대항할 수 있는 수세(樹勢)를 관리하는데 도움을 줄 수 있다는 의미를 제시하기 위한 것이었는지 모르겠으나, 조(1998)의 언급은 추후 더 많은 검증이 필요할 것으로 생각된다.

4. 배 저장고의 온도와 습도

가. 저온저장고의 온도

과실에서 일어나는 여러 가지 생리적인 반응은 온도의 변화에 큰 영향을 받는다. 특히, 수확 후 과실의 호흡을 보면, 배 과실의 호흡량은 저온에서 감소하기 때문에 과실의 저장은 보편적으로 저온저장이 좋다(농촌진흥청, 2000; 김, 1999). 또한 배 과실은 대략 -2°C 에서 얼기 시작하는데,

저장한 과실이 동해(凍害)를 받으면 녹은 후에 정상으로 회복이 어려울 뿐 아니라 곧 부패하게 된다. 측정 첫날부터 10일이 경과할 때까지 10℃를 유지하던 온도는 10일 이후부터 점차 하강하여 15일째부터 0-3℃ 범위의 적절한 온도를 지속하고 있었는데(Fig. 1), 저장고에서 온도의 이러한 점차적인 하강은 급속한 저온처리로 인하여 과실의 표피에 발생할 수 있는 흑변현상을 억제하기 위한 적절한 처리로 사료된다.

나. 저온저장고의 습도

저장고를 습도처리 하지 않을 경우 저장고내의 습도는 대체로 70-80%의 낮은 상대습도를 나타낸다고 한다(농촌진흥청 교본, 2000). 배 과실의 자체수분함량은 85% 이상이라고 하는데, 배 과실에서 수분의 감소가 5% 이상이 될 경우, 그러한 수분의 감소는 배의 상품가치를 크게 손상시킨다. 특히 사과와는 달리 배 과실은 과피에 왁스층이 발달되어 있지 않기 때문에 저온저장고의 상대습도가 낮을 경우 수분함량이 높은 배 과실은 과피를 통한 수분의 증발이 빠르게 진행될 수 있다. 그 반면, 저온저장고의 상대습도가 너무 높은 경우(즉, 100%의 포화습도에 도달하는 경우)에는 수증기의 응축에 의해 과실의 표면에 이슬이 형성되는데(김, 1999), 이러한 경우 과피의 흑변과 병해의 발생이 우려된다. 저장고의 적당한 상대습도는 85-90% 정도가 좋다고 한다(농촌진흥청, 1990; 김 등, 1999). 자동습도측정기로 조사된 저장고의 상대습도 곡선은 측정기를 설치한 10월 4일로부터 70%의 습도를 나타내면서 점차 상승하기 시작하여 5일이 경과한 10월 8일 무렵에 85%에 도달하였는데, 그러므로 저장고의 적절한 상대습도를 기록한 10월 8일을 시점으로 하여 11월 3일까지의 일별 상대습도 범위를 관찰한 결과, 저온저장고의 상대습도의 범위는 77-100%를 나타내었다. 이것은 습도 변이의 폭이 비교적 큰 것으로서, 저온저장고의 낮은 상대습도로 인하여 과실로부터 수분의 손실에 의한 상품가치의 손상을 억제하기 위해서, 혹은 과도한 상대습도에 의해 유발된 과실의 흑변현상 및 병해의 발생을 막기 위해서 저장고 안의 상대습도는 항상 적절한 수준인

85-90% 정도로 유지해야 할 필요가 있다고 본다.

5. 선과과정에서 병원균의 분리 및 동정

선과장에서 채집한 배 과실의 조직에서 분리·동정한 병원균의 대부분은 배를 수확한 후 선과처리를 하는 전반적인 과정중에 발병하는 병원균이었다. 미국에서 사과 및 배의 푸른곰팡이 병(Blue mold)에 관여하는 *Penicillium*은 모두 11종으로 밝혀졌으며, 그 중에서 배의 푸른곰팡이 병을 발생시키는 것은 *P. aurantiogriseum*을 포함한 4종으로 알려져 있다(Jones and Aldwinkle, 1991). *P. aurantiogriseum*이나 *Alternaria alternata*에 의한 발병은 배 과실을 수확한 후 야외에서 예비건조를 하거나 선과장에서 선별, 포장을 하는 일련의 과정 중에서 인위적인 부주의로 인하여 유발된 조직의 상처에 공기중에 있던 병원균 포자가 침입하여 발생한 것으로 보이는데, 특히 병든 조직을 지닌 과실이 신선한 배 과실과 함께 저온저장고에 옮겨졌을 경우 이 병원균들은 저장된 저온저장고에서도 발병하여 신선한 과실을 급속히 부패시킬 수 있으므로 선과작업에 주의를 해야 한다. 국내에서 사과 붉은 썩음병(Pink mold 혹은 Pink mold rot)으로 보고되었으나 배에서 보고되지 않았던 *Trichodermium roseum*이 배의 과실조직에서 분리·동정되었는데, 앞으로 배에서 이 병원균의 생리, 생태에 대한 것이 좀 더 규명할 필요가 있다. *T. roseum*은 사과 과수원에서 종종 발견되는 부생균으로 알려져 있으며 저온저장 온도에서 쉽게 발병되지 않는 대신, 저장고에 처리하기 직전 일련의 과정 중에서 과육 내부로 알게 부패를 진행시키며 과실표면에 분홍색 균총을 형성한다고 알려져 있다(Jones and Aldwinkle, 1991; 이, 1997). *Mucor piriformis*는 과실조직의 상처를 통해 침입한 후 저온저장고에서 배 과실에 2차적인 발병(Mucor rot)을 하는 것(Jones and Aldwinkle, 1991)으로 알려졌다. 배 조직을 분리·배양하는 과정에서 2종의 *Mucor*도 관찰되었는데, 추후 정확한 동정을 해야 할 것이다. 다행스럽게도, 미국정부의 검역조항에 유입금지 병원균으로 공시된

흑반병균(*Alternaria kikuchiana*), 겹무늬병균(*Botryosphaeria dothidia*), 잿빛무늬병균(*Monilinia fructigena*) 등은 발견되지 않았다. 안성의 대미 배 수출단지 선과장의 시료에서 분리된 병원균과 비교를 하기 위해 논산의 선과장에서 채집한 시료로부터 분리·동정된 *A. alternata*도 안성에서 분리·동정된 *A. alternata*와 모든 면에서 유사하였다. 또한, 저장고에서 잿빛곰팡이병(Gray mold)을 유발하는 *Botrytis cinerea*가 논산 선과장의 시료에서 분리·동정되었고, 몇몇 *Penicillium*종도 관찰할 수 있었다. 분리·동정한 병원균을 참고해 볼 때, 안성과 논산의 대미 배 수출단지에 있는 선과장의 환경은 전반적으로 비슷한 양상을 띠고 있는 것 같다.

제 5 절 문제점 및 대책

다년생 식물에 해당하는 배나무는 한번 심으면 같은 장소에서 계속하여 성장하고 배 과수원의 주변환경조건이 개선되지않고 나빠지게 된다. 배나무의 생육, 수량, 과실의 품질 및 수세(樹勢)의 저하를 초래하여 궁극적으로 병충해의 발생 등을 유발하기 때문에 배나무 주변의 재배 환경을 개선한다는 것은 매우 중요한 의미를 지닌다. 안성지역의 재배지 토양의 이화학적 특성을 보면 표본조사한 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원의 거의 모든 토양에서 치환성 양이온 함량이 결핍되어 있으며, 따라서 토양의 개량이 필요한 것으로 파악되었다. 그 반면, 인산의 함량은 10곳의 과수원 토양 모두가 재배적지 기준치를 훨씬 상회하며, 유기물의 함량도 9곳의 과수원 토양에서 기준치를 초과하였다. 이것은 유기질 비료의 과다시비가 원인인 것으로 사료된다. 전통적으로 우리 나라의 농가는 화학비료 이외에 인의 함량이 높은 닭, 돼지, 소와 같은 가축 분뇨로 된 퇴비를 토양에 많이 주어왔는데, 지나치게 많이 사용된 인산은 불용성으로 토양에 고정·축적되어 토양의 염류농도를 높여서 토양에서 철분 결핍 증상을 초래할 뿐 아니라 농업용수 및 식수의 오염원이 된다. 그러므로, 이러

한 비료의 사용은 가급적 적정한 수준까지 줄일 필요가 있다. 비록 토양pH는 대부분의 토양에서 배나무 재배에 적합한 조건인 pH 5.5-6.5의 범주에 있지만 관행적 화학농법 시행 과수원의 토양산도는 평균 pH 5.62로서 자연농법 시행 과수원 토양산도 pH 6.25보다 낮은 수치인데, 토양에서 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg) 등의 결핍을 억제하기 위해서 그리고 유기물을 분해하여 작물의 생육을 돕는 미생물, 특히 방선균, 질산균, 근류균 등의 생육 활성을 돕기 위하여 pH 5.3-5.8의 범주에 있는 관행적 화학농법 시행 과수원의 토양산도를 pH 6.0 정도로 조정하는 것이 좋다. 표본조사한 10곳의 과수원 중에서 3곳의 과수원의 토성(soil texture)이 미사질 식양토(Silty clay loam), 미사질 식토(Silty clay), 양질사토(Loam sand)인데, 보수력(保水力)이 비교적 양호한 양토(Loam)나 사양토(Sandy loam)로 토양을 점차 개량해야 하는 것이 좋을 것 같다.

배나무 자체는 원래 병충해에 강한 낙엽 과수로 알려지고 있는데, 그러므로 배나무 생육에 알맞은 토양환경을 조성하고 토양에 대한 적절한 비배관리만 한다면 약제를 이용한 방제는 연간 12회(겨울약제 포함)로 충분하며, 실제로 일부 독농가에서는 약제의 살포를 9회로도 끝내고 있다(김 등, 1999). 1·2차년도에 4개 포장에서 실시한 농약살포의 현황을 분석하면 관행적 화학농법 시행 과수원이나 자연농법 시행 과수원에서 농약살포의 횟수가 1차년도보다 2차년도에서 줄어든 경향을 나타내고 있었다. 2차년도에서 관행적 화학농법 시행 과수원인 G-1과 D-2포장의 농약살포는 각각 22회와 27회를 살포한 반면, 자연농법 시행 과수원인 I-1과 S-2포장에서 각각 19회와 17회를 기록하였는데, 2차년도의 농약살포 횟수는 자연농법 시행 과수원이 관행적 화학농법 시행 과수원보다 다소 적었다. 김 등(1999)은 휴면기 처리용 약제로서 석회유황합제(lime sulfur)의 중요성을 거론하였다. 김 등(1999)은 흑성병을 비롯한 기타 월동병균의 방제를 위해 석회유황합제를 과수가 발아하기 이전에 살포하면 큰 효과를 볼 수 있다고 하였다. 그러나, 표본조사된 4곳의 포장 중에서 1차년도에는 G-1포장에서 3월 하순

에 석회유황합제를 처리(도표에는 표시가 안됨)하였던 반면, S-2포장에서 4월 초순에 살포하였으며, 2차년도에도 오직 G-1과 S-2포장에서만 4월 초순에 석회유황합제를 처리하였다. 농약의 살포가 전반적으로 줄어든 2차년도에도 1차년도와 비교하여 새로운 병해가 발견되지 않았을 뿐 아니라, 발병의 지수도 1차년도와 2차년도의 것을 비교하여 보면 두 부류의 과수원 사이에서 큰 차이를 발견할 수 없었다. 조(1998)는 자연농법 처리의 일환으로 과수원에서 농약의 처리를 가급적 줄이는 대신, 천혜녹즙을 만들어 잎 등에 뿌려주면 과수의 생육에 강한 활력을 줄 뿐 아니라 토양이나 잎에서 식하는 미생물의 활력을 촉진하고 잎 위에서 증가된 미생물들은 배나무의 병해를 방제하는데, 배나무의 병해 중에서 특히 바이러스성 병해를 방제하는데 좋다고 하였다. 그러나, 자연농법 시행 과수원인 I-1포장에서 관찰된 유사흑반병(Pear black necrotic leaf spot)은 1차년도 뿐만 아니라 2차년도에도 동일한 과수의 잎에서 발병되었다. 또한, 관행적 화학농법 시행 과수원과 자연농법 시행 과수원에서 채취한 잎을 대상으로 시행된 pH의 조사와 잎 표면의 미생물 집락의 조사는 그 수치를 서로 비교한 결과, 조(1998)의 주장을 입증할 수 있는 확실한 근거를 발견할 수 없었다. 조(1998)는 자연농법의 순조로운 시행을 위해 조성해야 할 3가지 필수조건으로서 토양기반, 종자기반, 작물이 잠재력을 발휘할 수 있는 기반을 언급하였고, 그 중에서 첫 번째의 조건으로 식물이 잘 생육할 수 있는 토양기반의 조성을 강조하고 있다. 비록 토양을 대상으로 한 토착미생물의 분포수의 조사에서는 자연농법 시행 과수원이 방선균을 제외한 기타의 미생물의 분포수에서 관행적 화학농법 시행 과수원보다 높았지만, 토양분석의 결과는 자연농법 시행 과수원의 토양과 관행적 화학농법 시행과수원 토양의 거의 모두가 치환성 양이온의 결핍을 나타내었다. 이러한 결과는 병해의 방제를 위해서 과수가 병원균에 저항력을 갖도록 수세(樹勢)를 증진시켜야 함을 나타내는 것이며, 그러므로 토양환경의 근본적인 개선이 없이 시행되는 자연농법의 처리는 큰 효과를 거둘 수 없음을 의미하는 듯 하다. 1차년도에 비해 농약

의 살포가 전반적으로 줄어든 2차년도에도 안성지역의 포장에서는 새로운 병해 종류가 발견되지 않았을 뿐 아니라, 발병의 지수도 1차년도와 2차년도의 것을 비교하여 큰 차이는 없었던 사실에 비추어 보면, 향후 안성지역의 과수원에서 배나무 생육에 알맞은 토양환경을 조성하고 토양에 대한 적절한 비배관리를 집약적으로 실시할 경우 농약의 살포횟수를 지금보다 더 줄일 수 있을 것으로 전망된다. 그리고 지금까지 얻어진 조사결과를 참고할 때, 그러한 전망은 반드시 자연농법을 시행할 경우에만 실현되는 것은 아닌 듯 하다. 병해의 방제를 위해서 자연농법이 관행적 화학농법보다 더 우수한 방법이라고 하거나 그 반대로 관행적 화학농법이 자연농법보다 더 우수한 방법이라고 단정한다는 것은 아직은 무의미하며 시기상조일 수 있다. 그러므로, 체계적인 영농처리를 위해 시간을 갖고 양쪽의 장점을 충분히 파악·분석하여 양쪽의 좋은 점만을 과수원에 함께 적용하여 하나의 통일된 영농체계를 조성하는 것이 좋다고 사료된다.

과실의 저장 중 병해의 발생은 저장고 안의 습도보다는 물(자유수)과 밀접한 관련을 갖는다(김, 1999). 이 뜻은 저장고 안의 상대습도가 높으면 그와 비례하여 이슬점(dp, dew point)도 높아져서 95% 이상의 과습한 조건에서는 약간의 온도변화에 의해서도 쉽게 이슬이 맺힐 수 있다는 의미이다. 저장고에서 적정한 상대습도를 기록한 10월 8일을 시점으로 하여 11월 3일까지의 일별 상대습도 범위는 77-100%정도로 큰 변이의 폭을 나타내었다. 저장고 안에서 낮은 습도의 발생은 흔히 냉장기기 작동의 불안정 등이 원인으로 지적되어 왔으며, 높은 습도의 발생은 과실 표면에 있는 물방울의 증발, 저장고 바닥, 벽면 수분의 증발 및 가습기의 작동에 의한 인위적인 수분공급 등이 거론되어 왔다. 그러므로, 낮은 상대습도로 유발된 배 과실의 손상이나, 과도한 상대습도로 유발된 과실의 흑변현상 및 병해의 발생을 막고 적정한 상대습도를 유지하기 위해서는 저장고 안에 있는 냉장기기의 작동주기가 잘 가동되고 있는지, 저장고 안의 환기를 잘 조절되는지, 과실을 저장고에 넣기 전에 야외에서 시행되는 야적 통풍처리가 미진하여

습기의 제거가 덜된 과실이 저장고에 있는지 등을 면밀히 조사할 필요가 있다.

선과장에서 채집한 배 과실의 조직에서 분리·동정한 병원균에는 미국정부의 검역조항에 유입금지 병원균으로 공시된 흑반병균(*Alternaria kikuchiana*), 곱무늬썩음병균(*Botryosphaeria dothidia*), 잿빛무늬병균(*Monilinia fructigena*) 등이 발견되지 않았으며, 동정된 병원균들은 배를 수확한 후 선과처리를 하는 전반적인 과정 중에 과실에 흔히 발병하는 병원균이었다. 대부분 이러한 병원균들은 선과하는 과정 중에 인위적인 부주의로 인하여 조직의 표피에 상처가 생길 경우 공기 중에 있던 병원균 포자가 침입하여 과실을 감염한다. 그러나, 감염된 과실이 신선한 과실과 함께 선과되어 저온저장고에 옮겨졌을 경우 *P. aurantiogriseum*이나 *A. alternata*의 포자는 저장고에 있는 송풍기의 바람에 의해 이동하여 신선한 과실을 감염하거나 저장고의 습한 벽면에 부착되어 2차적인 감염원이 되기도 하며, 혹은 감염된 과실이 포장상자(ball box)속에서 신선한 배 과실과의 표면접촉을 통해 발병을 유발할 수가 있기 때문에, 배를 선과하는 과정 속에서 압상, 혹은 기타 상처를 받은 과실은 철저히 식별해야 하며 저장고와 저장기구 등도 사용하기 전에 철저한 소독을 해야 한다. 과실의 병반조직에서 분리·배양된 곰팡이 중에서 2종의 *Mucor*도 관찰되었다. *Mucor piriformis*는 미국에서 배 썩음(*Mucor rot*)을 유발하는 것으로 알려졌으며, *M. piriformis*에 의한 배 혹은 사과 손실은 주로 미국의 동부와 서부에서 발생되고 있다(Jones and Aldwinkle, 1991). 또한, *Mucor*의 포자낭 포자는 토양표면으로부터 시작하여 땅속 2cm 정도 깊이의 범위 안에서 주로 생존하는 것으로 알려졌는데(Jones and Aldwinkle, 1991), 그러므로 배를 수확하는 과정 중에서 인위적인 실수로 혹은 바람 등의 자연적인 요인에 의해 토양표면에 떨어진 과실은 *Mucor*의 포자가 오염되어 있을 가능성이 있다. 비록 육안상으로 보았을 때 과실의 표면에 아무런 흔적이 없다고 해도 과수원의 토양표면에 떨어진 과실은 저장고에 들어갈 다른 신선한 과일

과 분리하여 처리해야만 저장고에서 *Mucor*에 의해 2차적으로 발병하는 배
썩음(*Mucor rot*)을 줄일 수 있다. 안성 선과장의 시료에서 분리된 2종의
*Mucor*도 추후 정확한 동정을 하려고 한다. 분리·동정한 병원균을 참고해
볼 때, 안성과 논산의 대미 배 수출단지에 있는 선과장의 환경은 전반적으
로 비슷한 양상을 띠고 있는 것 같다. 전국의 모든 대미 배 수출단지에 있
는 선과장의 환경상태를 면밀히 점검하는 것도 병원균 방제관리를 위해 필
요할 것이다.

Table 1. Soil characteristics of 10 pear orchards at the export areas of pear toward the United States in Anseong

Site ^a	Ex-cation(me/100g)				O.M.	P ₂ O ₅	pH	Sand	Silt	Clay	Text- u r a l class
	K	Ca	Mg	Na	(%)	ppm	(1:5)	(%)	(%)	(%)	
G-1** ^b	0.18	2.4	0.4	0.06	5.28	1344	5.5	9.0	60.9	30.1	SiCL
G-2**	0.26	3.0	0.5	0.06	5.28	1393	5.6	33.7	46.6	19.7	L
G-3**	0.22	4.0	0.9	0.10	6.0	1532	5.3	17.4	59.5	23.1	SiL
D-1**	0.09	1.8	0.6	0.06	3.83	1000	5.8	69.6	21.4	9.0	SL
D-2**	0.14	2.0	0.5	0.06	4.76	1670	5.7	72.4	20.7	6.9	SL
D-3**	0.10	1.9	0.4	0.07	5.55	1962	5.8	73.3	19.8	6.9	SL
I-1*	0.10	2.0	0.4	0.07	4.93	1349	6.1	74.1	18.8	7.1	SL
I-2*	0.13	2.4	0.4	0.07	4.65	1171	6.7	73.7	19.0	7.3	SL
S-1*	0.30	1.7	1.1	0.06	2.48	704	6.2	80.6	14.1	6.4	LS
S-2*	0.11	0.8	1.4	0.07	5.03	927	6.0	57.3	31.8	10.9	SL

^aOne type(e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another(e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer's agricultural management. The fungicidal application is more frequent in the Orchards of Customary Agricultural Management than Orchards of Natural Agricultural Management.

^bG., Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Ijuk-myun; S., Samjuk-myun

^cL, Loam; SL, Sandy loam; SiCL, Silty clay loam; SiC, Silty clay; SiL, Silty loam, LS, Loam sand

Table 2. The comparison of soil characteristics^b between Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM) and Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM) at the export areas of pear toward the United States in Anseong

Site ^a	Ex-cation(me/100g)				O.M.	P ₂ O ₅	pH	Sand	Silt	Clay
	K	Ca	Mg	Na	(%)	(ppm)	(1:5)	(%)	(%)	(%)
OCAM	0.17	2.52	0.55	0.07	5.12	1483.5	5.62	45.8	38.2	15.95
ONAM	0.16	1.73	0.85	0.068	4.28	1037.8	6.25 ^{***c}	71.4	20.9	7.9

^aOne type(e.g., Orchards of Natural Agricultural Management) and another(e.g., Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer' s agricultural management.

^bEach value was analyzed by the statistical analysis of T-test in order to compare soil characteristics between Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM) and Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM).

^cThe mean value of soil pH, within columns, is significantly different at P=0.01.

Table 3. Soil microflora of 10 pear orchards at the export areas of pear toward the United States in Anseong

Site ^a	Soil characteristics		Number of microorganisms(propagules / g soil)				
	Soil pH	Moisture	G. B.	G. F.	ACT.	C. B.	C. F.
	(1:5)	(%)	(x 10 ⁶)	(x 10 ³)	(x 10 ³)	(x 10 ³)	(x 10 ³)
G-1** ^c	5.5	18.4	2523.5	19.61	61.3	144.6	225.5
G-2**	5.6	14.9	3376.7	56.4	1028.2	1521.6	1929.5
G-3**	5.3	23.8	5154.0	47.2	360.9	398.9	690.2
D-1**	5.8	19.4	5343.2	44.7	248.1	327.5	444.1
D-2**	5.7	10.6	5251.8	33.6	447.4	673.9	523.5
D-3**	5.8	7.5	2497.7	24.3	270.3	97.2	132.4
I-1*	6.1	18.8	5843.3	18.4	184.7	791.3	1092.9
I-2*	6.7	17.4	5763.2	24.2	847.5	765.7	1035.1
S-1*	6.2	10.3	5533.1	114.3	27.8	147.2	260.1
S-2*	6.0	18.5	5683.3	76.7	214.7	638.0	1047.8

^aOne type (e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another (e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer's agricultural management. The fungicidal application is more frequent in the Orchards of Customary Agricultural Management than Orchards of Natural Agricultural Management.

^bEach value is the mean of 5 replications.

G. B., General bacteria; G. F., General fungi; ACT., Actinomycetes; C. B., Cellulolytic bacteria C. F., Cellulolytic fungi

^cG., Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Iljuk-myun; S., Samjuk-myun

Table 4. The comparison of microbial numbers in soil between Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM) and Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM) at the export areas of pear toward the United States in Anseong

Site ^a	Soil moisture (%)	^b Number of microorganisms(propagules / g soil)				
		General bacteria (x 10 ^b)	General fungi (x 10 ^d)	Actinomycetes (x 10 ^d)	Cellulolytic bacteria (x 10 ^d)	Cellulolytic fungi (x 10 ^d)
OCAM	15.8	4024.48	37.64	402.07	527.28	657.53
ONAM	16.3	5705.50 ^c	58.40	318.68	585.55	858.98

^aOne type(*e.g.*, Orchards of Natural Agricultural Management) and another(*e.g.*, Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer' s agricultural management.

^bEach value was analyzed by the statistical analysis of T-test in order to compare numbers of soil microorganisms between Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM) and Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM).

^cThe mean value of microbial numbers, within columns, is significantly different at P=0.05.

Table 5. Occurrence of pear diseases of 10 pear orchards at the export areas of pear toward the United States in Anseong in 2000

Site ^a	Tree age (year)	Kind of pear	Pear diseases ^b							Infected rate(%) ^c			Remarks	
			1	2	3	4	5	6	7	Leaf	Fruit	Branch		
G-1**	35	Sinko	○							○	9.5 6.7			0-2 0-1
G-2**	18	Sinko								○	5.0			0-1
G-3**	25	Sinko								○	12.0			0-3
D-1**	10	Sinko								○	5.5 9.0			0-1 0-2
D-2**	15	Sinko	○								8.6			0-2
D-3**	10	Sinko	○							○	10.4 4.6			0-2 0-1
I-1*	6	Sinko	○							○	12.0 10.0 2.5			0-3 0-3 0-1
I-2*	6	Sinko								○	4.0			0-1
S-1*	6	Sinko									12.4			0-3
S-2*	11	Sinko									10.0			0-3

^aOne type(e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another(e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer's agricultural management.

^bThis survey has been carried out one time in a month from May to August, 2000.

1., Pear rust(*Gymnosporangium asiaticum*); 2., Pear scab(*Venturia nashicola*)

3., Black spot(*Alternaria kikuchiana*); 4., Pear ring spot(*Botryosphaeria dothidia*)

5., Brown rot(*Monilinia fluctigena*); 6., Gray mold rot(*Botrytis cinerea*)

7., Pear black necrotic leaf spot(Closterovirus)

^cTwenty trees were selected randomly and then assessed according to numbers of infected leaf (infected leaves/surveyed leaves). Remarks: 0., No outbreak of symptom; 1 and 2, Minimal outbreaks (unnecessary for disease control); 3., a few outbreak (unnecessary nearly for disease control). G., Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Ijuk-myun; S., Samjuk-myun

Table 6. Occurrence of pear diseases of 10 pear orchards at the export areas of pear toward the United States in Anseong in 2001

Site ^a	Tree age (year)	Kind of pear	Pear diseases ^b							Infected rate(%) ^c			Remarks	
			1	2	3	4	5	6	7	Leaf	Fruit	Branch		
G-1**	36	Sinko	○							○	8.9 5.3			0-2 0-1
G-2**	19	Sinko	○							○	5.5 4.9			0-1 0-1
G-3**	26	Sinko	○							○	8.8 13.1			0-2 0-3
D-1**	11	Sinko		○						○	5.9 8.5			0-1 0-2
D-2**	16	Sinko	○							○	7.0 7.7			0-1 0-2
D-3**	11	Sinko	○							○	8.0 10.0			0-1 0-2
I-1*	7	Sinko	○							○	10.0 9.0			0-3 0-2
I-2*	7	Sinko	○							○	4.9 4.5			0-1 0-1
S-1*	7	Sinko	○								4.6			0-1
S-2*	12	Sinko	○								6.4			0-1

^aOne type (e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another (e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer's agricultural management.

^bThis survey has been carried out one time in a month from May to August, 2000.

- 1., Pear rust (*Gymnosporangium asiaticum*); 2., Pear scab (*Venturia nashicola*)
 3., Black spot (*Alternaria kikuchiana*); 4., Pear ring spot (*Botryosphaeria dothidia*)
 5., Brown rot (*Monilinia fluctigena*); 6., Gray mold rot (*Botrytis cinerea*)
 7., Pear black necrotic leaf spot (Closterovirus)

^cTwenty trees were selected randomly and then assessed according to numbers of infected leaf infected leaves/surveyed leaves). Remarks: 0., No outbreak of symptom; 1 and 2, Minimal outbreaks (unnecessary for disease control); 3., a few outbreak (unnecessary nearly for disease control). G., Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Iljuk-myun; S., Samjuk-myun

Table 7. Spore disposal^d of causal pathogens causing pear disease for the duration of pear cultivation at the export areas of pear toward the United States in Anseong in 2000

Site ^a	Pathogen ^c	Month ^b														
		April			May			June			July			August		
		First	Middle	Last	First	Middle	Last	First	Middle	Last	First	Middle	Last	First	Middle	Last
G-1**	<i>G. asiaticum</i>	1	3	50	20	3	1	4	2	2	1	2	-	1	2	1
	<i>V. nashicola</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D-2**	<i>G. asiaticum</i>	1	3	64	21	2	13	22	3	2	2	2	2	2	2	1
	<i>V. nashicola</i>	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
I-1*	<i>G. asiaticum</i>	2	2	37	61	5	15	6	5	2	2	1	3	1	2	1
	<i>V. nashicola</i>	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	4	-
S-2*	<i>G. asiaticum</i>	2	1	45	69	8	20	8	3	2	1	2	3	1	1	2
	<i>V. nashicola</i>	-	-	-	-	-	-	3	3	-	2	1	3	3	3	4

^aOne type(e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another(e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer' s agricultural management.

^bEach month was divided into three divisions for checking spore disposal in 2000.

^cThe spores of these pathogens were collected with spore collector one time per 10 days, and counted on the slide glass using a stereomicroscope at 150 x magnification.

G. asiaticum, *Gymnosporangium asiaticum*; *V. nashicola*, *Venturia nashicola*

G., Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Ijuk-myun; S., Samjuk-myun

^dEach value is the mean of 10 replications.

Table 8. Spore disposal^d of causal pathogens causing pear disease for the duration of pear cultivation at the export areas of pear toward the United States in Anseong in 2001

Site ^a	Pathogen ^c	Month ^b														
		April			May			June			July			August		
		First	Middle	Last	First	Middle	Last	First	Middle	Last	First	Middle	Last	First	Middle	Last
G-1**	<i>G. asiaticum</i>	4	6	100	24	7	14	7	1	2	1	-	-	-	-	-
	<i>V. nashicola</i>	-	-	-	-	-	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-
D-2**	<i>G. asiaticum</i>	5	2	17	28	3	10	7	14	2	1	1	-	1	4	-
	<i>V. nashicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-
I-1*	<i>G. asiaticum</i>	7	12	34	66	6	31	9	1	1	1	1	1	-	1	-
	<i>V. nashicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
S-2*	<i>G. asiaticum</i>	2	1	11	1	1	1	1	-	9	2	1	1	1	4	-
	<i>V. nashicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	2	-	-	-

^aOne type(e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another(e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer' s agricultural management.

^bEach month was divided into three divisions for checking spore disposal in 2001.

^cThe spores of these pathogens were collected with spore collector one time per 10 days, and counted on the slide glass using a stereomicroscope at 150 x magnification.

G. asiaticum, *Gymnosporangium asiaticum*; *V. nashicola*, *Venturia nashicola*
G., Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Iljuk-myun; S., Samjuk-myun

^dEach value is the mean of 10 replications.

Table 9. Fungicidal application of 4 pear orchards at the export areas of pear toward the United States in Anseong in 2000

Month	Three divisions of month	*Types of agricultural management			
		ONAM*		OCAM**	
		I-1	S-2	G-1	D-2
April	First	Lime sulfur★		Thiophanate-methyl★	
	Middle	Fenarimol★		Nuarimol★	Fenarimol★
	Last	Myclobutanil★ Penconazole★		Myclobutanil★	
May	First	Nuarimol★		Myclobutanil★	Fenarimol★
	Middle	Chlorothalonyl, Benomyl★, Bitertanol★, Hexaconazole★	Myclobutanil★	Pentaconazole★ Hexaconazole★★	Penconazole★ Hexaconazole★
	Last	Thiophanate-methyl★		Benomyl★	Fenarimol★
June	First	Thiophanate-methyl★	Bitertanol★	Benomyl★★	
	Middle	Polyoxin B★	☆	Polyoxin B★★ ☆☆	Thiophanate-methyl★★
	Last	Hexaconazole★	PolyoxinB★	Thiophanate-methyl Difenoconazole	Polyoxin B★ Spreader-sticker
July	First	☆☆ Benomyl, Thiophanate-methyl		°☆	Thiophanate-methyl★★
	Middle	Iprodione★	☆☆	☆☆	
	Last	Hexaconazole★		Mancozeb★ ☆☆	☆☆
August	First	Dithianon ★	☆	☆	
	Middle	Difenoconazole★		☆	Polyoxin B★
	Last			☆	

These types are divided into Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM) and Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM).**

^bInsecticide was applied only to the pear tree(☆) or immediately after an application of the fungicide(★).

G. Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Iljuk-myun; S., Samjuk-myun

Table 10. Fungicidal application of 4 pear orchards at the export areas of pear toward the United States in Anseong in 2001

Month	Three divisions of month	^a Types of agricultural management			
		ONAM*		OCAM**	
		I-1	S-2	G-1	D-2
April	First		Lime sulfur★	Lime sulfur	Thiophanate-methyl★
	Middle		Fenarimol★	☆	Fenarimol★
			Myclobutanil★		Pyrimethanil★
Last		Nuarimol★		Fluquenconazole	
May	First	Nuarimol★		Difenoconazole★	Myclobutanil
	Middle		Fenarimol★	Nuarimol★	Fenarimol★
					☆
Last		Myclobutanil★	Difenoconazole★	Benomyl★	
June	First	Benomyl★★	☆	Myclobutanil★	☆
		Propineb★★			Bitertanol★
	Middle	☆	Benomyl★	Fenarimol★	Difenoconazole★
Last	Bitertanol★			Difenoconazole★	Mancozeb★
	PolyoxinB				
July	First	☆	☆		Polyoxin B★
	Middle	Benomyl★		Fluquenconazole★	Benomyl★
	Last	Difenoconazole★			
Propineb★					
August	First			Spereder-sticker★	
				Pyrimethanil	
	Middle		☆	Thiophanate-methyl★	Polyoxin B★
Last					

^aThese types are divided into Orchards of Natural Agricultural Management(ONAM)* and Orchards of Customary Agricultural Management(OCAM).**

^bInsecticide was applied only to the pear tree(☆) or immediately after an application of the fungicide(★).

G. Gongdo-myun; D., Daeduck-myun; I., Ijuk-myun; S., Samjuk-myun

Table 11. Colony of microorganisms and pH on the leaves^a collected from 4 pear orchards located at the export areas of pear toward the United States in Anseong

Site ^b	Month															
	May				June				July				August			
	Number of Colony ^c			pH	Number of Colony			pH	Number of Colony			pH	Number of Colony			pH
	Yeast	Fun-gi	Bact-eria		Yeast	Fun-gi	Bact-eria		Yeast	Fun-gi	Bact-eria		Yeast	Fun-gi	Bact-eria	
G-1**	14	2	2	5.90	3	2	4	5.84	408	32	109	5.65	593	5	86	5.71
D-2**	2	3	3	5.91	19	5	2	5.86	56	113	82	5.53	156	5	74	5.74
I-1*	2	3	2	5.68	5	64	3	5.54	.	.	2	5.34	860	12	78	5.73
S-2*	4	8	2	5.78	9	26	2	5.60	2	2	5	5.50	854	13	299	5.66

^aThese leaves were collected from 4 pear orchards for the duration of May-August, 2001.

The number of colony is the mean of 10 replication, whereas pH value is 5 replications.

^bOne type(e.g., *Orchards of Natural Agricultural Management) and another(e.g., **Orchards of Customary Agricultural Management) were divided on the basis of farmer's agricultural management.

^cThe selective media were used for checking colony of yeasts, fungi, and bacteria.

G., Gongdo-myun; D. Daeduck-myun; I., Iljuk-myun; S., Samjuk-myun.

Table 12. The identification of pathogenic fungi isolated from pear fruits in the packinghouse located at the export area of pear toward the United States in Anseong

^a Fungi isolated	Scientific name
ASP-6	<i>Alternaria alternata</i>
ASPD-6	<i>A. alternata</i>
ASP-7	<i>A. alternata</i>
ASP-9	<i>A. alternata</i>
IL-3	<i>A. alternata</i>
IL-6	<i>A. alternata</i>
IL-12	<i>Penicillium aurantiogriseum</i>
IL-8	<i>Trichothecium roseum</i>

^a These fungi were isolated from disqualified 50 pear fruits in the process of selecting or packing fruits for the export of pear toward the United States.

Table 13. The identification of pathogenic fungi isolated from pear fruits in the packinghouse located at the export area of pear toward the United States in Nonsan.

^a Fungi isolated	Scientific name
BI-4-1	<i>Botrytis cinerea</i>
AI-3-1	<i>Alternaria alternata</i>
BII-3-2	<i>A. alternata</i>
AI-3-3	<i>A. alternata</i>

^a These fungi were isolated from disqualified 50 pear fruits in the packinghouse located at the export area of pear toward the United States in Nonsan, and were identified to compare environmental conditions of packinghouse in Anseong and Nonsan.

Table 14. ^bMorphological characteristics of *Alternaria alternata* ASP-6 isolate.

Character	ASP-6 isolate	^a <i>Alternaria alternata</i>
Conidiophores		
shape	simple or branched stright or flexuous	simple or branched stright or flexuous
color	pale to midbrown	pale to mid olivaceous brown
size	15~48 μ m long, 2.5~5 μ m wide	up to 50 μ m long, 3~6 μ m thick
Conidia		
formation type	chain	chain
shape	obclavate, obpyriform ovoid or ellipsoidal	obclavate, obpyriform ovoid or ellipsoidal
color	pale to dark brown	pale to midgolden brown
wall	smooth or verruculose	smooth or verruculose
size	15~45 \times 10~15 μ m	20~63 \times 9~18 μ m
Beak		
color	pale brown	pale brown
width	2.5~5 μ m	2~5 μ m

^aThe identification was referred to isolates on the basis of reference of Ellis(1971).

^bFor convenience, ASP-6 isolate was cited only among 6 isolates identified as *A. alternata*.

Table 15. Morphological characteristics of *Trichothecium roseum* IL-8 isolate

Character	IL-8 isolate	^a <i>Trichothecium roseum</i>
Conidiophores		
shape	erect	erect
color	hyaline	-
size	80~285 μ m long, 2.8~5 μ m wide	up to 2mm long, 4~5 μ m wide
Conidia		
shape	ellipsoidal to pyriform	ellipsoidal to pyriform
basal scar	obliquely truncated	obliquely truncated
septum	1	1
color	hyaline	hyaline
size	12~20 \times 7.5~11 μ m	12~35 \times 8~13 μ m

^aThe identification was referred to isolates on the basis of reference of Domsch(1980).

Table 16. Morphological characteristics of *Penicillium aurantiogriseum* IL-12 isolate

Character	IL-12 isolate	^a <i>Penicillium aurantiogriseum</i>
Conidiophores		
penicilli type	commonly biverticillate	commonly biverticillate
rami	15~23 μ m long	15~25 μ m long
metulae	10~15 μ m long	10~15 μ m long
Phialides		
shape	slender, ampulliform	slender, ampulliform
size	8~13 μ m long	mostly 7~10 μ m long
wall	smooth to roughened	smooth to finely roughened
Conidia		
shape	spherical to subspherical	spherical to subspherical
size	3~5 μ m diameter	usually 3~4 μ m diameter
wall	smooth	smooth

^aThe identification was referred to isolates on the basis of reference of Pitt(1985).

Table 17. ^aMorphological characteristics of *Botrytis cinerea* B I-4-1 isolate from pear fruits

Character	B I-4-1	<i>Botrytis cinerea</i>
Conidia		
shape	ellipsoid, obovoid	ellipsoid, obovoid
size	8-12×5-8 μ m	6-18×4-11 μ m
color	colourless to pale brown	colourless to pale brown
ornamentation	smooth	smooth
Conidiophores		
length	2mm or more long	2mm or more long
width	10-20 μ m	16-30 μ m
color	brown to dark brown	brown

^a The identification was referred to isolates on the basis of the reference of Ellis, M. B.(1971).

Table 18. ^aMorphological characteristics of *Alternaria alternata* isolates from pear fruits

	A I -3-1	B II -3-2	A I -3-3	<i>A. alternata</i> ¹
Conidiophores				
shape	straight or flexuous	straight or flexuous	straight or flexuous	straight or flexuous
color	pale to golden brown	pale to golden brown	pale to golden brown	pale to golden brown
size	10-32×3.6-4 μ m	10-27×3-4.2 μ m	38-62×3-4 μ m	<50×3-6 μ m
Conidia				
forming type chain		chain	chain	chain
shape	obclavate, obpyriform	obclavate, obpyriform	obclavate, obpyriform	obclavate, obpyriform
color	pale to mid golden brown	pale to mid golden brown	pale to mid golden brown	pale to mid golden brown
wall	smooth or verruculose	smooth or verruculose	smooth or verruculose	smooth or verruculose
size	25-42×8-10 μ m	18-24×6-10 μ m	30-54×7-10 μ m	20-63×9-18 μ m
Beak				
width	2.9-3.4 μ m	3.2-3.4 μ m	2.9-4.1 μ m	2-5 μ m
color	pale brown	pale brown	pale brown	pale brown

^a The identification was referred to isolates on the basis of the reference of Ellis, M. B.(1971).

Appendix 1. Weather condition^a classified by a month for the duration of pear cultivation in Anseong in 2000

Month	Three divisions of month	Temperature(℃)			Rainfall	
		Maximum	Minimum	Mean	Number of days	Amount (mm)
April	First	17.0	1.0	9.0	2	3.0
	Middle	18.9	3.8	11.4	2	6.5
	Last	17.9	6.0	12.0	4	10.5
May	First	23.0	7.9	15.5	2	20.0
	Middle	21.6	10.7	16.2	6	14.0
	Last	25.9	13.8	19.9	2	32.0
June	First	28.0	14.9	21.5	3	25.0
	Middle	29.7	22.1	25.9	3	1.0
	Last	26.8	20.9	23.9	7	120.0
July	First	32.1	19.9	26.0	1	0.0
	Middle	29.7	22.1	25.9	5	49.0
	Last	29.5	20.9	25.2	6	273.0
August	First	30.1	20.9	25.5	5	63.0
	Middle	30.9	21.8	26.4	5	86.0
	Last	28.1	20.8	24.5	8	236.0

^aThese data were obtained from Suwon Meteorological Station, Korea Meteorological Administration.

Appendix 2. Weather condition^a classified by a month for the duration of pear cultivation in Anseong in 2001

Month	Three divisions of month	Temperature(°C)			Rainfall	
		Maximum	Minimum	Mean	Number of days	Amount (mm)
April	First	18.8	2.4	10.6	.	.
	Middle	19.5	3.8	11.7	2	12.0
	Last	21.8	6.1	14.0	1	0.5
May	First	21.8	10.6	16.2	4	6.5
	Middle	26.1	10.6	18.4	.	.
	Last	27.2	14.9	21.1	1	3.5
June	First	30.1	15.5	22.8	.	.
	Middle	27.1	16.9	22.0	4	83.5
	Last	24.3	19.2	21.8	6	129.5
July	First	29.9	20.4	25.2	1	27.0
	Middle	29.3	19.7	24.5	6	51.0
	Last	30.1	22.7	26.4	7	240.0
August	First	31.8	21.7	26.8	5	76.5
	Middle	29.6	20.6	25.1	3	32.0
	Last	29.7	17.6	23.7	.	.

^aThese data were obtained from Suwon Meteorological Station, Korea Meteorological Administration.

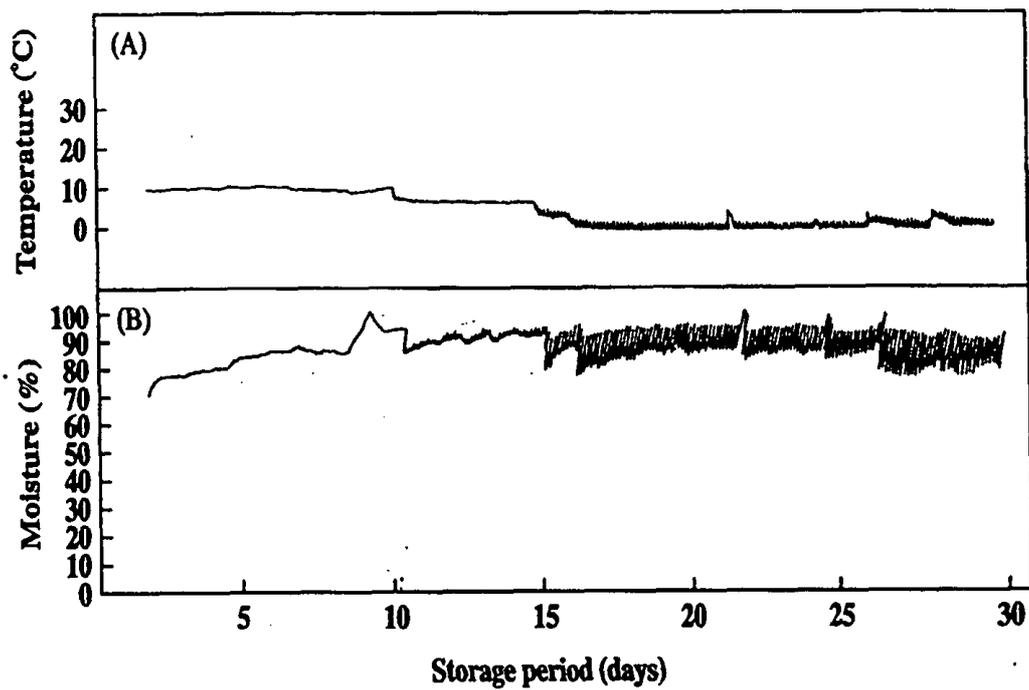


Figure 1. The temperature and moisture of a cold storehouse located at the export area of pear toward the United States in Anseong. The changes of temperature(A) and moisture(B) have been checked from October 4 to November 3 in 2000.

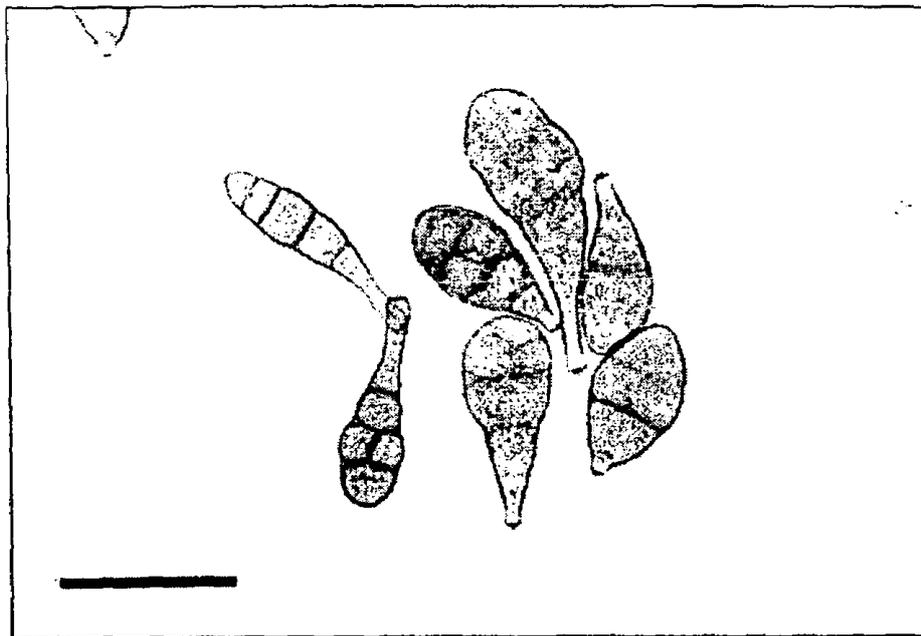


Figure 2. Conidia of *Alternaria alternata* ASP-6 isolate.
(Bar indicates 30 μm)



Figure 3. Conidia of *Trichothecium roseum* IL-8 isolate.
(Bar indicates 30 μm)



Figure 4. Conidia of *Penicillium aurantiogriseum* IL-12 isolate
(Bar indicates 30 μm)

참고문헌

1. 김정호. 1999. 최신 배재배. 오성출판사. 1-405.
2. 김휘진, 서종석, 김선규, 신용억. 1999. 배, 수지맞는 기술과 경영. 농민신문사. 1-487.
3. 엄재열, 권용정, 김장억. 1994. 미국 식물검역기준에 적합한 사과 병해충 방제체계의 수립. 경북대 농업과학기술연구소. 1-101.
4. 이승찬. 1998. 배 병해충 발생생태와 종합관리 기반조성의 연구. 전남대 농과대학 보고서. 1-136.
5. 이창은. 1997. 사과 배의 병, 진단과 방제. 한국식물병리학회. 1-227.
6. 환경부. 1993. 생태계 영향평가 기법개발(Ⅱ). 국립환경연구원 보고서. 1-291.
7. 농촌진흥청. 2000. 배 재배적지 선정과 토양개량방법(농촌진흥청 자료제공). 월간 새농사. 60-65.
8. 농촌진흥청. 1985. 토양화학분석법. 1-321.
9. 농촌진흥청. 1990. 배 재배(표준영농교본). 29-221.
10. 농촌진흥청. 2000. 배 재배(표준영농교본). 1-403.
11. 임명순, 장한익, 김성봉. 1996. 배 병해방제 체계 확립시험. 한국 배 연구 90년(농진청 나주배 연구소).1-377.
12. 최용문. 1998. 과수 주요 병해충 예찰 및 방제. 농촌진흥청 출판부. 300-322.
13. 강환원, 윤을수, 정연태. 1992. 영남지역 단감과원의 입지조건에 따른 토양특성과 품질. 농시 논문집 (토양비료편) 34(2).12-18.
14. 이상규, 윤세영, 유진형, 서장선, 박준규. 1987. 채소연속 및 연작 재배 시 토양 미생물상 변화연구. 농시 논문집(원예) 29(2). 85-92.
15. 조한규. 1998. 자연농업. 자연농업 생활문화센터. 1-200.
16. Alexander Martin. 1985. Introduction to soil microbiology. 1-497.
17. Benbow, J.M., Sugar, D. 1999. Fruit surface colonization and

biological control of postharvest diseases of pear by postharvest yeast applications. *Plant Dis.* 83. 839-844.

18. Chien, C-Y. 1993. Atlas of the Genus *Mucor* from Taiwan. Food Industry Research and Development Institute. Hinchu, Taiwan.

19. Domsh, K.H., Gams, W., Anderson, T-H. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. I. IHW-Verg.

20. Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CAB International. Kew, England.

21. Farr, D.E., Bills, G.F., Chamuris, G.P., and Rossman, A.Y. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press. Minnesota, U. S. A.

22. Jones, A.L., and Aldwinkle, H.S.1991. Compendium of apple and pear diseases. Published by APS press, U.S. 1-100.

23. Pitt, J.I. 1985. A laboratory guide to common *Penicillium* species. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. North Ryde, Australia.

24. Waller, J.M., Ritchie, B.J., and Holderness, M. 1997. Plant clinic handbook(IMI Technical Handbooks No.3). Published by CAB INTERNATIONAL. 1-94.

25. 吉澤治. 1990. 輸出果實の病害虫 対策. 植物防役 44(7). 36-40.

제 4 장 미국의 식물검역 기준에 적합한 배

병충해 방제체계수립 (배 총해분야)

제 1 절 서론

교통수단 및 교역 등이 활발해지면서, 외래종(exotic species)의 이입에 대한 위험이 가중되고 있고, 이러한 외래종의 침입으로 인한 예기치 않은 막대한 경제적 손실은 침입 해충에 대해 큰 관심이 모아지고 있다. 이러한 이유 때문에 외래종의 침입으로 인한 뜻하지 않은 손실을 예방하기 위한 검역 활동에 대한 중요성이 강조되고 있다. 이렇듯 검역을 통한 예방은 각 나라의 경제적 측면과 직결되기 때문에 상대국의 검역을 통과하기 위한 절차는 점차 까다로워지고 있다. 이러한 국제적인 농산물 검역 현실은 수출 농가의 경제적 활동을 위협하여, 큰 장애가 되고 있는 실정이다. 따라서 각 수출 대상국의 검역 규제 장벽을 통과 할 수 있는 실질적이고 실용적인 대안을 수출 농가에 제공하여 수출 활동을 보장하는 일은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 특히 미국은 우리의 가장 큰 교역국 중의 하나이기 때문에 미국의 검역 규제를 통과하기 위하여 새로운 방제 전략의 수립과 개발이 요구되고 있다.

상대국의 검역 규제 장벽을 통과하기 위한 전략은, 여러 방제 수단을 효과적으로 활용하여 관리 해충의 밀도를 경제적 수준과 생태적 균형의 시각에서 관리하는 종합 방제의 개념과는 다소 차이가 있다. 즉 검역 대상 해충은 경제적 피해나 병해충의 양적인 수준과는 관계없이 상대국의 검역 대상 목록에 포함되어 있는 종을 대상으로 하기 때문에, 이들 검역 대상 해충을 수출 대상물로부터 완전히 배제 하는 일은 무엇보다도 중요하다. 또한 국내에 기록된 병해충에 대한 객관적이고 정확한 자료를 확보함으로써 상대국으로의 침입하여 생태적인 혼란을 야기시킬 수 있는 종을 미리

예측하도록 정보를 제공하고, 한편 국내 기록종으로 일부 문헌상에 기록되었다 하더라도, 이들의 정확한 분포, 미 분포 지역을 확인하여 일괄 적용하지 않는 조치가 필요하다.

수출 농산물의 검역을 철저히 하는 일은, 상대국의 수출 검역을 통과하는 것 만큼 중요하다. 우리 나라 해충이 상대국에 침입하여 막대한 경제적 손실을 끼치는 것을 막고, 국제 거래에서 상대국의 이익을 존중해주는 윤리적인 관점에서든 국내산 해충이 외국으로 이입하는 것을 막는 것은 대단히 중요하다.

1. 국내 연구

검역적 측면에서 사과해충의 방제 체계(엄 등, 1994), 사과 해충의 성페로몬 및 약제저항성 천적생태등에 관한 연구(부 등, 1996)와 배의 방제체계와 관련하여 종합 방제 계획에 필요한 배 해충의 종류 및 발생 소장, 살충제 처리 효과 등 이들 해충의 생태 및 방제 효과 등에 대하여 조사가 진행된 바 있다(이승찬, 1998). 따라서 배의 생산량 향상과 관련한 재배 방법 및 방제 수단 등 여러 가지 요소와 생산비용을 합리적으로 조화시키려는 종합 방제에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 수출전략으로 검역장벽을 해결하기 위한 종합적인 연구는 현재까지 없는 실정이다.

2. 연구의 필요성

세계 여러 나라에서는 외래 해충침입으로 생태계 교란과 예기치 않은 막대한 경제적 손실을 예방하고, 살충제의 과중한 사용으로 인한 잔류독성으로부터 자국민의 건강을 보호하는데 관심이 높아지고 있다. 따라서 수출 농산물과 관련한 검역활동 및 연구는 과학적이며 객관적이어서 상대 수출국에 대해 충분한 설득력을 갖추어야 한다. 따라서 검역해충 예찰 조사 방법, 방제 방법, 밀도 조사방법 등이 공인된 방법이어야 한다. 한편 배를 생산하여 수출하는 일은 경제적인 이익을 목적으로 하기 때문에 방제

전략에 방제 비용과 방제효과 등 경제적 요소를 포함하는 것이 필요하다.

본 조사는 미국의 검역 규제를 통과하여, 배 수출 농가의 경제적 이익을 보장하기 위하여 다음과 같은 목적으로 수행되었다.

가. 객관적 표본추출 및 밀도 조사: 객관적인 표본 추출 방법과 밀도조사 방법 등을 통하여 자료의 객관적 공신력을 확보하여 검역의 대응 자료로 활용함을 목적으로 한다.

나. 배 수출과수원의 해충 발생 조사: 미국 검역 대상 배 병 해충(이후 문제 해충이라 칭함)의 국내 기록의 문헌 정보 조사 및 실제 수출 단지에서의 기록과 발생을 조사하여 대미 검역 규제 대응 자료로 활용한다. 문제 해충의 문헌 정보를 통한 국내 기록과 채집 활동 결과물을 기초로 포장에서의 양적 기록을 조사하여 비교 자료로 활용하도록 한다.

다. 온도 발육 모델에 기초한 발생예찰: 온도 발육 반응에 대한 기초 자료를 활용하여 예찰모델을 만들어 이들 해충의 발생예찰에 활용하여 정확성과 실용성을 검증한다.

라. 농약 살포에 효과조사: 관행 살포구를 선정하여 주기적인 채집과 표본 추출방법을 이용하여 방제효과를 양적으로 평가하며, 비목표 곤충 및 천적의 종수와 풍부도에 미치는 영향을 분석한다.

마. 물리적 방제 효과 검증(봉지 씌우기의 해충 배제 효과): 병해충 방제와 외관의 질적 향상을 위하여 일반적으로 봉지를 씌워 재배한다. 검역 대상 경제해충의 방제대책으로서 봉지 씌우기를 실시하여 봉지를 씌우는 시기와 방법에 따른 해충 배제효과를 검정하고, 검역 관련 대응자료로 활용한다.

바. 관행수출 배 과수원 단지내의 문제해충의 종류, 발생량, 방제력, 천적자원 및 발육온도 조건 등을 조사하고 비교한다. 동일 지역에 편재된 과수원 단지 내에서 해충발생정보, 발생량 및 방제력이 동일한지의 여부 등을 파악한다. 한편 비 수출관행 과수원에서 같은 내용의 정보를 수집

하여 비교하여 문제점을 찾아내고 개선방제전략을 수립하고자 조사를 실시하였다.

3. 파급효과

가. 다른 과실류의 검역 대응방안을 수립하는데 기초자료로 활용
(자료활용 방법)

나. 경비 절감 효과(불필요한 방제 지양, 방제 수단의 중복 회피)

다. 생산력 향상(효과적인 방제 결과)

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 조사지역 및 조사방법

가. 조사지역

1) 실험 조사구 선정

관행 포장에서의 해충의 발생과 천적 자원을 조사하고 개선 방제전략, 방제 효과검증을 위하여 수출재배지역으로 지정된 안성지역(대덕면, 일죽면)의 관행 재배, 평택의 일반관행 농가를 선정하였다(Table 1).

배나무수령은 과수원에 따라 차이를 나타내어 10-40년 정도이며 각각의 포장 면적은 0.3-1.5ha였다. 관행 수출단지내의 조사구간 해충발생 및 방제력 등을 비교하기 위하여 안성시 대덕면 소재 3개의 조사구를 선정하여 해충의 밀도와 방제력을 비교하였고, 이외에 일죽에 소재한 관행수출포장과 평택의 비수출포장을 각각 1개씩 선정하여 조사를 실시하였다. 대덕면에는 배 수출농가가 밀집해있는 곳인데, 보동리, 모산리, 소현리에 소재한 과수포장을 각 1개소씩 선정하여 정기적인 채집을 실시하였다. 각 조사구는 직선거리로 각각 약 1km 이상 떨어진 곳이다. 이들 조사구 이외에 일죽과 평택에서 2곳의 조사구를 조사하였는데, 일죽의 조사구의 경우는 수출농가이지만 비교적 농약의 사용이 적은 곳으로 평

택의 비수출 관행농가와와는 방제 체계가 다른 곳으로 판단되는 곳이었다. 각 조사구의 방제 체계를 분석하여 조사구별 발생량 차이의 원인을 해석하였다.

Table 1. Profile of test plots in Kyonggi Province

Location	Orchard size (ha)	Pear tree		Group
		Age(yr.)	Cultivar	
Bodong-ri (Ansung)	0.7	30	Shin-go	Conventional spray in Pear exporting area
Mosan-ri (Ansung)	0.3	30	Shin-go	
Sohyun-ri (Ansung)	0.4	30	Shin-go & Hwhanggum	
Woljung-ri (Ansung)	0.3	10	Shin-go	Conventional spray in Isolated pear exporting orchard
Chongryon-dong (Pyungtaek)	1.5	30-40	Shin-go	Conventional spray

대부분의 조사 과수원은 신고를 재배하였으며 보동리에는 신고와 황금배를 동시에 재배하고 있었다. 2000-2001년의 조사기간 동안 매년 6월 20일을 전후로 봉지 씌우기를 실시하였고, 비 수출 관행농의 경우 2000년도에는 7월 초, 2001년도에는 성장촉진제인 지베렐린을 처리하여 과실의 발육속도가 빨라 6월 중순경에 봉지를 씌웠다.

수출 관행 포장에서 문제 해충의 발생, 개선 방제전략 및 방제효과 검증을 위하여 수출재배지역으로 지정된 안성 지역(대덕면, 일죽면)과 평택 등의 수출관행집단지배지역, 수출관행독립재배 농가, 비수출관행농가를 선정하여 배의 성장 초기부터 수확기까지 정기적인 발생조사를 실시하여 주요문제 해충발생의 양적정보를 조사하고 각 단계별 방제 결과가 다음 단

계의 병해충 밀도와 수확기의 병해충 발생 밀도에 미치는 영향을 조사하였다. 한편 각 단계별 수출관행농가와 비수출 관행농가의 방제 체계를 조사하여 문제 해충의 양적정보를 비교하고, 약제 처리의 양 및 시기적 문제점 등의 요인 분석을 실시하여 개선 방제 체계의 수립을 위한 조사를 실시하였다.

나. 조사방법

1) 흡즙해충 및 포식 천적류 조사

2000년도에는 주요 흡즙 해충인 배나무이 (*Psylla pyricola*)와 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)의 발생소장을 조사하기 위하여, 낙화 직후부터 수확기 전까지 배 수출단지 밀집지역인 대덕면에 3개소, 일죽면 1개소, 평택의 비 수출농가 1개소에서 조사를 실시하였는데 봉지를 씌우기 전 시기에는 매주, 봉지를 씌운 후에는 2주간적으로 배 잎 샘플링(sampling)을 실시하였고, 2001년도에는 같은 조사구에서 반복 실험을 하였다. 흡즙해충의 발생실태를 조사하기 위하여 배 수확전과 수확 후로 나누어 흡즙해충의 밀도를 조사하였다. 수확전 흡즙해충의 밀도 조사는 배잎을 채집하여 육안과 해부현미경의 검경을 통하여 조사를 실시하였고, 수확 후에는 과실표면의 해충을 조사하였다.

배 잎의 흡즙해충 조사는 조사구 당 각 배나무로부터 10개의 배 잎을 무작위로 채집하였고 무작위로 10그루의 배나무를 선정하여 10반복으로 조사를 실시하였다. 각각의 배나무에서 채집된 배 잎은 플라스틱봉지에 담아 실험실에 보관하면서 해부현미경 하에서 검정하여, 샘플 낭 해충의 종류별 양을 기록하였다. 이와 같이 응애류, 배나무이 및 기타 문제해충의 양적정보를 조사하였고, 포식천적류의 포식활동을 조사하기 위하여 채집활동 동안 육안관찰을 실시하였다.

수확 후 과실표면의 흡즙해충 조사는 수확 직후 임으로 200-300개의 과실을 표본 추출하여 조사를 실시하였다. 수확한 과실은 저온창고에 입

고하기 전에 노지에서 플라스틱 박스에 임시로 담아 놓는데 이때 임의로 박스 100를 선정하여 박스 당 2-3개씩 표본 추출하여 봉지를 개봉한 후 해충의 피해를 파악하였다.

2. 성페로몬트랩을 이용한 나방류조사

가. 수확전 발생량 조사

1) 심식충조사 (복숭아순나방, 복숭아심식나방)

각 조사구 당 20m 간격으로 3개의 페로몬트랩을 설치하여 포획된 성충의 양을 조사하였다. 복숭아순나방은 (Z)-8-dodecenyl acetate, (E)-8-dodecenyl acetate, (Z)-8-dodecenyl alcohol 혼합한 상용 합성 페로몬을 사용하였고, 복숭아심식나방의 경우는 (Z)-7-Eicosene-11-one ((Z)-7-20:11Kt)을 성분으로한 상용 합성페로몬을 처리한 고무 방출제 미끼를 Delta형 트랩으로 Pherocon II와 유사한 형태의 끈끈이 트랩안에 설치하여 사용하였다. 페로몬트랩은 지상 1.5m높이에 설치하였다. 설치 후 포획된 심식나방류의 수를 매주 정기적으로 조사하였다. 4월부터 10월에 걸쳐 조사를 실시하였다. 2001년도에도 같은 조사 구에서 반복실험을 실시하였다.

2) 잎말이나방조사

2001년부터는 심식충 이외에 사과애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana* F. von Roeslerstamm)의 양을 조사하였다. 사과애모무늬잎말이나방은 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac를 성분으로한 상용 합성페로몬을 처리한 고무 방출제를 끈끈이 트랩안에 설치하여 사용하였다. 설치 후 포획된 잎말이나방 수를 정기적으로 4월 19일부터 11월초에 걸쳐 조사하였다.

조사된 나방류의 발생량은 각 조사구별 트랩 당 평균 포획수를 채집하여 시기별로 기록하였고, 봉지 씌우기 전과 봉지 씌우기 후로 나누어 포획성적을 구분하여 비교하였다. 각 해충의 미끼로 사용된 페로몬 화합물의 종류와 성분은 Table 2와 같다.

Table 2. Sex pheromone composition used in monitoring of fruit borer and leaf Roller in Kyonggi province, Korea

Species	Sex pheromone components
<i>Adoxophyes orana</i>	(Z)-9-Tetradecenyl acetate (Z)-11-Tetradecenyl acetate
<i>Carposina sasakii</i>	(Z)-7-Eicosene-11-one
<i>Grapholitha molesta</i>	(Z)-8-Dodecenyl acetate (E)-8-Dodecenyl acetate (Z)-8-Dodecenyl alcohol

나. 수확 후 해충피해 조사

수확 후 과실의 피해조사를 위하여 수확 직후 임으로 200-300개의 과실을 표본추출하여 조사를 실시하였다. 수확한 과실은 저온창고에 입고하기 전에 노지에서 플라스틱 박스에 임시로 담아 놓는데 이때 임으로 박스 100를 선정하여 박스 당 2-3개씩 표본 추출하여 봉지를 개봉한 후 육안으로 해충의 피해를 파악하였다.

3. 조사구의 화학적 방제력 조사

해충의 밀도조사와 더불어 농약의 사용실태를 조사하였다. 방제횟수, 사용농약의 유효성분 종류 및 사용시기 등을 조사하였는데 방제시기를 개화 후 4월 초부터 봉지 씌운 후 8월 중순까지의 사용실태를 조사하였다. 봉지 씌우기 전과 봉지 씌운 후에 살충제와 살비제의 품목명 및 사용시기 횟수 등을 파악하였다(Table 3).

4. 나방류 해충의 발생예측 모델 조사

야외포장에서 나방류 해충의 발생을 조사하기 위하여 성페로몬에 포획된 나방류의 수를 주기적으로 조사하여 시기별 발생경향을 조사하였다. 조사가 실시된 과수원은 모두 살충제를 살포하는 곳으로 전세대에 걸쳐 발생주기를 파악하기위한 정확한 조사는 어려웠다. 조사구내에서는 심식나방류와 애무늬잎말이나방의 발생량은 비교적 높은 것으로 나타났

고, 정기적인 조사로 얻어진 발생시기와 발생량 패턴으로, 전세대에 걸친 피크가 얻어진 것은 아니었지만 발생량이 높았던 시점과 성충의 지속적인 발생이 조사되는 시점 등을 일부 조사 구에서 확인할 수 있었다. 봉지를 씌운 후에 약제사용량이 적어 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 애모무늬잎말이나방의 뚜렷한 발생주기를 확인할 수 있는 경우 발생 피크간의 기간을 유효적산온도로 환산하여 세대간, 또는 피크간의 적산온도를 계산하였다. 이와 같이 세대간 또는 피크간의 적산온도를 실제 포장에서 조사하여 방제시점 예측에 응용하였다. 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 애모무늬잎말이나방의 발육영점온도는 각각 7.2°C(Tanaka and Yabuki, 1978), 7.6°C(Kim et al., 2000), 6.2°C(Milonas and Savopoulou-Soultani, 2000)를 기준으로 하였다.

가.Generation time 과 Biofix

문제해충의 발생주기와 발생시기를 예측하기 위하여 피크간 또는 세대간 적산온도를 주기적인 야외조사로부터 구하였는데, 나방의 발생이 지속적으로 시작되는 시점, 피크발생량이 조사되는 시점 등을 biofix로 하여 발생예찰에 활용하였다.

5. 온도조사 및 적산온도 조사

각 조사구의 온도조건은 자동온습도측정기(Hobo, OnSet Computer, Pocasset, MA)를 직사광선과 물리적충격으로 보호하기 위하여 shield(Hobo, OnSet Computer, Pocasset, MA) 안에 장착하여 약 1.5m 높이에 설치하여 측정하였다. 2000년 4월부터 2001년 11월까지 매시간별 온도 습도정보를 측정하였다. 하루 최고, 최저 온도를 싸인 곡선에 적용하여 적산온도를 계산하였다(Allen, 1976). 이와 같이 기상자료 자동 측정장치를 수출재배농가에 설치하여 수출포장이 밀집되어있는 지역 내에서, 선정된 조사구의 정확한 기상정보를 비교함으로써 해충 발생량 및 발생시기와의 상관관계 및 수출단지 내

온도조건의 동일성을 판단하는데 활용하였다.

제 3 절 결 과

1. 조사구별 방제체계 비교

가. 화학 방제력

붕지 씌우기 전과 붕지 씌우기 후로 사용된 살충제를 구분하였을 때 수출관행포장에서는 살충제와 살비제를 포함하여 총 22종의 농약을 사용하였고, 붕지 씌우기 전에 사용된 농약은 보동리는 11종, 모산리 7종 소현리 5종, 붕지를 씌운 후에는 각각 3, 4, 0종이었고, 2001년도에는 각각의 조사구에서 붕지 씌우기 전에는 8, 8, 9종을 살포하고, 붕지를 씌운 후에는 4, 4, 4종을 살포하였으며, 2000년도와는 달리 보동리를 제외하고는 살포한 농약의 수는 약간 증가하였다(Table 3).

Table 4는 붕지 씌우기 전 화학 방제력을 나타내는데 수출단지내의 관행농가에서 붕지 씌우기 전 농약살포횟수는 2000년도에 6-11회, 2001년도에는 4-8회였고, 일반 관행 농가인 청룡동(평택) 에서도 2000년과 2001년도에는 각각 4, 9회의 농약 살포성적을 보였다. 2000년 소현리를 제외하면 붕지를 씌운 후에는 수출농가의 경우는 2-5회, 일반농가에서는 3회의 성적을 보여 큰 차이를 보이지 않았다(Table 5). 수출단지내의 농가는 15-7회의 농약처리성적을 보였고(Table 3), 일반 관행농에서도 14-11회(Table 4 및 5)로 오히려 수출단지내의 조사구에서 농약처리성적이 낮은 경우도 있었다. 그러나 붕지 씌우기 전(붕지전 10일 이내)의 살비제와 살충제의 처리는 각각의 조사구에서 1회 이상의 처리성적을 보여 붕지 씌우기 전에 충분한 방제가 실시됨을 확인할 수 있었다(Table 4). 대체로 붕지 씌우기 전에는 수출농가나 일반농가 모두 살충제를 살비제 보다 많이 사용하여 살충제의 사용비율이 높은 것으로 나타났다(Table 4).

Table 3. Spraying schedule of the study plots in pear exporting area in Anseong (April- mid August, 2000- 2001)

Treatment	Timing of treatment					
	Before bagging			After bagging		
	Bodong	Mosan	Sohyun	Bodong	Mosan	Sohyu
Acphate	0(0)*	1(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Acetampirid	1(1)	1(1)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)
Azocyclotin	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	1(0)	0(0)
Burprofezin	0(0)	0(1)	0(0)	0(1)	1(1)	0(0)
Cabaryl	0(1)	0(0)	0(1)	0(0)	0(2)	0(1)
Cyhexatin	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Chlorpyifos	1(1)	0(1)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)
Chlorfenapyr	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)
Cypermethrin	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)
Deltamethrin	1(0)	1(1)	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Ethofenprox	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Etoxazole	0(1)	1(0)	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Fenbutatin	0(2)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Fenazaquin	1(0)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Fenpropathrin	1(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(1)	0(0)
Femproximate	1(0)	0(1)	0(0)	1(0)	0(0)	0(1)
Fenvalerate	0(1)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)
Flufenxuron	1(0)	0(0)	1(1)	1(0)	0(0)	0(0)
Imidicoprid	1(3)	0(2)	1(3)	0(0)	0(0)	0(1)
Propagite	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Tetradifon	1(1)	1(1)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)
Thiamethoxam	1(0)	1(0)	3(1)	0(0)	0(0)	0*
Total no. treatments	11(11)	7(9)	7(11)	3(4)	4(5)	0(4)

* values in parenthesis indicate 2001 of data.

Table 4. Comparison of spraying schedule of study plots in pear orchards before bagging (April – June, 2000-2001)

Plot	Year	No. treatment			No. application
		Acaricide	Acari – Insecticide	Insecticide	
Bodong-ri ¹	2000	3(1) *	3(1)	5(1)	11(2)
	2001	3(0)	2(1)	6(0)	8(1)
Mosan-ri ¹	2000	2(0)	0(0)	5(1)	7(1)
	2001	3(1)	1(0)	5(1)	8(1)
Sohyun-ri ¹	2000	1(1)	1(0)	5(1)	6(1)
	2001	3(1)	2(1)	6(0)	4(1)
Woljung-ri ²	2001	0(0)	2(1)	4(1)	6(1)
Chongryong-dong ³	2000	2(0)	0(0)	6(0)	4(0)
	2001	0(0)	4(1)	7(3)	9(2)

¹ Plots of pear exporting area.

² Isolated pear exporting orchard.

³ Conventional spray orchard.

*Values in parenthesis indicates no. spraying practices within 10 days before bagging.

Table 5. Comparison of spraying schedule of study plots in pear orchards after bagging (June– mid August, 2000-2001)

Plot	Year	No. treatment			No. application
		Acaricide	Acari – Insecticide	Insecticide	
Bodong-ri ¹	2000	2	1	0	3
	2001	0	3	1	3
Mosan-ri ¹	2000	1	1	2	2
	2001	1	3	1	5
Sohyun-ri ¹	2000	0	0	0	0
	2001	1	2	1	3
Woljung-ri ²	2001	1	1	1	3
Chongryong-dong ³	2000	1	0	2	3
	2001	0	3	0	3

¹ Plots of pear exporting area.

² Isolated pear exporting orchard.

³ Conventional spray orchard.

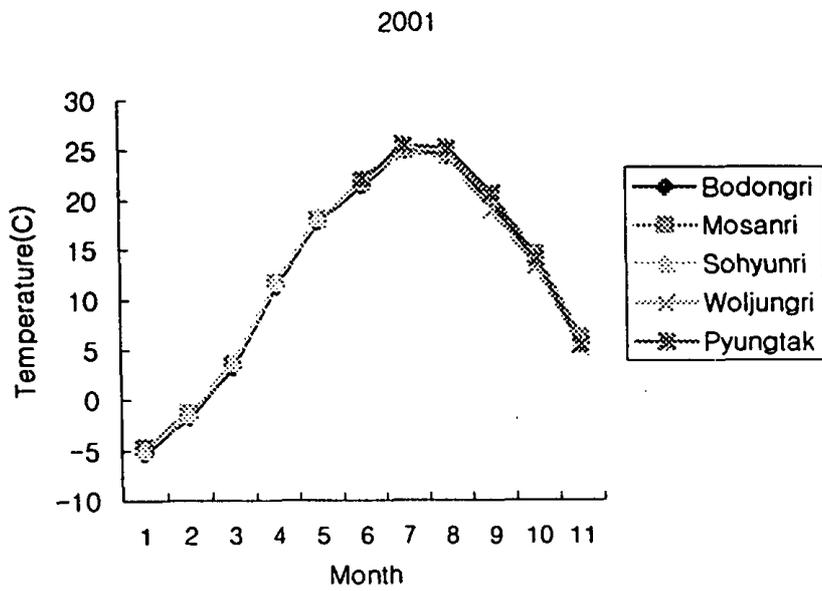
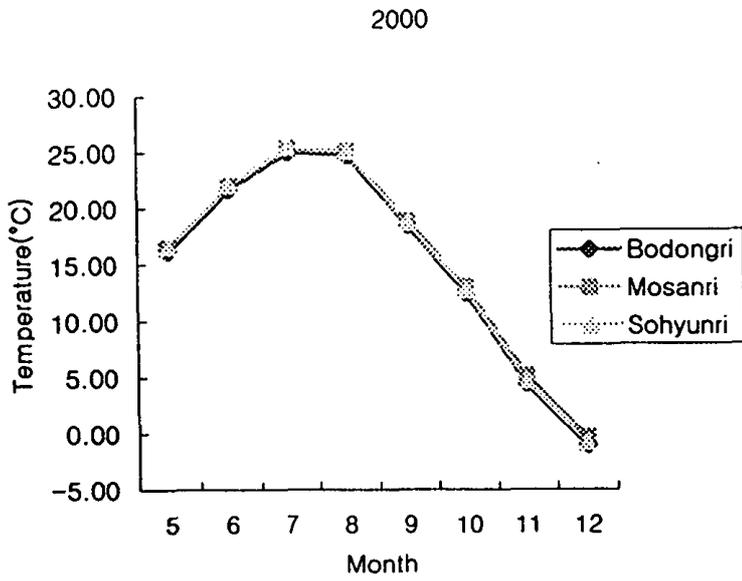


Figure 1. Monthly mean temperature in study plots in Kyonggi province

2. 나방류 해충의 발생예측 모델 조사

2000-2001년 동안 온도자동측정장치로 측정한 월평균 온도를 나타내는데 월별 평균온도로는 조사구간의 온도차이를 구분할 수는 없으나 월정리는 5월말 이후부터 다른 지역보다는 약간 평균온도가 낮은 것으로 조사되었다. 그러나 나방류 해충인 애모무늬잎말이나방, 복숭아순나방, 복숭아심식나방의 발육영점온도인 6.2, 7.2, 7.6°C를 적용하여 조사기간동안 유효적산온도를 비교한 결과(Table 6), 수출 단지내 조사구에서는 2000년도의 경우 94dd 이하의 차이를 보였고, 2001년도의 경우 108dd 이하의 차이를 나타냈지만 조사 년도간의 차이는 애모무늬잎말이나방의 경우 최대 306.6dd, 복숭아순나방의 경우 310dd, 그러나 복숭아심식나방은 123dd로 비교적 적은 차이를 보였다.

가. 복숭아순나방

페로몬트랩 설치가 조기에 이루어지지 못하여 지속적인 성충발생이 시작되는 시점은 확인할 수 없었다. 2000년 5월 14과 5월21일 사이에 월정리에서는 약간의 증가이후 발생량 감소를 나타냈으며 다른 조사구에서는 5월14일 이후 지속적인 감소를 나타내어 복숭아순나방의 발생량이 고조에 달하는 시점으로 판단하였다. 피크발생량의 시기의 적산온도는 각 조사구에서 조사된 수치의 평균을 사용하였다. 복숭아순나방의 경우 5월 14일의 온도계가 설치된 수출농가의 적산온도(발육영점온도:7.2°C)는 각각 86.4, 99, 83dd로 평균 89.4dd로 조사되었다. 2001년 6월22일에는 월정리에서 뚜렷한 피크발생량에 조사되었다. 이 시점의 적산온도는 집난수출판행농가 3지역 평균치는 713.9dd 조사되어, 1세대와 2세대간의 적산온도는 $713.9 - 89.4 = 624.5$ 으로 계산하였다. 2000년 월정리에서는 8월 22일에 뚜렷한 피크를 보였고 온도계가 설치된 수출농가에서 보동리와 소현리에서는 각각 8월 22일과 9월 3일에 미미한 피크를 보여서 8월 22일과 9월 3일의 적산온도의 평균치는 1815.7dd로 4회 피크발생시기의 유효적산 온도였다. 3회 발생피크의 적산온도는

713.9와 1815.7dd 사이에 있으며 이 기간동안의 generation time은 $(1815.7-713.9)/2$ 을 계산하여 550.9을 얻었다. 초기 피크간 적산온도와 후기피크와는 약간의 차이를 나타냈지만 편의상 평균치인 587.7을 피크간 적산온도로 하였다. 따라서 587.7을 realized generation time으로 발생시기를 예측하는데 사용하였다.

복숭아심식나방은 2000년 6월 11일 이후로 지속적인 성충발생이 조사되어 지속적인 발생량이 시작되는 시점의 적산온도(408.9), 보동리, 모산리, 소현리에서의 첫번째 피크는 각각 840.3, 865.9, 886.2dd로 평균 865.9로 조사되었다. 세번째 피크는 보동리에서 8월 6일 모산리와 소현리에서는 8월 22일에 나타나 각각의 적산온도는 1330.3, 1667, 1693.3dd으로 평균치 1563.5을 구하였고, 이 지역에서의 피크간 적산온도, realized generation time은 $1563.5-865.9=697.6$ 이었다.

나. 애모무늬잎말이나방

첫번째 피크는 484.3이며 나중의 피크는 2361.2 이어서 $2361.2-484.3=1876.9$ 이기간 동안 2회 발생이 나타난다면 $1876.9/3=625.7$ 이다. 따라서 애모무늬잎말이나방의 realized generation time은 625.7로 계산하였다.

3. 흡즙해충 발생 조사

가. 봉지 씌우기 전후의 배 잎 해충조사

2000년도에 정기적인 배나무 잎의 샘플링 조사결과, 점박이응애 (*Tetranychus urticae* Koch)와 배나무이 (*Psylla pyricola* Foerster)가 주요 흡즙해충으로 조사되었다. 낙화 직후부터 수확기 전까지 이들 흡즙 해충인 발생량이 각 5곳의 조사구에서 정기적으로 조사되었다. 배 수출단지 밑 집지역인 대덕면에 3개소, 일죽면 1개소, 평택의 비 수출농가 1개소에서 조사를 실시하였고, 2001년도에도 같은 조사구에서 반복 실험을 실시한 결과 점박이응애의 경우 봉지 씌우기 전의 응애 발생량은 모든 조사구

에서 나타나지 않았다(Figure 2). 봉지를 씌운 기간에도 성충 응애의 밀도는 수출농가에서는 조사되지 않았지만 일반 관행 농가인 평택의 조사구에서는 10월 초에 약간의 밀도가 조사되었다.

꼬마배나무이의 경우 수출농가의 경우에도 5월말과 6월 초순에도 약간의 발생이 기록되었으며 봉지 씌우기 직전에 발생이 다소 증가됨을 알 수 있었고 봉지를 씌운 직후에는 조사구에 따라 급격한 증가를 나타내는 곳도 있었다(Figure 3). 특히 보동리의 경우 봉지를 씌운 후 7월 초순에는 엽당 평균 4.24마리로 일반 관행농가 보다 높은 밀도를 나타내었으나, 8월초 밀도 감소 이후 9월 중순까지 나타나지 않았다. 평택 청룡동의 경우 7월 9일 엽당 2.31마리로 나타났으며 10월초까지 밀도는 낮으나 지속적인 발생량이 조사되었다. 그러나 수출농가에서는 8월초 이후 조사 기간동안 꼬마배나무이의 발생은 조사되지 않았다.

Table 7은 7월 6일부터 10월 1일까지 실시된 6회의 조사결과에 대한 평균치를 나타내는데 수출단지 내에서 봉지를 씌운 후의 응애밀도는 100잎당 평균 42.3, 58.0, 87.8로 보동리, 모산리, 소현리 등에서 차이를 보이지 않았다. 그러나 꼬마배나무이의 경우 수출단지내의 과수원에서 각각 엽당 밀도가 각각 66.9, 10.4, 18.0으로 차이를 보였다.

나. 수확 후 흡즙해충 조사

수확직후 봉지를 개봉하여 응애가 발견된 과실의 비율을 조사한 결과 2000년의 경우 수출과수원과 일반 관행농을 포함하여 모두 수확과실에서 응애가 조사되었고(2-11%), 2001년도에도 일부 조사구에서 다소 높아지기는 했지만 0.5 -7.8%의 과실에서 응애가 조사되었다. 가루깍지벌레(*Pseudococcus kraunhiae* (Kuwana)의 경우 잎 샘플에서는 조사되지 않았지만 수확과실에서는 일부 수출농가에서도 조사되었다. 모산리의 조사구에서는 2000년에 0.5%, 2001년에는 1.0%로 조사되었으나 수출 단지 내 다른 조사구에서는 발생량이 없는 것으로 나타났다. 꼬마배나무이의 경우 수출단지내조사구에서 추출된 샘플과실에서는 발생이 나타나지 않았

으나, 일죽의 독립수출농가에서는 2000년과 2001년도에 1.5%, 1.8%로 비교적 높은 발생량을 보였다.

Table 6. Comparison of accumulated degree days at various base temperature °C at different study plots

Base temp.		6.2°C				
Year		2000			2001	
Plot	Accumulation Period		Accumulated degree days	Accumulation Period		Accumulated degree days
	Initiat'n	Terminat'n		Initiat'n	Terminat'n	
Bodongri	Mar.09	Nov.01	2539	Mar.07	Oct.31	2737.2
Mosanri	Mar.09	Nov.01	2613.9	Mar.07	Oct.31	2845.6
Sohyunri	Mar.09	Nov.01	2618	Mar.07	Oct.31	2841
Woljungri	-	-	-	-	Oct.31	2658.9
Chonryodong	-	-	-	-	Oct.31	2794.8

Base temp.		7.2°C				
Year		2000			2001	
Plot	Accumulation Period		Accumulated degree days	Accumulation Period		Accumulated degree days
	Initiat'n	Terminat'n		Initiat'n	Terminat'n	
Bodongri	Mar.19	Oct.25	2316	Mar.07	Oct.31	2518.9
Mosanri	Mar.19	Oct.25	2406.5	Mar.07	Oct.31	2596.2
Sohyunri	Mar.19	Oct.25	2410	Mar.07	Oct.31	2626
Woljungri	-	-	-	-	Oct.31	2448.5
Chonryodong	-	-	-	-	Oct.31	2600.1

Base temp.		7.6°C				
Year		2000			2001	
Plot	Accumulation Period		Accumulated degree days	Accumulation Period		Accumulated degree days
	Initiat'n	Terminat'n		Initiat'n	Terminat'n	
Bodongri	Mar. 09	Oct. 25	2235	Mar.07	Oct.31	2439.9
Mosanri	Mar. 09	Oct. 25	2319	Mar.07	Oct.31	2517.4
Sohyunri	Mar. 09	Oct. 25	2329	Mar.07	Oct.31	2538

Continued.

Woljungri	-	-	-	-	Oct.28	2349.5
Chonryodong	-	-	-	-	Oct.31	2513.4
Base temp.		11.7°C				
2000			2001			
Plot	Accumulation Period		Accumulated degree days	Accumulation period		Accumulated degree days
	Initiat'n	Terminat'n		Initiat'n	Terminat'n	
Bodongri	May 15	Oct.11	1480.3	Mar.29	Oct.10	1532.9
Mosanri	May 15	Oct.11	1539	Mar.29	Oct.26	1583.7
Sohyunri	May 15	Oct.11	1536	Mar.29	Oct.10	1617.9
Woljungri	-	-	-	-	Oct.08	1479.2
Chonryodong	-	-	-	-	Oct.09	1604.3

Table 7. Mean no.(values per 100 pear leaves) major sucking insect pests of pear leaf in test plots after bagging (7.06 – 10.01)

Plots	Insect pest species		Group
	<i>Tetranychus urticae</i>	<i>Psylla pyricola</i>	
Bodong-ri	42.3±68.3 a	66.9±136.3 a	Conventional spray orchard in pear exporting area
Mosan-ri	58.0±77.2 a	10.4±9.3 c	
Sohyun-ri	87.8± 90.9 a	18.0± 18.8 bc	
Woljung-ri	8.3±9.9 b	28.3±46.7 b	Isolated pear exporting orchard
Chonryong-dong	47.5±64.0 a	40.0±73.6 ab	Conventional spray orchard

Means in a column with different letters are significantly different (P<0.05, t-test)

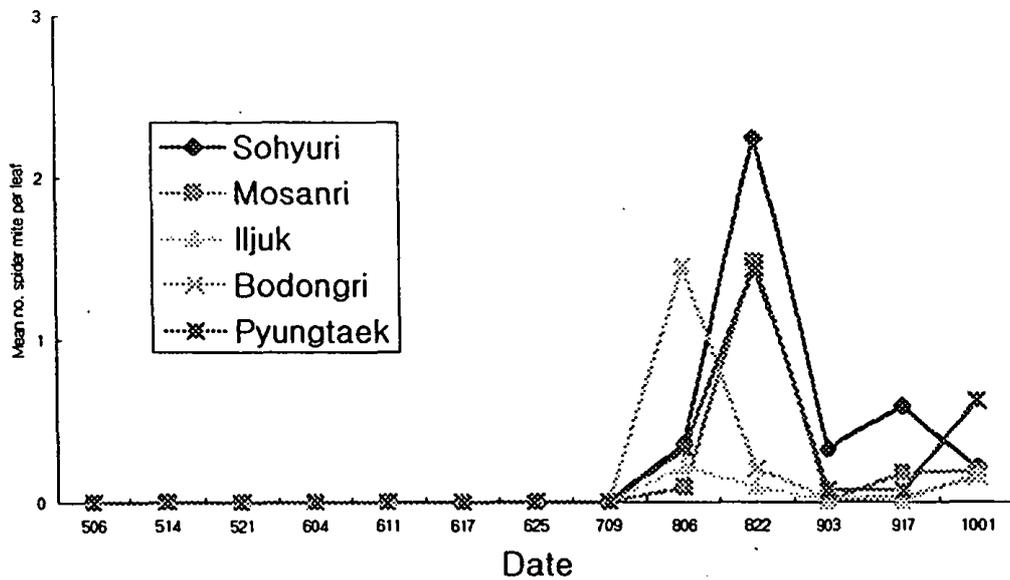


Figure 2. Relative abundance of *Tetranychus urticae* Koch at pear orchards in Kyonggi province, Korea, 2000.

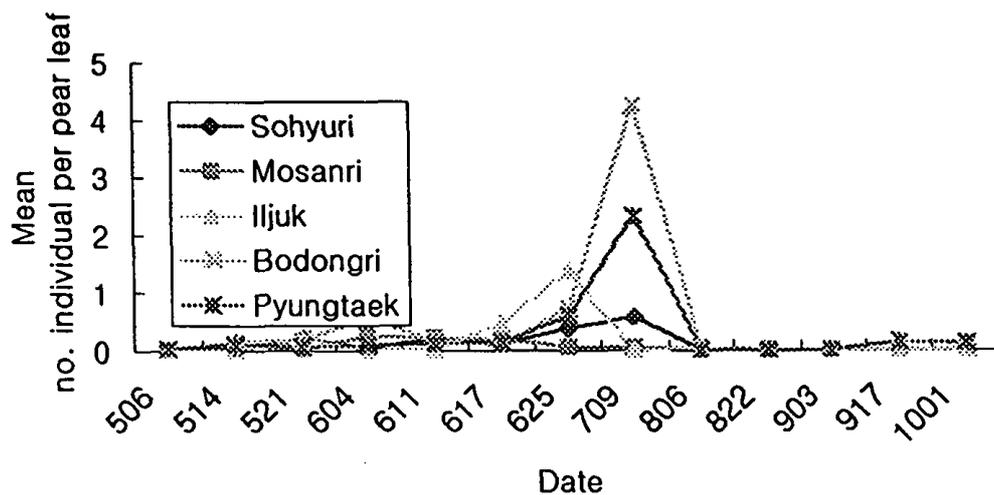


Figure 3. Relative abundance of *Psylla pyricola* at pear orchards in Kyonggi province, Korea, 2000

다. 천적류조사

천적류의 활동을 관찰하기 위하여 샘플링한 잎에 대한 조사와 포장 내에서 천적류의 육안 관찰을 실시하였으나 천적류의 포식활동은 관찰되지 않았고 가끔 페로몬트랩에 포획되는 풀잠자리(*Chrysopidae: Chrysopa pallens*)와 무당벌레(*Coccinellidae: Hamonia axyridis*)가 관찰되었으나, 이시기는 봉지를 씌운 후에 살충제 살포가 실시되지않은 시기였다. 1999년 12월 17일에 평택의 조사구에서 채집된 꼬마배나무이의 약충 mummy로부터 *Eulophidae*에 속하는 기생벌이 조사된 바 있다.

4. 나방류 해충의 발생조사

가. 봉지 씌우기 전 조사

사과애모부늬 잎말이나방(*Adoxophyes orana* F. von Roeslerstamm) 심식충류(복숭아순나방 (*Grapholitha molesta* (Busck), 복숭아심식나방 (*Carposina sasakii* Matsumura))도 대덕면, 일죽 및 평택 등 응애류 조사지역과 동일한 5곳의 조사구에서 페로몬트랩을 이용하여 낙화직후부터 수확 전까지 정기적인 조사를 2000년도와 같은 조사구에서 실시하였다. 수출단지 내 관행과수원에서의 복숭아순나방의 발생은 2000년도의 경우 봉지 씌우기 전의 복숭아순나방 발생량은 수출농가 간 거의 유사한 경향을 나타냈으나, 2001년도의 경우는 전년도에 비해서 복숭아순나방의 발생량이 적은 것으로 나타났다. 일죽의 조사구에서는 예년과 비슷한 발생량을 보였고, 비수출관행재배 지역에서는 오히려 발생량은 훨씬 높았던 것으로 나타났다(Table 8).

복숭아심식나방은 수출농가 간에 차이를 보였고 집단 수출재배농가와 떨어져있는 일죽의 조사구의 경우 2000년과 2001년에 모두 높은 발생량을 보였다. 일부 수출농가에서는 오히려 비수출관행농가 보다도 높은 발생량을 보였다(Table 9).

Table 8. Mean number of *Grapholitha molesta* males caught per sex pheromone trap during the pre-bagging period in pear orchards

Collection year	No. male moth per sex pheromone trap				
	Bodong	Mosan	Sohyun	Woljung	Chongryong-dong
2000	59.7±44.1	44.3±25.9	42.0±6.6	48.7±38.4	15.3±7.6
2001	47.3±32.1	42.0±13.9	25.7±2.9	49.0±14.2	35.0±6.9

Table 9. Mean number of *Carposina sasakii* males caught per sex pheromone trap during the pre-bagging period in pear orchards

Collection year	No. male moth per sex pheromone trap				
	Bodong	Mosan	Sohyun	Woljung	Chongryong-dong
2000	23.3±5.5	9.3±4.5	14.3±2.1	30.3±12.1	17.3±2.3
2001	25.7±6.5	24.7±4.5	11.7±12.5	31.3±9.5	19.0±5.3

애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*)의 경우 2001년도에만 조사가 실시되었는데 집단재배지역의 수출농가간에도 발생량의 차이를 보였으며, 관행농가 보다는 오히려 발생량이 높은 경우도 조사되었다(Table 10).

Table 10. Mean number of *Adoxophyes orana* males caught per sex pheromone trap in pre-bagging period in pear orchards

Collection year	No. male moth per sex pheromone trap				
	Bodong	Mosan	Sohyun	Woljung	Chongryong-dong
2001	6.0±5.6	18.0±6.6	18.3±5.1	7.3±3.1	7.7±4.7

조사기간 중 복숭아순나방의 경우 봉지를 씌운 후의 발생량은 Table 11과 같다. 봉지를 씌운 후 복숭아순나방은 수출농가의 경우, 2001년도의 발생량은 2000년도에 비하여 낮았다. 특히 소현리의 경우는 전년도에 비하여 상당히 감소하였음을 알 수 있었다. 소현리의 경우는 2000년도에는 집단수출재배농가 중 가장 높은 발생량을 보였던 곳이다. 독립수출농가

로 월정리 소재 과수원은 전년도에 비하여 발생량은 상당히 감소하였으나 다른 수출농가에 비하여 상당히 높은 밀도가 유지되고 있었다. 비 수출농가의 경우 전년도 보다 발생량이 오히려 높아진 것으로 조사되었다. 복숭아순나방은 1회 발생기에 높은 밀도를 보이다가 월동 전 발생기에는 다시 증가 후 10월 이후에는 발생량이 상당히 낮은 것으로 나타났다 (Figure.4). 수출 재배단지내 조사구의 경우 1회 발생기 이후 비교적 낮은 발생량을 보이다가 7월초 이후 증가하는 추세를 보인 반면 월정리의 조사구에서는 높은 증가율을 보였다.

2001년도의 경우도 집단수출농가의 경우는 전년도와 유사한 발생경향을 보였는데, 월정리 수출농가의 경우는 6월 중순 이후 높은 발생량을 보이다가 7월말에 다시 증가하는 발생경향을 보였고 발생량도 다른 수출농가에 비하여 높은 것으로 조사되었다.

Table 11. Mean number of *Grapholitha molesta* males caught per sex pheromone trap during the post-bagging in pear orchards

Collection year	No. male moth per sex pheromone trap				
	Bodong	Mosan	Sohyun	Woljung	Chongryong-dong
2000	33.7±7.5	28.7±10.6	53±15.6	137.0±38.7	20.7±8.3
2001	21.3±9.6	23.7±7.5	22.0±6.1	71.3±26.5	58.0±10.5

Table 12는 봉지를 씌운 후 페로몬트랩에 포획된 복숭아심식나방의 누적 개체수를 나타낸다. 복숭아 심식나방의 발생량은 복숭아 순나방의 발생량에 비하여 높은 것으로 나타났다. 심식나방의 경우 소현리와 보동리에서 2000년도 봉지 씌우기 후의 발생량은 2001년도에 비하여 다소 낮았고 다른 조사구에서는 발생량이 높은 것으로 조사되었다. 수출농가이지만 일반 비수출관행농가 보다 대부분의 조사구에서 발생량이 높은 것으로 나타났다.

Table 12. Mean number of *Carposina sasakii* males caught per sex pheromone trap during the post-bagging period in pear orchards

Collection year	No. male moth per sex pheromone trap				
	Bodong	Mosan	Sohyun	Woljung	Chongryong-dong
2000	114.7±15.9	43.3±12.7	70.3±16	51.7±10	44.3±5.1
2001	92.7±32.5	92.0±24.6	63.0±4.4	77.7±5.0	59.7±16.8

한편 복숭아심식나방은 조사기간 중 대부분의 조사구에서 2번의 뚜렷한 피크를 보였는데, 2001년도에도 전년도와 동일한 bimodal 패턴의 발생을 보였다(Figure. 5)

봉지를 씌운 후의 발생량은 애모무늬잎말이 나방의 경우도 수출농가와 비수출농가와 큰 차이를 보이지않았다(Table 13). 집단수출단지내 지역의 보동리에서는 타 수출농가보다 낮은 발생량을 보였으며 그 밖의 조사구에서는 평균 34-53개체가 포획되었던 것으로 조사되었다.

애모무늬잎말이나방의 경우 봉지를 씌운 후의 기간에 발생량이 증가하여 9월에 피크이후 11월초까지도 발생이 나타나는 것으로 조사되었다 (Figure 6).

나. 수확 후 과실조사

수확 후 봉지를 개봉하여 나방류의 피해율을 조사한 결과 Table 14에서 나타난 바와 같이 수출단지내의 조사구에서는 심식충류에 의한 피해는 조사기간 동안 전혀 조사되지않았다. 평택의 일반 관행농의 조사구에서는 1.5%의 과실 피해율을 보였다. 한편 2001년에 실시된 애모무늬잎말이나방에 의한 피해과도 전혀 조사되지않았다.

Table 13. Mean number of *Adoxophyes orana* males caught per sex pheromone trap during the post-bagging period in pear orchards

Collection year	No. male moths per sex pheromone trap				
	Bodong	Mosan	Sohyun	Woljung	Chongryong-dong
2001	25.0±10.4	53.0±15.7	34.0±16.5	48.3±14.2	42.0±10.5

Table 14. Percentage of post-harvest fruit injured by economic pests in study plots, Kyonggi province, Korea in 2000 and 2001

Plot	Percentage fruit infestation*			
	Mite	Mealy bug	Pear sucker	Fruit borer
2000				
Bodong-ri	11.0	0	0	0
Mosan-ri	11.5	0.5	0	0
Sohyun-ri	2.0	0	0	0
Woljung-ri	6.5	0	1.5	0
Chonryong-dong	4.0	1.5	0	1.5
2001				
Bodong-ri	0.5	0	0	0
Mosan-ri	0.0	4.5	1.0	0
Sohyun-ri	4.5	0	0	0
Woljung-ri	7.8	1	1.8	0
Chonryong-dong	2.0	1.0	0	1.5

*200-300 pears were examined.

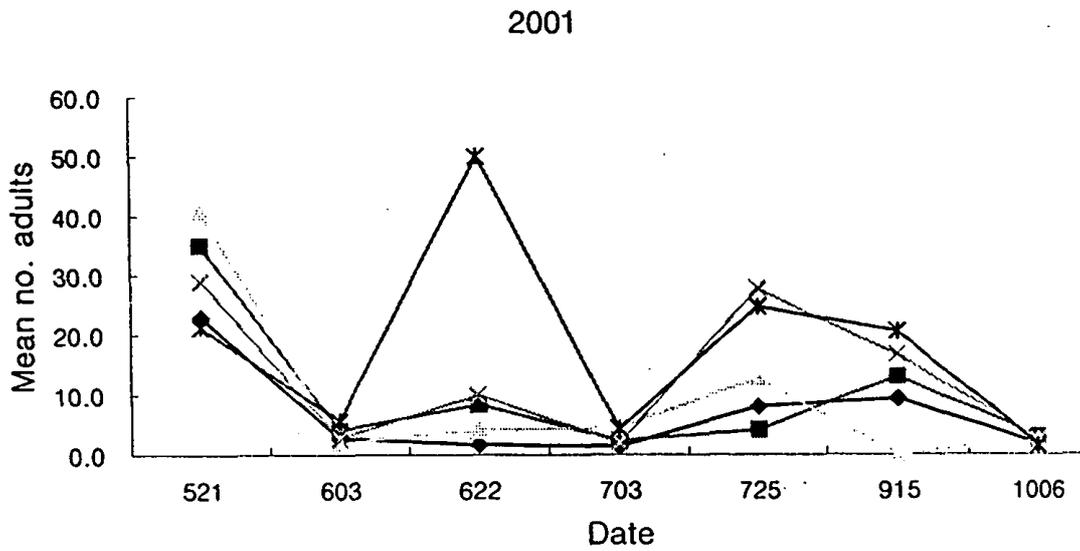
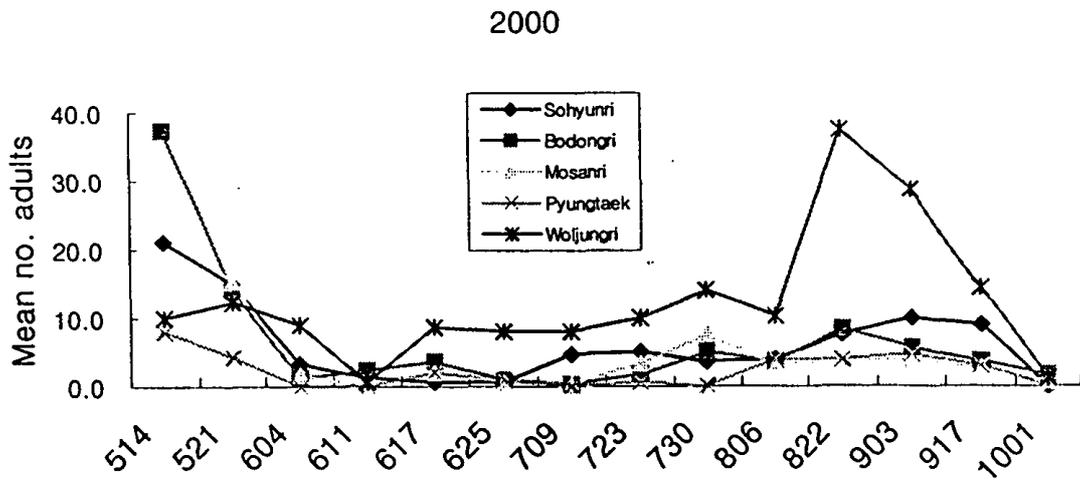


Figure 4. Captures of *Graphophorita molesta* by sex pheromone trap at pear orchards in 2000 and 2001

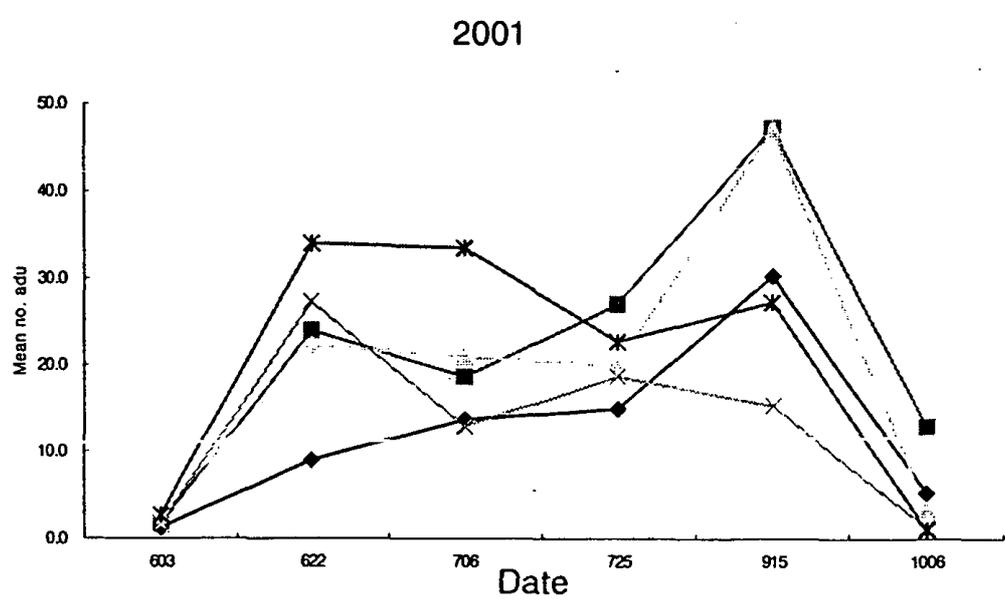
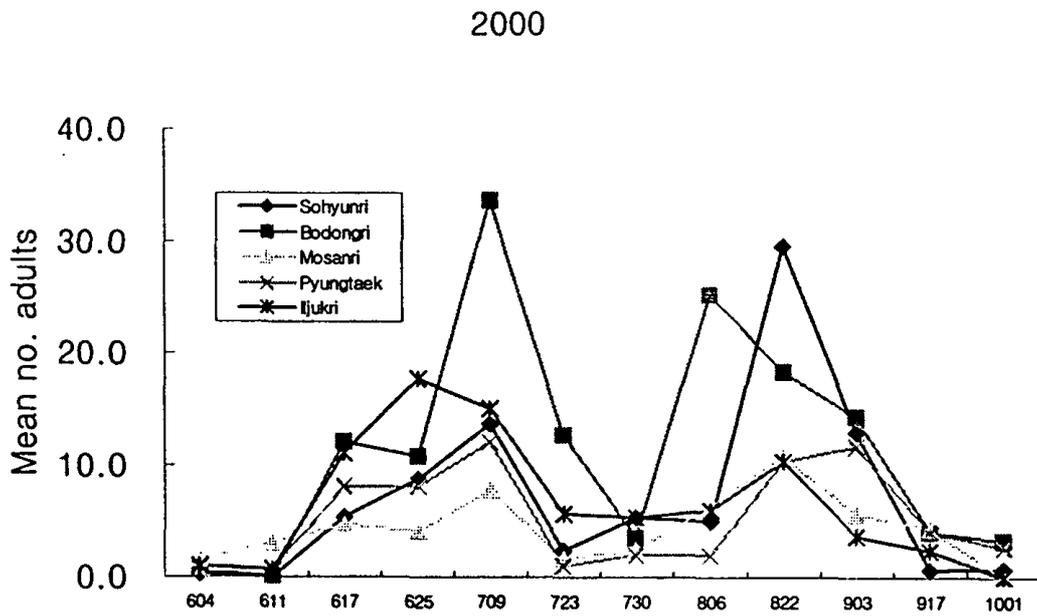


Figure 5. Captures of *Carposina sasakii* by sex pheromone at pear orchards in 2000 and 2001

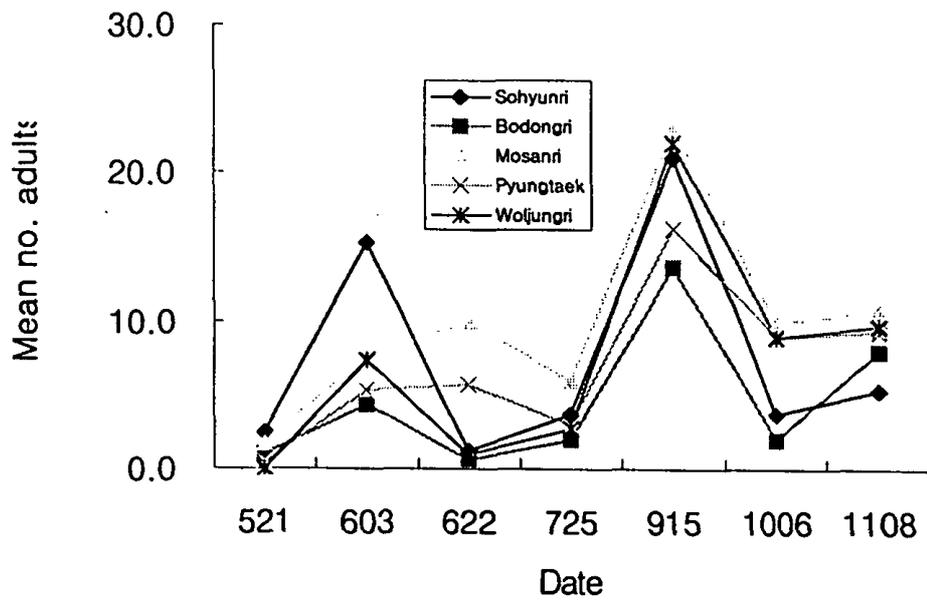


Figure 6. Captures of *Adoxophyes orana* by sex pheromone at pear orchards in 2000 and 2001

Table 15. Pear insect species recorded in the United States quarantine inspection list

Species name	Common name	Korean name
Attelabidae		
<i>Rhynchites heros</i>	Peach curculio	복숭아거위벌레
Carposinidae		
<i>Cacoecia breviplicana</i>	Asiatic leaf roller	아세아잎마리나방
<i>Cacoecia circumclusana</i>	Persimmon leaf roller	감나무잎마리나방
<i>Cacoecia ingentans</i>	Larger apple tortrix	왕사과잎마리나방
<i>Carposina niponensis</i> Walsingham	peach fruit moth	복숭아심식나방
<i>Carposina sasakii</i>	Peach fruit moth	심식나방
Curculionidae		
<i>Anthonomus pomorum</i>	Apple blossom weevil	배꽃바구미
Phylloxeridae		
<i>Aphanostigma piri</i>	Pear pylloxera	콩가루벌레
Pyralidae		
<i>Dichocrocis punctiferalis</i>	Peach pyralid moth	복숭아명나방
<i>Ectomyelosis pyrivoella</i>	Yellow peach moth	배명나방
<i>Myelois</i> sp.		
Pseudococcidae		
<i>Crisicoccus matsumotoi</i>	Mealy bug	버들가루작지벌레
<i>Planococcus kraunhiae</i>	Mealy bug	온실가루작지벌레과
<i>Pseudococcus</i> sp.	Mealy bug	가루작지벌레과
Tetranychidae		
<i>Tarsonemus</i> sp.		응애일종
<i>Tetranychus viennensis</i>	Fruit tree spider mite	벗나무응애
Tineidae		
<i>Lyonetia clerkella</i>	Peach leaf miner	복숭아굴나방
Tortricidae		
<i>Adoxophyes orana</i>	Summer fruit tortrix	애모무늬잎말이나방
<i>Adoxophyes privatana</i>	Smaller tea tortrix	애모무늬잎말이나방
<i>Cydia</i> sp.	Tortricid moth	애기잎마리나방과

<i>Grapholita molesta</i>	Oriental fruit moth	복숭아순나방
Continued.		
<i>Grapholitha</i> sp.		애기잎마리나방아과
<i>Pandemis heparana</i>	Brown tortrix	갈색잎말이나방

제 4 절 고 찰

1. 살충제에 의한 방제 체계

각 조사구별로 방제에 사용하는 살충제를 적용해충과 실제 해충발생 시기를 대조하여 분석한 결과, 화학방제는 실제 해충발생에 근거하기보다는 관행적으로 실시되고있는 것으로 조사되었다. 봉지 씌우기 전후에 살충제의 사용횟수, 페로몬 포획량과 배 잎당 해충밀도 등의 상관관계를 조사한 결과 다소 상관계수값의 차이는 나타냈으나 모두 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다. 수출농가가 밀집되어있는 농가에서는 30여 종류의 살충제와 살비제가 사용되어지는 것으로 조사되었으며 처리 횟수는 봉지 씌우기 전후로 과수원별로 차이를 보였다. 그러나 봉지를 씌우기 직전에는 살충제와 살비제가 1-2회 처리되어 충실한 방제가 수출농가에서 실시되고 있음을 알 수 있었다. 봉지 씌우기 전에 응애류 표본조사에서는 응애의 밀도가 전혀 조사되지않아 응애류의 방제가 봉지 씌우기 전에는 철저하게 실시되고 있음을 알 수 있었으나, 봉지를 씌운 후에는 적절한 방제가 실시되지않아 조사구에 따라 응애의 밀도가 상당히 증가하는 것으로 나타났으며 이러한 응애 발생량의 증가는 수확 후 과실에 발생하는 응애의 발생량에 영향을 주는 것으로 나타남에 따라서 수확 후 과실에 발생하는 응애의 밀도를 줄이기 위한 방제가 요구된다. 해충밀도에 근거한 체계적인 방제가 되어질 경우 방제효과는 물론 비용 절감에도 상당한 효과가 있을 것으로 기대된다.

2. 흡즙 해충의 방제

점박이용애의 경우 봉지 씌우기 전 배 잎 샘플에서는 성충의 발생량 조사되지않아 모든 조사 구에서 응애류의 철저한 방제가 실시되고 있는 것으로 나타났다(Figure 2). 봉지를 씌운 후 소현리에서는 8월 이후 급격한 밀도 증가추세를 보인 반면 보동리의 응애 밀도 감소가 일찍 나타

났는데, 이시기에 소현리에서는 살비제 처리가 없었고, 반면에 보동리의 경우 응애류 방제력이 다소 높았기 때문인 판단된다. 봉지를 씌운 후 7월 중순부터 모든 조사구에서 응애의 발생이 조사되었는데(Figure 2), Table 7에서와 같이 수출과수원이 모여있는 곳에서 발생량은 방제횟수의 차이에도 불구하고, 잎 당 평균 4.2 - 8.8 개체로 차이를 나타내지 않았다. 한편 월정리에서는 봉지를 씌운 후에는 발생량이 상당히 낮은 것으로 조사되었고 다른 조사 구와 발생량의 차이를 보였다. 월정리의 배나무는 수령이 10년 정도로 다른 조사구의 30-40년과 구별되며 어린 배나무에서는 늙은 나무에서와 같이 조피가 거의 없었다. 조피 틈에 월동하는 해충의 조사는 실시하지 않았지만, 조사구간의 해충 월동처의 적기 방제 실시가 응애 발생량에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 더욱이 수확 후 과실조사에서는 Table 14에서와 같이 오히려 응애의 발생량이 많았던 소현리에서 다른 조사구에서 보다는 낮았다. 이러한 결과에서 보여주는 것처럼 포장에서의 응애 밀도는 봉지 씌우기를 철저히 실시 함으로써 부가의 방제효과를 거두는 것으로 조사되었다.

복숭아순나방과 점박이응애의 경우 조사구간에 발생량의 차이는 나타나지 않았으나($P>0.05$) (Table 7 및 8), 복숭아심식나방 (Table 9)과 배나무이의 발생량(Table 7)은 조사구간의 유의한 차이가 나타났다($P<0.05$). 이러한 결과는 수출단지 내에서의 기존 방제 체계가 특히 배나무이와 같은 돌발 해충에 대해서는 적절치 못함을 나타내준다.

응애류의 발생은 봉지 씌우기 전 시기에는 모든 조사구에서 전혀 없는 것으로 나타나 응애의 방제는 충실이 실시되고있었다. 그러나 봉지를 씌운 후 시기의 응애류의 발생량 증가는 이 시기에 살충제의 사용과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. 응애의 밀도가 다소 높았던 소현리에서는 오히려 과실의 오염정도가 낮은 것으로 보아 봉지의 패킹상태가 중요한 요인으로 작용하는 것으로 판단된다. 선과장에서는 응애를 제거하기 위하여 압축공기를 사용하는데, 과실 표면의 응애를 제거하는 과정

에서 과실표면에 손상을 입히기 쉬우므로 선과장에서 선과과정에 들이는 노력을 줄이고, 응애 제거과정 중의 물리적 피해를 줄이기 위해서 봉지를 씌운 후 살충제를 적기에 살포하여 응애의 밀도를 줄이는 노력이 필요하다 (이 등, 2000).

꼬마배나무이(*Psylla pyricola*)는 대체로 년 5회, 외국의 경우 3-5세대 발생하며 월동형성충은 7°C 이상의 온도조건에서 활동을 시작한다고 알려져 있다 (Oldfield, 1970, 김, 1996). 꼬마배나무이와 유사한 종으로 배나무를 가해하는 배나무이(*Psylla pyrisuga*)가 알려져 있으나 이종은 배과수원 주변의 잡초에서 월동하고 봄철에 배나무를 가해하다가 1회 발생 후 다른 기주로 이동하는 생태적특성으로 실제로 배나무에 큰 피해를 입히지 않는 것으로 알려져 있다. 꼬마배나무이와 배나무이는 모두 약충과 성충이 배나무의 어린잎, 꽃봉우리, 신초, 과실 등을 흡즙하면서 감로를 분비하므로 이차적으로 그으름 병을 유발시켜 과실의 상품가치를 저하시키고, 잎의 광합성능력을 저해함으로써 피해를 준다(Oldfield, 1970). 꼬마배나무이가 발생 할 때는 과실도 가해하는데 봉지를 씌운 경우에도 과경과 봉지를 여민 틈으로 침입하여 과실표면을 흡즙하면서 감로를 분비하므로 과실에 그으름병을 유발시킨다. 본 조사에서는 봉지 씌우기 전 보동리와 월정리에서 약간의 발생이 조사되었고 봉지를 씌운 후 7월초 중순에 발생량이 다소 증가하였으나 8월 이후 대부분의 과수원에서 발생량이 상당히 낮은 것으로 조사되었다. 그러나 2001년 평택, 청룡동 조사에서는 과실 수확 후 11월 초순과 중순에 성충과 약충의 발생이 비교적 심한 것으로 조사된 바 있다. 이와 같은 밀도 변화는 봉지를 씌운 후에는 약제 사용이 없는 동안 증가하는 것으로 나타났으나, 대덕면 수출단지의 경우 과실에는 그 피해가 조사되지않아 봉지 씌우기가 수출단지 내 해충 방제에 중요한 역할을 하는 것으로 조사되었다. 1999년 12월중에 청룡동 소재 일반관행농가에서 채집된 약충의 mummy에서 미동정 증별류가 조사된 바 있어, 약제가 실시되지않는 시기에 천적의

활동이 있는 것으로 나타났다.

3. 나방류 해충의 방제

복숭아심식나방은 일년에 1-2회 발생하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2000). 성충의 우화는 6월초에 시작되며 성충은 사과와 복숭아에 알을 낳고, 부화한 유충은 과육을 가해한 후 성숙한 유충은 가해과실을 탈출한다. 휴면에 들어가지 않는 유충은 토양표면에서 번데기고치를 만들고 성충으로 다시 우화하고, 휴면에 들어가는 유충은 유충고치를 만들고 토양에서 월동하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2000). 복숭아심식나방은 휴면 유충으로 토양의 2-5cm 깊이에서 월동하고 이듬해 봄에 지표 토양에서 용화한 후, 성충은 6월 중순부터 우화하기 시작한다 (백 1985, 최 등, 1989). 본 조사결과 2000년도 6월부터 9월까지 정기적으로 실시한 페로몬 포획성적은 Figure 5에서처럼 조사구마다 약간의 차이를 나타냈지만 6월 말부터 7월초에 첫번째 피크를 나타냈다. 그리고 두 번째 피크는 8월 말부터 9월 초경에 나타났다. 일반적으로 관행방제과원에서는 피해가 극히 적은 것으로 알려져 있다(최 등, 1989, 양 등, 2001). 그러나 대덕면 소재 수출관행과수원에서 페로몬트랩으로 조사된 수컷 성충은 봉지 씌우기 전 시기 동안 보동리, 모산리 및 소현리 등에서 각각 23.3, 9.3, 14.3마리의 트랩 당 평균성적을 나타내었다(Table 9). 그러나 봉지를 씌운 후에는 같은 조사구에서 각각 114.7, 43.3, 70.3마리로 (Table 12) 수확 전까지 누적된 포획 수는 138-52.6마리로 조사되어 기존의 조사결과와 큰 차이를 보였다. 봉지 씌우기 전 시기와는 달리 봉지를 씌운 후의 시기는 특히 심식나방류가 과실로 이동하는 8월말-9월 중순에는 심식나방류의 방제가 완벽하게 이루어지지않고 있기 때문인 것으로 사료된다. 그러므로 8월중에 심식나방류의 유충이 과실로 이동하는 시기를 알아 적기에 방제 지도를 실시함으로써 심식나방류에 의한 수출용 배의 검역문제를 근본적으로 해결이 가능하다고 판단된다. 수확 전 페로몬트랩조사에서

심식나방류의 발생은 조사되었지만 그러나 수확 후 과실 조사에서는 복숭아심식나방에 의한 피해과는 조사되지않았다(Table 14). 이러한 결과는 봉지 사용이 심식류 해충방제에 상당한 효과가 있다는 사실을 반증한다. 수확한 과실의 표본추출 결과에서 심식나방류의 피해는 조사되지않았지만 봉지 내에서 과실의 성장이 활발하여 과실의 크기가 봉지보다 커서 봉지가 파손되는 경우 과실과 봉지 씌우기를 충실하게 실시하지않는 경우도 심식나방류에 의한 피해에 노출되는 것으로 나타났다.

본 조사에서 방제과수원에서의 복숭아심식나방의 realized generation time은 697.6dd로 나타났다. 조사 구에서 복숭아심식나방의 첫번째 피크는 평균865.9dd, 두 번째 피크는 평균1563.5dd로 조사되었다. 복숭아심식나방의 1회 발생은 bimodal 패턴특징을 보이는데, 첫번째 피크는 6월말 두 번째 낮은 피크는 7월말에 나타난다 (Kim et al., 2000). Kim 등 (2000)은 사과과수원에서 적산온도를 조사한 바 있는데 첫번째 피크는 845-970dd, 두번째 피크는 1450-1575로 조사한 바 있다. 이러한 결과는 본 조사 결과와 대체로 일치하는 경향을 보인다. 본 조사에서처럼 발육영점 온도 7.6°C를 기준으로 적산온도를 계산하였을 때 첫번째 피크이후 난 발육기간 후에 약제를 살포하면 심식나방의 어린유충을 효과적으로 방제할 수 있을 것으로 사료된다.

본 조사에서 첫번째 피크는 일죽의 월정리의 경우 6월 말, 다른 조사 구에서는 7월 초순(865.7±23.4)에, 두 번째 피크는 보동리의 경우 8월초 (1330.3dd)에 나타나고 다른 조사 구에서는 대략 8월말 (1659 ±37.4)에 조사되었다. 소현리의 경우 첫번째 피크에서의 포획량은 평균 33.7개체, 두번째는 25.7개체, 월정리에서는 17.7과 10.3개체였으나, 소현리에서는 각각 13.7과 29.7개체로 오히려 두번째 피크에서 발생량이 높았다. 한편 모산리와 평택의 청룡동에서는 첫번째와 두번째가 유사한 피크를 보였다. 복숭아심식나방의 bimodal 우화 패턴에서 2번째 우화한 성충은 발생은 적지만, 봉지 씌우기 후 살충제의 감소된 방제력 하에서 생존률은 상

대적 높을 것으로 추측된다.

복숭아순나방은 노숙유충으로 조피틈, 봉지 잔재물 등에서 고치를 짓고 월동하며 년 4-5회 발생하는 것으로 1회 성충은 4월 중순 - 5월, 제2회는 6월 중하순, 제3회는 7월 하순 - 8월 상순, 제4회는 8월 하순-9월 상순에 나타나는 것으로 복숭아심식나방 보다 발생량이 많은 것 알려져 있다(최 등, 1989). 봉지를 씌우기 전의 수출농가에서 복숭아순나방의 발생량은 복숭아심식나방의 경우보다 높았지만 봉지를 씌운 후의 시기에는 월정리를 제외하고는 복숭아순나방의 발생량이 낮은 것으로 나타났다(Table 11 및 12). 복숭아순나방은 다른 심식나방류에 비하여 가해 습성이 활발하여 봉지를 씌운 과실에도 상당한 피해를 주는 것으로 알려져 있다(Yamaguchi and Ohtake, 1986). 남부지방의 경우 4월중하순에 성충의 우화가 최성기에 달하는 것으로 난기간은 7-10일로 조사된 바 있다(양 등, 2001). 본 조사가 실시된 안성, 평택 지역에서는 이보다 늦은 5월 중순 이 전(초 중순)에 우화 최성기에 달하는 것으로 조사되었다. 한편 2000년도의 경우 1회 피크발생이후 월정리의 조사 구를 제외하고 낮은 밀도가 유지되다가 8월 이후 약간의 증가추세를 보여 방제가 비교적 적절이 이루어지고있는 것으로 판단된다. 복숭아순나방의 방제가 거의 실시되지 않은 조사 구에서는 평균 265.9개체의 성충이 페로몬 트랩에 포획되는 것으로 조사한 양 등(2001)의 결과와 비교할 때 본 조사 구에서는 2000년의 경우 Table 8, 11에 나타난 것처럼 수출 단지내 조사 구에서는 73 - 95개체, 2001년도의 경우 47.7 - 68.8개체로 발생량이 훨씬 낮았고, 과실의 조사에서는 피해과가 전혀 나타나지 않아 비교적 방제효과를 거두고 있는 것으로 조사되었다. 이와 같은 방제효과는 화학 살충제와 봉지 씌우기에 의한 방제효과로 판단된다. 파손된 봉지가 많았던 평택의 2000년도 조사구에서는 1.5%의 피해과 발생률을 나타내서 봉지 씌우기의 중요성을 알 수 있었다. 봉지 씌우기 전 시기에 성충의 누적 포획량은 수출재배단지내의 보동리, 모산리 및 소현리 등에서는 각각 59.7, 44.3

42.0 (Table 8)이었고 봉지를 씌운 후의 시기에는 33.7, 28.7, 53.0 (Table 11)으로 소현리를 제외하고는 봉지 씌우기 전에 발생량이 많았다. 2001년도의 경우에는 수출단지 내 조사구에서는 모두 봉지를 씌운 후에 낮은 발생량을 보였다. 수출단지내의 복숭아순나방 발생량은 2000년 소현리를 제외하고 조사기간 동안 발생량을 비교하면 대부분 봉지를 씌운 후 시기에 발생량이 적었지만 봉지를 씌운 과실에도 상당한 피해를 줄 수 있기 때문에 봉지를 씌운 후에 피해를 줄이기 위해서는 성충발생시기를 중심으로 방제를 실시하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

복숭아순나방의 첫번째 피크는 평균 89.4dd이며 두 번째 피크는 평균 713.9dd로 generation time은 1-2세대간에서는 평균 624.5이며 이후에는 550.9로 평균 587.7로 조사되었다. 복숭아순나방의 난기간은 약 100dd 정도임으로 번째 농약살포는 적산온도가 약 189.4dd 정도 되는 시점에서 방제를 실시하는 것이 중요하다.

2001년에 설치된 성페로몬트랩의 포획성적조사 결과 애모무늬잎말이나방은 5월말부터 우화를 시작하여 그림에는 나타나지 않았지만 11월 중순까지 우화가 확인되었다. 보통 1회 성충의 발생시기는 6월중하순으로 알려져 있으나 2001년도의 경우 이보다는 보름정도 일찍 나타났다. 7월 이후 페로몬트랩에 포획된 성적조사는 간격이 길어져 9중순에 피크를 보인 것으로 그림에 나타났으나 이는 7월말 이후부터 9월 중순까지의 누적된 수치를 나타내기 때문이다. 3회 성충은 통상 9월상,중순경에 나타나는 것으로 알려져 있는데(최, 1992), 1회 성충우화시기가 일찍 시작되는 것으로 미루어 3회 성충 출현시기가 일찍 시작되는 것으로 판단된다. 애모무늬잎말이나방의 2001년도 조사결과 봉지 씌우기 전 보다 봉지를 씌운 후의 발생량이 높은 것으로 조사되었다. 대부분의 살충제 살포가 봉지를 씌운 후 1개월 안에 이루어지기 때문이고, 발생횟수가 많기 때문인 것으로 설명될 수 있다. 본 조사에서 페로몬 트랩조사로 관행살포과수원에서 나타난 realized generation time은 625.7dd로 나타

났는데 이는 14-25°C조건에서 조사된 Milonas and Savopoulou Sultani (2000)의 결과인 618.9dd 와 거의 일치하였다.

참고문헌

- 김동순. 1996. 꼬마배나무이의 생태와 방제. 연구와 지도 37:32-23.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 원색도감 과수해충생태와 방제, 수원
- 백운하. 1985. 해충학. 향문사, 서울.
- 부경생, 송유한, 이준호, 이정운, 안용준. 1996. 사과해충 종합관리를 위한 기반기술 개발. 농촌진흥청. 285pp
- 양창열, 한경식, 부경생. 2001. 배나무에서 복숭아순나방의 발생과 피해. 한국응용곤충학회지 Korean J. Appl. Entomol. 40:117-123.
- 엄재렬, 권용정, 김장억. 1994. 미국식물검역기준에 적합한 사과병해충 방제체계 연구. 경상남도 경북대학교 농업과학기술연구소
- 이승찬 장한익. 1998. 배 병해충의 발생 생태와 종합 관리 기반 조성 연구. 농특과제 3차 년도 완결보고서, 농촌진흥청. 136p.
- 최귀문 (eds.) 1992. 원색도감 화훼해충 생태와 방제. 농업기술연구소, 224pp
- 최기문, 이순원, 안성복, 이문홍. 1989. 농진총서 10. 과수해충 원색도감. 발생생태와 종합관리. 사단법인 농진회. 220pp.
- Allen J.C. 1976. A Modified Sine wave method for calculating degree days. Environ. Entomol. 5:389-396.

Kim, D.S., J.H. Lee, and M.S. Yiem. 2000. Spring emergence pattern of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple orchards in Korea and its forecasting models based on degree-days. *Environ. Entomol.* 29: 1188-1195.

Milonas, P.G. and M. Savopoulou-Soultani 2000. Development, Survivorship, and Reproduction of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) at constant temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 93:96-102.

Oldfield, G.N. 1970. Diapause and polymorphism in California populations of *Psylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68:59-60.

Yamaguchi, A and A. Ohtake 1986 Disease and pests on fruit trees. Pp.286-288. Japanese Society for Rural Education. Tokyo

Tanaka, F. and S. Yabuki. 1978. Forecasting oriental fruit moth, *Grapholita molesta* Busck, emergence time on the pheromone trap method by the estimate of temperature *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 22:162-168.