

# 과수원 피복작물 재배의 이론과 실제

송기철

농촌진흥청 원예연구소

## Theory and Practice of Cover Crops Growing in Orchard

Song, Gi-Cheol

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Republic of Korea

〈 목 차 〉

ABSTRACT

I. 머릿말

II. IFP(과실 종합 생산)

III. IFP 수행을 위한 피복작물 재배

IV. 맺는 말

참고문헌

### ABSTRACT

To carry out the Integrated Fruit Production(IFP), researches on cover crops as well the Integrated Pest Management(IPM) and the Integrated Nutrition Management(INM) should be very important. These concepts are neither clear nor connective till now. The researches on cover crops in Europe and USA are being kept within the category of IFP. Main researches on fruit trees for sustainable agriculture in Italy are new variety creation, development of growing techniques, pest and disease control, and cover crops management, etc. It is necessary of fruit industry in Korea to maintain good quality and eco-friendly fruit production. For this goal, we need international cooperation with highly developed countries in Europe. In first step, we should enlarge research areas and analyze results obtained to get farmers understood the concept of cover crop growing. Furthermore, we make researches more profoundly on cover crops growing considering tree age, mixing rates among cover crops, seeding and cutting time for cover crops, and so on. Researchers, specialists of agricultural extensions, and farmers

should concentrate their opinions and conduct IFP together. The IFP should go on systematically and reach finally to get certificates internationally by the International Organization for Biological and integrated Control of Noxious Animals and Plants(IOBC) to enhance selling and exporting fruits.

*Key Word*: IFP, IPM, INM, cover crop, sustainable agriculture, IOBC

## I. 머릿말

과수 재배의 궁극적인 목표는 고품질 및 환경 친화형 과실 생산이라고 볼 수 있다. 과실 종합 생산이란 표제 아래 점차적으로 환경 친화적인 과수 재배가 이루어지고 있다.

환경 농업은 농업과 환경을 조화시켜 농업의 생산을 지속 가능하게 하는 농업 형태로, 농업 생산의 경제성 확보, 환경 보존 및 농산물의 안전성 등을 동시에 고려하는 농업을 말한다. 환경 친화적인 모든 영농 활동이 환경 농업의 개념으로, 유기 농업도 환경 농업의 수단이 될 수 있다.

환경 농업은 미국, 유럽, 호주 등 외국에서는 비교적 넓은 경지 면적에서 농업으로 인한 환경 부하를 최소화하는 농업으로, 휴경, 윤작, 탈농 지원 정책을 주로 펼친다. 우리 나라에서는 좁은 경지 면적에서 안전한 농산물을 안정적으로 공급하여 농토와 농업 용수 보전, 농약, 비료의 안전 사용 정책을 주로 의미한다.

현재, 우리 나라는 친환경 농업 시범마을 운영 계획으로 IPM(병해충 종합 관리), INM(작물 양분 종합 관리)을 종합적으로 실천하여 환경 오염을 최소화하는 사업, 토양 개량 사업, 농업 용수 수질 개선 대책 추진, 중소농 고품질 농산물 생산 지원 사업, 환경 농업 지구 조성 사업, 환경 농업 기술 개발 사업 추진 등을 시행하고 있다.

과수 재배도 예외는 아니어서 IPM에서 시작하여 INM 등을 포함하여 IFP(과실 종합 생산)라는 개념으로 확대되고 있는데, 이들 개념에 대한 정의는 매우 다양하다. IFP는 과수의 품종 선택, 수형, 전정, 시비, 병해충 및 피복 작물 재배 등을 종합하는 생산 체계로, IFP의 개념, 발달 과정, 기본 지침 및 승인 절차 등을 우선 설명하고, 이어서 피복 작물 재배와 관련된 국내·외 연구 결과를 소개하고자 한다.

## II. IFP(과실 종합 생산)

### 1. IFP의 정의

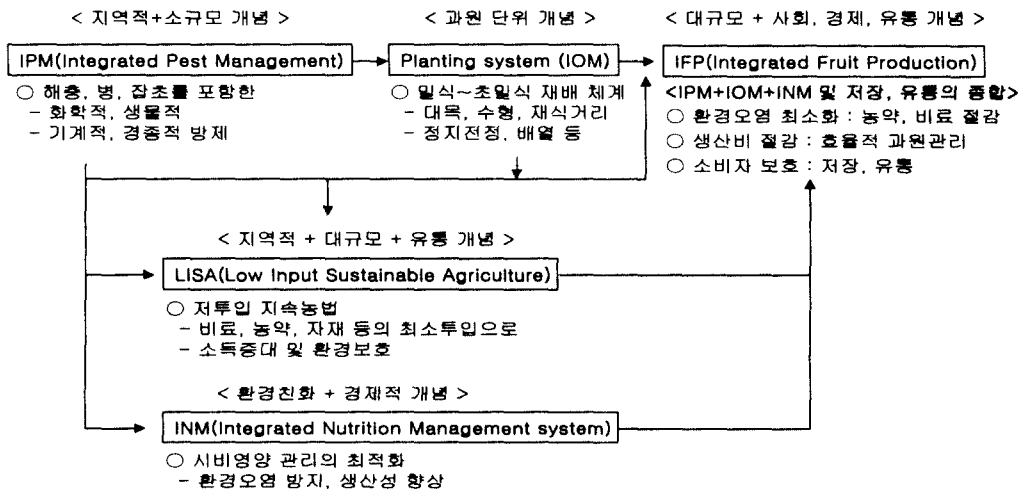
IFP(Integrated Fruit Production)는 환경과 인류 건강을 위하여 생태적으로 보다 안전한 방

법에 우선 순위를 두고 바람직하지 않은 농약, 비료 등의 사용을 최소화하면서 고품질의 과실을 경제적으로 생산하는 체제로서 IPM(Integrated Pest Management)의 목적을 포함한 보다 폭 넓고 실천적인 과수원 관리 체제이다.

## 2. IFP 현황

IFP는 1977년 스위스에서 최초로 제시되어 프랑스, 이태리 등 유럽으로 확산되어 발전 체제화되어 오늘에 이르고 있다.

- (1) 세계의 IFP 발달 과정은 IPM의 발달 과정인 조화 방제, 대응 방제 개념에서 종합방제의 개념으로 진행되는 과정에서 정립되었다.
  - ① 조화 방제: 1942년 2차 세계대전 중 캐나다에서 생산비 절감 정책의 하나로 값비싼 농약 사용을 줄이고 천적과 같은 자연적인 해충 밀도 조절 작용에 의존하려 했던 방식
  - ② 대응 방제: 2차 대전 이후 유기 합성 농약이 보편화되면서 저항성 해충 출현 및 농약의 독성 문제 등이 출현하면서 이를 보완하기 위해 천적과 해충의 활동을 토대로 약제를 선택적으로 살포한다는 방식
  - ③ 종합 방제: IPM, IOM 및 INM의 모든 개념을 망라한 개념으로 IFP 개념 정립
- (2) 우리 나라의 IFP 발달 과정도 세계의 IFP 발달 과정과 비슷한 과정을 거쳐 발전하였다.
  - ① 80년대 전후: 해충 종합관리(IPM)→ 90년 사과 IPM 모형 수립
  - ② 90년대 초반: 지속 농업에서 친환경 농업으로 발전
  - ③ 90년대 중반: 유럽으로부터 IFP 개념 도입하여 수형, 대목, 재식거리 등에 관한 개념에서 친환경 과실 종합생산 의미로 발전



〈그림 1〉 과원 관리 개념의 변천

### 3. IFP의 필요성

우리 농업의 생산력 증대는 집약적인 물자의 투입에 의해 이루어졌는데, 이제는 과도한 투입에 의하여 농업 생산 기반이 위협받기에 이르렀다. 그러므로, 우리 농업은 지속 가능하고 친환경적인 방향으로 전환하지 않으면 안되는 상황이다.

과수 재배에서도 예외는 아니어서 그 동안의 관행적인 재배 방식에서 벗어나서 구체적이고 실천적인 과수 종합 생산 체제가 요구된다. 과수 종합 생산은 품종, 재배 방식, 병해충 방제, 시비 등 모든 생산 요소들을 종합적으로 동원하면서 환경에 대한 피해를 최소화시키는 것이다.

### 4. IFP를 위한 세부 기술

#### (1) 약제 살포 절감형 품종 육성

품질 및 수량 위주의 품종 육성에서 벗어나 약제 살포 노력 절감형 품종 개발로 전환하고 있다. 병해충 저항성 대목 및 품종 개발, 병해충 저항성 기작 연구 등이 요구된다. 그러므로써, 약제 살포 회수를 대폭적으로 줄일 수 있다.

#### (2) 수형, 재식 및 적과 작업 등 재배 기술의 개선

기상 및 토양 조건을 고려한 품종의 선택과 이에 맞는 수형, 재식 거리, 적과 작업 등이 필요하다.

#### (3) 수세 및 결실 조절, 시비 기술 개발

화학 비료 및 질소질이 많은 유기질 비료의 과다 시용에 의한 수세 조절의 어려움 및 과실 품질의 저하를 해결해야 한다.

#### (4) 과수원 토양 보전

과수원에서 수시로 행해지는 지나친 경운으로 인한 부적절한 토양 삼상 구조 형성, 관·배수 시설의 부족으로 인한 수분 조절의 문제점으로 인한 과실 품질의 저하 등의 해결이 필요하다. 청경 재배에 의한 토양 침식 및 산성화 방지, 제초제 사용에 의한 문제를 해결하기 위한 초생 재배의 필요성이 대두되고 있다. 과수 종합생산 체계의 도입을 위해서는 천적 보호를 위한 초생 재배가 중요하다.

#### (5) 종합적 병해충 관리

주로 병해충의 완전 방제를 위한 화학적 방제를 하고 있으나, 경비가 많이 들고 인간의 건강에 미치는 영향이 크다. 병해충 방제 회수를 줄일 수 있는 병해충 발생 예찰 기술 개발, 성 폐

로몬을 이용한 교미 교란 방제기술, 미생물 살충제와 곤충 성장조절제 등의 이용 기술의 개발이 필요하다. 특히, 천적을 도입하여 정착시키고 관리 및 산업화하는 기술이 중요하다.

#### (6) 수확, 저장, 선과 및 판매 기술의 확립

협동 조합에 의한 공동 작업에 의해 수확된 과실의 운반, 선별, 저장 및 판매를 하고, 포장의 기계화 등의 기술 개발이 요구된다. 성공적인 과실 종합생산 체계의 확립이 필요하다.

### 5. IFP 기본 지침 및 승인 절차

IFP를 수행하기 위하여 IOBC/WPRS(the International Organization for Biological and integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section)에서 발행한 기본 지침에 따라야 한다.

#### (1) IOBC의 기본 지침(IOBC Technical Guideline III, 1994)

##### (가) 과실 종합 생산의 정의

종합생산을 위한 IOBC의 정의에서, 과실 종합생산은 환경적으로 안전에 우위를 두고 불필요한 부산물이나 농약 사용을 최소화하여 환경과 인간의 건강에 대한 안전성을 증진시키는 경제적인 고품질 과실 생산을 말한다.

##### (나) 직업 교육을 받은 환경과 안전 의식을 가진 재배자

성공적인 과실 종합생산은 새로운 교육을 받고 이에 대해 긍정적인 생각을 갖기 요구한다. 농장 관리자는 지역적으로 행하는 과실 종합생산에 관한 직업 교육을 받아야 한다. 또한 과실 종합생산의 목적과 원리 및 지역적 표준 가이드 라인에 대한 지식이 있어야 한다. 환경 보존과 인간의 건강과 안전에 대해서 긍정적인 태도를 가져야 한다. 기본 교육, 정규 교육 참석은 필수적이다.

##### (다) 과수원 환경 보전

과수원 환경은 동식물 서식지로 보전되어야 한다. 파괴될 정도로 지형의 변형과 개간은 금하고 오염이 안 되도록 한다. 동식물 생태계의 다양성 보전을 위하여, 새집 또는 새를 위한 햇대, 포식동물을 위한 피난처, 유익한 식물 기주, 야생동물의 서식처 및 수분수로서 저항성 품종 중 2항목이 지침에 포함되어야 한다.

##### (라) 개원을 위한 과원 위치, 대목, 품종 및 재식 체계

판매가 가능한 품질의 과실을 일정량 경제적으로 생산하여야 한다. 토양 소독은 금지하고 좋은 토양 조건을 선정하되, 서리 피해 지역, 배수불량 지역, 토심이 낮은 지역은 피해야 한다.

최소한의 농약 사용을 위해 병해충 저항성 품종, 바이러스 무독묘 등을 심어야 한다. 재식거리는 강진정, 생장조절제의 사용없이 자랄 만큼 충분한 공간을 고려하여 결정한다.

**(마) 토양 관리와 수체 영양**

토양 구조, 토심, 비옥도, 동물상 및 미생물상 등은 보전되어야 하고 영양물질과 유기물은 재순환되어야 한다. 토양 및 식물체를 분석하여 일정 품질 및 최고 수량에 일치하는 비료량을 사용하고 지하수의 오염수준을 최소화해야 한다.

토양 관리를 위해 재식전 화학적 분석을 하고, 재식후 신규 과원의 토양 pH를 교정하여야 한다. 이를 위해, 토양 및 식물체의 분석을 주기적으로 수행하는데, 자체 지침서에 표준 분석 방법을 제시하여야 한다. 질소의 최소화 방안 제시, 유해 중금속 및 병원성 미생물로 오염된 분뇨 사용 금지를 위해 토양 및 식물체 분석자료 보존하여 조사관이 확인할 수 있도록 한다.

**(바) 농로 및 나지 상태**

식물의 다양성을 유지하며 제초제 사용을 최소화 및 통로의 답압이나 토양 침식을 피한다. 전체 과수원의 나지 상태를 불허하며, 농로는 농기구 바퀴에 쉽게 적응하기 위한 적당한 폭의 초생 유지하고 자체 지침서에 나지 상태의 비율을 제시하여야 한다. 잔류성 제초제 사용을 불허하는데, 양분과 수분의 과도한 경쟁을 피하기 위하여 피복, 기계적 경운은 가능하다.

**(사) 관수**

균형잡힌 생육과 과실의 내·외부 품질을 좋게 하기 위하여 관수는 필요할 때 실시한다. 매일 강우량을 측정하며 토양 수분 부족을 평가하여 관수하되, 관수 물량은 토양 수분과 토양 수분 보유능에 따라 공급하도록 한다.

**(아) 나무 전정과 관리**

수관 중심에 햇빛과 살포되는 약제가 잘 투입되도록 나무의 일정한 크기 및 생육과 생산량이 유지될 수 있도록 정지 및 전정이 되어야 한다. 합성 생장 조절제의 사용은 금지되어야 하며, 과도한 생장은 비료나 관수량을 줄이거나 하계 전정 또는 착과량으로 조절하여야 한다.

**(자) 결실 관리**

화학물질 사용을 절감하며, 상품성 있는 과실의 지속적인 일정량을 생산한다. 과다 착과는 빠른 시일내 적과를 하여 적당한 과실 크기와 질을 갖도록 한다. 손적과가 민을 만하여 권장되나, 약제 적과는 경제적인 생산이 요구되는 곳에서 품종에 따라 허용할 수 있다. 개화기 동안 날씨로 수분과 수정이 좋지 않을 때는 GA, NAA 등 착과제는 허용되나 코팅제, 착색제, 후숙제는 허용이 안된다.

**(차) 병해충 및 잡초 관리**

자연적 방제, 재배적 방제, 생물적 방제, 유전적 방제, 생명공학적 방제 등 이용 농약의 사용을 최소화하여 환경 및 인간 피해 최소화하도록 한다. 사용 농약은 자체 지침서에 사용 허용(녹색), 제한적 사용(황색), 사용 금지(적색) 등을 구분하여 명시한다(사용 금지 농약: 합성 피레스로이드 계통, 유기 염소계의 살충제 및 살비제, 잔류성이 긴 고독성의 수질오염 가능 제초제 등).

자체 지침서에 유지·보호해야 할 최소 2종의 천적이 명시되어야 하며, 과학적으로 입증된 방법을 이용하여 잡초, 병, 해충의 발생 상황을 조사 기록해야 한다. 또한, 방제 밀도에 기초하여 방제 실시 여부에 대한 결정을 내려야 한다. 과실의 농약 잔류량을 관측함으로써 농약의 사용 농도 준수하였는지 확인하여야 한다. 수확 21일 내에는 약제 살포를 금지하여야 한다. 천적은 보호·유지되어야 하며, 병해충 조사 및 기록도 포자 채집기를 설치하거나 3종 이상의 페로몬 트랩을 설치하여 최소 10일 간격으로 조사·기록하여야 한다.

**(카) 안전하고 효율적인 약제 살포**

살포기는 가능한 약제의 비산 등을 줄일 수 있도록 설계되고 나무에만 약액이 효과적으로 살포되도록 한다. 약제 살포기는 정기적으로 정비를 해야 하고 원래의 규격에 맞는지 확인하며, 살포기의 분사 각도는 나무의 크기에 맞도록 하여 공중으로 비산 방지하여야 한다. 바람이 있는 날은 약제 살포를 금지하고 재식 간격 및 수형은 약제 살포기의 특성에 맞도록 배치하도록 한다.

**(타) 수확, 저장 및 과실 품질**

과실의 용도와 품종에 따라 적기 수확을 한다. 저장고와 냉장 장비는 최고의 효율을 유지하며 제대로 작동하도록 주기적으로 조사한다. 과학적 기준 제시에 의해 과실 품질을 측정하는데, 경도, 내적 품질 등이 정확히 측정되어야 한다. 자체 지침에 과실 표준화 등급을 명시하는데, 출하 전 과실 품질을 표본 조사하고 기준에 맞는 과실만 IFP 인증을 한다.

**(파) 수확 후 과실에 대한 약제 처리**

합성 항산화제 처리는 금지하고, 저장병의 방지를 목적으로 다음 조건은 허용한다. 살균제는 저장병 감수성 품종이나 장기저장 필요시에만 사용할 수 있다. 저장 중 약제 처리시에는 수확 전 기상, 기타 저장병 발생 위험에 근거하여 처리하고 그 내용을 명시하여야 한다.

**(2) IFP 승인절차****(가) 조직체 단위(국가 또는 지역)로 IOBC의 IFP위원회에 지원 서류 제출**

조직체 회칙, 자체 지침서, 농약 잔류 자료, 병해충 방제 자료 등을 숙지하여야 하며, 자체 지침서는 IOBC 기본 지침에 위배되지 않아야 한다.

(나) 가입된 조직체는 5년마다 재평가(약제 살포 기록, 농약 잔류 검사 등)

모든 자료는 해당 조직체의 경비로 충당하며, 해당 IFP 조직체의 통제관은 전체 농가의 20% 이상 농가를 연 1회 이상 방문하여 통제 지도하여 기록으로 남긴다. 1년에 1농가 이상을 임의 선정하여 자체 지침의 모든 항목을 준수했는지 검사(자체의 Check list가 있어야 함)한다. 모든 기록은 농가 자체로 실시하고 통제관의 요구시 제출한다. 토양 및 과일 샘플을 임의로 추출하여 검사하는데, 금지 농약 사용여부를 조사하고 모든 조건이 충족되면 IFP 상표를 사용할 수 있다.

### Ⅲ. IFP 수행을 위한 피복작물 재배

IFP를 위한 IOBC의 기본 지침중 피복작물 재배는 IPM, INM 등과 결부되어 매우 중요하다.

#### 1. 피복 작물 재배에 의한 과수원 지표 관리

과수원 토양은 다른 밭작물 재배 토양이나 초지에 비해 유실되는 정도가 크다. 과수원 토양 구조의 안정화, 유실 방지 및 유기물과 이에 따른 양분 순환 등 지속 농업을 달성하기 위해 피복작물 재배가 중요하다. 경운 작업은 토양의 구조를 파괴시켜 토양 유실은 물론 물의 흐름이 좋지 않은 곳에서는 공극률의 감소 등 토양 물리성을 악화시킨다. 농경지 밖으로부터 유입되는 유기물을 줄이고 토양을 보전하는 방법으로 피복 작물의 재배가 행해지는데, 이에 의해 토양 유실의 방지, 토양 개선, 잡초 및 병해충 방제, 토심이 깊어지는 효과가 있다. 주로 지표에 남아 있는 피복 작물의 잔존물에 의해 토양 유실이 방지된다.



(그림 2) 경운 작업을 한 포도원



2. 피복 작물 재배의 장점

피복 작물의 이용에 의하여 토양 표층의 물과 양분의 삼투 및 침투가 증가하여 토양 유실이 많이 줄었으며, 유기물 함량이 증가하여 토양 공극이 많아 진다(Hargrove, 1986). Phatak (1992)은 귀리, 밀, Austrian winter pea 등을 온대 지역의 관수가 가능한 지역에 적용할 수 있는 피복 작물로 추천하였다.

〈표 1〉 포도원 피복작물 재배 효과

장 점	단 점
질소 성분 보존 및 추가 토양 침식 감소 유기물 추가 잡초 발생 억제 토양물리성 향상 토양 장력(traction) 증가 투수성 증가 먼지 발생 감소 이로운 절족동물(arthropods) 증가 해충 감소 토양 답압(soil compaction) 방지 종의 보존 미관 증진	질소 흡수 양·수분 경쟁 서리 피해 증가 병해충 증가 타감 작용(allelopathy) 관리 비용 증가

\* 참고 : Ecological principles of vineyard vegetation management on California's Northern Coast(Eviner, 1999)

피복 작물은 그 지역의 기상과 작부 체계에 유익한 종을 선택하여야 한다. 현재 피복 작물로 많이 이용되는 호밀, 귀리 등은 쌍자엽 1년생 잡초가 자라지 못하게 하는 작용(smother crop)을 하고, 나중에 자라는 잡초의 광합성을 저해하는 작용(living mulch)이 있다(Barnes and Putnam, 1983). 그 외에, 피복 작물은 유용한 곤충의 서식처로 이용되고, 잡초 관리 및 토양 보존의 기능을 갖게 한다(Sumner 등, 1991).

피복 작물은 짚이나 인공 피복제와 비교하여, 토양 물리적 특성을 변하게 하여 토양 입단 구조의 안정도를 높인다(Walsh 등, 1996). 또한, 피복 작물의 뿌리에 의해 입단 구조를 안정시키며 강우에 의한 충격으로부터 토양을 보호하고 지표에 얇은 막이 형성되는 것을 막아주는데, 피복 작물 재배를 안했을 경우, 유기물의 공급이 제한되고 토양내 미생물의 감소를 가져온다(Yokoyama 등, 1991).

농기계를 빈번하게 사용하면 토층 전체가 심하게 압축되는데, 제조제로 잡초 방제를 하는 경우와 기계로 경운을 하였을 경우에 토양 경도가 높아진다(Foshee 등, 1997). 토양의 유효수분 함량은 멀칭한 곳이 가장 높고, 제조제 및 경운 관리, 피복작물 순으로 낮은 반면에, 유기물 함량은 멀칭과 피복작물구에서 증가하며, 경운과 제조제 사용구에서 감소한다고 한다(Merwin

등, 1994 ; Walsh 등, 1996). 경운 및 제초제를 사용하면 토양 비옥도와 생산성이 감소하나, 토양의 비옥도 지표와 식물체의 양분상태는 일정한 경향이 없다고 하였다(Merwin and Stiles, 1994).

### 3. 피복작물 재배와 병해충 발생

과수 재배에서 병해충 문제를 병해충과 농약에만 결부시켜 해결할 수 없다. 과수의 품종, 대목 선정, 토양개량, 시비, 관수, 잡초 관리 등 재배적인 면을 고려하는 병해충 방제이어야 한다. 이런 의미에서 IPM(병해충 종합관리)이란 개념을 잘 이해할 필요가 있다.

병해충의 발생 상황을 파악하는 일이 중요한데, 방제가 필요한지, 방제가 잘 되었는지를 판단하기 위하여 병해충의 피해와 발생 정도를 주기적으로 조사해야 한다. 병해충은 전정, 시비, 잡초 관리 등 과수원 관리와 주변 서식처 등에서도 발생에 관여하고, 환경에 미치는 요인도 된다.

생물학적 방제는 해충이 포식성, 기생성 천적에 의해 피해 수준 이내로 발생을 억제하는 것을 말한다. 천적 만으로 해충을 방제하는 것이 충분하지 않더라도 선택성 농약 사용, 초생 재배에 의한 서식처 제공 등 천적의 발생을 도와주는 관리가 병행되어야 한다.

### 4. 과수원의 피복작물 재배 및 연구의 국내·외 현황

과수원 피복작물 재배는 국내외 모두 주로 토양보존, 토양 무기성분 함량, 토양미생물 등 토양환경, 병해충 종류 및 밀도에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 근간에는 여러 과종에서 피복작물 재배에 의한 다양하고 종합적인 결과를 확인하는 연구가 수행되고 있다. IPM이나 IFP 같이 아직 정리된 결과는 없으며, IFP를 수행하는 가운데 피복 작물 재배를 수행한 결과만 있어 체계적인 정리가 필요하다. 이태리 등 유럽, 미국 및 국내의 피복 작물 연구 결과를 소개하고자 한다.

#### (1) 이태리의 피복 작물 연구 현황

유럽에서는 유기농업을 organic agriculture(영국), biological agriculture(이태리 등), ecological agriculture(독일, 스페인) 등으로 나라에 따라 다르게 부르는데, 퇴구비 등 유기물을 비료원으로 사용하는 농가들이 늘고 있다.

유럽이 통합되면서 농산물의 과잉 생산, 환경 파괴 및 식품 안전성 등의 공동 농업정책의 문제점이 발생하기 시작하였다. 그러나 생태계를 존중하는 입장에서 유기농업의 기준이 정해져서 농산물을 과잉생산 하지 않고 기존의 환경에 대해 조화적이며 다양화에 의해 고용기회의 확대에 기여하고 기존의 검정체제를 확립하여 소비자의 신뢰를 얻고 있다.



(그림 4) 복숭아 과원의 피복작물 재배

이태리는 많은 과수재배 농가에서 피복작물의 중요성을 인식하고 연구소에서도 다양한 피복작물에 대한 연구를 진행하고 결과를 도출하고 있다. 포도주로 유명한 이태리의 키안티 지방에서는 1989년에서 1998년까지 10년간 자체 자금으로 연구소와 대학에 용역을 주어 포도나무의 재식거리, 전정, 시비 및 피복 작물 등의 종합 생산 (IFP) 연구를 하였으며, 복숭아 재배에서 피복 작물로 Subclover를 사용하면서 나타난 수체생육 부진 현상을 해결하려고 노력하고 있다.

#### (2) 미국의 피복 작물 재배 및 연구 현황

미국은 지속가능 농업(Sustainable agriculture)이라는 주제하에 피복 작물 재배에 관해 많은 연구를 수행하고 있어 좋은 결과를 얻고 있는 것 같다. 이를테면, 질소를 효율적으로 생산하고 소비하는 특정 작부 체계를 개발하는 연구, 비료의 대체, 농업 생태계를 통한 양분의 순환, 병해, 해충 및 잡초를 생물학적으로 제어 작물의 다양화, 윤작, 유전적 저항성 작물 연구 및 Triticale, Amaranth(당비름), 인삼, Lupine(루피너스) 등 대체 작물의 재배 연구가 진행되고 있다.

캘리포니아 지역의 피복 작물 재배 실태를 보면, 피복 작물 재배 농가가 29%를 차지하고 있는데, 동계 피복 작물 재배 농가가 69%로 가장 많으며 동계와 하계 피복 작물 재배 농가는 22%, 하계 피복 작물 재배 농가가 9%로 가장 적었다(표 2).

〈표 2〉 캘리포니아 지역의 피복 작물 재배 실태

구 분	농가 비율(%)
동계 피복작물	69
하계 피복작물	9
동계 + 하계	22
계	100

\*참고 : Survey of annual crop growers regarding cover crops(Ridgely & Horn, 1994).

캘리포니아 지역의 피복 작물 재배 목적은 질소 성분을 얻기 위해서가 52%, 건초 생산이 38%, 잡초 방제와 종자 채취가 각각 21%이었다. 그 외에 과다 생육 억제, 토양 건조 방지, 홍수 저항을 목적으로 사용하고 있다(표 3).

〈표 3〉 캘리포니아 지역 농가의 피복 작물 재배 목적

재배 목적	농가 비율 (%)
질 소 고 정	52
건 초 생 산	38
잡 초 방 제	21
종 자 채 취	21
과 다 생 육 억 제	14
토 양 건조 방 지	7
홍 수 저 항	3

\*참고 : Survey of annual crop growers regarding cover crops(Ridgely & Horn, 1994).

피복 작물 재배는 과종과 수령에 따라 달라진다. 피복 작물은 일년생과 다년생이 있고, 일년생은 하계 일년생과 동계 일년생으로 나누어진다. 또한 춘파와 추파, 목초류와 채소류를 결정하고 단독이나 혼합 재배를 할 것인가를 결정해야 하는 데 이에 관해 많은 연구가 진행중이다.

### (3) 국내의 피복 작물 재배 연구

#### (가) 사과원의 피복 작물 재배

최근 사과원의 토양 표면 관리는 전면 로타리, 제조제를 이용한 청경 재배에서 피복 작물 재배로 전환되고 있는 추세이다. 피복 작물 재배에 이용되고 있는 초종은 대부분 자연 초종을 이용한 잡초 초생이고, 새로 조성되는 사과원은 대개 목초를 이용하고 있다. 자연 초종을 이용할 경우는 토양 조건에 따른 생육량이나, 계절별 초종 변화에 따른 번무 정도가 달라서 건물 생산량이 적고 고르지 못하고 관리가 조방적이 되기 쉽다. 외국에서는 초지 조성용으로 이용되는 다년생 목초를 과수원의 열간에 도입하여 잡초 발생을 억제하고 초생에서 얻어지는 유기물을 이용하여 관리의 효율을 도모하고 있다.

대구 사과연구소에서 수행한 연구 결과를 보면, Kentucky bluegrass는 94~99%로 높은 피복도를 유지하였고, Tall fescue는 76~82%의 피복도를 유지하였으나, Orchard grass,

Perennial ryegrass 등은 하고증상(夏枯症狀) 등으로 피복도가 낮았다.

(표 4) 사과원 초종별 뿌리 건물중과 분포

초 종	근 중 (g/m <sup>2</sup> )	분 포(%)				
		0~20	21~40	41~60	61~80	81)
Kentucky bluegrass	311.5	95.1	4.8	0.1	-	-
Perennial ryegrass	209.9	82.1	10.2	7.5	0.3	-
Orchard grass	218.5	83.1	16.5	0.4	-	0.2
Tall fescue	593.8	60.4	27.6	8.9	3.0	-
White clover	80.3	94.6	4.6	0.8	0.1	-
자연 초종	-	-	-	-	-	-

\* '98년 9월 파종, '99년 11월초 조사.

뿌리의 건물중은 Tall fescue가 가장 높았고, Kentucky bluegrass, Orchard grass 순이었으며, White clover가 가장 적었다. 뿌리 분포상태는 Tall fescue가 가장 넓은 범위로 분포되는 경향이었으며, 기타 초종은 20cm 이내에 82~95%까지 분포하였다.

또한, White clover구에서 지상부가 무성하게 자라는 7월 하순까지 지온이 2~3℃ 낮게 유지되었다. 피복도가 높게 유지되고 근중과 건물 생산량이 많은 Tall fescue가 토양 수분이 낮은 상태를 유지하는 경향이였다. 사과원에 적합한 초종으로 Tall fescue와 Kentucky bluegrass를 선정하였다.

#### (나) 포도원의 피복 작물 재배

포도나무를 경사지에 재배하는 농가에서 토양 침식과 비료유실이 심하고(車 等, 1970; 金 等, 1970), 제초제에 의한 환경 오염도 문제시되고 있다. 이를 해소하기 위하여 일부 농가에서 호밀 등 피복 작물을 재배하고 있으나, 그 효과에 대해서는 상반된 견해가 있다. 포도원에서 지속적인 호밀 재배 가능성을 확인하고, 또한 다양한 피복 작물을 선발하고자 원예연구소에서 수행한 연구 결과는 다음과 같다.

호밀 재배 포장의 포도 새단 품종의 수채 생육을 보면, 신초장, 엽장, 엽폭이 호밀 재배(6년)에서 가장 길었고, 호밀 재배(3년), 청경 재배 순이었다. 착립률은 처리간 차이가 없었다.

(표 5) 호밀재배 포장의 토양미생물의 종류 및 밀도

구 분	토양미생물 수 ( cfu/g dry soil )					
	호기성 세균 ( ×10 <sup>5</sup> )	중온성 비실러스 ( ×10 <sup>4</sup> )	고온성 비실러스 ( ×10 <sup>3</sup> )	그람음성균 ( ×10 <sup>3</sup> )	형광성 슈도모나스 ( ×10 <sup>3</sup> )	방선균 ( ×10 <sup>4</sup> )
호밀 재배(6년)	30.6	119.5	61.3	372.2	152.0	50.0
호밀 재배(3년)	23.3	149.5	38.5	201.4	43.4	61.6
청경 재배	37.7	106.5	57.1	201.3	19.4	72.4

호밀 재배 포장의 토양 미생물의 종류 및 밀도를 보면, 중온성 바실러스속, 그람음성균, 형광 슈도모나스속 등은 호밀 재배에서 청경 재배에 비해 많았는데, 특히 작물 생육에 유익한 균인 형광 슈도모나스속이 호밀 재배를 오래할수록 현저히 많아지는 것을 알 수 있었다. 호기성 세균, 방선균은 오히려 청경 재배에서 호밀 재배에 비해 많았다.

〈표 6〉 호밀재배 포장의 포도 새단품종의 과신품질

구 분	과방중 (g)	과립중 (g)	당 도 (° Bx)	산함량 (%)	안토시아닌 (OD 530nm)
호밀 재배(6년)	325.3	6.0	19.6	0.70	0.89
호밀 재배(3년)	359.5	6.8	19.4	0.68	0.96
청경 재배	274.4	6.0	17.4	0.66	0.85

호밀 재배에서 청경 재배와 비교하여, 과방중이 325.3~359.5g으로 50.9~85.1g 정도 무거웠으며, 당도는 19.4~19.6° Bx로 약 2° Bx 정도 높았고, 착색도 좋은 경향이였다. 지속적인 호밀 재배에서 관리를 잘 하면 토양 개선 및 과실 품질 증진 효과가 커지는 것을 알 수 있다.

〈표 7〉 피복작물별 포기수, 피복률, 건초중, 예초시기 및 근중

초 종	포기수 (주/㎡)	피복률 (%)	건초중 (kg/10a)	예초시기	근중 (kg/10a)
Rye	67.3 b	46.7 b	218.0 a	5.17	181.0 a
Barley	27.3 d	8.3 d	99.3 c	6.8	19.0 c
Red clover	3.0 e	0.7 e	13.0 e	6.8	37.0 b
Orchard grass	256.7 a	51.7 b	39.7 d	6.8	144.0 a
Hairy vetch	35.3 c	30.0 c	120.0 b	6월말(자연소멸)	5.0 d
자연 초종	-	73.3 a	121.0 b	6.8	22.7 c

\* 호밀, 올보리는 15~20kg/10a, 레드클로버, 오차드그래스, 헤어리베치는 3kg/10a을 '99년 10월 1일 파종.

포도원에 적합한 초종을 선발하기 위한 연구 결과를 보면, 피복률은 자연 초종, Orchard grass, Rye 순으로 높았다. Bordelon & Weller(1997)는 피복 작물이 잡초 발생을 억제한다고 했는데, 피복률이 높은 Orchard grass, Rye 등이 효과적인 것을 알 수 있다. 건물중은 Rye가 월등히 많았으며, 이어 자연 초종, Hairy vetch, Barley, Orchard grass 순이었고, Red clover는 가장 적었다. 퇴비 생산을 염두에 두면, 건초 생산량이 많은 Rye, Hairy vetch 등이 피복작물로 적합하다고 생각된다.

예초 시기는 Rye가 5월 중순으로 가장 빠른 편이며, Barley, Red clover, Orchard grass 등은 6월 상순이 적합하고, Hairy vetch는 6월말에 저절로 소멸하였다. 예초하는 노동력의 필요성을 감안하면, Hairy vetch 같은 키가 작고 자연 소멸하는 초종의 이용도 좋다고 판단된다.

과방중은 피복 작물별 차이가 없었으나, 과립중은 Rye와 Barley를 제외하고 피복 작물 재배가 청경 재배에 비해 무거웠다. 당도는 피복 작물 재배와 청경 재배간에 차이가 없었고, 산함량은 Orchard grass, 자연 초종 재배에서 청경 재배와 비교해서 낮았다. 포도원 피복 작물로는 Rye, Orchard grass, Hairy vetch 등이 적합한데, 토양 물리성 개선, 퇴비 공급, 질소 공급 등의 목적이나 수령, 지역 외 관리 편의성을 고려하여 선정이 가능하다.

#### IV. 맺는 말

환경 친화형 과실생산을 위하여 정립된 개념인 IFP를 수행하기 위해서 IPM, INM 등을 포함한 피복 작물 재배에 관한 연구가 매우 중요하다. 각개의 개념들은 충분히 정립되지 않았고 종합적으로 유기적인 연관도 안되어 있다. 유럽이나 미국 등에서 이루어지는 피복 작물에 관한 연구는 대상이 피복 작물일 뿐이지, 결과적으로는 IFP라는 큰 틀 아래에서 지역, 참여기관 등에 따라 맡은 바 연구를 행하고 있다. 이태리를 위시한 유럽의 과수 재배 연구는 친환경 지속 농업을 위한 피복 작물 효과 구명, 신품종의 수체 생리 및 병해충 검정 연구를 주로 수행하고 있다. 우리 나라의 과수 산업도 고품질 및 친환경 과실 생산을 위하여 유럽과 동일한 연구가 필수적이며, 유럽의 선진국들과의 지속적인 공동 연구가 필요하다. 이를 수행하기 위한 첫 단계로 과수에서 현재까지 이루어진 연구를 확대하고 결과를 정밀하게 분석하여야 하는데, 우선 실제 농민들이 호응하는 피복 작물에 대한 개념을 정립해야 한다. 이들 피복 작물 재배는 과종별로 단순한 초종 선발의 차원이 아닌, 광범위한 연구, 이를테면, 수령, 초종 혼합 정도, 과종 및 예초 시기 등 다양한 연구로의 확대가 필요하다. 또한, 선택한 과종의 과실 종합생산 체계는 품종, 대목, 재식 거리, 전정, 시비, 병해충 방제 및 피복 작물 재배 등의 관리를 지역, 연구소, 농업 기술센터 및 참여 농가가 의견을 수렴하고 결정하여 수행하여야 한다. 이는 IOBC 같은 국제 기관의 인증을 받아 생산, 판매, 더 나아가 수출까지 내다보는 계획하에서 체계적으로 이루어져야 한다.

#### 참고문헌

- Barnes, J.P. and A.R. Putnam. 1983. Rye residues contribute weed suppression in no-till cropping systems. *J. Chem. Enol.* 19 : 1045-1057.
- Bordelon, B.P. and S.C. Weller. 1997. Preplant cover crops affect weed and vine growth in first-year vineyards. *HortScience* 32(6) : 1040~1043.

- Buban, T., Helmecezi, B., Papp, J. Dorgo, E., Jakab, I. Kajati, I. and Merwin, I. 1996. IFP-compatible ground-cover management systems in a new-planted apple orchard. *Acta Hort.* 422 : 263-267.
- 車種煥, 金鼎濟, 정현식. 1970. 傾斜地 葡萄園에 관한 研究(II). *韓國誌*(8) : 59-62.
- Cross J.V. and E. Dickler. Guidelines for integrated production of Pome fruits. 1994. *The IOBC/WPRS Bulletin* 17(9) : pp.13.
- Eviner V. 1999. Ecological principles of vineyard vegetation management on California's Northern Coast. Agroecology Research Group. Univ. of California.
- Foshee, W.G., R.I. Raper, W.D. Goff and M.G. Patterson. 1997. Orchard floor practices effect soil compaction around young pecan trees. *HortSci.* 32 : 871-873.
- Hargrove, W.L. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agm. J.* 78 : 70-74.
- Ingels C., D. Whisson and T. Prichard. 1999. Effects of cover crops on a vineyard ecosystem in the Northern San Joaquin Valley. Univ. of California.
- 金吉煥, 車種煥, 金鼎濟. 1970. 傾斜地 葡萄園의 生態學的 研究(II). *韓國誌*(8) : 63-69.
- 이순원, 이동혁, 김동아, 최경희. 병해충종합관리(IPM)에서 과실종합생산(IFP)으로의 발전방향. *원예과학기술지* 17 : 400-406.
- 임열재, 김유환, 김종천. 1973. 배 과수원 토양관리에 관한 연구. *농시연보* 15(원예편) : 45-52.
- 임명순, 김동순. 환경친화형 과실종합생산 대책에 있어서 현황과 문제점. *원예과학기술지* 17 : 386-390.
- Malavolta C. and E.F. Boller. Guidelines for integrated production of grapes. 1999. *The IOBC/WPRS Bulletin* 22(8) : pp.14.
- Merwin, I.A. and W.C. Stiles. 1994. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119 : 209-215.
- Merwin, I.A., W.C. Stiles and H.M. van Es. 1994. Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119 : 216-222.
- 노희명. 과수원 생산성 지속을 위한 토양의 질 보전. *원예과학기술지* 17 : 391-399.
- Phatak, S.C. 1992. An integrated sustainable vegetable production system. *HortSci.* 27 : 738-741.
- Ridgely, A.M. & M.V. Horn. 1995. Survey of annual crop growers regarding cover crops. Summary of Final Report to UC Sustainable Agriculture Research and Education Program.



- 송기철, 류명상, 조명동. 1999. 피복작물이 과수 지하부 환경 및 수체생육에 미치는 영향. 원예시험연구보고서. 원예연구소.
- 송양익, 남종철. 1999. 사과원 초생재배 체계 확립 시험. 원예시험연구보고서. 원예연구소.
- Sumner, D.R., S.C. Phatak, J.D. Gay, R.B. Chalfant, K.E. Brunson and R.I. Bugg. 1991. Soil-borne pathogens in vegetables with winter crops and conservation tillage. *Phytopathology* 81 : 11-64.
- Walsh, B.D., S. Salmins, D.J. Buszard, and A.F. MacKenzie. 1996. Impact of soil management systems on organic dwarf apple orchards and soil aggregate stability, bulk density, temperature and water content. *Can. J. Soil Sci.* : 203-209.
- Yokoyama, K., K. Kaitt, T. Koga, and T. Aibe. 1991. Nitrogen mineralization and microbial populations in cow dung, dung balls, and underlying soil affected by paracoprid dung beetles, *Soil Biol. Biochem.* 23 : 649-653.