

환경 친화형 사과종합생산체계의 구축
Establishment of Integrated Apple Production
System

연구기관

주관연구기관 : 경 북 대 학 교

협력연구기관 : 원예연구소 사과시험장

위탁연구기관 : 안 동 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “환경 친화형 사과종합생산체계의 구축” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 10월 일

주관연구기관명 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 윤태명

제1 세부과제 연구책임자 : 윤태명(경북대학교)

보조연구원 : 한수곤

보조연구원 : 박주현

보조연구원 : 사공동훈

보조연구원 : 박현수

제 2세부과제 연구책임자 : 엄재열(경북대학교)

보조연구원 : 도윤수

보조연구원 : 최세훈

보조연구원 : 여무일

협동연구과제 연구책임자 : 정재권(사과연구소)

연 구 원 : 변재균(영남대학교)

연 구 원 : 양상진(사과연구소)

보조연구원 : 김귀화(사과연구소)

김대현

송환수

위탁연구과제 연구책임자 : 박윤문(안동대학교)

보조연구원 : 황명규

요 약 문

I. 제목

환경 친화형 사과종합생산체계의 구축

II. 연구개발의 목적 및 필요성

국내외 환경의 변화로 과실시장에서의 경쟁이 치열해지자 고품질 다수확을 위해 화학비료와 농약을 지나치게 투입하면서 과수원의 생태계가 단순하고 불안정하게 되어 병해충이 돌발적으로 발생하는가 하면 내성이 생겨 약제방제가 어렵게 되었다. 한편으로 수질과 토양이 오염되고 생산한 과일에 대해서도 안전성이 위협을 받는 등의 문제가 나타나고 있다.

안전 농산물에 대한 소비자들의 관심이 크게 높아지고 있고 환경 관련 NGO의 활동이 활발해 짐에 따라 대도시 중심의 환경문제는 물론, 화학 의존적 농업구조에 의한 농촌 환경오염과 생태계 파괴에 대한 관심을 갖기 시작하였다. 일부 유기합성농약이 자연분해가 잘 되지 않아 환경에 미치는 부작용이 심각한 수준에 있다는 사실과 성장조절제의 발암 가능성 등이 대두되면서 기존의 농약과 성장조절제의 사용에 대한 제한이 날로 엄격해지고 있어서 대체방법의 개발이 시급한 실정이다.

농민들도 과다한 농약사용의 문제점을 깨닫기 시작하여 자제하거나 환경 친화적인 대체방법을 찾으려는 인식이 확대되고 있고, 화학 의존적 농업구조에 대한 대안으로 유기농법, 자연농법 등이 대두되고 있다. 1980년대 이후 해충의 생태적 특성 파악에서 출발한 해충종합관리 기술개발 노력이 결실을 맺기 시작하여 페로몬 트랩을 이용한 예찰, 약제의 선택적 살포, 천적의 보호, 교미교란제의 투입, 과수원 생태계의 다양화 등의 환경 친화적인 방법들이 보급되기 시작하였다.

키 낮은 사과원이 보급되면서 열간 초생, 수관하부 피복 등으로 제초제 사용이 자제되고 있으며 비료사용도 크게 줄어드는 등 환경 친화적인 재배기술이 자연스레 보급, 실천되고 있다. 아울러 이러한 과수원은 미세 환경의 개선으로 병해충발생이 줄어들었을 뿐 아니라 약제방제의 효과도 높아짐에 따라 농약살포 양과 횟수도 줄어들고 있어서 친환경적인 관리기술을 보다 손쉽게 적용할 수 있게 되었다.

이와 같은 배경 하에 다음과 내용을 주목적으로 본 연구를 실시하였다.

- 선진국의 과실종합생산 인프라, 핵심 생산기술, 보급 및 관리체계 등

을 분석하여 우리 현실에 맞는 환경 친화적 과실종합생산체계를 구축하고 대중적 보급을 위한 정책적, 기술적 방안을 제시.

- 국제 경쟁력이 가장 취약한 과수라 할 수 있는 사과에 대해서 개발되었거나 개발되고 있는 품질향상기술, 생산비절감기술, 병해충 종합관리기술, 수확 후 관리기술 등을 환경 친화적인 관점에서 총괄 정리하고 부족한 내용을 추가하여 환경 친화적 종합생산기술체계를 수립하고 현장에 보급.
- 저농약 투입을 통한 병해관리, 수확 후 관리, 수세불안정수의 전정체계, 환경친화적 적과기술 등 미흡한 단위기술 연구를 통해 종합생산기술체계의 up-grade.
- 우리의 경영여건과 환경, 현실에 부합되면서 고품질 안전 사과를 환경친화적인 방법으로 생산하기 위한 인프라를 구축하고, 기술 및 관리체계를 정립하고 생산과실에 대해 품질 표준화 및 인증제를 통해 수입과실과 차별화함으로써 생산자에게는 자신감을, 소비자에게는 신뢰감을 갖게 하여 국내사과시장을 지키면서 나아가 일본 등 해외 고급과실시장을 공략할 수 있는 기반 구축.

Ⅲ. 연구개발의 목표 및 내용

연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
<ul style="list-style-type: none"> ○환경 친화형 과실종합생산체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간 - 선진국의 종합생산사례 연구 및 단위기술 조사 - 사과종합생산을 위한 인프라 구축과 운영 방안 - 종합생산 지침서, 영농일지 등 작성 	<ul style="list-style-type: none"> - 선진국 과실종합생산 인프라 분석과 국내 품질인증제의 문제점 파악 - 선진국 사과종합생산기술과 국내 사과 재배기술과 비교 분석 - 품질 표준화 등급기준 설정 - 사과종합생산지침서 - 수확 및 수확후 관리지침서 발간 - 품질표준화 지표 발간 - 종합생산영농일지 발간
<ul style="list-style-type: none"> ○사과병해충종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발 - 저농약 병해충 종합관리 지침 설정을 위한 기초연구 - 저농약 병해충 종합관리 지침 보완 및 잠정 방제력의 pilot test - 저농약 병해충 종합관리 지침의 완성 	<ul style="list-style-type: none"> - 과수용 농약의 생태계 영향에 따른 분류 및 수확전 살포허용기준 설정 - 농약의 적정 살포량 결정을 위한 시험 - 살균제의 해충 응애 밀도에 미치는 영향 조사 - 환경친화형 살균제를 채용한 방제력의 보완 및 pilot test - 약제 살포지침 작성
<ul style="list-style-type: none"> ○사과종합 생산을 위한 단위기술 개발 - 왜성사과나무의 수세불안정수의 전정 체계 확립 - ‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 확립 	<ul style="list-style-type: none"> - 왜성사과나무의 외관적 적정수세 기준설정 - 수세 불안정수의 정지전정 방법 체계화 - ‘후지’ 사과의 환경친화적 적화제 이용방법 및 적과체계 확립
<ul style="list-style-type: none"> ○사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성 - 사과 주요 품종에 대한 수확시기 설정 - 주요 사과 품종의 저온저장 및 CA 저장 한계기간 설정 - 수확 및 수확후 관리 지침서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> - 수확적기 판정방법 및 지표 제시 - 주요 품종의 저온 및 CA저장 조건과 적정 저장기간 설정 모델 작성 - 품질 표준화 등급기준 설정 - 수확 및 수확 후 관리지침서 작성 - 품질 표준화 지표 작성

IV. 연구개발 결과 및 활용에 관한 건의

1. 연구개발 결과

가. 환경 친화형 과실종합생산체계의 구축과 사과종합생산 지침서, 영농일지 발간

- 1) 사과종합생산을 가장 체계적이고 엄격한 기준에 따라 추진하고 있는 나라는 스위스와 이태리 남티롤로, 스위스는 이미 1978년에 종합생산 실무조직(SAIO)이 조직되어 1982년에 종합생산지침을 제정하였고, 이태리 남티롤은 1988년에 실무조직 AGRIO가 결성되어 1989년에 종합생산지침과 이행프로그램을 만들고 안전사과의 친환경적 생산을 보편화하고 있다. 이 두 나라가 종합생산 관련 조직체의 구성과 운영, 인증체계, 마케팅, 홍보 등 모든 면에서 우리가 모델로 삼아야 할 대상으로 판단되었다.
- 2) 선진국과 우리나라의 종합생산 실현을 위한 단위기술 수준을 비교하면 이미 오래전에 왜성대목을 이용한 고밀식 재배가 정착 된데다 1980년대부터 친환경 재배기술 개발에 역점을 두어왔기 때문에 특히 영양관리기술, 병해충종합관리 기술, 수확 후 관리 기술 등이 구체적이고 현실성 있게 체계화 되어 있었다. 우리나라는 저농약 품질인증 기준 기준이 모호하고 기준 준수를 위한 구체적 재배기술 제시가 부족하므로 현실성 있고 기준이 확실한 친환경 재배기술체계의 확립이 필요한 것으로 판단되었다.
- 3) 우리나라에도 1993년부터 저농약 품질인증제가 시행되고 있으나 농민들의 인식이 부족하여 참여의지가 약하고, 인증기준을 모든 농작물에 대해 포괄적으로 규정함으로써 사과에 적용하기에는 모호하고 구체적이지 못하며 비현실적인 경우가 많았다. 인증기관의 관리의 인력의 부족한데다 사과에 대한 전문성이 떨어지고 지도, 연구, 농협 등 유관 기관과의 협조가 잘 이루어지지 않아 농민들의 애로사항을 해결하거나 충분하게 지원하지 못하고 있었다. 저농약 사과에 대한 농민들의 보상 기대가 지나치게 높은 반면 인증 농산물에 대한 사후 관리가 미약하여 시장에서의 차별화가 미흡하고 농민소득으로의 귀착이 충분하지 않은 것으로 파악되었다.
- 4) 사과종합생산을 위한 인프라로 구축하기 위해 중앙기구로 '사과종합생산협의회'를 구성하여 종합생산관련 세부 규정의 제정과 종합생산실천프로그램의 개발을 담당하도록 하고, 도 단위에는 '사과종합생산기술지원단'을 두어 현장애로의 해결, 지도인력 교육 및 기술자문, 현장교육

등을 지원하도록 하는 것이 필요하며, 주산지 시군에는 ‘사과종합생산관리팀’을 농업기술센터 내에 두어 종합생산과 관련한 기술지도, 지침이행 확인 등 인증과 관련한 제반 지원업무를 담당하도록 하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

- 5) 사과종합생산의 현장실현을 위해서는 FTA 기금지방자율사업 등 중앙 또는 지방정부의 사과관련 기존 정책을 친환경 사과종합생산과 연계하여 추진하고 농민청의 특화사업단, 농협의 산지유통현장자문단의 대농민 기술지도 및 경영컨설팅을 사과종합생산 참여 농가와 조직에 대해 우선적으로 하도록 한다.
- 6) 안동시 길안지역과 청송군 IPM사업단 참여 농민을 대상으로 종합생산지침 이행실결과 문제점을 검토하였던바 대부분의 경우 필지가 여러 개로 나누어져 있고 필지별 입지조건과 토양환경이나 수령, 대목의 종류, 재식거리가 다르고 혼식원이 많아 친환경적인 관리기술의 체계적 현장 투입이 쉽지 않았고 기록하는 습관이 없어서 관리내용을 성실하게 기록하지 않는 경우가 있었다. 따라서 지도인력을 보강하여 수시로 영농일지 기록을 확인하고 농가별 기록내용의 분석에 기초하여 맞춤형 지도를 함으로서 종합생산지침이 철저히 지켜지도록 하여야 할 것으로 판단되었다.
- 7) ‘사과종합생산지침’과 ‘수확 및 수확 후 관리지침’을 확정하였고 ‘사과종합생산영농일지’와 ‘시비 길잡이’, ‘병해충종합관리 길잡이’, ‘수확 및 수확 후 관리 길잡이’, ‘주요 사과 품종의 품질 등급화를 위한 지표’ 등의 소책자를 발간하여 ‘2005년도 사과종합생산영농자료모음집’에 묶고 농민들에게 보급하였다. 지난해의 성과와 문제점을 바탕으로 그 내용을 수정, 보완하여 매년 새로운 버전을 보급함으로써 사과종합생산 또는 우수농산물관리제도(GAP)의 정착을 앞당길 수 있을 것으로 생각된다.

나. 사과 병해충 종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제 체계의 개발

1) 농약 등록 상황 및 사용실태 조사

2002년도 한국농약공업협회에서 발행한 농약사용지침서에서 사과 경영살포제를 조사한 결과, 살균제는 90종으로 총제는 138종이 등록되어 있었는데, 이들 등록 농약의 사용실태를 전국의 124농가에서 조사한 결과, 연간 1회 이상 사용된 약제로 살균제는 30종, 살충제는 64종뿐이었다. 이들 품목의 생태에 대한 영향을 문헌에서 조사. 이들을 종합생산 허용약제 (녹색, G), 조건적 허용약제 (황색, Y) 그리고 사용금지 약제 (적색, R)로 분류하였다.

2) 농약의 과실 잔류 최소화를 위한 수확 전 살포 허용 기준 설정

종합생산에 사용 가능한 약제로 살균제로는 디치외 23종, 살충제로는 아바멕틴외 26종을 선정하였다. 사과생육기간 중의 각종 병해충의 감염 및 발생 상황과 각 품목의 병해충 방제 특성을 고려하여 개별품목의 사용 시기를 결정했는데, 이때 각 품목의 수확전 사용시한 등의 안전 사용기준에 근거하여 조생종, 중생종 및 만생종 품종에서의 각 약제의 살포가능시기를 결정했다.

3) 살균제의 해충 응애 밀도에 미치는 영향 조사

사과 종합생산에 사용 가능한 24종의 살균제 중에서 현재 연간 9회 살포 체계에서 사용되고 있는 9종의 살균제의 응애 및 천적에 대한 영향을 3년간 조사했다. 일부의 살균제가 응애의 밀도에 영향을 미친다는 사실은 확인되었으나 그 영향이 연차 간에 변동이 심하여 일정한 경향을 도출하기 어려웠다. 특히 응애 방제효과가 높은 것으로 알려진 품목까지도 그 결과에 일관성이 적었다. 따라서 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향은 일정하지 않고 그 정도 또한 그리 크지 않을 것으로 생각되므로 응애 밀도에 미치는 영향 때문에 특정 살균제를 배제할 필요는 없는 것으로 판단되었다. 또 무당벌레와 풀잠자리알의 밀도는 너무 낮아 살균제와의 관계를 설명할 수 없었다.

4) 저수고 밀식재배원의 적정 살포약량 결정

저수고밀식재배원에서의 적정 약량을 결정하기 위한 실험을 3년간 수행했는데 2003년을 제외하고 2년간에는 병 발생율이 너무 낮아 결과를 얻을 수 없었다. 2003년에도 병 발생이 충분하지는 못했으나 병 방제효과는 살포약량에 따라 비례한다는 결과가 얻어졌다. 10a당 살균제를 200리터 살포한 경우의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율은 400리터 살포한 경우의 약 2배였고 약량을 300리터로 한 경우는 그 중간 정도였다. 그러나 그 결과를 경영적 측면에서 검토해 본 결과 약량을 늘리므로 추가로 소요되는 농약대와 병 방제효과의 제고로 인해 얻어지는 과실의 가격을 비교해보면 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제를 위해 살포약량을 늘리는 것은 별로 실리는 없어 보였다. 그러나 수관구조가 복잡한 일반재배원에서는 사정이 달라 질 수 있으므로 개별 과수원의 사정에 맞도록 적정 살포약량은 개별농가에서 결정할 수밖에 없다. 그러나 이 실험에서 얻어진 것처럼 농약의 살포량을 절반으로 줄이면 병 발생량은 5배가 증가한다는 사실을 고려해야 할 것으로 생각되었다.

5) 환경친화형 살균제의 탄저병 및 겹무늬썩음병 방제효과 검증

살균제 살포체계 내에서 개별 살균제가 어느 정도 병 방제에 기여하는지를 조사하는 방법으로 완전살포구와 매회 살균제 살포 시에 한 시험구에 대

해 그 시기의 약제를 생략하는 시험구를 설치하고 1회씩 살균제를 생략한 구에서의 발병율과 완전살포구에서의 발병율을 비교함으로써 생략한 살균제의 병 방제효과를 검정했다. 후지품종에서는 2년간 발병율이 너무 낮아 충분한 검정을 할 수 없었으나 생육기간 중에 50일간 살균제를 살포하지 않아도 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제에는 큰 문제가 없는 것으로 밝혀졌다. 그러나 탄저병의 경우에는 살균제의 생략이 발병율에 상당한 증가를 가져왔는데, 이는 개별 약제의 병 방제효과의 차이에 의한 것이 아니고 시기별 감염율의 있어서의 연차간 차이가 반영된 것으로 추정되었다. 따라서 이러한 방법으로는 개별 살균제의 병 방제효과를 정량적으로 평가하기는 곤란한 것으로 판단되었다. 그러나 기본 방제력에서 특정 시기의 약제만 달리하는 복수의 완전살포구를 설치한다면 개별 살균제의 상대적 병 방제효과의 검정이 가능할 것으로 생각되었다.

6) 농약의 수확 전 살포 허용 기준 설정

조, 중생종 품종에 대한 수확 전 살포 허용기준의 설정을 위해서는 우선 이들 품종에 대해 25일 간격 살포체계로 병의 경제적 방제 가능 여부를 검토하고 그 결과에 의거하여 3차년도에는 수확 전 사용 시한이 다른 여러 종류의 살균제를 사용하여 방제체계를 작성하고 이를 과수원에 적용하여 병 방제효과를 검정하는 한편 수확한 과실에서 최종 살포 살균제의 잔류량을 조사했다.

2004년도에는 8월 17일, 2005년도는 8월 23일에 수확했는데, 탄저병의 발병율은 매우 낮았다. 2004년도 낙화직후까지만 살균제를 살포한 4T-0구에서 탄저병 발병율이 4.3%에 불과하였고, 살균제 살포구에서는 거의 병이 발생하지 않았다. 2005년도에도 탄저병이 거의 발생하지 않아 낙화직후의 살포까지만 살균을 살포한 5T-0에서 조차 발병율이 3.2%에 지나지 않았고 약제 처리구에서는 거의 병이 발생하지 않았다.

이러한 결과로 본다면 조생종 품종에서는 7월 중순에 살균제 살포를 종료해도 병 방제에는 거의 문제가 없는 것으로 나타났으며, 수확 전 40일경에 살포를 종료하면 공시한 5종의 살균제 모두 잔류허용기준 이내이며 그것도 pyraclostrobin 1종을 제외하고 기준치의 1/10 이하였다. 잔류량이 가장 많았던 pyraclostrobin 도 잔류허용기준의 1/2.4로 한국 농산물품질관리원에서 설정한 저농약 인증 범위에 속할 수 있으나, 기상조건에 따라 그 범위를 초과할 우려가 있으므로 최종 약제로는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 그리고 captan의 잔류량은 허용량의 1/350 정도로 매우 적은 것으로 나타났으므로 조생종은 물론 중생종에서도 최종 약제로 적합한 것으로 나타났다.

7) 환경친화형 사과 병 방제체계의 개발

2004년부터 2년에 걸쳐 병에 대한 감수성이 각각 다른 후지, 홍옥 및 홍

로 품종에 대한 25일 간격 살포체계를 개발하기 위한 시험을 수행했다. 2004년도에는 후지.홍로 혼식원에 대해 4종, 후지 품종과 홍옥품종에 대해 각각 5종의 살포체계를 작성, pilot test 했으나 전반적 병 발생율이 너무 낮아 신뢰도가 높은 결과를 얻을 수 없었다. 2005년도에는 후지품종에 대해 6종, 홍옥과 홍로품종에 대해 각각 5종씩 살포체계를 검정했다. 2005년도에도 후지품종에 있어서는 병 발생이 너무 적어 8월 하순의 최종 살포를 생략하여 갈색무늬병의 발생을 유도한 결과, 갈색무늬병은 5월 상순 낙화직후에 살포한 살균제에 의해 크게 좌우된다는 사실이 밝혀졌다. 그러나 후지품종에서 겹무늬씩음병과 탄저병은 거의 발생하지 않았다. 그런데 홍옥과 홍로품종에서는 탄저병 발병율이 매우 높아 신뢰도가 높은 결과를 얻을 수 있었다. 홍옥품종에서는 5월 하순부터 살균제를 전혀 살포하지 않은 구에서 77.7%의 이병과율을 보였는데도 5월 하순에 신규약제인 pyraclostrobin을 배치하고 8월 상순 최종 살포시에 captan을 살포한 시험구에서의 탄저병의 발병율을 5.3%까지 억제할 수 있었으므로 광범위 적용이 가능할 것으로 판단되었다. 한편 홍로품종에서는 5월 하순 이후 무처리구에서의 발병율이 탄저병이 61.6% 그리고 겹무늬씩음병이 1.6%가 발생했으나 piraclostrobin, dithianon, trifloxystrobin, captan을 25일 간격으로 살포한 구에서 탄저병과 겹무늬씩음병을 각각 5.9%와 0.5%로 억제할 수 있었다. 따라서 탄저병에 대해 감수성이 가장 높은 홍로 품종에서도 25일 간격의 살포체계를 적용할 수 있는 가능성이 확인되었으며 이 체계의 광범위 적용을 위해서는 농가 실증시험을 거쳐야 할 것으로 판단된다.

다. 사과종합 생산을 위한 단위기술 개발

1) 왜성사과나무의 수세불안정수의 전정체계 확립

가) 왜성사과나무의 적정 수세기준 설정 및 수세에 따른 영양조건 해석

- 적정 수세 및 수량과 과실 품질을 유지하는 나무는 평균 신초길이가 20cm 전후, 10cm 이하의 짧은 가지 비율이 15~20%, 40cm 이상 긴 가지 비율이 5~10% 범위이고, 2차 생장지 비율이 10% 정도인 나무가 적당하다고 판단되었다.
- 엽내 N 함량은 21 ± 1 g/kg 범위였다.
- 질소 함량은 녹색도 수치(SPAD-502)와 정의 상관성이 인정되었다.

나) 수세 불안정수의 정지전정 방법 및 응급조치 방법별 결과 평가

- 평균 신초장은 전정시기가 늦을수록 평균 신초장이 짧아졌고, 2차 생장지의 비율도 감소되는 경향이였다. 특히 9월 전정의 경우는 생육억제 효과가 이듬해까지 영향을 미치는 것으로 나타났다.
- 환상박피 처리 방법별 생육 상태는 박피폭 10mm 까지는 당해연도

신초생육에 약간의 영향을 미쳤지만 이듬해는 차이가 없는 것으로 조사되었다.

- 전정시기와 환상박피를 동시에 처리한 결과 생육억제 효과는 6월 전정에서 신초길이가 짧았고, 2차 생장은 6월과 9월 전정은 없었다.
- 과실 수량은 환상 박피구에서 적어지는 경향이고, 과중은 6월과 9월 전정구에서 감소되었다.
- 당도는 환상박피 정도가 클수록 높아지는 경향이었다.

2) ‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 확립

가) 2003년

- 7년생의 ‘후지’ 사과나무에서 석회황합제의 적화효과를 검토한 결과 석회황합제 살포회수를 4회, 3회, 2회 무살포로 하였을 때 살포회수가 많을수록 적화효과가 컸다.
- 중심화 만개후 부터 만개후 10일 사이에 배낭식 분무기로서 석회황합제를 2~4회 살포할 경우에 잎에는 약해발생이 없었으며, 유과에서의 동녹 발생도 무처리 과실과 차이가 없었다.
- 석회황합제 개화기 살포에 의한 적과 노력 경감효과는 4회 살포시 35.7~40.5%, 3회 살포시 26.9~27.7%, 2회 살포시 13.9%에 달하였다.

나) 2004년

- 6년생의 ‘후지’/M.9 사과나무에서 100배로 희석한 석회황합제와 1.5%와 2.5%의 ammonium thiosulfate (ATS)를 정아화 중심화 만개기와 액화아 중심화 만개시에 살포한 결과 ATS 1.5%와 석회황합제 100배액의 적화 효과는 비슷하였고, ATS 2.5% 살포에는 이들보다 적화효과가 더 강하게 나타났다.
- ATS는 화층엽의 엽연(葉緣)이 타는 약해를 발생시켰으나 석회황합제는 화층엽의 약해 발생은 없었다. 유과의 동녹발생에 미치는 석회황합제와 ATS의 영향은 크지 않았다.
- 적과노력 절감에 미치는 효과를 보면 석회황합제 100배액 2회 살포는 34.0%, ATS 1.5%는 39.5%, ATS 2.5%는 49.5%에 달하였다.
- 적화제 살포에 의한 다음해의 개화율은 무처리와 차이가 없었다.

다) 2005년

- 7년생의 ‘후지’/M.9 사과나무에서 100배액의 석회황합제 및 1.5%의 ATS를 개화기 전후에 2회 살포한 구와 만개 3주후에 200ppm의 에테폰 및 150ppm의 벤질아데닌을 살포한 구 및 적화제를 살포하고 다시 적화제를 살포한 구를 두어 이들의 적과효과를 검토하였다. ATS 1.5%를 살포한 다음 에테폰 200ppm을 재살포한 구에서 적과효

과가 컸다. 이들 적화제 및 적과제 처리는 화중 결실률과 정아화 결실률 감소에는 효과가 없었으며, 액아화 결실률에서만 감소 효과가 나타났다.

- ATS 1.5% 살포는 잎에 약해를 발생시켰으며 그 밖의 모든 적화제 및 적과제 살포는 잎의 약해를 발생시키지 않았다. 과실의 동낙발생에 미치는 이들 약제의 영향은 불분명 하였다.

3년간의 시험결과로 미루어 볼 때 정아화 만개기와 액아화만개기에 석회황 합제를 살포하는 것이 안전하고 실용적인 적화제 이용방법이라 여겨진다. 인공수분을 하고 적화제를 살포한다면 결실불량의 우려를 피할 수 있을 것이다.

라. 사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성

- 1) 조생, 중생, 만생종 주요품종의 수확시기 판정을 위한 전분지수 표준화
- 2) 소비품질한계점 판정에 적합한 품질요인 및 기준 책정: 조직감을 나타내는 과육 경도가 사과 품질 판정을 위한 가장 적합한 품질요인으로 조사됨.
- 3) 품종별 저장방법에 저장한계기간 설정
 - 가) ‘쓰가루’: 저온저장+상온유통 시 1.0-1.5개월, 저온저장+저온유통 시 2개월, CA저장+상온유통 시 3개월, CA저장+저온유통시 4개월 이상
 - 나) ‘홍월’: 저온저장+상온유통 시 1-1.5개월, 저온저장+저온유통시 2-3개월, CA저장 시 4개월 이상
 - 다) ‘후지’: 수확시 전분지수 1.0 이하인 경우: 저온저장 4개월,
CA저장 8개월 이상
수확시 전분지수 1.5 수준: 저온저장-상온유통 시 5개월,
저온저장-저온유통시 6개월;
CA저장 시 8개월 이상.

2. 결과활용에 관한 건의

- 가. 환경 인증 농산물을 ‘저농약 농산물’로 표시하는 것은 소비자에게 거부감을 주므로 저농약 농산물 인증기준보다 엄격한 사과종합생산 기준에 따라 생산된 사과는 ‘친환경 종합생산사과’로 표시할 수 있도록 허용.
- 나. 중앙에 ‘사과종합생산협의회’, 주산지 도 단위에 ‘사과종합생산기술지원단’, 주산지 시군에 ‘사과종합생산실무팀’ 구성하여 사과종합생산을 주관 또는 지원할 수 있도록 조치.
- 다. ‘사과종합생산지침서’, ‘사과종합생산영농일지’, ‘시비 길잡이’, ‘병해충종합관리 길잡이’, ‘농기계관리 길잡이’, ‘수확 및 수확 후 관리 길잡이’ 등

의 소책자를 한데 묶어 '사과종합생산경영자료모음집'을 매년도 만들어 농업기술센터, 전문농협, 농민들에게 보급토록 조치.

사과전담지도사는 영농일지의 기록내용을 분석하여 개별농가 기술지도에 참고할 것.

라. 지침서, 영농일지와 관련 기술소책자는 국내외 동향과 신기술의 개발, 이전 해의 성과와 문제점에 따라 '사과종합생산협의회'에서 수정, 보완하여 매년 새로운 버전으로 보급하도록 조치.

바. 영양관리, 결실관리, 수확 후 등 선진국에 비해 낙후한 분야의 환경 친화적 기술개발에 대한 지원.

사. FTA기금지방자율사업에서 사과IPM사업은 친환경 사과종합생산 사업으로 전환하도록 조치.

아. 주산지 시군에서 친환경 사과종합생산에 관한 세미나 개최를 장려하여 공감대를 형성하고 현장 파급을 촉진.

자. 농업기술원, 기술센터, 전문농협 등에 기술 자료로 활용.

차. 본 연구에서 개발된 병 방제체계를 사과재배 농가에 공개하고 광범위하게 적용하도록 하기 위해서는 넓은 지역에서 농가 실증시험을 거쳐야 하므로 앞으로 최소한 2년 정도의 기간동안 더 검토한 후에 일반에 공개할 수 있도록 배려.

SUMMARY

I. Title

Establishment of Integrated Apple Production System

II. Objectives and necessity

- Too much application of chemical pesticides and fertilizers for higher productivity caused imbalance of orchard-ecosystem and developed resistance of different pests. Consequently it led high plant protection expenses and pollution of fruit and environment.
- Severe criticism by the consumers and often indiscriminate input of chemical pesticides in fruit production.
- Bad image for apples in general with negative effects for the consume.
- A restriction of chemicals-application in fruit production is tighten with time because of the risk of cancer and environmental contamination.
- Fruit growers were motivated by slightly improved marketing prospects for their fruit in a saturated market. They began to recognize a negative effect of intemperate chemicals application and to carry out alternate measurements. Environment-oriented farming or organic farming are on issues as alternatives to conventional farming.
- Many alternative measurements such as monitoring pest using pheromone trap, protection of natural enemies, mating disruption, chemical use strategies or resistance management, etc. are developed and begin to apply in orchard.
- Recently replacement of conventional low-density orchard by smaller trees at higher density made easy to manage and apply pro-environmental measurements.
- Development of a chemical spray program that can be adopted in the integrated fruit production of apple by using the chemicals of least adverse effect on the environment.
- Presentation of political and technical frame for establishment of integrated fruit production with reality in our country by analysis of infra structure and management system for integrated fruit production, core production measurements and extension system.
- Introduce of production manuals for integrated fruit by summarize of

- practical techniques for quality improvement, cut down the cost of production, pest management, post-harvest management.
- Research and development of pruning and thinning techniques, post-harvest and disease management in aspect of integrated fruit production.
 - Establishment of integrated fruit production system to improve competitiveness of our apple industry.

III. Contents and scopes

- 1) Establishment of Integrated Apple Production System, and Publishing of the Guidelines and Orchard Register
 - Case study of integrated fruit production in advanced countries.
 - Comparative study of management techniques for integrated fruit production in advanced countries and Korea
 - Presentation of infra structure scheme for establishment of integrated fruit production with reality in our country
 - Publication of the guidelines for integrated fruit production, orchard register and technical small books.

- 2) Establishment of guidelines for integrated disease and insect pest management in apple and development of environment-friendly spray program with reduced use of chemicals.
 - The chemicals of current using in apple production was classified by their influence on environment, and the chemicals which can be applicable in the integrated fruit production were selected. To minimize the chemical residue on the fruit, the application time of the selected chemicals were determined by their control efficacy against disease and insect pest and the guidelines of spray before harvest. The control efficacy of the selected chemicals against white rot and bitter rot were assessed. The selected fungicides were tested for their effect on the population of mites and predators. Trials to determine the optimum spray volume for high density culture was conducted. Spray programs with selected fungicides for late season variety and mid-season varieties in which the kind of fungicide and spray sequence were varied were developed, and they were subjected to pilot test for their control efficacies against white rot, bitter rot and marssonina blotch for

two successive years.

3) Development of unit technique for Integrated Apple Fruit Production

- Develop pruning techniques for controlling tree vigor on high density apple orchard system
 - To find criteria tree vigor in high density apple orchard system and develop techniques for controlling tree vigor.
 - Optimal mineral condition and criteria of tree vigor in dwarf apple tree.
 - Pruning and temporary methods on very vigorous tree.
- Development of environmental friendly thinning system for 'Fuji' apple tree
 - Effect of lime sulfur on thinning.
 - Comparison of thinning efficiency between ammonium thiosulfate (ATS) and lime sulfur.
 - Effect of ethephon and benzyladenine (BA) as well as ATS and lime sulfur on fruit thinning or flower thinning.

4) Establishment of Optimum Postharvest Management and Standard Manual of Apples

- Appropriate harvest indices of major apple cultivars
- Determination of storage potential as influenced by storage methods
- Establishment of optimum postharvest handling procedures for apples

IV. Results and Application

1. Results

1) Establishment of Integrated Apple Production System, and Publishing of the Guidelines and Orchard Management Record Book

- The concept of an Integrated Fruit Production (IFP) which was first developed in western countries is the economic production of high quality fruit products with the use of natural and current production methods that lessens environmental stress. IFP was successively carried out with the most systematic and strict criteria in Switzerland and South Tyrol of Italy. In 1978, the SAIO

(Schweizerische Arbeitsgruppe für Integrierte Obstproduktion), a working group concerned in the establishment of guidelines and procedures for IFP, was organized in Switzerland. In 1982, SAIO launched an IFP Program that was aimed to ensure the quality and safety of products by transferring technologies to orchard growers and monitoring the certification and analyses for chemical residues in fruits. AGRIO (Arbeitsgruppe für integrierten Obstbau in Südtirol) was formed in South Tyrol of Italy in 1988 and guidelines for IFP were also established in 1989. IFP in these countries are still active and gained worldwide acceptance. Because organizations for IFP are well organized and programs in the areas of research, extension, advertising and marketing is working with success, these integrated fruit production systems may serve as a model for the Korean fruit industry to improve the production of safe and high quality fruits.

- High density orchard system in western countries has been established since 1960s and researches in the environmental aspects of apple production has been intensified since 1980s. Consequently techniques in integrated nutrition management, integrated pest management, and post harvest management was further developed and became crop-specific. On the other hand, Korea has low technical know-how in the different aspects of IFP because fruit growers are more familiar with conventional production system than high density orchard system, and have less experience in integrated pest management.
- Even though quality assurance of agricultural products was established in 1993 by the National Agriculture Product Quality Management Service (NAPQMS), there are still problems and constraints in fruit quality due to the poor acceptance of IFP in Korea. The change of production from conventional to IFP system was not easily accepted by fruit growers, because most of the time the increase in labor does not result to increase in income. Moreover, the guidelines for production are not yet clear. NAPQMS is concerned in monitoring and certification of agriculture products but the programs of NAPQMS are not crop-specific, therefore the application of integrated production systems were not optimized. Networking between research and extension units are also not well organized. Moreover, there is a lack of a centralized marketing system that results to poor quality control.
- Establishment of three institutions/organizations is necessary for the

development of IFP in Korea. First is the establishment of a committee to regulate acts related to the promotion and development of IFP programs at the national level. Second, is a consultative group at the provincial level with missions to provide technical support, develop new production technologies, training of extension workers, and consultative duties. Thirdly, is a working group at the county level that deals with the administration of the enrolled procedures, distribution of IFP programs, technology transfer, and control of enrolled farms and packing houses.

- For the materialization of a comprehensive apple production system, it is necessary that the existing apple production policies of the national and local government such as FTA to fund local autonomous projects that promote environment-friendly and integrated fruit production. A technical instruction and management consultation for farmers by Specialized Business Team from the Rural Development Administration and an On-site Distribution Consultation Team from the NACF should be provided to farms and organizations that participate in the comprehensive apple production.
- An investigation of performance and problems of a integrated apple production guideline was conducted on the farmers who joined the IPM Project in Gilan area, Andong City and Cheongsong-gun. The investigation showed that the application of environment friendly management technology has some problems like, lands divided into several pieces and located in different areas with different atmosphere and soil environment, age of tree, rootstocks and planting distance. Moreover, most orchards are planted with different apple cultivar. Farmers are also not used to recording, so in most cases, the farm management schedule are not recorded in detail. Therefore, it is necessary that the comprehensive production guideline be observed by strictly following the farming record and by giving guidance on the basis of analyses of the record per farm.
- The author published the 'Integrated apple production guideline'. He also published small books such as 'Orchard management record book for integrated apple production', 'Guide to fertilization', 'Guide to integrated pest management', 'Guideline to harvest and post-harvest management', and 'Apple quality criteria for market-oriented grading'. Finally he integrated these books into

'Collections of comprehensive apple production farming materials in 2005' to distribute to farmers. It is possible to establish earlier comprehensive apple production or Good Agricultural Practices (GAP) by adapting and fine-tuning the contents of the collections on the basis of results and problems of the previous year and by providing a new version every year.

2) Establishment of guidelines for integrated disease and insect pest management in apple and development of environment-friendly spray program with reduced use of chemicals.

- Status of registration of the chemicals for apple and classification of them by their influence on environment

By 2002, 90 fungicides and 138 insecticides were registered for apple. Among them 30 fungicides and 64 insecticides were actually used by 124 farmers surveyed. The chemicals that have used at least one time by the 124 farmers were classified into 3 groups as Green, Yellow and Red by their influence on the environment.

- Establishment of guidelines for usage of the chemicals to minimize the residue on apple fruit.

As the chemicals to use in IFP, 25 fungicides and 26 insecticides were selected. The time of spray of each chemical during the apple growing season for minimizing the chemical residue on apples of different harvest season were decided under the consideration of the properties of the chemicals and guidelines of the safe use of each chemicals.

- Effect of fungicides on the population of mite and predators.

Some fungicides had influenced on the population of the mite, but their activities were varied by the year. Therefore, it was determined that the effect of the fungicides on the population of mite are not necessary in the selection of fungicide. The population of the predators such as *Harmonia axyridis* and *Neuroptera* was too small to determine the effect of the chemicals.

- Optimum spray volume for high density cultivation.

Control efficacy of the diseases was closely related with the spray volume. The disease incidence at the plot where 200 ℓ of chemical suspension was sprayed per 10a was 5 times higher than those sprayed 400 ℓ, and the incidence at 300 ℓ sprayed plot was roughly the middle of them.

- Assessment of contribution value of the selected fungicides adopted in the spray program on the control of white rot and bitter rot.

The contribution value of each fungicide adopted in the spray program was assessed by comparing the incidence of the diseases at each plot where the relevant fungicide in each spraying time was omitted and those of the complete spray plot. The assessment on Fuji cv. was failed by the low incidence of white rot in the two successive years. The incidence of white rot in each plot where one fungicide was omitted was not differ with that of the complete spray plot. This fact indicated that the omitted fungicides had played no role in the control of the disease. However, in the trials on the Jonathan cv. omission of some fungicides brought about increase in the bitter rot incidence in comparison with that of the complete spray plot, indicating positive role of the omitted fungicides on the control of the diseases.

- Establishment of guidelines for pre-harvest chemical spray.

It was confirmed that good disease control could be achieved on the early-season variety (c.v.Tsugaru) in two successive years from 2004 by 25-day interval spray programs in which the final spray was conducted 40 days before harvest. Chemical residue were far lower level of minimum residue level (MRL) of each fungicide. Especially, as the residue of captan was extremely low, it might be suitable for final spray not only for early season varieties but also for those of mid-season.

- Development of environment-friendly spray program for integrated apple production.

Trials to develop the 25-day interval spray programs for apple varieties of different susceptibility against major diseases was

conducted in two successive years from 2004. In 2004, four spray programs for mixed culture orchard of cv, Fuji and Hongro, 5 programs for cv. Fuji and Jonathan, respectively were tested, but the disease incidences were too low to obtain reliable data. In 2005, 6 programs for cv. Fuji, 5 for cv. Jonathan and Hongro were tested. In Fuji cv., incidences of white rot and bitter rot were also too low to assess the control efficiencies of the programs against those diseases, but substitution of the combined formula of mancozeb and myclobutanil at petal fall with metconazole greatly enhanced the control efficiency against marssonina blotch. The disease incidence of bitter rot on the mid-season varieties in 2005 was sufficiently high to assess the control efficiency of the spray programs. Disease incidence in the plots where the fungicides were completely excluded from late May was 77.7% and 61.6% on Jonathan and Hongro, respectively. In spite of the high epidemics, the disease incidence in the plots where a specific spray program was adopted was suppressed to 5.3% and 5.9% in cv. Jonathan and Hpngro, respectively. This fact indicated that the spray program of 25-day spray interval can also be adopted on mid-season varieties those are highly susceptible to bitter rot. However, the spray program developed in this study should be subjected to restricted farm test before promoting it to actual farming.

3) Development of unit technique for Integrated Apple Fruit Production

(1) Develop pruning techniques for controlling tree vigor on high density apple orchard system

- Optimal mineral condition and criteria of tree vigor in dwarf apple tree
The objective of this study was established a basis of tree vigour to evaluate vegetative growth, nutrition in leaves, yields and quality on bearing apple orchard with enough to cropping conditions. Optimal tree vigor is referred to condition to regularly maintain fruit yield and quality as well as to be managed not trouble. It is about 20cm in mean shoot length, and 15~20 percent of below 10cm-length branch, 5~10 percent of upward 40cm-length branch, when it is about 10 percent of second shoot. Foliar Nitrogen Contents were within $21 \pm 1g/$

kg according to the increase of tree vigor, on the contrary were those of Calcium. Foliar Nitrogen contents were positively related to the degree of green (SPARD 502).

- Pruning and temporary methods on very vigorous tree.

On very vigorous 'Fuji BC2'/M.9 apple tree, the effects of methods decreasing vigor were compared with that in terms pruning time and degree of ringing. Pruning treatments were carried out in June and in September, respectively, being compared with dormant pruning as control. Average shoot length is shortened to delayed pruning time and the rate of second shoot tend to decrease. Especially, in September pruning treatment, the effects of pressing growth were showed to following year. Ringing treatments to 10mm in width affect growth conditions of shoots in current year but following. In both pruning time and ringing treatments, the effects of pressing growth was highest in June pruning treatment and second growth did not occur in June nor in September pruning treatment. The yields of fruits were lower in every ringing treatments. However fruit weights were higher in both ringing and dormant pruning treatment except in June and September pruning. Soluble solid contents of ringed fruit tend to increase. Controlling tree vigor will be accomplish by a means of pruning time, ringing and these two methods. However gradual control methods will be applied to regulate overgrowing tree yearly except drastic control methods.

(2) Development of environmental friendly thinning system for 'Fuji' apple tree.

- In 2003, efficiency of lime sulfur (100 fold diluted solution) on flower thinning was increased by spraying times ($2 < 3 < 4$ times) in 7-year-old 'Fuji'/M.26.

- When 100 fold diluted lime sulfur solution was applied by backpack hand sprayer for 2-4 times within 1-10 days after full bloom at central flower of terminal buds, there was no notable injury of chemicals in leaves There was no statistically different effect on

- occurrence of russeting on 'Fuji' fruits between treatment and control.
- Effort of hand thinning was reduced by number of lime sulfur application (four-time-spray to 35.7-40.5%, three-time-spray to 26.9-27.7%, two-time-spray to 13.9%).
 - The efficiency of ATS and lime sulfur on thinning was tested in 2004. There was no difference on thinning effect of two-time-spray between 1.5% ATS and 100 fold diluted lime sulfur solution. However, two-time-spray of 2.5% ATS was showed more effective thinning.
 - Two-time spray of lime sulfur was not shown burning at the leaf margin of flower cluster leaves while the symptom was occurred by two-time spray of 1.5% ATS as well as 2.5% ATS.
 - In two-time spray experiment of thinning chemicals, effort of hand thinning was decreased to 34% by lime sulfur compared with control. 1.5% ATS caused 39.5% reduction and 2.5% ATS to 49.5%.
 - Flowering rate of following year after application of thinning chemicals indicated no difference between control and treatments.
 - In 2005, for flower thinning lime sulfur (100 fold diluted solution) was sprayed twice at full bloom stage of terminal buds and at full bloom of axillary buds. Either with 200 ppm of ethephon or 150 ppm of BA was sprayed three-week after full bloom. 1.5% ATS was applied with the same combinations of thinning chemicals as lime sulfur. The effect of combined treatments was compared with single treatment of ethephon or BA as control.
 - All treatments showed reduced fruit setting at axillary buds. The treatment of 1.5% ATS followed by 200ppm of ethephon showed the most effective thinning. There was no statically significant difference among other treatments.
 - Only 1.5% ATS application showed injury of chemicals at flower cluster leaves while it was not clear the side effect of thinning chemicals in russeting.

4) Establishment of Optimum Postharvest Management and Standard Manual of Apples

The limit values of physicochemical quality attributes as related to the sensory evaluation score 5.0, the criterion level of consumers'

acceptance, were different by cultivars and harvest seasons. The criterion levels of flesh firmness for texture, especially crispness and juiciness were around 12.5 N/5 mm Φ (11.7 in 2003-04 season; 13.3 in 2004-05 season) in 'Tsugaru', 10.0 N/5 mm Φ in 'Hongwol', and 10.5-10.8 N/5 mm Φ in 'Fuji' apples. The levels of juice acidity for sourness rating 5.0 were 0.28% in average (0.25-0.30%) in 'Tsugaru', 0.21-0.25% in 'Hongwol', and 0.22-0.24% in 'Fuji' apples. Relationships between flesh firmness and texture, and between acidity and sourness were highly significant, whereas no consistent relationship was observed between soluble solid concentration and sweetness rating.

Storage potential of 'Tsugaru' apples were estimated by harvest maturity on the basis of conventional distribution procedure. When fruits were harvested at the stage of starch index 3.0-2.5 level, storage potential was less than one month for refrigerated air-storage (RS)+ambient shelf temperature (ASh) apples, 1.5-2 months for AS+7°C shelf temperature (LSh) apples, and about three months for CA-stored (CAS)+ASh apples. and 3.5 months for CAS+LSh apples. The storage potential was extended by advanced harvest maturity (starch index 3.5 stage) to 1.0-1.5 months for RS+ASh, 2 months for RS+LSh, 3 months for CAS+Ash, and longer than four months for CAS+Lsh apples. In 'Hongwol' apples, the storage potential appeared to vary in the wide range according to harvest maturity. The storage potential could be 1.0-1.5 months in RS+ASh, 2.0-3.0 months in RS+LSh apples, and longer than 4 months in CAS apples. 'Fuji' apples also showed different storage potential by harvest maturity, which were estimated as four months in RS apples and longer than 8 months in CAS apples when harvested at maturity stage of starch index >1.0 (Oct. 20, 2003). In contrast, apples harvest earlier at starch index 1.5 (Oct. 16, 2004) showed higher texture and sourness ratings until four-month storage, indicating that storage potential of 'Fuji' apples could be extended to 5 months in RS+ASh, 6 months in RS+LSh. Shelf temperature seemed to affect sensory evaluation of RS apples to some extent, whereas the effects seemed to be minimal in CAS apples.

2. Applications

- 1) Political and technical frame for establishment of integrated apple production with reality in our country by analysis of infra structure and management system for integrated fruit production, core production measurements, and extension system could be provided. By the introduction of the guideline for IFP and related production manuals the economic production of high quality apple with the less use of agro-chemicals could be definitively accepted by our apple grower. Therefore, our apple industry will recover international competitiveness.
- 2) The chemicals of current using in apple production was classified by their influence on environment, and the chemicals for IFP were selected. To minimize the chemical residue on the fruit, the application time of the selected chemicals were determined by their control efficacy against disease and insect pest and the guidelines of spray before harvest. Chemical spray programs for IFP that could be adopted in the integrated fruit production of apple by using the chemicals of least adverse effect on the environment were developed.
- 3) Results of optimum attributes for apple quality evaluation suggest the importance of flesh firmness and juice acidity as related to texture and sourness. Measurement of firmness can be a useful tool to determine storage potential of apples based on consumers' acceptability.
 - These experimental results will be Spread of practical technique and training material at every consulting
 - These experimental results could be published at professional pomology journals such as "Gyeongbuk Noongkum" or "Hankuk Kwasoo" and used as educational materials for consulting or farmer education as well.
- 4) Results of optimum attributes for apple quality evaluation suggest the importance of flesh firmness and juice acidity as related to texture and sourness. Measurement of firmness can be a useful tool to determine storage potential of apples based on consumers' acceptability.

Contents

Chapter 1. Outline of research development for project.....	30
Section 1. Necessity and objectives.....	30
1. Technologic aspect.....	30
2. Economic and industrial aspect.....	30
3. Social and cultural aspect.....	31
4. Prospect in the future.....	31
Section 2. Objectives and scopes.....	33
Chapter 2. Present state in related technology at home and abroad.....	36
Section 1. Home	36
Section 2. Abroad.....	36
Section 3. Propriety of induction of related technology from oversea.....	37
Chapter 3. Contents and results of research and development.....	38
Section 1. Establishment of Integrated Apple Production System, and Publishing of the Guidelines and Orchard Management Record Book.....	38
1. Integrated fruit production in advanced countries.....	38
2. Comparative study of management techniques for integrated fruit production in advanced countries and Korea.....	45
3. Problems in quality assurance system of low chemical-applied agricultural products in Korea.....	65
4. An investigation of performance and problems of a integrated apple production guideline.....	69
5. Infra structure scheme for establishment of integrated fruit production with reality in our country.....	81
6. Publication of the guidelines for integrated fruit production, orchard register and technical notebooks.....	107
1) Integrated apple production guideline.....	107
2) Orchard management record book for integrated apple production.....	127
3) Guide to fertilization.....	152
4) Guide to integrated pest management.....	184
5) Guide to harvest and post-harvest management.....	238
6) Apple quality criteria for market-oriented grading.....	259
Section 2. Establishment of guidelines for integrated disease and insect	

pest management in apple and development of environment-friendly spray program with reduced use of chemicals.....	298
1. Introduction.....	298
2. Status of registration of the chemicals for apple and classification of them by their influence on environment.....	299
3. Establishment of guidelines for usage of the chemicals to minimize the residue on apple fruit.....	307
4. Effect of fungicides on the population of mite and predators.....	307
5. Optimum spray volume for high density cultivation.....	312
6. Assessment of contribution value of the selected fungicides adopted in the spray program on the control of white rot and bitter rot..	314
7. Establishment of guidelines for pre-harvest chemical spray.....	319
8. Development of environment-friendly spray program for integrated apple production.....	322
9. Summary.....	332
Section 3. Development of unit technique for Integrated Apple Fruit Production.	336
1. Develop pruning techniques for controlling tree vigor on high density apple orchard system.....	336
1) Introduction.....	336
2) Materials and methods.....	336
3) Results and discussion.....	338
4) Summary.....	346
2. Development of environmental friendly thinning system for 'Fuji' apple tree.	348
1) Introduction.....	348
2) Materials and methods.....	348
3) Results.....	352
4) Discussion.....	360
5) Summary.....	361
Section 4. Establishment of Optimum Postharvest Management and Standard Manual of Apples.....	364
1. Introduction.....	364
2. Materials and methods.....	365
1) Materials.....	365
2) Treatments and measurements.....	365
(1) Standard date of harvest on apples.....	365
(2) Storage or marketing.....	366
(3) Analysis fruit quality or sensory ratings.....	366

3. Results and discussion.....	367
1) Results of variety test on apple.....	367
(1) 'Tsugaru' of early maturing cultivars on apple.....	367
(2) 'Hongwol' of mid-season cultivars on apple.....	378
(3) 'Fuji' of late maturing cultivars on apple.....	390
2) Total discussion.....	404
4. Summary.....	408
Chapter 4. Accomplishment and contribution for related field.....	409
Chapter 5. Practical use of research results.....	417
Chapter 6. Foreign scientific information related the project.....	420
Chapter 7. Reference.....	421

목 차

제1장 연구개발과제의 개요.....	30
제 1절 연구개발의 필요성.....	30
1. 기술적 측면.....	30
2. 경제·산업적 측면.....	30
3. 사회·문화적 측면.....	31
4. 앞으로의 전망.....	31
제 2절. 연구개발의 목표 및 내용.....	33
제 2장 국내외 기술개발 현황.....	36
제 1절 국내기술현황.....	36
제 2절 국외기술현황.....	36
제 3절 기술도입의 타당성.....	37
제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과.....	38
제 1절 환경 친화형 과실종합생산체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간.....	38
1. 선진국의 과실종합생산 사례.....	38
2. 선진국과 우리나라의 과실종합생산 단위기술의 비교.....	45
3. 우리나라 저농약 사과품질 인증제의 문제점.....	65
4. 사과종합생산을 위한 인프라 구축과 운영.....	69
5. 친환경 사과종합생산현장 지도.....	81
6. 지침서 및 영농일지 발간.....	107
가. 우수농산물관리제도(GAP) 실현을 위한 사과종합생산 지침서.....	107
나. 우수농산물관리제도(GAP) 실현을 위한 사과종합생산영농일지.....	127
다. 친환경 사과종합생산에서의 시비 길잡이.....	152
라. 병해충 종합관리 길잡이.....	184
마. 친환경 사과종합생산에서의 수확 및 수확 후 관리 길잡이.....	238
바. 주요 사과 품종의 품질 등급화를 위한 지표.....	259
제 2절. 사과 병해충 종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계의 개발	298
1. 서론.....	298
2. 과수용 등록 농약의 생태계 영향평가에 따른 분류.....	299

3. 종합방제에 추천 가능한 방제체계 개발에 사용되는 살균제의 일람...	307
4. 환경 친화적 살균제의 선발.....	307
5. 저수고 밀식재배원의 적정 살포약량 결정.....	312
6. 환경친화형 살균제의 탄저병 및 겹무늬썩음병 방제효과 검정.....	314
7. 농약의 수확 전 살포 허용 기준 설정.....	319
8. 환경친화형 사과 병 방제체계의 개발.....	322
9. 요약.....	332
제 3절 사과종합 생산을 위한 단위기술 개발(협력연구과제).....	336
1. 왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립.....	336
가. 서론.....	336
나. 재료 및 방법.....	336
다. 결과 및 고찰.....	338
라. 요약.....	346
2. ‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 개발.....	348
가. 서론.....	348
나. 재료 및 방법.....	348
다. 결과.....	352
라. 고찰.....	360
마. 요약.....	361
제 4절 사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성(위탁연구과제).....	364
1. 서론.....	364
2. 재료 및 방법.....	365
가. 재료.....	365
나. 처리내용 및 조사방법.....	365
1) 조·중·만생종의 수확시기 지표.....	365
2) 저장 및 유통 환경.....	366
3) 품질인자 분석 및 관능평가.....	366
3. 결과 및 고찰.....	367
가. 품종별 결과 및 고찰.....	367
1) 조생종 ‘쓰가루’.....	367
2) 중생종 ‘홍월’.....	378
3) 만생종 ‘후지’.....	390
나. 종합 고찰.....	404
4. 요약.....	408

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도.....	409
제5장 연구개발결과의 활용계획.....	417
제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보.....	420
제7장 참고문헌.....	421

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

1980년대 이후 국내외 환경의 변화로 과실시장에서의 경쟁이 치열해지자 품질을 높이고 생산량을 늘리기 위해 화학비료와 농약을 지나치게 투입하는 것이 일상화되었다. 그러나 지나친 시비는 과실의 품질을 떨어뜨릴 뿐 아니라 과수의 내병충성을 약화시키고 병과 해충이 쉽게 발생할 수 있는 환경을 만들어 주었으며, 아울러 무분별한 농약살포는 과수원의 생태계를 단순, 불안정하게 하여 병해충이 돌발적으로 발생하는가 하면 내성을 갖게 하여 약제방제를 어렵게 하고 수질과 토양의 오염, 생산 과실의 안전성 저하 등의 문제를 제기하기에 이르게 되었다.

이에 대한 반성과 안전 농산물에 대한 소비자의 요구가 높아지면서 화학비료와 농약의 사용을 배제하여 생산성이 극도로 떨어지는 유기농법, 자연농법 등이 제한적이지만 등장하게 되었고 1980년대 이후 해충의 생태적 특성 파악에서 출발한 해충종합관리 기술개발 노력이 결실을 맺기 시작하여 페로몬 트랩을 이용한 예찰, 약제의 선택적 살포, 천적의 보호, 교미교란제의 투입, 과수원 생태계의 다양화 등의 환경 친화적인 방법들이 보급되기 시작하였다.

사과의 병해방제에 있어서도 과수원 환경을 개선하고 병해발생의 특성에 근거하여 예방과 치료효과의 약제를 적기에 적절히 살포하는 방법으로 살균제 처리회수를 크게 줄일 수 있게 되었는데, 1990년대 이후 국내외 환경의 급변으로 기존의 고비용 저생산성 사과재배체계의 한계를 자각하고 유럽을 모델로 한 M9 대목을 이용한 저수고 고밀식 사과재배체계의 전환이 모색되기 시작되면서, 키낮은 사과재배는 과수원 미세환경의 개선으로 인한 열간 초생, 수관 하부 피복 등으로 제초제 사용이 자제되고 비료사용도 크게 줄어들면서 사과 병해충발생이 줄어들었을 뿐 아니라 약제방제의 효과도 높아짐에 따라 환경 친화적인 재배기술이 자연스레 보급, 실천되게 되었다.

현재 키낮은 사과재배는 유럽 사과재배 기술이 알려지면서 선진국의 환경친화적 재배기술을 많이 접할 수 있게 되었고 이를 실정에 맞게 도입하고 정착시키려는 노력이 활발하게 이루어지고 있다.

2. 경제·산업적 측면

농림업에서 과수산업이 차지하는 비중은 날로 높아져 7.8%에 이르고 농가의 주 소득원이 되었으나 재배체계가 낙후되어 있고 경영구조가 취약한데

다 최근WTO·FTA가 가속화됨에 따라 외국농산물의 수입이 급증하면서 외국과실의 국내 시장 잠식은 더욱 커질 것으로 예상되면서 과수산업 전체가 어려움에 처해 있다.

현재 과실의 과잉생산과 외국산 과실의 수입증가로 수급불안은 지속될 상황에서 보건, 위생, 기능성, 안전 식품에 대한 소비자들의 관심이 날로 커져가고 있고, 이에 정부에서도 30여종 이상의 농약잔류허용기준을 설정하여 시행하면서 친환경 농업육성법에 의한 의무 품질인증제도를 2000년부터 실시하고 있고 친환경농업육성 5개년('01-'05) 계획을 수립하여 농약과 화학비료를 30% 줄이고 친환경농산물 생산량을 크게 확대하고자 하였다.

국내외적으로 농업에 있어서도 환경 우선 정책 요구가 거세질 것이므로 이에 대한 대비책 마련이 필요한 시점에서 우리나라 과수산업이 살아남기 위해서는 저비용 고품질의 안전과실을 생산하여 소비자들의 요구에 부응하고 수입과실과 차별화하는 전략이 필요하다.

3. 사회·문화적 측면

안전 농산물에 대한 소비자들의 관심이 크게 높아지고 있고 많은 사람들이 사과와 같은 농약을 과다하게 살포하고 있기 때문에 깎아 먹어야 한다는 인식을 갖고 있으며, 환경 관련 NGO의 활동이 활발해 짐에 따라 대도시 중심의 환경문제는 물론, 화학 의존적 농업구조에 의한 농촌 환경오염과 생태계 파괴에 대한 관심을 갖기 시작하고 있다.

일부 유기합성농약이 자연분해가 잘 되지 않아 환경에 미치는 부작용이 심각한 수준에 있다는 사실과 성장조절제의 발암 가능성 등이 대두되면서 기존의 농약과 성장조절제의 사용 제한이 날로 강화되고 엄격해지고 있으면서 농민들도 과다한 농약사용의 문제점을 깨닫기 시작하여 자제하거나 대체방법을 찾으려는 인식이 확대되고 있다.

화학 의존적 농업구조에 대한 대안으로 유기농법, 자연농법 등이 대두되고 있으나 검정되지 않은 구전적 방법이 과대평가되어 행해지거나 경제성이 무시되는 경우도 많아 한계성을 보이는 경우가 많기에 품질 좋은 과실을 지속적으로 다수확 하되 화학적 수단의 이용을 최소화하여 안전한 과실을 경제적으로 생산하는 종합생산체계의 확립과 보급이라는 사회적 요구가 날로 높아져가고 있다.

4. 앞으로의 전망

건강에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 독성물질의 잔류가 없는 안전농산물은 신선과실 품질요건의 가장 중요한 요인으로 작용할 것이며, 국토를 깨끗하고 오염되지 않게 보존하려는 국민 의식은 더욱 일반화되어 화학비

료와 농약에 의존하는 농법 여부는 소비자의 농산물 선택에 있어 중요한 결정 요소로 작용할 것이다.

기후변화 협약, 생물다양성 협약 등이 체결되면서 환경에 관한 국제적 관심과 압력이 높아지면서 농약이나 생장조절제와 같은 유기합성제의 아직 알려지지 않은 독성이나 잔류문제가 새로이 밝혀질 여지는 항상 있고 갑작스런 사용 금지조치가 내릴 경우 사용농가가 심각한 타격을 받을 수 있으므로 대안을 미리 모색할 필요가 있다.

수입 신선과실과 국산 과실과의 차별은 우수한 품질이 기본이고 안전하면서도 환경친화적 농법이라는 국민적 신뢰를 확보할 때만 가능하며, 국제적 기준을 능가하는 환경친화적 종합생산체계하에 생산된 고품질의 안전과실이라는 인증을 확보할 경우 해외 고급시장의 개척이 용이하여 수출을 증가 시킬수 있을 것이다.

제 2절. 연구개발의 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○환경 친화형 과실종합생산 체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간 -사과종합생산 인프라 구축을 위한 기초연구 -지역단위 종합생산 실증 	<ul style="list-style-type: none"> -선진국 과실종합생산 인프라 분석과 국내 품질인증제의 문제점 파악 -선진국 사과종합생산기술과 국내 사과재배기술과 비교 분석 -지역단위 키 낮은 사과원 종합생산 지침안 작성 -종합생산지침의 현장 실증과 문제점 파악
	<ul style="list-style-type: none"> ○사과병해충종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발 - 저농약 병해충 종합관리 지침 설정을 위한 기초연구 	<ul style="list-style-type: none"> -과수용 농약의 생태계 영향에 따른 분류 -잔류농약최소화를 위한 수확전 살포허용 기준 설정 -살균제의 해충 응애 밀도에 미치는 영향 조사 -저수고 밀식원 적정 살포약량 조사
	<ul style="list-style-type: none"> ○사과종합생산을 위한 단위기술 개발 -왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립 -후지 사과의 환경 친화적 적과체계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> -왜성사과나무의 외관적 적정수세기준 검토 -수세불안정수의 정지전정 방법 및 응급 조치 방법별 결과 평가 -수세에 따른 수체 영양조건 해석 -‘후지’ 사과의 착과부담 절감을 위한 꽃눈따기 기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> ○사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성 -수확 및 수확 후 관리기술 체계화를 위한 기초연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 수확시기 판정기준 설정연구 - 수확 지표 설정 시험 - 주요 품종의 저온 및 CA저장 기초시험 	

2 차 년 도	<p>○환경 친화형 과실종합생산 체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간</p> <p>-사과종합생산 인프라 구축과 운영방안 연구</p> <p>-지역단위 종합생산 실증</p>	<p>-사과종합생산을 위한 인프라 구축과 운영 방안 확정</p> <p>-사과종합생산의 단계적 추진 전략 제시</p> <p>-종합생산 확대를 위한 직간접 지원방안</p> <p>-지역단위 키 낮은 사과원 종합생산지침안 up-grade</p> <p>-개선 종합생산지침의 현장 실증과 문제점 파악</p>
	<p>○사과병해충종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발</p> <p>-저농약 병해충 종합관리 지침 보완 및 잠정 방제력의pilot test</p>	<p>-환경친화형 살균제의 탄저병 및 겹무늬썩음병 방제효과 검정</p> <p>-잠정작성된 환경친화형 저농약 방제력의 pilot test</p> <p>-농약의 수확전 살포 허용 기준 설정</p> <p>-농약의 적정 살포량 결정을 위한 시험</p>
	<p>○사과종합생산을 위한 단위기술 개발</p> <p>-왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립</p> <p>-‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 개발</p>	<p>-왜성사과나무의 외관적 적정수세기준 검토</p> <p>-전정방법 및 응급조치 방법별 효과 분석</p> <p>-수세에 따른 수체 영양조건 해석</p> <p>-‘후지’ 사과에 대한 적화제 이용방법 확립</p>
	<p>○사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성</p> <p>-수확 및 수확 후 관리기술 체계화연구</p> <p>-종합생산 사과의 표준등급 기준 설정</p>	<p>-수확시기 판정법 검정</p> <p>-수확지표 설정시험</p> <p>-주요 품종의 저온 및 CA저장 시험</p> <p>-주요 품종의 품질 표준 등급화를 위한 시험</p>

3 차 년 도	<p>○환경 친화형 과실종합생산 체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간</p> <p>-사과종합생산과 품질 표준화 지침서 발간</p> <p>-지역단위 종합생산 실증</p>	<p>-사과종합생산지침서 발간</p> <p>-수확 및 수확후 관리지침서 발간</p> <p>-품질표준화 지표 발간</p> <p>-종합생산영농일지 발간</p> <p>-지역단위 키 낮은 사과원 종합생산지침안 up- grade</p> <p>-개선 종합생산지침의 현장 실증과 문제점 파악</p>
	<p>○사과병해충종합관리지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발</p> <p>-저농약 병해충 종합관리 지침의 완성</p>	<p>-환경친화형 살균제를 채용한 방제력의 보완 및 pilot test</p> <p>-약제 살포지침 작성</p>
	<p>○사과 종합생산을 위한 단위기술 개발</p> <p>-왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립</p> <p>-‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 확립</p>	<p>-왜성사과나무의 외관적 적정수세기준설정</p> <p>-수세불안정수의 정지전정 방법 체계화</p> <p>-‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 확립</p>
	<p>○사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성</p> <p>-수확 후 관리기술 체계화 연구</p> <p>-사과 품질 표준화 지침서 작성</p>	<p>-수확적기 판정방법 및 지표 제시</p> <p>-주요 품종의 저온 및 CA저장 조건과 적정 저장기간 설정 모델 작성</p> <p>-품질 표준화 등급기준 설정</p> <p>-수확 및 수확 후 관리지침서 작성</p> <p>-품질 표준화 지표 작성</p>

제 2장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내기술현황

80년대까지만 하여도 병해충박멸이 과수원 작물보호의 기본방향이었으나 90년대 이후부터 병해충종합방제에 대한 관심과 연구가 활발하게 진행되어 선택적 농약의 살포, 예찰기능의 강화, 교미교란제 활용, 천적을 이용한 해충의 밀도조절 등이 선도 농가를 중심으로 보급되고 있으며, 사과 병 방제의 경우 예방 기능의 약제와 치료기능의 약제를 엄격히 선별하여 살균제 살포 회수를 기존의 15회에서 30%까지 줄이는 성과를 얻고 있다.

90년대 들어와서 과다한 비료시용과 제초제 중심의 청경재배의 문제점을 인식하기 시작한 농가들은 시비량을 줄이면서 유기물 비중을 높이고, 부직포 피복과 예초를 병행하려고 하였다.

병해충 종합관리에서 나아가 재배전반을 총괄하여 화학적 수단의 경감과 환경친화적 재배체계에 대한 관심은 1996년 유럽의 생산체계를 모델로 한 신경북형 사과생산체계개발이 시작되면서 본격화되기 시작하였다.

현재 토착미생물을 이용한 유기비료의 제조 및 지력 향상, 목초액을 이용한 병해충 방제 등 화학비료와 농약을 대신할 수 있는 방법들이 모색되고 있으나 그 효과에 대한 과학적 검정은 아직 미진한 수준이며, 농산물 품질인증제가 1996년부터 과실에서도 실시되어 저농약 인증이 이루어지고 있으나 기존 농법에 비해 약제 살포회수만 줄이는 정도로 그쳐 기술의 개발과 지도 및 감독체계 개선이 필요한 시점이다.

다양한 환경 친화적인 재배체계가 정립되고 실천되기 위해서는 유럽의 종합생산 기술과 지도 관리체계를 정밀 분석하고 우리 실정에 맞는 기술로 재구성 되어야 할 것이다.

제 2절 국외기술현황

1950년대 유럽에서 IOBC가 결성되면서 곤충학자와 병리학자를 중심으로 병해충종합관리 또는 환경친화적 작물보호 활동이 활발하게 전개되면서 1977년 스위스에서 과실종합생산연구회인 GALTI가 결성되었고 1979년 프랑스에서 COVAPI가 조직되어 1981년 IOBC로부터 공인을 받아 생산사과에 IOBC 인증표시를 부착하게 되었다.

1988년 이태리 남티롤에서는 AGRIOS가 조직되고 처음으로 인과류 종합생산 지침을 제시, 이듬해 IOBC와 ISHS가 공동으로 유럽 과실종합생산지침서를 만들면서 종합생산이 급속히 확산되어 현재 서유럽에만 약 31개의 지역별 종합생산지침서가 있고 이에 따라 환경친화적 과실생산이 이루어지고 있다.

최근에는 폴란드, 헝가리 등 동유럽 국가는 물론, 미국, 뉴질랜드, 아르헨티나, 칠레 등에서도 종합생산체계의 실천이 시도되고 있으며, 이태리 남티롤의 경우, 종합생산 프로그램을 가장 먼저 개발하고 보급하여 오늘날은 전체면적의 약 80%가 이 프로그램에 따라 사과를 생산하고 있다.

남티롤은 종합생산의 실천을 통해 단위수량과 품질은 향상시키면서 시비량은 질소기준 80% 이상 줄였고, 살비제는 77%, 살충제는 53%, 살균제는 40%를 경감시키는 성과를 가져와 지역 환경의 개선은 물론 앞선 기술로 환경친화적 사과 주산지로서의 국제적 명성을 얻어 유럽 과실시장에서 경쟁력을 확고히 하는 계기가 되었다.

제 3절 기술도입의 타당성

농업은 기후와 토양 및 경영규모와 여건에 따라 다르게 이루어지므로 동일한 작물이라 하더라도 나라마다 지역마다 독자적 기술개발이 필요한 산업이다.

특히 환경친화적 과실종합생산은 국지적 환경과 생태적 여건이 중요한 성패요인이기 때문에 외국 기술의 도입과 직접 적용은 불가능하다. 선진국의 기술내용과 적용사례를 정밀하게 검토 분석하되 우리 현실과 환경에 맞는 종합체계의 구축과 실천은 자구적 노력에 의해서만 가능하다.

제 3장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 환경 친화형 과실종합생산체계의 구축과 사과 종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간

1. 선진국의 과실종합생산 사례

가. 과실종합생산의 역사

1948년 Stockholm에서 열린 제 8차 국제곤충학회에서 국제차원의 생물학적 방제를 위한 위원회를 구성하기로 협의하고 1950년 동물학분과에 'Commission Internationale de Lutte Biologique'(CILB)를 발족시킴으로써 곤충학자와 병리학자 중심의 병충해 종합방제 또는 병해충 종합방제의 환경친화형 작물보호 활동이 활발하게 일어나는 계기가 되었다. 1965년 CILB 3차 총회에서 명칭을 'International Organization of Biological Control of noxious animals and plants'(IOBC, 프랑스어로 OILB)로 바꾸기로 결의하였고 1969년에는 생물지리에 근거하여 분회를 두기로 하여 먼저 기존 IOBC회원이 주축이 되어 West Palearctic Regional Section(WPRS)가 만들어지고 뒤이어 Western Hemisphere Regional Section(WHRS, 북중남미)와 South and East Asia Regional Section(SEARS)가 만들어 졌다. 초기에는 주로 과수에서 문제 되는 주요 해충을 대상으로 하여 가능하면 천적을 이용하고 방제에 있어서도 환경 친화적인 방법을 선택적으로 이용하는데 몰두하였다. 곤충학적인 방법으로는 해충 구제에 한계가 있을 뿐 아니라 해충구제만으로는 작물보호에 한계가 있다는 것을 깨닫게 되면서 뒤이어 병리학자, 재배전문가들도 참여하게 되었다.

1972년 스위스에서 가장 큰 식품판매회사인 Migros가 Migros-Sano라는 자연적인 방법으로 농산물을 생산, 판매하는 새로운 시스템을 운영하기 시작하였다. 이것이 계기가 되어 1977년 스위스 제네바호 연안의 과수관련 전문인들이 과수종합생산을 위한 연구회인 Groupement des Arboricultures Lemaniques (GALTI)를 결성하였고 1978년에는 Schweizerische Arbeitsgruppe für Ingegrierte Obastproduktion(SAIO, 과실종합생산생실무단)이 조직되어 과실종합생산의 제반 업무를 전담하고 있다. 1979년 프랑스에서는 과실종합생산 위원회인 Comite Francais pour la Production Fruitiere Integree(COVAPI)가 조직되어 1981년에 IOBC로부터 공인을 받아 생산 사과에 대해 IOBC 인증표시의 부착이 허용되었다. 스위스의 SAIO는 1982년에 처음으로 과일종합생산지침을 제정하여 종합생산을 보다 체계적으로 추진하게 되었다.

이태리 남티롤에서는 1988년 AGRIOS(Arbeitsgruppe für integrierten Obstbau

in Südtirol가 결성되어 ‘인과류 과수 종합생산을 위한 지침서(Richtlinien für den integrierten Kernobstbau)’를 만듦으로써 종합생산기술이 보다 체계화되고 현장에 보급되는데 크게 기여하게 되었다.

IOBC와 ISHS가 공동으로 1989년에 유럽 공동의 종합생산 지침서를 만들면서 종합생산이 서유럽 여러 나라에 급속히 확산되어 갔다. 1990년 독일의 Ladensburg에서 유럽 14개국에서 44명의 관계자들이 모여 종합생산에 관한 실무적인 국제회의를 한 것을 필두로 하여 헝가리, 네델란드, 남부 티롤, 영국, 이태리 등에서 잇달아 모임을 갖고 IOBC/WPRS 회원과 ISHS(International Society for Horticultural Science)회원을 중심으로 ‘기술위원회’를 결성하고 1991년 ‘유럽에서의 사과류 종합생산을 위한 기초 이론, 원칙 및 요구조건과 국가 또는 지역단위의 종합생산 규정의 공인 방법(Allgemeine Prinzipien, Richtlinien und Anforderungen für die Integrierte Kernobstproduktion in Europa und Verfahren für die Anerkennung nationaler oder regionaler Richtlinien)’이라는 긴 이름의 책자를 영어, 불어, 독어, 이태리어로 발간하기에 이르렀다. 이것이 유럽의 과실종합생산에 있어 표준지침으로 자리하게 되었다. 1990년 후반부터는 유럽에 사과를 수출하는 뉴질랜드, 호주, 칠레 등의 나라에서 유럽의 사과종합생산 체계를 모델로 자국의 여건과 환경에 적합한 지침을 마련하고 이를 생산현장에 적용하기 시작하였다.

나. 스위스의 과일종합생산

스위스에서의 과일종합생산은 환경보존, 고품질 과일생산, 농가 소득 보장을 목표로 앞에서 살펴본 바와 같이 유럽에서 가장 일찍부터 가장 엄격하게 추진되고 있다. Schweizerischer Obstverband(SOV, 과실생산자연맹)은 1990년에 과일종합생산인증상표를 확정하여 종합생산프로그램에 따라 생산된 과일에 대해서는 스위스내에서 통일된 상표를 부착하도록 하였으나 2004년부터는 스위스에서 생산되는 모든 농산물에 대해 환경친화적으로 생산하여 단일 브랜드 ‘Suisse Qualité’를 쓰도록 하고 있다. 1995년에 친환경농업직불제를 도입하여 종합생산 인증을 받은 과일에 대해 사과류 및 핵과류는 100kg당 0.20 Frs., 장과류는 100kg 당 0.50Frs.을 지원해 주고 있다. 1998년부터는 과일뿐 아니라 스위스의 모든 농작물에 대해 종합생산지침에 따라 생산하도록 지도하고 있다.

- 과일종합생산관련 조직

Schweizerische Arbeitsgruppe für Integrierte Obstproduktion (SAIO, 스위스과실종합생산생실무단)

. 구성 : 과수재배농가조직 대표자, 기술지도관, 연구관 등 17명의 위원

- . 주요 업무 : 주정부의 과수담당부처, 연방농업지도조직, 연방과수연맹, 연방 농업시험장, 연방농업국 등과 협력하여 과일종합생산 장려를 위한 제반 정책 또는 조치를 개발, 제정과 수정 보완, 종합생산지침의 제정, 종합생산 허용 농약의 선정 등.

Agro-Marketing Suisse(AMS, 품질인증 농산물 마케팅 조직)

- . 조직 :

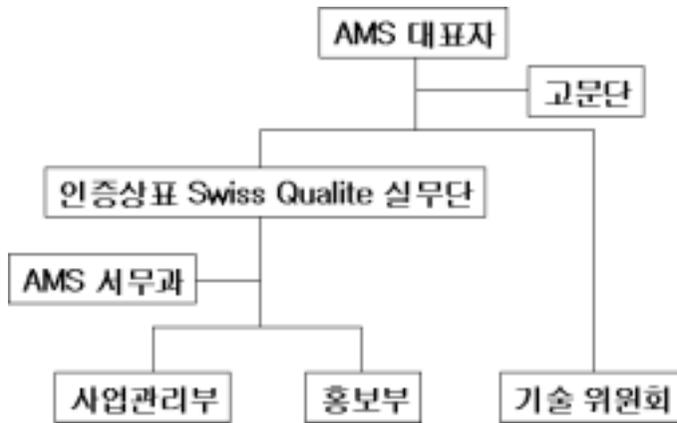


그림 1-1. Agro-Marketing Suisse(AMS)의 조직도

- . 주요 업무 : 스위스 친환경 품질인증 상품인 ‘Swisse Qualite’ 소유권을 가지고 있으면서 품질인증과 마케팅에 관한 제반 업구를 관장한다

- 종합생산에서의 요구사항

- . 당해연도 종합생산지침의 준수
- . 당해연도 인정 보호약제목록 등재 약제만 사용
- . 모든 작물은 종합생산프로그램에 따라 재배되어야 함
- . 전문 교육 및 훈련에 의무적으로 참석
- . 재배면적의 최소 3.5%를 생태적 완충지대화
- . 토양소독의 금지
- . 적과목적 이외의 생장조절제 사용금지
- . 매년 균형시비의무
- . 영농일지 기록의무
- . 방제기 검사

- . 시비, 방제, 제조제사용, 재배기술 등에 대한 제한적 조절
- 지도, 감독
 - . 1차 : 영농일지 검사
 - . 2차 : 포장심사, 과신품질 검사, 종합생산 인증상품의 배포
 - . 3차 : 수확 과실의 5%에 대해 잔류농약 분석
 - . 4차 : 포장 농산물에 대해 역 추적과 인증상품인 'Swiss Qualite' 부착의 정당성
- 친환경 관련 규정
 - . AMS(Agro-Marketing Suisse)의 'Suisse Qualite'의 포괄 조례(규정)
 - . 종합생산 지도 및 검사에 관한 훈령
 - . 스위스 품질인증 상표에 관한 조례
 - . SAIO에 관한 조례

다. 이태리 남티롤의 과일종합생산

이태리 남티롤의 경우 과수재배기술지도법인이 1977년에 남티롤 청년농민회(Südtiroler Bauerjugend)와 함께 병해충종합방제과정을 개설하면서 병해충방제체계를 바꾸기 시작하여 1980년에는 15개의 지역단위별로 병해충종합관리실무단(Arbeitsgruppe für Integrierte Pflanzenschutz) 발족시켜 농민들에게 3년 단위의 종합방제교육과정을 실시하였다.

남티롤 과수재배기술지도법인(Südtiroler Beratungsring für Obstbau)은 1980년부터 15개의 지역단위 종합방제워킹그룹을 조직하여 1-2주마다 모여 사과원의 주요 해충은 물론 익충의 생태와 환경친화적인 방제방법에 대해 집중적으로 교육하였다. 한 개 그룹당 평균 3년간 관리하여 1987년까지 600여명의 재배농민이 종합방제과정을 수료하게 되었다. 이를 토대로 1988에 사과종합생산실무단(Arbeitsgruppe für Integrierten Obstbau in Südtirol, AGRIOS)을 결성하고 1989년에 '인과류 종합생산을 위한 지침', 'AGRIOS상표 관련 규정', '과실 종합생산과실의 수확 및 저장 지침'을 만들고 1991년에는 주정부가 관련 법령을 제정하여 행정적, 재정적 지원의 근거를 마련하였다. 전체 사과재면적의 85~90%가 사과종합생산프로그램에 따라 생산되어 친환경 종합생산 인증을 받아 공동브랜드로 출하되고 있다. 사과종합생산에 대한 직접 보조는 없으나 종합생산실무기구인 AGRIOS 운영비의 50%를 지방자치정부에서 부담하고 나머지 50%는 참여농가가 과수원의 면적에 비례하여 부담금으로 운영하고 있다.

- 주관조직 : AGRIOS(Arbeitsgruppe für den Ingegrierten Obastbau in

Südtirol, 남티롤과실종합생산실무단)

.. 구성 : 14명(농민조직 및 단체, 판매조직, 연구, 지도, 행정기관 대표)

.. 임무 : 종합생산 지침과 수확과 저장에 관한 지침 마련

종합생산-프로그램의 지속적 보완과 개선

참여 농가와 판매조합에 대한 의무사항 이행여부의 지도,
감독, 종합생산관련 정보의 제공

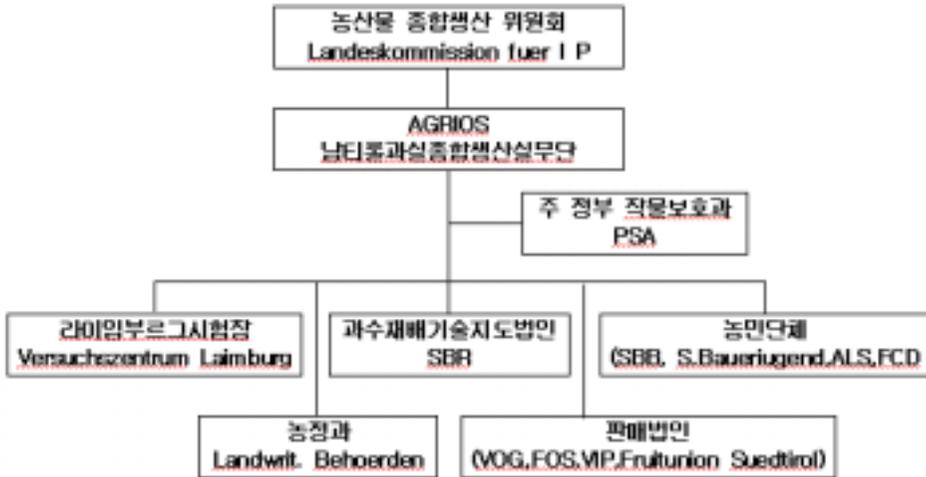


그림 1-2. 이태리 남티롤의 남티롤과일종합생산실무단의 구성

- 종합생산 프로그램의 운영과 지도, 감독체계

. 영농일지 검사(수확전) : 참여농가 전체

.. 검사 내용 : 사과원 재식도면, 약제방제(해당 병해충, 일시, 약제명, 희석농도, 약량), 시비(비료종류, 양, 시기), 제초제 살포(시기, 약제명, 농도, 약량), 흑성병 예찰, 해충의 약제방제시 익충과 해충의 밀도, 신규 개원의 경우 토양분석 결과, 방제기 성능검사 결과, 생태적 조치의 이행, 관수시기와 양, 사과원의 생리상태(생장, 수량, 품질), 수확시기

.. 검사 후 최소 보관 기간 : 5년

. 포장 실시(5-8월) : 일부 농가를 택해 AGRIOS 검사요원과 작물보호과 직원이 실시

.. 영농일지 기록과 실제 과수원 상태를 육안으로 확인

.. 토양, 엽, 과실을 채취하여 농약살포의 진위를 조사

. 저장고 검사

- .. 종합생산된 사과가 관행 생산된 사과와 구분하여 입고되는지 여부
- .. 출하시 분리 저장되었던 사과가 올바르게 저장, 선별, 포장되며 종합 생산 사과 인증표시가 올바르게 부착되는 가를 관리 감독
- . 농약잔류검사
 - .. 수확 후 또는 출하 전에 시료를 채취하여 농류농약 분석
 - .. 잔류 허용치의 50%를 넘지 않아야 하고 금지 농약성분이 검출되지 않아야 함
- . 상기의 검사과정 중 종합생산지침과 수확후 관리지침에 벗어나는 행위가 취소
- 친환경 관련 규정
 - . 지방자치법 12조 : 생물학적 농업과 종합생산에 관한 규정
 - . 사과와 배의 품질 규격에 관한 조례
 - . 남티를 사과 상표에 관한 조례
 - . AGRIOS 종합생산 남티를 사과 상표에 관한 조례



사진 1. 이태리 남티를 AGRIOS 업무 모습(①), 영농일지 확인(②), 농가현장 조사모습(③)

라. 호주의 과일종합생산

호주에서의 친환경 과일종합생산을 위한 노력은 1989년 사과의 과형개선과 숙기조절을 위해 사용하던 daminozide(Alar)가 잠재적 발암물질로 밝혀지면서 시작되었다. 소비자들에게 사과에 대한 신뢰를 잃게 되면서 위기에 봉착하자 사과배생산자협회(Australian Apple and Pear Grower Association, AAPGA)가 농약사용 절감대책을 수립하여 1991년 농약현장을 제정하고 기존의 농약사용량을 1996년에 50%, 2000년에 75%로 줄인다는 목표를 세우고 IPM을 시작하였다. IPM 참여 농가가 1992년 41%, 1996년에는 82%에 달하였다.

호주 사과의 주 수출국인 영국을 비롯한 유럽의 유통업체가 유럽식의 과일종합생산프로그램을 준수하여 생산된 생산과정이 검정가능한 안전한 사과를 요구함에 따라 IPM에서 과일종합생산으로 발달하였다. 2000년부터 대형 프로젝트 AP98062를 수행하면서 과일종합생산지침을 설정하고 주산지의 여건에

융통성 있게 과일종합생산을 실현할 수 있는 기술, 지도, 관리체계를 개발하여 적용하고 있다. 호주의 사과종합생산지침은 1) 개원, 2) 수체 및 과실관리, 3) 양분관리, 4) 수분관리, 5) 병해충 및 잡초관리, 6) 약제 살포, 7) 수확, 저장 및 선별포장 관리의 7장으로 구성되어 있고 각 장마다 기본원칙, 전략, 이행사항으로 나누어 기술되어 있다.

마. 뉴질랜드의 과일종합생산

1991년 지속가능한 농업을 지양하는 자원관리법이 제정되면서 환경보전과 안전농산물 생산을 위한 농민들의 노력이 본격화되었다. 뉴질랜드는 사과생산량의 절반 이상을 유럽, 북미 등으로 수출하고 있으므로 수출국의 유통업체와 소비자의 요구에 민감할 수밖에 없다. 1990년대에 유럽에는 과일종합생산이 정착되면서 유럽의 사과수입업체가 뉴질랜드에 안전농산물증명을 요구하기 시작하였고 미국에서는 1996년 식품품질보호법(FQPA)의 제정으로 수입과일에 대한 검역이 강화되면서 이러한 상황 변화에 부응하기 위하여 과일수출회사인 ENZA는 유럽에서 행해지고 있는 사과종합생산체계를 도입하여 뉴질랜드 여건에 맞게 수정 보완하고 농민들에게 보급하기 시작하였다. ENZA 산하에 사과재배자, 컨설턴트, 환경운동단체, 소비자, 농약업계, 연구자 등으로 IFP위원회가 구성되어 있어 종합생산지침을 제정, 수정, 보완을 담당하고 있다. 사과 주산지별로 재배농민, 컨설턴트, 전문연구원으로 구성된 소모임을 만들어 정기 모임과 현장 워크숍을 통하여 IFP 지침의 이행에 따른 기술적인 문제점을 해결하고 있다.

2. 선진국과 우리나라의 과실종합생산 단위기술의 비교

가. 품종 선택

우리는 지금까지 사과육종의 목표를 당도, 착색, 대과라는 품질요인과 추석 단경기용 품종 육성에 맞춰 왔다. 7개의 품종이 육성되었고 특히 홍로와 감홍 품종이 조, 중생종 사과로서 크게 인기를 끌고 있으나 홍로의 경우 타 품종에 비해 점무늬 낙엽병과 역병에 약하고 과형이 고르지 못하며 과다 결실시 급격히 수세가 악화되는 문제점을 갖고 있다. 감홍의 경우도 동녹 발생이 많아 봉지를 씌워야 하며 고두병 발생이 심한 문제점을 갖고 있다.

점무늬썩음병, 탄저병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병은 우리나라는 물론 세계적으로 사과재배시 가장 문제가 되는 병으로 주기적으로 살균제를 뿌려야만 한다. 근본적으로 살균제 살포를 줄이기 위해서는 내병성 품종을 육종하는 것이 바람직하다. 외국의 경우 가장 문제되는 흑성병에 내성을 갖는 품종을 육종함으로써 살균제 살포를 획기적으로 줄이는 결과를 얻고 있다.

교배에 의한 새로운 우수 품종의 육종도 중요하지만 기존의 우수 품종 중에서 유전적 형질이 우수한 변이계통을 선발하는 것도 적은 노력과 비용으로 효과를 높일 수 있는 방법이다. 후지에서의 착색 양호, 조숙, 과형 양호, 안정 결실, 홍로에서는 균일한 과형, 쓰가루에서는 착색양호, 후기낙과 경감, 감홍과 양광에서는 동녹 및 고두병 발생 경감 등을 목표로 두고 우수한 형질의 계통을 선발하는 노력을 해야한다. 우리는 약 30년의 후지재배 역사를 갖고 있으며 현재 전체 사과 재배면적의 70~80%가 후지임에도 변변한 착색계통을 선발하지 못했다. 반면 세계적 사과생산지 중 하나인 이태리 남티롤의 경우 후지도입 5~6년만에 Kiku 8이라는 착색계를 선발하여 우리나라를 비롯한 세계 후지재배 국가에 로열티를 받고 접수를 수출하고 있는 점은 우리에게 시사하는바가 크다. 표 1-1에서 보는 것처럼 유럽의 각 시험장에서는 그들의 주력 품종을 능가하는 착색과 과형이 좋고 동녹 발생이 적으며 보구력이 있는 계통을 찾는데 많은 노력을 기울이고 있다. 우리도 시간과 노력이 많이 드는 교배 육종은 전문가에게 맡기더라도 우량변이 계통을 찾는 것은 농민이나 지도사들이 나서는 기존품종들의 단점을 쉽게 보완할 수 있을 것이다.

표 1-1. 유럽의 각국 시험장에서 고 품질 계통(착색, 보구력, 과형, 동녹) 선발을 위한 품종별 검토 계통 수(각 시험장 보고서에서 발췌)

국가별 (시험장)	품종별 검토 계통 수
이 태 리 (Laimburg)	후지 22계통
벨 기 에 (St. Truiden)	Boskoop 6, Jonagold 13계통
스 위 스 (Güttingen)	Boskoop 6, Jonagold 12계통
독 일 (Geisenheim)	Jonagold 8계통
이 태 리 (St.Michelle)	Red Delicious 35, Rome Beauty 12, Golden Delicious 28, Hi Early 7, Elstar 3, Stayman Red 7, Fuji 3, Jonagold 6계통
네덜란드 (Wilhelminadorf)	Cox's Orange Pippin 21, Elstar 35, Jonagold 40 계통

친환경 종합생산을 위해서는 재배하고자 하는 품종에 대한 특성이 충분히 파악되어 있고 그에 따른 재배기술이 정립되어 있어야 화학적 수단의 의존도를 줄여야 고품질 사과를 다수확 할 수 있다. 그러나 최근에 우리나라 사과 재배 농민들은 주로 일본으로부터 최근에 발표되었고 그 특성이 충분히 파악되지 않거나 심지어 선발단계에 있는 품종을 들여와 경쟁적으로 보급하여 재배하는 것을 자주 볼 수 있다. 우리나라에서는 아직 검증되지도 않은 품종을 심어 재배과정에 별 어려움 없이 생산하여 높은 소득을 올리는 경우도 있지만 생리적인 특성을 파악하지 못하여 초래된 재배상의 문제점이 들이 발생하였고 기대보다 품질이 떨어져 성목기의 사과원을 다시 갱신하는 경우를 자주 볼 수 있다. 연구기관에서 보다 적극적으로 해외 신품종에 대한 검토에 나서야 하겠지만 사과재배 농민들도 검증되지 않은 해외 신품종에 집착하는 관행은 반드시 고쳐야 한다.

선진국의 경우 지역에서 검증되고 소비자에게 그 기호성이 확인된 소수의 품종이나 계통만을 대량으로 재식함으로써 관리가 쉬울 뿐 아니라 시장개척에서도 유리한 입장을 갖고 있다. 우리나라에서도 다품종 소량 생산보다는 시장성 있는 몇 개의 품종을 선정하여 대량 재배함으로써 시장 교섭력을 높여야 한다.

나. 지대 및 지형별 적 품종 선정

사과는 품종에 따라 유전적 특성이 크게 다를 뿐만 아니라 요구 환경에 있어서도 큰 차이가 있다. 우리나라는 지역에 따른 기상조건이 상이하고 지대

와 지형에 따른 미세기상은 물론 토성, 토심, 지하수위, 지력 등의 토양조건의 차이가 매우 크다. 따라서 친환경의 종합생산을 위해서는 재배지의 기상과 토양환경을 정밀분석하고 이에 적합한 품종을 심어야 함에도 불구하고 우리는 품종선택을 환경조건이나 기술수준에 맞추기보다는 시장 선호도에 따르다 보니 결국 재배상의 어려움에 직면하고 품질저하라는 결과를 가져왔다. 이러한 결과는 농가의 소득향상과 품질 좋은 사과를 원하는 소비자에게도 도움이 되지 못하고 있다. 표 1-2에서 보는 것처럼 사과주산지의 지역에 따라 기상조건의 차가 크고 지형과 토양조건에 따라 국지 미기상과 토양조건이 다름에도 불구하고 우리나라 사과재배지의 품종구성은 거의 동일하다.

우리나라는 아직 이 분야에 대한 연구가 미진하고 구체적 자료가 제시되지 않아 사실 농가에서 국지 환경에 적합한 품종을 선택하기가 쉽지 않다. 지역과 지형, 토성에 따른 사과재배 환경도를 작성하고 적정 재배품종을 추천하여 농민들이 시장요인뿐 아니라 환경조건에 따라 재배가 용이하며 최고 품질의 사과를 생산할 수 있는 품종을 선택할 수 있도록 해야 한다.

표 1-2. 주요 사과주산지의 기상 차이 ('71년-'01년까지 30년 평균치)

구 분		영천	안동	봉화	거창	장수	충주
기온	평균(℃)	12.3	11.8	10	11.5	10.4	11.2
	최고(℃)	18.7	18.0	17.6	18.2	16.9	17.5
	최저(℃)	6.6	6.5	3.6	5.7	4.8	5.8
일조시수(시간)		2308.3	2220.6	2131.8	2484.3	2216.8	2405.5
강수량(mm)		1021.7	1050	1178.7	1267.8	1423.2	1189.4

다. 건전 묘목의 생산과 보급

선진국의 경우 보급되는 품종과 대목은 바이러스에 감염되지 않았거나 특히 사과에서 문제되는 주요 바이러스에 감염되지 않은 내외적으로 품질이 인증된 묘목만이 보급되고 있는 반면, 우리나라에서는 아직 품종과 대목의 바이러스 무독화나 검정할 수 있는 시스템이 확립되지 않은 상태에서 사과 묘목에 대한 품질인증제를 도입하는 것은 무리가 있다. 왜성대목을 이용한 밀식재배에서 조기수확을 목표로 묘목의 중요성이 커지자 대묘생산을 위해 지나치게 시비를 많이 하고, 단위면적당 생산성을 높이기 위해 지나치게 밀식하여 외적으로 겹가지는 적지 않으나 성숙과 경화가 충분히 이루어지지 않아 내적으로 불량한 묘목이 많이 보급되었다. 더구나 성장조절제를 너무 늦게까지 처리하여 겹가지 수가 필요 이상으로 많고 지상부와 지하부의 비율(T/R율)이 매우 낮아 정식했을 때 활착하지 못하고 말라 죽는 경우가 많았다.

2000년 봄에 경상북도내 재식 묘목의 고사율을 조사하였던 바(표 1-3), 특정 업체 묘목의 고사율이 유난히 높았던 이유는 1차적으로 묘목이 부실하게 생산되었거나 수확 후부터 인수까지의 관리에 문제점이 있었던 것으로 보아야 할 것이다. 이제는 소비자인 재배자가 현명하게 판단하여 묘목 구입을 함으로써 경제적인 손해를 피해야 할 뿐만 아니라 묘목 생산 및 유통의 낙후성을 개선할 수 있도록 해야 한다.

표 1-3. 묘목 공급자별 2000년 봄의 사과묘목 고사정도(변, 2000에서 발췌)

공 급 자 (묘목생산지)	M.9/실생			M.26/실생			공급처
	공급주수 (주)	고사주수 (주)	비율 (%)	공급주수 (주)	고사주수 (주)	비율 (%)	
H농원	44,120	17,115	38.8	5,560	2,060	37.1	영천, 경주, 포항, 영덕, 칠곡, 의성, 군위, 김천, 예천, 구미, 상주, 청송
E농업기술센터	1,500	600	40.0	-	-	-	의성
M농원	600	-	-	6,060	30	5.0	의성
SW농원	1,700	-	-	-	-	-	의성
	2,500	320	12.8	1,000	50	5.0	영주
Y농원	13,900	1,670	12.0	25,150	996	4.0	영주, 의성, 군위, 청송, 상주, 문경
SB농원	1,700	130	7.6	2,720	114	4.2	영주
Y농업기술센터	690	180	26.1	-	-	-	영주
G농원	900	450	50.0	-	-	-	김천
D농원	300	20	6.7	1,200	280	23.3	청송
C농원	11,300	545	4.8	-	-	-	영천, 칠곡
K종묘	-	-	-	2,650	-	-	의성
HB농원	5,000	450	9.0	-	-	-	군위
T농원	10,890	525	4.8	-	-	-	영천, 의성
HJ종묘	-	-	-	1,150	30	2.6	청송
Y 자가생산	-	-	-	450	30	6.7	영주
K육묘	-	-	-	2,800	105	3.8	청송
H과수법인	9,950	1,750	17.6	-	-	-	청송, 성주

라. 정지전정

우리나라에서 최근까지 왜화재배가 크게 성공을 보지 못한 이유 중의 하나는 왜화재배에 맞는 수형의 구성과 관리에 실패를 했기 때문이다. 세장방추형을 M.9대목을 이용한 키 낮은 사과원의 기본 수형으로 정하고 세부적인 전

정기술과 수형관리방법을 제시하며 지속적인 교육과 현장지도를 해오고 있다. 그럼에도 아직까지도 일부 농가는 정체불명의 전정 방법을 주장하는가 하면 일본의 특정 농민이 주장하는 전정이나 유인방법을 실천하는 사람이 없지 않다. 프랑스에서 그들의 재배환경과 특이한 경영적 필요성에 따라 세장방추형에서 아이디어를 얻어 개발된 솔렉스 수형이 유독 우리나라에서 과대평가되어 농민들에게 혼란을 가져오고 있기도 하다. 과다한 시비와 강전정으로 생산성이 떨어지고 밀식장해가 문제되던 성목의 후지 사과원에서 절단 전정을 피하고 결과지를 늘여지게 하는 소위 하수형 전정이 좋다고 하여 M.9 대목의 키 낮은 사과원에서도 이를 적용하려는 농민들도 있다.

세장방추형과 이에 적용되는 전정기술은 사과나무의 생장과 결실특성에 바탕하고 이미 밝혀지고 경험해온 생장법칙과 전정에 따른 나무의 반응에 기초하여 정립된 것이다. 다만 품종과 환경, 경영여건에 따라 재배자의 기술수준에 따라 융통성 있게 활용하면 되는 것이다. 앞으로는 사과시험장, 각 기술센터 및 표준농가의 사과원들을 잘 관리하여 교육장으로 활용함으로써 수형이나 전정에 있어서는 새로운 이론이나 기술을 개발하기보다는 농민들이 기존의 내용을 충분히 이해하고 품종과 환경, 재배체계에 따라 적절히 응용할 수 있도록 교육을 강화하여 농민들에게 신뢰감을 심어주어야 할 것이다.

마. 토양과 엽분석 결과, 사과나무성장반응과 과수원 환경을 고려한 시비기준과 합리적 시비체계

종합생산에서는 정확한 영양진단과 개선이 매우 중요하다. 최적의 영양상태 하에서 나무의 생장과 과실의 발달, 성숙이 정상적으로 이루어질 뿐 아니라 병해충의 발생과 그 피해도 줄어든다. 영양상태의 진단은 경험이 많은 경우 육안관찰을 통해 어느 정도 가능하나 보다 정확한 진단을 위해서는 엽분석을 하고 시비기준을 결정하기 위해서는 이와 더불어 토양분석을 하는 것이 바람직하다.

우리나라는 1960~70년대에 UNDP의 지원을 받아 토양 비옥도 사업을 성공적으로 마친 바 있어 토양진단과 개량에 적지 않은 노하우를 갖고 있다. 당시 식량자급이라는 절대 명제를 해결하기 위하여 주로 논을 대상으로 하였으나 이제는 사과원 토양에 대하여 비옥도와 영양상태를 쉽게 진단하고 관리처방을 받을 수 있도록 체제를 재정비할 필요가 있다. 현재의 토양진단과 수체 영양진단 기준은 일반대목 또는 준왜성대목을 넓게 심고 강전정하여 관리하던 관행적 재배에 기준으로 하였기 때문에 왜성 대목에 맞는 새로운 기준설정이 필요하다.

표 1-4에서 보는 것처럼 M.9 대목을 이용한 밀식재배를 하는 유럽과 우리나라의 사과나무 엽내 무기성분 함량이 크게 다르다. 최근에 생산성과 품질

이 양호한 사과원에 대해 엽분석을 한 결과 대부분이 유럽에서 제시한 적정기준 범위 내에 있었다는 보고가 속속 제시되고 있어 우리나라의 기준에 문제가 있고 새로이 정립되어야 한다는 주장이 설득력을 얻고 있다. 이태리 남티롤의 경우 엽분석 적기인 7-8월에 엽분석을 하여 영양진단을 하는 것은 당년의 처방을 위해서는 너무 늦기 때문에 5월 중순에 엽분석을 하고 처방을 내림으로써 현실적인 영양관리가 가능하도록 하고 있다. 우리나라에서도 이와 같이 적기에 영양진단을 실시를 하고 실효성 있는 처방을 내림으로써 그 효과가 생산성과 연결되도록 하는 조치가 마련되어야 한다.

미국의 경우를 보더라도(표 1-5) 품종별 유목기와 성과기의 엽내 질소기준을 따로 제시하여 무분별한 질소사용으로 인한 사과나무의 생리적 균형을 깨트리고 수원을 오염시키는 것을 막고 있다.

표 1-4. 우리나라, 독일, 이태리 남티롤의 사과 엽내 적정 무기성분 함량 기준

무기 성분	부족		적정			과다	
	한국 ¹⁾	독일 ²⁾	한국	독일	남티롤 ³⁾ (7-8월)	한국	독일
N	<2.07%	<2.2%	2.49~2.92%	2.2~2.6%	2.3~2.6%	>3.34%	>2.6%
P	<0.13%	<0.15%	0.16~0.19%	>0.15%	0.16~0.26%	>0.22%	-
K	<0.57%	<1.1%	1.04~1.51%	1.1~1.4%	1.1~1.6%	>1.98%	>1.4%
Mg	<0.16%	<0.2%	0.26~0.36%	>0.2%	0.18~0.36%	>0.46%	-
Ca	<0.52%	<0.8%	0.91~1.30%	1.0%	1.2~2.0%	>1.69%	-
Mn	-	<60ppm	-	>60ppm	40~100ppm	-	-
Cu	-	<5ppm	-	>5ppm	5~12ppm	-	-
Fe	-	<60ppm	-	>60ppm	40~100ppm	-	-
Zn	-	<20ppm	-	>20ppm	20~50ppm	-	-
B	<77ppm	<20ppm	27~47ppm	>20ppm	30~50ppm	>67ppm	-

1) 원시연보 1987

2) Obstbauversuchsrings des Alten Landes 1996,

3) Südtiroler Beratungsring 2002.

표 1-5. 미국에서의 사과 품종과 수령별 엽내 적정 질소 함량(Stiles 1994)

품 종	비결실기	유목 결실기	성목기
Golden Delicious	2.4~2.6%	2.0~2.2%	1.8~2.0%
McIntosh, Cortland Spartan, Delicious	2.4~2.6	2.0~2.4	1.8~2.2*
Delicious(단과지형), Empire	2.4~2.6	2.2~2.4	2.2~2.4*

* 높은 쪽의 값은 수확기 기상이 착색에 더 적합한 지대의 경우에 해당됨

사과나무의 실질적 무기성분 흡수량과 천연공급량에 근거하여 키 낮은

사과원에서의 현실성 있는 추천시비량 범위를 재설정하여야 한다. 또한 추천 시비량이라 할지라도 수세, 결실량, 토양조건 등 영양의 흡수 이용과 관련된 주변 여건과 나무의 발육상태를 종합하여 실질 시비량을 다시 결정하는 것이 좋다. 표 1-6에서 보는 바와 같이 스위스의 경우 질소 시비시 고려해야 할 항목에 대한 각각의 가중값을 제시하여 농민들이 이 기준에 따라 쉽게 시비량을 결정할 수 있도록 하고 있다. 우리도 농민들이 스스로의 관찰과 판단만으로 자신의 과원 시비량을 결정할 수 있는 기준을 제시할 필요가 있다.

언제 시비하느냐도 시비량 못지않게 중요하다. 우리나라의 사과원은 외국에 비해 다양한 토성과 토심, 지형을 갖고 있으므로 과원에 따라 보비력과 토양의 물리적 조건의 차이가 크다. 따라서 시비량의 차이는 당연하며 같은 량의 비료를 주더라도 시기가 달라야 한다. 표 1-7에서 보는 것처럼 독일 알테란트 사과주산지에서는 유기물 함량과 토성에 따라 시비량과 시비시기를 다르게 설정하여 농민들이 따르게 하고 있다. 우리도 토성과 지형, 토심에 따라 시기별 시비량을 명확하게 제시할 필요가 있다.

화학비료를 과다하게 시용함으로써 여러 가지 문제가 제기되면서 상대적으로 유기질 비료에 대해서는 과대평가되는 경향이 있다. 현재 우리나라에서 시판되는 유기질비료의 종류가 무척 많은데다 무기성분 함량이 구체적으로 제시되어 있지 않아서 잘못 사용 시 오히려 문제가 생길 수 있다. 도시의 하수구 침적물을 포함하는 유기질비료의 경우 중금속 함량이 높을 위험이 크므로 사과원에 사용하지 않아야 한다. 유기물의 재료가 무엇이고 어떤 부속 과정을 거쳤느냐에 따라 무기성분의 함량과 비효가 달라지므로 시판되는 유기질 비료에 대한 성분은 물론 시비시 사과원에 미치는 영향에 대한 평가를 검정하고 이를 공개하는 조치가 있어야 한다.

표 1-6. 스위스의 키 낮은 사과원에서 토양조건 및 나무 성장에 따른 질소 시비 기준 (Heller 등, 1993)

가중치 항목	가중치 판단기준*		
	강	보통	약
수세	-12	0	+8
신초성장 정지 (또는 낙엽)	늦음 -4	정상 0	빠름 +2
꽃눈 수	적음 -6	보통 0	많음 +4
전년도 수확량	적음 -6	보통 0	많음 +4
과실 생리장해 발생	많음 -4	정상 0	전혀 없음 0
토 심	> 80cm	40-80cm	<40cm
교목성 대목	-8	-4	-2
준왜성 대목	-4	-2	0
왜성 대목	0	+2	+4
토양내 자갈 함량	<10%(용적) -4	10-30%(용적) 0	>30%(용적) +4
유기물함량	>6% -6	2.5-5% 0	<2.5% +4
총 가중치 합계	-50	0	+30
년간 시비량	0kg/ha · 년	50kg/ha · 년	^(가) 80kg/ha · 년**

* ha당(3000평) 기준 시비량에서 각종 성장요인에 따라 상기의 시용량을 가감하여 개별 사과원의 시비량을 정하도록 함.

** 80kg/ha · 년 이상의 질소를 시용할 때는 충분한 근거가 있어야 함.

표 1-7. 독일 Alten Land 지방의 토양 유기물 함량과 토성에 따른 시기별 추천 질소 시비량 (Quast, 1998)

시비 시기	토성	질소 시비량(kg/ha)	
		유기물 많은 토양	유기물 적은 토양
2월	점질토	0~40	40~60
3월	사질토	20~30	30
개화기	점질토	- ^{*)}	- ^{*)}
	사질토	20~30 ^{*)}	30 ^{*)}
6/7월	점질토	- ^{*)}	- ^{*)}
	사질토	0~20 ^{*)}	20 ^{*)}

*) 해당 시기에 토양분석에 근거하여 시비여부를 결정하도록 함. 토심 60cm까지의 무기 질소함량 60kg/ha를 기준으로 함.

이태리의 경우 농민들이 많이 사용하는 유기물에 대해서도 한계 시비량을 제시하여(표 1-8) 무분별하게 시용함으로써 제기되는 문제를 막고 있다. 우리도 우리의 기상과 토양조건에서 유기물의 무기화 정도를 파악하고 이에 근거한 적정 유기물비료의 시용 기준이 마련되어야 한다.

표 1-8. 이태리 남티롤에서 추천하는 유기질 비료의 한계 시용량(Südtiroler Beratungsring '02)

종 류	개원시/ha	년간/ha	년간/주(M.9당)
외양간 두엄	20톤	10톤	3-4kg
계분	1.5톤	0.8톤	0.3kg
피마자 유박	1.5톤	0.8톤	0.3kg

이태리 남티롤에서는 고두병 예방과 저장 중 장해 발생을 줄이기 위해 표 1-9처럼 품종과 착과 정도에 따라 칼슘살포 기준을 따로 제시하여 칼슘결핍에 의한 농가의 피해를 막고 있다. 우리나라는 대과품종이 대부분인데다 적과를 많이 하고 다비재배를 하여 보다 큰 과실을 생산하는 경향이 있으므로 칼슘결핍에 의한 품질저하와 생리장해 발생 가능성이 매우 높다. 따라서 품종과 결실정도에 따른 별도의 칼슘살포기준 또한 제시되어야 할 필요가 있다.

표 1-9. 이태리 남티롤의 품종별 착과상태에 따른 고두병 예방을 위한 칼슘 추천 살포회수(Südtiroler Beratungsring '02).

품 종	착과 양호	착과 부족 또는 유목
Elstar, Idared, Cripps Pink	0	2~3
Golden Delicious, Granny Smith, Fuji, Pinova, Winesap	0~3	4~5
Red Delicious, Jonagold	3~4	5~6
Braeburn	4~5	6~8

표 1-10. 이태리 남티롤의 토양 조건별 추천 질소 시비량과 시기(Südtiroler Beratungsring '04)

토 성	유기물 함량	질소시비량 (kg/년 · ha)	시비시기
‘Spur Red Delicious’ 를 제외한 모든 품종			
사질양토, 점질 미사토	> 4%	최대 30	늦가을 또는 봄
	2-4%	30-50	
사토, 미사질 사토, 양질사토, 사질 미사토	>2%	40-60	봄 ~ 개화기
	<2%	50-70	
‘Spur Red Delicious’			
		50-80	늦가을 또는 봄 ~ 개화기

이태리 남티롤의 경우 개화 2~3주전에 수관하부 토양을 0-20, 20-40cm 깊이로 구분하여 채취하여 무기태 질소 함량을 분석하여 표 1-10, 1-11과 같이 토양 유기물 분해에 따른 질소 공급 상태에 따라 질소 시비량을 달리하도록 하고 있다.

표 1-11. 개화 2~3주 전 토양내 무기태 질소 함량에 따른 추천 질소 시비량 (Südtiroler Beratungsring '04)

무기질소량 (kg/ha)	질소 성분 공급	추천 질소 시비량 (kg/ha)
30 이하	보 통	30 ~ 50
	양 호	30 이하
30 ~ 50	보 통	0 ~ 30
	양 호	0
50 이상	보 통	0
	양 호	0

토양관리가 잘된 토양이라면 나무에 흡수되어 빼앗긴 성분 양과 자연적으로 유실되거나 용탈되는 손실 양만큼만 보충해 주면 된다. 손실 양분은 토양의 종류, 토양 관리 상태에 따라 달라 사질보다는 점질 함량이 많은 토양, 과거와 같이 전면 청경과원에 비해 초생이나 피복(멀칭)으로 표토를 관리하는 과원의 경우는 유실되는 양분의 양은 매우 적다. 특히 인산은 토양에 잘 흡착되어 있기 때문에 거의 유실되지 않는다. 이태리 티롤의 경우 pH, 토성, 유기물 함량 등을 고려하고 무기영양 함량에 따라 토양을 A, B, C, D, E로 5가지

등급으로 나누고 그에 따라 추천 시비량은 표 1-12와 같이 추천 시비량을 세 부적으로 제시하고 있다.

표 1-12. 60톤/ha 수확시 토양분석 결과에 따른 성분별 추천 시비량 (Südtiroler Beratungsring '04)

등 급	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B
A (부족)	40 - 70	140 - 180	40 - 50	1.0 - 1.4
B (다소 부족)	25 - 40	100 - 140	30 - 40	0.7 - 1.0
C (최적)	15 - 20	60 - 100	20 - 30	0.5 - 0.7
D (다소 과다)	0 *	30 - 60	0 - 20	0.3 - 0.5
E (과다)	0 **	0 **	0 **	0 **

* 2년 동안,

** 다음 토양 분석 때까지

바. 관비

관비는 관수와 시비를 동시에 하기 때문에 인력이 절감되면서 무엇보다 비효가 높아 시비량을 줄임으로써 불필요하게 수원의 오염을 줄이고 토양 영양의 균형을 깨트리지 않는다. 이태리 남티롤에서는 표 1-13처럼 재식년수에 따라 구체적인 관비방법이 제시되어 농민들이 쉽게 실천할 수 있으나 우리나라에서는 원론적인 내용만 제시하는 수준에 머무르고 있다.

이태리의 남티롤 경우 유목원에서는 관비기간을 사과나무의 성장정도에 따라 조절하도록 하고 있다. 예를 들어 곁가지가 많고 강하게 자라는 나무는 질소 요구량이 많기 때문에 새로 자란 가지가 잘 성숙되고 목질화가 되도록 하기 위해서는 7월 중순에 비료 투입을 마치도록 하는 것이 좋다고 한다.

성목원에서는 개화 2~3주 전에 관비를 시작하여 개화 후 6~8주까지 지속하도록 하고 있다. 결실량이 많다면 관비기간을 이보다 2~3주 연장하는 것도 가능하다고 한다. 토양분석을 통하여 토양내 각종 무기성분이 과다하게 공급된 것으로 나타난 경우 관비량을 줄이거나 아니면 관비를 중단하도록 하고 있다.

표 1-13. 이태리 남티롤의 관비시 주당 추천시비량(Südtiroler Beratungsring '04)

재식년수	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	MgO (g)
1년	8~12	2	10	2
2년	10~13	4.5	22	2
3년	10~16	6	30	4

사. 응급적인 수세 안정화 기술

고밀식 재배는 영양생장과 결실과의 균형을 유지함으로써 지속적인 고품질 사과생산이 가능하다. 그러나 기술적인 원인이나 기상적인 원인으로 이러한 균형이 깨지면 수세가 급속하게 떨어지든가 아니면 너무 강해져서 밀식장해가 심각하게 나타날 수 있다. 특히 우리나라는 강진정의 습관에다 대과 생산을 위해 다비재배 하는 것이 거의 관행으로 잡고 있어 수세가 강해졌을 때 긴급하게 수세를 안정화 시키는 기술이 필요하다.

유럽의 고밀식 사과원에서 응급적인 수세 안정화는 단근과 같은 물리적인 방법과 생장억제제를 살포하는 화학적인 방법이 있다. 표 1-14처럼 GA 생합성 억제제인 Regalis(Promalin)를 이용할 경우 기온이 15℃ 이상, 습도가 높은 시기에 살포하도록 하고 산성인 물에서 효과가 있으므로 100리터당 20g의 식초를 가하는 것이 안전하다. 농약과는 혼합이 가능하나 엽면시비용 비료와는 혼합하지 않도록 한다. 신초생장이 왕성한 선단 중심으로 살포하고 수세가 너무 강한 경우는 억제 효과가 충분치 않을 경우도 있으니 한쪽 단근을 하고 살포하는 것도 한 방법이다.

표 1-14. GA 생합성 억제제인 Regalis(Promalin)를 이용한 생장억제 방법 (Südtiroler Beratungsring '04)

처리시기	ha당 약량	농도(g/100리터)	수확까지 기간
신초장 2-5cm	0.75~1.25kg	50~80g	수확 55일 전
약 1달 후	0.75~1.25kg		
연간 최대 처리량	2.5kg		

아. 수관하부 관리

우리나라에서는 저농약 품질인증 재배에서는 제초제 살포를 원칙적으로 허용하지 않고 있다. 준왜성대목이나 일반대목을 이용하여 나무를 크게 키우는 방식의 성목원에서는 전면에 초생을 하고 자주 깎아주는 방법으로 관리하여도 별 문제가 없으나 M.9 또는 M.26 자근대목을 이용한 키 낮은 사과재배에서는 잡초와의 양수분 경합이 너무 커 바람직하지 않다. 불가피하게 수관하부에 피복을 하거나 손제초를 해야 하기 때문에 농가에 큰 부담으로 작용하고 있다.

유럽을 비롯한 대부분의 선진국에서는 우리와는 달리 환경에 대한 영향이 경미한 몇 가지 제초제에 대해 사용을 허용하고 있다. 라운드업과 바스타는 녹색 농약으로 분류하여 사용에 특별한 제한을 두지 않고 시마진과 MCPA(마무리)는 수질보호구역에서 사용을 금하는 제초제이기 때문에 종합생산에서 사용을 자제하도록 권장하는 정도이다. 그러나 무분별한 제초제 사용

이 아니라 수확 30일 이내에는 사용을 금하고 열간은 풀을 키우고 수관하부의 제초제 폭을 1~0.8m 정도로 하도록 하되 표 1-15에서와 같이 시기에 따라 제초제 희석농도와 살포량을 제한하여 환경에 대한 부담을 최소화하면서 농가의 제초부담을 덜어주고 있다. 우리나라에서 농약이나 화학비료의 사용에 대한 제한은 느슨하면서 제초제에 대해서는 필요이상으로 엄격하여 사용 자체를 금하는 것은 불합리하다. 따라서 제초제의 종류별 생태계에 미치는 영향을 평가하여 선진국에서처럼 환경에 영향이 경미한 제초제에 대해서는 사용법과 약량, 처리면적의 제한 등으로 생태계에 미치는 영향을 최소화하는 범위에서 이의 사용을 허용하도록 해야 할 것이다.

이태리 남티롤에서는 아래와 같은 기준으로 사과원 표토를 관리하도록 하여 최소한의 제초제를 사용하면서도 환경에 대한 부담이 없도록 하고 있다.

표 1-15. 이태리 남티롤의 종합생산에서 추천하는 제초제 살포기준
(Südtiroler Beratungsring '02)

제초제	약량/ha		희석배수			
			500리터/ha 살포시		300리터/ha 살포시	
	가을	봄	가을	봄	가을	봄
라운드업	1.5리터	3리터	333배	166배	200배	100배
MCPA	-	3~5리터	-	100~166배	-	62배
시마진	-	2kg	-	250배	-	143배

재식 당년의 표토 관리: 재식 직후 나지상태에서 씨마진 2kg/ha을 살포한다. 그러나 재식 당년에는 Glyphosate(라운드 업)을 사용하지 않도록 권장하나 가을에 정상적으로 성숙이 된 유목원에서 추천 농도의 1/2로 살포하여도 된다.

유목원에서의 제초제 대체 방법 : 수관하부의 잡초를 사과나무의 뿌리나 줄기에 손상을 최소화하면서 기계적으로 제초할 수 있는 전용 제초기를 이용하여 제초를 하거나 수피를 갈아 주기도 한다.

성목원에서의 제초 : 준왜성 대목이나 실생대목 사과원에서는 제초제를 사용하지 않고 기계 제초를 하도록 권장하고 있다. M.9 대목의 사과원에서도 제초제 사용 없이 기계제초를 할 수 있는데 이 경우 질소 시비량과 관수량을 10~20% 늘리도록 한다. 수세가 약한 사과원은 8월까지 수관하부에 풀을 키우지 말도록 권장하고 있다. 수확 후에 Glyphosate를 1/2 농도로 처리하여 이듬해 개화 후까지 잡초 문제를 해결하고 있다.

자. 병해충종합관리

사과재배에서 가장 중요하면서도 어려운 관리 작업 중의 하나가 병해충 방제이다. 우리나라는 사과원에 농약을 가장 많이 사용하는 나라중의 하나로 사과 1톤 생산에 농약비가 10만원에 달하여 미국, 이태리 남티롤 등에 비해 8 배나 높다.

최근 사과시험장에서 해충 중심으로 한 해충 종합관리연구를 통해 성페로몬트랩을 개발하였고 인터넷을 통한 주요 해충 정보의 보급, 병해충 종합정보 음성사서함의 운영 등을 통해 보다 효율적인 방제체계를 갖추어 가고 있다. 살균제의 경우 경북대학교 엄재열 교수는 정밀하고 광범위한 연구를 통해 살균제 살포회수를 14~16회에서 8~10회로 줄이는 놀라운 성과를 이루었다. 사과시험장과 엄재열 교수가 공동으로 제작한 사과 병해충 방제력에 따른 병해충 방제체계는 농약살포 횟수와 양을 크게 경감시키면서 완벽한 방제체계를 갖추고 있다. 특히 사과시험장에서 인터넷을 통해 사과종합정보시스템을 운영하면서 전국 사과주산지의 병해충예측 정보를 실시간으로 제공함으로써 병해충관리기술을 선진국 수준으로 향상시키는 계기가 되었다.

우리나라에서 사과에 등록된 농약은 살충제가 138품목, 살균제가 90품목이나 되지만 등록된 농약에 대해서는 친환경 저농약 재배에서 특별히 제한하지 않는다. 유럽의 경우 인축이나 생태계에 미치는 영향, 약효, 내성 유발 가능성 등을 고려하여 종합생산에서 허용하는 농약리스트를 매년 발표하여 무분별한 농약의 살포를 엄격히 제한하고 있다(표 1-16). 우리나라에서도 사과에 등록된 농약에 대해 안전성과 환경에 미치는 영향을 재평가 하여 사과종합생산에서 허용하는 품목 수를 줄여나가야 한다.

표 1-16. 유럽의 주요 국가와 우리나라의 사과 친환경 재배 허용 농약 품목

구 분	살충제	살균제	제초제
한 국 (2004)	138	90	사용금지
이태리 남티롤(2005)	30	25	4
스 위 스 (2003)	36	24	11
독 일 (2004)	25	25	10

우리나라의 저농약 재배에서는 농약(제초제 제외)의 안전사용기준에서 살포회수는 1/2, 수확전 한계 살포시기는 2배수로 일괄적으로 제한하고 있으

나 유럽의 경우 농약의 종류에 따라 허용 살포회수나 수확전 한계살포시기를 융통성 있게 제시하고 있다. 표 1-17와 1-18는 우리나라와 이태리 남티롤의 친환경 사과종합생산에서 제시한 살충제와 살균제의 안전사용기준을 비교한 것이다. 이태리 남티롤의 경우 Amitraz, Diazinon, Fenoxycarb, Fenazaquin, Hexythiazox, Propargite 등의 살충제는 일반재배와 친환경재배간에 수확 전 한계살포일이 같은 반면 Lufemoron의 경우 일반재배에서는 수확 28일 이전에 살포를 마쳐야 하나 사과종합생산에서는 이보다 3배 이상인 90일 전에 살포를 마쳐야 하는 것으로 규정하고 있다. 반면에 우리나라는 수확전 안전 살포 일수를 일반재배 허용치의 2배수로 무조건적으로 규정함으로써 세이퍼(Acetamiprid), 새로탄(Chlorpyrifos), 썬싸르와 라백(Phosalone), 하이맥스(Tebufenpyrad) 등의 농약은 수확 90일 이전에만 살포가 가능하기 때문에 저농약으로 재배하는 조중생종의 경우 5월 이후에는 사과원에 살포할 수 없게 된다. 살균제는 살충제보다 생태계에 미치는 영향이 적기 때문에 이태리 남티롤의 경우 Dodine을 제외하고는 일반 관행재배나 종합생산에서의 수확 전 한계 살포일 수가 같다. 우리나라에서도 행정편의적인 관점에서 무조건 안전사용 기준의 2배 또는 1/2로 규정할 것이 아니라 분해속도, 생태계에 미치는 영향 등에 근거하여 약제에 따라 차별화된 저농약 안전사용기준을 따로 설정하여야 할 것이다.

환경에 미치는 영향을 줄이기 위해서는 농약의 살포회수를 줄이는 것 못지않게 적은 약량으로 효과적으로 살포하는 것도 중요하다. 유럽의 경우 미세한 입자로 잎 표면에 골고루 묻도록 하되 흘러내리지 않을 정도인 수고 1m당 500리터/ha의 약량을 추천하고 있다. 수고가 3m라면 ha당 1,500리터 약량이 적당하다는 것이다. 반면에 우리나라는 일반 과원의 경우 ha당 5,000리터, 키 낮은 사과원의 경우 3,000리터를 살포하여 잎에서 약액이 흘러내릴 정도로 충분히 살포하는 것을 권장하고 있다. 유럽의 살포 약량이 우리의 절반에 지나지 않는 것은 방제기가 키 낮은 사과원의 수관에 적합하게 만들어 졌는데다 주기적으로 성능검사를 하고 노즐을 점검하여 분무입자가 미세하여 방제효과가 높기 때문으로 보여 진다. 우리도 교목성 사과원에 적합하도록 만들어진 방제기를 키 낮은 사과원에 적합하도록 조절을 하고 방제기를 주기적으로 점검하고 방제기의 분무기능을 높이도록 해야 할 것이다.

표 1-17. 우리나라와 이태리 남티롤의 살충제(살비제 포함) 안전사용기준 비교

일 반 명	품 목 명	안 전 사 용 기 준					
		우리나라				이태리 남티롤	
		일반재배		저농약재배		일반재배	종합생산
수확 전	횟수	수확 전	횟수	수확 전	수확전		
Acetamiprid	모스피란	7일	6회	14일	3회	14일	30일
	만장일치	30일	3회	60일	1회		
	세이퍼	45일	2회	90일	1회		
	승부수	14일	6회	28일	3회		
	다자비	30일	3회	60일	1회		
Amitraz	키스톤	10일	4회	20일	2회	28~35일	35일
	마이캣트 마이탁	14일	2회	28일	1회		
Chlorpyrifos	툽단	14일	-	28일	-	30일	30일
	질풍	14일	5회	28일	2회		
	강탄						
	승부수	14일	6회	28일	3회		
	경농그로프 더스반수 이비엠그로포 그로포 충모리	7일	4회	14일	2회		
	새로탄	45일	2회	90일	1회		
	부리바	14일	2회	28일	1회		
	야무진	28일	3회	56일	1회		
	강타자 진굴탄	7일	4회	14일	2회		
Diazinon	뚝심	21일	3회	42일	1회	15일	15일
Fenoxycarb	인제가	30일	4회	60일	2회	30일	30일
Fenazaquin	보라매 응애단	30일	4회	60일	2회	28일	28일
Hexythiazox	닛쏘란 슈퍼란 보안관	7일	2회	14일	1회	14일	14일
Lufemuron	매치 파밤탄	14일	4회	28일	2회	28일	90일
Phosalone	미프랑	14일	2회	28일	1회	21일	30일
	쎄사르 란백	45일	2회	90일	1회		
	힘센	14일	2회	28일	1회		
Propargite	끝내기	30일	2회	60일	1회	15일	15일
Tebufenozid	미믹	21일	3회	42일	1회	14일	30일
	한터	30일	3회	60일	1회		
Tebufenpyrad	하이맥스	45일	3회	90일	1회	14일	28일
	인파이더	14일	4회	28일	2회		
	피라니카	3일	6회	6일	3회		

표 1-18. 우리나라와 이태리 남티롤의 살균제 안전사용기준

일 반 명	품 목 명	안전사용기준					
		우리나라				이태리 남티롤	
		일반재배		저농약재배		일반재배	종합생산
수확 전	횟수	수확 전	횟수	수확 전	수확전		
Captan	오소싸이드 경농꺽탄 정밀꺽탄 동부꺽탄 삼공꺽탄	21일	4회	42일	2회	15일	15일
	약손 프론티아	14일	4회	28일	2회		
Cyprodinil	유닉스	30일	5회	60일	2회	21일	21일
Difenoconazole	삼진왕	21일	5회	42일	2회	14일	14일
	푸르겐	3일	6회	6일	3회		
	보가드	14일	5회	28일	2회		
Dithianon	델란 경농디치 정밀디치 창가탄	21일	5회	42일	2회	21일	40일
	델란티	20일	6회	40일	3회		
Dodine	새론	7일	5회	14일	2회	10일	20일
Folpet	경농홀렛 금망 삼공홀렛	10일	6회	20일	3회	사용금지	
Iprodione	새미나	30일	4회	60일	2회	21일	21일
	신바람	14일	6회	28일	3회		
	약손, 프론티아 다스린, 로브랄 균사리, 새시로 이비엠조테나	14일	4회	28일	2회		
Kresoxim-methyl	코리스	30일	5회	60일	2회	35일	35일
	젤존	30일	3회	60일	1회		
	월드스타	21일	3회	42일	1회		
	해비치	14일	4회	28일	2회		
Mancozeb	인다센, 아라리, 트리오, 다이센엠-45 탄저스타 더센엠 성보만코지 삼공만코지 신기원	30일	5회	60일	2회	15일	15일
	트리달엠	30일	-	60일	-		
	비온엠	21일	4회	42일	2회		
	시스텐엠	21일	-	42일	-		
Penconazole	크린타운	14일	6회	28일	3회	14일	14일
Pyrimethanil	스칼라	21일	7회	42일	3회	14일	14일
	금모리	20일	6회	40일	3회		
Thrifloxy-strobin	프린트 에이플	21일	5회	42일	2회	14일	14일
Tolyfluanid	엄지	21일	3회	42일	1회	3일	3일
Triademenol	바이피단	15일	5회	30일	2회	14일	14일

자. 숙기판정에 따른 적기 수확

생산된 사과가 최고의 품질상태로 소비자에게 공급되기 위해서는 재배과정 못지않게 수확시기와 수확 후 관리가 중요하다. 우리나라는 재배에 관한 기술개발과 농민지도는 비교적 활발히 되고 있으나 수확 및 수확 후 관리에 대해서는 최근에야 관심을 갖기 시작하여 우리 현실에 맞는 기술이 비교적 취약한 분야 중의 하나이다.

수확기에 따라 사과의 품질과 풍미가 달라지며 저장력과 생리장해 발생도 크게 영향을 받는다. 우리는 품종과 출하시기 및 저장조건에 따라 수확시기를 달리하는 것이 아니라 조,중생종의 경우 시장가격 형성에 따라, 만생종의 경우 인력형편에 따라 수확시기가 결정되는 경우가 적지 않았다. 성숙정도의 판단도 관행의 수확시기를 전후하여 착색정도나 맛을 보고 직감적으로 판단하되 가능하면 가장 당도가 높은 시기에 수확하는 경우가 대부분이다. 그렇다보니 수확 후부터 유통까지의 기간 중에 급작스런 품질저하로 소비자의 외면을 받는가 하면, 과숙으로 저장력이 떨어지거나 저장 중 생리장해 발생이 많아지는 원인이 되고 있다.

애써 지은 사과가 높은 품질을 유지하여 제 가격을 받기 위해서는 적기에 수확되어야 하기 때문에 품종별로, 출하시기 또는 저장조건에 따른 수확적기 판정기준이 설정되어 제시되어야 한다. 표 1-19은 이태리 남티롤의 품종별 수확기 판정기준이다. 이러한 판단기준에 따라 저장방법과 기간을 고려하여 농민이 직접 성숙도 검사를 하여 수확기를 결정하거나 조합이나 사과판매법인의 담당자가 수시로 성숙도 검사를 하여 수확적기를 농가에게 통보하고 있다. 이태리의 경우 전량 CA저장을 하여 최소 4개월에서 최고 10개월까지 저장하면서 전 유럽에 연중 출하하기 때문에 숙기판정 기준이 우리와는 다를 수밖에 없다.

우리는 수확직후 출하하는 경우가 많고 저장을 하더라도 저온저장고에서 6개월을 넘지 않으므로 이러한 저장방법과 기간, 출하시기에 적합한 숙기판정 기준을 만들고 최고의 품질과 신선도가 유지될 수 있는 시기에 수확되도록 지도하여야 할 것이다. 수확 후에 선과를 하여 과실의 크기와 외적인 성숙상태를 살펴 즉시 판매, 단기저장, 장기 저장용으로 구분하는 경우가 많은데 이는 바람직하지 않다.

표 1-19. 이태리 납티롤의 품종별 수확적기 판단 기준(Werth 1995)

품종	전분검사 (1-5)	경도 (kg/cm ²)	당도 (°Brix)	산도 (%)	개화 후 일수(±4)
Summerred	2.8~3.0	6.3~6.6	10.5~11.0	0.68~0.78	116
Gala	2.5~3.0	6.8~7.0	11.5~12.5	0.31~0.42	129
Elstar	2.5~2.8	6.3~6.6	11.5~12.5	0.58~0.68	132
Jonathans	2.2~3.0	5.9~6.6	11.5~12.5	0.50~0.68	137
Golden Delicious	2.8~3.5	6.6~7.0	11.5~13.0	0.38~0.51	140
Jonagold	3.5~4.5	5.9~6.6	12.0~13.5	0.38~0.51	144
Red Delicious	2.0~2.8	6.6~7.5	11.0~12.0	0.26~0.38	145
Gloster	2.0~2.5	6.3~6.8	11.0~11.5	0.47~0.60	148
Idared	2.5~3.0	5.9~6.8	10.5~11.5	0.55~0.65	155
Meran	2.8~3.5	7.1~8.0	11.8~13.0	0.40~0.52	165
Rome Beauty	3.5~4.0	6.3~7.3	11.0~11.5	0.37~0.60	167
Braeburn	2.6~2.8	7.8~9.5	11.5~12.5	0.53~0.65	168
Granny Smith	2.3~2.8	6.8~7.7	10.0~11.0	0.64~0.80	170
Winesap	2.3~2.8	6.6~7.3	11.0~12.5	0.57~0.62	173
Fuji	3.5~5.0*	7.2~7.6	12.0~15.0	0.35~0.43	178

* 후지품종은 전분검사치에 의한 숙기판정이 알맞지 않음.

차. 저장방법에 따른 품종별 저장조건의 제시

우리나라는 저온저장고에서 후지의 경우 6개월까지 저장하고 있으나 CA 저장고의 비율을 20-30%까지 높여서 5~7월의 단경기에도 신선한 사과가 공급이 되도록 해야 한다. 이태리 납티롤의 경우 저장조건 및 기간과 연계하여 숙기판정을 하고 품종별 저장조건을 별도로 제시하여(표 1-20) 초,중생종의 경우도 저온저장고에서 3~5개월까지 저장하고 있다. 우리나라에서도 품종별 저장조건을 구명하여 제시하고 풍미가 유지되는 한계저장기간을 제시하여 시장여건에 따라 지나치게 장기 저장하여 과숙되거나 품질이 떨어진 사과가 유통되지 않도록 해야 한다.

표 1-20. 이태리 남티롤의 품종별 CA저장조건과 저장기간(Werth 1995)

품종	CA 저장조건			적정 저장기간	
	온도(℃)	습도(%)	CO ₂ 농도(%)	저온저장(일)	CA저장(일)
Gala	1.0~2.0	90~92	1.5~2.0	135	210
Elstar	1.0~1.5	90~92	1.6~2.0	135	225
Jonathans	1.8~3.0	90~92	1.8~2.2	150	255
Golden Delicious	1.0~1.5	93~95	2.5~3.0	165	320
Jonagold	1.0~1.5	91~93	2.5~3.0	150	250
Red Delicious	0.8~1.5	91~93	1.4~1.8	120	230
Gloster	1.0~1.5	91~93	1.2~1.6	150	220
Idared	1.8~2.5	90~93	1.8~2.2	135	210
Meran	1.0~1.5	93~95	2.5~3.0	150	270
Rome Beauty	0.8~1.5	91~93	2.0~2.5	165	270
Braeburn	1.0~1.5	90~93	1.3~1.5	150	270
Granny Smith	1.0~1.5	90~93	0.8~1.2	120	210
Winesap	1.0~1.5	91~93	1.0~1.5	165	210
Fuji	1.0~1.5	90~93	1.0~1.5	180	285

3. 우리나라 저농약 사과품질 인증제의 문제점

1993년부터 친환경 농업의 육성과 소비자보호를 위해 친환경농산물 인증 제도가 실시되고 있는데 사과의 경우 유기농산물이나 무농약농산물로 인증 받는 경우는 거의 없고 대부분 저농약 농산물로 인증을 받고 있다. 2004년 말 현재 전국 사과 친환경 인증 면적은 약 2천8백ha로 전국 사과 재배 면적의 약 10% 수준으로 저농약 인증 포장을 친환경농업직불제 대상에 포함시키는 정책의 시행과 IPM사과농가의 인증신청이 늘어나고 있어서 향후 인증면적은 빠르게 증가할 전망이다. 친환경농산물인증제도가 시행된지 12년을 넘었지만 대두되는 문제점이 적지 않아 생산자나 도시 소비자 모두 만족스럽지 못한 수준에 머무르고 있다. 친환경농산물인증제가 완전히 정착하지 못한 것은 생산과정, 마케팅 단계, 소비과정에서 다양한 문제가 있기 때문이다. 친환경 농업 실현의 한 수단인 사과종합생산이 정착되기 위해서는 기존 시행되고 있는 사과 저농약인증제의 핵심적인 문제점을 진단하고 그 해결책이 강구되어야만 할 것이다.

가. 환경 인증 농산물이 '저농약 농산물'로 표기되는데 대한 거부감

농업의 환경보전기능을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 환경농업을 실천하는 농업인 육성을 통해 환경친화적인 농업을 추구하는데 친환경 농업의 목적이 있는 친환경 농업육성법에 근거하여 친환경 농산물은 유기농산물, 전환기유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물로 구분하여 표시하고 있다. 여기서 친환경 농산물은 농약과 화학비료 및 사료첨가제 등 화학자재를 전혀 사용하지 아니하거나 적정수준 이하로 사용한 농산물을 말한다.

관행농법에서 탈피하여 화학자재의 투입을 최소화하여 환경오염을 최소화하고 안전한 먹거리로 생산된 농산물이 소비자가 가장 거부감을 갖는 '농약'이라는 용어가 들어가는 '저농약 농산물'로 불려지는 것은 올바른 표기가 아니다. 생산성을 높이고 품질을 개선하기 위하여 앞선 재배기술과 정밀한 관리, 다양한 대체방법을 투입하면서 최소한의 농약과 화학비료를 환경부담과 농산물의 안전성에 문제가 없는 범위 내에서 안전하게 사용하였음에도 생산된 농산물을 '저농약 농산물'로 표기하는 것은 안전한 먹거리 생산이라는 농민에게는 이들의 직업 철학과 노력을 무시하는 꼴이 되고, 소비자에게는 농약이 들어있는 농산물로 각인되어 오히려 외면하게 하는 심리적 효과가 있다고 본다.

친환경 농업이 가장 앞선 유럽의 여러 나라에서도 친환경 농산물은 생물학적 생산(biological production, BP) 농산물과 종합생산(integrated production, IP) 농산물로 구분하여 표기하고 대중적인 친환경 농산물은 종합생산(IP)농산물이다. 종합생산이란 농산물 생산에 관련된 모든 요소를 종합적으로 투입하되 생태적으로 안전한 영농수단을 우선적으로 선택하고 화학제의

투입은 최소화하여 환경을 보존하면서 품질 좋고 안전한 농산물을 경제적이고 지속적으로 생산하는 것을 말하는 것으로 우리나라의 친환경농업의 목적과 방법과 다르지 않다.

따라서 친환경 농업 육성법에서 규정한 제반 사항을 준수하여 생산된 친환경 농산물에 대해서는 ‘저농약 농산물’가 ‘종합생산 농산물’로 표기 하여야 마땅하다. 사과만이라도 ‘저농약 사과’가 아닌 ‘친환경 종합생산 사과’로 표시 되어야 한다고 생각한다.

나. 농민들의 인식 부족과 미약한 실천의지

친환경 농업을 돈벌이 수단으로 생각하는 농민들이 적지 않다. 그러다보니 편법과 속임수가 동원되고 작은 노력이나 부담에 대해서는 큰 대가를 기대하고 이에 미치지 못하면 불만과 피해의식을 갖는다. 심한 경우에는 농민들에게 힘만 들고 보상은 시원치 않은 하나의 규제에 지나지 않는 것으로 받아들이기도 한다. 그렇다 보니 실제로 친환경농산물 재배 시 사용해서는 안 될 농약이나 비료를 여전히 사용하고 있는 경우가 없지 않다.

친환경 농업은 가치관 또는 철학의 문제이다. 복지사회에 살고 있는 오늘날, 모두가 안전하고 풍요로운 사회, 쾌적한 환경에서 건강하게 살고자 한다. 따라서 우리의 먹거리, 특히 신선한 상태로 소비하는 사과는 안전하여야 하며, 농촌의 물, 공기와 땅은 청정하게 지켜져 생활공간으로 쾌적함은 물론, 지속적 농업이 영위될 수 있어야 한다. 사과생산 농민들이 이러한 측면에서 확고한 철학과 양심을 갖고 친환경 농산물을 생산하는 것이 단순히 판매가격을 높이기 위한 수단으로 생각할 것이 아니라 안전한 먹거리의 생산과 농촌 환경의 보존이 농업인의 의무이자 책임이라는 자세를 갖고 이를 실천해 나갈 때 소비자의 신뢰와 이에 대한 보상도 함께 이루어질 수 있다. 따라서 친환경 농업을 소득보전의 수단이 아니라 능동적으로 실천해야 할 시대적 사명이라는 생각을 농민들이 갖도록 지도하고 계몽하여야 할 것이다. 친환경 농업은 소비자들의 고품질, 안전한 먹거리 선호에 힘입어 계속해서 급속히 증가할 것이고 미래농업의 핵심적 성장 동력원이 되기 때문이다.

다. 모호하고 비현실적인 인증 기준

인증기준의 준수여부를 확인하기 위하여 ‘1년 이상의 영농관련 기록과 보관’을 의무화하고 있으나 ‘영농자재 사용 및 농산물의 생산량에 관한 자료’라는 모호한 표현으로 그 기록 내용을 규정하고 있다. 포장 환경에 있어서도 ‘외부로부터 오염우려가 없는 포장’ 이라거나 ‘토양의 염류, 중금속 함량이 직전 토양검정 때의 수치보다 악화되지 않도록 노력해야 한다.’ 라는 등 모호하고 선언적으로 규정하고 있다. 선진국에서는 환경에 미치는 영향이 경미한 제조체를 제한적으로 허용하고 있으나 우리나라는 무조건 제조체의 사용을 허용

하지 않는 것이나 화학비료의 시비를 권장량의 1/2이하로 규정하는 것도 불합리하고 비현실적인 기준으로 볼 수 있다.

농민들이 이러한 모호하고 불합리한 기준을 지키기 위해 어떠한 기술을 투입해야 하는가에 대한 지침이나 길잡이가 없는데다 친환경 대체기술의 개발과 기존의 환경 친화적인 재배기술에 대한 농가 지도도 거의 이루어지지 않고 있어 저농약 인증 농산물의 생산에 관한 책임은 전적으로 농가가 부담하고 있는 실정이다.

따라서 친환경 농산물 인증제 특히 저농약 인증에 있어서의 불합리한 기준을 수정, 보완하고 구체화 하며, 이의 실천을 위한 세부 지침을 제시하고 대체기술의 개발과 현장보급으로 농민들이 이를 무리 없이 친환경 농산물을 생산할 수 있는 기반을 확실히 하여야 할 것이다.

라. 관리의 인력의 부족과 낮은 수준의 전문성

친환경 농산물에 대한 품질인증을 민간기관에도 허용하고 있으나 민간인증기관에 대한 신뢰부족, 비용 문제 등으로 민간인증기관의 지정이 미비하여 전체 인증농가의 93%를 농산물품질관리원에서 담당하고 있다. 저농약 인증농가는 급증함에도 농산물품질관리원의 인력에는 변동이 없어 1인당 150농가 이상을 담당하고 있는데다 인증 작목이 다양하여 규정대로 인증농가를 관리하기에는 역부족이다. 무엇보다 담당 공무원이 사과에 대한 전문성이 부족하여 농가의 신뢰를 받지 못하는 것이 현실이다. 저농약 인증신청을 하면 현지를 방문하여 사과원의 환경이 인증기준 적합한지를 조사하고 토양, 용수, 잔류농약 검사용 시료 채취 분석을 의뢰하여야 하며 분기당 1회 이상 현장을 방문하여 포장 환경의 적정성, 인증기준 준수 여부 등의 확인을 하여야 하는데 제한된 인력으로 감당하기에는 결코 간단치 않은 일이다. 따라서 관련 기구와 장비, 인력을 대폭 확충하여 급성장하고 있는 친환경농산물에 대한 종합적 관리대책이 정비되어야 한다.

마. 유관 기관 간 협조 부족과 미비한 역할 분담

정부에서는 친환경 농업을 장려하고 있으나 현장에서 실현되기 위해서는 재배기술의 개발, 농민교육 및 현장 기술지도, 경영능력 제고, 차별화된 판매 전략 등 재배기술, 경영 요소들이 종합적이고 체계적으로 투입되고 관리되어야 한다. 따라서 이와 관련한 업무를 인증기관이 농산물품질관리원만으로는 감당할 수 없다. 학계, 시험장, 기술센터, 전문농협, 단위농협 등 사과와 관련된 여러 가지 기관과 조직체가 있으나 각 기관의 설립취지에 따라 독립적이고 개별적으로 업무를 담당하고 있으나 친환경 농업의 실현을 위해서는 함께 힘을 합치고 부문별로 그 역할을 나누어 가져야 한다.

학계와 연구기관은 합리적이면서 실현가능한 지침이나 규정을 만드는 데 적극 나서야 하고 현장의 애로사항을 해결하는 연구를 수행하며 전담지도인력의 역량을 높이는 데도 기여하여야 할 것이다.

사과주산지 기술센터와 전문농협의 전담 지도사들은 재배농민들에게 친환경적 재배기술을 전수하고 이의 이행을 지도하여야 하며, 농협에서는 공동출하를 담당하고, 행정기관에서는 이 과정에서 제기되는 어려움과 문제 해결에 필요한 행정적, 재정적 지원을 아끼지 않아야 할 것이다.

바. 인증 농산물에 대한 사후 대책 미약

친환경 농업은 소비자들이 사과재배농민들이 노력을 인정하고 안전한 농산물에 대해 신뢰를 갖고 이에 상응하는 대가를 지불할 때만 정착이 가능하다. 그러나 생산과정에 대해서는 정해진 기준과 절차에 따라 엄격하게 심사하여 인증을 하나 그 후에는 특별한 관리가 이루어지지 않고 생산자와 중간상의 양심과 관행의 시장논리에만 맡겨두고 있는 실정이다. 저농약으로 인증 받은 사과가 생산과정뿐 아니라 유통과정에서도 차별화가 되어 소비자의 손에 들어가 상응하는 가치를 인정받아야 한다. 국가기관인 농산물품질관리원에서 공익적 목적으로 품질을 인증하니 만큼 이에 대한 대국민 홍보를 강화하고 유통과정에도 적극 관여하여 유통과정에서 왜곡되거나 유사 표시품이 유통되는 것을 막아야 할 것이다. 생산과정만 엄격히 감독하고 유통과정은 소홀히 함으로써 안전 농산물을 생산하는 농민들은 애써 지은 농산물이 제대로 평가받지 못하고 소비자들은 높은 가격을 치르면서도 안전성에 불안감을 느끼는 상황이 더 이상 일어나서는 안 된다

4. 사과종합생산을 위한 인프라 구축과 운영

선진국의 경우 대부분이 순수 농민조직체가 정부로부터 직간접의 지원을 받으면서 사과종합생산과 인증제를 주도하고 있다. 장기적으로는 우리나라도 이러한 방향으로 가야하나 아직 농민조직체의 규모나 역량이 크게 취약하기 때문에 비교적 틀이 잘 짜여진 기존의 연구 또는 지도조직이 주도적인 역할을 맡고 행정조직, 대학, 농협조직이 협력해 나가는 방향이 바람직 할 것으로 판단된다.

가. 관련 조직체의 구성과 운영

1) 중앙조직 : 사과종합생산협의회

가) 구성

중앙조직으로 농림부 과수화훼과와 친환경농업과, 농진청 원예연구소 과수과와 농촌지원국 소득개발과, 농산물품질관리원 품질관리과, 전국과수조합연합회, 사과사랑동호회, 농협중앙회 유통지원팀, 농산물중도인연합회, 사과 관련 교수 등이 참여하여 15~20명으로 구성한다.

나) 주 임무 및 운영

친환경농업육성 정책에 따라 성공적인 사과종합생산체계가 정착되고 이에 바탕하여 우수농산물관리제도가 실현되도록 농림부 지정 사과특성화 대학인 경북대학교 농업생명과학대학 사과연구센터 또는 농촌진흥청 원예연구소 사과시험장에 협의회 본부를 두고 다음과 같은 사항을 주 업무로 수행한다.

- 종합생산프로그램의 개발, 보급, 지도, 관리, 검사, 인증, 출하 및 홍보 등에 관한 제반 정책 개발
- 사과종합생산 지침의 개선, 종합생산 관련 자료의 발간
- 사과종합생산 참여기관 및 조직체의 역할 조정
- 사과종합생산 실천을 위한 행정적, 재정적 대책과 농민기술지도계획의 수립
- 과일종합생산에 관한 제반 규정 제정 및 개정

2) 도 단위 조직 : 사과종합생산기술지원단

가) 구성

사과주산지 도 단위 조직으로 재배기술, 병해충종합관리, 수확 후 관리, 안정성, 유통 및 마케팅 분야의 전문가 30여명으로 구성한다.

나) 주 임무 및 운영

농림부로부터 특성화대학으로 지정된 국립대학 내에 본부를 두고 운영경

비는 향우 3년은 전액 국비로 부담하고 4년차부터는 참여 조직 및 수혜자가 매년 10%씩 누적 부담을 하여 8년차 이후는 국비 50% 수혜자가 50%를 부담하며 아래와 같은 업무를 수행한다.

- 지역여건에 맞는 종합생산관련 각종 기술 자료의 발간과 up-grade
- 현장애로과제의 수행을 통한 문제점 해결
- 전담지도사, 전문농협 영농기술지도사, 저장 및 유통조직 기술자, 경영책임자 등 지도인력에 대한 교육 및 컨설팅
- 주산지 종합생산참여 조직에 대한 현장 집체교육

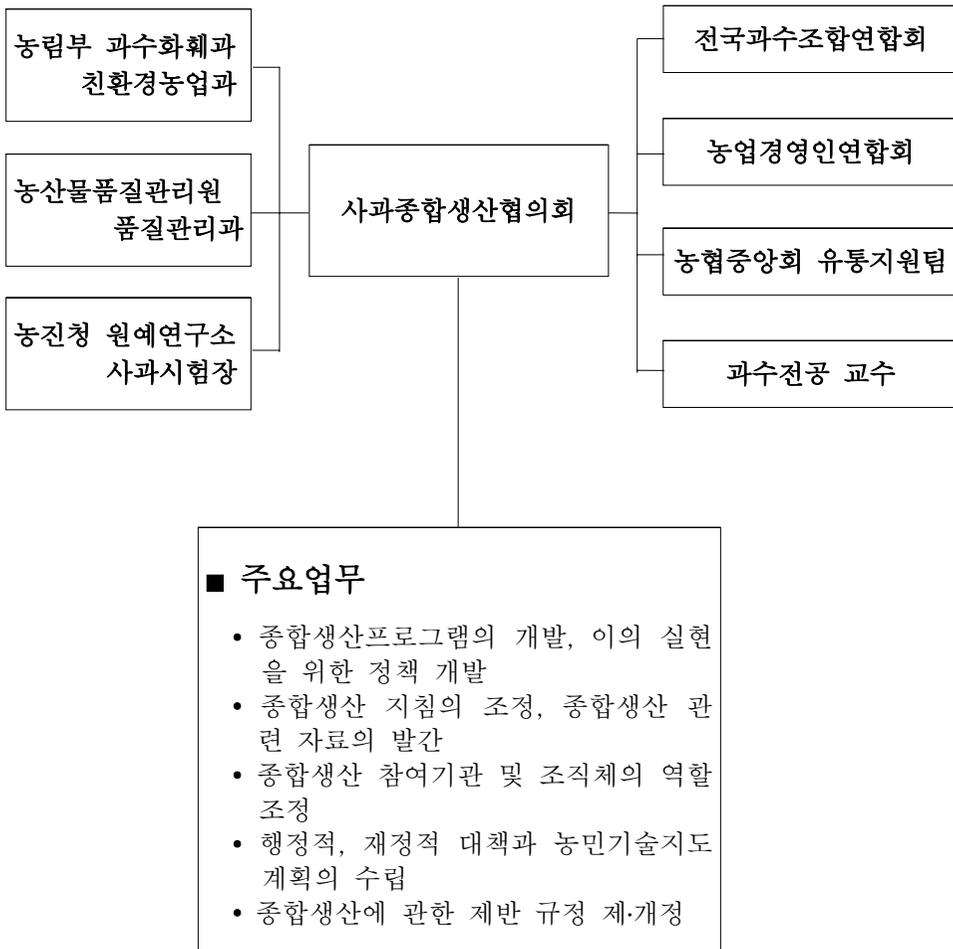


그림 1-3. 사과종합생산협의회의 구성과 주요 임무

3) 시군단위 현장 실무조직 : 사과종합생산관리팀

가) 구성

사과주산지 시군농업기술센터 내에 사과종합생산관리팀을 두고 사과종합생산과 관련한 제반 업무를 관장하도록 한다.

나) 주 임무 및 운영

농산물품질관리원 출장소, 전문농협(또는 단위농협), APC 등과 긴밀히 협력하면서 사과종합생산이 현장에서 실천될 수 있도록 대농민 지원 업무를 담당한다.

- 종합생산 지침, 영농일지 등 관련 자료의 배포와 의무사항 농산물품질관리원의 인증절차에 필요한 제반 사항의 이행 및 기록 지도
- 대 농민 친환경 재배기술지도
- 영양진단을 위한 토양 및 엽분석, 결과에 따른 처방 제시
- 체크리스트를 이용한 자체 점검

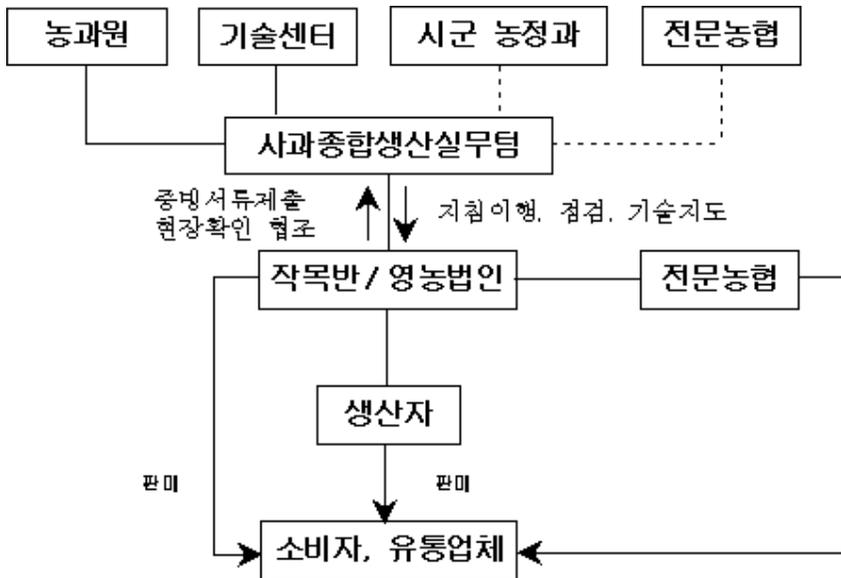


그림 1-4. 사과종합생산관리팀의 체계도

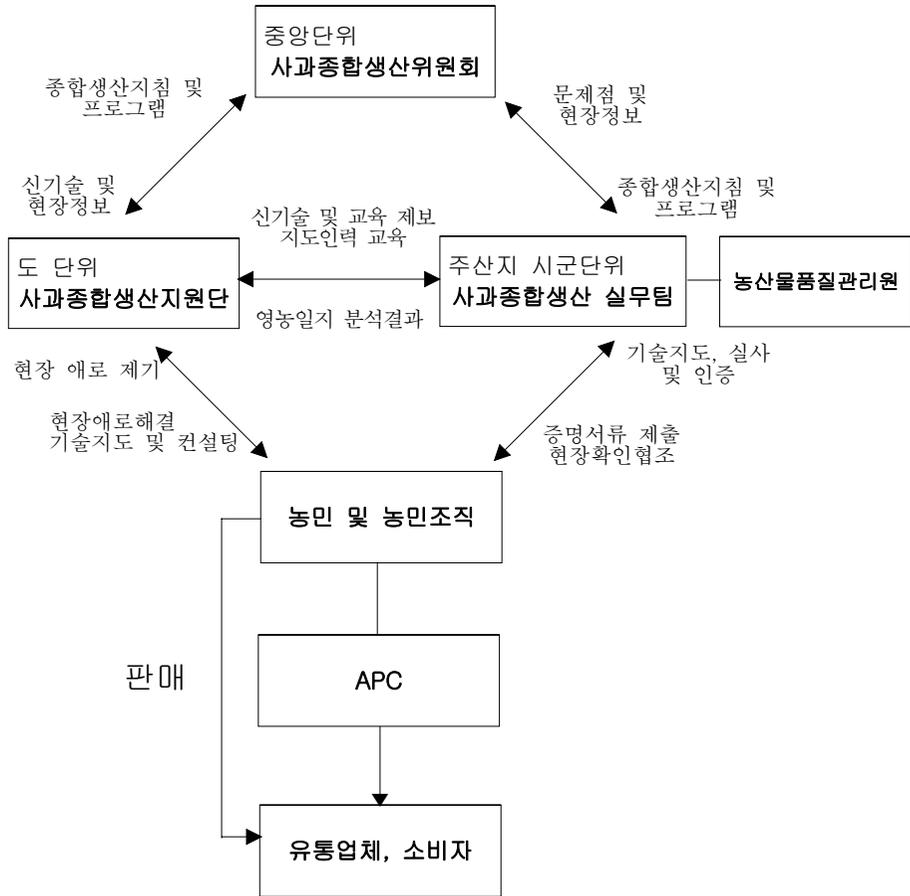


그림 1-5 사과종합생산 관련 조직의 운영체계

나. 사과종합생산의 단계적 추진 전략 및 직간접 지원방안

1) 사과종합생산 추진전략

저농약 품질인증 농가나 각 시군농업기술센터에 농촌진흥청 또는 지방자치단체에서 시범사업으로 수행하고 있는 IPM사업에 참여하는 농가를 우선으로 선발하고 지도, 감독을 통해 사과종합생산을 실현하도록 한다. 농가의 기술수준이나 경영능력이 뛰어나고 친환경 사과종합생산 의지가 높은 농가에 한해서는 저농약품질인증 또는 IPM 시범사업의 참여 실적이 없어도 사과종합생산사업단에 참여할 수 있도록 한다.

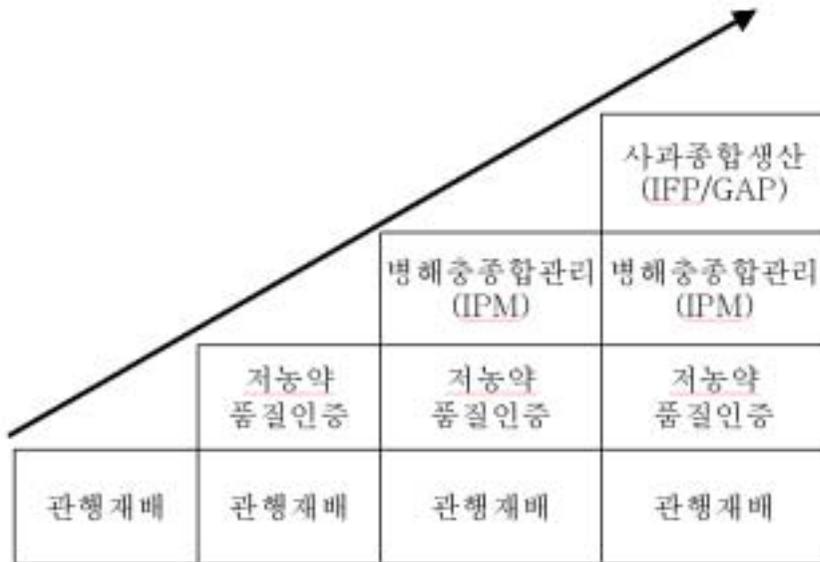


그림 1-6. 사과종합생산발전체계도

사과종합생산은 사과산업 전반이 조직적이고 체계적으로 발전할 때 실현 가능하고 그 효과인 실질적 농가소득 증대가 이루어 질 수 있다. 규모화, 현대화된 생산기반 하에서 환경 친화적인 첨단 생산기술을 투입하여 안전하면서도 품질 좋은 사과를 지속적으로 다수확 하여야 한다. 출하계획에 따라 적정시기에 수확을 하되 수확기의 신선함이 유지되도록 저장을 하고 객관적 기준과 소비자의 기호에 따라 품질을 나누고 포장을 다양하게 하여 공동브랜드를 개발하여 공동으로 연중 출하하고 적극적인 홍보와 시장 개척에도 힘써야 우리나라 사과산업이 살아남을 수 있게 될 것이다.

농림부의 FTA기금지방자율사업을 통해 생산시설을 현대화하고 생산기반을 정비, 규모화 하여야 할 것이며, 농림부의 지역특성화 교육사업을 통해 종합생산 실무지도인력의 전문성을 높이고 개별농가의 사과생산기술 향상, 경영능력을 배가시키도록 하여야 할 것이다.

농림부에서 수행하는 FTA기금지방자율사업뿐 아니라 행자부의 신 활력 사업 등을 통해 사과주산지에서는 사과생산자조직을 육성하고 유통체계를 현대화하여 수확 후에도 부가가치를 창출하고 그 혜택이 생산자에게도 돌아갈 수 있도록 하여야 한다.

농림부 농림기술관리센터에서 주관하는 현장애로기술개발, 농촌진흥청에서 운영하는 사과특화사업단, 농협에서 운영하는 산지유통현장자문단 등을 통해 현장중심의 당면어로 기술을 개발하고 이를 생산과정뿐 아니라 저장과 유통과정에 관한 컨설팅을 활발히 추진하여야 한다.

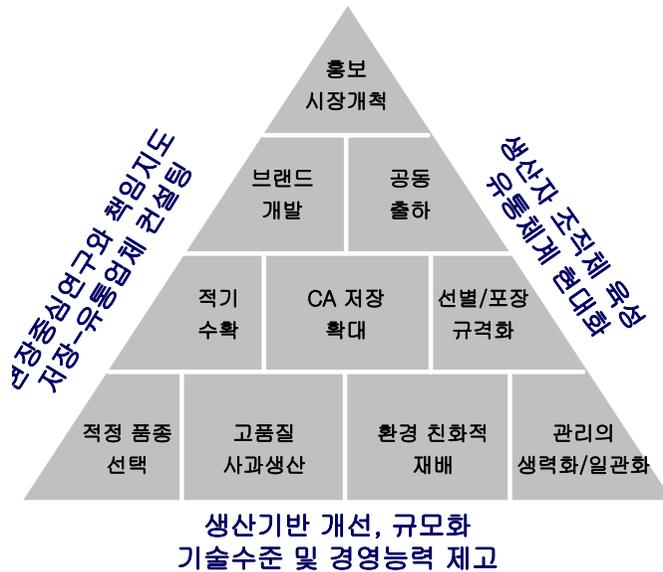


그림 1-7. 사과산업발전 전략의 체계도

2) 종합생산 인증 절차

- 사과종합생산 인증제의 소개와 신청절차 안내 (1월) : 시군의 사과 종합생산실무단은 사과전문농협, 단위농협, 영농조합법인, 작목반 등을 통해 사과종합생산의 배경과 목적, 이행방법 및 인증절차 및 기대효과 등을 소개하고 신청 절차를 안내한다.
- 동계 기술교육 (2-3월) : 농업기술센터, 전문농협 등이 주관하여 지난해의 사과종합생산영농일지 분석을 토대로 종합생산지침 및 종합생산을 위한 단위기술 등에 대해 농민 교육을 실시한다.
- 종합생산 참여 신청 (2월) : 개별 농가의 참여가 가능하나 판매전략

상 영농법인, 작목반 또는 전문/단위농협 단위의 단체 참여를 권장한다. 참여를 희망하는 단체는 소정양식의 개별신청서(서식 1)와 단체신청서(서식 2)를 시군의 사과종합생산실무팀에 제출한다. 이를 취합하여 농산물품질관리원 출장소에 부본을 제출한다.

- **신청서류 검토 및 지도/심사 계획 수립 (3월)** : 사과종합생산실무팀은 신청서류를 검토하고 이를 취합하여 농산물품질관리원 출장소에 제출하고 해당 농민(또는 조직)에게 지침서, 영농일지, 재배기술서, 기타 참고자료를 발송한다.
- **기술지도 및 자체 점검(5~8월)** : 농업기술센터, 전문조합의 지도사는 해당 농가 또는 조직을 방문하여 종합생산지침의 이행에 필요한 기술 지도를 하고 자체 체크리스트(서식 3)를 통해 세부 이행사항을 점검하고 지원한다.
- **종합생산 지침 이행 현장 확인(6~8월)** : 사과종합생산실무팀과 농산물품질관리원 담당자가 1회 이상 참여 농가를 방문하여 저농약 품질 인증 기준과 종합생산 이행 지침의 준수 여부(서식 4)를 확인한다.
- **영농일지 확인(9~11월)** : 사과종합생산실무팀과 농산물품질관리원 담당자는 참여농가의 영농일지를 회수하여 저농약 품질 인증 기준과 종합생산 이행 지침의 준수 여부를 확인한다.
- **저장, 선별, 포장과정 확인(10~3월)** : 사과종합생산실무팀이 산지유통센터를 방문하여 저장, 선별 및 포장과정에서 수확 후 관리지침의 준수 여부와 종합생산 인증 표시를 확인한다.
- **사과종합생산인증 표시의 배포(9~11월)** : 생산현장 확인과 영농기록일지 점검에서 종합생산지침의 이행이 확인된 농가에 대해서는 생산량에 상응하는 사과종합생산인증 표시(로고)를 배부한다.
- **종합생산사과의 출하내역 보고(10~4월)** : 종합생산 참여농가 또는 조직체는 사과 출하가 끝난 후에 출하 처와 출하 사과량을 사과종합생산실무팀에 보고한다.

3) 종합생산 확대를 위한 직·간접 지원방안

앞에서 살펴 본 바와 같이 사과산업 구조개선, 기술현대화, 경영 개선을 통해 국제경쟁력을 확보하도록 농림부, 농촌진흥청, 지방자치단체, 농협 등에서 다양한 형태로 정책을 추진하고 있고 직·간접의 지원규모 또한 적지 않다. 이러한 상황에서 사과종합생산을 위해 새로운 지원책을 마련하기에 앞서 기존의 정책들을 친환경 사과종합생산의 실현과 확대에 연계하여 일관되게 추진하는 것이 중요하다. 상이한 부처 및 조직에서 개별적으로 추진하는 사과관련 사업에 대해 사과종합생산협의회에서 조정하여 중복되지 않도록 하여야 할

것이다.

사과주산지에서 이미 추진하고 있는 FTA기금지방자율사업의 경우 거의 예외 없이 IPM사업이 포함되어 있는데 IPM 사업을 사과종합생산 사업으로 전환하고 연차 사업 평가시 사과종합생산 및 공동출하 성과를 사업계속 여부 판단에서 가장 중요한 평가항목으로 하여 이의 확대를 제도적으로 보장하여야 할 것이다. 행정자치부의 낙후지역 신 활력사업의 유통혁신을 사과종합생산과 연계되도록 지도하고 사과의 생산, 수확 후 관리 및 출하지침의 이행을 의무화 하는 것이 필요하다.

농촌진흥청의 사과특화사업단, 농협의 산지유통현장자문단의 대농민 기술지도 및 경영컨설팅을 사과종합생산 참여 농가와 조직에 대해 우선적으로 지도하도록 하여야 한다. 농림부에서 2006년부터 추진할 계획인 ‘지역특성화 교육’의 경우 사과종합생산과 연계된 협력체를 우선 선정하도록 할 필요가 있으며 농림기술개발센터의 연구비 지원을 사과종합생산관련 단위기술개발에 지속적으로 투자해야 할 것이다.

중앙 또는 지방정부와 지방자치단체에서 실시하는 사과관련 보조 또는 지원사업을 선정할 때에 사과종합생산 실천을 전제 조건화 하도록 한다.

종합생산 사과에 대해서는 산지유통센터(APC)에서 엄격한 품질 등급기준에 따라 선별하고 최종 소비단위로 포장되어 출하되도록 하여 유통과정에서 왜곡되지 않도록 하고 그 과정에서 발생하는 비용은 국가에서 지원하도록 하여야 한다.

<서식 2.>

친환경 사과종합생산 참여 신청서(조직체)

조직체 및 대표자

법인(조직)명		조직원수	
대표자성명		사업자등록번호 (주민등록번호)	
주소	(전화 :)		

종합생산 주요 추진 계획

품종별	재배면적 (ha)	생산 계획량 (ton)	품종별	재배면적 (ha)	생산 계획량 (ton)

기술지도

성명	소속	직위	주소	연락처
				전화 : HP :

거래 유통업체

업체명	주소	업체명	주소

상기 조직체는 참여회원의 결의로 친환경 사과종합생산프로그램에 참여하여 관련 지침을 성실하게 실천함에 있어 공동의 노력을 기울이고 이 과정에서 부과되는 책임과 의무를 다할 것을 서약합니다.

2005년 월 일

종합생산참여조직체 :

대표자 : (인)

<서식 3.>

친환경 사과종합생산 과원 현장 조사표

등록번호 :

성 명 :

주 소 :

연락처 : 집전화

휴대폰

e-mail

필 지 명										
품종 / 대목	/		/		/		/		/	
N시비량 (kg/10a·년)	kg/10a									
표 토 관 리										
제 초 제 살 포 여 부	합격	불합격								
수 세 안 정										
결 실 량	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-
신 초 생 장	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-
수관 수광율	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-
포장 이용율	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-
중 간 평 가	합격	불합격								
과 실 품 질										
과 실 크 기	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-
과 형 및 균 일 성	-	-	+	++	-	-	+	++	-	-
중 간 평 가	합격	불합격								
중 합 판 정	합격	불합격								

친환경 사과종합생산프로그램에 참여하는 농가의 지침을 이행 여부와 사과원의 생장 상태를 객관적인 관점에서 성실하게 조사하였음을 확인합니다.

200 년 월 일

소 속 :

조 사 자 :

(인, 서명)

<서식 4.>

친환경 사과종합생산 농가 현장 점검표

등록번호 :

성 명 :

주 소 :

연락처 : 집전화

휴대폰

e-mail

확 인 내 용		예	아니오
병해충방제	1. 방제기는 성능검사를 하였고 정상적으로 작동하는가?		
	2. 농약의 보관이 안전하게 보관되고 있는가?		
	3. 농약을 계량할 수 있는 저울과 메스실린더, 방제복은 갖추고 있는가?		
	4. 사용한 농약병과 봉지는 안전하게 수거되고 있는가?		
	5. 살충제나 살비제는 예찰에 근거하여 방제하였는가?		
	6. 농약은 적기에 안전사용기준에 따라 살포하였는가?		
시비	7. 비료는 적절히 보관되고 있는가?		
	8. 토양분석 결과는 갖고 있는가?		
서류구비	9. 필지별 과수원관리 및 경영일지는 있는가?		
	10. 병해충방제에 관한 기록은 완벽하게 되어 있는가?		
	11. 시비에 관한 기록은 완벽하게 되어 있는가?		
	12. 농자재의 출납은 기록되어 있는가?		
교육	13. 3회 이상 영농기술교육에 참석하였는가?		
	14. 병해충종합관리에 관한 지도를 받고 있는가?		
위생	15. 선별 및 포장 자재는 깨끗하고 적절하게 보관, 이용되고 있는가?		
포장확인	16. 포장을 임의로 택해 확인한 바 영농기록일지의 기록내용과 일치하는가?		

친환경 사과종합생산프로그램에 참여하는 농가의 지침을 이행 여부와 사과의 생장 상태를 객관적인 관점에서 성실하게 조사하였음을 확인합니다.

200 년 월 일

소속 :

조사자

5. 친환경 사과종합생산현장 지도

가. 안동시 길안 친환경 사과작목반의 경우

1) 농가의 선정과 조직체 구성

안동시농업기술센터와 공동으로 효율적인 지도를 위해 사과주산지이면서 기술수준과 경영여건이 양호한 길안면을 시범지역으로 지정하고 사과원 경영규모가 1ha 이상의 전업농 또는 농가소득 중 사과의 비중이 70% 이상인 농가 중 본 연구과제의 취지를 충분히 이해하고 참여의지가 확실한 농가를 대상으로 25호를 선정하였다.

참여농가는 연구진과 안동시농업기술센터에서 주관하는 제반 교육과 지도에 적극 동참하고 제시된 지침을 준수하여야하며, 제반 관리사항을 배포한 영농일지에 기록하여야 함은 물론, 종합생산 실천여부를 확인하기 위한 현장 조사와 자료제출 요구에 응하도록 의무화하고 서약서를 받았다. 자체적으로 길안친환경사과작목반을 조직(회장 고석인)하고 규약을 제정하여 모든 회원이 본 종합생산을 실천할 수 있는 체제를 갖추도록 하였다.

2) 참여자의 의식

참여자의 친환경 사과종합생산에 대한 이해와 참여의식은 매우 높은 것으로 평가되었다. 그러나 일부 농가에서는 경영 외적인 환경에다 사과원이 노화되어 경제성이 떨어짐에 따라 집중관리에 소홀히 하는 면이 없지 않았다.

대부분 필지가 여러 개로 나누어져 있고 필지별 입지조건과 토양환경이나 수령, 대목의 종류, 재식거리가 다르고 혼식원이 많아 체계적인 과수원의 관리가 쉽지 않았다. 필지별 규모에 있어서도 적게는 260평부터 크게는 3,000평까지 다양하였고 임대한 필지도 적지 않아 장기적으로 생산성과 품질을 높이기 위한 투자에 인색한 경우도 있었다.

따라서 일괄적인 교육과 지도보다는 기본 개념과 원칙을 철저히 교육하고 농가 스스로가 각자의 경영여건과 환경, 각 필지별 조건에 따라 습득한 기술을 적절히 응용하고 현장 지도시 함께 문제점을 함께 토론하면서 개선해 나갈 수 있도록 하였다.

표 1-21. 길안 친환경사과작목반 참여 농가

성명	주소	재배면적	전화번호(휴대폰)
고석인	천지2리	2.0	
권병상	천지리 814-99	2.0	
권영태	천지리	1.5	
권오섭	천지1리	1.5	
권오성	백자리 373	1.5	
권창호	대사리 603	1.0	
김대익	대사리 169	1.0	
김문현	목계2리	1.0	
김시열	구수리	1.5	
김용인	천지1리	2.0	
김우현	목계리	1.0	
김정현	천지1리	2.0	
김준동	만음2리	2.0	
김창원	대사리 644	1.0	
김형동	현하3리	1.5	
박상웅	백자리	1.5	
박정민	천지 1리 동국A503	1.5	
박준찬	만음1리 872	1.5	
정성욱	만음2리 150	1.0	
정희호	구수리	1.0	
최성기	송사리	1.0	
권영탁	송사리	1.5	
김대현	만음리	1.5	
박재필	천지리	1.5	
김종성	천지리	1.0	
계	25호	35.5ha	

3) 수형구성

병해충의 발생이 적고 우량과의 비율이 높으면서 단위면적당 수확량이 많기 위해서는 수관구성이 적절하게 되어 있어야 하고 관리 작업을 손쉽게 하자면 수고도 너무 높지 않아야 한다. 8월 초와 10월 말에 23개 필지에 대해 수형구성을 살펴 본 결과는 표 1-22와 같다.

김용인씨의 과원은 고밀식 키 낮은 사과원 사과원으로 M9 대목의 우량한 묘목을 3.5×1.5m로 심어 재식 4년차 였다. 수고 3.1m, 수폭 2.3m로 거의 목표 수형에 도달하였고 수세가 안정되어 있었을 뿐 아니라 결실량도 적절하였다. 다만 지접부 동해피해를 입은 나무가 몇 주 발생하여 문제점으로 파악되었다.

그 외의 농가에서는 수형이 어린나무에서는 주간형, 성목의 경우는 변칙주간형으로 대개가 상단주지의 세력이 강해 원통형을 띄고 있었다. 재식거리

가 MM106의 경우 5~6×5~6m, M26은 3~4×2.5~3.5m로 수형이 완성된 상태에서 열간으로 SS기가 다닐 정도의 공간이 확보되기는 하였으나 중·상단부는 수관이 거의 덮여 통풍과 채광에 매우 불리한 조건인 경우가 대부분이었다.

M26 대목의 사과원에서는 주간연장지를 2.4~3m의 높이에서 절단하여 수고를 제한하였으나 상단 주지의 세력이 강하여 대부분의 사과원이 수고가 4m 이상으로 높았고, 주지의 수도 5개 이상이고 많은 경우 8개에 달하였다. 따라서 수관이 높으면서 복잡하여 좋은 품질의 사과를 다수확 하는데 불리한 상태였다. 이는 M26대목의 사과나무를 3~4×2~3.5m로 심고는 정지 방식은 일반대목의 주간형 방식을 택했기 때문에 수고와 수관 폭이 너무 커진 상태에서 수고를 무리하게 단축하였기 때문으로 판단되었다.

고석인씨 과원의 경우 접목부가 묻혀 거의 일반대목화 한 상태에서 재식거리 3×2m로는 유지가 불가능하였기 때문에 부분적으로 주간에서 한주씩 솎아내어 3×4m로 재식거리를 수정하였다. 아직 간벌을 하지 않은 부분에 대해서는 겨울 전정시 솎아내어 공간을 확보하여야 할 것이다.

고석인씨 과원을 제외한 대부분의 M26 대목 과원의 경우 시비량을 줄이고 솎음 전정으로 전정의 강도를 줄이는 대신 유인을 많이 하고 생육기 도장지 제거를 통해 수세안정에 정성을 들인다면 간벌을 하지 않고도 수형 개선이 가능할 것으로 판단되었다. 하단 주지가 너무 낮아 작업에 불편을 주거나 적당한 높이라도 결실시 지면 가까이까지 늘어지는 경우는 솎아내어 한단을 더 높이는 것이 바람직하다. 주지의 세력에 따라 다르기는 하나 주지가 5개 이상은 지나치게 많다고 할 수 있어 중·상단부의 위치가 나쁘고 세력 강한 주지는 1-2개 솎아 내거나 다소 약한 가지로 대체하도록 하는 것이 좋다. 비대한 주지를 솎아내는 것은 성목이라 할지라도 사과나무에는 대단한 충격이므로 반발생장을 최소화하기 위해서는 시비량을 대폭 줄이고 겨울 전정시 한꺼번에 잘라 내는 것 보다는 예정위치에서 50cm 이상으로 말뚝 모양의 등치를 남겨 두었다가 5월에 들어 적과를 하면서 도장지가 자라나온 나머지 부분을 완전히 잘라내는 것이 좋다. 주간(원줄기)을 단축할 경우에도 같은 방법으로 예정 높이 이상의 잔가지는 모두 잘라내고 말뚝 모양으로 일정 길이를 남겨 두었다가 적과시 제거하면 반발생장을 상당부분 완화시킬 수 있다. 그러나 잘라내는 가지의 세력이 그리 강하지 않고 그 수도 적다면 이렇게 까지 하지 않아도 무리가 없다.

열간을 따라 약 2m는 완전히 열린 공간이 있어야 기계를 이용한 관리작업이 쉬울 뿐만 아니라 하부까지 통풍과 채광이 좋아 수관 전체에서 좋은 품질의 사과를 수확할 수 있다. 길안의 친환경 사과작목반 회원의 사과원에서도 우리나라의 대부분 성목원의 경우처럼 수관이 지면을 이불처럼 덮고 있어 열린 공간이 절대적으로 부족하였다. 공간 확보를 위해서는 간벌이 바람직하나 간벌이 여의치 않을 경우 열간에 열린 공간을 확보한다는 관점에서 주지의

배치와 세력 조절을 할 필요가 있었다.

M26 성목원의 경우 재식거리와 지형에 따라 다르기는 하나 주지 수를 현재의 4-9개에서 3-5개로 줄여야 하며, 수고도 현재의 3-5.2m에서 3-4m로 제한하는 것이 바람직하다고 생각되었다. 대부분의 주지, 특히 상단부 주지는 분지 각이 좁고 결과모지 또는 결과지가 직립하여 세력이 대체로 강하였다. 상단부의 가지는 기본적으로 하단에 비해 세력이 약한 것이 바람직하므로 약한 가지로 대체시키거나 직립형 가지를 수평 또는 그 이하로 강하게 유인하여 세력을 떨어뜨릴 필요가 있었다.

박상웅씨의 사과원에서는 수고를 낮추고 하단의 주지를 솎아내어 생산성이 크게 떨어지긴 하였으나 나무 전체에 충분하게 햇빛이 들고 건전한 결과모지와 결과지가 많이 생겨나고 있어 1-2년 내에 정상적인 수량을 회복할 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 일시에 너무 과격한 전정을 한 느낌이 적잖이 들었고 하단의 주지를 2m까지 지나치게 높여 반발생장이 심하게 발생되어 주당 생산성이 크게 떨어지는 문제가 있었다.

표 1-22. 과원별 수관구성

성명	재식거리	대목	수령 (년)	수고 (m)	수폭 (m)	간장 (m)	주간 고 (m)	주지 수 (개)
김용인	3.5×1.5	M9	4	3.14	2.27	0.67	-	-
고석인	4~3×3~2	M26	23	3.8	5.32	1.1	2.86	6.8
박재필	6.0×7.0	실생	24	4.77	7.8	0.9	2.6	3.3
정성욱	4.5×3.5	M26	-	3.96	5.2	0.78	2.84	8.4
김창원	3.0×2.5	M26	-	3.6	4.0	0.94	2.32	6
김대익	4.0×3.0	M26	18	3.84	5.24	6.6	2.42	5.2
최성기	5.0×5.0	MM106	17	5.16	6.16	0.98	3.32	6.4
권영탁	4.5×3.5	M26	15	4.9	5.0	1.14	2.44	5.4
김시열	4.0×3.0	M26	15	4.42	4.75	1.42	3.06	5.6
김종성	4.0×3.0	M26	19	4.5	5.1	1.42	3.04	8.6
박상웅	4.5×3.5	M26	16	4.2	4.9	2.0	2.75	3.8
권오성	4.0×3.5	M26	19	3.34	4.8	1.28	2.66	5.6
김대현	4.0×3.5	MM106	-	4.55	5.6	1.48	2.72	4.75
김형동	3.5×3.0	M26	18	3.5	4.13	1.42	2.5	7.4
김정현	4.0×3.0	M26	20	3.63	5.05	0.84	2.46	6
권영태	4.5×3.5	M26	15	3.5	5.3	0.9	2.4	6.4
박준찬	4.0×2.5	M26	15	3.6	3.7	0.6	1.0	5
권오섭	6.0×6.0	M26	18	4.24	5.02	0.74	2.64	6.4

대부분의 사과원이 생장이 강하거나 수형이 불합리 하여 교정 전정이 불가피하므로 솎음전정 중심으로 전정을 하고 절단전정은 최소화 하여야 하는 것으로 판단되었다. 3월 이후 물오름이 시작되어 가지가 잘 휘어질 때 2-3년 생 가지를 1차적으로 유인을 하고 5월 들어 적과 작업을 할 때 도장지를 제거

하고 7-8월에 다시 유인과 도장지 제거를 하는 것이 좋다.

MM 106의 사과원인 최성기씨의 경우도 앞의 M26대목 사과원과 유사한 수형 개선이 필요한 것으로 판단되었다. 수고가 매우 높고 주지시 6.4개에 달해 수폭도 넓고 수관이 복잡하여 내부에 비결실 공간이 지나치게 컸다. 3여년에 걸쳐 앞에서 언급한 방법을 참고하여 하단 주지를 제거하고 주지수를 3-4개로 줄여나가는 작업을 시작하도록 지도하였다.

4) 엽분석 및 토양분석 결과

종합생산에서는 정확한 영양진단과 개선이 매우 중요하다. 최적의 영양 상태에서 나무의 생장과 과실의 발달, 성숙이 정상적으로 이루어질 뿐 아니라 병해충의 발생과 그 피해도 줄어들기 때문이다. 영양상태의 진단은 경험이 많은 경우 육안관찰을 통해 어느 정도 가능하나 보다 정확한 진단을 위해서는 엽분석과 토양분석을 하고 결과에 따라 시비기준을 결정하는 것이 바람직하다.

참여 농가의 엽분석을 한 결과는 표 6에서와 같다. 질소는 2.75(김창원)~3.01(권영탁), 인산은 0.14(김창원, 정성욱)~0.20(박준찬), 칼리는 0.95(김대현)~1.85(김창원), 칼슘은 0.68(권병상)~1.55(김문현), 마그네슘은 0.26(김우현)~0.39(고석인) 범위를 보였다.

우리나라의 사과나무 엽내 무기성분의 적정 함량범위는 외국에 비해 크게 높게 설정되어 있다. 최근에 과다 시비에 따른 지나친 수세의 폐해가 부각되고 고품질 사과생산의 중요성이 강조되면서 특히 질소 함량 기준의 설정이 지나치게 높다는 인식이 확산되고 있고, 원예연구소에서도 함량기준을 이전보다 크게 낮게 제시하고 있다.

분석 결과(표 1-23)를 국내외의 적정 기준과 비교해 보면 질소의 경우 한 농가도 예외 없이 선진국의 기준함량보다 높았고 1999년에 원예연구소에서 제시한 적정 범위 안에 드는 농가는 김창원씨 뿐이었다. 이러한 결과는 질소의 시용이 과다하다는 것을 의미하며 착색이나 당도, 저장력 품질이 떨어질 뿐 아니라 고두병의 발생가능성도 그만큼 높아질 수 있다. 따라서 질소 시용을 줄이거나 중지하는 것이 바람직하고 특히 생육후기에 질소를 추비하거나 질소가 함유된 보영양제를 엽면살포 하는 것을 피해야 할 것이다.

인산의 경우 엽내 함량은 적정범위 내에 있었으며 칼리의 경우도 같은 경향이었다. 김대현씨의 사과원에서는 적정범위보다 다소 떨어졌으나 품질이나 생육에는 영향을 미치지 않는 수준으로 생각되었다. 권병상씨와 김대현씨 과원의 경우 칼슘이 다소 떨어지는 것을 제외하고는 칼슘과 마그네슘 모두 적정 범위 내에 분포하였다. 미량요소인 철, 망간, 아연의 함량이 농가에 따라 차이가 있었는데 이는 토양 pH, 석회시용 여부에 따라 크게 영향을 받기 때문이며, 망간 함량이 기준보다 높은 것은 우리나라 토양과 기후특성에서 기인

하는 것으로 우려할 수준은 아닌 것으로 판단된다.

표 1-23. 과원별 엽분석 결과

원 주	품종/대목	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
고석인	후지/M26	2.96	0.16	1.12	1.40	0.39	56.92	137.50	64.05
권병상	후지/M26	2.85	0.18	1.32	0.68	0.31	75.78	137.28	38.65
권영탁	후지/M26	3.01	0.17	1.50	1.03	0.31	63.54	210.34	103.25
권영태	후지/M26	2.99	0.17	1.58	1.05	0.37	84.53	171.54	161.50
권오성	후지/M26	2.96	0.15	1.25	1.11	0.33	87.54	200.42	79.84
김대익	후지/M26	2.94	0.15	1.21	1.21	0.27	71.25	178.26	74.82
김대현	후지/M26	3.00	0.16	0.95	0.77	0.36	108.73	98.37	53.32
김문현	후지/M26	2.98	0.17	1.45	1.55	0.32	68.39	194.30	43.75
김시열	후지/M26	2.83	0.15	1.21	1.16	0.31	70.32	149.38	55.32
김우현	후지/M26	2.84	0.15	1.20	1.42	0.26	61.81	120.22	33.75
김정현	후지/M26	2.95	0.17	1.20	1.13	0.32	64.20	181.12	102.44
김창원	후지/M26	2.72	0.14	1.85	0.99	0.32	73.90	169.85	6.06
박상웅	후지/M26	2.87	0.17	1.59	1.05	0.27	74.54	93.58	118.32
박준찬	후지/M26	2.96	0.20	1.38	1.10	0.27	65.27	218.7	77.93
정성욱	후지/M26	2.84	0.14	1.53	0.99	0.34	63.09	136.88	72.81
정희호	후지/M26	2.90	0.16	1.16	1.04	0.27	50.21	95.70	66.98
김용인	후지/M9	2.80	0.17	1.47	1.54	0.35	65.8	61.02	14.32
국내 (임)	후지/M9	2.24±0.19	0.16±0.02	1.21±0.18	1.07±0.20	0.36±0.05	-	-	-
	후지/M26	2.41±0.16	0.18±0.03	1.04±0.16	1.18±0.16	0.39±0.08	-	-	-
국 '87		2.49-2.92	0.16-0.19	1.04-1.51	0.91-1.30	0.26-0.36	-	-	-
내 '99		2.3-2.8	0.13-0.21	1.2-1.6	0.8-1.19	0.17-0.29	-	-	-
독일		2.2-2.6	>0.15	1.1-1.4	1.0	>0.2	>60	>60	>20
남티롤		2.3-2.6	0.16-0.26	1.1-1.6	1.2-2.0	0.18-0.36	40-100	40-100	20-50

시비의 영향이 적다고 판단되는 10월 하순 20여개 농가의 사과원 작토층을 분석한 결과는 표 1-24에서와 같다. 유기물 함량은 일반적인 우려와는 달리 2.6-5.2%의 범위로 비교적 높게 나왔다. 이러한 결과는 일반적으로 선도농가에서는 매년 충분한 유기물을 시용하는데다 수년전부터 초생재배를 해오기 때문에 유기물이 크게 축적되었기 때문이라고 판단된다. 한편으로 유기물을 주로 시용하거나 예취한 풀을 모아주는 수관하부의 근권부에서 20cm 깊이까지의 표토층에서 시료 채취·분석한데에도 원인이 있는 것으로 생각된다. 그럼에도 최근 수년동안 사과원의 유기물 함량이 예전에 비해 크게 높아졌기 때문에 초생재배를 지속하는 한 토양 유기물 함량을 높이기 위해 무리하게 시용할 필요는 없는 것으로 판단된다.

표 1-24. 과원별 토양분석 결과

이름	유기물	T-N (%)	양이온(cmol/kg)			음이온(mg/kg)						pH (1:5)
			Ca	Mg	K	P	Mn	Fe	Cu	Zn	B	
박상웅	3.2	0.21	5.70	1.52	0.79	248	3.15	25	2.14	8.04	0.32	6.45
김시열	3.8	0.22	3.7	0.99	0.56	158	15.8	61.9	1.3	5.16	0.46	6.34
최성기	2.8	0.21	4.06	1.16	0.43	339	3.45	14	1.95	5.79	0.45	6.44
김준동	3.4	0.21	2.50	0.72	0.45	246	7.4	61.4	1.33	4.9	0.26	-
권영탁	3.6	0.20	4.11	0.82	0.54	388	6	30.8	1.51	4.9	0.66	6.42
김대현	4.4	0.21	5.66	2.27	0.83	420	4.37	25.9	1.92	10.5	0.53	6.37
김형동	5.2	0.22	5.57	2.07	0.75	140	14.1	64	1.02	3.34	0.91	6.22
김창원	3.4	0.22	5.23	1.04	0.44	295	1.86	24.5	0.581	1.69	0.45	6.77
김정현	4.6	0.23	4.39	1.60	0.74	496	2.41	58.2	2.41	7.1	0.49	6.66
김종성	2.6	0.20	2.33	0.75	0.59	187	5.12	35.9	0.556	3.03	0.27	6.45
김용인	3.4	0.21	6.12	0.92	0.46	278	2.23	20.5	6.52	6.95	0.45	-
권영태	5.2	0.23	4.46	1.46	1.17	451	12.7	53.4	3.43	12.1	0.68	6.53
권오섭	4.8	0.22	6.89	1.06	0.44	225	4.22	32	1.86	8.07	0.57	6.44
고석인	4	0.24	6.19	1.21	0.92	296	5.31	28.9	2.27	7.52	0.42	6.2
권오성	5.2	0.23	10.08	0.94	0.57	253	2.71	20.3	1.76	8.93	0.71	6.58
권병상	2.8	0.21	4.59	1.44	0.40	247	2.16	21.1	3.35	9.45	0.33	6.33
김대익	3.6	0.22	5.23	1.04	0.44	295	1.86	24.5	0.581	1.41	0.39	6.7
박준찬	3	0.19	3.57	1.13	0.57	206	6.61	34.9	1.26	3.88	0.31	6.81
정성욱	3.4	0.22	4.22	1.22	0.62	363	0.776	69.2	1.64	4.25	0.41	6.25
박재필	4	0.22	5.04	1.63	0.97	408	5.16	33.5	4.9	14.3	0.4	6.69
적정범위	2.5~3.5		5.0~6.0	1.5~2.0	0.3~0.6	200~300						6.0~6.5

칼리의 경우 예상밖으로 모든 사과원에서 적정 범위 이상으로 높게 나타났다. 칼리가 과다하게 흡수되면 고두병 발생이 많아지고 저장력도 떨어지는 경향이 있으므로 전체적으로 칼리 시용량을 줄일 필요가 있다고 판단되었다. 장마 후 염화칼리나 황산칼리를 시용하면 조기낙엽을 막는 효과가 있다고 하여 비가 잦고 조기 낙엽이 심한 과원에서 흔히 행해지고 있는데, 잦은 강우로 갈반병 등으로 조기 낙엽이 심해지자 염화칼리나 황산칼리를 추비로 시용한 것에 그 원인이 있을 것으로 추정된다. 칼리가 부족하지 않는 이상 조기낙엽 방지에 뚜렷한 효과가 인정되지 않고 오히려 고두병발생만 유발시키는 원인인 생육후기의 지나친 칼리 시용은 자제해야 할 것이다.

인산의 경우 대부분의 경우 적정 범위 또는 그 이상이었으나 김형동, 김시열, 김종성 등의 농가에서는 다소 부족하였다. 인산함량이 300mg/kg 이상인 농가의 경우 한해 동안 인산을 시용치 않거나 반량으로 줄이는 것이 바람직하다고 생각된다.

칼슘과 마그네슘의 경우 적정 범위보다 낮은 사과원이 많았는데 조사과원 모두가 사과재배에 적합한 범위 또는 그 이상의 pH를 보인 것과는 대조적이었

다. 토양 pH는 적정하기 때문에 매년 석회를 시용할 필요는 없고 2-3년마다 200-300kg/10a의 석회를 사용하면 충분하고 수분관리를 적절히 하는 것이 중요하다. 고두병이 문제되는 사과원에는 염화칼슘 엽면살포를 자주할 필요가 있다고 판단된다.

5) 과실 품질

10월 하순에 21곳의 필지를 방문하여 필지 당 임의로 25개의 사과를 채취하여 과실품질을 살펴본 바는 표 1-25와 같다. 2개 농가를 제외하고는 평균 과중이 300g이하로 과실의 비대가 불량하였다. 그 원인은 유난히 비가 잦고 흐린 날이 많아 동화양분의 합성이 부족하여 평균적으로 과실비대가 불량한데 원인이 있기도 하지만 적과를 세밀히 하지 않아 과원에 따라서는 250g이하의 소과도 조사에 포함되었기 때문이다. 5-6월 적과시에 보다 철저하고 과감한 적과를 하여야 할 것이며, 6월 상·중순에 최종 적과를 마쳤다고 하더라도 수시로 과실발달이 부진하여 상품과에 미달하는 사과는 수확 전까지 적과를 계속 하여야 할 것이다.

표 1-25. 과원별 후지품종 과실품질

이름	착색도(Hunter value)			전분지수 (0-5)	밀 (0-5)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (kg/cm ²)	과중 (g)
	L	a	b						
박상용	39.20	26.96	11.65	4.85	1.20	12.90	0.36	6	272
김시열	42.04	24.00	13.01	4.90	0.40	12.30	0.39	6.3	305
최성기	40.70	26.35	12.20	4.85	0.80	13.20	0.40	6.4	263
김준동	40.00	24.32	12.60	4.90	0.80	14.30	0.40	6.7	277
권영탁	41.27	23.54	13.18	4.85	1.20	12.20	0.48	6.4	286
김대현	43.17	23.93	13.19	4.75	0.30	12.70	0.40	6.3	284
김형동	38.54	28.78	11.74	4.80	0.90	13.20	0.32	5.9	260
김창원	33.11	16.71	9.71	5.00	0.40	12.10	0.35	7.0	227
김정현	42.88	19.46	12.75	5.00	0.00	12.00	0.38	6.5	274
김종성	41.37	21.96	12.86	4.90	1.00	12.10	0.30	6.1	275
정희호	41.46	21.21	13.39	4.95	0.10	12.10	0.37	6.3	255
김용인	42.25	33.98	9.95	4.90	0.30	13.50	0.32	6.9	308
권영태	44.05	20.29	14.69	5.00	1.20	13.30	0.38	6.4	270
권오섭	39.64	26.71	11.40	4.85	0.70	12.50	0.30	6.4	267
고석인	42.69	19.84	12.89	4.95	0.20	12.30	0.31	6.2	253
권오성	42.87	22.75	14.60	4.65	1.50	12.70	0.38	6.5	281
권병상	40.55	30.14	12.31	4.85	1.00	13.00	0.36	6.5	274
김대익	37.38	27.50	11.40	4.90	1.50	13.00	0.37	6.4	274
김우현	43.12	19.70	13.46	4.95	0.30	13.00	0.38	6.3	280
정성욱	42.14	21.91	12.99	4.95	1.00	13.00	0.38	6.4	276
박재필	40.44	22.63	12.18	4.90	0.30	12.00	0.34	6.2	234

당도의 경우 박준동씨 과원의 14.3°Brix를 제외하고는 12-13.5°Brix로 비교적 낮았고 밀의 발생도 평년보다는 현저히 적었다. 길안지역뿐 아니라 다른 지역에서도 예년에 비해 당도와 밀의 발생이 낮게 나타났는데 이는 유난히 비가 잦고 흐린 날이 많았던 것이 주된 원인으로 생각된다. 그럼에도 당도가 13°Brix 이하로 떨어진 과수원의 경우 갈반병으로 낙엽이 많았거나 과밀한 수관으로 햇빛이 충분히 들지 못했기 때문으로 추정된다. 따라서 장마기 병해 방제를 보다 정밀하게 하여 건진 엽을 유지하고 진정을 통해 수관을 개선하여 생육기 도장지 제거에 보다 많은 노력을 기울일 필요가 있다고 판단된다. 김용인씨 사과원의 경우 봉지재배를 하였음에도 과실의 당도가 13.5°Brix로 타 과수원에 비해 높고 과실비대가 양호한 것은 수관 전체의 햇빛이 충분히 들고 적과를 세밀하게 하였기 때문인 것으로 생각된다.

과실의 착색은 농가에 따라 차이가 비교적 크게 나타났다. 김창원씨, 김정현씨, 고석인씨, 김우현씨 등의 사과가 타 농가에 비해 착색이 불량하였는데 이는 조기 낙엽이 심하였거나, 수관이 복잡하여 채광이 불량하거나 질소의 과용이 원인인 것으로 추정된다.

김준동씨, 김대현씨, 김기열씨, 정성국씨 등의 사과원에서 열과가 적지 않게 발생되었다. 후지경우 타 품종에 비해 유전적으로 꼭지 열과가 많이 발생하는데 정확한 열과의 원인이 구명되지 않았으나 성숙기에 수분이 부족하여 과피가 경화된 상태에서 과실이 갑작스레 비대할 경우에 잘 나타나는 것으로 파악된다. 8월 이후에 수분관리를 지속적으로 하여 수분부족과 과다가 반복되지 않도록 할 필요가 있다고 생각된다.

6) 초생관리

M9 대목의 고밀식 키 낮은 사과원인 김용인씨의 경우는 수관하부는 PP 부직포로 피복하고 열간은 목초초생을 하여 합리적으로 관리하고 있었으나 그 외의 사과원은 자연 발생 초종을 이용한 전면 초생을 하고 있었다. 제초제를 전혀 사용하지 않고 초생을 관리하는 것은 노력은 많이 소요되나 생태적인 측면에서는 매우 바람직하다.

김용인씨를 제외하고 관행의 일반재배를 하는 모든 농가에서 자연 초생을 하고 있었다. 대부분의 사과원이 수관이 복잡하여 수관하부에 풀이 그리 잘 자라지 않고 열간에도 제초를 적절히 하여 관리를 잘 하고 있었으나, 결주가 많거나 경사지 사과원 중 일부는 자주 예초를 하지 않아 양수분 경합으로 수세가 떨어지고 과실비대가 부실하였다. 전면 초생을 할 경우 사과나무와 초종간의 양수분 경합이 있기 마련인데 특히 수분경합은 사과원의 입지조건과 해에 따라 크게 문제가 될 수 있으므로 7월까지의 자주 예초를 하여 양수분

경합을 최소화 하고 관수를 충분히 하여야 한다. 그러나 8월 이후는 수관이 우거진데다 낮의 길이가 짧아지고 기온도 낮아지기 때문에 풀의 자람이 둔화되어 예초 간격을 다소 길게 잡아도 크게 문제되지 않는다. 토양으로부터의 질소공급이 과다할 경우 풀을 다소 키우는 것이 지나친 질소흡수로 착색이 나빠지고 저장력이 떨어지는 것을 막아 오히려 유리할 수도 있다. 그러나 이러한 경우라도 수분은 충분히 공급되어야 하기 때문에 관수 빈도와 양은 제초를 하여 풀을 키우지 않을 때보다 더 높여야 한다. 특히 경사지나 보수력이 떨어지는 사과원에서는 후기에 수분이 부족하여 과실비대가 나빠지고 열과 발생이 많아질 수 있다는 점을 염두에 둘 필요가 있다.

7) 병해충종합방제

가) 대상 농가의 재배 실태조사

저농약 방제체계의 적용을 위해 우선 대상 농가의 과수원 필지별 사과품종의 조성, 과거 2년간의 방제력과 병 발생 상황을 23농가에 대해 설문 조사하였다.

설문내용을 분석한 결과 살균제의 살포회수는 8-15회로 대단히 많은 편이었으며 살포력이 농가 간에는 물론 같은 농가에서도 연차간에 공통성이 전혀 없으므로 임기응변적으로 농약을 살포한 것으로 추정되었다. 대부분 농가의 방제력에는 합리성이 거의 없었고 병 발생생태 또는 농약의 작용상의 특성이 거의 고려되지 않았다. 또 일부의 농가에서는 매회 톱신엠을 혼용하는 등 극단적으로 혼란한 상태인 것으로 생각되었다.

나) 병 방제 기본 교육

IPM의 실천을 위해 사과 병해충 방제를 위한 기본 교육을 시행하였는데 여기에는 방제대상 병해의 발생생태, 사과품종의 병에 대한 감수성 정도의 차이 및 농약의 작용상의 특성, 저농약 살포체계 적용상의 문제점 등의 내용이 포함되었다.

다) 농약 살포체계의 작성

적용 대상 농가의 과수원 필지별 품종조성, 유대 또는 무대재배의 의향 조사에 근거하여 각 농가의 필지별 살균제 살포체계를 작성하였다.

라) 개별 농가의 방제력 교육

개별 농가를 대상으로 각 필지 별로 매시기별 사용되는 살균제의 선정 이유 등을 설명하였는데, 그 과정에서 농가의 요구를 적극 반영하여 수정 방제력을 작성하여 제공하였다.

마) 정기교육 및 점검

월 1회 현장 방문하여 농약의 살포 및 병 발생 상황을 청취하였고, 특히 병 방제에 있어서 문제가 있는 농가는 직접 방문하여 상황을 파악한 후 방제력 변경 등의 조치를 하였다.

바) 결과 조사

만생종 수확 후 마무리 교육을 겸하여 금년도 병 발생 정도를 필지별 품종별로 조사하였다(표 1-26). 매우 잦은 강우로 병 발생이 특히 많은 해였으나 겉무늬썩음병이나 탄저병은 일부의 농가를 제외하고 거의 문제가 없었다. 그러나 갈색무늬병의 발생은 타 지역에 비해 비교적 많이 발생했으며 그로 인한 경제적 손실이 초래된 농가도 있었다. 이처럼 갈색무늬병의 발생이 유난히 많은 것은 지금까지 농약의 무분별한 사용으로 과수원의 미생물 생태계가 상당히 교란되어 있었던 것으로 생각된다. 따라서 이 지역에서는 갈색무늬병의 방제효과를 증강한 특별살포체계가 필요할 것으로 생각되었다.

표 1-26. 과원별 병발생 조사

서명	필지	면적	품종	붕지		과실병해				잎병해	
				유	무	겉무늬 썩음병	탄저 병	그을 음병	기타	갈색 무늬병	점무늬 낙엽병
고석인	1	7000	후지			+	+	+	순나방	++	++
			홍월	○		-	-	-		-	-
			쓰가루			-	-	-		-	-
			기타			-	-	-		-	-
권병상	1	7000	후지			+	-	-	+(순나방) ++(잎말이나방)	+	+
			쓰가루			-	-	-	-	+	-
			홍월	○		-	-	-	-	+	-
	2		야다까	○		-	-	-	-	+	-
	3		홍로	○					-	-	-
권영탁	1	4000	후지		○	+	+	-		+	+
			세계일			-	-	-		+	+
			감홍			-	-	-		+	-
			홍장군			-	+	-		+	-
	2		홍월			-	-	-		+	-
권영태	1	4000	후지		○	+	+	-		++	++
			홍월	○		+	+	-		++	++
			홍로		○	+	+	-		+	+
			감홍	○		+	+	-		++	+
권오성	1		후지		○	+	+	-		++	++
	2		쓰가루		○	+	+	-		+	+
			후지		○	+	+	-		++	++
	3		쓰가루		○	+	+	-		+	+
			후지		○	+	+	+		++	++
4		감홍	○								
5		후지		○							
권오섭	1	5000	후지			++	++	-		+++	+++
			홍월	○		+	+	-		++	++
			감홍	○		-	-	-		-	-
권창호	1	2000	후지		○	+	-	-		+	-
			홍로		○	-	-	-		-	-
			홍월	○		-	-	-		-	-
	2	1500	후지		○	+	-	-		+	-

※ 병 발생 정도
 심하게 발생 : +++ 보통발생 : ++ 약간발생 : + 무발생 : -

표 1-26. 과원별 병발생 조사

서명	필지	면적	품종	붕지		과실병해				잎병해		
				유	무	검무늬 썩음병	탄저 병	그을 음병	기타	갈색 무늬병	검무늬 낙엽병	
김대익	1	4300	후지		○	+	+	-			++	+
			홍월	○		-	-	-			+	+
			쓰가루		○	-	-	-			++	+
			조나골드	○		-	-	-	+++ (고두)		+	+
김대현	1	1200	홍월	○		+	+	-			+	+
			뉴조나	○		+	+	-			+	+
	2	2600	후지			+	+	-			++	+++
			홍로			+	+	-			+	+
			감홍	○		+	+	-			+	+
김문현	1	3000	후지		○	++	+	-			++	-
			홍월	○		-	-	-			-	-
			조나골드	○		-	-	-			-	-
			쓰가루	○		-	-	-			-	-
			후지		○	++	+	-			++	-
김시열	1		후지		○	+	-	-	++ (순나방)		++	-
			홍월	○		-	-	-	-		+	-
			새일	○		-	-	-	-		++	-
			홍로		○	-	+		-		+	-
김용인	1		후지	○		+	+	+			+	++
			홍월			+	+	+			+	++
김종성	1	1200	후지		○	-	-	-	++ (순나방)		+	
	2	1500	후지		○	-	-	-	++		++	
	3	500	홍월	○		-	-	-	+		+	
			세계일	○		-	-	-			+	
	4	600	홍로		○	-	-	-			-	
추광				○	-	-	-			-		
김준동	1	4000	후지			+	+	-			++	-
			홍월			-	-	-			+	-
			쓰가루			-	-	-			-	-
	2	3000	후지			+	-	-			++	-
			홍월			-	-	-			-	-
			쓰가루			-	-	-			-	-
	3	3000	후지			+	-	-			++	-
홍월					-	-	-			+	-	
			세계일			-	-	-		-	-	

※ 병 발생 정도

심하게 발생 : +++ 보통발생 : ++ 약간발생 : + 무발생 : -

서명	필지	면적	품종	붕지		과실병해				잎병해	
				유	무	검무늬 썩음병	탄저 병	그을 음병	기타	갈색 무늬병	검무늬 낙엽병
김창원	1	2400	후지		○	+++	-	-		+++	-
			홍로		○	-	+	-		++	-
	2	800	후지		○	+++	-	-		+++	-
			홍월		○	-	-	-		++	-
	3	800	후지		○	++	-	-		+++	-
쓰가루				○	+	-	-		+++	-	
박상웅		11000	후지		○	+	+	-		++	++
			쓰가루		○	-	-	-		+	+
		2000	홍월	○		+	-	-		++	++
박준찬	1	2000	후지		○	-	-	-		++	++
			홍로			-	-	-		++	++
	2	1680	후지	○		-	+	-		++	++
			홍월	○		-	-	-		++	++
			화홍	○		-	-	-		++	++
박재필	1	3500	후지		○	+	+	-		+	+
			후지		○	+	+	-		+	+
			홍월	○		-	-	-		-	-
			쓰가루			-	-	-		-	-
			세계일	○		-	-	-		-	-
정성욱	1	2300	후지		○	-	-	-	+(순나방)	++	++
			쓰가루		○	-	-	-	++	+	+
			홍월	○		+	-	-	++	+	+
정희호	1	2500	후지		○	++	+	+		+	+
			홍월	○		+	++	-		+	
	2	1050	감홍	○		-	-	-		-	-
			후지			+	+	-		+	+
				홍월	○		+	+	-		+
3	1050	후지		○	+	+	-		++	+	
최성기	1	1200	후지		○	-	+	-		-	-
	2	2300	후지			-	-	-		+	+

※ 병 발생 정도
 심하게 발생 : +++ 보통발생 : ++ 약간발생 : + 무발생 : -

나. 청송군 IPM사과사업단의 경우

1) 농가의 선정

청송IPM사과사업에 참여하고 있는 242농가에 대해 사과종합생산지침, 영농일지, 재배기술서를 배포하고 구체적인 활용방법을 청송군농업기술센터와 공동으로 집체교육과 현장교육을 실시하였다. 이 중 키 낮은 사과원과 일반 사과원 각각 7개 농가를 선정하여 현장조사와 영농일지 정밀분석을 통해 종합생산 현장 적용에서의 문제점과 개선점을 파악하였다.

청송군농업기술센터는 1996년부터 키 낮은 사과재배기술의 보급에 매우 적극적이고 연구자뿐 아니라 경북사과기술지원단이 집체교육과 현장지도를 집중적으로 해오고 있으며 특히 경북대학교 임재열교수의 지도아래 2002년부터 IPM사과사업단을 운영해 오고 있기 때문에 친환경 농업에 대한 이해와 재배기술수준이 비교적 높았다.

표 1-27. 종합생산 정밀분석 대상농가

구분	원주	주 소	휴대전화	품종/대목	재식거리(m)	수령
키 낮은 사과원	조병도	현동면 인지리		후지/M26	4.0×2.0	12
	김해환	현서면 구산리		미시마/M9	3.5×1.5	6
	김재홍	현서면 구산리		미시마/M26	4.0×2.0	5
일반 사과원	조용준	안덕면 덕성리		미시마/M9	3.8×1.8	4
	김형순	파천면 웅점리		미시마/M9	3.5×1.5	5
	남창규	진보면 이촌리		나리따/M9/실생	3.8×1.8	5
일반 사과원	조재현	청송읍 송생리		후지/M26/실생	4.0×2.5	13
	정연진	현동면 인지리		후지/MM106/실생	5.0×5.0	25
	김창호	안덕면 지소리		후지/MM106/실생	5.0×5.5	14
	김학근	현서면 덕계리		후지/M26/실생	4.0×3.0	13
일반 사과원	조시화	파천면 신기리		후지/MM106/실생	4.5×4.5	35
	손규현	현동면 개일리		후지/M26/실생	4.0×2.5	23
	김주환	현서면 구산리		후지/실생	7.0×4.0	35
	김중환	진보면 신촌리		후지/MM106/실생	5.0×4.0	14

2) 엽분석 및 토양분석 결과

14개 농가의 엽분석 결과는 표 1-28에서와 같다.

사과원 작토층을 분석한 결과는 표 1-28에서와 같다. 질소함량의 경우 유럽의 기준에서 적정범위에 있는 경우는 조병도씨 과원뿐이었고 외국에 비해 크게 높게 설정된 우리나라의 기준을 넘어 3% 이상으로 질소가 과다한 과원이 50%에 달하여 청송에서도 예외 없이 질소를 과다하게 사용하고 있음을 알

수 있었다. 그러나 인산, 칼리, 칼슘과 마그네슘은 모든 과원이 적정 범위 내에 있어 문제가 되지 않았다. 안동시 길안의 경우에서 이미 언급하였다시피 청송에서도 질소의 시용을 중단하여야 할 뿐 아니라 추비시용이나 영양제의 엽면살포를 피해야 할 것이다.

토양분석 결과를 보면(표 1-29) 국내적정 범위 내에 있는 경우는 유기물 함량은 조용준씨 과원을 제외한 대부분의 농가에서 27~59g/kg의 범위로 비교적 높게 나왔다. 이러한 결과는 참여농가의 대부분이 IPM 사업에 참여한 농가로서 매년 충분한 유기물을 시용하는데다 수년전부터 초생재배를 해오기 때문에 유기물이 크게 축적되었기 때문이라고 판단된다. 이러한 과원에서 축분중심의 유기물을 관행과 같이 시용할 경우 질소과잉으로 수세가 지나치게 강해지고 과실의 품질이 떨어질 우려가 있으므로 1-2년간은 유기물 시용을 중단하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 조용준씨의 경우만 특이하게 유기물 함량이 적정범위보다 낮았으므로 10a당 2톤 내외의 유기물을 지속적으로 시용하여야 할 것으로 생각되었다.

표 1-28. 과원별 엽분석 결과

구분	원 주	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
키 낮은 사과원	조병도	2.49	0.20	1.24	1.22	0.28	60.78	120.05	61.4
	김해환	3.24	0.21	1.40	1.37	0.34	77.56	57.79	19.43
	김재홍	3.23	0.19	1.18	1.55	0.39	72.88	95.23	10.03
	조용준	2.95	0.17	1.52	1.28	0.24	77.99	112.59	18.65
	김형순	3.09	0.19	1.31	1.32	0.34	115.55	101.28	18.93
	남장규	3.33	0.19	1.39	1.47	0.31	86.46	294.37	112.8
일반 사과원	조재현	2.85	0.23	1.47	1.19	0.25	71.39	56.1	10.85
	정영진	2.72	0.19	1.29	1.06	0.24	77.21	61.78	15.95
	김창호	2.79	0.16	1.39	1.05	0.23	85.44	250.23	13.24
	김학근	3.26	0.17	1.32	1.09	0.30	73.94	290.18	19.78
	조시화	3.27	0.19	1.58	1.15	0.25	91.18	94.93	20.21
	손규현	2.81	0.17	1.44	1.19	0.26	67.97	118.3	16.56
국내 (입)	김주환	3.24	0.14	1.26	1.28	0.24	78.81	192.98	17.19
	김중환	3.22	0.14	1.25	1.16	0.34	97.61	223.18	16.47
국내	후지/M.26	2.24±0.19	0.16±0.02	1.21±0.18	1.07±0.20	0.36±0.05	-	-	-
	후지/M.9	2.41±0.16	0.18±0.03	1.04±0.16	1.18±0.16	0.39±0.08	-	-	-
국내	'87	2.49-2.92	0.16-0.19	1.04-1.51	0.91-1.30	0.26-0.36	-	-	-
	'99	2.3-2.8	0.13-0.21	1.2-1.6	0.8-1.19	0.17-0.29	-	-	-
독일		2.2-2.6	>0.15	1.1-1.4	1.0	>0.2	>60	>60	>20
남티롤		2.3-2.6	0.16-0.26	1.1-1.6	1.2-2.0	0.18-0.36	40-100	40-100	20-50

인산의 경우 조용준 과원을 제외한 과원에서 적정범위보다 높은 것으로 나타났고 칼리의 경우 김재홍씨, 김학근씨, 손규현씨 과원에서 적정범위보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 농가에 따라 유기물 시용을 많이 하여 인산과 칼리가 많이 공급되는데도 관행적으로 복합비료를 시용하였기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 김재홍씨, 김학근씨, 손규현씨 과원의 경우 기비로 질소만 10a 당 5kg 이내로 시용하고 인산과 칼리 시비는 생략하는 것이 바람직 한 것으로 생각된다. 조병도, 김형순, 남창규, 정연진, 김중환씨 과원의 경우 인산을 생략하고 질소와 칼리만 시용하도록 하여야 할 것이다. 조재현, 조시화씨 과원의 경우 유기물 함량도 충분하므로 다음해에는 시비를 중단하는 것이 좋겠고 조용준씨 과원의 경우 유기물을 시용하더라도 질소, 인산, 칼리의 3요소를 고루 시비하여야 할 것으로 판단되었다. 조재현, 김중환, 남창규씨 과원의 경우 고토석회를 10a당 150kg을 시용할 필요가 있다고 판단되었다.

표 1-29. 과원별 토양분석 결과

구분	원주	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol/kg)			전기전도도 (dS/m)	pH
				K	Ca	Mg		
키 낮은 사과 과원	조병도	29	361	0.42	5.6	1.8	1.62	6.3
	김재홍	27	320	2.05	7.8	4.3	0.0	6.4
	조용준	10	128	0.46	6.6	3.2	0.0	5.9
	김형순	32	381	0.53	4.4	1.4	0.0	6.1
	남창규	32	395	0.39	6.5	1.6	1.89	6.0
일 반 사과 과원	조재현	44	439	0.30	3.9	1.1	0.0	6.4
	정연진	35	411	0.54	5.7	2.0	0.85	6.5
	김학근	35	442	1.05	8.5	4.2	0.46	6.1
	조시화	59	835	0.93	8.1	3.1	0.0	6.1
	손규현	33	505	1.36	10.7	2.2	0.0	7.5
	김중환	32	369	0.36	6.0	1.2	0.62	6.3
적정범위		25~35	200~300	0.30~0.60	5.0~6.0	1.5~2.0	2.0이하	6.0~6.5

3) 과실의 품질

11월 중순에 13필지를 방문하여 필지 당 임의로 15개의 사과를 채취하여 과실품질을 살펴본 바는 표 1-30과 같다. 대부분의 농가에서 평균 과중이 300g 이상이었고 당도도 13.3-16.0°Brix로 비교적 높아 품질이 양호하였다. 그러나 착색은 농가에 따라 차이가 비교적 크게 나타났고 대체로 예년에 비해 착색이 불량하였는데 이는 평년에 비해 9월에 비가 잦아 질소의 흡수가 과다

하게 되었기 때문으로 추정된다.

표 1-30. 과원별 후지품종 과실품질

구분	원주	과중 (g)	L/D	착색도(Hunter value)			당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (kg/cm ²)
				L	a	b			
키 낮 은 사 과 원	김해환	306	0.83	48.48	22.58	21.64	15.25	0.373	3.84
	김재홍	283	0.83	53.11	21.55	20.75	14.45	0.385	4.28
	조용준	325	0.85	52.21	19.11	22.95	14.25	0.317	3.94
	김형순	339	0.89	48.90	20.68	20.91	13.60	0.311	3.67
	남창규	306	0.87	59.22	16.55	29.20	14.15	0.352	4.64
일 반 사 과 원	조재현	317	0.85	53.28	21.33	25.76	13.70	0.349	3.66
	정연진	280	0.87	54.29	18.60	27.18	15.95	0.399	4.32
	김창호	305	0.88	52.90	19.14	25.65	14.05	0.390	3.84
	김학근	288	0.85	53.55	19.44	25.21	14.45	0.335	3.95
	조시화	330	0.88	54.87	17.25	26.46	13.6	0.382	4.04
	손규현	321	0.88	47.95	23.68	17.49	13.3	0.326	3.95
	김주환	302	0.88	55.07	18.64	25.13	13.6	0.311	3.84
김중환	281	0.87	50.68	22.19	20.81	13.9	0.324	4.00	
평균		306	0.86	52.65	20.06	23.78	14.2	0.350	4.00

4) 농가별 영농일지 점검

겉질채 먹는 IPM사과사업에 참여하고 있는 농가들이기 때문에 품질관리원의 저농약 인증 기준을 준수하였고 영농일지와 함께 배포한 사과종합생산지침을 준수하면서 그 내용을 대체로 잘 기록하고 있었다. 특히 병해충 방제에 있어서는 그간 많은 교육을 통해 농민들의 기술수준이 높고 그 내용도 빠짐없이 잘 기록되고 있었으나 시비의 경우 필지별로 시용한 비료의 성분량을 기록하지 않아 적정 시비여부를 판단하기 어려운 경우가 있었다. 생장단계의 기록이나 병해충 및 천적 예찰은 대체로 저조하였다. 2005년에 배포한 영농일지의 경우 농가에서 자체로던 기술센터 지도사의 도움을 받아서 하던 경영분석까지 가능하도록 하다 보니 양식이 좀 복잡하게 만들어져 농민들이 기록하기에 혼란스러운 점이 있었다. 차 년도에는 항목과 양식을 조정하고 단순화 시키고 현실적으로 실천이 어려운 천적 예찰 내용은 생략하여 농민들이 쉽게 기록할 수 있도록 하여야 할 것으로 생각되었다.

사과재배 농민들이 영농일지 기록의 필요성은 충분히 공감하지만 제 때에 작업내용과 관찰 사항을 빠짐없이 기록하는 것은 매우 어려워하였다. 따라서 현실적인 종합생산지침과 영농일지의 작성과 배포도 중요하지만 어떻게 기

록하고 이를 어떻게 분석하고 활용할 것인가에 대한 교육을 집중적으로 할 필요가 있다고 판단되었다.

생육기 중에 참여 농가를 방문하여 수시로 영농일지를 확인하고 제대로 기록하도록 점검하고 지도할 필요가 있었다. 수확이 끝난 다음에는 기술센터 또는 전문농협에서 영농일지를 회수하여 기술적인 측면에서 분석하여 농가별 다음해 영농 지침을 제시하는데 활용하도록 하여야 할 것이다.

표 1-31. 농가별 영농일지 검토내용

성명	정연진	농원명	
주소	청송군 현동면 인지리 307-1		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	4.4 퇴비 30ton/1,000평 4.24 요소 엽면시비	-요소 엽면시비 이외에는 시비 없음 -서리에 의한 착과량 부족으로 영양생장 증가	
병해충방제	4.14 기계유 4.22 베푸란 아시트 5.10 살림꾼, 카스케이드 6.4 헤비치, 모스피란 6.24 텔란, 노몰트 7.19 베푸란, 더스반 8.10 바이코, 오마이트, DDVP 8.31 삼진왕	-예찰트랩을 이용한 적기 방제 -방제력에 제시된 기준대로 방제	
영농기록일지	-재배자가 임의로 만든 작업일지에 기록 -작업과정에 대한 기록은 양호함 -교육에 적극적 참여로 친환경재배에 대한 재배자의 수준은 높음		
개선점	-작업관리의 과정에 있어서 상세한 기록이 필요 -영농기록일지로의 기록으로 전환 -과원의 전반적 현황에 대한 기록 유도 -병해충, 시비에 있어 사용량을 구체적으로 기술 -영농일지 기록 방법에 대한 교육이 필요		

성명	김재홍	농원명	중앙농원
주소	청송군 현서면 구산리 128		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	3. 5 유박 3000Kg 3.20 저특BB 600Kg/3,200평 3.27 유기질 6000Kg	-단위 면적당 시비량 산출량 누락	
병해충방제	4.8 기계유 4.23 베푸란, 스미치온 5.13 살림꾼 6. 4 해비치, 모스피란 6.17 시나위 6.24 텔란, 노몰트 7.19 프린트, 더스반 8. 7 실바코 8.24 삼진왕	-예찰트랩을 이용한 적기 방제 -응애발생, 살비제(시나위)추가 살포 -방제력에 제시된 기준대로 방제	
영농기록일지	-필지별 과원의 일반적 현황과 기록상태가 우수 -재배자의 친환경 재배에 대한 의식 수준이 우수 -시비 및 병해충 방제에 기록이 완벽하게 기록		
개선점	-전반적으로 친환경 기준에 맞는 재배관리의 필요성 -화학비료 외에 유기질비료에 대한 면적당 시비량의 기록		

성명	김형순	농원명	
주소	청송군 파천면 응점리 109번지		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	3.20 과수복비 160kg/3110평 5. 4 마그네슘 엽면살포 5.22 슈퍼-500 180Kg 7.27 황산가리 200Kg	-단위 면적당 시비량 산출량 누락	
병해충방제	4. 2 황 4.21 베푸란, 오토란 5. 8 살림꾼, 카스케이드 6. 4 해비치, 모스피란, 페로팔 6.25 델란, 디밀린, 코니도 7.18 베푸란 7.22 가네마이트 8.13 실바코, 스미사이딘 8.29 삼진왕, DDVP	-페로몬 트랩을 이용한 예찰로 적기방제 -방제력에 제시된 기준으로 방제	
영농기록일지	-비교적 기록상태 양호하나 세부항목에서 누락된 부분이 있음 -시비량에 있어서 필지별 시비량 기록 -재배자의 친환경 재배에 관한 인식이 높음 -교육 및 신기술 획득을 위한 열의가 충분함		
개선점	-과원의 전반적 현황을 구체적으로 기록할 필요성이 요구 -병해충, 시비에 있어 사용량을 구체적으로 기술		

성명	조시화	농원명	신기농장
주소	청송군 파천면 신기1리 1033-8번지		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	3.10 과수복비 15-7-12 1000kg/8500평 5. 3 칼슘 엽면살포 5.22 860Kg/8500평 6. 3 칼슘 엽면살포 6.15 400Kg 7.14 칼슘 엽면살포 7.27 황산가리 200Kg	- 전년도 11. 5일에 과수복비(15-7-12) 1000Kg/8500평 살포 - 품종별 따른 시비가 아닌 일괄 살포	
병해충방제	4. 2 기계유제 4.21 베푸란, 오토란 5.10 살림꾼, 카스케이드 5.29 모스피란 6. 4 해비치, 페로팔 6.25 텔란, 시나위 7.18 베푸란 7.26 스미사이딘 8.13 실바코, 오마이트 8.27 삼진왕, DDVP	-응에 발생으로 살비제 추가살포 -트랩을 이용한 예찰로 적기방제 -방제력에 제시된 기준대로 방제	
영농기록일지	-영농기록일지의 기록상태 우수 -재배자의 친환경 재배에 관한 인식이 매우 높음		
개선점	-과원 내에 여러 품종이 혼식되어 있음 -품종에 따른 시비량을 적용		

성명	김주환	농원명	
주소	청송군 현서면 구산리 211번지		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	1.30 유박골드 4000Kg 2.20 과수복비 400kg/1000평 (13-11-11)	-단위 면적당 시비량 산출량 누락	
병해충방제	4.22 베푸란, 디디메크론 5.15 살림꾼, 카스케이드 5.20 페로팔 6. 4 해비치 6.25 델란, 노몰트 7. 4 시나위 7.18 베푸란, 더스만 8.13 실바코, 더스만 8.29 삼진왕, DDVP	-페로몬 트랩을 이용한 예찰로 적기방제 -방제력에 제시된 기준으로 방제	
영농기록일지	-영농기록일지 기록상태가 불량함 -과원의 전반적인 현황 및 시비량 등 재배과정의 기록이 없음		
개선점	-작업관리의 모든 과정에 상세하게 기록 -과원의 전체 현황에 대한 기록 유도 -세부 항목까지 철저하게 기록되도록 교육이 필요함		

성명	남창규	농원명	늘푸른 과수원
주소	청송군 진보면 이촌 2리 400-2		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	11.9 퇴비 35ton 2.30 유박 4000Kg 3.15 과수복비 320Kg 4.30 4중복비 3000L 엽면살포 5.28 4중복비 3500L 엽면살포 6. 2 칼슘 엽면살포 6.30 칼슘 엽면살포	-필지별에 따른 구체적 시비량의 기록이 누락	
병해충방제	4. 5 기계유제 4.22 베푸란, 포스팜 5. 7 푸르젠, 카스케이드 5.23 해비치, 빅카드 6. 6 델란, 코니도, 페로팔 6.20 후론싸이드, 만루포 7.10 포리람, 모스피란 7.20 시나위 7.25 프린트 8. 5 아진포 8.10 캡탄 8.22 DDVP 8.25 삼진왕	-트랩을 이용한 예찰로 적기방제 -방제력에 제시된 기준으로 방제	
영농기록일지	-비교적 기록상태 양호하나 세부항목에서 누락된 부분이 있음 -시비량에 있어서 필지별 시비량 기록 -재배자의 친환경 재배에 관한 인식이 높음 -교육 및 신규 기술 획득을 위한 열의가 충분함		
개선점	-시비량을 상세하게 기록 -세부 항목까지 철저하게 기록		

성명	김중환	농원명	
주소	청송군 진보면 신촌 1리 400-2		
연락처	집전화		
	휴대폰		
시비	4.2 복합비료 1000Kg 8.8 칼슘 엽면살포 8.30 칼슘 엽면살포	-필지별에 따른 시비량 누락	
병해충방제	4.8 황 4.21 베푸란, 오토라 5.10 시스템엠, 카스케이드 5.24 해비치, 코니도 6.10 델란, 노몰트 6.23 후론싸이드, 빅카드, 델타로 7.9 프린트, 그로프 7.23 베푸란 8.8 실바코 8.15 오마이트 8.30 삼진왕, 데시스	-트랩을 이용한 예찰로 적기방제 -방제력에 제시된 기준대로 방제	
영농기록일지	<ul style="list-style-type: none"> -재배자가 임의로 만든 작업일지에 기록 -병충해 및 시비량 이외 세부항목에 대한 기록이 없음 -교육에 적극적 참여로 친환경재배에 대한 재배자의 수준은 높음 		
개선점	<ul style="list-style-type: none"> -작업관리의 과정에 있어서 상세한 기록이 필요 -영농기록일지로의 기록으로 전환 -과원의 전반적 현황에 대한 기록 유도 -병해충, 시비에 있어 사용량을 구체적으로 기술 -영농일지 기록 방법에 대한 교육이 필요 		



사진 2. 종합생산지침 및 영농일지 사용방법 집체 교육(①), 병해충관리 현장지도(②), 현장 재배기술지도(③), 영농일지 점검을 통한 종합생산지침 이행 확인(④)

제 2절 사과 병해충 종합관리 지침 설정 및 저농약 친 환경 방제체계의 개발

1. 서론

우리나라에는 사과의 생육기간 동안 약 1개월의 장마기간이 있고 장마기간 이외의 기간에도 비가 자주 내리므로 세계의 주요 사과 생산지에 비해 병문제가 훨씬 심각하다. 그러한 기상조건하에서 사과 생산자들은 농약을 많이 사용하더라도 병해충만 잘 방제하면 된다는 사고가 팽배해 있고, 농약의 처방과 판매가 일체화된 유통구조에서 비롯되는 오남용으로 농약은 필요량보다 훨씬 더 많이 사용된 것으로 판단된다. 농약의 과다 사용으로 인해 과수원의 생태계가 파괴되었고 그로 인해 더 많은 농약을 살포해야 하는 악순환이 되풀이되고 있으며 급기야는 생산비 증가, 소비자의 불신으로 이어져 안정적 생산이 위협받고 있었다.

그러한 상황에서 이 연구의 세부과제 책임자는 사과 생육기간 중에 농약으로 방제해야 하는 겹무늬썩음병, 탄저병, 갈색무늬병 및 점무늬낙엽의 4종 병해의 감염시기 등의 발생생태에 근거하여 동시방제의 원칙을 수립하고, 각종 살균제의 이들 병에 대한 작용상의 특성을 면밀히 연구하여 그 결과를 종합하여 살균제를 연간 9회 살포하는 방제체계를 개발하여 농가에 보급, 현재 전국적으로 활용되고 있다. 필자는 그 뒤 다시 살균제의 살포회수를 2회 더 줄인 초저농약 방제체계를 개발하여 농가에 보급하고 있는데, 그 체계에서는 겹무늬썩음병이 주로 발생하는 후지품종에 대해 제한적으로 적용할 수 있고 탄저병이 주로 발생하는 조·중생종 또는 그와 후지품종이 혼식된 과수원에는 적용하기 어렵다. 따라서 이 연구에서는 우선 탄저병이 주로 발생하는 조·중생종 품종에 대해 적용 가능한 방제체계를 개발하였는데, 여기에는 여러 가지 사항을 고려하였다. 첫째 사용하는 살균제가 응애의 밀도에 미치는 영향을 검토하였고 둘째로 조·중생종에 있어서는 농약 살포 종료로부터 수확까지의 기간이 짧으므로 농약의 잔류문제가 있을 수 있으므로 병 방제효과가 높고 농약의 잔류를 최소화 할 수 있는 방제체계의 개발을 시도했다. 그리고 셋째로 M9 대목 키 낮은 사과원에서의 농약의 적정 살포 약량을 결정하기 위한 실험도 수행했다.

이 연구에서는 병 방제를 위한 살균제 살포체계 개발에 주력했는데, 살충제에 대해서는 이러한 종류의 실험은 별로 의미가 없다. 일반적으로 해충의 발생은 기상 등의 조건에 따라 연차 간에 변동이 매우 심하므로 정기적 방제는 매우 비효율적이므로 해충의 발생 상황에 따라 살균제의 살포 여부를 결정한다. 따라서 이 연구에서 해충 방제에 관한 부분은 종합생산에 사용 가능

한 약제의 분류만 해 두었다.

2. 과수용 등록 농약의 생태계 영향평가에 따른 분류

가. 농약 등록 상황 및 사용실태 조사

1) 재료 및 방법

한국농약공업협회에서 발간한 2002년도 농약사용지침서에서 사과 경영처리용 살균제 및 살충제의 list를 작성했다. 또 이들 등록약제의 실제 농가에서의 사용 실태를 조사하기 위해 전국에서 1ha이상의 사과원을 경영하는 300농가에 대해 농약의 사용실태를 설문조사 했는데, 그 중 124농가에서 회신을 받아 사용한 농약의 종류 및 각 품목의 사용 빈도를 조사했다. 이 조사에서 1회 이상 사용된 품목의 생태에 대한 영향을 문헌에서 조사. 이들을 종합생산허용약제 (녹색, G), 조건적 허용약제 (황색, Y) 그리고 사용금지 약제 (적색, R)로 분류하였다. 그리고 이 연구를 수행하는 중에도 매년 새로운 농약이 등록되었는데 최근에 개발된 농약일수록 환경에 대한 안전성이 높은 경향이 있으므로 2005년까지 매년 분류 및 사용 가능 약제의 종류를 추가했다.

농약의 생태계 영향 평가에 의한 분류는 일차적으로 유럽 각국의 IFP 자료를 참고했는데 유럽과 우리나라에 발생하는 병해충의 종류에 차이가 있으므로 사용하는 농약의 종류에도 차이가 있을 뿐만 아니라 우리나라의 농약의 수가 유럽 각국에 비해 월등히 많았다. 따라서 유럽의 자료가 없는 경우에는 제조회사의 technical information에 의거하여 분류하였다.

2) 결과 및 고찰

2002년도 한국농약공업협회에서 발행한 농약사용지침서에서 사과 경영살포제를 조사한 결과 살균제는 90종으로 그중 단제가 57종, 합제가 33종이었고 살충제는 138종이 등록되어 있었는데 그중 82종이 단제이었고, 56종이 합제였다. 이러한 등록 농약의 수는 미국, 유럽 등 외국에 비해 엄청나게 많았다.

표 2-1. 사과 경영살포농약의 등록상황 및 농가사용실태 (2002)

구분	살균제		살충제	
	단제	합제	단제	합제
등록농약 수	57	33	82	56
실제사용농약수	26	4	57	7

그런데 이들 중 실제 농가에서 사용되는 약제의 수는 적었다. 살균제의 경우 90종 중 30종만 사용되었고, 특히 합제가 33종이나 개발되어 있었으나 실제 농가에서 쓰이는 것은 고작 4종 정도였다. 살충제는 138종 중 64종이 사용되었고 합제는 역시 57종 중 7종만 사용되었다. 이러한 조사를 위해 124

농가는 모집단의 수가 다소 적지만 약제의 사용 경향을 조사하기에는 충분한 것으로 판단되었다. 설문조사한 농가에서 1회 이상 사용된 살균제 및 살충제와 종합생산에서 사용될 수 있을 것으로 생각되는 약제의 적용대상 병해충, 약제의 계통, 수확 전 사용시한, 독성정도 및 생태계 영향평가에 의한 분류를 표 2-2와 2-3에 나타내었다.

살균제에서는 종합생산에서 사용 불가능한 약제는 없었고 단지 천적 이리응애의 산란을 저해하는 디치오카바메이트계 살균제와 유기유황계, 그리고 생태계에 대해서는 비교적 안정적이거나 빈번히 사용할 경우 저항성 발달 위험이 있는 카바메이트계와 스트로빌루린은 제한적 사용 약제인 황색으로 분류하였다. 그 외 생태계에 안정적이고 저항성 발달 위험이 적은 약제는 녹색그룹으로 분류하였다. (표2-2)

살충제의 경우에는 생태계에 부정적 영향이 큰 합성피레스로이드계의 단제와 또 그를 함유하는 모든 합제는 종합생산에 사용 불가능한 적색그룹으로 분류했고, 유기인계나 카바메이트계에서 고독성이고 잔효성이 긴 약제는 모두 적색그룹에 소속시켰다. 그러나 유기인계인 DDVP와 같이 고독성이지만 반감기가 극단적으로 짧은 약제는 수확기에 임박한 시기에 불가피한 사용을 고려하여 제한적으로 사용 가능한 황색 그룹으로 분류했다. 피레스로이드 이외의 저독성으로 반감기가 짧은 약제는 대부분 녹색그룹에 포함시켰고 저독성으로 반감기가 긴 약제는 생육 초기에 사용할 수 있으므로 황색그룹으로 분류했다 (표 2-3).

표 2-2. 사용빈도가 높은 살균제 및 종합생산에 사용 가능한 살균제의 일반사항 및 생태계 영향에 의한 분류

연번	품목명	성분명	적용대상 병해						수확전 사용시	독성	분류	
			검무늬	탄저병	갈색무	검무늬	붉은별	검은별				흰가루
1	가벤다	cabendazim	0	0				0	15	저	Y	
2	디치	dithianon	0	0		0		0	18	저	G	
3	디페노코나졸	difenoconazole	0		0	0		0	3	저	G	
4	만코지	mancozeb	0	0	0	0			30	저	Y	
	메트코나졸	metconazole									G	
5	메티람	metiram		0					30	저	Y	
6	베노밀	benomyl	0	0					7	저	Y	
7	부단엠	myclobutanil + mancozeb				0	0		21	저	Y	
8	비타놀	bitertanol	0					0	0	14	저	G
9	석회유황합제	lime sulfur							0		G	
10	싸이프로드닐	cyprodinyl	0						30	저	G	
11	아족시스트로빈	azoxystrobin	0						7	저	Y	
12	이미녹타딘트리 스알베실레이트	iminoctadinetris albesilate				0			7	저	G	
13	이미녹타딘트리 아세테이트	iminoctadinetria cetate	0		0	0			30	저	G	
14	이미녹타딘트리 아세테이트·디 페노코나졸	iminoctadinetria cetate+difenocon azole	0	0	0	0			21	보통	G	
15	이프로	iprodione				0			14	저	Y	
16	지오람	thiophanate- methyl+thiram	0		0				0	7	저	Y
17	지오판	thiophanate- methyl		0	0					7	저	Y
	카브리오	pyraclostrobin										
	피라클로스트로 빈·보스칼리드	pyraclostrobin + boscalid										
18	캡탄	captan	0	0		0			3	저	G	
19	크레속심메첼	kresoxim-methy l	0		0				21	저	Y	
20	타로닐	chlorothalonil		0		0			30	저	Y	
21	타부코나졸	tebuconazole	0	0					21	저	G	
22	포리옥신	polyoxin				0			0	2	저	Y
23	포리캡탄	polyoxin + captan	0	0		0				3	저	G
24	프로피	propineb	0	0	0	0			10	저	Y	
25	플루킨코나졸	fluquinconazole	0		0	0			30	저	G	
26	헥사코나졸	hexaconazole	0						10	저	G	
27	홀펫	folpet	0	0					2	저	G	
28	후루실라졸	flusilazol	0				0	0	21	저	G	
29	후루아지남	fluazinam	0	0	0				45	저	G	

표 2-3-1. 사용빈도가 높은 살충제 및 종합생산 사용 가능 약제의 일반사항 및 생태계 영향에 따른 분류

연번	품목명	성분명	계통	독성	적용대상 병해						수확전 사용시 한	분류
					잎 말이	굴 나방	은 무늬	심 식	진 딧물	응 애		
1	아바멕틴	abamectin	항생제	저						0	3	G
2	아시트	acephate	유기인	저	0				0		20	Y
3	아세퀴노실	acequinocyl	나프토닌	저						0	20	Y
4	아세트아미 프리드	acetamiprid	클로로 니코티닐	저					0		7	G
5	알파스린	alphamethrin	피레스로이드	보	0	0		0	0		7	R
6	아미트	amitraz	아미트라즈	보						0	14	G
7	아진포	azinphos- methyl	유기인	보	0						15	Y
8	아씨틴	azocyclotin	유기주석	저						0	14	G
9	알파스린	alpha- cypermethrin	피레스로이 드	보	0	0		0	0		7	R
10	비티	B.t .var. kurstaki	생물	저		0						G
11	벤푸라카브	benfuracarb	카바메이트	보					0		14	Y
12	비페나제이트	bifenazate	카바메이트	저					0	0	10	G
13	나크	carbaryl	카바메이트	보	0						30	Y
14	카보설판	carbosulfan	카바메이트	보					0		45	Y
15	클로르 훼나피르	chlorfenapyr	피롤	보		0				0	30	Y
16	클로르 훼나피르	chlorfenapyr + fenbutatin oxide	피롤 +유기주석	보						0	45	Y
17	그로포	chlorpyrifos	유기인	보	0	0			0		7	Y
18	그로포.주론	chlorpyrifos+ diflubenzuron	유기인+ 벤조페닐 우레아	보	0	0					28	Y
19	비스펜	clofentezine	테트라진	저					0		45	Y
20	클로치아니딘	clothianidin	크로로 니코티닐	저					0		7	Y
21	싸이헥사틴	cyhexatin	유기주석	저					0		7	G
22	싸이스린	cyfluthrin	피레스로이드	저		0		0			7	R
23	델타린	deltamethrin	피레스로이드	보	0	0					14	R
24	메타	demeton-S -methyl	유기인	보					0		30	R
25	디디브이피	dichlorvos	유기인	고	0						3	R
26	주론	diflubenzuron	벤조페닐 우레아	저	0	0	0	0			45	G
27	이피엔	EPN	유기인	고	0						60	R
28	에토펜프록스	etofenprox	피레스로이드	저	0	0					14	R

표 2-3-2. 사용빈도가 높은 살충제 및 종합생산 사용 가능 약제의 일반사항 및 생태계 영향에 따른 분류

연번	품목명	성분명	계통	독성	적용대상 병해					수확전사용시	분류
					잎말이	굴나방	은무늬	심식	진딧물		
29	에토펜프록스. 다수진	etofenprox+ diazinon	피레스로이드+ 유기인	저	0	0	0			7	R
30	에톡싸졸	etoxazole	옥사졸린	저					0	14	G
31	페나자퀸	fenazaquin	퀴나졸린	저					0	30	Y
32	펜부탄	fenbutatin oxide	유기주석	저					0	21	Y
33	메프	fenitrothion	유기인	보	0					12	Y
34	베스트	fenitrothion+ fenvalerate	유기인+ 피레스로이드	저	0	0		0	0	21	R
35	훼녹시카브	fenoxycarb	카바메이트	저		0				30	Y
36	펜프로	fenpropa- thrin	피레스로이드	보	0			0	0	2	R
37	펜피록시 메이트	fenpyroxi- mate	페녹시피라졸	저					0	14	Y
38	프로싱	fenvalerate	피레스로이드	보		0		0		21	R
39	플루페녹수론	flufenoxu- ron	아셀우레아	보	0	0			0	14	Y
40	푸라치오카브	furathio- carb	카바메이트	저	0	0			0	35	Y
41	치아스	hexythiazox		저				0		7	Y
42	이미다클로 프리드	imidacloprid	이미다졸린	저			0		0	21	Y
43	이미다클로 프리드, 클로르피리포스	imidacloprid + chlorpyrifos	크로로니코티닐+ 유기인	저		0			0	14	Y
44	인독사카브, 테프루벤주론	indoxacarb+ tefluben- zuron	옥사디아진+ 요소	저		0				14	R
45	할로스린	lambdacy halothrin	피레스로이드	보	0	0		0	0	3	R
46	석회유황합제	lime sulfur		보							G
47	기계유	machine oil		저							G
48	메치온	methida- thion	유기인	고	0				0	7	R
49	메소밀	methomyl	카바메이트	고					0	30	R
50	밀베멕틴	milbemectin	항생제	저					0	7	G
51	모노포	monocroto phos	유기인	고					0	30	R
52	오메톤	omethoate	유기인	고					0	30	R
53	파라핀오일	paraffinic oil	파라핀	저					0		G
54	파라치온	parathion	유기인	고	0					29	R
55	포스팜	phospha- midon	유기인	고					0	30	Y
56	피리모	pirimicarb	카바메이트	보					0	7	G
57	프로지	propargite	아유산에스텔	저					0	7	Y
58	프로치오포스	prothiofos	유기인	저	0	0		0		60	Y
59	피리다벤	pyridaben	피리다지논	저					0	15	Y

표 2-3-3. 사용빈도가 높은 살충제 및 종합생산 사용 가능 약제의 일반사항 및 생태계 영향에 따른 분류

연번	품목명	성분명	계통	독성	적용대상 병해					수확 전 사용한	분류
					잎말이	굴나방	은무늬	심식	진딧물		
60	피리다비	pyridaphen- thion	유기인	저				0		45	Y
61	스피로디 클로펜	spirodiclofen	테트로닉산	저					0	21	Y
62	테부페노 자이드	tebufenozide	벤조하이드록 시민산	저	0					21	Y
63	테부펜피라드	tebufenpyrad	피라졸	저				0		3	Y
64	테프루벤주론	teflubenzuron	요소계	저		0				21	G
65	테트라디폰	tetradifon	염소	저					0	30	Y
66	트리무론	triflumuron	벤조일우레아	저		0	0			30	G
67	제타스린	zeta- cypermethrin	피레스로이드	저		0				14	R

나. 농약의 과실 잔류 최소화를 위한 수확 전 살포 허용 기준 설정

1) 재료 및 방법

농약의 생태영향에 따른 분류 결과에 의거하여 종합생산에 사용 가능한 약제의 list를 작성하고 각 농약 품목의 안전 사용기준에 근거하여 조생종, 중생종 및 만생종 품종에서의 각 약제의 살포가능시기를 결정했다.

2) 결과 및 고찰

수확 전 살포기준을 결정하기 위해서는 종합생산에 사용 가능한 약제부터 결정해야 하므로 생태계 영향 평가에서 황색 또는 녹색그룹의 약제 중 저독성 약제를 중심으로 가급적 반감기가 짧은 약제를 선정했다. 살균제로는 디치의 20종, 살충제로는 아바멕틴의 26종을 선정했다(표 2-4).

그림2-1과 2-2에는 사과 생육기간 중의 병해충의 감염 및 발생시기와 각 품종의 수확기를 나타내었는데, 이에 의하면 수확한 과실에서 농약 잔류는 조생종이나 중생종에서 문제가 되며 만생종에서는 문제가 되지 않는다. 사과의 경우 8월 하순에 병해충의 방제는 거의 종료되는데 만생종의 수확기까지는 약 2개월의 시간이 있으므로 반감기가 아무리 긴 약제를 사용해도 안전사용기준을 충족할 수 있다. 그러나 조생종은 병해충의 감염이나 발생기간 중에 수확하게 되고 중생종은 최종 살포 후 15일 이내에 사과를 수확하므로 안전사용기준을 지키기 위해서는 방제체계의 개발 시 각 약제의 반감기와 병해충 방제효과를 동시에 고려해야할 것으로 생각되었다. 1차년도에는 종합생산에 이용 가능한 약제로 잔류농약을 최소화 할 수 있는 병해충 방제체계를 고안했다(그림 2-1, 2-2). 이들 방제체계는 2차년도부터 pilot test를 통해 병해충 방

제효과를 검정하고 3차년도에는 수확물의 잔류농약을 분석하였다.

표 2-4. 종합생산에 사용 가능 살균제 및 살충제

살충제					살균제			
번호	품목명	독성	분류	수확 전 사용 시한	번호	품목명	분류	수확 전 사용 시한
S1	아바멕틴	저	G	3	F1	디치	G	28
S2	아시트	저	Y	20	F2	디페노코나졸	G	3
S3	아세퀴노실	저	Y	20	F3	부탄엠	Y	21
S4	아세트아미프리트	저	G	7	F4	비타놀	G	14
S5	아진포	보	Y	15	F5	석회유황합제	G	
S6	아씨틴	저	Y	14	F6	아족시스트로빈	Y	7
S7	비티	저	G		F7	이미녹타딘트리 아세테이트	G	30
S8	비페나제이트	저	G	10	F8	이미녹타딘트리 아세테이트·디 페노코나졸	G	21
S9	그로포	보	Y	7	F9	이프로	Y	14
S10	싸이핵사틴	저	G	7	F10	지오람	Y	7
S11	디디브이피	고	Y	3	F11	캘탄	G	21
S12	주론	저	G	45	F12	크레속심메첼	Y	21
S13	에톡싸졸	저	G	14	F13	타로닐	Y	30
S14	펜부탄	저	Y	21	F14	터부코나졸	G	21
S15	훼녹시카브	저	Y	30	F16	포리옥신	Y	2
S16	플루페녹수론	보	Y	14	F17	포리캘탄	G	3
S17	이미다클로프리트	저	Y	21	F18	프로피	Y	10
S18	기계유	저	G		F19	플루퀸코나졸	G	30
S19	밀베멕틴	저	G	7	F20	홀렛	G	10
S20	피리모	보	Y	7	F21	후루아지남	G	45
S21	프로지	저	Y	7	F22	트리폴록시스트로빈	Y	21
S22	스피로디클로펜	저	Y	21	F23	파라클로스트로빈		
S23	테부페노자이드	저	Y	21	F24	파라클로스트로빈 +보스칼리드		
S24	테부펜피라드	저	Y	3	F25	메트코나졸		
S25	테프루벤주론	저	G	21				
S26	치아메톡삼	저	G	7				
S27	트리무론	저	G	30				

병해	3		4월		5월		6월		7월		8월		9월		10월		11		
	하	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중		
붉은별																			
겉무늬																			
갈색무늬																			
탄저																			
겉무늬																			
조생종									F13		F11	수확							
중생종	F5	F7		F3		F6		F1			F11			수확					
만생종			F19	F25	F17	F22	F23	F18	F20	F24	F7	F2	F4	F14	F25	F8	F10		수확

그림 2-1. 숙기가 다른 사과에서 농약의 잔류를 최소화 할 수 있는 살균제 살포체계

해충	3		4월		5월		6월		7월		8월		9월		10월		11		
	하	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중		
혹진딧물																			
조팝나무진딧물																			
사과응애																			
점박이응애																			
복숭아순나방																			
십식나방																			
잎말이나방																			
사과굴나방																			
은무늬굴나방																			
조생종							S6		S5		S9	수확							
중생종				S7		S4	S10		S15			S11		수확					
만생종	S18	S20		S16	S23	S13	S17	S26	S14	S12	S25	S27	S21	S11	S15				수확

그림 2-2. 숙기가 다른 사과에서 농약의 잔류를 최소화 할 수 있는 살충제 살포체계

3. 종합방제에 추천 가능한 방제체계 개발에 사용되는 살균제의 일람

종합방제에 사용가능한 살균제는 표 2-4에서와 같이 모두 24종이 선발되었으나 기본 방제체계 개발을 위해서는 이들 모두를 사용하기 어려우므로 그들 중 에 연구에서 사용한 살균제의 일람 및 그 약칭을 표 2-5에 정리하였다. 특히 약칭은 살균제의 명칭이 길기때문에 각종 표에 그 일반명을 기술하기 어려우므로 이를 3개의 문자로 나타내었다.

표 2-5. 각종 살포체계 개발에 이용된 살균제의 상세 기술

일반명	상표명	약칭	재형	권장살포 농도(20ℓ)	수확전 사용시한
Azoxystrobin	아미스타	Azx	WP	20g	7
Kresoxim-methyl	해비치	Krx	입수	6.7g	21
Trifloxystrobin	프린트	Trx	액상	10ml	21
Pyrachlostrobin	카브리오에이	Pyr	입상	6.7g	20
Pyrachlostrobin+ Boscalid	벨리스플러스	BLS	입상	10g	30
Metconazole	살림꾼	Mez	액상	6.7g	14
Dithanon	델란	Dit	액상	20ml	28
Metiram	포리람	Met	입상	40g	30
Fluazinam	후론사이드	Flz	WP	10g	45
Mancozeb + myclobutanil	시스텐엠	SYM	wp	40g	21
Captan	캡탄	Cap	WP	40g	21
Iminoctadine- triacetate + difenoconazole	삼진왕	SAM	미탁	20ml	21
Iminoctadine- triacetate	베푸란	Ita	액제	13ml(갈반) 20ml(윤문)	30
Tebuconazole	실바코	Teb	WP	10ml(갈반) 20ml(윤문)	21
fluquinconazole	파리사드	Flq	액상	20ml	30

4. 환경 친화적 살균제의 선발

가. 재료 및 방법

1) 살균제의 선정

사과 종합생산에 사용 가능한 24종의 살균제 중에서 현재 연간 9회 살포 체계에서 사용되고 있는 7종의 살균제를 선정했다. 또 탄저병 방제효과는 우수하나 수확물에서의 잔류 문제로 종합생산에서는 사용이 곤란할 것으로 판단되는 chlorothalonil을 추가하여 8종의 살균제가 응애 및 천적에 미치는 영향을 검토했다. 이 실험은 3년간 계속하여 수행했는데, 방제체계 개발을 위한 실험

결과에 의거하여 2005년도에는 folpet과 chlorothalonil을 제외하고 strobilulin계 살균제인 pyraclodtrobin과 그와 boscalid의 합제인 벨리스플러스(상표명) 그리고 신규 검토 약제로 metconazole을 추가하였다 (표 2-5).

표 2-5. 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향을 검정하기 위한 살균제

2003	2004	2005
Azoxystrobin	Azoxystrobin	Azoxystrobin
Kresoxim-methyl	Kresoxim-methyl	Kresoxim-methyl
Trifloxystrobin	Trifloxystrobin	Trifloxystrobin
Dithanon	Dithanon	Pyrachlostrobin
Metiram	Metiram	Pyrachlostrobin+ Boscalid
Chlorothalonil	Chlorothalonil	Metconazole
Folpet	Folpet	Dithanon
Fluazinam	Fluazinam	Metiram
		Fluazinam

2) 시험포장

대구광역시 북구 산격동, M26 대목 16년생 (2002년 기준)에 대해 시험했다.

3) 방법

시험구의 배치는 완전임의 배치 3반복으로 하였으며 시험구에서는 낙화 직후부터 시험이 종료되는 7월 하순까지 살충제와 살비제는 살포하지 않았다. 다만 개화전에 복숭아혹진딧물의 방제를 위해 포스팜을 살포하였고 2004년도에는 진딧물이 심하게 발생하여 6월 23일 모스피란을 살포 했다.

검정 약제의 살포는 응애의 밀도가 높아지기 시작하는 6월 중순경에 수행했는데, 시험 첫해인 2003년도에는 5월 21일에 시작했으나 응애의 밀도가 낮아 6월 15일에 다시 처리했고, 2004년도에는 6월 12일, 2005년도에는 6월 19일에 각각 공시 살균제를 살포했다. 응애밀도 조사는 약제살포 직전과 살포 후 5, 10, 15, 20일에 조사할 계획이었으나 응애 밀도에 따라 연차간에 약간씩 달리했다. 첫 시험인 2003년도에는 검정 약제 살포 직전과 살포 후 5, 10, 15, 20일에 조사했고, 2004년도에는 10일과 15일에 조사를 시도했으나 응애 밀도가 너무 낮아 중도에 조사를 포기했는데, 25일 후에는 상당히 높은 밀도가 확인되었다. 또 2005년도에는 검정 약제 살포 시에 이미 응애 밀도가 매우 높았고 약제살포 5일 후에는 밀도가 너무 높아져 10일 후에 2차 조사한 후 전면 살비제를 살포했다. 조사방법으로는 각 나무에서 20잎을 채취, 확대경과 실체 현미경 하에서 성충의 수를 조사했다.

나. 결과 및 고찰

2003년도의 응애밀도 조사 결과를 표 2-5-1 에 나타내었는데, 응애 밀도가 너무 낮아 평균치로 표시할 수 없어 60엽 중의 응애 성충의 수로 나타내었다. 2003년도에는 5월 21일에 검정 약제를 살포했으나 그 후 응애가 거의 발견되지 않아 6월 15일에 다시 처리했는데 그 시기에도 역시 응애는 거의 발견되지 않았다. 그러나 2차처리 후 12일이 경과한 7월2일의 조사에서 처음으로 응애의 밀도가 확인되었으나 그것도 조사한 60엽 중의 응애 성충의 총수이므로 지극히 적은 수였다. 이러한 현상은 2003년도의 잦은 강우 때문인 것으로 추정되었다.

표 2-5-1. 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향 (2003)

Chemicals	No. of mites on 60 leaves observed on the days after chemical spray					
	11		17		23	
	사응	점응	사응	점응	사응	점응
azoxystrobin	4	4	13	6	0	0
kresoxim-methyl	18	2	23	3	2	3
trifloxystrobin	6	1	7	2	4	1
dithanon	3	6	24	4	0	6
metiram	9	14	7	34	2	9
chlorothalonil	2	4	4	13	14	83
folpet	2	0	7	4	2	1
fluazinam	0	43	0	0	1	1
untreated	9	6	3	4	0	3

그런데 일부의 살균제 처리구에서 응애 밀도에 약간의 변화가 관찰되었는데 이는 60엽 중의 응애의 수 이므로 그 수는 대단히 적으나 다른 약제와 비교해 보면 밀도가 두드러진 경우가 있었다. 약제 처리 11일 후에 kresoxim-methyl 살포구에서 사과응애의 밀도가 타 약제 처리구에 비해 현저히 높았고 그러한 경향은 17일 후까지 지속되었으나 그 후 감소하였다. Dithianon 처리구에서도 17일후의 밀도가 타 약제 처리구에서 보다 높았으나 그 후 역시 감소하였다. Metiram 살포구에서도 점박이응애의 밀도가 17일후까지 증가했으나 그 후 감소하였고, chlorothalonil 처리구에서 점박이 응애의 밀도가 17일후부터 급격히 증가하여 23일 후에는 가장 높은 밀도를 보였다. 이 실험은 약제를 처리하는 시점에서는 응애가 거의 없었다는 점으로 본다면 약제처리 후 11일 이후의 증가는 약제의 영향으로 볼 수 있으므로 이의 확인이 필요한 것으로 생각되었다.

2004년도의 실험에서도 당초의 계획은 5월 하순과 6월 중순 2회 수행하려고 했으나 5월 하순까지 응애가 거의 없어 6월 12일 1회만 수행했다. 6월

12일의 처리에 있어서도 약제 처리 전에는 azoxystrobin을 처리예정 구에서만 엽당 불과 0.1마리의 점박이응애가 발견되었고 folpet 및 무처리 예정구에서 각각 총 60엽중 점박이 응애가 한 마리씩 발견되었을 뿐 나머지 구에서는 전혀 없었다. 그러나 약제 살포 25일 후인 7월 12일의 조사에서는 표 2-5-2와 같은 결과가 얻어졌다.

표 2-5-2. 살충제가 응애 밀도에 미치는 영향 (2004)

Chemicals	No. of mites observed ;							
	before spray				25 days after spray			
	replication			mean	replication			mean
	1	2	3		1	2	3	
azoxystrobin	0	0	0.4	0.1	15.0	16.2	9.7	13.6
trifloxystrobin	0	0	0	0	22.0	23.5	2.9	16.1
kresoxim-methyl	0	0	0	0	3.7	3.0	3.3	3.3
folpet	0	0.05	0	0.02	10.8	7.4	4.7	7.6
fluzinam	0	0	0	0	3.8	2.0	2.3	2.7
dithianon	0	0	0	0	1.5	1.9	1.6	1.7
metiram	0	0	0	0	0.7	1.1	1.2	1.0
chlorothalonil	0	0	0	0	2.3	2.2	1.5	2.0
untreated	0	0.05	0	0.02	1.3	4.0	3.0	2.8

사과 응애는 거의 보이지 않았고 산발적으로 몇 마리가 보일 정도였으나 점박이 응애는 살균제의 종류에 따라 큰 차이를 보였다. 특히 strobilulin계인 azoxystrobin 과 trifloxystrobin 처리구에서 응애 밀도가 현저히 높았고 folpet 처리구에서도 타 약제 처리구에서 보다 높았다. 그러나 같은 strobilulin계인 kresoxim-methyl 처리구에서는 엽당 3.3마리로 다른 약제처리구와 거의 차이가 없었다. 그런데 2003년도와 2004년도의 실험에서 점박이 응애의 밀도를 증가 시킨 chlorothalonil은 2004년도에서는 크게 증가하지 않았다. 그런데 strobilulin 계인 azoxystrobin과 trifloxystrobin은 5월 하순 또는 6월 상순경에 겹무늬썩음병의 방제를 위해 꼭 필요한 약제인데 응애 밀도를 증가 시킨다면 병 방제체계에서 매우 복잡한 문제가 야기된다. 따라서 이들 약제의 응애 밀도에 미치는 영향은 다시 확인할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

표 2-5-3. 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향 (2005)

Chemicals	No. of mites observed on the days after chemical spray					
	before		5 day		10 day	
	사용*	점응	사용	점응	사용	점응
azoxystrobin	0	3.1	0	11.3	1	32.9
trifloxystrobin	0	3.6	1	14.4	4	16.8
kresoxim-methyl	3	2.3	2	9.9	1	16.8
pyraclostrobin	1	1.6	2	8.1	0	22.1
pyraclostrobin. boscalid	0	2.6	1	5.4	3	11.5
metconazole	0	1.7	0	6.5	2	11.7
fluazinam	0	0.2	2	9.2	4	15.6
dithianon	0	1.1	3	4.1	8	10.3
metiram	0	0.8	1	4.6	0	13.1
untreated	0	0.5	34	4.5	41	7.0

* No. of mites on 60 leaves

2005년도의 실험은 앞의 2년간의 실험과는 달리 약제 살포 전에 통상적으로는 살비제를 살포해야 할 정도의 밀도가 있는 상태에서 검정약제를 처리했으므로 결과도 지난 2년간의 결과와 다소 달라질 것이 예상되었으나 별로 차이가 없었고 약제 간에 뚜렷한 차이도 볼 수 없었다. 다만 azoxystrobin 처리구에서 점박이 응애의 밀도가 유난히 높았고 이를 포함한 strobilulin 계 살균제 처리구에서 점박이 응애의 밀도가 다소 높은 경향이 있었다.

2005년도의 실험에서도 사과응애의 밀도는 전반적 매우 낮았으나 살균제 무처리구에서만 밀도가 유난히 높았다. 약제 살포직전의 조사에서는 무처리구에서 사과응애는 발견되지 않았으나 5일 후에 60엽중에 34마리 10일 후에는 41마리로 증가하였다 (표 2-5-3). 그런데 이와는 달리 점박이응애의 밀도는 약제처리구에 비해 오히려 낮았다는 점은 매우 특이한 현상으로 생각되었으나 역시 재확인이 필요한 것으로 생각되었다.

이상과 같이 2003년부터 3년간 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향을 조사했는데, 어떤 해에는 일부의 살균제가 응애밀도를 높이는 경향이 발견되었으나 다른 해에는 그러한 경향이 소실되는 경우가 있었고, azoxystrobin을 위시한 일부의 strobilulin 살균제에서 응애의 밀도가 다소 높은 경향이 2년간 연속적으로 관찰되었다. 또 fluazinam은 응애 방제효과가 높은 것으로 알려져 있는데 이 실험에서는 그러한 효과는 확인되지 않았다. 따라서 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향은 일정하지 않고 그 정도 또한 그리 크지 않을 것으로 생각되므로 응애 밀도에 미치는 영향 때문에 특정 살균제를 배제할 필요는 없는 것으로 판단되었다.

한편 이 실험에서 무당벌레와 풀잠자리알의 밀도를 조사했는데, 후자는

거의 발견되지 않았고 무당벌레는 산발적으로 발견되었으나 밀도를 조사할 정도는 아니었다. 따라서 전반적으로 살균제가 포식자의 밀도에는 영향을 준다고 보기는 어려우나 응애밀도에 미치는 영향에 대해서는 좀더 지속적인 조사가 필요할 것으로 생각되었다.

5. 저수고 밀식재배원의 적정 살포약량 결정

가. 재료 및 방법

1) 시험 포장 및 시험구의 설정

대구광역시 북구 산격동 M9 대목 후지품종 5년생 (2003년 기준) 에 대해 시험했다. 재식 거리는 주간 1.5m, 열간 3.5m로 10a 당 190주가 재식되어 있는데 이 실험에서는 한 열을 한 개의 시험구로 하였다.

2) 살균제 살포체계 및 살포방법

2003년부터 2005년까지 3년간 연속 시험했으며 각 연차별 살균제 살포 체계는 표 6과 같은데, 2003년과 2004년에는 차이가 없고 2005년도에는 갈색무늬병 방제를 위해 낙화 직후인 5월 상순에 EBI인 metconazole을 사용했다. 또 2005년에는 장마기간 중에 비가 거의 내리지 않았고 8월 하순경까지 갈색무늬병 등의 병이 거의 발생하지 않았으므로 8월 하순의 최종 살포는 생략하였다 (표 2-6).

살포 약량의 결정은 SS분무기의 속도로 조절했는데, 시험에 앞서 SS 분무기(아시아 농기계)에 400ℓ의 물을 넣고 저속2단과 저속3단으로 주행하여 살포약량을 계산했는데, 저속 2단에서는 10a당 400ℓ가 소요되었고 저속 3단에서는 200ℓ가 소요되었다. 이러한 근거에 의거하여 왕복 2단으로 주행한 경우에는 10a당 400ℓ, 왕복 3단으로 주행한 경우에는 200ℓ, 한 열의 한쪽 면은 2단 다른 한쪽 면은 3단으로 주행할 경우 10a당 소요 약량은 대략 300ℓ가 되는 것으로 계산되었다.

3) 발병율의 조사

조사대상 병해로 겹무늬썩음병, 탄저병, 갈색무늬병 및 점무늬낙엽병의 4종으로 하였다. 매년 7월 하순경 신초의 발육이 정지된 후에 각 시험구에서 나무의 크기 및 과실의 착과 상태가 대체로 비슷한 나무 6주를 조사대상 나무로 선정하였다. 잎에 발생하는 갈색무늬병과 점무늬낙엽병의 조사를 위해 각 나무당 10개씩의 작은 가지를 선정, 점무늬낙엽병 발병율을 조사한 후 그들 가지의 기부에 리본을 달아 두고 9월 중순에 갈색무늬병 발병율을 조사했다. 겹무늬썩음병과 탄저병은 8월 중순부터 수확기까지 주 1회 조사하였고 수확 시에는 과실의 충수와 발병과를 조사하였다.

표 2-6. 살포약량이 병 방제 미치는 영향을 검토하기 위한 살균제 살포력

Ser.	2003		2004		2005	
	No.	Date Fungicides	Date	Fungicides	Date	Fungicides
1	4. 4	Iminoctadine-triacetate	4. 4	Iminoctadine-triacetate	4. 11	Iminoctadine-triacetate
2	5. 2	Mancozeb+ Myclobutanil	5. 2	Mancozeb+ Myclobutanil	5. 3	Metconazole
3	5. 27	Kresoxim-methyl	5. 27	Kresoxim-methyl	5. 26	Kresoxim-methyl
4	6. 21	Dithianon	6. 21	Dithianon	6. 17	Dithianon
5	7. 16	Trifloxystrobin	7. 15	Trifloxystrobin	7. 14	Trifloxystrobin
6	8. 10	Tebuconazole	8. 9	Tebuconazole	8. 9	Bitertanol
7	8. 25	Iminoctadine+difenoconazole	8. 26	Iminoctadine+difenoconazole		-

나. 결과 및 고찰

이 실험은 2003년부터 3년간 연속 수행했는데, 시험기간 동안 전반적인 발병율이 너무 낮아 살포 약량의 차이에 의한 병 방제효과와의 차이를 충분히 검토 할 수 없었다. 그러나 2003년도에는 사과 병의 감염 가능시기인 5월부터 8월말까지 4개월 동안 58일간에 걸쳐 1,030.8mm의 비가 내려 1998년 이후 가장 병이 많이 발생한 해였다. 그러나 이 실험을 수행한 경북대학교 과수원에서는 병 발생율이 그리 높지 못했지만 약량을 달리하는 살포구간에 어느 정도의 차이는 확인되었다.

이 실험을 수행한 M.9 대목 키낮은 사과원에서는 수관 구조가 간단하므로 살포 약량은 크게 문제가 되지 않을 것으로 생각했으나 살포약량에 따라 병 방제효과에 상당한 차이가 나타났다. 반당 400ℓ를 살포한 구에서는 겹무늬썩음병의 발병율이 0.3%에 불과했는데 200ℓ 살포구에서는 1.5%나 되어 단순계산으로는 5배나 되는 것으로 나타났다. 탄저병에 있어서도 겹무늬썩음병과 거의 비슷한 경향을 나타내었고, 갈색무늬병은 발병율이 매우 낮았지만 역시 농약의 살포량에 따른 발병율의 차이가 검출되었다. 그러나 점무늬낙엽병은 발병율도 매우 낮았고 약제 살포량과 아무런 관련이 없는 것으로 생각되었다. 한편 반당 300ℓ를 살포한 시험구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병 발생율은 400ℓ 살포구와 200ℓ 살포구의 중간 정도인 점으로 보아 살포약량과 병 발생정도와는 분명한 비례관계가 있는 것으로 나타났다. 그런데 2004년과 2005년에는 병이 거의 발생하지 않아 약제 살포량과의 병 발생량과의 관계를 검정할 수 없었다.

표 2-7. 살균제 살포약량이 병 방제에 미치는 영향

연도	병해	살포 약량에 따른 발병율(%)		
		400 ℓ	300 ℓ	200 ℓ
2003	겉무늬썩음병	0.3	1.4	1.5
	탄저병	0.7	1.5	3.4
	갈색무늬병	0.0	0.4	1.6
	점무늬낙엽병	0.3	0.2	0.4
2004	겉무늬썩음병	0.1	0.2	0.4
	탄저병	0.2	0.0	1.0
	갈색무늬병	0.4	1.9	2.3
	점무늬낙엽병	3.1	2.3	3.3
2005	겉무늬썩음병	0.3	0.1	0.2
	탄저병	0.0	0.1	0.1
	갈색무늬병	0.0	0.0	0.0
	점무늬낙엽병	0.7	0.5	0.5

이상과 같이 3년간의 실험기간 중 비교적 병 발생이 많았던 2003년도의 실험에서는 살포 약량과 병 발생율 간에 뚜렷한 차이가 검출되었는데, 그 결과를 경영적 측면에서 검토해 볼 필요가 있을 것으로 생각되었다. 겉무늬썩음병과 탄저병은 과실을 부패시킴으로 직접적 피해를 주는 병인데, 농가의 경영적 측면에서 보면 이들 두 가지 병은 차이가 없으므로 이들의 발병율을 더하면 400 ℓ 살포구에서는 1.0%인데 반해 200 ℓ 살포구에서는 4.9%이었다. 만약 사과 1000상자를 생산하는 농가의 경우를 상정해 보면 농약의 살포 약량을 배로 늘려서 추가로 얻어지는 과실의 양은 40상자 정도 이다. 사과 40상자의 가격과 추가로 소요되는 농약대를 비교하면 겉무늬썩음병과 탄저병의 방제를 위해 살포약량을 늘리는 것은 별로 실리는 없어 보인다.

그런데 이 실험의 결과는 수관구조가 매우 단순한 저수고 밀식 재배원에서 얻어진 것이므로 수관구조가 복잡한 일반재배원에서는 사정이 달라 질 수 있다. 일반재배 과수원에서의 수관 상태는 과수원에 따라 각각 다르므로 개별 과수원의 사정에 맞도록 적정 살포약량은 개별농가에서 결정할 수밖에 없다. 그러나 이 실험에서 얻어진 것처럼 농약의 살포량을 절반으로 줄이면 병 발생량은 5배가 증가한다는 사실을 고려해야 할 것으로 생각된다.

6. 환경친화형 살균제의 탄저병 및 겉무늬썩음병 방제효과 검증

살균제의 병 방제효과를 검증하는 방법으로는 여러 가지가 있을 수 있는데, 가장 흔히 사용되는 방법은 대상 병해의 감염 가능 시기에 검정할 약제를 수회 연속살포하고 병 발생율을 조사하는 방법이다. 특히 사과 탄저병이나 겉무늬썩음병의 경우 병의 감염은 낙화직후부터 시작되어 8월 하순경 또는 그

후까지 지속되거나 본격적인 발병은 9월 이후 살균제의 살포가 종료된 후에 시작되므로 검정약제의 살포회수가 대단히 많아진다. 살포간격을 10일로 하면 최소한 10회를 연속 살포해야하고 15일 간격으로 한다면 7회는 되어야 한다. 그런데 실제 영농 현장에서는 특정 살균제를 연속 살포하는 경우는 거의 없으므로 그러한 방법으로 얻어진 결과는 직접 영농현장에 활용되기 어렵다. 또 최근에 살균제 시장에서 주종을 이루는 strobilulin 계는 저항성 발달이 용이하므로 연속살포는 절대 금물이다. 따라서 이 연구에서는 실제 살포체계 내에서 개별 살균제가 어느 정도 병 방제에 기여하는 지를 조사하는 방법을 개발했다. 그 방법으로는 이들 두 가지 병의 감염 가능기간 중의 살포회수와 동일한 수의 시험구를 설치하고 매회 살균제 살포 시에 한 시험구에 대해 그 시기의 약제를 생략하고 나머지 시기에는 정상적으로 살포하며 대조구로는 모든 약제를 살포하는 완전 살포구를 설치했다. 이들 한 약제씩을 생략한 각 시험구에서의 발병율을 완전살포구와 비교하여 매회 살포된 각 약제의 병 방제에의 기여도를 평가 했다. 만약 살균제를 생략한 구에서의 발병율이 완전살포구보다 높으면 생략한 약제는 정의 기여를 한 것이고, 완전살포구보다 낮으면 부의 기여를, 그리고 차이가 없으면 아무런 기여를 하지 못한 것으로 평가하였다. 이 방법으로는 특정 살균제의 절대적 병 방제효과는 검정할 수 없으나 그 살균제를 사용하므로 전반적 병 방제효과가 어떻게 달라지는 지를 검정하기 때문에 실제 사용에는 매우 유용한 방법일 것으로 생각되었다.

탄저병과 겉무늬썩음병은 품종간에 감수성의 차이가 매우 크므로 탄저병에 대한 방제효과 검정은 홍옥품종을 사용하였고 겉무늬썩음병은 후지품종에 대해 수행했다.

가. 재료 및 방법

1) 시험포장

가) **홍옥품종** : 대구광역시 북구 경북대학교 부속농장. M26대목 16년생 (2004년), 재식거리 3 X 5m.

나) **홍로품종** : 영천시 화북면 농가 과수원. M26 7년생(2005 기준), 재식거리 2 X 4m.

다) **후지품종 (2004)** : 영천시 신령면의 농가포장, M26대목 14년생, 재식거리 4 X 6m.

후자품종 (2005) : 영천시 화북면 농가 과수원. M26 7년생, 재식거리 2 X 4m.

2) 살포체계의 작성

가) 후지품종

2004년과 2005년에 각각 다른 포장에서 실험했으나 살포체계는 동일하게 했다. 그러나 2005년도에는 8월 하순경까지 병이 거의 발생하지 않아 최종 약제를 생략하였다 (표 2-8). 시험포장에서 수세와 작과수가 비교적 균일한 나무를 골라 구당 3주씩 7개의 구를 설정하고 그 중 한 구는 완전살포구로 표 2-7과 표 2-8의 기본 방제력의 약제를 전부 살포하였다. 나머지 5개의 시험구에 대해서는 표 2-7 에서와 같이 5월 하순의 3회차부터 매회 살포시에 한 시험구에 대해 그 회차의 살포를 거르고 여타의 살포에서는 기본방제력에 준하여 정상적으로 살포했다. 또 당해연도의 전반적 병 발생 상황을 알기 위해 겹무늬썩음병과 탄저병 방제에 직접적 영향이 없는 낙화직후의 살포까지만 살균제를 살포하고 그 후에는 살균제를 살포하지 않는 시험구를 별도로 설치했다 (4F-0).

나) 홍옥품종

홍옥 품종에서는 연차간에 기본 살포력을 약간 달리했는데, 1회차에서 4회차까지는 공통 약제로 하였고 5회차와 6회차의 약제만 달리했다. 2004년도에는 5회차에 pyraclostrobin과 boscalid의 합제인 벨리스 (상표명)를, 그리고 6회차 metiram을 사용했다 (표 2-9). 한편 2005년도에는 5회차에 pyraclostrobin 단제를, 그리고 6회차에는 captan을 사용했다 (표 2-10).

3) 결과 및 고찰

2004년도에는 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율이 매우 낮아 5월 하순 3회차부터 살균제를 전혀 살포하지 않은 4F-0구에서 이들 두 가지 병의 발병율이 각각 11.8%와 2.2% 이었다. 일반적으로 살균제의 약효를 검증하기 위해서는 무처리구의 발병율이 20%는 되어야하는데 2004년도의 겹무늬썩음병 발병율은 그에 훨씬 미치지 못했고, 탄저병은 거의 발생하지 않았다. 따라서 개별 약제의 병 방제에의 기여도 평가는 곤란한 것으로 판단되었다. 그러나 이 실험에서는 매우 흥미로운 사실이 발견되었는데, 매회 살균제를 생략한 각 시험구에서의 겹무늬썩음병 발병율은 삼진왕을 생략한 -SAM구를 제외하고 모두 완전살포구와 거의 차이가 없던지 아니면 오히려 낮다는 점이다. 따라서 2004년도와 같이 병 발생이 적은 해에는 살균제의 살포 간격을 더 넓힐 수 있을 것으로 생각되었다.

표 2-8. 후지품종에 대한 살균제의 병 방제효과검정을 위한 살포력 및 병 발생 상황 (2004)

회차	살포일	4F25-1	-Krx	-Dit	-Trx	-Teb	-SAM	4F-0
1	4. 9	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	4. 28	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM
3	5. 22	Krx	-	Krx	Krx	Krx	Krx	-
4	6. 15	Dit	Dit	-	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 10	Trx	Trx	Trx	-	Trx	Trx	-
6	8. 4	Teb	Teb	Teb	Teb	-	Teb	-
7	8. 25	SAM	SAM	SAM	SAM	SAM	-	-
검무늬(%)		2.1	1.2	1.3	1.7	1.1	3.6	11.8
탄저병(%)		0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	2.2

표 2-9. 후지품종에 대한 살균제의 병 방제효과검정을 위한 살포력 및 병 발생상황 (2005)

회차	살포일	5F25-1	-Krx	-Dit	-Trx	-Teb	5F-0
1	4. 10	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	5. 8	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM
3	5. 31	Krx	-	Krx	Krx	Krx	-
4	6. 23	Dit	Dit	-	Dit	Dit	-
5	7. 17	Trx	Trx	Trx	-	Trx	-
6	8. 9	Teb	Teb	Teb	Teb	-	-
검무늬(%)		0.5	0.0	1.4	2.0	0.7	6.4
탄저병(%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

한편 2005년도에는 발병율이 더욱 낮아 5월 하순부터 살균제를 살포하지 않은 5F-0 구에서의 검무늬썩음병 과 탄저병 발병율이 각각 6.3%와 0.3%에 지나지 않았다 (표 2-9). 따라서 2005년도의 실험에서도 방제력을 구성하는 개별 살균제의 병 방제효과를 검정하기는 곤란하였다. 그런데 여기에서도 2004년의 실험에서와 같이 살균제를 1회 생략하여도 병 방제에는 별 영향이 없는 것으로 나타났다. 살균제의 살포 간격이 25일일 경우 한차례 살포를 생략하면 살포 간격이 50일로 벌어지게 된다. 특히 6월 중순부터 8월 상순까지의 기간은 장마기로 아무리 비가 적게 내린다고 해도 상당한 정도의 강우가 있기 마련인데, 그러한 기상 조건에서도 50일간 농약을 살포하지 않아도 검무늬썩음병 및 탄저병 방제효과에 있어서 문제가 없다면 후지품종에 있어서는 살균제의 살포 간격은 더 넓힐 수 있을 것으로 생각되었다.

표 2-10. 홍옥 품종에 대한 살균제의 병 방제효과 검정을 위한 살포력 및 병 발생상황 (2004)

회차	살포일	4J25-4	-Krx	-Dit	-BLS	-Met	4J-0
1	-	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	4. 21	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq
3	5. 18	Trx	-	Trx	Trx	Trx	-
4	6. 12	Dit	Dit	-	Dit	Dit	-
5	7. 9	BLS	BLS	BLS	-	BLS	-
6	8. 5	Met	Met	Met	Met	-	-
탄저병(%)		0.9	1.9	2.7	1.2	0.5	14.2

표 2-11. 홍옥 품종에 대한 살균제의 병 방제효과 검정을 위한 살포력 및 병 발생상황 (2005)

살포일	5J25-4	-Trx	-Dit	-Pyr	-Cap	5J-0	
4. 9	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	
4. 28	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	
5. 22	Trx	-	Trx	Trx	Trx	-	
6. 15	Dit	Dit	-	Dit	Dit	-	
7. 10	Pyr	Pyr	Pyr	-	Pyr	-	
8. 4	Cap	Cap	Cap	Cap	-	-	
검무늬(%)		0.0	0.0	1.0	0.0	0.3	0.0
탄저병(%)		7.3	6.9	7.1	19.9	13.5	77.7

2004년도에는 홍옥품종에 있어서도 탄저병의 발생이 매우 적어 5월 하순 이후 살균제를 전혀 살포하지 않은 4J-0에서도 발병율이 14.2%에 지나지 않아 (표 2-10) 역시 개별 약제의 탄저병 방제에의 기여도를 평가하기에는 미흡한 것으로 판단되었으나 어느 정도 경향은 볼 수 있었다. 3회차의 trifloxystrobin과 4회차의 dithoianon을 각각생략한 시험구에서의 발병율은 완전살포구에서의 그것에 비해 얼마간 증가하여 이들 두 약제가 병 방제에 기여한 것으로 볼 수 있다. 그러나 5회차의 벨리스와 6회차의 metiram을 각각 생략한 시험구에서의 발병율은 완전살포구에서의 그것과 거의 차이가 없었다는 점으로 본다면 이들 두 약제는 병 방제에 거의 기여하지 못한 것으로 볼 수 있다 (표 2-10).

2005년도에는 홍옥품종에서의 탄저병 발병율이 매우 높아 5월 하순 이후 살균제를 살포하지 않은 5J-0구에서의 발병율이 77.7%나 되었는데 (표 2-11), 완전살포구에서의 발병율이 7.3%로 방제가가 90.6%나 되므로 25일 간격 살포 체계로도 경제적으로도 타당성이 있는 방제가 가능한 것으로 나타났다. 살균제를 1회씩 생략한 각 시험구에서의 발병율을 보면 2004년도의 실험결과와 일부 다르게 나타났다. 2005년도에 3회차의 trifloxystrobin과 4회차의 dithianon

을 생략한 시험구에서의 발병율은 각각 6.9%와 8.1%로 완전 살포구와 거의 차이가 없어 병 방제에 거의 기여하지 못한 것으로 판단되었고, 5회차의 pyraclostrobin과 6회차의 captan을 생략한 각 시험구에서는 발병율이 완전살포구에 비해 증가하였으므로 이들 두 약제는 병 방제에 기여한 것으로 판단되었다 (표 2-11). 그런데 2004년도에는 비록 발병율이 낮기는 했지만 3회차의 trifloxystrobin과 4회차의 dithianon은 탄저병 방제에 기여한 것으로 나타났고 5회차의 벨리스와 6회차의 metiram은 기여하지 못한 것으로 나타났다 (표 2-10). 그런데 5회차와 6회차의 경우에는 살균제의 종류가 연차간에 다르기 때문에 그 결과를 직접 비교할 수는 없는 것으로 생각되었다. 그러나 3회차와 4회차는 같은 약제이므로 병 방제에의 기여도의 차이는 개별 약제의 병 방제 효과의 차이에 의한 것이 아니고 시기별 감염율의 있어서의 연차 간 차이가 반영된 것으로 추정되었다. 따라서 이러한 방법으로는 개별 살균제의 병 방제 효과를 정량적으로 평가하기는 곤란한 것으로 판단되었다. 그러나 기본 방제력에서 특정 시기의 약제만 달리하는 복수의 완전살포구를 설치한다면 개별 살균제의 상대적 병 방제효과의 검정이 가능할 것으로 생각되었다.

7. 농약의 수확 전 살포 허용 기준 설정

1차년도의 연구에서 선발된 종합재배에 사용 가능한 농약의 안전 사용 기준을 보면 수확 전 사용시한이 최저 2일에서 최고 45일까지로 매우 다양하였다. 그런데 우리나라에서 사과 병이 집중적으로 감염되는 시기는 5월 하순 경부터 8월 하순까지이므로 그 기간 중에는 살균제를 살포해야 하는데, 안전 사용기준을 충족하기 위해서는 최종 살포 시기 및 약제가 중요하다. 만생종에 있어서는 수확기가 10월 하순 이후가 되므로 8월 하순까지 농약을 살포해도 약 2개월간의 여유가 있으므로 어떤 종류의 농약을 사용해도 안전 사용기준을 충족할 수 있다. 그러나 조생종의 수확기는 8월 중순경이고, 중생종은 9월 중순이므로 이들 품종에 있어서는 최종 살포에 사용하는 농약의 종류에 따라 안전 사용 기준을 지키는 데에 문제가 있을 수 있다. 특히 조생종품종에 대해 25일 간격 살포체계를 적용할 경우, 최종 살포일은 개화기의 조만에 따라 약간의 변동이 있을 수 있으나 예년의 경우 7월 15일경이 되므로 수확예정 시기와 약 30일 정도의 여유가 있다. 그런데 7월 15일경은 장마기간이고 탄저병의 감염이 매우 많은 시기이므로 안전사용기준 만을 생각하여 잔효성이 짧은 약제를 선정할 경우 자칫 큰 피해를 가져올 수 있으므로 이 시기에 사용할 수 있는 약제의 선정은 그리 간단치가 않다. 또 중생종의 경우도 25일 방제체계를 적용할 경우 최종 살포일은 8월 10일 경이 되는데 수확기까지 약 1개월간의 여유 밖에 없고 탄저병의 감염 위험이 상존하는 시기이므로 사정은 조생종과 크게 다를 바 없다.

그런데 M.9 대목 키낮은 사과원을 제외한 대부분의 우리나라 사과원에서는 조.중생종 품종이 만생종 품종과 무원칙적으로 혼식되어 있으므로 이들 과수원에서는 조, 중생종에 대한 안전 사용기준을 지키기가 대단히 어려울 것으로 생각된다. 따라서 이 문제는 품종이 분리되어 있는 경우와 그렇지 않은 경우로 나누어 검토해야 할 것으로 생각되는데, 이 연구에서는 우선 후자의 경우를 상정하여 실험했다. 그리고 최근에 조성된 M.9 대목 키낮은 사과원에서도 품종이 불록화 된 경우는 매우 적고 줄로 분리되어 있으므로 매회 약제를 달리하기는 어려울 것으로 생각되었다. 이 경우에도 최종 살포 이전에는 공통 살포체계에 의거하여 약제를 살포하고 최종 살포 시에만 분리 하도록 하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 따라서 우선 조. 중생종 품종에 대한 안전 사용 기준의 설정을 위해서는 우선 이들 품종에 대해 25일 간격 살포체제로 병의 경제적 방제 가능 여부를 검토하고 그 결과에 의거하여 3차년도에는 수확 전 사용 시한이 다른 여러 종류의 살균제를 사용하여 방제체계를 작성하고 이를 과수원에 적용하여 병 방제효과를 검정하는 한편 수확한 과실에서 최종 살포 살균제의 잔류량을 조사했다.

가. 재료 및 방법

1) 실험포장

경북 영천시 신령면의 농가포장, M26 대목 14년생.

2) 살포체계의 작성

조생종은 쓰가루 품종에 대해 실험했다. 이 품종의 수확기가 8월 중순경이므로 농약의 안전 사용기준을 지키기 위해 최소한 수확 1개월전에 농약의 살포를 종료하도록 설계했다. 2004년도에는 표 12에서와 같이 낙화직후부터 7월 중순까지 25일 간격으로 살균제를 살포하는 4종류의 살포체계를 작성했다. 1회차는 개화전 살포이고 2회차는 낙화직후의 살포로 겹무늬썩음병이나 탄저병의 방제와는 별로 관련이 없을 것으로 생각하여 모두 동일한 살균제를 살포하도록 했다. 우리나라의 사과원에는 갈색무늬병이 거의 상습적으로 발생하는데, 이 병의 일차전염 최성기가 6월 상·중순경이고 그 시기에는 탄저병의 감염 위험이 매우 높으므로 이들 두 가지 병을 동시에 방제해야하는데 현재 우리나라에서 사용되고 있는 살균제 중에 이들 두 가지 병을 동시에 방제 할 수 있는 것은 dithianon 뿐이므로 그 시기에는 이를 고정 배치했다. 따라서 3회차와 5회차에서 살균제의 종류를 약간씩 달리하는 살포력을 작성했는데, 2004년도에는 4종류, 그리고 2005년도에는 5종의 살포체계를 작성하여 pilot test했다 (표 2-12). 또 2005년도의 실험에서는 최종 살포한 살균제의 잔류량을 분석하였다.

3) 잔류량 분석

2005년도 최종 살포 약제인 trifloxystrobin (바이엘 크롭사이언스 코리아) pyraclostrobin · boscalid 합제 (경농), pyraclostrobin (영일화학), metiram (성보화학)의 5종 살균제를 각각의 제조회사에 의뢰하여 과실에서의 농약 잔류량을 분석했다.

나. 결과 및 고찰

쓰가루품종은 조생종으로 탄저병에 대해서는 중도 저항성인데 발병 정도는 수확시기와 관계가 있다. 쓰가루의 수확기는 7월 하순경부터 시작되는데, 수확기가 8월 중순 이후로 늦어지면 탄저병의 발병율이 높아지는 경향이 있다. 이 실험의 경우, 2004년도에는 8월 17일, 2005년도는 8월 23일에 수확했는데, 탄저병의 발병율은 매우 낮았다. 2004년도 낙화직후까지만 살균제를 살포한 4T-0구에서 탄저병 발병율이 4.3%에 불과하였고, 살균제 살포구에서는 거의 병이 발생하지 않았다 (표 2-12). 2005년도에도 탄저병이 거의 발생하지 않아 낙화직후의 살포까지만 살균을 살포한 5T-0에서 조차 발병율이 3.2%에 지나지 않았고 약제 처리구에서는 거의 병이 발생하지 않았다. (표 2-13).

이러한 결과로 본다면 조생종 품종에서는 7월 중순에 살균제 살포를 종료해도 병 방제에는 거의 문제가 없는 것으로 나타났다.

표 2-12 조생종 품종에 있어서의 초저농약 방제체계의 개발을 위한 살균제 살포체계 및 병 발생상황 (2004)

회차	살포일	살균제 살포순서				
		4T1	4T2	4T3	4T4	4T0
1	4. 9	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	4. 28	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM
3	5. 22	Krx	Krx	Trx	BLS	-
4	6. 15	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 10	Trx	BLS	BLS	Trx	-
탄저병 (%)		0.0	0.2	0.0	0.3	4.3

표 2-13. 조생종 품종에 있어서의 농약 안전 사용기준 설정을 위한 살포체계 및 병 발생상황 (2005)

회차	살포일	살균제 살포순서					
		4T1	4T2	4T3	4T4	4T5	5T0
1	4. 11	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	5. 3	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM
3	5. 26	Krx	Trx	Trx	Pyr	Pyr	-
4	6. 17	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 14	Trx	BLS	Pyr	Cap	Met	-
탄저병 (%)		0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	3.2

2005년도 수확물에 대해 살균제의 잔류량을 분석하였는데, 그 결과를 표 14에 나타내었다. 2005년도에는 마지막 살균제를 7월 14일에 살포하고 40일 후인 8월 23일에 수확하였는데, 살균제의 과실 잔류량은 매우 낮은 수준이었다.

Trifloxystrobin의 잔류허용량 (MRL)은 0.5ppm이나 최대 잔류량은 0.05ppm으로 약 1/10 수준이었다. 벨리스플러스는 pyraclostrobin과 boscalid의 합제인데, 전자의 MRL은 0.2ppm이나 최대잔류량은 그 1/10이었고 boscalid는 검출한계치 이하였다. pyraclostrobin의 최대잔류량은 0.087ppm 이었는데 이는 MRL의 1/2.4 정도로 2005년도에 최종 살균제로 사용한 5종의 살균제 중에 잔류량이 가장 많은 것으로 나타났다. Captan의 최대잔류량은 0.014 ppm 이었는데 이는 MRL의 약 1/350 수준이었으므로 무잔류와 다름아니었고 metiram의 최대잔류량은 0.17ppm으로 MRL의 1/18 정도였다.

표 2-14. 쓰가루품종에 있어서 최종 살포 약제의 과실 잔류량 (2005)

살균제	검출한계 (mg/kg)	잔류량 (mg/kg)			잔류허용량 (mg/kg)
		1	2	3	
trifloxystrobin	0.02	0.02	0.05	0.02	0.5
벨리스	pyraclostrobin	0.02	<0.02	<0.02	0.2
	boscalid	0.02	<0.02	<0.02	0.5
pyraclostrobin	0.005	0.052	0.087	0.043	0.2
captan	0.01	0.005	0.014	0.005	5.0
metiram	0.01	0.12	0.14	0.17	3.0

이상과 같이 조생종에서도 수확전 40일경에 살포를 종료하면 공시한 5종의 살균제 모두 잔류허용기준 이내이며 그것도 pyraclostrobin 1종을 제외하고 기준치의 1/10 이하였다. 잔류량이 가장 많았던 pyraclostrobin 도 잔류허용기준의 1/2.4로 한국 농산물품질관리원에서 설정한 저농약 인증 범위에 속할 수 있으나, 기상조건에 따라 그 범위를 초과할 우려가 있는 것으로 판단되었다.

8. 환경친화형 사과 병 방제체계의 개발

우리나라의 대부분의 과수원에서는 각종 병에 대한 감수성 정도가 다른 여러 가지 품종이 일정한 원칙 없이 혼식되어 있으므로 병 방제에 대단히 어려움이 많다. 가장 대표적인 예로 후지품종과 홍로 품종의 혼식인데 이들 두 종은 병에 대한 감수성이 거의 정 반대이다. 홍로 품종은 중생종으로 탄저병에 대해 감수성이 특히 높으나 겹무늬썩음병에 대해서는 감수성이 낮고 후지 품종은 겹무늬썩음병에 대해 감수성이 매우 높고 탄저병에 대해서는 감수성이 낮다. 또 탄저병과 겹무늬썩음병은 어느 것이나 과실을 부패시키는 병이지만

살균제에 대한 감수성이 크게 다르다. 예를 들면 iminoctadine-triacetate는 갈색무늬병과 겹무늬썩음병에 대해 높은 방제효과를 나타내므로 이들 병이 많이 발생하는 후지 품종에 대해서는 필수적인 약제이다. 그러나 그 약제는 탄저병에 대한 방제효과는 매우 낮고, 특히 탄저병균 중 *Collectotrichum acutatum*은 이 약제에 대해 감수성이 거의 없으므로 탄저병이 주로 발생하는 중생종 품종에 대해서는 사용하기 곤란하다. 이러한 유사한 예를 탄저병 전문 방제 약제인 dithianon에서도 볼 수 있다. 따라서 이들 두 품종이 혼식된 경우에는 겹무늬썩음병과 탄저병의 동시 방제가 대단히 어렵다. 그러나 근년에 와서 우리나라의 과수원에서는 홍로 품종의 높은 시장성으로 인해 후지품종과 혼식하는 사례가 급격히 증가하고 있다.

겹무늬썩음병과 탄저병은 감염 시기가 거의 중복되므로 이들 두 가지 병을 동시에 방제할 수 있는 살균제의 선발 및 적절한 방제체계의 개발을 시도했다.

가. 재료 및 방법

1) 실험포장

가) 2004년도 실험

(1) 후지·홍로 혼식포장

경북 영천시 화산면 소재. M9대목 후지품종과 홍로품종 5년생 (2004)이 한 줄씩 교호로 재식된 농가 과수원, 재식 거리 1.5 X 3.5m.

(2) 후지 포장

경북 영천시 신령면 소재 농가포장, M26대목 14년생, 재식거리 4X6m.

(3) 홍옥 포장

대구광역시 북구 경북대학교 부속농장. M26대목 16년생 (2004년), 재식거리 3X5m

나) 2005년도 실험

(1) 후지·홍로 포장

영천시 화북면 농가 과수원. M26 7년생, 재식거리 2X4m. 두 가지 품종이 블록으로 재식.

(2) 홍옥

대구광역시 북구 경북대학교 부속농장. M26대목 17년생, 재식거리 3 X 5m.

2) 살포체계의 작성

가) 2004년도 실험

(1) 후지·홍로 혼식포장 적용 병 방제체계의 개발

낙화직후부터 겹무늬썩음병 및 탄저병의 감염이 거의 종료되는 8월 하순까지 25일 간격으로 살균제를 살포하는 방제체계에서의 연간 살균제 살포회수

는 7회인데, 그 중 1회차 살포 시기는 개화 전으로 겹무늬썩음병이나 탄저병의 방제와는 직접적 관련이 없고, 2회차 살포 또한 주목적은 붉은별무늬병 방제이므로 역시 이들 2중병의 방제와는 관련이 적으며 사용 약제는 거의 공식화되어 있으므로 검토 대상이 아니다. 그리고 8월 상.중순의 EBI는 겹무늬썩음병의 치료를 위해 tebuconazole로 거의 고정되어 있고 8월 하순의 삼진왕(iminoctadine-triacetate + difenoconazole) 역시 갈색무늬병과 겹무늬썩음병의 마무리 방제로 이들 두 시기 모두 변경의 여지가 거의 없다. 따라서 살포간격을 25일로 하는 이 방제체계에서 겹무늬썩음병 및 탄저병 방제효과 검토대상이 될 수 있는 약제는 5월 하순의 3회차부터 7월 상.중순의 5회차까지 3차례이다. 그런데 이 실험에서는 갈색무늬병의 1차전염 저지를 위해 4회차 역시 dithianon으로 고정했으므로 결국 3회차와 5회차의 2시기의 약제만 검정했다.

표 2-15. 후지·홍로 혼식원에서 25일 간격 살균제 살포체계 적용 구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율

회차	살포일	FH1		FH2		FH3		FH4	
		후지	홍로	후지	홍로	후지	홍로	후지	홍로
1	4. 20	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	5. 1	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM
3	5. 22	Krx	Krx	Krx	Krx	BLS	BLS	Trx	Trx
4	6. 15	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit
5	7. 10	Trx	Trx	BLS	BLS	Trx	Trx	BLS	BLS
6	8. 4	Teb	Met	Teb	Met	Teb	Met	Teb	Met
7	8. 25	SAM	-	SAM	-	SAM	-	SAM	-
겹무늬(%)		1.4	0.0	0.7	0.0	2.9	1.0	1.3	0.0
탄저병(%)		0.0	1.3	0.0	2.2	0.0	2.7	0.2	1.5
갈색무늬		7.9	0.0	15.8	0.0	9.6	0.0	10.4	0.0

겹무늬썩음병과 탄저병의 발병 정도는 사과 품종에 따라 크게 다르고 두 가지 품종에 대해 모두 이병성인 경우는 거의 없으므로 이들 두 가지 병에 대한 방제효과를 동시에 검정하기 위해 이들 병에 대한 감수성 정도가 거의 정반대인 후지품종과 홍로품종을 사용했다. 그런데 홍로품종은 중생종으로 수확기가 9월 중순이므로 늦어도 8월 상순에는 약제의 살포를 종료해야하고, 또 그 시기의 살균제의 종류도 후지품종에서는 겹무늬썩음병의 치료를 위해 tebuconazole을 사용해야 하나 홍로 품종에서는 겹무늬썩음병이 발생하는 경우가 매우 적으므로 탄저병의 방제를 위해 metiram을 사용했다.

이상의 여러 가지 점을 고려하여 표 2-15에서와 같이 4종의 살포력을 작성하였는데, 표 2-15의 살포체계에서 FH1과 FH2를 비교하면 7월 10일의 5회차 살균제만 다르고 나머지 약제는 모두 같으므로 이들 각 시험구에서의 겹

무늬썩음병 및 탄저병 발병율의 차이는 이들 두 약제의 병 방제효과의 차이를 반영하는 것으로 볼 수 있다. 마찬가지로 FH1과 FH3, FH2와 FH4를 각각 비교하여 구성 살균제의 병 방제효과를 검정하도록 설계했다.

(2) 후기품종 적용 병 방제체계의 개발

2004년도에는 strobilullin 계 살균제인 pyraclostrobin과 boscalid의 혼합제인 벨리스플러스 (상포명)의 사용 가능성을 검토했다. Strobilullin 계 살균제는 천연물 유래의 물질로 환경친화적이고 spectrum 이 넓으며 약효의 지속기간이 긴 특성이 있으나 저항성 발달의 위험이 높으므로 연용이 곤란하다. 그러나 살균제의 살포 간격을 25일로 늘린 방제체계에서는 탄저병의 방제를 위해 srrobilullin을 최소한 2회는 사용해야 할 것으로 생각되나 저항성 발달 위험이 우려된다. 그런데 벨리스는 strobilullin과 작용기작이 전혀 다른 anylide계 살균제인 boscalid와의 혼합제로 저항성 발달 위험이 낮으므로 이의 사용가능성을 집중 검토했다.

표 2-16. 후기 품종에 있어서 살균제의 종류를 달리한 25일 간격 살균제 살포체계 적용 구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율 (2004)

회차	살포일	4F25-1	4F25-2	4F25-3	4F25-4	4F25-5	4F-0
1	4. 9	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	4. 28	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM	SYM
3	5. 22	Krx	Krx	Azx	Azx	Trx	-
4	6. 15	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 10	Trx	BLS	Ita+Cap	BLS	BLS	-
6	8. 5	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	-
7	8. 25	SAM	SAM	SAM	SAM	SAM	-
겹무늬(%)		2.1	0.5	1.7	1.8	4.3	11.8
탄저병(%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2
갈색무늬(%)		7.9	5.8	3.7	9.6	10.4	49.0

이 실험에서는 낙화직후부터 8월 하순까지 25일 간격으로 살균제를 살포하는 체계에서 각 살균제의 병 방제효과를 다중 검증하도록 설계했다 (표 2-16). 우선 7월 중순의 5회차에서 trifloxystrobin 과 벨리스플러스를 각각 배치하고 각종 병에 대한 방제효과를 비교하도록 했고 (4F7-1, 4F7-2), 5회차에 벨리스플러스를 고정해 두고 3회차에 kresoxim-methyl, azxystrobin 그리고 trifloxystrobin을 살포할 경우의 병 방제효과를 검토했다. 그리고 또 3회차에 azoxystrobin을 배치할 경우 5회차에서 벨리스플러스와 iminoctadine-triacetate에 captan을 혼합 살포했을 때의 병 방제효과를 비교했다.

(3) 홍옥품종 적용 병 방제체계의 개발

홍옥품종에서는 흰가루병이 심하게 발생하므로 2회차에는 fluquinconazole을 사용하였다. 2004년도 홍옥품종에서는 3회차와 5회차의 살균제에 변화를 부여한 4종의 살포체계와 농약의 잔류를 최소화하기 위해 최종 살균제를 생략한 시험구를 설정하였다. 중생종에서도 만생종에 대한 실험에서와 같이 특정한 시기의 살균제만 달리하여 병 방제효과를 검정하는 방법을 사용하였다. 2004년도에는 ① 3회차의 살균제를 kresoxim-methyl로 고정하고 5회차에서 벨리스플러스와 trifloxystrobin의 효과 검정(4J25-1, 4J25-2), ② 3회차에 trifloxystrobin으로 고정하고 5회차에서 벨리스플러스와 kresoxim-methyl의 효과 검정 (4J25-3, 4J25-4), ③ 5회차의 살균제를 벨리스플러스로 고정하고 3회차에서 kresoxim-methyl과 trifloxystrobin의 효과 검정 (4J25-1, 4J25-3), ④ 3회차와 5회차의 살균제를 kresoxim-methyl과 trifloxystrobin으로 마주 바꾸는 경우의 병 방제효과를 검정했다 (4J25-2, 4J25-4).

표 2-17. 홍옥 품종에 있어서 살균제의 종류를 달리한 25일 간격 살균제 살포체계 적용 구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율 (2004)

회차	살포일	4J25-1	4J25-2	4J25-3	4J25-4	4J25-5	4J-0
1	-	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	4. 21	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq
3	5. 18	Krx	Krx	Trx	Trx	Trx	-
4	6. 12	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 9	BLS	Trx	BLS	Krx	BLS	-
6	8. 5	Met	Met	Met	Met	-	-
탄저병(%)		4.0	1.0	0.9	1.2	0.5	14.2

나) 2005년도 실험

(1) 후기품종 적용 병 방제체계의 개발

2005년에는 전년도의 실험에서 방제효과가 가장 높았던 벨리스플러스와 trifloxystrobin, 그리고 2005년도에 새로 출시된 pyraclostrobin의 방제효과를 비교했다(5F7-1, 5F7-2, 5F7-3). 또 2004년도 농촌진흥청 대구사과연구소의 보고에 의하면 2003년부터 갈색무늬병균의 제1차전염원의 비산이 1개월 이상 앞당겨졌다는 보고가 있어 이의 방제를 위해 낙화직후 살균제를 종래의 시스템에서 EBI계로 붉은별무늬병은 물론 갈색무늬병 방제효과까지 겸하고 있는 것으로 알려진 metconazole을 대치하고 갈색무늬병 방제효과를 검정했다 (5F7-3, 5F7-4, 5F7-5). 그런데 2005년도에는 장마기간이 유난히 짧고 고온이 계속되어 8월 하순경까지 갈색무늬병이 전혀 발생하지 않았으므로 8월 하순의 7회차 살균제를 생략하였다. 따라서 2005년도에는 결국 6회 살포로 마감하였다 (표 2-18).

표 2-18. 후지 품종에 있어서 살균제의 종류를 달리한 25일 간격 살균제 살포체계 적용 구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율 (2005)

회차	살포일	5F25-1	5F25-2	5F25-3	5F25-4	5F25-5	5F25-6	5F-0
1	4. 15	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	5. 8	SYM	SYM	SYM	Mez	Mez	Mez	SYM
3	5. 31	Krx	Krx	Krx	Krx	Krx	Krx	-
4	6. 23	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 17	BLS	Trx	Pyr	BLS	Trx	Pyr	-
6	8. 9	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	Teb	-
겹무늬(%)		0.2	0.5	0.5	0.6	0.2	0.0	6.4
탄저병(%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
갈색무늬(%)		13.8	25.0	11.2	1.2	0.0	0.0	45.5

(2) 홍옥품종 적용 병 방제체계의 개발

2005년도에는 8월 상순의 최종 약제를 metiram에서 captan으로 변경했는데 이는 수확전 살포 허용기준이 metiram은 30일이고 captan은 21일이므로 농산물품질관리원의 저농약 인정 기준을 충족하기 위해서였다. 그리고 2005년도에는 새로 출시된 살균제로 탄저병 방제효과가 높은 것으로 알려진 pyraclostrobin의 채용이 병 방제에 미치는 영향을 검토했다. 2005년도에는 ① 3회차의 살균제를 kresoxim-methyl로 고정하고 5회차에 벨리스플러스와 trifloxystrobin의 비교(5J25-1, 5J25-2), ② 5회차에는 trifloxystrobin을 고정하고 3회차에서 kresoxim-methyl과 pyraclostrobin의 비교 ③ 3회차와 5회차에서 pyraclostrobin과 trifloxystrobin을 마주 바꾸는 경우의 비교 ④ 8월 상순의 최종 살포를 생략하는 경우의 병 방제효과를 검정했다 (표 2-19).

표 2-19. 홍옥 품종에 있어서 살균제의 종류를 달리한 25일 간격 살균제 살포체계 적용 구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율 (2005)

	살포일	5J25-1	5J25-2	5J25-3	5J25-4	5J25-5	5J-0
1	4. 9	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	4. 28	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq
3	5. 22	Krx	Krx	Pyr	Trx	Trx	-
4	6. 15	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 10	Trx	BLS	Trx	Pyr	Pyr	-
6	8. 4	Cap	Cap	Cap	Cap	-	-
탄저병(%)		10.4	7.2	5.3	7.3	13.8	77.7

(3) 흉로 품종 적용 병 방제체계의 개발

2005년도에는 현재 우리나라에서 재배되고 있는 품종 중에 탄저병에 대해 감수성이 가장 높은 흉로 품종에 대한 방제체계 개발을 위한 실험을 수행했다 (표 20). 여기에서도 ① 3회차에 kresoxim-methyl을 고정하고 5회차에 trifloxystrobin과 pyraclostrobin의 방제효과를 검정했고 (5H25-1, 5H25-2), ② 3회차에 trifloxystrobin을 고정하고 5회차에 벨리스와 pyraclostrobin의 비교 (5H25-3, 5H25-4) ③ 5회차에 trifloxystrobin을 고정하고 3회차에 kresoxim-methyl과 pyraclostrobin의 비교 (5H25-1, 5H25-5) ④ 5회차에 pyraclostrobin을 고정하고 3회차에 kresoxim-methyl과 trifloxystrobin을 비교했다 (표 2-20).

표 2-20. 흉로 품종에 있어서 살균제의 종류를 달리한 25일 간격 살균제 살포체계 적용 구에서의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율 (2005)

회차	살포	5H25-1	5H25-2	5H25-3	5H25-4	5H25-5	5H-0
1	4. 15	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita
2	5. 8	SYM	SYM	SYM	Mez	Mez	SYM
3	5. 31	Krx	Krx	Trx	Trx	Pyr	-
4	6. 23	Dit	Dit	Dit	Dit	Dit	-
5	7. 17	Trx	Pyr	Pyr	BLS	Trx	-
6	8. 9	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	-
겹무늬(%)		1.6	1.0	0.3	5.4	0.5	1.6
탄저병(%)		12.6	8.9	13.5	14.8	5.9	61.6

3) 시험구의 설정 및 살충제의 살포

원칙적으로 한 줄을 하나의 시험구로 했는데, 흉옥 및 흉로 품종에 대한 시험에서는 나무의 주수가 제한되어 같은 줄에서 8주의 연속된 나무를 한 시험구로하고 농약 살포 시에 인접한 시험구의 농약이 비산하여 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 각 구에서 양단의 한주씩은 결과 조사에서 제외하였다.

살충제의 살포는 연차간 및 포장에 따라 다소 차이가 있었는데, 공통적으로 살포한 살충제로는 개화 전 iminocadine-triacetate 살포시에 phosphamidon을 혼용하였고, 낙화직후의 살포인 2회차 살포시에 flufenoxuron을 살포했고 사과 응애가 있는 경우에는 etoxazole을 혼합살포했으며, 그리고 6월 상.중순에 필요에 따라 진딧물 방제를 위해 모스피란 등의 chloronicotinyl계 살균제를 살포했다. 시험포장에는 교미교란제를 사용하였으므로 나방 방제 약제는 전혀 사용하지 않았으며 필요에 따라 7월 중.하순경에 응애 방제를 위해 spirodiclopen을 단독 살포했다.

4) 발병율의 조사

조사대상 병해로 겹무늬썩음병, 탄저병, 갈색무늬병의 3종으로 하였다. 매년 7월 하순경 신초의 발육이 정지된 후에 각 시험구의 6주의 나무에서 갈색무늬병의 조사를 위해 각 나무당 10개씩의 작은 가지를 선정, 가지의 기부에 리본을 달아 두고 9월 중순에 갈색무늬병 발병율을 조사했다. 겹무늬썩음병과 탄저병은 8월 중순부터 수확기까지 주 1회 조사하였고 수확 시에는 과실의 총수와 발병과를 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 후지·홍로 혼식원 적용 병 방제체계의 개발

사과에 있어서 겹무늬썩음병이나 탄저병과 같은 과실을 부패시키는 병은 장마기간 중의 기상 조건에 의해 크게 좌우되는데, 2004년도에는 7월 중에 고온 건조한 날씨가 계속되어 겹무늬썩음병과 탄저병의 발생이 매우 적었다. 특히 이 실험을 수행한 경북 영천시의 포장에서는 홍로품종의 숙기가 크게 앞당겨져 8월 상순부터 착색이 시작되었고 낙과도 심하게 발생하였으며, 8월 19일 태풍의 간접 영향으로 절반 이상의 과실이 낙과되었다. 따라서 표 15에 나타난 발병율은 8월 19일에 조사된 것이므로 발병이 본격화하기 이전의 결과이다.

이 실험을 수행한 포장에서는 무처리구를 설치할 수 없었으므로 전반적 병 발생 상황은 알 수 없으나 후지품종에 있어서 겹무늬썩음병 발병율은 너무 낮아 살포체계의 차이에 의한 방제효과의 차이를 정확히 검정하기 어려운 것으로 판단되었다. 그러나 벨리스플러스를 3회차에 배치한 FH-3에서 겹무늬썩음병의 발병율이 상대적으로 높았고, 그 약제가 5회차에 배치되고 3회차에 kresoxim-methyl이 배치된 FH-2에서 겹무늬썩음병의 발병율이 특히 낮았으므로 후지품종에 있어서는 후자의 살포체계가 적합한 것으로 생각되었다. 또 홍로품종에 있어서의 결과는 전술한 바와 같이 기상조건으로 인해 발병이 충분하지 않았고 또 실험을 조기에 종결해야 했으므로 결과에 대한 신뢰도가 다소 낮지만 벨리스플러스를 후지품종에서와 마찬가지로 5회차에 배치하고 3회차에 trifloxystrobin을 배치한 FH-4에서 탄저병의 발병율이 가장 낮았다. 이 실험의 당초의 목적은 병에 대한 감수성이 서로 다른 후지품종과 홍로품종이 혼식된 과수원에서 공통 살포를 최대한으로 가능하게 하는 살포체계를 개발하는 것인데 이 실험의 결과에 의하면 3회차의 약제를 달리하는 것이 보다 안전할 것으로 생각되었다.

2) 후지 단일 품종 적용 병 방제체계의 개발

2004년도의 방제체계 개발 목표는 strobilulin의 단제를 사용할 경우의 저항성 발달 위험을 경감시키기 위해 strobilulin계와 anylide계의 합제인 벨리

스플러스의 사용 가능성을 검토하는 데에 두었으며, 이를 위해 혼합제인 벨리스플러스와 대조 약제로 iminoctadine-triacetate와 captan의 tank mix, 그리고 strobilulin 단제인 trifloxystrobin을 살포체계에 배치하여 병 방제효과를 검토했다. 그런데 2004년도에는 병 발생율이 매우 낮아 5월 하순 이후에 살균제를 살포하지 않은 4F-0구에서의 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율은 각각 11.8%와 2.2%에 지나지 않았고, 갈색무늬병의 이병엽율은 또한 49.0%로 예년에 비해 병 발생율이 매우 낮았다 (표 2-16). 특히 탄저병은 각 시험구에서 거의 발생하지 않았고, 겹무늬썩음병 또한 구간에 거의 차이가 없었다 (표 2-16). 다만 7월 중순의 5회차에 벨리스를 배치한 4F25-2에서 겹무늬썩음병의 발병율이 0.5%로 다른 시험구에 비해 낮았고, 3회차에 trifloxystrobin을 배치한 4F25-5에서 겹무늬썩음병의 발병율이 4.3%로 다소 높게 나타났다. 갈색무늬병에 있어서도 시험구간에 큰 차이가 없었고 5회차에 iminoctadine-triacetate와 captan을 tank mix하여 살포한 4F25-3구에서 3.7%로 상대적으로 약간 낮은 정도였다(표 2-16). 따라서 2004년도의 실험에서는 당초 목표로 한 벨리스플러스의 사용 가능성을 확인하기는 어려웠다.

2005년도에는 전년도에 검토한 벨리스플러스에다 새로 시장에 출시된 pyraclostrobin을 추가하여 병 방제효과를 검증했고, 또 만성적으로 피해를 주는 갈색무늬병 방제를 위해 낙화직후 살균제의 변경을 시도했다. 그런데 2005년도의 전반적 사과 병 발생 정도는 2004년도 보다 더욱 낮아 8월 하순의 최종 약제를 생략해도 별 문제가 없을 정도였다. 5월 하순 이후에는 살균제를 전혀 살포하지 않은 5F-0구에서의 겹무늬썩음병과 탄저병의 발병율이 각각 6.4%와 0.3%에 불과하였다 (표 2-18). 8월 하순의 최종 살균제인 삼진왕은 iminoctadine-triacetate와 EBI인 difenoconazole의 합제로 겹무늬썩음병과 갈색무늬병의 방제를 위한 것인데 2005년도에는 그것을 생략해도 겹무늬썩음병은 물론 갈색무늬병의 발생도 거의 무시해도 좋을 정도였다.

2005년도에 7월 중순의 5회차 살균제를 달리한 3개의 시험구와 이들 각 시험구의 2회차 살균제를 시스템에서 metconazole로 변경한 3개의 시험구 모두에서 겹무늬썩음병과 탄저병은 거의 발생하지 않았다 (표 2-18). 그러나 갈색무늬병에 대해서는 비교적 확실한 결과가 얻어졌는데, 낙화직후의 2회차에 metconazole을 배치한 3개의 시험구 모두에서 갈색무늬병의 발병율이 현저히 낮아졌다 (표 2-18). 그런데 만약 8월 하순에 삼진왕을 정상적으로 살포했다면 그에 묻혀져서 이러한 결과는 얻어지기 어려웠을 것으로 판단되었다. 갈색무늬병에서의 이러한 결과는 근년에 와서 갈색무늬병의 제1차 전염원의 비산이 1개월 이상 앞당겨졌다는 대구 사과시험장의 조사 결과를 뒷받침하는 것으로 볼 수 있다.

3) 홍옥품종 적용 병 방제체계의 개발

2004년도 홍옥품종에 있어서 탄저병 발생율은 대단히 낮았는데, 탄저병의 방제와 직접관련이 있는 5월 하순 이후에는 살균제를 전혀 살포하지 않은 4J-0에서의 탄저병 발병율이 14.2%에 불과하였다 (표 2-17). 살포체계를 달리한 각 구에서의 병 발생율에는 매우 흥미로운 점이 발견되었다. 우선 3회차에 kresoxim-methyl을 고정하고 5회차에 벨리스플러스와 trifloxystrobin을 각각 배치한 4J25-1과 4J25-2를 비교하면 발병율이 4.0%와 1.0%로 상당히 큰 차이를 보였다. 그런데 5회차에 벨리스를 고정하고 3회차의 살균제를 kresoxim-methyl에서 trifloxystrobin으로 변경하면 (4J25-3) 발병율이 다시 0.9%로 낮아졌다. 따라서 3회차의 살균제를 trifloxystrobin으로 하면 5회차에 벨리스플러스를 사용해도 무방할 것으로 생각되었다. 벨리스플러스는 전술한 바와 같이 strobilulin의 연속살포에 의한 저항성 발달의 위험을 줄일 수 있을 것으로 생각되었다. 또 2004년도의 실험에서는 중생종 품종에 있어서 최종살균제인 8월 상순의 metiram을 생략해도 병 방제에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

2005년에는 홍옥품종에 탄저병이 많이 발생했는데, 5월 하순 이후에 살균제를 살포하지 않은 5J-0에서 발병율이 77.7%나 되었다 (표 2-19). 약제 살포구에서는 3회차에 kresoxim-methyl과 5회차에 trifloxystrobin을 배치한 5J25-1에서 발병율이 10.2%로 다른 시험구에 비해 상대적으로 높았고, 3회차에 pyraclostrobin, 5회차에 trifloxystrobin을 배치한 5J25-3에서 발병율이 5.3%로 상대적으로 낮았다 (표 2-19). 이러한 점으로 본다면 2005년도와 같이 탄저병의 발병이 극단적으로 많은 상황에서도 살포간격을 25일로 하는 방제체계로 탄저병의 경제적 방제가 가능한 것으로 밝혀졌다.

홍옥품종은 중생종으로 과거 우리나라의 중생종 주품종이었으나 70년대 이후 재배 면적이 급감했으나 최근에 와서 재배가 다시 증가하는 품종이다. 이 품종에 있어서 가장 중요한 병은 탄저병이나 그 병에 대해서는 중도 저항성인 것으로 알려져 있다. 현재 재배되고 있는 중생종 품종 중에 홍옥품종과 저항성 정도가 비슷한 품종은 시나노스위트 정도이며, 그 품종은 현재 증가일로에 있으므로 홍옥품종에서 개발된 방제체계는 거기에 적용 가능할 것으로 생각된다.

4) 홍로품종 적용 병 방제체계의 개발

2005년에는 홍로품종에도 탄저병이 많이 발생했는데, 5월 하순 이후에 살균제를 살포하지 않은 5H-0에서 발병율이 61.6%나 되었고, 또 겹무늬썩음병까지도 발생했다 (표 2-20). 약제 살포구에서는 3회차에 kresoxim-methyl과 5회차에 trifloxystrobin을 배치한 5H25-1에서 탄저병 발병율이 12.6%였고 겹무늬썩음병이 1.6%의 과실에서 발병했는데, 5회차에 pyraclostrobin을 배치한

5H25-2에서도 비슷한 발병율을 보였다 (표 2-20). 다음으로는 3회차에 trifloxystrobin을 고정배치하고 5회차에서 pyraclostrobin과 벨리스플러스를 비교한 결과 탄저병 발병율에서는 거의 차이가 없었으나 특이하게도 벨리스플러스를 배치한 구에서 검무늬썩음병의 발병율이 높았는데, 이 현상은 현재로서는 적절히 설명할 수 없다. 또 pyraclostrobin을 3회차에 배치하고 5회차에 trifloxystrobin을 살포한 5H25-5에서의 탄저병 발병이 5.9%로 가장 낮았는데 이는 홍옥품종에서도 비슷한 결과가 얻어졌다 (표 2-19).

따라서 2005년도와 같이 탄저병의 발병이 극단적으로 많은 상황에서 탄저병에 대한 감수성이 높은 홍로 품종에 대해서는 살포간격을 25일로 하는 방제체계로 탄저병의 경제적 방제가 가능할 수 있는 것으로 판단되었다. 그러나 광범위한 적용을 위해서 아직 많은 개선이 요구되는 것으로 생각되었다.

9. 요약

과실의 종합생산 체계에서는 환경에 대해 부정적 영향이 가급적 적은 농약을 사용해야하고 또 방제 회수도 최소화해야하므로 그를 위한 일련의 시험을 수행했다.

가. 농약 등록 상황 및 사용실태 조사

2002년도 한국농약공업협회에서 발행한 농약사용지침서에서 사과 경영 살포제를 조사한 결과, 살균제는 90종으로 충제는 138종이 등록되어 있었는데, 이들 등록 농약의 사용실태를 전국의 124농가에서 조사한 결과, 연간 1회 이상 사용된 약제로 살균제는 30종, 살충제는 64종뿐이었다. 이들 품목의 생태에 대한 영향을 문헌에서 조사. 이들을 종합생산 허용약제 (녹색, G), 조건적 허용약제 (황색, Y) 그리고 사용금지 약제 (적색, R)로 분류하였다.

나. 농약의 과실 잔류 최소화를 위한 수확 전 살포 허용 기준 설정

종합생산에 사용 가능한 약제로 살균제로는 디치외 23종, 살충제로는 아바멕틴외 26종을 선정하였다. 사과생육기간 중의 각종 병해충의 감염 및 발생 상황과 각 품목의 병해충 방제 특성을 고려하여 개별품목의 사용 시기를 결정했는데, 이때 각 품목의 수확전 사용시한 등의 안전 사용기준에 근거하여 조생종, 중생종 및 만생종 품종에서의 각 약제의 살포가능시기를 결정했다.

다. 살균제의 해충 응애 밀도에 미치는 영향 조사

사과 종합생산에 사용 가능한 24종의 살균제 중에서 현재 연간 9회 살포 체계에서 사용되고 있는 9종의 살균제의 응애 및 천적에 대한 영향을 3년간 조사했다. 일부의 살균제가 응애의 밀도에 영향을 미친다는 사실은 확인되었

으나 그 영향이 연차 간에 변동이 심하여 일정한 경향을 도출하기 어려웠다. 특히 응애 방제효과가 높은 것으로 알려진 품목까지도 그 결과에 일관성이 적었다. 따라서 살균제가 응애 밀도에 미치는 영향은 일정하지 않고 그 정도 또한 그리 크지 않을 것으로 생각되므로 응애 밀도에 미치는 영향 때문에 특정 살균제를 배제할 필요는 없는 것으로 판단되었다. 또 무당벌레와 풀잠자리알의 밀도는 너무 낮아 살균제와의 관계를 설명할 수 없었다.

라. 저수고 밀식재배원의 적정 살포약량 결정

저수고밀식재배원에서의 적정 약량을 결정하기 위한 실험을 3년간 수행했는데 2003년을 제외하고 2년간에는 병 발생율이 너무 낮아 결과를 얻을 수 없었다. 2003년에도 병 발생이 충분하지는 못했으나 병 방제효과는 살포약량에 따라 비례한다는 결과가 얻어졌다. 10a당 살균제를 200리터 살포한 경우의 겹무늬썩음병, 탄저병 및 갈색무늬병의 발병율은 400리터 살포한 경우의 약 2배였고 약량을 300리터로 한 경우는 그 중간 정도였다. 그러나 그 결과를 경영적 측면에서 검토해 본 결과 약량을 늘리므로 추가로 소요되는 농약대외 병 방제효과의 제고로 인해 얻어지는 과실의 가격을 비교해보면 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제를 위해 살포약량을 늘리는 것은 별로 실리는 없어 보였다. 그러나 수관구조가 복잡한 일반재배원에서는 사정이 달라 질 수 있으므로 개별과수원의 사정에 맞도록 적정 살포약량은 개별농가에서 결정할 수밖에 없다. 그러나 이 실험에서 얻어진 것처럼 농약의 살포량을 절반으로 줄이면 병 발생량은 5배가 증가한다는 사실을 고려해야할 것으로 생각되었다.

마. 환경친화형 살균제의 탄저병 및 겹무늬썩음병 방제효과 검증

살균제 살포체계 내에서 개별 살균제가 어느 정도 병 방제에 기여하는지를 조사하는 방법으로 완전살포구와 매회 살균제 살포 시에 한 시험구에 대해 그 시기의 약제를 생략하는 시험구를 설치하고 1회씩 살균제를 생략한 구에서의 발병율과 완전살포구에서의 발병율을 비교함으로써 생략한 살균제의 병 방제효과를 검증했다. 후지품종에서는 2년간 발병율이 너무 낮아 충분한 검정을 할 수 없었으나 생육기간 중에 50일간 살균제를 살포하지 않아도 겹무늬썩음병과 탄저병의 방제에는 큰 문제가 없는 것으로 밝혀졌다. 그러나 탄저병의 경우에는 살균제의 생략이 발병율에 상당한 증가를 가져왔는데, 이는 개별 약제의 병 방제효과의 차이에 의한 것이 아니고 시기별 감염율의 있어서의 연차간 차이가 반영된 것으로 추정되었다. 따라서 이러한 방법으로는 개별 살균제의 병 방제효과를 정량적으로 평가하기는 곤란한 것으로 판단되었다. 그러나 기본 방제력에서 특정 시기의 약제만 달리하는 복수의 완전살포구를 설치한다면 개별 살균제의 상대적 병 방제효과의 검증이 가능할 것으로 생각되었다.

바. 농약의 수확 전 살포 허용 기준 설정

조. 중생종 품종에 대한 수확 전 살포 허용기준의 설정을 위해서는 우선 이들 품종에 대해 25일 간격 살포체계를 병의 경제적 방제 가능 여부를 검토하고 그 결과에 의거하여 3차년도에는 수확 전 사용 시한이 다른 여러 종류의 살균제를 사용하여 방제체계를 작성하고 이를 과수원에 적용하여 병 방제효과를 검정하는 한편 수확한 과실에서 최종 살포 살균제의 잔류량을 조사했다.

2004년도에는 8월 17일, 2005년도는 8월 23일에 수확했는데, 탄저병의 발병율은 매우 낮았다. 2004년도 낙화직후까지만 살균제를 살포한 4T-0구에서 탄저병 발병율이 4.3%에 불과하였고, 살균제 살포구에서는 거의 병이 발생하지 않았다. 2005년도에도 탄저병이 거의 발생하지 않아 낙화직후의 살포까지만 살균을 살포한 5T-0에서 조차 발병율이 3.2%에 지나지 않았고 약제 처리구에서는 거의 병이 발생하지 않았다.

이러한 결과로 본다면 조생종 품종에서는 7월 중순에 살균제 살포를 종료해도 병 방제에는 거의 문제가 없는 것으로 나타났으며, 수확 전 40일경에 살포를 종료하면 공시한 5종의 살균제 모두 잔류허용기준 이내이며 그것도 pyraclostrobin 1종을 제외하고 기준치의 1/10 이하였다. 잔류량이 가장 많았던 pyraclostrobin 도 잔류허용기준의 1/2.4로 한국 농산물품질관리원에서 설정한 저농약 인증 범위에 속할 수 있으나, 기상조건에 따라 그 범위를 초과할 우려가 있으므로 최종 약제로는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 그리고 captan의 잔류량은 허용량의 1/350 정도로 매우 적은 것으로 나타났으므로 조생종은 물론 중생종에서도 최종 약제로 적합한 것으로 나타났다.

사. 환경친화형 사과 병 방제체계의 개발

2004년부터 2년에 걸쳐 병에 대한 감수성이 각각 다른 후지, 홍옥 및 홍로 품종에 대한 25일 간격 살포체계를 개발하기 위한 시험을 수행했다. 2004년도에는 후지·홍로 혼식원에 대해 4종, 후지 품종과 홍옥품종에 대해 각각 5종의 살포체계를 작성, pilot test 했으나 전반적 병 발생율이 너무 낮아 신뢰도가 높은 결과를 얻을 수 없었다. 2005년도에는 후지품종에 대해 6종, 홍옥과 홍로품종에 대해 각각 5종씩 살포체계를 검정했다. 2005년도에도 후지품종에 있어서는 병 발생이 너무 적어 8월 하순의 최종 살포를 생략하여 갈색무늬병의 발생을 유도한 결과, 갈색무늬병은 5월 상순 낙화직후에 살포한 살균제에 의해 크게 좌우된다는 사실이 밝혀졌다. 그러나 후지품종에서 겹무늬썩음병과 탄저병은 거의 발생하지 않았다. 그런데 홍옥과 홍로품종에서는 탄저병 발병율이 매우 높아 신뢰도가 높은 결과를 얻을 수 있었다. 홍옥품종에서는 5월 하순부터 살균제를 전혀 살포하지 않은 구에서 77.7%의 이병과율을 보였는데

에도 5월 하순에 신규약제인 pyraclostrobin을 배치하고 8월 상순 최종 살포시에 captan을 살포한 시험구에서의 탄저병의 발병율을 5.3%까지 억제할 수 있었으므로 광범위 적용이 가능할 것으로 판단되었다. 한편 홍로품종에서는 5월 하순 이후 무처리구에서의 발병율이 탄저병이 61.6% 그리고 겹무늬썩음병이 1.6%가 발생했으나 piraclostrobin, dithianon, trifloxystrobin, captan을 25일 간격으로 살포한 구에서 탄저병과 겹무늬썩음병을 각각 5.9%와 0.5%로 억제할 수 있었다. 따라서 탄저병에 대해 감수성이 가장 높은 홍로 품종에서도 25일 간격의 살포체계를 적용할 수 있는 가능성이 확인되었으며 이 체계의 광범위 적용을 위해서는 농가 실증시험을 거쳐야 할 것으로 판단된다.

제 3절 사과 종합생산을 위한 단위기술 개발

1. 왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립

가. 서론

사과 밀식재배 체계는 기존에 이용해 오던 MM.106, M.26 대목보다 왜화정도가 큰 M.9 대목을 이용하고, 묘목 상태도 측지가 많이 발생된 규격묘를 이용한다(Oberhofer. 1979, 윤. 2000, 최 등. 1997). 이러한 재배방식은 나무를 관리하기 좋은 크기로 유지하고, 대신 재식 주수를 늘려 투하 노력을 줄이면서 과실 품질과 단위 면적당 수량 향상을 기하는 재배 체계이다(Oberhofer. 1979, Clayton-Green, 1989). 이와 같은 특성 때문에 수세를 안정적으로 유지하는 것이 매우 중요하다.

일반적으로 수세가 강하면 안정적인 결실이 어려울 뿐아니라 수관내 광환경 불량으로 품질 저하에도 영향을 미치며, 화아수 감소와 화아분화도 불량해진다(Cain. 1971, Steven. 1992, Forshey. 1982, Miller. 1995). 강 수세 즉, 수세가 불안정하게 되는 원인은 재배 환경 또는 관리방식 여하에 따라 영향을 받는다. 실제로 재배현장에서는 초래된 요인을 찾아 해결하는 방법보다는 현재 상태에서 수세를 안정시키는 기술들을 필요로 한다.

이와 관련된 기술로써 일반과원에서 적용되어 온 환상박피, 전정시기 조절 등의 기술이 보편적으로 이용되어 왔으나(Grierson 등. 1982, 정 등. 2003) 밀식재배 체계에서 이 방법별로 어떤 정도의 효과를 보이는 지는 밝혀져 있지 않다.

본 시험에서는 M.9 대목을 이용한 밀식재배 사과원에서 수세를 판단하는 기준 설정과 수세가 불안정할 때의 대책을 강구코자 수행하였다.

나. 재료 및 방법

1) 처리내용

가) 왜성사과나무의 적정 수세기준 설정 및 수세에 따른 영양조건 해석

본 연구는 경북 군위군에 위치한 원예연구소 사과시험장 포장의 후지/M.9 7년생(2004년) 사과나무를 대상으로 실험을 수행하였다.

실험처리를 위한 사과나무의 수세구분은 열간 3.2m, 주간 1.2m의 재식거리에서 도장지 발생정도와 주간에서 나무가 겹쳐진 정도 등을 기준으로 수세 다소 강, 보통, 다소 약, 약으로 구분하였다.

나) 수세 불안정수의 정지전정 방법 및 응급조치 방법별 결과 평가

전정시기와 환상박피의 단독 또는 복합처리가 사과나무의 수세안정화에 미치는 영향에 대하여 사과시험장에서 3.2×1.2m로 재식된 7년생인 후지(BC2)

/M.9에서 도장성 가지가 많고, 주간 상단부의 새가지 평균 길이가 70cm 이상인 나무를 대상으로 실험을 수행하였다.

시험포장 토양의 화학적 특성(표 3-1)은 미사질 식양토이고, 표토의 유기물 함량은 15.4g/kg으로 다소 낮으나 유효인산 및 치환성 양이온 함량은 우리나라 과수원 평균치(임, 1997)와 비슷하였다.

표 3-1. 시험 포장의 깊이별 토양 화학적 특성

토양깊이	유기물 (g/kg)	유효인산 (ppm)	치환성 양이온(cmol/kg)		
			K	Ca	Mg
0~10	15.4	318.9	0.93	5.77	2.76
10~20	9.6	162.1	0.47	3.99	2.48
20~30	3.9	63.4	0.31	3.15	2.03

(1) ‘후지’(BC2)/M.9 8년생의 전정시기가 생육에 미치는 영향(2002)

전정시기에 따른 사과나무의 수세안정 효과는 지연전정(6월), 하계전정(9월), 동계전정(2월)을 했을 때, 당해연도와 이듬해 사과나무의 생육정도를 조사하여 비교하였다.

(2) ‘후지’(BC2)/M.9 8년생의 환상박피가 생육에 미치는 영향(2003)

환상박피 정도에 따른 수세안정 효과는 5월에 사과나무의 주간 접목부위 위쪽 10cm 떨어진 위치에서 폭 2mm, 5mm, 7mm, 10mm의 수피를 제거한 후 무처리와 비교하였다. 환상박피는 예리한 칼을 이용하여 환상으로 수피를 완전히 제거하였다.

(3) ‘후지’/M.9 4년생의 전정시기 및 환상박피 종합적 처리별 효과비교

전정시기와 환상박피를 종합적으로 처리하여 수세안정 효과를 비교하기 위한 처리는 표 3-2와 같다.

표 3-2. 전정시기와 환상박피의 복합 처리내용(2003)

처 리		비 고
전정방법	환상박피	
동계전정(2월)	5mm, 7mm 10mm, 무처리	- 접목부위 위 10cm위치에서 실시 - 재식거리 : 3.2×1.2m
지연전정(6월)	5mm, 7mm 10mm, 무처리	
하계전정(9월)	5mm, 7mm 10mm, 무처리	

1) 조사방법

가) 신초 생육조사

신초생육조사는 지상 1.0~1.5m 높이에 있는 3년생 측지를 기준으로 당해연도에 발생된 신초를 조사하였다.

나) 수량 및 과실 품질조사

주당수량은 각 처리주 사과나무의 사과 전체를 수확하여 착과수로 나누었으며, 과실특성은 처리구별로 과실 20과씩 임의로 선정하여 조사하였다. 과실의 착색정도는 색차계(JX777, Japan)로 과실 적도면에서 과실당 3부위를 측정하여 Hunter a값으로 표시하였다. 과실의 경도는 과실의 적도부에 과피를 제거한 후 직경 8mm plunger가 경도계(Type UN)로 조사하였다. 가용성 고형물 함량은 과실을 착즙하여 디지털 굴절당도계(Atago DBX-55, Japan)로 측정하였고 산 함량은 0.1N NaOH로 적정하고 malic acid로 환산하였다.

다) 엽내 무기성분 조사

엽분석용 시료는 7월 30일에 수관 주위의 1.0~1.5m높이에서 신초 중간 부위에 있는 건전한 잎을 주당 50매씩 채취하여 80℃ 항온기에서 건조하고 40mesh 되게 분쇄하여 시료로 이용하였다.

엽 분석은 토양화학 분석법(1988)에 준하여, 엽내 질소 분석은 켈달법으로, 분석하였다. 이외 성분은 시료 1g을 100mL 삼각 플라스크에 분해시약($\text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4 : \text{HNO}_3 = 4 : 1 : 10$) 10ml를 넣고 습식 분해하여 여과한 후 증류수로서 100ml로 조정한 다음 인산은 Vanadate법으로 비색정량 하였고, 양이온은 원자흡광분광도계 (GBC Avanta PM)으로 측정하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 결과 및 고찰

가) 왜성사과나무의 적정 수세기준 설정 및 수세에 따른 영양조건 해석

수체 외적인 판단지표 설정을 위해 외관적으로 수세가 다소 강한 나무, 보통인 나무, 다소 약한 나무, 약한 나무로 구분하여 수체 생육을 조사하였다 (표 3-3). 엽록소 함량정도를 나타내는 녹색도 수치는 세력이 다소 강한 사과나무의 엽은 50.0 ± 0.8 , 보통인 사과나무의 엽은 51.2 ± 1.0 , 수세가 조금 약한 사과나무의 엽은 49.1 ± 1.2 , 수세가 약한 사과나무의 엽은 47.4 ± 0.5 로 수세가 강할수록 측정치가 높아지는 경향을 보였다.

녹색도 수치는 질소함량과 상관관계가 있기 때문에 사과원의 영양진단

방법으로 활용하고 있다. 최근 박(2003)은 후지/M.26에서 7월 하순의 적정 측정치를 50.1±4.6으로 추천하였는데 본 실험에서는 수세가 보통~다소 강이 여기에 해당한다.

신초생장 정도에서 평균 신초장은 수세가 다소 강이 22.1±0.5cm, 보통 20.0 ±0.7cm 이었고 수세가 약한 구에서는 13.9cm로 수세가 강할수록 긴 경향을 나타내었다. 40cm이상의 장과지 비율은 수세가 강할수록 높은 비율을 나타내어 수세 강이 8.6%, 보통이 5.4%, 약함이 1.6%로 순이었으나 10cm 이하의 단과지 비율은 보통과 다소 강이 15.9% 18.5 약함이 35.1%로 수세가 약할수록 높은 경향이였다. 정단 신초장은 수세 강이 31.1cm, 보통이 25.4cm, 약함이 18.6cm순으로 수세가 강할수록 길었다.

표 3-3. 후지/M.9 성목기 수세구분에 따른 잎, 새가지 생육상황 (2004)

수세	녹색도 (SPARD 502)	엽면적 (cm ²)	새가지 생장 정도				정단신초장 (cm)	2차생장률 (%)
			평균신초장 (cm)	<10cm (%)	>40cm (%)			
다소강	50.0±0.8	29.2±0.8	22.1±0.5	18.3±2.6	8.6±1.7	31.1±2.8	11.8±2.2	
보 통	51.2±1.0	27.0±0.7	20.0±0.7	15.9±2.4	5.4±1.2	25.4±1.0	9.7±2.6	
다소약	49.1±1.2	27.1±0.6	17.8±1.9	22.7±3.8	4.5±2.3	20.4±1.2	8.4±3.4	
약 함	47.4±0.5	26.0±1.0	13.9±0.9	35.1±5.1	1.6±0.8	16.8±2.1	6.0±1.9	

2차생장 발생율은 수세 다소 강에서 11.8±2.2%, 보통인 사과나무는 9.7±2.6 %, 수세가 약한 사과나무는 6.0±1.9%로 수세가 강할수록 높았다.

표 3-4. 후지/M.9 성목기 외관적 수세구분에 따른 이듬해 생육특성(2005)

수세	평균신초장 (cm)	신초발생수 (개/측지)	2차생장	
			발생수 (개/측지)	발생율 (%)
다소강	23.3a	4.0a	0.7	17.7
보 통	21.1a	4.5a	0.5	10.7
다소약	17.6b	4.7a	0.6	11.4
약 함	14.3c	5.0a	0.4	8.7

당해연도 생육상황이 이듬해 어떻게 반영되는지를 보기위하여 조사한 결과 평균 신초장은 수세 다소 강이 23.3cm 보통이 21.1cm, 약함이 14.3cm로 수세가 약할수록 짧아지는 경향을 보였다. 2년지에 발생한 신초수는 4~5개 정

도로 세력이 약할수록 많아지는 경향이었고 2차 성장 발생율은 수세 다소강이 17.7 % 보통이 10.7%, 약함이 8.7%로 수세가 강할수록 높았다.

표 3-5. 후지/M.9 성목기 수세구분에 따른 엽내 무기성분 함량(2004) (g/kg)

수 세	N	P	K	Ca	Mg
다 소 강	21.0±0.5	1.9±0.2	10.1±0.5	7.1±0.3	3.7±0.1
보 통	21.9±0.5	1.6±0.2	10.4±0.6	7.0±0.5	3.8±0.2
다 소 약	20.4±0.8	1.8±0.2	10.0±0.3	7.5±0.5	3.7±0.2
약 함	19.7±0.5	2.3±0.2	9.9±0.3	7.6±0.3	3.5±0.1

* 시료채취 시기 : 8월

합리적 사과원 관리는 품질 좋은 사과를 매년 지속적으로 생산할 수 있으나에 있으므로 적절한 영양관리를 하기 위해서는 정확한 영양진단 결과를 기초로 하여 적정시비를 하여야 한다(신 등, 1988).

따라서 수세에 따른 사과나무의 엽을 분석해 본 결과(표 3-5), 엽내 질소 함량은 19.7±0.5~21.9±0.5g/kg로 큰 차이가 없었으나, 칼슘은 7.0±0.5~7.6±0.3 g/kg로 수세가 약할수록 높아지는 경향이였다. 인산은 1.9±0.2~2.3±0.2g/kg 범위에 있었으며, 칼륨은 10.4±0.6~9.9±0.3g/kg, 마그네슘은 3.8±0.2~3.5±0.1 g/kg로 처리별 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

사과나무의 적정 엽내 질소 함량은 21±1g/kg로 이는 신 등(1988)의 27.0g /kg과 박(2003)의 23.3~27.1g/kg보다 다소 낮은 수치이다.

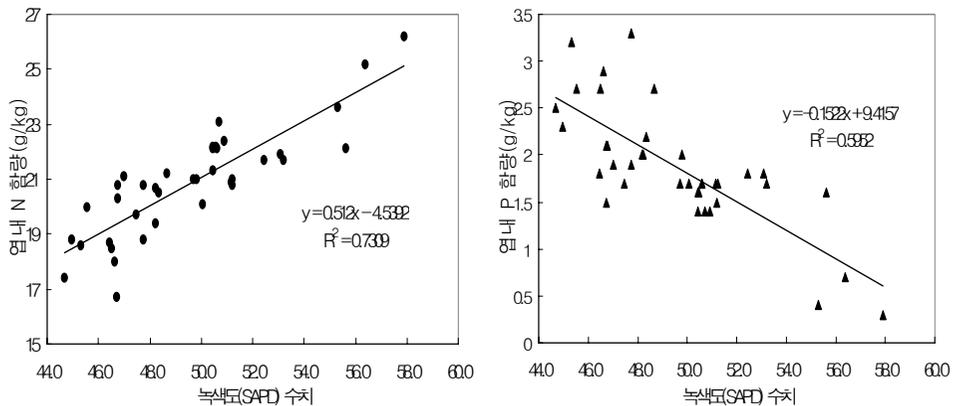


그림. 3-1 후지/M.9 성과기의 엽내 질소 및 인산 함량과 녹색도 수치와의 관계

* 엽시료 채취 : 8월상

엽내 질소 및 인산함량과 SPARD 502로 측정 한 녹색도와의 상관관계를 조사한 결과, 엽질소 함량과 SPARD 502의 녹색도는 $r = 0.855^{**}$ 로 고도의 정 상관관계를 보였으며, 엽내 인산 함량과 SPARD 502의 녹색도는 $r=0.771^{**}$ 로 부의 상관관계를 보였다. 따라서 녹색도는 엽내 질소함량뿐만 아니라 인산 함량도 개략적 추정이 가능하므로 수세 진단시 SPARD 502를 활용하면 영양 상태도 동시에 진단이 가능할 것으로 판단되었다.

표 3-6. 후지/M.9 성목기 외관적 수세구분에 따른 과실수량 및 품질(2004)

수 세	수량 (kg/주)	과중 (g)	Hunter Value			경도 (kg/8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
			L	a	b			
다소강	20.7±0.9	264±5	43.6±1.0	17.4±1.0	14.0±0.5	3.5±0.2	12.7±0.2	0.35±0.01
보 통	16.4±1.5	241±8	43.5±0.4	16.9±0.5	14.0±0.3	3.3±0.0	13.3±0.2	0.37±0.01
다소약	18.1±2.7	233±9	44.8±1.1	16.6±1.0	16.4±1.7	3.8±0.2	12.9±0.3	0.33±0.01
약 합	17.9±1.6	236±7	42.9±1.1	18.4±0.9	13.9±0.6	3.4±0.1	12.0±1.1	0.35±0.01

수세가 약할수록 수량 및 과중은 감소하는 경향이었으며, 처리별 과실의 착색 및 경도, 당도, 산도는 차이를 볼 수 없었다.

표 3-7. 후지/M.9 성목기 외관적 수세구분에 따른 이듬해 과실수량 및 품질(2005)

수 세	수량 (kg/주)	과중 (g)	Hunter Value			경도 (kg/8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
			L	a	b			
다소강	11.6a	280	41.6a	20.0a	12.9a	3.4a	13.6a	0.52a
보 통	13.5a	270	40.9a	20.3a	12.8a	3.2a	13.1a	0.50ab
다소약	10.6a	265	41.8a	19.6a	13.1a	3.4a	13.6a	0.52ab
약 합	10.4a	264	40.9a	19.3a	12.8a	3.3a	13.2a	0.48b

이듬해의 수량은 수세 정도별 차이를 볼 수 없었으며, 과중은 2004년과 같이 수세가 약할수록 감소하는 경향이었으며, 처리별 과실의 착색 및 경도, 당도는 차이를 볼 수 없었으나 산도는 수세가 약할수록 낮아지는 경향이였다.

이상의 결과로 볼 때 생육상황, 과실품질 등을 종합적으로 고려할 때 후지/M.9 성목의 적정수세는 정상 결실상태에서 신초길이는 20cm 정도이며, 10cm 이하의 짧은 가지가 20% 정도, 40cm 이상의 긴 가지가 6% 정도이다. 그리고 일반적으로 수세진단으로 활용되고 있는 2차생장 발생율은 10% 내외가 적당한 것으로 나타났다. 그리고 엽 녹색도를 측정할 수 있는 SPARD 502 수치는 50±1로 추정되었다. 엽내 질소함량은 8월 상순 기준으로 21g/kg 정도였다.

나) 수세 불안정수의 정지전정 방법 및 응급조치 방법별 결과 평가

(1) '후지'(BC2)/M.9 8년생의 전정시기가 생육에 미치는 영향

2002년도 생육결과 도장성 가지가 많고, 주간 상단부의 생육이 왕성하였던 나무를 선정하였다. 2003년 당해연도 처리수의 간경, 수고, 수폭은 시험수 자체가 가지고 있는 수관구조로서 개체간의 차이가 있기 때문에 처리효과로는 보기 어렵다. 평균 신초장을 조사한 결과 6월 전정구에서는 21.6cm, 9월 전정구에서 15.8cm로 동계전정(대조구)의 24.3cm 보다 크게 짧아지는 결과를 보여, 전정 시기가 늦은 9월 전정이 6월 전정보다 당해연도 수세 안정에 효과가 큰 것으로 나타났다(표 3-8).

전정처리에 따른 2차 생장지의 비율은 각 나무의 지상 1.0~1.5m 높이에 있는 3년생 측지에서 조사하였는데 측지의 상태는 간경 21.0mm, 총길이 163.8cm, 측지내 발생된 가지수(잔가지)는 12.5개 전후였다. 2차 생장지의 비율은 처리간 차이는 크지 않았지만 동계전정(무처리)=6월 전정>9월 전정 순으로 낮아, 6월 전정(자연전정) 처리보다는 9월 전정(하계전정)이 수세를 더 안정시키는 효과가 큰 것으로 볼 수 있었다.

표 3-8. 전정처리 시기별 당해연도 생육상황

처 리	간주 (cm)	수고 (cm)	수폭 (cm)	평균신초장 (cm)	2차생장 비율 (%)
6월 전정	16.5	326.8	246.3	21.6	9.9
9월 전정	18.8	397.0	266.3	15.8	9.3
동계전정	17.1	381.8	254.4	24.3	10.9

전정시기별 이듬해 생육에 미치는 영향에 대하여 겨울철에 처리수 전체를 동계전정하고 이듬해인 2004년 조사한 결과, 6월과 9월 전정 공히 동계전정에 비해 전정량이 감소되는 경향을 보였다. 또한 생육상황으로 간주 비대량, 평균 신초장, 정단 신초장 등을 비교해 볼 때, 6월 전정에서는 동계전정과 비슷하지만, 9월 전정에서는 생육이 떨어지는 것으로 나타나 이듬해까지도 수세를 억제시키는 효과가 있는 것으로 판단되었다(표 3-9). 이는 하계전정은 신초생장을 억제 시키고 단과지 형성이 되어 화아가 촉진된다는 Myers(1984)와 김 등(1983)의 보고와 같은 경향이었으며, 하계전정은 정단 신초의 길이를 감소시킨다는 김 등(1986)의 보고와도 일치한다.

일반 사과재배에서의 전정은 동계전정을 주로 실시하고 하계전정은 도장

지를 제거하는 부수적인 전정방법으로 실시하여 왔으나 왜성대목이 보급되어 나무가 밀식되면서 수광조건을 개선하고 고품질 과실을 생산하기 위한 수세안정 방법(Heinicke, 1975, 김 등, 1986)으로 중요성이 더해지고 있다.

표 3-9. 전정처리 시기별 이듬해 생육상황

처 리	전정량 (kg/주)	간주 (cm)	수고 (cm)	수폭 (cm)	측지 생육상황*		
					신초장 (cm)	신초수 (개/측지)	정단신초장 (cm)
6월 전정	1.17	19.9	347	239	17.7	6.7	21.5
9월 전정	1.11	21.9	344	233	14.6	6.0	17.4
동계전정	1.57	20.5	330	239	17.0	6.9	23.5

* 지상 1.0~1.5m 높이의 3년생 측지에서 조사

2003년 환상박피 처리수의 간주는 14.8~17.4cm 였으며, 수고는 354~386cm 범위였고, 수폭은 244~268cm였다. 평균 신초장은 환상박피 폭이 넓을 수록 짧아지는 경향이였으나 차이는 크지 않았다(표 3-10).

(2) '후지'(BC2)/M.9 8년생의 환상박피 처리방법별 효과비교

환상박피는 나무의 영양물질 및 수분, 무기물 등의 이동 전달을 제어함으로써 앞에서 생산된 동화물질이 뿌리로 하향 이동되는 것을 억제하여 동화물질의 재분배로 화아분화 유도, 과실 품질 향상 등의 목적으로 실시되기도 하고(정, 1983), 뿌리 부분의 생리적 기능 감퇴와 물질대사 작용의 불균형의 결과로 나무의 성장저하 및 수세를 약화(Arakawa, 1997)시킬 목적으로 실시되기도 한다.

표 3-10. 환상박피 정도별 당해연도 생육상황

처 리 (환상박피폭)	간주 (cm)	수고 (cm)	수폭 (cm)	평균신초장 (cm)
3mm	16.6	364	250	22.0
5mm	17.4	371	259	21.9
7mm	15.8	386	268	21.2
10mm	15.7	354	241	20.0
무처리	14.8	362	244	21.2

표 3-11. 환상박피 정도별 당해연도 측지내 신초의 2차생육 정도

처 리 (환상박피폭)	2차 생장지의 비율 (%)
3mm	4.8
5mm	5.2
7mm	1.6
10mm	0.0
무처리	8.0

환상박피 처리에 따른 생육상태는 각 나무의 지상 1.0~1.5m 높이에 있는 평균 신초장에서는 처리별로 차이를 보이지 않았지만 2차 생장지의 비율은 환상박피 처리 폭이 넓을수록 낮아지는 경향을 보였으며, 특히 10mm 폭 처리에서는 무처리의 8.0%에 비하여 0.0%로 2차생장이 전혀 나타나지 않았다(표 3-11). 이는 환상박피 처리부가 완전히 유합된 시기가 8월말 경으로 늦은 것이 영향을 미친 것으로 생각된다.

환상박피 처리에 따른 동계 전정시 전정량은 환상박피 폭이 클수록 적어지는 경향이었으나 이듬해 영향은 박피 폭 10mm구에서 신초길이가 다소 짧아지는 경향이지만 그 이하 폭의 구는 큰 차이가 없었다(표 3-12).

표 3-12. 환상박피 정도별 이듬해 생육상황

처리	전정량 (kg/주)	간주 (cm)	수고 (cm)	수폭 (cm)	평균신초장 (cm)
3mm	1.53	19.1	315	217	16.0
5mm	1.43	21.8	315	233	15.0
7mm	1.13	18.7	310	216	16.3
10mm	1.17	19.5	298	203	14.1
무처리	1.69	18.2	323	219	17.3

이상의 결과로 볼 때, 사과 밀식재배에서 수세가 불안정한 나무에 대하여 전정시기를 늦추거나 환상박피 처리는 수세를 안정시키는 단위 기술로서 효과적으로 이용될 수 있을 것이다. 그러나 M.9 대목은 왜화도가 큰 대목이므로 강한 환상박피로 수세가 크게 떨어지면 여러 가지 2차적인 문제가 발생할 수 있으므로 폭은 10mm 이상 되지 않도록 하고 세력을 보아 매년 연속적으로 처리하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

(3) '후지'/M.9 4년생의 전정시기 및 환상박피 종합적 처리 효과 비교
전정시기와 환상박피 폭을 조합하여 처리한 경우 수체생육은 표 3-13과

같다. 평균 신초장은 일반 동계전정시 환상박피 정도가 클수록 짧아지는 경향이 있지만 무처리와 큰 차이는 없었다. 그러나 6월전정에서는 차이가 크게 나타났고, 9월 전정에서는 환상박피 정도별 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 신초 발생수는 전정시기별로 6월과 9월전정시 다소 적어지는 경향이였다. 2차생장지 비율은 동계전정구에서 환상박피 정도별로 일정한 경향은 없었지만 무처리보다는 적은 경향이였고, 6월과 9월전정구에서는 환상박피 처리 정도에 관계없이 전혀 발생되지 않았다.

주당 수량과 과실 특성은 표 3-14와 같다. 전정시기별 주당수량은 동계전정 13.8kg에 비해 6월과 9월전정이 각각 14.5kg, 15.8kg으로 많은 경향을 나타내었으며, 환상박피 정도별 주당 수량은 박피 폭이 클수록 수량이 적어지는 경향이였다.

표 3-13. 전정시기 및 환상박피 종합적 처리별 생육상황

처리 (전정시기, 환상박피폭)	평균신초장 (cm)	신초발생수 (측지/개)	2차생장(측지별)		
			발생수 (개)	발생율 (%)	
동계전정	5mm	19.0ab	5.1abc	0.1	2.0
	7mm	17.1abcd	5.3ab	0.0	0.0
	10mm	17.5abc	5.6a	0.2	3.8
	무처리	20.9a	5.7a	0.3	5.6
	평균	18.63	5.42	0.15	2.85
6월전정	5mm	12.6cde	4.1bcd	0.0	0.0
	7mm	11.8de	3.8cd	0.0	0.0
	10mm	9.6e	4.0bcd	0.0	0.0
	무처리	21.5a	3.0d	0.9	27.6
	평균	13.88	3.73	0.23	6.90
9월전정	5mm	10.8e	3.9bcd	0.0	0.0
	7mm	14.7bcde	4.3abcd	0.0	0.0
	10mm	13.4cde	4.3abcd	0.0	0.0
	무처리	11.6de	3.8cd	0.0	0.0
	평균	12.63	4.08	0.00	0.00

표 3-14. 전정시기 및 환상박피 종합적 처리별 과실특성조사

처리 (전정시기, 환상박피폭)	수량 (kg/주)	과중 (g)	Hunter Value			경도 (kg/8mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	
			L	a	b				
동계전정	5mm	15.2	259a	43.5a	19.4a	14.8a	3.7abc	14.8d	0.50ab
	7mm	14.9	252a	43.8a	19.2a	15.1a	3.7abc	15.0ab	0.43abc
	10mm	8.8	258a	44.2a	20.1a	16.0a	3.8abc	16.3ab	0.49abc
	무처리	16.2	241b	43.3a	18.4a	14.1a	3.4bc	12.8a	0.55a
	평균	13.78	252	43.70	19.27	15.00	3.65	14.73	0.49
6월전정	5mm	16.8	247ab	42.2a	19.4a	14.1ab	4.3abc	13.4bcd	0.36c
	7mm	11.2	2178b	42.3a	21.1a	14.5a	4.0a	14.9ab	0.38bc
	10mm	11.2	226b	42.3a	21.8a	14.5ab	4.0a	15.1ab	0.40bc
	무처리	18.9	262a	42.1a	18.1a	14.0ab	3.3c	12.7d	0.49ab
	평균	14.53	728	42.23	20.10	14.28	3.90	14.03	0.41
9월전정	5mm	16.3	228b	42.2a	19.4a	13.8ab	3.5bc	14.0bcd	0.43abc
	7mm	12.5	213b	41.9a	20.5a	16.9ab	3.8abc	14.5bc	0.49abc
	10mm	13.3	228b	43.2a	19.3a	15.3ab	3.7abc	14.9ab	0.40bc
	무처리	21.1	252a	40.6a	21.5a	12.6b	3.4bc	13.0cd	0.49ab
	평균	15.80	230	41.98	20.18	14.65	3.60	14.10	0.45

과중은 동계전정구가 큰 경향이었으나 환상박피 정도별 과중은 동계전정구에서는 환상박피구가 무처리구에 비해 컸으나 6월 전정과 9월전정구에서는 환상박피구가 적은 경향이였다. Hunter a값은 전정 시기별로는 큰 차이가 없으나 환상박피 정도별로는 동계전정과 6월전정구에서는 무처리에 비해 환상박피 폭이 클수록 높은 경향이였으나 9월전정구에서는 무처리에 비해 낮았다. 당도는 동계 전정구가 높았으며, 환상박피 정도별로는 환상박피구가 무처리에 비해 박피폭이 넓을수록 높은 경향이였다. 산도는 동계전정구가 높은 경향이였으며, 환상박피구가 무처리구에 비해 낮았으나 환상박피 정도별로는 뚜렷한 경향은 없었다.

라. 요약

1) 왜성사과나무의 적정 수세기준 설정 및 수세에 따른 영양조건 해석

후지/M.9 밀식재배 성과원에서 사과나무 생육정도에 따라 수세 다소 강, 보통, 다소 약, 약함의 4 그룹으로 구분하여 각각의 생육상태, 엽내 무기성분 함량, 수량 및 품질 등을 비교하여 수세가 적당하다고 생각되는 나무의 생육 기준을 설정코자 하였다.

적정 수세를 안정수량과 과실 품질을 유지하고, 기타 관리상에도 문제가

없는 조건으로 하여 검토한 결과, 정상적인 결실상태를 보이는 나무로서 평균 신초길이 20cm 전후이고, 10cm 이하의 짧은 가지 비율이 15~20%, 40cm 이상의 긴 가지 비율이 5~10% 범위이며, 2차 생장지 비율이 10% 정도인 나무로 판단되었다. 엽내 N 함량은 $21 \pm 1 \text{g/kg}$ 범위였는데, 수세가 강할수록 많은 경향이고, Ca 함량은 반대로 감소되는 경향을 보였다. 질소 함량은 녹색도 수치(SPARD 502)와 정의 상관성이 인정되었다.

2) 수세 불안정수의 정지전정 방법 및 응급조치 방법별 결과 평가

수세가 불안정(강)한 나무에 대하여 수세안정 방법으로 '후지'(BC2)/M.9 8년생으로 도장성 가지가 많고, 주간 상단부의 생육이 왕성한 나무에 대하여 전정시기 및 환상박피 정도에 따른 수세안정 효과를 비교하였다.

전정시기를 동계(관행), 6월, 9월로 하여 생육상태를 비교한 결과, 평균 신초장은 전정시기가 늦을수록 짧아졌고, 2차 생장지의 비율도 감소되는 경향이었다. 특히 9월 전정의 경우는 생육억제 효과가 이듬해까지 영향을 미치는 것으로 나타났다.

환상박피 처리 방법별 생육상태는 박피 폭 10mm까지는 당해연도 신초 생육에 약간의 영향을 미쳤지만 이듬해는 차이가 없는 것으로 나타났다.

전정시기와 환상박피를 동시에 처리한 결과, 생육억제 효과는 6월전정에서 신초길이가 짧았고, 2차생장은 6월과 9월전정 공히 없었다. 과실 수량은 전정시기별 공히 환상박피구에서 적어지는 경향이고, 과중은 동계전정의 경우는 환상박피 처리가 커지는 경향이지만 6월과 9월전정구는 감소되었다. 당도는 환상박피 정도가 클수록 높아지는 경향이었다.

따라서 수세 조절은 전정시기, 환상박피, 두 가지 기술을 각각, 또는 일시에 투입하는 방법이 있겠으나 일시에 과도한 수세 억제는 왜성대목의 특성으로 보아 2차적인 문제가 우려되므로 연차별 점진적으로 적용하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

2. ‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 개발

가. 서론

사과의 적과는 사과 생산과정에서 큰 비중을 차지하는 작업이다. 그 동안 거의 대부분 인력에 의한 적과를 해 왔으나 농촌 노동력의 부족이 심화됨에 따라 적과제 이용에 대한 관심과 요구가 높다. 그 동안 ‘후지’ 사과의 적과제에 관한 연구는 carbaryl을 중심으로 이루어져 왔다. ‘후지’는 약제적과가 어려운 대표적인 품종으로 적과효율을 높이기 위해서는 카바릴 살포시기를 정확히 중심화 만개후 7~10일 경까지 앞당기지 않으면 안 된다. 이때는 액아화가 아직도 개화 중에 있으므로 이 시기의 카바릴 살포는 방화곤충에게 치명적인 피해를 주게 된다. 그러므로 적과제 카바릴은 친환경 농법의 관점에서 볼 때 그 사용이 억제되어야 하며 친환경적인 적과제로서 대체되어야 한다. 석회황합제는 오래전부터 그 사용이 허가되어 있다. 최근 여러 나라에서 적화제로서의 이용이 검토되고 있는 ammonium thiosulfate(ATS) 역시 아직 친환경 농약으로 허가되지 않았음에도 불구하고 무기화합물이므로 환경 친화적일 가능성이 크다. 또한 에테폰과 벤질아테닌(BA) 역시 카바릴을 대체할 가능성이 있는 적과제로서 주목 받고 있다. 이 연구는 ‘후지’ 사과에 대한 이들의 적과효과를 검토하여 친환경적인 적과제 이용체계를 확립코저 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 1차년도 : ‘후지’ 사과에 대한 석회황합제의 적화효과 검토

가) M.26에 접목된 7년생 ‘후지’ 사과나무를 사용하여 시험을 실시하였으며 처리구와 처리내용은 다음과 같다.

처리구	처 리 내 용
1. 인공수분 + 4회살포	정화아 중심화 만개시에 중심화에 인공수분하고, 정화아 중심화만개 3일후부터 2일간격(정화아 중심화만개 3, 5, 7, 9일후)으로 석회황합제(100배액)를 살포
2. 자연수분 + 4회살포	인공수분하지 않고 정화아 중심화 만개 3일후부터 2일간격(정화아 중심화 만개 3, 5, 7, 9일후)으로 석회황합제(100배액)를 살포
3. 인공수분 + 3회살포	정화아 중심화 만개시에 중심화에 인공수분하고 정화아 중심화 만개 3일후 및 액화아 중심화 만개기(중심화 만개7일후)와 그 3일후(정화아 중심화 만개 10일후)에 석회황합제(100배액)를 살포.
4. 자연수분 + 3회살포	인공수분하지 않고 정화아 중심화 만개 3일후 및 액화아 중심화 만개기(정화아 중심화 만개 7일후)와 그 3일후(정화아 중심화 만개 10일후)에 석회황합제(100배액)를 살포
5. 자연수분 + 2회살포	액화아 중심화 만개기(정화아 중심화 만개 7일후) 및 그 3일후(정화아 만개 10일후)에 석회황합제(100배액)를 살포
6. 무처리	

- 약제살포는 배낭식 분무기를 사용하였으며 화충을 중심으로 하여 화기에 약액이 충분히 묻도록 살포하였다.
- 동녹발생 조사는 주당 30과를 임의로 택하였으며, 동녹의 정도는 0(과면깨끗), 1(과점비대), 2(동녹 줄형태), 3(동녹면적 직경 1cm이상)로 4단계로 점수화 하여 표시하였다.
- 시험구배치는 난과법으로 하였으며 1주 1반복으로 하여 처리당 4반복하였다.
- 정화아 중심화 만개는 4월 23일 이었으며, 액화아 중심화만개는 4월 30일 이었다.
- 기상상황

월/일	기온 (°C)			강수량(mm)
	최고	최저	평균	
4/15	23.8	7.9	16.1	-
4/16	26.5	9.5	16.3	-
4/17	27.4	11.6	19.1	-
4/18	23.3	15.9	9.8	16.5
4/19	18.4	9.0	6.6	11.0
4/20	13.1	8.6	6.7	9.5
4/21	17.8	8.6	8.1	-
4/22	17.5	6.8	8.3	0.0
4/23	12.9	10.2	11.6	28.0
4/24	21.3	11.5	14.2	3.0
4/25	14.0	11.7	10.4	47.5
4/26	22.8	11.3	12.4	-
평균	19.9	10.2	11.6	115.5*
평년 평균	21.4	9.0	15.0	29.9*

*강수량은 합계임.

- 2003년의 개화기의 기상상황은 평년보다 평균기온이 다소 낮았다.

2) 2차년도 : '후지' 사과에 대한 ammonium thiosulfate(ATS) 및 석회황합제의 적화효과 검토

- M.9에 접목된 6년생 '후지' 사과나무를 사용하여 시험을 실시하였으며 처리구와 처리내용은 다음과 같다.

처리구	처리내용
1. ATS 1.5%	정화아 중심화 80% 개화시(4월 15일)와 액화아 중심화 만개(4월 18일)에 ATS 1.5%를 살포
2. ATS 2.5%	정화아 중심화 80% 개화시(4월 15일)와 액화아 중심화 만개(4월 18일)에 ATS 2.5%를 살포
3. 석회황합제 100배	정화아 중심화 80% 개화시(4월 15일)와 액화아 중심화 만개(4월 18일)에 석회황합제(100배액)를 살포.
4. 무처리	

- 약제살포는 배낭식 분무기를 사용하였으며 화충을 중심으로 하여 화기에 약액이 충분히 묻도록 살포하였다.
- 동녹발생 조사는 주당 30과를 임의로 택하였으며, 동녹의 정도는 0(과면깨끗), 1(과점비대), 2(동녹 줄형태), 3(동녹면적 직경 1cm이상)로 4단계로 점수화 하여 표시하였다.
- 시험구배치는 난괴법으로 하였으며 1주 1반복으로 하여 처리당 4반복하였다.
- 정화아 중심화 만개(80% 개화)는 4월 15일 이었으며, 액화아 중심화 만개는 4월 18일 이었다.
- 기상현황

월/일	기온 (°C)			강수량(mm)
	최고	최저	평균	
4/15	23.5	8.7	16.3	-
4/16	28.1	10.3	19.6	-
4/17	29.2	12.2	20.9	-
4/18	25.7	12.0	17.9	12.0
4/19	22.8	14.7	17.9	2.5
평균	25.9	11.6	18.5	14.5*
평년 평균	20.4	8.2	14.1	15.4*

* 강수량은 합계임.

* 4월 15일과 18일은 약제살포일임.

3) 3차년도 : ‘후지’ 사과에 대한 적화제(ammonium thiosulfate, 석회황합제)와 적과제(ethephon과 Benzyladenine)의 복합살포 효과 검토

- M.9에 접목된 7년생 ‘후지’ 사과나무를 사용하여 시험을 실시하였으며 처리구와 처리내용은 다음과 같다.

처리구	처리내용
1. 석회황합제 100배	정화아 중심화 80% 개화시(4월 18일)와 액화아 중심화 만개(4월 21일)에 석회황합제(100배액)를 살포.
2. 석회황합제 100배 + ethephon	1번 처리를 한 후 Ethephon 200mg · L ⁻¹ 을 정아화 중심화 만개 3주후 살포
3. 석회황합제 100배 + BA	1번 처리를 한 후 Benzyladenine(BA) 150mg · L ⁻¹ 을 정아화 중심화 만개 3주후 살포
4. ATS 1.5%	정화아 중심화 80% 개화시(4월 18일)와 액화아 중심화 만개(4월 21일)에 ATS 1.5%를 살포
5. ATS 1.5% + Ethephon	4번 처리를 한 후 Ethephon 200mg · L ⁻¹ 을 정아화 중심화 만개 3주후 살포
6. ATS 1.5% + BA	4번 처리를 한 후 Benzyladenine(BA) 150mg · L ⁻¹ 을 정아화 중심화 만개 3주후 살포
7. Ethephon	Ethephon 200mg · L ⁻¹ 을 정아화 중심화 만개 3주후 살포
8. BA	Benzyladenine(BA) 150mg · L ⁻¹ 을 정아화 중심화 만개 3주후 살포
9. 무처리	

- 약제살포는 배낭식 분무기를 사용하였으며 화충을 중심으로 하여 화기에 약액이 충분히 묻도록 살포하였다.
- 동녹발생 조사는 주당 30과를 임의로 택하였으며, 동녹의 정도는 0(과면깨끗), 1(과점비대), 2(동녹 줄형태), 3(동녹면적 직경 1cm이상)로 4단계로 점수화 하여 표시하였다.
- 시험구 배치는 난괴법으로 하였으며 1주 1반복으로 하여 처리당 4반복하였다.
- 정화아 중심화 만개(80% 개화)는 4월 18일 이었으며, 액화아 중심화 만개는 4월 21일이었다. 처리구 전체의 개화율은 91% 였으며, 액화아의 비율은 25.1%였다.

• 기상현황(2005)

월/일	기온 (°C)			강수량(mm)
	최고	최저	평균	
4/15	20.0	9.4	14.0	-
4/16	23.1	8.0	15.5	-
4/17	25.3	8.5	17.5	-
4/18	26.1	13.8	19.1	-
4/19	25.5	11.2	17.2	8.0
4/20	19.6	12.9	15.7	6.5
4/21	19.9	9.7	14.1	-
4/22	21.3	7.6	15.0	-
평균	24.0	10.2	16.7	8.0*
평년 평균	20.7	8.5	14.4	22.8*

* 강수량은 합계임.

* 4월 15일과 18일은 약제살포일임.

다. 결과

1) 1차년도

표 3-15. '후지'의 결실률에 미치는 석회황합제 개화기 살포의 영향

석회황합제 살포회수	인공수분 여부	결실율(%)		
		정아화	액아화	전체화
4	+	60.2 ab	19.4 a	44.9 ab
4	-	54.1 a	18.0 a	40.2 a
3	+	61.8 b	31.6 b	49.0 b
3	-	59.4 ab	32.5 b	49.4 b
2	-	70.9 c	40.5 b	58.3 c
0	-	74.6 c	56.2 c	68.4 d

처리에 따른 결실률은 액아화의 경우 인공수분 여부의 관계없이 석회황합제 4회 처리가 가장 낮았으며, 3회 처리, 2회 처리, 무처리의 순으로 높았다. 정아화의 경우는 석회황합제 4회 처리와 3회 처리 간에는 별 차이 없이 낮았으며, 2회 처리는 무처리와 비슷하게 높았다.

정아화와 액아화를 합한 전체 꽃의 결실률은 액아화에서와 마찬가지로 4회 살포, 3회 살포, 2회 살포, 무살포의 순으로 높았다.(표 3-15)

정화아의 화총 결실률은 모든 처리에서 90% 이상으로 매우 높았으며(표 3-16) 과총당 착과수가 석회황합제 3~4회 처리에서도 2.70~3.13개나 되었다(표 3-17).

그러므로 정화아 중심화 만개 3일후 석회황합제의 3~4회 살포는 정아과의 숫자에는 큰 영향을 주지 않고 액아과의 숫자를 크게 줄일수 있음을 알수 있었다.

표 3-16. '후지'의 화총결실률에 미치는 석회황합제 개화기 살포의 영향

석회황합제 살포회수	인공수분 여부	화총결실률(%)	
		액화아	정화아
4	+	56.7ab	95.5a
4	-	52.9a	94.9a
3	+	71.4bc	97.7ab
3	-	72.3bc	94.5a
2	-	83.4cd	97.7ab
0	-	96.9d	99.7b

표 3-17. '후지'의 과총당 착과수에 미치는 석회황합제 개화기 살포의 영향

석회황합제 살포회수	인공수분 여부	과총당착과수(개)	
		액아과	정아과
4	+	1.11ab	3.11b
4	-	0.97a	2.70a
3	+	1.58bc	3.13b
3	-	1.63bc	2.97ab
2	-	2.02c	3.57c
0	-	2.88d	3.76c

표 3-18. '후지' 사과의 적과노력 절감에 미치는 석회황합제 개화기 살포의 영향

석회황합제 살포회수	인공수분 여부	결실률의	적과노력절감비율
		백분율(%)	(%)
4	+	64.3	35.7
4	-	59.5	40.5
3	+	72.3	27.7
3	-	73.1	26.9
2	-	86.1	13.9
0	-	100.0	-

이상의 결과(표 3-15, 3-16, 3-17)로부터 석회황합제의 개화기 살포에 의한 적과노력 경감효과를 계산해보면 4회 살포는 35.7~40.5%, 3회 살포는 26.

9~27.7%, 그리고 2회 살포는 13.9%의 적과노력을 경감할 수 있는 것으로 판단되었다(표 3-18). 한편 배양식 분무기에 의한 개화기간 중의 석회황합제 100ppm 처리는 '후지' 유과의 동녹 발생에 큰 영향을 미치지 않았다(표 3-19).

표 5. '후지'사과의 동녹발생에 미치는 석회황합제 개화기 살포의 영향

석회황합제 살포회수	인공수분 여부	동녹정도
4	+	0.57a
4	-	0.85a
3	+	0.67a
3	-	0.70a
2	-	0.74a
0	-	0.60a

(비고) : 0(과면깨끗), 1(과점비대), 2(동녹면적 직경1cm이하), 3(동녹면적 직경 1cm이상)

따라서 이 시험에서는 석회황합제를 정아 중심화 만개 후 3일부터 10일 사이에 배양식 분무기로서 3~4회 수채 살포하면 유과에 동녹 발생의 큰 위험 없이 26.9~40.5%의 적과노력을 경감시킬 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 인공수분수와 자연수분수 사이에 결실률에 큰 차이가 없었던 점으로 미루어 개화기에 강우회수가 많았음에도 불구하고 본 시험포에서는 곤충에 의한 자연수분이 잘 이루어졌음을 알 수 있었다.

2) 2차년도

표 3-20. '후지'의 결실율에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	결실율(%)		
	정아화	액아화	전체화
ATS 1.5%	30.35 a	31.48 a	32.10 ab
ATS 2.5%	23.58 a	30.80 a	26.72 a
석회황합제 100배	35.18 ab	38.90 a	34.92 b
무살포	51.33 b	55.48 b	52.94 c

처리에 따른 결실율은 정화아의 경우 ATS 처리구가 처리농도에 관계없이 가장 낮았으며, 석회황합제100배, 무처리 순으로 낮았다. 액화아의 경우는 ATS 2.5 및 1.5% 처리구, 석회황합제 100배 처리구가 무처리보다 낮았다. 전체 결실율은 ATS 2.5%, ATS 1.5%, 석회황합제 무처리 순으로 낮았다(표

3-20). 따라서 ATS 및 석회황합제 처리가 결실율이 30% 내외로 적화효과가 우수한 것으로 판단되었다.

표 3-21. '후지'의 화총결실율에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	화총결실율(%)		
	정아화	액아화	전체화
ATS 1.5%	59.90 b	63.00 a	63.58 b
ATS 2.5%	45.13 a	60.75 a	51.93 a
석회황합제 100배	57.03 b	79.40 b	63.15 b
무살포	65.85 b	81.03 b	73.05 c

정아화 화총결실율은 ATS 2.5% 처리구가 45.13%로 가장 낮았고, ATS 1.5%와 석회황합제 100배 처리구는 무처리와 비슷하였다. 액아화 화총결실율은 ATS 2.5% 및 1.5%가 무처리 보다 낮았다. 그리고 전체 화총결실율은 ATS 2.5%, ATS 1.5%, 석회황합제 100배, 무처리 순으로 낮았다(표 3-21).

표 3-22. '후지'의 과총당 과실수에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	과총당 착과수(개)		
	정아과	액아과	전체과
ATS 1.5%	2.27 a	1.94 a	2.11 a
ATS 2.5%	2.18 a	2.00 a	2.09 a
석회황합제 100배	2.51 b	1.95 a	2.23 a
무살포	3.15 c	2.57 b	2.86 b

정화아의 과총당 과실수에 미치는 ATS와 석회황합제의 영향을 보면 과총당 과실수는 ATS 2.5%처리는 2.18개, ATS 1.5% 처리는 2.27개, 석회황합제 처리구는 2.51개로 무처리 3.15개에 비하여 적과효과가 있었다(표 3-22). 액화아 과총 및 전체 과총 당의 과실수도 정화아 과총에서와 동일한 경향을 보였다.

표 3-23. ‘후지’ 사과와 적과노력 절감에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	결실률의 백분율(%)	적과노력절감비율(%)
ATS 1.5%	60.6	39.5
ATS 2.5%	50.5	49.5
석회황합제 100배	65.9	34.0
무살포	100.0	-

ATS 및 석회황합제의 개화기살포에 의한 적과 절감 노력을 계산해 보면 ATS 2.5% 살포는 49.53%, ATS 1.5% 살포는 39.47%, 석회황합제 100배 살포는 34.04%의 적과노력을 경감할 수 있는 것으로 판단되었다(표 3-23).

이상의 결과에서 ATS 및 석회황합제가 ‘후지’ 사과에 미치는 적과효과가 우수한 것으로 판단되었다. 그리고 석회황합제는 약해가 발생되지 않았으나 ATS 처리구에서는 엽소현상이 일부 발생하여 약해로 의심이 되지만 위의 기상현황에서와 같이 금년의 개화시 온도는 약제 살포기에 평년 최고기온(약 20℃)보다 최고기온이 상당히 높아 고온에 의한 약해의 가능성도 있는 것으로 추정되었다. 외국의 보고에서 보면 ATS는 고온기에 살포시 약해를 발생할 우려가 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 3차년도 시험에서는 이들 약제에 대한 적화효과와 약해피해 정도를 재검토할 필요성이 있는 것으로 판단되었다.

표 3-24. ‘후지’ 사과나무 잎의 약해발생정도에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	약해발생율(%)	약해발생정도(0~3)
ATS 1.5%	71.3	1.26
ATS 2.5%	91.8	1.88
석회황합제 100배	0	0
무살포	0	0

*약해발생정도 1; 잎의 가장자리 일부가 피해, 2. 잎의 가장자리가 피해
3. 잎의 1/3이상 피해 또는 잎이 말리는 경우

ATS 및 석회황합제의 개화기살포에 의한 잎의 약해 발생정도는 ATS 처리에서 발생하였으며, ATS 1.5% 는 잎의 가장 자리일부가 피해를 입었으며 ATS 2.5%는 잎의 가장자리 가 피해를 입었다. 석회 황합제의 경우는 약

해가 발생하지 않았다.

표 3-25. ‘후지’ 사과와 동록 발생정도에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	동록 정도*
ATS 1.5%	1.28 a
ATS 2.5%	1.45 a
석회황합제 100배	1.34 a
무살포	1.25 a

*동록발생정도: 0(과면깨끗), 1(과점비대), 2(동록 줄형태), 3(동록면적 직경 1cm이상)

ATS 및 석회황합제의 개화기살포에 의한 사과와 동록 발생은 ATS 2.5%가 다소 많은 듯하나 다른 처리구와 동일집단군으로 유의성은 인정되지 않았다.

표 3-26. ‘후지’ 사과나무의 익년 개화율에 미치는 ATS와 석회황합제 개화기 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	익년 개화율(%)
ATS 1.5%	91.91 a
ATS 2.5%	92.15 a
석회황합제 100배	91.43 a
무살포	91.13 a

ATS 및 석회황합제의 개화기살포에 의한 후지 사과나무의 익년 개화율은 처리간 차이가 없었다.

3) 3차년도

표 3-27. '후지'의 결실율에 미치는 적화제 살포 및 적화제 + 적과제 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	결실율(%)		
	정아화	액아화	전체화
1. 석회황합제 100배	38.84 a	10.24 ab	30.45 a
2. 석회황합제 100배+ethephon	38.18 a	15.57 ab	31.53 a
3. 석회황합제 100배+ BA	40.22 a	13.96 ab	33.26 a
4. ATS 1.5%	39.59 a	19.41 ab	33.35 a
5. ATS 1.5%+ Ethephon	33.79 a	8.65 a	25.71 a
6. ATS 1.5%+ BA	38.24 a	13.98 ab	30.72 a
7. Ethephon	37.52 a	10.94 ab	32.43 a
8. BA	34.28 a	12.67 ab	31.07 a
9. 무처리구	43.12 a	31.09 c	40.69 b

적화제 살포 및 적화제 살포 후 적과제 재 살포에 의한 '후지' 사과 결실율은 정아화의 경우는 처리간 차이가 없었다. 그러나 액아화의 경우는 모든 적화제 및 적화제 처리후 적과제 재 처리구는 무처리구보다 결실율이 낮았다. 적화제 처리후 적과제를 재처리한 효과를 보면 석회황합제 처리후 에테폰 또는 BA를 재처리하였을 경우에는 결실율에 미치는 에테폰과 BA의 처리효과가 인정되지 않았다. 그러나 ATS 처리후 에테폰을 처리한 경우에는 ATS만 처리했을 때보다 결실율이 감소하는 경향을 보였다. 한편 전체화의 결실에는 적화제 단독살포와 적화제 살포후 적과제 재 살포간에는 차이가 나타나지 않았다. 전체 결실율도 적화제 및 적과제 처리구가 무처리구보다 결실율이 낮았다.

표 3-28. '후지'의 화충 결실율에 미치는 적화제 살포 및 적화제 + 적과제 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	화충 결실율(%)		
	정아화	액아화	전체화
1. 석회황합제 100배	81.97 a	38.71 ab	69.22 a
2. 석회황합제 100배 + ethephon 200ppm	80.09 a	48.61 ab	70.85 a
3. 석회황합제 100배 + BA150ppm	78.10 a	46.46 ab	69.66 a
4. ATS 1.5%	73.38 a	44.62 ab	64.33 a
5. ATS 1.5% + Ethephon 200ppm	72.16 a	36.36 a	60.29 a
6. ATS 1.5% + BA 150ppm	69.05 a	41.84 ab	60.68 a
7. Ethephon 200ppm	71.13 a	39.59 ab	64.85 a
8. BA 150ppm	71.80 a	43.33 ab	67.54 a
9. 무처리	82.12 a	64.44 c	78.67 b

화충결실율에 미치는 적화제 및 적과제의 영향을 보면 정아화 화충 결실율은 처리간 차이가 없었다. 액아화 화충 결실율은 모든 적화제 및 적과제 처리구가 무처리 보다 낮았다. 처리구 중에서는 ATS 처리후 ethephon 처리구가 30.36%로 그 밖의 다른 처리구보다 더 낮은 경향을 나타내었다. 전체화의 처리별 화충 결실률을 살펴보면 적화제 또는 적과제의 단독 및 이들의 연속살포간에는 차이가 없었고, 이들 처리는 모두 무처리보다는 결실률이 다소 감소하였다.

표 3-29. '후지'의 과충당 과실수에 미치는 적화제 살포 및 적화제 + 적과제 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	과충당 과실수(개)		
	정아과	액아과	전체과
1. 석회황합제 100배	2.37 a	1.33 a	2.20 a
2. 석회황합제 100배 + ethephon 200ppm	2.40 a	1.54 a	2.22 a
3. 석회황합제 100배 + BA150ppm	2.58 a	1.55 a	2.42 a
4. ATS 1.5%	2.70 a	1.82 a	2.57 a
5. ATS 1.5% + Ethephon 200ppm	2.33 a	1.18 a	2.13 a
6. ATS 1.5% + BA 150ppm	2.80 a	1.66 a	2.55 a
7. Ethephon 200ppm	2.65 a	1.41 a	2.52 a
8. BA 150ppm	2.38 a	1.44 a	2.29 a
9. 무처리	2.63 a	2.40 b	2.59 a

과충당 과실수는 정아화의 경우는 처리간에 차이가 없었으며, 액아화의 경우는 적화제 및 적과제 처리구가 무처리구보다 과충당 과실수가 적었다. 전체화의 경우는 모든 처리구에서 과충당 과실수의 차이가 인정되지 않았다.

표 3-30. ‘후지’ 사과 의 잎의 약해발생정도에 미치는 적화제 살포 및 적화제 + 적과제 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	약해발생률(%)	약해발생정도*
1. 석회황합제 100배	0	0
2. 석회황합제 100배 + Ethephon 200ppm	0	0
3. 석회황합제 100배 + BA150ppm	0	0
4. ATS 1.5%	65.2	0.82
5. ATS 1.5% + Ethephon 200ppm	62.4	0.84
6. ATS 1.5% + BA 150ppm	71.2	0.92
7. Ethephon 200ppm	0	0
8. BA 150ppm	0	0
9. 무처리	0	0

*약해발생정도 1; 잎의 가장자리 일부가 피해, 2. 잎의 가장자리가 피해 3. 잎의 1/3이상 피해 또는 잎이 말리는 경우

석회황합제 100배 살포는 잎에 약해를 일으키지 않았으나 ATS 1.5%를 살포한 나무에서는 많은 잎이 약해를 받았다. 그리고 약해는 화층엽의 가장자리가 타는 모습으로 나타났다.

표 3-31. ‘후지’ 사과 의 동녹발생정도에 미치는 적화제 살포 및 적화제 + 적과제 살포의 영향

약제의 종류 및 농도	동녹발생정도*
1. 석회황합제 100배	1.44 a
2. 석회황합제 100배 + ethephon 200ppm	1.29 a
3. 석회황합제 100배 + BA150ppm	1.29 a
4. ATS 1.5%	1.44 a
5. ATS 1.5% + Ethephon 200ppm	1.50 a
6. ATS 1.5% + BA 150ppm	1.32 a
7. Ethephon 200ppm	1.50 a
8. BA 150ppm	1.53 a
9. 무처리	1.51 a

*동녹발생정도: 0(과면깨끗), 1(과점비대), 2(동녹 출형태), 3(동녹면적 직경 1cm이상)

동녹 발생정도는 처리간에 뚜렷한 차이가 없었다.

라. 고찰

3년간의 시험 수행결과 전체화 결실율은 2003년이 68.40%로서 2004년의 52.94% 2005년의 40.69% 보다 높았다. 특히 2005년에 결실율이 낮은 이유는 아마도 예년에 비하여 개화기 무렵의 기온이 높아 개화기간이 아주 짧았기 때

문에 매개곤충의 수분의 기회가 적어진 것으로 판단되었다.

2003년에는 석회황합제 3회 살포에서 액아화의 결실률이 23.7% 그리고 정아화의 결실률은 15.2% 감소된 반면 석회황합제 100배액 2회 살포에서는 액아화의 결실률이 15.7%, 그리고 정아화의 결실률은 3.7% 줄어드는데 그쳤다. 그리고 2005년에도 2003년도와 비슷한 경향을 보여 주었다. 따라서 석회황합제 살포는 정아화 보다 액아화의 적화에 훨씬 효과적임을 알 수 있었다. 그러나 석회황합제 100배액을 2회 살포만 하였던 2004년에는 정아화 결실률이 15.05%, 그리고 액아화의 결실률은 16.58% 감소되어 정아화와 액아화간의 결실률 저하정도에 별 차이가 없었다.

새로운 적화제로서 관심을 모으고 있는 ATS는 1.5% 농도에서는 적과효과가 석회황합제와 거의 비슷하였다. 그럼에도 불구하고 ATS는 화충엽에 비교적 심한 약해를 발생하여 석회황합제보다 유리한 점이 없어 보였다. ATS 2.5% 역시 적화효과는 다소 높은 경향이었으나 잎의 약해 또한 더 증가하여 2.5%의 ATS 살포는 실용적인 농도가 되지 못하는 것으로 판단되었다. 일반 재배자들 중에는 석회황합제를 살포하여 동녹발생이 많았다고 하는 사람들이 있었으나 배낭식 분무기로서 약제를 살포한 본 시험에서는 석회황합제와 ATS 모두 과실의 동녹 발생정도에 별 영향을 미치지 않았다. 동녹을 발생을 유발하는 요인은 매우 복잡하므로 동녹을 유발하기 쉬운 조건일 때에는 석회황합제를 비롯한 다양한 적화제들이 동녹을 유발하게 할 가능성이 있을 것으로 판단되었다.

2005년에는 적화제인 석회황합제와 ATS를 살포한 후 다시 적과제인 벤질아테닌과 에테폰을 살포하는 효과를 검토하였다. 만개 3주후에 살포한 에테폰과 벤질아테닌의 적과효과가 액아화에도 나타났음에도 불구하고 적화제인 석회황합제 또는 ATS를 살포한 다음 다시 에테폰 또는 벤질아테닌을 처리함에 따른 상가적 또는 상승적 효과는 인정되지 않았다.

‘후지’ 사과와 적과노력 절감에 미치는 적화제 살포의 영향을 보면 해에 따라 다르기는 하나 석회황합제의 경우 2회 살포에서 13.9%(2003년), 25.15%(2005년), 34.04%(2004년)정도, 그리고 3회 살포에서는 26.9%의 노력절감이 가능하였다. 따라서 개화기 무렵의 석회황합제의 2~3회 살포는 이 시기에 집중되는 적과노력을 상당 부분 줄여 줄 수 있을 것으로 판단되었다.

마. 요약

1. 2003년에는 약제살포시 강우가 많았고, 기온이 비교적 낮았다. 5년생의 ‘후지’ 사과나무에서 석회황합제의 적화효과를 검토한 결과 석회황합제 살포회수를 4회, 3회, 2회 무살포로 하였을 때 살포회수가 많을수록 적화효과가

켰다. 정아화와 액아화에 대한 효과를 구분해 보면 정아화에는 살포회수에 따른 효과가 크지 않았으나 액아화에는 살포회수에 따른 적과효과가 매우 컸다. 적과효과와 결실 안정성을 고려할 때 정아화 중심화 만개 3일후, 액아화 중심과 만개기, 그리고 그 3일 후에 석회황합제 100배액을 살포하는 것이 가장 실용적인 방법이 될 것으로 판단되었다. 방화 곤충의 수가 적은 지역에서는 중심화 만개기에 인공수분을 한 다음 석회황합제를 살포토록 해야 안전할 것으로 판단된다.

2. 만개후 3일부터 10사이에 배낭식 분무기로서 석회황합제를 3~4회 살포할 경우에 잎에는 약해발생이 없었으며, 유과에서의 동녹발생은 무처리 과실과 차이가 없었다.

3. 석회황합제 개화기 살포에 의한 적과 노력 경감효과는 4회 살포시 35.7~40.5%, 3회 살포시 26.9~27.7%, 2회 살포시 13.9%에 달하였다.

4. 2004년에는 약제 살포시 강우가 12mm 정도(약제살포 후 8시간 후부터 강우)였으며, 기온이 비교적 높았다. 6년생의 '후지'/M.9 사과나무에서 100배로 희석한 석회황합제와 1.5%와 2.5%의 ammonium thiosulfate(ATS)를 정아화 중심화 만개기와 액화아 중심화 만개시에 살포하였다. 그 결과 ATS 1.5%와 석회황합제 100배액의 적화 효과는 비슷하였고, ATS 2.5% 살포에는 이들보다 적화효과가 더 강하게 나타났다.

5. 잎의 약해와 과실의 동녹 발생에 미치는 적화제의 영향을 보면 ATS는 화층엽의 엽면이 타는 약해를 발생시켰으나 석회황합제는 화층엽의 약해발생은 없었다. 유과의 동녹발생에 미치는 석회황합제와 ATS의 영향은 크지 않았다.

6. 적과노력을 절감에 미치는 효과를 보면 석회황합제 100배액 2회 살포는 34.0%, ATS 1.5%는 39.5%, ATS 2.5%는 49.5%에 달하였다.

7. 적화제 살포에 의한 다음해의 개화율은 무처리와 차이가 없었다.

8. 2005일에는 약제살포를 전후하여 수일간 날씨가 맑고 평년보다 기온이 다소 높아 개화기간이 예년에 비하여 아주 짧았다. 7년생의 '후지'/M.9 사과나무에서 100배액의 석회황합제 및 1.5%의 ATS를 개화기 전후에 2회 살포한 구와 만개 3주 후에 200ppm의 에테폰 및 150ppm의 벤질아데닌을 살포한 구 및 적화제를 살포하고 다시 적과제를 살포한 구를 두어 이들의 적과효과를 검토하였다. 그 결과 ATS 1.5%와 에테폰 200ppm을 살포한 구에서 적과효과가 가장 우수하였고, 그 밖의 모든 처리구간에는 적과효과에 큰 차이가 없었다. 이들 적화제 및 적과제 처리효과는 화층 결실률과 정아화 결실률에는 없었으며, 액아화 결실률에서만 나타났다.

9. ATS 1.5% 살포는 잎에 약해를 발생시켰으며 그 밖의 모든 적화제 및 적과제 살포는 잎의 약해를 발생시키지 않았고, 이들 약제의 과실의 동녹

발생에 미치는 영향은 불분명하였다.

10. 이상 3년간의 실험결과로 미루어 볼 때 정아화 중심화 만개 2일 후에 액아화 중심화 만개기 및 그 3일 후에 석회황합제를 100배액 처리한 것이 가장 실용적인 적화제 이용방법이라 여겨진다. 인공수분을 하고 적화제를 살포한다면 결실 불량의 우려를 피할 수 있을 것이다.

제 4절 사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성(위탁연구과제)

1. 서론

과실의 품질은 당함량, 산함량 및 과육경도 등 기기분석을 통한 물리화학적 특성으로 판단하거나 관능검사를 통해 평가한다. 물리화학적 측정을 통한 평가방법은 객관적이기는 하지만 때에 따라 사람이 느끼는 관능을 제대로 반영하지 어려운 경우도 있다(Park과 Yoon, 2005; Park 등, 2005). 반면, 관능평가는 소비자의 입장에서 느끼는 과실의 품질을 바로 표현하는 장점이 있으나 개인이나 집단의 취향에 따라 평가결과가 다르게 나타나는(Harker 등, 2003) 주관적인 성격이 강하다. 따라서 기기분석에 의한 품질평가가 신뢰를 얻기 위해서는 어떠한 분석지표가 소비자 관능을 보편적으로 반영하는가를 찾아야 한다.

과실이나 채소의 기기분석에 의한 품질인자와 소비자의 관능평가 수준과의 연관성은 저장 사과 과실의 품질변화 평가(Park과 Choi, 2001; Saftner 등, 2002)나 과실 최소가공 상품의 품질 평가(Abbot 등, 2004)에 활용된 바 있다. 그러나 사과의 경우 소비자 관능을 예측할 수 있는 이화학적 인자는 품종에 따라 다르고 관능을 충족하는 인자의 한계값도 차이가 있는 것으로 조사되었다(Hoehn 등, 2003). 따라서 저장과실의 품질 평가도 품종별로 구분하여 보다 정확하게 소비자의 요구를 반영하는 지표를 활용해야 할 것이다.

한편, 과실의 저장가능기간 혹은 저장한계기간에 대한 개념의 설정이 필요하다. 대부분의 저장과실은 저장 후 바로 소비되는 것이 아니라 3-5일간의 유통기간을 거치게 된다. 즉, 소비시점에서의 과실의 품질은 저장기간 중 품질 변화와 유통기간 중의 품질변화가 반영되어 나타나며, 유통과정에서의 품질변화는 유통온도에 따라 달라진다(RDA, 2005a). 따라서 정확한 저장한계기간을 판단하기 위해서는 일정기간 저장 후 소비되기까지의 유통 온도가 전제되어야 할 것이다(Park과 Yoon, 2005). 또한 저장과실에 대한 보다 효율적인 품질관리를 위해서는 품종별, 저장기간별로 저장방법과 유통환경 요인이 품질변화에 미치는 영향을 구체적으로 파악하여 어느 단계에서 집중적인 관리가 요구되는가를 제시할 필요가 있을 것이다.

본 위탁과제에서는 수확시기별 주요 사과 품종의 물리화학적 평가지표와 관능평가와의 상관관계를 구하였고 소비자 관능에 근거하여 저장력 결정에 미치는 저장방법과 유통온도의 효과를 분석함으로써 사과의 저장방법과 유통온도 요인의 조합에 따른 저장한계기간을 제시하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 주요품종의 수확시기 관정 지표를 제시하였고 수확후 관리 전반에 걸친

표준지침서를 제작하였다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

- 1) 조생종 ‘쓰가루’
- 2) 중생종 ‘홍월’
- 3) 만생종 ‘후지’

나. 처리 내용 및 조사방법

1) 조·중·만생종의 수확시기 지표

가) 수확시기

품종별로 연구연도에 따라 관행수확시기를 기준으로 수확일을 조정하여 저장실험을 수행함으로써 저장을 위한 적정 수확시기를 역으로 추산하는 실험 방법을 활용하였다.

‘쓰가루’ 사과는 영주지역의 과수원을 선정하여 2003년에는 8월 20일, 2004년에는 8월 12일 수확하였다. ‘홍월’ 사과는 안동지역 과수원에서 2002년도 9월 23일, 2003년도 9월 15일, 2004년도 9월 8일 각각 수확하였으며, ‘후지’ 사과 역시 안동지역에서 2002년도 10월 25일, 2003년도 10월 20일, 2004년도 10월 16일 수확하였다.

나) 전분지수 조사

관행 수확기 전후에 수확한 과실의 과실특성과 전분지수(요오드 반응) 조사한 후전분지수를 이용하여 모든 품종에 적용할 수 있도록 지표를 설정하였다 (Fig. 4-1). 전분지수는 요오드 용액 반응 후 발색도에 따라 6단계로 구분하였으며 품종별, 저장계획별 사과의 수확시 성숙정도를 전분지수로 제시하였다.



Fig. 4-1. Starch indices of apples during maturation by iodine test in apples.

2) 저장 및 유통 환경

가) 저온 및 CA 저장

‘쓰가루’ 과실은 $2.0^{\circ}\text{C}\pm 0.5$, ‘홍월’과 ‘후지’ 사과는 $0.0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에 저장하였다.

CA 저장 환경은 ‘쓰가루’와 ‘홍월’은 산소 2.0-3.0%+이산화탄소 2.0-3.0%로 조성하였고 ‘후지’ 사과는 산소 2.0-3.0%+이산화탄소 >1.0%의 환경을 유지하였다.

저장용 과실은 모두 15-L 유리병 안에 12-15개의 과실을 담아 저온저장고에 치상하는 방법을 사용하였고, 저장기간 중 유리병안의 상대습도는 90% 수준이 유지되었다.

나) 유통환경

유통환경은 상온유통과 저온유통으로 구분하였다. 상온유통 과정의 온도 관리는 2003-2004 저장 ‘홍월’ 품종의 유통환경을 평균 20°C ($17-23^{\circ}\text{C}$)로 설정한 이외에는 모든 경우에 실질적인 유통경로 온도를 모의하기 위해 인위적인 온도 조절을 하지 않고 실내에 3일간 치상하였다. 실내 온도는 저장기간이 끝나는 시점의 기온의 영향을 받아 변화를 보였다(Table 4-1).

Table 4-1. Simulated ambient marketing temperature according to storage period and time of marketing procedure.

Cultivar (Expt. year)	Storage period (Month)	Marketing time	Varying room temperature($^{\circ}\text{C}$)
Tsugaru (2003-2005)	1	Sept. 12-Sept. 23	20-27
	2	Oct. 12-Oct 23	18-25
	3	Nov. 12-Nov. 23	13-24
	4	Dec. 12-Dec 23	9-23
	5	Jan. 12-Jan. 23	10-23
Hongwol (2004-2005)	2	Nov. 11-Nov 18	13-24
	3	Dec. 11-Dec. 18	9-23
	4	Jan. 11-Jan, 18	10-23
Fuji (2002-2005)	4	Feb. 19-Feb. 28	12-24
	6	Apr. 19-Apr 28	14-27
	8	June 19-June 28	20-28

3) 품질인자 분석 및 관능평가

가) 이화학적 품질조사

과육경도는 직경 5mm plunger가 장착된 물성분석기(model TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., UK)를 이용하여 $2\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 속도로 20mm 깊이까지의 압축강도를 측정 한 후 10mm 깊이에서의 강도를 N으로 표시하였다.

당함량과 산함량은 과실 전체의 과육을 믹서로 간 후 감압 여과를 통해 50mL의 과즙을 취한 후 측정하였다. 당함량은 디지털 당도계(model RA-121, Kyoto Electronics, Japan)로 측정하였고 산함량은 40mL을 0.1N NaOH로 적정하여 malic acid %로 환산하였다.

나) 밀증상 및 CA 장해 조사

밀증상(watercore)과 CA장해는 발생과율 및 발생정도(severity)를 조사하였다. 발생과율은 조사과실수에 대한 발생과의 %로, 발생정도는 증상이 발생한 과실을 대상으로 점수화하여 평균치로 표현하였다. 증상의 정도별 점수는 watercore나 장해 증상이 표출된 면적에 따라 0=없음, 1=미약(과심부 10% 발현), 3=보통(과심부와 과육부 중간부분 30% 정도 발현) 및 5=심함(과육부 50% 이상으로 watercore나 장해부위 확산)으로 구분하였다.

장해 현상은 Pierson 등(1971)에 의해 분류된 CA 장해 유형에 따라 과심부 갈변(brown core)과 방사형과육붕괴(radial flesh breakdown)의 범주에서 조사하였다.

다) 소비 관능조사

관능조사는 저장학 실험실에서 1년 이상 사과 과실 관능조사에 참여했던 전문가 그룹 6명을 활용하여 수행하였다. 관능요인은 조직감, 단맛, 신맛 그리고 종합적인 맛으로 구분하여 각각의 요인에 대한 강도를 1-9점으로 나누어 평가하였다. 점수 기준으로는, 1점=맛이 아주 나쁘거나 관능강도가 너무 약하여 구매의사가 전혀 없다, 5점=맛이 보통이거나 강도가 중간 정도로써 구매할 의사가 있는 수준, 9점=맛이 아주 우수하거나 관능요인의 강도가 높은 경우로 구분하였다. 저장한계기간 설정의 소비자관능 최저요구수준은 5점을 기준으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 품종별 결과 및 고찰

1) 조생종 ‘쓰가루’

가) 수확시기 판정

2003, 2004년도에 수확한 ‘쓰가루’ 사과의 수확시 과실 특성과 요오드 반응

지수(Tables 4-2, 4-3) 및 그에 따른 저장 중 품질 및 식미 변화 등을 종합해 볼 때, 2003년도 영주지역의 수확시기, 8월 21일은 3개월 CA저장을 위한 수확시기로는 적정시기로 판단되지만 4개월 저장을 위해서는 다소 늦은 것으로 판단되었다(2003-2004 저장실험 결과). 반면, 2004년 8월 12일에 수확한 평균 전분지수 4.4의 성숙도를 보이는 과실은 CA저장 4개월 후에도 식미가 우수한 수준을 유지하였으나(2004-2005 저장실험 결과) 수확시 색깔 발현이 충분치 못한 단점이 있었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 쓰가루 사과 2-3개월 저장을 위해서는 수확지표로써 전분지수 3.5 수준으로 충분하지만 3개월 이상 장기저장을 위해서는 전분지수 4.0 수준이 적합한 것으로 판단된다.

다만 수확시기를 지나치게 앞당기는 것은 과실 착색이 불량하고 저장후에도 풍미가 충분히 발현되지 못할 우려가 있으므로 착색을 증진시킬 수 있는 재배관리기술을 적극 활용하는 동시에 전분지수로는 4.0에 도달하는 시기에 수확하는 것이 바람직하다.

Table 4-2. Quality attributes and physiological aspects of ‘Tsugaru’ apples at harvest in 2003 and 2004 seasons.

Harvest season	Harvest date	Firmness (N/ 5 mm Φ)	SSC ^z (°Brix)	Acidity (%)	Starch index
2003	Aug. 21	14.7±0.33	12.1±0.33	0.30±0.01	3.6±0.12
2004	Aug. 1	16.9±0.66	10.5±0.24	0.35±0.00	4.8±0.11
	Aug. 12	15.9±0.41	10.7±0.16	0.32±0.01	4.4±0.06

^zSoluble solid concentration.

Table 4-3. Sensory evaluation ratings of ‘Tsugaru’ apples at harvest in 2004.

Harvest season	Sweetness	Texture	Sourness	Overall taste
2004	4.3±0.4	9.0±0.0	9.0±0.0	9.0±0.0

나) 이화학 품질과 관능평가와의 상관

소비자가 인지하는 관능(식미)척도와 과실의 당함량 등 이화학 품질간의 상관도 분석결과, 당함량과 과실의 단맛, 종합관능 간에는 연관성이 낮은 반면, 과실의 과육경도와 산함량은 상응하는 조직감 및 신맛과 높은 상관관계를 보였다(Tables 4-4, 4-5). 두 품질요인은 종합식미와도 고도의 정의 상관관계를 보임으로써 사과 과실의 품질기준 및 관능평가를 반영하는 개관적 지표로 활용이 가능할 것으로 생각된다.

소비품질한계점(consumers' acceptance)으로 책정한 관능평가 지수 5.0 이하로 떨어질 때의 이화학 품질 요인 수치는 연도별로 다소의 차이는 있으나 조직감(사각사각함)은 과실 경도가 11.7-13.3N/5mm Φ (2003년도, 11.7; 2004년도, 13.3)으로 평균 12.5N/5mm Φ , 신맛은 적정 산함량이 0.28%(0.25-0.30%) 이하일 때에 해당하는 것으로 평가되었다(Fig. 4-2, 4-3). 반면, 당함량과 단맛인지도와의 연관관계는 뚜렷한 경향이 없었다.

조직감의 경우, 소비품질한계점이 연도 간 차이를 보였는데 이는 수확시기의 정도 차이가 반영되는 것으로 풀이되며, 평균 조직감 12.0N/5mm Φ 수준으로 보면 무난할 것으로 판단된다.

Table 4-4. Correlation coefficients among physicochemical attributes and sensory ratings estimated during four month storage of 'Tsugaru' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2003-2004.

Attributes	SSC (%)	Acidity (%)	Ratio of SSC/acid	Texture	Sweetness	Sourness	Overall taste
Firmness (N)	0.12 ^{NS}	0.95 ^{**}	-0.88 ^{**}	0.860 ^{**}	0.57 [*]	0.76 ^{**}	0.86 ^{**}
SSC (%)	1.00	0.13 ^{NS}	-0.01 ^{NS}	0.14 ^{NS}	-0.36 ^{NS}	0.26 ^{NS}	0.03 ^{NS}
Acidity (%)		1.00	-0.97 ^{**}	0.87 ^{**}	0.44 ^{NS}	0.78 ^{**}	0.83 ^{**}
Ratio of SSC/acid			1.00	-0.81 ^{**}	-0.44 ^{NS}	-0.68 ^{**}	-0.77 ^{**}
Texture				1.00	0.52 [*]	0.94 ^{**}	0.96 ^{**}
Sweetness					1.00	0.31 ^{NS}	0.71 ^{**}
Sourness						1.00	0.86 ^{**}

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-5. Correlation coefficients among physicochemical attributes and sensory ratings estimated during four month storage of 'Tsugaru' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2004-2005.

Attributes	SSC (%)	Acidity (%)	Texture	Sweetness	Sourness	Overall taste
Firmness (N)	0.38 ^{NS}	0.86 ^{**}	0.69 ^{**}	0.27 ^{NS}	0.70 ^{**}	0.70 ^{**}
SSC (%)	1.00	0.50 ^{NS}	0.39 ^{NS}	-0.01 ^{NS}	0.44 ^{NS}	0.51 [*]
Acidity (%)		1.00	0.91 ^{**}	0.20 ^{NS}	0.84 ^{**}	0.91 ^{**}
Texture			1.00	0.27 ^{NS}	0.84 ^{**}	0.96 ^{**}
Sweetness				1.00	-0.03 ^{NS}	0.30 ^{NS}
Sourness					1.00	0.85 ^{**}

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

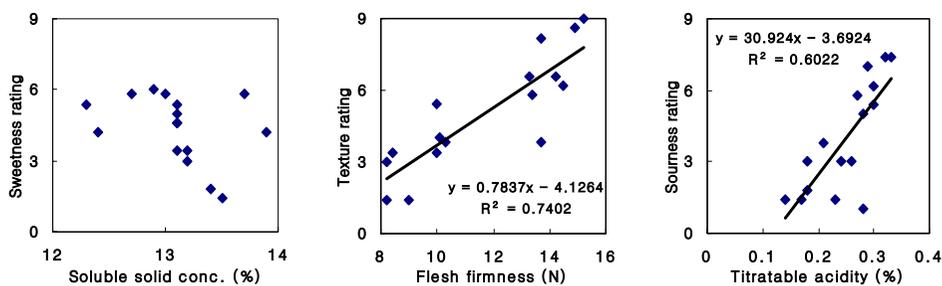


Fig. 4-2. Relationship between physicochemical attributes and sensory evaluation ratings estimated during four month storage of 'Tsugaru' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2003-2004.

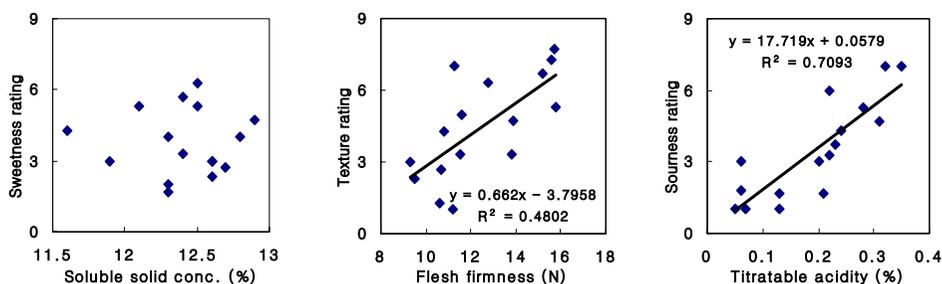


Fig. 4-3. Relationship between physicochemical attributes and sensory evaluation ratings estimated during four month storage of 'Tsugaru' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2004-2005.

다) 사과와 저장 중 이화학 품질의 변화

(1) 당함량

2003년 수확한 과실의 당함량은 저온저장+상온유통 과실에서 저장 3개월까지는 감소하는 경향을 보였으나 다른 처리에서는 저장 4개월 기간 중 대체로 약간 증가하거나 동일한 수준을 유지하였다(Table 4-6). 저장 4개월 후 저온저장+상온유통 과실의 당함량이 다시 높게 나타난 이유는 명확하게 설명하기 어려우나 세포벽 물질 분해에 따른 당 성분의 증가에 기인한 것으로 보인다.

이에 비해 2004년도에 수확한 과실의 당함량은 저장 5개월까지도 뚜렷한 감소가 없었으며 다만 5개월 저장+3일 상온유통 과실의 경우 저장 4개월에 비해 비교적 큰 감소를 보였다(Table 4-7).

저장방법과 유통온도가 당함량 변화에 미치는 영향은 연도별로 상이하게 나타났는데, 2003년도의 경우 저장 1개월 후에는 두 요인의 영향 모두 유의성을 보여 저온저장과실에 비해 CA저장 과실에서, 저온유통보다는 상온 유통과실에서 높았고 저장 3개월 후에는 저장방법의 영향만이 유의성을 보여 CA저장 사과의 당함량이 높은 것으로 조사되었다(Table 4-6). 그러나 저장 2개월 및 4개월 후에는 두 요인의 영향 모두 유의성을 보이지 않음으로써 저장 기간에 따라 과실의 당함량 변화에 미치는 과실 내적 외적 요인이 상이하게 나타났다. 2004년도 수확한 과실은 저장 4개월까지 저장방법이나 유통온도의 영향이 유의상이 없었고 저장5개월 과실에서만 저장방법의 효과가 나타나 CA저장 사과에서 당함량이 높았다(Table 4-7).

연도별 또는 저장기간에 따라 당함량에 미치는 저장 및 유통환경의 영향이 다르게 나타나는 것은 탄수화물 대사의 특이성 때문인 것으로 풀이된다. 즉 당함량은 수확시 전분지수가 높을 경우 저장 중에도 전분의 분해에 따라 증가할 수 있으므로 저장 중 감소 경향이 일정한 양상을 띠지 않는 것으로 추정된다. 또한 세포벽을 구성하는 당물질의 분해 역시 당함량에 영향을 미쳐 저장 및 유통환경에 따른 순수한 당함량 감소 효과를 상쇄시키는 것으로 추정된다.

(2) 산함량 및 과육 경도

산함량과 과육 경도는 저장기간 중 지속적으로 감소하였으며 감소 폭은 저장방법의 영향을 크게 받아 저장기간 전반에 걸쳐 CA저장 과실에서 유의성 있게 높았다(Tables 4-8~4-11). 이에 비해 저장 후 3일 유통온도가 산함량과 경도에 미치는 영향은 저장기간 전반을 통해 통계적인 유의성이 없었다. 다만 저장기간에 따라서는 저온유통 과실의 경도와 산함량이 상온유통과실에 비해 높은 경향을 보임으로써 유통기간이 길어질 경우에는 저온유통이 품질 유지에

효과를 나타낼 수 있음을 보여주었다.

라) 관능평가 지수의 변화

관능평가 지수는 이화학적 품질요인과는 다소 다른 변화양상을 보여 조직감과 신맛은 저장방법 뿐 아니라 유통온도의 영향도 받는 것으로 조사되었다.

그러나 유통온도의 영향은 수확연도와 저장기간에 따라 유의성이 다르게 나타났는데 이러한 차이는 수확시기의 과실특성이나 저장기간 중 조직경도와 산함량의 변화 양상에 따른 것으로 추정된다. 예를 들면, 2003년도에 수확한 과실의 조직감은 저장 2개월까지 유통온도의 영향을 받아 저온유통에서 높게 나타났으나 저장기간이 3개월 이상 길어지면 저장방법의 영향만 유의성이 있고 유통온도는 영향을 미치지 않았다. 이에 비해 2004년도 수확한 과실의 경우, 저장 2개월 후에는 유통온도의 영향이 없다가 3개월 이후부터 유통온도의 영향이 유의성을 보였다. 즉, 2004년도 과실의 조직감은 수확시 높았고 저장 2개월까지 관능으로 인지하는 적합수준보다 훨씬 높게 유지됨으로써 유통기간 중 변화비율이 상대적으로 낮아 관능인지도 차이가 적었던 것으로 풀이된다. 한편, 신맛은 산함량 이외에도 당함량이나 주스 함량 등의 영향을 동시에 받으므로 저장 후 과실의 특성에 따라 신맛에 미치는 유통환경의 영향이 일정하지 않았던 것으로 해석된다.

2003년도 수확한 과실의 저장 2개월 후 과실 품질에 대한 panel 집단의 견해를 참조할 때(자료 미제시), 저장 직후에는 저온저장 사과 및 CA저장 사과 모두 우수한 조직감을 보였으며 특히 저장 1개월까지 남아있던 딱딱한 조직감(hardness)이 사각사함(crispness)과 다즙성(juiciness) 특성으로 좋은 변화를 나타내었다. 그러나 추가적인 3일 유통 후에는 저온저장 사과의 경우 식미는 여전히 좋은 편이나 과육조직은 약간 분질화된 느낌을 주었다. 이에 비해 CA저장 사과는 유통 후에도 조직감이 우수하였으며 신맛은 비교적 강하게 남아있어 경우에 따라 너무 시게 느껴지는 수준이었다.

종합적인 식미는 2003년도 과실의 경우 저장 1개월 후에는 두 요인의 영향을 받았고 저장 2개월 후부터는 저장방법의 영향만을 받는 것으로 나타났고 2004년도 과실은 저장기간 전반에 걸쳐 두 요인의 영향이 유의성을 보였다.

마) 저장기간별 저장방법과 유통온도의 효과 분석

‘쓰가루’ 사과의 소비단계에서의 품질은 주로 저장 환경에 의해 결정되며 3일 유통시 온도의 영향은 미미한 것으로 평가되었다. 따라서 과실품질을 유지하기 위해서는 유통환경보다는 저장환경 조절에 중점을 두는 수확후 관리지침이 제시되어야 할 것이다. 그러나 저장기간이 2개월 정도로 짧을 경우에는 신맛이나 조직감은 유통온도의 영향을 받으므로 유통온도를 낮게 유지할 필요가 있

을 것으로 판단된다. 이러한 차이가 나타나는 원인으로는 실온 모의 유통시 온도가 저장기간별로 다르기 때문인 것으로 추정된다. 다시 말해, 1-2개월 저장 후 모의유통 실온이 3-4개월 저장 후 모의 유통실온보다 약간 높은 것도 하나의 원인이 되는 것으로 추정된다. 이처럼 유통온도가 '쓰가루' 사과의 품질에 미치는 영향은 계절에 따라 혹은 매장 혹은 유통과정에서의 노출온도에 따라 달라질 수 있음을 고려하여야 할 것이다. 또한 유통기간이 3일보다 길어질 경우 과실 품질에 미치는 요인별 영향은 달라질 수 있으므로 장기유통이 불가피한 경우에는 유통기간에 따른 품질변화 연구가 보완되어야 할 것이다.

바) 결론

(1) 저장기술별 적정 저장기간, 소비자 관능과의 관계 및 마케팅 전략

관능평가 지수 5.0을 기준으로 하여 저장 후 3일간 유통되는 '쓰가루' 사과의 저온저장 한계기간을 평가해 보면, 2003년도 수확한 과실의 경우 저온저장사과는 상온유통을 전제로 한다면 1개월에 불과하지만, 저온유통을 전제로 하게 되면 2개월로 판단된다. CA저장 사과는 저장 3개월까지 조직감, 신맛, 종합식미 관능품질지수가 5.0 이상으로 나타났으나 4개월 저장시 품질이 급격히 떨어지는 것으로 나타났고 품질저하는 상온유통시 더욱 심한 것으로 평가되어 CA저장사과의 저장한계기간은 상온유통을 전제로 할 때는 3개월 미만, 저온유통이 전제될 때는 3.5개월로 보인다.

이에 비해 수확시기를 다소 앞당긴 2004년도 사과는 저온저장할 경우 상온저장에서 1.0-1.5개월, 저온유통에서는 2개월로 예상되며, CA저장에서는 상온유통시 3개월 이상, 저온유통을 전제로 한다면 5개월까지도 저장이 가능할 것으로 평가되었다.

한편, 사과 과실의 관능은 소비자의 연령이나 기호에 따라 다를 수 있음을 고려한다면 수확후 유통관리에 대한 보다 세부적인 분석이 필요하다. 특히 신맛에 대한 국내 소비자의 기호가 연령별로 큰 차이는 있음을 고려한다면, 2개월 저장한 '쓰가루' 사과의 경우, 조직감이 다소 약하고 신맛이 많이 감소한 저온저장 사과는 신맛이 적은 과실을 선호하는 장-노년층 소비자층을 대상으로 출하하고 조직감이 사각사각하고 신맛이 비교적 강하게 느껴지는 CA저장 사과는 젊은 층을 대상으로 판매하는 공격적 마케팅을 구사할 수 있을 것이다.

Table 4-6. Soluble solid concentration and sweetness of ‘Tsugaru’ apples after storage plus three days on the shelf, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)							
Storage method	Shelf temperature	One		Two		Three		Four	
		SSC ^z (°Brix)	S.R. ^y	SSC (°Brix)	S.R.	SSC (°Brix)	S.R.	SSC (°Brix)	S.R.
Air	Room	12.9 b ^x	6.6 a	12.7 a	5.8 a	12.4 c	4.2 b	13.1 a	3.4 a
	7°C	12.3 c	5.4 ab	13.1 a	5.4 a	13.2 b	3.4 b	13.2 a	3.0 a
CA	Room	13.7 a	5.8 ab	13.1 a	4.6 a	13.9 a	4.2 b	13.4 a	1.8 b
	7°C	13.1 b	5.0 b	13.1 a	4.6 a	13.0 b	5.8 a	13.5 a	1.4 b
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)									
Storage method (S)		<0.01**	0.24 ^{NS}	0.39 ^{NS}	0.12 ^{NS}	<0.01**	0.02*	0.19 ^{NS}	<0.01**
Shelf temperature (T)		<0.01**	0.06 ^{NS}	0.39 ^{NS}	0.75 ^{NS}	0.94 ^{NS}	0.41 ^{NS}	0.63 ^{NS}	0.30 ^{NS}
S × T		0.91 ^{NS}	0.69 ^{NS}	0.48 ^{NS}	0.75 ^{NS}	<0.01**	0.02*	0.83 ^{NS}	1.00 ^{NS}

^zSoluble solid concentration.

^yS.R. stands for Sweetness rating.

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P*=0.05.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at *P*≤0.05 or 0.01, respectively.

Table 4-7. Soluble solid concentration and sweetness of ‘Tsugaru’ apples after storage plus three days on the shelf, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)							
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four		Five	
		SSC ^z (°Brix)	S.R. ^y	SSC (°Brix)	S.R.	SSC (°Brix)	S.R.	SSC (°Brix)	S.R.
Air	Room	12.5 a ^x	5.3 a	12.3 a	2.0 b	12.6 a	3.0 b	11.6 b	4.3 a
	7°C	12.1 a	5.3 a	12.7 a	2.7 b	11.9 a	3.0 b	12.3 b	4.0 ab
CA	Room	12.5 a	6.3 a	12.6 a	2.3 b	12.3 a	1.7 c	12.9 a	4.7 a
	7°C	12.4 a	3.3 b	12.8 a	4.0 a	12.4 a	5.7 a	12.6 a	3.0 b
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)									
Storage method (S)		0.56 ^{NS}	0.34 ^{NS}	0.60 ^{NS}	0.06 ^{NS}	0.72 ^{NS}	0.04*	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.48 ^{NS}	<0.01**	0.26 ^{NS}	0.01*	0.22 ^{NS}	<0.01**	0.51 ^{NS}	0.30 ^{NS}
S × T		0.53 ^{NS}	<0.01**	0.70 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.11 ^{NS}	<0.01**	0.09 ^{NS}	1.00 ^{NS}

^zSoluble solid concentration.

^yS.R. stands for Sweetness rating.

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P*=0.05.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at *P*≤0.05 or 0.01, respectively.

Table 4-8. Flesh firmness and texture of 'Tsugaru' apples after storage plus three days on the shelf, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)							
Storage method	Shelf temperature	One		Two		Three		Four	
		Firmness ^z	T.R. ^y	Firmness ^z	T.R.	Firmness ^z	T.R.	Firmness ^z	T.R.
Air	Room	13.7 c ^x	3.8 c	10.3 b	3.8 c	8.2 b	3.0 b	8.2 b	1.4 b
	7°C	14.2 bc	6.6 b	10.0 b	5.4 b	8.4 b	3.4 b	9.9 ab	1.4 b
CA	Room	14.9 ab	8.6 a	14.5 a	6.2 b	13.4 a	5.8 a	10.0 a	3.4 a
	7°C	15.2 a	9.0 a	13.7 a	8.2 a	13.3 a	6.6 a	10.1 a	4.0 a
Source of variation									
$(P > F)$									
Storage method (S)		0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.19 ^{NS}	<0.01**	0.24 ^{NS}	<0.01**	0.93 ^{NS}	0.32 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.53 ^{NS}
S × T		0.78 ^{NS}	<0.01**	0.60 ^{NS}	0.68 ^{NS}	0.78 ^{NS}	0.74 ^{NS}	0.41 ^{NS}	0.53 ^{NS}

^zFirmness was measured using a 5 mm diameter probe (N/ 5 mm Φ).

^yT.R. stands for texture rating.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
^{NS}, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-9. Flesh firmness and texture of 'Tsugaru' apples after storage plus three days on the shelf, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)							
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four		Five	
		Firmness ^z	T.R. ^y	Firmness ^z	T.R.	Firmness ^z	T.R.	Firmness ^z	T.R.
Air	Room	13.9 b ^x	3.3 c	10.7 b	2.7 c	11.2 b	1.0 c	9.3 b	3.0 c
	7°C	13.8 b	4.7 b	11.5 b	3.3 c	10.6 b	1.3 c	9.5 b	2.3 c
CA	Room	15.6 a	7.3 a	15.8 a	5.3 b	11.6 ab	5.0 b	10.8 a	4.3 b
	7°C	15.7 a	7.7 a	15.2 a	6.7 a	12.8 a	6.3 a	11.3 a	7.0 a
Source of variation									
$(P > F)$									
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.89 ^{NS}	0.27 ^{NS}	0.81 ^{NS}	<0.01**	0.54 ^{NS}	<0.01**	0.31 ^{NS}	<0.01**
S × T		0.82 ^{NS}	0.07 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.06 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.65 ^{NS}	<0.01**

^zFirmness was measured using a 5 mm diameter probe (N/ 5 mm Φ).

^yT.R. stands for texture rating.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
^{NS}, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-10. Juice acidity and sourness of 'Tsugaru' apples after storage plus three days on the shelf, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)							
Storage method	Shelf temperature	One		Two		Three		Four	
		Acidity (%)	S.R. ^z	Acidity (%)	S.R.	Acidity (%)	S.R.	Acidity (%)	S.R.
Air	Room	0.28 a ^y	1.0 c	0.23 b	1.4 d	0.18 b	1.8 b	0.14 b	1.4 b
	7°C	0.30 a	6.2 b	0.21 b	3.8 c	0.18 b	3.0 b	0.17 b	1.4 b
CA	Room	0.32 a	7.4 a	0.30 a	5.4 b	0.27 a	5.8 a	0.26 a	3.0 a
	7°C	0.33 a	7.4 a	0.29 a	7.0 a	0.28 a	5.0 a	0.24 a	3.0 a
Source of variation									
<i>(P > F)</i>									
Storage method (S)		0.02*	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.31 ^{NS}	<0.01**	0.17 ^{NS}	<0.01**	0.30 ^{NS}	0.73 ^{NS}	0.74 ^{NS}	1.00 ^{NS}
S × T		0.61 ^{NS}	<0.01**	0.61 ^{NS}	0.426 ^{NS}	0.48 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.03*	1.00 ^{NS}

^zS.R. stands for ousnessn rating.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
^{NS}, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-11. Juice acidity and sourness of 'Tsugaru' apples after storage plus three days on the shelf, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)							
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four		Five	
		Acidity (%)	S.R. ^z	Acidity (%)	S.R.	Acidity (%)	S.R.	Acidity (%)	S.R.
Air	Room	0.20 c ^y	1.7 c	0.13 c	1.0 c	0.06 b	1.8 b	0.05 b	1.0 b
	7°C	0.21 c	3.0 b	0.13 c	1.7 c	0.06 b	3.0 b	0.07 b	1.0 b
CA	Room	0.31 b	4.7 a	0.28 b	5.3 b	0.24 a	4.3 a	0.22 a	3.3 a
	7°C	0.35 a	7.0 a	0.32 a	7.0 a	0.23 a	3.7 a	0.22 a	6.0 a
Source of variation									
<i>(P > F)</i>									
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.08 ^{NS}	<0.35 ^{NS}	0.06 ^{NS}	<0.01**	0.91 ^{NS}	0.28 ^{NS}	0.39 ^{NS}	<0.01**
S × T		0.29 ^{NS}	<0.01**	0.10 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.32 ^{NS}	0.28 ^{NS}	0.29*	<0.01**

^zS.R. stands for sourness rating.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
^{NS}, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-12. Overall taste indices of ‘Tsugaru’ apples after storage plus three days on the shelf, 2003–2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)			
Storage method	Shelf temperature	One	Two	Three	Four
Air	Room	4.60 c ^z	4.60 b	3.40 b	1.40 b
	7°C	6.60 b	5.40 b	3.40 b	1.40 b
CA	Room	8.60 a	5.80 ab	5.80 a	1.80 b
	7°C	8.60 a	7.00 a	6.60 a	3.00 a
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)					
Storage method (S)		<0.01**	0.01*	<0.01**	0.02*
Shelf temperature (T)		0.02*	0.06 ^{NS}	0.53 ^{NS}	0.13 ^{NS}
S × T		0.02*	0.69 ^{NS}	0.53 ^{NS}	0.13 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P*=0.05. NS, *, ** Nonsignificant or significant at *P*≤0.05 or 0.01, respectively.

Table 4-13. Overall taste indices of ‘Tsugaru’ apples after storage plus three days on the shelf, 2004–2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)			
Storage method	Shelf temperature	Two	Three	Four	Five
Air	Room	3.3 c ^z	1.3 c	1.0 b	2.0 c
	7°C	5.0 b	2.7 b	1.0 b	2.0 c
CA	Room	6.7 a	5.0 ab	5.0 a	5.0 b
	7°C	7.0 a	6.3 a	6.7 a	7.0 a
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)					
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.02*	<0.01**	<0.01**	<0.01**
S × T		<0.01**	0.10 ^{NS}	<0.01**	<0.01**

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P*=0.05. NS, *, ** Nonsignificant or significant at *P*≤0.05 or 0.01, respectively.

2) 중생종 ‘홍월’

가) 수확시기 판정

2003년도 본 연구에 사용한 ‘홍월’ 사과는 품종 특성에 따른 수확시기(농진청, 원예연 품종해설표: 9월 중순)에 맞추어 9월 15일 수확하였는데 실제 경북부 지역에서 이루어진 수확시기(9월 10일 전후)에 비해 일주일 정도 늦은 시기에 해당되었다. 수확한 과실의 요오드 반응지수 역시 5.0 ± 0.0 으로(Table 4-14) 일반 사과 품종의 저장용 수확시기 판정지수에 비해서는 극히 늦은 시기였었다. 그러나 요오드 반응 조사 결과의 우려와는 달리 수확시의 과실품질 및 저장 중 품질 및 식미 변화 등을 종합해 볼 때, 2003년도 수확시기는 저장을 위한 적정 수확시기보다 크게 지연되지 않은 것으로 분석되었다.

한편 2004년도에는 수확시기를 1주일 정도 앞당겨 9월 8일 수확하였으나 역시 요오드반응이 전혀 나타나지 않았으며(전분지수 0), 오히려 9월 15일 수확한 2003년도 사과에 비해 과실 경도가 낮은 것으로 조사되었다.

2년간의 수확시 과실품질특성조사를 분석해보면 ‘홍월’ 사과의 성숙은 기상요인에 의해 큰 영향을 받아 수확년도 간 수확시기가 크게 달라질 것으로 판단된다. ‘홍월’ 사과의 성숙과정에서 나타나는 전분지수의 변화 즉 요오드 반응에 의한 발색정도 역시 성숙과정에 돌입하면 짧은 기간에 급격한 변화가 나타나는 것으로 예측되며 이러한 성숙현상의 급격한 진행특성으로 인해 과실의 물리화학적 품질요인도 급격하게 변하는 것으로 판단된다. 따라서 ‘홍월’ 사과의 수확시기를 판단하기 위해서는 예상 수확일자보다 최소한 15일 이전부터 전분지수를 조사하면서 전분지수가 요오드 반응이 급격하게 감소하는 시점에서 바로 수확에 들어가야 할 것으로 판단된다.

또한 만생종 ‘후지’ 사과의 수확적기에 요오드 반응이 매우 약하게 나타나는 것과 마찬가지로 ‘홍월’ 사과가 성숙과정에 돌입하면 짧은 시간에도 요오드 반응이 급격하게 변할 수 있으므로 ‘홍월’ 사과의 수확적기 판단은 요오드반응 조사 결과에만 의존할 것이 아니라 과육 경도를 동시에 조사하여 보다 정확한 시점을 찾아야 할 것이다.

Table 4-14. Quality attributes and physiological aspects of ‘Tsugaru’ apples at harvest in 2003 and 2004 seasons.

Harvest season	Harvest date	Firmness (N/ 5 mm Φ)	SSC ^z (°Brix)	Acidity (%)	Starch index
2003	Sept. 15	13.6±0.56	11.7±0.34	0.30±0.01	0.0±0.0
2004	Sept. 8	11.6±0.50	13.0±0.22	0.30±0.02	0.0±0.0

^zSoluble solid concentration.

Table 4-15. Sensory evaluation ratings of ‘Hongwol’ apples at harvest in 2004.

Harvest season	Harvest date	Sweetness	Texture	Sourness	Overall taste
2003	Sept. 15	6.6±0.4	9.0±0.0	9.0±0.0	9.0±0.0
2004	Sept. 8	9.0±0.0	8.7±0.3	6.0±0.4	8.3±0.4

나) 이화학 품질과 관능평가와의 상관: 2-3 년차 연구결과

중생종 ‘홍월’ 품종에서 당함량은 단맛과 상관관계를 보이지 않았으나 특이하게도 조직감, 신맛 및 종합식미와는 높은 상관관계를 보였다(Tables 4-16, 4-17). 한편 경도와 산함량에 상응하는 관능요인인 조직감 지수와 신맛 지수와의 상관계수는 0.94와 0.91로 고도의 유의성을 보였다. 관능요인 중에서는 조직감과 전체식미 간 높은 상관($r=0.94$; $P<0.01$)을 보여 경도측정 수치나 조직감 평가만으로도 전체식미를 예측할 수 있는 것으로 해석되었다.

저장기간 중 조사된 이화학 품질인자와 해당 관능과의 회귀 분포를 보면 (Fig. 4-4, 4-5) 경도와 산함량의 변화에 따른 관능지수의 변화가 나쁨(poor and not acceptable)에서 우수(excellent) 수준까지 폭넓게 나타나고 회귀곡선의 결정계수도 매우 높아 두 이화학적 인자는 저장기간 중 소비자 품질 반영 요소로 활용될 수 있음을 보여주었다. 회귀곡선에 따라 소비자 관능지수 5.0(acceptable) 이상을 위해서 요구되는 ‘홍월’ 사과와 산함량은 각각 10N/Φ 5mm(2003년도 10.3, 2004년도 10.2)와 0.20%(2003년도 0.25, 2004년도 0.21) 이상의 수준인 것으로 분석되었다.

‘홍월’ 사과의 관능 적합수준에 해당하는 최저 경도 요구점 10N/Φ 5mm는 ‘쓰가루’ 사과의 12.0-13.0N/Φ 5mm나 ‘후지’ 품종의 10.5-11.0N/Φ 5mm 수준에 비해 상대적으로 낮은 것으로 평가되었다. ‘Golden Delicious’와 ‘Gala’ 품종의 적정 관능품질을 위한 최저 경도는 직경 11mm probe로 측정시 각각 44N 및 56N이라고 하였는데(Hoehn 등, 2003) 경도 측정시 사용한 probe의 직경이 달라 본실험에서 조사된 data와 직접적인 비교는 어려운 것으로 생각된다. 최저 산함량 0.2%는 NFRI, Japan(1985)에서 사과의 품질기준으로 제시한 0.2%와 동일한 수준인 반면, ‘Golden Delicious’ 품종 신맛의 적합수준에 해당하는 0.32%(Hoehn 등, 2003)에 비해서는 매우 낮은 수준인 것으로 나타나 사과의 신맛에 대한 요구수준은 품종이나 평가집단의 취향에 따라 다른 것으로 추정된다.

신맛 관능 5.0에 해당하는 산함량 요구수준은 0.22-0.24%로 ‘쓰가루’ 사과에서의 0.28%에 비해 조금 낮은 것으로 조사되었다.

Table 4-16. Correlation coefficients among physicochemical attributes and sensory ratings estimated during four month storage of 'Hongwol' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2003-2004.

Attributes	SSC (%)	Acidity (%)	Ratio of SSC/acid	Texture	Sweetness	Sourness	Overall taste
Firmness (N)	0.81**	0.94**	-0.86**	0.94**	-0.05 ^{NS}	0.92**	0.85**
SSC (%)	1.00	0.76**	-0.59*	0.697*	0.05 ^{NS}	0.65*	0.65*
Acidity (%)		1.00	-0.94**	0.90**	-0.07 ^{NS}	0.91**	0.83**
Ratio of SSC/acid			1.00	-0.84**	0.15 ^{NS}	-0.85**	-0.75**
Texture				1.00	-0.03 ^{NS}	0.92**	0.94**
Sweetness					1.00	-0.33 ^{NS}	0.18 ^{NS}
Sourness						1.00	0.78**

^{NS}, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-17. Correlation coefficients among physicochemical attributes and sensory ratings estimated during four month storage of 'Hongwol' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2004-2005.

Attributes	SSC (%)	Acidity (%)	Texture	Sweetness	Sourness	Overall taste
Firmness (N)	0.69**	0.73**	0.88**	0.30 ^{NS}	0.76**	0.84**
SSC (%)	1.00	0.75**	0.81**	0.12 ^{NS}	0.69**	0.82**
Acidity (%)		1.00	0.83**	0.16 ^{NS}	0.82**	0.84**
Texture			1.00	0.36 ^{NS}	0.86**	0.99**
Sweetness				1.00	0.03 ^{NS}	0.40 ^{NS}
Sourness					1.00	0.85**

^{NS}, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

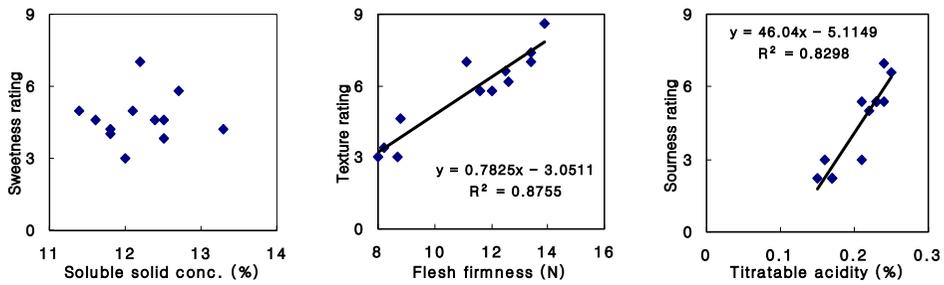


Fig. 4-4. Relationship between physicochemical attributes and sensory evaluation ratings estimated during four month storage of 'Hongwol' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2003-2004.

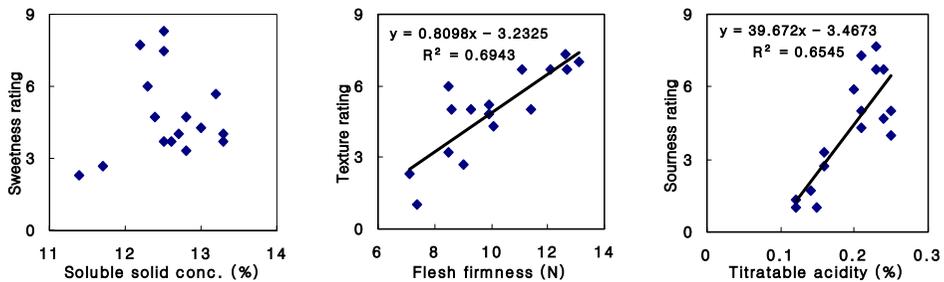


Fig. 4-5. Relationship between physicochemical attributes and sensory evaluation ratings estimated during four month storage of 'Hongwol' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2004-2005.

다) 저장방법별 이화학 품질과 관능의 변화

(1) 1년차 연구결과

2002년도 9월 23일에 수확한 '홍월' 사과는 10일간 단기간 보관 시에는 저장방법에 따라 품질변화 차이가 뚜렷하게 나타났으나 3개월 저장 후에는 저온저장과 CA저장 과실간 품질의 차이가 없었다(Table 4-18). 이는 당해연도 수확 및 저장개시시기가 늦은데다 '홍월' 품종의 저장력이 약하여 CA 저장기술을 적용하더라도 일정기간이 경과하면 CA 저장의 품질유지 효과가 뚜렷하게 나타나지 않기 때문인 것으로 풀이된다. 홍 등(1996)의 연구결과에서는 '홍월' 품종의 상온유통기간은 10일, 저온저장 한계기간은 40 ± 5 일로 제시한 점으로 미루어 비교적 저장력이 약한 것으로 추정된다.

식미 지수를 보면 저온저장 10일 사과에서 이미 상품성 판단기준 5점 미만으로 나타나 홍월의 저온저장 혹은 CA저장 기간 중 적정수준의 품질유지를 위해서는 수확시기의 조정 등이 필요한 것으로 판단된다.

Table 4-18. Changes in fruit quality of 'Hongwol' apples at harvest and after storage at 0°C in 2002-2003 season.

Storage		Flesh firmness	SSC (%)	Acidity	Taste index
Period	Method ^z	(N/ 5 mm Φ)		(%)	
0 (at harvest)	None	13.4 \pm 0.4	12.8 \pm 0.5	0.27 \pm 0.02	-
10 days	Common	8.8 b ^y	12.0 a	0.19 ab	4.1 a
	Refrigerated	9.6 ab	12.6 a	0.18 b	4.8 ab
	CA	11.1 a	12.3 a	0.24 a	6.5 a
<i>P</i> > F		0.022*	0.667 ^{NS}	0.090 ^{NS}	0.093 ^{NS}
3 months	Refrigerated	9.6	13.5	0.12	-
	CA	9.6	13.4	0.12	-
<i>P</i> > T		0.928 ^{NS}	0.550 ^{NS}	0.709 ^{NS}	

^zCommon storage, at ambient temperature between 15-23°C; refrigerated storage, at 0.0 \pm 0.5°C; CA, under 2.0-3.0% O₂ + 1.0-1.5% CO₂ at 0°C.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P*=0.05. ^{NS}, *Nonsignificant or significant at *P* \leq 0.05, respectively.

(2) 2-3년차: 이화학 품질과 관능의 변화 양상

당함량은 저온저장 사과의 경우, 2003-04년도에는 저장 2개월에서 3개월 사이 감소하고 이후 4개월까지는 큰 변화가 없었으며 2004-05년도에는 3개월 이후 당함량이 감소하였다(Tables 4-19, 4-20). CA저장 사과는 이와는 달리 저장 기간 중 오히려 증가하거나 감소폭이 작은 경향을 보여 저장기간 전반을 통해 CA 저장사과의 당함량이 저온저장사과에 비해 높게 유지되었다.

단맛 평가지수는 당함량과 상관없이 저장 2-3개월 후에는 저온저장 사과에서 높게, 저장 4개월 후에는 CA저장 사과에서 높았다. 저장기간별 단맛 지수의 변화는 저온저장 2-3개월 사이에 큰 폭으로 감소하는 반면, CA저장에서는 큰 변화를 보이지 않았다. 2004년도 사과의 경우 저온저장 2-3개월 사이에 당함량으 증가하지 않았으나 단맛이 크게 증가한 것으로 나타났는데 이는 신맛의 변화 및 CA 사과와의 상대적인 평가가 반영된 것으로 보인다.

2003년 저장 2개월 및 2004년 저장 3개월 후 저온저장 사과의 당함량이 CA저장 사과의 당함량에 비해 낮거나 비슷한데도 불구하고 단맛 지수는 저온저장 사과에서 높게 나타난 점, CA저장-저온유통 사과에서 당함량은 비슷하거나 감소하는데 단맛 지수는 오히려 높게 나타난 것은 단맛의 인지가 당함량 뿐 아니라 산함량의 영향을 동시에 받기 때문인 것으로 해석된다. 한편 저장방법

간 당함량과 단맛의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않은 결과는 다른 사과 품종의 저장에서도 보고된 바 있다(Saftner 등, 2002).

과육 경도는 저온저장시 2개월 이후 지속적으로 감소하였으나 CA저장 사과에서는 감소가 늦게 나타나 저장 2-3개월 사이에는 감소하지 않다가 3-4개월 사이에서 감소하였고, 저온저장한 사과보다 CA저장 사과에서 유의적으로 경도가 높았다(Tables 4-21, 4-22). 조직감 평가지수는 2003-04 저온저장 사과에서 저장 2개월-3개월 사이에 5.0 이하로 떨어진 반면 CA저장 사과는 4개월까지도 7.0 수준을 유지하였다. 2004-05년도에는 조직감 저하가 빨라 저온저장 사과는 저장 2개월에 이미 5.0보다 낮은 수준으로 저하되었고 CA저장-상온유통 사과는 저장 2개월 이후 4개월까지 5.0 수준에 머물고 CA저장-저온유통시에는 저장 4개월까지 6.0 수준을 유지하였다. 이러한 연도별 차이는 2004년도 성숙기에 접어들면서 기온의 상승으로 인한 경도의 급격한 감소 때문인 것으로 분석되었다.

산함량은 저장 2개월후 이미 수확시에 비해 많이 감소하였고 감소폭은 저온저장 사과에서 크게 나타났다. 이후 저장기간 중에는 과육경도 변화와 비슷한 경향을 보여 저장 2개월-4개월 사이 저온저장 과실에서는 지속적으로 감소한 반면 CA저장 사과에서는 저장 2개월이후 거의 감소하지 않고 저장기간 전반에 걸쳐 높게 유지되었다(Tables 4-23, 4-24).

신맛 평가지수는 저온저장의 경우 저장 2개월이 경과하면서 상온유통시에는 3.0 이하로 적합수준보다 낮았으며 저온유통 사과도 2003년도에는 5.4, 2004년도에는 3.3을 보였다. CA저장 사과는 2003년도에 저장 2개월까지는 7.0 수준으로 우수한 관능을 보이다가 3개월-4개월에는 5.0-5.4 수준으로 큰 변화 없이 적합한 관능이 유지되었으나 2004년도에는 저장 2개월 후에 5.0 수준으로 저하되었고 이후 큰 변화를 보이지 않았다. 예외적으로 2004년도 CA저장-저온유통 사과의 신맛 지수가 저장 2개월 후 5.0에서 저장 3개월 후에는 7.0으로 높아지는 결과를 보였는데 이는 2004년도 수확한 과실의 특성 변이가 심했기 때문인 것으로 판단된다.

종합식미의 변화는 연도간 차이가 크게 나타나 2003-04년도에는 저온사과의 식미가 저장 3개월까지 5.0 수준을 유지했던 반면, 2004-05년도에는 저장 2개월 후 이미 4.0 이하로 떨어지는 차이를 보였다. CA저장 사과 역시 2004-05년도에 식미의 저하가 빨리 나타나 CA저장-상온유통시에는 저장 2개월 후 이미 5.0 수준까지 저하되었다. 그러나 CA저장 사과는 저장 2개월 후에 식미 저하가 거의 일어나지 않는 특성을 보여 저장 4개월까지 5.0 수준이 유지되었다. CA저장-저온유통 사과는 저장 3개월까지 식미 7.0 수준을 유지하였고 저장 4개월 후에도 2003-04년도에는 6.6, 2004-05년도에는 5.0을 보였다.

이화학 품질요인과 관능지수 변화 양상을 종합해 보면, '홍월' 사과의 CA저장 효과는 2개월 후부터 뚜렷하게 나타나 과육 경도, 산함량 및 해당 관능평

가지수와 종합식미가 높게 유지되었다.

CA저장의 효과는, 2003-04년도 4개월 저장 직후 과실과 3일 유통 후 과실을 비교한 panel 집단의 견해에서 보다 잘 나타난다(자료 미제시). 이화학적 품질인자 및 관능의 우수성은 저장 직후에도 CA저장 사과가 저온저장 사과에 비해 높았고 그 차이는 유통 3일후까지 유지되었다. 특히 저온저장 사과에서 분질화가 일어난 것과는 달리 CA저장 사과는 사각사각한 조직감(crispness)이 매우 우수하였다. CA저장 사과가 보여주는 이화학적 품질인자와 관능평가의 우수성은 'Gala' 품종을 대상으로 조사한 결과(Saftner 등, 2002)와 일치하는 경향이였다.

라) 저장방법과 유통온도 영향의 요인분석

저장방법과 유통온도가 이화학적 품질인자 변화에 미치는 영향을 요인분석해 보면, 당함량, 경도 및 산함량에 대해 저장방법이 저장기간 전반에 걸쳐 유의성있는 영향을 미쳤다(Tables 4-19~4-24). 다만 2003년도 2개월, 2004년도 3개월 당함량의 경우에는 저장방법 간 유의성이 없었다. 이에 비해, 저장 후 유통온도의 영향은 사과의 경도에 다소 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

관능평가 지수에 미치는 두 요인의 영향도 이화학적 품질인자에서와 마찬가지로 저장방법의 영향이 저장기간 전반을 통해 조직감과 신맛에 고도의 유의성을 보였다. 유통온도는 2003년도 저장 2개월 및 2004-05년도 전체적인 조직감과 2003년도 2개월 및 2004년도 3개월 후 신맛에 유의수준에서의 영향을 미쳤다. 단맛은 2003년도 2개월 및 2004-05년도 3, 4개월 사과에서만 저장방법에 따라 차이가 있었고 유통온도의 영향은 나타나지 않았다.

종합식미도 다른 관능지수와 마찬가지로 저장방법에 따른 차이가 뚜렷하게 나타나 저장기간 전반에 걸쳐 고도의 유의수준을 보였다(Tables 4-26, 4-27). 종합식미에 미치는 유통온도의 영향은 저장방법과 저장기간에 따라 다르게 나타났는데, 저온저장 사과에서는 유통온도의 영향이 미미한 반면 CA저장에서는 저온유통 사과의 식미가 높은 경향이었고 특히 2003년도 저장 2개월 후와 2004년도 2-3개월에는 저온유통의 효과가 뚜렷하였다.

이처럼 '홍월' 사과의 저장-유통 후 품질은 전반적으로 볼 때 유통환경보다는 저장방법의 영향을 크게 받는 것으로 조사되었다. 그러나 저장기간별, 품질평가 요소별로 분석해보면, 3개월 혹은 저장기간 전반에 걸친 사과의 경도와 조직감, 2개월 저장 사과의 신맛 등은 유통온도의 영향을 받아 그 차이가 인지되므로 저온유통 시스템을 적용하는 편이 다소라도 소비자 관능에 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 CA저장기술을 적용하여 저장한계기간이 5개월 이상으로 연장되어 출하시기가 2월 이후가 되는 경우에는 상온유통시 과실이 높은 온도에 노출될 위험성이 있고 그에 따른 급격한 품질 저하 현상 등이 발생할 수 있

으므로 유통기간을 3일 이상으로 책정하려면 그에 대한 연구가 보완되어야 할 것이다. 즉, 상온유통시한은 출하시점에 따라 달라지는데, 일례로 CA저장 ‘후지’ 사과와 비교한 경우, 4월 중순 출하한 사과의 상온유통시한은 20-25일까지 가능하지만 상대적으로 기온이 높은 5월 중순에 출하한 사과는 10일 정도에 불과하다고 하였다(RDA, 2004a).

마) ‘홍월’ 사과의 저장방법에 따른 저장한계기간 설정

본 실험결과를 종합해 볼 때, 보편적인 국내 유통 시스템 하에서 ‘홍월’ 사과의 관능평가품질인 종합식미 평가지수 5.0 수준을 기준으로 본 저장한계기간은 저온저장 사과는 2003-04년도의 경우 유통온도에 관계없이 3개월, 2004-05년도에는 그보다 짧은 2개월 미만으로 평가되었다. 그러나 2004년도 과실의 경우 2003년도와는 달리 저온유통시 관능지수가 다소 높게 나타나 적정 수확시기를 선택한다면 저온유통에 의한 저장기간 연장이 가능할 것으로 추정되었다. CA저장 사과는 2004년도 과실의 식미저하가 다소 빠르긴 했으나 모두 4개월 이상으로 판단된다.

바) 연구결과의 해석

4개월 저장기간 전반을 통해 분석한 ‘홍월’ 사과의 이화학적 품질 및 관능은 저장방법에 따라 뚜렷한 차이를 보인 반면 저장 후 3일 유통기간 중 온도 차이에 의해서는 크게 영향을 받지 않는 것으로 평가되었다. 따라서 고품질의 과실을 소비자에게 전달하기 위해서는 저장 후 유통환경의 관리보다는 그 이전 단계인 저장방법의 개선 및 환경 조절에 중점을 두어야 할 것이다. 그러나 4개월 저장사과에서 유통온도가 3일 동안이라는 짧은 기간에는 품질변화에 영향을 미치지 않는다 하더라도 유통기간이 길어질 때에는 유통환경의 영향이 어떻게 나타날지에 대해 세부적인 연구가 추가되어야 할 것으로 판단된다.

또한 본 실험에 사용한 ‘홍월’ 사과의 수확시기가 다소 늦은 점을 감안할 때, 수확시기를 빠르게 할 경우에는 보다 오랜 기간 저장이 가능한 것으로 추정되며, 저장기간이 길어져 출하시기의 기온이 상승할 경우에는 저온유통에 의한 품질유지효과가 있을 것으로 예상되며, 저온유통을 전제로 한 한계저장기간 역시 연장될 것으로 추정이 가능하다.

Table 4-19. Soluble solid concentration and sweetness of 'Hongwol' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four	
		SSC ^z (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating
Air	20°C	12.2 a ^y	7.0 a	11.4 b	5.0 a	11.6 c	4.6 ab
	7°C	12.4 a	4.6 b	11.8 b	4.6 a	11.8 bc	4.2 ab
CA	20°C	12.0 a	3.0 c	12.1 b	5.0 a	12.5 ab	3.8 b
	7°C	12.5 a	4.6 b	13.3 a	4.2 a	12.7 a	5.8 a
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)							
Storage method (S)		0.97 ^{NS}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	0.66 ^{NS}	<0.01 ^{**}	0.49 ^{NS}
Shelf temperature (T)		0.11 ^{NS}	0.18 ^{NS}	0.01 [*]	0.20 ^{NS}	0.42 ^{NS}	0.18 ^{NS}
S × T		0.58 ^{NS}	<0.01 ^{**}	0.17 ^{NS}	0.66 ^{NS}	0.95 ^{NS}	0.05 [*]

^zSoluble solid concentration.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P*=0.05.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at *P*≤0.05 or 0.01, respectively.

Table 4-20. Soluble solid concentration and sweetness of 'Hongwol' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four	
		SSC ^z (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating
Air	Room	12.4 a ^y	4.7 ab	12.2 a	7.7 a	11.7 b	2.7 a
	7°C	12.5 a	3.7 b	12.5 a	7.5 a	11.4 b	2.3 a
CA	Room	13.0 a	4.3 ab	12.6 a	3.7 b	13.3 a	3.7 a
	7°C	13.2 a	5.7 a	12.8 a	4.7 b	12.7 a	4.0 a
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)							
Storage method (S)		0.04 [*]	0.10 ^{NS}	0.32 ^{NS}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	0.02 [*]
Shelf temperature (T)		0.62 ^{NS}	0.73 ^{NS}	0.44 ^{NS}	0.41 ^{NS}	0.17 ^{NS}	1.00 ^{NS}
S × T		0.92 ^{NS}	0.02 [*]	0.78 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.57 ^{NS}	0.55 ^{NS}

^zSoluble solid concentration.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P*=0.05.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at *P*≤0.05 or 0.01, respectively.

Table 4-21. Flesh firmness and texture of ‘Hongwol’ apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four	
		Firmness (N/5 mm Φ)	Texture rating	Firmness (N/5 mm Φ)	Texture rating	Firmness (N/5 mm Φ)	Texture rating
Air	20°C	11.6 b ^z	5.8 c	8.2 c	3.4 c	8.0 b	3.0 b
	7°C	12.6 ab	6.2 bc	8.8 c	4.6 b	8.7 b	3.0 b
CA	20°C	13.4 ab	7.4 ab	11.1 b	7.0 a	12.0 a	7.0 a
	7°C	13.9 a	8.6 a	13.4 a	7.0 a	12.5 a	7.0 a
Source of variation (P > F)							
Storage method (S)		0.02*	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.18 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.02*	0.05*	0.34 ^{NS}	.
S × T		1.00 ^{NS}	0.38 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.05*	0.81 ^{NS}	.

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$. NS, *, **Nonsignificant or significant at $P\leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-22. Flesh firmness and texture of ‘Hongwol’ apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four	
		Firmness (N/5 mm Φ)	Texture rating	Firmness (N/5 mm Φ)	Texture rating	Firmness (N/5 mm Φ)	Texture rating
Air	Room	9.0 c ^z	2.7 c	8.5 b	3.2 c	7.4 b	1.0 c
	7°C	10.1 bc	4.3 b	9.9 ab	4.8 b	7.1 b	2.3 b
CA	Room	11.4 b	5.0 b	9.9 ab	5.2 b	8.6 a	5.0 a
	7°C	13.1 a	7.0 a	11.1 a	6.7 a	8.5 a	6.0 a
Source of variation (P > F)							
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	0.02*	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.02*	<0.01**	0.02*	<0.01**	0.55 ^{NS}	<0.01**
S × T		0.67 ^{NS}	0.54 ^{NS}	0.98 ^{NS}	0.71 ^{NS}	0.84 ^{NS}	<0.01**

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$. NS, *, **Nonsignificant or significant at $P\leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-23. Juice acidity and sourness of 'Hongwol' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four	
		Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating
Air	20°C	0.21 a ^z	3.0 c	0.15 b	2.2 b	0.17 b	2.2 b
	7°C	0.21 a	5.4 b	0.16 b	3.0 b	0.17 b	2.2 b
CA	20°C	0.24 a	7.0 a	0.22 a	5.0 a	0.24 a	5.4 a
	7°C	0.25 a	6.6 ab	0.23 a	5.4 a	0.23 a	5.4 a
Source of variation ($P > F$)							
Storage method (S)		0.04*	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.79 ^{NS}	0.03*	0.22 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.95 ^{NS}	1.00 ^{NS}
S × T		1.00 ^{NS}	0.01**	0.80 ^{NS}	0.66 ^{NS}	0.46 ^{NS}	1.00 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-24. Juice acidity and sourness of 'Hongwol' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Two		Three		Four	
		Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating
Air	Room	0.16 b ^z	2.7 c	0.15 b	1.0 c	0.12 b	1.0 b
	7°C	0.16 b	3.3 c	0.14 b	1.7 c	0.12 b	1.3 b
CA	Room	0.24 a	4.7 b	0.20 a	5.0 b	0.21 a	5.0 a
	7°C	0.25 a	5.0 a	0.21 a	7.3 a	0.21 a	4.3 a
Source of variation ($P > F$)							
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.50 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.74 ^{NS}	<0.01**	0.68 ^{NS}	0.54 ^{NS}
S × T		0.18 ^{NS}	0.76 ^{NS}	0.42 ^{NS}	0.13 ^{NS}	0.68 ^{NS}	0.06 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-25. Overall taste indices of 'Hongwol' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)		
Storage method	Shelf temperature	Two	Three	Four
Air	20°C	6.6 b ^z	5.0 b	3.4 b
	7°C	5.4 b	4.6 b	3.4 b
CA	20°C	6.6 b	7.0 a	5.8 a
	7°C	8.2 a	7.0 a	6.6 a
Source of variation ($P > F$)				
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.64 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.36 ^{NS}
S × T		<0.01**	0.33 ^{NS}	0.36 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-26. Overall taste indices of 'Hongwol' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)		
Storage method	Shelf temperature	Two	Three	Four
Air	Room	3.0 c ^z	3.3 c	1.0 b
	7°C	3.7 c	4.7 b	1.0 b
CA	Room	5.0 b	5.2 b	5.0 a
	7°C	7.0 a	7.0 a	5.0 a
Source of variation ($P > F$)				
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		<0.01**	<0.01**	.
S × T		0.06 ^{NS}	0.50 ^{NS}	.

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

3) 만생종 ‘후지’

가) ‘후지’ 사과 저장을 위한 수확시기 판정

‘후지’ 사과는 만생종으로 성숙시기는 조생종이나 중생종 품종에 비해 재배기간 중 기상조건의 영향을 적게 받는 편이다. 연구결과에 따르면 ‘후지’ 사과는 만개후 170-185일 사이에 성숙단계에 도달하는 것으로 보고되어 있으며 (RDA, 2005), 지역에 따라 만개기의 차이만큼 수확예정시기도 다를 수 있다 (Table 4-27). 그러나 기상조건이 비슷한 지역에서는 연도별 차이를 두지 않고 날짜를 기준으로 삼아도 큰 무리 없이 수확시기를 예측할 수 있다.

경북 지역의 사과 수확은 저장·출하계획에 따라 장기저장용은 10월 20-25일 사이, 단기저장용은 10월 25일-11월 5일까지 수확기간을 넓게 잡고 있다. 2002-2005년 3년에 걸쳐 수확일자별로 조사한 전분지수는 10월20일 이후 대부분 0에 가까운 수준으로 떨어짐으로써 장기저장용 과실의 전분지수 2.0에 도달하는 시기는 그 이전인 10월 15일경으로 추정되었다. ‘후지’ 사과의 장기저장을 계획할 경우, 저장기간 중 품질변화와 CA저장장해 발생 경향 등을 고려하면 적정 수확일자는 10월 15-20일 사이가 적합한 것으로 판단되었다.

Table 4-27. 경북지역 평균 만개기에 따른 예측수확시기

지역	만개기	수확기 예측
안동	4월 30일±3일	10월 14일-11월 4일
군위	4월 28일±3일	10월 12일-11월 2일
청송	5월 2일±3일	10월 16일-11월 6일

Table 4-28. Quality attributes and physiological aspects of ‘Fuji’ apples at harvest during three harvest seasons, 2002-2004.

Harvest season	Harvest date	Firmness (N/ 5mm ●)	SSC ^z (°Brix)	Acidity (%)	Starch index	Watercore index
2002	Oct. 25	12.2±0.3	13.5±0.2	0.27±0.01	0.5±0.05	2.5±0.10
2003	Oct. 15	12.2±0.3	12.6±0.3	0.29±0.01	1.5±0.11	0.6±0.15
	Oct. 20	14.0±0.1	14.3±0.4	0.40±0.03	0.7±0.07	0.8±0.28
2004	Oct. 16	12.1±0.4	14.4±0.4	0.40±0.02	1.7±0.06	1.1±0.15

^zSoluble solid concentration.

나) 이화학적 품질과 관능평가와의 상관

당함량은 2003-2004년도의 경우 단맛 및 관능요인과 비교적 높은 상관관계를 보였으나(Table 4-27), 2004-2005년도에는 당함량은 관능평가와 상관을 보이지 않았다(Table 4-28). 또한 당함량 차이에 따른 단맛 지수의 폭이 비교적 좁게 나타남으로써(Fig. 4-6, 4-7), 당함량의 변화를 근거로 소비자 관능 기준선을 설정하여 저장한계기간설정의 지표로 삼기에는 다소 미흡한 것으로 판단되었다.

경도-조직감 지수 및 산함량-신맛 지수 간 상관계수는 각각 0.94, 0.81로 고도의 유의성을 보였고 조직감은 전체 식미를 그대로 반영한다고 할 정도의 높은 상관($r=0.96, 0.96; P<0.01$)을 보였다(Tables 4-27, 4-28).

또한 저장 기간 중 경도와 산함량의 변화가 관능지수로는 나쁨(poor and not acceptable)에서 우수(excellent) 수준까지 폭넓게 나타나고(Fig. 4-6, 4-7) 회귀곡선의 결정계수도 매우 높았다. 이러한 결과는 ‘쓰가루’와 ‘홍월’ 품종의 저장품질 분석 결과와 동일한 것으로, 경도와 산함량의 변화 양상을 분석함으로써 소비자 품질 차원에서의 저장기간 설정 및 유통온도 조건을 제시하는데 활용될 수 있음을 보여주었다.

회귀방정식에 따라 계산한, 소비품질관능한계점 5.0(consumer's acceptable level)에 대응하는 ‘후지’ 사과의 경도와 산함량은 각각 10.5N/5mm Φ 와 0.2% 수준인 것으로 평가되었다.

Table 4-29. Correlation coefficients among physicochemical attributes and sensory ratings estimated during four month storage of ‘Fuji’ apples under refrigerated-air and CA conditions, 2003-2004.

Attributes	Firmness (N)	SSC (%)	Acidity (%)	Ratio of SSC/acid	Texture	Sweetness	Sourness	Overall taste
Firmness (N)	1.00	0.66*	0.84**	-0.76**	0.94**	-0.09 ^{NS}	0.90**	0.89**
SSC (%)		1.00	0.88**	-0.69*	0.80**	0.62*	0.71**	0.83**
Acidity (%)			1.00	-0.91**	0.88**	0.27 ^{NS}	0.81**	0.92**
Ratio of SSC/acid				1.00	-0.73**	-0.05 ^{NS}	-0.65*	-0.80**
Texture					1.00	0.22 ^{NS}	0.90**	0.96**
Sweetness						1.00	0.09 ^{NS}	0.26 ^{NS}
Sourness							1.00	0.83**
Overall taste								1.00

NS, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-30. Correlation coefficients among physicochemical attributes and sensory ratings estimated during four month storage of 'Fuji' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2004-2005.

Attributes	Firmness (N)	SSC (%)	Acidity (%)	Texture	Sweetness	Sourness	Overall taste
Firmness (N)	1.00	0.26 ^{NS}	0.92 ^{**}	0.90 ^{**}	-0.53 ^{NS}	0.85 ^{**}	0.87 ^{**}
SSC (%)		1.00	0.17 ^{NS}	0.08 ^{NS}	-0.14 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.08 ^{NS}
Acidity (%)			1.00	0.88 ^{**}	-0.52 ^{NS}	0.96 ^{**}	0.88 ^{**}
Texture				1.00	-0.53 ^{NS}	0.87 ^{**}	0.93 ^{**}
Sweetness					1.00	-0.62 ^{NS}	-0.31 ^{NS}
Sourness						1.00	0.87 ^{**}
Overall taste							1.00

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

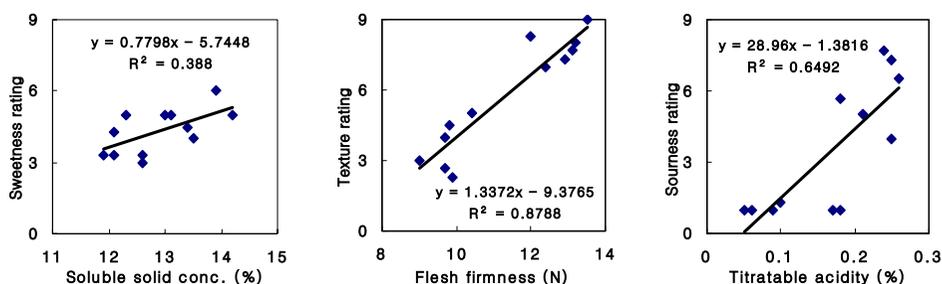


Fig. 4-6. Relationship between physicochemical attributes and sensory evaluation ratings estimated during four month storage of 'Fuji' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2003-2004.

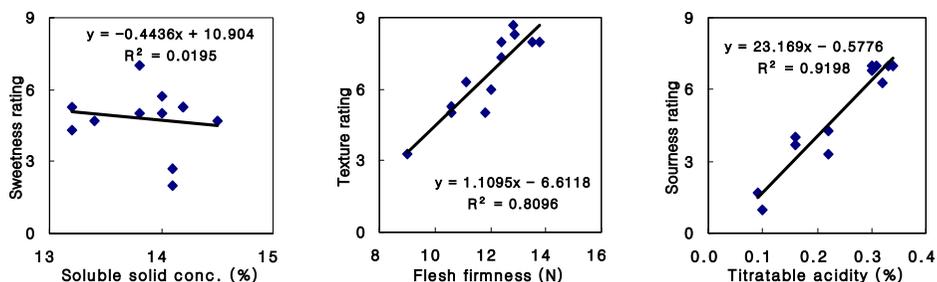


Fig. 4-7. Relationship between physicochemical attributes and sensory evaluation ratings estimated during four month storage of 'Fuji' apples under refrigerated-air and CA conditions, 2004-2005.

다) 저온 저장 '후지' 사과 품질 변화: 1년차 연구, 2002-2003

(1) 이화학적 품질요인의 변화

'후지' 사과의 저온저장 중 이화학적 품질요인 중 경도와 산함량은 저장 7개월까지 일정비율로 감소하는 추세를 보였고 당함량은 저장 6개월이 경과하면 서 약간 감소하는 것으로 조사되었다 (Fig. 4-8). 품질요인의 이러한 변화추세는 기존의 연구결과(홍 등, 1995)와 비교적 일치하는 것으로 판단되었다.

(2) 저온저장 중 관능의 변화

'후지' 사과의 관능조사 결과, 식미인지도 및 상품성판단지표로써 적합한 수준으로 설정한 5점에 도달하는 시기는, 조직감과 당함량은 5개월, 산함량은 4개월 후였고 전체적인 식미는 6개월 후인 것으로 조사되었다(Fig. 4-9).

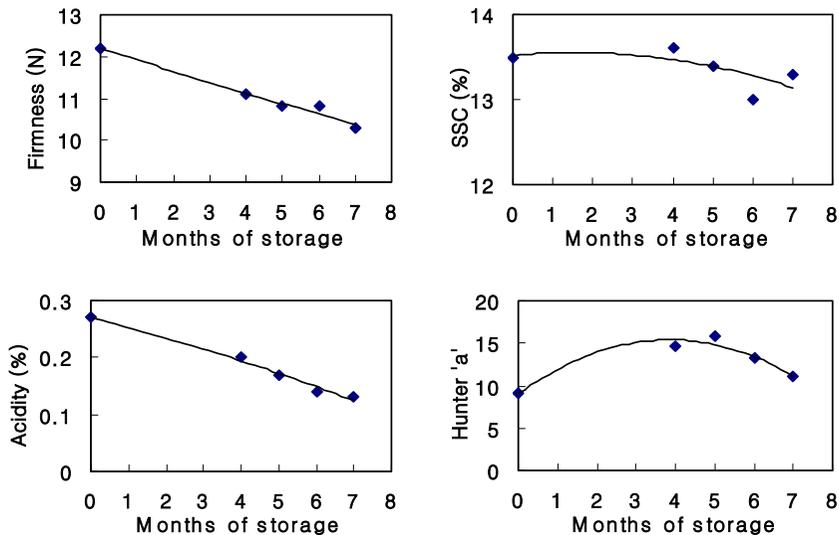


Fig. 4-8. Changes in quality attributes during refrigerated storage of 'Fuji' apples at 0°C in 2002-2003 season.

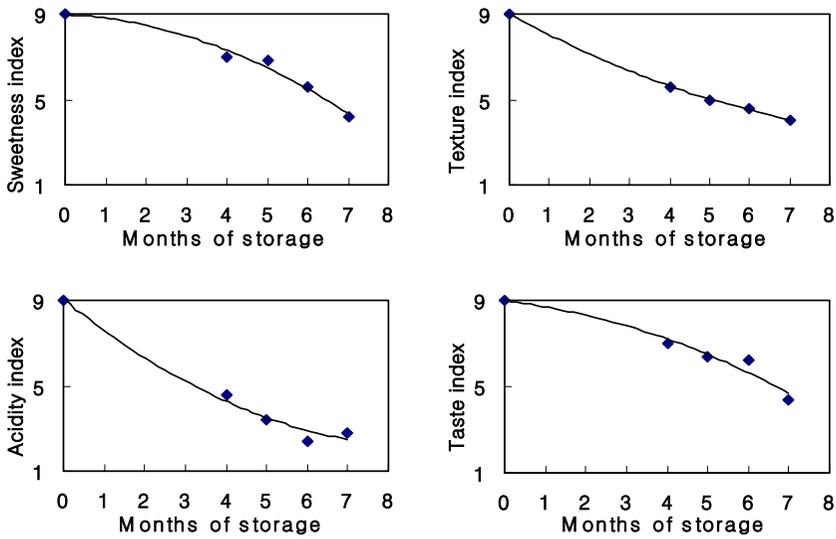


Fig. 4-9. Changes in sensory evaluation indices of 'Fuji' apples during refrigerated storage at 0°C in 2002-2003 season.

(3) 중량감소 등 경제적 요인의 변화

'후지' 사과의 중량감소는 저장 4개월-6개월까지는 3.8% 수준을 유지하다가 저장 7개월에 5% 수준으로 급증하는 경향이였다(Fig. 4-10). 또한, 8개월 저온저장 후 조사한 과실에서는 부패발생률이 25% 이상으로 증가하여(자료 미제시) 품질을 고려하지 않는다고 해도 저온저장 6개월 이후에는 경제적 손실요인이 급격하게 증가하는 것으로 판단되었다.

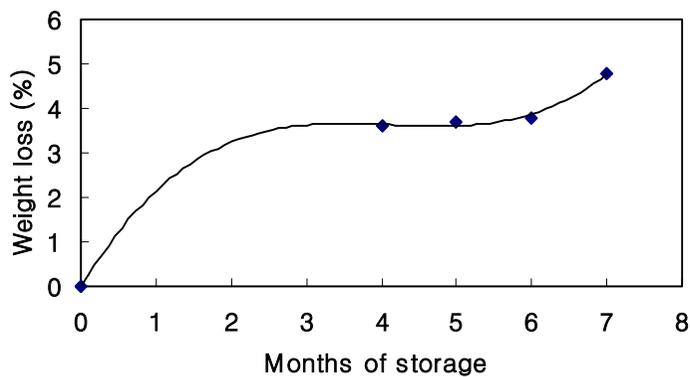


Fig. 4-10. Changes in weight loss during refrigerated storage of 'Fuji' apples, 2003-2003.

라) 저온저장 및 CA저장 ‘후지’ 사과 품질 비교

- 2002년도 수확한 ‘후지’ 사과의 저온 및 CA저장 후 품질평가

2002년에 수확하여 5.5개월 및 8개월 저장한 ‘후지’ 사과의 경도 및 산함량은 저온저장에 비해 CA저장에서 뚜렷하게 높은 경향을 보였다(Tables 4-31, 4-32). 반면, 당함량은 저장방법에 따른 일관된 경향이 없는 것으로 분석되었다. 저온저장과 CA저장 과실의 저장 직후 나타나는 품질 차이는 유통 후에까지 지속됨으로써 유통기간 7일 경과 후 조사한 관능검사에서도 CA저장 사과에서 조식감이 우수하였고 전반적인 식미도 높게 평가되었다(Table 4-333).

Table 4-31. Effects of storage methods and shelf temperature on the fruit quality of ‘Fuji’ apples from ‘Andong’ orchard after five and half-month storage plus seven-day simulated marketing in 2002-2003 season.

Treatment		Flesh firmness (N/5 mm ●)		SSC ^z (%)		Acidity (%)	
Storage method	Shelf temperature	Day		Day		Day	
		0	7	0	7	0	7
Refrigerated	Room	11.3 a ^y	10.6 a	13.1 a	13.5 a	0.17 b	0.13 b
	7°C		11.2 a		14.1 a		0.16 b
CA ^x	Room	13.7 b	12.4 a	13.3 a	13.5 a	0.23 a	0.22 a
	7°C		12.9 a		12.6 a		0.22 a
Source of variation (<i>P</i> > <i>F</i>)							
Storage method (S)		0.006**	0.078 ^{NS}	0.3624 ^{NS}	0.188 ^{NS}	0.002**	0.001**
Shelf temperature (T)		-	0.573 ^{NS}	-	0.829 ^{NS}	-	0.210 ^{NS}
S*T		-	0.975 ^{NS}	-	0.188 ^{NS}	-	0.274 ^{NS}

^zSoluble solid concentration.

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P*=0.05.

^xAtmospheric composition: 2.0-3.0% O₂ + 1.0-1.5% CO₂.

^{NS}, *, ** Nonsignificant, significant at *P* ≤ 0.05, or 0.01, respectively.

Table 4-32. Effects of storage methods and shelf temperature on the fruit quality of 'Fuji' apples from 'Andong' orchard after eight-month storage plus seven-day simulated marketing in the 2002-2003 season.

Storage	Shelf temperature	Flesh firmness (N/5 mm \bar{m})		SSC ^z (%)		Titratable acidity (%)	
		Day		Day		Day	
		0	7	0	7	0	7
Refrigerated	Room	9.0 b ^y	9.1 b	13.5 a	12.6 b	0.10 b	0.06 b
	7°C		9.5 b		13.7 a		0.08 b
CA ^x	Room	12.9 a	11.8 a	13.7 a	13.8 a	0.23 a	0.20 a
	7°C		12.2 a		13.6 a		0.23 a
Source of variation ($P > F$)							
Storage (S)		0.001**	0.001**	0.734	0.099 ^{NS}	0.001**	0.001**
Shelf temperature (T)		-	0.384 ^{NS}	-	0.192 ^{NS}	-	0.043*
S × T		-	0.901 ^{NS}	-	0.048*	-	0.719 ^{NS}

^zSoluble solid concentration.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^xAtmospheric composition: 2.0-3.0% O₂ + 1.0-1.5% CO₂.

^{NS}, *, **Nonsignificant, significant at $P \leq 0.05$, or 0.01, respectively.

Table 4-33. Effects of storage methods and shelf temperature on the sensory evaluation of 'Fuji' apples from 'Andong' orchard after five and half-month storage plus seven-day simulated marketing in 2002-2003 season.

Treatment		Sensory evaluation after simulated marketing procedure	
Storage method	Shelf temperature	Texture	Overall taste
Refrigerated	Room	4.1 d ^z	4.8 b
	7°C	4.8 c	5.1 b
CA ^y	Room	6.9 b	5.3 b
	7°C	7.8 a	7.1 a
Source of variation ($P > F$)			
Storage method (S)		0.001**	0.001**
Shelf temperature (T)		0.001**	0.004**
S*T		0.694 ^{NS}	0.041*

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

^yAtmospheric composition: 2.0-3.0% O₂ + 1.0-1.5% CO₂.

^{NS}, *, **Nonsignificant, significant at $P \leq 0.05$, or 0.01, respectively.

마) 저온저장 및 CA저장 ‘후지’ 사과 품질 변화 및 비교: 2-3년차 결과

(1) 저장 중 품질요인 및 관능의 변화 양상

당함량, 과육경도 및 산함량 등 이화학 품질요인은 저장 기간 중 감소하였고(Tables 4-34~4-39) 이들 요인과 연관된 관능평가지수 역시 감소하는 경향이 있었다. 다만 당함량은 저온저장 사과에서 저장기간이 경과하면서 오히려 증가하는 경우(2003-04년도, 저온저장 6-8개월 사이; 2004-05년도, 저온저장 4-6개월 사이)가 관찰되었는데 이러한 증가는 과실시료의 변이, 저장 중 수분함량의 감소 또는 세포벽 분해물질의 증가 등 다양한 이유에서 비롯된 것으로 추정된다.

저장방법과 유통온도별 당함량의 차이를 보면, 대체로 CA저장과 저온유통사과에서 높은 경향을 보였다(Tables 4-34, 4-35). 단맛지수는 저장 4개월까지 저장방법과 유통온도 처리간 큰 차이가 없다가 6개월 이후에는 저온저장사과의 단맛이 높게 평가되는 경향을 보였다. 다만, 2003-04년도 6개월 저장사과는 CA 저장사과의 당함량이 뚜렷하게 높은 만큼 단맛도 높았다. 그러나 단맛지수의 저장기간 중 변화 양상을 보면, 저장 4개월 후 저온저장은 물론 CA저장 과실에서도 5점 수준을 보인 후 감소 또는 증가가 불규칙적으로 나타나는 등 당함량과의 일관된 연관성은 없는 것으로 조사되었다.

과육 경도와 조직감 지수는 저온저장 사과에 비해 CA저장 사과에서 뚜렷하게 높았다(유의수준 $P<0.01$) (Tables 36-37). 저장 후 3일 유통시 저온유통에 의한 경도 유지효과는 일관성이 없었으며 통계적으로도 유의성이 없었다. 예외적으로 2003-04년도 4개월과 2004-05년도 8개월 저장 사과에 있어서는 저온유통시 조직감이 우수한 것으로 분석되었다. 조직감은 저온저장 사과에서는 저장 6개월 혹은 8개월에 크게 저하되는데 비해 CA저장 사과에서는 거의 변화가 없었다.

산함량과 신맛 지수의 변화 양상은 경도-조직감 변화 양상과 매우 유사하여 저장 방법에 따른 산함량과 신맛의 차이가 뚜렷하게 나타났으며(Tables 4-38, 4-39) 유통온도의 효과는 2003-04년도 4개월 저장 CA 사과의 신맛 관능에만 유의수준에서의 영향을 미쳤다(Table 4-38). 신맛의 감소는 저온저장의 경우 4개월 후 이미 급격하게 저하된 것으로 나타나고 2004-05년도에는 이후에도 계속 감소하는데 비해 CA 저장사과의 신맛 관능은 변화가 없는 것으로 나타났다.

(2) 종합식미의 변화

종합식미는 조직감과 신맛의 변화와 비슷한 양상을 보여, 저온저장에 비해 CA저장 사과에서 높고 저장 중 변화는 저온저장에서는 감소하고 CA저장 사과에서는 2003-04년도 저온유통 사과에서의 지속적으로 감소하는 경우를 제외하고는 감소가 극히 적거나 오히려 증가하는 경향이 있었다.

(3) 품질 요인 및 관능에 미치는 저장방법과 유통온도의 효과 분석

저장기간 전반에 걸쳐 유통온도보다는 저장방법이 과실품질을 결정하는

주요인으로 평가되었다(Tables 4-36~4-41). 저장 후 3일간의 유통온도는 4, 6, 8개월 저장한 모든 사과에서 이화학적 품질요인의 변화 차이를 유발할 만큼 큰 영향을 미치지 않았으며 관능평가 지수 역시 유통온도보다는 저장방법에 의해 결정되는 것으로 나타났다.

다만 2003-04년도 4개월 CA저장한 ‘후지’ 사과에서는 유통온도가 조직감, 신맛 및 종합식미에 유의적인 영향을 미쳐 조직감과 신맛 지수가 저온유통사과에서 높았으나 오히려 상온유통온도가 높아지는 6-8개월 저장 이후에서는 유통온도의 영향이 나타나지 않았다.

상온유통시 기온이 높은데도 불구하고 CA저장 6개월 이후 사과의 품질에 유통온도의 영향이 나타나지 않는 이유로는 CA의 효과가 유통과정에서도 지속되어(residual effect) 과육경도와 산함량의 감소 등 세포대사 활동이 억제되어 있기 때문으로 풀이된다(Park and Youn, 1999).

Table 4-34. Soluble solid concentration and sweetness of ‘Fuji’ apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Four		Six		Eight	
		SSC ^z (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating
Air	Room	13.1 b ^y	5.0 a	12.1 b	3.3 b	12.1 a	4.3 ab
	7°C	13.0 b	5.0 a	11.9 b	3.3 b	12.3 a	5.0 a
CA	Room	13.4 b	4.5 a	13.5 a	4.0 b	12.6 a	3.0 b
	7°C	14.2 a	5.0 a	13.9 a	6.0 a	12.6 a	3.3 b
Source of variation ($P > F$)							
Storage method (S)		<0.01**	0.34 ^{NS}	<0.01**	<0.01**	0.30 ^{NS}	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.17 ^{NS}	0.34 ^{NS}	0.70 ^{NS}	0.05*	0.77 ^{NS}	0.35 ^{NS}
S × T		0.04*	0.34 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.05*	0.77 ^{NS}	0.75 ^{NS}

^zSoluble solid concentration.

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-35. Soluble solid concentration and sweetness of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Four		Six		Eight	
		SSC ^z (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating	SSC (°Brix)	Sweetness rating
Air	Room	14.0 a ^y	5.7 a	14.5 a	4.7 a	13.2 a	5.3 b
	7°C	13.8 a	5.0 a	14.0 a	5.0 a	13.8 a	7.0 a
CA	Room	14.2 a	5.3 a	14.1 a	2.0 b	13.4 a	4.7 bc
	7°C	14.2 a	5.3 a	14.1 a	2.7 b	13.2 a	4.3 c
Source of variation							
(P > F)							
Storage method (S)		0.46 ^{NS}	1.00 ^{NS}	0.45 ^{NS}	<0.01**	0.46 ^{NS}	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.76 ^{NS}	0.30 ^{NS}	0.37 ^{NS}	0.14 ^{NS}	0.40 ^{NS}	0.05*
S × T		0.76 ^{NS}	0.30 ^{NS}	0.34 ^{NS}	0.61 ^{NS}	0.19 ^{NS}	<0.01**

^zSoluble solid concentration.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-36. Flesh firmness and texture of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Four		Six		Eight	
		Firmness (N/5mm Φ)	Texture rating	Firmness (N/5mm Φ)	Texture rating	Firmness (N/5mm Φ)	Texture rating
Air	Room	10.4 b ^z	5.0 c	9.7 b	2.7 b	9.0 b	3.0 b
	7°C	9.8 b	4.5 c	9.9 b	2.3 b	9.7 b	4.0 b
CA	Room	12.4 a	7.0 b	12.9 a	7.3 a	13.1 a	7.7 a
	7°C	13.5 a	9.0 a	12.0 a	8.3 a	13.2 a	8.0 a
Source of variation							
(P > F)							
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.53 ^{NS}	0.01*	0.48 ^{NS}	0.48 ^{NS}	0.40 ^{NS}	0.22 ^{NS}
S × T		0.08 ^{NS}	<0.01**	0.23 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.56 ^{NS}	0.53 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-37. Flesh firmness and texture of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Four		Six		Eight	
		Firmness (N/5mm \ddagger)	Texture rating	Firmness (N/5mm \ddagger)	Texture rating	Firmness (N/5mm \ddagger)	Texture rating
Air	Room	12.0 a ^z	6.0 b	10.6 b	5.0 c	9.0 c	3.3 c
	7°C	11.8 a	5.0 b	11.1 b	6.3 b	10.6 b	5.3 b
CA	Room	12.4 a	7.3 a	12.9 a	8.3 a	12.4 a	8.0 a
	7°C	13.5 a	8.0 a	13.8 a	8.0 a	12.8 a	8.7 a
Source of variation (P > F)							
Storage method (S)		0.14 ^{NS}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}
Shelf temperature (T)		0.56 ^{NS}	0.65 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.07 ^{NS}	<0.01 ^{**}
S × T		0.32 ^{NS}	0.30 ^{NS}	0.70 ^{NS}	0.04 [*]	0.26 ^{NS}	0.08 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$. NS, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-38. Juice acidity and sourness of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Four		Six		Eight	
		Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating
Air	Room	0.17 b ^z	1.0 c	0.09 b	1.0 b	0.05 c	1.0 b
	7°C	0.18 b	1.0 c	0.10 b	1.3 b	0.06 c	1.0 b
CA	Room	0.25 a	4.0 b	0.24 a	7.7 a	0.21 a	5.0 a
	7°C	0.26 a	6.5 a	0.25 a	7.3 a	0.18 b	5.7 a
Source of variation (P > F)							
Storage method (S)		<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}	<0.01 ^{**}
Shelf temperature (T)		0.31 ^{NS}	<0.01 ^{**}	0.16 ^{NS}	1.00 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.33 ^{NS}
S × T		0.80 ^{NS}	<0.01 ^{**}	0.54 ^{NS}	0.30 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.33 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$. NS, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-39. Juice acidity and sourness of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)					
Storage method	Shelf temperature	Four		Six		Eight	
		Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating	Acidity (%)	Sourness rating
Air	Room	0.22 b ^z	3.3 c	0.16 b	3.7 b	0.09 b	1.7 b
	7°C	0.22 b	4.3 b	0.16 b	4.0 b	0.10 b	1.0 b
CA	Room	0.34 a	7.0 a	0.30 a	7.0 a	0.31 a	7.0 a
	7°C	0.33 a	7.0 a	0.32 a	6.3 a	0.30 a	6.3 a
Source of variation ($P > F$)							
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.91 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.52 ^{NS}	0.66 ^{NS}	0.95 ^{NS}	0.04*
S × T		0.55 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.45 ^{NS}	1.00 ^{NS}

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-40. Overall taste indices of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2003-2004.

Postharvest procedure		Storage period (months)		
Storage method	Shelf temperature	Four	Six	Eight
		Air	Room	5.0 c ^z
7°C	5.0 c		3.0 c	3.7 c
CA	Room	7.0 b	6.3 b	8.0 a
	7°C	9.0 a	8.3 a	6.3 b
Source of variation ($P > F$)				
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		<0.01**	0.07 ^{NS}	0.70 ^{NS}
S × T		<0.01**	0.01*	<0.01**

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.
NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4-41. Overall taste indices of 'Fuji' apples evaluated after three days of marketing simulation on the shelf following a certain period of storage, 2004-2005.

Postharvest procedure		Storage period (months)		
Storage method	Shelf temperature	Four	Six	Eight
Air	Room	6.0 c ^z	5.0 b	3.7 c
	7°C	5.0 d	6.0 ab	5.0 b
CA	Room	7.0 b	6.7 a	8.0 a
	7°C	8.7 a	7.0 a	7.7 a
Source of variation ($P > F$)				
Storage method (S)		<0.01**	<0.01**	<0.01**
Shelf temperature (T)		0.25 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.20 ^{NS}
S × T		<0.01**	0.39 ^{NS}	0.04*

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$. NS, *, **Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

바) '후지' 사과의 저장 한계기간

(1) 2002년도 저온저장사과의 품질 변화 분석에 따른 저장한계기간

저장한 '후지' 사과의 소비자 관능품질이 우수하다는 평가를 받기 위해서는 조직경도는 2.5~3.0kg/8mm Ø 범위, 당함량은 14% 이상인 것으로 조사된 바 있고(Park과 Choi, 2001), 적정산함량의 경우 0.4%(Park과 Choi, 2001) 혹은 0.2%(일본농림수산성, 1996) 수준이 요구된다고 하였다.

당함량의 경우 2002년도 수확한 '후지' 사과의 평균값은 물론 저장 기간 전반에 걸쳐 14% 이하를 보임으로써 당함량을 기준으로 저장한계기간을 정하기는 어려운 것으로 보인다. 한편 당함량은 저장기간 중 크게 변하지 않음에도 불구하고 소비자의 단맛 관능은 뚜렷하게 감소하는 것으로 나타나 당함량 13.5% 수준에서 소비자의 단맛 평가가 매우 민감하게 나타나는 것으로 추정된다. 이처럼 소비자가 요구하는 당함량 13.5% 수준은 국립농산물 품질관리원이 '후지' 사과의 품질관정요인으로 우수등급의 기준으로 적용하는 12%보다 높았다.

조직 경도는 측정방법에 따라 직접 비교가 어려우나 저장기간 경과에 따른 경도 변화와 관능점수의 변화를 참조할 때 조직감 관능지수가 상품성 한계인 5점에 도달하는 저온저장 5-6개월 후의 경도인 11 N/5mm Ø 수준이 요구되는 것으로 해석된다.

(2) 관능평가에 따른 저온 및 CA저장 사과의 저장 한계기간의 설정

2002년도 수확한 '후지' 사과의 경우, 산함량의 변화 및 조직감과 산미 등

관능지수의 변화를 고려할 때, 저온저장 한계기간은 4-5개월 정도인 것으로 판단되었다. 이러한 한계기간은 원예연구소에서 제시한 '후지' 사과와 저온저장 한계기간을 180 ± 10 일 정도보다 1개월 이상 짧은 것으로 나타났는데 이는 2002년도 '후지' 사과가 다른 해에 비해 기상여건이 좋지 않아 수확시 품질자체가 나쁜 데다 수확시 동결 온도 조우 등으로 인해 저장력이 약했기 때문으로 풀이된다.

2003년도와 2004년도의 사과를 대상으로 관능지수 5.0을 기준으로 했을 때, 저온저장의 한계기간은 조직감 기준 4-6개월, 신맛 기준 4개월 이하였고 종합식미 기준으로는 2003-04년도 4개월, 2004-05년도에는 6개월로 평가되었다. 특히 2003-04년도 신맛 관능은 저장 4개월에 이미 1점 수준으로 낮게 평가됨으로써 신맛을 선호하는 소비자의 경우에는 연도에 따라 저온저장 4개월 '후지' 사과의 관능이 부적합한 수준으로 평가될 수 있음을 보여주었다.

한편, CA저장 사과의 한계기간은 단맛 기준 6개월, 조직감 기준 8개월 이상, 신맛 기준 8개월 이상이었으며 종합식미지수도 8개월까지 대체로 우수한 품질지수 7.0 이상을 보여 8개월까지는 소비자 관능에 적합한 수준을 유지하였다. 다만, CA 저장사과의 단맛 관능이 2003-04년도에는 저장 8개월에 3점 수준, 2004-05년도에는 저장 6개월 후에 2점대 수준으로 낮게 나타남으로써 단맛을 요구하는 소비자집단을 위한 CA저장 '후지' 사과의 품질을 위해서는 당함량이 높은 사과를 선별적으로 저장할 필요성이 제시되었다.

수확시점의 성숙도를 기준으로 저장한계기간을 보다 세분화해보면 전분지수 1.0 이하(2003년도 10월 20일 해당)에서 수확한 '후지' 사과의 저온저장 한계기간은 4개월로 판단되며 CA저장 한계기간은 8개월 이상까지 가능하였다. 이에 비해 전분지수 1.5 수준의 성숙단계(2004년도 10월 16일 해당)에서 수확한 사과는 저장 4개월까지도 조직감과 신맛이 비교적 높게 유지되므로 저온저장-상온유통시 5개월, 저온유통 상온유통시 6개월까지 저장이 가능할 것으로 평가된다.

(3) 유통온도 관리

비록 본 연구 결과에서는 유통온도가 과실의 이화학 품질요인과 관능평가 지수에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었으나 저장기간 6개월 후 출하하는 사과에 있어서는(4월 중하순 이후) 기온이 상승하여 유통기간이 길어질 경우 품질의 저하가 우려되므로 저온유통이 바람직한 것으로 생각된다. 저온유통 체계를 활용하기 힘든 경우에는 유통기간을 3일 정도로 짧게 계획하여 출하관리 프로그램을 세우는 것이 품질유지에 도움이 될 것으로 판단된다.

사) CA저장 기술 적용을 위한 기본조건의 설정

CA저장 사과의 품질과 내부갈변 장애 발생률 조사결과(Table 4-34??)를 볼 때, CA저장의 효과를 극대화하기 위해서는 현재 국내에서 일반적으로 인식

된 10월 하순 수확관행에서 벗어나 CA저장용 사과는 10월 20일 전에 수확을 완료해야하는 전제조건이 필히 제시되어야 할 것이다. 이와 함께 CA 환경을 제대로 설정하고 조절해 나가는 전문인력의 밀착관리 개념이 필요한 것으로 판단된다.

한편 CA저장장해 발생이 우려되는 지역이나 수확년도에는 봉지를 씌운 과실을 저장하거나 저온 설정 후 CA 환경을 조성하기 전에 3주 정도의 지연기간을 두는 것이 필요하다.

Table 4-42. Incidence of internal browning disorder in 'Fuji' apples after CA storage in 2002-2005 seasons.

Harvest Season		Preharvest factor	Internal browning		Severity ^y
Year	Date		% incidence ^z		
			High-CO ₂	Combined	
2002 ^x	Oct. 25	Not-bagged	6.0 a ^w	6.2 a	0.9 a
		Bagged	0.0 b	0.0 a	0.0 b
2003	Oct. 20	Not-bagged	0.0	0.0	0.0
2004	Oct 16	Not-bagged	0.0	0.0	0.0

^zPooled data for CA-stored apples investigated twice after five and eight month storage.

^ySeverity: estimated by 1 to 5 scale, where 1=slight (less than 10% cortex area); 3=mild (about 25% of cortex area); 5=severe(50% of cortex area).

^x2002, one month in cold storage and then stored under 3.0-3.5% O₂+1.0-1.7% CO₂ at 1.5 ± 0.5°C; 2003-2004, CA storage immediately after cooling down to 0°C under 2.0-3.0% O₂+>1.0% CO₂.

^wMean separation within columns in 2002 by Duncan's multiple range test at P=0.05.

나. 종합 고찰

1) 수확시기

가) '쓰가루' 품종

저온저장가능기간 2개월 이상을 위해서는 수확시기가 매우 중요하며 CA 저장을 통해 저장기간을 4개월까지 연장하려면 전분지수 3.5 수준에서 수확해야 할 것으로 판단된다.

나) '홍월' 품종

2-3차년도 연구결과와 타 연구기관(사과시험장 등)의 실험결과를 종합해

불 때, 홍월 사과와 전분-요오드 반응은 수확시기에 도달하면서 급격히 감소하여 극히 짧은 기간 내((심할 경우 2-3일 차이) 전분지수가 적합수준에서 1점 이하의 수준까지(요오드 반응 없음) 변하는 것으로 조사되었다. 따라서 ‘홍월’ 품종의 적정 수확시기는 생장기간의 기상 등을 고려하고 전분지수 이외에 과실의 경도 조사를 병행하는 등 사전 예측기술이 개발되어야 할 것으로 판단된다.

다) ‘후지’ 품종

10월 15일 등 극단적으로 수확시기를 앞당겨야 전분지수가 1.0 이상 나타나므로 만개후 경과일수와 수확전 1-2개월의 일교차온도 등을 고려하여 수확가능시기를 폭넓게 예측한 후(권헌중, 2004) 전분지수 조사 자료와 평년의 수확기를 종합적으로 고려하여 출하계획에 부합하는 수확시기를 결정한다.

2) 저장기간별 유통온도 설정

모든 품종에서 공통적으로 단기저장(쓰가루 2개월 이내, 홍월 2-3개월 전후, 후지 4개월) 후에는 유통온도가 품질유지에 다소 영향을 미치는 경향이 있는 반면 저장기간이 길어질 경우에는 유통온도가 품질변화에 거의 영향을 주지 않는 것으로 조사되었다.

‘쓰가루’와 ‘홍월’ 사과의 저장기간 중 이화학적 품질-관능분석 결과를 종합해 볼 때, 저온저장에서 분질화가 시작되는 시점 이후까지 저장한 사과(2차년도 실험 결과, ‘쓰가루’ 2개월 이후, ‘홍월’ 3개월 이후)에서는 상온유통(20℃)과 저온유통 사과의 품질 차이 인지가 어려운 것으로 판단되었다. 이러한 경향은 ‘후지’ 품종에서도 관찰되었는데 4개월 저장한 ‘후지’ 사과는 유통온도가 조식감, 신맛 및 종합식미에 영향을 미쳤으나 6개월 저장이후에서는 유통온도의 영향이 나타나지 않았다.

이처럼 저장 기간별로 유통온도 효과가 다르게 나타나는 것은 저장 후 유통온도에 반응을 보이는 생화학적 대사과정이 얼마나 남아있느냐에 따라 달라지는 것으로 해석된다. 다시 말해 저장 기간 중 품질과 연관된 생화학적 대사가 적게 일어나 품질의 변화가 적었던 우수한 과실은 저장 후 유통온도에 따라 생화학대사가 크게 영향을 받을 가능성이 큰 것으로 해석된다.

3) 소비자 관능한계점을 기준으로 한 품종별 저장-유통 프로그램

수확시점에 따른 저장한계기간의 차이가 비교적 크게 나타나고 있으며 저장방법에 따라서는 조생종과 중생종의 경우 1-2개월 차이가 나타나므로 (Table 4-43) 연말년시 시장출하를 위해서는 수확시기를 앞당기고 CA저장방법을 적용해야 할 것으로 조사되었다.

Table 4-43. 품종별 수확시기 및 저장방법에 따른 저장한계기간.

품종	수확 성숙도 (전분지수)	저장기술	유통조건	저장가능기간 (일)
쓰가루	2.5	저온저장	상온	>30
			저온	45-60
		CA저장	상온	75-90
			저온	100-110
	4	저온저장	상온	30-45
			저온	60
CA저장	상온	90		
	저온	120		
홍월	1.5	저온저장	상온	30-45
			저온	60-90
	2.0	CA저장	상온	90-120
			저온	120
후지	1.0	저온저장	상온	120
			저온	120
	2.0-1.5	CA저장	상온	240
			저온	>240

4) 품질표준화 지표

가) 사과 소비품질 평가 기준

소비자 입장에서 적합한 수준으로 판단되는 관능조사 지수 5.0을 기준으로 한 과육경도와 산함량은 품종 간 차이가 있으며 동일 품종에서도 연도간 다소의 변이가 있었다. 2-3년간 조사한 자료의 평균수치를 적용하면, ‘쓰가루’ 사과의 경도와 산함량 기준은 각각 12.5N/5 mm Φ , 0.28%, ‘홍월’ 사과는 10.0N/5 mm Φ , 0.23%이고 ‘후지’ 사과는 10.7(N/5 mm Φ , 0.23%에 해당하였다(Table 4-44).

Table 4-44. 품종에 따른 과육경도와 산함량의 소비품질 한계점.

품종	소비품질 한계점	
	과육경도(N/5 mm Φ)	산함량 (%)
쓰가루	12.5	0.28
홍월	10.0	0.23
후지	10.7	0.23

나) 사과의 품질 표준화 지표 제안

국내 생산 주요 품종의 2-3년간 수확시기 및 저장 중 품질 조사결과를 중

합해 볼 때, 각각의 품종에 대한 품질 표준화 지표는 당함량 보다는 과육 경도나 산함량이 기준이 되어야 할 것으로 판단된다.

그러나 현재 국내 사과 표준규격 기준 중 식미와 연관된 요인으로는 당함량이 유일하게 제시되고 있는데, 재배기술의 발달과 실제 생산농가에서 출하되는 과실의 특성분포에 따라 품종별로 표준당함량 규격 역시 다시 설정할 필요가 제기되고 있다. 수확시기의 과실특성을 기준으로 품질기준을 설정하기 위해서는 수확시기가 시장출하시기와 근접해야하므로 쓰가루는 2003년도 수확한 과실, 후지사과는 2002년도와 2003년도 사과가 대상이 될 수 있다.

수확시 과실품질 조사자료가 정규분포를 한다고 가정한다면, ‘특’, ‘상’, ‘보통’의 출하비율을 어느 수준으로 정하느냐에 따라 품질기준도 상이하게 적용될 수 있으므로(Table 4-45), 현재 사과 재배농가의 기술수준을 고려하여 표준당도 규격을 설정해야 할 것이다. 이와 함께, 저온저장 중 당함량이 감소하는 추세를 반영한다면 저장사과의 당함량 표준등급규격은 보다 면밀한 검토과정을 거쳐야 할 것으로 생각된다.

한편, ‘후지’ 사과의 경우에는 지역에 따라 고품질 브랜드 상품에 대해 보다 엄격한 등급규격 기준이 적용되는 사례가 많은데 이에 대해서도 통일된 규격이 제시되어야 할 것으로 판단된다(Table 4-46).

Table 4-45. 표준정규분포에 근거한 주요 사과 품종의 등급규격 비율별 당도 표준규격.

품종	적용 수확년도	평균± 표준편차	등급별 비율에 따른 표준당도(°Bx)					
			50:30:20일 때			40:40:20일 때		
			‘특’	‘상’	‘보통’	‘특’	‘상’	‘보통’
쓰가루	2002	12.1±0.93	12.1 이상	11.3 이상	<11.3	12.3 이상	11.3 이상	<11.3
홍월	2002-2003	12.3±0.79	12.3 이상	11.6 이상	<11.6	12.5 이상	11.6 이상	<11.6
후지	2002-2003	13.9±0.85	13.9 이상	13.2 이상	<13.2	14.1 이상	13.2 이상	<13.2

Table 4-46. ‘후지’ 사과의 고품질 브랜드 상품 등급규격(안).

품종	고품질 차별화 규격				
	무게(g)	당도	색택		과형(L/D)
			Hunter a	착색비율	
후지	300 이상	14 이상	25 이상	90% 이상	0.87 이상

4. 요약

소비품질한계점(consumers' acceptance level)으로 책정한 관능평가 지수 5.0 이하로 떨어질 때의 이화학 품질 요인 수치는 품종별, 연도별로 다소의 차이를 보였다. ‘쓰가루’ 사과와 조직감(사각사각함) 기준지수는 과실 경도가 12.5N/5mm Φ (2003년도, 11.7; 2004년도, 13.3), 신맛 기준지수는 적정 산함량이 0.28% (0.25- 0.30%) 이하일 때에 해당하는 것으로 평가되었다. 중생종 ‘홍월’ 사과의 소비품질한계점에 해당하는 최저 경도와 산함량은 각각 10.0N/ Φ 5mm와 0.21-0.25%였고, 만생종 ‘후지’ 품종은 10.5-10.8N/ Φ 5mm와 0.22-0.24%였다. 경도-조직감 및 산함량-신맛의 상관관계가 고도의 유의성을 보인데 비해 당함량과 단맛인지도와의 상관관계는 뚜렷한 경향이 없었다.

보편적인 국내 유통 시스템 하에서 관능평가품질을 기준으로 한 저장한계기간은 ‘쓰가루’ 사과의 경우, 전분지수 2.5-3.0 성숙도 수확시 저온저장+상온유통은 1개월 이하, 저온저장+저온유통은 2개월, CA저장 사과는 상온유통시 2.5-3개월, 저온유통시 3.5개월 정도이며 전분지수 3.5 성숙도 수확시에는 저온저장+상온유통은 1.0-1.5개월, 저온저장+저온유통은 2개월, CA저장 사과는 상온유통시 3개월, 저온유통시 4개월 이상으로 판단된다. ‘홍월’ 품종은 수확시기의 성숙도에 따라 저장 중 품질변화가 크게 차이나는 점을 고려할 때 저장한계기간도 다소 그 폭이 넓게 나타날 것으로 추정된다. 저온저장 사과의 경우, 상온유통시 1-1.5개월, 저온유통시 2-3개월로 예측되며, CA 저장 사과는 4개월 이상으로 판단된다. ‘후지’ 사과도 수확시점의 성숙도에 따라 저장한계기간이 달라, 전분지수 1.0 이하(2003년도 10월 20일 해당)에서 수확한 ‘후지’ 사과의 저온저장 한계기간은 4개월로 판단되며 CA저장 한계기간은 8개월 이상까지 가능하였다. 이에 비해 전분지수 1.5 수준의 성숙단계(2004년도 10월 16일 해당)에서 수확한 사과는 저장 4개월까지도 조직감과 신맛이 비교적 높게 유지되므로 저장한계기간은 저온저장-상온유통시 5개월, 저온저장-저온유통시 6개월까지 저장이 가능한 평가되고 CA저장 사과는 8개월 이상으로 평가되었다. 유통온도는 저온저장 사과의 관능에 다소 영향을 미쳤으나 CA저장 ‘후지’ 사과의 품질에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

6. 지침서 및 영농일지 발간

가. 우수농산물관리제도(GAP) 실현을 위한 사과종합생산 지침서

1) 우수농산물 관리제도와 친환경 사과종합생산의 개념

우수농산물관리제도(Good Agricultural Practice, GAP)란 소비자에게 안전하고 위생적인 농축산물을 공급할 수 있도록 생산자 및 관리자가 지켜야 하는 생산 및 취급 과정에서의 위해요소 차단 규범을 의미하는 것으로, 환경에 대한 위해요인을 최소화하고, 소비자에게 안전한 식품을 제공하기 위하여 농축산물의 재배, 수확, 수확후 처리, 저장과정 중의 화학제·중금속·미생물에 대한 관리 및 그 관리사항을 소비자가 알 수 있게 하는 체계이다.



사과에 있어 우수농산물관리제도(GAP)가 정착하기 위해서는 친환경 사과종합생산이 전제되어야 한다.

사과종합생산이란 인간의 건강을 생각하고 환경을 최대한 보전하면서 품질 좋은 사과를 경영적인 면에서 성공적이고 지속적으로 생산하는 것을 말한다. 화학적인 방법의 이용을 최소화하기 위하여 자연적인 관리방법을 우선적으로 채택하고 병해충의 방제를 과학적으로 해야 할 뿐 아니라 총체적 재배관리를 통하여 사과나무를 건전하고 튼튼하게 키우는 데에 역점을 두어야 한다.

2). 친환경 종합생산의 목표

- 고품질 사과의 생산

과실은 내적, 외적 품질이 양호하여야 하고 수송력과 저장력 있는 건전한 사과여야 한다. 품종 고유의 유전적 소질이 최대한 발휘되어야 하며 품질 등급 기준에 부응하여야 한다. 당도, 산도, 비타민, 무기성분, 방향 성분 등과 같은 성분이 조화를 이루어 맛이 좋을 뿐 아니라 영양적인 가치도 높아야 한다. 유해물질의 잔류는 극소화 또는 없어야 한다.

- 환경보존

환경의 다양성을 온전하게 유지하는

것은 종합생산의 중요한 관심사중의 하나이다. 따라서 모든 재배적 조치를 최적화하고 장기적인 관점에서 환경에 영향을 미치거나 사과의 품질을 떨어뜨리는 조치는 취하지 않는다. 모든 재배적 조치는 서로 조화를 이루도록 투입되어야 한다. 화학비료, 농약, 제초제 등은 사용을 자제하고 환경에 영향을 최소화하는 범위에서 사용하여야 한다.

- 생산성의 안정적 유지

생리적으로 균형을 이루어 매년 적절한 성장을 하면서 안정된 수량이 확보되도록 해야 한다.



3) 친환경 종합생산 참여자의 자세와 의무

- **종합생산 참여자의 자세** : 사과와 관련된 **교육과 훈련에 적극 참여** 하며 특히 사과종합생산 관련 이론 및 현장교육은 빠지지 않고 참석하여 **새로운 전문 기술을 습득**한다. 대학 및 연구기관에서 발간하는 전문서적, 참고자료 등을 구입하여 항상 학습하면서 이론적 기초를 다지도록 한다. 대학, 시험장, 농협 등에서 발행하는 사과종합생산기술관련 유인물을 정독하고 원예연구소 사과시험장(www.nhri.go.kr), 사과사랑동호회 홈페이지 (www.iloveapple.co.kr), 경북대학교 사과연구소 홈페이지(www-2.knu.ac.kr/~apple)에 수시로 접속하여 관련 정보를 습득한다.

화학비료, 농약, 제초제 등의 투입을 능동적으로 자제하며 그에 따른 **일정수준의 위험부담을 감수**하여야 한다.

늘 사과나무와 그 주변을 **관찰하는 습관**을 갖고 신기술 도입에 유연하면서도 적극적인 자세를 가진다. 화학제의 사용을 더욱 줄이기 위한 방법을 스스로 시험, 검토하는 자세를 갖는다.

- 종합생산프로그램에 참여를 하고 생산한 사과에 대한 인증을 받고자 하는 재배자는 지역농업기술센터, 전문농협 등에 참여 신청서를 제출하고 다음 사항을 준수하여야 한다.

주관 기관 또는 조직체 **관계자의 과원 출입과 조사를 허용**하고, 자료요구가 있을 때 응하는 등 제반 사항에 **성실하게 협조**하여야 한다. **지침을 완전히 이해하고 실천**하며 이와 관련한 제반 사항에 **스스로 책임**을 진다.

· 과수원 경영과정에서의 모든 이행 사항을 배포한 “친환경사과종합생

산영농일지”에 성실하게 기록하여야 한다.

- 사과종합생산 주관 기관 또는 조직체 관계자가 내리는 종합생산 이행 여부에 관한 결정 사항을 겸허히 받아들여야 한다.
- 사과종합생산 인증을 부당하게 사용하지 않는다.

4) 재배지 선정과 알맞은 품종의 선택

사과는 다른 어느 작물보다도 기상적, 토양적 조건이 알맞은 곳에 재배하여야 한다. 입지조건이 부적합한 곳에 재배할 경우, 관리에 많은 노력과 투자가 따라야 할 뿐 아니라 품질도 좋지 않게 된다. 따라서 재배환경 조건이 부적합 때에는 제한요인별로 철저한 개선대책을 마련하여야 한다

사과원의 토양은 토양환경보전법시행규에 의하여 다음의 토양오염우려기준을 초과하지 않아야 한다.

물질	카드뮴 (Cd)	구리 (Cu)	비소 (As)	수은 (Hg)	납 (Pb)	6가크롬 (Cr)	아연 (Zn)	니켈 (Ni)
허용량 (mg/kg)	1.5	50	6	4	100	4	300	40

물질	불소 (F)	유기 인화합물	시안 (CN)	페놀	트리클로로에틸렌 (TCE)	테트라클로로에틸렌 (PCE)
허용량 (mg/kg)	400	10	2	4	8	4

새로 개원할 때는 자기가 갖고 있는 필지마다의 토양 및 미세 환경에 맞는 품종을 선택하여 해거리 없이 좋은 품질의 사과를 수확할 수 있도록 하여야 한다. 예를 들면 착색이 잘되지 않거나 수확전 낙과가 잘되는 조중생종 품종은 주야간 온도차가 크고 수확기 무렵이 서늘한 준고냉지 또는 고위도 지역이 알맞고 동녹이 잘 끼는 품종의 경우 5월에 안개발생이 심한 지역은 피하는 것이 좋다.

최신 품종보다는 유전적 우수성이 뛰어난 시장성있는 신품종 중에서 농가수준에서 특성이 검정된 품종을 선택하도록 한다.

검무늬썩음병, 탄저병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병 등 문제가 되는 병의 경우에는 품종별 내성정도를 파악하여 과수원의 미기상과 병해방제기술 투입 상황에 맞추어 최선의 품종을 선택하도록 한다.

동녹발생은 유전적인 원인이 크므로 동녹 발생이 적은 품종 또는 계통을 심도록 한다. 그러나 유과기 미세기상 역시 중요한 요인으로 작용하므로 동녹이 잘 끼는 품종의 경우는 개화기 전후에 기온이 낮거나 5월에 안개발생이 심

한 지역, 오전 그늘이 지는 지형 등에서는 동녹 발생이 많아지므로 철저한 대책을 세워야 한다.

수확전 낙과가 문제되는 품종의 경우 준고냉지나 고위도 지역이라 하더라도 토심이 얇거나 지나친 경사지 및 사질토의 경우는 양수분의 변화의 폭이 크고 지온이 높게 유지되어 낙과가 많아질 가능성이 높으므로 참고하는 것이 좋다. 남부 평야지에 조중생을 심고 착색을 위해 봉지를 씌우거나 성숙기에 살수를 하는 경우는 바람직하지 않다.

수확전 낙과가 심한 쓰가루, 홍월, 세계일, 홍옥 등의 품종은 성장조절제를 이용한 낙과방지가 금지되고 있는 추세에 있으므로 품종 선택 시에는 이점을 고려할 필요가 있다. 후지와 같이 착색이 문제되는 품종에서는 줄무늬 착색계를 심으면 봉지씌우기, 적엽, 사과돌리기, 반사필름갈기 등의 노력을 생략할 수 있다.

5) 묘목의 선택

종합생산을 위해서는 환경적응성이 양호하면서 왜화도가 알맞아 관리하기에 편리한 대목이 바람직하다. 알맞게 왜화되어 관리에 편리하고 조기 결실성이면서 생산과실의 품질도 **우수한 대목으로는 M9**를 꼽을 수 있다. 토양개량이 어려운 경우, 원주의 기술수준이 낮거나 **과수원 환경이 떨어지는 재배지의 경우에는 M26 대목 등을 선택**하는 것도 나쁘지 않다.

결가지 발생이 양호한 규격묘를 심도록 하고 회초리 묘목이나 이중접목묘는 피하도록 한다. 근두암중병, 역병, 바이로이드 등에 감염되지 않아야 하고 가능하면 바이러스 무독 묘목을 선택하여야 하며 충실한 묘목이어야 한다. 규격묘란 자근대목에 뿌리발달이 좋으며 접목 높이 15-20cm, 줄기 직경이 13mm이상, 지면 60~70cm 높이에서부터 길이 30~60cm의 결가지가 5개 이상인 묘목을 말한다.

6) 재식 체계의 선택 및 재식방법

1열 식으로 대목부위가 15cm 내외로 균일하게 노출되도록 심고 재식 후 3-4년간은 멀칭을 하거나 허용된 제초제를 제한적으로 살포하여 **수관하부에 풀이 나지 않도록** 해야 한다.

M.9와 M.26 대목은 토양 과습에 매우 약하므로 배수가 불량하거나 저지대 평탄지의 경우 배수시설을 하거나 두둑재식을 하여 장마기에 배수가 잘 되도록 하여야 한다.

재식거리는 **품종/대목 조합, 토양조건과 기술수준에 따라 적절히 선택**하되 재배기간 동안 급격한 교정전정이나 성장조절제를 사용하지 않고도 수세의 유지가 가능할 정도의 거리여야 한다. M.9의 경우 3.0~3.8×1.0~1.8m,

M26의 경우 3.5~4.5×1.5~2.5m 범위에서 선택할 수 있을 것이다.

나무의 높이는 수관 내부에 있는 결과지와 과실까지도 항상 충분한 햇빛을 받을 수 있을 정도여야 한다.

재배품종을 수분수로 혼식하기보다는 품종별로 몰아 심거나 단일 품종을 심고 꽃사과를 그 사이에 추가로 심는 것이 좋다. 이렇게 하면 전정, 적과, 병해충방제, 수확 등의 작업을 일관되게 할 수 있어 매우 편리하다.

기존 사과원에 다시 사과를 심는 경우 기지현상을 막기 위해 토양훈증이나 약제소독은 피하고 휴경을 하면서 녹비작물 재배, 유기물 시용, 객토 등을 통해 지력을 높여주고 우량 대묘를 심어 관비를 하거나 자주 관수를 하면 기지현상이 경감된다.

7) 환경을 고려한 시비와 토양관리

가) 시 비

종합생산에 있어 시비의 목적은 토양과 식물체내의 영양분 함량이 최적의 추천 범위 내에 있도록 하고 가능하다면 자연적 순환에 의해 충당되도록 하는데 있다. 매년 반복하여 일정 비율의 복합비료를 시비하는 것은 바람직하지 않다. 토양분석은 시비량을 결정하는데 가장 중요한 근거가 되므로 각 필지마다 시료를 채취하여 3~5년마다 반드시 해당기관에 분석을 의뢰하도록 한다. 신규 개원의 경우 동일필지가 최근 5년 내에 토양분석을 하지 않았거나 하더라도 객토, 정지 등으로 토성이나 토양구조에 변화가 생겼을 경우 개원 전에 반드시 토양 분석을 하도록 한다.

시비량은 토양에 영양분의 존재량과 식물체의 요구정도에 따라 결정되므로 각 필지별 필요 시비량은 토양분석과 엽분석(필요하다면 과실분석)을 병행하면 신뢰성 있게 산출할 수 있다. 엽분석과 과실분석은 식물체내 영양의 결핍 또는 과다를 확실히 하거나 과실의 내적 품질과 관련된 문제점을 밝히는데 매우 유용하다.

사과나무가 갖고 있는 내환경성과 내병해충성을 유지하고 과실의 품질을 높이기 위해서 뿐만이 아니라 환경(지하수)보존의 관점에서 과다한 비료시용은 피해야 한다. 원칙적으로 사과 과원은 2년마다 한번 정도는 7월하순~8월상순경 과원내 토양 분석용 시료를 채취한 후 가까운 농업기관에 의뢰함으로써 시비처방서를 발급받아 이용하여야 한다.

밑거름(기비)은 원칙적으로 낙엽 후부터 땅이 얼기 전, 여의치 않으면 다음해 해동되면서 주도록 하고 덧거름(추비)은 5월 하순에서 6월상순에 걸쳐 신초의 자람과 엽색을 참고하여 주도록 한다. 유기물 함량이 낮고 매년 과실비대가 불량한 사질토 사과원인 경우에는 장마가 끝난 후에 용탈된 비

료를 보충할 목적으로 추비를 몇 회 나누어(분시) 준다. 그렇더라도 시용여부는 엽색이나 가지의 성장상태를 참고하여 결정하는 것이 안전하다. 유기물이나 점토 비율이 높은 토양이라면 이 같은 덧거름은 필요치 않다.

관비의 효과는 관수를 충분히 해줄 수 없는 경우와 사질토에서 높게 나타난다. 관비를 실시하기 위해서는 가급적 토양수분센서와 관비시스템을 설치하여 적정 토양수분(-50kPa) 함량에 의한 관비를 실시하는 것이 효과적이다. 관비시기는 **꽃피기 전부터 시작하여 6월 중순, 8월 중순에서 9월 중순까지 실시**한다. 관비는 비료의 효율이 증대되기 때문에 적기에 알맞은 양을 주는 것이 중요하며 토양검정을 통한 시비량을 산출하여 비료량을 결정하여야 한다. 필요 이상으로 시비량과 관비 기간을 늘리면 과실의 당도 또는 착색이 불량해져 과실의 품질이 떨어지는 경우가 발생할 수 있으므로 삼가 해야 한다.

유해 물질 또는 토양을 오염시킬 수 있는 성분이나 부산물을 함유하고 있을 것으로 추정되는 비료, 하수 침전물과 쓰레기 재생퇴비 등은 종합생산에서는 사용할 수 없다. 비료에는 무엇보다 중금속 등 유해물질이나 병원균 등이 전혀 함유되지 않아야 한다. 그러나 사전에 분석을 통해 이러한 성분이 포함되지 않았다는 것이 명확하게 확인된 경우라면 하수침전물이나 쓰레기 재생퇴비도 사용할 수 있다.

정상적으로 관리되고 있는 사과원에서는 복합 영양제를 주기적으로 엽면살포할 필요가 없다. 이와 같은 영양제 사용은 경제적 이득이 없을 뿐 아니라 잎에 지나치게 영양 공급이 많아지면 오히려 과실의 품질에 문제를 일으킨다.

각종 생리장해의 발생을 예방하고 토양산도가 적정하게 유지되도록 2-3년 주기로 칼슘(석회)를 시용하고, 생리장해 발생시는 정확히 원인을 진단하고 신속한 조치를 취한다.

나) 관배수

관수는 사과나무가 필요한 수분 요구량중에 천연 강수량으로 충당되지 못하는 부족분을 보충해 주는 것이다. **강수량, 포장용수량, 토심 등에 따라 관수량을 달리** 한다.

용수는 환경정책기본법시행령 제2조 및 지하수의수질보전등에관한규칙 제6조의 규정에 의해 다음과 같이 농업용수 이상이어야 한다.

물질	수소이온농도 (pH)	화학적 산소요구량 (COD)	대장균군수	질산성질소	염소이온	카드뮴 (Cd)	비소 (F)
허용기준 (mg/l)	6.0~8.5	8이하	-	20이하	250이하	0.01	0.05

물질	시안	수은 (Hg)	유기인	페놀	납 (Pb)	6가크롬 (Cr)	트리클로로 에틸렌 (TCE)	테트라클로로 에틸렌 (PCE)
허용기준 (mg/l)	불검출	불검출	불검출	0.005 이하	0.1 이하	0.05이하	0.03이하	0.01이하

생활하수나 축산하수 등으로 관수를 해서는 안 된다.

관수를 지나치게 많이 하면 사과나무가 습해를 받기 쉽고 과실 품질이 떨어질 뿐 아니라 비료 성분이 씻겨 내려가 지하수가 오염될 수도 있으므로 좋지 않다. 여름에 지나치게 스프링클러를 많이 틀면 잎이 오랫동안 젖어 있게 되고 병균이 물을 따라 옮겨 병 발생이 많아 질 수 있다.

늦여름에 관수를 많이 하거나 비가 많으면 질소 흡수가 과다해지고 새가지의 목질화가 충분히 되지 않게 되어 민감한 품종에서는 겨울에 동해를 받을 수도 있다.

우리나라에서는 한꺼번에 많은 양을 관수하고 관수간격을 길게 하는 경향이 있는데 이렇게 하면 건습이 반복될 뿐 아니라 사질토에서는 양분이 유실되므로 적은 양을 자주 관수하는 것이 바람직하다. 점적관수인 경우 1-2일 간격으로 2-4시간, 스프링클러인 경우 일주일에 1-2회씩 3-5시간 관수하도록 한다.

사과나무는 물빠짐이 좋아야 한다. 왜화도가 높은 M.9와 M.26은 특히 토양 과습에 약하므로 **암거배수 시설이나 명거배수로**를 잘 정비하여 강우시 물이 신속히 배수될 수 있도록 하고, 암거배수시설이 없는 저지대 사과원의 경우는 열간을 낮게 하여 물이 잘 빠지도록 한다.

다) 지표면 관리

사과나무 열간에는 풀을 키우면서 일정한 시기에 깎아주면 많은 유기물이 공급될 뿐 아니라 토양의 물리성과 생물상이 개선된다. 적합한 초종으로는 토양침식을 방지하고 뿌리가 깊게 뻗어 토양특성 유지성이 큰 종류가 알맞다. 자연초종을 이용하는 방법과 목초를 재식 후에 파종하여 인위적으로 초생을 형성해주는 방법이 있으나 후자가 토양침식이 없고 건물 생산도 많아 토양 유기물 함량을 높이는데 더 유리하다. 깎는 시기와 횟수는 사과원의 형편에 따라(나무의 자람, 토성, 수분관리) 달리한다. 30~40cm정도 자라면 깎는 것을 원칙으로 하되 한발기에는 자주 깎아주고 장마기나 나무의 자람이 왕성한 경우에는 깎는 시기를 다소 늦춘다.

수관하부의 경우, 생육시기에 따라 사과나무와의 양수분 경합을 막도록 하는 것이 좋는데 기본적으로 **예취나 멀칭** 등을 이용하여 수관하부의 잡초를 관리하는 방법으로 하고 가능하면 제초제는 살포하지 않도록 한다.



그러나 우리보다 환경보전과 국민건강에 관한 규정이 엄격한 스위스, 독일, 이태리 등에서는 생태계에 미치는 영향이 경미한 다음의 제초제에 대해 과수원에서의 사용을 허용하고 있다. 즉, 글루포시네이트암모늄(바스타), 글리포세이트(근사미, 라운드업, 근자비, 글라신, 풀엑스, 풀마타), 설포세이트(터치다운), MCPA(마무리), 옥시펜(고울, 노고지리, 푸레만), 씨마진(씨마네; 재식년만 허용) 등의 제초제를 기준 농도와 약량 이하로 살포하되 살포시 폭 1m 이내로 하고 수확 30일 이전 또는 수확 후에 살포해야 되는 것으로 규정하고 있다. 일반적인 제초제 사용시기는 이른 봄에 잡초의 발아억제를 목적으로 1차 살포하고 잡초가 자라남에 따라 1~2회 살포하며 8월 말 이후에는 잡초의 생장이 크지 않을 뿐 아니라 과다한 질소를 흡수하여 나무의 목질화와 과실의 착색에 오히려 좋게 작용하기 때문에 지나치게 풀이 자라지 않았다면 제초제를 살포하지 않도록 권장하고 있는 것이다.

위에 제시된 제초제는 환경에 미치는 영향이 경미하여 우리보다 환경보전과 국민건강에 관한 규정이 엄격한 스위스나 독일, 이태리, 오스트리아 등 대부분 선진국의 친환경 사과종합생산에서 허용하고 있기 때문에 국제수준의 GAP기준에서 보아 우리나라에서도 제한적으로 사용이 허가되어야 할 것이다.

지표면 멀칭을 하면 토양침식이 방지되고, 한발시 토양 수분유지 기능이 있으며, 양수분 경합이 없으면서 제초효과가 재료에 따라 2~3년까지 지속되기도 하는 장점이 있으나 비용이 많이 들고 뿌리가 지표부근으로 자라는 단점이 있다. 생육이 좋은 성과원의 경우 수관하부에 제초제를 치거나 멀칭을 하지 않고 풀이 자라게 그대로 두다가 수시로 깎아주고 열간 예초 시 예초한 풀을 수관하부에 깔아주는 방법으로 관리하는 부분 초생재배가 많이 이용된다. 이 경우 관수에 특별히 신경을 써야 하고 풀이 너무 자라게 방임하지 않아야 한다.

8) 전 정

하단부에 다소 강한 골격성 가지를 수평으로 배치시키고 위로 갈수록 유인 각도를 크게 하여 세력을 떨어뜨리고 짧은 결과지가 원줄기에 부착되게 하여 전체적으로 원뿔형의 나무 형태가 되도록 해야 한다. **수관 전체에 통풍과 채광이 잘되게 일관성 있게 전정을 하고 유인과 도장지 제거를 적기에 실시한다.**

전정을 언제하고 어느 정도의 강도로 하느냐는 나무의 자람 정도에 따라

달라진다. 유목기에는 가지 절단을 최소화하고 유인중심으로 수관을 형성하고 본격적인 결실기에 접어들면서 속음전정중심의 전정을 하며 성과기에는 속음과 절단전정을 병행하도록 한다. 지나치게 굵은 가지를 솎아 내거나 한 해에 여러 개의 굵은 가지를 솎아 내어야 하는 경우 한꺼번에 하지 말고 일부는 개화 후에 잘라내면 반발 생장이 적다.

성목에서는 결실되지 않은 선단 새가지의 자람이 20~30cm 정도가 알맞다. 새가지가 이보다 길게 자라면 겨울전정보다는 여름전정에 중점을 두거나 질소시비량을 줄이거나 수관하부의 제초를 늦추는 등의 조치를 하여야 한다. 반대로 가지의 자람이 너무 약하고 짧다면 절단 전정의 비율을 높이고 수분관리를 철저히 하면서 시비량을 다소 늘린다. 충실한 꽃눈을 지속적으로 유지하기 위해서는 발생한 새가지를 예비지로 기르면서 3년 이상 결실시켜 세력이 약화되고 아래로 늘어진 결과지는 예비지로 대체하거나 절단 전정을 하여 힘을 실어주거나 솎아내고 다른 가지로 대체시킨다.

9) 적정 결실 및 수세관리

적정 결실은 품질과 수량확보를 위해서뿐만 아니라 수세 유지를 통한 경제수령의 연장을 위해서도 매우 중요하다. 키 낮은 사과나무는 용적에 비해 결실량이 많으므로 적과가 충분히 되지 않거나 늦어지면 수세와 꽃눈분화에 미치는 영향이 크다. 수세를 유지하면서 안정된 결실을 가져오자면 **낙화 후 4주(30일 이전까지) 이내에 적과가 마무리되어야 한다.**

겨울 전정시에 꽃눈의 비율과 발달상태를 보고 건전한 꽃눈이 충분하다면 가지 아랫면에 달린 꽃눈이나 약한 가지에 달린 꽃눈은 제거하여 꽃눈 수를 조절하는 것이 좋다. 단과지 품종이라면 꽃봉오리 속음에 비중을 두고 후지 계통이라도 액화아나 장과지의 정화아는 이 때 따내는 것이 좋다. 낙화 10일 후부터는 적과에 착수하여 빠르게 적과를 마치고 그 후에도 상품성 있는 과실로 발달되기 어려운 과실은 수확직전까지 수시로 솎아 낸다. 세빈을 이용한 현재의 억제적과방법은 매개충에 치명적이므로 새로운 대체 적과법이 개발될 때까지 사용치 않는 것이 좋다.

M9 또는 M26 대목은 MM106 대목 또는 실생대목에 비해 뿌리가 얇고 좁게 분포할 뿐 아니라 수관용적에 비해 결실량이 많기 때문에 관리가 소홀하면 갑작스레 수세가 떨어질 가능성이 높다. 수세저하는 배수불량, 비료분부족, 수분부족, 과다결실, 미량요소의 과부족 등이 원인일 수 있으므로 토양과 나무의 상태를 함께 관찰하여 그 원인을 찾아 적절한 조치를 취하도록 한다. 수세가 떨어지면 비료부터 주는 관행은 고쳐져야 한다.

사실은 우리나라의 사과 재배관행으로 보아 수세가 지나치게 강해져 문제가 될 위험이 더 높다. 수세가 강한 경우의 대부분은 재식거리가 좁은 상

태에서 시비량이 과다하거나 불합리한 강전정에 기인하는 경우가 많으며 적절한 결실량을 초과시키지 못했을 때에는 더욱 심각한 상태에 이른다. 이 경우 먼저 시비를 중단 또는 감량하고 결실확보에 힘쓴다. 수관 관리는 유인 중심으로 하고 겨울전정을 최소화한다. 굵은 가지를 슈아낼 때도 겨울보다는 5월 또는 수확 후에서 낙엽 전에 하여 나무의 반발생장을 최소화하여야 한다. 열간의 풀 깎는 시기를 더 지연시켜 양분소모를 도모하거나 수관하부에 얼마간의 풀을 키워 지나친 비료분을 뽑아내는 것도 좋은 방법이다. 그러나 수관하부의 풀이 30cm 이상 자라지 않도록 조치하고 관수를 철저히 하여 수분스트레스를 받지 않도록 해야 한다.

10) 품질향상을 위한 조치

봉지재배는 착색이 좋아지고 과면이 미려하게 되는 장점이 있으나 노동력이 많이 필요하고 당도가 현저히 떨어지는데다 고두병도 발생하기 쉬우므로 수출목적이거나 동녹발생이 심한 일부 품종을 제외하고는 종합생산에서는 추천하지 않는다.

고두병 발생 방지를 위해 칼슘제제를 살포하고 과형 향상과 과실비대를 위해 유과기 프로말린(상품명 포미나)을 살포할 수 있으나 성숙기 무렵에 낙과방지와 착색향상을 위한 합성약제는 살포하지 않아야 한다(단 AVG 상품명 리테인은 허용).

착색을 좋게 하기 위한 적엽은 과실을 직접적으로 가리고 있는 잎에 대해 최소한으로 실시한다. 지나친 적엽은 양분의 합성과 전류에 나쁘게 작용을 하고 당년의 과실 맛에도 영향을 미친다. 햇빛 반사용 반사필름은 수확 직전에 전량 수거하여 다시 사용하거나 지정된 절차에 따라 처리한다.

착과량이 많은 경우, 과실발달이 부진한 것, 동녹이 낀 것, 과형이 나쁜 것, 기타 어떤 원인으로 상처를 받은 과실 등은 수시로 적과하여 상품과 비율을 높이도록 한다.

11) 병해충 종합관리

사과는 한 곳에서 수십 년 이상 재배되기 때문에 다른 어느 작물보다도 병과 해충이 많고 방제도 쉽지가 않다. 병이나 해충에 의한 사과의 피해는 3가지 조건이 갖추어질 때 일어난다. 먼저 사과나무가 있고 이에 서식하면서 피해를 일으키는 병이나 해충이 있어야하며 주변 환경이 이들 병과 해충이 왕성하게 증식을 하여 피해를 일으키기에 적당할 때 문제가 되는 것이다. 이들 3가지 조건 중 어느 하나라도 충족되지 않으면 문제가 되지 않는다. 따라서 농약으로 병이나 해충을 박멸하여 피해를 막으려는 생각에 앞서 이들 사과나무의 내병성과 내충성을 극대화하거나 환경을 개선하여 병해충의 피해를 줄이

려는 노력을 기울여야 한다.

가) 유전적 내병충성의 극대화

사과나무 역시 기본적으로 병해충에 대한 어느 정도의 내성을 갖고 있다. 우리나라에서 특히 문제가 되고 있는 탄저병, 겹무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병 등에 대해서는 사과나무의 내성이 떨어지거나 이들 병균이 그동안의 무분별한 농약 사용으로 기존 농약에 대해 어느 정도의 내성을 갖게 되었을 수도 있다. 주요 병에 대해 강한 내성을 갖는 품종을 육성하는 것이 바람직하겠지만 내병성 품종의 육성이 그리 간단치 않기 때문에 우선은 기본적으로 사과나무가 갖고 있는 병해충에 대한 내성을 최대한 활용하는 것이 바람직하다. 모든 생물체는 조직, 형태적인 측면과 대사, 생리적 측면에서 병해충의 기생을 포함하는 외부 자극에 대처해서 자신을 보호할 수 있는 능력을 갖고 있다. **영양관리와 수분공급을 적절히 하면서 합리적인 재식체제에다 적절한 전정으로 최상의 성장과 생리대사가 가능하게 하여 나무를 튼튼하게 키우는 것도 내성을 높이는 방법이 된다.**

M9는 MM106이나 M26에 비해 역병에 대한 내성이 강한 대목으로 알려져 있다.

재식거리에 따라 수형구성을 잘하여 **수관의 상하와 안팎이 자연광 30% 이상의 햇빛을 받을 수 있도록 하여야** 한다. 수관 내에 골고루 햇빛이 들면 과실과 잎의 표피조직이 잘 발달하여 병이 쉽게 침투하지 못하게 되고 해충이 서식하는 일도 적어진다.

양수분이 과부족하지 않도록 관리하여 건전하게 키우도록 한다. 특히 양수분이 지나쳐 웃자라게 되면 잎이나 새가지에 병 발생이 많을 뿐 아니라 응애, 잎말이나방류, 굴나방류, 진디물 등 해충의 피해도 많아진다. 한편 양분 공급의 불균형은 자체의 보호기능이 떨어져 병의 감염에 내성을 갖지 못하게 된다.

나) 병이나 해충의 발생에 적정치 않은 환경의 조성

우리나라에서 문제되는 대부분의 병은 곰팡이성으로 통풍과 채광이 잘 되면 병의 발생이나 확대를 상당히 막을 수 있다. 재식거리를 여유 있게 하고 주어진 공간내에 **수관을 형성시키고 하단과 내부까지 햇빛이 자연광의 30% 이상 들도록 정지전정을 적절히 하는 것이 매우 중요하다.**

수관하부는 물론 열간의 풀이 지나치게 자라면 통풍이 제대로 되지 않아 습도가 높아지고 따라서 병의 발생이 많아질 우려가 있다. 수관하부는 가능하면 전면 제초를 하고 열간은 자주 깎아주는 것이 병 발생을 줄일 수 있는 방편중의 하나가 될 수 있다.

갈색무늬병, 점무늬낙엽병, 탄저병, 겹무늬썩음병 등 대부분의 병은 감염

된 잎, 과실, 가지 등으로부터 옮겨 가므로 이들 병의 피해를 입는 잎이나 가지, 과실 등은 모아서 태우거나 땅속 깊이 묻도록 한다. 진딧물이나 잎말이나방 등 해충의 피해를 받은 가지 역시 조기에 제거하는 것이 좋다.

배수가 잘되게 하여 장마기에 과습하지 않도록 하는 한편, 수시로 관수하여 토양수분을 적절히 관리하는 것은 역병과 같은 뿌리 병해를 예방하는데 효과적이다.

사과원 주변에 병이나 해충의 중간 기주가 되는 식물은 제거하는 것이 좋다. 향나무나 노간주나무는 적성병, 아카시아와 호두나무는 탄저병의 기주 식물이라는 사실은 잘 알려져 있다. 신초가 너무 강하게 자라는 나무는 특히 검은별무늬병, 흰가루병, 진딧물, 응애, 잎말이나방이나 은무늬굴나방 등의 피해를 받기 쉬우므로 2차 생장을 하지 않도록 관리하는 것이 좋다.

다) 생태계의 자율적 조정력을 활용하고 천적을 이용

사과원 가장자리에 생나무 울타리를 만들거나 주변의 관목이나 들무더기를 그대로 두어 여러 가지 유익한 동물의 은신처와 번식 장소가 되도록 하는 것이 좋다. 족제비, 황조롱이, 올빼미, 뱀 등은 들쥐나 두더지, 까치 등의 천적으로 이들 유해 동물의 밀도를 낮추어 준다. 황조롱이나 올빼미 등을 과수원으로 불러들이기 위해 이들 포식성 조류가 앉아 쉴 수 있는 대를 사과나무보다 높게 세워주는 것이 좋다. 사과원 주변에 벌레를 잡아먹는 박새, 곤줄박이 등이 서식할 공간이 없을 경우 새장을 달아줄 필요가 있다. 사과나무와 직접적 양수분 경합이 없는 열간이나 과수원 주변의 풀이나 나무는 그대로 두거나 깎아주는 정도로 관리하여 여러 가지 천적들이 서식할 수 있도록 해주면 생각보다 해충의 피해가 크지 않고 피해가 있다하더라도 살충제나 살비제로 쉽게 방제할 수 있게 된다.

이리응애는 최대한 보호하고 무당벌레류, 거미류, 깡충좀벌 등도 서식할 수 있도록 한다. 사과원에 아직 이리응애가 충분히 없을 때는 다른 과수원에서 이리응애가 있는 새순을 잘라와 옮겨놓거나 사육한 이리응애를 구입하여 방사하도록 한다.

라) 병해충 발생의 예찰

주요 해충(심식나방류, 잎말이나방류, 굴나방류 등)의 발생예찰용 성페르몬 트랩을 사과원에 설치하여 유인되는 성충 수를 조사하면 살충제 살포 적기를 판단할 수 있다.

봄에 주로 발생하여 피해를 주는 나무좀은 시판되는 유인트랩이나 자체 제작 알콜유인트랩을 설치하여 방제 적기를 판단하도록 한다.

사과응애와 점박이응애 및 천적 이리응애류는 4월부터 정기적으로

확대경을 이용 관찰하여 살비제 살포 여부나 방제 적기 결정의 근거로 삼는다.

기타 진딧물류를 포함하여 문제되는 각종 해충이나 유망 천적류의 발생 상황을 정기적으로 관찰하고 기록하고, 이를 근거로 종합적 관리 방안을 결정하여 실천한다.

병은 예찰에 의한 방제는 큰 의미가 없으므로 **예방위주로 방제**를 하여야 하나 발생생태를 파악하고 약제의 효과를 확인한다는 의미에서 병 발생양상을 관찰하고 기록하는 것은 의미 있는 작업이다.

마) 농약을 이용한 병해충 방제

병해충종합관리의 목적은 가능하면 환경부담이 적은 약제를 적게 사용하여 경영적으로 성공적인 사과원을 꾸려나가는 데 있다. **농약의 살포는 병해충 발생이 한계수준을 넘을 때만 사용**하여야 하며 약제살포 여부 판단의 기준이 되는 이러한 한계수준은 주기적으로 병해충 발생 예찰을 정확하게 좀 더 높여 잡을 수도 있다. **살충제나 살비제를 살포하기 전에** 원주는 **영농일지에 관찰마리수를 기록**해 놓도록 한다. 응애의 경우 6월까지의 1-2마리/엽, 7월 이후에는 3-4마리/엽, 조팝나무 진딧물의 경우 10-30마리/신초 이상 발생된 때에 약제를 살포하고 심식충류나 잎말이나방류는 성충발생부터 산란 및 부화 후 과실가해 시기 등을 예측하여 약제살포 시기를 결정하도록 한다. **해충피해가 심하지 않은데도 살균제 살포시 습관적으로 살충제를 혼용하는 것은 특히 고쳐야 할 나쁜 버릇이다.**

- **약제의 선택** : 병해충 전문가들이 다년간의 연구결과를 바탕으로 환경 친화적인 관점에서 매년 수정보완하여 제시하는 방제체계를 이용하는 것이 좋다. 특히 살균제의 경우 살포회수를 줄이기 위해서는 방제력에 제시된 약제를 원칙적으로 순서에 따라 살포하도록 요구하고 있다. 이는 살균제의 병 방제효과는 그것을 살포한 그 시기에만 국한되는 것이 아니고 이후의 살균제의 방제효과에도 영향을 미칠 수 있다는 실험 결과에 근거하기 때문이고 일부 살균제 중에는 살포하지 않는 것이 오히려 전체 방제효과에 도움이 되는 경우도 있다고 한다. 이외에도 대구경북능금농협 등 과수전문 농협이나 주산지 시군농업기술센터에서 지역 실정에 맞게 자체로 제공하는 방제력이나 기타 전문가들의 조언, 스스로의 경험을 토대로 독자적으로 방제체계를 만드는 것도 가능하다.

과수용으로 등록된 농약 중에서 전문가들이 추천하는 약제를 선택 하되 농약 사용지침서나 용기에 기재된 사항을 잘 살펴보고 다음 사

향을 확인하도록 한다.

- 농약 살포시나 살포 후 과수원에서 일하는 사람에게 덜 해로운 것
- 과일에 잔류기간이 짧고 적게 되는 것
- 해충은 허용한계 이하로 죽이고 **익충과 다른 곤충류에는 해가 없거나 적은 것**
- 토양, 물, 대기 등 **주변 환경에 부담을 적게 주는 것**

약제선택을 잘하면 이리응애를 비롯한 천적의 밀도가 유지되어 살비제를 살포하지 않거나 1~2회로 줄일 수 있다. 살균제는 대부분이 천적류에 큰 영향이 없지만 일부 품목은 영향이 크므로 선택에 주의를 요한다. 살충제나 살비제는 현재 등록된 많은 품목들이 천적에 영향이 크다. 그러나, 최근에는 미생물농약, 곤충생장조정제 등 천적류와 화분매개곤충에 비교적 안전한 품목들이 시판되고 있다.

대부분 살충제의 경우 천적에 미치는 영향은 물론 수질을 오염시킬 가능성이 있고 해당 해충의 내성을 유발할 수 있기 때문에 같은 약제(이름이 다르더라도 유효성분이 같은 농약 포함)를 연이어 살포하지 않도록 한다. 가능하면 선택성 농약을 우선적으로 택하도록 한다.

- **약제 살포 방법** : 살포방법에 따라 약효가 다르게 나타날 뿐 아니라 살포 약량도 달라진다.

사과원에서 단위면적당 연간 투여되는 농약량은 다음 세가지 요인에 의해 결정된다.

- **살포농도** : 농약회사에서 제시하는 **희석배수를 지키고 사용약량을 늘리지 말아야** 한다. 그러나 희석배수를 지키고 시키나 다른 살포방법에서도 문제가 없는데도 **방제 효과가 떨어진다면 내성이 생겼다는 것을 의미하므로 농도를 높이거나 다른 약제와 혼용하려하지 말고 약제를 바꾸도록** 한다. 해충을 100% 박멸하려고 애쓰는 것은 종합방제에서는 의미가 없다. 비용이 많이 들 뿐 아니라 저항성 계통의 출현을 앞당기고 불필요하게 환경을 해치기 때문이다. 선진국의 경우 사과 종합생산에서 살충제나 살비제의 경우 농약병이나 봉지에 쓰여 있는 살포농도보다 오히려 희석배수를 10-20% 높이는 것을 추천하기도 한다.
- **살포약량** : 단위 면적당 살포 농약량은 재식체계, 수관용적, 농약 농도에 따라 다르다. 우리나라의 경우 **일반 성목원의 경우 500리터/10a, 키 낮은 사과원의 경우 300리터/10a(잠정적으로)**를 기

준으로 충분히 뿌리도록 한다. 미세한 노즐에 적정 압력으로 분무 입자의 크기를 작게 하면 약액이 보다 골고루 흡착하게 된다.

- **살포회수** : 기상 상태나 병해충의 발생정도에 따라 그리고 예상 수량손실정도(경제적 피해 한계)에 따라 단위면적당 농약살포 회수가 정해진다. 해충의 경우 페로몬트랩을 설치하여 주기적으로 관찰하여 적기에 살포하면 방제효과가 높아져 살포회수를 줄일 수 있다.
- **살포기술** : 고성능 방제기(SS기)의 경우 자기 사과원 조건에 맞도록(재식체계, 수고) 노즐의 방향이나 압력, 주행속도 등을 조절하여 분사된 약액이 정확하게 사과나무 잎을 향하도록 해야 한다. 수관 위쪽 또는 아래쪽으로 약액을 분사시키는 노즐은 사전에 필히 잠그도록 한다.
- **농약살포후 수확기까지의 일수** : 약제별로 안전사용기준에 제시되어 있는 수확전 살포 일수를 허용된 것보다 2배 늘려 일찍 마치고도록 하여야 한다. 특히 조중생종은 수확전 살포 허용 일수가 짧은 농약(분해가 쉽게 되는)을 선택하는 것이 좋다.

병이나 해충의 방제시기가 같을 경우 약제를 혼용하여 살포하면 방제비용을 크게 줄일 수 있다. 그러나 불합리하게 농약을 혼용하면 약효가 줄어들거나 약해가 생기는 등의 부작용이 생기기 쉽다. 혼용에 따른 이러한 부작용은 혼합약제간 화학적 변화가 일어나거나, 물리성이 바뀌거나 유효성분의 활성이 떨어지는 등의 원인으로 일어난다. 따라서 농약을 혼용할 때는 혼용가부 여부를 확인하도록 한다. 혼용가부에 자신이 없거나 특정 살균제와 혼용이 불가능 살충제 또는 살비제를 꼭 살포해야 할 경우에는 살충제만을 먼저 살포하고 3~4일 정도 지난 후에 살균제를 살포하면 된다. 약제살포와 엽면시비를 병행하면 약효가 떨어지거나 약해가 입을 가능성이 높으므로 그리 바람직하지 않다. 따라서 엽면시비용 비료의 제조사에서 농약과의 혼용가능성을 별도로 표기하지 않은 경우라면 혼용하지 않도록 한다.

농약을 희석하는 물의 수질에 따라 약효가 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 즉, 대부분의 농약은 약산성인데 사용하는 물이 알칼리성이라면 농약의 성분이 빨리 분해되어 약효가 충분히 발휘되지 못할 수가 있다는 것이다. 지하수의 경우 의외로 pH가 높은 경우가 있는데 이 경우 목초액 또는 식초 제품을 가용하여 pH 6.5 정도로 교정을 하고 농약을 희석하는 것이 안전하다. 정상적으로 농약을 살포하는데도 약효가 만족스럽지 못하다면 농업기술센터에 지하수의 산도를 의뢰하고 중화시키는데 목초액을 얼마나 넣어야 하는지를 상담하는 것이 좋다.

농사가 시작되기 전에 방제기를 종합점검을 하도록 한다. 탱크나 호스에 들어 있는 이물질을 제거하고 필터를 세척하거나 교환하며 노즐의 상태도 점검을 한다. 노즐이 닳아 구멍이 커진 경우 교환을 하고 분사 입자의 크기, 각도, 방향 등을 점검하고 문제가 있으면 부품을 교환하거나 수리를 하도록 한다. 우리나라에 보급된 고성능분무기(SS기)는 일반대목의 성목원을 기준으로 한 것이므로 왜성대목을 이용하여 수고를 낮춘 사과원에서는 과다하게 허비될 수 있다. 따라서 사과원의 구조(재식체계, 수고 등)에 방제기의 약제 분사각도와 세기를 미리 조정하여 대기 중으로 날아가거나 토양에 뿌려지는 것을 막도록 한다. 농약이 과수원을 벗어나 수로나 인근으로 날아가지 않도록 하여야 한다.

농약은 독성물질이므로 보관과 관리에 각별한 안전 조치가 필요하다. **통풍이 잘되고 직사광선이 들지 않는** 곳에 태풍이나 홍수, 화재 등 **재난으로부터도 안전하도록** 조치를 취하고 **자물쇠가 달린 전용공간을 만들어** 보관하여 어떠한 경우에도 농약에 대한 전문성이 떨어지는 어린이나 외부인이 접촉하거나 목적외에 외부에 유출되어서는 안 된다. 쓰고 남은 농약은 본래의 농약용기에 넣어 라벨이 잘 보일 수 있도록 보관하고 만약 라벨이 훼손되었다면 최소한 상표명 또는 품목명이라도 반드시 적어서 보관해야 한다. **살균제, 살충제, 살비제, 제초제 등으로 구분하여** 보관하고 사용에 특별한 주의가 필요한 고독성 농약은 다른 농약과 구분 보관하여 잘못 사용하는 것을 막아야 한다. **그램단위의 정밀저울과 용적을 잴 수 있는 눈금 있는 용기(메스실린더)를 갖추고 정확한 약량 계측으로** 기준 범위 내에 희석 농도를 맞추어야 한다. 빈 농약병이나 봉지는 반드시 회수하여 자원재생공사나 농협에 반납하여 안전하게 처리하여야 한다.

바) 내성이 생기지 않도록 주의

병이나 해충의 발생은 지역이나 해에 따라, 관리 상태나 품종에 따라 발생 양상이 크게 다르므로 **병해충 생태와 방제방법에 대해서** 사과원주가 기본적인 지식을 갖추어야 하고 수시로 전문가들과 **접촉을 하면서 효율적이고 경제적인 방제가 이루어지도록** 노력하여야 한다. 전문가들이 방대한 연구를 토대로 제시하는 방제방법에 대해 신뢰를 갖고 정밀하게 실천하는 자세가 필요하다. 지역 농약사의 처방에만 의존할 경우 사과원주의 경영 수익 최대화보다는 농약사의 매출에 유리한 처방이 내려질 가능성도 없지 않을 것이다. 농협의 경우도 농약판매로부터 얻어지는 수익이 농협의 경영수지에 높은 비중을 차지하는 현실에서 종합방제의 원칙에 충실한 처방이 내리질 수 있을 것이라는 염려가 없지 않다. 병해충 종합관리가 성공적으로 이루어지고 있는 선진국의 경우 방제약제와 방법을 지도하는 전문가들은 그로 인한 수익과는

별개의 위치에 있다는 사실을 참고할 필요가 있다.

농약을 무분별하게 살포하면 농약에 대해 병, 해충이 내성을 더 빨리 갖게 된다. 내성이 생기면 방제작업이 매우 어려워지고 병이나 해충의 밀도를 조절하는데 있어 심각한 문제를 야기한다. 따라서 가능하다면 **모든 예방책을 동원하여 내성이 생기는 것을 막도록 해야** 한다. 종합생산방법의 목적은 식물보호에 있어 가능한 모든 비화학적 방법을 동원하여 서로 조합하고 총체적으로 적용하는데 있다. 종합방제에서 그 기본원칙을 철저히 실천함으로써 병이나 해충에 내성이 생기지 않도록 하거나 이를 지연시키도록 한다. 내성관리에 있어 핵심적인 기본원칙을 다음과 같이 간단히 정리할 수 있다.

- **살충제 살포의 경감** : 어떤 약든지 살포 횟수를 줄일 수 있다면 그만큼 내성이 생기는 것을 지연시킨다. 살포가 불가피하다면(해충피해를 잘 관찰한 결과) 어떤 약제가 효과가 있을 것인가를 생각하고 목적에 맞게 투입한다. 이를 위해 피해 유발인자의 생물적 특성과 발생에 대한 정확한 지식이 요구된다. **올바른 약제선택, 적정농도와 약량, 최적의 방법으로 살포**하면 약효를 극대화 시킬 뿐 아니라 대개 추가적인 약제 살포도 줄이게 된다.

살충제의 살포는 가능하다면 발생된 집단 또는 필지에만 국한시키도록 한다.

- **농약성분 잔존기간의 단축** : 살포된 약은 일정 기간동안 사과나무와 그 주변에 묻어 있게 마련이다. 그러나 **농약 성분이 잔존하는 기간이 길어지면** 그만큼 내성이 생기기 쉬워진다. 약효의 지속기간이 짧은 농약이라도 단기간에 반복적으로 살포하면 잔존기간이 길어지게 마련이다. 약효의 지속기간이 긴 농약은 적은 양으로 미세하게 피해기간에만 살포하도록 하고 약효의 지속기간이 짧은 농약이라 할지라도 연속해서 살포하는 것은 좋지 않다.
- **대체방법의 투입** : 농약대신 다른 방법을 우선적으로 투입하는 것은 병해충 종합방제의 기본이다. **흰가루병에 걸리거나 은무늬굴나방, 진딧물의 발생이 많은 선단지를 잘라내어 확산을 막는다.** 병이나 해충이 쉽게 발생하는 **도장지나 흙지는 미리 제거**한다. **성페로몬의 교미교란제를 지속적으로 설치**하면 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과무늬잎말이나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과굴나방은 밀도가 낮아져 살충제의 살포를 크게 줄일 수 있다. **유인트랩을 설치**하면 나무좀, 노린재류 등의 피해를 매우 효과적으로 막을 수 있는데 특히 나무좀의 경우 유인트랩의 설치만으로도 피해를 상당히 줄일 수 있을 정도로 그 효과가 뛰어나다. **이리웅애류, 무당벌레류, 거미류, 깡충좀벌 등의 천적과 Bacillus thuringiensis(곤충병원세균) 등을 투**

입하면 역시 살충제 사용을 줄일 수 있다.

- **천적의 보호** : 병이나 해충이 내성을 갖는 것을 막거나 지연시키자면 **익충이나 유익 동물을 보호**하는 것이 중요하다. 천적을 이용하여 해충의 밀도를 조절하면 그만큼 농약의 살포를 줄일 수 있기 때문이다. 또한 천적이 농약에 대한 해충의 저항성 정도나 저항성 기작과 무관하게 해충을 잡아먹기 때문에 상당한 내성을 갖고 있는 해충집단도 도태시킬 수 있다.
- **약제의 교체** : 상황과 조건에 따라 약제를 바꾸어 가면서 병해충 방제를 하면 농약에 대한 내성이 생기는 것을 오랫동안 연기시킬 수 있다. 중요한 것은 약제의 이름뿐 아니라 작용기작이 달라야 한다. 따라서 살포하고자 하는 **농약의 유효성분이 이전에 살포한 농약과는 다른 유효성분그룹에 속한 농약을 택해야** 한다. 종합방제 프로그램에서는 동일 약제를 1-2회 연속 살포해도 된다고 하더라도 가능한 한 바꾸어가면서 약제를 선택하도록 한다.

특정 농약에 대한 내성이 아직 생기지 않아 약효가 유지되고 있을 때 내성관리를 시작하여야 한다. 농약 성분에 따라 내성이 생기는 시기에 차이가 있기 때문에 약제에 따라 연 사용회수를 제한하여야 한다.

살비제는 종합생산프로그램에서 이리응애를 지속적으로 보호할 경우 거의 살포할 필요가 없다. 응애가 문제가 되는 사과원에서는 살비제의 이용이 불가피하므로 이 경우 절제 있게 살포하여야 내성이 생기는 것을 막을 수 있다.

12) 외부로부터 유해물질의 사과원 유입

교통량이 많은 도로변과 인접하여 사과원이 자리할 경우 원주의 잘못 없이도 자동차 배기가스와 먼지가 날아들어 사과에 유해한 물질(납, 카드뮴, 크롬, 니켈, 타이어분진, 먼지)이 적지 않게 묻어 있을 수 있다. 따라서 **교통량이 많은 고속도로, 국도, 지방도로를 따라 바로 인접하여 사과원이 자리하고 있을 경우 생울타리를 만들어 유해한 물질이 날아오는 것을 줄일 필요가 있다.**

종합생산프로그램이 아닌 관행의 방법으로 무분별하게 농약을 살포하는 사과원이 인접해 있어도 같은 문제가 생긴다. 특히 수확기 무렵에 이웃 밭에서 농약이 날아들면 사과의 농약 잔류치를 높이는 결과가 초래될 수 있다. 이 경우 이웃도 함께 종합생산을 하도록 설득하고 협력할 필요가 있다.

13) 수확과 저장

적기에 사과가 명들거나 다치지 않도록 조심스레 수확작업을 하는 것은 수확후 사과의 품질을 유지하는데 있어 절대적으로 중요하다.

너무 일찍 수확한 사과는 당도가 낮으면서 착색이 불량하고 쉽게 시들며

저장중 껍질텐병과 고두병에 걸리기 쉬운 반면, 너무 늦게 수확한 사과는 밀병 증상이 많아지고 저장력이 떨어지며 후지품종은 저장중 과육갈변장해가 발생되기 쉽다.

농사를 잘 지었다 하더라도 수확시기가 맞지 않고 거칠게 작업을 하면 해충이나 병에 의한 것보다도 과실의 손실이 더 많을 수도 있다.

수확한 사과는 가능하면 빨리 저장고에 넣어 과실의 온도를 떨어뜨리면 저장력이 좋아진다. 수확한 사과는 온도가 높은 낮에 수송하는 것 보다는 과수원에서 밤을 지내게 하고 다음날 이른 아침에 운반하여 저장고에 넣으면 사과의 온도가 낮아 저장고에서 저장온도까지 빠르게 떨어뜨릴 수 있고 전기도 절약된다.

저장중에 여러 가지 문제가 생길 수 있다. 껍질텐병, 과육갈변, 고두병, 홍옥반점병과 같은 생리적인 원인이 있는가 하면 여러 가지 곰팡이성 병균에 감염되어 나타나는 부패 등이 있는데 어쨌든 잘못하면 상당한 손실이 초래된다.

곰팡이성 병은 원칙적으로 과수원에서 방제체계를 통해 예방이 되어야 한다. 기상, 입지조건, 품종에 따라 다르겠지만 적절한 약제를 선택하여 마무리 살포를 잘하면 저장중의 병 발생을 크게 줄일 수 있다. 저장고를 깨끗하고 위생적으로 관리하는 것 역시 저장중 병발생에 의한 손실을 막는데 매우 중요하다. 사과의 수확, 운반, 저장에는 깨끗한 상자만을 이용하고, 특히 흙이 묻은 상자는 사용하지 않아야 한다. **저장고와 선별기는 깨끗이 청소하고 미리 소독**을 해 두도록 한다.

장기 저장을 할 경우에는 수확시기를 연내 출하용보다 1-2주 앞당겨 수확하고 병해충 피해과, 열과, 압상 등 기계적 상처를 입은 과실을 골라내고 지나치게 굵은 과실도 제외시킨다. 단일 품종을 저장하는 것을 원칙으로 하여 예냉을 한 다음 적정 저장조건이 조기에 도달되게 환경을 맞춘다. 저장고내 온도와 공중습도를 수시로 점검하여 적정 수준을 유지하도록 조치한다.

수시로 사과를 출하하기보다는 목표 일시까지 일괄 저장하는 것이 품질 유지에 좋다. 지나치게 늦게까지 저장하면 산도와 경도가 떨어지고 특유의 냄새가 나면서 출고 후 품질이 빠르게 나빠지므로 **4월 이전에 출하하여 소비자의 기대를 저버리지 않도록** 하는 것이 좋다.

14) 영농일지의 기록 확인, 포장 실사 및 농약 잔류 분석

종합생산에 있어서 사과원 경영주는 먼저 사과가 환경 친화적인 방법으로 생산되었다는 것을 입증해 보여야 하고(경영일지) 생산된 사과에서 농약잔류가 없거나 극히 미미하여 안전하다는 것을 보장하여야만 한다(과실분석). 따라서 사과종합프로그램에 참여하는 사과재배 농가는 지침에 따라 이행된 환

경과 관련된 모든 재배적 조치를 영농일지에 충실히 기록해 두어야 한다.

가) 영농일지

영농일지는 자기 사과원에서 이루어진 제반 관리 작업 및 관찰 사항을 재배자가 기록하는 실무기록장부이다. 원예연구소 사과시험장 및 경북대학교 사과연구소에서 발행하는 “사과 친환경 종합생산 및 생산이력을 위한 과원관리기록일지”의 양식에 따라 기록을 하면 된다. 병해충 발생 예찰은 쉽지가 않지만 충실하게 빠짐없이 기록하여 살충제 살포의 근거가 될 수 있어야 한다.

영농일지는 필지별로 제 때 기록하여 종합생산 현장 확인반의 요구가 있을 때 지체 없이 제시하여야 하고 영농일지를 최종 검사를 할 경우는 해당기관에 제출하여 재배기간 동안에 수행한 관리작업이 지침에 부합되는지 확인을 받아야 한다.

나) 포장 및 저장고 실사

종합생산 현장 확인반은 생육기간 중에 참여 농가를 방문하여 종합생산 이행 여부를 과수원과 부속시설을 둘러보면서 영농일지기록 내용과 비교하며 세부 점검사항을 확인한다. 이 때 종합생산 지침에서 필수적으로 이행하여야 할 사항이 지켜지지 않은 것이 확인되면 종합생산 인증에서 제외한다.

영농일지와 포장실사 결과 지침에서 제시된 이행사항을 준수한 것이 확인된 포장의 사과는 표기를 하여 관행 재배로 생산된 사과와 분리하여 저장하여야 한다. 저장중 부패를 막기 위해 약제처리를 해서는 안 된다. 수확기 또는 저장단계에서 잔류분석용 시료를 채취한다.

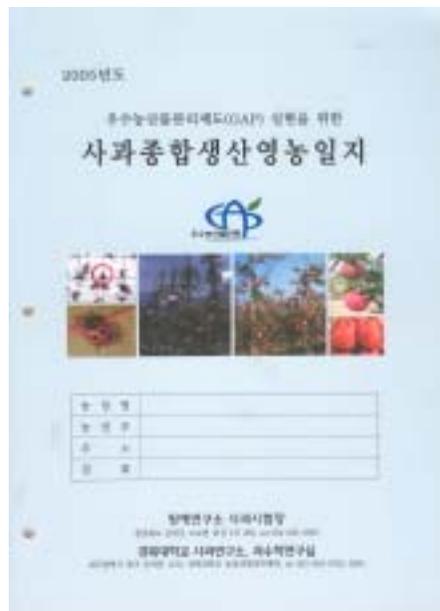
다) 잔류분석

종합재배의 중요한 목적중의 하나는 소비자들에게 가능하면 농약잔류가 없는 안전한 사과를 제공하는데 있다. 따라서 검사기관에서는 수확기나 저장중에 시료를 택하여 주요 농약성분에 대해 잔류 분석을 한다. 무잔류를 목표로 하되 농약잔류가 있더라도 최고 허용 잔류량의 1/2을 넘지 말아야 한다.

15) 친환경 종합생산 인증 표시의 교부

종합생산지침에 따라 생산되고 저장되어 확인과정의 모든 심사에서 통과된 사과에 대해서는 종합생산사과라는 글씨가 쓰인 인증표시를 부착하여 판매할 수 있다. 종합생산 지침에 따라 생산된 것이라고 증명할 수 없거나 종합생산에 따라 생산된 사과로 인정받지 못한 사과에는 공식상표나 종합생산이라는 개념의 표기나 다른 비슷한 표현의 문구가 들어가서도 안 된다.

나. 우수농산물관리제도(GAP) 실현을 위한 사과종합생산영농일지



1) 과원일반현황

○ 토지 및 재배작목 현황

필지번호 (명칭)	면적 (평)		토양 형태	토심 (cm)	해발고도 (m)	경사 방향	경사도* (도)	품종명/ 대목	재식 년도	재식거리(m) (열간×주간)	주수 (주)
	소유	임차									

* 약간 경사진 형태 : 5~7도, 심한경사(재배한계 경사) : 15도, 보통 : 7~10도

○ 주요 농기계 현황

품명	구입년도	수량	가격(원)	주요 성능*

* 주요 성능은 마력, 용량, 주요 기능 등을 기록함

○ 농기계 점검 및 수리 내역

품명	일시	점검 및 수리내역	수리비(원)

○ 시설 현황

시설명	건축 년도	면적 (평)	동수	시설비용 (원)	용도 및 용량*

* 용도 및 용량은 저장고의 경우 저장 상자 수, 선별기의 경우 시간당 또는 하루 처리능력 등의 방법으로 기록함

○ 시설 점검 및 수리 내역

품명	일시	점검 및 수리내역	수리비 (원)

2) 교육 참여 및 정례 모임

월일	주관기관	장소	강사진 및 교육 주제

4) 농자재 구입 내역

○ 농약 (살균제)

월 일	농약명	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

○ 농약 (살충제)

월 일	농약명	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

○ 농약 (살비제)

월 일	농약명	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)
계						

○ 농약 (기계유유제, 석회유황합제 등 기타 농약)

월 일	농약명	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

○ 유류 (경유, 휘발유 등)

월 일	연료명	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

○ 묘목, 대목, 목초종자 등

월 일	품명	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

○ 화학비료

월 일	비료명* (성분비)	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

* 복합비료의 경우 N, P, K 등 함량비를 꼭 명시할 것

○ 유기질퇴비, 유박, 부산물 등의 비료

월 일	비료명 (주성분)	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

* 가능하면 주성분을 표시(우분+ 톱밥, 돈분+ 왕겨 등)

○ 기타 비료 (녹즙, 바닷물, 아미노산, 미생물제 등)

월 일	비료명	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

○ 영농자재 (관수, 관비, 유인, 비닐, 봉지, 포장자재, 소농기구 등)

일시	자재명	규격	단위	수량	단가 (원)	금액 (원)

5) 시비관리 내역

○ 토양시비

월일	필지번호/ 명	시비면적 (평)	비종	규격	투입량 (포/kg)	면적당 성분량* (kg)	노동시간**		고용인건비(원)***	
							세부내역	시간	단가	금액

* 면적당 성분량은 면적당 투입량에 비종의 성분비를 곱하여 산출함

** 남과 여, 자가와 고용을 구분하여 노동시간을 기입함

*** 고용노동의 경우 일당을 계산하여 지불한 인건비를 기록함

○ 엽면시비 (적화/과제 포함)

월일	필지번호/ 명	살포면적 (평)	비종	규격	사용량	희석 농도	살포량 (리터)	노동시간*		고용비(원)**	
								세부내역	시간	단가	금액

* 남과 여, 자가와 고용을 구분하여 노동시간을 기입함

** 고용노동의 경우 일당을 계산하여 지불한 인건비를 기록함.

○ 관비

월일	필지번호/ 명	관비면적 (평)	비종	규격	사용량	희석 농도	관비량 (톤)	면적당 성분량* (kg)	노동시간**		고용인건비(원)***	
									세부내역	시간	단가	금액

* 면적당 성분량은 면적당 투입량에 비종의 성분비를 곱하여 산출함

** 남과 여, 자가와 고용을 구분하여 노동시간을 기입함

*** 고용노동의 경우 일당을 계산하여 지불한 인건비를 기록함

6) 병해충 및 천적 발생 예찰

가) 주요 병해충 및 천적 발생 조사 방법

■ 성페로몬트랩의 설치와 조사

○ 설치와 유인제방출기 교체

- 대상해충의 종류별로 다음 표에서와 같이 관찰하기 쉬우면서도 대표적인 위치에 1.5-2m 높이로 설치하고 유인제방출기(고무튜브)는 은박지 봉투에 밀봉하여 냉장실에 보관하였다가 지정된 시기에 교체한다.

대상해충	트랩설치	유인제방출기 교체	끈끈이판 교체
복숭아순나방	3월 하순	5월 하순, 7월 하순	유살된 나방이 많거나 먼지, 강우로 끈끈이판이 많이 더러워진 경우(약 20일 내외)
사과굴나방	"	" "	
은무늬굴나방	4월 하순	6월 하순, 8월 하순	
사과무늬잎말이나방	"	" "	
애모무늬잎말이나방	"	" "	
복숭아심식나방	5월 하순	7월 하순	

○ 유살나방 조사

- 심식충류나 잎말이나방류는 크기도 크고 5일 간격에 유살수도 적으므로 정확하게 조사를 한다. 굴나방류는 크기도 작고 유살수도 현저히 많은데 이 경우 끈끈이판의 한개 4각내 평균 유살수를 추정하고 4각형 숫자를 곱하여 전체 유살수를 추정한다.
- 트랩에 유사종이나 꿀벌, 머릿빨가위벌, 천적류 등이 죽어 있는 경우가 있는데 이는 조사에서 제외하여야 한다.
- 조사 후에 유살수가 적은 경우 제거막대로 모두 제거하고 끈끈이를 고무 흡어주나 나방이 적고 유살수가 많은 경우 일일이 제거하지 말고 다음에 누적 유살수를 조사하여 이전 유살수를 빼는 방법으로 실제 유살수를 조사한다.
- 끈끈이판의 교체시기가 되지 않았어도 심식나방류나 잎말이나방류는 100~200마리, 굴나방류는 2,00마리 이상 유살되면 교체하도록 한다.

■ 병해

○ 줄기의 병해 (부란병)

- 조사시기: 2~3월, 9월
- 조사방법: 사과원내에 병이 발생한 나무의 총주수를 기록한다.
- ※ 예 : 15/350 (병 발생나무수/전체 나무수)

○ 잎의 병해(붉은별무늬병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 잿빛곰팡이병)

- 조사시기: 4월하순~10월초순
- 조사방법
 - 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정한다.
 - 각각의 나무에서 1년생 8가지를 무작위로 선정하여 테이프로 가지하 단부를 묶어 1년간 조사할 가지를 표시한다.
 - 병해가 발생한 잎은 유성매직으로 표면에 점 혹은 체크표시를 하여 센다.
- ※ 예 : 15 (병 발생잎수)

○ 과실의 병해 (탄저병, 겹무늬썩음병, 그을음병)

- 조사시기: 7월하순~10월하순
- 조사방법
 - 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정한다.
 - 5주 나무에서 병해가 발생한 과실을 기록한다.
- ※ 예 : 15(병 발생과실수) / 500(전체과실수)

○ 기타 (줄기,뿌리병해: 역병, 흰날개무늬병, 자주날개무늬병, 흰비단병)

- 조사시기: 병발생시
- 조사방법
 - 사과원내에 병해가 발생한 전체 나무수를 기록한다.
- ※ 예 : 15/350 (병 발생나무수/전체나무수)

■ 해충

○ 응애 (사과응애, 점박이응애)

(1)월동기

- 조사시기 : 3월상순
- 조사방법
 - 사과나무 5주에서 각각 1년생 가지 8개 내외 사과응애 월동알 또는

조피내의 점박이용애 월동 성충을 조사한다.

※ 예 : 100개/40신초(사과응애), 100마리/5주(점박이용애)

(2) 생육기

- 조사시기: 4월하순~10월초순

- 조사방법

- 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여 나무당 20잎씩 총 100 잎에서 응애 발생수(마리)를 기록한다.

※ 예 : 100마리/100잎

○ 진딧물류 (조팝나무진딧물, 사과혹진딧물)

- 조사시기: 4월하순~8월하순

- 조사방법

- 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여 나무당 8신초씩 총 40 신초에서의 발생수(마리)를 조사한다.

(단, 사과혹진딧물은 굴나방 조사기준과 동일하게 말린 피해잎수를 기록한다).

※ 예 : 100마리/40신초(조팝나무진딧물), 100엽/40신초(사과혹진딧물)

○ 굴나방류(은무늬굴나방, 사과굴나방)

- 조사시기: 4월하순~10월하순

- 조사방법

- 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여 나무당 8신초씩 총 40 신초에서 피해잎수를 조사한다.

○ 복숭아순나방

- 조사시기: 4월하순~10월하순

- 조사방법

- 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여 나무당 8신초씩 총 40 신초에서 피해신초수를 조사한다.

○ 과실 가해 해충 (복숭아순나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방, 노린재, 흡수나방)

- 조사시기: 7월하순~10월하순

- 조사방법
 - 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여, 전체과실에서 해충이 가해한 과실을 기록한다.
- (가능한 가해한 해충종을 구분 기록)

■ 사과원 천적(익충)

- 이리응애류
 - 조사시기: 4월하순~10월초순
 - 조사방법
 - 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여 나무당 20잎씩 총 100 잎에서 응애 발생수(마리)를 기록한다.

- 무당벌레, 풀잠자리, 깨알반날개, 거미류, 애꽃노린재
 - 조사시기: 4월하순~10월초순
 - 조사방법
 - 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여, 전체 5주에서 관찰된 각 천적의 마리수를 기록한다.

나) 성페로몬트랩 포집 나방류

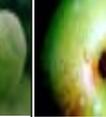
월/일	복숭아순나방	복숭아심식나방	사과무늬 잎말이나방	사과애모무늬 잎말이나방	사과굴나방	은무늬굴나방
						
3/31	설치	×	×	×	설치	×
4/5		×	×	×		×
4/10		×	×	×		×
4/15		×	×	×		×
4/20		×	×	×		×
4/25		×	×	×		×
4/30		×	설치	설치		설치
5/5		×				
5/10		×				
5/15		×				
5/20		×				
5/25		×				
5/31		설치				
6/5						
6/10						
6/15						
6/20						
6/25						
6/30						
7/5						

※  페로몬 방출기(고무튜브) 교체시기

월/일	복숭아순나방	복숭아심식나방	사과무늬 잎말이나방	사과애모무늬 잎말이나방	사과굴나방	은무늬굴나방
						
7/15						
7/20						
7/25						
7/30						
8/5						
8/10						
8/15						
8/20						
8/25						
8/30						
9/5						
9/10						
9/15						
9/20						
9/25						
9/30						
10/5						
10/10						
	결과정리					
총 계						

※  페로몬 방출기(고무튜브) 교체시기

라) 주요 해충

월/일	잎							신초	과실			기타
	사과 응애	점박이 응애	사과혹 진딧물	조팝나무진 딧물	사과 굴나방	은무늬굴 나방	잎말이나 방	복숭아 순나방	복숭아 심식나방	복숭아 순나방	잎말이 나방	노린재, 흡수나방, 나무좀 등
3월												
3월			×	×	×	×	×	×	×	×	×	
4/30									×	×	×	
5/10									×			
5/20									×			
5/30									×			
6/10									×			
6/20									×			
6/30												
7/10								×				
7/20								×				
7/30								×				
8/10								×				
8/20								×				
8/30								×				
9/10			×	×				×				
9/20			×	×				×				
9/30			×	×				×				
10/10			×	×				×				
10/20			×	×				×				
10/30			×	×				×				

마) 주요 천적

월/일	이리응애	깨알반날개	무당벌레	꽃등애	강충좀벌	고치벌	거미류
							
4/30							
5/10							
5/20							
5/30							
6/10							
6/20							
6/30							
7/10							
7/20							
7/30							
8/10							
8/20							
8/30							
9/10							
9/20							
9/30							
10/10							
10/20							
10/30							

10) 기타 관리 내역 (전정, 적화, 적과, 봉지씻우기, 하계전정, 예초, 적엽 등)

월일	필지번호 /명	작업내용	투입자재	노동시간		고용비(원)	
				세부내역	시간	단가	계

11) 기상재해 및 조수피해 내역

월 일	필지번호/ 명	피해 원인	피해 정도 (% , kg)	
			수 체	과 실

12) 수확, 저장 및 출하

○ 수 확

월일	필지번호 /명	품종	규격 (kg)	수량 (상자)	수확량 (kg)	노동시간		고용비(원)	
						세부내역	시간	단가	계

○ 저장고 관리

품종	입고일	월 일		월 일		월 일		월 일		월 일		월 일		월 일	
		온도	습도												

○ 출하

월일	품종	단위	수량(상자)*				판매량 (kg)	판매단가** (원)	금액(원)
			상품	중품	하품	등외			

* 출하 상자의 규격을 함께 기록할 것

** 등급에 따른 판매단가를 구분하여 기록할 것

13) 소득 분석

비 목	구 분	금 액 (원)	비 고
재료비	농 약		
	비료 및 퇴비		
	농자재		
	기 타		
소계 (A)			
고 용 인건비	남자 명 시간		
	여자 명 시간		
소계 (B)			
수 입	후 지 홍 로 기 타		
소계 (C)			
순 소득	$C-(A+B)$		

14. 기타 기록사항

부록 1. 2005년도 저농약 재배 살균제 살포력과 운용상의 주의점

(경북대 임재열교수 제공)

저농약 재배 살균제 살포력				
회차	살포시기	I 형 후지·쓰가루		
		저 I - 1	저 I - 2	저 I - 3
1	4월 15~20	베푸란	베푸란	베푸란
2	5월 5~10	시스템엠	시스템엠	푸르젠
3	5월 25~30	해비치 (2000배)	해비치 (2000배)	해비치 (2000배)
4	6월 10~15	텔란	후론사이드	텔란
5	6월 25~30	후론사이드	포리람	후론사이드
6	7월 10~15	프린트 또는 에이폴	프린트 또는 에이폴	프린트 또는 에이폴
7	7월 25~30	베푸란	베푸란	베푸란
8	8월 10~15	실바코 또는 바이코	실바코 또는 바이코	실바코 또는 바이코
9	8월 25~30	삼진왕	삼진왕	삼진왕
회차	살포시기	II 형	III 형	IV 형
		후지,쓰가루 홍로, 추광	홍로, 추광, 홍옥 조나골드	유대재배
1	4월 15~20	베푸란	베푸란	베푸란
2	5월 10~15	시스템엠	파리사드	시스템엠
3	5월 25~30	해비치 (2000 배)	해비치 (2000배)	해비치 (2000배)
4	6월 10~15	텔란	텔란	-
5	6월 25~30	후론사이드	후론사이드	텔란
6	7월 10~15	프린트	포리람	-
7	7월 25~30	베푸란+캘탄	프린트	베푸란
8	8월 10~15	실바코 또는 바이코	캘탄	-
9	8월 25~30	삼진왕		삼진왕

※참고 : 저I-1은 후지·쓰가루 혼식의 보통 사과원에서 적용

저I-2는 농민이 텔란에 알레르기가 있는 경우에 적용. 기상이 나쁠 경우 갈색무늬병 발생할 위험이 있음. 이 경우 베푸란을 앞당겨 살포할 것
저I-3은 M.9 대목 밀식과원 적용

초저농약 재배 살균제 살포력				
회차	살포시기	초저 1	초저 2	초저 3
		후지, 쓰가루	후지조속계, 홍옥 시나노스위트	M9
1	4월 15~20	베푸란	베푸란	베푸란
2	5월 5~10	시스템엠	시스템엠	푸르젠
3	5월 25~30	해비치 (2000배)	해비치 (2000배)	해비치 (2000배)
4	6월 20~25	텔란	텔란	텔란
5	7월 15~20	베푸란	프린트 또는 에이폴	베푸란
6	8월 10~15	실마코	포리람	실마코
7	8월 25~30	삼진왕	-	삼진왕

- 병해 방제력 운영상의 주의점

- 살균제는 위의 방제력에 적시된 약제 이외의 약제는 사용할 수 없다.
- 약량을 충분히 해야한다. 일반 성목원 반당 500리터(25말), 일반 유목원 400리터 (20말), 키낮은 사과원은 300리터 이상을 살포한다.
- 약제의 살포간격을 지키도록 한다. 비가 자주 온다고 해서 살포간격을 좁힐 필요가 없고 혹시 기상조건으로 인해 살포 간격이 20일 이상으로 벌어져도 큰 문제가 없다.
- 살충제 및 살비제는 매 시기의 살균제와 혼용이 가능한 약제를 각 농가의 사정에 따라 적절하게 선정한다. 방제력에 적시한 살균제와 혼용이 불가능한 살충제 또는 살비제를 꼭 살포해야 할 경우에는 살충제만을 먼저 살포하고 살균제는 3~4일 정도 지난 후에 살포하면 된다.
- 농약을 희석하는 물의 상태를 점검한다. 대부분의 농약은 약산성인데 사용하는 물이 알칼리성이면 농약의 성분이 빨리 분해 되어 약효를 발휘하지 못한다. 만약 물이 알칼리로 밝혀지면 시군농업기술센터의 도움을 받아 산성으로 교정한다.
- 연간 9회 이상 살균제를 살포하는 관행 방제 과수원에서 갑자기 농약을 줄이면 병이 다소 많이 발생할 수 있다. 그러나 다음 해에도 저농약 체계를 유지하면 병은 차츰 줄어들게 되므로 좌절하지 말고 계속해야한다.

부록 1. 2005년도 살충제 살포력과 운용상의 주의점

(원예연구소 사과시험장 제공)

회차	방제시기	대상 해충	적용 농약
제한 살포	3월25~30 (밭아직전)	사과응애 월동알 , 면충,각지벌레	기계유유제(60-70배)
1	4월15~20 (개화직전)	사과혹진딧물 , 잎말이나방, 은무늬굴나방, 장님노린재, (복숭아순나방)	아시트(오트란, 베로존) 메프(스미치온), 디프(디프록스)
2	5월10~15 (낙화직후)	복숭아순나방 , 사과응애 사과응애	플루페녹수론(카스케이드) 에톡사졸(주움),스피로디클로펜(시나위)
3	5월25~30	조팝나무진딧물, 은무늬굴나방, (복숭아순나방)	①니코티닐계
4	6월10~15	점박이용애, 사과응애	②유기주석계
5	6월25~30	복숭아순나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방, 사과굴나방	③나방약
6	7월10~15	복숭아순나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방, 사과굴나방 점박이용애, 사과응애	아진포(구사치온),치오디카브(신기록),피리다(오후나크),카보셀판(포수,만루포) 푸라치오카브(델타네트) ④ 응애약
7	7월25~30	복숭아순나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방, 노린재	크로르피리포스(그로포, 더스반),훼녹시카브(인제가)
8	8월10~15	점박이용애, 사과응애	프로지(오마이트),밀베멕틴(밀베노크),아바멕틴(버티맥,올스타,아라탄)
9	8월25~30	복숭아순나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방, 노린재	에토펜프록스(트레본,세베로), 피리포(아테릭)
제한 살포	9월준순경 (피해우려시)	복숭아순나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방, 노린재	⑤나방약

<범례>

- ① 니코티닐계 : 아세타미프리트(모스피란), 이미다클로프리트(코니도, 베테랑, 코사인), 치아메톡삼(아타라), 치아클로프리트(칼립소), 클로치아니딘(빅카드, 푹소리)
- ② 유기주석계 : 싸이헥사틴(프릭트란, 싸이틴), 아씨틴(페로팔), 펜부탄(토큐)
(살균제로 후론사이드(굴응애 방제효과) 살포하면, 사과응애가 문제될 때 생략 가능)
- ③ 나방약 : 비티, 노발루론(라이몬), 루페누론(과밤단, 매치), 메톡시페노자이드(팔콘), 주론(디밀린, 초심), 크로르푸로아주론(아타브론), 테부페노자이드(미믹, 한터),
트리무론(알시스틴), 테프루벤주론(노몰트) 등
(심식나방류 상습피해원은 할로스린(주렁, 바로쌈), 싸이스린(바이린, 바이스로이드), 프로싱(스미사이딘), 피레스 등 합성피레스로이드계를 제한살포)
- ④ 응애약 : 비페나제이트(아크라마이트), 아세퀴노실(가네마이트), 플루아크리피딤(해내미)
(기존의 보라매, 산마루, 살비왕, 피라니카도 사과원에 따라 사용 가능)
- ⑤ 나방약 : 상기 제시된 나방약중 수확전 안전사용일수가 짧고, 잔류검출빈도 낮은 것
※ 품종 또는 제반조건별 살균제 선택과 살균제와 살충제의 혼용 가부를 반드시 확인!

- 해충 방제력 운영상의 주의점

- 천적에 독성이 높은 농약은 사용을 과감하게 줄이고 선택성이 높은 농약을 위주로 사용하려는 노력을 해야 한다. 법적으로 등록된 농약을 사용하지 못하게 할 수는 없지만 농가별 또는 단체별로 선택성농약을 권장할 수는 있다. 선택성농약은 전화음성사서함 또는 PC통신 사과사랑동호회 홈페이지를 통하여 시기별로 알 수 있다.
- 과실을 가해하지 않는 해충의 피해에 대해서는 지금까지의 과잉반응을 버리고 상당수 가해하더라도 나무가 견디어 낸다는 인식을 갖는 것이다. 현재 주요 문제해충인 점박이응애, 조팝나무진딧물, 굴나방류 등은 농약에 의해 방제가 필요한 경우도 있지만 반대로 농약이 이들 해충의 천적감소와 밀도증가에 영향을 주고 있음도 기억해야 한다.
- 우리가 농약살포의 중요한 기준으로 삼고있는 방제력에 대한 생각을 바꾸는 것이다. 해충도 7일 또는 10일마다 정기적으로 방제해야 한다는 생각을 버리고 해충의 발생상황, 나무의 생육 상태 및 기상조건에 따라서 살충제 방제회수는 크게 달라질 수 있다고 생각해야 한다.
- 농약살포 이전에 해충 발생상황을 면밀히 조사하고, 나무에 나타나는 모든 변화와 재배관리 사항을 철저히 기록하며, 특히 농약살포를 전후한 병·해충·천적의 관찰결과는 빼놓지 않는다. 이에는 현장에서 농업인과 지도원의 긴밀한 협조가 필수적이다.
- 살균제와 살충제 각1품목씩을 혼용하는 것을 원칙으로 하며, 이들을 혼용할 경우는 반드시 농약구입처나 관련기관에 혼용가부를 확인하고, 농약 라벨에 적어 놓은 준수사항을 지켜야 한다. 방제기의 적절한 점검과 조정, 농약살포 물량 및 살포 방법 등에 따라서 병해충 방제효과에 큰 영향을 미치므로 이에 대해서도 사전에 충분히 준비해야 한다.
- 정보화 시대에 동참하려면 컴퓨터나 하이텔 단말기를 사용해 농림수산정보센터나 사과시험장에서 운영하는 사과사랑동호회에도 들어가서 언제 무슨 농약을 어떻게 살포할 지를 결정하는데 필요한 정보도 찾아보고, 참고자료도 읽으며 관련기관에 수시로 문의하는 노력을 해야 한다. 특히, 컴퓨터에 익숙하지 못한 농업인은 농약살포전에 전화음성사서함(참고1 참조)을 반드시 활용해 주기 바란다.

다. 친환경 사과종합생산에서의 시비 길잡이

질 소

1) 질소는 사과나무에서 어떤 역할을 하나?

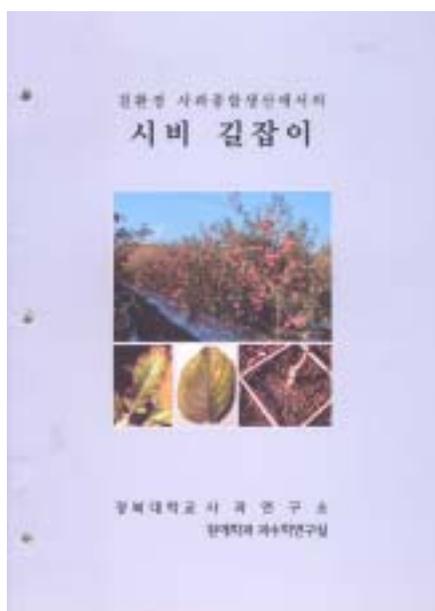
질소는 단백질, DNA, RNA, 각종 아미노산, 식물호르몬, 비타민, 각종 효소, 엽록소 등 식물에 있어 매우 중요한 역할을 하는 물질을 구성하는 성분으로 전 생육기간에 걸쳐 많은 양이 필요하다. 따라서 질소가 부족하면 나무의 성장과 품질이 극히 나빠지고, 반면에 너무 많아도 새가지의 자람이 지나치게 왕성해지고 뿌리의 자람은 상대적으로 적어진다.

질소의 영향은 수령에 따라 다르게 나타나는데, 어린 나무에서는 질소공급이 많으면 꽃눈형성이 늦어지고 새가지와 잎이 많아지는데 새가지의 선단과 어린잎에는 많은 양의 GA가 만들어져 개화를 억제시키기 때문이다. 성목에서는 질소공급을 늘리면 초기 잎이 커져 광합성이 활발하게 일어나 꽃눈 형성에 유리하게 작용하기도 한다. 6-7월에는 질소공급을 적게 하여 성장을 일찍 정지시킨 다음 8-9월에 질소공급을 충분하게 하면 저장양분이 많아져 내동성이 강해지고 다음해에 발아가 빨라지며 착과가 특히 잘된다.

질소 비료를 많이 주면 과피의 엽록소 함량이 높아지고 가을이 되어도 잘 분해되지 않는 데다 안토시아닌 함성이 억제되어 사과의 **착색이 나빠진다**. 굵은 사과를 생산하기 위해서는 질소를 많이 주어야 한다고 생각하기 쉬우나 과실크기는 착과량에 따라 크게 영향을 받기 때문에 적과에 비해서 질소 시용이 과실의 비대에 미치는 영향이 생각보다는 적다.

질소를 많이 준 나무는 과실에 탄수화물 축적이 적어 **맛이 떨어지며** 비타민 C의 함량도 낮아지고, 대과가 되나 **고두병과 같은 생리장해의 발생이 많고 저장력이 떨어진다**. 또한 지나친 영양생장으로 식물조직이 연약하게 되어 **내동성이 약해지고 병과 해충의 피해도 받기 쉽게 된다**. 사과의 품질은 대체로 질소가 다소 부족한 조건에서 좋아지므로 질소 시비량 결정은 사과의 품질과 저장에 알맞은 수준으로 하여야 한다.

그림 1은 질소 시용이 사과품질 특성과 수량에 미치는 영향을 나타낸 것이다.



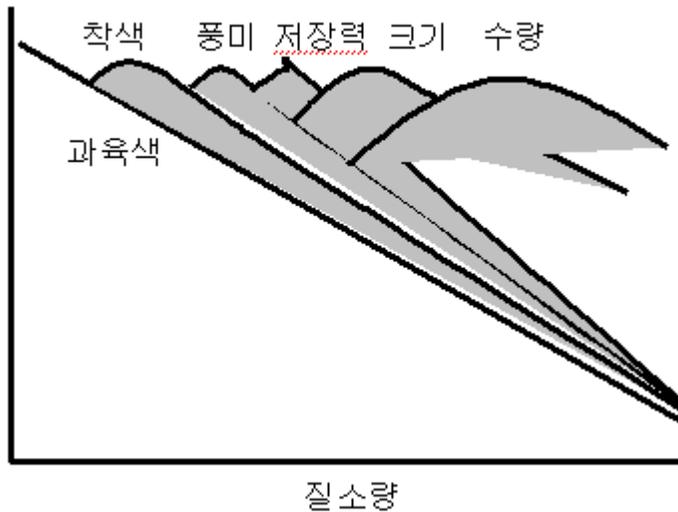


그림 1. 질소 공급이 과신품질 특성과 수량에 미치는 영향

2) 질소는 언제, 어떻게 흡수되고, 얼마나 필요하나?

발아가 시작되면서 사과나무는 일찍부터 많은 질소가 필요한데 특히 세포 분열기 동안에 충분한 질소가 공급되는 것이 중요하다. 뿌리와 줄기의 목질부에 저장되어 있던 질소가 우선적으로 이용된다. 발아가 되면서부터 사과나무는 질소 요구량이 급증하나 지온이 아직 낮아 뿌리의 활동이 떨어지는데다 토양미생물의 활동이 미약해 무기화되는 질소량도 많지가 않기 때문이다. 사과나무는 개화기와 개화 후에 가장 많은 질소를 필요로 한다. 이 시기에는 저장양분이 주로 이용되는데 이전 해에 충분한 양의 질소가 축적되어 있다면 개화, 결실 및 과실의 초기 비대가 무리없이 진행된다. 토양의 유기물이 분해되면서 공급되는 무기 질소량은 아직 충분하지 않기 때문에 시비를 통해 뿌리부분에 충분한 질소가 공급되어 제야 한다.

여름동안에는 토양 유기물이 분해되면서 뿐만 아니라 깎아준 풀이 분해되면서 충분한 양의 질소가 공급되기 때문에 토양조건이 나쁘지 않다면 사과나무

가 요구량을 충족시키고도 남는다. 이와 같은 과다한 질소는 나무의 자람과 과실 비대 간에 생리적 균형을 이루는데 바람직하지 않다. 여름철에 질소 공급량이 지나칠 경우 수관하부에 다소의 풀을 키우거나 열간에 자라는 풀 깎는 회수를 줄이거나 8월부터 관수량을 줄이는 조치를 취하는 것이 좋다. 그림 2는 생육기 동안 사과나무 질소 요구량과 무기화 질소 공급 곡선을 나타낸 것이다.

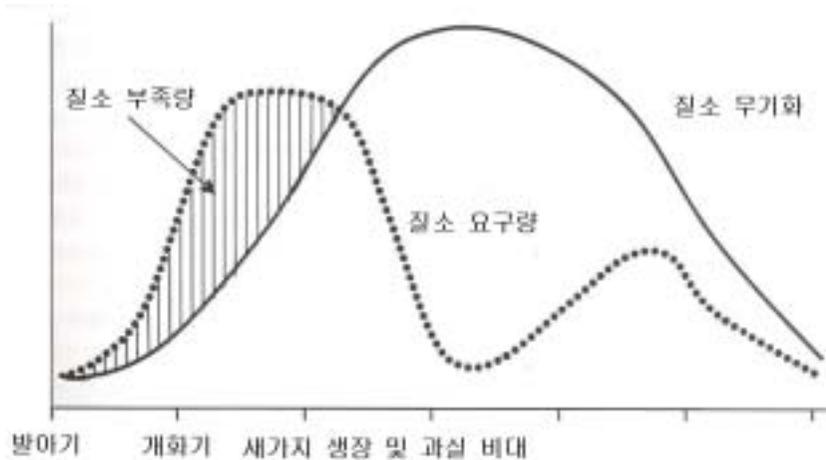


그림 2. 사과나무의 질소 요구량과 토양에서의 질소 무기화 곡선. 질소부족량은 저장 질소와 시비를 통해 충족된다.

사과원에서는 질소가 질산태(NO_3^-)의 형태로 흡수된다. 어떤 종류의 화학 비료든 토양에서 일단 질산태 질소로 바뀐 다음에 흡수되고, 유기질비료나 퇴비의 경우도 미생물에 의해 무기형태인 질산태로 분해된 다음에 흡수된다.

사과나무는 우리가 알고 있는 것보다는 질소를 적게 필요로 하는 작물이다. 독일에서 연구한 바에 따르면 대부분의 발작물은 연간 $80\sim 200\text{kg/ha}$ 의 질소를 흡수하는 것으로 알려져 있으나 사과나무는 $30\sim 40\text{kg/ha}$ 에 불과하다고 한다. 실질적인 질소 흡수량을 산출해 보면 10톤의 사과수확에 약 5kg 의 질소가 필요하다는 것이 된다.

그림 3은 사과원에서 질소 $80\sim 90\text{kg/ha}$ 의 연간 순환을 나타낸 것이다. 나무에 흡수되었다가 다시 토양으로 되돌아오는 질소가 약 $50\sim 60\text{kg/ha}$ 이기 때문에 실질적인 질소 소모량은 연간 약 30kg/ha 에 불과하다. 사과가 굽기 위해서는 여름에 충분한 질소가 공급되어야 하는데 이를 위해서는 토양에 약 $50\sim 70\text{kg/ha}$ 의 무기화된(질산태 및 암모니아태) 질소가 존재해야 한다는 얘기가 된다.

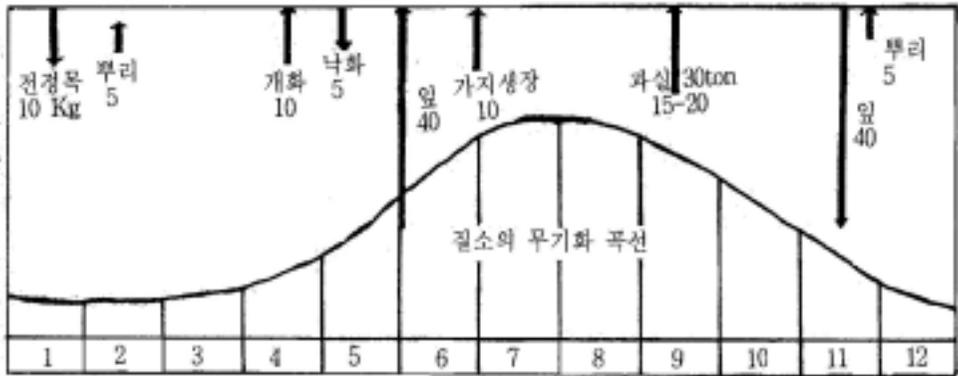


그림 3. 사과원에서의 질소 순환

3) 토양에는 질소가 얼마나 있으며 어느 정도 이용되는가?

토양의 종류에 따라 존재하는 질소량에 차이가 있다. 대부분 표토에 유기형태로 존재하는 것들이 분해되어 흡수된다. 유럽에서 연구한 바에 따르면 토양에 따라 차이가 있으나 사과원에는 2~10톤/ha의 질소가 있는데 통기가 잘되면 미생물에 의해 식물이 이용할 수 있는 무기화 형태로 서서히 바뀌게 된다. 그렇기 때문에 식물이 흡수할 수 있는 무기화 질소의 양은 토양내 유기물의 양과 유기물의 질소함량, 지온, 토양수분, 통기성, pH 등에 영향을 받는다.

토양으로부터의 질소공급은 유기물 함량에 따라 차이가 있는데 독일에서 조사된 바에 따르면 유기물 함량 2% 이상이라면 사과나무가 자라는데 충분한 양의 질소가 토양으로부터 공급된다고 한다(표 1). 이태리 남티롤에서 연구한 바에 따르면 유기물 함량뿐 아니라 이의 무기화에 알맞은 조건이나 아니냐에 따라 차이가 있어 유기물 함량이 2~4%이고 무기화에 적합한 조건이라면 질소 공급량이 50kg/ha에 이른다고 한다(표 2).

토양의 관리방법과 질소순환은 밀접한 관계가 있다. 열간에 키워 깎아준 풀, 낙엽, 전정목(밭에서 그대로 파쇄하여 갈아주는 경우), 시비 유기물 등에 의해 토양내 유기태 질소 함량이 높아진다. 오래 동안 열간 초생을 하면서 풀을 깎아주면 토양으로 되돌려지는 질소공급이 많아지므로 질소의 시용을 크게 줄이거나 아예 하지 않아도 된다.

표 1. 유기질함량이 다른 독일 Alten Land의 사과원 토양(제조제 살포한 수관하부 토양)으로부터 공급되는 질소량

유기물 함량 (%)	6.7	5.2	2.7	2.3	2.0	1.3
무기태 질소 공급량 (kg/ha)	648	371	110	137	72	38

표 2. 이태리 남티롤의 토양조건별 질소공급량

유기물 함량	토 양 조 건	질소공급량
< 2%	사질토이면서 수분이 부족한 경우	경미한 수준
2-4	무기화에 적합하지 않은 조건(저온, 다습, 다져져 있음, 건조)	30kg/ha까지
2-4	무기화에 적합한 조건	50kg/ha까지

토양으로부터의 질소공급은 수분상태에 따라 크게 영향을 받는다. 토양수분이 지나치게 많으면 질소의 무기화가 억제되고 분해된 질소가 흡수되는 것이 아니라 가스형태로 대기 중으로 달아나 버린다. 비가 많이 내리거나 관수를 지나치게 하면 무기화된 질산태 질소가 물에 녹아 아래로 씻겨 내려가게 된다. 반대로 토양수분이 부족하면 미생물에 의한 무기화가 억제될 뿐 아니라 이의 흡수도 잘 되지 않는다. 주기적인 관수를 통해 적절한 토양수분인 유지되면 토양유기물의 분해에 의한 질소의 흡수뿐 아니라 시비한 비료의 흡수도 잘된다. 스프링클러 관수보다는 점적관수가 질소의 용탈이 적어 질소의 흡수, 이용면에서 더 유리하다.

4) 질소는 나무에서 어떻게 저장되었다가 이용되는가?

사과나무가 일찍부터 자람을 시작하고 꽃이 피어 열매를 맺기 위해서는 가을에 충분한 양의 질소가 목질부에 저장되어야 한다. 이 시기에 지온이 낮고 건조한 등으로 토양조건이 알맞지 않으면 토양으로부터의 질소흡수가 잘 되지 않게 된다.

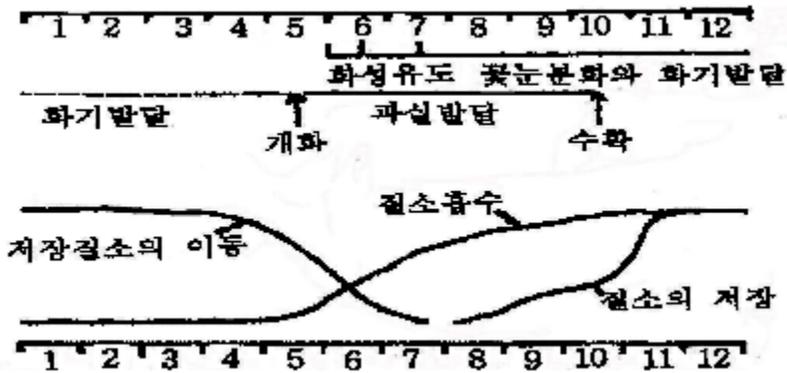


그림 4. 사과나무의 성장 및 발달에 따른 저장 질소의 수체내 축적과 이동

그림 4는 질소가 어떻게 이동하여 목질부에 축적되는 가를 나타낸 것이다. 사과나무 수체 내 질소의 축적은 새순의 자람이 억제되거나 멎는 시기인 여름부터 시작된다. 사과나무의 잎에는 많은 양의 질소가 들어있는데 이중 약 절반이 낙엽이 지기 전에 목질부로 이동되어 저장된다. 전류질소의 양은 잎의 노화정도에 따라 달라서 노화가 서서히 일어날수록 더 많은 질소가 전류된다. 낙엽 전에 잎의 색깔을 보면 어느 정도 전류되었는가를 알 수 있는데 단풍의 색이 짙을수록 많이, 푸른색을 띠수록 적게 전류되었다는 것을 의미한다.

수체 내에 저장되어 있던 질소는 이른 봄 꽃눈이 부풀어 오르기 전에 이동하기 시작하여 4월말부터 왕성하게 일어나 5월말까지 이어진다. 저장질소가 많고 적음에 따라 생육초기 새순의 자람, 잎의 색깔과 크기, 개화와 결실정도가 달라진다. 이때는 토양으로부터의 질소공급보다도 저장 양분이 얼마나 많이, 잘 이동하느냐에 더 크게 영향을 받는다. 개화기까지 오로지 저장질소만으로 자람이 이루어지고 6,7월에 이르러 저장질소는 완전히 소모되고 전적으로 뿌리로부터 흡수되는 질소에 의존하게 된다.

5) 우리나라의 질소시비 무엇이 문제인가?

최근 우리나라 사과원의 시비 양태를 보면 두 가지 극단적이 모습이 나타나고 있다. 기존의 시비관행을 벗지 못하고 아직까지도 지나치게 많은 양의 질소를 시비하여 문제가 되는 농가가 있는가 하면 반대로 시비량을 줄여야 한다면 토양조건이나 나무의 세력을 감안하지 않고 거의 무시비하여 수세가 매우 약하고 심한 경우 결핍증상이 나타날 정도인 경우도 드물지만 찾아 볼 수 있다. 질소 시비량을 줄여야 하는 이유는 지금까지 작목에 관계없이 필요 이상으로 비료를 많이 주는 습관이 있어서 반복된 시비로 이미 토양 내 많은 양이 축적

되어 있는 경우가 많을 것이기 때문이다. 이보다 더 중요한 원인은 그 동안 재식밀도 및 수형이 크게 바뀌었기 때문이다. 사과나무의 질소 요구량은 수령, 나무의 크기, 재식 주수에 따라 다르다. 즉, 재식밀도가 낮아 나무를 크게 키울수록 질소 요구량은 많고 밀도가 높고 나무의 크기가 작을수록 단위면적당 또는 한 나무당 질소 요구량은 오히려 적다. 표 3은 수확량에 따른 사과원의 ha 당 질소 요구량을 나타낸 것이다. 생식기관(사과)과 영양기관(줄기, 뿌리, 잎)은 서로 경합관계에 있기 때문에 결실량이 많으면 가지와 줄기 및 뿌리의 발달은 적어지고 결실량이 적으면 반대로 목질부의 발달이 많아진다. 표 3에서 보는 것처럼 사과 1톤 생산에는 질소 0.4kg이 필요하고 목질부 1톤 생산에는 6kg의 질소가 소요되므로 재식거리를 넓게 하여 사과나무를 크게 키우는 경우보다 밀식하여 키 낮은 사과나무로 키우는 경우에 질소 요구량이 현저히 적다. 동일한 재식밀도라 하더라도 수량이 많으면 과실발달에 필요한 질소량이 증가하기는 하나 가지와 줄기의 생장이 상대적으로 감소하므로 이들 목질부 발달에 필요한 질소량은 현저히 줄어들기 때문에 수확량이 많은 사과원의 총 질소 요구량은 적어진다.

지금까지 우리나라에서 외국에 비해 질소시비량이 많았던 것은 일반 대목 또는 준 왜성대목을 이용하여 나무를 크게 키워왔고, M26을 이용하였다 하더라도 수세를 강하게 유지하여 매년 전정목이 엄청날 정도로 과일보다는 나무를 키우는 방식으로 농사를 지워왔기 때문이다. 더구나 지표면을 깨끗이 관리하여 토양유기물의 분해가 빠르게 일어나 질소의 유실이 많았을 뿐 아니라 빗물에 의한 표토침식에 의한 질소손실이 적지 않았기 때문에 그만큼 시비량을 늘려야 했다고 생각된다.

최근 키 낮은 사과원의 보급이 확대되고 준왜성대목을 이용한 비교적 큰 사과나무에서도 전정방법의 개선으로 목질부 생산이 이전에 비해 현저히 적어지고 있는 추세이므로 질소시비량을 다시 설정할 필요가 있다.

표 3. 사과 수확량에 따른 질소 요구량(Peters 1991)

수량(t/ha)	과실내 질소 (kg/ha)	목부생산 (t/ha)	목부내 질소 (kg/ha)	총 질소량 (kg/ha)
20	8	16	96	104
40	16	12	72	88
60	24	8	48	72
80	32	4	24	56

과거에 비해 시비량을 줄여야 한다는 것이지 우리나라의 토양과 기상조건하에서 시비할 필요가 없다는 것은 아니다. 더구나 키 낮은 사과나무는 뿌리분포가 얇고 폭도 좁은데다 수관에 비해 결실량이 많기 때문에 비료분의

과부족에 민감하게 반응하므로 적정, 균형시비가 매우 중요하다. 키 낮은 사과원에서는 영양 과다가 결핍보다 더 심각하므로 심사숙고하고 절제된 시비를 하여야 하는 것은 분명하다. 그러나 모래나 자갈 함량이 많아 유기물의 분해가 빠르고 양분과 수분의 보유력이 떨어지는 토양의 경우는 시비량 자체를 늘리고 여러번 나누어 시비하는 것이 좋다.

6) 질소 시비량은 어느 정도가 적당한가?

이태리 남티롤이나 스위스의 시비관련 문헌에 따르면 키 낮은 사과재배에 있어서 총 질소 요구량은 약 80kg으로 질소 시비량은 토양으로부터 공급되는 무기질소량에 따라 시비량을 결정하도록 하고 있다. 이태리 남티롤에서의 질소 시비량 산출기준을 보면 유기물 함량이 낮은데다 사질토의 사과원인 경우 년 40~60kg/ha의 질소를 사용하고 유기물 함량이 적정범위인 2~4%일 경우 토양조건에 따라 0~40kg/ha의 질소를 사용하도록 추천하고 있다.

표 4는 스위스의 사과원 질소 사용량 산출 기준을 제시한 것으로 사과나무의 생장상태와 토양조건에 따라 질소 사용을 달리하여 정상적인 조건에서 년 50kg/ha 시용이 표준이고 이 이상으로 시용할 경우에는 확실한 근거가 있을 경우 80kg/ha까지만 허용하고 있다.

표 4. 스위스의 키 낮은 사과원에서 토양조건 및 사과나무 생장에 따른 질소 시비 기준 (Heller 등 1993)

가중치 항목	가중치 판단기준		
	강	보통	약
수세	-12	0	+8
신초생장 정지 (또는 낙엽)	늦음 -4	정상 0	빠름 +2
꽃눈 수	적음 -6	보통 0	많음 +4
전년도 수확량	적음 -6	보통 0	많음 +4
과실 생리장해 발생	많음 -4	정상 0	전혀 없음 0
토 심	> 80cm	40-80cm	<40cm
교목성 대목	-8	-4	-2
준왜성 대목	-4	-2	0
왜성 대목	0	+2	+4
토양내 자갈 함량	<10%(용적) -4	10-30%(용적) 0	>30%(용적) +4
유기물함량	>6% -6	2.5-5% 0	<2.5% +4
총 가중치 합계	-50	0	+30
년간 시비량	0kg/ha·년	50kg/ha·년	(나) 80kg/ha·년*

* 80kg/ha·년 이상의 질소를 시용할 때는 충분한 근거가 있어야 함.

미국에서의 질소비료의 추천 시비량은 M9 대목의 왜성사과원의 경우 이태리 남티롤이나 스위스에 비해 오히려 낮은 0~30kg/ha 범위이다. 미국의 경우 연간 토양으로부터 질소 공급량이 33.6~89.7kg/ha로 토양조건과 지역에 따라 다른데 대목의 종류에 따라 나무의 크기가 다르므로 시비량도 이를 고려하여 차별화하여 사용하여야 한다며 표 5에서 보는 바와 같이 그 기준을 제시하였다.

표 5. 미국에서의 사과나무 크기와 토양으로부터 질소 공급량에 따른 질소 요구량 (Stiles 1994)

토양질소 공급량	나무크기(표준 크기에 대한 %)			
	100(실생대목)	75(MM106)	50(M26)	25(M9)
89.7kg/ha	13.3kg/ha	7.9kg/ha	3.5kg/ha	0kg/ha
72.9	22.5	17.8	11.1	8.9
56.1	31.4	26.9	22.5	17.8
33.6	44.7	39.3	33.6	30.1

우리나라에서의 질소비료의 적정 시비량은 어느 정도일 것인가를 독일, 이태리, 스위스, 미국 등의 산출 방식을 참고하여 추정을 하면 0~80kg/ha 범위에 있을 것으로 생각된다. 유기물 함량이 높고 토심이 깊으며 오랫동안 작물을 재배하여 지력이 높은 사과원에서 수세가 강하며 결실량이 적거나 후지에서 착색이 탁하고 고두병의 발생이 많다면 질소를 사용치 않아야 하고, 지력이 좋으며 수량이나 품질에서 문제가 없다면 30~50kg/ha, 토심이 얇고 사질토이거나 새순의 자람이 일찍 정지되고 수세가 약하면서 꽃눈의 착생이 많으면 50~80kg/ha 범위로 시비량을 늘리도록 하는 것이 적당할 것으로 추정된다. 그러나 유기질 비료를 충분히 사용할 경우 따로 화학비료를 사용하지 않거나 30~50kg/ha 이내로 줄여야 할 것이다. M.9 대목을 이용한 고밀식재배에 있어서는 특별한 경우가 아니면 재식 당년은 질소 10~15g/주, 2년차에는 20~26g/주, 3년차 이후에는 26~33g/주 정도 사용하면 적당하다고 생각된다.

M26 이중점목 나무로 준왜성으로 재배되고 있는 성목원이라 하더라도 50~80kg/ha 수준이면 적정하리라 생각되고 지력이 떨어지는 경우라면 80~100kg/ha까지 시비량을 늘리는 것이 좋을 것으로 추정된다.

퇴비를 20톤/ha 이상 사용하는 경우에는 키 낮은 사과원의 경우 밀거름

(기비)으로 화학비료를 주는 것은 생략하고, 준왜성 사과원이라면 0~50kg/ha 을 밑거름으로 사용하고, 5월 중순에 적과를 하면서 신초의 자람과 엽색을 참고하여 덧거름(추비) 여부와 양을 결정하는 것이 좋다.

퇴비를 사용하지 않을 경우라도 키 낮은 사과원의 경우 질소 40~80kg/ha, 준왜성 사과원의 경우 80~100kg/ha를 넘지 않도록 시비하기를 추천한다.

이상의 시비량은 수관하부에 풀을 키우지 않아 잡초와 양수분의 경합이 없는 조건을 전제로 한 것이다. 최근 친환경 저농약 품질인증에 있어 제초제의 사용 전면적으로 금지하는 상황이라 수관하부에 제초를 철저히 하지 않은 경우가 있는데 수관하부까지 풀을 키워 깎아주는 경우라면 질소시비량을 20~30% 늘리는 것이 안전하다.

7) 질소량을 줄여 적절히 시비하면 어떤 장점이 있나?

질소는 사과나무가 생육 전 기간에 걸쳐 가장 많이 필요로 하는 가장 중요한 비료성분이지만 올바르게 시비를 하는 것은 가장 어렵다. 언제, 어떤 형태의 질소를 얼마나 사용하는지를 알고 질소관리를 잘하면

- 시용량 경감으로 경영비를 줄일 수 있고
- 시비시기를 잘 택하면 질소 흡수를 원활히 하여 과실비대는 충분히 되게 하면서도 지나친 새가지 자람을 억제시킬 수 있다.
- 결실, 새가지의 성장, 건실한 예비결과지를 만들 수 있을 정도의 수세를 유지하여 전체적으로 나무의 생장이 좋아지며
- 착색, 경도, 저장력 등 사과품질이 좋아지고
- 전정노력이 경감되고 꽃눈확보가 용이해 진다.
- 토양의 산화를 늦추어 석회를 시용할 필요가 적어지며
- 질산태 질소의 용탈에 의한 수질오염을 줄이게 된다.

8) 질소시비 언제, 어떻게 하나?

사과원의 질소공급은 무기질 또는 유기질 비료의 시용, 관비를 통하여 단독 또는 혼합해서 시비를 할 수 있다.

- 화학비료의 시용

무분별하고 지나친 질소의 시용은 사과의 품질을 떨어뜨리고 지표수와 지하수로 질산태 질소가 스며들 가능성이 높아 환경오염 측면에서도 매우 바람직하지 않다. 따라서 나무가 필요한 만큼의 가용성 질소가 균일하게 공급되도록 노력하여야 한다.

그림 4에서 보는 것처럼 사과나무는 발아가 되어 꽃이 필 때 까지는 지

난해의 저장양분을 주로 이용한다. 눈이나 가지, 굵은 뿌리에 저장되었던 양분이 생장점, 꽃으로 이동하여 새로운 잎이 만들어지고 뿌리가 자라며 꽃이 피고 수정이 된다. 잎이 피고 자라나면서 광합성을 시작하고 이 무렵부터 질소흡수량도 증가하기 시작한다. 따라서 꽃이 지고 새가지가 본격적으로 자라기 전까지는 질소흡수량이 많지 않으므로 너무 일찍부터 물이 잘 녹아 씻겨 내려가기(용탈) 쉬운 질소를 다량 시비하는 것은 바람직하지 않다.

5월부터 새가지가 본격적으로 자라고 뒤이어 착과된 사과도 비대되면서 질소 요구량도 빠르게 증가하지만 지온이 올라감에 따라 토양내 유기물이 분해되면서 질소의 천연공급량도 급속히 증가한다. 따라서 사질토로 용탈이 심하게 일어나는 조건이 아니라면 정상적으로 관수를 하는 사과원에서 새가지가 자람을 정지한 이후에 질소를 추가로 시용해야 하는 경우는 별로 없다. 그러나 가을에 온도가 떨어지면 천연공급량이 줄어들게 되어 다음해 생장을 위한 수체내 저장양분을 충실히 하자면 가을에 얼마간의 질소비료를 사용하는 것은 의미가 있다.

어떤 종류의 질소를 시용하느냐에 따라 흡수, 이용에 적지 않은 차이가 있다. 질소질 비료는 질소의 결합형태에 따라 요소태, 암모니아태(NH_4^+), 질산태(NO_3^-)의 3가지가 있다. 비료회사에서는 3가지 형태의 질소를 조합하여 다양한 이름의 비료를 생산하고 있으나 토양에 뿌려지면 이들 3가지의 중의 일부 형태는 분해를 거치면서 흡수, 이용되는데 어떤 종류의 질소비료이던 최종 뿌리로 흡수되는 것은 질산태 질소이다. 그림 5에서 보는 바와 같이 요소의 경우 암모니아태 질소로 바뀌었다가 다시 질산태 질소로 바뀌어 수체내로 흡수되고, 암모니아태 질소는 질산태로 바뀌어 흡수되며, 질산태 질소는 시비하면 곧 바로 흡수된다. 유기질 비료는 미생물에 의해 암모니아태 질소로 분해되었다가 다시 질산태 질소로 바뀌어 흡수된다. 이와 같이 질소의 형태가 바뀌는 것은 토양미생물의 작용에 의해서 이다.

여러 가지 형태의 질소비료를 시용한 후에 토양에서 형태가 바뀌는데 걸리는 기간은 환경에 따라 차이가 있다. **암모늄 비료가 질산태로 바뀌는데 약 3주**가 걸리기는 하나 빠른 경우는 시용후 3-4일 후에 이미 질산태로 바뀌기 시작하는 경우가 있는가 하면, 늦은 경우는 3주 이상 걸리는 경우도 있다. 지온이 낮거나 토양 pH가 너무 높거나 낮은 경우에 전환 속도가 늦어 비효가 늦게 나타난다. 지온이 $18\sim 25^\circ\text{C}$, pH가 $5.8\sim 7.0$ 일 때 요소나 암모늄 비료가 질소태 질소로 빠르게 전환되어 비효가 일찍 나타난다.

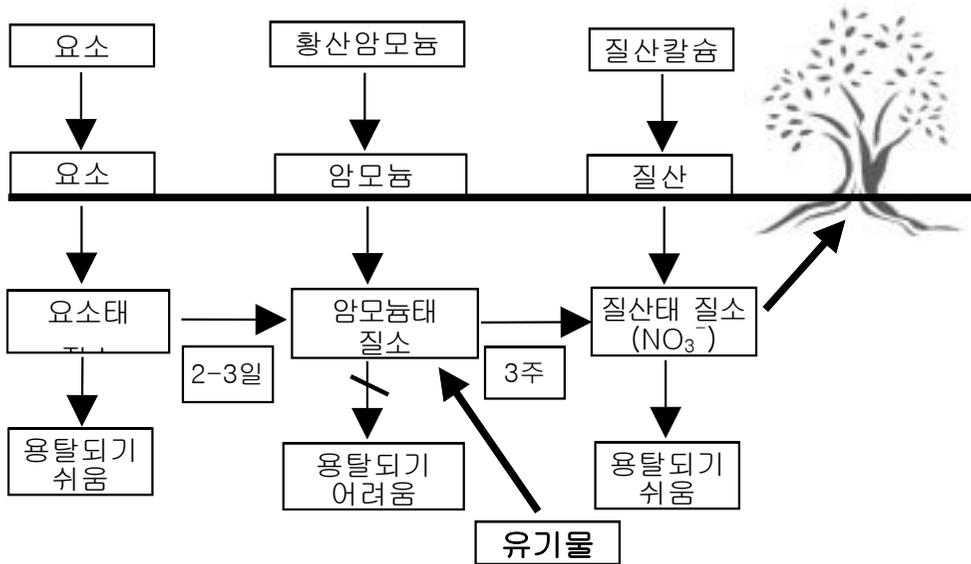


그림 5. 질소비료의 종류에 따른 토양에서의 변화와 흡수양상

요소, 질산암모늄(유안), 질산칼슘 등은 물에 잘 녹기 때문에 비가 많이 오거나 관수를 너무 오래하면 쉽게 씻겨 내린다. 이들 비료는 토양에서 암모늄태 질소와 질산태 질소가 되는데 질산태 질소는 물에 녹았을 때 “-”를 띠기 때문에 “-”를 띠는 토양입자에 잘 부착되지 못하나 “+”를 띠는 암모늄태 질소는 토양입자에 잘 부착되는 특성이 있다. 따라서 질산태 질소를 갖는 비료는 비가 많이 오거나 관수를 너무 오래하면 씻겨 내려가기 쉬운 반면 암모늄 비료는 그렇지 않다. 또한 요소는 휘발성이 있으면서도 물에도 잘 녹기 때문에 요소를 사용하고 흙으로 덮어주지 않으면 질소성분이 대기 중으로 날아가게 된다. 따라서 요소를 시비한 경우 흙을 가볍게 긁어주어 표면에 요소입자가 노출되지 않도록 해야 하고 관수를 너무 많이 하는 것도 좋지 않다.

질소는 토양에서 종류에 따라 질산태로 바뀌는 기간을 고려하고 실질적으로 많이 흡수되기 시작하는 시기를 고려하여 시비하여야 손실을 줄일 수 있다.

표 6. 우리나라서 사용되는 질소비료의 형태별 특성

비료명	질소함량	질산태로 바뀌는데 걸리는 기간	관비	특성
요소 (CO(NH ₂) ₂)	46 %	3주	○	토양 내 이동성이 쉬우며 시용후 1-3일후 쉽게 용탈됨. 휘발성. 토양산성화 유발.
황산암모늄 (NH ₄) ₂ SO ₄	21 %	3-4주	○	토양을 심하게 산성화, 암모늄태로 쉽게 용탈되지 않음.
질황안비료	25% 이상	질산태 질소는 당장흡수 가능	○	질산태 질소 18% 이상, 암모니아태 질소 7% 이상, 화학적 중성이고 물에 잘 녹으며 속효성 질소
NPK 또는 황산암모늄 함유 복합비료	다양함	3-4주	×	토양을 심하게 산성화, 암모늄태로 쉽게 용탈되지 않음.

질소는 용탈이 잘되기 때문에 월동 전에 사용하는 것은 점질토가 아니라면 겨울에 강우가 적어 용탈될 가능성이 적다고 하더라도 그리 바람직하지 않다. 앞에서 언급한 바와 같이 질소의 대량흡수는 낙화이후부터 이루어지기 때문에(3쪽의 그림 2) 토양에서 사과나무가 흡수할 수 있는 질산태 질소로 바뀌는 기간을 고려하더라도 3월 중에 사용하면 문제가 되지 않는다. **점질이 많은 토양이라면 월동 전에 시비하는 것도 가능하나 보수력이 떨어지고 물빠짐이 좋은 사질토의 사과원에서는 발아기 전후에 시비하는 것이 더 바람직하다.**

지력이 좋고 점질함량이 많은 토양이면 시비량을 줄여(키 낮은 사과원은 0~50kg/ha, 준왜성 사과원은 30~80kg/ha) 전량을 기비로 사용하고, 사질이 많거나 지력이 떨어지는 토양의 경우 시비량의 2/3를 사용하고 추비는 개화기부터 5월 중순까지 엽색을 보아가며 1/3내외를 사용한다.

매년 퇴비를 10~20톤/ha 사용하는 경우에는 밀거름(기비)으로 화학비료를 주는 것은 생략하고 5월 중순에 적과를 하면서 신초의 자람과 엽색을 참고하여 덧거름(추비) 여부와 양을 결정하는 것이 좋다.

추비의 사용시기가 늦어지면 신초가 제때에 정지되지 않기 때문에 5월 중에는 끝마쳐야 한다. 7-8월에는 천연 질소공급량이 많기 때문에 특별한 경우가 아니면 시비를 하지 않고 관수에 신경을 쓰도록 한다. 장마기 동안에 무기태 질소의 용탈이 심하고 과습으로 뿌리의 활력이 떨어지는 경우 사과원에 따라 일시적인 질소부족을 겪을 수 있다. 요소를 엽면살포 하거나 요소 관비를 1회 정도 하고 토양시비는 하지 않는 것이 좋다. 자칫 질소과잉이 될 수 있기 때문이다.

8월 중하순 이후 장마가 끝나고 2차 생장의 위험이 적어지는 시기에 질소공급이 많으면 꽃눈이 충실하게 되어 유리하나 과실의 착색이 나빠지고 심하면 2차 생장이 일어나 내동성이 약해진다.

시비는 수관하부에 하고 시비후 토양과 섞어주면 좋으나 고밀식 재배에서는 뿌리가 잘리는 문제 때문에 쉽지 않으므로 관수를 하여 비료성분이 토양에 녹아들게 한다. 이중접목묘를 이용한 준왜화재배나 일반대목의 경우 뿌리분포가 비교적 깊고 관리기의 투입도 가능하므로 가벼운 로타리를 쳐주는 것이 좋다.

- 유기질 비료의 시용

유기질 비료는 성분의 분해, 방출이 느리면서 시간이 지날수록 증가하므로 땅이 열기 전 또는 땅이 풀리면서 바로 시용하여야 한다. 시용후 로타리를 쳐주는 경우는 봄보다 초겨울에 해야 뿌리 절단에 의한 영향이 최소화 된다. 유기질 비료를 사용하는 경우, 생각보다 너무 많은 양의 질소가 공급되는 경우가 많기 때문에 사과나무의 질소요구와 사용하는 유기질 비료의 질소함량을 정확하게 산출한 다음 이에 근거하여 시용해야 한다. 2-3년 주기로 한꺼번에 많은 양의 유기물을 사용하는 경우가 있는데 바람직하지 않다. 키 낮은 사과원에서 퇴비의 경우 주당 4~5kg 또는 10~15톤/ha, 유박이나 계분의 경우 주당 400~500g 또는 1톤/ha 내외를 매년 시비하는 것이 더 좋다.

하수 침전물과 쓰레기 재생퇴비 등은 유해물질이나 토양을 오염시킬 수 있는 성분이 포함되어 있을 수 있다. 따라서 시판되는 유기질 비료를 구입할 경우 그 원료가 무엇인지 알아볼 필요가 있다. 비료에는 중금속 등 유해물질이나 병원균 등이 들어있어서는 안되기 때문이다.

- 질소 시용과 관수

질소는 물에 잘 녹아 사과나무에 쉽게 흡수되어 효과가 빨리 나타나는가 하면 그만큼 잘 씻겨 내리기 때문에 적절한 관수가 시비효과를 높이는데 매우 중요하다. 시비를 한 후, 많은 비가 오거나 관수를 지나치게 하면 물에 녹아 쉽게 아래로 흘러내리기 때문이다. 특히 모래가 많아 보수력이 떨어지고 따라서 관수한 물이 근권부에 쉽게 도달되는 토양에서는 관수를 많이 하면 그 만큼 비료가 근권부 아래로 씻겨 내려가기 쉬워진다는 것이다.

비가 오기 전보다는 비가 온 후에 시비를 하면 비료의 손실을 줄일 수 있고, 스프링클러 관수의 경우 충분히 관수를 한 다음 2일 후에 질소비료를 시용하고 30-40분간 관수를 하여 녹은 질소성분이 땅속 10~20cm 깊이에 위치하도록 하는 것이 질소비료의 용탈을 줄일 수 있는 방법이다.

점적관수시에도 질소시용후에는 평소보다 관수시간을 줄여 땅속 20cm 까지만 젖을 정도로 관수를 하는 것이 비료의 손실을 막는 방법이 된다. 관비시에는 관수를 시작하면서 곧바로 질소비료를 투입하면 질소가 근권부 아래로 씻겨 내려갈 수가 있기 때문에 관수를 마치기 약 30~40분 전에 질소비료를 투입하여야 10~30cm 깊이에 질소비료로 자리하게 되어 비료의 손실이 적어진다.

- 엽면시비

뿌리를 통한 영양분의 흡수는 여러 가지 이유로 지장을 받을 수 있다. 배수가 불량하거나 토양이 지나치게 굳은 경우에는 산소부족으로 뿌리가 영양흡수에 필요한 에너지를 만들 수 없게 된다. 이른 봄에 지온이 낮아도, 땅이 너무 건조해도, 뿌리가 손상을 입어도 양분흡수가 나빠지며 특정 성분을 과다하게 사용하여도 다른 양분의 흡수가 줄어든다. 이런 경우에는 엽면시비를 하면 효과를 빠르게 볼 수 있다. 그렇지만 필요한 질소 모두를 잎을 통해 줄 수는 없다. 왜냐하면 꽃눈형성에 문제가 있고 해거리 위험이 높아질 수 있기 때문이다.

질소의 엽면시비에는 주로 요소를 이용하는데 기공을 통해 직접 흡수되어 아미노산 합성에 이용되어 효과가 매우 빠르게 나타난다. 기온과 생육시기에 따라 농도가 다른데 수확 전까지는 0.3-0.5%(요소 300~500g/100리터)를 넘지 않도록 하고, 수확후에는 3~5%(요소 3~5kg/100리터)까지 농도를 높여 엽면시비 한다. 지력이 특별히 떨어지는 경우가 아니라면 장마후 일시적인 질소부족시 토양에 추비를 하는 것보다는 요소 엽면시비를 1~2회 하는 것이 안전하다.

9) 질소가 과다할 경우의 대책은?

대부분의 경우 질소가 부족할 경우보다는 지나치게 질소가 많은 경우에 발생하는 문제가 더 심각하다. 더구나 수세가 강한 품종, 착색이 잘되지 않는 품종 또는 계통에서 질소가 과다할 경우 다루기가 더 어렵다. 점질 함량이 높은 토양과 유기물 함량이 높은 토양에서 질소 과다현상이 나타나기 쉬운데 이를 해결하기 위한 방법으로 몇 가지를 제시할 수 있다.

먼저 **질소 시비량을 줄이거나 시비자체를 중단**하여야 한다. 토양의 유기물 함량이 높거나 점질토인 경우 이렇게 하더라도 질소공급이 적정 수준으로 떨어지기까지 수년이 걸릴 수 있다. 토양 자체로부터 질소 공급이 지나칠 경우에는 질소시비를 중단하면서 제초제 사용을 줄이거나 아예 하지 않고 **수관하부에 얼마간의 풀을 키워 양수분 경합을 유도**하면 사과나무의 질소 흡수와 이용을 효과적으로 제한할 수 있다. 그러나 **질소뿐 아니라 수분 경합도 심하게** 되어 관수를 충분히 하지 않으면 수분스트레스를 심하게 받을 우려가 있으므로 개별

히 관수에 주의를 하여야 하고 너무 풀이 많이 자라지 않도록 하여야 한다(사실 관수를 충분히 하지 않은데다 풀이 너무 많이 자라 문제가 되는 사과원이 적지 않음).

성숙기 무렵에 질소 공급이 지나치다 싶으면 관수량을 다소 줄이면 질소흡수가 억제되어 착색이나 당함량 증가에 유리하게 작용하기도 한다. 그러나 관수량을 조절하여 질소과다문제를 해결하려는 것은 위험 부담이 커 정밀하게 행하지 않으면 수분스트레스에 의해 더 큰 피해를 받을 수 있음을 알아야 한다.

전정의 강도를 낮추고 절단 전정보다는 속음 전정을 하면 나무 세력에 미치는 전정의 자극적 영향이 최소화되어 질소 과다에 의한 지나친 수세를 완화시키는 한 방안이 될 수 있다. 전정의 비중을 겨울에서 여름전정으로 옮기고 새가지의 약 80% 이상이 생장을 멈춘 후인 늦여름에 전정을 하면 일소가 크게 문제되지 않는 지역에서는 수세를 떨어뜨리는데 매우 효과가 좋다.

줄기 박피나 절상, 뿌리 전정 역시 수세와 수체내 질소 수준을 낮출 수 있는 방법이다. 이런 방법은 응급적인 방법으로 수세를 급격하게 떨어뜨려야 할 경우에 효과가 크고 빠르지만 때에 따라 지나치게 수세를 쇠약하게 할 위험도 있다.

인 산

1) 인산은 사과나무에서 어떠한 역할을 하는가?

인은 식물세포에서 에너지운반체에 관계되어 있고, 조효소, 인지질, 피트산, 핵산의 구성성분으로 광합성, 당과 전분의 합성, 탄수화물의 수체내 이동 등에서 중요한 역할을 하기 때문에 특히 세포의 분열과 분열된 세포의 비대에 꼭 필요하다. 이와 같이 중요한 역할을 함에도 불구하고 실제 필요량은 질소에 비해서는 매우 적은 양이 필요하다.

토양중의 인산은 칼슘, 알루미늄, 철과 결합한 형태로 존재하는데, 칼슘과 결합된 인산은 물에 녹으나 철과 결합한 인산은 녹지 않아 식물이 이용할 수 없다. 알루미늄과 결합된 인산의 작물의 종류에 따라 다르나 흡수되는 정도가 다른데 사과나무에서는 비교적 쉽게 흡수, 이용된다.

인산이 부족하면 새가지가 가늘게 자라고 잎도 작아지며 새가지와 잎자루가 자주빛을 띤다. 반면 인산을 과다하게 장기간 시용하면 가지 끝의 잎이 황화되는 철분 결핍증이 나타난다. 그러나 실제 인산이 부족하거나 과다하여 가시적인 장애현상이 나타나는 사과원은 거의 찾아보기 어렵다. 따라서 인산의 과부족 현상이 나타나지 않더라도 엽분석과 토양분석을 하여 적정수준의 인산을 시비를 하는 것이 바람직하다.

2) 인산은 어떻게, 얼마나 흡수되는가?

인산은 다양한 형태로 토양 내에 존재한다. 일부 무기물의 구성성분으로 유기물의 구성성분으로 인산이온형태로, 그리고 가용성 유기화합물형태로, 점토입자에 흡착된 이온으로 존재한다. 무기형태의 인산은 토양 내에서 쉽게 이동하지 못하지만 유기인화합물은 토양 내에서 다소 쉽게 이동한다.

$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} 의 형태로 흡수된다. 인산의 흡수, 이용성은 토양 pH에 크게 영향을 받는데 비교적 낮은 pH(6.0이하)에서는 알루미늄, 망간 또는 다른 함수성 산화물과 반응하여 이용할 수 없는 형태로 존재하게 된다. 반면에 pH가 높아도 (7.0이상) 칼슘과 마그네슘과 반응하여 인산칼슘 또는 인산마그네슘이 되면서 이용할 수 없는 형태로 바뀌어 버린다. 따라서 토양내의 인산이 가장 잘 이용되기 위해서는 토양 pH가 6.0~7.0로 유지되어야 한다.

대부분의 과수에서 인산은 연간 약 11~50kg/ha이 필요하다. 사과나무에 들어있는 총 인산 중 약 1/2이 과실에 들어 있는데 수확과 함께 사과원에서 빠져나오고 잎이나 가지에 들어 있는 인산은 낙엽을 통해서, 전정목을 파쇄하여 사과 밭에 갈아 줄 경우 토양으로 되돌아가게 된다.

3) 인산질 비료는 언제, 얼마나 그리고 어떻게 주어야 하나?

개간지가 아니면 결핍증상이 나타날 정도로 인산이 부족한 경우는 거의 없다. 개원 전에 토양분석을 하여 인산이 부족하면 수년치를 한꺼번에 시용하고 (용성인비 2톤/ha) 심경을 하여 근권부 전면에 골고루 인산이 분포하도록 하여야 한다. 인산은 쉽게 물에 녹거나 씻겨 내리지 않고 토양내에서의 이동도 거의 일어나지 않기 때문이다. 인산질 비료를 지표면에 시용하는 것은 바람직하지 않다. 비료의 효과가 제대로 나타나지 않을 뿐 아니라 홍수 등으로 비료분이 유실되기 때문이다.

인산은 시용후 뿌리가 내린 토양까지 섞어 주어야 하기 때문에 시용 후 로타리를 치는 것이 좋다. 인산질은 용탈이 없기 때문에 필요한 비료성분의 전량을 밑거름으로 주고, 로타리를 칠 경우 낙엽 후부터 땅이 얼기 전이 적기이고, 늦어도 뿌리가 활발하기 움직이기 시작하기 전인 해동하자마자 이른 봄에 시비를 하도록 한다.

키 낮은 사과원의 경우 개원 전에 충분한 양의 인산을 시비하고 경운하여 작토층 골고루 분포하게 하고 사과나무를 심은 후에는 뿌리분포가 얕아 로타리를 칠 경우 뿌리손상이 많기 때문에 표면 시비하여도 무리는 없다.

우리나라 기존 사과원 토양의 인산 함유량이 적정 범위(100~200mg/kg)를 넘은 경우가 많기 때문에 매년 인산질 비료를 시용할 필요는 없다. 토양분석 결과 인산 함유량이 적정범위보다 많을 경우에는 1~2년 인산시용을 생략하여

도 문제되지 않는다. 토양분석결과 걱정 범위에 미치지 못하거나 엽분석을 하여 0.16~0.19% 또는 이보다 낮을 경우에 키 낮은 사과원은 20~40kg/ha, 준왜성 사과원은 30~60kg/ha을 시용하도록 한다. 가축분에는 다량의 유기태 인산이 함유되어 있기 때문에 가축분을 주기적으로 시용하는 경우에는 인산질 비료의 시용을 줄이거나 생략해도 문제가 없다. 유기물 투입을 많이 하거나 토양이 산성인 경우 석회시용을 통해 pH를 올려주면 인산이 이용 불가능한 형태로 고정되는 것을 막아 인산시비의 효과가 높아지게 된다.

칼 리

1) 칼리는 사과나무에서 어떠한 역할을 하는가?

양이온 K^+ 형태로 흡수되어 체내에 존재하는 칼리는 과실 내 유기화합물에는 포함되어 있지 않지만 수분상태의 조절에 있어서 그리고 광합성과 호흡에 관계하는 여러 가지 효소의 활성화에 있어서는 중요한 역할을 한다. 과실의 크기, 착색, 산함량, 저장성 등 품질요소와 과실내 칼리 함량은 일정범위 정의 관계에 있다.

칼리가 부족하면 과일이 작고 착색이 나쁘며 산이 적어 맛이 좋지 않고 성숙도 늦어진다. 칼리가 사과착과에 직접적으로 영향을 미치는 것 같아 보이지만 않으나 칼리부족으로 수세가 약해지면 착과율이 떨어진다. 또한 칼리함량이 낮거나 결핍되면 겨울에 동해를 받거나 꽃필 무렵 서리 피해를 받기 쉽고 가뭄에 견디는 힘도 약해진다. 잎은 가장자리가 황백화되면서 갈변괴사가 일어난다. 반면에 칼리가 과다하면 신맛이 강해지고 칼슘결핍에 의한 고두병이 많아지고 마그네슘결핍으로 어린잎에 황백화현상이 나타난다.

과실 품질에 미치는 칼리의 영향은 엽 내 칼리함량뿐 아니라 질소함량에도 영향을 받는다. 걱정 수준의 칼리함량이라 할지라도 질소 함량이 높으면 과실품질이 떨어진다.

칼리가 부족하면 신초 길이가 짧고 연약하게 되고 단과지 발달이 억제된다. 여간해서는 꽃눈이 영향을 받지 않지만 결핍이 심해지면 개화량이 급격히 줄어들거나 아예 꽃이 피지 않는다.

걱정 엽 내 칼리함량은 1.04~1.51%로 결실이 되지 않은 어린나무는 성목보다 칼리함량이 대체로 높다. 엽분석 결과를 해석할 때 칼리의 경우 착과량에 영향을 받는다는 사실을 고려해야 하는데 결실량이 적으면 높아지고, 결실량이 많으면 칼리함량이 낮아지는 경향이 있다. 따라서 칼리함량이 1.04%라면 결실이 잘 된 나무일 경우 충분할 수도 있지만 어린나무나 결실량이 적은 나무에 있어서는 칼리공급이 한계수준이거나 부족하다는 것을 의미할 수도 있다.

2) 칼리는 얼마나 필요하며 시비는 언제, 얼마나, 어떻게 하나?

칼리는 토양입자에 흡착되어 있거나 양이온(K^+)형태로 토양용액에 존재하다가 뿌리를 통해 흡수, 이용된다. 칼리는 수용성이어서 점토가 적은 사질토양이면서 산성인 토양에서는 유실이 잘되어 칼리가 부족하게 되기 쉽다.

칼리(K_2O) 흡수량은 170kg/ha 내외인데 이중 약 100kg/ha가 과실을 수확을 함으로서 매년 사과원에서 빠져나간다. 따라서 토양으로부터 칼리공급이 충분하지 않다면 매년 85kg/ha 내외의 칼리를 사용하여 과실수확에 따른 손실을 보충해 주어야한다.

5-6월에는 새가지가 왕성하게 자라면서 칼리 요구량이 많고 과실비대 초기뿐 아니라 성숙기까지 전 생육기간 동안 칼리가 필요하다. 따라서 유목기에는 발아시에 충분히 흡수될 수 있도록 밑거름으로 시용을 하고, 성목의 경우는 밑거름을 준 다음에 과실의 후기까지 필요한 칼륨을 보충하기 위하여 5월 중하순경에 덧거름을 줄 필요가 있다.

칼리의 시비량은 질소와 비슷한 수준 또는 그 보다 다소 낮은(80%) 수준으로 공급토록 하고 있다. 원예연구소에서는 왜성 성목원에서 100~120kg/ha의 칼리 시용을 추천하고 있으나 최근의 재식밀도나 재배방식이 크게 바뀐 것을 감안하고 일본을 비롯한 선진국의 최근 시비량 변화를 고려한다면 **키 낮은 사과원의 경우 30~60kg/ha, 준왜성사과원의 경우는 50~80kg/ha 범위**면 큰 무리가 없을 것으로 추정된다. 우리나라 왜성 사과원 토양중의 평균 칼리 함량은 0.65cmol/kg이며, 적정 범위는 0.3~0.6cmol/kg이므로 현재 대부분의 사과원 토양에는 상당히 많은 양이 축적되어 있는 상태에 있다. 이런 조건하에서 과다한 유기물시용과 칼리 시비를 계속할 경우 과잉장해(갈슘 및 마그네슘 결핍 장애)가 일어날 우려가 있으므로 주의해야 한다. 특히 **벚꽃, 낙엽 등이 많이 들어있는 퇴비의 경우 칼리를 많이 함유하고 있으므로 칼리 시비량을 줄여야 한다.**

칼리는 토양 내에서 이동성이 비교적 낮으므로 토양내 뿌리분포에 따라 이용성이 달라진다. 근권이 넓고 깊게 분포하며 미세뿌리가 잘 발달되어 있으면 칼리의 흡수, 이용이 그 만큼 잘된다.

칼리의 흡수는 토양수분과 밀접한 관계가 있으므로 **수분이 부족하지 않도록 관리**하는 것이 중요하다. 한발 하에서는 칼리 흡수가 억제되어 엽내 칼리함량이 낮아지는 것을 흔히 볼 수 있는데 심하면 토양내 칼리 함량이 부족하지 않아도 결핍증상이 나타나기도 한다.

칼리를 과다하게 시용하면 갈슘과 마그네슘의 흡수가 억제되어 양분의 균형이 흐트러지므로 주의하여야 한다. **붕소를 적절히 시용하면 뿌리의 발달이 좋아지면서 칼리의 비효과 높아지는 부수적인 효과가 있다.**

칼슘

1) 칼슘은 사과나무에서 어떠한 역할을 하는가?

칼슘은 사과의 품질과 저장력에 결정적으로 영향을 미친다. 식물세포의 세포벽과 중층(middle lamella)을 만드는데 필수적인 성분으로 부족하게 되면 세포막의 투과성이 불안정하게 되어 과실조직이 붕괴된다. 대표적인 장해현상으로 고두병, 코르크스팟(cork spot) 등이 나타나고 저장 중에는 내부조직이 갈변하는가 하면 밀병이 많은 것도 칼슘부족과 관계있다. 뚜렷한 증상이 나타나지 않으면서 저장력이 떨어지는 것도 칼슘부족에 의한 경우가 많다.

사과나무에서의 이러한 역할뿐 아니라 토양 중에서는 산성토양을 중화시켜 다양한 양분이 원활하게 흡수되게 하는가 하면 토양미생물을 활성화시키고 모양의 물리성(입단구조)을 개선시켜 전체적으로 토양을 개량시키는 효과가 있다.

2) 칼슘은 어떻게 흡수되며 과실내 칼슘함량을 높일 수 있는 방법은 어떤 것이 있는가?

칼슘은 토양에 가장 풍부한 성분중의 하나이지만 사과나무 뿌리는 칼슘을 잘 흡수하지 못한다. 칼리, 마그네슘, 암모니아(질소) 등과는 경합관계에 있기 때문에 토양내 이들 성분이 많으면 칼슘흡수는 더욱 떨어진다.

뿌리에 의해 흡수된 칼슘은 과실까지 이동하는데 비교적 오래 걸리고 과실보다는 새가지나 잎으로 우선 이동한다. 따라서 과실내 칼슘함량을 높이기 위해서는 칼슘을 시비하는 직접적인 방법보다는 토양내 칼슘이 사과나무에 잘 흡수되게 하고 흡수된 칼슘이 과실로 더 많이 전류되게 하는 간접적인 방법이 더 효과적일 수 있다.

먼저, 비료를 많이 주면 칼슘이 부족 되기 쉽다. 질소는 과다한 영양생장을 일으켜 과실쪽으로 가야 할 칼슘을 영양기관으로 끌어당기고, 칼리와 마그네슘이 과다하면 토양에서나 과실에서나 칼슘의 흡수, 이동과 경합을 하기 때문이다. 따라서 이들 성분을 과다사용하지 않아야 한다. 붕소가 부족하면 수체 내에서의 칼슘이동이 느려지기 때문에 붕소가 부족하지 않도록 관리하는 것도 과실 내 칼슘함량을 높이는 한 방법이 된다.

진정을 너무 강하게 하면 영양생장이 왕성해져 과실 내 칼슘함량이 떨어지는 원인이 된다. 그러나 여름 진정은 과실과 칼슘 경합을 하는 새가지를 제거하고 영양생장을 억제시킴으로써 과실내 칼슘함량을 곧바로 높일 수 있는 유익한 작업이다.

과실이 클수록 과실 내 칼슘 수준은 낮아진다. 착과량이 적으면 영양생장이 왕성해져 과실보다는 새가지 쪽으로 칼슘이 더 많이 이동해 가고 과실내 칼슘함량이 같다고 하더라도 과실이 크기 때문에 칼슘밀도가 낮아져 장해가 생기

기 쉽다. 결실량을 다소 많이 하면 영양생장이 억제되어 과실 내 칼슘함량이 상대적으로 높게 되어 장해발생이 그만큼 적어지게 되는 것이다.

종자수가 많으면 과형이 좋아지고 과실이 커질 뿐 아니라 과실내 칼슘 축적이 많아져 과실의 품질이 좋아진다. 따라서 매개 곤충의 활용, 수분수의 적정 재식 등을 통해 수분이 잘되게 하여 과실내 종자수를 많이 할 필요가 있다.

토양내의 풍부하게 존재하는 칼슘은 물론 다른 양분요소가 잘 흡수되기 위해서는 적정 수준의 토양수분이 존재해야 한다. 수분이 부족하면 토양내의 칼슘이 뿌리부분으로 잘 이동하지 않을 뿐 아니라, 체내로 흡수된 칼슘이 느리게 상승하고 그나마 증산류를 따라 과실보다는 잎으로 이동한다.

토양의 산도를 적정수준으로 유지하는 것도 칼슘흡수를 원활히 하는데 매우 중요하다. 사과원의 적정 pH는 6.0~6.5인데 산성토양이 대부분인 우리나라 토양에서 석회를 사용하는 것은 칼슘을 공급하여 흡수가 많이 되게 하는 것이 아니라 pH개선을 이를 통해 기존의 칼슘이 잘 흡수되게 하는 간접적인 방법인 것이다.

준외화재배에서는 고토석회를 ha당 3~4톤 정도로 2~3년마다 사용하고 토양개량과 겹해 심경을 해주는 방법이 좋으나 고밀식 키 낮은 사과원에서는 심경이 불가능하므로 토양 pH가 문제되는 토양에서는 매년 1톤/ha 내외의 고토석회를 지표면 사용하는 것이 더 바람직하다.

과실내 칼슘함량을 높일 수 있는 가장 적극적인 방법이 칼슘의 엽면(과면) 살포이다. 염화칼슘(CaCl_2)살포가 가장 보편적으로 행해지는데 살포농도는 0.4~0.5%로 높은 농도에서는 약해를 입기 쉬우므로 7월 상순까지는 0.4%로 낮게, 그 이후에는 0.5%로 다소 높게 하고 기온이 25℃ 이상 올라가는 한낮을 피해 아침, 저녁 서늘한 시기에 살포하여야 안전하다. 살포 횟수는 착과정도나 수세에 따라 달라지는데 6월 중순부터 수확 1주전까지 10~14일 간격으로 착과량이 적고 영양생장이 왕성한 경우 4~6회, 착과량이 적당하다면 2~4회 살포하면 고두병 발생을 피할 수 있고 저장력도 좋아진다. 감홍이나 양광처럼 봉지를 씌워 재배하는 경우 봉지를 씌우기 전과 후에 0.5% 염화칼슘을 각각 2회씩 살포하면 고두병 발생이 적다고 한다. 염화칼슘은 방제기를 부식시킬 수 있으므로 번거롭더라도 살포 후 맑은 물로 방제기를 충분히 씻은 다음 보관해야 한다. 최근에 염화칼슘을 주성분으로 하고 계면 활성제, 아미노산 등이 첨가된 엽면 살포용 칼슘제제들이 상품으로서 개발되어 판매되고 있으나 효율성이나 비용면에서 염화칼슘을 능가하는지는 확신하기가 어렵다.

마그네슘

마그네슘은 엽록소의 구성성분으로서 탄수화물의 합성과 전류, 에너지 전

이, 단백질 합성 등 과수의 생산성과 과실의 품질에 있어 중요한 역할을 한다. 엽 내 함량이 0.26~0.36%라면 마그네슘이 충분히 공급되고 있다는 것을 의미한다.

마그네슘 결핍은 용탈이 잘되는 사질토와 산성토에서 칼리를 과다 사용하거나 비가 많거나 과잉관수 시에 잘 나타나며 질소함량이 낮은 경우에도 부족하기 쉽다. 칼리가 부족하면 늙은 잎부터 엽맥사이가 황화되면서 떨어진다. 심하면 과실 비대 불량, 숙기 지연, 당도 저하 등 과실 품질을 저하시키고, 저장양분 축적이 적어진다. 장마기 이후 갑작스런 낙엽이 마그네슘 결핍에서 기인하는 경우가 있기 때문에 황산마그네슘 0.5~1.0%를 2~3주 간격으로 2~3회 살포해 주는 것이 도움이 될 수 있다.

엽분석을 했을 때 칼리함량이 너무 높고 질소가 부족한 경우라면 칼리시용을 줄이고 질소시용을 늘릴 필요가 있다. 토양 pH를 검해서 일반 석회보다는 고토석회를 사용하는 것이 좋다.

붕 소

1970~80년대에 붕소결핍에 의한 문제가 생긴 사과원이 많았으나 오늘날은 이에 대한 시비체계가 비교적 잘 정리되어 있는 미량원소 중의 하나이다.

부족하게 되면 과일에 장애가 잘 나타나 내부에 코르크 조직이 생기면서 기형과가 되고 작아지며, 열과와 동녹 발생이 많고 조기 성숙되며 낙과가 잘 된다. 1년지의 발아가 불량하며 발아되더라도 마디사이가 짧고 잎이 총생하며, 수피가 거칠어지면서 심하면 가지 끝에서부터 말라죽어 들어온다. 붕소가 부족하면 화분관의 발아가 잘 되지 않아 결실율이 떨어지는 것도 흔히 나타나는 장애 중의 하나이다.

붕소를 지나치게 사용한 경우에는 과잉장애가 나타나기도 하는데 잎자루와 주맥의 부분 괴사하면서 잎자루를 남기고 잎 몸이 떨어지는가 하면 수확 전에 과숙이 되면서 과육이 갈변하고 착색이 나빠지는 등의 현상이 나타난다.

장애현상이 나타나면 더운 물에 붕사를 녹여 0.2~0.3%로 희석하여 엽면 살포하면 빠른 효과를 볼 수 있다. 밑비료로는 5~10kg/ha의 붕사를 사용하도록 한다. 석회를 다량 사용하여 토양 pH가 6.5 이상으로 높아지면 붕소흡수가 잘 되지 않으므로 석회 사용시 반드시 붕소를 함께 사용하는 것이 안전하다. 배수가 불량하거나 지나치게 건조하여도 토양중의 붕소가 잘 흡수되지 않으므로 토양수분을 적절히 유지하는 것도 중요하다. 붕소가 들어있는 복합비료를 사용한다면 특별히 붕소를 사용하지 않아도 문제가 되지 않는다.

영양진단과 시비량 결정을 위한 토양분석과 엽분석

종합생산에 있어 시비의 목적은 토양과 식물체내의 영양분 함량이 최적의 추천 범위 내에 있도록 하고 가능하다면 자연적 순환에 의해 충당되도록 하고 부족한 양만큼만 시비를 통해 보충해주는 데 있다. 매년 반복하여 일정 비율의 복합비료를 시비하는 것은 바람직하지 않다. 토양분석은 시비량을 결정하는데 가장 중요한 근거가 되므로 각 필지마다 시료를 채취하여 3~5년마다 반드시 해당기관에 분석을 의뢰하도록 하고, 신규 개원의 경우 개원 전에 반드시 토양 분석을 하여 토양개량과 시비량 결정에 참고하도록 한다. 토양분석을 하면 사과나무가 이용할 수 있는 각종 무기성분들이 과수원 토양 안에 얼마나 들어 있는지를 파악할 수 있기 때문이다.

사과나무에 필요한 영양분이 토양에 충분하게 있다하여 사과나무가 균형있게 모든 영양분을 흡수한다는 것을 의미하지는 않는다. 사과원의 입지, 기상, 관리내역, 영양분간의 상호작용 등이 영양분의 흡수와 체내 축적에 영향을 미치기 때문이다. 엽분석을 하면 실제의 사과나무 체내의 주요 영양분의 과부족을 정확하게 진단할 수 있기 때문에 토양분석 결과를 보완할 수 있고 적절한 영양관리를 하는데 있어 매우 요긴한 도움이 된다.

1) 토양분석

토양분석용 시료는 시비의 영향이 적은 8월 중하순에 채취하는 것이 좋다. 밭거름을 시용하기 전에 시료를 채취해도 된다. 필지당 골고루 10곳 내외에서 시료를 채취한다. 정상적이면서 평균적인 생장을 보이는 나무를 선정하고 키 낮은 사과원의 경우 원줄기에서 0.5cm까지, 0.5~1m, 1.0~1.5m, 준왜성 사과원의 경우 원줄기 1m까지, 1~2m, 2~3m의 수관하부에서 토양시료채취기(soil sampler 또는 borer)나 삽을 이용하여 지표면의 검불이나 낙엽이 섞이지 않도록 1cm 내외의 겉흙을 걷어내고 40cm 깊이까지 시료를 채취한다.

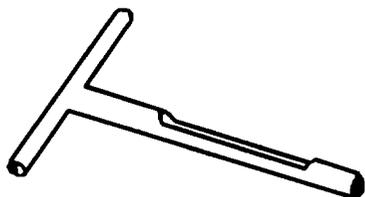


그림 6. 토양시료채취기

삽을 이용하는 경우 그림 7과 같이 구멍이를 파고 2.5cm 폭으로 잘라내려 흙을 채취한다. 각각의 채취한 흙은 깨끗한 바케스에 넣고 골고루 섞은 다음 필지별로 약 500g을 비닐봉지에 담는다. 필지명, 채취일, 원주의 성명 등을 유성펜으로 적은 다음, 시군농업기술센터, 도 농업기술원 등 해당기관의 분석실로 보내

어 분석을 의뢰한다.

개원 전인 경우에 작토층(키 낮은 사과원 0~20cm, 준왜성 사과원 0~30cm)과 심토층(키 낮은 사과원 0~20cm, 준왜성 사과원 0~30cm)으로 나누어 분석하여 개원 전 토양개량에 참고하도록 한다.

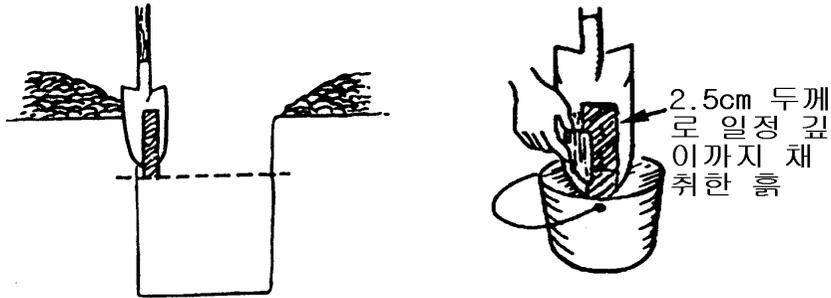


그림 7. 삽을 이용한 토양시료 채취방법. 채취하고자 하는 깊이까지 구덩이를 파고 2.5cm 두께로 시료를 채취한다.

2) 엽분석

엽내 무기양분의 함량변화가 적은 7월 중순에서 8월 상순 사이에 분석용 시료를 채취한다. 같은 대목과 품종이 같고 나이가 같으면서 비슷한 수준의 세력을 보이는 대표적인 나무를 전체 과수원에서 고르게 위치하도록 선택한다. 해거리를 하는 나무, 수세가 너무 약한 나무, 사과원 가장자리에 위치하는 나무 등은 제외시켜야 한다. 눈높이 위치의 수관 외부에서 바깥쪽으로 자라는 자람가지에서 가지당 중간 부위의 2엽을 취한다. 직립한 가지나 수평 또는 그 이하로 늘어진 가지는 좋지 않다. 키 낮은 사과원의 경우 주당 1개, 준왜성 사과원의 경우 주당 2개의 가지에서 잎을 따 필지당 50~60매를 모은다.

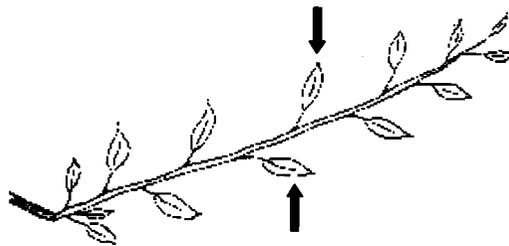


그림 8. 엽시료 채취시 수관외부의 자람가지 중간부위 잎을 택함

많은 비가 내린 직후, 살수관수를 충분히 한 직후, 엽면시비를 한 후에는 시료를 채취하지 않는다. 잎자루를 잘라내고 종이봉지에 넣고 품종, 필지명, 채취일, 원주 성명 등을 기록한다. 투명 비닐봉지를 이용할 경우 봉지내부가 고온다

습하여 잎이 상할 수 있으므로 구멍을 내 주거나 묶지 않도록 한다. 채취한 시료는 냉장고에 보관하는 경우 2-3일 경과해도 무관하나 가능하면 빨리 시군농업기술센터, 도 농업기술원 등 해당기관의 분석실로 보내어 분석을 의뢰한다.

시판되는 주요 비료의 종류와 특성

1) 단일비료

상품명	제조회사	질소 (%)	인산 (%)	칼리 (%)	고토 (%)	칼슘 (%)	주요 특성 및 주의 점
질소비료							
요소	남해화학	46					생리적 중성비료로 토양을 산성화시키지 않음
황산암모늄 (유안)	한국카프로랍탁	21					화학적으로 중성비료로서 속효성, 알칼리성 비료와 혼합하여 사용하면 질소 성분의 손실을 가져옴
질황산비료	한국카프로랍탁	25 이상					질산태 질소 18% 이상, 암모니아태 질소 7% 이상, 화학적 중성이고 물에 잘 녹으며 속효성 질소
석회질소	조비, 풍농	19				50	토양 산성화를 막아주고 미생물을 활성화 시킴, 토양에서 질산화가 느리게 진행되는 완효성 질소, 직접 닿으면 식물이나 인체에 해로우므로 살포시 각별한 주의 요망
인산비료							
용성인비	풍농		17				고토(13%), 석회(23~26%), 규산(15~17%), 알칼리분(45%), 붕소(0.3%) 기타 미량요소를 하여 토양개량 효과 있음
씨엠용인	풍농		20				고토(15%), 석회(30%), 규산(20%), 기타 미량요소를 하여 토양개량 효과 있음
과인산석회 (과석)	경기화학 조비		17				수용성인산이 13% 차지, 유허(14%), 석회(29%) 등을 함유한 생리적 중성비료
용과석	경기화학	20					속효성 인산이 8% 차지, 고토(2.5~5%), 유허(8%), 석회(27%), 규소(10%), 기타 미량요소를 하여 토양개량 효과 있음
칼리비료							
염화加里	경기화학			60			토양을 산성화 시키므로 석회, 고토 등으로 토양을 중화시켜 주어야, 가격 저렴
황산加里 (입상)	경기화학, 동부한농, 남해화학			45			염소피해가 없으며 염화加里에 비해 염류집적을 1/3이상 줄여줌, 유허 15%함유, 분진이 적어 시비시 편리,타복비와 혼합이 용이

상품명	제조회사	질소 (%)	인산 (%)	칼리 (%)	고토 (%)	칼슘 (%)	주요 특성 및 주의 점	
황산가리 (분상)	경기화학, 조비, 남해화학, 동부한농			50 %			염소피해가 없으며 염화가리에 비해 염류집적율 1/3이상 줄여줌, 유황 17%함유, 5% 미만의 불용성 물질 함유	
셀포마크 (황산가리 고토)	남해화학			22	18	0.1	유황 22, 규산 0.15, 철 0.03% 함유, 타 비료와 혼용 가능한 중성비료로 토양을 산성화시키지 않음. 수용성비료로 토양관주와 엽면살포가 가능	
K-고토	조비			20	17		유황 22% 함유, 과다사용시 농도장해 우려, 두 성분간 길항작용 없음	
K-마크특호	조비	2		20	12		유황 13, 붕소 0.2%함유, 과다사용시 농도장해 우려	
황산가리특호	남해화학			50			유황 17% 함유, 과다사용시 토양물리성 악화 및 유기물 부족 초래	
석회비료								
소석회						60 이상	유독성이 있어 토양소독 및 제초효과, 암모늄태 질소나 수용성 인산을 함유한 비료와 배합 불가, 잘못 저장하면 공기중의 이산화탄소와 결합하여 탄산석회가 되면서 포장이 터지는 수도	
석회석						45 이상	생석회나 소석회보다 지효성이고 공기 중에서도 안정적이어서 저장용이	
고토석회					15 이상	53 이상	생석회나 소석회보다 지효성, 고토 부족시 유리	
생석회						80 이상	가장 강 알칼리성으로 토양 개량효과 큼, 유독성이 있어 토양소독 및 제초효과, 저장 잘못하면 수분 흡수하여 소석회로 변함	
마그네슘(고토)비료								
황산고토					14 이상		인산과 함께 사용시 인산흡수 촉진, 과다사용시 칼리 흡수 방해, 속효성 고토비료, 생리적 산성비료	
가공 황산고토					27		구용성 27%중 수용성이 21% 이상 함유, 완효성인 구용성 고토와 속효성인 수용성 고토가 함께 있어 생육 전기간 고토 공급 가능	
고토붕소					14		구용성 14%중 수용성이 10% 이상 함유, 구용성 붕소 1.4% 이상, 완효성인 구용성 고토와 속효성인 수용성 고토가 함께 있어 생육 전기간 고토 공급 가능	
붕소비료								
붕사비료		수용성 붕소 35% 이상						

2) 과수 및 사과용 복합비료

상품명	제조회사	성분비율 (%)									주요 특성 및 주의 점
		질소	인산	칼리	고토	붕소	규산	석회	유황	미량요소	
과수비료	경기화학	14	10	12	3	0.2		4	8	소량	
사과비료	경기화학	12	10	9	2	0.2				소량	
과일나라	경기화학	13	6	⑧	3	0.3	5	6	11		알카리성 비료 및 미숙유기질 비료와는 혼합 금함
사과비료	남해화학	13	11	11	3	0.2			8		" "
과수범용	남해화학	13	7	7	3	0.3			8		" "
과수특호	남해화학	12	10	10	2	0.2			11		" "
사과특호	남해화학	15	10	9	2	0.2			11		" "
과수박사	동부한농	12	11	10	10	0.3					" "
사과(비옥)	동부한농	11	9	⑪	3	0.3					" "
동부능급	동부한농	16	6	⑬	3	0.3					" "
사과(척박)	동부한농	13	11	⑩	3	0.3					" "
과수범용	동부한농	16	12	⑩	3	0.3					" "
과수특호	신한종합비료	12	9	⑨	1	0.2			3		알카리성 비료 및 미숙유기질 비료와는 혼합 금함
과수범용	신한종합비료	12	10	10	2	0.2					" "
사과용	조비	13	10	12	2	0.3			5		" "
사과특호	조비	13	10	⑫	2	0.3			7		" "
과수용	조비	16	11	12		0.4			10		" " 제오라이트 함유
으뜸과수용	조비	16	7	5	2	0.3			10		" " 제오라이트 함유
사과비료	풍농	12	9	9	2	0.2		7	8	소량	
과수비료	풍농	14	10	⑨	2	0.3		4	9	소량	
경능과수비료		15	9	10	1	0.3		2	10	소량	
슈퍼380		13	8	⑩	2	0.3		5	10	소량	
과수전용비료	한국협화	9	7	7	1	0.2	5	10			

* 칼리의 원문자는 황산칼리를 말함

3) 원예용 복합비료

상품명	제조회사	성분비율 (%)									주요 특성 및 주의 점
		질소	인산	칼리	고토	붕소	규산	석회	유황	미량요소	
원예복비1호	경기화학	11	10	10	3	0.3	9	7		소량	
원예복비특호	경기화학	11	10	⑩	3	0.3	12	6		소량	
원예범용	남해화학	10	5	5	3	0.3			12		알칼리성 비료 및 미숙유기질 비료와는 혼합 금함
원예종합	남해화학	11	11	11	3	0.2			10		" "
한아름 특호	남해화학	12	10	9	3	0.2			15		" "
원예범용	동부한농	12	9	11	3	0.3		5	3		" "
원예특호	동부한농	11	9	9	3	0.3		6	6		" "
사과특호	동부한농	16	0	8	3	0.3					" "
원예범용	신한종합비료	12	8	10	2	0.2					
원예특호	신한종합비료	12	8	⑩	2	0.2					
원예비료	신한종합비료	10	11	10	1	0.2			4		
원예 2호	신한종합비료	11	12	10	1	0.2			6		
원예전용	조비	9	8	6	2	0.3			7		제오라이트 함유
원예용	조비	10	11	12	2	0.3			5		
원예특호	조비	10	11	12	2	0.3			10		
으뜸원예용	조비	10	9	10	2	0.3			5		제오라이트 함유
원예특호	풍농	9	14	⑫	7	0.3	8	14		소량	알칼리성 비료 및 미숙유기질 비료와는 혼합 금함
피엔코특호	풍농	11	5	7	4	0.1	14	20	3	소량	" "
원예비료	풍농	11	11	⑪	2	0.3		6	7		" "
골드21비료	풍농	21	6	⑧	1	0.2	4	10		소량	" "
탑원예 미래로복비	풍농	12	8	⑩	1	0.2		4	7	소량	" "
탑원예골드	풍농	12	6	6	4	0.1	14	20			" "
맛도복	한국협화	12	6	7	1	0.2	10	15			
원예전용	한국협화	10	6	7	1	0.2	10	5			
원예범용	한국협화	12	8	9	1	0.2	10	5			
원예특호	한국협화	10	6	7	1	0.2	10	5			

* 칼리의 원문자는 황산칼리를 말함

4) 옷거름용 비료

상품명	제조회사	성분비율 (%)									주의점
		질소	인산	칼리	고토	붕소	규산	석회	유황	미량요소	
추비 1호	KG케미칼	13		13		0.3		1	10	소량	
추비 특호		13		⑬		0.3		1	13	소량	
옷거름비료	남해화학	13		13	1	0.3			12		
옷거름1호	남해화학	16		13	2	0.2			15		
옷거름특호	남해화학	13		13	1	0.3			17		
물거름	동부한농	16		16		0.3					식물체에 직접 닿으면 약해, 알칼리성 토양과 강산성 토양에 시비시 가스장해, 알칼리성 비료 및 미숙유기질 비료와는 혼합 금함
원예추비일반	동부한농	14		16	3	0.3		9	5		알칼리성 비료 및 미숙유기질 비료와는 혼합 금함
원예추비특호	동부한농	16		⑫	3	0.3		6	4		" "
추비골드	동부한농	13		⑭	1	0.3		6	7		" "
옷거름(추비용)	신한종합비료	13		9	1	0.2			8		" "
으뜸NK 806	조비	18		16	1	0.2	소량	소량	소량		" "
으뜸NK 802	조비	18		12	3	0.2	소량	소량	소량		" "
신 NK비료	조비	18		14	2	0.2	소량		10		" " 제오라이트 함유
으뜸옷거름용	조비	14		10		0.3			10		제오라이트 함유
옷거름골드	조비	13		13		0.3			10		제오라이트 함유
더존 NK	한국협화	15		10	2	0.2	5	10			
옷거름비료	풍농	15		14	2	0.3			10	소량	
옷거름특호	풍농	15		10	2	0.2			10	소량	
과수옷거름	풍농	16		12		0.3			10	소량	
옷거름마니나	풍농	20	1	1	2		8	15		소량	
NK골드 806	풍농	18		16	1	0.2	4		5	소량	
NK골드 802	풍농	18		12	3	0.2	4		5	소량	
슈퍼500	풍농	15		10		0.3				소량	
슈퍼옷거름	풍농	13		15		0.3				소량	

* 칼리의 원문자는 황산칼리를 말함

5) 관비 및 엽면살포용 비료

상품명	제조회사	성분비율 (%)									주의점
		질소	인산	가리	고토	붕소	규산	석회	유황	미량요소	
물푸라스	조비	17		14		0.3				소량	250배액 관비
윈드그로	조비	7	3	4	3	1.5				소량	800~1000배 엽면살포
싱그린	조비	6	6	6	1	0.05				소량	관비 250~500배, 엽면살포 500~800배
바로타	조비	7	2	4	1	0.05				소량	관비 250배, 엽면살포 700배
영양탄	조비	7	2	4		0.1				소량	관비 300~600배, 엽면살포 700~1000배
라운딩	조비	6	3	3		0.1				소량	관비 250~500배, 엽면살포 500~800배
윈드그로골드	조비	10	8	20	1	0.5				소량	엽면살포 1000~1200배
정일품	조비	11	4	6		0.1				소량	500~1000배로 엽면살포 및 관비, 알칼리성농약이나 기계유유제, 석회유황합제 등과 혼용불가
하이솔루블	남해화학	17		17		0.3					관비용, 250배 이상 희석
무레타비료	풍농	16		15		0.3			12	소량	300~500배 관비
물방울604		6(2)	-	4	1	0.05		2		소량	200~400배 이상 관비
물방울1103		16(5)	-	3	0.5	0.05		1		소량	" "
물방울634		6(3)	3	4	1	0.05		-		소량	" "
물방울208		2(2)	-	8	1.5	0.2		4		소량	" "
물방울055		-	5	5	3	0.01		-		소량	" "
물방울01210		-	12	10	0.1	0.01		-		소량	" "
물방울266		2(1)	6	6	0.1	0.01		-		소량	" "
물방울1001		10(9)	0	1	-	0.01		15		소량	" "
칼슈마	풍농	12		2.5	7			13		소량	관비 10~30배 엽면살포 40~50배, 농약과 혼용 금지
칼슘액비 017	조비							17			수용성칼슘함유, 1000배액 엽면살포, 알칼리성농약이나 기계유유제, 석회유황합제 등과 혼용 금지
칼슘액비	조비	6	5	8						소량	" "

비료의 성분함량에 따른 실제 시비량 산출 예시

예) ha(3,000평)당 질소 50kg, 인산 30kg, 칼리 40kg을 사용하고자 하는 경우
단일비료인 경우

질소 : 성분량이 46%인 요소 사용시, $50\text{kg} \times 100/46 = 108\text{kg}$

성분량이 21%인 황산암모늄(유안) 사용시, $50\text{kg} \times 100/21 = 238\text{kg}$

인산 : 성분량이 17%인 용성인비 사용시, $30\text{kg} \times 100/17 = 176\text{kg}$

성분량이 20%인 용과석 사용시, $30\text{kg} \times 100/20 = 150\text{kg}$

칼리 : 성분량이 60%인 염화加里 사용시, $40\text{kg} \times 100/60 = 67\text{kg}$

성분량이 45%인 황加里(입상) 사용시, $40\text{kg} \times 100/45 = 89\text{kg}$

복합비료인 경우

경기화학 과수비료(14-10-12-3-0.2) 사용시

질소 기준 : $50\text{kg} \times 100/14 = 357\text{kg} \Rightarrow$ 과수비료 357kg은 질소 50kg, 인산 35.7kg, 칼리 42.8kg이 되어 인산과 칼리가 각각 5.7kg, 2.8kg 과다한 결과가 됨

인산 기준 : $30\text{kg} \times 100/10 = 300\text{kg} \Rightarrow$ 과수비료 300kg은 질소 42kg, 인산 30kg, 칼리 36kg이 되어 질소와 칼리가 각각 8kg, 4kg 부족한 결과가 됨

칼리 기준 : $40\text{kg} \times 100/12 = 333\text{kg} \Rightarrow$ 과수비료 333kg은 질소 46.6kg, 인산 33.3kg, 칼리 40kg이 되어 질소는 3.4kg 부족, 인산은 3.3kg 과다 사용되는 결과가 됨

동부한농 사과(비옥)비료(11-9-11-3-0.3) 사용시

질소 기준 : $50\text{kg} \times 100/11 = 454\text{kg} \Rightarrow$ 사과비료 454kg은 질소 50kg, 인산 40.9kg, 칼리 50kg이 되어 인산과 칼리가 각각 10.9kg, 10kg 과다 사용되는 결과가 됨

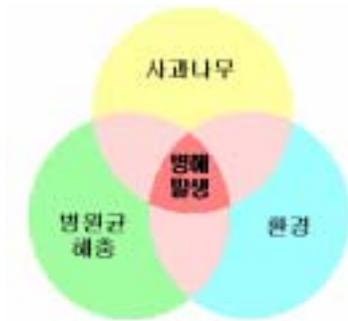
인산 기준 : $30\text{kg} \times 100/9 = 333\text{kg} \Rightarrow$ 사과비료 333kg은 질소 46.6kg, 인산 30kg, 칼리 46.6kg이 되어 질소는 3.4kg 부족, 칼리는 6.6kg 과다한 결과가 됨

칼리 기준 : $40\text{kg} \times 100/11 = 364\text{kg} \Rightarrow 364\text{kg} \Rightarrow$ 사과비료 454kg은 질소 40kg, 인산 32.7kg, 칼리 40kg이 되어 질소는 10kg 부족, 인산은 2.7kg 과다 사용되는 결과가 됨

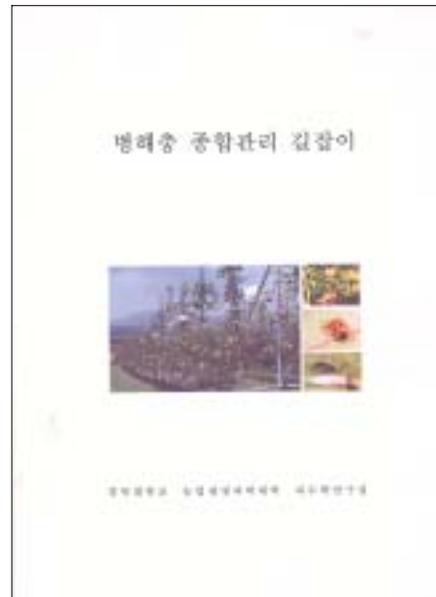
※ 성분별 목표 시비량을 정확하게 사용하기 위해서는 복합비료보다는 단일비료가 유리함. 복합비료를 사용하면 편리하기는 하나 가격이 비쌀 뿐 아니라 성분별로 과다 또는 부족한 경우가 생기게 됨 => 따라서 화학비료의 사용량을 줄이고자 하는 친환경 사과종합생산에서는 복합비료보다는 단일비료의 사용을 추천함.

라. 병해충 종합관리 길잡이

사과는 한 곳에서 수십 년 이상 재배되기 때문에 다른 어느 작물보다도 병과 해충이 많고 방제도 쉽지가 않다. 병이나 해충에 의한 사과의 피해는 사과나무가 있고 이에 기생하는 병원이나 해충이 존재하며 환경이 병균과 해충의 번식과 서식에 적합하여 사과나무에 심각한 장애를 초래할 때 문제가 된다. 사과나무, 병원 및 해충의 존재, 환경이라는 3가지 조건이 모두 충족되어야 피해가 나타나는 것이다. 따라서 사과나무에 병이나 해충이 발생되었으니 이들을 박멸하려는 생각에 앞서 사과나무의 내병충성을 극대화하고 병해충의 서식과 증식에 적합하지 않은 환경을 만들도록 하여야 할 것이며 농약의 살포는 최후의 수단으로만 사용하여야 한다.



<그림 1> 병해충 발생조건



1) 내성 품종의 선택과 유전적 내·병충성의 극대화

사과나무 역시 기본적으로 병해충에 대한 어느 정도의 내성을 갖고 있다. 우리나라에서 특히 문제가 되고 있는 탄저병, 부패병, 갈색무늬낙엽병, 점무늬낙엽병 등에 대해서 장기적으로는 내성을 갖는 품종을 육성하여야겠지만 단기적으로는 <표 1>에서와 같이 이미 파악된 품종별 감수성을 고려하여 품종을 선택하고 불가피하게 특정 병에 대해 민감한 품종을 심었을 경우에 환경조건의 조절을 통해 병 발생을 최소화하려는 노력이 필요하다. <표 2>에서와 같이 대목에 따라 서로 환경 적응성과 내병·충성이 다르므로 품종뿐 아니라 대목의 선택시 이러

한 점도 고려하는 것이 좋다.

모든 생물체는 조직, 형태적인 측면과 대사, 생리적 측면에서 병해충의 기생을 포함하는 외부 자극에 대처해서 자신을 보호할 수 있는 능력을 갖고 있으므로 기본적으로 사과나무가 갖고 이러한 내성을 최대한 발휘되도록 양수분 관리, 결실관리 및 수세 조절을 적절히 하고 정지전정을 잘하여 통풍과 채광이 잘 되도록 하여야 한다. 세력이 너무 강하여 2차 생장을 하면 후기에 흑성병, 흰가루병, 진딧물, 응애, 잎말이나방이나 은무늬굴나방 등이 많이 발생하므로 수세를 적절히 조절하면 이들 병해충의 피해를 크게 줄일 수 있다.

<표 1> 주요 품종별 병해에 대한 감수성 정도 □ 둔함 ▨ 보통 □ 민감 ▩ 아주민감

품종 병해	후지	쓰가루	홍로	추광	홍옥	조나골드	모리스	산사
붉은별무늬병	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
검은별무늬병	▨	▨	□	▨	▨	▨	▨	□
점무늬낙엽병	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
갈색무늬병	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
흰가루병	▨	▨	▨	▨	▩	▨	▨	▨
겉무늬씩음병	▩	▨	□	□	▨	▨	▨	▨
탄저병	▨	▨	▩	▩	▩	▩	▩	▩

<표 2> 주요 대목별 특성

대 목	영양계 특성 (1=최소, 9=최고)				역 병	화상병	흑성병	면 충
	번식력	활착 고정력	흡지 발생	내한성				
M.9	7	2	2	5	강	약	중	약
M.26	9	7	2	7	중약	약	중	약
MM.106	8	8	3	4	중약	중	중	강

2) 병이나 해충의 발생에 적정치 않은 환경의 조성

우리나라에서 문제되는 대부분의 병은 곰팡이에 의한 것이므로 사과나무마다 햇볕이 잘 들고 바람이 잘 통하면 병 발생을 상당히 줄일 수 있다. 재식거리

<표 4> 주요 해충의 발생시기와 가해부위

해충명	주발생시기	가해부위			
		뿌리	줄기	잎	과실
사과응애	4-10월			●	
점박이응애	5-10월			●	
사과혹진딧물	4-10월			●	●
조팝나무진딧물	4-10월			●	
복숭아혹진딧물	4-5월			●	
사과면충	5-9월	●	●		
은무늬굴나방	4-9월			●	
사과굴나방	4-10월			●	
복숭아순나방	4-9월		●		●
복숭아심식나방	5-9월				●
애모무늬잎말이나방	4-9월			●	●
사과무늬잎말이나방	4-9월			●	●
하늘소류	6-9월		●		
말매미	7-9월		●		
나무좀	4-8월		●		

<표 5> 주요 병의 발생 부위

발생되지 않음
 발생되는 부위
 주로 발생하는 부위

병명	꽃	잎	과실	줄기(가지)	뿌리
꽃썩음병					
흰가루병					
집무늬낙엽병					
갈색무늬병					
붉은별무늬병					
검은별무늬병					
탄저병					
겉무늬썩음병					
그을음병					
부란병					
가지마름병					
자주날개무늬병					
바이러스병					

3) 해충 발생의 예찰과 이에 근거한 방제

가) 성페로몬트랩을 이용한 예찰

(1) 설치와 유인제방출기 교체

- 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과무늬잎말이나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과굴나방은 제품으로 나오는 성페르몬 트랩을 사과원에 설치하여 주기적으로 유인, 교살되는 성충 수를 조사하면 살충제 살포적기를 판단할 수 있다.

- 대상해충의 종류별로 다음 표에서와 같이 관찰하기 쉬우면서도 대표적인 위치에 1.5-2m 높이로 설치하고 유인제방출기(고무튜브)는 은박지 봉투에 밀봉하여 냉장실에 보관하였다가 지정된 시기에 교체한다.

<표 6> 대상해충별 트랩 설치 및 교체시기

대상해충	트랩 설치	유인제방출기 교체	끈끈이판 교체
복숭아순나방	3월 하순	5월 하순, 7월 하순	유살된 나방이 많거나 먼지, 강우로 끈끈이판이 많이 더러워진 경우(약 20일 내외)
사과굴나방	"	" "	
은무늬굴나방	4월 하순	6월 하순, 8월 하순	
사과무늬잎말이나방	"	" "	
애모무늬잎말이나방	"	" "	
복숭아심식나방	5월 하순	7월 하순	

(2) 유살나방 조사 요령

- 심식충류나 잎말이 나방류는 크기도 크고 5일 간격에 유살수도 적으므로 정확하게 조사를 한다. 굴나방류는 크기도 작고 유살수도 현저히 많은데 이 경우 끈끈이 판의 한개 4각내 평균 유살수를 추정하고 4각형 숫자를 곱하여 전체 유살수를 추정한다.

- 트랩에 유사종이나 꿀벌, 머릿빨 가위벌, 천적류 등이 죽어 있는 경우가 있는데 이는 조사에서 제외하여야 한다.

- 조사 후에 유살수가 적은 경우 제거막대로 모두 제거하고 끈끈이를 고무 흡어주나 나방이 적고 유살수가 많은 경우 일일이 제거하지 말고 다음에 누적 유살수를 조사하여 이전 유살수를 빼는 방법으로 실제 유살수를 조사한다.

- 끈끈이판의 교체시기가 되지 않았어도 심식나방류나 잎말이나방류는 100-200마리, 굴나방류는 2,000마리 이상 유살되면 교체하도록 한다.

나) 성페로몬트랩 예찰 결과에 따른 방제시기 결정

(1) 복숭아순나방

- 연 4~5회 발생하고, 제 1세대 성충은 4월 중순~5월 중순, 제2세대는 6월 중하순, 제3세대는 7월 하순~8월 중순, 제4세대는 8월 하순~9월 중순에 발생한다. 일부는 9월 중순경에 제 5세대 성충이 나타나나, 7월 이후는 세대가 중복되어 구분이 곤란하다.

- 제 1세대 방제적기는 발생최성기 15일 후이며, 제 2,3세대는 7일후이고, 제 4세대 이후는 10일후이다. 전년도 피해가 심한 곳은 제 3세대 발생 최성기 이후 10일 간격으로 2회 약제를 살포하고, 9월 중순 추가 살포도 필요하다.

- 5일마다 조사시 발생 최성기 유살수가 20마리 이상이면 방제를 고려하고, 30마리 이상이면 반드시 방제한다. 주변의 야생 복숭아나무 등 발생원을 추적하여 제거하고 마을 단위로 방제한다.

(2) 복숭아심식나방

- 연 2회 발생하고, 제 1세대 성충은 6월 상순~7월 하순, 제 2세대는 8월 상순~하순에 발생하며, 발생량은 일반적으로 연간 160마리 정도이다.

- 대체로 각 세대별 발생최성기 10일후에 약제방제를 실시하며, 전년도 피해가 심한 사과원은 발생최성기를 중심으로 10일 간격으로 각 2회 약제를 살포

한다. 복숭아 순나방과 동시방제 되도록 방제적기를 약간 변경할 수 있다.

- 5일마다 조사시 발생최성기 유살수가 15마리 이상이면 방제를 고려하고, 20마리 이상이면 반드시 방제한다. 주변의 야생 복숭아나무 등 발생원을 추적하여 제거하고 마을 단위로 공동 방제하는 것이 좋다.

(3) 애모무늬잎말이나방

- 연 3~4회 발생하고, 제 1세대 성충은 5월 중순~6월 상순, 제 2세대는 6월 상순~7월 하순, 제3세대는 8월 중순~9월 상순에 나타나며, 제4세대 성충은 지역 또는 연도에 따라 일부 발생한다. 발생량은 일반적으로 연간 평균 20마리 정도이고, 다발생 사과원은 100마리 이상인 경우도 있다.

- 제 1세대 방제적기는 발생최성기 10~15일후(6월 중순)이며, 제 2, 3세대는 발생 최성기 7~10일 전후이다. 특히, 전년도 수확시 피해가 심한 사과원은 9월 중순 추가 살포도 필요하며 과실 부근에 있는 잎을 9월하순경부터 일찍 적엽한다.

- 5일마다 조사시 발생최성기 유살수가 5마리 이상이면 방제하는 것이 좋다. 연중 발생밀도가 10마리 미만으로 낮을 경우는 피해가 크게 문제되지 않는다.

(4) 사과무늬잎말이나방

- 연 2~3회 발생하고, 제 1세대 성충은 5월 중순~6월 중순, 제2세대는 7월 상순~8월 상순, 제3세대는 8월 중순~9월 하순에 나타나며, 발생량은 일반적으로 연간 평균 10마리 정도이고, 다발생 사과원은 수십마리 이상인 경우도 많다.

- 제 1세대 방제적기는 발생최성기 12~14일후(6월 중순)이며, 제 2, 3세대는 발생최성기 8~9일 전후이다.

- 5일마다 조사시 발생최성기 유살수가 5마리 이상이면 방제하는 것이 좋다. 연중 발생밀도가 10마리 미만으로 낮을 경우는 피해가 크게 문제되지 않는다.

(5) 사과굴나방

- 연 4~5회 발생하고, 제 1세대 성충은 4월 상순~5월 상순, 제2세대는 6월 상중순, 제3세대는 6월 하순~7월 상순, 제4세대는 7월 하순~8월이며, 일부 제

5세대 성충이 9월에 나오나 제 3세대 이후는 세대가 중복되는 경우가 많다. 발생량은 연간 평균 10,000마리(범위 8,000~13,000마리)로 많다.

- 6~7월에 5일마다 조사시 1,000마리 이상이 2~3회 발생하면 심식나방류와 잎말이나방류와 동시방제 한다. IPM체계에서는 사과굴나방은 약제방제 대상해충이 아니며, 깡충 좀벌등 천적에 의한 생물적 방제를 위해 합성제충국제 농약 사용을 피해야한다.

(6) 은무늬굴나방

- 연 5~6회 발생하며, 월동 성충은 발아하는 잎 조직 속에 1개씩 점점이 산란한다. 제1세대 성충 발생은 5월 하순경, 이후는 약 1개월 간격으로 발생하며, 9월 하순~10월에 월동 성충이 생긴다.

- 묘목원과 질소과다 또는 해거리로 도장지 발생이 많은 결실수에서는 7월부터 10월까지 피해가 지속되고 특히 9월 하순에 피해가 많으므로 추가 방제대책이 필요하다.

다) 서식 밀도 또는 피해정도의 관찰을 통한 예찰과 방제 기준

(1) 응애 (사과 응애, 점박이 응애)

- 3월 상순에 임의로 5주를 택해 각각 1년생 가지 8개 내외에 대해 루페(확대경)를 이용하여 사과응애는 눈 근처나 줄기사이의 월동 알수를 조사하고, 점박이응애의 경우 주간의 조피내의 월동 성충을 조사한다. 예찰결과 사과응애의 월동 알이 많을 경우에 발아직전(3월 하순~4월 상순)에 기계유 유제 50~70배액을 살포하도록 한다.

- 생육기에는 4월 하순부터 10월 초순까지 사과원내에 5주의 나무를 무작위로 선정하여 나무 당 20잎씩 총 100잎에서 응애 발생 수(마리)를 기록한다. 사과응애의 경우 생육초기인 6월말까지는 엽당 1~2마리가 보이기 시작하면 시기를 놓치지 말고 응애약을 살포한다. 점박이응애는 이보다 약간 늦은 엽당 1~2마리 이상일 때 약을 살포한다. 7월에는 엽당 2~3마리의 밀도에서, 8~9월에는 3~4마리 이상의 밀도에서 응애약을 치도록 한다.

(2) 진딧물류 (조팝나무진딧물, 사과혹진딧물)

- 3월 하순에 월동 응애를 예찰하면서 1,2년생 가지의 기부 눈을 관찰하여 검은색의 월동 진딧물의 알이 많으면 기계유유제를 살포한다.

- 4월 하순부터 8월 하순까지 5주의 나무를 임의로 선정하여 나무당 8신초

씩 총 40신초에서의 발생 수(마리)를 조사한다. 사과혹진딧물은 피해를 받아 말린 잎 수를 조사한다.

- 사과혹진딧물은 잎 말림이 나타나면 초기에 방제를 하여 피해를 줄이도록 한다. 조팝나무진딧물은 피해가 크지 않으므로 신초당 20~30마리 이상으로 밀도가 높아지면 방제하도록 한다. 7월 이후에는 특별한 경우가 아니면 따로 방제하지 않아도 문제가 되지 않는다. 이때는 약을 치는 것보다 진딧물 발생 신초를 잘라내는 것이 좋다.

(3) 나무좀

- 3월 말에 시판되는 유인트랩이나 자체제작 알콜 유인트랩을 바람이 불어 오는 쪽에 1.5m 높이에 사과나무와 1-2m 거리를 두고 설치(나무가까이 설치하면 인접나무가 나무좀 피해를 받기 쉬우므로)하고 방제 적기를 판단하도록 한다. 포살되는 나무좀이 많아지면 DDVP 유제를 약 100배로 세순에는 묻지 않도록 주간이나 측지부분에만 살포한다. 트랩의 설치 수를 늘리면 대량 유살로 상당한 방제효과가 있다.

- 발아기에서 4월 중하순까지 사과나무 줄기를 육안으로 관찰하여 1~2마리 피해가 나타날 때 방제를 한다.

4) 성페로몬을 이용한 교미교란 방제

가) 교미교란 방제란?

암컷에서 방출되어 같은 종의 수컷 나방을 유인하는 화학물질인 성페로몬을 인위적으로 합성하여 방출기에 넣은 다음 과수원에 설치하여 서서히 방출되게 함으로써 수컷이 암컷을 발견하여 교미하지 못하도록 하여 해충의 밀도를 떨어뜨려서 피해를 막는 환경친화적인 해충방제 방법이다.

나) 대상해충

복숭아심식나방, 복숭아순나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과무늬잎말이나방

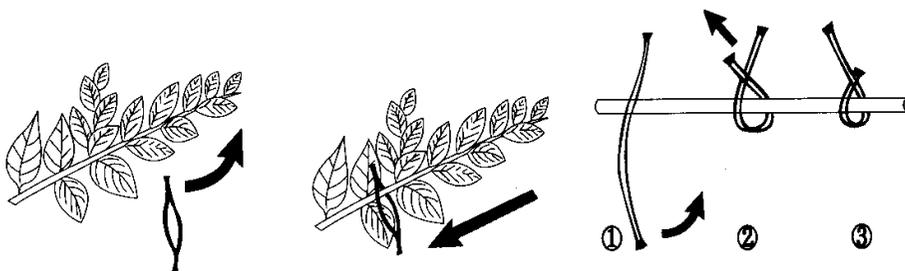
다) 교미교란제방출기 설치방법

월동세대의 성충 발생 직전인 3월 하순경에 10a당 100개를 설치한다. 2차로 나누어 설치할 경우는 3월 하순에 80개를 설치하고 7월 하순에 추가로 20개를 설치한다. 그림 3과 같이 사과원 전체에 골고루 방출기를 배치되도록 하되 사과원 바깥쪽 폭5m에는 안쪽보다 2배수의 방출기를 배치하고, 인근에 적용 해충의 발생원이 있다면 그 쪽 주변나무에도 방출기를 안쪽보다 2배수를 배치하며, 경사

지는 방출기를 하단부보다 상단부에 50% 정도 많이 배치한다. 그림 1에서와 같이 고리형은 고리를 가볍게 벌리고 가는 가지에 끼워 넣는 방법으로 설치를 하고 로프형인 경우 2-3년생 가지에 바람에 떨어지지 않을 정도로 느슨하게 묶는다. 수고에 따라 설치높이를 적절히 바꾸는데 예를 들면 수고가 3.5m인 나무에는 총 방출기 수의 2/3를 2m 높이에, 1/3을 3m 높이의 가지에 설치하는 것이 좋다.

<표 7> 교미교란 방제와 관행 농약방제의 특징과 장단점 비교

구 분	교미교란 방제	살충제를 이용한 방제
독성	독성 없음	대부분 독성이 높음
분해·잔류	쉽게 분해되고 잔류되지 않음	서서히 분해되므로 안전 사용기준 준수
선택성	목표 종에만 영향을 주고 천적이나 익충에는 영향이 없음. 생태계의 균형을 유지	여러 종에 미치는 영향이 크고 천적과 익충을 죽여 생태계의 균형이 흐트러지고 따라서 응애와 같은 2차 해충의 피해가 심각하게 발생됨.
내성문제	내성이 생긴 사례가 없음	대상 해충이 내성을 갖게 됨, 합성제 총국제는 3-5년 이내에 내성이 생겨 약효가 저하됨
처리시기	나방 발생전 예방적으로 사용하여야 함. 약해가 전혀 없음	적기 살포가 매우 중요하고 처리시기에 따라 약해가 생길수도 있음.
처리 면적	대면적일수록 효과적	면적의 크기에 구애받지 않음
비용·사용량	현재로는 고가로 비용이 많이 듦, 소량을 사용함	방제비용이 저렴하고 투입 약량이 많음.
사용 농민	충분한 교육이 필요	경험이 많아 사용상 별 문제 없음



<그림 2> 교미교란제 설치 방법

라) 주의 사항

- 이웃과원과 함께 가능한 한 넓은 면적에 교미교란제를 설치하는 것이 효과가 높다.
- 주변에 병해충관리가 소홀한 사과원이 있거나 폐과원 또는 기주식물이 있을 경우에는 효과가 떨어지는 경우가 있다.
- 바람이 많이 부는 지역이나 경사가 급한 사과원에서는 효과가 안정적이지 못하므로 설치를 보류하는 것이 좋다.
- 포장을 뜯지 말고 어둡고 차가운 곳에 보관하다가 개봉하면 모두 설치한다.

3,0 x 1,0 m	♀			♀			♀				♀	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3,2 x 1,0 m	♀			♀			♀			♀		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3,3 x 1,1 m	♀		♀			♀		♀			♀	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3,5 x 1,2 m	♀		♀			♀		♀			♀	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3,8 x 1,4 m	♀		♀		♀		♀		♀		♀	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,0 x 1,5 m	♀	♀		♀	♀		♀	♀		♀	♀	♀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,0 x 2,0 m	♀	♀	♀		♀	♀	♀		♀	♀	♀	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,5 x 2,5 m	♀♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀♀	♀	♀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5,0 x 3,0 m	♀	♀♀	♀	♀♀	♀	♀♀	♀	♀♀	♀	♀♀	♀	♀♀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6,0 x 4,0 m	♀♀	♀♀	♀♀♀	♀♀	♀♀	♀♀♀	♀♀	♀♀	♀♀♀	♀♀	♀♀	♀♀♀
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

<그림 3> 재식거리에 따른 교미교란제 배치방법 (100개/10a의 경우)

5) 기타 대체 방법을 통해 병해충 관리

농약대신 다른 방법을 우선적으로 투입하는 것은 병해충 종합방제의 기본이다. 흰가루병에 걸리거나 은무늬굴나방, 진딧물의 발생인 많은 선단지를 잘라내어 확산을 막는다. 병이나 해충이 쉽게 발생하는 도장지나 흙지는 미리 제거한다. 성페로몬의 교미교란제를 지속적으로 설치하면 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과무늬잎말이나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과굴나방은 밀도가 낮아져 살충제의 살포를 크게 줄일 수 있다. 유인트랩을 설치하면 나무좀, 노린재류 등의 피해를 매우 효과적으로 막을 수 있는데 특히 나무좀의 경우 유인트랩의 설치만으로도 피해를 상당히 줄일 수 있을 정도로 그 효과가 뛰어나다. 이리응애류, 무당벌레류, 거미류, 깡충좀벌 등의 천적과 *Bacillus thuringiensis*(곤충병원세균) 등을 투입하면 역시 살충제 사용을 줄일 수 있다.

병이나 해충이 내성을 갖는 것을 막거나 지연시키자면 익충이나 유익 동물을 보호하는 것이 중요하다. 천적을 이용하여 해충의 밀도를 조절하면 그만큼 농약의 살포를 줄일 수 있기 때문이다. 또한 천적이 농약에 대한 해충의 저항성 정도나 저항성 기작과 무관하게 해충을 잡아먹기 때문에 상당한 내성을 갖고 있는 해충집단도 도태시킬 수 있다.

6) 농약을 이용한 병해충 방제

병해충종합관리의 목적은 가능하면 환경부담이 적은 약제를 적게 사용하여 경영적으로 성공적인 사과원을 꾸려나가는 데 있다. 살충제의 살포는 문제 해충 발생이 한계수준을 넘을 때만 사용하여야 하며 약제 살포 여부 판단의 기준이 되는 이러한 한계수준은 주기적으로 병해충 발생 예찰을 정확하게 좀 더 높여 잡을 수도 있다. 살충제나 살비제를 살포하기 전에 원하는 사과원 관리 일지에 관찰마리수를 기록해 놓도록 한다. 응애의 경우 6월까지의 1-2마리/엽, 7월 이후에는 3-4마리/엽, 조팝나무 진딧물의 경우 10-30마리/신초 이상 발생된 때에 약제를 살포하고 심식충류나 잎말이나방류는 부화, 비행시기, 비행기간, 산란시기 등을 예찰하여 약제살포 시기를 결정하도록 한다. 해충피해가 심하지 않은데도 살균제 살포시 습관적으로 살충제를 혼용하는 것은 특히 고쳐야 할 나쁜 버릇이다.

경북대학교 엄재열 교수와 원예연구소 사과시험장은 공동으로 매년 사과원의 품종 구성에 따라 방제력을 제시하고 있다. 병해충 전문가들이 다년간의 연구결과를 바탕으로 환경 친화적인 관점에서 제시하는 것이므로 가능하면 여기서 제시된 약제를 선택하는 것이 좋다. 특히 살균제의 경우 살포회수를 줄이기 위해서는 방제력에 제시된 약제를 원칙적으로 순서에 따라 살포하도록 요구하고 있다. 이

는 살균제의 병 방제효과는 그것을 살포한 그 시기에만 국한되는 것이 아니고 이후의 살균제의 방제효과에도 영향을 미칠 수 있다는 실험 결과에 근거하고 있고 일부 살균제 중에는 살포하지 않는 것이 오히려 전체 방제효과에 도움이 되는 경우도 있다고 한다.

이외에도 대구경북능금농협 등 과수전문 농협에서 제고하는 방제력이나 기타 전문가들의 조언, 스스로의 경험을 토대로 독자적으로 방제체계를 만드는 것도 가능하다.

가) 천적과 화분매개곤충에 대한 농약의 영향

해충종합관리에서는 천적에 영향이 적은 선택성농약을 위주로 방제하는 것을 원칙으로 하기 때문에 주요 천적에 미치는 농약의 유해성 정도를 잘 알아야 한다. 표 7, 8, 9는 사과원의 응애류 천적인 이리응애류, 진딧물 천적인 풀잠자리와 무당벌레, 그리고 화분매개곤충인 꿀벌과 머리뿔가위벌에 대해서 과수용 농약 종류별 선택성 정도를 정리한 것이다.

살균제중에는 이리응애에 만코지, 무당벌레에 베노밀의 살충율이 높은 것을 제외하면 주요 천적류에 그리 나쁜 영향을 미치지 않는다. 꿀벌에 대해서도 프로피가 방사 1일전 살포를 필요로 하는 것 외에 대부분은 방사 기간 중 꿀벌이 활동하지 않는 시간대에 살포해도 안전하다고 보면 된다.

나방류와 진딧물 방제를 위한 살충제 중에서 가장 많이 살포되는 유기인제는 디디브이피와 메타만이 긴털이리응애에 비교적 영향이 적을 뿐 나머지는 매우 살충율이 높고, 이리응애 뿐 아니라 풀잠자리와 무당벌레 및 화분매개곤충류 모두에 안전한 품목은 하나도 없다. 카바메이트제는 피리모가 천적류와 화분매개곤충에 비교적 안전하며, 합성제충국제는 이리응애에 특히 독성이 높고 다른 천적류와 화분매개곤충에도 영향이 크다. 반면에, 생물농약인 비티제, 곤충생장조정제인 주론, 테프루벤주론, 트리무론, 테부페노자이드, 휘녹시카브는 천적류와 화분매개곤충 모두에 비교적 안전하다.

진딧물 농약인 이미녹타딘트리아세테이트는 이리응애에 대한 살충율이 다른 유기합성 살충제에 비하여 낮아서 선택성으로 볼 수 있으나, 풀잠자리와 무당벌레 및 꿀벌에는 영향이 크다.

응애약 중에서는 기계유유제, 살란율이 높은 비스펜, 살비란, 치아스, 테디온과 유기주석제(싸이헥사틴, 아씨틴, 펜부탄), 프로지, 그리고 플루페녹수론 등이 비교적 천적류와 화분매개곤충에 대한 살충율이 낮은 선택성농약이다.

<표 7> 주요 살균제의 천적 및 방화곤충에 대한 선택성 정도 구분

농약(품목명)	이리응애류		폴잡자리	무당벌레	꿀벌	머리빨가위벌
	암성충	알				
만코지	Ⅳ ¹	Ⅳ ¹	Ⅱ ⁴	Ⅱ ⁴	직전 ⁴	-
베노밀	Ⅱ ²	Ⅰ ²	Ⅰ ⁴	Ⅳ ⁴	직전 ⁴	-
비타놀	Ⅱ ²	Ⅰ ²	Ⅰ ⁴	Ⅰ ⁴	직전 ⁴	-
이미녹타딘트리아세테이트	Ⅱ ²	Ⅱ ²	-	-	-	-
지오판	Ⅱ ²	Ⅰ ¹ ~Ⅲ ⁴	Ⅰ ⁴	Ⅰ ⁴	직전 ⁴	-
치람	Ⅰ~Ⅱ ⁴		Ⅰ~Ⅱ ⁴	Ⅱ ⁴	직전 ⁴	-
타로닐	Ⅰ~Ⅱ ⁴		Ⅰ ⁴	Ⅰ ⁴	직전 ⁴	-
터부코나졸	Ⅰ ²	Ⅰ ²	-	-	-	-
티디폰	Ⅰ ¹	Ⅰ ¹	Ⅰ ⁴	Ⅰ ⁴	직전 ⁴	-
포리동	Ⅰ ¹	Ⅰ ¹	-	-	-	-
프로피	Ⅱ ¹	Ⅰ ² ~Ⅲ ⁴	Ⅰ ⁴	Ⅰ ⁴	1일전 ⁴	-
홀멧	Ⅰ ⁴		-	-	직전 ⁴	-
훼나리	Ⅱ ¹	Ⅰ ¹	Ⅱ ⁴	Ⅰ ⁴	직전 ⁴	-

※ 살충율 구분: Ⅰ 30%미만, Ⅱ 31~70%, Ⅲ 71~90%, Ⅳ 91%이상, - 자료없음
 방화곤충 영향: 직전: 벌활동정지시, ○일전: 벌방사 또는 활동 ○일전 살포
 참고문헌: ¹농과원('90), ²사과연('96~'98), ³이태리('96), ⁴ 네델란드('97)

<표 8> 주요 살충제의 천적 및 방화곤충에 대한 선택성 정도 구분

농약(품목명)	이리응애류		폴잡자리	무당벌레	꿀벌	머리빨가위벌
	암성충	알				
그로포	IV ¹	II ¹ ~IV ²	IV ⁴	III ⁴	금지 ⁴	금지 ²
다수진	IV ¹	II ¹	III~IV ³	II~III ³	금지 ³	-
디디브이피	II ¹	I ¹	IV ⁴	IV ⁴	2일전 ⁴	-
메치온	IV ¹	II ¹ ~III ²	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	4일전 ²
메타	III ¹	I ¹	IV ⁴	III~IV ³	3일전 ³	-
메프	IV ¹	III ¹	III~IV ⁴	I~II ³	금지 ⁴	-
아시트	IV ⁴	IV ⁴	IV ⁴	III~IV ³	금지 ⁴	-
아진포	III~IV ⁴	III~IV ⁴	IV ⁴	IV ³	금지 ⁴	-
오메톤	IV ¹	I ¹ ~IV ²	III~IV ³	-	-	-
파라치온	IV ¹	II ¹	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	-
포스팜	IV ¹	III ¹	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	4일전 ²
피리다	IV ²	IV ²	-	-	-	-
나크	IV ¹	IV ¹	III~IV ⁴	IV ⁴	2일전 ⁴	4일전 ²
메소밀	IV ⁴	IV ⁴	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	-
푸라치오카브	IV ²	IV ¹	-	-	-	금지 ²
피리모	I ¹ ~III ²	I ¹	II ⁴	I~IV ⁴	1일전 ⁴	1일전 ²
델타린	IV ¹	III ¹ ~IV ²	IV ⁴	IV ⁴	2일전 ⁴	-
싸이스린	IV ¹	III ¹	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	-
할로스린	IV ¹	IV ¹	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	4일전
비티	II ²	I ²	I ³	I ³	직전 ⁴	직전 ²
주론	I ³ ~II ²	II ²	III~IV ³	II~III ³	직전 ³	직전 ²
테프루벤주론	I ³ ~II ²	I ²	I~III ³	I~III ³	-	-
트리무론	I ³ ~II ²	I ²	-	II ³	직전 ³	-
테부페노자이드	II ²	I ²	-	-	-	-
훼녹시카브	II ²	I ²	II ⁴	II ⁴	금지 ⁴	-
이미다클로프리드	III ²	I ²	IV ⁴	IV ⁴	금지 ⁴	4일전 ²

※ 살충을 구분: I 30%미만, II 31~70%, III 71~90%, IV 91%이상, - 자료없음
 방화곤충 영향: 직전:별활동정지시, ○일전:별방사 또는 활동○일전 살포
 참고문헌: ¹농과원('90), ²사과연('96~'98), ³이태리('96), ⁴ 네델란드('97)

<표 9> 주요 응애약의 천적 및 방화곤충에 대한 선택성 정도 구분

농약(품목명)	이리응애류		풀잡자리	무당벌레	꿀벌	머리빨가위벌
	암성충	알				
기계유유제	Ⅱ ²	Ⅱ ²	I ⁴	I ⁴	1일전 ⁴	1일전 ²
비스펜	I ²	Ⅱ ²	I ⁴	I ⁴	1일전 ⁴	1일전 ²
살비란	Ⅱ ¹	I ¹	-	-	-	-
치아스	I ²	Ⅱ ²	I ⁴	I ⁴	1일전 ⁴	1일전 ²
테디온	Ⅱ ¹	I ¹	I ⁴	I ⁴	1일전 ⁴	-
싸이헥사틴	Ⅱ ¹	I ¹	I ~ Ⅱ ³	I ~ Ⅱ ³	1일전 ⁴	-
아씨틴	Ⅱ ²	Ⅱ ²	Ⅲ ~ Ⅳ ⁴	I ⁴	2일전 ⁴	-
펜부탄	I ¹	I ¹	Ⅱ ~ Ⅲ ³	Ⅱ ~ Ⅲ ³	1일전 ⁴	-
테부펜피라드	Ⅲ ²	Ⅳ ²	Ⅱ ⁴	Ⅳ ⁴	-	-
페나자퀸	Ⅳ ²	Ⅳ ²	-	-	-	-
펜피록시메이트	Ⅳ ²	Ⅳ ²	I ³	I ~ Ⅱ ³	-	-
피리다벤	Ⅲ ²	Ⅳ ²	I ~ Ⅱ ³	I ~ Ⅲ ³	1일전 ³	-
프로지	Ⅱ ¹ ~ Ⅲ ²	I ¹ ~ Ⅳ ²	Ⅱ ~ Ⅲ ³	I ³	1일전 ³	-
디코폴	Ⅳ ¹	I ¹	Ⅱ ⁴	I ⁴	1직전 ⁴	
플루페녹수론	Ⅱ ²	I ²	I ³	Ⅱ ~ Ⅲ ³	-	-
아바멕틴	Ⅳ ²	Ⅳ ²	Ⅳ ⁴	Ⅳ ⁴	2일전 ⁴	-

※ 살충율 구분: I 30%미만, II 31~70%, III 71~90%, IV 91%이상, - 자료없음

방화곤충 영향: 직전: 벌활동정지시, ○일전: 벌방사 또는 활동 ○일전 살포
참고문헌 : ¹농과원('90), ²사과연('96~'98), ³이태리('96), ⁴ 네델란드('97)

사과원에 최근 가장 많이 사용되는 테부펜피라드, 페나자퀸, 펜피록시메이트, 피리다벤은 이리웅애류에는 살충율이 높으나, 풀잠자리와 무당벌레에는 비교적 영향이 적다.

결론적으로 살균제와 응애약은 선택성농약 품목이 비교적 많으므로 이들 품목을 위주로 방제하여 천적과 유용곤충에 대한 영향을 최소화 하여야 한다. 그러나 살충제 중 사용량이 가장 많은 유기인제와 그 다음을 차지하고 있는 합성제충국제가 천적류 및 화분매개곤충에 선택성농약 품목이 거의 없는 실정으로 이들을 제외하고 나머지 계통만을 사용하여 문제되는 심식나방류와 잎말이나방류를 방제하는 것이 불가능하다. 따라서 살충제 살포회수 절감을 위해서는 해충의 발생예찰을 철저히 하여 적기에 살포하되 천적류와 화분매개곤충의 활동시기를 가급적 피하여 천적과 매개곤충이 적정 밀도를 유지하도록 노력하여야 한다.

나) 농약의 안전한 사용방법

(1) 농약의 운송과 보관

- 농약을 식료품, 사료, 의약품 또는 인화물질과 함께 운송하여서는 않된다.
- 사람의 거주 장소, 의약품, 식료품 또는 사료의 보관 장소와 격리된 장소이어야 하고 환풍 및 차광시설과 잠금 장치가 완비된 곳에 보관하여야 한다. 적어도 자물쇠가 달린 농약 전용 보관 상자나 캐비닛 등에 보관해야 한다.
- 농약보관소'임을 표시하고 독성정도에 따라 고독성, 보통독성농약 및 저독성농약, 제조제 등으로 칸막이를 두고 보관하되 다시 살충제, 살균제, 살비제로 구분하여 진열한다.
- 보관중인 농약은 용기의 부식, 약액의 누출, 마개의 풀림 등이 없는지 가끔 살펴보아야 하며 만약 용기에 이상이 발견되면 바로 견고한 다른 용기에 옮겨 담고 본래의 라벨을 반드시 옮겨 붙인다. 만약 농약을 본래의 용기가 아닌 박카스병 또는 사이다병 등과 같은 다른 병에 넣으면 어린이, 술 취한 사람 또는 노인 등 사리를 분명히 판단할 수 없는 사람들이 실수로 마실 수 있으므로 각별히 주의한다.
- 약효보증기간이 끝나는 시점을 기준으로 날자가 가까운 것부터 사용한다.

(2) 농약 구입시 고려해야 할 사항

- 문제 병해충을 정확하게 동정하고 해당 농약을 필요한 약량과 포장단위를 고려하여 가능하면 당해 소요량만 구입하도록 한다. 이때 농약판매에 직접적인 이해관계가 있는 농약상보다는 기술센터나 조합의 전담지도사와 먼저 상담하

는 것이 좋다.

- 앞서 살포한 농약과 유효성분이 동일하거나 작용 기작이 같은 농약이 연이어 살포되지 않도록 아래의 표를 참고하여 약제를 선택하도록 한다.

- 과수원 주변에 수원지, 양어장, 저수지, 뽕나무밭이나 양봉장 등이 있을 경우에는 주변여건에 미칠 수 있는 영향을 충분히 고려하여 가능한 이들 여건에 안전한 약제를 구입토록 한다.

(3) 농약 살포액을 만들 때 유의사항

- 종전에 사용했던 농약이라도 포장지에 표기된 독성, 적용작물, 대상병해충, 사용농도, 사용량, 사용할 시기 등을 다시 한번 확인한다.

- 고무장갑이나 가죽장갑을 끼고 작업에 들어간다.

- 포장을 뜯을 때 주의하여 약이 흩어지거나 몸에 묻지 않도록 한다.

- 조제작업은 바람을 등지고 할 것이며 어린이나 가축이 가까이 오지 못하게 한다.

- 저울이나 메스실린더를 이용하여 정확하게 정량하여 사용설명서에 제시된 희석배수를 지킨다. 약을 더 넣어 농도를 높인다하여 약효가 높아지는 것이 아니라 오히려 약해가 생기거나 농약이 잔류량이 증가하며 해당, 병해충이 처리 약제에 대해 내성이 갖게 될 가능성이 높아지는 등 득은 없고 실만 있다.

- 희석용 물은 깨끗한 물을 선택하고 물의 pH를 조사하여 알카리라면 식초나 목초액을 이용하여 중성 또는 약산성으로 교정을 하도록 한다.

- 가능하면 혼용을 하지 않는 것이 좋고 혼용을 할 경우 반드시 혼용가부표를 확인하고 혼용이 가능하더라도 2가지 이상의 약제를 섞지 않는 것이 좋다.

- 혼용 살포액을 만들 때는 동시에 2가지 약제를 한꺼번에 섞지 말고 한 약제를 물에 완전히 섞은 후 다음 나머지 약제를 희석한다.

- 농약을 섞을 때는 원칙적으로 다음의 순서를 따른다.

- 수화제 또는 액상수화제와 유제의 섞기 : 유제의 희석액 먼저 만든 후 수화제 또는 액상수화제를 넣어 살포액을 만든다.
- 수화제 또는 액상수화제끼리 섞기 : 1개의 수화제 또는 액상수화제의 희석액을 만든 후 다른 수화제 또는 액상수화제를 넣어 혼합 살포액을 만든다.
- 전착제를 섞어 쓸 경우 : 전착제를 먼저 희석을 시킨 다음 수화제 또는 액상수화제를 넣어 혼합 살포액을 만든다.
- 전착제와 유제를 섞어 쓸 경우에는 순서에 관계 없이 섞으면 된다.

- 혼용 가부표에 없는 농약을 부득이 섞어 쓸 경우에는 전문기관이나 제조 회사와 상담하거나 좁은 면적에 시험적으로 살포하여 약효와 약해 유무를 확인한 후 살포해야 한다.

- 농약을 섞은 다음에 침전물이 생기면 사용하지 말아야 한다.

- 농약 중에 함유된 계면활성제 등의 성분은 비료의 흡수를 증가시켜 지나치게 많이 흡수된 미량요소로 인한 생리장해가 일어나기 쉬우므로 미량요소 성분이 함유된 비료와는 섞어 쓰기를 피하는 것이 좋다.

- 살포액은 살포하는 날 모두 사용할 수 있는 양만큼만 만든다.

- 빈 농약병이나 봉지는 물로 3회 이상 깨끗이 씻어 유리병은 자원재생공사나 농협에 반납하고 플라스틱 병과 봉지는 안전한 곳에서 소각하도록 한다.

- 작업이 끝나면 저울이나 메스실린더(눈금이 있는 계량용 용기) 등 용기는 반드시 깨끗하게 씻어서 보관한다.

(4) 농약을 살포하기 전 유의사항

- 엔진, 호스, 노즐 등 살포장비와 방제복, 장갑, 마스크 등 보호장비를 점검하여 살포 작업 중 고장으로 당황하는 일이 없도록 한다.

- 건강이 좋지 않거나 피로가 누적된 상태, 술을 마신 상태에서는 농약을 살포하지 않아야 한다. 노약자, 임산부, 어린이 등은 살포작업을 참여해서는 안된다.

- 방제작업장에 나갈 때는 방제기구가 고장 났을 때를 대비하여 노즐, 플러그, 스페너, 드라이버와 같은 예비부속과 연장 등을 가지고 간다.

- 어떤 약제는 강우에 의해 약효가 좌우될 수 있으므로 포장지의 내용을 잘 읽고 강우가 약효에 영향을 미치는 특성이 있을 경우에는 그 날의 기상여건에 충분한 관심을 갖도록 한다.

- 주변에 양어장, 양봉장, 목장, 뽕밭 등이 있을 때 그들에게 살포예정일을 미리 알려 안전대책을 강구토록 한다.

- 주위에 수원지, 우물 등이 있는 곳에서는 불가피하게 농약을 쳐야 할 경우 이들 지역으로부터 바람이 불어올 때 바람을 등지고 살포작업을 하여 오염을 막아야 한다.

(5) 농약 살포작업 중의 유의사항

- 약제가 피부에 묻지 않도록 모자, 마스크, 장갑, 방제복 등 보호 장비를 반드시 착용한다.

- 농약살포작업은 뜨거운 한낮을 피해 아침, 저녁 서늘하고 바람이 적을 때를 택하여 바람을 등지고 한다.

- 살포작업은 한 사람이 2시간 이상 작업하는 것을 피해야 하며 두통, 현기증 등 기분이 좋지 않은 증상들이 나타나면 즉시 작업을 중단하고 휴식을 취한다.
- 살포작업 중에는 담배를 피우거나 음식물 섭취를 금하고 휴식을 취할 때에도 담배를 피우거나 음식물을 먹기 전에 반드시 손, 얼굴 등 노출되었던 부분을 깨끗이 씻는다.
- 살포작업 지역으로 사람과 가축이 접근하지 않도록 하고 작업 중에 농약이나 방제장비가 있는 현장을 떠나서는 안된다.
- 살포작업 중 노즐이 막혔을 때는 가느다란 나뭇가지나 풀줄기 등을 이용해 뚫도록 하고 입으로 불어서 뚫는 일은 절대 없어야 한다.
- 한 약제의 살포가 끝난 후 다른 약제를 살포하고자 할 때, 특히 제초제를 사용한 후에는 반드시 방제기구를 깨끗이 씻은 후 다시 사용해야 한다.

(6) 고속능방제(SS)기를 이용한 약제살포 방법

- SS기의 점검 및 조정
 - 세척과 탱크와 호스내의 이물질 제거하고 여과망과 필터를 청소한다.
 - 노즐과 압력계를 점검하여 문제가 있으면 교정 또는 부품을 교체한다.
- 속도 및 살포시간 측정
 - 2단 저속, 시속 2.5~4km로 2개의 코스(약 100m)를 2~3회 운행하여 평균 걸리는 시간 측정한다.
 - 방제기 운행 전체거리를 실측하여 100m 구간의 평균 운행 시간을 곱하여 총 살포시간을 산출한다.
- 농약의 부착상태 점검
 - 나무 높이가 3m 이상 시 나무의 절반 이상 높이에 2/3, 절반 이하의 높이에 1/3의 물량이 살포되도록 노즐의 분사각도를 조절한다.
 - 사과나무의 4부위(수관 내외부, 상하단)에 감수지를 부착해 농약의 부착정도를 확인하고 필요하면 노즐분판과 압력을 조절한다.
- 분당 소요되는 물량 계산
 - 탱크에 물을 채워 농약살포 실제 운행속도와 조건(송풍엔진 회전수 2,800rpm, 분무기 압력 15~20kg/cm²)으로 정확하게 2분 혹은 3분 운행 후 소요되는 물량 계산한다.

$$\underline{(\text{살포 소요시간} \times \text{분당 소요되는 물량} = \text{전체 소요되는 물량})}$$

- 신초가 자라면서 수관 용적이 변화하여 적정 살포물량이 크게 달라지므로 5월 하순에 방제기 노즐 및 물량 재점검한다.

- 살포

- 미리 설정한 과수원 조건에 적합한 살포속도로 운행한다.
- 송풍엔진의 조속레버를 당기면서 엔진회전수를 1,500~2,000 회전으로 하고 팬클러치 스위치를 연결한다.
- 좌·중·우 노즐케이블 손잡이를 당겨 노즐 밸브를 열어준다. 첫째 열과 마지막 열은 한쪽 방향의 노즐은 잠그고 운행을 하여 불필요한 농약의 분사를 막는다.
- 송풍엔진 회전수를 2,800rpm, 분무기 압력 15~20kg/cm² 정도로 맞춘다. 엔진회전수와 팬 회전수는 같다. 농약이 살포되면서 전진된다.
- 일시정지(약액 보충시) : 작업중 농약이 수면계로 얼마 남지 않았을 때는 ㉠ 송풍엔진 조속레버를 낮추고, ㉡ 팬클러치 스위치를 끊김 위치로 한 다음 ㉢ 동력분무기 클러치 스위치를 끊김 위치로 한다.
- 운행 종료 : 작업을 완전히 정지시킬 경우에는 ㉠ 약 20ℓ의 물로 탱크 내부 세척하고, ㉡ 동력분무기 클러치 스위치를 연결하여 노즐을 세척한다. ㉢ 노즐로 물이 나오지 않을 때까지 살포한 다음, ㉣ 동력분무기 클러치 스위치를 끊김 위치로 하고 배수 캡을 열어 완전히 물을 빼낸다. ㉤ 송풍기 엔진을 정지한 다음, ㉥ 보관장소로 이동한다.

(7) 농약 살포작업 후의 유의사항

- 쓰고 남은 농약은 액체의 경우 뚜껑을 확실하게 닫아 라벨이 잘 보일 수 있도록 보관한다. 만약 라벨이 훼손되었다면 최소한 상표명 또는 품목명을 유성 펜으로 반드시 적는다.

- 수화제, 분제, 입제 등이 남았을 경우 봉지 입구를 2~3겹으로 접어 테이프나 고무줄 등으로 밀봉하여 보관한다.

- 살포장비는 항상 깨끗이 닦아 보관하고 특히 2,4-D와 같은 phenoxy계 제초제를 사용한 살포장비는 암모니아수 또는 숯가루 용액으로 세척한다. 어떤 경우라도 방제장비를 씻어낸 물이 하천, 우물 등 수원지로 흘러들어 가게 해서는 안된다

- 손, 발, 얼굴 등 온몸을 비누로 깨끗이 씻은 후 충분한 휴식을 취한다.

- 보호장비는 다른 사람의 옷과 분리하여 깨끗이 빨아서 손질한 후 보관한다.

- 살포지역에는 "농약 살포지역"임을 알리는 표지판 등을 설치하여 어린이 등 외부인과 가축의 출입을 막도록 한다.

- 영농일지에 작업내역을 기록한다.

다) 농약의 안전사용기준

<표 10> 사과용 살충제의 종류와 안전사용 기준

일 반 명	품 목 명	적 용 해 층	안전사용기준	
			일반재배	지농약 재배
Abamectin	올스타	사과응애, 점박이응애, 사과유리나방	수확 3일 전까지 6회 이내	수확 6일 전까지 3회 이내
	버티맥			
	아라틴			
Acetamiprid	모스피란	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물, 은무늬굴나방, 잎말이나방	수확 7일전까지 6회 이내	수확 14일전까지 3회 이내
	만장일치	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회
	세이퍼	사과굴나방	수확 45일전까지 2회 이내	수확 90일전까지 1회
	승부수	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내
	다자비	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물, 은무늬굴나방, 잎말이나방	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회
Acephate	오트란	진딧물, 잎말이나방	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회
	올커니			
	베로존			
	경농아시트			
	우리동네 이비엠사이트			
Acequinocyl	가네마이트	사과응애, 점박이응애	수확 20일전까지 4회 이내	수확 40일전까지 2회 이내
Alpha-cypermethrin	화스타	조팝나무진딧물, 사과굴나방, 복숭아심식나방, 잎말이나방	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회
	이비엠알파스린			
	바이엘알파스린			
	시원탄			
	콩코드	사과굴나방, 잎말이나방	수확 7일전까지 4회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
Amitraz	키스톤	사과응애, 점박이응애	수확 10일전까지 4회 이내	수확 20일전까지 2회 이내
	마이캣트	응애류	수확 14일전까지 2회 이내	수확 28일전까지 1회
	마이탁			
Azocyclotin	페로팔	사과응애, 점박이응애	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내
	경농아씨틴			
	이비엠싸이트			
	완승	사과응애, 점박이응애	수확 21일전까지 4회 이내	수확 10일전까지 2회 이내

일 반 명	품 목 명	적 용 해 층	안전사용기준			
			일반재배	저농약재배		
(비티) Bacillus thuringiensis var.kurstaki	슈리사이드	사과굴나방	발생초부터 10일 간격	발생초부터 10일 간격		
	영일비티					
	바이오비티					
	그물망					
	비결					
	이비엠비티					
Bata cyfluthrin	불독	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물, 사과굴나방	수확 7일전까지	수확 14일전까지		
Benzoximate	씨트라존	응애류	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내		
Bifenthrin	캡쳐	잎말이나방	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회		
	타스타					
	보안관					
	오아시스					
	다자비					
질풍						
Carbosulfan	포수	사과혹진딧물,조팝나무진딧물	수확 45일전까지 3회 이내	수확 90일전까지 1회		
Chlorfenapyr	시너지	사과응애, 점박이응애	수확 15일전까지 4회 이내	수확 30일전까지 2회 이내		
	선파이어					
	섹큐어티					
Chlorpyrifos	톱단	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물 복숭아심식나방, 사과굴나방, 잎말이나방	14일	-		
	질풍	사과응애, 점박이응애, 사과혹진딧물, 조팝나무진딧물	수확 14일전까지 5회 이내	수확 28일전까지 2회 이내		
	강탄	사과굴나방, 사과혹진딧물, 조팝나무진딧물	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내		
	승부수	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내		
	경농그로프	잎말이나방, 진딧물	수확 7일전까지 4회 이내	수확 14일전까지 2회 이내		
	더스반					
	명사수					
	이비엠그로프					
	그로포					
	충모리					
	새로탄	사과굴나방, 잎말이나방	수확 45일전까지 2회 이내	수확 90일전까지 1회		
	부리마				수확 14일전까지 2회 이내	수확 28일전까지 1회
	야부진				수확 28일전까지 3회 이내	수확 56일전까지 1회
	강타자 진굴탄	사과굴나방, 복숭아심식나방	수확 7일전까지 4회 이내	수확 14일전까지 2회 이내		
Cyfluthrin	스타터	사과굴나방, 복숭아심식나방	수확 7일전까지 6회 이내	수확 14일전까지 3회 이내		
	바이린	사과굴나방, 사과혹진딧물, 조팝나무진딧물	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회		
	바이스로이드					

일 반 명	품 목 명	적 용 해 층	안전사용기준	
			일반재배	저농약 재배
Cyhexatin(+ Benzoximate)	영일싸이틴	사과응애, 점박이응애	수확 7일전까지 7회 이내	수확 14일전까지 3회 이내
	프리트란			
(피레스)Cyp ermethrin	톱단	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물, 복숭아심식나방,사과굴나방, 잎말이나방	14일	-
	미프랑	조팝나무진딧물, 사과혹진딧물	수확 14일전까지 2회 이내	수확 28일전까지 1회
	아리보	진딧물, 사과굴나방, 잎말이나방	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회
	피레탄			
	해숨피레스			
	경농피레스			
	푸른꿈			
	정밀피레스			
	성보피레스			
아벤티스피레스 이비엠노타치				
(비스펜)clof entezine	사란	사과응애, 점박이응애	수확 45일전까지 4회 이내	수확 90일전까지 2회 이내
Clothianidri n	빅카드	사과혹진딧물,조팝나무진딧물	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회
	뚝소리			
	세시미			
Deltamethri n	셰사르	사과혹진딧물,조팝나무진딧물	수확 45일전까지 2회 이내	수확 90일전까지 1회
	조아진	사과혹진딧물,조팝나무진딧물	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	테시스	사과굴나방, 잎말이나방	수확 14일전까지 3회 이내	수확 28일전까지 1회
	정밀렐타린			
(메타)Deme ton S-methyl	메타시스톡스	진딧물	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	경농메타			
Diafenthiuron	페가썬스	사과응애, 점박이응애	수확 45일전까지 3회 이내	수확 90일전까지 1회
	하이맥스			
Diazinon	뚝심	복숭아심식나방, 잎말이나방, 사과굴나방	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회
Dichlorvos	조아진	사과혹진딧물,조팝나무진딧물	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	란백			
Diflubenzur on	디밀린	잎말이나방, 복숭아심식나방, 사과굴나방, 은무늬굴나방	수확 45일전까지 3회 이내	수확 90일전까지 1회
	뚝심	복숭아심식나방, 잎말이나방, 사과굴나방	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회
	야무진	사과굴나방, 잎말이나방	수확 28일전까지 3회 이내	수확 56일전까지 1회
	세이퍼	사과굴나방	수확 45일전까지 2회 이내	수확 90일전까지 1회
Ethfenprox	로드	사과혹진딧물, 조팝나무진딧물, 복숭아심식나방,	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회

<표 11> 사과원용 살균제의 종류와 안전사용 기준

일반명	품목명	적용병해	안전사용기준	
			일반재배	저농약 재배
Acibenzolar-s-methyl	비온엠	탄저병	수확 21일전까지 4회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
Azoxystrobin	아미스타	겉무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병, 역병	수확 7일전까지 6회 이내	수확 14일전까지 3회 이내
Benomyl	벤레이트	탄저병, 겉무늬썩음병, 흰날개부늬병	수확 7일전까지 6회 이내	수확 14일전까지 3회 이내
	다코스			
	베노밀골드			
	삼공베노밀			
	동부베노밀			
	정미베노밀			
이비엠큰수확				
Bitertanol	바이코에이	겉무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 14일 정까지	수확 28일 정까지
	바이코	겉무늬썩음병, 흰가루병, 검은별무늬병	수확 21일전까지 5회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
	방과제			
	이비엠하나로			
Boscalid	코리스	겉무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
Captan	오소싸이드	겉무늬썩음병, 탄저병, 점무늬낙엽병	수확 21일전까지 4회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
	경농퀼탄			
	정밀퀼탄			
	동부퀼탄			
	삼공퀼탄			
	약손	점무늬낙엽병, 탄저병	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내
프론티아				
Carbendazim	젤존	겉무늬썩음병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회
	뚜려탄	겉무늬썩음병	수확 15일전까지 3회 이내	수확 30일전까지 1회
	새미나	점무늬낙엽병, 탄저병, 겉무늬썩음병, 갈색무늬병	수확 30일전까지 4회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	해마지	탄저병, 겉무늬썩음병	수확 15일전까지 3회 이내	수확 30일전까지 1회
	정밀가벤다			
	동부가벤다			
	마이코			
	성보가벤다			
	테로잘			
	이비엠플러스			
삼공가벤다				
상승이	탄저병	수확 15일전까지 3회 이내	수확 30일전까지 1회	

일 반 명	품 목 명	적 용 병 해	안전사용기준	
			일반재배	저농약 재배
Chlorothalonil	아라리	탄저병, 점무늬낙엽병, 겹무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	트리오	탄저병, 점무늬낙엽병, 겹무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	한아름	겹무늬썩음병, 탄저병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	돌풍	탄저병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	다코닐	탄저병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	금비라			
	골고루			
	새나리			
초우크				
Cyproconazole	아테미	겹무늬썩음병, 검은별무늬병, 갈색무늬병	수확 40일전까지 7회 이내	수확 80일전까지 3회 이내
Cyprodinil	유닉스	겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
Difenoconazole	삼진왕	갈색무늬병, 탄저병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 21일전까지 5회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
	푸르젠	겹무늬썩음병, 갈색무늬병, 무늬낙엽병, 검은별무늬병	수확 3일전까지 6회 이내	수확 6일전까지 3회 이내
	보가드	갈색무늬병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 14일전까지 5회 이내	수확 28일전까지 2회 이내
Diniconazole	빈나리	붉은별무늬병	30일	-
Dithianon	델란	탄저병, 겹무늬썩음병, 검은별무늬병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	수확 21일전까지 5회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
	경농디치			
	정밀디치			
	창가탄			
	델란티	겹무늬썩음병	수확 20일전까지 6회 이내	수확 40일전까지 3회 이내
Dodine	새론	점무늬낙엽병, 검은별무늬병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
Fenarimol	동부훼나리	흰가루병, 붉은별무늬병, 검은별무늬병	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회
	경농훼나리			
	모두존	갈색무늬병	수확 21일전까지 4회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
Fenbuconazole	세이브	겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 14일전까지 5회 이내	수확 28일전까지 2회 이내
	인다센	탄저병, 겹무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	홍이나	겹무늬썩음병	수확 7일전까지 7회 이내	수확 14일전까지 3회 이내
Fluazinam	후론사이드	겹무늬썩음병, 갈색무늬병, 탄저병	수확 45일 전까지 5회 이내	수확 90일 전까지 2회 이내
		흰날개무늬병	휴면기 1회	-
	모두랑	겹무늬썩음병	수확 45일전까지 7회 이내	수확 90일전까지 3회 이내

일반명	품목명	적용병해	안전사용기준	
			일반재배	저농약재배
Flusilazole	올림프	겉무늬썩음병, 갈색무늬병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	누스타	겉무늬썩음병, 검은별무늬병, 붉은무늬병	수확 21일전까지 6회 이내	수확 42일전까지 3회 이내
Fluquinconazole	카스텔라	겉무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	파리시드	갈색무늬병, 겉무늬썩음병	수확 10일전까지 4회 이내	수확 20일전까지 2회 이내
	금모리	점무늬낙엽병, 갈색무늬병	수확 20일전까지 6회 이내	수확 40일전까지 3회 이내
	카스텔라	겉무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	파리시드	갈색무늬병, 겉무늬썩음병	수확 10일전까지 4회 이내	수확 20일전까지 2회 이내
Folpet	경농홀렛	탄저병, 겉무늬썩음병	수확 10일전까지 6회 이내	수확 20일전까지 3회 이내
	금망			
	삼공홀렛			
Hexaconazole	푸지매	겉무늬썩음병, 점무늬낙엽병, 검은별무늬병, 갈색무늬병, 붉은별무늬병, 흰가루병	수확 10일전까지 8회 이내	수확 10일전까지 4회 이내
	라피드			
	상승이	탄저병	수확 15일전까지 3회 이내	수확 30일전까지 1회
Imibenconazole	뚜러탄	겉무늬썩음병	수확 15일전까지 3회 이내	수확 30일전까지 1회
	확시란티	점무늬낙엽병	수확 10일전까지 5회 이내	수확 20일전까지 2회 이내
	확시란	검은별무늬병	수확 10일전까지 6회 이내	수확 20일전까지 3회 이내
Iminoctadine-triacetate	삼진왕	갈색무늬병, 탄저병, 겉무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 21일전까지 5회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
Iminoctadine triacetate	베푸란	부란병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 겉무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	금박나			
	영과워			
	영일탑			
	이비엠티에이트			
만병탄				
성보네				
Iminoctadine tris (Alesilate)	참조네	점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 겉무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	벨쿠트	겉무늬썩음병, 탄저병, 갈색무늬병	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내

일 반 명	품 목 명	적 용 병 해	안 전 사 용 기 준			
			일 반 제 배	저 농 약 제 배		
Iprodione	새미나	점무늬낙엽병, 탄저병, 겹무늬썩음병, 갈색무늬병	수확 30일전까지 4회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	신바람	갈색무늬병	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내		
	약손	점무늬낙엽병, 탄저병	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내		
	프론티아					
	다스린	점무늬낙엽병	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내		
	로브랄					
	균사리					
	새시로					
이비엠조테나						
Isoprothiolame	후치왕	흰날개무늬병	수확 150일전까지 2회 이내	수확 300일전까지 1회		
	에프윈					
	농자왕					
Kresoxim-methyl	코리스	겹무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	젤존	겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회		
	월드스타	갈색무늬병, 겹무늬썩음병	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회		
	해비치	갈색무늬병, 점무늬낙엽병, 겹무늬썩음병	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내		
Mancozeb	인다센	탄저병, 겹무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	아라리	탄저병, 점무늬낙엽병, 겹무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	트리오	탄저병, 점무늬낙엽병, 겹무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	다이센엠-45	탄저병, 갈색무늬병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	탄저스타					
	더센엠					
	성보만코지					
	삼공만코지	점무늬썩음병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내		
	신기원					
	트리달엠				탄저병, 흰가루병, 붉은별무늬병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지
비온엠	탄저병				수확 21일전까지 4회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
시스텐엠	붉은별무늬병, 점무늬낙엽병	수확 21일전까지	수확 42일전까지			
Metconazole	살림꾼	갈색무늬병	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내		
Myclobutanil	시스텐	붉은별무늬병, 흰가루병, 검은별무늬병, 겹무늬썩음병	수확 20일전까지 8회 이내	수확 40일전까지 4회 이내		
	시스텐엠	붉은별무늬병, 점무늬낙엽병	수확 21일 전까지	수확 42일 전까지		
Neoasozin	네오아소진	부란병	수확 7일전까지 4회 이내	수확 14일전까지 2회 이내		
	경농네오진					

일 반 명	품 목 명	적 용 병 해	안전사용기준		
			일반재배	저농약 재배	
Nuairimol	파아람동	붉은별무늬병, 검무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내	
	파아람	붉은별무늬병, 검은별무늬병, 흰가루병	수확 7일전까지 7회 이내	수확 14일전까지 3회 이내	
	트리달엠	탄저병, 흰가루병, 붉은별무늬병, 검무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 30일전까지	수확 60일전까지	
Oxine-copper	한아름	검무늬썩음병, 탄저병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내	
	수비대	점무늬낙엽병, 검무늬썩음병, 탄저병	수확 3일전까지 5회 이내	수확 6일전까지 2회 이내	
	정밀옥시동				
	경동옥시동				
	성보옥시동				
	이비엠옥동이	파아람동	붉은별무늬병, 검무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	더부러				
정밀포리동	점무늬낙엽병, 흑점병				
Penconazole	크린타운	점무늬낙엽병	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내	
Polyoxin D zinc salt	보람	부란병	-	-	
	부란카트	부란병	-	-	
Polyoxin-B + captan	동부포리캡탄	점무늬낙엽병, 탄저병, 검무늬썩음병	수확 3일전까지 6회 이내	수확 6일전까지 3회 이내	
Polyoxin-B	동부포리옥신	점무늬낙엽병, 흰가루병	수확 2일전까지 5회 이내	수확 4일 전까지 2회 이내	
	더부러	점무늬낙엽병, 검은점무늬병	수확 14일전까지 5회 이내	수확 28일전까지 2회 이내	
	정밀포리동				
Prochloraz	스포탁	탄저병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내	
	삼공스포탁				
	정밀프로라츠				
	늘그린				
Prochloraz manganese complex	스포르곤	탄저병	수확 21일전까지 4회 이내	수확 42일전까지 2회 이내	
Propineb	안트라콜	탄저병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병, 검무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내	
	바이코에이	검무늬썩음병, 점무늬낙엽병	14일	-	
	모두존	갈색무늬병	수확 21일전까지 4회 이내	수확 42일전까지 2회 이내	
	신바람	갈색무늬병	수확 14일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내	

일반명	품목명	적용병해	안전사용기준	
			일반재배	저농약재배
Pyrimethanil	스칼라	점무늬낙엽병, 검은별무늬병	수확 21일전까지 7회 이내	수확 42일전까지 3회 이내
	금모리	점무늬낙엽병, 갈색무늬병	수확 20일전까지 6회 이내	수확 28일전까지 3회 이내
Sulfur	아싸	갈색무늬병	수확 3일전까지 8회 이내	수확 6일전까지 4회 이내
Tebuconazole	엄지	점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 겉무늬썩음병, 탄저병	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회
	실바코	갈색무늬병, 점무늬낙엽병, 겉무늬썩음병, 탄저병	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회
	호리쿠어	탄저병	수확 30일전까지 3회 이내	수확 60일전까지 1회
Thirifloxystrobin	프린트	겉무늬썩음병	수확 21일전까지 5회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
	에이플	겉무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	수확 21일전까지 5회 이내	수확 42일전까지 2회 이내
Thiram	세이브	겉무늬썩음병, 점무늬낙엽병	수확 14일전까지 5회 이내	수확 28일전까지 2회 이내
	호마이 금나락	갈색무늬병, 흰가루병, 겉무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	참조네	점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 겉무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	쓸마내	점무늬낙엽병, 검은별무늬병, 갈색무늬병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	확시란티	점무늬낙엽병	수확 10일전까지 5회 이내	수확 20일전까지 2회 이내
Thiophanate - methyl	굳타임	겉무늬썩음병, 탄저병, 검은별무늬병, 갈색무늬병	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회
	호마이 금나락	갈색무늬병, 흰가루병, 겉무늬썩음병	수확 7일전까지 5회 이내	수확 14일전까지 2회 이내
	델란티	겉무늬썩음병	수확 20일전까지 6회 이내	수확 40일전까지 3회 이내
	아싸	갈색무늬병	수확 3일전까지 8회 이내	수확 6일전까지 4회 이내
	톱신엠 슈퍼톱탄	탄저병, 갈색무늬병, 자주날개무늬병	수확 7일전까지 6회 이내	수확 14일전까지 3회 이내
	톱데이트-엠			
	삼공지오관			
	정밀지오관			
	성보지오관			
	탑건	부란병	즉시	-
이비엠지이트				
톱신펠스트	부란병	즉시	-	
다스린	점무늬낙엽병	수확 14일전까지 4회 이내	수확 28일전까지 2회 이내	
보람	부란병	-	-	

일 반 명	품 목 명	적 용 병 해	안전사용기준	
			일반재배	저농약 재배
Tolyfluanid	엄지	점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 겉무늬썩음병, 탄저병	수확 21일전까지 3회 이내	수확 42일전까지 1회
Tolclofos- methyl	리조렉스	자주날개무늬병	수확 45일전까지 2회 이내	수확 90일전까지 1회
Triademenol	바이피단	붉은별무늬병	수확 15일전까지 5회 이내	수확 30일전까지 2회 이내
Triadimefon	바리톤	흰가루병	수확 30일전까지 5회 이내	수확 60일전까지 2회 이내
	일순위			
	성보티디폰			
	티디폰골드			
Triflumizole	굳타임	겉무늬썩음병, 탄저병, 검은별무늬병, 갈색무늬병	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회
	트리후민	흰가루병, 검은별무늬병, 점무늬낙엽병, 붉은별무늬병	수확 7일전까지 3회 이내	수확 14일전까지 1회
Triforine	경농사프롤	흰가루병, 붉은별무늬병	수확 10일전까지 5회 이내	수확 20일전까지 2회 이내
	삼공사프롤			

살균제+살충제(1)	강타자, 진굴탄 유	그로포, 더스반 수	기계유 유	끝내기 수	나크, 세빈 수	노몰트 액상	닛쏘란 수	닛쏘란 유	다이빈 수	다크호스 수	더부러, 질풍 수	델타린, 데시스 유	델타네트 수	델타네트 유	디디브이피 유	디밀린 수	디아펜치우론 · 푸라치오카브 수	디코폴, 켈센 유	디프, 디프로스 수	푹심 수
가벤다, 마이코, 해마지(수)		●		●	●		●					●	●	●					●	
굴타입(수)																				
네오진, 네오아소진(액)																				
누스타(수)	●	●			●		●	●				●	●	●					●	
다이렉스(수)																				
델란(액상)		●					●					●	●							●
델란티(수)							●					●	●	●	●					
디치, 델란(수)		●			●		●					●	●	●					●	
뚜려탄(수)							●	●				●	●	●	●					
로브랄, 이프로(수)	●	●		●	●		●	●				●	●	●					●	●
로브티(수)		●					●					●	●	●	●	●				
만코지, 다이센엠-45, 펜코젯(수)		●		●	●	●	●	●				●	●		×				●	
메티람(과수)		●				●	●					●	●	●	●					
모두랑(액상)		●				×	●							●				●	●	
바이코에이(수)																				
바이피단(수)																				
베노밀, 멘레이트, 두루다, 다코스(수)		×		●	●		●	●				●	●	●	●	●			●	
보람(수)																				
비타놀, 마이코(수)	●	●			●		●					●	●	●					●	●
빈나리(수)		●		×	●		●	●				●	●	●					●	
사프롤(유)	●	●			●		●	●				●	●	●					●	
상승이(수)		●			●									●						
새론(수)																				
새미나(수)																				
세이브(수)		●					●					●	●	●	●					

살균제+살충제(3)	산마루 수	살비왕 액상	새로탄 수	샘나 수	색큐어티 액상	스미치온 , 호리치온 수	스카우트 유	스타터 수	씨트라존 유	아시트 , 오프란 , 울커니 수	아씨탄 , 페로팔 수	아진포 , 구사치온 수	아테릭 유	알시스틴 수	알파네트 수	알파스린 , 화스탁 유	야무진 수	엘산 , 씨디알 수	올스타 유
가벤다,마이코,해마지(수)			●		●	●	●			●	●	●	●			●			
굳타임(수)																			
네오진,네오아소진(액)																			
누스타(수)		●				●	●			●	●	●	●			●			●
다이렉스(수)																			
델란(액상)	●										●								
델란티(수)	●	●		●							●					●		●	
디치,델란(수)	●	●				●	●			●	●	●	●			●			
뚜려탄(수)		●			●					●									
로브랄,이프로(수)			●		●	●	●			●	●	●	●	●		●	●		●
로브티(수)										●			●						
만코지,다이센엠-45,펜코젱(수)		●	●		●	●	●			●	●	●	●			●	●		●
메티람(과수)		●								●									
모두람(액상)		●			●					●			●						
바이코에이(수)																			
바이피단(수)																			
베노밀,벤레이트,두루다,다코스(수)		●	●		●	●	●			●		●				●	●		●
보람(수)																			
비타놀,바이코(수)	●	●	●		●	●	●			●	●	●	●			●	●		●
빈나리(수)					●	●				●	●	●	●			●			
사프롤(유)		●			●	×	●			●	●	×	●			●			●
상승이(수)	●	●								●						●			
새론(수)																			
새미나(수)																			
세이브(수)										●			●						

살균제+살충제(6)	강타자, 진귤탄-유	그로포, 더스반-유	기계유-유	끝내기-수	나크, 세민-수	노몰트-액상	닛쏘란-수	닛쏘란-유	다이빈-수	다크호스-수	더부러, 질풍-수	멜타린, 데시스-유	멜타네트-수	멜타네트-유	디디브이피-유	디밀린-수	디아펜치우론·푸라치오카브-수	디코폴, 켈센-유	디프, 디프로스-수	독심-수
시스템(수)		●		●		●	●					●	●		●				●	●
시스템엠(수)													●							
신마람(수)																				
실마코(수)							●					●	●							
아리조아(수)		●					●					●			●					
아시원(수)															●	●				
아테미(액)		●		●		●						●	●		●					
아푸칸(유)		●		●		●						●	●		●					●
약손,프론티아(수)							●													
옥시동(수)		●		●		●	●					●	●		●					●
올림프(과수)		●		●		●					●	●	●						●	
유닉스(과수)		●		●							●	●		●		×				
이미녹타딘트리아세테이트, 베푸란, 금박나(액)		●		●	●	×						×	●		●					●
이프로·지오판,다스린(수)																				
인다(수)																				
인다센(수)		●				●						●	●	●	●					
지오판,톱신엠,톱네이트엠,바로너(수)		●		●	●	●	●					●	●		●					●
치람,솔마네(수)		●		●		●						●	●		●					×
카라센(수)		×										×	×		×					
캡탄,오소싸이드(수)		●		●		●	●					●	●		●					●
타로닐,다코닐,금비라(수)		×		●	●	●	●					●	●		●				×	●
타로동,한아름(수)																				
타로만,아라리(수)																				
트리달엠(수)													●							
트리후민(수)		●		●	●	●	●					●	●		●					●

살균제+살충제 (7)	락백 유	로드 수	메소밀 액	메소밀, 란네이트 수	메치온, 수프라사이드 유	메타, 메타스톡스 유	메프, 스피치온, 호리치온 유	모노포, 아조드린, 뉴바크론 액	모스피란 유	밀베노크 유	바이린, 바이오로이드 유	벤즈·아시트 수	보라매 액상	보매단 유	보안관 수	부리바 수	비스켄, 사란 수	비스켄, 사란 액상	바이오비트, 비바킬 수	비티, 슈리사이드, 비티사이드,
시스텐(수)			●	●	●	●		●	●		×		●		●	●	●	●		
시스텐엠(수)				●					●	●			●		●					
신바람(수)									●											
실바코(수)				●					●				●					●	●	●
아리조아(수)			●			●		●										●	●	
아시원(수)										●										
아테미(액)			●					●			●							●		
아푸간(유)			●		●	●		●		×			●		●	●	●	●	●	●
약손,프론티아(수)																				
옥시동(수)			●		●	●		●	●	●			●		●	●	●	●	●	●
올림프(과수)			●		●									●						
유닉스(과수)			●														●	×		
이미녹타던트리아세테이트,베푸란,금박나(액)			×		●	●		●	×	×					×	●	×	×		
이프로·지오판,다스린(수)																				
인다(수)								●	×											
인다센(수)			●		●		●											●	●	
지오판,툽신엠,툽네이트엠,바로너(수)			●		●	●		●	●	●			●		●	●	●	●	●	●
치람,솔마내(수)			●		●	●		●	●						●	●	●	●	●	●
카라센(수)					×	×		×												
캡탄,오소싸이드(수)			●		×	●		●	●						●	●	●	●	●	●
타로닐,다코닐,금비라(수)			●		●	×		●	●	×	×		●		●	●	●	●	●	●
타로동,한아름(수)									●				●			●				
타로만,아라리(수)													●							
트리달엠(수)				●						×			●							
트리후민(수)			●		●	●		×	●	×			●		●	●	●	●	●	●

살균제+살충제 (8)	산마루 수	살비왕 액상	새로탄 수	샘나 수	썩큐어티 액상	스미치온 , 호리치온 수	스카우트 유	스타터 수	썩트라존 유	아시트 , 오프란 , 울커니 수	아씨탄 , 페로팔 수	아진포 , 구사치온 수	아테릭 유	알시스턴 수	알파네트 수	알파스린 , 화스탁 유	야무진 수	엘산 , 썩디알 수	올스타 유
시스템(수)		●	●		●	●	●			●	●	●	●				●	●	●
시스템엠(수)										●	●						●		●
신바람(수)																			
실마코(수)	●		●		●					●						●			
아리조아(수)											●			●					
아시원(수)																			
아테미(액)					●					●	●			●					
아푸칸(유)					●	×	●			●	●	●	●				●		●
약손,프론티아(수)																			
육시동(수)			●	●	●	●	●				●	●	●			●	●	●	●
올림프(과수)	●		●	●	●			●		●	●			●					
유닉스(과수)			●		●			×		●	●			●					
이미녹타딘트리아세테이트, 베푸란,금박나(액)			●	●	●	×	●			●	×	×	●			●			
이프로·지오판,다스린(수)					●														
인다(수)																			
인다센(수)											●			●					
지오판,툽신엠,툽네이트엠,바로너(수)			●	●	●	●	●			●	●	●	●			●	●	●	●
치람,쓸마네(수)						●	●			●	●	●	×			●			
카라센(수)																			
캡탄,오소싸이드(수)			●		●	●				●	●	●	●			●	●		
타로닐,다코닐,금비라(수)			●	●	●	●	●			●	●	×	●			●	●	●	●
타로동,한아름(수)										●									●
타로만,아라리(수)											●						●		
트리달엠(수)										●	●						●		●
트리후민(수)	●	●	●		●	●	●			●	●	●	●			●			●

살균제+살충제 (9)	이피엔-유	인제가-수	적시타-수	적시타-유	조아진-유	주령-수	주령-유	카스케이드-분액	코니도, 베타랑-수	클로펜테진·아크리나스린-액상	키스톤-유	타스타-수	테디온-유	토구치온-수	트레본-수	과라치온-유	과프, 엘산, 씨디알-유	페가썬스-수	페부탄, 토큐-수	페부탄, 토큐-유	
시스템(수)	●			●		●		●	●	●	●	●	●				●		●		
시스템엠(수)										●											
신마람(수)																					
실마코(수)	●											●									
아리조아(수)	●					●	●														
아시원(수)						●	●		●						●	●					
아데미(액)	●							●			●	●	●		●						
아푸칸(유)	●			●							●	●									
약손,프론티아(수)																					
옥시동(수)	●	●		●																	
올림프(과수)	●					●	●	●							●	●					
유닉스(과수)	●					×		●			●	●	●		●						
이미녹타던트리아세테이트,페푸란,금박나(액)	●	●		●		×					●	●					×				
이프로·지오판,다스린(수)																					
인다(수)																					
인다센(수)	●					●	●														
지오판,톱신엠,톱네이트엠,바로너(수)	●	●		●		●		●	●	●	●	●	●				●		●		
치람,쉴마내(수)	●			●		●		●				●					×		●		
카라센(수)	●																				
캡탄,오소싸이드(수)	●	●		●		●					●	●	●				●				
타로닐,다코닐,금비라(수)	●	●		●		●	×	●	●	●	●	●	●				●		●		
타로동,환아름(수)										●											
타로만,아라리(수)										●											
트리달엠(수)										●											
트리후민(수)	●	●		●		●		●		●	●	●					●				

살균제+살충제(10)	펜프로, 다니톨, 포충탄, 다이토나-수	펜프로, 다니톨, 포충탄, 다이토나-수	포수-수	포스팜, 다이메크론-액	퓨리-유	프로싱, 스미사이딘-수	프로싱, 스미사이딘-수	프로지, 오마이트-수	피라니카-수	피라니카-유	피레스, 랩코드-유	페레스, 그로포, 톱단-유	피리모-수	하이톤-수	한버데-수	한터, 미믹-액상	호리마트-액	회오리-수	힘센-수		
시스텐(수)		●	●	●	●		●				●		●				●	●	●	●	
시스텐엠(수)			●		●												●				
신바람(수)																					
실마코(수)						●															
아리조아(수)		●		●		●	●				●										
아시원(수)									●												
아데미(액)		●		●			●	●			●							●			
아푸칸(유)		●		●	●		●				●		●					●			
약손,프론티아(수)																					
육시동(수)		●		●	●		●				●		●					●	●	●	●
올림프(과수)	●	●		●				●	●		●	●						●			
유닉스(과수)				●			×	×			●	×						×			
이미녹타던트리아세테이트, 베푸란, 금박나(액)		●		●	●		●				●		●					●	●		
이프로·지오판, 다스린(수)												●									
인다(수)																					
인다센(수)		●		●		●	●		●		●										
지오판, 톱신엠, 톱데이트엠, 바로너(수)		●	●	●	●		●				●		●					●	●	●	
치람, 울마내(수)		●		●			●				●		●					●	●	●	
카라센(수)				×							×										
캡탄, 오소싸이드(수)				●			●				●		●					●	●		
타로닐, 다코닐, 금비라(수)		●		●	●		●		●		●		●					●	●	●	●
타로동, 한아름(수)					●																
타로만, 아라리(수)			●																		
트리달엠(수)					●															●	
트리후민(수)		●		●	●		●				●		●					●	●	●	●

살균제+살충제(11)	강타자, 진굴탄 유	그로포, 더스반 수	기계유 유	끝내기 수	나크, 세빈 수	노몰트 액상	넛쏘란 수	넛쏘란 유	다이크로스 수	다이크로스 유	디부러, 질풍 수	델타린, 데시스 유	델타네트 유	델타네트 유	디디브이피 유	디밀린 수	디아펜치우론 · 푸라치오카브 수	디코폴, 캡센 유	디프, 디프록스 수	뚝심 수
	티디폰,바리톤(수)	●	●		●	●		●	●				●	●	●					
파아람(수)		●				●	●					●	●	●	●	●				●
파아람(유)		●		●		●	●					●	●	●						×
파아람동(수)		●				●	●					●	●	●	●	●				
펜코나졸(수)	●															●				
펜코나졸·캡탄(수)																				
포리옥신(수)		●		●	●		●	●				●	●	●						●
포리캡탄(수)				●			●													
푸르겐(수)		●				●	●					●	●	●	●	●				
푸지메(수)		●				●	●													
프로라즈,스포탁(유)																				
프로피,안트라콜(수)		●		●	●		●	●				●	●		×					●
해마지,가벤다(액상)							●					●	●							
헥사코나졸(액상)																				
호마이,금나락(수)																				
홀팻(수)		●		×	●		●	●				●	●		●					●
확시란(수)						●						●			●	●				
확시란티(수)						●						●			●	●				
후려니(과수)							●					●								
후론사이드(수)		●					●								●				●	●
훼나리(수)																				
훼나리(유)		●		●	●		●					●	●		●					●

살균제+살충제(12)	락백 유	로드 수	메소밀 액	메소밀, 란네이트 수	메치온, 수프라사이드 유	메타, 메타스톡스 유	메프, 스톱치온, 호리치온 유	모노포, 아조드린, 뉴바크론 액	모스피란 수	밀베노크 유	바이린, 바이스로이드 유	벤즈·아시트 수	보라매 액상	보배단 유	보안관 수	부리마 수	비스펜, 사란 수	비스펜, 사란 액상	바이오비트, 비바킬 수	비티, 슈리사이드, 비티사이드,
	티디폰,바리톤(수)			●	●	●			●	●	×			●		●	●	●	●	
파아람(수)			●					●							●	●	●	●		
파아람(유)			●	●	●			●	●						●		●	●		
파아람동(수)			●					●							●		●	●		
펜코나졸(수)									●	×			●			●				●
펜코나졸·캡탄(수)																				
포리옥신(수)			●	●	●			●	●	●			●		●	●	●	●	●	
포리캡탄(수)																				
푸르겐(수)			●	●				●					●		●	●	●	●	●	
푸지매(수)	●				●			●	●											
프로라츠,스토파크(유)																				
프로피,안트라콜(수)			●	●	●	●	●	●	●	●			●		●	●	●	●	●	
해마지,가벤다(액상)				●																●
헥사코나졸(액상)									●	●										●
호마이,금나락(수)									●											
홀팻(수)			●	●	●	●	●	●	●	×			●		●	●	●	●	●	
확시란(수)			●	●				●												
확시란티(수)			●	●				●												●
후려니(과수)									●						●					
후론사이드(수)			●				●	●						●	●					
훼나리(수)																				
훼나리(유)			●	●	●			●	●				●		●	●	●	●	●	

살균제+살충제(13)	산마루	살비왕	새로탄	샘나	색큐어티	스미치온	스카우트	스타터	씨트라존	아시트	아씨틴	아진포	아테릭	알시스틴	알파네트	알파스린	야무진	엘산	올스타
	수	액상	수	수	액상	, 호리치온	유	수	유	, 오프란	, 페로팔	, 구사치온	유	수	수	, 화스탁	수	수	수
티디폰,바리톤(수)		●			●	●	●			●	●	●	●			●			●
파아람(수)										●	●					●			
파아람(유)						●	●			●	●	●	●			●			
파아람동(수)										●	●								
펜코나졸(수)											●					●	●		●
펜코나졸·캡탄(수)																			
포리옥신(수)	●	●	●		●	●	●			●	●	●	●			●	●		●
포리캡탄(수)		●	●		●					●							●		
푸르겐(수)			●							●	●								●
푸지매(수)	●										●					●			
프로라츠,스포탁(유)																			
프로피,안트라콜(수)	●	●	●		●	●	●			●	●	●	●			●	●		●
해마지,가벤다(액상)	●	●									●								
핵사코나졸(액상)			●																
호마이,금나라(수)																			
홀팻(수)			●			●	●			●	●	●	●			●			●
확시란(수)										●									
확시란티(수)		●									●								
후려니(과수)											●								
후론사이드(수)			●			●			●		●			●					
훼나리(수)										●								●	
훼나리(유)		●			●	●	●			●	●	●	●			●			●

살균제+살충제(14)	이피엔-유	인제가-수	적시타-수	적시타-유	조아진-유	주령-수	주령-유	카스케이드-분액	코니도, 메테랑-수	클로펜테진·아크리나스린-액상	키스톤-유	타스타-수	테디온-유	토구치온-수	트레본-수	파라치온-유	파프, 엘산, 씨디알-유	페가썬스-수	페부탄, 토큐-수	페부탄, 토큐-유
티디폰,바리톤(수)	●			●		●		●		●	●	●	●				●		●	
과아람(수)	●					●	●					●								
과아람(유)	●			●		●		●		●		●	●				●			
과아람동(수)	●					●	●					●								
웬코나졸(수)	●	●						●								●				
웬코나졸·캡탄(수)																				
포리옥신(수)	●	●		●		●		●	●	●	●	●	●				×		●	
포리캡탄(수)								●	●										●	
푸르겐(수)	●					●	●				●	●	●							
푸지매(수)	●	●				●	●		●		●	●						●		●
프로라츠,스포탁(유)																				
프로피,안트라콜(수)	●	●		●		●		●	●	●		●	●				●		●	
해마지,가벤다(액상)					●	●														
핵사코나졸(액상)		●									●									
호마이,금나락(수)																				
홀팻(수)	●	●		●		●		●	●	●		●	●				●		●	
확시란(수)	●		●			●					●									
확시란티(수)	●		●			●			●											
후려니(과수)						●														
후론사이드(수)							●	●			●			×	●					
훼나리(수)								●												
훼나리(유)	●			●		●		●	●		●	●	●				●		●	

살균제+살충제(15)	펜프로, 다니톨, 포충탄, 다이토나 수	펜프로, 다니톨, 포충탄, 다이토나 유	포수 수	포스팜, 다이메크론 액	퓨리 유	프로싱, 스미사이딘 수	프로싱, 스미사이딘 유	프로지, 오마이트 수	피라니카 수	피라니카 유	피레스, 럽코드 유	페레스, 그로포, 톱단 유	피리모 수	하이톤 수	한버네 수	한터, 미믹 액상	호리마트 액	회오리 수	힘센 수
티디폰,바리톤(수)		●		●	●		●				●	●	●				●	●	●
과아람(수)		●		●			●	●			●							●	●
과아람(유)		●	●	●			●				●	●						●	
과아람동(수)		●					●	●			●							●	
펜코나졸(수)		●					●												●
펜코나졸·캡탄(수)																	●		
포리옥신(수)		●	●	●	●		●				●	●			●	●	●	●	●
포리캡탄(수)															●	●			●
푸르젠(수)		●	●	●	●		●	●			●							●	
푸지매(수)					●		●	●			●							●	
프로라츠,스포탁(유)																			
프로피,안트라콜(수)		●			●		●				●	●			●	●	●	●	●
해마지,가벤다(액상)					●		●	●										●	
핵사코나졸(액상)																			●
호마이,금나락(수)																			
홀팻(수)		●	●	●	●		●						●				●	●	●
확시란(수)	●			●		●	●												
확시란티(수)				●		●	●				●								
후러니(과수)				●															
후론사이드(수)							●				●								
웨이리(수)																	●		
웨이리(유)		●	●	●	●		●				●	●		●	●	●	●	●	●

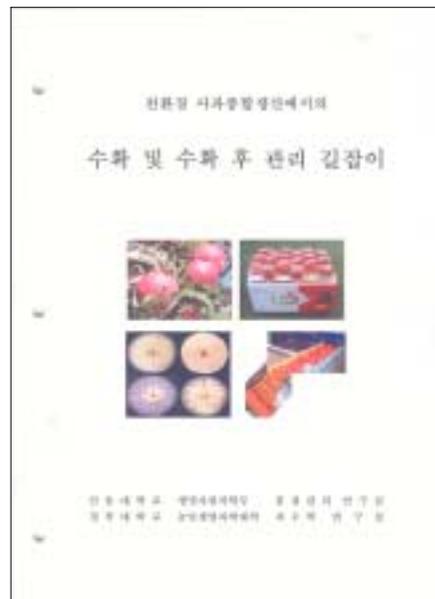
살충제+살충제(1)	강타자, 진굴탄 유	그로포, 더스반 수	나크, 세빈 수	노몰트 액상	닛쏘란 수	닛쏘란 유	델타린, 데시스 유	델타네트 수	델타네트 유	디디브이피 유	디코폴, 켈센 유	디프, 디프록스 수	메소밀 액	메치온, 수프라사이드 유	메타, 메타시스톡스 유	모노포, 아조드린, 뉴바크론 액	모스피란 수	밀베노크 유	보라매 액상	보배단 유
강타자, 진굴탄(유)																	●			
그로포, 더스반(수)																				
나크, 세빈(수)																		●		
노몰트(액상)																		●		
닛쏘란(수)																		●		
닛쏘란(유)																				●
델타린, 데시스(유)																		●		
델타네트(수)																				
델타네트(유)																				
디디브이피(유)																		●		
디코폴, 켈센(유)																		●		
디프, 디프록스(수)																		●		
메소밀(액)																		●		
메치온, 수프라사이드(유)																		×		
메타, 메타시스톡스(유)																			●	
모노포, 아조드린, 뉴바크론(액)																		●		
모스피란(수)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	×	●	●	●	●	●	●
밀베노크(유)																●	●	●		
보라매(액상)																		●		
보배단(유)																		●		
보안관(수)	●						●		●			●								
비스펜, 사란(수)																				
비스펜, 사란(액상)																				×
비티, 슈리사이드, 비티사이드, 바이오비트, 비바퀼(수)																		●		

다. 친환경 사과종합생산에서의 수확 및 수확 후 관리 길잡이

1) 사과 품질의 개념

과실 품질에 대한 과실 시장과 소비자들의 요구가 적지 않다. 연중으로 사과를 출하하여 좋은 가격을 받기 위해서는 다음의 4가지 **품질요소**가 충족되어야 한다.

- **보기에 좋은 사과** : 사과의 크기가 적당하여야 하고 품종고유의 형태와 색이 나야하며 동녹이 끼지 않고 병해충의 피해가 없어야 한다. 우리나라는 지나치게 큰 사과를 선호하나 이러한 사과는 생리장해가 많고 고유의 맛이 나지 않으며 저장력도 크게 떨어진다. 따라서 생산자나 소비자 모두를 위해 좋지 않다. 품질관리원에서 사과의 품질 기준을 제시하고 있으나 유통업체나 소비자는 더욱 세분화되고 엄격한 기준의 품질을 요구하고 실정이다.



- **보구력과 저장력이 좋은 사과** : 고두병, 과피갈변, 과육갈변, 과심갈변과 같은 생리장해나 부패병, 심부병 등의 감염이 없어야 한다. 저장고에서 꺼낸 후 가능하면 오랫동안(적어도 2-3주) 유통시키거나 먹기에 충분할 정도의 내외적 품질이 유지되어야 한다.
- **여러 성분이 균형 있고 충분하게 함유된 사과** : 품종 고유의 균형된 당-산비를 이루고 있고 펙틴, 비타민, 무기성분(미네랄), 기타 미량 유효 성분들을 충분히 함유되어 있어야 한다.
- **완벽하게 안전한 사과** : 과실에는 어떠한 농약성분이나 건강에 해로운 다른

외부 물질이 잔류되지 않아야 한다. 이러한 안전성에 대한 소비자의 요구는 날로 커져 가고 있다.

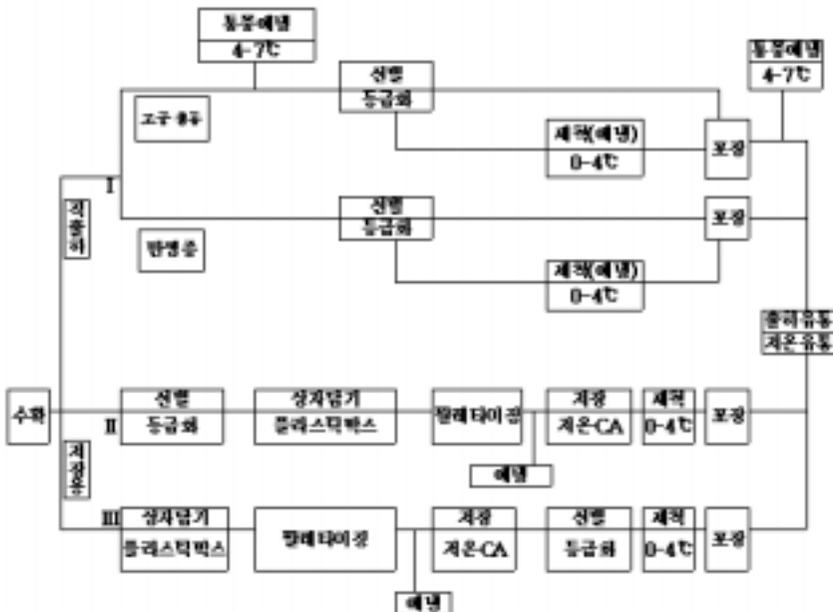
소비자와 유통업체에서 요구하는 이러한 품질요건을 완벽하게 갖춘 사과를 생산, 출하하여 생산자와 유통업자, 소비자들이 모두 함께 만족하는 가격이 결정되도록 하기 위해서는 수확시기와 수확 후 관리가 중요하다.

2) 수확 후 관리도

가) 성공적인 수확후 관리 원칙

- 저장출하계획에 따라 수확시기를 결정하고 엄격히 지킨다.
- 수확-출하-유통 모든 과정에서 손실을 일으키는 환경을 피한다.
- 모든 품질 기준은 소비 시점에 맞추어 저장-유통기간을 계획한다.

나) 출하목적에 따른 수확후 관리 흐름



- 직출하 조·중생 사과의 통풍예냉: 선별 전 혹은 상품화작업 후 선택 적용
- 세척기술: 사과 등급에 따라 선택적으로 활용

3) 수확

가) 수확시기의 결정의 중요성

품질 좋은 사과를 위해서는 재배자가 전문적인 지식을 갖추고, 과수원을 항상 주의 깊게 관찰하면서 제 때에 적절한 관리를 해 주어야 한다. 기상조건이나 생산기술도 중요하지만 수확을 언제 하느냐에 따라 품질이 크게 달라진다.

한 나무에서도 가지나 눈에 따라 꽃피는 시기가 다르고 광 조건이 다르며 동화물질의 전류와 축적에도 차이가 있으므로 모든 사과가 한꺼번에 성숙되지 않는다. 따라서 성숙정도에 따라 여러 번 나누어서 수확하여야 최적의 품질상태의 사과를 얻을 수 있다. 몇 번에 걸쳐, 한 번에 어느 정도의 사과를 수확하느냐는 성숙 정도, 품종, 주당 착과 수, 착색 정도, 경제성, 기타 요인들에 따라 달라진다.

예를 들면;

2번에 걸쳐 수확 : 골든 델리셔스, 홍로, 감홍 등

2~3번에 걸쳐 수확 : 홍옥, 후지 등

3번 이상 수확 : 갈라, 쓰가루, 화홍, 추광, 서광, OBRT, 조나골드 등

전정과 적과를 적절히 하면 과실의 크기가 고르고 성숙도 같은 시기에 이루어져 수확 횟수를 줄일 수 있다. 대부분의 품종에서 첫 번에 수확하는 사과가 품질이 좋고 저장 수명도 길다. 지나치게 굵은 사과는 수확을 늦추면 고두병 발생이 많아지고 저장력도 떨어져 좋지 않다. 착과량이 적은 나무의 사과는 대개 저장력이 크게 떨어진다. 따라서 장기 저장을 하고자 할 경우 알맞게 결실된 사과와 분리하는 것이 바람직하다.

(1) 수확지표 설정

- 수확 시기는 수확 후 출하계획에 따라 결정한다.
- 과실은 성숙후기에 최대의 크기와 중량을 보이는데 생산량을 늘리기 위해 수확시기를 늦추면 전체 수량은 증가할지라도 품질이 떨어지므로 품질과 생산량 두 가지 요인이 충족되는 시점을 잘 잡아야 한다.
- 조생종 출하시나 추석 명절에 가격이 높다고 하여 제대로 익지도 않은 과실을 수확하는 경우가 많은데 당장에는 이익이 되는 듯해도 결국에는 소비량의 감소를 불러일으켜 전반적인 가격 폭락의 원인이 될 수 있음을 인식해야 한다.
- 수확 후 바로 시장에 출하할 직출하 상품은 3~5일의 유통기간 중 품질변화만을 고려하면 되므로 착색도, 육질(경도), 식미(단맛-당 함량, 신맛-산

- 함량)이 충분히 발현되었을 때 수확한다. 다만 지나치게 성숙이 진행된 과실은 유통과정에서 급격하게 품질의 저하가 진행되므로 과숙은 피해야한다.
- 저장을 목적으로 할 경우에는 장기간의 품질변화를 고려해야 하므로 조직감이나 풍미를 기준으로 삼기 어렵다, 저장용 과실의 수확 시기는 전분반응 지수를 이용하여 결정한다. 특히 조생종은 수확 후 생리작용이 왕성하여 1개월 미만의 저장이라 하더라도 품질변화가 크게 나타나므로 적기수확이 필요하다.

(2) 수확시기판단을 위한 전분지수의 활용

- 사과와 성숙도 판정방법 중 가장 신뢰도가 높은 지표
- 과실 내 전분과 요오드용액과의 반응정도로 성숙도 판단
- 바로 수확한, 10℃ 이상 과실을 사용
- 낙과한 과실이나 냉장한 과실은 조사대상에서 제외

전분지수					
5	4	3	2	1	0
					
과심부만 소실	과심주위 소실	과심과 유관속 주위소실	70% 소실	90% 소실	완전 소실

<사과의 성숙도에 따른 전분지수>

(3) 기타 수확기 판정 지표

전분지수의 활용이 신뢰도가 가장 높은 방법이긴 하나 이외에도 수확기를 판정하는 방법은 여러 가지가 있다. 가장 일반적인 방법으로는 만개후 일수를 기준으로 하는 방법이 있다. 매년 기상조건에 따라 만개기 날짜가 조금씩 달라지므로 전분지수 활용법과 만개후 일수를 혼합한 판정지표를 이용하여 수확기를 결정한다. 수확기 판정에서 가장 중요한 점은 소비자가 과실을 구매하는 시점을 기준으로 과실의 특성이 잘 나타나도록 해야 한다는 것이다.

(가) 감각적 지표

① 크기와 모양

사과는 품종에 따라 고유한 모양과 크기가 있으며 소비자는 용도에 따라 좋아하는 크기와 모양에 대한 인식을 갖고 있다. 소비자의 기호성은 시대와 지역에

따라 달라지므로 품질기준이나 시장의 기호성을 참고하여 크기와 모양이 적당한지 결정한다.

② 과피 색깔

과실의 수확기 판정지표로서 전체적인 과피색, 지색(ground color), 내심 색깔, 과경의 색깔 등이 이용된다. 과피색은 품종 고유의 색깔이 발현되어야 한다. 최근에 착색증진을 위해 반사필름을 깔거나 적엽 등의 방법이 많이 이용되고 있어 지나치게 과실 색깔만을 보고 수확시기를 결정할 경우 적정 수확기를 놓쳐 저장력이 약해지거나 유통 기간 중 품질 저하가 생길 수 있으므로 주의한다.

③ 종자색

과실은 종자와 같이 성숙이 이루어진다. 사과는 성숙함에 따라 종자가 갈색으로 변한 정도에 따라 숙기판단이 가능하나 조생종에서는 성숙 상태가 되어도 종자가 변색되지 않은 경우가 있어 변색정도만 가지고 기준을 정하기는 어렵다.

④ 촉감, 조직감, 맛 등의 감각

먹었을 때 종합적으로 느끼는 과육의 조직감, 향기, 맛 등을 말하며 미각에 의한 수확기 판정의 신뢰도를 높이기 위해 객관성 있는 시료 선택과 함께 여러 사람이 함께 맛을 보고 결정해야 객관적인 수치를 얻을 수 있다.

(나) 물리적 지표

① 경도

과실의 단단한 정도를 측정하여 수치화한 것으로 과실의 성숙도와 수확기 판정의 지표로 많이 이용되고 있다. 같은 사과일지라도 쓰가루와 후지 품종의 적정 수확시 경도는 다르다. 저장 중 경도감소를 예측하여 소비 단계에서 소비자가 좋아하는 수준의 단단함이 유지될 수 있도록 수확시기를 결정한다. 그러나 경도는 재배 조건, 기상요인, 측정방식에 따라 경도 차이가 나므로 절대적인 지표가 될 수는 없다. 과실 크기에 따라 경도 차이가 심하게 나타난다. 큰 과실만을 가지고 경도 측정할 경우 전체 평균수치보다 낮은 경도를 보여 조기 수확을 유발하는 원인이 된다. 반대로 작은 과실만 이용할 경우 평균보다 높은 수치를 나타내어 수확기가 늦어져 장기 저장시 문제를 발생시킬 수 있으므로 주의한다.

(다) 화학적 지표

① 당 함량

전분 테스트와 함께 국내에서 많이 쓰이는 방법 중의 하나이지만 수확기 판

정보다는 품질 평가의 기준으로 이용되는 경우가 많다. 사과와 경우 성숙 기간 중 당 함량의 변화는 아주 서서히 일어나며 한 과원내에서 차이가 수확시기 판정에 이용하는데 어려움이 많다.

② 산 함량

과실의 신선한 맛은 과일에 함유된 유기산의 효과이다. 유기산 함량은 성숙기까지 증가하다가 숙성이 진행되면서 호흡 기질로 급격히 감소한다. 당 함량과 마찬가지로 수확시기 판정지표로 이용하기는 어렵고 산 함량측정도 실험실에서 수행해야 하므로 실용적으로 이용하기 어려운 지표다.

(라) 생리대사의 변화

① 호흡속도와 에틸렌 발생

과실은 성숙과 숙성 과정 중 많은 생리 대사의 변화가 일어나며 이중 호흡속도와 에틸렌 발생량 등은 중요한 수확 지표로 이용된다. 호흡속도나 에틸렌 발생량, 과실 내부 에틸렌 농도 등은 고가의 장비가 없이는 측정이 불가능하지만 다른 어떤 지표보다 정확한 판단의 기준이 될 수 있다. 그러나 현장에서 재배자들이 실용적으로 적용하기는 어렵다.

나) 조생종 ‘쓰가루’ 품종의 출하계획별 수확시기 결정

(1) 전분지수 활용

장기저장용(3~4개월) ‘쓰가루’는 전분지수 4~3.5 수준에서 수확하고 2개월 미만 저장용 ‘쓰가루’는 전분지수 3~2.5 수준에서 수확한다.

품종	반응	수확후 출하계획		
		장기저장(CA)	단기저장(저온)	단기보관 - 직출하
쓰가루	발색정도			
	소실정도	과심 주위 소실	유관속 주위 소실	70%이상 소실
	전분지수	4	3	2 이하

<저장용 ‘쓰가루’ 사과의 수확시기 결정을 위한 전분지수>

(2) 저장용 과실의 재배관리

저장용 과실은 수확시기를 앞당겨야 하므로 착색이 제대로 이루어지지 않는 시기에 해당한다. 따라서 저장용 ‘쓰가루’ 과실은 봉지 씌우기, 반사필름 사용 등 착색관리를 위한 기술을 적극 활용해야만 고품질의 저장용 과실을 얻을 수 있다.

다) 중생종 ‘홍월’ 품종의 출하계획별 수확시기 결정

(1) 수확시기의 결정

‘홍월’ 품종은 성숙과정에 도달하면 급격하게 이화학적 품질요인의 변화가 일어나므로 만개 후 경과일수를 기준으로 10일 이전부터 전분지수를 비롯한 색깔, 식미 등을 조사하여 수확시기를 결정한다.

(2) 중생종 품종의 숙기 예측을 위한 만개 후 일수

품종	숙기 도달 만개후 일수
홍로, 추광	125 ~ 140일
새나라, 홍월	130 ~ 145일
후지 조숙계 (고을, 히로사키 등)	140 ~ 155일
세계일	150 ~ 160일
양광, 홍옥	155 ~ 165일
감홍	160 ~ 170일

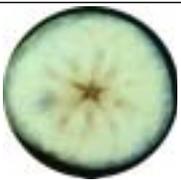
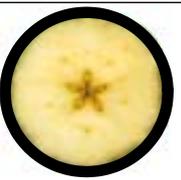
(3) 색깔

- 품종 고유의 색깔이 과실 전면에 난 때를 저장용으로 결정한다.

(4) 당도(식미)

- 12 °Brix에 도달한 시기에 수확한다.

(5) 전분지수 활용

품종	반응	수확후 출하계획		
		장기저장(CA)	단기저장(저온)	단기보관 - 직출하
홍월	발색정도			
	소실정도	70% 소실	70-90% 소실	90% 이상 소실
	전분지수	2	2-1	1 이하

<저장용 ‘홍월’ 사과의 수확시기 결정을 위한 전분지수>

라) 만생종 ‘후지’ 품종의 출하계획별 수확시기 결정

(1) 만개기를 기준으로 한 수확시기 예측수확지표 설정

‘후지’ 사과는 만개후 170~185일 사이에 성숙단계에 도달하며 연도와 지역에 따른 만개기의 차이에 따라 수확시기를 예측한다.

지 역	만개기	수확기 예측
안 동	4월 30일±3일	10월 14일~11월 4일
군 위	4월 28일±3일	10월 12일~11월 2일
청 송	5월 2일±3일	10월 16일~11월 6일

<경북지역 평균 만개기에 따른 예측수확시기>

(2) 전분지수에 따른 출하계획별 수확시기 결정

품종	반응	수확후 출하계획		
		장기저장(CA)	단기저장(저온)	단기보관 - 직출하
후지	발색정도			
	소실정도	70% 소실	90% 소실	완전 소실
	전분지수	2	1	0

<저장용 만생종 ‘후지’ 사과의 수확시기 결정을 위한 전분지수>

마) 수확 준비

수확은 적과작업 못지않게 일시에 많은 인력을 요하는 작업이다. 필지마다 짧은 기간내에 수확을 마쳐야 하기 때문에 수확 계획과 준비를 잘 하여야 한다.

(1) 우선 필지, 대목, 품종에 따라 성숙정도를 잘 파악하여야 하므로 예정 수확기 1-2주전부터 2-3일 간격으로 숙기 검사(전분지수)를 할 필요가 있다. 첫 수확을 언제 할 것인가는 물론 며칠 간격으로 몇 번에 걸쳐 수확할 것인가를 결정하는 것도 중요하다.

(2) 과원당 수량이 어느 정도 될 것인가를 추정하고 몇 회에 나누어 수확할 것이며 한 사람이 하루에 얼마를 수확할 수 있는지를 결정하여 소요 인력을 조달하도록 한다. 경영규모가 큼에도 가족 인력으로만 수확할 경우는 제때에 수확하지 못하고 과숙되어 과신품질과 저장력에 나쁘게 작용하는 경우가 자주 있는데 바람직하지 않다.

(3) 수확바구니, 사다리, 상자, 운반장비 등을 점검하여 충분히 확보해 두고 집하공간이나 저장고 등도 미리 정리해 두어야 한다.

(4) 숙기 검정을 통해 수확개시기를 정확하게 결정하여야 하지만 최종 수확을 언제 마칠 것인지에 대해서도 신경을 써야 한다. 너무 늦게 수확하여 과숙된 사과를 적기에 수확한 사과와 함께 저장할 경우 손실이 많아질 수 있다.

(5) 품종마다 수확적기가 있는데 이는 해에 따라, 표고, 결실량 등에 따라 달라지게 마련이다. 기본적으로 수확이 개시되면 1주일 내에 마치는 것이 좋다. 특히 분질화가 잘되는 품종에서는 후숙 수확을 너무 늦게 잡지 않도록 한다. 착색이 잘되지 않는 품종에서도 차기 수확까지 기간이 1주일을 넘어서는 안된다. 남부 평야지에서는 산간 내륙지방보다 성숙이 빠르게 진행되므로 수확도 단기간에 마치도록 한다.

(6) 수확한 사과는 가능하면 빨리 저장고에 넣어 과실의 온도를 떨어뜨리면 저장력이 좋아진다. 수확한 사과는 온도가 높은 낮에 수송하는 것 보다는 과수원에서 밤을 지내게 하고 다음날 이른 아침에 운반하여 저장고에 넣으면 사과의 온도가 낮아 저장고에서 저장온도까지 빠르게 떨어뜨릴 수 있고 전기도 절약된다.

품질 및 저장력 요소	수확시기		
	너무 빠름	적기	너무 늦음
과실 크기와 착색	-	+	+
풍미	-	+	(+)
저장 중 고두병, 주름발생	-	+	(-)
저장 중 과피갈변현상	-	+	-
저장 중 과육갈변현상	+	+	-
밀발생	+	+	(-)
저장 중 부패	(+)	+	-
저장 가능 기간	(+)	+	-

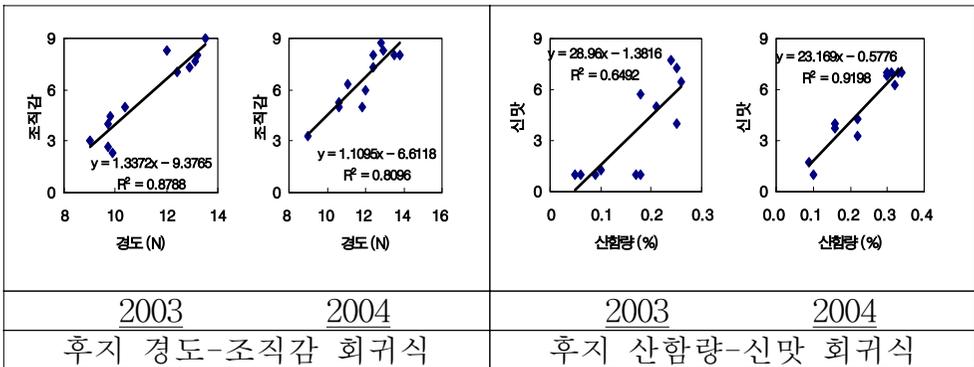
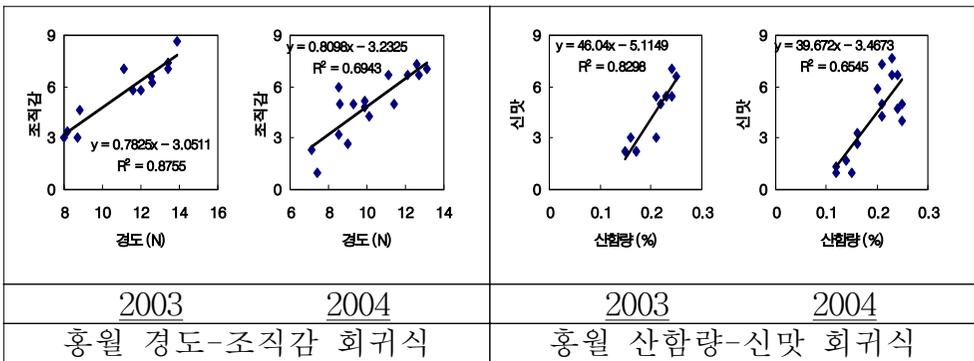
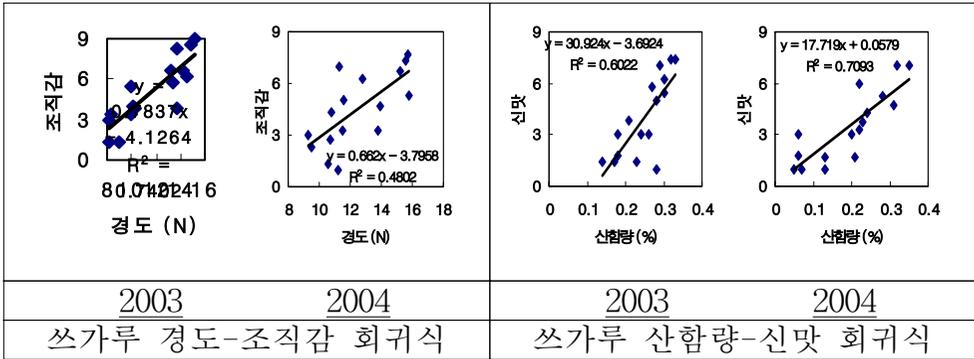
<수확시기가 사과의 품질과 저장력에 미치는 영향>

+ : 유리, - : 불리, () : 상황에 따라

4) 사과의 소비품질 평가 기준

- 소비자 입장에서 적합한 수준으로 판단되는 관능조사 지수 5.0 기준
- 품종 간 차이가 있으며 동일 품종에서도 연도간 다소의 변이가 있음

품종	소비품질 한계점	
	과육경도 (N/5 mm Φ)	산함량 (%)
쓰가루	12.5	0.28
홍월	10.0	0.23
후지	10.7	0.16-0.23



5) 품질저하 주요원인

가) 수확 후 생리적 특성: 수확 후에도 증산, 호흡 등 대사작용이 계속됨.

- 증산: 수분손실 → 중량 감소, 위축 증상, 조직감 저하
- 호흡: 산함량 감소, 당함량 저하 → 식미 저하
- 숙성호르몬 에틸렌에 의한 노화: 조직감 저하, 노화관련 장애

나) 수확 후 관리기술 적용 효과

- 온도관리: 저온을 유지함으로써 호흡, 증산 및 기타 효소활성 억제
미생물의 증식억제 → 부패에 의한 손실 감소
- 습도관리: 수분탈취 방지 → 중량감소 저하, 조직감 유지
- 기체 환경 관리
CA 환경 조성 → 호흡, 에틸렌 합성 및 작용 억제
에틸렌 분해 및 제거 → 조직감 유지, 숙성 지연

6) 저장, 출하 전처리

가) 산지유통센터 반입

- 수확한 과실은 가능한 빠른 시간 내 유통센터로 반입
- 반입이 지연될 경우 그늘에 보관
- 반입물량의 산정:
당일 선별가능물량 + 입고(단기보관 + 저장) 가능물량

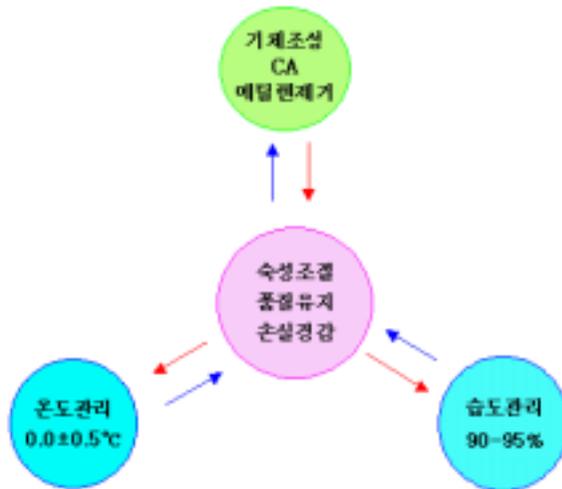
나) 저장 및 유통 전처리 과정

- 출하계획에 따라 적절한 전처리 작업을 수행

출하계획		유통센터 전처리 작업 관리
직출하	기본원칙	- 수확 후 직사광선에 노출되지 않도록 관리 - 선별 후 예냉 → 저온유통
	조·중생	- 수확 및 출하시기가 비교적 고온기 → 수확 후 바로 선별 → 예냉 → 저온유통
	만생	- 수확시기가 저온기 → 과수원 야적시 야간 동해 피해 주의 - 수확 후 및 출하 전 부가적인 예냉 불필요
저장	기본원칙	- 기본적으로 저장고 냉장용량이 충분한 경우 → 예냉을 거치지 않고 바로 저온저장 → 저장고 내에서 빠른 시간 내 온도 저하
	단기	- 연말연시 등 특정상품 출하 목적: 중량선별 후 구분 저장
	장기	- 수확, 운반용 플라스틱 박스채로 바로 저온 저장 → 출하 전 선별 및 출하

7) 저장환경관리

가) 저장고 환경관리 요인



나) 온·습도 및 CA 환경 관리

온도 관리	수확후 바로 입고 → 최단시간 내 0℃ 도달 → 온도편차 최소화, 적정 제상주기 설정
습도 관리	90-95% 유지를 위한 기기 설계 및 관리 필요시 가습: 분무입자가 미세할수록 가습효과 우수

품종	CA환경		
	적정 CA 범위 (% O ₂ + % CO ₂)	산소 한계농도	이산화탄소 한계농도
후지	1-3 + ≥ 1.0	≥ 0.5%	1.0%
일반 품종	1-3 + 1-5	≥ 1.5%	≥ 5.0%

- 제상: 저온저장고의 제상은 한번에 15~30분씩 하루 4~6회 정도
제상 후에는 저장고 온도가 잠시 올라가므로 자주 냉각기에 얼음이 끼는 정도를 살펴보면서 불필요하게 자주 제상이 되지 않도록 관리

다) CA 저장

(1) CA 저장의 효과

- 저장기간 연장 및 유통 중 품질유지 효과

품종	저장 가능기간(월)		유통 품질 유지기간(일)	
	저온저장	CA저장	저온저장 과실	CA저장 과실
후지	4	12	5~7	10~15

- 저온저장 사과와의 품질우위
→ 수입사과의 경쟁력 확보
→ 수출 경쟁력 제고
- 다양한 품종을 연말까지 시장에 출하 → 소비시장 확대

(2) '후지' 사과 CA 저장 전제조건

수확시기	- CA저장용 '후지' 사과: 10월 20일 이전 수확완료 - 연도간 성숙도 차이 고려: 요오드반응 지표 활용
과실특성	- 밀증상이 심한 지역의 과수원: CA 저장 회피 - 가능하면 유대과를 저장하는 편이 안전
CA 설정	- 입고 후 3주 정도 0℃ 저온저장 후 CA 조성
CO ₂ 농도	- CA 저장 3개월까지: 0.0-0.5%를 유지 - 이후: 1%를 넘지 않도록 철저한 관리
전문인력	- 전문인력의 현장 상주가 필수조건 - 모든 저장고 환경 데이터 보존
종합판단	- 재배 및 저장 전문가의 판단에 따라 수확 및 저장 프로그램을 수행 - 모든 조건이 충족되지 않는 해: 저온저장 대체

8) 선별

가) 표준규격

(1) 등급규격

등급 항목	특	상	보통	
고르기	무게 구분표상 무게가 다른 것이 섞이지 않은 것	무게 구분표상 무게가 다른 것이 섞이지 않은 것	특·상에 미달하는 것	
무게	[중] 이상인 것	[소] 이상인 것		
색택	후지	60% 이상		40% 이상
	홍로	70% 이상		50% 이상
	조나골드	60% 이상		40% 이상
	쓰가루	20% 이상		10% 이상
	세계일	60% 이상		40% 이상
당도	후지	14 °BX 이상인 것		12 °BX 이상인 것
	홍로	12 °BX 이상인 것		10 °BX 이상인 것
	조나골드	11 °BX 이상인 것		10 °BX 이상인 것
	쓰가루	12 °BX 이상인 것		10 °BX 이상인 것
	세계일	12 °BX 이상인 것		10 °BX 이상인 것
신선도	윤기가 나고 껍질의 수축현상이 나타나지 않은 것	윤기는 다소 약하나 껍질의 수축현상이 나타나지 않은 것		
가벼운 결점	없는 것	날개 비율로 5% 이하		

(2) 무게 구분

호칭 구분	품 종	특 대	대	중	소
1개의 무게 (g)	후 지	375 이상	375 미만 300 이상	300 미만 250 이상	250 미만 215 이상
	홍 로	375 이상	375 미만 300 이상	300 미만 250 이상	250 미만 188 이상
	조나골드	375 이상	375 미만 300 이상	300 미만 250 이상	250 미만 215 이상
	쓰가루	250 이상	250 미만 215 이상	215 미만 188 이상	188 미만 167 이상
	세계일	500 이상	500 미만 375 이상	375 미만 300 이상	300 미만 250 이상

※“소” 이하는 “특소”로 표시할 수 있다.

나) 고품질 브랜드 상품 규격

- 유기농 사과: 안전성 강조를 위한 세척상품화
- 세척 및 날개포장은 상품 등급에 따라 선택적으로 활용
- 시장요구에 부응하는 고품질 상품: 품종별 통일규격 적용

품종	고품질 차별화 규격				
	무게(g)	당도	색택		과형(L/D)
			Hunter a	착색비율	
후지	300 이상	14 이상	25 이상	90% 이상	0.87 이상

다) 색깔 선별의 개관적인 기준: 표준 샘플

품종	등급규격별 표준색도			
	특		상	
후지				
쓰가루				
홍로				

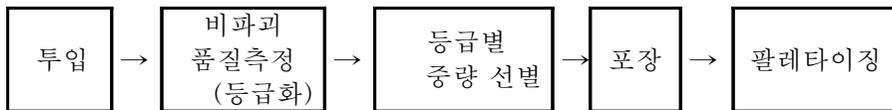
라) 결점과 유형

결점과 유형					
					
병해	충해 조류 피해	과피바점	동노기형	열과	물리적 손상

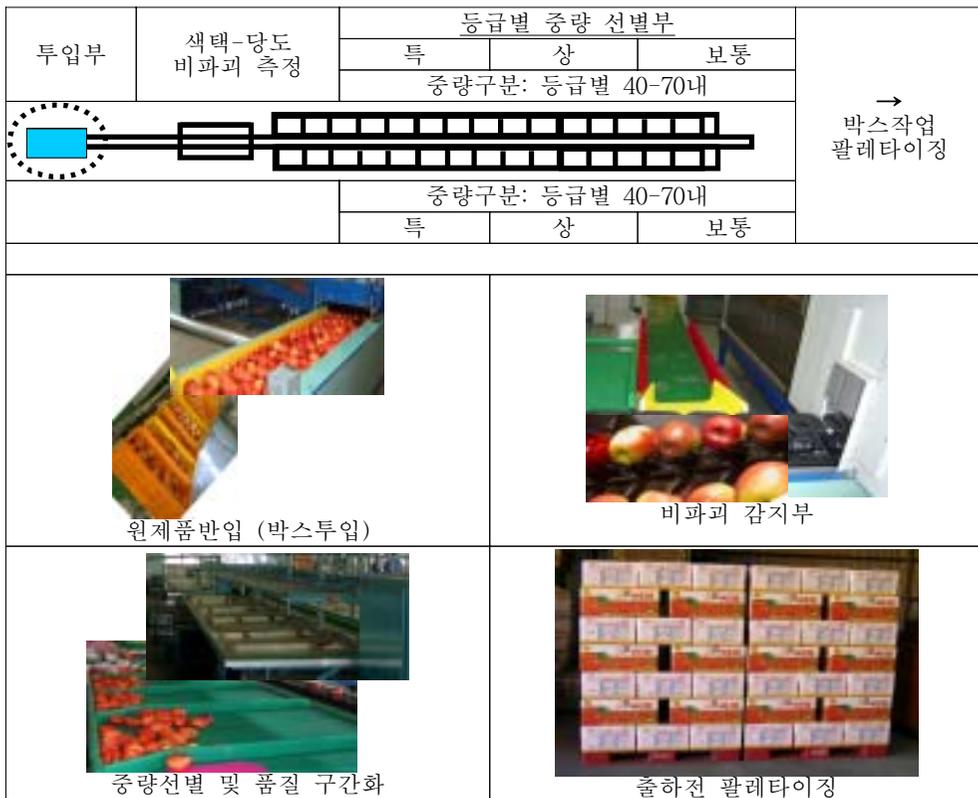
9) 상품화

가) 상품 선별

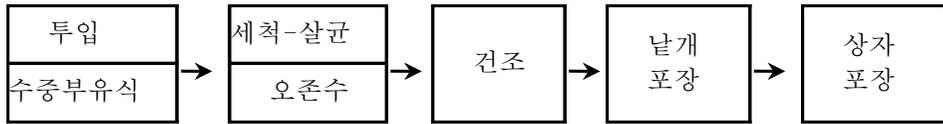
(1) 선별 과정



(2) 선별라인 구성



나) 세척 사과 상품화 과정



다) 포장

(1) 포장박스 치수: 국립농산물 품질관리원 기준 적용

거래단위	포장재 종류 및 내포장 방식	포장치수(mm)		
		길이	너비	높이
3kg	골판지(산물용)	366	275	110
5kg	골판지(산물용)	314	235	170
	골판지(속받침틀용)	550	366	110
10kg	골판지(속받침틀용)	510	360	190
15kg	골판지(속받침틀용)	510	360	280
	골판지(산물용)	440	330	270

(2) 의무표시사항: 품목, 산지, 품종, 등급, 무게 또는 개수,
생산자 또는 생산자단체 명칭 및 연락처(전화번호)

(3) 포장 단위



외포장 의무 표시사항
표기부



5kg 포장 (골판지, 1단
속받침틀용)



10kg 포장 (골판지,
2단속받침틀용)



15kg 포장 (골판지,
3단속받침틀용)

10) 출하-유통관리

가) 유통관리

(1) 유통 효율화 방안

- 공동선별·포장 및 공동브랜드화로 규격화된 상품의 유통
- 산지유통시설을 활용한 품질의 등급·규격화 정착 유도
- 차별화된 브랜드 개발 및 브랜드 관리
- 팔레트의 규격에 따라 효율적인 적재(팔레타이징) 방안 강구



(2) 수송·유통 과정에서의 품질관리 방안

- 저온유통체계(7-10℃ 권장)로 수송하여 신선도 유지
- 상온수송이 불가피할 경우 가능하면 외기온이 낮을 때 수송
- 과도한 적재를 삼가고, 운송시 진동으로 인한 압상 방지

11) 저장-유통 프로그램

가) ‘쓰가루’

수확 성숙도 (전분지수)	저장기술	유통조건	저장가능기간 (일)
 전분지수 3.0-2.5	저온저장	상온	>30
		저온	45~60
	CA저장	상온	75~90
		저온	100~110
 전분지수 4.0-3.5	저온저장	상온	30~45
		저온	60
	CA저장	상온	90
		저온	120

나) ‘홍월’

수확 성숙도 (전분지수)	저장기술	유통조건	저장가능기간 (일)
 전분지수 1.5	저온저장	상온	30-45
		저온	60-90
 전분지수 2.0	CA저장	상온	90-120
		저온	120

다) ‘후지’

수확 성숙도 (전분지수)	저장기술	유통조건	저장가능기간 (일)
 전분지수 1.0	저온저장	상온	120
		저온	120
	CA저장	상온	240일 이상
		저온	240일 이상
 전분지수 2.0-1.5		상온	150
		저온	180
	CA저장	상온	240일 이상
		저온	240일 이상

부록: 전분지수 조사를 위한 요오드 용액 제조 및 조사 방법

가. 원리

- 과실 내 전분과 요오드 용액과의 반응 정도로 성숙도 판단

나. 요오드 용액의 제조 및 보관

- 1) 조제: 전분반응용 시약은 따뜻한 증류수 100ml에 5g의 요오드칼륨(KI)을 녹여서 약 5%의 요오드칼륨 용액을 만든 다음 다시 여기에 1g의 요오드(I)를 녹여서 만든다. 요오드는 물에 잘 녹지 않으므로 요오드칼륨을 먼저 녹인 후 여기에 요오드를 녹이는 순서에 따른다.

2) 요오드 용액의 취급요령

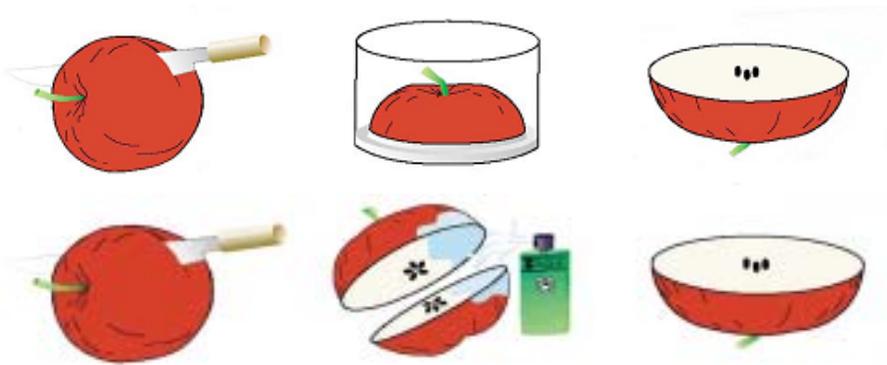
- ① 요오드 용액은 매년 과실 수확기에 새로 조제하여 사용하고 10℃ 이상의 온도에서 보관하여야 한다.
- ② 요오드 용액은 빛에 아주 민감하기 때문에 어두운 곳에 보관하여야 한다.
- ③ 이 용액은 독성이 강하므로 취급에 각별히 주의하여 어린이나 동물들이 닿지 않은 곳에 보관하여야 한다.

다. 조사 시기 및 과실 시료의 선택

- 1) 조사는 수확 예정일 4주전부터는 5~7일 간격으로 조사하고 수확예정 2주전부터는 2~3일 간격으로 조사한다
- 2) 과원 포장 전반에 걸쳐 수세가 가장 표준이 될 수 있는 나무 3-4주를 선택한다.
- 3) 한 나무에서는 수관부 밖, 안을 구분하여 평균 크기에 도달한 과실을 바깥쪽에서 3개, 안쪽에서 3개를 따낸다.
- 3) 바로 수확한, 10℃ 이상 과실만을 사용한다
- 4) 낙과한 과실이나 냉장한 과실을 조사해서는 안된다.

라. 전분반응 조사과정

- 1) 과실의 적도부를 횡으로 절단한다.
- 2) 과실 자른 면을 요오드 용액에 10초 정도 침지하거나 과실시료가 많을 때는 절단면이 위로 오도록 여러 개의 과실을 배치한 후 요오드 용액을 살포해도 된다.
- 3) 요오드 용액을 침지하여 꺼낸 후 혹은 살포 후 5분이 지났을 때 발색정도를 조사하여 전분지수 차트와 비교한다.



과실 적도부를
횡으로 절단

과실을 자른 면을
침지하거나 요오드 용액을
살포

5분 후 발색정도를
전분차트와 비교

<사과의 전분지수 조사 과정>

바. 주요 사과 품종의 품질 등급화를 위한 지표

1) 쓰가루

쓰 가 루



1- >80% 착색(과숙)



2- >50% 착색



3- >30% 착색



4- >10% 착색



5-미착색



6-미착색

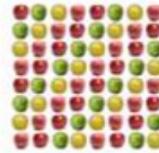
Tsugaru



과일 및 생육 특성

- ✓ 골덴 델리셔스 × 홍옥, 1975년 일본 아오모리 사과 시험장에서 육성
- ✓ 수확기는 8월 중하순경, 낙과 문제로 대부분 미숙 상태로 수확
- ✓ 낙과발생 억제제를 사용하여 9월 상순경까지 수확기 연장 가능
- ✓ 오랜 기간동안 국내의 대표적인 조생종 사과품종

주요 사과 품종의 품질 등급화를 위한 지표



경북대학교 과수학연구소
연동대학교 품질관리연구소

재배상의 유의점

- ✓ 반점낙엽병에는 강하나 검은 별무늬병 및 흰가루병에 약하다.
- ✓ 수확전 낙과가 심하고 과경부에 동녹이 쉽게 발생한다.
- ✓ 낙과방지제(2.4-DP, AVG)를 살포하고 수확은 2-3회로 나눠 한다.
- ✓ 동녹 발생이 많으므로 유과기에 약제 살포시 약제 선택에 주의를 요한다.
- ✓ 해발이 낮고 기온이 높은 지역은 착색이 불량하고 낙과발생이 많다.
- ✓ 품종 고유의 착색과 맛을 내기 위해서는 미숙과 출하를 자제해야 한다.
- ✓ 수세 유지에 유의하고 가지발생이 어려운 품종이므로 결과지 확보를 위해 절단전정 필요하다.

2) 선홍

선홍



1-전면 착색(비대칭과)



2- >80% 착색



3- >50% 착색



4- >30% 착색



5-미착색



■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 홀로 × 추광, 1992년 원예연구소에서 육성, 단과지형 품종
- ✓ 수확기는 8월 중하순경, 선홍색으로 전면 착색
- ✓ 조생종이며 대과종으로 풍산성
- ✓ 지나치게 대과로 키우면 열과가 많이 발생

■ 재배상의 유의점

- ✓ 액화아가 많으므로 조기에 적화 및 적과 한다.
- ✓ 앞에 가린 과일은 착색이 불량하므로 수확기에 적엽 등을 실시한다.
- ✓ 수세가 일찍 떨어지고 노쇠해지기 쉬우므로 재식시 대목노출을 적게 하여 수세를 유지한다.
- ✓ 유목기에는 과일 균일도가 떨어지므로 수세를 조기에 안정시킨다.
- ✓ 점무늬낙엽병과 탄저병에 약하므로 낙화 후 10일부터 예방 위주로 전용 약제를 살포한다.
- ✓ 성숙기에 한발과 과습이 반복되면 열과가 증가한다.
- ✓ 관수 및 배수를 통하여 토양수분이 일정하게 유지하도록 관리한다.

3) 시나노스위트

시나노 스위트



1-전면 착색(과숙 후기)



2- 전면 착색



3- >80% 착색



4- >50% 착색



5 - >30% 착색



6- 미착색



1- 전면 착색



2- >80% 착색



3- >50% 착색



4- >30% 착색



5- 미착색



■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 후지 × 쓰가루, 1993년 일본 나가노현과수시험장에서 육성
- ✓ 속기는 9월 하순경, 과피색은 농홍색으로 줄무늬가 발현
- ✓ 단과지형 품종으로 수확전 낙과가 없으며 조기 결실성이며 풍산성
- ✓ 지나친 대과는 품질과 착색이 불량

■ 재배상의 유의점

- ✓ 해발이 낮고(해발 300m 이상이 적지) 온도가 높은 지역에서 착색이 다소 불량하다.
- ✓ 착과량이 많으면 수세가 떨어지기 쉽다.
- ✓ 측지 발생이 적으므로 유목기에 아상과 절단전정을 한다.
- ✓ 수세는 중 정도이며 단과지 형성이 잘된다.
- ✓ 결실년령이 빨라 조기 다수확이 가능하다.
- ✓ 대과일 경우 과심공황이병이 생기기 쉽다.
- ✓ 성과기 주간부에 결실이 많이 되므로 측지를 확보하기 위해 적절한 적과가 필요하다.

4) 양광

양광



1- 전면 착색(과숙 후기)



2- 전면 착색(과숙 초기)



3- 전면 착색



4- >80% 착색



5- >50% 착색



6- >30% 착색

Yoko



■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 골든데리셔스의 자연교잡실생, 1973년 일본 군마현 원예시험장에서 육성
- ✓ 속기는 10월 상순경, 과피색은 농홍색이며 특유의 향
- ✓ 수확전 낙과가 거의 없으며 풍산성
- ✓ 점무늬 낙엽병에는 강하나 탄저병에 약함

■ 재배상의 유의점

- ✓ 해발이 낮은 지역에서도 비교적 착색이 양호하다.
- ✓ 과정부에 동녹 발생이 많아 봉지재배가 필요하다.
- ✓ 지역과 기상 조건에 따라 착색이 진행되면서 낙과가 발생하므로 적기에 수확을 한다.
- ✓ 과다시비에 의한 고두병 발생이 심하기 때문에 질소 과용은 피한다.
- ✓ 왜화재배에서는 수세가 떨어지기 쉬우므로 수세를 적절히 유지한다.
- ✓ 측지 발생이 어렵기 때문에 결과지 확보를 위해 아상처리와 절단전정이 필요하다.

5) 감홍

감 홍



1- 전면 착색(과숙)



2- 전면 착색



3- >80% 착색



4- >50% 착색



5- >30% 착색

Gamhong



■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 스피어리브레이크스 × 스피어골든데리셔스, 1981년 원예연구소에서 육성
- ✓ 수확기는 10월 상순경, 과피색은 선홍색이며 줄무늬 다소 발현
- ✓ 단과지형 품종으로 꽃눈 형성이 잘되고 풍산성
- ✓ 수확전 낙과 및 열과는 없으나 동녹과 고두병 발생이 심함

■ 재배상의 유의점

- ✓ 무대재배시 동녹발생이 심하므로 적과시 중심과를 남기고 낙화 후 30일까지 약제선택과 살포방법에 주의해야 한다.
- ✓ 동녹방지를 위해 봉지재배가 필요하다.
- ✓ 고두병 예방에 칼슘제제(초산칼슘, 0.3%) 엽면살포 효과가 크므로 적과 후 봉지씹우기 전에 2회, 봉지 벗긴 후 1~2회 정도 살포한다.
- ✓ 칼슘이 함유된 봉지를 씹우는 것으로 고두병 경감 효과가 있다.
(칼슘봉지 문의: 상주대학교 경인규 교수, 054-530-5232)
- ✓ 측지발생이 어렵고 나무세력이 떨어지면 빈가지가 많이 생기기 쉬우므로 수세를 유지하고 절단전정을 적절히 한다.

6) 히로사키

히로사키 후지

Hirosaki Fuji



1- 전면 착색

- ✓ 일본 아오모리현에서 선발된 후지의 조속계 아조변이
- ✓ 수확기는 9월 중하순경, 줄무늬 전면착색
- ✓ 변이가 발생하고 현재 국내에서 검토가 미흡



2- 전면 착색



3- >80% 착색, 상품과



4- >50% 착색



5- 착색 초기, 줄무늬

7) 화홍

화 홍



1- 전면 착색



2- >80% 착색



3- >50% 착색

■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 후지 × 세계일, 1980년 원예연구소에서 육성
- ✓ 숙기는 10월 중하순경, 황녹색 바탕에 농홍색
- ✓ 단과지형 품종으로 직립지에도 비교적 꽃눈 형성이 양호
- ✓ 동녹이 적고 착색이 잘되어 무대재배 가능

Hwahong



■ 재배상의 유의점

- ✓ 단과지형 품종으로 과다결실이 우려되므로 적절한 적과가 필요하다.
- ✓ 착색과 비대가 빨라 조기 출하가 가능하나 품종 고유의 품질을 얻기 위해서는 충분히 성숙되었을 때 수확한다.
- ✓ 수확기가 늦어지면 낙과가 발생하고 저장력이 떨어진다.
- ✓ 점무늬 낙엽병과 부패병에는 강하나 탄저병에 약하다.
- ✓ 밀식재배형 품종으로 후지보다 20%이상 밀식이 가능하다.
- ✓ 착색과 과형은 후지보다 우수하나 식미가 떨어지므로 연내에 출하를 마무리 한다.

8) 후지

후 지



1- 전면 착색



2- 전면 착색



3- >80% 착색



4- >50% 착색



5- >30% 착색



6- 미착색



1- 전면 착색



2- >80% 착색



3- >50% 착색



4- >30% 착색



5- 미착색

Fuji



■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 국광 × 대리서스, 1939년 일본 원예시험장에서 육성
- ✓ 숙기는 10월 하순이고 과피는 선홍색이고 줄무늬가 선명
- ✓ 식미가 양호하고 저장성이 강함
- ✓ 국내 대표적인 만생종 품종

■ 재배상의 유의점

- ✓ 해에 따라 꼭지 열과와 변형과 발생이 많다.
- ✓ 수세가 강하여 밑식장해가 일어나기 쉬우므로 수세를 조기에 안정화 시킨다.
- ✓ 겹무늬썩음병, 흑성병 및 조피병에 약하다.
- ✓ 착색이 잘 안되는 품종으로 잎따기, 반사필름 이용 등 재배적 조치가 필요하다.
- ✓ 대과이거나 질소 비료 과다시 고두병이 발생한다.
- ✓ 과숙시 밑 증상이 많이 발생하고 저장 중에 과육부가 갈변되므로 적기에 수확한다.

9) 료까

료 까

Ryouka



1- 전면 착색(과숙 후기)

과일 및 생육 특성

- ✓ 후지와 스타킹 혼식원에서 선발된 우연실생
- ✓ 숙기는 9월 중하순, 전면 착색계
- ✓ 추석이 이른 해에는 미숙과 출하를 방지하기 위해 적기에 수확



2- 전면 착색(과숙 초기)



3- 전면 착색



4- >80% 착색



5- >50% 착색

10) 미시마 후지

미시마 후지



1- 전면 착색(과숙 초기)

Misima Fuji



2- 전면 착색



3- >80% 착색



4- <50% 착색

■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 후지 착색계 아조변이 계통
- ✓ 숙기는 10월 하순~11월 상순
- ✓ 후지에 비해 착색은 양호하나 식미, 품질, 저장력은 동일
- ✓ 최근 도입된 품종으로 국내 검토가 미흡

11) 기쿠 8 후지

기쿠 8 후지



1- 전면 착색(과숙 초기)

Giku 8 Fuji



2- 전면 착색



3- >80% 착색

■ 과일 및 생육 특성

- ✓ 후지의 아조변이 계통
- ✓ 숙기는 10월 하순~11월 상순
- ✓ 후지에 비해 착색이 양호하고 줄무늬가 비교적 선명
- ✓ 국내 검도가 미흡

12) 국내 육성 품종



홍로



서감



추감



새나라



화랑



홍로(영과)

과일 및 생육 특성

홍로

- ✓ 스퍼어리브레이크스×스퍼골덴 데리셔스, 1980년 원예연구소에서 육성
- ✓ 과다결실시 수세가 약해지고 말증상이 심함
- ✓ 조기결실성, 풍산성이며 수확 전 낙과가 없음
- ✓ 점무늬낙엽병 및 역병에 약하고 주간부에 검무늬썩음병이 발생

서광

- ✓ 모리스데리셔스×갈라, 1982년 원예연구소에서 육성
- ✓ 숙기는 8월 상, 중순이고 화분량이 많아 수분수로 적당
- ✓ 극조생종으로 과숙시 분질화되기 쉽고 낙과가 심함

추광

- ✓ 후지 × 모리스 데리셔스, 1982년 원예연구소에서 육성
- ✓ 단과지형으로 꽃눈착생은 많으나 착과량이 적은 편
- ✓ 분질화되기 쉽고 저장성이 약하며 고두병이 잘 발생
- ✓ 칼슘 부족시 과정부에 흑색반점이 발생하므로 석회를 충분히 시용

새나라

- ✓ 스퍼어리브레이크스×골덴 데리셔스, 1981년 원예연구소에서 육성
- ✓ 조생종으로 동녹 발생이 적고, 열과 및 수확전 낙과가 거의 없음
- ✓ 점무늬낙엽병, 탄저병 및 갈반병에 약함
- ✓ 음광부분은 착색이 불량하므로 투광조건을 개선하는데 노력

13) 외국 육성 품종



산사



로얄 후지



시나노 골드



마오리 9호



갈라



핑크레이디



홍 목



죤나골드



미야마



희 상



나가후 12호



홍장군



망림



시나노 레드



나가후 6호

14) 생리장해



고두병



고두병



밀 병



꼭지 열과



동 녹



위 조

15) 병해충 피해 과일



복숭아순나방 (후지)



앞말미나방 (후지)



검무늬썩음병 (갈라)



복숭아순나방(후지)



흡즙나방 (후지)

16) 저장 중 장애 과일



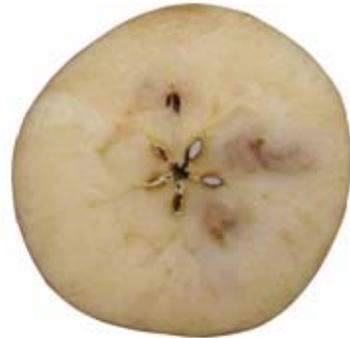
푸른곰팡이병



잿빛곰팡이병



동결장애



이산화탄소 장애



껍질데병



물리적 손상

17) 착색과 Hunter 값(L, a, b)



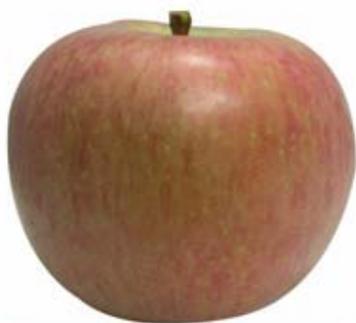
42-30-16



52-25-23



50-20-27



52-15-21



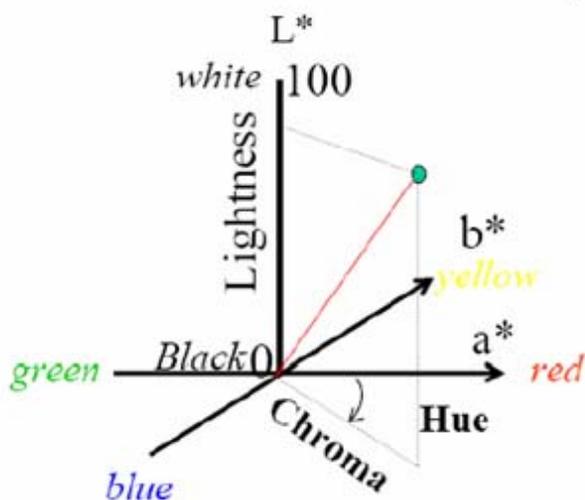
63-10-26



61-5-26



65-0-32



○ Hunter 값의 의미

- L: 명도(밝기)
- a: 색상(색깔), Red~Green
- b: 채도(선명도), Blue~Yellow

○ 사과는 붉은 색이 판정의 기준: a값 높을수록 붉다.

18) 수확기 판단(전분 지수)



1 (과심부 소실)

○ 저장용 후지 품종의 수확기 판단

- 즉판매용: 전분지수5 (완전 소실)
- 단기저장: 전분지수4 (90% 소실)
- 장기저장: 전분지수3 (70% 소실)



1.5



2 (과심주위 소실)



2.5



3 (70%정도 소실)



3.5



4 (90% 이상 소실)



4.5



5

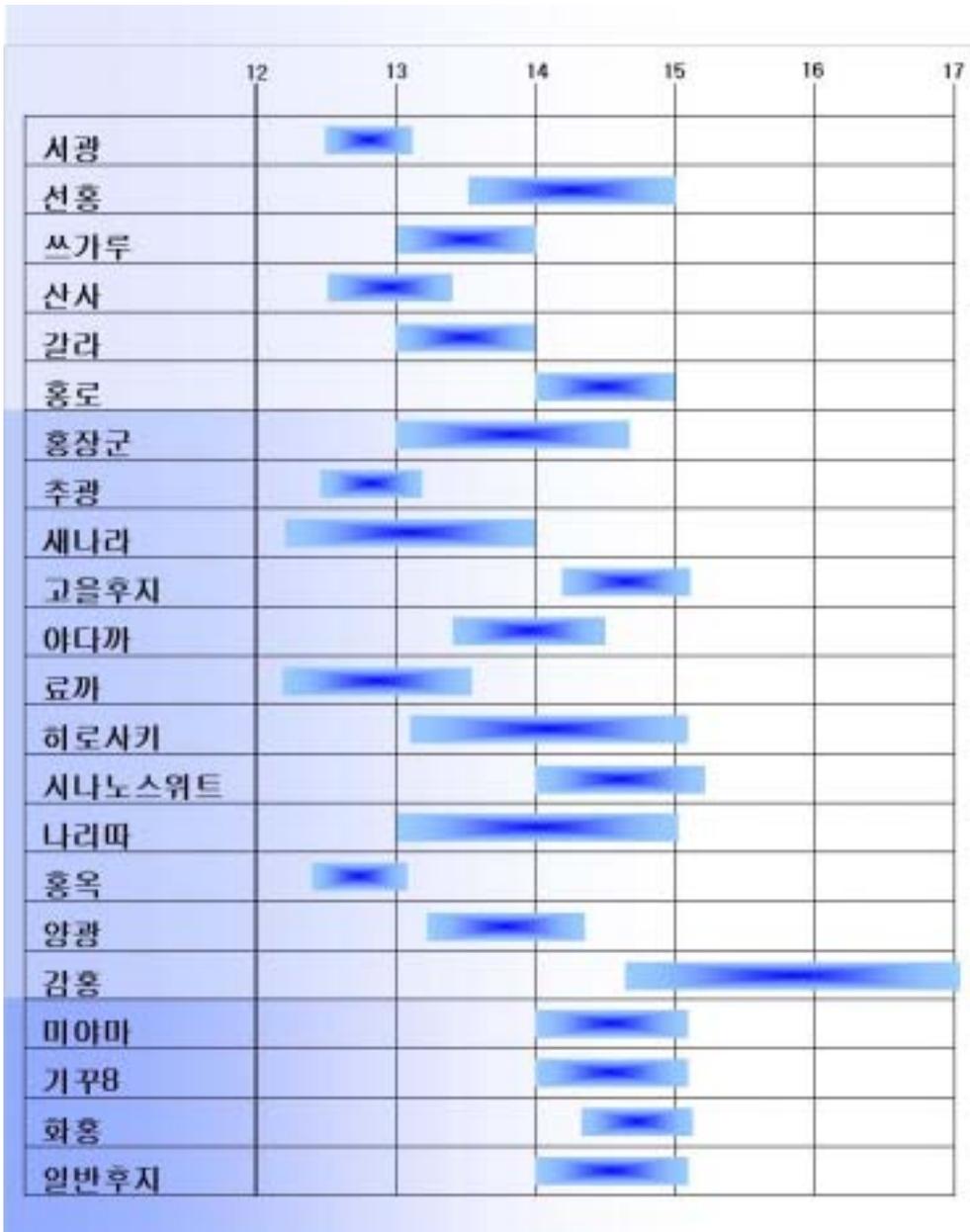


>5 (완전 소실)

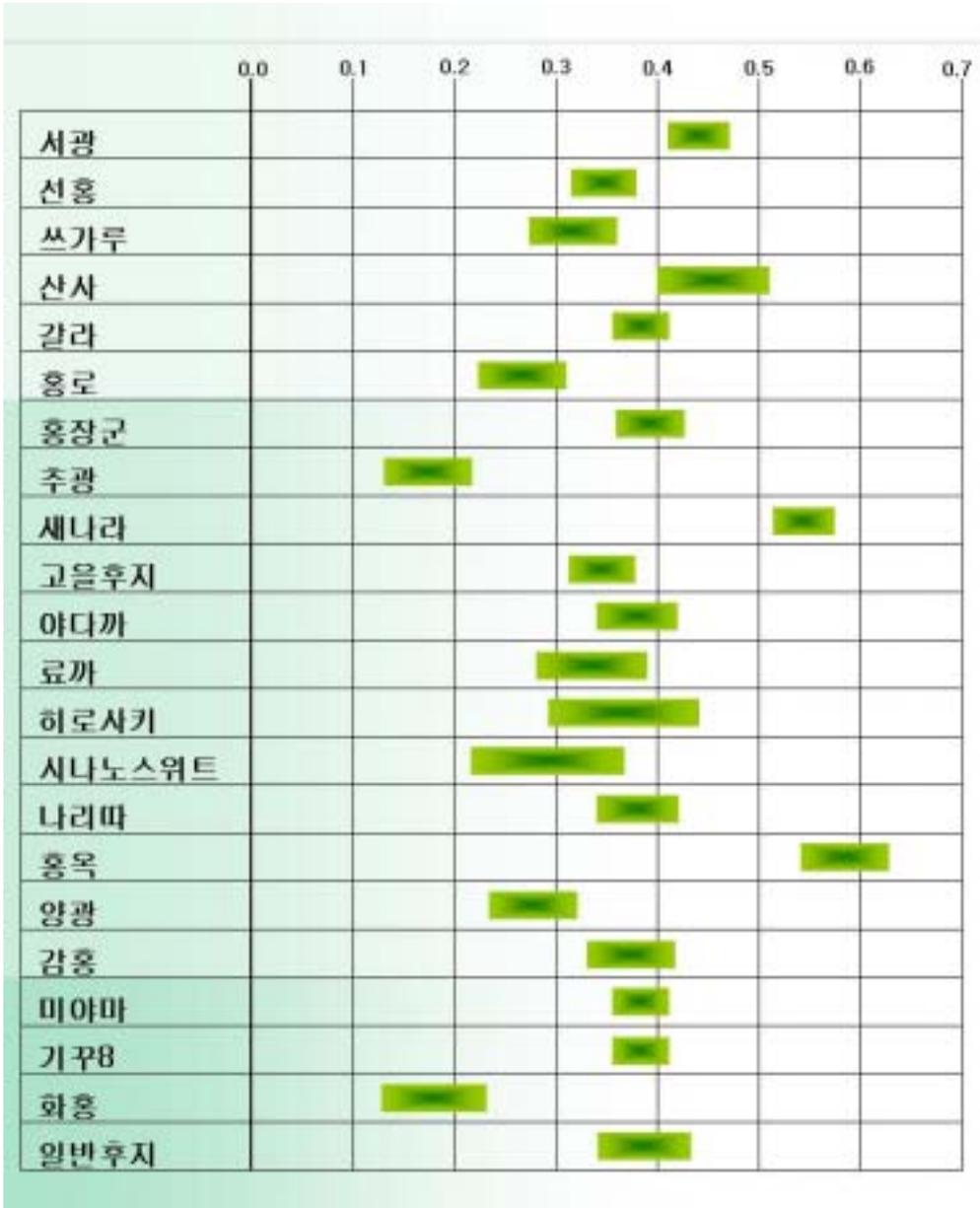
19) 사과 품종별 과중



20) 사과 품종별 당도



21) 사과 품종별 산도



23) 수분수용 꽃사과

개화기가 이른 품종 (쓰가루, 홍로, 감홍 등)



만추리안



센티넬



안타이



호파에미

개화기가 늦은 품종 (후지, 화홍 등)



고저스



프로세서 스프렌저



아트로스



아담스

꽃사과 품종과 주요 재배 품종의 개화기

품종	개화기간															개화 일수
	4월												5월			
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	
만추리안		■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■	■				11
센티넬			■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■	■			11
안타이	■	■	■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■	■			13
호파에이	■	■	■	■	☆	■	■	■	■	■	■					11
프로페스 스프렌저					■	■	☆	■	■	■	■	■	■			9
고저스					■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■	■	10
아트로스			■	■	■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■	■	13
아담스			■	■	■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■		13
SKK14					■	■	☆	■	■	■	■	■	■	■		9
홍로	■	■	■	■	△	■	■	■	■	■	■	■				12
감홍		■	■	■	■	△	■	■	■	■	■	■	■			12
추광		■	■	■	■	■	△	■	■	■	■	■	■	■		13
화홍			■	■	■	■	△	■	■	■	■	■	■	■		12
쓰가루		■	■	■	■	△	■	■	■	■	■	■	■			11
후지				■	■	■	■	△	■	■	■	■	■	■	■	12

* ■: 개화기간 △: 재배품종 만개기 ☆: 꽃사과 만개기

4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 연도별 연구개발 목표의 달성도

1. 연도별 연구 개발 목표와 범위

구분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경 친화형 과실종합생산 체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간 -사과종합생산 인프라 구축을 위한 기초연구 -지역단위 종합생산 실증 	<ul style="list-style-type: none"> -선진국 과실종합생산 인프라 분석과 국내 품질인증제의 문제점 파악 -선진국 사과종합생산기술과 국내 사과재배기술과 비교 분석 -지역단위 키 낮은 사과원 종합생산 지침안 작성 -종합생산지침의 현장 실증과 문제점 파악
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사과병해충종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발 - 저농약 병해충 종합관리 지침 설정을 위한 기초연구 	<ul style="list-style-type: none"> -과수용 농약의 생태계 영향에 따른 분류 -잔류농약최소화를 위한 수확전 살포허용 기준 설정 -살균제의 해충 응에 밀도에 미치는 영향 조사 -저수고 밀식원 적정 살포약량 조사
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사과종합생산을 위한 단위기술 개발 -왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립 -후지 사과의 환경 친화적 적과체계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> -왜성사과나무의 외관적 적정수세기준 검토 -수세불안정수의 정지전정 방법 및 응급조치 방법별 결과 평가 -수세에 따른 수체 영양조건 해석 -‘후지’ 사과의 착과부담 절감을 위한 꽃눈따기 기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성 -수확 및 수확 후 관리기술 체계화를 위한 기초연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 수확시기 판정기준 설정연구 - 수확 지표 설정 시험 - 주요 품종의 저온 및 CA저장 기초시험

2 차 년 도	<p>○환경 친화형 과실종합생산 체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간</p> <p>-사과종합생산 인프라 구축과 운영방안 연구</p> <p>-지역단위 종합생산 실증</p>	<p>-사과종합생산을 위한 인프라 구축과 운영방안 확정</p> <p>-사과종합생산의 단계적 추진 전략 제시</p> <p>-종합생산 확대를 위한 직간접 지원방안</p> <p>-지역단위 키 낮은 사과원 종합생산지침안 up-grade</p> <p>-개선 종합생산지침의 현장 실증과 문제점 파악</p>
	<p>○사과병해충종합관리 지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발</p> <p>-저농약 병해충 종합관리 지침 보완 및 잠정 방제력의 pilot test</p>	<p>-환경친화형 살균제의 탄저병 및 겹무늬썩음병 방제효과 검정</p> <p>-잠정작성된 환경친화형 저농약 방제력의 pilot test</p> <p>-농약의 수확전 살포 허용 기준 설정</p> <p>-농약의 적정 살포량 결정을 위한 시험</p>
	<p>○사과종합생산을 위한 단위기술 개발</p> <p>-왜성사과나무의 수세 불안정수의 진정체계 확립</p> <p>-‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 개발</p>	<p>-외관적 수세 기준 설정을 위한 엽내 무기 성분 분석</p> <p>-진정시기에 따른 이듬에 생육 상황 조사 및 환상박피가 생육에 미치는 영향 조사</p> <p>-석회황합제와 ammonium thiosulfate(ATS)의 적화효과를 비교하여 ‘후지’의 적화제로서 이들 약제의 이용가능성을 검토</p>
	<p>○사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성</p> <p>-수확 및 수확 후 관리기술 체계화연구</p> <p>-종합생산 사과의 표준등급 기준 설정</p>	<p>-수확시기 판정법 검정</p> <p>-수확지표 설정시험</p> <p>-주요 품종의 저온 및 CA저장 시험</p> <p>-주요 품종의 품질 표준 등급화를 위한 시험</p>

3 차 년 도	<p>○환경 친화형 과실종합생산 체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간</p> <p>-사과종합생산과 품질 표준화 지침서 발간</p> <p>-지역단위 종합생산 실증</p>	<p>-사과종합생산지침서 발간</p> <p>-수확 및 수확후 관리지침서 발간</p> <p>-품질표준화 지표 발간</p> <p>-종합생산영농일지 발간</p> <p>-지역단위 키 낮은 사과원 종합생산지침안 up- grade</p> <p>-개선 종합생산지침의 현장 실증과 문제점 파악</p>
	<p>○사과병해충종합관리지침 설정 및 저농약 친환경 방제 체계 개발</p> <p>-저농약 병해충 종합관리 지침의 완성</p>	<p>-환경친화형 살균제를 채용한 방제력의 보완 및 pilot test</p> <p>-약제 살포지침 작성</p>
	<p>○사과 종합생산을 위한 단위기술 개발</p> <p>-왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립</p> <p>-‘후지’ 사과의 환경친화적 적과체계 확립</p>	<p>- 외관적 수세기준의 종합적 기준 설정</p> <p>- ‘후지’/M.9 4년생의 전정시기 및 환상박피 종합적 처리별 효과비교</p> <p>- ‘후지’사과에 대한적화제(ATS와 석회황합제) 및 적과제(ethephon 과 벤질아데닌(BA)의 효과를 비교하여 적과방법 확립</p>
	<p>○사과 수확후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성</p> <p>-수확 후 관리기술 체계화 연구</p> <p>-사과 품질 표준화 지침서 작성</p>	<p>-수확적기 판정방법 및 지표 제시</p> <p>-주요 품종의 저온 및 CA저장 조건과 적정 저장기간 설정 모델 작성</p> <p>-품질 표준화 등급기준 설정</p> <p>-수확 및 수확 후 관리지침서 작성</p> <p>-품질 표준화 지표 작성</p>

2. 연구개발목표의 달성도

1) 환경 친화형 과실종합생산체계의 구축과 사과종합생산 및 품질 표준화 지침서 발간

유럽의 과일종합생산 제도, 조직, 운영체계를 조사하였고 우리나라 친환경 저농약 농산물 품질인증제를 검토하여 우리나라에서 친환경 사과종합생산을 실현하기 위한 관련 조직의 구성과 운영방안을 마련하였고 추진전략과 인증절차를 마련하였다.

유럽 각국의 과일종합생산지침을 토대로 우리나라 저농약 농산물 품질인증 기준을 충족시키면서 사과재배 농가의 기술수준과 경영여건에 부합되는 사과종합생산지침서를 작성하였다. 선진국의 사과종합생산에 관한 단위기술을 우리나라와 비교, 분석하였고 이를 바탕으로 재배기술 길잡이 소책자를 작성하였다.

사과종합생산지침서와 영농일지를 안동시와 청송군의 사과재배 농민들에게 배포하고 현장지도와 영농일지 분석을 통해 미비한 점과 문제점을 파악하였다. 최종적으로 ‘사과종합생산지침’과 ‘수확 및 수확 후 관리지침’을 확정하였고 ‘사과종합생산영농일지’와 ‘시비 길잡이’, ‘병해충종합관리 길잡이’, ‘농기계관리 길잡이’, ‘수확 및 수확 후 관리 길잡이’ 등의 소책자를 발간하여 ‘사과종합생산영농자료모음집’에 묶어 연차별로 농가에 보급할 수 있도록 하였다.

따라서 당초에 계획한 연구 목표를 달성하였다고 생각된다.

2) 사과병해충종합관리지침 설정 및 저농약 친환경 방제체계 개발

가) 과수용 등록 농약의 생태계 영향평가에 따른 분류

처음 2002년도기준으로 작성했는데 매년 새로운 농약이 출시되므로 그때그때 추가했다. (목표달성도 : 100%)

나) 농약의 과실 잔류 최소화를 위한 수확 전 살포 허용 기준 설정

2002년 이후 출시된 약제를 추가했다 (목표 달성도 100%)

다)환경 친화적 살균제의 선발

이 실험은 당초의 계획보다 더 늘려서 3년간 수행했다. 살균제 중에는 유기유황제와 같이 천적 응애의 산란을 저해하는 것이 있고 또 후루아지남과 같이 살비제로 사용되는 경우가 있으므로 당초 대부분의 살균제가 응애 밀도에 영향을 미칠 것으로 생각했으나 실험결과는 그렇지 않았다. (목표 달성도 100%)

라) 저수고 밀식재배원의 적정 살포약량 결정

이 실험은 1차년도에 수행했는데 그해에는 비가 많아 병이 많이 발생하여 매우 흥미로운 결과가 얻어졌다. 그 결과를 확인하기 위해 2년차와 3년차에도 수행했으나 병 발생이 적어 결과는 얻지 못하여 1년차의 결과로 살포 약량을 결정하기 위한 기준을 마련했다 (목표달성도 : 100%)

마) 환경친화형 살균제의 탄저병 및 겍무늬썩음병 방제효과 검증

2년차와 3년차 2년간 수행했으나 후지품종에서는 병이 적게 발생하여 결과의 신뢰도가 낮았으나 중생종 품종서는 나름대로의 결과가 얻어졌다. 그러나 그 결과가 개별 약제의 방제효과가 아니고 탄저병 감염 시기의 연차 간 차이를 반영하는 것으로 추정되었으며 개별 약제의 방제효과를 검증하기 위해서는 완전살포구를 확대해야 할 것으로 생각되었다. 따라서 이 실험은 당초의 계획에서 문제가 있었던 것으로 판단된다. (달성도 80%).

바) 농약의 수확전 살포 허용 기준 설정

이 실험은 당초 1년간 수행할 계획이었으나 수행 과정에서 확대해야 할 것으로 생각되어 2년간에 걸쳐 수행했다. 그 결과는 비교적 만족스럽고 조.중생종에서 농약의 잔류를 최소화할 수 있는 최종 살포 약제가 선발되었다. (달성도 100%).

사) 친환경 저농약 방제체계의 개발

2004년부터 2년간에 걸쳐 후지·홍로 혼식원, 후지단품종원, 홍옥 및 홍로 품종에 대해 수행했는데, 2004년도에는 대상 병해가 거의 발생하지 않아 얻어진 결과를 충분히 신뢰할 수 없는 것으로 판단되었다. 2005년도의 실험에서도 후지품종에서는 겍무늬썩음병과 탄저병이 거의 발생하지 않아 이들 병에 대한 방제효과는 검증할 수 없었으나 8월 하순 최종 살균제를 생략하므로 갈색무늬병을 유발 시킨 결과, 낙화직후에 새로운 약제인 metconazole 의 배치가 갈색무늬병 방제에 큰 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 한편 중생종에서는 탄저병의 발생이 많아 비교적 신뢰도가 높은 결과가 얻어져 탄저병에 감수성이 높은 홍로 품종에서도 살포간격 25일의 초저농약 방제가 가능한 것으로 밝혀졌다. (달성도 100%).

3) 사과종합 생산을 위한 단위기술 개발

가) 왜성사과나무의 수세 불안정수의 전정체계 확립

3년간의 연구를 통해 우리나라 주품종인 후지에서 적정 수세 및 수량과 과실 품질을 유지하는 나무는 평균 신초길이 20cm 전후, 10cm 이하의 짧은 가지 비율이 15~20%, 40cm 이상 긴 가지 비율이 5~10% 범위이고, 2차 성장지 비율이 10% 정도인 나무가 적당하다고 판단되었다. 이러한 나무의 엽내 N 함량은 $21 \pm 1\text{g/kg}$ 범위였다. 평균 신초장은 전정시기가 늦을수록 평균 신초장이 짧아졌고, 2차성장지의 비율도 감소되는 경향이였다. 특히 9월 전정의 경우는 생육억제 효과가 이듬해까지 영향을 미치는 것으로 나타났다.

환상박피 처리 방법별 생육 상태는 박피폭 10mm 까지는 당해연도 신초생육에 약간의 영향을 미쳤지만 이듬해는 차이가 없는 것으로 조사되었다. 전정시기와 환상박피를 동시에 처리한 결과 생육억제 효과는 6월 전정에서 신초길이가 짧았고, 2차 생장은 6월과 9월 전정은 없다는 결과를 얻었다

따라서 당초에 설정한 수세진단기준의 설정과 수세 불안정수의 전정방법 체계 확립을 위한 기초 자료 축적이라는 연구목표를 달성하였다고 생각한다.

나) '후지' 사과의 친환경적 적과체계 개발

1년차 시험에서 100배액 석회황합제 살포회수를 4회, 3회, 2회 무살포로 하였을 때 살포회수가 많을수록 적화효과가 컸으며 중심화 만개후 부터 만개후 10일 사이에 2~4회 살포할 경우에 잎이나 과실에 약해발생이 없었다.

2년차 시험에서 100배액의 석회황합제와 1.5%와 2.5%의 ammonium thiosulfate (ATS)를 정아화 중심화 만개기와 액화아 중심화 만개시에 살포한 결과 ATS 1.5%와 석회황합제 100배액의 적화 효과는 비슷하였고, ATS 2.5% 살포에는 이들보다 적화효과가 더 강하게 나타났다. ATS는 화충엽의 엽연(葉緣)이 타는 약해를 발생시켰으나 석회황합제는 화충엽의 약해 발생은 없었다.

3년차 시험에서는 100배액의 석회황합제 및 1.5%의 ATS를 개화기 전후에 2회 살포한 구와 만개 3주후에 200ppm의 에테폰 및 150ppm의 벤질아데닌을 살포한 구 및 적화제를 살포하고 다시 적과제를 살포한 구에 대해 적과효과를 검토한 결과 ATS 1.5%를 살포한 다음 에테폰 200ppm을 재살포한 구에서 적과효과가 컸다.

3년간의 성적을 종합하면 정아화 만개기와 액아화만개기에 석회황합제를 살포하는 것이 안전하고 실용적인 적화제 이용방법이라는 결론을 얻어 당초에 설정한 연구 목표를 달성하였다.

4) 사과 수확 후 관리체계 확립 및 품질표준화 지침서 작성

조생, 중생, 만생종 주품종의 수확시기 판정을 위한 전분지수를 표준화하였고 소비품질한계점 판정에 적합한 품질요인 및 기준 책정에 있어서는 조직감을

나타내는 과육 경도가 사과 품질 관정을 위한 가장 적합한 품질요인으로 조사되었다.

품종별 저장방법에 따른 저장한계기간 설정에 있어서 ‘쓰가루’는 저온저장+상온유통 시 1.0-1.5개월, 저온저장+저온유통 시 2개월, CA저장+상온유통 시 3개월, CA저장+저온유통시 4개월 이상이 적합한 것으로 나타났고 ‘홍월’의 경우는 저온저장+상온유통 시 1-1.5개월, 저온저장+저온유통시 2-3개월, CA저장 시 4개월 이상이 적합한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합하여 수확후 관리 매뉴얼을 작성하였기 때문에 당초에 설정한 연구목표를 100% 달성하였다.

3. 관련분야 기술발전예의 기여도

1) 환경 친화형 사과종합생산의 확대를 통한 사과산업 경쟁력 제고

- 과수원 생물상의 다양화
- 수질 및 토양 오염방지
- 안전사과의 생산
- 소비자 신뢰 확보
- 농가소득 제고

2) 친환경 사과종합생산 세부 기술체계 정립

- 수세진단 기준의 설정과 안정화 방법
- 적과제 세빈을 대체할 수 있는 환경친화적 적과체계
- 국내 등록 농약에 대한 환경 친화적 관점에서의 평가와 분류
- 농약에 대한 병해충의 내성 형성 억제 또는 지연

3) 재배농가 기술력 향상 및 경영능력 제고

- 친환경 재배기술 소책자의 보급
- 영농일지 분석을 통한 농가별 맞춤 지도
- 경영분석을 통한 경영능력 제고

4) 종합생산 사과의 수확 및 수확후 관리체계 정립

- 조·중생종 사과의 저장기간을 연장할 수 있는 기술적용 가능성을 제시함으로써 12월-1월까지 사과의 소비 다양화.
- 관능조사 결과를 활용하여 소비자가 요구하는 수준의 과실품질과 그에 상응하는 수확시기 지표를 제시.
- 저장 방법과 유통온도의 효과를 요인별로 분산분석함으로써 과실품질 유

- 지를 위한 출하시기별 온도관리 수준 제시
- 조, 중, 만생종의 저장기간 판정 및 유통기술에 대한 지침 제시

5) 환경친화적 과실종합생산체계의 확대

- 사과에서의 know-how를 토대로 배, 복숭아, 단감, 포도 등 타 과종으로 확대

제5장 연구개발결과의 활용계획

제 1절 활용분야 및 활용방안

1. 활용분야

가. 농업정책분야

- 사과종합생산을 실현을 통한 사과산업 경쟁력 제고
- FTA기금자율사업 등 정부주도 과수정책을 사과종합생산과 연계
- 저농약 품질인증제의 사과분야 기준 재설정 및 보완

나. 연구 및 지도기관

- 낙후된 친환경 재배기술 개발
- 종합생산지침과 영농일지에 근거한 기술지도
- 대농민 교육 및 기술지도 자료

다. 사과관련 전문 농협

- 유관 기관간의 협력
- 종합생산을 통한 조합의 활로 모색

라. 재배농민

- 농가 소득 제고
- 재배기술 및 경영능력 향상
- 안전농산물 생산과 환경보전을 통한 자긍심
- 경영비 절감
- 영농활용
 - ‘후지/M.9’의 수세 기준 및 수세조절 방법
 - ‘후지’ 사과에 대한 석회황합제의 적화효과와 이용방법
- 교육 및 지도 활용

2. 활용방안

가. 심포지엄을 주제 발표

- 2004년 11월 5일 원예연구소 배시험장에서 개최된 배과실종합생산 조기

정착 세미나에서 ‘이태리 남티롤지역의 과실종합생산 조직체 운영실태’라는 제목으로 주제 발표(윤태명)

- 2005년 6월 5일 영주농협에서 개최된 농림부장관주제 사과산업발전을 위한 현장 토론회에서 ‘국내외 환경변화에 따른 사과산업 생존전략’이라는 제목으로 주제 발표(윤태명)
- 2005년 10월 21일 청송군농업기술센터에서 개최된 청송사과선진화를 위한 심포지엄에서 ‘사과종합생산체계의 실현을 통한 청송사과 경쟁력 제고’라는 제목으로 주제 발표(윤태명)
- 2005년 12월 9일 경북대학교에서 개최되는 FTA대비 경북과수산업 발전을 위한 심포지엄에서 ‘무한경쟁시대의 과일생산’이라는 제목으로 주제 발표 예정(윤태명)

나. 교재집필 및 특강

- 윤태명. 2005. 친환경 과수재배. 친환경 생물생산학 140-167. 경북대학교 생물건강·농업생명융합형인재양성사업단
- 2005년 9월 8일 군위군농업기술센터에서 FTA기금 과수산업 발전계획 주민설명회에서 ‘과수산업발전방향’이라는 제목으로 특강(윤태명)
- 2005년 7월 27일 경북공무원교육원에서 도내 농업행정공무원을 대상으로 ‘경북 과수산업의 발전방향’이라는 제목으로 특강(윤태명)

다. 사과종합생산지침서, 사과종합생산영농일지를 포함하는 ‘2005년도 사과종합생산을 위한 경영자료모음집’의 보급

- 전국 사과주산지 농업기술센터, 전문농협 등 67개 기관에 경영자료모음집 2부를 배포하고 신청을 받아 아래와 같이 보급하였음.

칠곡과수발전연(대표자 이성만) 30부,	홍성능금농협(김현수) 17부
이천농업기수센터(공현철) 40부,	영덕IPM작목반(김복근) 54부
금오산사과연(임덕수) 35부,	청송IPM사업단(조재현) 270부
영주기술센터(우병용) 60부,	봉황영농조합(이명수) 11부
봉화고품질사과생산협의회(강용희) 25부,	약수능금연구회(김평호) 25부
법전면사과발전연구회(이종율) 23부	죽장사과연농조합(정순택) 25부
경북능금농협(서병진) 400부	

라. 대농민 기술지도 및 컨설팅에 활용

마. 한국과수, 경북농금지 등 과수관련 기술지에 게재

바. 학술지 논문 게재 및 학술대회 발표

박운문, 윤태명, 황명규. 2005. 중생종 홍월사과의 저장력 평가를 위한 저장 방법과 유통온도 효과 분석. 원예과학기술지 23(1호): 49-55.

박운문, 윤태명. 2005. Storage potential of 'Tsugaru' apples based on consumer acceptance after marketing simulation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46(3): 176-182.

박운문, 황명규, 윤태명. 2004. Analysis of storage method and marketing temperature effects on storage potential of 'Tsugaru' apples. 한국원예학회 83차 학술연구발표회. 원예과학기술지 22 별호 (I):79. 2004.5.28-5.29.

박운문, 조은애, 윤태명. 2004. Storage potential of 'Hongwol' apples as influenced by storage method and marketing temperature. 한국원예학회 83차 학술연구발표회. 원예과학기술지 22 별호 (I):80. 2004.5.28-5.29.

박운문, 황명규. 2004. Relationship among physicochemical attributes and sensory evaluation indices in early- and mid-season apple cultivars after storage and marketing procedure. 2004년. 한국식품과학회 71차 학술대회 발표요지. 2004.6.23-6.25.

박운문, 황명규, 윤태명. 2005. 물성분석기를 이용한 과실경도 측정방법의 최적화. 한국원예학회 83차 학술연구발표회. 원예과학기술지 23 별호 (I):100. 2005. 5.26-5.27.

제 2절 추가연구의 필요성

재배생리 연구를 주도하는 과수학자가 정책과 관련된 연구를 수행하다보니 부족함이 적지 않다. 농업정책을 전공하는 연구자와 공동으로 보완 연구를 수행하면 보다 구체적이고 정책대안을 제시할 수 있을 것이다.

사과종합생산지침은 국내외 환경변화와 새로운 기술의 개발, 농가 현장의 기술 수준, 경영 환경 등을 참고하여 따라 수정, 보완하여 매년 새로운 버전으로 up-grade시키야 하므로 지속 연구가 필요하다.

병 방제체계는 일년간의 실험 결과에서 만족할 만한 방제효과가 얻어졌다고

해서 바로 불특정 다수에게 공개할 수는 없고, 수년간 넓은 지역에서 확인시험을 거쳐야하며, 또 그 기간 중에 병이 많이 발생하는 기상 조건을 만나는 것이 필수적이다. 따라서 이 연구에서 개발된 중생종 품종에 대한 방제체계는 그러한 과정을 거쳐야하므로 추가연구가 필요하다. 또 2005년도 실험에서 가장 방제효과가 높았던 살포체계 적용구에서도 탄저병이 5.3 ~5.9%나 발생했으므로 여기에 대해서도 아직 얼마간 개선의 필요가 있으므로 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

사과 밀식재배시 수세를 안정적으로 유지하는 것이 매우 중요하다. 수세가 강하여 수관내 광투과율이 나빠지면 고품질의 과실을 안정적으로 생산할 수 없으므로 수세안정을 위해 단근, 성장조절제의 이용 등의 보다 다양한 방법의 수세유지 시험이 수행 되어야 할 것 이다.

석회황합제 100배액 살포시 과실에 동녹이 발생하였다는 농민도 있으므로 이 약제의 살포방법, 기상조건 등에 따른 동녹발생 가능성을 탐색하는 추가 연구가 수행되어야 할 것이다.

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

수집된 자료와 내용이 과학기술정보 수준에 이르는 특기할 것이 없음

제7장 참고문헌

- Abbot, J.A., R.A. Saftner, K.C. Gross, B.T. Vinyard, and J. Janick. 2004. Consumer Evaluation and quality measurement of fresh-cut slices of 'Fuji', 'Golden Delicious', 'GoldRush', and 'Granny Smith' apples. *Postharvest Biol. Technol.*:127-140.
- Ackermann, J., M. Fischer, and R. Adamo. 1992. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (cv. Glockenapfel). *J. Agric. Food Chem.* 40:1131-1134.
- AGIO. 2001. Kontrollordnung der Arbeitsgemeinschaft Integrierter Obstanbau Rheinland-Pfalz eV. pp. 3.
- AGIO. 2003. Betriebsheft für den kontrollierten Integrierten Anbau und das Qualitätssicherungssystem in Rheinland-Pfalz; Kern- und Steinobst 2003. pp. 44.
- AGRIOS. 2003. Betriebsheft zum integrierten Kernobstbau des Jahres 2003. pp. 23.
- Anonym. 1985. National Food Research Institute. Quality evaluation of fruits. Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Japan.
- Anonym. 1997. Betriebsheft zum Integrierten Kernobstbau. Arbeitsgruppe integrierter Obstbau in Südtirol.
- Anonym. 1997. Empfehlungen für den Umgang mit Pflanzenschutzmitteln. Landwirtschaftsinspektorat Südtirol.
- Anonym. 1997. Führer durch das Obstjahr 1997, unter besonderer Berücksichtigung des Integrierten Anbau. Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes.
- Anonym. 1999. PNWFTA 1998 Annual Report
- Anonym. 2001. Leitfaden 2001. Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau.
- Arakawa, O. Kanno, K. Kanetsuka, A. Shiozaki, Y. Barritt, B. H. Kappel, F. 1997. Effect of girding and inversion on tree growth and fruit quality of apple. *Acta Horticulturae.* 1997. No. 451, 579-585
- Baab, G. and G. Lafer Kernobst. 2005. Kernobst Harmonisches Wachstum-optimaler Ertrag. av BUCH.

- Barritt, B.H. 1992. Intensive Orchard Management. Washington State University.
- Barritt, B.H. 1995. New dwarfing rootstocks compared with stands. *Good Fruit Grower* 46(1):19-24.
- Basak, A. 2004. Fruit thinning by using benzyladenine with ethephon, ATS, NAA, urea and carbaryl in some apple cultivars. *Acta Hort.* 653:99-106
- Byers, R.E. 1997. Effects of blossom-thinning chemicals on apple fruit set. *J. Tree Fruit production.* 2: 13-31
- Byers, R.E. 2003. Flower and fruit thinning and vegetative: fruiting balance. p.409-436. In: D. C. Ferree and I. J. Warrington(eds.). *Apples-botany, production and uses.* CABI Publishing.
- Cain, J. C. 1971. Effect of mechanical pruning of apple hedgerows with a slotted saw on light penetration and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 664-667.
- Chung, H.S., S.K. Chung, and J.U. Choi. 1996. Shelf-life of 'Fuji' apples CA storage at different temperature. *Kor. J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products.* 3:83-92.
- Clayton-Green, K. 1989. Apple production and training. *Compact fruit tree* 22: 8-11
- Cliff, M.A., O.L. Lau, and M.C. King. 1998. Sensory characteristics of controlled atmosphere- and air-stored 'Gala' apples. *J. Food Qual.* 21:239-249.
- DeEll, J.R. and R.K. Prange. 1998. Disorders in 'Cortland' apple fruit are induced by storage at 0°C in controlled atmosphere. *HortScience* 33:121-122.
- Drahorad, W. 1986. Welche Bedeutung haben physiologische Fruchterkrankungen in Südtiroler Obstbau? *Obstbau Weinbau* 23:116-117.
- Endrizzi, T., L. Kager, E. Haas, H. Mittersteiner, J. Morandell, W. Raas, H. Thaler, J. Vigl, S. Wachtler, and G. Warasin. 1992. Spritztechnik. Arbeitsgruppe zur Überprüfung von Sprühgeräten.
- Ferree, D.C. 1997. How much sunlight is enough for high apple yields and fruit quality?. *Compact fruit tree* Vol. 30. p25-29.
- Fischer, M. 2002. *Apfelanbau. integriert und biologisch.* ULMER.
- Forshey, C. G. 1982. Effects of fruiting, pruning and nitrogen fertilization on shoot growth of Empire apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:1092-1097.
- Forshey, C.G. and C.A. Elfving. 1989. The relationship between vegetative

- growth and fruiting in apple terrs. Hort. Rev. 11:229-287. IOBC/wprs Bulletin. 1994. Guidelines for integrated production of pome fruits in Europe.
- Greene, D. W., W. R. Autio, and D. Miller. 1990. Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. J. Amer. Sor. Hort. Sci. 115: 394-400
- Greene, D.W. 1993. A review of the use of benzyladenine as a chemical thinner for apples. Acta Hort. 329: 231-236
- Harker, F.R., I.C. Hallett, S.H. Murray, and G. Carterl. 1998. Food-mouth interactions: towards a better understanding of fruit texture. In: R.L. Bieleski, W.A. Laing, and C.J. Clark (eds.), Proceedings of International Postharvest Sci. 1996 Acta Horticultrae 464:461-466.
- Heinicke, D. R. 1975. High density apple orchard planing, training, and pruning. Agriculture Hand book. No. 458 USDA
- Heohn, H., F. Gasser, B. Gugenbühl, and U. Künsch. 2003. Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity if several apple varieties in comparison to consumer expectations. Postharvest Biol. Technol. 27:27-37.
- Hong, Y.P., S.J. Choi, and Y.B. Kim. 1994. Studies on the storage characteristics of apple cultivars during cold and CA storage. Hort. Abstr. 12(1):90-91. (Abstr.).
- Hong, Y.P., S.S. Hong, D.S. Chung, and Y.B. Kim. 1996. Establishment of storage period in cold storage and marketing period in ambient temperature for apple major cultivars. Hort. Abstr. 14(1):154-155. (Abstr.).
- Kücke, M. and P. Kleeberg. 1997. Nitrogen balance and soil nitrogen dynamics in two areas with different soil, climatic and cropping conditions. European J. Agro. 6:89-100
- Kweon, H.J., H.Y. Kim, O.H. Ryu, and J.K. Byun. 1996. Effect of CA and cold storage on storage potential of 'Tsugaru' apple. Hort. Abstr. 14(1):374-375. (Abstr.).
- Kweon, H.J., H.Y. Kim, O.H. Ryu, and Y.M. Park. 1998. Effects of CA storage procedures and storage factors on the quality and the incidence of physiological disorders of 'Fuji' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:35-39.
- Lau, O.L. 1998. Influence of climate, harvest maturity, waxing, O₂, and CO₂ on browning disorders of 'Braeburn' aooles. Postharvest Biol. Technol.

14:131-141.

- Lauri, P.E. and J.M. Lespinnasse. 1993. The relationship between cultivar fruiting-type and fruiting branch characteristics in apple trees. *Acta Hort.* 349:259-263
- Lauri, P.E. and J.M. Lespinnasse. 2001. Genotype of apple trees affects growth and fruiting responses to shoot bending at various times of years. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:169-174
- Lee, S.J., S.M. Park, C.S. Jeong, and J.H. Kim. 2002. Fruit quality and storability during storage temperature and after cold storage in 'Hongro' Apple. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 20(Suppl. D):90. (Abstr.).
- Lim B.S., C.S. Lee, S.S. Hong, S.T. Choi, W.C. Kim, Y.B. Kim, C.J. Lee, and Y.S. Hwang. 1998. Postharvest quality changes as affected by storage humidity in 'Naitaka' pear fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Soc.* 39:736-740.
- Loony, N.E. , M. Beulah, and K. Yokota. 1997. Chemical thinning of Fuji. the compact Fruit Tree. 31:55-57
- Malundo, T.M.M., R.L. Shewfelt, and J.W. Scott. 1995. Flavor quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as affected by sugar and acid levels. *Postharvest Biol. Technol.* 6:103-110.
- Mantinger, H. 1984. Fertilizer needs in fruit production. 18th Coll. Potash Institute Bern 307-318
- Mattheis, J. P. 1995. Factors contributing to internal breakdown of 'Fuji' apples. *Tree Fruit Postharvest Journal* 6:3-4.
- Meheriuk. M., R.K. Prange, P.D. Lidster and S.W. Porritt. 1994. Postharvest disorders of apples and pears. *Agri. Canada Publication.* 1847/E:7-22
- Miller, S. S. 1995. Root pruning and trunk scoring have limited effect on yield of bearing apple trees. *Hort. Sci.* 30:981-984.
- Ministerium für Wirtschaft. Verkehr. Landwirtschaft und Weinbau. 2000. Grundsätze des Landes Rheinland-Pfalz für biotechnische Pflanzenschutz-verfahren im Obst- un Weinbau des Förderprogramms Umweltschonende Landwirtschaftung. pp. 27
- Myers, S. C. and Ferree. 1984. Summer pruning for size control in a high
- National Agricultural Products Quality Management Service (NAPQMS). 1996. Grade standards for agricultural products. 1011. , MAF, Korea.
- National Food Research Institute, Japan (NFRI, Japan). 1985. Quality evaluation

of fruits. p. 1.

- Neilsen, D. et. al. 1995. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple trees. *HortScience* 30:508-512
- Oberhofer, H. 1979. 10Jahre Dichtpflanzungen Obstbau-Weinbau. 16:71-74
- Oberhofer, H. 1987. 사과나무 세장방추형의 전정방법(윤태명 역). 안동대학교 농업과학기술연구소.
- Panasiuk, O., E.A. Talley, and G.M. Sapers. 1980. Correlations between aroma and volatile composition of 'McIntosh' apples. *J. Food Sci.* 45:989-991.
- Park, H.S., H.T. Lim, and Y.M. Park. 1994. Effect of fruit maturity on the quality of 'Tsugaru' apples during cold storage and simulated marketing. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 35:593-598
- Park, Y. and K. Kweon, 1999. Prevention of the incidence of skin blackening by postharvest curing and related anatomical changes in 'Niiitaka' pears. *J. Kor. Soc. Hort. Soc.* 40:65-69.
- Park, Y.M. 2002. Relationship between instrumental and sensory analysis of quality factors in apples and pear fruits. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20:394-398.
- Park, Y.M. and J.S. Choi. 1999. Instrumental and sensory analysis of fruit quality in relation to storability of 'Niiitaka' pear fruit. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17:341-343.
- Park, Y.M. and J.S. Choi. 2001. Instrumental and sensory analysis of fruit quality in relation to storability of 'Fuji' apples. *Food Sci. Biotechnol.* 10: 488-492.
- Park, Y.M. and M.G. Hwang. 2004. Relationship among physicochemical attributes and sensory evaluation indices in early- and mid-season apple cultivars after storage and marketing procedure. (Abstract.). The 71th Annual Meeting of KoSFoST. p. 246.
- Park, Y.M. and S.K. Lee. 1992. Susceptibility of 'Fuji' apples to low-oxygen injury and high carbon dioxide injury during CA storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 33:38-43.
- Park, Y.M. and S.W. Youn. 1999. Poststorage physiology and quality changes of 'Fuji' apples as influenced by harvest maturity and storage procedures. *Food Sci. Biotechnol.* 8:30-33.
- Park, Y.M. and T.M. Yoon. 2005. Storage potential of 'Tsugaru' apples based on consumer acceptance after marketing simulation. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*

- 46: 176-182.
- Park, Y.M., H.J. Kweon, H.Y. Kim, and O.H. Ryu. 1997. Preharvest factors affecting the incidence of physiological disorders during CA storage of 'Fuji' apples. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:725-729.
- Parker, K. C., and Shutton, T. B. 1993. Susceptibility of apple fruit to *Botryosphaeria dothidea* and isolate variation. *Plant Dis.*, 77: 385-389.
- Pierson, C.F., M.J. Ceponis, and L.P. Mccolloch. 1971. Market diseases of apples, pears, and quinces. Agricultural Handbook No. 376. Agric. Res. Service. USDA.
- Prusky. D. 1996. Pathogen quiescence in postharvest diseases. *Annu. Rev. Phytopathol* 34 : 413-434
- Quamme H.A., D.E. Kester and F.T. Davis, Jr. 1990. *Plant Propagation*(5ed) pp.409-421. Prentice
- Quast, P. 1986. Einfluß verschiedener Nährstoffe auf physiologische Fruchterkrankungen. *Obstbau Weinbau* 23:121-124.
- Quast, P. 1990. Die Bestimmung des Ernteyzeitpunktes und sein Einfluß auf die Qualität und Haltbarkeit von Äpfeln. *OVR* 45:239-252
- Rural Development Administration (RDA). 2004. Shelf-life of CA-stored 'Fuji' apples at ambient temperature. www.rda.go.kr.
- Rural Development Administration (RDA). 2005. Harvest indices of apple cultivars. www.rda.go.kr.
- Saftner, R.A., J.A. Abbott, W.S. Conway, C.L. Barden, and B.T. Vinyard. 2002. Instrumental and sensory quality characteristics of 'Gala' apples in response to prestorage heat, controlled atmosphere, and air storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127:1006-1012.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS user's guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schumacher, R. 1986. Stippe-Probleme - Ursachen und Gegenmaßnahmen. *Obstbau Weinbau* 23:118-120.
- Steven, J. M. and Ruth. P. B. 1992. Apple shoot growth and cropping responses to root pruning. *New Zealand of J. Crop and Hort. Sci.* 20:383-390
- SOV. 2003. Anforderungskatalog " Suisse Qualite" der die Früchte pp. 6
- SOV. 2003. Dachreglement "Suisse Qualite" der AMS. pp 21.
- SOV. 2003. Kontrollformular "Suisse Qualite" 2003. pp. 10.
- SOV. 2003. Reglement des Fachzentrums "Label" pp. 6.

- SOV. 2003. Richtlinien für die Integrierte Produktion 2003. pp. 27.
- SOV. 2003. Weisungen für die Kontrolle " Suisse Qualite" 2003. pp. 8
- Stils, W.C. 1994. Phosphorus, potassium, magnesium and sulfur soil management. p63-69. In: A.B. Peterson and R.G Stevens(ed). Tree fruit nutrition. Good Fruit Grower, Washington.
- Sutton, T. B. 1981. Production and dispersal of ascospores and conidia of *Physalospora obtusa* and *Botryosphaeria dothidea* in apple orchards. Phytopathology, 71:584-589.
- Sutton, T. B. and J. V. Boyne. 1983. Inoculum availability and pathogenic variation in *Botryosphaeria dothidea* in apple production areas of North Carolina. *Plant Dis.* 67: 503-506.
- Tukey H.B. 1970. Dwarfed Fruit Trees. pp.242-253. The MacMillan Co.
- Weth, K. 1995. Farbe & Qualität der Südtiroler Apfelsorten. VOG, Italy.
- Williams, M.W. 1994. Factors influencing chemical thinning and update on new chemical thinning agents. *Compact Fruit Tree.* 27:115-122
- 高橋俊作. 1973. リンゴ褐斑病の生態と防除. 今月の農薬 58 (10) : 99-108
- 高橋俊作. 1973. リンゴ褐斑病の生態と防除. 今月の農薬 58 (10) : 99-108
- 권현중. 2004. 수확전 요인 및 CA조성 방식이 '후지' 사과의 품질과 CA 장해 발생에 미치는 영향. 영남대학교 박사학위논문. p. 104.
- 今喜代治. 川島東洋一. 1976. リンゴ, 無袋栽培技術. 誠文堂新光社.
- 김이부, 김대희, 이용현, 엄재열. 1997. 사과 겹무늬썩음병 병든지의 polymer coating에 의한 전염원 밀도 경감. 한국식물병리학회지 13 : 349-357.
- 김점국, 김기열, 조명동, 김성봉. 1983. 사과나무 도장지 하계절단시기가 화아분화에 미치는 영향. 농시연보(원예편) 25:91-95
- 尾形 正. 1992. リンゴ輪紋病の果實感染に及ぼす要因. 今月の農業, 11:48-51.
- 박운문, 윤태명, 황명규. 2005. 중생종 '홍월' 사과의 저장력 평가를 위한 저장방법과 유통온도 효과 분석. 원예과학기술지 23:49-55.
- 박진면. 2004. 엽록소계를 이용한 '후지'/M26 사과나무 잎의 질소함량 간이 진단법. 농촌진흥청. p716
- 변재균. 1997. 사과나무 고밀식 재배시의 효율적인 질소관리. 원예산업과학지 1:49-62
- 三上敏弘. 2004. リンゴの作業便利帳. 高品質多収のポイソト80. 農山漁村文化協會.
- 杉浦 明. 2004. 果樹栽培の基礎. 農學基礎セミナー 農山漁村文化協會.
- 신건철, 최종승, 김몽섭, 김성봉, 김정호, 문종열, 이용재. 1988, 왜성사과 영양진

- 단에 관한 연구. 농시논문집(원예편) 30(3):38-48
- 양희정, 최창희, 우현, 김대회, 엄재열. 1998. 사과 겹무늬썩음병에 걸린 가지로부터 분산되는 병포자의 정량적 조사법 개발. 한국식물병리학회지 14 : (인쇄중)
- 엄재열, 이동혁, 이상계. 1995. 미국 수출용 사과재배를 위한 살균제 살포력의 개발. 한국식물병리학회지, 11: 17-29.
- 오왕근, 신건철. 1986. 과수원 토양관리와 비료. 가리연구회.
- 園生會. りんご生産指導要項.(平成16年改訂版). 青林縣りんご協會
- 윤태명. 2000. 사진으로보는 키낮은 사과원의 조성과 초기관리. 안동대학교 출판부. p 96
- 李斗珩, 梁壯錫. 1984. 사과나무겹무늬병(輪紋病) 및 사마귀병의 병원균과 병원성에 관한 연구. 한국식물보호학회지 23: 82-88.
- 이승지, 엄재열, 이용현. 1996. Chitosan이 사과 겹무늬썩음병균 *Botryosphaeria dothidea*의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지 24: 546-552
- 이주백, 최종욱. 1997. Fuji 사과의 CA 저장 중 저장조건이 과육갈변에 미치는 영향. 농산물 저장 유통학회지 4:227-235.
- 임열재. 1997. 재배기술 측면에서 본 우리나라 사과산업의 발전 방향. 충북원에 42:46-61
- 林重昭. 1984. リンゴ輪紋病の 發生生態と 防除. 植物防疫, 38(12):19-22.
- 長野縣果樹指導指針. 1991. リソゴ摘果(花). 長野縣農協連合會.
- 果樹指導指針. 2004. 長野縣・長野縣農業協同組合.
- 田中爾平. 白崎將英. 1987. 效果を高める 農薬の使い方. 青森縣 リンゴ 協會
- 정미혜, 김대회, 엄재열. 1994. 사과 겹무늬썩음병의 효과적 방제를 위한 약제살포 체계의 수립. 한국식물병리학회지 10 : 284-291.
- 정상복. 1983. 환상 박피와 Wiring처리가 사과 유목의 생장과 화아분화에 미치는 영향. 전남대학교. p32
- 정재권 등, 2003. 사과재배. 농촌진흥청. p443
- 정현식, 정신교, 최종욱. 1996. CA 저장사과 'Fuji'의 Shelf-life. 농산물저장유통학회지 3:83-92.
- 정현식, 정신교, 최종욱. 1999. 후지 사과의 저산소 CA 저장. 한국식품과학회지 31:1275-1282.
- 정현식, 최종욱. 1999a. 사과의 CA 저장 중 에틸렌 및 이산화탄소 생성. 농산물저장유통학회지 6:153-160.
- 정현식, 최종욱. 1999b. CA 저장 중 후지사과의 내부기체농도에 의한 저장조건의 적합성 판단. 한국식품과학회지 31:1295-1299.
- 佐藤雄夫. 1992. 土壤改良と地力有志. 農業技術大系. 果樹編 1. リンゴ 農山漁村文

化協會.

酒井享. 1992. 施肥の基本と施肥設計. 農業技術大系. 果樹編 1. リンゴ 農山漁村文化協會.

青林縣りんごわい化栽培技術研究會. 21世紀のりんごわい化栽培. 可能性を求めて. 青林縣りんご協會.

青木二郎. 新編 リンゴの研究 pp. 244-252 律輕書房

최성진. 1997. '후지' 사과 과실의 과육 갈변과 관련된 생리적 특성. 한국원예학회지 38:250-254.

최웅, 석태문, 이병학, 김목중, 서형호, 류양형. 21세기를 대비하는 세계의 사과 생산기술 및 경영 전략. 경상북도. p273

平良木 武 伸谷房治 關澤 博. 1981. リンゴ輪紋病に關する研究 第3 報. 感染時期. 日植病報, 47: 373.

황용수, 김일, 이재창. 1998. '후지' 사과의 과실 성숙도와 저장환경이 밀병, 과육 갈변 및 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 39:569-573.