

최 종

보고서

환경친화적 토착농업의
과학적 검증 및 경제성 분석연구

Studies on the Scientific Verification and Economic
Analysis for the Evaluation of Environmentally
Friendly Traditional Agriculture in Korea

농업과학기술원

농림부

최 종 보 고 서

1999년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 「환경친화적 토착농업의 과학적 검증 및 경제성 분석연구」에 관한 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 10부
2. 최종보고서 디스켓 1매

2003 년 2월 6일

주관연구기관 : 농촌진흥청 농업과학기술원

총괄연구 책임자 : 박 문 희 인

주관연구기관장 : 농업과학기술원 장

농 립 부 장 관 귀 하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “환경친화적 토착농업의 과학적 검증 및 경제성분석 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003 년 2 월 6 일

주관연구기관명 : 농업과학기술원
총괄연구책임자 : 박문희
세부연구책임자 : 박문희
연구원 : 최두희
연구원 : 이상민
연구원 : 이상용
연구원 : 김승환
연구원 : 이윤정
연구원 : 최대웅
연구원 : 조영상
연구원 : 김해철
협동연구기관명 : 단국대학교
협동연구책임자 : 손상목
연구원 : 이주삼
연구원 : 정진영
연구원 : 정완호
연구원 : 이태원
협동연구기관명 : 한국농촌경제연구원
협동연구책임자 : 오세익
연구원 : 안선희

요 약 문

I. 제 목

환경친화적 토착농업의 과학적 검증 및 경제성분석 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

□ 연구개발의 필요성

- 우리나라는 인구에 비하여 경지면적이 적어서 국민식량의 안정적 생산공급을 위하여 다수확 위주의 농업기술 개발에 의존함으로써 농자재의 과다투입에 의한 토양과 수질을 오염시키고 천적 등 유익 생물군의 감소 등 자연생태계를 파괴시키고 있다는 우려의 목소리가 높아지고 있음
- 최근까지 민간환경농업단체 등에서 개발하여 보급하고 있는 유기·자연농업은 환경친화적이고 우수한 안전식품을 생산하는 것으로 알려져 있으나, 유기·자연농업기술에 대한 과학적 검증 및 기술체계화는 미흡함
- 1997년 12월에 환경농업육성법을 제정 공포하고 친환경농업 직접지불제, 환경보전사업에 대한 직·간접적인 지원 등 친환경농업의 확산을 위해 다각적으로 노력하고 있음.
- 1998년 국립농산물검사소에서 조사한 바에 의하면 유기·자연농업 등 환경농업 실천농가는 13,056농가, 10,718ha로 점차 증가되어 가고 있으며 또한 민간환경농업단체를 통하여 매년 많은 농민들을 대상으로 영농교육을 실시하여 유기·자연농업 기술을 확대 보급하고 있는 실정임.
- 이와 같은 민간에서 개발 보급하고 있는 환경친화적이고 안전식품을 생산해 낼 수 있는 유기·자연농업 기술에 대하여 국가연구기관과 학계, 환경농업단체, 농가 등이 공동 참여하는 연구를 통하여 과학적으로 검증하고 체계화하여 특정 환경보전지역 또는 중소농고품질농산물 생산단지의 영농기술로 개발하여 보급하는 것이 필요함.

1) 기술적 측면

- 친환경적 토착농업기술의 체계화를 통해 특정환경농업지역 및 중소농복합영농단지의 영농기술 정착과 영농자재의 자급을 향상으로 화학비료, 농약 등의 절감과 수익성이 높은 고품질 규격농산물 생산으로 농가소득 향상에 기여할 것임
- 민간 환경농업단체에서 보급해 오던 다양하고 검정되지 못한 영농기술을 과학적으로 검증하여 체계화함으로써 생산성 제고와 환경오염의 최소화를 동시에 추구할 수 있는 환경농업기술의 정착이 시급하며
- 민간 환경농업단체에서 개발 보급하고 있는 다양한 영농자재에 대한 과학적 검증과 유망 영농자재 개발로 합리적인 토양관리, 시비관리, 농약관리, 작부체계 및 유기자원 활용기술의 확립이 필요함
- 최근 급격히 변화되어가고 있는 기상 등 환경변화에 적절히 대처할 수 있는 영농기술 개발로 안전 농업기술의 정착이 요구되고 있음
- 관행농법에 의한 토양을 통한 간접 시비효과 보다 자연농법에 의한 띄움비 또는 액비의 옆면시비에 의한 직접 시비효과가 비효를 높일 뿐 만 아니라 환경보전에도 크게 기여 할 것임
 - 시비효율(벼, 1998. 한토비학회 30년 회고와 전망)
N : 25~29%, P : 10~13%, K : 28~30%
- 현행 복합비료 위주의 비료 공급 및 지도는 토양에 과잉으로 축적되어 있는 인산 및 칼리의 축적과 유실을 가속화시켜 환경오염의 주요인이 되고 있으며 불필요한 비료성분에 대한 농민부담이 가중되고 있는 실정임.
- 농작물에 대한 양액비료 옆면시비는 비료효율도 높이고 토양에 축적이 거의 없어서 환경보전적 시비방법으로 매우 합리적이며 특히 염농도 집적이 심한 채소류나 시설재배 및 과수 등의 생리장해 대책으로 비종, 시비량, 시비방법 등의 연구개발이 필요함.

2) 경제·산업적 측면

- 민간 환경농업단체에서 다양하게 보급하고 있는 영농기술의 체계화로 영농실패에 대한 불안감 및 실농에 대한 분쟁 해소
- 가축의 배설물 활용만으로도 국내 소요 화학비료 대체 가능
 - '96 가축분뇨중 비료 성분량 : 948천톤('96 화학비료 소비량 : 916천톤)
 - 국내 농경지의 적정 유기물 소요량 추정: 14,444 ~ 16,014천톤
(도시 및 산업 부산물 포함시 비료성분량은 2,059천톤에 달함)
- 폐기물의 매립과 소각이 경제적으로 어려운 실정이므로 상대적으로 처리가 쉽고 문제점이 적은 퇴비화를 선호함
 - 폐기물 처리비용: 소각 72,517, 매립 39,609, 퇴비화 20,908원/톤
- 퇴비제조 및 이용체계가 지역 및 작목의 특성을 고려하지않아 불필요한 경제적 손실과 토양오염을 유발하고 있음
 - 퇴비중의 양분 가용화는 토양의 종류와 토양분포에 따라 차이가 큼
 - 퇴비중에 함유된 비료성분을 고려하지 않고 화학비료와 병용할 경우 토양염류 집적 유발
 - 사업장 폐기물은 원료 자체의 특성을 고려하지 않을 경우 유해물질에 의한 토양과 농작물 오염으로 경제적 손실 초래.
- 농산물 품질 인증제에 대한 수정 및 보완자료 제시

3) 사회·문화적 측면

- 농가의 유기·자연농업 선호도는 소비자가 선호하는 농산물의 안전성과 높은 소득을 기대하여 유기물질이 화학비료와 농약을 대체할 수 있다는 인식에서 유래됨.
 - 퇴비 : 태양 에너지 이용개념(식물 → 광합성 → 탄수화물 생산)
 - * 퇴비시용 → 양분방출 → 화학비료 대체
 - * 퇴비시용 → 토양생물 활성 증진 → 병해충 억제 → 농약사용 절감

- 퇴비는 많이 사용할수록 좋다는 인식이 팽배
 - 퇴비는 유기물이므로 많이 사용할수록 토양을 개량하고 양질의 농산물 생산이 가능하다고 판단
 - 퇴비사용량도 적정범위가 있으며 과도한 사용은 토양의 염류집적을 초래하고 토양의 이화학성이 악화될 수 있다는 점을 인식하지 못하고 있음

- 유기·자연 농산물에 대한 기준과 개념이 다양하여 소비자와 생산자간의 분쟁 소지가 상존하며 영농규모가 영세하고 유통구조의 미정착으로 농가소득 불안
 - 유기·자연 농업의 개념 및 기준 설정과 농민에 대한 교육, 지도와 함께 소비자에 대한 홍보가 필요함

□ 국내의 기술개발 현황

- 국내 환경친화적 토착농법 등이 최근의 환경농업 정책의 강화와 소비자의 안전 식품 선호도에 부응하여 민간환경농업단체 등에 의하여 검정되지 않은 영농기술 등이 급속도로 확대 보급되고 있으나 이에 대한 연구 개발은 미흡한 실정임.

- 다만 자생적 민간환경농업단체인 정농회, 유기농업협회, 자연농업협회, 흙살림 연구회등 몇개 영농단체에 의하여 현장에서 경험을 통하여 얻어진 영농기술들을 농민교육이나 강습회 등을 통하여 다양한 형태의 영농 기술을 보급하고 있는 실정임.

- 이들이 보급중인 영농기술은 환경친화적이고 안전식품 생산성이 우수한 것으로 알려져 있으며 이들 영농기술을 과학적으로 체계화하여 보급함으로써 환경보전 대책지구, 상수원 보호구역 및 중소농 고품질 농산물 생산단지 등의 영농형태로 적합할 것으로 사료됨.

○ 국내 환경친화적 토착농법의 연구 현황

분 야	현재 타과제로 추진중	특수 농법과제로 추진될 내용
유기·자연농업 실천농가 실태조사 및 경영분석	없 음	○ 유기·자연농업 실천농가 실태조사 - 작목별, 농가별 환경농업 실천 현황조사 ○ 유기·자연농업 실천농가 경영분석 - 주요 작목별 농업경영분석
시설 과채류에 대한 자연농업 기술 효과 검증	없 음	○ 하우스 고추에 대한 자연농업 기술 효과 구명 - 자연농업자재(토착미생물, 띄움비, 액비)가 하우스 고추의 생육, 수량성 및 병충해 방제에 대한 효과 구명
시설 과채류에 대한 유기농업 기술 효과 검증	없 음	○ 하우스 고추에 대한 유기농업 기술 효과 구명 - 유기농업자재(유기질비료, 균강, 액비)가 하우스 고추의 생육, 수량성 및 병충해 방제에 대한 효과 구명

□ 앞으로의 전망

- 농업의 환경보전 및 경관조성 기능의 최대한 활용을 위하여 환경농업의 중요성이 점차 강조되고 있으며 정부는 1999년을 환경농업 원년의 해로 선포하여 적극적인 환경농업 추진을 위한 각종 시책이 강구되고 있다.

- 도시 소비자들의 무공해 안전 농산물에 대한 기호도가 증가하고 농산물에 대한 품질인증제도 도입 등에 따른 고소득 농산물의 생산을 위한 유기·자연농업 등 저투입 고품질 농산물 생산능가가 증가될 것으로 예측됨.
- 21세기 농업기술은 주변 과학기술을 접목한 정밀 농업형태로 발전될 것으로 예측되며 소비자의 기호도에 맞는 안전농산물 생산과 환경 및 자연경관을 생각하는 지속적 농업이 중요시되는 농업이 정착될 것으로 판단됨.
- 따라서 지금까지 민간환경농업단체에 의하여 각종 토착농업 기술과 경험에 의하여 개발된 다양한 영농법들이 최근 소비자들의 무공해 안전식품의 요구도와 맞물려 확대 보급되고 있는 실정이나 이들 농법들이 복잡 다양하며 일관성이 없고 일부 농가에서는 시행착오를 일으키는 피해가 나타나고 있는 경우도 있음.
- 본 연구에서는 다양하게 개발 보급되고 있는 민간 특수 농법들을 과학적으로 체계화하여 정리함으로서 상수원 보호구역 등 환경보호구역과 중소농을 대상으로 한 무공해 안전식품 생산을 위한 영농기준을 설정하여 농가 소득향상과 자연환경 보전에 기여할 것임.
- 현재의 시비 및 농약관리는 최대생산 및 병충해 박멸을 위한 관리 기준이며 앞으로 생산성과 환경보전을 동시에 유지할 수 있는 적정생산 및 적정방제를 위한 시비 및 농약관리 목표로 전환되어야 할 것임.
- 앞으로 비효가 떨어지는 토양을 통한 간접시비를 줄이고 식물체에 직접시비하는 양액비료 시용방법을 개발하여 농작물의 생산성 증대와 비료 등 투입 에너지 절감 및 환경보전을 위한 농업으로 전환되어야 할 것임.

□ 기술도입의 타당성

본 연구과제는 국내 민간환경농업단체에서 개발된 농촌 토착기술 및 환경친화적 특수농법으로 우리나라의 독특한 농업환경을 대상으로 개발되어야 하기 때문에 제반 환경여건이 다른 외국의 기술도입은 의미가 없으며 본 연구과제와 같은 형태의 연구는 외국에서 수행된 바 없음.

□ 연구개발목표

- 환경친화적 토착농업기술을 과학적으로 검증하여 체계화함으로써 안전농산물 생산과 농가소득 향상 및 환경보전에 기여하고자 함.
 - 토착적, 환경친화적 유기·자연농업기술의 체계화 및 경영분석
 - 생산성과 환경문제를 함께 생각하는 농업-정밀농업의 실천
 - 영농자재의 자급율 향상과 고품질 안전 농산물의 생산

III. 연구개발 내용 및 범위

□ 연구개발 내용

- 환경친화적 토착농업의 경제성 분석 연구
 - 환경친화적 토착농업 실천농가의 경영성과 분석
 - 시험포장의 경제성 분석

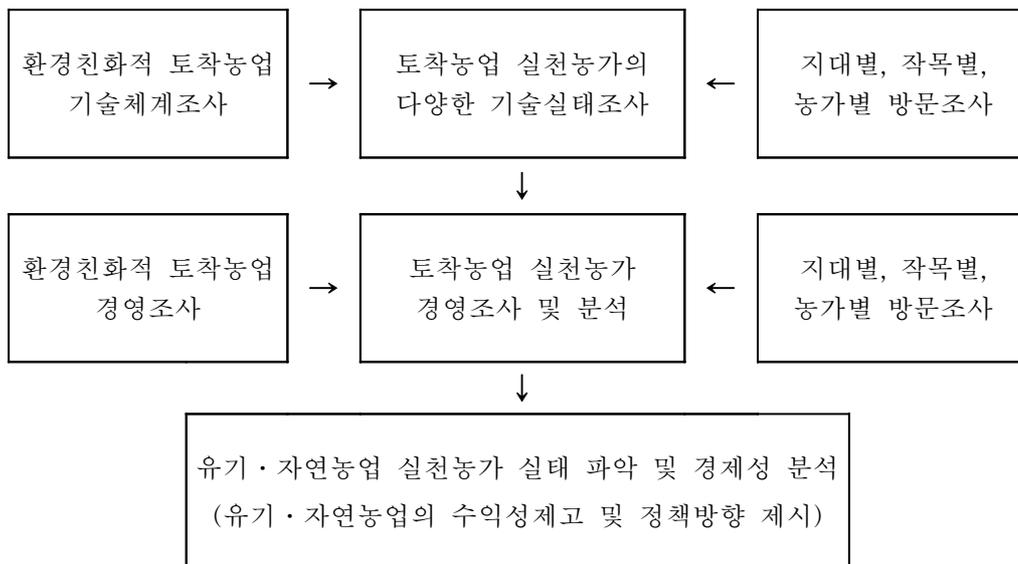
- 하우스 고추에 대한 자연농업 효과 구명
 - 자연농업자재(토착미생물, 락토비, 액비)의 이화학적 특성조사
 - 자연농업 자재처리가 하우스고추의 생육 및 수량에 미치는 영향
 - 자연농업 자재처리가 하우스고추의 병충해방제에 대한 효과구명
 - 자연농업 자재처리에 의한 비료 및 농약등 절감효과 구명
 - 민간환경농법 실천농가 자재사용실태 및 토양 양분함량 분포조사

○ 하우스 고추에 대한 유기농업 효과 구명

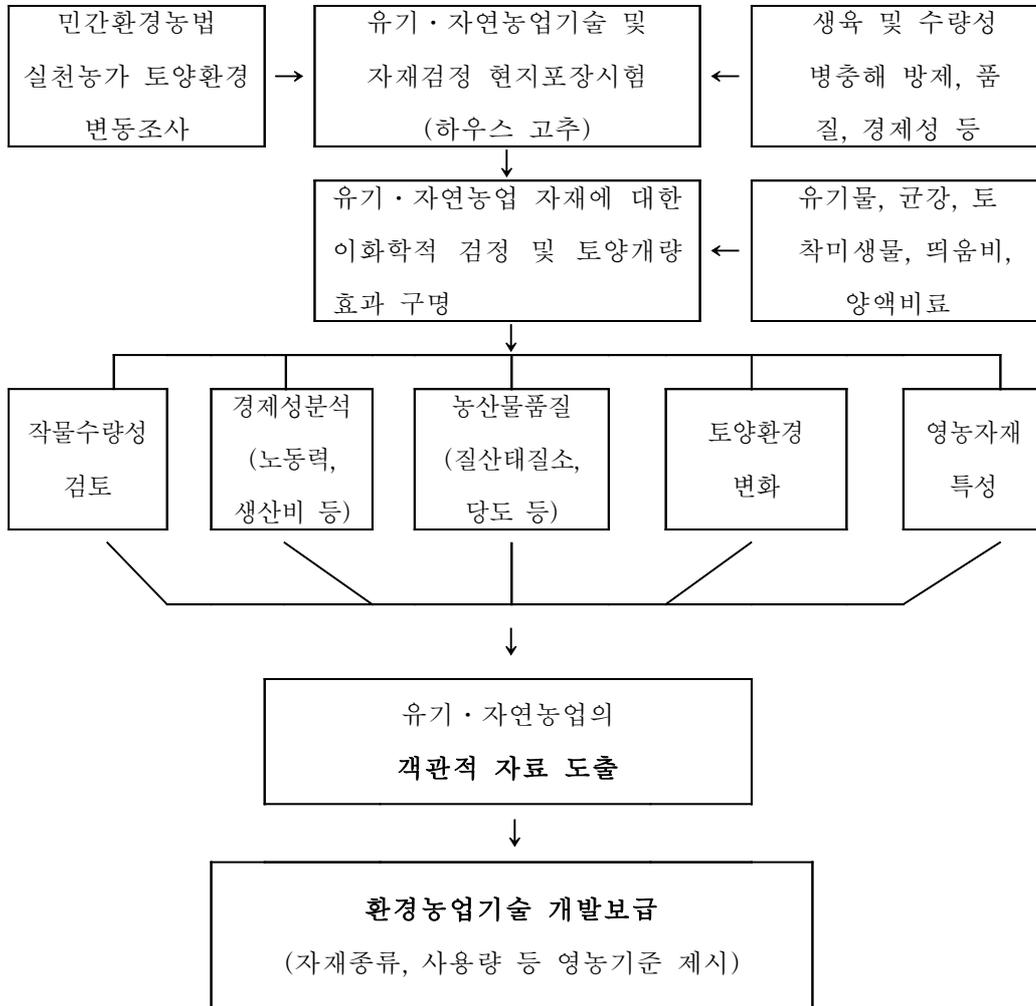
- 유기농업자재(유기질 비료, 균강, 청초액비)의 이화학적 특성조사
- 유기농업 자재처리가 하우스고추의 생육, 수량에 미치는 영향
- 유기농업 자재처리가 하우스고추의 병충해방제에 대한 효과구명
- 유기농업 자재처리에 의한 비료 및 농약등 절감효과 구명
- 유기농업 하우스고추 재배시 경제성 분석

□ 연구개발 추진체계

○ 유기·자연농업 실천농가 실태조사 및 경영분석



○ 하우스고추에 대한 유기·자연농업기술 효과 구명



IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

자연농법기술 및 자재에 대한 효과를 과학적으로 검증하기 위하여 자연농법 실천 농가포장에서 하우스고추를 대상으로 관행농법 및 자연농법(최소방제)과 비교시험을 수행하였고, 품질인증을 획득한 민간환경농법 실천농가를 대상으로 자재 사용현황 및 토양비옥도 수준을 조사한 결과는 다음과 같다.

시험에 사용된 자연농법 자재는 사용목적에 따라 크게 두 가지로 양분공급 및 토양개량자재와 병해충 방제용 자재이었다. 양분공급 및 토양개량자재는 토착미생물 띄움비를 주로 사용하였고, 그 밖에 천혜녹즙 등 8종을 사용하였으며, 병해충방제용 자재로서 현미식초 등 4종류를 사용하였다. 사용량은 토착미생물 띄움비는 $2,200 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ (현물)를 매년 사용하였고, 엽면시비용 자재는 20~1,000배로 희석하여 사용하였다. 토착미생물 띄움비는 돈분톱밥퇴비를 주원료로 하여 목탄 등 11~12자재를 혼합자가 제조하여 사용하였다. 자재의 화학적 특성은 pH가 대부분 1.1~4.2로 강한 산성이었으며, 그밖에 양분함량은 극히 미미하여 양분적 가치는 적었다.

자연농법기술이 하우스고추의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 관행농법에 비해 자연농법구의 연차간 일평균 생육량의 편차가 커 환경재해로 인한 위험에 더 취약하였다. 또한 관행농법구는 최대생육기에 이를수록 성장량이 커졌으나 자연농법구는 생육중기부터 현저히 낮아졌다. 양분흡수량은 가리>질소>인산의 순으로 높았으며 질소 흡수량은 자연농법(최소방제)구 및 관행농법구에서 높았다.

자연농법기술이 하우스고추의 생산성에 미치는 영향을 조사한 결과 고추의 1과중 및 건물율은 2년차에서 모두 높은 경향이였다. 건고추의 연차간 상품수량은 2년차 > 1년차 > 3년차의 순이었으며 관행농법구($481\sim 492 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$) 대비 자연농법(최소방제)구에서 5% 증수하였으나 자연농법구는 2~5% 감소하였다.

자연농법기술 및 사용자재의 병해충 발생 억제 및 방제효과를 분석한 결과 병해충에 의한 피해는 미미하였으며, 진딧물발생으로 미네랄, 천혜녹즙, 한방영양제, 현미식초를 사용하였으나 방제효과가 거의 없었다.

자연농법기술이 하우스고추의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과 당도는 연차간 뚜렷한 경향이 없었으나 관행농법구에 비해 자연농법구 및 자연농법(최소방제)에서 높았고 수확횟수가 늘어날수록 증가하였다. vit. C 함량은 자연농법구에 가장 높았고 2년차에서 가장 높았다.

자연농법을 실천함으로써 토양환경변동에 미치는 영향을 조사한 결과 자연농법구의 토양용적밀도가 가장 낮고 입단율이 높아 토양의 물리성을 개선효과가 인정되었으며, 시험후 토양화학성은 시험전에 비해 모든 처리에서 높아졌으며, 자연농법구의 경우 관행농법구에 비해 유기물, 유효인산, 치환성가리함량이 증가하였다. 토심별 화학성 분포는 심토에서 EC 및 치환성양이온의 함량이 다소 증가하였다. 생육중기에 모든 미생물수가 다소 증가하였고 세균 및 방선균은 생육후기에 낮아졌으며 관행농법구의 모든 미생물 밀도는 자연농법 및 자연농법(최소방제)구에 비해 낮았다.

민간환경농법 실천농가를 대상으로 자재 사용실태를 조사한 결과 양분공급을 목적으로 사용된 자재는 대부분 유기질비료이었으며, 최대사용량은 수도작은 2.5ton/10a, 과수재배지는 4.2~10ton 10a⁻¹, 시설재배지는 4.8~20ton 10a⁻¹이었으며, 병해충방제를 목적으로 수도작에서 오리 등 생물을 이용하거나 목초액과 현미식초를 위주로 폭넓게 사용되었으며 천혜녹즙, 한방영양제 등을 혼합하여 사용하였다. 토양개량자재는 목탄과 맥반석이 주로 사용되었으며, 규산질비료, 패화석 등이 추가적으로 사용되었다.

민간환경농법 실천농가의 토양 화학성분 함량은 논토양에서 표토의 유기물 및 유효인산 함량이 평균 26g kg⁻¹, 112mg kg⁻¹ 이었고, 과수원 토양은 43g kg⁻¹, 712mg kg⁻¹이었고, 시설재배지 토양은 43g kg⁻¹, 1,186mg kg⁻¹으로 적정수준보다 매우높았다.

민간환경농법 실천농가 논토양 양분함량의 수준별 분포비율은 적정범위 이상의 분포율이 다소 적었으나, 과수원 토양은 유효인산, 치환성칼륨, 치환성칼슘이 78%이었으며 유기물함량이 56% 이었고, 시설재배지 토양은 유효인산함량 94%, 치환성칼륨, 칼슘 및 마그네슘함량은 각각 80%, 86% 및 77%, 유기물함량은 60%이었다.

경작년수별 민간환경농법 실천농가 논토양의 화학성분 함량은 11년 이상 된 토양에서는 적정수준과 유사하였으며, 과수원 토양은 경작년수가 늘어날수록 유기물 및 유효인산함량이 증가하였으며, 시설재배지 표토 토양에서는 6~10년 경작지에서 EC, 유기물, 유효인산, 치환성칼륨 및 칼슘함량이 1.7 dS m⁻¹, 32 g kg⁻¹, 957 mg kg⁻¹, 1.31 cmol⁺ kg⁻¹ 및 7.2 cmol⁺ kg⁻¹로 가장 높았다.

유기농법기술 및 자재에 대한 효과를 과학적으로 검증하기 위하여 유기농법 실천 농가포장에서 하우스고추를 대상으로 관행농법 및 유기농법(최소방제)과 비교시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

시험전후 토양은 pH의 경우 큰 차이를 나타내지 않았으나, EC값은 유기농법구에서 점차 높아지는 경향을 보였음. 한편 질산염함량은 시험 후 토양에서 조금 낮아졌으나, 인산 함량은 오히려 높아졌음. 특히 인산함량은 심토층으로의 이동집적 현상을 뚜렷이 나타냈다.

3년 유기농법 실천토양의 경우 관행농법 실천토양에 비해 질산염 함량, 인산함량 및 유기탄소함량이 크게 증가하였음. 질산염의 경우 0~10cm 표토층에서 관행농법구 248mg kg⁻¹, 유기농법구 468mg kg⁻¹, 유기농법 최소방제구 447mg kg⁻¹으로 관행농법구에 비해 유기농법 실천토양에서 크게 높았음. 또한 인산함량도 유기농법 실천토양에서 723~773mg kg⁻¹으로 관행농법 실천토양 371mg kg⁻¹에 비해 크게 높았고, 유기탄소함량도 유기농법의 경우 5.2~5.5%로 관행농법 3.6%에 비해 크게 높았다.

관행농법구 30~60cm심토층의 질산염 함량 52mg kg에 비해 유기농법구는 30~60cm 심토층의 질산염 함량 71~86mg kg⁻¹을 나타내, 0~10cm 표토층으로부터 30~60cm 심토층으로 다량의 질산염이 계속 용탈되고 있었다. 한편 유기농법구와 유기농법 최소방제구의 경우 관행농법구에 비해 EC값이 크게 높아져 염류집적현상이 심각하게 진행되고 있음을 알 수 있었음. 또한 칼리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등의 양이온 함량도 크게 높아졌다.

고추잎의 엽록소 함량은 초기에는 관행농법구에서 유기농법구에 비해 조금 높았으나, 생육후기로 갈수록 유기농법구와 유기농법 최소방제구가 관행농법구에 오랫동안 비해 높게 유지되었다.

병충해 발생정도는 관행농법구와 유기농법구 간에 별 차이가 없었음. 진딧물은 거의 발생되지 않았으며, 흰가루병이 재식 70일후에 발생하였으나 이내 사라졌고, 담배나방도 재식 100일후부터 약간 발생하여 180일까지 지속되었으나, 그 피해는 경미하였고 관행농법과 유기농법간에 발생 상황 및 피해차이가 없었음. 다만 고추역병은 관행농법구에서 재식 40일후에 발생하여 재식 70일까지 지속되어 1~25% 내외의 이병율을 보였으나, 유기농법구에서는 전혀 발생하지 않았고 유기농법 최소방제구에서는 재식 70일경에 약간 발생하였으나 이내 방제되었음.

유기농자재의 화학성분을 분석한 결과, 찌모겐 등 분석대상 10개 품목이 질소, 인

산, 칼리 등 비료성분 함량은 극히 낮은 상태로 이같은 유기농자재의 살포로 인한 주요 무기성분의 공급효과는 거의 없을 것으로 사료되었음. 다만 질소함량은 생선아미노산이 1.1%로 타 유기농자재의 질소함량 수준인 0.01~0.79%에 비해 가장 높았고, 인산함량은 찌모겐과 슈퍼바이오가 각각 4.7%, 2.3% 내외로 타 농자재의 0.08~0.18%에 비해 높았으며, 칼리 함량은 찌모겐, 슈퍼바이오, 생선아미노산이 각각 2.63%, 1.55%, 1.36%로 타 농자재의 0.01~1.67%에 비해 크게 높았음. 한편 생선아미노산은 구리함량이 98.6ppm으로 타 농자재의 0.0~7.7mg kg에 비해 크게 높았고, 보리돌뜸씨와 찌모겐은 철 성분이 12166mg kg, 1448mg kg으로 타농자재의 6~205mg kg에 비해 크게 높았음. 또한 망간과 아연함량은 찌모겐과, 슈퍼바이오 및 보리돌뜸씨에서 각각 타 농자재에 비해 크게 높았음.

하우스고추의 생육상황을 조사한 결과 초장은 유기농법구에서 6월 이후부터 관행농법구와 유기농법 최소구에 비해 계속 컸으며, 관행농법구의 초장은 생육후기인 8월 20일경에는 가장 낮았다. 분지수는 관행농법구에서 6월 이후부터 생육후기인 8월까지 유기농법구 및 유기농법 최소구에 비해 높았다. 엽장은 관행농법구에서 6월 이후부터 생육후기인 8월 하순까지 유기농법구 및 유기농법 최소방제구에 비해 상대적으로 컸다. 엽폭과 경경은 농법간에 뚜렷한 차이가 거의 없었음

고추의 총수확량은 경시적으로 5월, 6월 및 8월에 비해 7월에 가장 많았으며, 관행농법구에서 수확 초기부터 수확 후기까지 가장 많았음. 관행농법의 수확량(2002년 기준)은 1,852kg/10a으로 유기농법구, 유기농법 최소방제구의 1,218kg 10a⁻¹, 1,235kg 10a⁻¹에 비해 가장 많았다. 한편 고추의 개당 무게는 관행농법구가 8.9g으로 유기농법구와 유기농법 최소방제구 8.1g, 7.8g에 상대적으로 무게가 무거운 큰 고추를 생산하였다.

고추의 품질을 조사한 결과 질산염 함량은 관행농법구 185mg kg⁻¹, 유기농법구와 유기농법 최소방제구의 질산염 함량 120mg kg⁻¹, 132mg kg⁻¹에 비해 높았으며, 비타민 C함량은 관행농법구 302mg kg에 비해 유기농법구가 375mg kg⁻¹으로 크게 높았으며, 유기농법 최소방제구는 그 중간수준인 334mg kg⁻¹을 나타냈고, 고추의 당도는 Brix 당도계로 관행농법구가 5.6으로 가장 낮았고, 유기농법구에서 6.2로 가장 높았다. 재배농법별 고추 수확물의 품질구성 차이에서 관행농법구의 경우 특품 비율이 78%로 유기농법구, 유기농법 최소방제구의 66%와 76%에 비해 크게 높았으며, 폐기품 비율도 관행농법구 의 경우 9%로, 유기농법구, 유기농법 최소방제구의 19%와 13%에 비해 크게 낮았다.

유기·자연농법에 의한 하우스고추 재배시 투입자재의 비용 및 산출물의 수익분석을 통해서 농과원 및 단국대와 공동으로 경제성 분석을 3년간 조사하고, 환경친화적 토착농법 실천농가의 경영실태를 분석한 결과는 다음과 같다.

농과원에서 수행한 자연농법에 의한 하우스고추 시험포장의 경영분석을 한 결과 수량은 자연농업구에서 관행구의 95%(1차 연도), 97%(2차 연도), 98%(3차 연도)로 점점 관행구 수량에 접근하였으며, 이것은 자연농업 포장의 토양개선, 효율적인 비배관리 및 병해충 방제가 어우러진 결과이며 자연농업의 경영이 안정화되고 있음을 의미하였다. 또한 소득은 1차 연도에 자연농업구나 최소구에서 관행구보다 10a당 각각 199만원(81%), 175만원(71%) 높고, 2차 연도에는 각각 186만원(61.2%), 199만원(65.5%) 높으며, 3차 연도에는 각각 369만원, 268만원 많은 소득 수준을 보이고 있음. 이것은 단위면적당 수량이 많고 친환경 농산물의 이점을 살려 높은 가격을 받았기 때문이었다.

단국대에서 수행한 유기농법에 의한 하우스고추 시험포장의 경영분석을 한 결과 수량은 1차 연도(2000년)에 기상재해와 병해로 수확 전무하였고, 2차 연도의 유기농업구 및 최소구의 수량은 관행구의 각각 70.7%, 72.2%, 3차 연도는 78.0%, 82.0%의 낮은 수량을 보였다. 또한 2차 연도의 유기농업구 및 최소구의 소득은 관행구의 각각 79.5% 및 64.8% 수준이고, 3차 연도에는 84.9% 및 76.6%에 불과하여 유기농업 경영의 불안정성을 의미하는 것이었다. 그러나 3차 연도의 소득은 2차 연도보다 개선되고 있어 시간이 경과함에 따라 점차 안정성이 확보될 것으로 예상되었다.

위와 같은 결과로 미루어 보아 자연농업은 필요한 경우에는 최소한의 농약 및 화학비료를 사용하기 때문에 경영이 비교적 안정적이고 소득도 높았으나, 이에 비해 유기농업은 무농약·무화학비료를 원칙으로 하기 때문에 병 발생시 방제하기 어려운 취약성이 있는 것으로 판단되었다. 따라서 신규 참여하는 농민은 사전에 전문지식 습득과 경험을 쌓는 것이 필수적이며, 또한 과채류는 재배기간이 길고 병충해가 많기 때문에 처음 시작할 때는 위험성이 상대적으로 낮은 엽채류를 재배하는 방법도 고려해 볼 수 있었다. 그리고 수익성을 높이기 위해서는 수취가격이 매우 중요하기 때문에 무농약/저농약의 이점을 살려 직거래 등을 통한 가격차별화 전략이 필수적이다.

토착농업 실천농가의 경영분석 결과 해당농가의 기술과 경험, 기상조건, 병충해 발생정도, 판로확보 등 수익성에 미치는 변수가 많아 매우 위험성이 컸으며, 토착농업 실천농가의 성패는 생산물의 수량과 수취가격에 좌우되었다.

수량증진을 위해 실천해야할 기술로는 토양비옥도 유지차원에서 토양의 이화학적 성질을 개선하기 위한 토양검정을 실시하며, 유기질비료를 적량 투입하고, 수분관리 철저하며, 윤작으로 연작장해 해소하여야 한다. 또한 병해충 발생 및 생육상황을 예찰하여 필요한 경우에는 목초액, 키토산, 현미식초, 영양제, 각종 액비 등을 사용하여 조기에 방제할 수 있도록 해야 한다. 그리고 토착농업 초기에는 수량이 관행농법의 50% 이상 감소할 수 있으나 지력이 증진되고 병충해 방제 능력이 제고되면 작물에 따라 70~80%에서 100% 수준까지 회복이 가능하므로 기술습득 및 경험이 중요하며, 나아가 토착농업 기술체계 확립 및 지도/교육 시스템 개선되어야 한다.

수취가격을 높이려면 직거래를 통한 가격차별화 전략이 필수적이며, 이를 위해 전자상거래를 활용하고, 홈쇼핑 채널을 활용하며, 개별홍보 및 고객확보를 통해 소비자가 직접 내방할 수 있도록 유도하며, 대형 백화점 또는 할인매점 등에 직접 출하하거나 생협 등 생산자 조직 최대한 활용하여야 한다.

그리고 민간환경농법을 실천할 경우 외부 환경요인에 대한 취약성이 내재되어 있기 때문에 위험분산을 위한 보험을 가입하는 것이 필요하나 이를 위해 우선 적당한 보험상품의 개발이 선결되어야 할 것이다.

SUMMARY

To assess scientifically the organic farming system in Korea, we had tried to analyze the economic effect and the changing pattern of soil environmental properties during the growth of red pepper in green house.

The materials for organic farming were mainly used to supply the nutrients, to improve soil properties and to control disease and insect pest. On a basis of chemical analysis, it was concluded that not only the fertilizing components but also the effects on disease and insect pest control were extremely low. Furthermore, it was to determine that crops could be in more profound environmental stress resulting in the deviation of biomass productivity.

The red pepper production through organic farming was elevated with cultivation years. Therefore, if the organic farmers were able to manage nutrients on the basis of organic matter analysis, it was to assure the expected yield and to protect the decrease in productivity by nutrient deficiency and the soil deterioration resulted from nutrients excess.

In this study, it was illuminated from the analysis of soil chemical components for 3 years that nitrate and phosphate were markedly accumulated in organic farming soils compared to conventional agro-farms. In deep soils under organic farming system, the EC, $\text{NO}_3\text{-N}$, available phosphate and exchangeable cations were sharply enhanced, implying that underground water could be contaminated by the leaching of contaminants.

The nitrate content in organic farming products was low but vitamin C- and sugar contents were rather higher than conventionally cultivated products. However, it could not extrapolate whether the organic farming materials had affected on the quality associated factors or not. In natural farming soils, the soil bulk density was lowered whereas soil aggregation rate and soil microbe density were enhanced. Thus it was assumed that soils were physically and biologically improved through natural farming system. It was found that organic matter and available contents were optimal levels in paddy fields of environmental farms whereas very high in garden- and green house soils.

Furthermore, it was observed that available-P, organic matter, exchangeable potassium and -calcium were high. The chemical properties in environmentally cultivated paddy soils over 11 years could approach to a optimal level. In garden

soils, organic matter and available-P were accumulated with cultivating duration. In green house soils cultivated for 6 to 10 years, EC, organic matter available-P, exchangeable potassium and -calcium were most highly accumulated.

The income was higher in natural farms than in conventional farms derived from advanced price and productivity. Similarly, in experimental field of Dankuk University, the security of organic farming system might be confirmed with cultivating duration.

In conclusion, we would advice for farmers who will start newly organic farming system that it is need of 1) accumulation of professional kow-how 2) cultivation of foliar vegetable 3) price discrimination through direct sales to customer or chain shop.

For indigenious farms, the success or failure were under the control of the price and yield of products. It also was important that organic farming was extremely influenced by farmer's technique and experience, climatic condition, disease and pest and so on.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. Effect of Natural Farming on Red Pepper in the Green House

Section 1. Outline of the Research

Section 2. Contents and Results of Research and Development

Section 3. Achievements and Contribution to Related Area

Section 4. Proposal of Application of Results

Section 5. References

Chapter 3. Effect of Organic Farming on Red Pepper in the Green House

Section 1. Outline of the Research

Section 2. Contents and Results of Research and Development

Section 3. Achievements and Contribution to Related Area

Section 4. Proposal of Application of Results

Section 5. References

Chapter 4. Research on Economic Analysis of the Environmentally Friendly
Traditional Farming

Section 1. Outline of the Research

Section 2. Overall Status of the Environmentally Friendly Traditional
Farming

Section 3. Business Analysis of the Organic and Natural Farming on Red
Pepper in the Green House

Section 4. Business Analysis of the Environmentally Friendly Traditional
Farming

Section 5. Summary and Conclusions

Section 6. References

Chapter 5. Conclusive Remarks

목 차

제 1 장 서론	21
제 2 장 하우스고추에 대한 자연농법 효과 구명	23
제 1 절 연구개발과제의 개요	23
제 2 절 연구개발 수행내용 및 결과	25
제 3 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	78
제 4 절 연구개발결과의 활용계획	82
제 5 절 참고문헌	83
제 3 장 하우스고추에 대한 유기농법 효과 구명	87
제 1 절 연구개발과제의 개요	87
제 2 절 연구개발 수행내용 및 결과	88
제 3 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	111
제 4 절 연구개발결과의 활용계획	115
제 5 절 참고문헌	117
제 4 장 환경친화적 토착농법의 경제성 분석 연구	119
제 1 절 연구개발과제의 개요	119
제 2 절 환경친화적 토착농법의 실태	123
제 3 절 환경친화적 토착농법 시험포의 경영분석	131
제 4 절 토착농법 실천농가의 경영분석	139
제 5 절 요약 및 결론	153
제 6 절 참고문헌	156
제 5 장 종합결론	159

제 1 장 서론

우리나라 민간환경농법은 정농회, 한국유기농업협회, 한국자연농업협회 같은 민간단체에서 주도하여 안전농산물생산과 환경보전 및 생태계 건강성 유지를 통한 농업의 지속성 확보에 목표를 두고 '70년대부터 개발 보급하여 왔다. 그래서 자생적으로 개발, 발전해온 민간환경농업단체가 현재 30여 개소에 이르렀다. 특히 민간환경농법을 대표하는 농법으로 유기·자연농법이 주축이 되어 실천농가에 기술을 보급하고 있다.

그러나 민간단체 또는 실천농가를 중심으로 발전해온 유기·자연농법 기술은 민간단체 또는 개별 농가가 경험적으로 기술을 습득하였기 때문에 매우 다양하게 발전하였다. 따라서 발전 과정상에서 과학적인 접근이 부족하였고 기술체계화가 확립되지 못했다.

민간환경농업기술에 대해서 소비자들은 비교적 단순하게 인식하고 있다. 즉 화학합성 농약 및 비료를 사용하지 않았기 때문에 생식을 하더라도 인체에 안전한 농산물이라는 인식이 널리 퍼져있다. 따라서 소비자의 소비욕구에 부응하여 실천농가에서는 단지 화학비료와 농약을 사용하지 않은 안전한 농산물을 생산하기 때문에 친환경농업을 실천하고 있다는 논리이다.

한편 외국에서는 국제유기농업운동연맹(IFOAM) 기본규약을 근거로 한 Codex(국제식품규격위원회) 유기식품규격이 2000년 캐나다 오타와에서 확정되면서 유기농산물에 대한 국제규정을 준수하도록 의무화하게 되었다. 따라서 외국의 유기농업 단체들은 국제적으로 인정된 codex 규정을 준수하고 있으며, 우리나라는 2005년부터 모든 식품에 적용받게 되어 유기농산물도 이 기준에 따라 생산, 유통되어야 하기 때문에 이와 같은 국제기준에 부합되는 유기농산물의 생산을 위한 기술개발이 필요하게 되었다.

이러한 국·내외변화를 인식하여 농촌진흥청은 민간환경농업기술에 대하여 객관적으로 평가를 하고 사용되고 있는 다양한 자재들에 대해서 특성 및 효과를 분석하여 유기농법 실천농가의 애로사항을 해결하고자 하였다. 뿐만아니라 정부는 농업의 환경보전기능을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농업을 실천하는 농업인을 육성함으로써 지속가능하고 환경친화적인 농업을 추구함을 목적으로 1997년

12월 친환경농업 육성법을 제정하여 친환경농업 기술, 친환경농산물 유통 및 인증제도 등 친환경농업 전반에 걸쳐 규정하게 되었다. 또한 친환경농업 직접지불제, 상수원 보호지역 지원사업, 중소농 고품질농산물 지원사업 등 친환경농업 지원사업이 확대 실시하는 등 다각적으로 노력하고 있다.

그렇지만 현재 활용되고 있는 민간환경농법 기술은 국제기준과 친환경농업법의 원칙에는 동의하지만 세부 실천내용에 있어서는 많은 차이가 있다. 국제기준은 윤작을 도입하고 적정량의 퇴비를 시용하여 토양비옥도를 유지하고 관리하도록 규정하고 있으나 우리나라는 일부농가에서만 수행이 되고 있다. 또한 병해충 방제용 자재 사용에 있어서도 관행적인 경험에 의존하여 사용하고 있는 실정이다. 양분을 공급하기 위하여 유기질비료를 과다 시용하게 되어 오히려 환경에 부하를 가중시키고 따라서 토양 환경 및 수질오염을 유발할 가능성을 가지게 되었다. 병해충을 방제하기 위하여 다양한 형태의 민간환경농법자재를 사용하여 왔으나 그 효과가 미미하였고 오히려 생산비를 가중시켜 농업경영을 비효율적으로 관리하게 되었다.

따라서 본 과제는 대표적인 민간환경농법인 유기·자연농법 기술을 과학적으로 검증하고 타당성을 검토하여 기술적 지표를 제시하고, 또한 민간환경농법 실천농가의 경제성을 분석하여 경영적 지표를 제시함으로써 앞으로 유기·자연농법을 실천하려는 농민, 민간 환경농업을 보급하는 환경농업단체 및 친환경농업을 추진하는 국가의 정책 수행에 기술적 및 경영적으로 도움을 줄 수 있을 것이다.

제 2 장 하우스고추에 대한 자연농법 효과구명

제 1 절 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 배경 및 필요성

우리나라는 협소한 국토면적에 많은 인구를 부양하기 위한 식량의 안정적 생산에 목표를 두고 식량 자급화를 최우선으로 농업기술이 개발되었으며 '70~'80년대 녹색혁명 및 백색혁명으로 일컬어지는 전환기를 통해 생산성 향상에 기여하였다. 그러나 화학비료 및 합성농약의 과다투입 등으로 인하여 농업생태계의 교란, 염류집적, 지하수 오염 등으로 인한 농경지의 생산성 저하는 물론 생태계 파괴 등의 이유로 유기농법이 대두되기에 이르렀다.

유기농법 및 자연농법 등 국내에서 실천되고 있는 민간환경농법은 '70년대부터 민간환경농업단체를 중심으로 현대농업기술에 대한 문제점을 인식하여 안전농산물 생산, 자연환경 및 생태계 보전을 목적으로 발전하여 왔다. 뿐만 아니라 소비자는 생활수준이 높아지면서 식품의 안전성에 대한 관심이 증대되어 유기·자연농산물을 선호하게 되고 이러한 농산물의 생산 및 소비가 증가하고 있다.

정부는 농업의 환경보전기능을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농업을 실천하는 농업인을 육성함으로써 지속가능하고 환경친화적인 농업을 추구함을 목적으로 1997년 12월 친환경농업 육성법을 제정하여 친환경농업 기술, 친환경농산물 유통 및 인증제도 등 친환경농업 전반에 걸쳐 규정하고 있다. 최근 친환경농업 직접지불제, 상수원보호지역 지원사업, 중소농 고품질농산물 지원사업 등 친환경농업 지원사업이 확대되고 있어 유기·자연농법 실천농가 및 재배면적은 더욱 증가하리라고 예상된다.

한편 외국에서는 국제유기농업운동연맹(IFOAM) 기본규약을 근거로 한 Codex(국제식품규격위원회) 유기식품규격이 설정되었고 각 국의 유기농법 단체들은 국제적으로 인정된 동등한 기준의 유기농산물 생산 및 유통에 관한 제반 사항을 준수하고 있다. 그러므로 2005년부터 농산물의 수입이 개방됨에 따라 국내 친환경농산물의 경쟁력을 갖추기 위해 국제기준에 부합되는 친환경농산물을 생산하기 위해서 생산기술체계 확립이 요구되고 있다.

그러나 최근까지 민간환경농업단체 등에서 개발하여 보급하고 있는 환경친화적 토착농법은 환경친화적이고 안전농산물을 생산하는 것으로 알려져 있다. 가장 대표적인 농법의 하나로서 자연농법은 한국자연농업협회의 주도하에 개발 보급되고 있는 토착농법이다. 자연농법은 자연섭리에 따라 농업과 환경을 조화시켜 농업의 생산성을 지속가능하게 하고 유기합성 농약 및 화학비료 등 합성화학물질 사용을 가급적 지양하는 농법이다. 그러나 현재 자연농법기술에 대한 과학적 근거가 불명확하고 기술체계가 미정립된 상태로 보급되고있다. 따라서 환경친화적 토착농법의 하나인 자연농법기술에 대하여 과학적으로 검증하고 타당성을 검토하여 기술적 지표를 제시함으로써 정책수립시 기초자료를 제공하기 위한 연구가 필요하다.

2. 연구개발 목적 및 세부연구개발 목표

본 연구개발과제는 자연농법기술 및 사용자재의 작물(하우스고추)에 대한 생산성, 병해충, 토양환경 관련 변동요인을 해석하고 민간에서 실천하고 있는 유기·자연농법 실천 포장의 토양환경 변동양상을 조사 분석함으로써 환경친화적인 토착농법기술인 자연농법기술을 과학적으로 검증하고 기술을 체계화하기 위함이며, 자연농법에 대한 기술적 지표를 개발하고 제시함으로써 생산성 및 환경친화성을 고려한 농업을 실천하기 위함이다.

구체적인 세부연구개발 목표는 다음과 같다.

- 가. 자연농법 사용자재(토착미생물, 띄움비, 액비)의 양분적 가치 평가
- 나. 자연농법기술이 하우스고추의 생육 및 생산성에 미치는 영향
- 다. 자연농법기술 및 사용자재의 병해충 발생 억제 및 방제 효과
- 라. 자연농법기술이 하우스고추의 품질에 미치는 영향
- 마. 자연농법기술이 토양환경 변동에 미치는 영향
- 바. 민간환경농법 실천농가의 토양환경 변동양상 조사(현지조사)

제 2 절 연구개발 수행내용 및 결과

1. 연구개발 수행내용

가. 하우스고추에 대한 자연농업기술 효과 구명

본 세부과제는 자연농업기술에 대한 효과를 검증하기 위해 한국자연농업협회가 추천한 자연농법 실천농가 포장에서 수행하였으며, 자연농법 사용자재 및 재배관리 등도 한국자연농업협회 추천에 의한 동일한 방법대로 하우스고추에 대하여 현지 실증시험을 수행하였다.

한편, 본과제의 체계적인 분석 및 검증을 위하여 농업과학기술원에서는 시료채취·분석 및 생육·수량 분석 등을 위주로 수행하였으며 대상농가의 경영 및 경제성 분석은 한국농촌경제연구원에서 수행하였다.

하우스고추의 품종은 마니따를 공시하였으며, 시험포장은 경기도 용인시 원삼면 사암리에 위치한 자연농법 실천농가인 이태원씨의 시설하우스 2동을 임차하여 사양토에서 시험을 실시하였다. 시험에 사용된 토양의 화학성은 표 2-1에서 보는 바와 같다. 토양의 pH는 7.8로서 약 알카리 토양이었으며 유효인산의 함량은 같이층에 해당하는 토심 20cm 까지의 경우 826mg kg^{-1} 으로 높은 편이었으며, 치환성 양이온의 함량은 적절한 수준이었다. 반면에 토양 중 유기물함량은 매우 낮았다.

표. 2-1 시험전 토양의 토심별 화학성

토심 (cm)	pH	EC	OM	T-N	Av.P ₂ O ₅	K	Ca	Mg
	1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	Ex. Cation(cmol ⁺ kg ⁻¹)		
0-20	7.8	0.69	13.1	1.6	826	0.60	4.58	1.65
20-40	7.9	0.88	3.3	0.2	92	0.12	3.47	1.05
40-60	8.1	0.81	3.3	0.2	58	0.07	3.42	0.81
60-80	8.1	0.76	3.3	0.2	56	0.04	3.68	0.84

재식거리는 농가관행에 따라 1년차에는 95×50cm(2,150주 10a⁻¹), 2~3년차에는 95×45cm(2,339주 10a⁻¹)로 하였으며, 두줄재배로 비닐멀칭을 하였다. 육묘는 1~2년차에는 농가에서 직접 하였으며 3년차에는 인근 육묘농가에서 묘를 구매하여 정식하였다. 육묘방법은 비닐하우스내 육묘상에 전열선을 바닥에 설치하여 터널을 만들어 육묘하였다. 파종은 2월 상순, 가식은 3월 상순, 정식은 5월 상순에 매년 실시하였다.

처리내용은 관행농법구, 자연농법구, 자연농법(최소방제)구를 두었다. 관행농법구는 토양검정에 의한 가축분퇴비 및 화학비료 시용량을 처리하였다. 토양검정 시비량은 작물 정식 전에 토양을 검정하여 토양 중 양분함량을 근거로 농촌진흥청 토양검정 시비량에 준하여 추천, 시용하였으며 그 양은 표 2-2에서 보는바와 같다. 자연농법구는 한국자연농업협회에서 추천한 방법에 따라 토착미생물 띄움비를 건물량으로서 1,400kg 10a⁻¹를 시용하고 화학합성농약은 사용하지 않았다. 토착미생물 띄움비는 시용 당시의 수분함량에 따라 현물량으로 계산하여 처리하였다. 추가로 액비 및 병해충 방제용 자재로서 한방영양제, 현미식초, 화학비료 등을 작기 내에 약 8회 처리하였으나 이들 자재는 작물의 생육상황 및 병해충 발생상황 등을 고려하여 자연농업협회의 추천방법대로 가감하였다. 자연농법(최소방제)구는 한국자연농업협회에서 추천한 방법에 따라 토착미생물 띄움비를 건물량으로서 1,400kg 10a⁻¹를 시용하였으며 토양을 검정하여 추천된 시용량의 부족분을 화학비료로서 조절하였고 액비 및 병해충 방제용 자재는 자연농법구와 동일한 방법 및 양을 처리하였다. 그리고 병해충 발생시 농약을 사용하여 방제하였다.

표. 2-2 처리별 양분시용량(2000~2002년)

처 리	화학비료(성분량 kg 10a ⁻¹)			퇴비 (kg 10a ⁻¹)	비고
	N	P	K		
자연농법	0	0	0	2,200*	토착미생물 띄움비
자연농법(최소방제)	5.6~13.3	0	0~2.5	2,200	"
관행농법	21.1~28.7	3~8.8	22.7~24.8	600~1,000	돈분툽밥퇴비

* 토착미생물띄움비 시용량은 건물 1,400kg 10a⁻¹ 해당량임

분시방법은 토착미생물 띄움비 및 돈분톱밥퇴비는 정식 2주전에 사용하여 토양과 잘 혼합되도록 하였으며, 기비는 정식 1주전에 요소, 용성인비 및 염화가리를 총 사용량의 40 : 100 : 50%를 사용한 후 로타리 작업을 하였다. 추비는 정식 후 30일에 요소 20%를 1차로 사용하였으며, 1차 추비 후 30일에 요소 및 염화가리 20 : 50%를 2차로 사용하였으며, 2차 추비 후 35일에 요소 20%를 3차로 사용하였다.

시험구 배치는 단구제로 하였으며 제 1동은 자연농법구(239m²)로 하였고 제 2동은 자연농업(최소방제)구(133m²) 및 관행농법구(133m²)를 2등분하여 배치하였다.

자연농업협회가 추천하여 사용된 자재의 종류, 사용량 및 사용 방법을 조사하였으며, 자연농법기술의 핵심자재인 토착미생물 띄움비에 대한 제조 원료, 방법 및 화학적 특성을 조사하였고 엽면시비용 사용자재 및 관개수의 양분적 가치를 평가하기 위하여 화학적 특성을 분석하였다.

하우스고추에 대한 자연농법 기술 및 자재 처리에 따른 생산성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 생육 및 수량을 조사하였다. 생육조사는 고추가 변색되기 전에 엽전개 정도에 따라 생육시기를 구분하여 초기, 중기 및 최대생육 시기로 구분하여 초장 및 경경을 조사하였고 엽록소계(SPAD-502)를 이용하여 엽 중 엽록소함량을 측정하였다. 엽록소함량은 새로 출현된 신초엽 중 완전히 전개된 엽을 주당 10반복으로 측정하여 평균값을 계산하였고 처리구 당 10주씩 3반복으로 측정하였다.

수량은 처리구 당 10주씩 3반복으로 조사하여 평균값을 계산하였으며, 적고추를 수확하여 총과수, 총과중, 병과수, 병과중을 조사하였고, 수확된 고추를 10개 채취하여 건고추의 건물율, 건고추 수량 및 1과중을 조사하였다. 건조된 고추는 곱게 갈아 양분 흡수량을 분석하기 위하여 식물체 분석시료로 사용하였다. 수확은 8월 상순부터 시작하여 약 3~4회 하였다. 고추의 줄기 및 엽은 최고생육기에 구당 3주씩 채취하여 건물중을 조사하였고 곱게 갈아 양분흡수량 분석을 위한 식물체 분석시료로 사용하였다.

수확된 적고추의 품질을 평가하기 위하여 건조하기 전 적고추의 당도 및 vit. C 함량을 매 수확시기에 분석하였다. 당도는 Brix 굴절당도계를 이용하였고 vit. C함량은 Merck사의 RQ flex를 이용하여 구당 3반복으로 수확된 10개체를 분석한 후 평균값을 계산하였다.

자연농법기술 및 자재처리에 따른 양분의 공급특성 및 토양환경의 변화양상을 해석하기 위하여 토양 중 양분의 함량과 식물체 분석을 통한 작물의 영양적 특성을 함께 분석하였다. 토양은 시험전 토양과 작물 재배 후 토양을 20cm 간격으로 채취하여 시

용 양분의 분포경향을 분석하였으며, 시험 후 토양의 가비중, 삼상 및 입단율 등 토양 물리성의 변화를 분석하였으며 토양의 미생물 밀도를 분석하였다.

또한 자연농법기술 및 자재의 처리에 의한 병해충 방제효과를 해석하기 위하여 작물 재배기간 중 수시로 병해충 발생 상황을 조사하였다.

나. 환경친화적 토착농법 실천농가 토양환경변동 조사

환경친화적 토착농법의 토양관리실태 및 토양환경 특성 등을 조사하여 민간환경농법 실천농가를 위한 합리적인 토양관리방안을 제시하고 기술을 체계화하기 위한 기초자료로 활용하고자 품질인증농가를 중심으로 전국의 환경친화적 토착농법 실천농가를 대상으로 농가별 시비량 및 활용자재 현황을 청취 조사하였다. 그리고 토양시료는 표토(0~20cm) 및 심토(20~40cm)로 층위별로 구분하여 채취하였으며 토양화학성 및 양분의 분포양상을 분석하였다.

조사농가 현황은 표 2-3에서 보는 바와 같이 조사권역별로 경기, 강원, 충남, 충북을 중부권으로 하였고 경남, 경북, 전남, 전북을 남부권으로 하여 조사하였다. 재배 유형별로는 수도, 시설과채류, 시설엽채류 및 과수 재배농가로 구분하여 조사하였다.

표. 2-3 권역별 재배유형별 조사농가 현황

권역	벼	과수	시설채소		계
			엽채류	과채류	
중부	5	5	18	1	29
남부	5	4	11	5	25
계	10	9	29	6	54

2.. 연구개발 결과

가. 하우스고추에 대한 자연농법기술 효과 구명

1) 자연농법 사용자재의 특성 및 사용현황

조(1995)에 의하면 자연농법의 원리는 자연순환원리를 이용하여 농업과 환경의 조화로 지속 가능한 농업을 이루고자하는 농법이며 이러한 원리를 뒷받침하기 위하여 토착미생물의 역할을 강조하고 있다. 자연농업협회는 토착미생물을 이용하여 작물에 필요한 양분을 공급하고 토양 중 미생물의 활성을 증가시켜 생산성을 향상시키고 토양환경을 개선하고자 하는 것을 자연농법의 핵심기술로서 실천농가에 보급하고 있다.

본 세부과제를 수행하기 위하여 토착미생물 띄움비를 자연농업협회에서 추천한 방법대로 제조하였으며 제조원료는 표. 2-4와 같다. 토착미생물 띄움비는 1년차 및 2년차에는 동일한 원료, 사용량 및 사용방법으로 제조하였다. 돈분퇴비를 위주로 하여 목탄, 왕겨, 깻묵 등 11종을 혼합하여 제조하였으며, 3년차에는 용인시 자연농법 과수협회장의 추천에 의해 코끼리분과 돈분퇴비를 위주로 하여 12종을 혼합 제조하였다. 토착미생물은 포장인근의 야산에서 채취한 산흙 또는 부엽토를 사용하여 퇴비화 과정 중에 인공 배양하였다. 특히 NK복비, 복비(17-21-17) 및 요소를 퇴비화 원료로서 사용하였다는 것이 특이하였다. 이는 퇴비화 원료의 탄소함량이 높아 C/N율을 조절해 주기 위해 사용된 것으로 사료된다. 농촌진흥청(1999)에 의하면 유기농법은 화학비료, 유기합성농약, 가축사료첨가제 등 일체의 합성 화학물질을 사용하지 않는 것과는 달리 자연농법에서는 합성화학물질을 가급적 지양하는 농법이므로 일부 화학비료의 사용을 허용하고 있다고 보고하고 있다. 속성퇴비 제조시 탄소함량이 높은 퇴비화 원료를 사용할 경우 질소원의 보충으로 퇴비화 과정을 촉진시키기 때문에 이와 같은 방법은 바람직하다고 판단된다. 그러나 유기농산물 품질인증을 획득하거나 국제기준에 부합되기 위해서는 화학합성비료를 대체할 질소원을 사용하거나 C/N율이 낮은 퇴비원료를 사용하여 탄소원을 낮춰서 제조해야 할 필요가 있다고 판단된다.

토착미생물 띄움비는 한국자연농업협회(2002)에서 추천하는 방법에 의하여 그림. 2-1에서 보는 바와 같이 원료를 혼합한 후 비닐을 피복하여 보온함으로서 발열을 촉진시키고 강우를 차단하였다. 퇴비화 과정이 진행되면서 발열이 되기 때문에 균일한 부숙을 위하여 15일 간격으로 3회 반전하여 충분히 혼합하였다.

표. 2-4 토착미생물 띄움비 제조원료 및 제조방법 (단위 : kg)

○ 2000~2001년

재료명	목탄	왕겨	갯목	인분	메주 콩물	돈분 툽밥퇴비	쌀겨	NK 복비	요소	산흙	벗짚
사용량	400	100	144	160	80	2,000	30	48	16	400	100

○ 2002년

재료명	목탄	왕겨	갯목	인분	코끼리 분*	돈분 퇴비	쌀겨	NK 복비	복비 (17-21-17)	부엽토	한방 영양제	천혜 녹즙
사용량	150	200	150	200	500	400	80	40	20	100	80	80

자연농법기술에 의하여 제조된 토착미생물 띄움비와 관행농법구에 사용된 가축분퇴비(돈분툽밥퇴비)의 화학적 특성은 표. 2-5와 같다. 3년간 제조된 토착미생물 띄움비의 질소함량은 0.99~1.65%, 인산함량은 0.92~1.86%, 가리함량은 1.90~2.70%, C/N율은 16.9~38.9로서 년차간 편차가 심하였다. 이는 제조원료의 종류 및 사용량이 상이하였기 때문으로 사료된다. 그러므로 자연농법에 의한 양분공급량을 조절하기 위해서는 주요 양분공급원인 토착미생물 띄움비의 제조원료 및 제조 방법을 체계화할 방안을 강구할 필요가 있다고 판단되었다.

표. 2-5 토착미생물 띄움비 및 가축분퇴비의 화학적 특성

종 류	N	P	K	C	C/N	Ca	Mg	Na	수분
	(건물 %)				Ratio	(건물 %)			
토착미생물 띄움비	0.99~ 1.65	0.92~ 1.86	1.90~ 2.70	27.9~ 38.5	16.9~ 38.9	1.35~ 2.22	1.01~ 1.25	0.27~ 0.42	35.1~ 37.5
가축분퇴비	1.60	1.19	1.85	45.6	28.6	3.05	1.11	0.37	46.0

* 가축분퇴비(돈분툽밥퇴비)는 3년간 동일재료 사용



그림. 2-1 토착미생물 띄움비의 부숙과정

유기농법 또는 자연농법과 같은 환경친화적 토착농법은 양분공급원을 주로 퇴비에 의존하고 있다. 농촌진흥청(2000)에 따르면 유기농법에서는 인위적으로 배양하여 제분화된 미생물제를 이용하는 반면 자연농법에서는 그 지역에 적응한 토착미생물을 분리, 배양하여 사용한다고 보고하고 있다. 그러나 다량 시용하였을 경우 양분의 과다집적, 양분의 불균형 등 여러 가지 문제점이 발생하기 때문에 토착미생물 띄움비를 과다 사용하지 않고 천혜녹즙, 한방영양제와 같은 보조적인 양분공급원을 사용하고 있다. 대부분 양분의 결핍을 즉각적으로 해결하거나 한국자연농업협회(2002)의 영양주기 이론¹⁾에 의거하여 엽면살포를 하였다.

자연농법 사용소재의 목적에 따라 사용된 자재는 표 2-6에서 보는바와 같이 병해충 방제를 목적으로 현미식초, 한방영양제, 천혜녹즙, 막거리 등 4종이 사용되었으며 양분공급을 목적으로 토착미생물 띄움비, 미네랄 등이 사용되었으며 한방영양제와 천혜녹즙은 두가지 목적에 모두 사용되었다. 농촌진흥청(2000)은 유기·자연농법 자재들은 주로 비료 또는 농약효과를 기대하여 사용하고 있으며 기타 품질향상, 저장성 향상, 잡초발생억제효과 등이 발현되는 종합소재로 생각하는 경우가 대부분이기 때문에 자재의 사용용도가 명확하게 구분되지 않고 있다. 또한 여러 가지 자재를 혼합하여 동시에 사용하며 자재별로 일정한 사용농도가 규정되어 있지 않기 때문에 경험에 의존하여 임의로 사용하고 있다고 보고하였다.

1) 일본에서 도입되어 보급하고 있는 자연농법의 영양주기이론은 작물의 성장법칙에 맞춘 시비관리를 통해 작물이 기후 등 여건의 변화에 대응할 수 있다는 이론임. 작물의 생육단계를 영양생장기, 생식생장기와 더불어 교대기(화아분화기)의 중요성을 강조하며 각 생육단계에 맞는 시비 및 재배관리를 하는 것이 이론의 핵심임.

표. 2-6 자연농법 사용자재의 목적 및 종류

사용목적	자재명
병해충방제	현미식초, 한방영양제, 천혜녹즙, 막걸리
양분공급 및 토양개량	토착미생물 띄움비, 미네랄 A, C, D, 천혜녹즙, 한방영양제, 부엽토, 등겨,

조(1995)는 정식기의 토양기반조성 및 교대기²⁾에 미네랄 A, C, D를 필수로 처리하도록 하고 있으며, 생육상황을 고려하여 천혜녹즙, 한방영양제 등을 처리할 것을 권장하고 있다. 그러나 시험에 사용된 자재의 화학성을 분석한 결과 표. 2-7에서 보는 바와 같이 이들 자재는 대부분 양분함량이 낮아 양분적 가치가 적은 것으로 나타났다. 농촌진흥청(2000)의 보고와 일치하였다.

표. 2-7 자연농법 사용자재의 화학적 특성(2000~2002년)

종 류	pH	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cu	Fe	Mn	Zn
		(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)			
미네랄A	1.1	ND	ND	0.01	0.12	0.01	0.01	0.2	75~88	1.7~1.9	1.5~1.6
미네랄C	1.3~1.4	ND~0.01	ND~0.01	0.01	0.13~0.14	0.01~0.52	0.02	0.2	151~152	2.7~2.8	1.0~1.3
미네랄D	1.4	ND	ND	0.01	0.09~0.1	0.01	0.01	0.1	47~54	0.9	0.8~0.9
현미식초	2.6~2.9	0.04~0.05	0.28~0.32	0.15	0.05	0.11~0.12	0.05~0.06	0.2	1.2~1.4	0.8	0.8~0.9
한방영양제	4.5	0.36~0.49	1.35~1.57	3.47~4.12	0.77~0.79	0.54~0.55	0.94~1.33	7.4~8.2	30~31	18.7~19.7	8.2~8.8
천혜녹즙	3.7~4.0	0.31~0.36	0.36~0.46	4.17~4.34	1.61~1.74	0.46	0.48~0.52	3.8~4.5	27~28	5.2	5.1~6.3
부엽토	-	3.83	1.19	4.49	2.36	6.6	0.54	18.9	2,210	352	94
등겨	-	9.94	66.0	35.3	1.79	24.5	0.33	ND	285	224	97
막걸리	4.2	0.73	0.35	0.24	0.19	0.07	0.13	1.3	7.2	2.7	2.6
관개수	7.3	ND	ND	ND	0.02	ND~0.01	0.02	ND	0.4~0.5	ND~0.004	0.08~0.1

* ND : non-detected

2) 영양생장기와 생식생장기의 중간단계로서 화아분화기를 의미하며 작물 체내의 C/N비를 높게 관리해야 화아분화에 좋은 조건이 된다고 하며, 이 시기에 성장의 결과 형태를 변화시키고 특히 잎의 색조를 뚜렷하게 변화시킨다고 함

표 2-8은 처리별로 3년간 사용된 농자재의 사용횟수, 사용량 및 희석배율을 나타낸 것이다. 본 시험은 한국자연농업협회의 추천에 의해 작물의 생육단계 및 생육상태에 따라 자재사용량 및 사용횟수를 가감하여 사용하였다. 자연농법구는 주요 양분공급원으로 토착미생물 띄움비, 부엽토(그림 2-2) 및 등겨를 처리하였으며, 엽면살포용 자재로서 미네랄, 천해녹즙 등 6종을 3년간 5~16회 처리하였다. 희석배율은 생육상황과 병해충 발생상황에 따라 300~1,000배액으로 희석하여 처리하였으며 화학비료도 엽면 살포 하였다. 또 나방류와 같은 해충을 유인하여 방제하기 위해 그림 2-3에서 보는 바와 같이 PET병에 아카시아 녹즙과 막걸리를 넣어 제조한 나방유인 살충트랩을 설치하였다.



그림. 2-2 포장내 부엽토 처리(정식기)



그림. 2-3 나방 유인살충트랩

표. 2-8 처리별 자재사용 현황(2000~2002년)

○ 자연농법

자재종류	처리 횟수	사용량 및 희석배율	비 고
토착미생물띄움비	3	2,200kg 10a ⁻¹	기비로 사용
부엽토	2	470kg 10a ⁻¹	정식기 및 생육중기(산흙+낙엽)
등겨	1	60kg 10a ⁻¹	정식전 및 생육중기
미네랄	8	890~1,000배	엽면살포(상황에 따라 A, C 또는 D사용)
천혜녹즙	12	500배	엽면살포
한방영양제	16	300~1,000배	"
현미식초	15	300~500배	"
막걸리	2	20배	"
요소	2	0.8kg 10a ⁻¹	"
NK복비	1	0.8kg 10a ⁻¹	"
폐화석분말	5	0.1~1.3kg 10a ⁻¹	엽면살포(1,200~1,660배)
나방유인살충트랩	28개	14개	시설내 설치(아카시아녹즙+막걸리)

자연농법(최소방제)구에는 자연농법구에서 사용된 자재가 모두 사용되었다. 화학비료는 토양검정을 통해서 추천된 시비량에 비해 토착미생물 띄움비에 의해 투입되는 양분이 부족할 경우 그 부족한 양만큼 화학비료를 시용하였다. 또 추가로 흰가루병, 담배나방, 진딧물을 방제하기 위하여 농약을 6~8회 처리하였다.

관행농법구는 양분공급원으로서 돈분똥밥퇴비와 화학비료를 사용하였으며, 농약을 사용하여 병해충을 방제하였으나 병해충에 의한 피해가 적어 농약의 살포횟수는 6~8회로 적었다.

○ 자연농법(최소방제)

자재종류	처리 횟수	사용량 및 희석배율	비 고
토착미생물띄움비	3	2,200kg 10a ⁻¹	기비로 사용
부엽토	2	470kg 10a ⁻¹	정식기 및 생육중기(산흙+낙엽)
등겨	1	60kg 10a ⁻¹	정식전 및 생육중기
미네랄	8	890~1,000배	엽면살포(상황에 따라 A, C 또는 D사용)
천해녹즙	12	500배	엽면살포
한방영양제	16	300~1,00배	"
현미식초	15	300~500배	"
막걸리	2	20배	"
요소	2	0.8kg 10a ⁻¹	"
질소질비료	3	5.6~13.3kg 10a ⁻¹	기비 및 추비로서 사용(성분량)
가리질비료	1	2.5kg 10a ⁻¹	"
살균제	6	1,000~1,500배	농약(흰가루병 방제)
살충제	8	1,000~1,500배	농약(담배나방 및 진딧물 방제)
NK복비	1	0.8kg 10a ⁻¹	엽면살포
패화석분말	5	0.1~1.3kg 10a ⁻¹	엽면살포(1,200~1,660배)
나방유인살충제	28개	14개	시설내 설치(아카시아녹즙+막걸리)

○ 관행농법

자재종류	처리횟수	사용량 및 희석배율	비 고
돈분톱밥퇴비	3	600~1,000kg 10a ⁻¹	기비 및 추비로 사용
질소질비료	12	21.1~28.7kg 10a ⁻¹	"
인산질비료	3	3~8.8kg 10a ⁻¹	"
가리질비료	6	22.7~24.8kg 10a ⁻¹	"
살균제	6	1,000~1,500배	농약(흰가루병 방제)
살충제	8	1,000~1,500배	농약(담배나방 및 진딧물 방제)

자연농법에서 사용된 자재의 목적은 크게 양분공급 및 토양개량과 병해충발생 억제 및 예방에 있다. 자연농법 실천을 위해 사용된 자재의 화학성분을 분석한 결과 비료성분함량이 극히 낮아 유기농법 사용자재와 유사하였으며, 또한 희석과정을 거친 후 사용하므로 양분공급효과 또한 적었다. 그리고 자재에 의한 병해충 발생억제효과를 분석한 결과 진딧물 방제효과가 없었다. 또한 자연농법 실천에 있어서 주요한 양분공급원인 토착미생물 띄움비는 제조원료가 매우 다양하고 가축분퇴비를 주원료로 하여 토착미생물을 인공배양한 것이다. 이와 같은 방법은 균일한 토착미생물을 생산하기 곤란하며 또한 다량 시용할 경우 양분이 다량 포함된 가축분퇴비로 인하여 토양중 양분집적이 우려된다. 따라서 토착미생물 띄움비를 제조할 경우 원료의 종류를 단순화시키고, 주원료인 가축분퇴비를 지양하며, 탄소함량이 낮은 원료를 사용하여 제조하는 것이 바람직할 것이다. 또한 윤작을 통하여 지력질소를 높여 토착미생물 띄움비에 의한 양분공급 의존도를 줄이고, 기타 엽면살포용 자재는 양분공급 및 병해충 방제를 위한 필수자재가 아니라 보조적인 역할을 하는 것이기 때문에 사용량 및 횟수를 가급적 줄이는 것이 바람직할 것이다.

2) 자연농법기술이 하우스고추의 생육에 미치는 영향

농법별 하우스고추의 연차간 초장 및 경경의 일평균 성장량을 정식 후 60일에 조사한 결과는 그림. 2-4와 같다. 연차별 생육상황은 1년차에 비해 2년차에서 다소 불량하였다. 이것은 전작으로서 다비성 작물인 수박을 재배하면서 양분이 다량 사용되었기 때문에 사용양분의 잔효효과에 의해 1년차의 생육이 양호하였던 결과로 여겨지며, 또한 각 농법간 생육량의 차이가 적었던 것은 각 농법의 기술 또는 양분사용량 차이 보다는 강우, 광, 기상 및 토양환경 등 환경요인이 더 크게 좌우된 것으로 사료된다. 한편 관행농법에 비해 자연농법구의 연차간 일평균 생육량의 편차가 더 큰 것으로 보아 환경재해로 인한 위험에 더 취약할 것으로 판단된다.

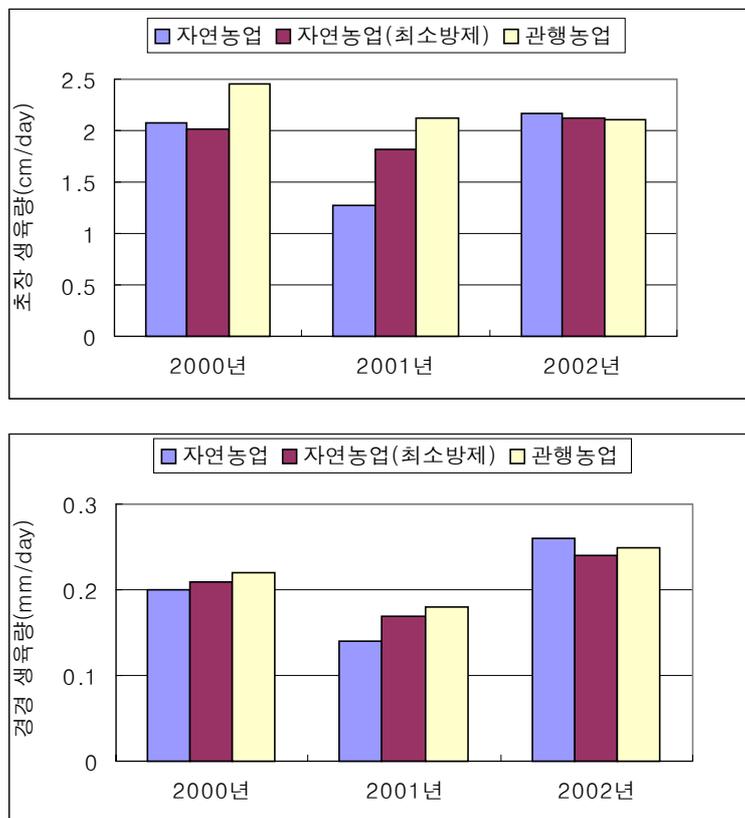


그림. 2-4 농법별 연차간 초장 및 경경의 일평균 성장량(정식 후 60일)

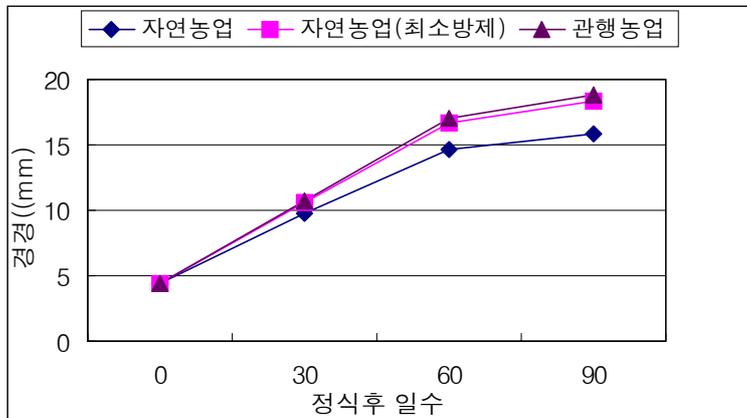
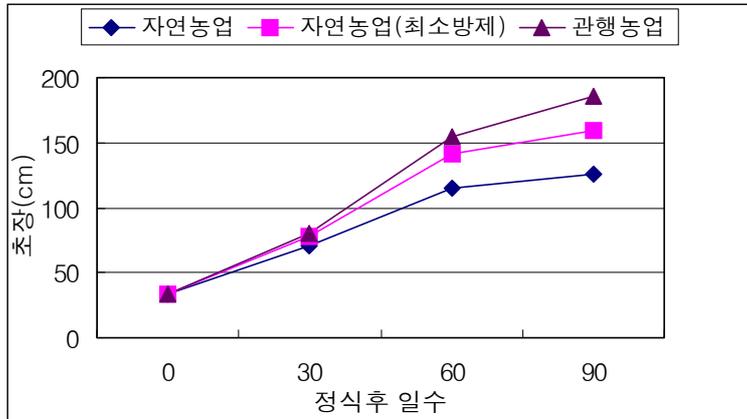


그림. 2-5 농법별 초장 및 경경의 경시적 변화(2년차)

자연농법구 및 자연농법(최소방제)구의 경우 연차간 생육상황은 전반적으로 관행농업구에 비해 다소 불량한 경향을 보였다. 이것은 연차간 투입된 토착미생물 띄움비 중 미 분해된 유기물이 무기화되어 작물에 공급되었기 때문으로 생각된다. 또한 2년차에 비해 3년차에서 생육상황이 호전된 것을 알 수 있다. 윤(1999) 등은 수원지방의 토심 10cm내 지온 값을 평균하여 봄작물 재배작기(90일) 중 실제 포장에 사용한 계분, 돈분 및 우분툽밥퇴비의 질소 무기화율을 추정한 결과 5.3~27.7%로 매우 저조한 것을 보고하였으며, 농촌진흥청(1999)은 장기성작물인 고추재배시 돈분 및 계분퇴비 중 무기화율은 27~36%라고 보고하였다. 이와 같은 결과로 보아 관행농법구의 시비량과 자연농법(최소방제)구의 총 양분함량은 동일량이 사용되었다 하더라도 유기물 중 양분, 특히 질소성분의 무기화 된 양이 충분하지 않았기 때문으로 여겨진다. 그러므로

자연농법구의 주 양분공급원인 토착미생물 띄움비의 무기화량을 추정할 수 있는 연구를 수행하여 양분의 공급능력을 평가함으로써 토양미생물 띄움비의 적정한 시용량을 결정해야 양분의 결핍으로 인한 생산성 저하 및 과잉으로 인한 토양환경의 악화를 방지할 수 있다고 생각한다.

하우스고추의 2 년차 초장 및 경경을 정식기부터 30일 간격으로 조사한 결과는 그림 2-5와 같다. 관행농법의 생육단계가 진행이 되어 최대생육기에 이를수록 커졌으나 자연농법의 경우 생육중기에서부터 생육량이 현저히 낮았으나 자연농법(최소방제)구의 경우 관행농법에 비해 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 이것은 관행농법 및 자연농법(최소방제)구의 시비체계는 필요양분을 생육단계에 따라 분시하였으나 자연농법의 경우 기비를 위주로 하고 전술한 바와 같이 양분함량이 미미한 자재를 수백배로 희석하여 엽면살포하여 필요량을 충분히 공급하지 못했던 결과로 해석된다.

엽색의 농도를 기준으로 엽중 엽록소함량(SPAD-502) 경시적으로 측정된 결과는 그림. 2-6과 같다. 조사시기 모두 자연농법구에서 가장 높았고 정식 후 45일에서부터 감소하는 경향을 보였다. 이것은 정식 후 45일경부터는 엽 중에 축적된 양분이 과실로의 전이가 활발하였기 때문으로 여겨지며, 과실의 숙기가 관행농법에 비해 약 10일 정도 늦어졌던 것을 보아 과실로의 양분전이속도와도 관련이 있을 것으로 생각된다.

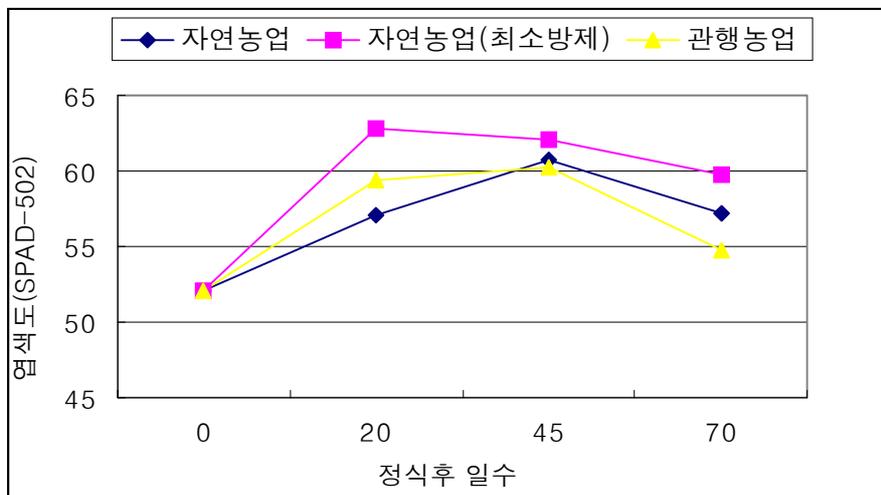


그림. 2-6 농법별 엽색도의 경시적 변화(2001년)

재배기간 동안 사용된 양분이 작물의 생육 또는 수량에 얼마나 영향을 미쳤는지를 추정하고 환경변화에 따라 연차간에는 어떻게 변화하였는지를 추정하기 위하여 흡수량을 조사한 결과는 그림. 2-17에서와 같다. 각 성분 중 가리 흡수량이 가장 많았으며, 각 농법별로 연차간 가리흡수량의 차이는 없었다. 김(2000)은 유기물에 존재하는 대부분의 가리는 작물이 당해연도에 흡수 이용할 수 있다고 한 보고와 관련하여 생각해 볼 때 자연농법구에서 사용된 유기물 중 칼리량은 토양검정에 의하여 추천된 칼리 시비량과 같은 효과를 나타냈음을 추정할 수 있었다. 인산 흡수량은 각 농법구에서 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었다. 질소 흡수량은 자연농법(최소방제)구 및 관행농법구에서 많았고 자연농법구에서 낮았던 결과를 볼 때 질소 흡수량이 작물의 생육 및 수량에 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있었다. 또한 연차간에 양분흡수량의 차이가 거의 없었던 것은 3년 동안의 기후 조건이 고추의 생육에 적합하였으며 또한 재배적 환경이 적당하였기 때문에 생육상황이 대체로 양호하여 양분의 흡수량에 미치는 영향이 적었을 것으로 생각되었다.

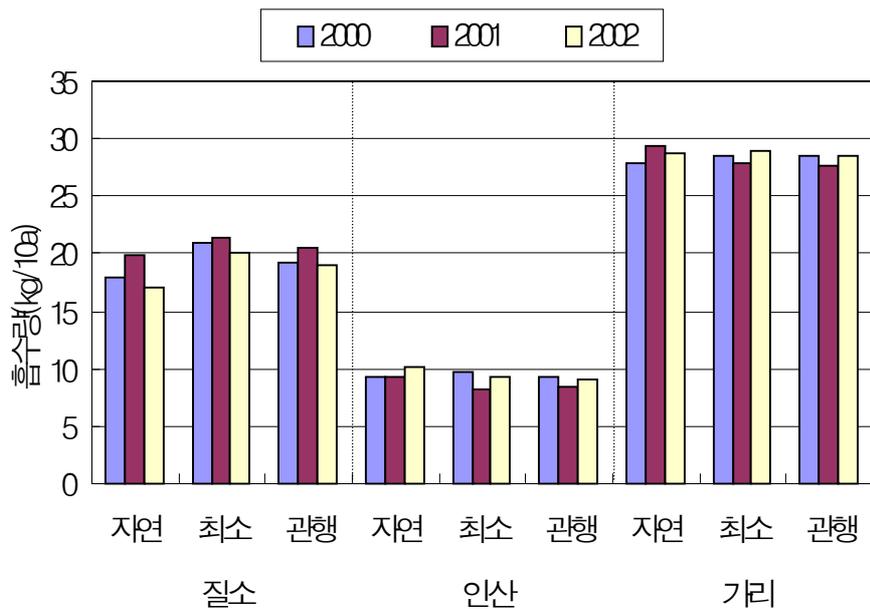


그림. 2-7 연차간 양분 흡수량 변화

3) 자연농법기술이 하우스고추의 생산성에 미치는 영향

고추의 수량을 결정하는 요소로서 고추과의 1과중 및 건물율을 조사한 결과는 그림. 2-8 및 2-9과 같다. 평균 1과중은 2 년차에서 다소 높은 경향이었는데, 2 년차에서 생육상황이 다소 부진했던 것과는 달리 수량은 높아 과실로의 양분의 전이는 활발하였던 것으로 생각된다. 농법간에는 자연농법구에서 다소 높은 경향이였다. 이것은 착과수가 관행농법구에 비해 적었기 때문에 전이된 양분이 많아 평균 1과중이 높았던 것으로 생각된다. 고추는 3~4회에 걸쳐서 수확을 하며 매 수확시 마다 고추의 건물율이 차이가 있다. 건물율은 수확시기, 기상조건, 토양수분조건 및 생육상황에 따라 달라지기 때문에 고추의 수량을 결정짓는 중요한 수량구성요인 중에 하나이다. 매 수확한 고추의 평균건물율은 농법간에는 일정한 경향이 없었으나 연차간에는 2 년차에서 높았다.

조(1995)와 한국자연농업협회(2002)에 의하면 자연농법은 화아분화기인 교대기의 중요성을 강조하고 있으며 적절한 재배 및 시비관리가 필수적이라고 한다. 따라서 형성된 꽃의 낙화 및 착과된 과실의 낙과를 방지하여 착과수를 증가시키고, 착과된 과실의 건물율을 높일 수 있는 방법이 강구되어야 할 것으로 생각된다. 그리고 교대기 처리가 낙화율, 낙과율, 착과율에 미치는 영향을 추후 검토되어야 할 것이다.

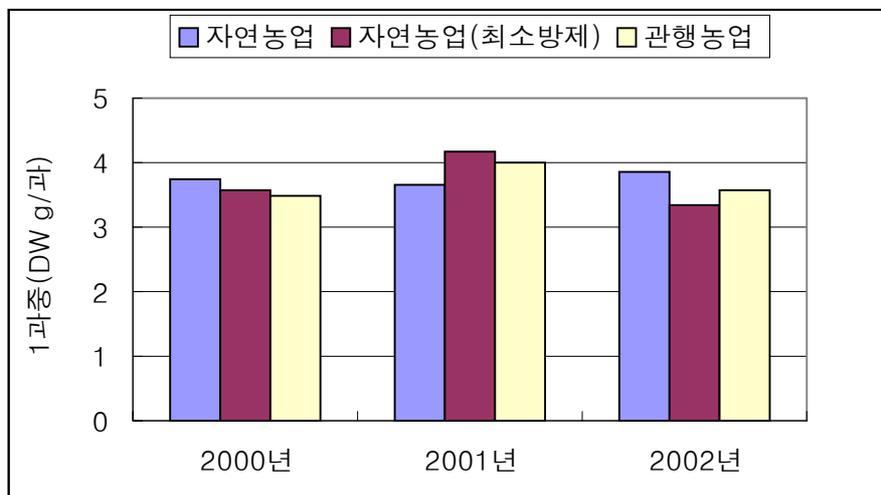


그림. 2-8 연차간 1과중 변화

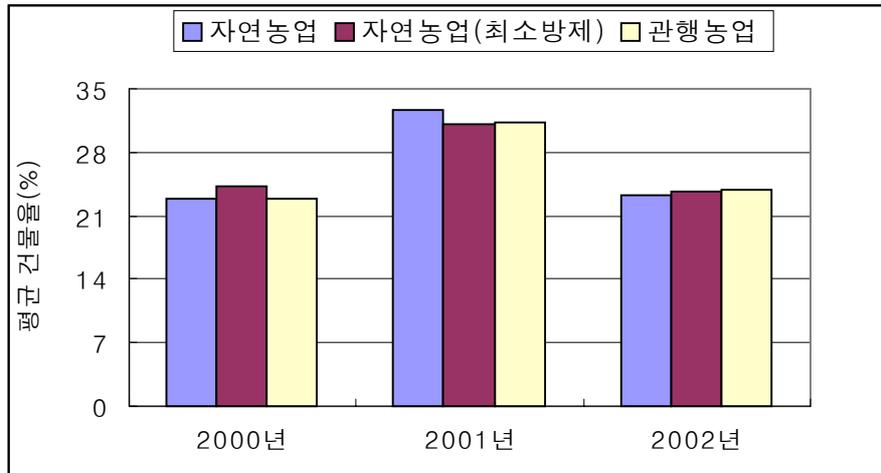


그림. 2-9 연차간 고추 과의 건물율 변화

농법별 하우스고추의 연차간 건고추 상품수량을 조사한 결과는 그림. 2-10과 같다. 연차별 상품수량은 2년차 > 1년차 > 3년차 순으로 높았다. 이것은 1년차와 2년차는 4회 수확한 반면 3년차에는 3회 수확하여 총수량에서 차이가 있었으며, 1과중 및 과실의 건물율이 높았기 때문으로 사료된다. 처리별 상품수량은 관행농법구(481~492kg 10a⁻¹) 대비 자연농법(최소방제)구(478~516kg 10a⁻¹)에서 5% 증수하였으나 자연농법구(445~476kg 10a⁻¹)에서 2~5% 감소하였으며 각 연차별로 경향은 동일하였다.

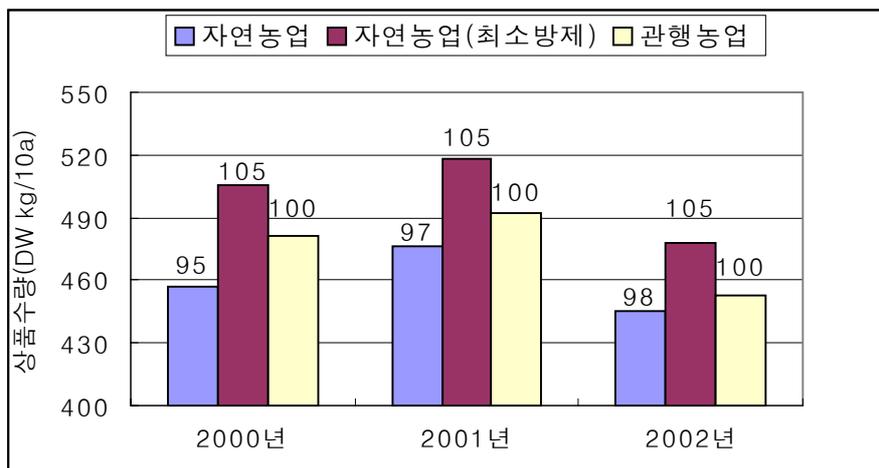


그림. 2-10 농법별 연차간 건고추 수량변화 비교

농촌진흥청(1994)은 전국을 대상으로 일반 관행농법과 유기농법 실천농가의 수량성을 비교 조사한 결과 시설고추의 경우 관행농법 대비 유기농법의 수량은 73%이었다고 보고한 반면 농촌진흥청(1999)은 포장시험을 통하여 토양검정에 의한 진단시비구 및 천혜녹즙 등 자연농법 자재를 혼합시용한 자연농법구의 건고추 수량을 비교한 결과 진단시비구 대비 84~87%이었다고 보고하였다.

이와 같이 자연농법구에서 약간의 수량감소는 있었으나 관행농법구에 비해 차이가 없었으며 연차변이에서도 우려했던 수량감소는 보이지 않았기 때문에 토착미생물 띄움비의 양분함량을 분석하고 토양검정을 통해서 작물이 필요로 하는 양분을 공급하면서 누적된 유기물의 양을 고려하여 적절한 양분관리를 한다면 기대수량은 확보할 수 있으리라 판단된다.

4) 자연농법기술 및 사용자재의 병해충 발생억제 및 방제효과

시험포장에서 각 연차별로 발생한 병해충을 경시적으로 조사한 결과는 표. 2-8과 같다. 병해충의 발생은 연차간에 일정한 경향이 없었으며 청고병, 역병, 탄저병 등의 발생이 전혀 없었다. 이것은 시험포장조건이 배수가 양호한 사양토이며, 해발고도가 높고, 인근지역에 고추재배포장이 없으며, 한냉사를 시설에 설치하여 외부에서 확산되는 해충의 피해를 줄였기 때문에 병해충 발생 종류가 적었고 발생정도 또한 심하지 않았던 것으로 여겨진다. 자연농법구는 2 년차에 진딧물이 정식 후 90일에 발생하여 미네랄, 현미식초, 천혜녹즙, 및 한방영양제를 살포하였다. 불구하고 발생량은 감소하지 않아 사용자재의 병해충 방제 효과는 거의 없었다.

조(1995)는 자연농법은 5가지 핵심비방으로서 천혜녹즙, 한방영양제, 유산균, 토착미생물, 효소제와 3가지 보조재료로서 생선아미노산, 천연칼슘, 현미식초를 추천하고 있으며 이들 자재는 직접적인 병해충 방제효과 보다는 강건하게 작물을 재배하여 내병성 및 내충성을 증대시킨다고 설명하고 있다. 또한 농촌진흥청(1999)과 농촌진흥청(2000)은 유기·자연농법자재의 사과 탄저병균(*Glomerella cingulate*)과 겹무늬 썩음병균(*Botryosphaeria dothidea*)에 대한 방제 또는 생육억제효과의 발현유무를 확인한 결과 자연농업자재를 250~1,000배로 희석하여 처리한 경우는 어떤 자재도 병원균의 생육억제현상이 나타나지 않았으나 원액을 처리한 경우 목초액, 현미식초, 과일효소는 탄저병균 생육을 약간 억제시키는 효과가 있었다. 그러므로 원액을 과수에 직접 살포하는 것은 경제적인 측면에서도 효율성이 낮을 뿐만 아니라 과수의 생리장해를 유발할 수 있기 때문에 영농에 실질적으로 활용하기는 곤란하다고 보고하였다.

EM5호, 아미노산액 및 멸치액젓은 오히려 사과 탄저병균의 생육을 촉진하였고, 배나무의 경우 천혜녹즙, 한방영양제 등 자연농업자재만을 사용한 경우 흑성병(발병율 80%)이 만연되었으며 적성병(35%)과 바이러스(27%)에 심하게 감염되었던 것으로 보아 병원균의 생육억제 효과가 전혀 없거나 병원균 생육에 필요한 아미노산, 무기염류 등의 영양소가 함유되어 있음을 간접적으로 알 수 있었으며 이들 자재를 처리할 경우 병원균 발생을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있기 때문에 자재선택 및 사용에 유의할 필요가 있다고 농촌진흥청(2000)은 보고하고 있다.

또한 농촌진흥청(2000)은 고추재배시 유기·자연농법자재 처리에 따른 진딧물 방제효과에 대한 시험결과 현미식초에서 처리 전에 비해 70%의 방제효과가 있었으나, 천혜녹즙 및 유산균의 경우 오히려 처리 전에 비해 3.6~1.8배 및 1.4~1.5배 증가하여

방제효과가 전혀 없었고, 고추재배시 담배나방 피해과율은 농약방제구(무처리)에 비해 천혜녹즙처리구에서 4.8%, 천혜녹즙+유산균+토착미생물 처리구에서 3.8%로 방제효과가 없었다고 하였다.

이와 같은 연구결과들을 볼 때 민간환경농법자재는 농약사용량을 일부 절감하기 위한 보조자재에 불과하기 때문에 이들 자재에 의존하여 병해충을 방제하기는 매우 곤란함을 시사하고 있으며 환경친화적인 방법으로 재배적, 물리적, 생물학적인 방법을 적극 활용하여 병해충을 예방하고 방제하는 것이 바람직하다고 판단되었다. 또한 본 시험 기상재해 또는 재배환경요인에 따라 병해충 발생상황의 연차간 변이가 심하므로 병해충 만연에 따른 위험성은 내재되어 있음을 간과해서는 안될 것으로 판단되었다.

표. 2-8 농법별 연차간 경시적인 병해충 발생상황

시험 년도	병해충 정식후일수 처리	진딧물 ^①					흰가루병 ^②					담배나방 ^②				
		35 ^③	70	100	35	70	100	35	70	100	35	70	100			
2000	자연농법	1	0	0	+	++	+	-	+	+						
	자연농법(최소방제)	0	0	0	+	++	+	-	+	+						
	관행농법	0	0	0	-	++	+	-	+	+						
	정식 후 일수	30 ^③	65	90	120	150	30	65	90	120	150	30	65	90	120	150
2001	자연농법	1	0	5	9	9	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
	자연농법(최소방제)	0	0	0	0	0	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	관행농법	0	0	0	0	0	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	자연농법	2	0	2	0	1	-	-	-	-	++	-	+	+	-	-
	자연농법(최소방제)	2	0	2	0	0	-	-	-	+	++	-	+	-	-	-
	관행농법	1	0	0	0	0	-	-	-	+	++	-	+	-	-	-

① 진딧물발생량(1 : 1~5마리/주, 5 : 11~20마리/주, 9 : 51마리/주 이상)

② 흰가루병 이병엽면적율 및 담배나방 이병과율 (+:1~25%, ++:26~50%, +++:51~75%, ++++:76%이상)

③ 정식후 일수

5) 자연농법 기술이 하우스고추의 품질에 미치는 영향

일반적으로 자연농법을 이용하여 생산한 농산물은 일반 관행농법으로 생산한 농산물보다 품질면에서 우수하다고 알려져 있다. 조 등(1999)은 고추에서 가장 중요한 품질요인 중 하나인 매운맛은 그 특성상 측정이 어려워 품질을 평가하는데 어려움이 있다고 했다. 한편 소비자들은 품질요인으로서 당도와 Vit. C의 함량을 가장 쉬운 판정요인으로 인식하고 있다. 고추의 경우 Vit. C 함량이 매우 높은 작물로 알려져 있고 당도 역시 높은 채소작물에 속한다. 그래서 각 농법을 실천하면서 연차간 당도 및 환원당의 2차 대사산물인 Vit. C 함량을 경시적으로 조사하였다.

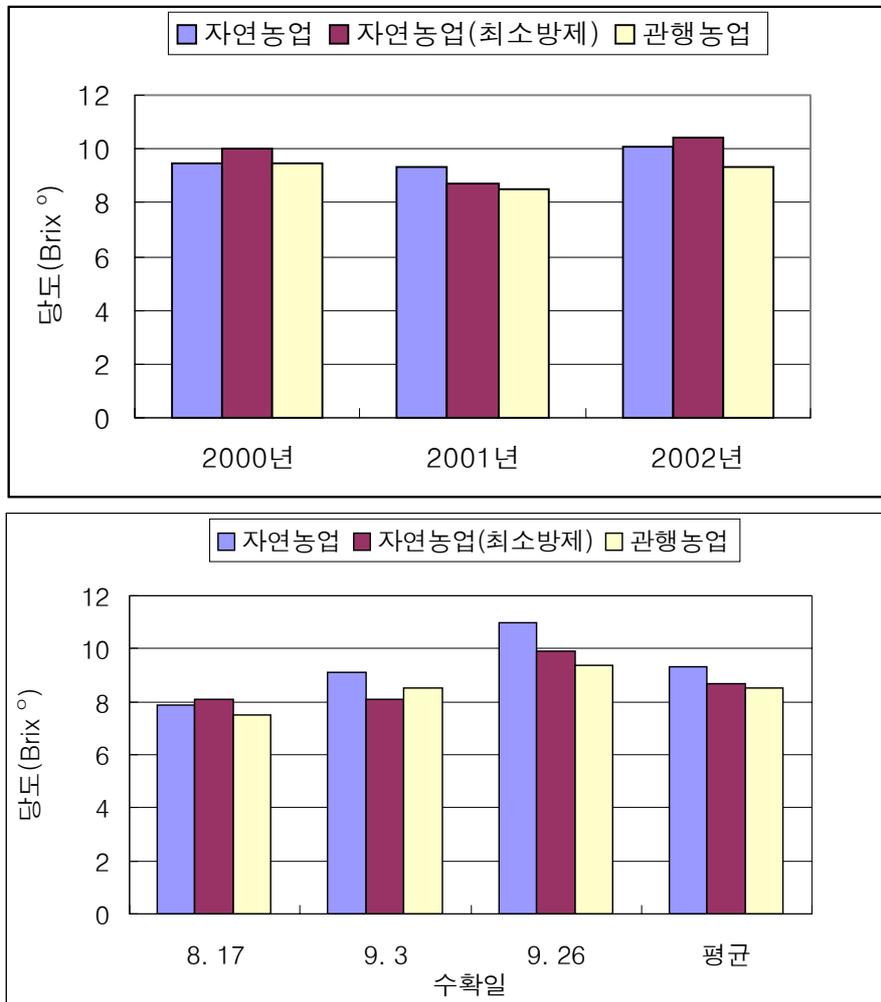


그림. 2-11 연차간 고추의 당도(Brix^o) 함량 변화 및 2년차 당도의 경시적 변화

당도는 그림. 2-11에서와 같이 각 농법 모두 2 년차에서 다소 낮았으며 관행농법에 비해 자연농법 및 자연농법(최소방제)구가 높았다. 자연농법구에서 가장 높았던 2년차에 매 수확시 마다 경시적으로 조사한 결과 수확횟수가 늘어날수록 자연농법구의 당도가 높아졌음을 알 수 있다. 森(1986)은 당근과 양배추 재배시 당함량과 수량이 부의 상관을 나타냈으며 양배추, 상추, 무는 T-N함량과 전당함량이 부의 상관을 나타냈고 가지, 토마토, 오이는 일정한 상관이 없었다고 하였다. 본 시험의 결과에서도 고추의 T-N함량과는 일정한 상관을 확인할 수 없으며, 또 질소시용구에서는 수량은 증가하지만 당도는 감소하고 유기물 시용구에서는 수량은 감소하지만 당도는 향상된다고 한 결과를 얻었다. 조 등(1999)은 고추의 품질기준을 설정하기 위하여 몇 가지 품종에 대하여 홍고추의 가용성 고형물을 조사한 결과 2 차에 수확된 고추가 1 차에 비해 높았다고 한 보고와 같은 경향이였다.

농법별 연차간 Vit. C 함량의 경시적 변화를 조사한 결과는 그림. 2-12와 같다. 연차간 Vit C 함량은 특히 2 년차에서 크게 증가한 것을 알 수 있다. 농법별로는 자연농법구가 다른 농법에 비해 높은 함량을 나타냈다. 그러나 2 년차에서 경시적으로 조사한 결과 9월 하순에 수확된 고추에서 낮아졌다. Jo 등(1999)은 여러 가지 품종을 대상으로 과실특성과 ascorbic acid 함량을 분석한 결과 미숙과에 비해 완숙과에서 높은 함량을 나타냈고 품종간 ascorbic acid 함량이 차이가 있었다고 보고하였다. 본 시험에서는 2년차의 건물율이 가장 높았고 수확횟수가 늘어날수록 건물율이 증가했던 결과로 판단해 볼 때 과의 완숙정도가 가장 높았다는 것을 추측할 수 있으며 이는 Vit. C 함량이 가장 높았던 이유로 생각된다.

당도 및 Vit. C 함량 등 고추의 품질을 결정할 수 있는 여러 가지 요인이 있지만 이와 같은 품질관련요인은 농법 또는 사용자재의 특성보다 고추의 품종, 수확기의 기상, 토양수분, 양분함량 등 환경조건에 따라 큰 영향을 받기 때문에 자연농법 자재의 사용이 품질에 영향을 미쳤다고 판단하기에는 무리가 있었다. 그러므로 환경조건을 조절한 후 자재사용에 따른 정확한 품질관련 요인 및 영향을 구명하기 위한 연구가 필요하다고 생각한다.

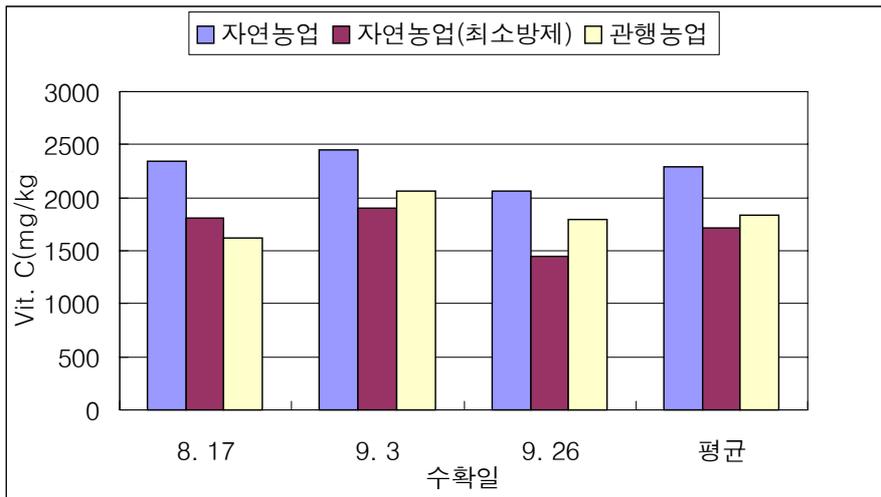
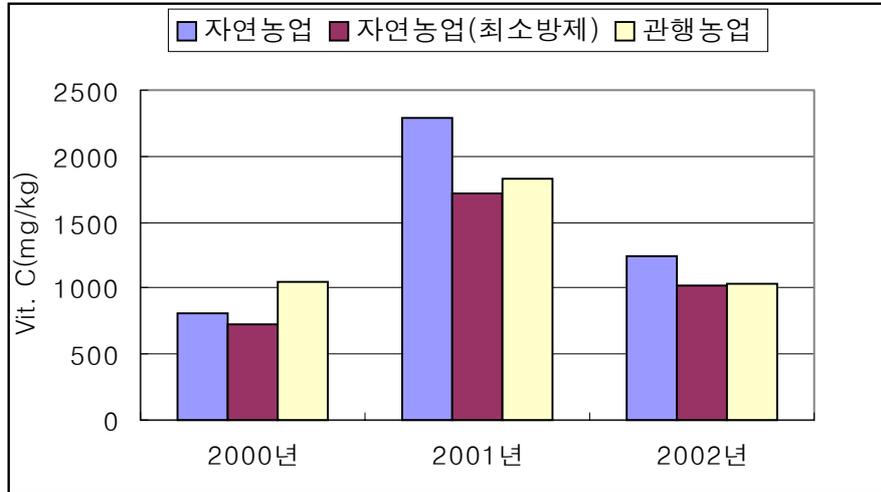


그림. 2-12 연차간 고추의 Vit. C 함량 및 2년차에서의 vit. C함량의 경시적 변화

5) 자연농법기술이 토양환경변동에 미치는 영향

유럽의 환경농업 선진국들은 유기·자연농법이 토양환경을 보전하고 바람직한 생태계를 유지하는 환경친화적인 기능을 수행하고 있기 때문에 이를 근거로 직접지불제를 도입하여 환경농업을 장려하고 있다. 그러나 최근 손 등(1996), 손 등(2000), 김(1999), 손(2000)은 유기농법이 토양비옥도를 유지, 증진시키기 위하여 과도한 유기성 비료를 사용함에 따라 초래된 여러 가지 문제점을 지적했으며, 그것은 염류집적, 토양 중 양분불균형, 양분의 용탈 및 유실, 농업생태계의 교란 등 다양한 형태로 나타나고 있으며 결국 토양 및 수질오염 및 작물의 생산성 저하 등을 초래할 우려가 있다고 지적하고 있다.

조(1995)는 자연농법의 기본은 작물 스스로 필요한 양분을 필요한 만큼 자유롭게 흡수할 수 있는 환경을 만들어 주기 위한 토양기반을 조성해주는 일이라고 설명하고 있다. 이를 위해 미생물의 역할을 중요시하며 미생물의 생육조건을 최적으로 만들어 주면 된다고 한다. 즉 미생물, 선충, 지렁이, 두더지 등과의 관계에서 토양의 조성이 작물에게 이로운 환경을 만들어주기 때문에 인위적으로 경운 또는 개량하지 않아도 미생물과 소동물에 의해 끊임없이 경운되므로 자연농법에서는 경운하지 않는 대신 미생물이 서식하는데 알맞은 환경을 조성해준다고 한다. 또한 낙엽이나 볏짚으로 멀칭하여 잡초발생도 줄이면서, 토착미생물의 생육조건을 개선하고 자가배양하여 미생물을 활성화시킨 후 유산균으로 미생물을 다양화시키며 천혜녹즙으로 미생물에게 영양분을 공급하면 토양환경이 더욱 개선되어 토양기반이 조성된다고 설명하고 있다.

그래서 한국자연농업협회의 추천에 의하여 제조된 토착미생물 띄움비 및 자연농법 자재 처리에 의한 토양물리성, 화학성 및 생물상의 변화를 조사하여 자연농법기술이 토양환경변화에 미치는 영향을 조사하였다.

가) 토양물리성 변화

작물생육에는 토성으로 대표되는 입자밀도보다는 토양 입경구분, 기상 및 액상을 감안한 토양의 용적밀도가 더 중요한 요인이다. 용적밀도는 토성과 토양구조에 따라 달라지는데 보수성, 배수성, 통기성, 물의 이동 또는 뿌리의 활력과 토양미생물활동 등에 영향을 미치기 때문에 농업에 있어서 토양의 물리성을 평가하는 매우 중요한 지표중 하나이다.

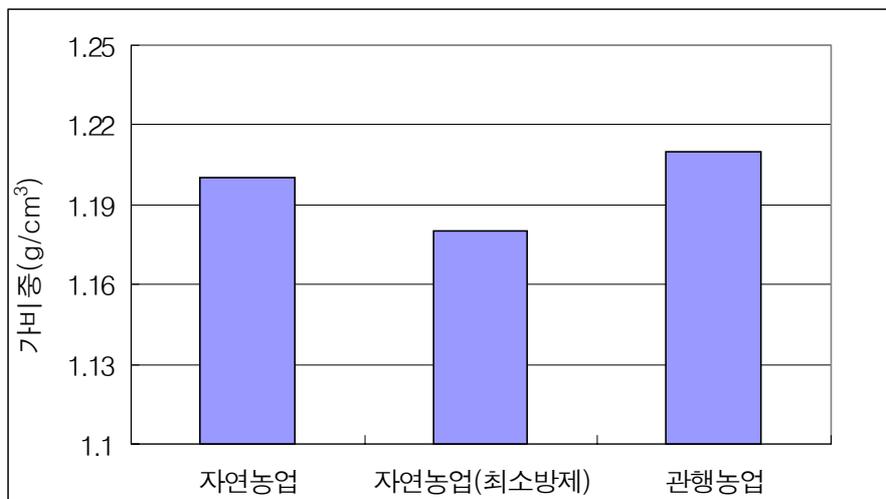


그림. 2-13 시험 후 토양의 농법별 토양용적밀도 변화 비교

그림. 2-13은 시험후 토양의 용적밀도를 농법별로 비교한 것이다. 각 농법별로 토양용적밀도는 큰 차이는 보이지 않았지만 관행농법>자연농법>자연농법(최소방제)구 순이었다. 허 등(1992)은 고추재배지 토양에서 토양 유기물 함량과 점토함량이 증가할 수록 토양용적밀도가 낮아졌다고 하였으며, 김 등(2001), Schjoning(1994), Billie(1998)는 퇴비, 가축분 및 하수슬러지를 사용하여 용적밀도가 감소하였다고 하였다. 또 김 등(1991)은 재배작물에 따른 토양용적밀도를 조사한 결과 옥수수 재배가 콩이나 나지보다 낮았다고 보고한 결과로 미루어 보아 자연농법 및 자연농법(최소방제)구에서 토착미생물 띄움비의 사용량이 많았기 때문이라고 여겨진다. 또한 작물에 따라서 토양용적밀도의 변화에 영향을 미치므로 심근성작물을 ds작하여 토양의 물리성을 개선하는 노력이 필요하리라 본다.

토양의 삼상분포 또한 작물의 생육에 적합한 토양의 물리성을 평가하는 중요한 요소 중 하나이다. 특히 고추와 같이 토양의 과습조건을 싫어하는 작물에 있어서 토양의 삼상분포 및 공극율은 그 중요성이 매우 크다. 그림. 2-14은 연차별로 각 농법별 삼상분포의 변화를 비교한 것이다. 연차간 또는 농법별로 삼상분포는 변화 및 공극율 변화가 거의 없었다. 이것은 3년간 사용된 토착미생물 띄움비의 양이 삼상분포를 변화시키기에는 부족했던 것으로 판단된다.

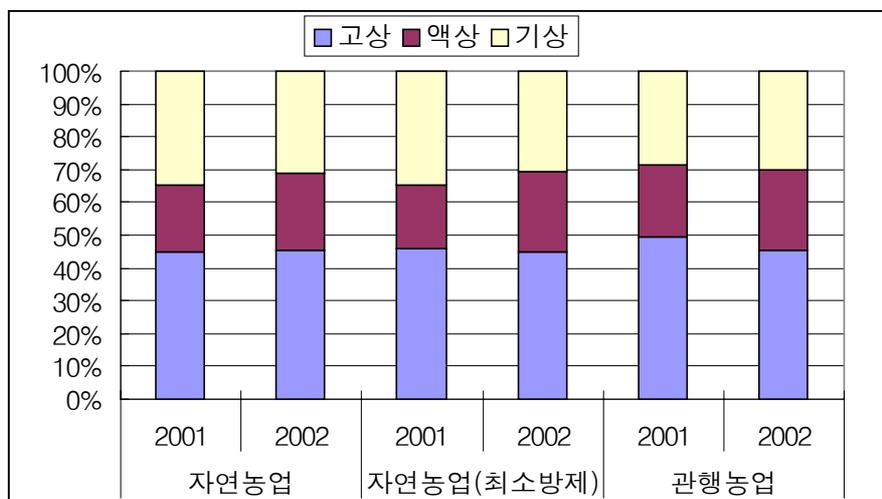


그림. 2-14 농법별 연차간 토양 삼상분포의 변화

잘 조성된 토양입단은 작물 양분 및 수분의 이동과 공기의 유통을 좋게하여 작물에 긍정적인 영향을 미치게 된다. 그림. 2-15는 시험 후 토양의 농법별 입단화도를 나타낸 것이다. 관행농법구에 비해 자연농법구 및 자연농법(최소방제)구에서 높은 입단화도를 보였다.

입단화에 가장 크게 영향을 미치는 인자 중 유기물은 그 자체가 직접적인 입단화 형성에 관여한다기 보다는 유기물의 무기화에 관여하는 곰팡이의 균사나 균류의 polyuronide 또는 미숙 부식 등이 접착제로서 토양입자를 입단화 시킨다고 밝혀져 있다. Wilson 등(1945)과 박 등(1990)은 유기물함량이 증가함에 따라 입단화도가 직선적으로 증가하는 정의상관을 보였으며 그 관계식을 도출해 내었다. Peele 등(1943)은 Clemeson 지역의 토양에 유기물을 섞어서 시험한 결과 분해기간 중 미생물의 활동과

수분안정 입단의 형성율이 가장 높았던 6일째 측정된 입단화도는 유기물을 첨가하지 않은 것 보다 유기물을 첨가했을 때 높아 유기물이 입단형성에 큰 영향을 준다고 하였다. 또 Skidmore(1986)도 수수재배는 밀재배보다 내수성입단이 많다고 보고하였다.

이상의 결과로 미루어 보아 자연농업 또는 자연농업(최소방제)구의 경우 물리성 개선효과가 다소 인정되었으며 앞서 설명한 자연농법의 토양기반조성은 환경친화적인 개념이 내포되어 있으므로 긍정적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 토착미생물 띄움비 또한 다다익선 방식으로 시용할 경우 역으로 환경을 오염시킬수 있는 오염원으로 작용할 수 있음을 잊어서는 안되며 물리적 개선효과와 더불어 화학적, 생물학적 및 생태학적 건전성을 유지하는 데 노력해야할 것으로 생각되었다.

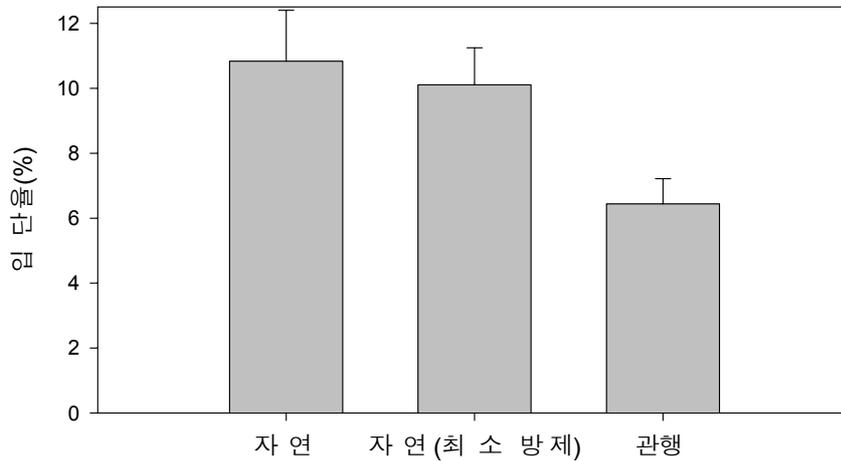


그림. 2-15 시험후 토양의 농법별 입단화도 변화 비교

나) 토양화학성 변화

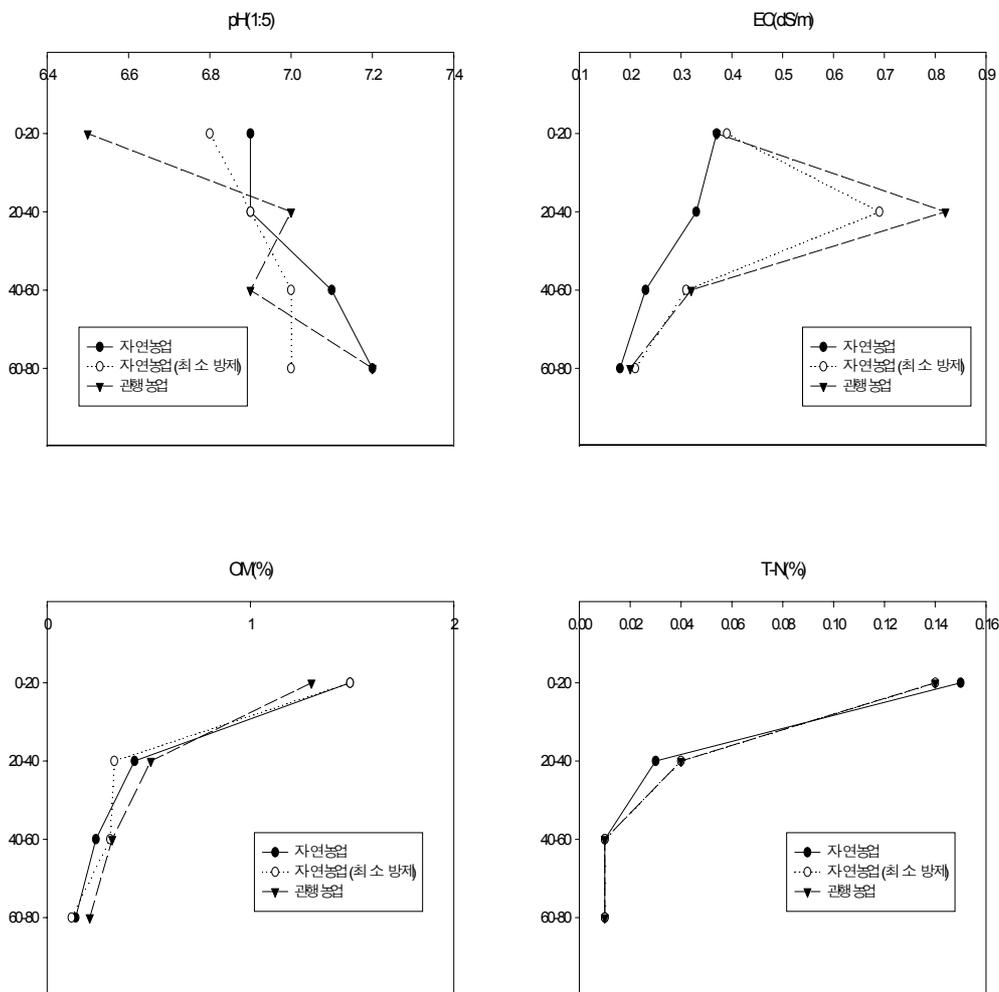
자연농법은 전술한 바와 같이 토착미생물 띄움비로서 양분의 공급 및 토양의 비옥도를 유지, 증진시키는데 그 기술의 핵심이 있다. IFOAM 또는 FAO/WHO Codex의 국제유기농업규격에 따른 윤작은 도입하지 않았지만 토착미생물 띄움비에 의한 자연농법기술이 토양의 비옥도의 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

시험 후 토양 화학성의 변화를 나타낸 표. 2-9에서 알 수 있듯이 모든 농법에서 pH를 제외한 모든 성분이 시험전에 비해 높아졌다. 특히 자연농법 및 자연농법(최소방제)구에서 유기물, 유효인산 및 치환성 칼리함량이 증가하였다. 손 등(2000)은 팔당 상수원 보호구역의 유기농업을 실시하는 100농가를 대상으로 토양화학적 특성을 조사한 결과 표토층의 총탄소함량이 적정범위에 비해 2~4배 가량 높았고 유효인산함량이 관행농법에 비해 2배 가량 높았던 원인은 지력향상을 위해 유기질비료를 과다 사용하였기 때문이며 질산염의 축적, 인산염의 용탈, 양분의 불균형 등 문제점을 지적하였다. 또 김(1999)은 유기농업 재배 초년도에 2.2%에서 1~3년에 3%, 5~10년에 4.6%, 10년 이상에서 8.2%로 급격히 증가하였다고 보고했다. 원 등(2001)은 토착미생물 퇴비를 이용하여 장미를 2년간 재배한 결과 토양화학성은 시험전(1.31g kg⁻¹)에 비해 유기물 함량이 1.49g kg⁻¹으로 2배 가량 증가하였으며 유효인산함량은 249mg kg⁻¹에서 711~825mg kg⁻¹으로 크게 증가하였고 치환성양이온의 함량도 증가하였다. 본 시험포장의 유기물 함량은 적정수준에는 도달하지 못했지만 이상의 연구문헌에서도 지적한 바와 같이 유기물, 유효인산 및 치환성양이온 함량은 높아져 자연농법기술을 실천하더라도 토양 중 양분의 불균형이 심화될 가능성이 내재해 있었다.

표. 2-9 시험후 표토의 화학성

처 리	pH	EC	OM	T-N	Av.P ₂ O ₅	K	Ca	Mg
	(1:5)	(dS m ⁻¹)	(g kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)	Ex. Cation(cmol ⁺ kg ⁻¹)		
자연농업	6.9	3.7	14.9	1.5	947	0.73	4.86	1.97
자연농업(최소방제)	6.8	3.9	14.9	1.4	910	0.82	5.04	2.12
관행농업	6.5	3.7	13.0	1.4	899	0.66	5.38	1.92
시험전	7.8	0.7	13.1	1.6	826	0.60	4.58	1.65

그림. 2-16은 양분의 이동양상을 보기 위하여 시험후 토양의 토심별 화학성분포를 나타낸 것이다. pH는 심토에서 다소 높은 경향이었으나 농법간에는 뚜렷한 경향이 없었으며 EC의 경우 토심 20~40cm 부분에서 자연농법(최소방제) 및 관행농법구에서 증가경향이 뚜렷하여 화학비료를 시용한 결과로 생각된다. 유기물, 유효인산, T-N함량은 토심이 깊어질수록 급격히 낮아지는 경향으로 대부분 표토에 분포하고 있다는 것을 알 수 있었다. 치환성 칼슘의 경우 40~60cm 부근부터 다시 증가하는 경향을 보였으며 다른 양이온도 토심이 깊어질수록 감소정도가 둔화되었다. 이 등(1999)은 사양토에서 관개수와 함께 염기가 동반이동하여 토심이 깊어질수록 치환성양이온이 증가하였다는 보고와 같은 결과를 보였다.



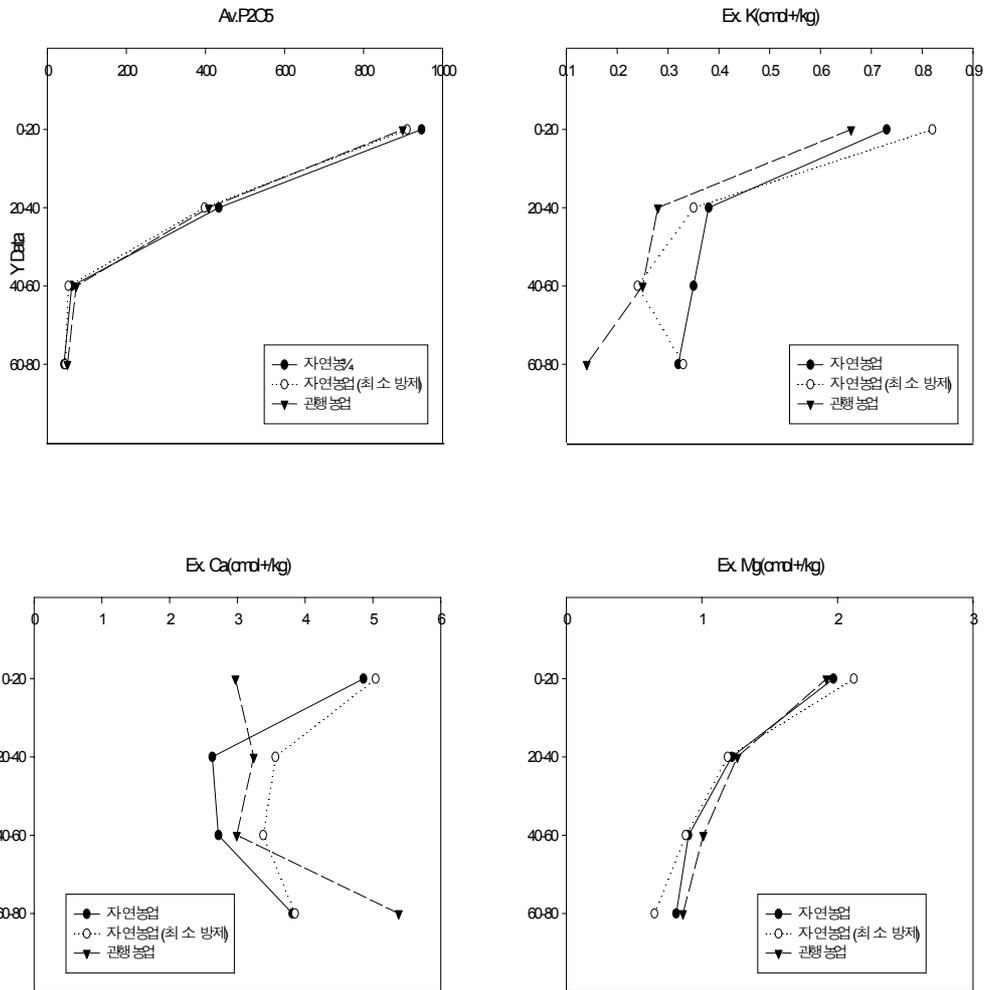


그림. 2-16 시험후 토양의 토심별 화학성 분포

이상의 결과로 보아 본 실험에서의 자연농법 역시 알려진 연구문헌의 결과와 크게 다르지 않았다. 그러므로 우선 토착미생물 띄움비의 시용량을 줄이되 토양비옥도가 유지되는 방안이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 그 대안으로서 토양검정 및 토착미생물 띄움비의 양분함량을 고려하고 무기화 가능량을 산출하여 작물의 양분요구량에 적합하도록 시용량을 결정해야하며, 국제규격에서 제시한 녹비, 두과, 심근성작물에 의한 윤작을 도입하여 토양비옥도를 유지하는 것이 바람직하리라 생각된다.

다) 토양미생물상 변화

자연의 섭리에 따르고 자연의 힘을 활용하는 등 자연과의 공존을 강조하고 있는 자연농법기술의 기본원리는 재배지역에서 우점하고 활성이 강한 토착미생물을 이용하여 토양환경의 건전성을 증진하는 것이라 할 수 있다. 이와 같은 역할을 토착미생물 띄움비가 담당하고 있다. 따라서 토착미생물 띄움비를 3년간 시용한 후 세균, 방선균 사상균 등 토양미생물의 밀도를 경시적으로 조사한 결과는 표. 2-10과 같다.

미생물의 밀도를 경시적으로 조사한 결과 생육중기에 모든 미생물수가 증가하였고 세균 및 방선균은 생육후기에 낮아지는 결과를 보였다. 농업과학기술원(1996)은 토착미생물 배양체를 시용한 자연농법 포장에서 고추를 재배하여 미생물상을 조사한 결과 총세균수는 생육초기에 증가하다가 생육후기에 현저히 감소하였다고 한 보고와 같은 결과를 나타냈다. 또한 토착미생물 채취지역에 따라 토착미생물 배양체 중 미생물 서식밀도를 조사한 농업과학기술원(1996)의 보고에 따르면 활엽수림지대에서는 방선균과 효모의 서식밀도가 높았고 죽림지대에서는 사상균과 효모가 다른 지역에 비하여 높았기 때문에 토착미생물의 서식특성은 그 지역의 식생영향을 많이 받았을 것으로 추정하였다. 이러한 결과로 보아 자연농법은 토착미생물 채취지역 및 띄움비 제조방법이 다양하므로 일정한 패턴의 미생물 밀도 또는 종류 등을 파악하기 곤란할 것으로 사료된다.

농법별 평균미생물 밀도는 관행농법구에서 세균 10.4 cfu g^{-1} , 방선균 8.5 cfu g^{-1} , 사상균 12.7 cfu g^{-1} 에 비해 자연농법 및 자연농법(최소방제)구는 세균 $17.9 \sim 17.1 \text{ cfu g}^{-1}$, 방선균 $7.5 \sim 10.0 \text{ cfu g}^{-1}$, 사상균 $28.1 \sim 29.3 \text{ cfu g}^{-1}$ 으로 낮았다. 이것은 원 등(1999)의 보고에 의하면 퇴비를 사용하지 않고 화학비료만 시용할 경우 형광성 *Pseudomonas*속과 *Bacillus*속 세균이 현저히 감소하여 화학비료 시용에 의한 토양미생물상의 단순화 및 미생물간의 불균형을 초래하였다고 한 보고가 이를 잘 설명해 주고 있다. 또한 자연농법구의 사상균수는 생육후기 까지 높게 유지되었다. 이것은 lignin, cellulose, pectin과 같은 난분해성 물질의 분해에 사상균이 주된 역할을 하며 포도당과 같은 이분해성 유기물은 세균이 관여한다고 한 清水(1983)의 보고와 연관하여 볼 때 생육후기에도 난분해성 유기물을 분해하기 위해 사상균이 남아있었음을 알 수 있다.

이상의 결과로 볼 때 토양미생물의 기능을 증진시켜 자연순환의 원리에 따라 토양 관리를 피하는 자연농법의 원칙은 긍정적으로 평가할 수 있다. 그러나 토양미생물은 외부의 환경변화에 따라 민감하게 변하는 역동적인 생명체로서 미생물이 생존할 수 있는 조건을 부여하는 것도 중요하다. 그러므로 단일작물재배에 따른 미생물상의 단순화를 피하기 위해 윤작을 도입하고 토착미생물 띄움비 사용량도 과다사용을 피하여 토양계 내에서 생물학적으로 원활한 순환이 이루어질 수 있도록 기반조성을 해야 한다. 결국 토양미생물의 활성을 높이고 종류를 다양화시켜 장기적으로 토양 비옥도를 유지하며 토양생태계를 보존할 수 있다고 생각한다.

표. 2-10 생육시기별 토양중 미생물상(3년차)

(단위 : cfu g⁻¹)

처 리	Bacteria(B) (×10 ⁶)			Actinomycetes(A) (×10 ⁶)			Fungi(F) (×10 ³)			B/F ratio		
	30일	70일	120일	30일	70일	120일	30일	70일	120일	30일	70일	120일
자연농업	15.8	24.2	13.8	5.3	9.8	7.5	14.9	34.0	35.5	1,060	712	389
자연농업 (최소방제)	16.7	21.6	13.0	6.1	14.6	9.2	19.1	29.1	39.8	874	742	327
관행농업	10.4	14.6	6.1	9.5	11.8	4.3	11.4	22.3	12.8	912	655	477

나. 민간환경농법 실천농가 토양환경변동조사

유럽과 미국 등 선진국의 유기농법은 두과작물, 녹비작물 및 심근성 작물을 재배하여 토양의 비옥도를 유지하고 있으며 IFOAM 기본규약, EC 유기농업규정, FAO/WHO 유기식품규격 등 유기농법에 관한 국제기준 또한 그러하다. 그러나 한국의 유기·자연농법과 같은 민간환경농법은 토양비옥도 유지 또는 토양기반조성을 거의 유기질비료에 의존하여 왔으며 역할, 기능 및 효과가 명확히 구명되지 않은 자재를 사용하여 양분공급 및 병해충 방제를 목적으로 사용하여 왔다. 그 결과 환경보전이라는 취지에 반해 오히려 토양 및 수질을 악화시키며 농업생태계의 안정성을 파괴하는 경우도 적지 않게 발생되기도 하였다(손 등 2000).

이러한 폐단은 비단 민간환경농법을 실천하는 농가에 국한된 문제는 아니다. 이미 우리 나라 일반농경지의 토양비옥도는 적정범위를 훨씬 상회하는 수준으로 염류의 집적 및 토양 중 양분의 불균형이 심화되고 있다(농업과학기술원 1999). 뿐만 아니라 수량감소 및 농산물 품질 저하 등 생산성에 치명적인 영향을 초래하기도 한다.

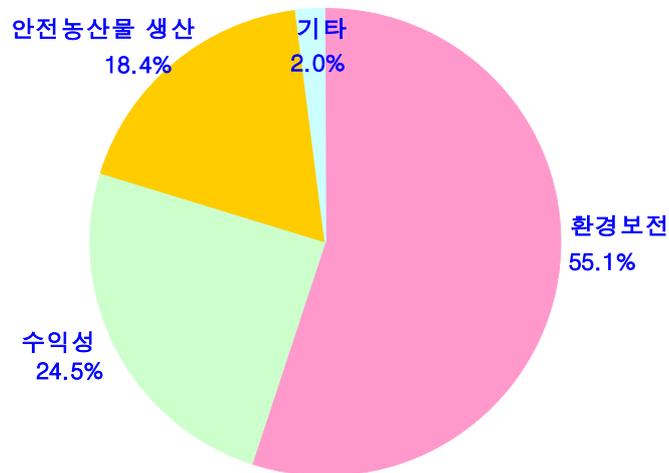


그림. 2-17 민간환경농법 실천 목적

민간환경농법을 실천함에 있어 농업의 경제성 및 환경보존성은 모두 강조되어야 타당하다(홍 1993). 앞서 자연농법기술 및 자재의 사용이 하우스고추의 생산성 및 토양환경에 미치는 영향을 밝혔듯이 보다 체계적이고 과학적인 유기·자연농법기술을 적용할 경우 안정적인 농업생산성을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 환경보전 기능도 제고할 수 있음을 서술하였다. 그래서 유기농산물 생산 인증농가를 대상으로 민간환경농법을 실천하고 있는 목적을 청취 조사한 결과 그림 2-17 에서 보듯이 환경보전이 라고 응답한 비율이 전체 중 55.1%이었으며, 수익성이라고 응답한 비율이 24.5% 이었다. 그 중에서도 환경문제에 대한 관심이 고조되고 있음을 알 수 있었고, 이것은 친환경농업의 기본목적과도 일치하는 것이라 하겠다.

따라서 본고는 현재 유기농산물 품질인증을 획득한 벼, 과수, 시설채소 재배농가를 대상으로 어떠한 자재들을 어떠한 목적으로 사용하고 있는가를 조사하고 민간환경농업을 실천한 결과 토양의 비옥도는 어떻게 변했는가를 분석하여 이미 보고된(농업과학기술원 1999) 우리나라 주요 농경지의 비옥도 및 토양 중 적정 양분함량 비교 검토하였다. 또한 토심별로 양분의 분포를 조사하여 시용된 양분의 이동양상을 파악하였다. 그래서 민간환경농업 실천에 의한 토양비옥도 측면에서의 문제점을 파악하고 민간환경농업 실천을 위한 합리적인 방법을 제시하고자 하였다.

1) 민간환경농법 실천농가 자재 사용실태

정부는 친환경농업육성법에 친환경농산물 생산을 위한 자재 120여 종에 대하여 토양개량과 작물생육 및 병해충 관리를 위하여 사용 가능한 자재로 구분하여 명시하고 있으며 품질인증을 획득한 농가의 대부분은 위 규정을 따르고 있다. 그러나 관행농법에서는 화학비료에 의한 양분공급 및 농약에 의한 병해충방제 효과가 뚜렷하게 재현되는 반면 민간환경농법 실천농가에서 주로 사용되고 있는 천혜녹즙, 한방영양제, 목초액, 키토산 등은 그 효과에 대해서 사용자 또는 제조자의 주장과는 다소 차이가 있는 것으로 조사되기도 하였다(농업과학기술원, 2000). 그러나 민간환경농법 실천농가 수, 재배면적 및 농산물의 생산이 계속 증가할 것으로 전망되기 때문에 이와 같은 자재의 종류 및 사용량 또한 계속 증가하리라 예상된다. 따라서 민간환경농법 자재 사용에 따른 농업생산성과 환경보전기능에 대한 효과를 분석하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 민간환경농법 실천농가의 자재 사용실태를 조사하였다.

조사는 표. 2-3에서와 같이 벼, 과수, 과채류, 엽채류를 재배하는 54개 민간환경농법 실천농가를 대상으로 자재사용의 목적에 따라 구분하여 사용 자재의 종류, 특징 및 사용량 등을 조사하였다. 표. 2-11은 재배유형별로 양분공급을 위한 자재의 사용실태를 조사한 것이다. 주요한 양분공급원은 홍 (1993), 농업기술연구소 (1994), 손 등 (2000)이 보고한 바와 같이 유기질비료이었으며 대부분의 농가에서 자가제조한 퇴비 또는 시판 부산물비료를 사용하였다. 자가 제조한 퇴비는 주원료를 가축분으로 하여 기타 톱밥, 왕겨 등 다양한 종류의 수분조절제를 첨가하고 미생물제를 이용하여 부숙을 촉진시켜 제조한 것으로 조사되었다. 많은 연구자들은 가축분퇴비의 양분함량이 질소에 비해 인산이 매우 높은 것이 특징으로 작물생육 및 수량성 확보를 위해 질소를 기준으로 시용할 경우 인산의 집적 및 양분의 불균형으로 인한 피해가 우려된다고 여러 차례 지적한 바 있다. 그러므로 민간환경농법 실천농가에서 자가제조하고 있는 퇴비도 원료의 특성상 이와 같은 문제점이 내재되어 있기 때문에 양분의 공급을 유기물 시용에 의존하는 사용관행을 피해야할 것으로 여겨진다.

그러나 자가제조한 퇴비의 종류보다 더 큰 문제는 시용량이 과다하다는 점이다. 수도작은 최대 2.5ton/10a, 과수재배지는 최대 4.2~10톤/10a, 시설채소 재배지 최대 4.8~20ton/10a의 자가퇴비 또는 부산물비료를 사용하는 것으로 조사되었다. 물론 유기물 시용에 의한 토양이화학성의 개선, 비옥도 증진, 토양 미생물상 개선 등 여러 가지 장점을 가진 것은 누구도 부인하지 않는다. 그러나 과다시용시 오히려 작물의 생

산성을 저하시키고 토양환경을 파괴하며 나아가 과잉으로 축적된 양분의 유실로 인하여 수질이 악화된다면 환경파괴농업을 실천하는 경우가 되는 것이다. 그래서 농업과학기술원(1999)은 친환경농업을 실천하기 위하여 작물별 시비처방 기준에 따라 유기물을 시용할 경우 작물이 1년 이내에 작물이 흡수 이용할 수 있는 유효성분량을 감안하여 벧짚퇴비 시용량을 기준으로 우분퇴비는 동일량, 돈분퇴비는 40%, 계분퇴비는 35% 해당량을 시용하도록 지도하고 있다. 또한 유기물을 시용하고자하는 목적을 정확히 파악할 필요가 있다. 즉 토양의 물리성을 개량하기 위한 목적인지 양분의 공급을 위한 목적인지 또는 미생물의 활성을 극대화시키고자 하는 것인지 분명히 결정하고 적합한 유기물을 선택해야 한다. 또한 토양의 비옥도를 검정하여 과잉의 양분이 축적되지 않는 선에서 결정하는 것이 합리적인 유기물 시용방법이며 이러한 방법을 통해서 민간환경농법을 실천하는 것이 바람직하리라 여겨진다.

한편 청초액비(천혜녹즙), 동·식물성 아미노산 액비, 해조류 추출물 등 다양한 종류의 액비를 추가적으로 엽면살포하는 것으로 조사되었다. 이것은 양분을 공급하기 위한 목적 뿐만 아니라 작물을 강건하게 키워 환경변화에 대한 적응력을 높이기 위한 것이라 응답하였다. 이와 같은 조사결과는 농업과학기술원(1994), 농업과학기술원(2000), 정(2001) 등은 환경농자재의 사용 현황, 사용방법 및 자재의 특성에 대해서 보고한 결과에서와 같이 원하는 효과를 얻기 위하여 여러 가지 자재를 복합적으로 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 이러한 엽면살포용 자재들은 수백에서 수천배로 희석하여 사용하기 때문에 양분적 가치 또한 극히 적을 것으로 판단되었다.

국제적으로는 공중질소를 활용하기 위한 두과작물 재배, 토양의 구조개선을 위해 심근성작물 재배 등 토양의 건정성을 제고하기 위한 윤작도입을 유기농법의 핵심기술로 명시하고 있다. 따라서 친환경농자재를 시용함에 있어서 양분공급을 유기물시용에 의존하는 것은 친환경농업에 바람직하지 못하다는 것을 인식하고, 시용하고자 하는 유기물의 특성을 파악하고, 시용하고자 하는 목적을 뚜렷이 하며, 토양 및 유기물을 검정하여 시용량을 결정하며, 수확 후 작물의 잔사는 가급적 토양에 환원하며, 윤작을 도입하여 토양의 질을 개선하고, 불필요한 자재 사용을 가급적 피하여 생산비를 절감하는 것이 환경보전적 기능을 높이고 민간환경농업 경영의 합리화를 도모할 수 있는 방법이라 생각한다.

표. 2-11 재배유형별 양분공급자재 사용실태

구분		비료자원의 사용실태
벼		- 볏짚환원 - 자가 제조한 가축분퇴비 · 사용량 : 0.7~2.5ton/10a - 기타 깻묵 또는 쌀겨 등이 혼합된 발효퇴비 사용
		- 대부분 자가제조 퇴비 사용 · 사용량 : 2~10ton/10a · 주원료 : 가축분, 쌀겨, 골분, 어분, 깻묵, 톱밥, 왕겨, 맥반석등 - 일부 시판 부산물비료 및 CPK비료 사용 · 사용량 : 1.8~4.2ton/10a - 기타 : 토착미생물, 숯, 생석회 등 - 엽면살포 : 청초액비, 생선아미노산, 해조류 추출물, 목초액, 막걸리, 설탕, 포도즙
시설채소	과채류	- 대부분 자가제조 퇴비 사용 · 사용량 : 0.8~4.8ton/10a · 주원료 : 돈분, 우분, 오리분, 톱밥, 왕겨, 볏짚, 산야초, 깻묵, 쌀겨, 생선부산물, 등 - 일부 시판 부산물비료 사용 · 사용량 : 2.4~7ton/10a - 기타 어분, 골분, 쌀겨 등 - 엽면살포 : 천해녹즙, 동물성 아미노산, 미생물제, 니코틴추출액, 한방영양제, 미네랄 A, C, D
	엽채류	- 시판 부산물비료(가축분퇴비), 유기질비료 및 자가제조퇴비 사용 · 사용량 : 4~20ton/10a · 연간 재배횟수 및 작물의 종류에 따라서 차이가 큼 · 주원료 : 깻묵, 쌀겨, 볏짚, 수피, 가축분, 패화석, 골분, 어분, 산야초, 숯가루, 버섯배지, 음식찌꺼기, 토착미생물, 생석회, 한약찌꺼기 - 녹비환원 : 호밀, 헤어리베치 - 일부 CPK비료 ³⁾ 사용 - 기타 혈분, 볏짚, 쌀겨, 왕겨, 게껍질, 깻묵 등 - 엽면살포 : 청초액비, 아미노산 액비, 미꾸라지 액비, 한방영양제, 깻묵유박발효액비, 미생물제

3) CPK비료란 화학비료(인산, 가리, 미량요소)의 분해 및 흡수를 촉진하기 위한 미생물효소 혼합비료로서 C는 "천보 1호"로 인산질과 가리질 성분의 신속한 분해 및 흡수를 촉진하기 위한 미생물효소제이고, P는 과린산석회, K는 염화가리를 말한다. 기타 황토흡과 미강(쌀겨)을 혼합하여 제조한 비료이다(한국유기농업협회).

민간환경농법은 농약을 사용하는 일반 관행농법에 비해 병해충과 잡초에 대해서 취약하다는 것은 당연한 사실이다. 민간환경농법 실천농가를 대상으로 영농활동에서 가장 큰 애로사항을 조사한 결과 그림. 2-18에서 알 수 있듯이 병해충 방제 및 제초 문제가 46.7%로 절반을 차지하였다. 이같은 결과는 실제로 사용되고 있는 민간환경농법기술 및 사용자재의 병해충 방제 및 제초효과가 기대치만큼 높지 않다는 것을 입증하는 결과라 할 수 있다.



그림. 2-18 민간환경농법 실천에 따른 애로사항

그래서 민간환경농법 실천 농가는 어떤 방법으로 잡초방제를 하며, 병해충을 방제하는지를 조사하고 사용하고 있는 자재의 사용 실태를 조사한 결과는 표. 2-12와 같다. 수도작의 경우 제초방제를 위해 우렁이 또는 오리와 같은 생물을 이용한 방법이 활용되고 있으며, 오리농법 및 왕우렁이 농법은 농촌진흥청(1999)에서 잡초 및 병해충 방제 효과, 생산성, 방법 등에 대해서 자세히 기술하였다. 그러나 오리농법은 오리구입 및 울타리 설치 비용, 오리고기의 판로 등 문제점을 지적하였고, 왕우렁이 농법은 월동에 따른 벼 피해가능성, 국내환경에 적응한 변이종의 출현가능성 등이 문제점으로 지적된 바 있다. 그러므로 이와 같은 발생가능한 문제점에 대한 충분한 검토가 선행된 후에 실천해야 할 것으로 생각된다.

조사농가의 대부분은 해충 및 조류의 기피제로서 목초액과 병해 방제 및 예방자재로서 현미식초를 가장 폭넓게 사용하였다. 또 이들 자재와 더불어 소주, 한방영양제 아미노산, 천혜녹즙 등 여러 가지 자재를 혼합 사용하여 방제효과를 높이고자 노력하였다. 또한 일부 시설채소 재배농가는 밀폐된 시설조건을 이용하여 사마귀, 거미 등 천적과 페로몬 등을 활용하거나 방충망 또는 유아등을 설치하여 해충의 침입을 방지한 것으로 조사되었다.

김(1999), 한(1999), 최(1999), 박(1999)은 성페로몬, 천적 및 식물의 유도저항성을 활용한 방제, 미생물농약을 이용한 방제 등 다양한 형태의 생물적 방제방법을 보고하였다. 또한 권(1998)은 논, 밭 및 과수원에서 유기농업적 제초기술을 기술하였으나 획기적인 수단은 없으며 합리적인 경종관리, 답전유환, 작부체계, 멀칭, 기계적 방제 등 기본기술을 충실히 수행해야함을 강조하였다. 손 등(1998)은 국제규정상의 병해충 방제방법은 윤작, 저항성 품종, 생태계의 다양화에 의한 내성 증진, 증기소독, 빛, 소리, 기계적 제초 등을 이용한 재배적, 물리적, 생물적 방제 등에 대해 규정하고 있다고 보고하였다. 이러한 연구결과 및 국제규정은 화학합성농약을 사용하지 않는 유기농업을 위한 제초 및 병충해 방제기술의 대안으로 제시되고 있는 기술들이다.

그러나 현재 민간환경농법 실천농가의 대부분은 특수자재를 이용한 병해충방제와 비닐멀칭 및 경운에 의한 잡초방제에 의존하고 있으며, 일부 농가에서만 윤작 등을 도입하고 있는 실정이다. 민간환경농업을 실천하기 위한 병해충 및 잡초의 제어는 반드시 필요하며 이를 위해서는 먼저 병해충 및 잡초의 발생을 예방하는 차원에서 고려되어야 한다. 즉 저항성 품종의 선택, 윤작, 부초 또는 멀칭, 병해충 및 잡초발생 시기의 회피, 건전묘 생산, 생태계 다양성과 건강성 확보 등이 그것이다. 또한 병해충 및 잡초가 발생했을 경우에는 그것의 순환체계를 파괴할 수 있는 방법이 고려되어야 한다. 즉 예취, 화염제초, 천적, 동물, 덫 생체역학적 수단 등 재배적, 물리적, 생물적 방제를 통한 적극적인 방제가 그것이다. 그리고 여기에 보조수단으로서 경제성을 감안하여 기타 특수한 자재를 활용하는 것이 결국 가장 적절한 환경보전형 농업에서의 병해충 및 잡초제어 방법이라고 할 수 있다.

표. 2-12 재배유형별 잡초방제방법 및 병해충 방제용 자재 사용실태

구분	잡초방제방법 및 병해충방제 자재의 사용실태	
벼	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분 목초액 및 현미식초 이용 · 목초액 : 충 및 조류 기피제, · 현미식초 : 병해방제 및 예방 - 생물을 이용한 방법 : 왕우렁이(제초), 오리(해충방제 및 제초) - 한방영양제 : 작물을 강건하게 키워 병해충으로부터 내성강화 - 멀구 기피 : 목초액, 현미식초, 염화칼슘 혼합액 	
과수	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분 목초액 및 현미식초 이용 · 혼합자재 : 석회보르도액, 석회유황합제, 기계유, 소주, 제1인산 칼슘, 아미노산, 염화칼슘, * 일부 배 재배농가에서 흑성병으로 농약살포(저농약 인증) 	
시설채소	과채류	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분 목초액 및 현미식초 이용 · 혼합자재 : 소주, 은행잎 발효액, 마늘 및 다시마 혼합발효액, 한방영양제, 천혜녹즙, 미생물제제, 아인산염, - 해충방제 · 생물농약 : BT제 활용 · 페로몬 및 천적 : 무당벌레, 사마귀
	엽채류	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분 목초액 및 현미식초 이용 · 혼합자재 : 소주, 아미노산, 보리돌뜯씨, 천혜녹즙, 두유, 황토, 전해수, 생선아미노산, 커피가루, 우유, 키토산, 담배가루액, 바이오그로, 미생물제제, - 해충방제 · 생물농약 : BT제 활용 · 천적 : 거미, 사마귀 · 방충망, 유아등 : 해충 침입방지

재배 유형별로 사용된 토양개량자재의 종류는 표. 2-13과 같다. 여기서 토양개량자재는 토양의 물리적 성질을 개선하기 위한 자재로서 앞서 살펴본 양분공급을 목적으로 사용된 자재와는 구별하여 조사하였다. 목탄(숯), 활성탄, 제오라이트 등은 자재가 다공성 자재로서 양이온치환용량이 크고 유용미생물의 활력을 높이고 유해성분 및 잔류농약의 흡착력이 크다고 하여 사용된 자재라고 판단된다. 이미 농업과학기술원(2003)은 500℃ 이상에서 탄화된 목탄은 비표면적이 200 m² g⁻¹ 이상이고 시용량은 300 kg 10a⁻¹으로 제시하였다. 또한 규산질비료는 벼, 과수 및 과채류 재배농가에서 시용하였는데 이것은 작물을 강건하게 재배하여 병해충의 피해를 예방하기 위한 방법으로 사용되고 있는 것으로 판단되었다. 그리고 패화석과 소석회는 토양 산도를 교정할 목적으로 사용하는 것이라 추측된다. 그리고 맥반석, 세라믹 등의 효과는 과학적으로 검증된 바는 없으나 실천농가는 경험적으로 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 이와 같은 자재의 사용은 생산비나 환경영향평가 등을 통해 안전성이 입증된 경우에 국한하여 제한적으로 사용하는 것이 바람직하리라 여겨진다.

표. 2-13 재배유형별 사용된 토양개량 자재의 종류

구분	토양개량자재의 종류	
벼	목탄, 규산질비료, 맥반석, 소석회	
과수	목탄, 규산질비료, 맥반석, 패화석, 활성탄,	
시설 채소	과채류	목탄, 규산질비료, 맥반석, 패화석
	엽채류	목탄, 맥반석, 패화석, 제오라이트, 분변토, 과쇄목, 세라믹

이상에서 살펴본 바와 같이 국내 민간환경농법 실천농가의 대부분은 양분공급, 토양개량, 병해충 및 잡초 제어를 특수자재에 의존하는 경향이 크다. 그 이유는 민간환경농법 기술은 단순히 무화학비료 및 무농약 재배라는 의식이 강하여 제한적이고 편협되게 발달하였기 때문이다. 따라서 선진국 및 국제기준에서 지향하는 진정한 의미의 유기농업을 이해하고 실천하는데 적지 않은 어려움이 있었다. 그러므로 민간환경농법자재의 사용에 있어서 우선 선행되어야 할 사항은 환경친화적인 농업의 목적하는 바를 올바르게 이해하여 경험적이고 비과학적인 사용관행에서 탈피해야 만 진정한 친환경농업 실천방법을 찾게 되리라 본다.

2) 민간환경농법 실천농가 토양환경변동 조사

가) 민간환경농법 실천농가 토양의 화학성분 함량

앞서 민간환경농법을 실천하는 농가의 사용자재에 대해서 종류 및 사용상의 문제점을 파악하고 개선방안에 대해서 제시하였다. 따라서 그와 같은 자재를 사용하고 민간환경농법 기술을 실천한 농가의 토양화학성은 어떻게 변화하였는지를 분석하였다. 표. 2-14는 민간환경농법 실천농가의 논토양에 대한 화학성을 조사한 결과이다.

농업과학기술원(1999)은 일반농경지 논토양 유효규산함량의 적정범위는 130~180 mg kg⁻¹으로 보고한 것과 민간환경농법 실천농가의 유효규산함량을 분석한 결과와 비교했을 때 민간환경농법 실천농가 포장에서 극히 낮은 함량을 나타냈으나 다른 모든 성분이 적정치와 유사한 결과를 보였다. 따라서 수도 생육에 필수성분인 규산질비료의 시용을 늘려야 할 것으로 생각된다. 또한 권역별 토양화학성은 중부지역과 남부지역간 차이는 없었으며 토심별로는 표토에서 유기물과 유효인산 함량이 높았다. 그러나 일부 농가는 유기물함량이 최대 36.2 g kg⁻¹으로 매우 높았으며, 특히 유효인산 함량은 287 mg kg⁻¹으로 적정수준 보다 2배 가량 높은 경우도 있었다. 이것은 유기물을 다량 시용했기 때문에 나타난 결과로 생각된다. 그러므로 일부 농가에서처럼 염류의 집적이 우려되는 바 앞서도 지적했듯이 유기물에 의존한 민간환경농법 기술은 토양환경에 악영향을 초래할 수 있으므로 세심한 주의가 필요하리라 여겨진다.

표. 2-14 권역별 민간환경농법 실천농가 논토양의 화학성

권역	구분	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation(cmol ⁺ kg ⁻¹)			Av.SiO ₂ (mg kg ⁻¹)
					K	Ca	Mg	
중부 (n=5)	표토	6.3	26	117	0.26	4.7	1.2	57
	심토	7.0	17	69	0.22	5.7	1.7	64
남부 (n=5)	표토	6.1	25	108	0.28	3.2	1.3	54
	심토	6.7	19	70	0.20	3.7	1.8	76
평균 (n=10)	표토	6.2	26	112	0.27	4.0	1.3	55
	심토	6.9	18	69	0.21	4.7	1.8	70

민간환경농업 실천 농가 중 과수원 토양의 화학성은 표 2-15에서 보는 바와 같다. pH는 표토 및 심토 모두 중성에 가까운 경향이였다. 그러나 일부 농가에서는 최고 8.1로서 나타나 알카리 토양화 된 경우도 있었다. 또한 치환성 석회함량도 일반농경지 과수원 토양에 비해 평균 1.5배 이상 집적되었으며 최대 2.6배 이상 집적된 일부 토양도 조사되었다. 김(2000)은 우리나라의 토양은 대부분 모재가 화강암이나 화강편마암과 같은 산성암에서 유래되어 산성토양이 많고 기후가 온난하고 여름철에 강우량이 많아 염기의 용탈이 심하여 산성토양이 대부분인 특징을 가지고 있으며, 또한 알카리 토양은 고온 건조한 기후지대에서 염류의 상승으로 인하여 발생하기 때문에 우리나라의 경우 간척지를 제외한 대부분의 토양에서는 발견되지 않는 특징을 가지고 있다고 하였다. 결국 민간환경농법 실천농가 포장의 산도가 높고 석회함량이 높은 원인은 앞서 청취조사된 결과와 같이 pH가 높은 유기물의 시용과 함께 패화석 분말 등 다량의 석회물질을 시용하였기 때문인 것으로 판단되었다. 참고로 농업과학기술원(1999)의 보고에 의하면 일반 농경지 과수원 토양의 토양산도는 표토 5.7, 심토 5.4로 산성 토양인 것과 비교하면 그 차이는 더욱 크다는 것을 알 수 있다.

또한 유기물 함량의 경우 평균 43 mg kg^{-1} 으로 적정수준 $25\sim 30 \text{ mg kg}^{-1}$ 에 비해 매우 높은 수준이었으며 일부농가에서는 최대 96 mg kg^{-1} 으로 적정수준에 3배에 달하였다. 유효인산함량의 경우 적정수준에 비해 평균 3배, 최대 5배 이상으로 조사되었으며, 치환성 양이온의 경우에도 이와 다르지 않았다. 이러한 원인 또한 민간환경농법에서 양분공급원으로 주로 사용하고 있는 유기물 시용이 과다하기 때문인 것으로 여겨진다.

표. 2-15 권역별 민간환경농법 실천농가 과수원 토양의 화학성

권역	구분	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Av.P ₂ O ₅ (mg kg^{-1})	Ex. cation($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)		
						K	Ca	Mg
중부 (n=5)	표토	7.4	0.9	35	559	0.75	8.6	1.6
	심토	7.1	0.5	23	295	0.43	5.5	1.2
남부 (n=4)	표토	6.9	1.0	51	864	1.54	9.1	2.6
	심토	6.7	0.7	24	842	1.24	5.1	1.9
평균 (n=9)	표토	7.2	0.9	43	712	1.15	8.8	2.0
	심토	6.9	0.6	23	569	0.84	5.3	1.5

동일한 방법으로 시설재배지 토양의 화학성을 조사한 표 2-16에서 보는 바와 같이 민간환경농법 실천 과수원 포장에서 보다 시설재배지 토양에서도 양분의 집적현상은 더욱 심한 것으로 조사되었다. 특히 EC의 경우 일부농가는 7.1 dS m^{-1} 로 적정수준에 3배 이상이었으며 전체 평균치도 그 이상으로 조사되었다. 염류의 집적 현상을 가장 쉽게 판단하며 시설재배지 토양의 토양검정 시비량 결정 지표인 EC가 높다는 의미는 포장 내에 존재하는 무기성분이 작물의 양분으로서의 역할보다는 오히려 환경부하를 가중시키고 있다는 것을 뜻한다. 민간환경농법 실천농가 시설재배지 토양의 유기물, 유효인산 및 치환성양이온의 함량이 일반농경지 및 적정범위에 비해서 매우 높았던 것이 이를 잘 설명해주고 있다. 농업과학기술원(1999)에서 조사된 일반농경지 시설재배지 토양 표토에 비해 유기물 함량은 평균 1.2배 최대 3.8배, 유효인산함량은 평균 1.1배, 최대 4.3배, 치환성칼륨 함량은 평균 1.4배, 최대 5.0배, 치환성석회 함량은 평균 1.6배, 최대 2.6배, 치환성마그네슘 함량은 평균 1.4배, 최대 3.5배 이상 높은 것으로 조사되어 일반관행농법에 비해서 뿐만 아니라 민간환경농법 논 또는 과수재배지 토양에 비해 매우 높은 수준으로 양분이 집적되어 있음을 알 수 있었다. 이러한 경향은 현행 민간환경농법 실천기술의 토양관리기술에 허점이 있음을 지적해 주는 결과이며, 현재 실천하고 있는 민간환경농법이 환경농업의 근본 목적에 역행하고 있다는 것을 간접적으로 시사해 주는 것이라 생각한다.

표. 2-16 권역별 민간환경농법 실천농가 시설재배지 토양의 화학성

권역	구분	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Av.P ₂ O ₅ (mg kg^{-1})	Ex. cation($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)		
						K	Ca	Mg
중부 (n=19)	표토	6.8	2.8	47	1,522	2.13	8.5	3.6
	심토	6.6	1.8	28	989	1.36	5.8	2.4
남부 (n=16)	표토	7.3	2.3	39	850	1.36	10.6	3.3
	심토	7.2	1.3	23	419	0.69	7.4	2.5
평균 (n=35)	표토	7.1	2.6	43	1,186	1.75	9.5	3.5
	심토	6.9	1.6	25	704	1.03	6.5	2.5

양분집적 현상이 가장 심한 시설재배지 토양을 대상으로 작물별로 토양화학성을 조사한 결과는 표. 2-17에서 보는 바와 같다. 과채류 및 엽채류 재배농가의 토양 중 양분함량은 평균치에 있어서는 큰 차이가 없었으나 엽채류 재배농가의 유효인산의 집적이 더 심한 것으로 조사되었다.

표. 2-17 민간환경농법 실천농가 시설재배지 토양의 작물유형별 화학성

작물	구분	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation(cmol ⁺ /kg)		
						K	Ca	Mg
과채류 (n=6)	표토	7.2	2.7	45	1,112	1.76	9.8	3.8
	심토	7.0	1.7	28	674	1.04	6.8	2.9
엽채류 (n=29)	표토	7.0	2.5	40	1,260	1.75	9.4	3.4
	심토	6.9	1.6	23	734	1.06	6.5	2.4

나) 민간환경농법 실천농가 토양 화학성분의 수준별 분포비율

일반농경지 논토양에 있어서의 토양화학성분의 적정범위는 pH 6.0~6.5, OM 25~30 g kg⁻¹, Av. P₂O₅ 80~120 mg kg⁻¹, Ex. K, Ca 및 Mg는 0.25~0.30, 5.0~6.0, 및 1.5~2.0 cmol⁺ kg⁻¹,이였으며 Av. SiO₂ 130~180 mg kg⁻¹이다(농업과학기술원, 1999). 이러한 적정범위를 기준으로 민간환경농법 실천농가 논토양의 수준별 분포비율을 조사한 결과는 그림. 2-19 에서와 같다. 적정범위에 분포된 표토의 화학성분은 pH가 50%로 가장 많았고 대부분 적정범위 이하에서 많은 분포율을 보였다. 특히 유효규산함량의 경우 조사농가 모두 적정범위 이하로 나타나 규산질 자재의 사용이 요구되었다. 또한 치환성 칼슘 및 마그네슘의 함량도 적정범위 이하의 분포비율이 70~80%로 높은 경향이었다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 현재의 민간환경농법 실천농가 논토양의 비옥도 수준은 전체적으로 우려할 만한 수준은 아닌 것으로 판단되었으며 오히려 규산, 석회 및 고토 등 일부 성분은 추가사용이 필요하다고 판단되었다.

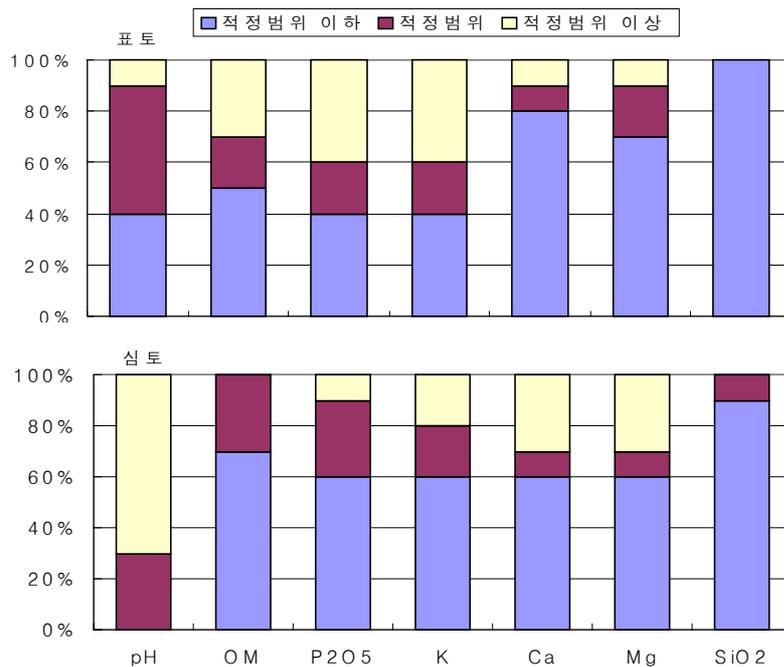


그림. 2-19 민간환경농법 실천농가 논토양의 토심별 화학성분 수준별 분포율

일반농경지 과수원토양에 있어서의 토양화학성분의 적정범위는 pH 6.0~6.5, EC 2.0 dS m⁻¹ 이하, OM 25~30 g kg⁻¹, Av. P₂O₅ 200~300 mg kg⁻¹, Ex. K, Ca 및 Mg 는 0.3~0.6, 5.0~6.0, 및 1.5~2.0 cmol⁺ kg⁻¹이다.(농업과학기술원, 1999). 동일한 방법으로 민간환경농법 실천농가 과수원토양의 화학성분 수준별 분포비율을 조사한 결과는 그림. 2-20에서와 같다. 적정범위에 분포된 표토의 화학성분은 EC가 89%로 가장 많았고 대부분 적정범위 이상에서 많은 분포율을 보였다. 특히 유효인산, 치환성칼륨 및 칼슘 함량은 적정범위 이상의 분포비율이 모두 78%로 나타났으며 유기물함량 또한 56%의 분포비율을 보였다. 또한 심토의 경우에 있어서도 유효인산 및 치환성칼륨 같은 성분의 집적현상이 다소 진행되어 양분의 용탈에 의한 하층토로의 이동이 가속화되고 있음을 짐작할 수 있었다. 그리고 앞서 살펴본 논포장과는 달리 표토 및 심토에 걸쳐 대부분의 양분집적현상이 두드러졌음을 알 수 있었으며 앞서 설명했듯이 과도한 유기물 및 자재사용으로 인한 결과로 판단되었다. 따라서 적절한 토양 및 양분 관리방법을 도입하여 양분의 집적속도를 늦추어야 할 것으로 생각되었다.

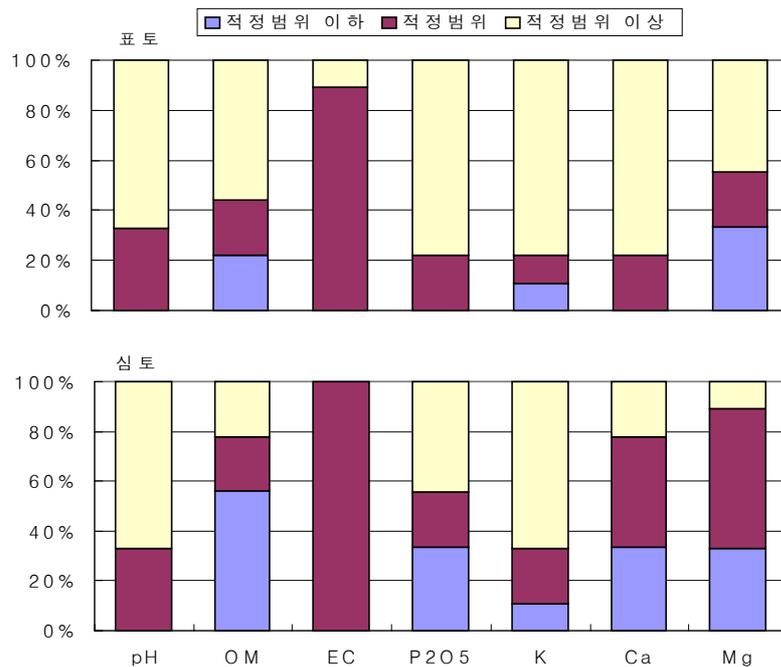


그림. 2-20 민간환경농법 실천농가 과수원토양의 토심별 화학성분 수준별 분포율

일반농경지 시설재배지 토양에 있어서의 토양화학성분의 적정범위는 pH 6.0~7.0, EC 2.0 dS m⁻¹ 이하, OM 25~35 g kg⁻¹, Av. P₂O₅ 350~500 mg kg⁻¹, Ex. K, Ca 및 Mg는 0.7~0.8, 5.0~7.0, 및 1.5~2.5 cmol⁺ kg⁻¹이다.(농업과학기술원. 1999). 동일한 방법으로 민간환경농법 실천농가 시설재배지 토양의 화학성분 수준별 분포비율을 조사한 결과는 그림. 2-21에서와 같다. 대부분의 성분이 적정범위 이상에서 많은 분포하고 있음을 알 수 있는데 그 중 유효인산함량은 94%, 치환성칼륨, 칼슘 및 마그네슘 함량은 80%, 86% 및 77%의 분포비율을 보였다. 토양화학성분의 집적 현상은 논 및 과수원 포장에 비해서 경향은 같지만 정도는 더욱 심하였으며 심토에서의 집적현상 또한 훨씬 증가하였음을 알 수 있었다. 결국 토양 중 양분의 집적으로 토양 및 수계의 환경부하를 가중시키는 잠재적 요인으로 작용하고 있다고 하겠다. 따라서 민간환경농법을 실천하고 있는 시설재배지 토양의 경우 양분의 집적현상이 매우 심화된 상태로 적극적인 토양개량이 필요하다고 판단되었다.

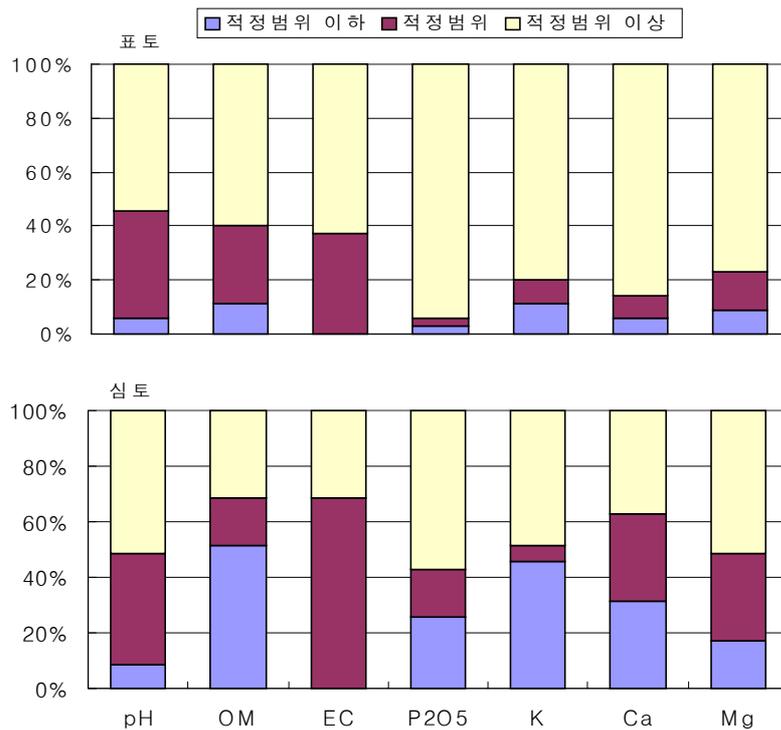


그림. 2-21 민간환경농법 실천농가 시설재배지의 토심별 화학성분 수준별 분포율

민간환경농법 실천농가 중 양분집적 현상이 가장 심한 시설재배지를 대상으로 작물별로 토양의 화학성분 수준별 분포비율을 조사한 결과는 그림. 2-22에서 보는 바와 같다. 앞선 분석결과에서 평균 양분함량은 과채류 및 엽채류 재배농가의 차이는 없었던 것으로 나타났으나 적정범위를 기준으로 그 이상 양분이 집적된 비율은 과채류에서 더 많았다. 이것은 조사농가 중 엽채류 재배농가 대부분이 과채류 재배농가에 비해 양분공급용 자재의 종류 및 사용량이 다소 많았기 때문인 것으로 판단된다.

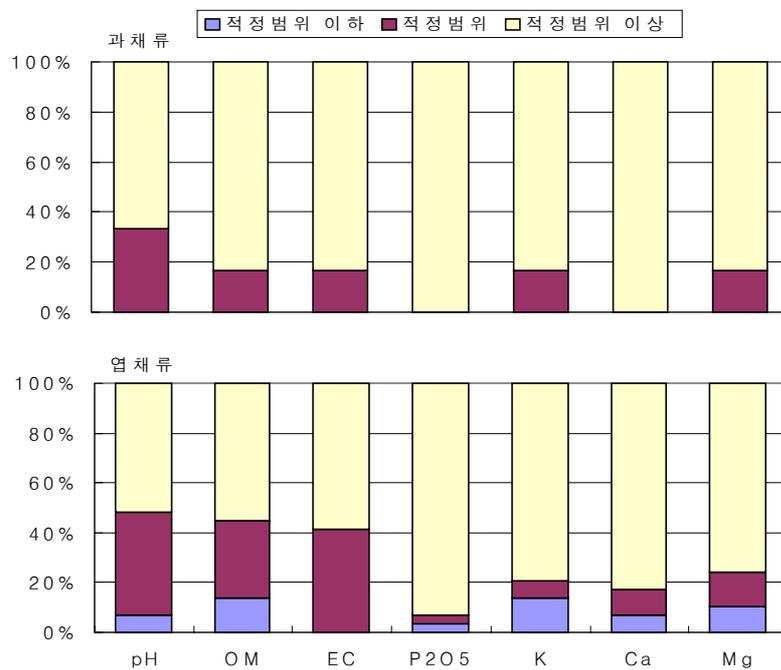


그림. 2-22 민간환경농법 실천농가 시설재배지 표토의 작물유형별 화학성분 수준별 분포율

다) 경작년수에 따른 민간환경농법 실천농가 토양의 화학성분 함량

현행 친환경농산물 인증제도에서는 유기, 전환기유기, 무농약, 일반 농산물 등 4등급으로 구분하고 있으며, 유기농산물로 인증을 받기 위해서는 우리나라를 비롯한 일본, 미국 및 codex 규격에서 정한 바와 같이 3년간 유기합성 비료 및 농약을 사용하지 않아야 한다고 명시되어 있다(이, 2002). 즉 일정기간 전환기 형태의 유기농법이 수행되어야 하므로 조사된 농가의 대부분은 상당기간 민간환경농법을 실천한 농가이다. 앞서 민간환경농법 실천농가 토양의 양분집적현상이 생산환경조건별로는 시설재배지에서 심했다는 것을 밝혔으나 민간환경농법을 실천한 경작년수에 따라서 상당한 토양비옥도의 차이가 있을 것으로 판단되기 때문에 이에 대한 조사를 실시하였다.

표. 2-18은 경작년수에 따른 민간환경농법 실천농가 논토양의 화학성 변동 양상을 나타낸 것이다. 대부분 6~10년 동안 민간환경농법을 실천하였으며 경작년수에 따라서 큰 차이는 없는 것으로 조사되어 11년 이상된 토양에서 대체로 토양 비옥도 관리를 적절하게 실천하여 왔다는 것을 짐작할 수 있었다.

표. 2-18 민간환경농법 실천농가 경작년수별 논토양의 화학성

경작 년수	구분	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation(cmol ⁺ kg ⁻¹)			Av.SiO ₂ (mg kg ⁻¹)
					K	Ca	Mg	
6~10 (n=7)	표토	6.1	26	116	0.24	4.2	1.3	55
	심토	7.0	18	72	0.20	5.1	2.0	75
11≤ (n=3)	표토	6.3	25	103	0.34	3.5	1.2	58
	심토	6.7	17	64	0.24	3.7	1.4	58

경작년수에 따른 민간환경농법 실천농가 과수원 토양의 화학성은 표. 2-19에서 보는바와 같이 뚜렷한 경향을 발견할 수 있었다. 민간환경농법을 실천하는데 있어서 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 것이 양분의 공급을 위해 과도한 유기물을 사용하는 것이다. 이러한 토양비옥도 관리상의 문제점을 가장 잘 반영해 주는 결과로 유기물, 유효인산 및 치환성 양이온 함량이 경작년수가 늘어날수록 급속히 증가했다는 것이

다. 이와 같은 결과는 환경에 대한 부담을 가중시키며, 농업생산성을 저하시킬 가능성이 크기 때문에 다년간 민간환경농법을 실천한 농가는 이에 대한 대책이 필요하리라 생각된다.

표. 2-19 민간환경농법 실천농가 경작년수별 과수원 토양의 화학성

경작 년수	구분	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation(cmol ⁺ kg ⁻¹)		
						K	Ca	Mg
≤5 (n=2)	표토	7.1	1.0	23	280	1.36	5.9	1.6
	심토	6.8	0.7	19	113	0.93	4.7	1.6
6~10 (n=3)	표토	7.7	1.1	28	661	0.78	10.0	2.0
	심토	7.4	0.5	12	292	0.37	5.2	1.4
11≤ (n=4)	표토	6.8	0.7	62	926	1.20	9.3	2.3
	심토	6.7	0.6	34	636	1.03	5.7	1.6

표. 2-20은 경작년수에 따른 민간환경농법 실천농가 시설재배지 토양의 화학성을 나타낸 것이다. 조사된 농가 중 경작년수가 11년 이상인 토양의 성분함량은 시설재배지 양분 적정범위에 비해 높았으나 일반 농경지 시설재배지와는 유사한 경향이였다. 이것은 호밀과 헤어리베치를 녹비로서 활용하여 관행적인 유기물 투입량을 줄였기 때문인 것으로 생각되었다. 그러나 6~10년 동안 경작한 토양의 경우 대부분의 성분함량이 매우 높았으며 5년 이하 동안 경작한 토양 또한 높았음을 알 수 있었다. 이것은 적절한 토양 및 양분관리를 실천한다면 장기간 민간환경농법을 수행한다 하더라도 양분집적의 속도를 늦출 수 있어 환경친화적농법 실천이 가능하다는 것을 간접적으로 암시해 주는 결과라고 생각한다. 또한 이미 양분이 집적된 토양을 개선하는 것보다는 민간환경농법 실천 초기부터 환경친화적농업의 근본 취지에 맞는 토양비옥도 관리를 실천하는 것이 더 용이하며 현명한 방법이라 여겨진다.

표. 2-20 민간환경농법 실천농가 경작년수별 시설재배지 토양의 화학성

경작 년수	구분	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation(cmol ⁺ kg ⁻¹)		
						K	Ca	Mg
≤5 (n=14)	표토	7.2	2.4	32	961	1.30	8.3	3.1
	심토	7.0	1.5	15	443	0.75	5.7	2.3
6~10 (n=19)	표토	7.0	2.8	51	1,441	2.19	10.4	3.8
	심토	6.9	1.7	32	957	1.31	7.2	2.6
11≤ (n=2)	표토	6.6	1.0	41	830	1.15	8.8	2.7
	심토	6.4	0.6	33	557	0.77	5.9	1.9

이상에서 민간환경농법을 실천하고 있는 농가를 대상으로 권역별, 재배유형별, 작물별, 토심별, 경작년수별 양분함량을 조사하였으며, 일반농경지 적정 양분수준과 비교하여 토양 중 양분의 집적정도를 파악하였다. 그 결과 과수 및 시설재배지에서의 양분이 과다하게 집적되어 있었으며, 표층토에 집적된 양분이 하층토로도 이동하여 수질오염의 우려도 있었으며 경작년수에 따라 양분집적 경향이 두드러졌다. 현재 실천하고 있는 민간환경농법의 문제점을 잘 설명해주는 것으로 토양환경을 개선해야 할 당위성을 본 연구결과에서 찾아낼 수 있다고 생각한다.

현재 우리 나라는 친환경농업육성법 제17조 제3항의 규정(농림부, 2001)에 의한 친환경농산물 인증기준은 재배포장은 염류 및 중금속함량 등 그 물리적 화학적 특성을 나타내는 수치가 직전 토양검정시보다 악화되지 아니하도록 노력하여야 하며, 장기간의 적절한 윤작계획에 의한 두과작물·녹비작물 또는 심근성작물을 재배하여야 한다고 명시되어 있다. 이것이 친환경농업을 실천하는 가장 중요한 방법임에도 불구하고 그렇게 하지 못하고 있는 것이 사실이다. 다음으로 매 작기 토양검정을 통하여 양분의 집적정도를 모니터링하고 유기물 시용량을 결정해야 한다. 우리 나라는 폐쇄 순환 체계 내에서 양분 및 생태계가 순환되는 복합유축농 형태의 민간환경농법이 정착되지 못한 실정이기 때문에 외부에서 유입되는 유기물 공급량을 조절할 수 있는 가장 시급히 요구되는 친환경농업 실천방법이라 아니할 수 없다.

제 3 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구개발 목표

- 가. 자연농법 사용자재의 특성 평가
- 나. 자연농법기술이 하우스고추의 생육 및 생산성에 미치는 영향
- 다. 자연농법기술 및 사용자재의 병해충 발생 억제 및 방제 효과
- 라. 자연농법기술이 하우스고추의 품질에 미치는 영향
- 마. 자연농법기술이 토양환경 변동에 미치는 영향
- 바. 민간환경농법 실천농가의 토양환경 변동양상 조사(현지조사)

2. 연구개발 목표 달성도

위 연구개발목표를 달성하기 위하여 포장선정, 자재처리량 및 방법, 재배관리 등을 한국자연농업협회의 추천에 따라 포장시험을 현지 자연농법 실천농가 시설하우스에서 포장시험을 3년간 수행하였다. 자연농법 사용자재의 특성은 화학성을 분석하고 사용현황을 파악하여 양분적 가치를 평가하였으며 자연농법기술이 하우스고추의 생육 및 생산성에 미치는 영향구명하기 위하여 고추의 생육상황 및 양분흡수량을 연차별로 조사하였다. 또한 시설하우스내에서 병해충 발생상황을 수시로 조사하여 자연농법기술 및 사용자재가 병해충 발생에 대하여 억제 및 방제효과를 분석하였으며, 매 수확시기마다 고추의 당도 및 vit. C 함량을 분석하여 품질에 미치는 영향을 분석하였다. 자연농법기술이 토양환경변동에 미치는 영향을 구명하기 위하여 토양이화학성 및 미생물상을 분석하였다. 토양화학성은 토양 중 양분함량을 분석하고 토심별로 양분의 분포경향을 분석하였으며, 토양물리성은 가비중, 삼상분포 및 입단율 등을 분석하였고 근권미생물상을 분석하였다. 또한 민간환경농법 실천농가의 토양환경 변동양상을 분석하였는데 이를 위하여 친환경농산물 품질인증농가를 대상으로 현지조사를 실시하였다. 민간환경농법 실천농가의 사용자재현황을 청취조사하였으며 작물재배포장의 토양을 채취하여 토양 중 양분함량을 분석하였고 일반농경지 토양과 비교 분석하였다.

3. 연구결과요약

자연농법기술 및 자재에 대한 효과를 과학적으로 검증하기 위하여 자연농법 실천 농가포장에서 하우스고추를 대상으로 관행농법 및 자연농법(최소방제)과 비교시험을 수행하였고, 품질인증을 획득한 민간환경농법 실천농가를 대상으로 자재 사용현황 및 토양비옥도 수준을 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 시험에 사용된 자연농법 자재는 사용목적에 따라 크게 두가지로 양분공급 및 토양개량자재와 병해충 방제용 자재로 사용되었다. 양분공급 및 토양개량자재는 토착미생물 띄움비를 주로 사용하였고 그 밖에 천혜녹즙 등 8종을 사용하였으며, 병해충 방제용자재로서 현미식초 등 4종류를 사용하였다. 사용량은 토착미생물 띄움비는 2,200 kg/10a(현물)를 매년 사용하였고 엽면시비용 자재는 20~1,000배로 희석하여 사용하였다. 토착미생물 띄움비는 돈분톱밥퇴비를 주원료로 하여 목탄 등 11~12자재를 혼합자가 제조하여 사용하였다. 자재의 화학적 특성은 pH가 대부분 1.1~4.2로 강한산성을 나타내었으며 그밖에 양분함량은 극히 미미하여 양분적 가치는 적었다.

나. 자연농법기술이 하우스고추의 생산성에 미치는 영향을 조사한 결과 고추의 1과중 및 건물율은 농법간 뚜렷한 차이가 없었으나 2년차에서 모두 높은 경향이였다. 건고추의 연차간 상품수량은 2년차 > 1년차 > 3년차의 순이었으며 관행농법구(481~492 kg/10a) 대비 자연농법(최소방제)구에서 5% 증수하였으나 자연농법구는 2~5% 감소하였다.

다. 자연농법기술이 하우스고추의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 초장 및 경경의 생육량은 관행농법에 비해 자연농법구의 연차간 일평균 생육량의 편차가 커 환경재해로 인한 위험에 더 취약하였다. 또한 관행농법구는 생육단계가 진행이 되어 최대생육기에 이를수록 성장량이 커졌으나 자연농법구는 생육중기부터 현저히 낮아졌다. 양분흡수량은 가리>질소>인산의 순으로 높았으며 질소흡수량은 자연농법(최소방제)구 및 관행농법구에서 높았다.

라. 자연농법기술 및 사용자재의 병해충 발생 억제 및 방제효과를 분석한 결과 병해충에 의한 피해는 미미하였으며, 진딧물발생으로 병해충 방제용 자재를 사용하였으나 방제효과가 거의 없었다.

마. 자연농법기술이 하우스고추의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과 당도는 연차간 뚜렷한 경향이 없었으나 관행농법구에 비해 자연농법구 및 자연농법(최소방제)에서 높았고 수확횟수가 늘어날수록 증가하였다. vit. C 함량은 자연농법구에 가장 높았고 2년차에서 가장 높았다.

바. 자연농법을 실천함으로써 토양환경변동에 미치는 영향을 조사한 결과 자연농법구의 토양용적밀도가 가장 낮고 입단율이 높아 토양의 물리성을 개선효과가 인정되었으며, 시험후 토양화학성은 시험전에 비해 모든 처리에서 높아졌으며, 자연농법구의 경우 관행농법구에 비해 유기물, 유효인산, 치환성가리함량이 증가하였다. 토심별 화학성 분포는 심토에서 EC 및 치환성양이온의 함량이 다소 증가하였다.

사. 생육중기에 모든 미생물수가 다소 증가하였고 세균 및 방선균은 생육후기에 낮아졌으며 관행농법구의 모든 미생물 밀도는 자연농법 및 자연농법(최소방제)구에 비해 낮았다.

아. 양분공급을 목적으로 사용된 자재는 대부분 유기질비료이었으며, 최대사용량은 수도작은 2.5ton/10a, 과수재배지는 4.2~10ton/10a, 시설재배지는 4.8~20ton/10a이었으며, 병해충방제를 목적으로 수도작에서 오리 등 생물을 이용하거나 목초액과 현미식초를 위주로 폭넓게 사용되었으며 천혜녹즙, 한방영양제 등을 혼합하여 사용하였다. 토양개량자재는 목탄과 맥반석이 주로 사용되었으며, 규산질비료, 패화석 등이 추가적으로 사용되었다.

자. 민간환경농법 실천농가의 토양 화학성분 함량은 논토양에서 표토의 유기물 및 유효인산 함량이 평균 26g/kg, 112mg/kg 이었고, 과수원 토양은 43g/kg, 712mg/kg이었고, 시설재배지 토양은 43g/kg, 1,186mg/kg으로 걱정수준보다 매우 높았다.

아. 민간환경농법 실천농가 논토양 양분함량의 수준별 분포비율은 걱정범위 이상의 분포율이 다소 적었으나, 과수원 토양은 유효인산, 치환성칼륨, 치환성칼슘이 78%이었으며 유기물함량이 56% 이었고, 시설재배지 토양은 유효인산함량 94%, 치환성칼륨, 칼슘 및 마그네슘함량은 각각 80%, 86% 및 77%, 유기물함량은 60%이었다.

자. 경작년수별 민간환경농법 실천농가 논토양의 화학성분 함량은 11년 이상 된 토양에서는 적정수준과 유사하였으며, 과수원 토양은 경작년수가 늘어날수록 유기물 및 유효인산함량이 증가하였으며, 시설재배지 표토 토양에서는 6~10년 경작지에서 EC, 유기물, 유효인산, 치환성칼륨 및 칼슘함량이 1.7 dS/m, 32 g/kg, 957 mg/kg, 1.31 cmol⁺/kg 및 7.2 cmol⁺/kg로 가장 높았다.

4. 관련분야에의 기여도

민간환경농법단체에서 관행적으로 행해지던 기술이 본 연구결과를 통하여 과학적으로 검증하고 타당성을 확인함으로써 친환경농업의 근본 취기인 환경보전 기능을 강화하여 단체의 위상이 높아질 수 있다. 정부는 친환경농업에 대한 시책에 적극 반영하여 환경친화적 농업 농촌 건설에 기여할 수 있다. 품질인증제, 친환경농산물 직불제 등의 기초자료로 활용할 수 있고 한국형 민간환경농업 발전을 위한 정부의 정책 방향을 설정하는데 일조할 것이며 친환경농업의 확대 보급에 필요한 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 상수원 보호구역 등 특정 환경보전지역 농가 및 민간환경농법 실천농가의 영농기술 지침서로서 활용하여 환경을 보전함과 동시에 친환경농산물의 안정적 생산이 가능할 것이다. 소비자는 안전농산물이란 인식과 더불어 환경을 보전하면서 생산된 농산물이란 인식이 재정립될 수 있는 계기가 마련되어, 환경보전 측면에서 비농업인들의 농업에 대한 부정적인 견해를 줄일 수 있어 농업이 담당하는 환경보전 기능을 홍보할 수 있다.

제 4 절 연구개발결과의 활용계획

1. 토착 민간환경농법 실천농가의 지침서로서 활용
 - 토착 민간환경농법 실천농가의 합리적인 환경농업 실천기술체계 제공
 - 상수원 보호 및 특정 환경보전지역의 영농기술로 보급
2. 자치단체의 지역농업 개발정책 자료 및 지역내 환경농업 보급 자료로 활용
 - 지역특성을 고려한 환경농업 개발 및 보급
3. 정부의 친환경농업 육성지원정책 수립에 기초자료 활용
 - 친환경농업 관련 정책의 수립 및 보완시 논리적 근거 마련
 - 친환경농업 직불제 및 중소농 고품질농산물 지원사업의 추진 및 확대 근거 자료 제공
4. 현재 추진 중인 유기농법 관련 연구과제의 보완자료로서 활용
 - 국내 유기농축산물 생산 기반기술 개발 연구과제의 기초자료 제공
5. 친환경농업 실천 농업인 및 관련 공무원 교육자료 활용
6. 인터넷을 활용한 온라인 서비스 제공
 - 국민의 환경농업에 대한 올바른 인식 전환의 계기 마련 및 정보제공
7. 친환경농업 관련 학술활동 추진 및 연구인력 양성
 - 연구결과의 국내외 전문학술지 논문게재 및 연구인력 및 인재양성에 기여

제 5 절 참고문헌

권용웅, 1998, 유기농업을 위한 잡초방제기술의 현재와 미래, 한국유기농업학회지 6(2)
p 127-142

김복진 1999 친환경농업과 흙살리기. 제4회 농업인의 날 - 흙을 살리자 심포지엄. 농
협중앙회

김이열, 2000, 실용토양학, 삼부문화

김종구, 이상복, 김성조 2001 유기물원이 다른 퇴비연용이 밭토양의 물리성 및 미생물
상 변화에 미치는 영향 한국토양비료학회지 34(5) 365-372

김홍선, 1999, 성페로몬을 이용한 해충방제기술, 환경친화적인 병해충 방제 한국유기
농업학회 99상반기 심포지엄, 한국유기농업학회 p 7-20

농림부, 2001, 친환경농업육성법령집, 농림부

농업과학기술원 1997. 토양의 적정미생물상 연구. 시험연구사업보고서. p 597-608

농업과학기술원 1996. 자연농업 실시농가 토착미생물의 이용실태 조사 및 효과구명.
시험연구사업보고서. p 439-448

농업과학기술원 1999. 농업환경변동대책연구. 농촌진흥청 대형공동연구사업 보고서
p3-32

농업과학기술원, 2003, 국내외 유기농업기술 동향분석 인쇄중

농업기술연구소 1994 유기농업에 관한 연구. 농촌진흥청 대형공동연구사업 보고서

농촌진흥청, 1999, 유기·자연농업 기술지도 자료집 p 21-40

박경석, 1999, 근권 미생물에 의한 식물 유도저항성, 환경친화적인 병해충 방제 한국 유기농업학회 99상반기 심포지엄, 한국유기농업학회 p 63-74

박관수, 이수욱 1990, 삼림토양내의 유기물함량이 토양입단화에 미치는 영향 한국임학회지 79(4) : 367-375

손상목 2000 한국토착유기농업의 토양비옥도 증진책의 문제점과 대안 한국유기농업학회지 한국유기농업학회지 8(2) : 53-77

손상목, Alley, M. A. 1996 적정질소시비를 위한 미국의 토양질산업 진단법과 이용현황. 국제농업개발학회지 8(1) : 24-33

손상목, 채제천, 김영호, 2002, 국제유기농업 기본규약상의 잡초방제 규정, 한국유기농업학회지 6(2), p 81-107

손상목, 한도희 2000 한국토착유기농업의 토양비옥도 증진책에 대한 환경보전적 기능평가. 한국토양비료학회지 33(3) : 193-204

원선이, 박창규, 조광래, 최영진 2001 토착미생물퇴비 등 자연농업기술을 이용한 장미재배 효과구명. 경기도원 시험연구사업보고서 387-397

원항연, 권장식, 서장선, 최우영 1999. 돈분퇴비의 시용이 배추재배지 토양의 미생물상 및 화학성에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 32(1) : 76-83

이광하, 김준규, 서수철, 2002, 친환경농업을 위한 유기농업발전방안 농업과학기술원 2002 학술심포지엄, 농촌진흥청 p 57-76

이상민, 유인수, 이춘수, 박양호, 엄명호 1999 논토양에서 돈분퇴비 시용량 결정에 관한 연구. 한국토양비료학회지 32(2) : 182-191

정무남 2001 유기농업을 위한 현대적 기술의 적용 제1회 세계 친환경/유기농업 포럼 양평-21 한국유기농업학회, 양평군 p 135-168

최용철, 1999, 미생물을 이용한 병해충 방제, 환경친화적인 병해충 방제 한국유기농업 학회 99상반기 심포지엄, 한국유기농업학회 p 37-62

한만위, 1999, 우리나라의 시설해충 생물적 방제 연구현황과 전망, 환경친화적인 병해충 방제 한국유기농업학회 99상반기 심포지엄, 한국유기농업학회 p 21-36

허봉구, 정원교, 정병간 1992 고추재배지 토양에서 입경구분 및 유기물함량이 용적밀도에 미치는 영향 농사시험연구논문집(토양비료편) 34(2) : 7-11

홍중운 1993 유기자원의 활용현황과 전망, 유기농업을 중심으로. 환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지엄. 한국토양비료학회 p 31-67

소원준대사 1992 토양관리의 실제(유기물이용) 농업기술대계 153-164

Billie. J. L. and Terry J. L. 1988. Field response of soil physical properties to sewage sludge J. Environ. Qual. 27:534-542

CODEX, 1999 「Guidelines for the production processing, labelling and marketing of organically produced foods」, Codex alimentarius commission. p 1-33

Peele T. C. and O. W. Beale 1943 Microbial activity and soil aggregate formation during the decomposition of organic matter. Soil Sci. Soc. Proc. vol 8 : 254-257

Pil-Joo Kim, Sang-Min Lee, Hong-Bae Yoon, Yang-Ho Park, Ju-Young Lee, Suk-Chul Kim, 2000, Characteristics of phosphorus accumulation in organic farming fields, Journal of Korean society of soil science and fertilizer, 33(4) p234-241

Schjonning P., Christensen B. and Carstensen B. 1994 Physical and chemical properties of a sandy loam receiving animal manure mineral fertilizer or no fertilizer for 90 years. European journal of soil science. 45(3) : 257-268

Skidmore. Sayton. Armbrust and Hooker 1986 Soil physical properties as influenced by cropping and residue management. Soil Sci. Soc. Am. J., 50:415-419

Wilson H. A. and W. C. Fisher 1945 Aggregate increase and stability in two Louisiana soils. Soil Sci. Soc. Proc. vol 10 : 30-33

제 3 장 하우스 고추에 대한 유기농기술 효과 구명

제 1 절 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목표 및 연구내용

가. 목표

환경친화적 토착유기농업기술을 과학적으로 입증하여 체계화함으로써 안전 농산물 생산과 농가소득 향상 및 환경보전에 기여코자 함.

- 토착적, 환경친화적 유기·자연농업기술의 체계화
- 생산성과 환경문제를 함께 생각하는 농업-정밀농업의 실천
- 영농자재의 자급률 향상과 고품질 안전 농산물의 생산

나. 연구내용

하우스 고추에 대한 유기농법 효과 구명

- 유기농자재 처리가 하우스 고추의 생육에 미치는 영향
- 유기농자재 처리가 하우스 고추의 수량에 미치는 영향
- 유기농자재 처리가 하우스 고추의 토양환경에 미치는 영향

2. 연구개발 목표의 달성도

유기농기술에 대한 효과검증을 위해 유기농업협회가 추천하는 유기농법 실시포장에서, 추천하는 영농자재로, 추천하는 시용방법과 기준에 따라, 현지 실증시험을 수행하였다. 대상작목은 고추로 삼았는데, 이는 유기농업협회와 자연농업협회에서 원하는 작목으로 연구계획을 작성할 때 결정되었다. 포장시험의 유기농자재 처리내용과 포장관리는 유기농업협회와 협회가 추천한 이태원 농가(천안시 병천면)에서 담당하였다.

유기농업 재배법에 따라서, 그리고 추천 농자재의 사용방법과 기준에 따라 처리한 다음의 토양 및 식물체의 시료는 단국대학교 유기농업연구소 연구팀에 의해 채취되어 분석되었다.

제 2 절 연구개발 수행내용 및 결과

1. 연구수행 방법

시험대상 작목은 고추로 녹광 품종을 대상으로 충남 천안시 동면 화계리 이태원씨 농가의 시설하우스를 임대하여 시험을 실시하였다. 재식거리는 농가관행에 따라 75cm × 40cm (3,333주 10a⁻¹)에 외줄재배(비닐멀칭)로 단구제로 실시하였다. 일반 재배관리는 유기농업협회(정완호 부장)의 지도에 따라 이태원씨가 담당하였고, 시료채취와 분석, 생육조사 및 수량사정은 단국대학교에서 담당하였다.

관행농법구는 삼요소 추천시비량 100%(NPK=20.0-18.0-20kg 10a⁻¹)을 기본으로 하되, 토양진단 분석 결과 유기물 함량에 따라 시비량을 감량하여, 기비로 4월초에 질소 3.6kg 10a⁻¹를 사용하였으며, 추비로는 3kg 10a⁻¹를 사용하였다. 추비는 3차에 걸쳐(예, 2002년의 경우 5월 15일, 6월 12일, 7월 18일) 각각 1:1:1의 비율로 분시하였다. 퇴비는 돈분퇴비 600kg 10a⁻¹, 계분퇴비 525kg 10a⁻¹를 기비로 사용하였다.

저농약구와 유기농법구는 4월 초순에 처리구당(58m²) 고급유기질비료 114kg, 균강 28.5kg, 맥반석 10kg를 사용하였다. 고급유기질비료는 퇴비 200kg, 미강 150kg, 골분 60kg, 어분 60kg, 슈퍼바이오 1봉을 넣고 섞은 후 발효시켜 제조하여 사용하였다. 고급유기질비료는 3월중순에 1주일 간격으로 각각 1차, 2차, 3차 뒤집기를 실시하였다. 저농약구는 토양검정 결과 부족성분을 시용코자 하였으나, 유기물 함량이 높아 추가적인 화학비료 사용이 필요 없다고 판단되어 사용치 않았다.

육묘한 고추는 4월초 기비사용후에 정식하였으며 이후 월 1회 생육조사와 수량조사를 실시하였다. 처리구별로 고추생육(초장, 마디수, 엽장, 엽폭, 경경), 식물체 분석(비타민 C, 엽록소 함량, 질산염 함량, 당도), 토양분석(pH, EC, NO₃-N, T-N, P₂O₅, OM, K, Ca, Mg, Na), 수량(고추를 특, 상, 폐기 3등급으로 분류하여 조사), 병충해(고추역병, 진딧물 발생, 담배나방 이병과울, 흰가루병 이병면적율) 등을 조사 분석하였다.

관행농법구와 저농약구에서는 역병발생으로 인해 푸르젠 희석액 20ℓ, 프리엔 희석액 20ℓ를 6월하순 살포하였으며, 역병 억제용으로 7월 초에 토론비 1000배 희석액, 진딧

물 발생으로 7월 중순에 코리도 2000배액을 각각 살포하였다.

매년 본 시험중 유기농법처리구에서 사용된 유기농자재 사용 횟수는 다음 표1에서 보는 바와 같이 총7회였으며(표1 참조), 사용자재는 찌모겐, 뉴훤나라, 생선아미노산, 바이오그로, 생석회, 바이오효소, 현미식초, 그린올 G 등 8가지였다.

표. 3-1 고추재배 유기농업구에서 사용된 유기농자재와 시용방법 (2002년)

시 용 일	시 용 유 기 농 자 재	시 용 방 법
5월 1일	찌모겐 수용액 1ℓ	관 주
5월 13일	뉴훤나라 200배액 + 생선아미노산 500배액 + 바이오그로 1000액	관 주
5월 31일	생석회 1kg를 물 3t에 희석	관 주
6월 7일	바이오효소 400배액 + 생선아미노산 500배액 + 현미 식초 400배액	엽면살포
6월 16일	바이오그로 500배액 + 그린올G 800배액	엽면살포
	바이오그로 1ℓ와 그린올G 1ℓ를 물 3t에 희석	관 주
7월 7일	그린올G 2ℓ + 바이오그로 1.5ℓ	관 주
7월 26일	그린올G 2ℓ + 바이오그로 1.5ℓ	관 주

2. 연구수행 내용 및 결과

시험전 토양의 이화학적 특성 분석결과는 다음 표. 3-2에서 보는 바와 같다. EC는 표토 0~10cm에서 2.31로 높았으며, 질산태질소도 293mg kg⁻¹로 대단히 높은 수치를 나타냈다. 한편 칼리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨과 같은 양이온들도 표토 0~10cm에서 10~30cm, 30~60cm, 60~90cm에 비해 상대적으로 크게 높아 염류집적이 상당히 많았음을 알 수 있었다. 심토인 30cm 이하의 토양, 즉 30~60cm, 60~90cm 토양은 표토와는 달리 EC가 1.04~0.84수준으로 염류집적정도가 그리 크게 문제되지 않았다.

그러나 3년 유기농업을 계속 실천한 후의 토양의 이화학적 특성을 살펴보면(표. 3-4 참조), 질산염의 과도한 집적현상이 뚜렷이 나타남을 알 수 있었다. 관행농법 토양의 경우 0-10cm 표토의 경우 293mg kg⁻¹에서 248mg kg⁻¹으로 줄어들었으나, 유기농업 토양의 경우 3년 후에 오히려 468mg kg⁻¹으로 크게 늘어났다. 또한 심토의 경우에도 이같은 경향은 비슷하여 관행농업 토양의 경우 10-30cm와 30-60cm의 102mg kg⁻¹, 55mg kg⁻¹에서 189mg kg⁻¹, 86mg kg⁻¹을 나타냈다. 유기농업을 실천하는 포장의 토양이 질산염이 이같이 심토에서도 증가하는 것은 지하수의 질산염 오염의 가능성을 보여주는 것으로 크게 우려되는 점이며 이에 대한 개선대책이 필요하다고 사료된다.

인산염의 경우에도 이같은 경향은 비슷하게 나타났다. 즉 시험전 토양의 경우 표. 3-2에서 알 수 있는 바와 같이 0-10cm 표토에서 280mg kg⁻¹, 10-30cm 및 30-60cm 심토에서 각각 69mg kg⁻¹, 48mg kg⁻¹을 나타냈으나, 유기농업 3년 실천 후에는 표. 3-4에서와 같이 0-10cm 표토는 773mg kg⁻¹, 10-30cm 및 30-60cm 심토에서는 각각 504mg kg⁻¹, 134mg kg⁻¹을 나타냈다. 그러나 질산염의 경우 작기가 경과할수록 많은 량의 질산염이 작물에 흡수되거나 관개수에 의해 지하로 용탈되는 기작에 의해 증가폭이 그리 크지 않은 경향을 보였으나, 인산염의 경우 공극 이동과 내부유실 등에 의해 다량의 인산염이 하향하고 있음을 나타냈다. 그리고 이러한 인산의 증가는 인산염 특유의 토양고정 기작에 따라 유기질비료의 과다사용의 폐해를 그대로 반영하는 결과를 나타냈다.

질산염과 인산염의 토양내 집적과 하층이동현상은 심각한 상태이며 수질오염의 원인으로 작용할 수 있음을 보여 주었다. 표. 3-3의 3년차 시험전 토양의 경우를 표. 3-4의 3년차 시험후 토양의 이화학적 특성을 비교해보면 더욱 뚜렷이 알 수 있다. 질산염의 경우 유기농업 실천토양의 경우 0-10cm 표토에서 530mg kg⁻¹ 이었다가 시험후에는 468mg kg⁻¹으로 낮아진 반면, 10-30cm 심토층의 질산염 함량은 오히려 145mg kg⁻¹에서 189mg kg⁻¹으로 높아졌다는 것은 표토층의 질산염은 식물체의 흡수에 의해 줄어든 것으로 설명할 수 있으나 심토층의 질산염이 급격히 작물재배후에 증가한 것은 질산염이 지속적으로 하향이동 있음을 보여 주는 것이다. 이같은 심토층으로의 질산염 이동은 다시 지하수오염으로 연결 될 수 있음을 배제할 수 없다는데 문제의 심각성이 있다고 사료된다.

따라서 유기농업을 환경친화적이라고 강조해온 현재의 주장은 토양내 질산염과 인산염 집적과 이로 인한 지하수오염이라는 측면에서 재고되어야 한다고 보여진다.

따라서 한국토착유기농업의 토양비옥도 유기증진책에 대한 근본적인 대안 마련이 필요하

며, 현재와 같은 유기질비료 위주의 토양비옥도 유지 증진책으로는 이같은 문제를 회피해 나갈 수 없다는 것이 밝혀졌다. 따라서 한국토착유기농업의 토양비옥도 유지증진책에 대한 새로운 접근방법 구명에 대한 연구가 절실히 요청된다고 판단되었다. 현재와 같은 토착유기농업으로는 관행농업보다도 토양환경에 더 부하를 줄뿐만 아니라, 수질오염에도 문제를 야기할 수 있다는 것이 명백하기 때문이다.

유기농법을 실천하는 토양의 환경영향 평가에 대한 연구는 아직 그리 활발하게 이루어져 있지 않았다. 따라서 이에 대한 검토를 위해 토양의 깊이별로 상이한 농법으로 3년간 영농을 실천할 때 어떤 일이 토양에서 일어나고 있는지를 보여주는 것이 그림. 3-4 이다.

토양의 염류집적 정도를 나타내는 EC값은 실험전과 3년 고추재배후 토양에서 유기농업 실천포장은 표토에서 약간 증가하였으나, 심토층으로 내려갈수록 줄어드는 경향을 나타냈다(그림. 3-1 참조). 이같은 추세는 유기농업 최소방제구에서도 같은 경향이었으며, 관행농업 실천포장에서는 표토층, 심토층 모두에서 3년 고추재배후 EC값이 낮아지는 경향을 나타냈다.

이에 비해 질산염함량은 유기농업 실천토양에서는 표토층에서는 물론 심토층에서도 실험전에 비해 3년 고추재배후 토양에서 모두 높아졌으며, 유기농업 최소방제구에서도 같은 경향을 나타냈다(그림. 3-2 참조). 이에 비해 관행농업 실천 토양에서는 표토층은 물론 심토층에서도 질산염 함량이 실험전에 비해 3년 고추재배후 토양에서 각각 줄어들어 대조적인 현상을 나타냈다.

토양의 유효인산 함량은 그림. 3-3에서 알 수 있는바와 같이 유기농업 실천토양은 물론 관행농업 실천토양 모두에서 실험전에 비해 3년 고추재배후에 증가하였다. 그러나 증가의 폭은 농법간에 따라 크게 달라, 관행농업 실천토양은 표토층은 크게 증가하지 않은 반면 유기농업 실천토양과 유기농업 최소방제구의 경우 표토층에서는 약 2배이상 증가하는 경향을 나타냈으며, 10-30cm 심토층에서도 크게 증가하였다. 따라서 유기농업으로 인한 유효인산의 집적이 한국토착유기농업이 당면한 가장 큰 문제중의 하나로 파악되었다. 이는 축분을 모재료로 유기질비료에 의존하는 현행의 유기농법의 토양비옥도 유지증진책이 환경친화적인 토양관리방법이 아니라는 것을 보여주는 것이다.

유기태탄소 함량도 유효인산과 같은 경향을 나타내, 관행농법 실천토양은 0-10cm표토에서 유기태탄소 함량이 실험전에 비해 3년 고추재배후 줄어든 반면, 유기농법 실천토양과 유기농업 최소방제구의 경우 유기태탄소 함량이 표토층은 물론 심토층에서도 증가하였음

을 알 수 있었다(그림. 3-4 참조).

한편 치환성칼리 함량은 이와는 달리 관행농법, 유기농법 모두에서 줄어드는 경향을 나타냈다.

표. 3-2 2000년도 시험전 토양의 이화학적 특성

Soil depth	pH (1:5)	EC (dS/m)	NO ₃ -N (ppm)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	O.C (%)	Exchange Cation (cmol+/kg)			
							K	Ca	Mg	Na
0~10cm	6.89	2.31	293	0.37	280	4.25	1.91	9.03	2.47	0.89
10~30cm	5.71	1.35	102	0.09	69	1.63	0.91	5.43	2.36	0.44
30~60cm	6.03	1.04	55	0.05	48	0.98	0.23	6.56	1.85	0.34
60~90cm	6.22	0.84	48	0.05	30	0.92	0.19	5.91	1.53	0.24

표. 3-3 2002년도 고추재배전 토양의 이화학적 특성

Soil depth (cm)	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	O.C. (%)	Exchange Cation (cmol+ kg ⁻¹)				
						K	Ca	Mg	Na	
관 행 농 업										
0~10	5.42	1.83	486	357	3.9	0.74	8.92	2.25	0.36	
10~30	6.04	0.22	65	291	3.3	0.44	5.73	1.39	0.24	
30~60	5.89	0.20	46	125	1.9	0.20	5.20	1.12	0.13	
유기농업(최소방제구)										
0~10	5.18	2.30	592	652	5.1	2.37	9.21	4.45	0.83	
10~30	5.44	0.65	146	501	5.1	1.20	7.92	1.83	0.37	
30~60	5.41	0.39	83	129	2.1	0.22	5.37	1.57	0.28	
유 기 농 업										
0~10	4.90	2.61	530	712	5.4	2.29	9.43	4.78	0.91	
10~30	5.20	0.50	145	498	4.8	0.98	7.55	1.78	0.39	
30~60	5.00	0.37	93	125	1.5	0.31	5.47	1.46	0.29	

표. 3-4 2002년도 시험후 토양의 이화학적 특성

Soil depth (cm)	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	O.C. (%)	Exchange Cation (cmol+/kg)			
						K	Ca	Mg	Na
관행농업									
0~10	5.4	1.24	248	371	3.6	0.77	8.90	2.45	0.38
10~30	6.1	0.32	75	282	3.1	0.46	5.71	2.01	0.15
30~60	5.8	0.27	52	120	1.7	0.21	5.15	1.07	0.08
유기농업(최소방제구)									
0~10	5.3	2.55	447	723	5.2	2.54	9.26	4.56	0.87
10~30	5.4	0.92	141	512	5.1	1.26	7.84	1.78	0.39
30~60	5.4	0.48	71	106	1.9	0.29	5.37	1.61	0.21
유기농업									
0~10	5.0	2.61	468	773	5.5	2.36	9.28	4.79	0.95
10~30	5.2	0.73	189	504	4.9	1.03	7.14	1.75	0.41
30~60	5.1	0.35	86	134	1.8	0.27	5.71	1.53	0.26

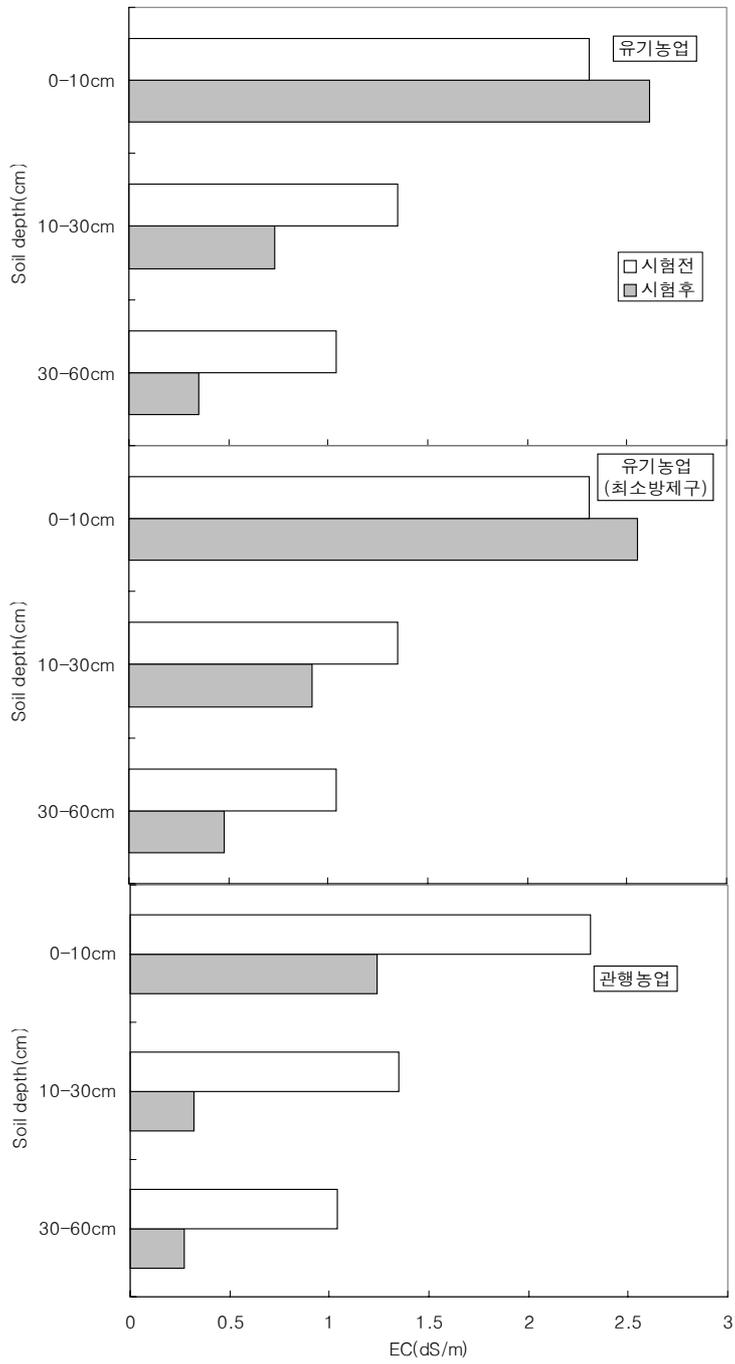


그림. 3-1 실험전과 3년차 계속 재배후 토양의 EC 변화

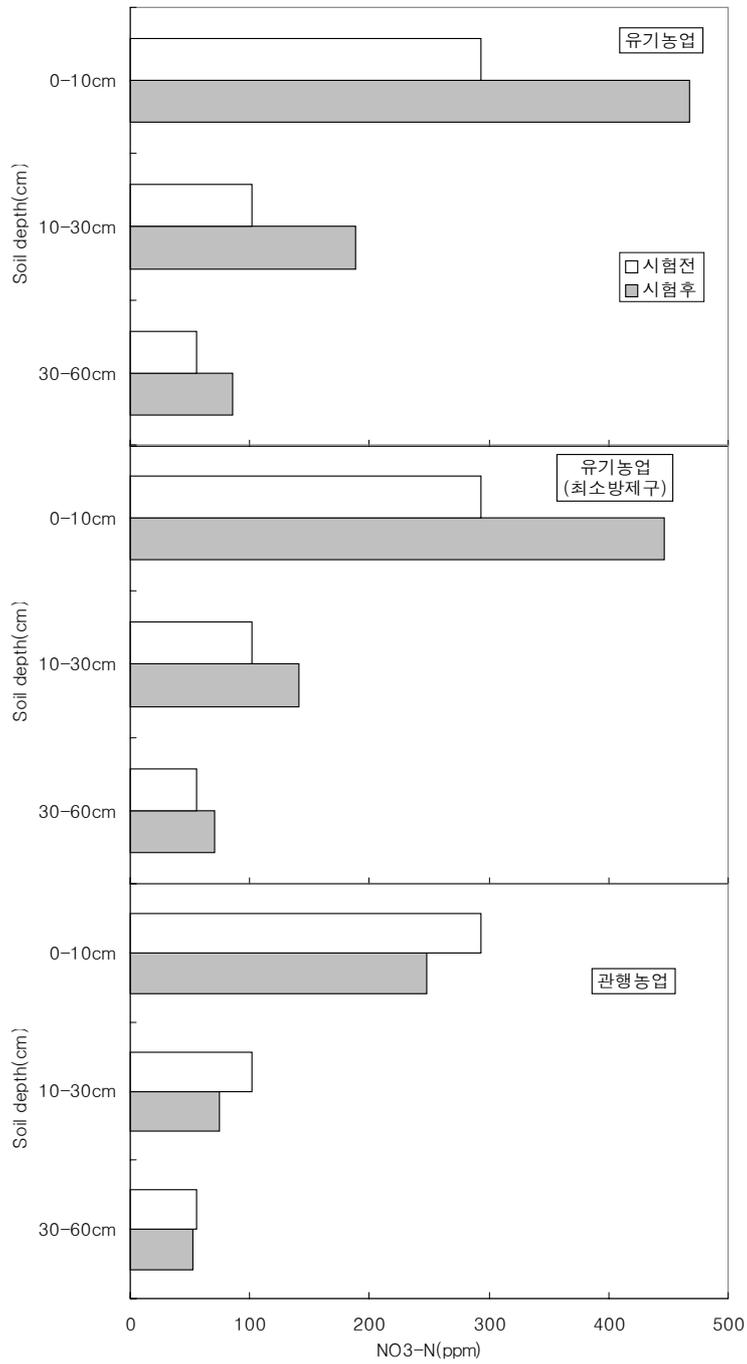


그림. 3-2 실험전과 3년차 계속 재배후 토양의 NO₃-N 변화

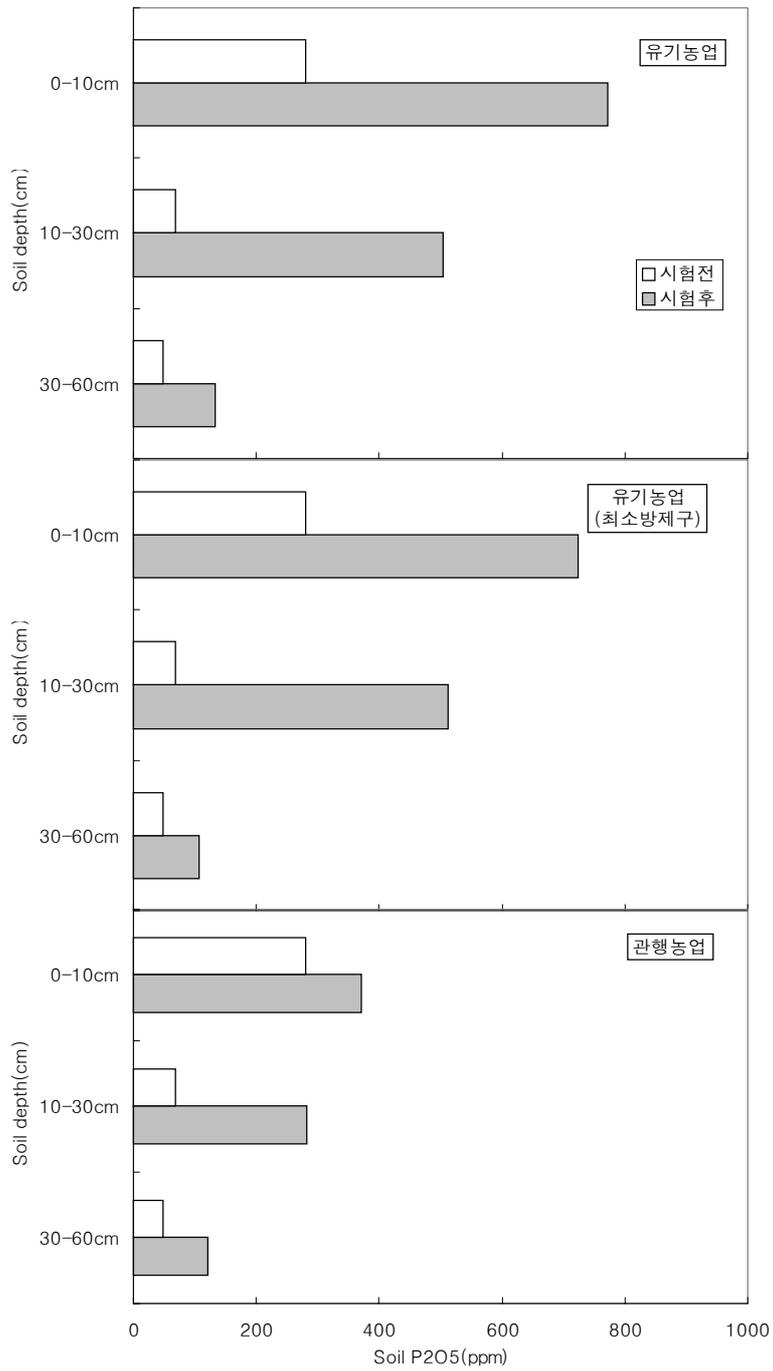


그림. 3-3 실험전과 3년차 계속 재배후 토양의 P₂O₅ 변화

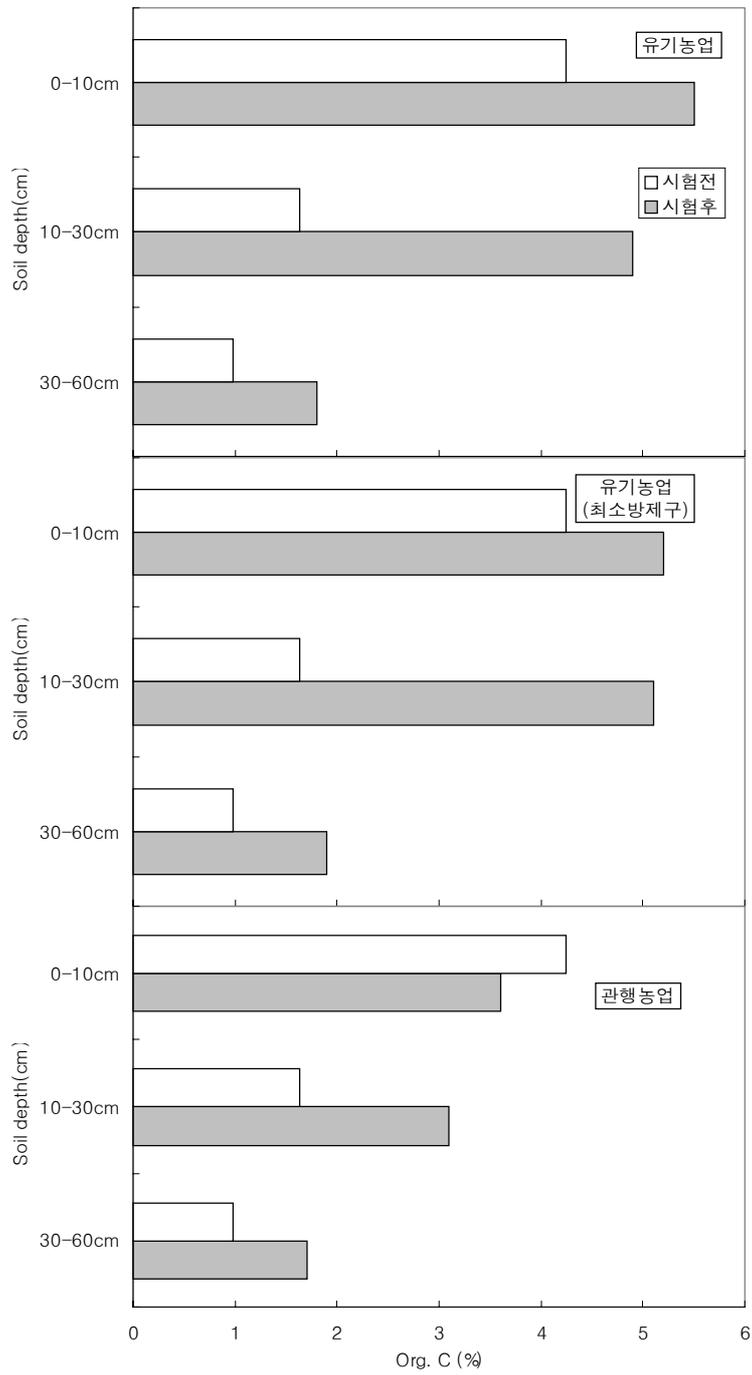


그림. 3-4 실험전과 3년차 계속 재배후 토양의 유기태 탄소 함량 변화

유기농업 실천농가에서 사용하는 유기농 자재의 화학분석결과는 다음 표. 3-5와 같았다. 찌모젠 등 분석대상 10개 품목이 질소, 인산, 칼리 등 비료성분 함량은 극히 낮은 상태로 이같은 유기농자재의 살포로 인한 주요 무기성분의 공급효과는 거의 없을 것으로 사료되었다. 다만 질소함량은 생선아미노산이 1.1%로 타 유기농자재의 질소함량 수준인 0.01-0.79%에 비해 가장 높았고, 인산함량은 찌모젠과 슈퍼바이오가 각각 4.7%, 2.3% 내외로 타 농자재의 0.08-0.18%에 비해 높았으며, 칼리 함량은 찌모젠, 슈퍼바이오, 생선아미노산이 각각 2.63%, 1.55%, 1.36%로 타 농자재의 0.01-1.67%에 비해 크게 높았다. 따라서 이들이 수용액으로 희석되어 작물체에 살포되는 것이 일반적임을 감안할 때 이들 유기농자재가 작물생육에 양양학적으로 직접 도움을 크게 미치지 못하는 것으로 사료되었다. 한편 생선아미노산은 구리함량이 98.6mg kg^{-1} 으로 타 농자재의 $0.0-7.7\text{mg kg}^{-1}$ 에 비해 크게 높았고, 보리돌뜸씨와 찌모젠은 철 성분이 12166mg kg^{-1} , 1448mg kg^{-1} 으로 타농자재의 $6-205\text{mg kg}^{-1}$ 에 비해 크게 높았으며, 또한 망간과 아연함량은 찌모젠과, 슈퍼바이오 및 보리돌뜸씨에서 각각 타 농자재에 비해 크게 높았다. 보리돌뜸씨의 경우 철성분이 지나치게 많은 것은 상당히 의외라고 판단되었다.

고추의 엽록소 함량은 농법간에 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 시험전 토양분석에서 알수 있듯이 이미 질산태 함량이 237mg kg^{-1} 으로 높았고, 염류집적정도를 나타내는, EC값도 2.31로 높아 질소 등 영양분결핍을 나타내는 토양조건이 아니었기 때문이라고 보여진다. 또한 생육후기까지도 농법간에 거의 차이가 없었던 점도 이를 반영하는 것이라고 보여진다.

병해충발생은 2000년의 경우 고추역병이 심각하여 110일 이후 수확을 포기할 정도였으며, 유기농법 실천토양은 물론 관행농법 실천토양에서도 같은 경향을 나타냈다. 2001년과 2002년의 경우 병충해 발생은 그리 문제가 되지 않았다. 또한 관행농법과 유기농법 실천포장간에도 별다른 차이를 나타내지 않았다.

고추 초장은 유기농업구에서 6월 이후부터 관행농법구와 유기농업 최소구에 비해 계속 컸으며, 관행농법구의 초장은 생육후기인 8월 20일경에는 가장 낮아지는 경향을 나타냈다.

분지수는 관행농법구에서 6월 이후부터 생육후기인 8월까지 유기농업구 및 유기농업

최소구에 비해 높았다. 한편 엽장은 관행농업구에서 6월이후부터 생육후기인 8월 하순까지 유기농업구 및 유기농업 최소방제구에 비해 상대적으로 커지는 경향을 나타냈다. 그러나 엽폭과 경경은 농법간에 뚜렷한 차이가 거의 없었다.

고추의 총수확량은 경시적으로 5월, 6월 및 8월에 비해 7월에 가장 많았으며, 관행농업구에서 수확 초기부터 수확 후기까지 가장 많았다. 2002년의 경우 관행농법의 수확량은 $1852\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 으로 유기농업구, 유기농업 최소방제구의 $1218\text{kg } 10\text{a}^{-1}$, $1235\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 에 비해 가장 많았다.

한편 고추의 개당 무게는 관행농법구가 8.9g으로 유기농업구와 유기농업 최소방제구 8.1g, 7.8g에 상대적으로 무게가 무거운 큰 고추를 생산하였다.

표. 3-5 유기농업구와 유기농업(최소방제)구에 사용된 유기농자재의 화학 분석 결과

자재명	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
찌모겐	0.793	4.779	2.629	0.334	1.844	0.067	3.7	1447.9	297.6	109.1
슈퍼바이오	0.583	2.328	1.549	0.776	0.903	0.339	7.7	302.6	160.3	99.4
생선아미노산	1.092	0.063	1.359	0.023	0.024	1.535	98.6	16.8	0.3	12.5
뉴훤나라	0.113	0.094	0.166	0.233	0.037	0.239	1.3	10.2	1.6	3.3
그린올G	0.041	0.175	0.126	0.051	0.013	0.176	0.0	6.0	4.4	2.6
솔빛8호	0.246	0.087	0.320	0.140	0.052	1.875	0.0	11.4	1.7	7.5
갯목액비	0.014	0.086	0.081	0.050	0.051	0.012	0.0	7.3	2.7	3.4
청초액비	0.025	0.187	0.631	0.159	0.075	0.119	0.0	57.7	6.7	6.5
목초액	0.022	0.025	0.005	0.014	0.000	0.018	3.1	205.3	0.8	5.8
보리돌뜸씨	0.020	0.177	0.259	0.453	0.241	0.103	2.9	12166.0	225.6	80.5

표. 3-6 재배농법별 고추잎의 엽록소 함량의 경시적 차이 (2002년)

농 법	엽 부위	조 사 일 자			
		5/29 (mg 100cm ⁻¹)	6/19 (mg 100cm ⁻¹)	7/19 (mg 100cm ⁻¹)	8/20 (mg 100cm ⁻¹)
관행농업	상위엽	60	60	52	53
	하위엽	71	76	63	55
유기농업(최소방제)	상위엽	57	59	59	52
	하위엽	67	65	57	53
유기농법	상위엽	59	60	60	56
	하위엽	64	61	54	52

* SPAD-502로 측정

표. 3-7 재배농법별 병해충 발생상황의 경시적 차이 (2000년)

처리	고추역병				진딧물				흰가루병				담배나방			
	40	70	90	110	40	70	90	110	40	70	90	110	40	70	90	110
관행농법	소	소	소	심	1	1	2	-	소	중	중	-	-	소	소	소
저농약	소	소	소	심	1	1	2	-	소	중	중	-	-	소	소	소
유기농법	소	소	소	심	1	1	2	-	소	중	중	-	-	소	소	소

①고추역병, 흰가루병 이병엽면적을 및 담배나방 이병과율 (소: 1~25%, 중: 26~55%,
다: 51~75%, 심: 76% 이상)

②진딧물 발생량 (1: 1~5마리/주, 5: 11~20마리/주, 9: 51마리/주 이상), ③정식후 일수

표. 3-8 재배농법별 병해충 발생상황의 경시적 차이 (2001년)

처리	고추역병						진딧물					
	40	70	100	130	160	180	40	70	100	130	160	180
관행농법	-	-	-	소	소	소	소	소	-	-	-	-
저농약	-	-	-	소	소	소	-	-	-	-	-	-
유기농법	-	-	-	소	소	소	-	소	-	-	-	-

처리	흰가루병						담배나방					
	40	70	100	130	160	180	40	70	100	130	160	180
관행농법	-	-	소	-	-	-	-	소	-	-	-	-
저농약	-	-	소	-	-	-	-	-	-	-	-	-
유기농법	-	-	-	-	-	-	-	소	-	-	-	-

표9. 재배농법별 병해충 발생상황의 경시적 차이 (2002년)

처리	고추역병						진딧물					
	40	70	100	130	160	180	40	70	100	130	160	180
관행농법	소	소	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
저농약	-	소	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
유기농법	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

처리	흰가루병						담배나방					
	40	70	100	130	160	180	40	70	100	130	160	180
관행농법	-	소	-	-	-	-	-	-	소	소	소	소
저농약	-	소	-	-	-	-	-	-	소	소	소	소
유기농법	-	소	-	-	-	-	-	-	소	소	소	소

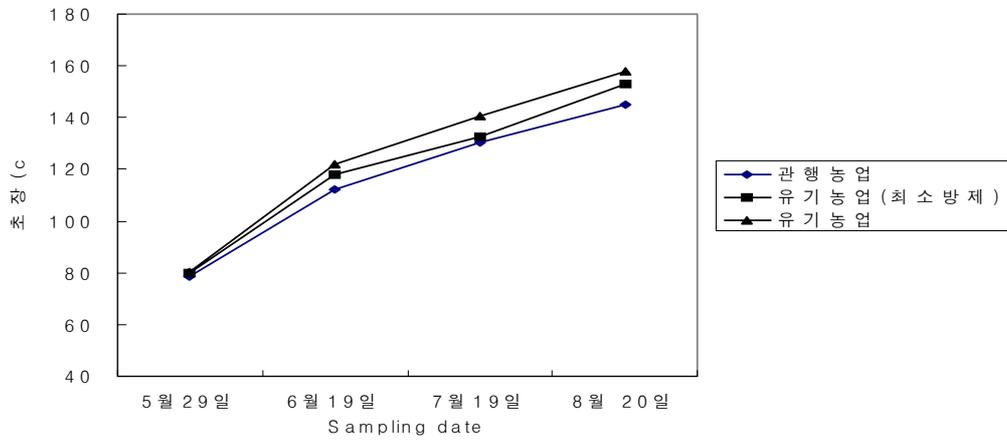


그림. 3-5 재배농법별 고추 초장의 경시적 차이

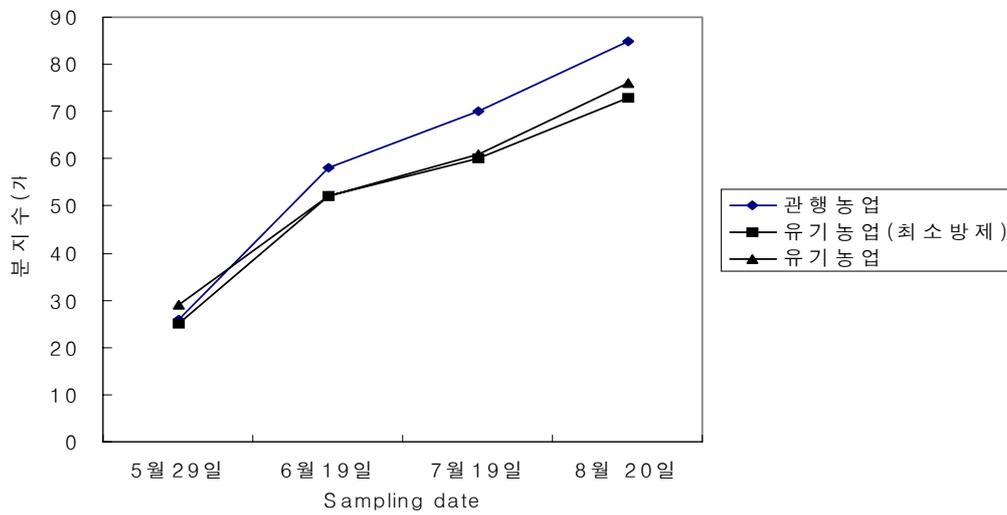


그림. 3-6 재배농법별 고추 분지수의 경시적 차이

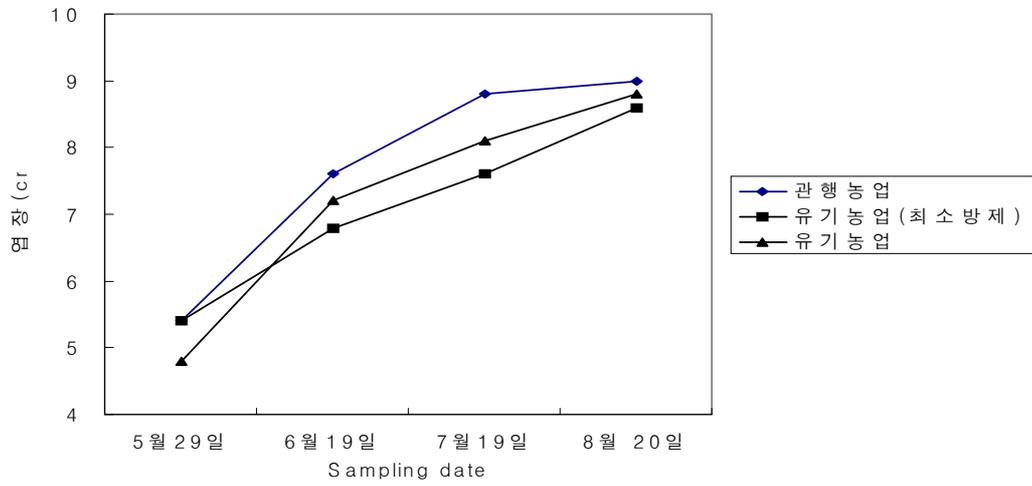


그림. 3-7 재배농법별 고추 엽장의 경시적 차이

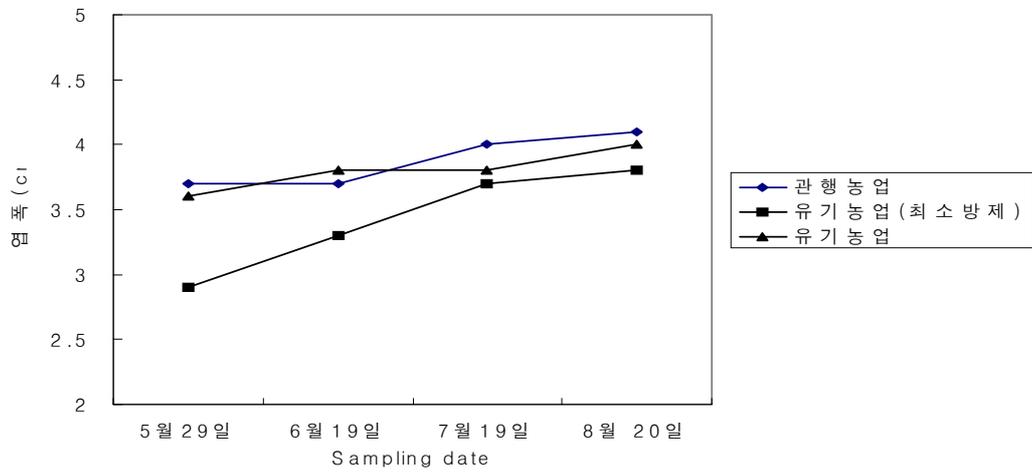


그림. 3-8 재배농법별 고추 엽폭의 경시적 차이

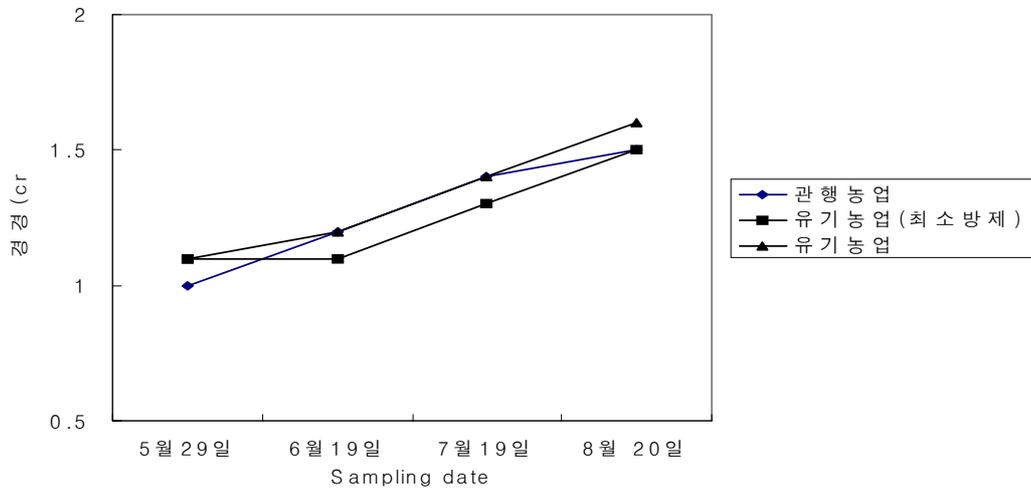


그림. 3-9 재배농법별 고추 경경의 경시적 차이

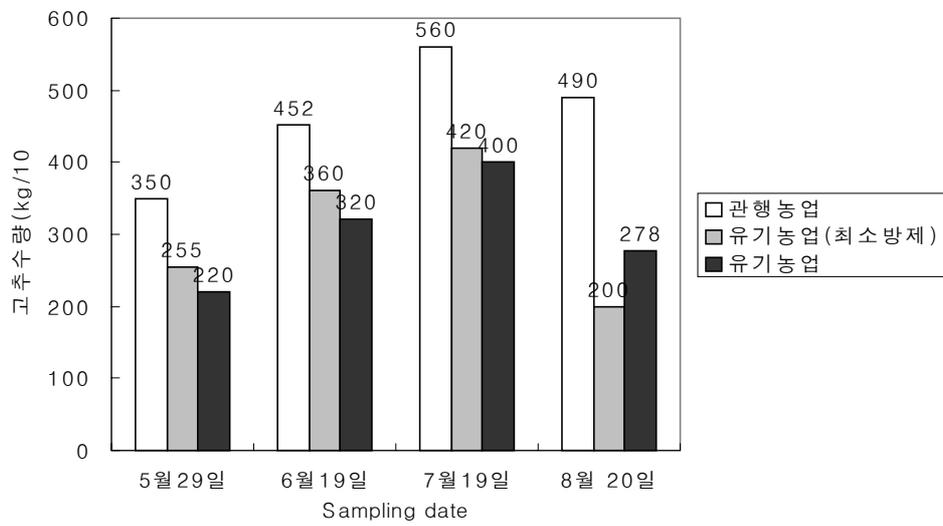


그림. 3-10 재배농법별 고추 수량의 경시적 차이 (2002년)

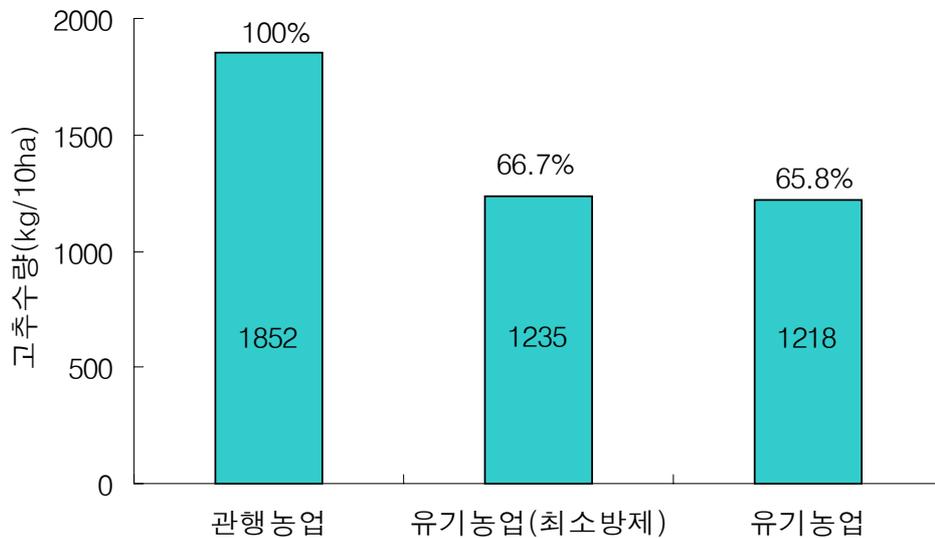


그림. 3-11 재배농법별 고추 수량 차이 (2002년)

한편 유기농산물의 품질에 대한 분석결과는 다음과 같았다. 고추의 질산염 함량은 관행농업구 185mg kg^{-1} , 유기농업구와 유기농업 최소방제구의 질산염 함량 120mg kg^{-1} , 132mg kg^{-1} 에 비해 높았다. 그리고 비타민 C함량은 관행농업구 302mg kg^{-1} 에 비해 유기농업구가 375mg kg^{-1} 으로 크게 높았으며, 유기농업 최소방제구는 그 중간수준인 334mg kg^{-1} 을 나타냈다.

질산염은 고농도로 과다섭취되었을 때 위암과 방광암을 유발하는 인체내에서 니트로스아민을 생성하는 물질로 WHO에서는 일일섭취허용량(ADI, Acceptable Daily Intake)을 설정해 놓고 있으며 유럽연합(EU)에서는 이를 근거로 일부 채소에 대해 허용기준치를 정해놓고 있다. 따라서 유기농법으로 재배한 고추의 질산염 함량이 일반 관행농법으로 재배한 고추에 비해 낮다는 것은 유기채소의 우수성을 보여주는 것이다.

고추의 당도는 Brix당도계로 관행농업구가 5.6으로 가장 낮았고, 유기농업구에서 6.2로 가장 높았다. 이는 유기채소가 일반적으로 당도가 높아 품질이 우수하다는 것을 입증한 것이다.

재배농법별 고추 수확물의 품질구성 차이에서 관행농업구의 경우 특품 비율이 78%로 유기농업구, 유기농업 최소방제구의 66%와 76%에 비해 크게 높았으며, 폐기품 비율도 관행농업구 의 경우 9%로, 유기농업구, 유기농업 최소방제구의 19%와 13%에 비해 크게 낮았다. 따라서 유기농법 고추의 수량이 낮고 또한 폐기품 비율이 높은 것은 유기농산물의 가격이 높아야 함을 뒷받침하는 것이다.

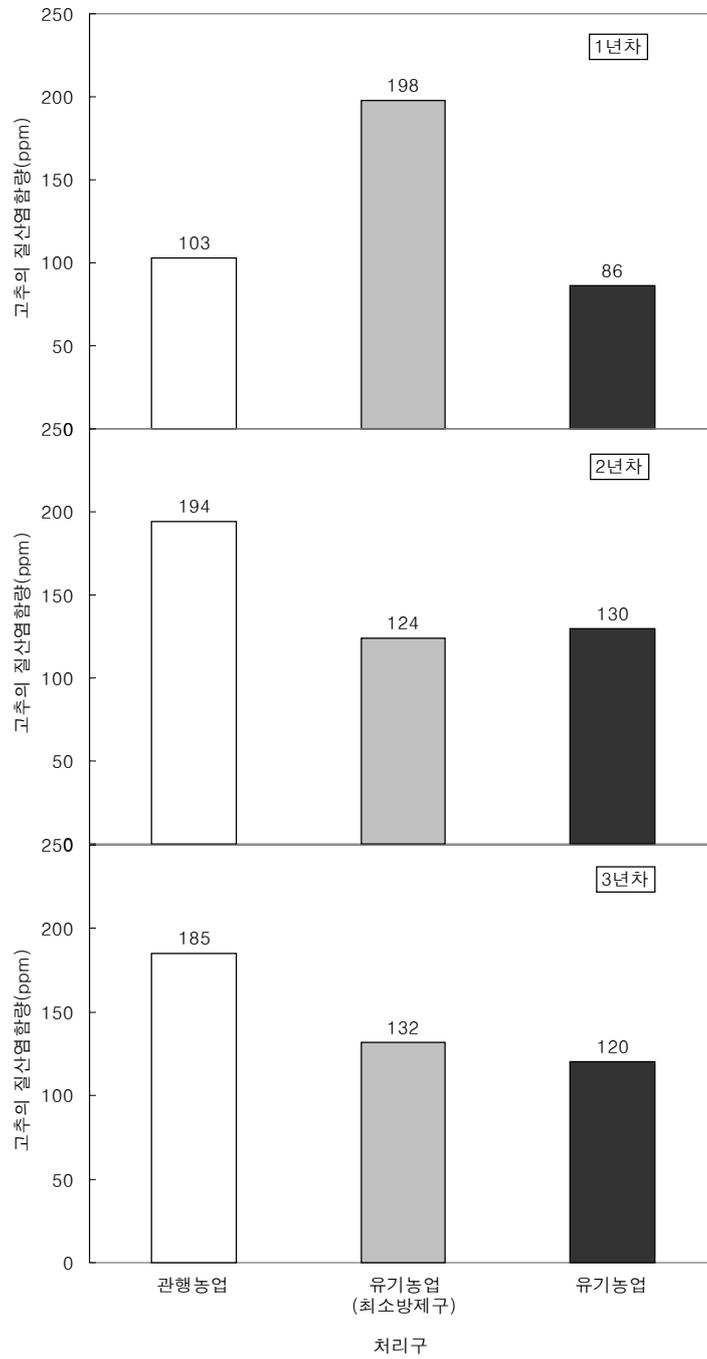


그림. 3-12 재배농법별 고추의 질산염 함량의 년도별 차이

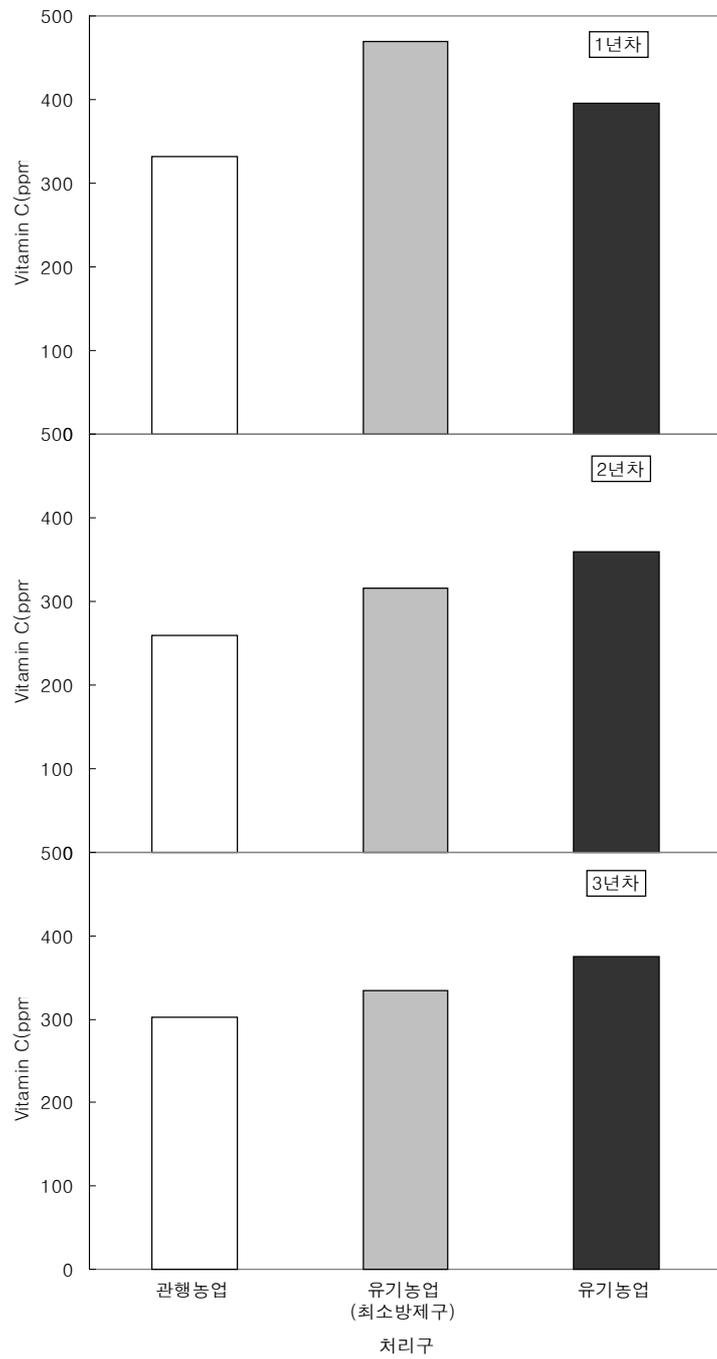


그림. 3-13 재배농법별 고추 Vitamin C 함량의 년도별 차이

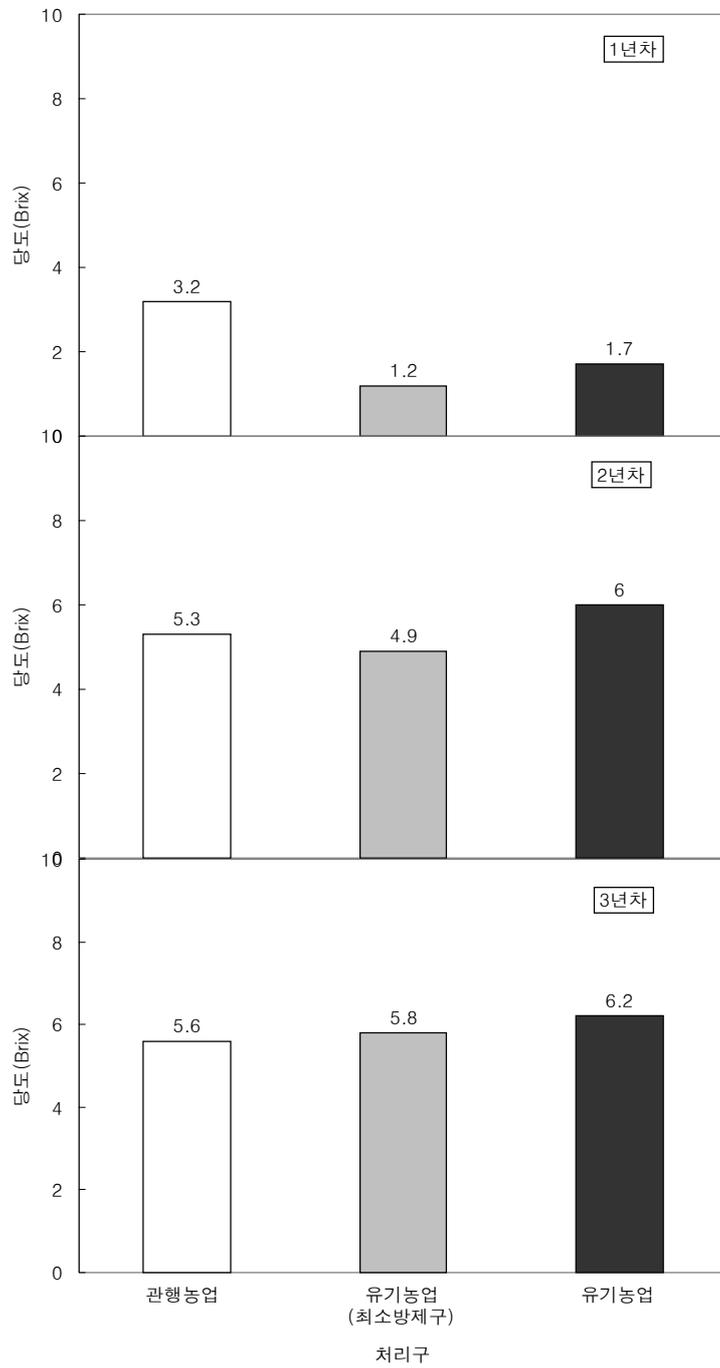
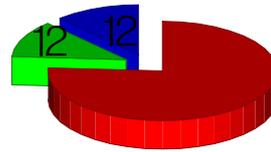
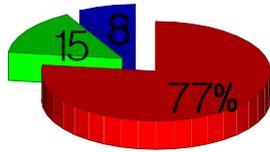


그림. 3-14 재배농법별 고추 당도의 년도별 차이

관행농업

유기농업(최소방제)



유기농업

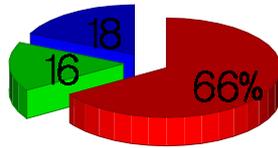


그림. 3-15 재배농법별 고추 수확물의 품질구성 차이 (2002년)

제 3 절 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 계획대비 진도

개발내용	구분	연구 개발 기간			진도(%)
		2000년	2001년	2002년	
○ 하우스 고추에 대한 유기농업 기술효과 구명 - 관행농업구 - 유기농업(최소방제)구 - 유기농업구		_____	_____	_____	100%
총진도율					

2. 연구결과 요약

■ 시험전후 토양은 pH의 경우 큰 차이를 나타내지 않았으나, EC값은 유기농업구에서 점차 높아지는 경향을 보였음. 한편 질산염함량은 시험후 토양에서 조금 낮아졌으나, 인산 함량은 오히려 높아졌음. 특히 인산함량은 심토층으로의 이동집적 현상을 뚜렷이 나타냈음.

■ 3년 유기농업 실천토양의 경우 관행농업 실천토양에 비해 질산염 함량, 인산함량 및 유기탄소함량이 크게 증가하였음. 질산염의 경우 0-10cm 표토층에서 관행농업구 248mg kg⁻¹, 유기농업구 468mg kg⁻¹, 유기농업 최소방제구 447mg kg⁻¹으로 관행농업구에 비해 유기농업 실천토양에서 크게 높았음. 또한 인산함량도 유기농업 실천토양에서 723-773mg kg⁻¹으로 관행농업 실천토양 371mg kg⁻¹에 비해 크게 높았고, 유기탄소함량도 유기농업의 경우 5.2-5.5%로 관행농업 3.6%에 비해 크게 높았음.

■ 관행농업구 30-60cm심토층의 질산염 함량 52mg kg⁻¹에 비해 유기농업구는 30-60cm 심토층의 질산염 함량 71-86mg kg⁻¹을 나타내, 0-10cm 표토층으로부터 30-60cm 심토층으로 다량의 질산염이 계속 용탈되고 있었음.

■ 한편 유기농업구와 유기농업 최소방제구의 경우 관행농업구에 비해 EC값이 크게 높아져 염류집적현상이 심각하게 진행되고 있음을 알 수 있었음. 또한 칼리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등의 양이온 함량도 크게 높아졌음.

■ 고추잎의 엽록소 함량은 초기에는 관행농업구에서 유기농업구에 비해 조금 높았으나, 생육후기로 갈수록 유기농업구와 유기농업 최소방제구가 관행농업구에 오랫동안 비해 높게 유지되었음

■ 병충해 발생정도는 관행농업구와 유기농업구 간에 별 차이가 없었음. 진딧물은 거의 발생되지 않았으며, 흰가루병이 재식 70일후에 발생하였으나 이내 사라졌고, 담배나방도 재식 100일후부터 약간 발생하여 180일까지 지속되었으나, 그 피해는 경미하였고 관행농법과 유기농법간에 발생 상황 및 피해차이가 없었음. 다만 고추역병은 관행농업구에서 재식 40일후에 발생하여 재식 70일까지 지속되어 1-25% 내외의 이병율을 보였으나, 유기농업구에서는 전혀 발생하지 않았고 유기농업 최소방제구에서는 재식 70일경에 약간 발생하였으나 이내 방제되었음.

■ 유기농자재의 화학성분을 분석한 결과, 찌모젠 등 분석대상 10개 품목이 질소, 인산, 칼리 등 비료성분 함량은 극히 낮은 상태로 이같은 유기농자재의 살포로 인한 주요 무기성분의 공급효과는 거의 없을 것으로 사료되었음. 다만 질소함량은 생선아미노산이 1.1%로 타 유기농자재의 질소함량 수준인 0.01-0.79%에 비해 가장 높았고, 인산함량은 찌모젠과 슈퍼바이오가 각각 4.7%, 2.3% 내외로 타 농자재의 0.08-0.18%에 비해 높았으며, 칼리 함량은 찌모젠, 슈퍼바이오, 생선아미노산이 각각 2.63%, 1.55%, 1.36%로 타 농자재의 0.01-1.67%에 비해 크게 높았음. 한편 생선아미노산은 구리함량이 98.6mg kg⁻¹으로 타 농자재의 0.0-7.7mg kg⁻¹에 비해 크게 높았고, 보리돌뜸씨와 찌모젠은 철 성분이 12166mg kg⁻¹, 1448mg kg⁻¹으로 타농자재의 6-205mg kg⁻¹에 비해 크게 높았음. 또한 망간과 아연함량은 찌모젠과, 슈퍼바이오 및 보리돌뜸씨에서 각각 타 농자재에 비해 크게 높았음.

■ 고추 초장은 유기농업구에서 6월이후부터 관행농법구와 유기농업 최소구에 비해 계속 컸으며, 관행농법구의 초장은 생육후기인 8월 20일경에는 가장 낮았음.

■ 분지수는 관행농법구에서 6월 이후부터 생육후기인 8월까지 유기농업구 및 유기농업 최소구에 비해 높았음.

■ 엽장은 관행농법구에서 6월이후부터 생육후기인 8월 하순까지 유기농업구 및 유기농업 최소방제구에 비해 상대적으로 컸음.

■ 엽폭과 경경은 농법간에 뚜렷한 차이가 거의 없었음

■ 고추의 총수확량은 경시적으로 5월, 6월 및 8월에 비해 7월에 가장 많았으며, 관행농법구에서 수확 초기부터 수확 후기까지 가장 많았음. 관행농법의 수확량(2002년 기준)은 $1852\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 으로 유기농업구, 유기농업 최소방제구의 $1218\text{kg } 10\text{a}^{-1}$, $1235\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 에 비해 가장 많았음.

■ 한편 고추의 개당 무게는 관행농법구가 8.9g으로 유기농업구와 유기농업 최소방제구 8.1g, 7.8g에 상대적으로 무게가 무거운 큰 고추를 생산하였음.

■ 고추의 질산염 함량은 관행농법구 185mg kg^{-1} , 유기농업구와 유기농업 최소방제구의 질산염 함량 120mg kg^{-1} , 132mg kg^{-1} 에 비해 높았음.

■ 비타민 C 함량은 관행농법구 302mg kg^{-1} 에 비해 유기농업구가 375mg kg^{-1} 으로 크게 높았으며, 유기농업 최소방제구는 그 중간수준인 334mg kg^{-1} 을 나타냈음.

■ 고추의 당도는 Brix당도계로 관행농법구가 5.6으로 가장 낮았고, 유기농업구에서 6.2로 가장 높았음.

■ 재배농법별 고추 수확물의 품질구성 차이에서 관행농법구의 경우 특품 비율이 78%로 유기농업구, 유기농업 최소방제구의 66%와 76%에 비해 크게 높았으며, 폐기품 비율도 관행농법구 의 경우 9%로, 유기농업구, 유기농업 최소방제구의 19%와 13%에 비해 크게 낮았음.

2. 향후 연구 방향

■ 국내에는 아직까지 유기농업 연구가 일천하여 외국에서 그동안 농과대학과 연구기관에서 오랫동안 연구 개발해온 기술과 경험을 받아들여 검증하여 우리나라에 적용 가능한 것을 파악하는 것이 한국유기농업의 과학화를 위해 시급히 필요한 일종의 하나라고 사료됨

■ 이를 위해 우리와 기후가 비슷한 온대권의 유기농업 선진국의 실제적 기술내용을 심도있게 파악하는 연구가 필요한 실정임. 즉 토양비옥도, 윤작, 병충해, 잡초, 농자재 등에 대한 실제적 연구결과물과 대농민 기술지도서 등을 파악하여 이를 집대성하여 국내 연구자들에게 제시할 필요가 있음

■ 이를 위해 “해외 선진유기농업의 기술 내용 파악 및 대농민 기술지침서 분석(3년 과제)” 이라는 과제를 실시할 필요가 있다고 사료됨

- 연구내용: 유기농업 선진국의 토양비옥도 유지증진 연구결과 및 대농민 지침서 주요내용

유기농업 선진국의 병충해 방제 연구결과 및 대농민 지침서 주요내용

유기농업 선진국의 잡초 제어 연구결과 및 대농민 지침서 주요내용

유기농업 선진국의 저항성 품종 연구결과 및 대농민 지침서 주요내용

유기농업 선진국의 유기축산 연구결과 및 대농민 지침서 주요내용

- 연구기간: 3년 과제

- 총 연구비: 5억

제 4 절 연구개발결과의 활용계획

1. 기대효과

- 친환경적 토착농업기술의 체계화를 통하여 특정 환경농업지역 및 중소농복합영농단지의 영농기술 정착으로 농가소득 향상
- 민간 환경농업단체에서 보급해 오던 다양하고 검증되지 못한 영농기술을 과학적으로 검증하여 체계화함으로써 생산성 제고와 환경오염의 최소화를 동시에 추구할 수 있는 환경농업기술 정착
- 민간 환경농업단체에서 개발 보급하고 있는 다양한 영농자재에 대한 과학적 검증과 유망 영농자재 개발로 합리적인 토양관리, 시비관리, 농약관리, 작부체계 및 유기자원 활용기술의 확립
- 영농자재의 자급율 향상과 화학비료, 농약 등의 절감과 수익성이 높은 고품질 규격농산물 생산으로 농가소득 향상
- 기상 등 환경변화에 적절히 대처할 수 있는 영농기술 개발로 안전 농업기술 정착
- 영농자재의 자급율 향상과 고수익 안전 농산물 생산으로 농가 소득 향상
- 안전 농산물 생산에 대한 생산자와 소비자의 신뢰도 정착
- 농촌의 자연자원 보존과 환경오염방지에 기여

2. 활용계획

- 상수원 보호 및 특정 환경보전지역 영농기술로 보급
- 자치단체의 지역 환경농업 보급자료 제공
- 환경농업 정책수립에 기초자료로 활용

제 5 절 참고문헌

1. 경기농진원 1996. 경기지역 환경친화형 농업발전방안.
2. 농업과학기술원 1995. 유기자원 어떻게 활용할 것인가.
3. 농촌진흥청 1995. 일본의 환경보전관련 농업기술연구문헌 요약 및 목록, 해외기술 정보 제29, 31호.
4. 농촌진흥청 1997. 환경농업기술 지도요령.
5. 농촌진흥청 1995. 외국의 유기농업, 해외기술정보 제38호.
6. 손상목. 2000. Codex 유기식품규격 내용과 한국 유기경종과 축산의 적용 실천. 한국유기농업학회지 8(3):17-34.
7. 손상목. 2001. 유기작물재배의 이론 및 핵심기술. 한국유기농업학회지 9(4):71-93.
8. 손상목. 2001. 친환경농업을 위한 21세기 농촌형 생태마을의 국제적 동향. 한국유기농업학회지 9(2):39-54.
9. 손상목. 2002. 한국유기농업의 현황 및 향후 유기농업 교육과 연구. 한국유기농업학회지 10(2):67-83.
10. 손상목, 임경수, 김영호. 2001. 오리제초 수도작의 벼 수량성, 경제성 및 환경친화성 평가. 한국유기농업학회지 9(3):45-71.
11. 손상목, 한도희. 2000. 한국 토착유기농법의 토양비옥도 증진책에 대한 환경보전적 기능 평가. 한국토양비료학회지 33(3):193-204.
12. 장경란, 손상목. 2000. 두과·녹비작물 재배를 통한 유기농법 토양비옥도 유지와 증진. 한국유기농업학회지 8(2):97-110.

13. 주선중, 손상목, 김진한. 2001. 하우스 업체류를 위한 관비재배용 유기액비 개발. 한국유기농업학회지 9(2): 83-99.
14. 조한규 1995. 자연농업.
15. 충북농진원 1996. 환경농업일환의 유기농업기술.
16. 한국원자력연구소 1997. 자연농업에 의해 생산된 농축산물의 품질, 저장성 및 조리, 가공적성에 관한 연구.
17. 한국자연농업협회 1995 ~. 월간 자연농업.
18. 한국토양비료학회 1993. 환경보전형 농업을 위한 토양관리 심포지엄.

제 4 장 환경친화적 토착농업의 경제성 분석

제 1 절 연구개발과제의 개요

1. 연구의 필요성과 목적

최근 우리나라는 국민소득의 증가와 국민의 환경 및 안전식품에 대한 관심증가로 친환경농산물에 대한 수요가 급증하고 있다. 즉, 1970년대만 하더라도 친환경 농산물은 몇몇 생산자단체와 소비자단체를 통하여 소규모로 거래되어 왔으나 1990년대 중반 이후부터는 전반적인 소비자의 소득수준의 향상, 건강에 대한 관심증가와 농약과다 사용에 대한 위험성의 고조, 여러 시민단체의 환경운동과 녹색소비자운동 등 환경에 대한 소비자 의식수준의 향상에 힘입어 친환경 농산물의 수요는 급증하고 있다. 국제적인 추세도 OECD에서는 농업과 환경을 연계시켜 농업의 체제를 친환경적으로 전환하고 있고 WTO도 무역과 환경을 연계하는 그린라운드를 출범시키고 있다.

우리나라 정부도 이에 대응하여 1997년 12월에 환경농업육성법을 제정 공포하고 친환경농업 직접지불제, 환경보전사업에 대한 직·간접적인 지원 등 친환경농업의 확산을 위해 노력하고 있다. 친환경농업이란 농업과 환경을 조화시켜 농업의 생산을 지속가능하게 하는 농업형태로서 농업생산의 경제성 확보, 환경 및 자원보전, 식품의 안전성 등을 동시에 추구하는 농업을 말한다. 이러한 개념에 입각하여 생산된 농산물을 친환경 농산물이라 하는데 환경을 보전하고 소비자에게 안전한 농산물을 공급하기 위하여 농약과 화학비료를 전혀 사용하지 않거나 적정수준 이하로 사용하여 생산한 농산물을 말한다. 현재 농민들이 많이 도입하고 있는 실제적인 형태는 유기농업, 자연농업, 무농약재배, 저농약재배, 저화학비료재배 등이 있다.

토착농업 또는 전통농업(traditional agriculture)이란 옛날부터 우리나라에 전해 내려오는 농법으로 최근 민간 환경농업단체 및 선진농가에서 실천하고 있는 유기 및 자연농업은 토착농업의 한 종류이다. 이러한 농법들은 화학물질보다는 퇴구비, 쌀겨, 목초액 등 천연물질과 토착미생물을 활용하되 자연농업은 필요불가결한 경우에는 화학비료를 소량 사용함을 허용하고, 유기농업은 화학물질을 전혀 사용하지 않고 천연산물에만 의존함으로써 환경친화적이고 안전한 우수식품을 생산하는 것이다. 이러한 농법들은 지난 20여년간 현장경험을 통해 기술이 개발되어 왔으며 농민, 학계, 연구기관

등 국내외적으로 점차 관심을 가지기에 이르렀다.

최근에는 식품 안전성에 관심이 높은 소비자들은 유기·자연농업으로 생산된 농산물을 선호하고 있으며 이러한 농산물의 생산도 증가하고 있다. 유기·자연농업 등 토착농업 실천농가는 1998년 현재 13천여호로 전체 농가의 약 1%를 차지하고 있으며 최근에는 증가 속도가 더욱 빨라지고 있다. 또한 최근에는 농림부의 친환경농업 지원사업(친환경농업 직접지불, 상수원 보호지역 지원사업, 중소농고품질농산물 지원사업 등)이 추진되고 있어 유기 및 자연농업 실천농가와 면적은 계속 확대될 전망이다.

그러나 유기·자연농업은 과학적인 기술체계가 정립되지 않은 채로 선진농가로부터 재배법을 전수받아 시행되기 때문에 지역별로 기술상의 차이가 많고 효율성도 떨어진다. 또한 경영의 위험성이 크고 노동력이 많이 소요되며 경제성 분석이 수행되지 않아 농가단위의 경영계획을 수립하기 곤란한 점 등 경영-경제적인 면에서 일반 농가에게 확대·보급하기 어려운 문제가 있다.

따라서 유기·자연농업을 중심으로 전통적인 토착농법의 과학적 근거를 규명하여 기술체계를 확립하고 경제성을 분석함으로써 앞으로 유기·자연농업을 실천하려는 농가에게 기술 및 경영지표를 제시하고 또 정책수립시 기초자료를 제공하는 연구가 필요하다.

이 연구는 두 가지 목적을 위하여 수행되었다. 첫째는 유기 및 자연농업 시험포를 설치하고 여기에서 각 농법별로 몇 가지 처리구를 두고 실험을 한 다음 처리구별 경영성과를 비교하는 것이다. 시험기간은 3년으로 하고 연도별로 투입자재의 비용 및 산출물의 수익성을 분석함으로써 연도의 경과에 따른 경영성과의 개선여부를 판단하였다.

둘째는 환경친화적 토착농법을 실천하고 있는 농가의 경영실태를 분석하는 것이다. 현재 유기 또는 자연농법을 실천하고 있는 농가의 기술체계 및 경영실태를 분석하여 경영 및 기술상의 문제점을 도출하고 수익성 제고방안을 강구하였다. 이와 같은 두 가지 목적은 유기 및 자연농업의 기술체계를 확립하고 경영의 안정성을 제고하는 효과가 있을 것이며 우리나라 친환경농업 정책을 수행하는데도 도움을 줄 것이다.

2. 선행연구 검토

농업과학기술원(1999)에서는 각 농법의 농업자재가 작물의 생육, 수량 및 병충해

방제에 대한 효과 규명을 다수 수행하였으나 대부분 부정적인 의견을 제시하였고 여기에 대해 유기 및 자연농업협회는 반론을 제시하였다.

서종혁·김종숙(1996)은 저투입, 유기, 자연농업을 중심으로 농법별 기술체계의 차이를 분석하고 환경성, 경제성, 토지생산성 등 8가지 지표를 활용하여 기술체계의 성과를 평가하였다.

안선희(1999)는 쌀을 대상으로 여러 농법의 경제성을 비교 분석하고 오리농법, 우렁이 농법, 일반농법, 무농약농법 순으로 소득이 높았다고 보고하였다.

본 연구는 유기 및 자연농업의 표준적인 기술체계를 3년 간 시험포에서 실천하고 그 결과 (토양비옥도, 식물체 성분, 환경성 및 경제성)를 종합분석함으로써 기술체계의 안정성, 경제성 및 일반농가에 보급 가능성 등을 판단한다는 점에서 상기 연구들과 차별화된다.

3. 연구 방법

이 연구는 3개 연구기관 협동으로 추진되었다. 주관연구기관인 농촌진흥청 농업과 학기술원에서는 자연농업 시험포를 운영하여 처리구별로 작물의 생육, 수량, 식물체 및 토양분석을 수행하였으며 협동기관인 단국대 유기농업연구소는 유기농업 시험포를 운영하면서 농업과기술원과 같은 항목을 조사하였다. 또한 유기 및 자연농업협회는 각 농법 포장의 농장을 수시로 방문하여 포장관리 농가를 지도하고 영농자재를 조달하였다.

시험포장은 자연농업은 경기도 용인시 원삼면 사암리 김해철 농가, 유기농업은 천안시 동면 화계리 이태원 농가에 설치하였으며, 공시작물은 자연농업은 건고추, 유기농업은 풋고추로 하였다. 각 시험포의 설치장소 및 공시작물이 다르기 때문에 자연농업과 유기농업을 비교하지는 않기로 하였다.

한편, 한국농촌경제연구원은 양쪽 포장의 처리구별 투입물, 노동력 및 산출물에 대한 비용 및 수익을 분석하여 경제성을 검토하는 동시에 토착농업 실천농가를 조사하여 수익성 제고방안을 강구하였다. 실천농가 조사는 같은 농가를 3년간 조사하되 첫째 해에는 농가개황 및 기술체계 분석에 주력하였고 둘째 및 셋째 해에는 경영분석에 치중하였다. 조사작물은 고추, 오이, 배이였으며 조사호수는 각각 29호, 13호, 15호로 총 57호이었다.

연구방향과 효율적인 목표달성을 위해 유기 및 자연 농업 생산자단체의 기술자로 구성된 전문가 협의회를 구성하여 운영하였으며, 시험포 및 토착농업 실천농가에 대한 경영분석 결과를 농촌경제연구원 내 경제분석 전문가 및 현지 농민과 검토회의를 개최하여 수정·보완하였다.

4. 주요 연구 내용

이 연구의 내용은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 시험포장의 경제성 분석인데 여기에서는 유기 및 자연농업 포장의 처리구별로 각종 자재, 노동력, 연료, 전기, 시설 및 농기계에 대한 감가상각 등 비용과 산출물의 상품화 수량 및 판매가격을 조사하여 수익성을 분석하는 것이다. 이러한 분석을 3년 간 계속함으로써 처리구별 경제성 및 연차의 진행에 따른 경제성의 변화를 파악하였다.

둘째는 토착농업을 현재 실천하고 있는 농가의 실태조사인데 이 조사를 통하여 유기 및 자연농업 실천농가의 일반 개황, 토착농업 도입 동기, 기술체계, 수익성 등을 분석하고 이를 토대로 토착농업의 문제점을 도출하고 수익성 개선방안을 제시하였다. 특히 수익성이 높은 농가의 토양관리 (녹비작물, 퇴비제조, 윤작 등), 작물관리 (작부체계, 제조방법 등), 병충해 예찰 및 방제, 수확 후 관리 (선별, 등급, 저장 등), 유통관리 (판로확보, 가격차별화 전략 등) 등 경영기법을 심층 분석하여 신규참여 또는 후발농가가 참고할 수 있도록 하였다.

제 2 절 환경친화적 토착농업의 실태

1. 토착농업의 개념과 유형

가. 친환경농업의 개념

우리나라의 농업은 1960년대 이전까지만 하더라도 생계농 위주의 자급자족 형태를 유지하여 왔다. 생산된 농산물은 대부분 자가소비되었고 투입하는 농자재도 자가생산하는 퇴구비 및 자가채종 종자를 활용하였으며 병해충 방제는 제충국, 니코틴, 목초액 등 천연산물과 인력방제에 의존하였다. 그러나 1960년대에 들면서 농업도 하나의 직업으로 상업화되었으며 이에 따라 생산성을 제고하려는 움직임이 강하게 일어났다. 전국적으로 추진된 새마을운동, 식량자급 정책, 화학비료 및 농약의 대량공급 및 지원 정책 등은 이러한 움직임을 뒷받침하였고 그 결과 농업은 다수확 및 소득증대를 추구하는 다투입(多投入; much input) 형태로 바뀌게 되었다.

이와 같이 우리나라의 농업은 과거의 전통농업에서 현대농업으로 발전되어 왔다. 현대농업의 특징은 단일작목 위주의 대규모화, 화학물질 증투, 증산 위주의 농업경영으로 요약할 수 있다. 이와 같은 농업경영 방식의 전환으로 농업생산성은 크게 증대되었으나 환경적인 측면에서는 여러 가지 문제점이 노정되고 있다.

즉, 현대농업은 경종농업과 축산이 연계되지 않아 유기물 투입이 적고, 화학물질에 크게 의존하기 때문에 환경을 오염시키는 경우가 많다. 화학비료와 농약의 과다한 사용은 토양의 물리적 구조를 악화시키고, 토양의 산성화, 보수·보비력의 저하, 토양양분의 불균형 등을 유발하여 장기적으로 토양의 생산성을 저하시킨다. 또한 농약은 토양과 수질을 오염시키고 자연생태를 파괴하며 생산된 농산물의 안전성까지 위협하고 있다. 이와 같이 농업화학물질은 농민과 소비자의 건강을 직·간접으로 위협할 뿐 아니라 자연생태 및 농업생산성을 저하시키는 원인이 되고 있다.

이러한 현대농법의 문제점이 부각되면서 최근 농산물도 환경과 친화적인 방법으로 생산하여야 한다는 여론이 높아지고 있다. 또한 국민소득의 향상에 따라 쾌적한 환경과 안전식품에 대한 수요가 증가하고 있으며 국제적인 추세도 농업생산과 환경보전을 조화시키는 방향으로 전환하고 있다. 이러한 추세에 부응하기 위하여 정부에서는 친환경농업 육성정책을 시행하고 있다.

정부는 1994년 친환경농업을 「농어촌 발전종합대책」 10대 중점시책의 하나로 공식

화하였고, 1997년에는 「환경농업육성법」을 제정하여 친환경농업 육성을 위한 제도적 장치를 마련하였다. 이 법에서는 친환경농업의 개념을 정립하고 친환경농업의 육성을 위한 정부, 민간단체, 농업인의 역할과 각종 시책을 언급하고 있다.

2000년 7월 1일부터는 친환경농산물에 대한 품질관리제도를 국제기준에 부합시키 나가기 위하여 농수산물품질관리법의 ‘품질인증제도’와 환경농업육성법의 ‘표시신고제도’를 일원화한 친환경농산물 표시인증제도를 시행하고 있다. 표시인증제도에서는 친환경농산물의 종류를 유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물, 전환기유기농산물 등 4가지로 분류하고 있다.

유기농산물이란 농약과 화학비료를 전혀 사용하지 않고 3년 이상 재배된 포장에서 생산된 농산물로 잔류농약이 검출되지 않아야 한다. 무농약농산물은 농약은 전혀 사용하지 않고 화학비료는 권장시비량을 지켜 재배한 농산물로 잔류농약이 검출되지 않아야 하며, 저농약농산물이란 농약은 안전사용 기준의 1/2 이하를 사용하고 화학비료는 권장시비량을 지켜 재배한 농산물로 잔류농약은 보건복지부 장관이 고시한 허용기준의 1/2 이하이어야 한다. 또한 전환기유기농산물이란 일반농법에서 유기재배로 전환되는 과정에서 생산된 농산물을 말한다.

정부가 설정하고 있는 친환경농업의 정책목표는 환경과 농업의 조화이며 이러한 목표를 달성하기 위하여 6가지 세부전략을 수립하여 추진하고 있다. 첫째는, 농업의 기본이 되는 토양을 건전하게 유지·보전하여 농지의 생산성을 확보하는 것이고 둘째는, 농업으로부터 발생하는 환경오염 요인을 최대한 감축하는 것이다. 즉, 농약, 화학비료, 축산분뇨 등으로 인한 지표수 및 지하수 오염방지와 식품의 안전성 확보를 위하여 농약, 질산염, 중금속 등의 잔류를 최대한 억제하는 것이다. 셋째는, 농업의 환경보전기능을 극대화하여 환경정화산업으로 발전시켜 나가며 넷째, 농업폐기물을 유기물자원으로 재활용하는 것이다. 다섯째는, 권역별 환경농업의 모형을 개발하여 보급하며, 마지막으로 국민건강을 위한 안전농산물 생산 및 공급체계를 확립하는 것이다.

친환경농업이란 농업과 환경을 조화시켜 농업의 생산을 지속가능하게 하는 농업형태로써 농업생산의 경제성 확보, 환경과 자원의 보전, 농산물의 안전성을 동시에 추구하는 농업을 말한다(오세익, 1997). 친환경농업과 비슷한 개념으로 여러가지 용어가 쓰이고 있다. 그 중 가장 많이 쓰이는 것으로 대체농업 (alternative agriculture), 저투입 지속적농업 (low input sustainable agriculture; LISA), 유기농업(organic farming), 자연농업 (natural farming), 유기자연농업, 생물학적농업, 생태학적농업 등이 있다.

이러한 용어들의 정의는 학자마다 조금씩 차이가 있으나 대체로 어느 특정 분야를

강조하고 있다. 예를 들면 저투입 지속적 농업은 화학물질의 감소를, 대체농업은 전통적 농업에 대한 새로운 농법을 지칭하는 것으로 미국과 유럽에서 주로 사용되고 있다. 유기 및 자연농업은 합성 화학물질을 사용하지 않고 자연산물만 이용하는 농법으로 생물학적 농업 (생물의 생명력을 중시하는 농업), 생태학적 농업 (자연생태계와 조화를 이루는 농업) 등이 이 범주에 속한다. 우리나라와 일본에서 주로 사용되는 오리농법, 왕우렁이농법, 미생물농법, 활성탄 목초액농법 등은 유기 및 자연농업의 한 분야로서 오리 또는 유효미생물을 활용하여 토양의 비옥도를 증진시키는 농법이다.

따라서 친환경농업을 환경보전과 농업발전을 동시에 추구하는 포괄적인 개념이라 한다면 상기 유사 농법들은 친환경농업의 목적을 달성하기 위한 수단의 개념을 갖는다. 또한 환경농업, 환경친화적 농업, 지속적농업 등은 친환경농업과 같은 개념으로 경우에 따라서 세 가지 용어를 혼용하고 있다.

나. 환경친화적 토착농업의 개념과 유형

이 연구에서 지칭하는 환경친화적 토착농업은 토지-작물-가축-인간의 관계에서 물질과 생명 순환의 원칙에 입각하여 각 부문의 재생산과정을 장기적으로 안정화시키는 기술체계를 말하며 구체적으로는 위에서 설명한 바 있는 유기 및 자연농업을 의미한다. 이러한 농법들은 환경부하를 되도록 적게 하면서 지력을 유지하여 식량생산의 장기적인 생산성을 확보하기 위하여 농약과 화학비료를 전혀 사용하지 않고 유기물, 자연광석, 미생물 등 자연적인 자재만을 사용하는 농업을 말한다. 그러나 우리나라의 경우 완전한 유기-자연농법을 실천하는 농가는 극소수에 불과하고 대부분 일반 관행농업에 비해 농약과 화학비료를 현저하게 감소시키고 다량의 퇴비를 시용하는 기술체계를 지니고 있다.

(1) 유기농업

유기농업은 전 세계적으로 가장 많이 쓰이고 있는 용어이나 국가별로 또는 시대적으로 약간의 차이가 있다. 유기농업의 효시라 불리우는 영국의 A. G. Howard (1873-1947)는 작물을 생산하면 토양의 유기물 함량이 감소되어 토양의 비옥도가 저하되므로 부식질의 토양환원이 유기농업의 원리임을 강조하였다.

Howard의 영향을 받은 미국의 J. I. Rodale(1899-1971)은 당시 화학비료와 농약의 남용으로 황폐화한 농경지는 유기물(organic matter) 투입에 의해 회복 가능성을 강조하여 유기물의 토양환원을 주장하고 이를 유기농업(organic farming)이라 명명하였다. 한편, A. Rodale은 유기농업은 단순한 유기물 증투에 그치지 않고 토양학, 병해충학, 식물생리·생태학 등 새로운 과학적 지식을 활용하여 단백질, 비타민 등 영양이 풍부한 식품을 만드는 것이라고 하여 과거의 지력유지 및 보전에 치중하던 유기농업 개념을 확대하였다.

일본에서는 유기농업이란 자연의 법칙을 존중하고 자연의 섭리(물질순환-유기물의 환원)에 따라 지력을 생산적으로 변화시키는 농업이라 하고, 토양-건강하고 안전한 식품생산-풍요로운 인간 관계를 강조하였다. 또 한편으로는 농업철학의 차원에서 현대 농업의 모순을 지적하고 생물계의 생태학적 윤회법칙에 의거 완전 무화학비료·무농약을 주장하였다.

이와 같이 유기농업은 시대에 따라 지력의 유지·보전에서 식품의 안전성, 생명순환의 법칙, 사람과 자연의 공생 등으로 그 초점이 변화되어 왔다. 우리나라는 이러한 몇 가지 개념을 총칭한 포괄적인 개념으로 유기농업을 정의하고 있다. 즉, 흙 속에는 무수한 미생물과 미세한 동식물이 있는데 이들의 생명력과 용화될 수 있는 농업생산 활동만이 식물 본연의 성장과 결실을 유도할 수 있고, 자연환경 및 생태계 파괴를 막으며, 각종 공해물질에 의한 식품이나 환경오염을 방지할 수 있다 (정진영, 1989). 이것이 유기농업의 기본정신이며, 이러한 농법은 인류의 건강을 지키는 동시에 천지만물이 공생하는 삶을 지향한다.

이와 같이 우리나라의 유기농업 개념은 지력의 유지와 안전식품의 공급에만 국한시키지 않고, 인간도 자연생태계의 일부라는 차원에서, 지구상의 모든 생명체가 더불어 살아간다는(생명공동체) 철학적인 측면까지 확대한 것이다.

(2) 자연농업

자연농업의 개념은 국가적으로 차이가 비교적 크다. 독일을 중심으로 한 유럽에서는 유기질과 자연산물 위주로 농사를 짓되 필요불가결한 경우에는 최소한의 화학비료와 농약의 사용을 배제하지 않는다 (이영석, 1986).

일본은 두 가지 개념이 공존하고 있다. 첫째는, 世界救世教라는 종교단체에서 주장하는 자연농업은 淸淨農法이라 하여 화학비료와 농약은 물론 동물의 퇴구비도 不淨한 것이라 하여 그 이용을 금지한다. 둘째로, 그리고 보다 일반적인 개념의 자연농업은 자연계 생물의 생존양식에 착안하여 인간이 어떠한 노력을 가하지 않아도 자연이 스스로 농사를 짓는다는 것이다. 이 개념은 모든 식물은 자연에서 나와 자연으로 돌아간다는 자연회귀적 농법이며 무비료, 무농약, 무경운, 무제초의 4無 원칙을 주장한다. 이 농법은 미백연쇄적파법을 권장하고, 벼짚과 보리짚으로 멀칭하여 잡초발생을 억제하는 동시에 클로버를 뿌려 잡초제거 및 윤작효과를 도모한다.

우리나라의 자연농업은 일본의 두 번째 개념을 많이 답습하고 있다. 즉, 농업은 무에서 유를 창출하는 작업이고 이것은 오로지 자연만이 할 수 있기 때문에 인간은 자연의 흐름을 곁에서 돕고, 자연의 섭리를 역행하지 않는다는 것이다. 우리나라의 자연농업은 원칙적으로 합성농약의 사용을 거부한다. 병해충의 방제는 우선 작물을 건강하게 키워서 자체방어능력을 키우는데 중점을 두고, 필요 시 살균·살충 효과가 있는 천연자재를 활용하거나 인력으로 병충해를 극복한다. 화학비료 역시 원칙적으로는 권장하지 않으나 퇴구비, 띄움비 등 미생물에 의한 분해과정을 통해 만들어진 자재를 활용한 적량의 시비는 허용하고 있다.

2. 토착농업의 기술체계

가. 유기농업

유기농업은 화학비료, 합성농약, 사료첨가제 등 환경과 농산물에 위해를 줄 소지가 있는 합성물질의 사용을 일체 금지하고, 작물의 생육환경을 최적으로 조성하여 작물 스스로 방어능력을 최대한 발휘케 한다. 작물의 양분은 유기질비료, 자연광물 등으로

보충하고, 병해충 방제는 천적, 미생물 등 생물학적 방제와 기피제 또는 인력방제를 병행한다.

유기질비료로는 주로 발효 퇴구비를 사용하며 구입퇴비를 활용하는 경우도 많다. 퇴구비를 발효시킬 때 일본에서 배양된 수입미생물을 쓰는 농가도 있으며 토양개량제는 맥반석, 지오라이트, 활성탄 등을 사용한다. 병해충은 동물성 유기물을 발효시킨 액을 엽면살포하거나 현미식초, 목초액 등을 활용하며, 비닐온실 안에서는 유인함정을 활용하여 물리적으로 방제하기도 한다.

제초는 인력제초, 기계제초를 활용하며 오리농법, 왕우렁이 농법에서는 오리나 왕우렁이를 이용하여 잡초를 제거한다. 정통 유기농업에서는 두과작물을 윤작하여 양분의 균형과 잡초의 방제를 도모하고 있으나 우리나라의 경우 이러한 작부체계를 실제로 도입하는 농가는 많지 않다.

경영방식은 대부분 소규모로 복합경영을 지향하고 있다. 농산물의 판매는 직거래, 생협 등에 공동출하하고 있으나 일부 농가는 인근시장에 출하하는 경우도 있다.

나. 자연농업

자연농업의 추구하는 바는 기본적으로 유기농업과 유사하지만 자연의 섭리에 따르고 자연의 힘을 활용하는 등 자연과의 공존을 강조하는 측면에서 유기농업과 차이가 있다. 자연농업은 유기농업의 과도한 유기질비료 살포, 구입퇴비의 사용 등을 비판하면서 환경성과 경제성의 양립이 가능한 농법을 주장한다.

자연농업은 공장에서 가축분뇨를 원료로 생산하는 시판용 퇴비의 사용을 지양하고 다양한 식물질 및 동물질 부산물에 토착미생물을 혼합하여 자체적으로 만든 섞어띄움비를 쓸 것을 권장한다. 사용방법도 일시에 전량을 투입하기보다는 생육시기에 따라 분산 시비함으로써 유실을 방지하고 생산성을 높이는 방식을 추구하고 있다. 이러한 방법으로 유기질비료 사용량을 상당 수준 감축할 수 있으며 따라서 환경오염을 억제하고 경제성을 제고할 수 있다.

작물의 비배관리는 섞어띄움비를 근간으로 하고 필요한 경우에는 친환경적인 영양제(한방영양제, 막걸리, 흑설탕, 천혜녹즙, 키토산, 목초액, 미네랄, 깻묵액비, 아미노산 등)를 자가제조하여 활용한다. 섞어띄움비를 만들 때는 약간의 화학비료를 혼합하는 것을 허용하며 간혹 인산 및 카리질 화학비료를 추비로 사용하는 농가도 있다. 병해충 방제는 작물의 지체방어능력을 키우는데 주력하지만 필요한 경우에는 목초산, 기

피제, 현미식초, 소주 등을 활용한 환경친화적인 방제를 병행한다.

토양미생물의 번식과 활동이 활발해지면 경운을 하지 않아도 토양의 입단구조가 발달하며, 제초를 하지 않아도 토양의 유기물이 보충될 수 있고 천적의 활동도 활발해지기 때문에 무경운과 무제초를 권장하나 대부분의 농민들은 경운을 하고 있으며 인력 또는 기계를 이용한 제초도 하고 있다.

작부체계 상 윤작과 혼작은 거의 하고 있지 않으며 경영방식은 유기농업과 대등소 이하이다.

3. 토착농업의 생산규모

친환경농업을 실천하고 있는 농가 수 및 경지면적은 <표 4-1>에 나타나 있다. 1998년 현재 유기(자연농업 포함), 무농약, 저농약, 저화학비료 재배를 포함한 친환경농업 실천 농가는 13,056호로 전체 농가호수의 약 0.9%를 차지하고 있다.⁴⁾ 이러한 농가는 최근 3개년에 걸쳐 2배가 증가할 정도로 친환경농업 도입 속도는 빠르게 증가하고 있다. 친환경농업으로 재배되는 경지면적은 10,718ha로 총경지면적의 0.56%이며 호당 재배면적은 0.82ha이다.

재배형태별로 보면 저농약·저화학비료 재배가 77~81%로 가장 많고 그 다음이 무농약, 유기재배의 순으로, 순수한 유기재배의 경우는 전체 친환경농업의 8~9%에 불과하다. 이것은 순수한 유기재배의 경우 농약사용을 금지하기 때문에 경영의 위험이 높아 경험이 많은 농가 이외에는 유기재배를 기피하기 때문이다.

작물별로 보면 채소가 36~50%로 가장 많고, 그 다음이 벼(23~32%), 과수(19~24%)의 순이다. 호당 면적은 벼와 과수가 1.1ha 전후로 비교적 넓은 편이고, 채소는 0.6ha로 영농규모가 작다. 작물별로 재배형태를 농가 수를 기준으로 살펴보면 벼의 경우에는 유기재배 12%, 무농약재배 23%로 채소(8~11%) 및 과수(4~5%)보다 유기 및 무농약 비중이 월등히 높다. 이것은 벼의 경우 오리, 왕우렁이, 키토산, 쌀겨 농법 등 다양한 친환경농법이 보급되고 있고, 담수 하에서 재배되며, 식물체 표면이 큐틴질로 쌓여있

4) 현재 친환경농업 실천농가는 무농약·무화학비료를 원칙으로 하는 정통 유기 및 자연농업을 실천하는 농가는 드물고 대부분 유기 및 자연농업의 기본 정신을 따르되 필요한 경우에는 약간의 농약 또는 화학비료를 사용하는 무농약·저화학비료, 저농약·저화학비료 형태를 취하고 있다. 이 후부터는 유기농업이란 정통 유기농업을 의미하며 여기에는 정통 자연농업도 포함된다.

어 병해충 관리가 채소나 과수보다 상대적으로 용이한 때문인 것으로 보인다.

채소로는 당근, 상추, 신립초, 부추, 케일, 치커리 등이 친환경재배 비율이 높으며 특히 쌈채류와 녹즙원료의 경우에는 유기재배가 주류를 이루고 있다. 과일은 사과, 배, 포도의 순으로 친환경재배가 많았는데 대부분 노지에서 재배되고 재배기간이 길어서 유기 및 무농약재배보다는 저농약재배 비율이 높다.

특작의 경우는 대부분이 버섯인데 재배기간이 비교적 짧고, 실내에서 재배되며 퇴비를 이용하기 때문에 유기재배 비율이 높으며(38%), 무농약재배 농가의 비율도 40%에 달해 타 작목에 비해 병해충 관리기술이 안정화된 것으로 보인다.

<표 4-1> 작목별·친환경농업 형태별 농가호수 및 경지면적(1998)

단위: 호, ha

구분	유기재배		무농약재배		저농약·저화학 비료재배		계	
	농가수	면적	농가수	면적	농가수	면적	농가수	면적
벼	360	322	684	595	1,939	2,460	2,983(22.8)	3,377(31.5)
채소	504	385	685	343	5,286	3,157	6,475(49.6)	3,885(36.3)
과 수	109	102	128	91	2,217	2,413	2,454(18.8)	2,606(24.3)
특 작	219	42	236	78	129	161	584(4.5)	281(2.6)
기 타	45	51	73	85	442	433	560(4.3)	569(5.3)
계	1,237 (9.5)	902 (8.4)	1,806 (13.8)	1,192 (11.1)	10,013 (76.7)	8,624 (80.5)	13,056 (100)	10,718 (100)

자료: 국립농산물품질관리원

1998년 이후로는 친환경농업 농가 및 면적은 조사되지 않고 작목별 재배형태별 품질인증 양만 발표되고 있다. <표 4-2>를 보면 친환경농업은 최근으로 올수록 급속히 증가하고 있다. 곡물류는 거의 모두가 쌀인데 1999년에서 2001년까지 3년 동안 무려 4.6배나 늘어났고 채소 및 과실도 각각 2.6배, 6.1배 증가하였다. 또한 2002년은 9월말 현재까지만 조사되어 확실한 것은 알 수 없으나 연말까지 집계한다면 2002년에는 2001년보다도 더 증가할 것이다. 기타는 서류, 특작, 축산물(유정란 및 쇠고기) 등인데 이것도 최근에 생산량이 급속히 증가하고 있다.

재배형태별로 보면 비교적 도입하기 쉬운 저농약 및 무농약 형태가 크게 증가하고 있고 유기재배는 이에 비하면 증가속도가 다소 느리다. 이것은 유기재배는 토양 및 비배관리, 병해충 방제 등에 전문기술이 필요하고 경영의 위험성이 크기 때문에 저농약→무농약 재배를 거쳐 경험이 쌓인 농가만이 도입하기 때문인 것으로 보인다. 그러나 2002년에는 전환기농산물이 많아 앞으로 유기재배 농가도 크게 늘어날 것으로 전망된다.

<표 4-2> 작목별·재배형태별 친환경농산물 생산량

단위: 톤

연도별	작목별					재배형태별			
	계	곡류	채소류	과실류	기타	유기	무농약	저농약	전환기
1999	26,643	818	21,611	3,034	1,181	6,996	11,798	7,849	-
2000	35,406	1,119	25,470	5,719	1,079	6,538	15,694	13,174	-
2001	87,279	3,778	56,095	18,451	8,955	10,625	32,274	44,334	45
2002.9말	116,773	2,909	70,755	26,721	16,388	8,971	48,514	56,184	3,104

자료: 국립농산물품질관리원

제 3 절 토착농업 시험포의 경영분석

1. 분석의 개요 및 방법

이 연구는 3개 연구기관 협동으로 추진되었다. 주관연구기관인 농촌진흥청 농업과학기술원에서는 자연농업 시험포를 운영하여 처리구별로 작물의 생육, 수량, 식물체 및 토양분석을 수행하였으며 협동기관인 단국대 유기농업연구소는 유기농업 시험포를 운영하면서 농업과학기술원과 같은 항목을 조사하였다. 또한 유기 및 자연농업협회는 각 농법 포장의 농장을 수시로 방문하여 포장관리 농가를 지도하고 영농자재를 조달하였다.

시험포장은 자연농업은 경기도 용인시 원삼면 사암리 986번지 김해철 농가 시설하우스, 유기농업은 천안시 동면 화계리 2구 174-3 이태원 농가 시설하우스에 설치하였다. 공시작물은 자연농업은 건고추, 유기농업은 풋고추로 하였으며 공시품종은 각각 마니따와 녹광이었다. 각 시험포의 크기 및 식재주수는 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 시험포장의 크기 및 식재주수

구 분	자연농법		유기농법	
	면적	식재주수	면적	식재주수
관행농법구	132.8m ²	276	58m ²	116
최소방제구	132.8m ²	276	58m ²	116
토착농법구	238.9cm ²	504	58m ²	116

관행구는 일반 관행농법에 따른 것이며 최소방제구는 토착농법과 동일한 시비법을 따르되 병해충이 발생한 경우 최소량의 농약을 살포하는 포장을 말한다. 토착농법구는 유기 및 자연농법에 따라 처리방법이 다른데 구체적인 처리내용은 다음과 같으며 사용자재 및 자재별 특성은 각각 제2장 및 제3장에 나타나 있다.

<자연농업>

1) 관행농법구

- ① 시비량: 토양검정 후 화학비료(N-P-K) 실 필요량을 계산하여 시비
- ② 병해충 발생 시 관행농업에 따른 합성농약 살포

2) 최소방제구 (자연농법+최소방제)

- ① 시비량: 토착미생물 퇴출비(1,400kg/10a) + 액비 엽면시비(8회)+부족한 성분이 있을 때 약간의 화학비료로 보충
- ② 병해충 발생 시 천연방제 + 최소량의 합성농약 살포

3) 토착농법구 (자연농법)

- ① 시비량: 토착미생물 퇴출비(1,400kg/10a) + 액비 엽면시비(8회)
※ 무화학비료
- ② 병해충 발생 시 천연방제 (합성농약은 일체 사용하지 않음)

<유기농업>

1) 관행농법구

- ① 시비량: 토양검정 후 화학비료(N-P-K) 실 필요량을 계산하여 시비
- ② 병해충 발생 시 관행농업에 따른 합성농약 살포

2) 최소방제구(유기농법+최소방제)

- ① 시비량: 균강(500kg/10a) + 고급유기질비료(2톤/10a) + 액비 엽면시비(육묘 시 5회, 정식 후 10일 간격) + 관주(정식 후 10일 간격) + 부족성분이 있을 때 약간의 화학비료로 보충
- ② 병해충 발생 시 천연방제 + 최소량의 합성농약 살포

3) 토착농업구 (유기농법)

- ① 시비량: 균강(500kg/10a) + 고급유기질비료(2톤/10a) + 액비 엽면시비(육묘 시 5회, 정식 후 10일 간격)+관주(정식 후 10일 간격)
※ 무화학비료
- ② 병해충 발생 시 천연방제 (합성농약은 일체 사용하지 않음)

경영분석에 있어서 각 처리구는 300평을 기준으로 환산하였다. 수량은 농업과학기술원 및 단국대에서 조사한 건물중 위주의 수량과는 별개로 실제로 상품화한 수량을 조사하여 경영분석에 적용하였다. 판매단가는 실제 판매일별 조수입을 합산하여 평균하였는데 자연농업의 경우 토착구는 유기농산물을 취급하는 해당지역 생협 가격을, 최소구는 저농약 농산물 직거래 가격을, 관행구는 가락동 농수산물 도매시장의 경락 가격을 적용하였다. 또한 유기농업은 토착구는 생협, 최소구는 지역 소매시장, 관행구는 가락동 도매시장 가격을 적용하였다.

종묘비는 고추묘를 구입한 경우에는 구입비용, 자체육묘하였을 경우에는 종자대와 육묘에 사용된 각종 자재, 노임, 전기료 등을 합산하여 산출하였다. 제재료비는 작물의 재배관리에 사용된 모든 자재와 자가퇴비 제조비를 합산하였으며, 지급수수료는 출하에 소요되는 모든 비용을 계상하였다. 감가상각비는 시설하우스 골재 및 비닐교체비를 산출하였으며, 광열동력비, 농기계·시설 수선비는 시험포에 투입된 비용만 분리해 내기 어려워 시설하우스(시험포)와 관리농가의 타 농지와 면적비율로 분할 산출하였다.

2. 토착농업 시험포 경영분석 결과

가. 자연농업

(1) 1차 연도 (2000년)

수량은 최소방제구가 505.8kg/10a으로 관행구보다 5.1% 높았으며 토착구(자연농업구)는 456.7kg/10a으로 제일 낮았다. 상품화율은 관행구와 최소방제구가 각각 96.8%, 96.6%로 비슷한 수준이고 토착구가 85.8%로 제일 낮았으나 처리구별 유의성은 없었다. 판매가격은 토착구가 12,500원/kg으로 관행구보다 55%나 높았으며 최소방제구는 10,833원/kg으로 관행구보다 34% 높았다. 이에 따라 조수입은 토착구(146.7%), 최소방제구(140.8%), 관행구(100%) 순으로 많았다 (표 4-4).

중간재비는 최소구, 관행구, 토착구의 순으로 많았으나 금액상 큰 차이를 보이지 않았다. 유기질비료는 관행구는 구입한 돈분퇴비, 최소구와 토착구는 자가제조 퇴비를 사용하였다. 토착구 및 최소구에 화학비료가 들어간 것은 퇴비제조 과정에 약간의 무기질비료를 투입하였기 때문이다. 농약은 흰가루병 및 담배나방을 방제하기 위하여 살균제 및 살충제를 3회 살포하였다.

경영비는 관행구(100%), 최소구(88.9%), 토착구(87.9%)의 순으로 많았다. 관행구의 경우 도매시장에 출하하여 운반비 및 상장수수료 등 지급수수료가 소요되었고 최소구와 토착구는 소비자에게 직거래 또는 생협에 납품하여 지급수수료가 소요되지 않았으며 높은 가격을 수취하였다. 생산비는 자가노임의 차이가 커서 최소구, 토착구, 관행구의 순으로 많았다.

소득은 토착구가 10a당 444만원으로 관행구보다 81%나 많았고 최소구도 관행구보다 70%나 높았다. 순수익도 토착구가 91만원으로 가장 높았고 그 다음이 최소구, 관행구의 순이었다. 용인지역은 토지용역비가 비교적 높아 순수익율이 낮게 나타났다.

(2) 2차 연도 (2001년)

수량은 1차 연도와 마찬가지로 최소구에서 가장 높았고 그 다음이 관행구, 토착구의 순이며 평균적으로 1차 연도보다 약 3% 증수되었다. 그러나 수량차이는 $\pm 5\%$ 내외로 그리 크지 않았으며 상품화율도 96.5~96.9%로 처리구별 차이가 거의 없었다. 수

취가격은 토착구가 14,200원/kg (2000년 가격의 113.3%)으로 관행구보다 38.7% 높았고 최소구도 관행구보다 30.5% 높은 가격을 받았다.

조수입은 1차년도와 달리 최소구가 690만원/10a로 가장 높았으며 (관행구의 137%), 그 다음이 토착구(134%), 관행구(100%)의 순이었다. 최소구의 조수입이 높았던 것은 저농약 농산물의 이점을 최대한 홍보하여 전년대비 23%나 높은 가격을 수취한 때문이다.

<표 4-4> 자연농업 시험포 수익성

단위: 천원/10a

구 분		1년차(2000년)			2년차(2001년)			3년차(2002년)				
		관행구	최소구	토착구	관행구	최소구	토착구	관행구	최소구	토착구		
조수입(A)	수량(kg)	481.3	505.8	456.7	492.4	517.6	475.5	453.2	477.5	444.6		
	단가(원/kg)	8,083	10,833	12,500	10,215	13,333	14,167	6,142	11,167	14,167		
	계	3,890.4	5,479.3	5,708.5	5,029.9	6,901.2	6,736.4	2,782.3	5,337.8	6,304.3		
생 영 산 비	(B)	종 묘 비	26.3	26.3	26.3	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	
		물	유기질비료	100.0	31.0	31.0	59.4	71.9	71.9	59.4	68.6	68.6
		화 학 비 료	32.7	23.9	17.0	39.3	25.5	17.1	43.3	29.7	21.4	
		농 약 비	17.3	7.2	-	36.4	36.4	-	27.1	27.1	-	
		천연방제비	-	78.0	78.0	-	85.5	97.0	-	1.2	4.7	
		광열동력비	93.1	105.9	105.9	120.2	122.3	122.2	120.2	120.2	120.2	
		제 재 료 비	183.7	183.7	183.7	379.1	379.1	379.1	454.3	454.3	454.3	
		감가상각비	495.2	495.2	495.2	728.4	728.4	728.4	728.4	728.4	728.4	
	수 선 비	325.5	325.5	325.5	387.2	387.2	387.2	387.2	387.2	387.2		
	계	1,273.8	1,276.7	1,262.6	1,778.4	1,864.7	1,831.3	1,848.3	1,845.1	1,813.2		
(C)	지급수수료	162.1	-	-	207.8	-	-	117.0	-	-		
	고용노동력	-	-	-	-	-	-	650.5	650.5	635.9		
계	1,435.9	1,276.7	1,262.6	1,986.2	1,864.7	1,831.3	2,615.8	2,495.6	2,449.1			
비	자가노동비	1,527.8	1,812.2	1,745.9	2,281.8	2,600.7	2,520.2	1,609.6	1,609.6	1,600.4		
	토지용역비	1,485.0	1,485.0	1,485.0	1,485.0	1,485.0	1,485.0	1,485.1	1,485.1	1,485.1		
	자기자본용역비	301.4	301.4	301.4	301.4	301.4	301.4	301.4	301.4	301.4		
	계(D)	4,750.1	4,875.3	4,794.9	6,054.4	6,251.8	6,137.9	6,011.9	5,891.7	5,836.0		
부가가치(A-B)		2,616.6	4,203.5	4,445.9	3,251.5	5,036.5	4,905.1	934.0	3,492.7	4,491.1		
소 득(A-C)		2,454.5	4,202.6	4,445.9	3,043.7	5,036.5	4,905.1	166.5	2,842.2	3,855.2		
순 수 익(A-D)		-859.7	604.0	913.6	-1,024.5	649.4	598.5	-3229.6	-553.9	468.3		

물재비는 최소구, 토착구, 관행구의 순으로 많았는데 그 차이는 크지 않았다. 물재비 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것은 재료비, 감가상각비, 수선비이다. 노동력은 최소구, 토착구, 관행구 순으로 많이 투입되었는데 최소구와 토착구의 경우 퇴비 및 영양제 제조와 해충방제에 많은 인력이 소요되었다. 농약은 탄저병이 비교적 많이 발생하여 살균제, 살충제를 포함하여 5회 방제하였다.

소득은 1차 연도와 달리 최소구가 10a당 503만원(관행구의 166%) 수준으로 가장 높고, 그 다음이 토착구(162%), 관행구(100%)의 순이나 최소구와 토착구의 소득 차이는 그리 크지 않았다. 순수익도 소득과 비슷한 경향을 보이고 있다.

(3) 3차 연도 (2002년)

수량은 1~2차 연도와 마찬가지로 최소구, 관행구, 토착구의 순으로 많았으며 토착구의 수량이 관행구의 98%에 달하고 있어 연도가 경과할수록 토착구의 수량이 향상되고 있었다. 상품화율은 1~2년차보다는 다소 떨어진 95%대를 보이고 있으나 최소구는 93%대로 약간 낮았다.

수취가격은 토착구가 14,200원/kg으로 관행구보다 2.3배나 높게 받았고 최소구도 관행구보다 82% 높은 가격을 받았다. 그 결과 조수입은 토착구가 630만원/10a로 가장 높았으며 (관행구의 2.3배), 그 다음이 최소구(1.9배), 관행구의 순이었다. 3차 연도는 2차 연도에 비해 관행구의 가격은 40%나 떨어졌으나 토착구 및 최소구의 가격은 비슷한 수준이거나 오히려 많이 받아 조수입을 확대하는데 크게 도움이 되었다. 일반농산물의 가격은 그 해의 생산량에 따라 크게 변동하는데 반해 유기 및 자연농업의 경우 판로만 확보된다면 가격의 하락은 거의 없어 경영의 안정화에 큰 도움이 되고 있다.

물재비는 2차 연도와 비슷한 수준으로 관행구와 최소구는 185만원/10a으로 거의 같고 토착구는 이보다 약간 낮은 수준이었다. 물재비 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것은 1~2년차와 마찬가지로 감가상각비, 재료비, 수선비 등이었다. 농약은 흰가루병 등을 방제하기 위하여 2회 살포하였으며 비교적 병 발생이 적어 토착구 및 최소구의 천연방제제 소요액이 크게 감소하였다.

소득은 토착구가 386만원/10a로 가장 많고 그 다음은 최소구, 관행구의 순이었음. 3차 연도는 관행구의 경우 수취가격이 낮아 소득이 아주 낮았으나 토착구와 최소구는 어느 정도의 소득을 확보하여 경영의 안정성을 보여주고 있다.

나. 유기농업

(1) 1차 연도 (2000년)

폭우로 인해 시험포가 일시적으로 침수되었고 그 여파로 포장에 역병이 만연하여 시험을 포기하였다. 관행구는 농약을 살포하였음에도 불구하고 역병이 심하여 수확을 포기할 수밖에 없었다. 2000년에는 시험포가 위치한 지역 일대에 역병이 만연하여 일반농가에서는 농약을 7~8회 살포하였으나 역병의 피해로 수량이 크게 감소하였다.

<표 4-5> 유기농업 시험포 수익성

단위 : 천원/10a

구 분		1년차(2000년)			2년차(2001년)			3년차(2002)			
		관행구	최소구	토착구	관행구	최소구	토착구	관행구	최소구	토착구	
조수입(A)	수량(kg)	-	-	-	2,224	1,668	1,668	1,852	1,235	1,218	
	단가(원/kg)	-	-	-	2,219	2,466	2,713	2,477	2,595	2,713	
	계	-	-	-	4,935.1	4,113.3	4,525.3	4,587.4	3,204.8	3,304.4	
생 영 산 비	경 물	종 묘 비	260.0	260.0	260.0	258.6	258.6	258.6	47.1	47.1	47.1
		유기질비료	-	253.6	253.6	-	446.0	446.0	-	494.3	494.3
	재 비	화 학 비 료	3.7	-	-	18.3	-	-	29.8	-	-
		농 약 비	148.0	148.0	-	371.2	1.5	-	739.7	236.2	-
		천연방제비	-	50.4	50.4	8.4	234.0	230.6	214.7	240.6	273.3
		광열동력비	38.1	47.1	47.1	56.4	56.4	56.3	5.1	5.1	5.1
		제 재 료 비	62.2	62.2	62.2	91.0	98.8	98.8	113.8	143.6	143.6
		감가상각비	530.1	530.1	530.1	695.7	695.7	695.7	695.7	695.7	695.7
		수 선 비	365.0	365.0	365.0	368.0	368.0	368.0	368.0	368.0	368.0
		계	1,407.1	1,716.4	1,568.4	1,867.6	2,159.0	2,153.8	2,213.9	2,230.6	2,027.1
(C)	지급수수료	-	-	-	286.1	216.0	-	138.0	135.0	-	
	계	1,407.1	1,716.4	1,568.4	2,153.7	2,375.0	2,153.8	2,351.9	2,365.6	2,027.1	
비	자가노동비	566.4	644.6	580.1	1,422.1	1,464.1	1,453.6	1,687.9	1,156.6	1,075.8	
	토지용역비	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	
	자기자본용역비	280.0	280.0	280.0	227.0	227.0	227.0	278.0	278.0	278.0	
계(D)	2,715.5	3,103.0	2,890.5	4,264.8	4,528.1	4,296.4	4,779.8	4,262.2	3,842.9		
부가가치(A-B)	NA	NA	NA	3,066.5	1,954.3	2,371.5	2,373.5	974.2	1,277.3		
소 득(A-C)	NA	NA	NA	2,780.4	1,738.3	2,371.5	2,235.5	839.2	1,277.3		
순 수 익(A-D)	NA	NA	NA	669.3	414.8	228.9	-192.4	-1,057.4	-538.5		

※ NA: not available

(2) 2차 연도 (2001년)

수량은 관행구가 제일 많고 최소구와 토착구(유기농업구)는 같은 수준이었는데 토착구와 최소구에서는 역병으로 수량이 감소하여 관행구의 75%에 불과하였다.

수취가격은 토착구가 2,713원/kg으로 관행구보다 22.3% 높았으며 그 다음은 최소구, 관행구의 순이었음. 유기농업의 경우에는 자연농업과 달리 토착구 및 최소구의 가격이 관행구보다 크게 높지 않았는데 이것은 유기 및 저농약 농산물의 이점을 최대한 활용하지 못했기 때문이다. 이에 따라 조수입은 관행구(100%)가 제일 높고 그 다음이 토착구(91.7%), 최소구(83.3%)의 순이었다.

물재비는 자연농업의 경우와 마찬가지로 최소구, 토착구, 관행구 순으로 많았는데 그 차이는 크지 않았다. 물재비 중에는 감가상각비와 수선비의 비중이 높았고 토착구와 최소구의 경우에는 유기질비료비 및 천연방제비의 비중도 컸다. 종묘비는 1~2차 연도에는 고추모종을 구입하였고 3차 연도에는 자가육묘하였다. 농약은 흰가루병, 탄저병, 담배나방을 방제하기 위하여 관행구는 7회, 최소구는 1회 살포하였다. 경영비는 최소구와 토착구는 거의 같고 관행구는 이보다 약 14% 적었다.

노동력은 최소구, 토착구, 관행구의 순으로 많이 투입되었는데 그 차이는 크지 않았다. 일반적으로 유기농업은 퇴비제조 및 천연방제에 많은 노동력이 투입되는데 이 농장의 경우에는 퇴비와 천연방제제를 대부분 유기농업협회에서 구입했기 때문에 노동력이 많이 소요되지 않았다.

소득은 자연농업 포장과는 반대로 관행구가 278만원/10a으로 제일 많았고 그 다음이 토착구(237만원), 최소구(174만원)의 순이었다. 토착구와 최소구의 소득이 관행구의 63~85%로 낮은 것은 유기 또는 저농약 농산물이라는 이점을 살리지 못해 판매가격을 높게 받지 못했으며 수량도 낮았기 때문이다.

(3) 3차 연도 (2002년)

수량은 관행구(100%), 최소구(66.7%), 토착구(65.8%)의 순으로 많았으며 전년에 비해 평균적으로 약 23% 정도 떨어졌다. 토착구와 관행구의 수량 차이는 전년의 75%에서 2002년은 66%로 더욱 벌어졌는데 이는 유기농업의 경영이 불안정함을 말해준다.

수취가격은 관행구와 최소구는 전년보다 약간 오른 수준이나 토착구는 전년과 비슷한 2,713원/kg으로 관행구보다 겨우 10%를 더 받는데 불과하였다 (전년의 가격차이

는 22.3%). 이것은 유기농 풋고추의 시장개척이 그만큼 덜 되었다는 것을 의미하며 앞으로 홍보전략이 중요함을 말해준다. 이에 따라 조수입은 전년과 같이 관행구, 토착구, 최소구의 순으로 높았으며 토착구의 조수입은 관행구의 72% 수준에 머물고 있어 전년의 92% 수준에 훨씬 못미치고 있다.

물재비는 2차 연도와 달리 최소구, 관행구, 토착구의 순으로 많았는데 그 차이는 크지 않고, 물재비 중에는 유기질비료, 천연방제제, 감가상각 및 수선비 등의 비중이 컸다. 경영비는 최소구가 237만원/10a으로 가장 많고 토착구는 최소구의 86% 수준이었다.

소득은 2차 연도와 마찬가지로 관행구(224만원/10a)가 제일 많고 그 다음이 토착구(128만원/10a), 최소구(84만원/10a)의 순으로 많았으며 토착구는 관행구의 57%에 불과하여 전년도 85%를 크게 밑돌았다. 이것은 유기농업의 경영이 불안정하다는 것을 의미하며 기술체계의 확립과 판매전략의 중요함을 말해준다.

제 4 절 토착농업 실천농가의 경영분석

1. 조사농가의 개황

토착농업 실천 농가의 경영실태와 기술체계를 파악하여 문제점을 도출하고 수익성 제고방안을 모색하기 위하여 농가조사를 실시하였다.⁵⁾ 실천농가 조사는 같은 농가를 3년간 조사하되 첫해에는 농가개황 및 기술체계를 조사하여 문제점을 파악하고, 둘째 및 셋째 해에는 경영분석에 주력하였다. 조사작물은 고추, 오이, 배이었으며, 조사대상 농가는 유기농업협회와 자연농업협회에서 추천한 회원농가, 품질인증 농가 및 표시신고 농가로 각각 29호, 13호, 15호(총 57호)이었다. 조사농가의 작물별 조사지역은 <표 4-6>과 같다.

친환경농업 실천농가의 연령은 40~50대가 대부분으로 전체 조사농가의 82% 이상을 차지하고 있으며 30대 및 60세 이상은 각각 5.3%, 12.3%에 불과하다. 1년생 작물인 고추와 오이의 경우에는 진입이 비교적 용이하여 40대 젊은 층의 비율이 높다 (표 4-7).

5) 엄격한 의미의 토착농업은 무농약·무화학비료를 원칙으로 하는 정통 유기농업 및 자연농업을 말하나 대부분의 조사농가들은 무농약·저화학비료 또는 저농약·저화학비료 재배방법을 택하고 있었다. 따라서 이 절에서는 조사농가들을 친환경농업 실천농가로 지칭하기로 한다.

<표 4-6> 조사농가의 지역별 분포

구분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	계
고추	-	1	8	2	5	2	9	2	29
오이	3	3	-	3	-	1	1	2	13
배	3	0	-	2	2	6	1	1	15

친환경농업 경력은 10년 미만인 57.9%, 10년 이상이 42.1%를 차지하고 있다. 그러나 고추의 경우에는 10년 이상이 62.1%로 다른 작물과 반대인데 이것은 고추는 재배 기간이 길고 역병, 탄저병 등 치명적이고 다루기 힘든 병해가 많기 때문이다. 경험이 적은 신참농가들은 이러한 병해로 수량이 감소하고 심한 경우에는 영농을 포기하는 경우도 있다.

<표 4-7> 조사농가의 연령 및 경력

단위: 호; %

구분		고추	오이	배	계
연령별	30~39세	2 (6.9)	1 (7.7)	-	3 (5.3)
	40~49세	13 (44.8)	6 (46.2)	5 (33.3)	24 (42.1)
	50~59세	11 (37.9)	5 (38.4)	7 (46.7)	23 (40.3)
	60세 이상	3 (10.4)	1 (7.7)	3 (20.0)	7 (12.3)
토착농업 경력	10년 미만	11 (37.9)	10 (76.9)	12 (80.0)	33 (57.9)
	10년 이상	18 (62.1)	3 (23.1)	3 (20.0)	24 (42.1)
계		29 (100)	13 (100)	15 (100)	57 (100)

조사농가는 대부분(89%)이 생산자단체의 회원이었는데, 자연농업협회 19명(33%), 유기농업협회 18명(32%), 카톨릭농민회·한살림·기타가 20명(35%)이었다. 기술습득 방법은 '생산자단체의 교육'이 56%로 제일 높고, 그 다음이 반복된 경험(47%), 이웃농가(19%), 책을 통해서(11%)의 순이었다. 그러나 고추나 오이는 생산자 스스로 반복된 경험에 의한 기술습득 비중이 높고(35~41%), 배는 생산자단체의 교육을 통한 기술습득의 비중이 70% 이상으로 높았다.

친환경농업 실천형태는 저농약·저화학비료가 23명(40%)으로 가장 많고, 그 다음은 무농약·무화학비료 17명(30%), 무농약·저화학비료 16명(28%), 저농약·무화학비료 1명(2%)의 순이었다 (표4-8). 고추는 화학물질을 쓰지 않는 정통 유기·자연농업을 실천하는 농가가 38%로 비교적 높았고, 배의 경우는 재배기간이 길고 노지에서 재배되며 병해충이 많기 때문에 대부분(93%) 저농약 재배형태를 취하고 있다. 오이는 유기재배와 저농약재배 비중이 같은데 경험이 많은 농가는 유기재배, 신규농가는 저농약재배를 선호하였다.

<표 4-8> 친환경농업 실천형태

구분	무농약 무화학비료	무농약 저화학비료	저농약 무화학비료	저농약 저화학비료	계
고추	11 (37.9)	15 (51.7)	-	3 (10.4)	29 (100.0)
오이	6 (46.2)	1 (7.6)	-	6 (46.2)	13 (100.0)
배	-	-	1 (6.7)	14 (93.3)	15 (100.0)
계	17 (29.8)	16 (28.1)	1 (1.8)	23 (40.4)	57 (100.0)

친환경농업 실천 동기는 '농약피해와 환경오염을 줄이기 위해서'가 32%로 가장 많고, 그 다음이 수익성 제고(30%), 안전식품 생산(18%) 등의 순이었다. 고추의 경우에는 환경오염 피해를 줄이고 높은 가격을 받을 수 있어 수익성이 높아진다는 것이 주요 동기이고, 오이는 연작피해를 줄이기 위한 토양개선 대책으로 환경농업을 시작했다는 응답 비율이 높았다. 배는 농자재, 특히 농약 비용을 줄이고 토양의 지력 향상, 당도를 높이기 위한 방법으로 저농약재배를 채택한 농가가 많았다 (표 4-9).

<표 4-9> 환경농업 실천 동기

구분	농약피해, 환경오염 감소	수익성 제고	안전식품 생산	종교적인 차원	기타 (판로 등)	계
고추	9 (31.0)	7 (24.1)	5 (17.3)	3 (10.3)	5 (17.3)	29 (100.0)
오이	5 (38.4)	2 (15.4)	3 (23.1)	-	3 (23.1)	13 (100.0)
배	4 (26.7)	8 (53.3)	2 (13.3)	-	1 (6.7)	15 (100.0)
계	18 (31.6)	17 (29.8)	10 (17.5)	3 (5.3)	9 (15.8)	57 (100.0)

2. 조사농가의 경영 및 기술현황

재배면적은 고추의 경우에는 1,000평 이상 규모가 45%로 가장 많고 그 다음이 300~1,000평 (38%)이며, 300평 미만의 소규모 농가는 17%이었다. 고추농가는 고추 이외에 여러 가지 작물을 함께 생산하는 비전업 농가가 많았고 노지재배와 시설재배 비중이 비슷하였다. 오이는 300~1,000평 규모가 가장 많아(85%) 규모는 작으나 모두 시설재배 형태를 취하고 있으며 일년에 오이만을 2~3회 재배하는 전업농 형태를 띤 농가가 많았다. 배는 조사농가의 87%(13명)가 5,000평 이상의 배 전업농이며 1만평 이상을 경작하는 농가도 47%나 되었다. 이들 중에는 품질인증 및 표시신고를 한 농가의 비중이 높아(11농가, 73%) 일반 농산물보다 비교적 높은 가격을 수취하고 있다.

윤작은 병해충 방제 및 염류집적 방지를 위하여 중요한데 조사농가는 2~3년에 한번씩 윤작한다는 농가가 많았다. 그러나 3년 이상에 한번 또는 윤작을 아주 안한다는 농가도 21%에 달하며, 오이의 경우에는 일년에 2~3번 경작하므로 1~2년에 한번 윤작하더라도 연작피해가 우려되고 있다.

육묘는 조사농가의 93%가 자가육묘하고 있으며 플러그묘를 구입하는 농가는 고추 3농가 뿐이었다. 기비로 쓰는 유기질비료는 대부분 외부로부터 구입한 축분을 원료로 자가제조하고 있었고(79%), 발효퇴비를 구입해서 쓰는 농가는 21%이었다. 정통 유기 및 자연농업은 유축농업을 통한 유기질 자가조달을 권장하는데 이러한 농가는 고추 9농가뿐이었다. 조사농가의 76%는 추비를 주고 있는데 자가제조 또는 구입한 유기질을 사용하는 농가는 62%이고 14%는 화학비료를 쓰고 있었다.

기비 및 추비에 투입되는 자재는 목초액, 현미식초, 부산물(짚, 쌀겨, 왕겨, 깻묵), 청초, 한약재, 생선액비, 전해수 등을 혼합하여 발효시킨 복합제가 대부분이며 효소제와 시판 유기영양제를 구입하는 농가도 37% 정도 된다. 단일 자재로 가장 많이 사용되는 것은 목초액으로 조사농가의 82%가 쓰고 있고 현미식초, 쌀겨, 깻묵 등을 쓰는 농가도 많다 (표 4-10).

농가들은 이러한 자재를 사용할 때 과학적인 분석에 의한 시비처방을 하기보다는 자신의 노하우에 의하여 자재의 종류, 사용량 및 사용시기를 결정하며 신규농가의 경우에는 선진 농가를 답습하는 경우도 많다. 또한 시판되는 자재는 성분함량, 사용기준 등이 다르고 효과에 대한 견해도 크게 차이난다. 따라서 이러한 자재의 효과에 대한 과학적 검증과 자재의 표준규격, 사용기준, 공급체계 등을 정립할 필요가 있다.

<표 4-10> 유기질비료로 투입되는 자재 종류

구분	목초액	현미식초	청초 및 생선 액비	짚, 깻묵, 쌀겨, 왕겨	전해수	효소제, 시판 유기영양제
고추	21 (72.4)	14 (48.3)	11 (37.9)	23 (79.3)	1 (3.4)	11 (37.9)
오이	12 (92.3)	10 (76.9)	11 (84.6)	12 (92.3)	2 (15.4)	3 (23.1)
배	14 (93.3)	14 (93.3)	12 (80.0)	13 (86.7)	1 (6.7)	7 (46.7)
계	47 (82.5)	38 (66.7)	34 (59.6)	48 (84.2)	4 (7.0)	21 (36.8)

※ 복수응답 가능

병충해 방제에 이용되는 자재 또는 방법은 <표 4-11>에 나타나 있다. 정통 유기 및 자연농업은 기본적으로 식물체를 강건하게 키워 병해충에 대한 저항력을 높이는 것을 첫 번째 원칙으로 하고, 그 다음으로 예찰활동을 권장하며 그래도 병해충이 발생하였을 경우에는 환경친화적인 천연방제제를 쓸 것을 권장한다. 천연방제제로 가장 많이 이용되는 것은 목초액으로 조사농가의 63%가 쓰고 있고 식초 및 전해수를 활용하는 농가도 많다. 그러나 합성농약을 살포하는 농가도 42%에 달하며 배의 경우에는 모든 농가가 농약을 사용한다. 일부 농가에서는 초생재배를 이용한 병해충 분산법을 도입하고 있고 (배), 시설재배의 경우에는 유아등과 같은 유인살충트랩을 활용하기도 한다.

<표 4-11> 병충해 방제에 이용되는 자재

구분	농약	목초액	식초 또는 전해수	천적 또는 기피식물	미생물 약제	윤작, 잡초	흑설탕,막걸리 등 혼합물
고추	3 (10.3)	16 (55.2)	11 (37.9)	7 (24.1)	7 (24.1)	2 (6.9)	5 (17.2)
오이	6 (46.2)	7 (53.8)	3 (23.1)	1 (7.7)	4 (30.8)	-	1 (7.7)
배	15 (100.0)	13 (6.7)	9 (60.6)	-	-	10 (66.7)	-
계	24 (42.1)	36 (63.2)	23 (40.4)	8 (14.0)	11 (19.3)	12 (21.1)	6 (10.5)

※ 복수응답 가능

친환경농업을 실천하는데 가장 큰 애로사항은 노동력 부족, 그 다음은 병충해 방제, 판로확보 등의 순이었다. 특히 고추와 배는 비교적 넓은 면적을 경작하므로 노동력 부족이 가장 큰 애로사항이며, 오이의 경우에는 영농규모가 비교적 작고 시설안에서

재배하므로 노동력 문제보다는 병충해 방제가 어렵다고 응답하였다. 전반적으로 볼 때 유기재배 초기에는 병충해 방제, 토양관리 등 기술력이 문제이나 기술이 일정 수준 정착되면 판로나 노동력 부족 문제가 대두된다.

친환경농업의 생산량은 수익성을 좌우하는 중요한 인자인데 이것은 토양관리, 생육관리, 병충해 관리 등 수많은 요인에 의해 결정되기 때문에 현재의 토양상태, 기후, 작물의 생육상태 등을 판단할 수 있는 재배농가의 기술력 (예찰하여 예방할 수 있는 능력)이 중요하다. 그러나 농가조사 결과 과학적 근거에 의해 병충해에 대응하고 있는 농가는 조사대상 57호 중 1농가에 불과하며 대부분 병충해에 확실한 대응책은 없다고 응답하였다.

단위면적당 수량은 고추의 경우 유기 및 무농약 재배는 처음에는 ‘관행보다 50% 감소한다’고 응답했지만 ‘토양조성이 이루어지면 관행의 2/3 수준으로 회복할 수 있을 것’이라 응답하여 토양이 안정되고 기술과 경력이 쌓이면 생산성이 향상되는 것으로 나타났다. 유기 및 무농약 재배는 병충해 발생 여부에 따라 생산량 차이가 크기 때문에 윤작을 통한 지력 향상과 비배관리에 중점을 둔다고 응답한 농가가 많았다.

오이는 유기 및 무농약 재배의 경우 병충해 발생 때문에 ‘관행농보다 30% 이상 감소한다’는 농가가 많아 경력이 쌓여도 어느 정도의 감수는 불가피한 것으로 나타났다. 배의 경우에는 초기 3년동안은 생산량의 약 20~30%가 감소되지만 지력이 회복되는 4년차부터 생산력은 관행농 수준으로 회복되며 (조사대상농가 15호 중 86.7%인 13농가 응답), 토양조성이 완전히 이루어지면 농약 사용량은 1/2로 줄이면서 수확량은 관행농 수준이 된다고 응답하였다.

친환경농산물의 판매처는 수취가격을 좌우하여 수익성에 결정적인 영향을 미친다. 고추는 친환경농산물의 이점을 살려 직거래로 판매하는 비중이 83%에 달하며, 또한 17%는 개인적으로 직거래 고객을 확보하여 더욱 유리한 판매전략을 구사하고 있다. 오이는 직거래 비중이 46%, 일반도매 시장 출하가 54%이며, 직거래는 모두 생산자 단체의 공동 직거래 형태를 취하고 있다. 배의 경우에는 직거래는 3농가에 불과하고 나머지 12농가(80%)는 일반도매시장으로 출하하여 수익성 제고에 문제가 있다. 배는 저농약재배로 품질인증 및 표시신고를 한 농가도 일반시장으로 출하하여 일반농산물보다는 높은 가격을 받았지만 직거래 가격에 비하면 훨씬 낮은 수준이다.

이와 같은 조사농가의 기술체계를 요약 정리하면 <표 4-12> 및 <표 4-13>과 같다.

<표 4-12> 채소류의 기술체계

구분	육묘	기비	추비	병충해방제	제조관리
고추	-주로 자가육묘 일부 구입묘 -토곡 또는 원예용 상토 이용	-발효퇴비(우분,계분, 왕겨, 깻묵, 천보, 수피 엔자임 등) -토착미생물 띄움비	-목초액 -청초액비 -요소 미량	-현미식초 -목초액	-비닐멀칭 -인력제초
오이	-자가육묘 -원예용상토 이용	-발효퇴비(균강, 깻묵, 천보, 유박 등) -토착미생물 띄움비	-깻묵액비 -청초액비 -키토산 -NPK	-현미식초, 목초액, 소 주 살포	-비닐멀칭 -인력제초

<표 4-13> 배(자연농업)의 기술체계

기비	추비	병해충방제	비고
-축분발효퇴비 5,000kg/10a (퇴비 제조 시 토착미생물 원액을 500배 액으로 희석)	-미네랄 A(500배), 유산균(500배) 아카시아녹즙(500배), 미나리녹즙(500배), 한방영양제(500배), 현미식초(250배), 썩녹즙(500배), 생선아미노산(500배), 배꽃천연녹즙(500배), 바닷물(30배), -맥반석(500g)+요소3kg, 미네랄C (1,000배), 발효효소(생선찌꺼기+쌀겨)	-석회 유허합제 결정액 -현미식초(80배) -목초액(50배) -한방영양제 (500배)	-생육촉진 -병균제거, 균핵병, 탄저병 -잡초방제: 3회/년 (초생재배 예취)

3. 조사농가의 경영분석

가. 고추

(1) 수량

조사농가의 10a당 건고추 수량은 2000년에 265kg으로 관행농업보다 약간 많았으나 시험포 수량 (자연농업 505.8kg/10a)에는 훨씬 못 미치고 있다(표 4-14). 이것은 시험포는 시설재배이고 집약적인 관리가 이루어진 반면에, 조사농가는 시설재배와 노지재배가 혼합되어 있을 뿐 아니라 관리도 상대적으로 소홀하기 때문이다. 조사농가 간 수량차이는 최고 450kg, 최저 145kg으로 표준편차는 86.4kg이었다.⁶⁾

2001년에는 조사농가 평균 수량이 182kg/10a으로 전년대비 31%감소하였으며 관행농업보다도 73kg/10a(28.6%)나 적었다. 조사농가 중 전년대비 수량이 증가한 농가는 1호 뿐이었고, 전년대비 80% 이상을 유지한 농가도 5호에 불과하다. 이와 같은 수량감소는 주로 탄저병에 기인한 것으로 조사농가 10호 중 5호가 탄저병으로 40%이상 수량이 감소하였다.

<표 4-14> 친환경 고추농가의 경영분석

단위: 천원/10a

비목별		관행농업*		친환경농업 실천농가		
		2000년(A)	2001년(B)	2000년(C)	2001년(D)	
조수입	수량(kg)	260	255	265	182	
	단가	7,008	8,470	12,294	12,418	
	조수입계	1,837.2	2,159.9	3,177.7	2,311.5	
생 산 비	경 제 비	종묘비	54.1	59.4	114.3	104.0
		유기비료	29.1	31.7	231.3	210.1
		무기비료	42.4	43.0	9.0	9.0
		농약비	54.8	68.8	0.9	5.2
		천연방제비	-	-	40.0	55.9
		광열동력비	23.3	30.0	68.2	57.2
		제재료비	47.3	54.1	121.9	92.7
		감가상각비	25.6	27.7	242.4	241.9
		수선비	18.4	20.0	68.4	71.1
		물재비계	295.0	334.7	896.4	847.1
	고용노동비	83.5	79.6	224.3	311.2	
	토지임차료	49.0	58.5	25.6	26.1	
	경영비계	427.5	472.8	1,146.3	1,184.4	
자가노동비	575.4	643.1	915.0	897.4		
토지용역비	NA	NA	207.1	207.1		
생산비계	1,002.9	1,115.9	2,268.4	2,288.9		
부가가치	1,542.2	1,825.2	2,281.3	1,464.4		
소득	1,409.7	1,687.1	2,031.4	1,127.1		
순수입	834.3	1,044.0	909.3	22.6		

* 관행농업은 농촌진흥청 농축산물소득자료집 자료임

6) 고추농가에 대한 경영분석은 자료의 신빙성이 있는 10호만 분석하였다.

관행농업은 연도에 따른 수량변화가 거의 없는데 반하여 친환경농업은 감수폭이 매우 큰데 이것은 친환경농업의 경우 기상조건이나 병충해 방제가 그만큼 중요하다는 것을 말해준다. 2001년도 조사농가간 수량차이는 최고 374kg, 최저 45kg으로 표준편차는 115.4kg이었다. 이와 같이 표준편차가 평균치의 63%에 육박하는 것은 농가에 따른 수량변화가 크다는 것을 의미한다. 이러한 수량감소를 보상받기 위해서는 유기 및 무농약 농산물의 차별화를 통해 높은 가격을 받아야 하며 안정적인 생산량 확보를 위한 친환경적 병충해 방제 연구와 지원대책이 추진되어야 한다.

(2) 수취가격

조사농가의 평균 수취가격은 2000년에 12,294원/kg으로 관행농업의 1.75배이었다. 조사농가들은 높은 가격을 받기 위하여 직거래 판로를 개척하고 있으며 일부는 개인적으로 직거래 고객을 확보하여 유리한 판매전략을 구사하고 있다. 2001년에는 조사농가의 평균 수취가격은 12,418원/kg으로 전년과 거의 같은 수준이다. 관행농업의 경우 수취가격이 21%나 상승했는데 조사농가 수취가격은 거의 오르지 않은 것은 직거래 고객확보를 위한 전략인 것으로 보인다.

(3) 경영비

조사농가의 경영비는 농가 간 차이는 크지만 연도별 차이는 거의 없다. 조사대상 농가들은 친환경농업 기술이 어느 정도 안정된 농가들로서 연도별 재배방식이 변하지 않으며, 기계나 시설 등의 기반 역시 이미 갖추어져 경영상의 새로운 큰 투자도 거의 나타나지 않고 있다. 그러나 관행농업과는 큰 차이를 보이고 있는데 경영비 전체로 볼 때 친환경농업은 관행농업보다 경영비를 2.5~2.7배 많이 투입하고 있다.

경영비 중 비중이 큰 것은 감가상각비, 유기질비료, 고용노력비, 종묘비 등이며 이러한 비용은 관행농업보다 월등히 많다. 관행농업보다 감가상각비가 많이 계상된 것은 운실 때문이고 유기질비료가 많이 투입된 것은 기비 또는 추비로 퇴구비나 띄움비를 많이 시용하기 때문이다. 고용노력비는 병해충, 제초, 퇴비제조, 수확 및 조제에 일손이 많이 소요되었고, 종묘비는 조사농가 대부분이 자가육묘하기 때문에 육묘비용이 많이 투입되었다. 화학비료와 농약은 관행농업보다 훨씬 덜 투입된 반면에 천연방제비는 훨씬 더 많이 소요되었다.

(4) 소득

조사농가의 소득은 생산량의 직접적인 영향으로 2000년에 203만원/10a에서 2001년에는 113만원/10a 수준으로 45%나 감소하였다. 관행농업과 비교해 보아도 2000년에는 관행농업보다 62만원/10a(44%)나 많았으나 2001년에는 관행농업보다 오히려 56만원/10a(33%) 적었다.

조사농가들 간에도 차이가 많은데 2000년의 경우 최고는 309만원/10a, 최저는 57만원으로 표준편차는 86만원이었다. 한편 2001년에는 농가들 간 소득 격차가 더욱 커져 최고 438만원/10a에서 최저는 △22만원/10a이었으며 표준편차는 144만원/10a로 평균치보다도 많았다. 이러한 현상은 토양관리와 병해충 예찰·방제 등을 잘한 농가와 잘못된 농가와의 차이에서 비롯되며 친환경농업 경영의 불안정성과 기술체계의 중요성을 단적으로 나타낸다.

나. 오이

(1) 수량

오이의 수량은 평균 3.6~4.1톤/10a으로 관행농업의 10.3~11.4톤에 훨씬 못 미친다(표 4-15). 그러나 관행농업은 연 1기작을 기준으로 하고 본 연구는 연 2~3기작 중 봄재배를 기준으로 한 것이기 때문에 평균수량은 거의 비슷하거나 약간 적은 것으로 판단된다. 그러나 오이는 고추와 달리 농가에 따라 축성, 반축성, 노지재배 등 재배방식이 다양하기 때문에 수량을 직접 비교하는 것은 큰 의미가 없다.⁷⁾

조사농가의 2001년 평균 수량은 2000년 대비 16% 증가하였는데 이것은 작년보다 병해충 피해가 적었기 때문이다. 조사농가 중 2001년 수량이 전년보다 증가한 농가는 5호, 감소한 농가는 1호 뿐이었으며 나머지 3호는 비슷한 수준이었다.

2000년의 경우 조사농가의 최고치는 9.0톤, 최저치는 1.4톤으로 표준편차는 2.3톤이며, 2001년의 경우에는 최고 9.0톤, 최저 1.1톤, 표준편차는 3.0톤으로 고추에 비해 농가간 편차가 매우 크다. 이것은 오이는 농가에 따른 재배시기 및 기간의 차이가 크고, 유기 및 무농약 재배 등 도입하는 친환경농업 기술도 다르기 때문이다.

7) 오이의 경영분석 대상농가는 2000년은 10호이었으나, 2001년에는 1농가가 작목을 변경하여 9농가만 분석하였다.

(2) 수취가격

농가수취가격은 2000년도 1,823원/kg에서 2001년도에는 1,852원/kg으로 상승폭이 적었는데 이것은 고추와 마찬가지로 고객유치 차원에서 가격을 안정시켰기 때문이다. 그러나 관행농업과 비교하면 2000년에는 관행재배 오이의 2배, 2001년에는 1.86배로 관행농산물보다 훨씬 높은 가격을 수취하였다. 이와 같은 수취가격의 차이는 생산량의 차이를 극복하여 높은 소득을 올릴 수 있는 길이 된다.

<표 4-15> 친환경 오이농가의 경영분석

단위: 천원/10a

비목별		관행농업*		친환경농업 실천농가			
		2000년	2001년	2,000년	2,001년		
조수입	수량(kg)	10,284	11,390	3,567	4,137		
	단가	898	998	1,823	1,852		
	조수입계	9,241.8	11,370.7	6,502.6	7,761.7		
생 산 비	경 영 비	물 재 비	종묘비	268.5	414.2	165.9	224.4
			유기비료	298.9	316.9	283.8	359.5
			무기비료	214.4	211.9	37.9	26.2
			농약비	140.3	150.3	10.7	12.5
			천연방제비	-	-	72.8	81.0
			광열동력비	1,054.5	1,336.7	142.8	156.9
			제재료비	941.0	1,125.1	253.3	321.3
			감가상각비	1,054.4	1,234.4	451.3	822.4
			수선비	56.6	53.3	199.9	194.1
			물재비계	4,028.6	4,842.8	1,618.4	2,198.3
			고용노동비	360.3	495.3	151.9	230.7
			입차료	87.9	49.5	26.3	26.5
			경영비계	4,476.8	5,387.6	1,796.6	2,455.5
			자가노동비	2,318.8	2,617.3	1,653.0	1,911.2
			토지용역비	NA	NA	244.3	235.0
생산비계	6,795.6	8,004.9	3,693.9	4,601.7			
부가가치	5,213.2	6,527.9	4,884.2	5,563.4			
소득	4,765.0	5,983.1	4,706.0	5,306.2			
순수입	2,446.2	3,365.8	2,808.7	3,160.0			

* 관행농업은 농촌진흥청 농축산물소득자료집 자료임

(3) 경영비

경영비는 2000년 180만원/10a에서 2001년에는 36%가량 증가한 246만원/10a이었으

며 두 해 모두 관행농업 경영비의 46% 수준으로서 관행농업에 비해 경영비가 상대적으로 적게 소요되는 것으로 조사되었다. 그러나 이것은 재배 회수의 차이 때문에 큰 의미를 찾기는 어렵다

조사농가의 평균적인 유기질비료 투입비용은 관행농업과 비교했을 때 큰 차이가 나타나지 않았다. 2000년도에는 관행농업의 95%(28만원/10a)로 관행농업보다 오히려 유기질비료 비용이 작았으며, 2001년도에는 다소 증가하여 관행재배농가보다 13% 많은 36만원/10a 수준의 유기질 비료비가 투입되었다. 반면 무기질 비료는 관행재배와 조사농가 간의 차이가 크게 나타났는데, 2000년도에는 3.8만원/10a으로 관행재배의 18% 수준이었으며 2001년도에는 2.6만원/10a으로 12% 수준에 불과하였다.

조사농가의 평균 농약비는 1.1~1.3만원/10a으로 관행농업의 8% 수준에 불과하였으나 그 중 저농약 재배농가의 평균 농약비는 12.8만원으로 관행농업 농약비에 거의 육박하였다. 농약을 대체하기 위한 천연방제비는 2000년에는 7.3만원으로 경영비의 4%를 차지하였으며, 2001년에는 8.1만원으로 경영비의 3%를 차지하였다. 농약과 천연방제비를 포함하여 관행농가의 농약비와 비교해 보면 2000년에는 8.3만원으로 관행농업 농약비의 59%, 2001년도에는 9.3만원으로 관행농업 농약비의 62%로서 친환경농업 실천농가의 방제비를 포함한 총 비용이 관행농업의 농약비의 대략 60% 수준인 것으로 조사되었다.

관행농업에서는 경영비 중 광열동력비가 차지하는 비율이 25%수준으로 매우 높은 반면 친환경실천농가의 경우는 대략 경영비의 6~7%수준으로 낮게 조사되었다. 2000년은 14.3만원으로 관행농업의 14%, 2001년에는 15.7만원으로 관행농업의 12%이었다.

감가상각비의 경우 2000년에는 45만원 수준으로 관행농업의 43%, 2001년에는 전년 의 1.8배 수준으로 증가하였지만 관행농업의 67%에 불과하였다. 전체 경영비 중 감가상각비가 차지하는 비율은 2000년 24%, 2001년 29%로서 관행농업의 24%, 23%와 크게 차이하지 않았다.

고용노력비의 경우 2000년에는 15만원으로 관행농업의 42% 수준이었으나 2001년에는 50%가량 증가한 23만원으로 관행농업의 고용노력비의 47%로 조사되었다. 자가노력비는 2000년에 165만원으로 관행농업의 71% 수준이었으며 2001년도에는 전년보다 16% 상승한 201만원 수준이었다.

(4) 소득

소득은 2000년에는 관행농업과 거의 비슷한 471만원 수준을 기록하였다. 2001년에는 이보다 약 13% 증가한 531만원 기록하였으나 관행농업보다는 약 11% 정도 소득이 적었다. 이것은 2001년의 수취가격이 크게 높아지지 않았기 때문이다. 2000년에 최고 소득은 780만원/10a, 최저는 120만원이었으며 표준편차는 222만원이었고, 2001년에는 최고 840만원, 최저 92만원으로 표준편차는 257만원이었다. 이처럼 표준편차가 평균치의 50% 수준에 접근하는 것은 농가 간 소득편차가 매우 크다는 것을 의미하며 이것은 친환경농업 발전에 큰 걸림돌이 되고 있다.

다. 배

(1) 수량

조사농가는 재배면적이 5,000평 이상이 64%로 대부분 전업농이며 품질인증 및 표시신고를 하여 농산물을 차별화하여 판매하고 있다. 조사농가는 모두 저농약재배이며 자연농업협회 회원이 많았다. 배 농사는 태풍의 피해가 가장 큰 문제이기 때문에 조사농가들은 태풍피해를 최소화하기 위한 시설에 많은 투자를 하고 있다.⁸⁾

배의 10a당 수량은 2000년에 1,738kg, 2001년은 1,857kg으로 전년 대비 약 7% 증가하였으며 관행농업과 비교하면 71~75% 수준이었다. 그러나 배는 과수의 수령에 따라 생산량의 차이가 크기 때문에 직접적인 비교는 큰 의미가 없다. 조사농가의 2000년의 최소 수량은 3,600kg, 최저수량은 1,000kg으로 표준편차는 912kg이었으며 2001년은 최고 3,375kg, 최저 1,000kg, 표준편차는 913kg이었다(표 4-16).

(2) 수취가격

조사농가의 수취가격은 2000년에 1,756원/kg으로 관행농업보다 39% 높았고 2001년도에는 1,913원으로 43% 높아 두 해를 평균해 보면 관행농산물보다 약 40% 높은 가격을 받고 있다. 그러나 배도 일반시장에 출하하느냐 직거래하느냐에 따라 가격차이가 두배 이상 차이가 있다. 또한 일부 농가에서는 상품가치가 떨어지는 배를 배즙으로 가공하여 높은 부수입을 올리는 농가도 있었다. 부산물 가공 농가는 2000년에 5

8) 배의 경영분석 대상농가는 2000년에 11호, 2001년에는 1농가가 저농약재배를 포기하여 10호가 되었다.

호에 불과하였으나 2001년에는 7호로 증가하였으며 이러한 농가는 매년 증가추세에 있다. 부산물 수입은 주산물 수입의 평균 6% 내외이나 선진농가에서는 30% 이상의 부수입을 올리는 농가도 있다.

(3) 경영비 및 소득

조사농가의 경영비는 2000년 10a당 168만원에서 2001년에는 176만원으로 4.3% 증가하였으며 관행농업 대비 약 20% 많았다. 관행농가와 다른 점은 유기질비료 투입액이 약 30~50% 많았고, 화학비료 및 농약 사용량은 반 이상 적었으며, 천연방제제 비용이 10a당 4~5만원 투입된 것이다.

<표 4-16> 친환경 배농가의 경영분석

단위: 천원/10a

비목별		관행농업*		친환경농업 실천농가		
		2000	2001	2000	2001	
조수입	주산물 수량(kg)	2,428	2,475	1,738	1,857	
	단가	1,260	1,338	1,756	1,913	
	주산물 생산액	3,059.3	3,311.6	3,016.9	3,456.8	
	부산물 생산액	7.4	19.3	185.4	203.0	
	조수입계	3,066.7	3,330.9	3,109.6	3,601.8	
경영비	물재비	무기질비료	79.2	63.0	14.8	12.7
		유기질비료	123.6	125.3	163.9	192.1
		농약	150.8	137.4	61.3	62.2
		(농약)대체제	-	-	42.5	46.5
		광열동력비	41.3	46.3	164.4	185.7
		제재료비	359.5	399.4	347.9	356.7
		감가상각비	237.6	230.1	283.1	305.8
		조성비	56.0	46.4	60.9	62.5
		수선비, 기타	24.5	23.6	61.7	56.4
	물재비계	1,072.5	1,071.5	1,200.5	1,280.6	
	고용노력비	321.2	371.0	441.7	434.1	
	임차료(농기계·시설)	17.4	26.2	42.0	42.0	
	경영비계	1,411.1	1,468.7	1,684.2	1,756.7	
자가노력비	861.9	901.4	809.4	809.3		
생산비계	2,273.0	2,370.1	2,493.6	2,566.0		
부가가치	1,994.2	2,259.4	1,909.1	2,321.2		
소득	1,655.6	1,862.2	1,425.4	1,845.1		
순수입	793.7	960.8	616.0	1,035.8		

* 관행농업은 농촌진흥청 농축산물소득자료집 자료임

조사농가의 평균소득은 2000년에는 10a당 142만원으로 관행농업보다 23만원(14%) 적었으나, 2001년에는 이보다 30% 가까이 증가한 185만원으로 관행농업과 거의 같은 수준이었다. 2000년의 최고소득은 10a당 363만원, 최저소득은 123만원으로 표준편차는 204만원이고, 2001년에는 최고 440만원, 최저 107만원으로 표준편차는 245만원이었다. 이와 같이 배 재배농가의 소득편차가 큰 것은 수령에 따른 생산량의 차이, 재배기술에 따른 상품의 품질 및 수량의 차이, 판매전략에 따른 수취가격의 차이 등이 복합적으로 작용한 결과이다.

제 5 절 요약 및 결론

1. 시험포의 경영분석 결과

시험포장의 경영분석 결과를 보면 자연농업의 경우 자연농업구의 수량은 관행구의 95%(1차 연도), 97%(2차 연도), 98%(3차 연도)로 점점 관행구 수량에 접근하고 있다. 이것은 자연농업 포장의 토양개선, 효율적인 비배관리 및 병해충 방제가 어우러진 결과이며 연도가 경과할수록 자연농업의 생산성이 향상되고 있음을 의미한다.

소득은 1차 연도에는 자연농업구나 최소구의 소득은 관행구보다 10a당 각각 199만원(81%), 175만원(71%) 높고, 2차 연도에는 각각 186만원(61.2%), 199만원(65.5%) 높으며, 3차 연도에는 각각 369만원, 268만원 많은 소득 수준을 보이고 있다. 이것은 단위면적당 수량이 많고 친환경 농산물의 이점을 살려 높은 가격을 받았기 때문으로 자연농업의 경영이 안정화되고 있음을 말해주고 있다.

한편, 유기농업의 경우 수량은 1차 연도(2000년)는 기상재해와 병해로 수확 전무하였고, 2차 연도의 유기농업구 및 최소구의 수량은 관행구의 75.0%, 3차 연도는 각각 65.8%, 66.7%의 낮은 수량을 보이고 있다. 유기농업의 경우에는 연차가 경과할수록 유기농업구와 관행구의 수량차이가 좁혀지지 않고 있어 생산성이 개선되는 징후를 발견하기 어렵다. 그러나 시험기간이 2년에 불과하여 이러한 추세가 계속될지는 판단할 수 없다.

소득은 2차 연도의 유기농업구 및 최소구의 소득은 관행구의 각각 85.3% 및 62.5% 수준이고, 3차 연도에는 57.1% 및 37.5%에 불과하여 연차가 경과할수록 유기

농업의 수익성이 점점 더 악화되는 추세를 보이고 있다. 이것은 유기농업은 기상조건, 토양조건, 농가의 기술수준 등 여러 요인에 따라 수익성이 크게 변화하기 때문에 그만큼 경영이 불안정하다는 것을 의미하며 기술체계의 확립과 판매전략의 중요함을 말해주고 있다.

결론적으로 자연농업은 필요불가결한 경우에는 최소한의 화학물질(주로 화학비료)을 사용하기 때문에 경영이 비교적 안정적이고 소득도 높다. 이에 비해 유기농업은 무농약·무화학비료를 원칙으로 하기 때문에 병 발생시 방제하기 어려운 취약성이 있다. 따라서 신규 참여하는 농민은 사전에 전문지식 습득과 경험을 쌓는 것이 필수적이다. 또한 과채류는 재배기간이 길고 병충해가 많기 때문에 처음 시작할 때는 위험성이 상대적으로 낮은 엽채류를 재배하는 방법도 고려해 볼 수 있다.

수익성을 높이기 위해서는 고도의 재배기술과 함께 높은 수취가격을 받는 것이 매우 중요하다. 따라서 무농약/저농약 및 유기재배의 이점을 살려 직거래 등을 통한 가격차별화 전략이 필수적이다.

2. 토착농업 실천농가 경영분석 결과

토착농업의 경영은 해당농가의 기술과 경험, 기상조건, 병충해 발생정도, 관로확보 등 수익성에 미치는 변수가 많아 경영의 위험성이 매우 크다. 토착농업 실천농가의 성패는 생산물의 수량과 수취가격에 달려있다. 수량증진을 위해서는 우선 지력을 증진하는 것이 중요한데 이를 위해서는 토양검정을 통한 유기질비료 적량 투입, 수분관리 철저 등으로 토양의 이화학적 성질을 개선하고, 윤작을 철저히 실천하여 연작장해를 해소하는 것이 중요하다. 이렇게 함으로써 식물체가 건강하게 성장하여 병해충에 대한 저항성이 제고되는 것이다.

또한 유기재배는 합성농약의 사용을 배제하기 때문에 작물의 생육상황과 병해충 발생에 대한 예찰이 필요하며, 필요한 경우에는 목초액, 키토산, 현미식초, 영양제, 각종 액비, 기피제 등을 사용하여 조기에 방제해야 한다. 시설재배의 경우에는 온실 내에 유아등과 같은 유인트랩을 설치하여 물리적으로 방제하는 것도 효과적이다.

이와 같은 토양관리, 병해충 관리는 체계적인 기술습득과 경험이 있어야 가능하다. 토착농업 초기에는 수량이 관행농법의 50% 이상 감소할 수 있으나 지력이 증진되고 병충해 방제 능력이 제고되면 작물에 따라 70-80%에서 100% 수준까지 회복할 수 있는데 이를 위해서는 토착농업의 기술체계 확립을 위한 연구개발과 지도/교육 시스템

의 개선이 필요하다.

마지막으로 중요한 것은 수취가격의 체고이다. 수취가격을 높이려면 직거래를 통한 가격차별화 전략이 필수적인데 이를 위해서는 개인별 홈페이지 개설을 통한 전자상거래, 홈쇼핑 채널 등을 활용할 수 있다. 또한 개별홍보 및 이벤트 등을 통하여 소비자의 내방을 유도한다든지, 대형 백화점, 할인매점 등에 직접 출하하는 것도 좋은 방법이며 생협 등 생산자 조직을 활용하는 방법도 있다. 한편, 국가적으로는 재해보상 체계의 확립과 위험분산을 위한 보험개발을 서둘러야 한다.

제 6 절 참고문헌

농촌진흥청, 「자연농법에 의한 고품질 오이생산」, 농진청 현장애로기술개발사업 농업
인개발과제 결과보고서, 1997.

_____, 「외국의 유기농업」, 농진청해외농업기술정보 제38호, 1995.

_____, 「유기·자연농법 및 사용자재의 특성」, 농과원식물영양과, 1999a.

_____, 「유기·자연농업 기술지도자료집」, 1999b.

_____, 「농축산물소득자료집」, 2000, 2001.

농협중앙회, 「친환경농업 국제심포지움」, 1999.

두레친환경농업연구소, 「두레 친환경농업 연구지」, 창간호, 1999.

서종혁 외, 「유기농산물의 생산 및 유통실태와 장기발전 방향」, 한국농촌경제연구원,
1992.

서종혁·김종숙, 「환경보전형 농업의 실태와 기술평가」, 농촌진흥청, 1996.

안선희, 「경제성 평가와 환경성 평가의 비교 분석 -일반농법과 환경농법을 대상으로」,
서울대 환경대학원 석사학위 논문, 1999.

오세익·강창용, 「환경보전과 농업발전을 위한 기초연구」, 한국농촌경제연구원, 1992.

오세익 외, 「환경보전과 농업발전을 위한 정책과제」, 한국농촌경제연구원, 1997.

유춘권, 「환경농업의 현황과 발전방향」, 농협중앙회조사부 연구보고, 1998.

임경수, 「쌀 경작체계의 환경친화성에 관한 연구」, 서울대환경대학원 박사학위논문,
1998.

- 이영석, “서독의 유기-자연농업에 관한 소고”, 『농촌경제』, 제9권제2호, 한국농촌경제연구원, 1986.
- 정진영, “우수농산물 생산실태와 문제”, 『유기농업』, 농협전문대학, 1992.
- 최병철역, 『농업성전』, 한국유기농업보급회, 1987.
- _____, 『유기농법』, 한국유기농업보급회, 1990
- 충남농업기술원, 『환경농산물 생산유통 발전을 위한 토론회』, 1999.
- 풀무생협, “유기농업 기초 및 오리농법교육”, 유기농업생산자회, 1996.
- 한국유기농업학회, 『환경농업 정책방향』, 학회 심포지움 자료, 1996.
- 한국자연농업협회, 『자연농업』, 격월간.
- 환경농업단체연합회, 『아시아4개국 환경농업』, 민간단체연합 심포지움 1996.
- _____, 『21세기 지구환경보전과 환경농업정책의 방향과 과제』, 1997.
- 환경보전형 농업생산소비단체협의회, 『환경농업』 96봄(통권 제2호),
- 흙살림연구소, 『흙살림 11』, 1995.
- 嘉田良平, 『世界各國の環境保全型農業』, 農文協, 1998.
- 今村奈良臣, “일본의 친환경농업 정책현황과 과제”, 『21세기 친환경농업의 발전방향』, 제3회『농업인의날』기념 국제학술대회논문집, 1998.
- 農産業振興獎勵會(財), 『環境保全型農業生産流通消費調査委託事業報告書』, 1998.
- 櫻井倬治, 『環境保全型農業論』, 農林統計協會, 1997.

日本農林水産省, 「新しい食料・農業・農村政策の方向」, 1992.

日本農林水産省, 「農政改革大綱」, 1998. 10

日本有機農業研究会, 「有機農業ハンドブック, 土づくりから食べ方まで」, 1999.

日本全国農業協同組合連合会, 「環境保全型農業の流通と販賣」, 家の光協会, 1995.

日本総合市場研究所, “有機農産物マーケット総覧”, 総合市場研究所 研究資料, 1998.

中村 耕三, 「アメリカの環境保全型農業」, 農林統計協会, 1997.

波多野豪, 「有機農業の経済学」, 日本経済評論社, 1998.

N. H. Lampkin, and S. padel, 「Economics of Organic Farming」, An International Perspective, CAB International, U.K., 1994.

Manon Haccius, “Organic Farming as a Strategy for Sustainable Agricultural Deelopment”, 「21세기친환경농업의 발전방향」, 제3회「농업인의날」기념국제 학술대회논문집, 1998.

Robert C. Oelhaf, 「Organic Agriculture」, Allanheld, Osmun & Co., 1978.

제 5 장 종합결론

최근 환경에 대한 문제가 국·내외적으로 초미에 관심사가 되었고 그에 따라 농업 활동을 통한 환경의 부담을 최소화하기 위하여 범 국가적인 친환경농업 실천 노력들이 추진되고 있다. 친환경농업법 제정, 친환경농산물 품질인증제, 친환경농업 직접지불, 상수원 보호구역 지원사업, 중소농고품질농산물 지원사업 등 친환경농업과 관련된 사업 등이 실시됨에 따라 국내 유기·자연농법 실천농가는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

또 안전농산물에 대한 소비자의 소비심리가 높아짐에 따라 민간에서 다양한 형태로 친환경농법이 개발 보급되고 있다. 유기·자연농법은 가장 먼저 환경보전 및 안전농산물 생산에 대한 문제 인식을 하였고 일본의 유기농법을 통하거나 현장경험을 토대로 습득한 기술을 일반농가에 확대 보급하여 최근에는 우리 나라의 민간환경농법을 대표하기에 이르렀다.

그러나 민간에서 실천하고 있는 유기·자연농법은 과학적인 근거가 불명확하고 기술체계가 확립되어 있지 않기 때문에 확대실시에 어려움이 내재되어 있을 뿐만 아니라 유기농산물에 대한 국제규격에 부합되지 못한 실정이라 경쟁력에서 우위를 점하기 어려운 실정이다. 그러므로 유기·자연농법을 실천하려는 농가에게 기술 및 경영지표를 제시하고 국가의 정책수립시 기초자료를 제공하는 연구가 필요하게 되었다. 따라서 국내 유기·자연농법 실천기술을 평가하기 위하여 과학적으로 검증하고 기술을 체계화하기 위한 연구를 수행하였는데 이를 위해 민간환경농법에 대한 경제성 분석 및 토양환경 변동양상을 밝히고 하우스고추에 대한 유기·자연농법 효과를 구명하였다.

유기농법 실천농가에서 사용하는 유기농자재의 화학성분을 분석한 결과 비료성분 함량이 극히 낮고 또한 대부분 수용액으로 희석하여 엽면살포하기 때문에 양분공급효과가 거의 없어 유기농자재가 작물생육에 미치는 영양학적 영향은 극히 저조할 것으로 판단되었다. 그러나 유기농법구의 생육상황을 조사한 결과 유기농법구의 생육이 관행농법구에 비해 양호하였다. 이것은 유기농자재 보다 시용된 유기질 비료에 의한 양분공급 효과가 더 컸다는 것을 입증하였으며, 또한 유기농법구 토양의 양분집적 정도를 볼 때 당연한 결과라고 여겨진다. 따라서 작물의 생육을 고려하여 질소를 기준으로 시용량을 결정하는 유기농법의 관행적인 유기질비료 시용체계는 재고되어야 한다. 그리고 부족한 양분에 대해서는 녹비, 두과작물, 심근성작물 등의 윤작을 통해

환경친화적인 방법으로 해결해야 할 것이다.

3년간 유기농법을 계속 실천한 후의 토양의 이화학적 특성을 조사한 결과 질산염 및 인산염의 과다한 집적현상이 뚜렷이 나타남을 알 수 있었다. 관행농법의 경우 질산염 및 인산염이 감소하였으나 유기농법구의 경우 큰 폭으로 증가하였다. 또 유기농법구의 심토에서 EC, 질산태질소, 유효인산이 시험전에 비해 증가하였는데 이것은 유기질비료의 과다사용의 폐해를 그대로 반영하는 결과이다. 유기농업을 환경친화적이라고 강조해온 현재의 주장은 토양내 질산염과 인산염 집적과 하층으로의 이동에 의한 지하수오염이라는 측면에서 재고되어야 한다고 보여진다. 따라서 유기농법으로 인한 유효인산의 집적이 한국토착유기농법이 당면한 가장 큰 문제점 중 하나라고 파악되었다. 이는 축분을 모재료로하여 유기질비료에 의존하는 현행 유기농법의 토양비옥도 유지증진책이 환경친화적인 토양관리방법이 아니라는 것을 보여주는 것이다.

유기농산물의 품질을 분석한 결과 질산염 함량이 관행농산물에 비해 낮고 vit. C 함량과 당도는 높았다. 이것은 유기채소가 양질의 품질을 생산할 수 있다는 것을 확인하였다.

자연농법에서 사용된 자재의 목적은 크게 양분공급 및 토양개량과 병해충발생 억제 및 예방에 있다. 자연농법 실천을 위해 사용된 자재의 화학성분을 분석한 결과 비료성분함량이 극히 낮아 유기농법 사용자재와 유사하였으며, 또한 회석과정을 거친 후 사용하므로써 양분공급효과 또한 적었다. 그리고 자재에 의한 병해충 발생억제효과를 분석한 결과 진딧물 방제효과가 없었다. 또한 자연농법 실천에 있어서 주요한 양분공급원인 토착미생물 띄움비는 제조원료가 매우 다양하고 가축분퇴비를 주원료로하여 토착미생물을 인공배양한 것이다. 이와 같은 방법은 균일한 토착미생물을 생산하기 곤란하며 또한 다량 시용할 경우 양분이 다량 포함된 가축분퇴비로 인하여 토양중 양분집적이 우려된다. 따라서 토착미생물 띄움비를 제조할 경우 원료의 종류를 단순화시키고, 주원료인 가축분퇴비를 지양하며, 탄소함량이 낮은 원료를 사용하여 제조하는 것이 바람직할 것이다. 또한 윤작을 통하여 지력질소를 높여 토착미생물 띄움비에 의한 양분공급 의존도를 줄이고, 기타 엽면살포용 자재는 양분공급 및 병해충 방제를 위한 필수자재가 아니라 보조적인 역할을 하는 것이기 때문에 사용량 및 횟수를 가급적 줄이는 것이 바람직할 것이다.

자연농법기술 및 자재에 의한 고추 생육량을 조사한 결과 연차간 일평균 생육량의 편차가 심하여 환경재해로 인한 영농실패 위험에 더 취약할 것으로 판단되었다. 자연

농법구의 생육상황은 관행농법구에 비해 불량하였으나 재배년수가 늘어날수록 호전되는 경향이였다. 이것은 시용된 유기물 중 양분이 당해연도에 모두 무기화되지 않아 작물이 필요로 하는 양분을 충분히 공급하지 못하였다가 그 이듬해에 무기화되는 양과 새로 시용된 유기물에 의해 무기화 된 양이 누적되어 작물에 공급했기 때문이였다. 한편 양분흡수량을 분석한 결과 토착미생물 띄움비 중 칼리성분은 화학비료의 칼리성분과 대등한 효과를 보여 추가로 칼리질 물질을 사용할 필요는 없었다. 또한 질소흡수량을 볼 때 작물의 생육 및 수량을 결정하는 가장 중요한 성분이지만 토착미생물의 띄움비에 의해서 모든 양분을 공급하게 될 경우 인산 및 칼리 성분의 토양 내 집적이 우려되므로 이에 대한 대책이 마련되어야 할 것이다. 그러므로 자연농법에서 주요 양분공급원인 토착미생물 띄움비의 각 성분별 연간 양분공급 가능량을 산출하고 토양을 검정하여 적정 시용량을 결정할 때 양분의 결핍으로 인한 생산성의 저하 또는 과잉으로 인한 토양환경의 악화를 방지할 수 있다.

자연농법구의 수량이 2~5% 감소하였고 자연농법(최소방제)구는 5% 증수하였다. 또한 관행농법구 대비 자연농법구 수량은 점점 관행농법구와 대등한 수준으로 증가하는 경향이였다. 따라서 자연농법구에서 약간의 수량감소는 있었으나 관행농법구에 비해 차이가 없었으며 연차변이에서도 우려했던 수량감소는 보이지 않았기 때문에 토착미생물 띄움비의 양분함량을 분석하고 토양검정을 통해서 작물이 필요로 하는 양분을 산출하고 누적된 유기물의 양을 추정하여 적절한 양분관리를 한다면 기대수량은 확보할 수 있으리라 판단된다.

병해충 발생상황을 분석하여 자연농법기술 및 자재사용에 의한 병해충 방제효과를 분석하였다. 진딧물이 발생하여 미네랄, 현미식초, 한방영양제, 천해녹즙을 살포하였으나 방제효과는 없었다. 따라서 자연농법자재는 농약사용량을 일부 절감하기 위한 보조자재에 불과하기 때문에 이들 자재에 의존하여 병해충을 방제하기는 매우 곤란하였으며, 환경친화적인 방법으로 재배적, 물리적, 생물적인 방법을 적극 활용하여 병해충을 예방하고 방제하는 것이 바람직하다. 또한 기상재해 또는 재배환경요인에 따라 병해충 발생상황의 연차간 변이가 심하므로 병해충 만연에 따른 위험성은 내재되어 있음을 간과해서는 안될 것으로 판단되었다.

관행농법구에 비해 자연농법구에서 고추의 당도 및 vit. C 함량이 높았다. 그러나 이와 같은 품질관련 요인은 농법 및 사용자재의 특성보다 고추의 품종, 수확기의 기상, 토양수분, 토양양분함량 등 환경조건에 따라 큰 영향을 받기 때문에 자연농법 자재의 시용이 품질에 영향을 미쳤다고 판단하기에는 무리가 있었다.

자연농법을 실천함으로써 토양환경변동에 미치는 영향을 분석한 결과 토양물리성은 자연농업구에서 토양용적밀도가 낮고 입단율이 높아 토양개선효과가 인정되었다. 시험후 토양화학성은 시험전에 비해 모든 처리에서 높아졌으며, 자연농법구는 관행농법구에 비해 유기물, 유효인산, 치환성가리함량이 증가하였다. 토심별 화학성 분포는 심토에서 EC 및 치환성양이온 함량이 다소 증가하였다. 각 농법별 미생물상은 관행농법구의 모든 미생물 밀도가 자연농법 및 자연농법(최소방제)구에 비해 낮았다. 토착미생물 띄움비의 물리적, 생물학적 개선효과를 확인하였으나 한편으로 다다익선의 방식으로 시용할 경우 역으로 환경을 오염시킬 수 있는 오염원으로 작용할 수 있음을 간과해서는 안되며 물리적 개선효과와 더불어 화학적, 생물학적 균형 및 생태학적 건전성을 유지하는데 노력해야 한다.

기간환경농법 실천농가의 표토 토양의 화학성분 함량을 조사한 결과 논토양에서 유기물 및 유효인산 함량은 적정수준이었으나, 과수원토양 및 시설재배지 토양은 매우 높은 수준이었다. 또 적정범위 이상의 분포율은 과수원 및 시설재배지 토양에서 유효인산, 유기물, 치환성 칼리 및 칼슘이 높았다. 경작년수별 성분함량은 11년 이상된 논토양에서 적정수준과 유사하였으며, 과수원 토양은 경작년수가 늘어날수록 유기물 및 유효인산함량이 증가하였으며, 시설재배지 표토 토양에서는 6~10년 경작지에서 EC, 유기물, 유효인산, 치환성칼륨 및 칼슘함량이 가장 높았다.

농과원에서 수행한 자연농법에 의한 하우스고추 시험포장의 경영분석을 한 결과 소득은 관행농법구에 비해 자연농업구에서 높았다. 이것은 단위면적당 수량이 많고 친환경 농산물의 이점을 살려 높은 가격을 받았기 때문이었다. 단국대에서 수행한 유기농법에 의한 하우스고추 시험포장의 경영분석을 한 결과 경작년수가 경과함에 따라 점차 안정성이 확보될 것으로 예상되었다. 위와 같은 결과로 미루어 보아 자연농업은 필요시 최소한의 농약 및 화학비료를 사용하기 때문에 경영이 비교적 안정적이고 소득도 높았으나, 이에 비해 유기농업은 무농약·무화학비료를 원칙으로 하기 때문에 병 발생시 방제하기 어려운 취약성이 있는 것으로 판단되었다. 따라서 신규 참여하는 농민은 사전에 전문지식을 습득하고 경험을 쌓는 것이 필수적이다. 또한 재배기간이 짧고 병충해가 적은 위험성이 적은 업체류를 재배하거나, 수익성을 높이기 위해서는 무농약/저농약의 이점을 살려 직거래 등을 통해 가격을 차별화하는 전략이 필요하다. 토착농업 실천농가의 경영분석 결과 해당농가의 기술과 경험, 기상조건, 병충해 발생정도, 판로확보 등 수익성에 미치는 변수가 많아 매우 위험성이 컸으며, 토착농업 실천농가의 성패는 생산물의

수량과 수취가격에 좌우되었다.

수량증진을 위해 실천해야할 기술로는 토양비옥도 유지차원에서 토양의 이화학적 성질을 개선하기 위한 토양검정을 실시하며, 유기질비료를 적량 투입하고, 수분관리 철저하며, 윤작으로 연작장해 해소하여야 한다. 또한 병해충 발생 및 생육상황을 예찰하여 필요한 경우에는 목초액, 키토산, 현미식초, 영양제, 각종 액비 등을 사용하여 초기에 방제할 수 있도록 해야 한다. 그리고 토착농업 초기에는 수량이 관행농법의 50% 이상 감소할 수 있으나 지력이 증진되고 병충해 방제 능력이 제고되면 작물에 따라 70~80%에서 100% 수준까지 회복이 가능하므로 기술습득 및 경험이 중요하며, 나아가 토착농업 기술체계 확립 및 지도/교육 시스템 개선되어야 한다. 수취가격을 높이려면 직거래를 통한 가격차별화 전략이 필수적이며, 이를 위해 전자상거래를 활용하고, 홈쇼핑 채널을 활용하며, 개별홍보 및 고객확보를 통해 소비자가 직접 내방할 수 있도록 유도하며, 대형 백화점 또는 할인매점 등에 직접 출하하거나 생협 등 생산자 조직 최대한 활용하여야 한다. 그리고 민간환경농법을 실천할 경우 외부 환경요인에 대한 취약성이 내재되어 있기 때문에 위험분산을 위한 보험을 가입하는 것이 필요하나 이를 위해 우선 적당한 보험상품의 개발이 선결되어야 할 것이다.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.