

# 유기인삼 재배용 유기액비 개발 및 유기관비 재배 기술 연구

류종원\* · 임진수\*\* · 이병오\*\*\*

\*상지대학교 · \*\*삼앤삼

\*\*\*한바이오영농조합

## 적 요

본 연구는 퇴비발효액비 조제시 퇴비의 종류와 첨가제 혼합에 따른 퇴비발효액비의 양분 함량과 우점 미생물 밀도를 조사 분석하고 퇴비발효액비 시용이 유기인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수행되었다.

1. 고효율 농가보급형 퇴비발효액비 발효장치를 개발하였으며 한국형 퇴비발효액비 생산기술을 개발하였다. 농가용 퇴비 발효장치 pilot 장치를 제작하여 퇴비발효액비 성분(pH, EC, 미생물) 조사하고 인삼을 대상으로 퇴비발효액비 시용시험을 실시하였다.

2. 공시퇴비의 부숙도를 측정하기 위하여 종자발아검정법을 활용하여 퇴비의 부숙도를 측정한 결과 발아지수(GI)는 가축분뇨퇴비, 폐버섯퇴비에서 각각 74.4, 78.8를 나타내어 부숙 퇴비로 판단된다.

3. 본 실험에서 퇴비발효액비 제조 중 pH가 상승되었다. 퇴비발효액비 제조 중 EC의 변화는 퇴비차의 처리전 시점에 0.137dS/m에서 첨가제 처리에서 증가되었다. 퇴비차 제조 과정 중 당밀의 혼합시에는 퇴비차가 미생물적 활성도도 증가되었다.

---

\* 연구자는 유기농업분야 다양한 연구를 해오며, 퇴비발효액비 시용이 유기인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향에 대한 이번 연구에서 인삼 유기재배에서 발생할 수 있는 토양 양분부족 문제 해결방법으로 퇴비차를 유기액비로 이용하는 방법을 제시하는 한편, 고품질 유기인삼 생산을 위한 연근별 재배관리방법을 제시하고 있다.

## 8 세상을 이롭게 하는 유기농업의 실제

4. 퇴비발효액비의 우점미생물 결과 퇴비발효액비에는 세균의 밀도가  $10^7$ , 방선균은  $10^4$  사상균은  $10^2$  사상균의 밀도는 낮았다. 퇴비차+첨가제 혼합퇴비차의 세균수는  $2.8 \times 10^7$ 로 퇴비 단독 퇴비차의 세균밀도  $3.4 \times 10^4$  보다  $10^3$  정도 높아졌다. 퇴비차의 방선균 밀도도 퇴비차+첨가제 혼합 퇴비차에서  $1.4 \times 10^4$  로 퇴비 단독 퇴비차 보다 높아졌다.

5. 퇴비발효액비의 우점세균 분석결과 퇴비차의 우점미생물은 *Arthrobacter ureafaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus circulans*으로 나타났으며, *Arthrobacter ureafaciens*의 미생물의 밀도는  $1.4 \times 10^4$ , *Bacillus megaterium*는  $1.0 \times 10^4$ 이었으며 *Bacillus circulans*의 밀도는  $1.0 \times 10^4$ 로 미생물의 밀도가 높지 않았다. 퇴비차의 우점세균 분석결과 페버섯+첨가제 혼합퇴비차의 우점미생물은 *Enterococcus faecalis*, *Microbacterium imperiale*로 나타났으며 *Enterococcus faecalis*의 미생물의 밀도는 *Microbacterium imperiale*  $2.6 \times 10^7$ , *Enterococcus faecalis*의 밀도( $2.6 \times 10^6$ )는 퇴비 단독 퇴비차보다 높았다.

6. 퇴비발효액비의 시용구의 인삼의 엽장, 엽폭은 페버섯+첨가제 혼합 퇴비차 시용구에서 무처리구인 물 시용구보다 높은 경향이였다. 또한 퇴비차 시용구의 낙엽 비율은 20%로 무처리의 40% 보다 낮아졌다.

7. 본 연구는 퇴비발효액비 제조 과정에서 첨가제의 효과와 상추 생육에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 퇴비발효액비 제조 후 퇴비차의 이화학적 특성에서 가축분뇨 퇴비에 당밀 첨가한 퇴비차가 페버섯으로 제조한 퇴비발효액비보다 이화학적 성분이 높아졌다. 당밀을 첨가한 퇴비차가 미생물적 활성도도 증가되었다. 인삼 재배에서 퇴비차를 시용한 결과 조기낙엽억제 효과를 나타내었으나 장기적인 검토가 필요할 것으로 보인다.

## I. 연구목적

인삼의 재배과정에서 과도한 농약사용으로 인해 건강을 위하여 섭취하는 인삼류에 잔류 농약이 검출된다는 것이다. 인삼 건삼류에 대한 불합격율은 2005년 5.6%, 2006년 6.3%, 2007년 7.4%, 2008년 11.4%로 매년 증가하였다고 2009년 국정조사 자료에 나타나 있다. 이는 인삼의 국내 소비 뿐만 아니라 국제시장에서의 소비를 떨어뜨리는 원인이 되고 있다.

대한민국의 대표 특산물인 인삼의 세계시장 점유율이 전 세계 인삼물량의 70% 이상이 유통되고 있는 홍콩시장 내에서 1987년 34.6%이던 것이 1994년에는 5.2%, 1998년에는 1.8%로 크게 감소하고 있으며(목성균, 2003), 수출인삼에서 농약이 검출되어 반품되는 사례(1989, 1990, 1993년)도 이 시기에 집중된(성명환 등, 2004) 것을 고려하면 인삼의 세계 시장 점유율이 낮아진 원인으로 농약검출을 제기하지 않을 수 없다.

대한민국의 대표약재이면서 대표 식품인 인삼, 더군다나 건강을 위해 섭취하는 인삼에서 농약이 검출되어 수출에 제약을 받는 현시점에서는 인삼 종주국의 위상을 찾기 어렵다. 인삼 소비자들이 인삼을 선택하는 기준에 있어서 품질 다음으로 인삼의 안전성을 중요시하는 소비자들의 요구사항에(성명환 등, 2004) 맞추어 국내 소비층진 뿐만 아니라 국제시장에서 인삼종주국의 위상을 찾기 위해서는 인삼에서 화학농약의 검출이라는 문제점을 해결해야 한다.

2005년에 인삼분야 최초로 인삼재배 농가인 '인삼애인' 에서 친환경재배인증을 받음으로써 인삼의 친환경재배가 대두되기 시작하였으며, 연구기관에서도 인삼 친환경재배의 필요성을 인식하기 시작하여 2008년에는 저농약체계를 확립(배영석 등, 2008)하였고, 2009년에는 석회보르도액을 이용한 무농약재배 매뉴얼(이성우 등, 2009)을 만들었다.

건강을 우선시하는 현 소비문화에서 친환경 농산물을 선호하는 소비자들은 1999년 이후 평균 40% 이상의 성장세를 보이고 있다(황재현, 2009). 이런 소비문화에 힘입어 유기농 인삼의 수요는 지금보다 더 많아질 것이며 생산도 더 많아질 것이다. 하지만 아직 유기농 인삼은 관행 재배 인삼보다 7~8배의 높은 가격에 거래가 이루어지고 있는 만큼 유기농 인삼의 생산량은 수요에 턱없이 부족한 실정이다.

앞으로 유기농 인삼의 시장은 지금보다 훨씬 커질 것이지만 유기농 인삼 시장의 확대와 더불어 관행 재배 인삼이 유기농 인삼으로 둔갑하는 등 유기농 인삼시장의 혼란도 예상된다. 그러나 지금까지 유기농 인삼에 관한 연구나 전문자료가 거의 없는 실정이다. 유기작물재배를 위해 양분을 공급하는 방법으로 대부분 유박 등을 이용한 유기질비료나 가축분을 원료로 한 퇴비를 주로 쓰는 경우가 대부분이지만 상황에 따라서는 액비형태로 양분공급을 할 때가 있다. 퇴비 등 고형질 비료는 밑거름으로 한번 들어가면 나중에 추비로 이용하기 어려운 단점이 있고 특히 비닐 피복하여 재배하는 작물의 경우는 그렇다. 액비는 상황에 따라 관주나 엽면 살포 등이 가능하고 고체 유

기질비료 보다 속효성인 점 때문에 작물이 양분부족일 때 쉽게 이용가능하다. 액비는 만드는 재료에 따라 천차만별인데 봄에 어린 식물체나 열매 등을 채취하여 설탕등과 함께 발효하여 이용하는 청초액비나, 유기질비료, 혈분, 골분 등을 재료로 하여 유산균 등 미생물을 혼입, 발효하여 이용하는 액비 등이 주종을 이룬다. 외국에서는 자주 이용되지만 우리나라에서는 별로 이용되지 않은 퇴비차(Compost tea)라는 액비는 말 그대로 잘 부숙된 퇴비를 물로 추출하여 액비를 만드는 방법인데 물로만 추출하여 이용하는 경우도 있고 여기에 해조류, 미생물 등을 첨가하고 발효시켜 이용하는 경우도 있다. 사실 이러한 액비는 양분공급 효과 뿐만 아니라 다양한 유기물이 미생물에 의해 분해되는 과정에서 생성되는 2차산물들이 작물의 생육에 직·간접적으로 영향을 주기도하고 토양미생물의 균형을 바꿀 수도 있다. 작물 및 토양생태계의 복잡성 때문에 이러한 효과들이 과학적으로 검증된 경우는 많지 않지만 실제 많은 농가에서 이러한 액비들을 잘 활용하여 양분공급 및 병해저감에 이용하는 것을 볼 때 유기농 인삼재배에서 액비활용은 유기농업에서 활용가치가 높은 농사법의 하나인 것으로 생각된다. 퇴비 추출액비는 퇴비를 일정한 기간동안 물과 혼합하여 조제하는 액상추출물이다(Ingham, 2002). 퇴비차는 양분을 함유하고 다양한 종류의 생물을 함유하고 있어서 식물병을 억제하고 토양에 양분과 유기물을 공급한다(Ingham, 2002). 퇴비차는 4,000년 전 고대 이집트에서 사용되었고 로마에서도 사용되어진 기록이 있다. 20세기 농약이 사용되기 전에 퇴비차는 식물의 병균 방제에 유용하게 사용되었다. 최근에서 유기농업의 발전과 함께 퇴비차에 대한 과학적인 연구가 이루어지고 있다(Litterick et al. 2004).

최근 미국을 중심으로 퇴비차(Compost tea) 관련산업( 발효장비, 살포장비, 발효자재 등)이 확대되고 있다. 전통적인 퇴비차(Compost tea)는 일명 퇴비추출물(Compost extracts)이라고 하며 유럽에서 몇백년 전에 삼베자루에 퇴비를 넣어 물에서 추출한 방법으로 시작되었다. 1970년대에 독일에서 미생물 학자들이 고밀도 미생물이 포함된 퇴비차를 발전시켜 이용하기 시작하였으며, 미국에서 호기성 발효와 박테리아의 성장을 촉진하는 당밀, fungi의 성장을 촉진하는 해초와 휴믹산, protozoa의 생육을 촉진하는 피트모스 등 발효촉진제를 첨가하는 방향으로 연구가 진행되어 왔다.

퇴비차를 제조하는 방법은 공기공급 방법에 따라 호기성과 혐기성 퇴비차로 분류할 수 있다. 또한 퇴비차 원료에서 퇴비만 사용하는 방법과 퇴비와 첨가제(당밀, 수용성 해초, 암석분말 등)를 혼합하는 방법이 있다. 일반적으로 호기성 퇴비차에 첨가제 투여는 미생물의

밀도는 증가 시키기 위한 목적으로 사용한다.

본 연구는 인삼유기재배를 위한 토양양분 부족의 문제점 해결을 위한 유기액비 이용 기술 개발과 인삼의 유기관비재배 시스템 개발하고자 실시하였다. 본 연구는 퇴비 추출액비 조제시 퇴비의 종류와 당밀의 첨가에 따른 액비의 이화학적 특성을 조사 분석하고 액비 시용이 상추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다. 본 연구의 목적은 아래와 같다.

□ 유기재배 인증 인삼용 유기액비 개발

- 화학비료 양액과 대등한 생육을 나타내는 관비용 유기액비 조성 개발
- 액비 조성물 연구
- 무기화가 빠른 액비재료 조사: 기본 성분(SS, T-N, T-P 등) 분석
- 성분조성 연구

□ 유기인삼 생산성 증대 연구

- 하우스재배로 현재의 유기농인삼의 생산량(3.3㎡당 약 0.5kg)을 관행재배(농약사 용량 년 13회 내외) 수준의 생산량(3.3㎡당 약 2kg)으로 증대 할 수 있는 기술 개발
- 퇴비차 재료 충전과 배치 방법 및 O<sub>2</sub> 공급기술 개발
- 안정적 발효 기술 개발

□ 유기액비에 의한 인삼관비재배 시스템 개발

- 관비재배를 통한 친환경 유기 인삼재배 시스템 구축
- 액비의 종류에 따른 인삼 관비 재배 시험

□ 재배 기술 연구

- 유기인삼 수경재배 시험작물 수행
- 작물생육, 수량, 토양의 이화학적 특성 조사

## II. 연구방법 및 내용

### 1. 액비 제조

본 유기액비 제조 용기는 200리터 플라스틱 물통을 활용하였다. 저장조 하부에 3개의 거품발생기를 설치하고 0.5 마력 펌프를 가동하여 공기호스로 산소를 공급하였다. 유기액비의 부유물질을 제거하기 위하여 나이론 망을 활용하였다. 유기액비 제조시 퇴비차와 물의 비율은 1:20(물 10L당 퇴비 0.5kg). 유기액비 추출시간은 다른 연구자(Scheuerell and Mahaffee, 2002)가 제시한 호기 유기액비의 적정추출시간인 24~32 시간의 범위인 36시간으로 설정하였다. 호기퇴비차 추출기간 중 용존산소(DO)는 5.5ppm이상으로 유지하였다. 본 연구에 사용된 퇴비는 돈분퇴비와 느타리버섯 사육사에서 배출된 폐버섯 퇴비를 사용하였다.

- 물
- 부숙 된 퇴비 선택
- 추가 적인 양분 첨가 당밀, 아미노산, 해초
- 기포기 가동: 12 - 24 - 36 hours
- 퇴비와 물을 1:4-1:10 비율로 혼합
- 15-25° C에서 2~3일 조제



사진 1. 유기액비 제조 실험 상황



사진 2. 유기액비 제조 시설 사진



사진 3. 액비 공기펌프



사진 4. 유기액비와 관비 시설

## 2. 토양 화학성 분석

토양의 화학성은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법에 준하여 실시하였다.

pH와 EC는 액비 100ml씩 채취하여 여과지 No. 2로 여과 후 pH와 EC를 측정하였다. 전질소(T-N) 함량은 Kjeldahl법으로, 유효 인산은 Lancaster법으로 비색기(Varian Cary-50, Mulgrave, Australia)를 사용하여 측정하였으며, 양이온인 K, Ca, Mg, Na은 AAS(Varian SF-200, Mulgrave, Australia)를 이용하여 정량하였다.

### 3. 액비 분석

액비의 분석방법은 폐기물 공정시험법에 따라 분석하였다. pH는 ORION model 420A을 사용하여 이온전극법(Ionic electronic method), EC(Electronic Conductivity: mS)는 TOA model CM-7B으로 분석하였다. 또한, T-N(Total Nitrogen)은 spectrophotometric method으로, T-P(Total Phosphates)는 Ascorbic acid method으로 분석하였다.

### 4. 액비의 미생물 분석

#### 가. 호기성 세균

토양 중의 밀도와 종류가 다종다양한 만큼 각종 활성이 높으므로 토양 미생물상의 측정에 중요한 지표가 되는 미생물이다. 대부분 호기적 조건에서 잘 생육하나, 이중에는 혐기적 조건에서 생육하는 것도 있다. 토양에서 호기성 세균의 분리를 위하여 효모 추출액(yeast extract)을 0.1%를 가한 Yeast Glucose(YG) 배지를 주로 사용한다.

#### (1) 배지 조성

---

YG 배지	
효모추출액	1.0g
Glucose	1.0g
$K_2HPO_4$	0.3g
$KH_2PO_4$	0.2g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2g
한천	15.0g
증류수	1000 mL
PH	6.8~7.0

---

#### (2) 재료 및 방법

- ① 멸균된 페트리 접시에 YG배지를 부어 굳힌다.
- ② 각 단계의 토양희석액을 배지위에 100 $\mu$ g씩 접종한 후 살균한 유리봉으로 넓게 도말한다.
- ③ 28 $^{\circ}$ C 항온기에서 3일간 배양한 후 콜로니 수가 20~200개일 것을 골라서 계수를 실

시한다.

※ 주의사항 : 반복 수는 기본적으로 5 plates로 한다. 이 가운데 콜로니 수가 가장 적은 것은 오차에 의한 것이라 할 수 있으므로 제외한다.

## 나. 방선균(Actinomycetes)

### (1) 실험방법

- ① 전분 - 카제인 한천배지를 멸균하여 페트리접시에 부어 굳힌다.
- ② 각 단계의 토양희석액을 배지위에 100 $\mu$ g씩 접종한 후 살균한 유리봉으로 넓게 도말한다.
- ③ 28 $^{\circ}$ C 항온기에서 7일간 배양한 후 콜로니 계수를 실시한다.

### ♣ 배지 조성 ♣

---

전분 · casein 한천배지	
가용성 전분	10.0g
casein	1.0g
$K_2HPO_4$	0.5g
한천	15.0g
증류수	1,000mL
PH 7.0~7.5	

---

사상균은 보통 세균보다 토양 중 서식 밀도가 낮기 때문에 희석배율은  $10^3 \sim 10^5$  정도 하는 것이 적당하다. 평판배지에 콜로니 수가 20~50개가 나타나는 것을 선택하여 계수한다.

사상균의 계수 및 분리에 주로 Rose bengal 한천배지를 사용한다. 토양중의 사상균수는 세균이나 방선균수보다 적기 때문에 이들 균의 생육을 억제하기 위해 스트렙토마이신이나 오레오마이신을 가한다. 이들 항생물질의 최종농도는 스트렙토마이신이 30ppm, 오레오마이신은 20ppm이 되도록 한다. 마이크로필터로 제균한 항생제 용액을 50 $^{\circ}$ C 정도로 냉각된 멸균배지에 가하고 혼합한다. Rose bengal은 최종농도가 30ppm이 되도록 첨가한다. Rose bengal은 세균의 생육을 억제하고, 사상균의 콜로니 크기를 비교적 작게 하므로 사상균 계수와 분리에 유리하다.

♠ 실험 방법 ♠

- ① Rose bengal 한천배지를 멸균하여 냉각 후 항생제를 첨가하여 페트리접시에 부어 굳힌다.
- ② 각 단계의 토양희석액을 배지위에 100 $\mu$ g씩 접종한 후 살균한 유리봉으로 넓게 도말한다.
- ③ 28 $^{\circ}$ C 항온기에서 3일간 배양한 후 콜로니 계수를 실시한다.

## 5. 퇴비의 부숙도 평가를 위한 종자 발아시험

공시 퇴비의 부숙도는 종자발아법으로 실시하였다. 퇴비의 건물중 5g에 상응하는 퇴비의 신선중 무게를 환산하기 위하여 퇴비시료를 105 $^{\circ}$ C 건조기에 12시간 건조 후 수분함량을 측정하였다. 퇴비 추출은 100ml 증류수에 평량한 퇴비 시료를 넣고 70 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C에서 2시간 동안 환류냉각 추출 후 No.2 여과지로 여과하여 공시액으로 활용하였다. 발아시험은 직경 85mm Petri dish에 No.2 여과지를 2점을 깔고 시험구에는 5ml의 공식액을 넣고, 대조구에는 증류수 5ml를 넣고 무 종자를 각각 30립 파종한 후 Petri dish를 파라필름으로 감아 항온기에 넣었다. 생육상의 온도는 25 $\pm$ 1로 하고 인공적인 빛은 조사하지 않았다. 72시간 후에 공식액 3ml를 보충하고 파라필름으로 감았다. 종자 치상 후 125시간에 뿌리길이를 측정하고, 이 결과를 활용하여 퇴비의 부숙도를 측정하였다. 상대발아율(GR), 상대뿌리신장율(RE), 발아지수(GI)의 산출식은 아래와 같다.

- ① 상대발아율(GR, relative germination ratio) = (처리구의 발아율/control 발아율)  $\times$  100
- ② 상대뿌리신장율(RE, relative root elongation = (처리구 뿌리길이/control 뿌리길이)  $\times$  100
- ③ 발아지수(GI, Germination index) = GR  $\times$  RE / 100

## 6. 인삼 유기액비 적용 내용

본 연구에서는 2종류의 퇴비차를 제조하였다. 퇴비차 제조시 페버섯 퇴비를 넣은 퇴비차와 페버섯퇴비에 첨가제(당밀, 해초, 아미노산)를 혼합한 퇴비차 처리구로 두었다(표 1). 첨가제(soil soup, microbial food, catalyst source)는 미생물 성장을 촉진하기 위하여 사용하였다.



사진 5. 퇴비 부숙도 분석 종자 발아 시험

표 1. 인삼 퇴비차 적용 내용

구 분	퇴비 혼합물조성
페버섯 퇴비 추출액비	퇴비 60kg
페버섯 퇴비+첨가제 첨가 추출액비	퇴비 60kg, 당밀 9.2kg, 해초 1.2kg, 아미노산 2kg

## 7. 경제성 분석

### 가. 생산량 및 가격

관행 인삼의 생산량은 농촌진흥청에서 발간한 2009 농축산물소득자료집(2010)을 참고하였다. 유기농 인삼이 생산되기 시작한 것은 2009년부터이다. 그래서 2009년과 2010년의 인삼애인 생산량을 분석대상으로 하였다.

2009년과 2010년의 9월 중순 관행 인삼 가격은 인삼의 거래가 가장 활발하게 이루어지는 금산 인삼시장에서의 30뿌리 한 채(750 g)당 가격을 금산군청 홈페이지에서 확인하였고, 유기농 인삼 가격은 인삼애인에서 판매한 2009년, 2010년 9월의 가격을 기준으로 하였다.

## 나. 생산비

관행 인삼의 10a당 생산비는 2007 인삼통계자료집(2008)과 2009 농축산물소득자료집(2010)을 참조하였고, 유기농 인삼의 10a당 생산비는 2009 농축산물소득자료집(2010)의 세부항목에서 무기질비료는 관행대비 전혀 들어가지 않았고, 농약비는 관행대비 20% 정도, 대농구상각비는 관행대비 약 17%, 고용노력비는 관행대비 2배 정도 많이 소요된 점을 감안하여 분석자료로 활용 하였다.

관행 인삼의 kg당 생산비는 생산량과 마찬가지로 농촌진흥청에서 발간한 2009 농축산물소득자료집(2010)을 참고하여 10a당 생산비를 10a당 생산량으로 나눈 값이다. 유기농 인삼의 생산비는 인삼애인의 2009년도 10a당 생산비를 10a당 생산량으로 나눈 값으로 나타내었다. 생산비의 세부항목은 2009 농축산물소득자료집(2010)에 나타난 항목으로 조사 하였다.

## 다. 농가 소득

소득은 수입에서 생산비를 뺀 값으로 나타내었다. 수입은 조수익으로 소매 총액을 대비 하였고, 생산비의 세부항목은 2009 농축산물소득자료집(2010)에 나타난 종묘비, 무기질비료비, 유기질비료비, 농약비, 광열동력비, 수리비, 제재료비, 소농구비, 대농구상각비, 영농시설상각비, 수선비, 기타요금, 농기계시설임차료, 토지임차료, 위탁영농비, 고용노력비의 항목으로 조사하였다.

# Ⅲ. 시험연구 결과

## 1. 퇴비의 성분함량

공시퇴비의 이화학적 특성을 나타내었다. 퇴비의 pH는 7.0으로 중성을 나타내었고, 유기물 함량은 178g/kg이었다.

표 2. 퇴비의 이화학적 성분

pH	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	K(cmol <sup>+</sup> /kg)	Ca(cmol <sup>+</sup> /kg)	Mg(cmol <sup>+</sup> /kg)	EC(mS/m)
7.0	178	3,679	2.75	51.1	5.6	57.3

## 2. 공시 퇴비의 부숙도

부숙도를 조사하기 위하여 무(radish) 종자를 공시하여 발아에 미치는 영향을 조사한 것은 표 3과 같다. 유식물 발아실험은 멸균된 직경 9cm의 petridish 에 filter paper를 깔고 무종자를 치상하여 실험하였다. 발아시험 결과 무의 발아율은 가축분뇨퇴비에서 90.1%, 폐버섯퇴비는 94.2%를 나타내었다. 퇴비의 종류에 따라 발아율의 차이가 다소 있으나 90% 이상 발아하여 퇴비의 안정화률은 높았다.

표 3. 공시 퇴비의 발아검사

구분	발아율(%)	상대 발아율	상대뿌리신장율	상대지수(GI0)
대조구	94.1			
가축분뇨퇴비차 액비	90.1	91.8	71.3	74.4
폐버섯퇴비차 액비	94.2	97.7	76.1	78.8

GR: relative germination ratio, RE: relative root elongation, GI:Germination index

가축분뇨 퇴비의 발아율은 각각 90.1%을 보였고 뿌리 성장이 평균 3.9cm의 신장을 보였고, 가축분퇴비의 RE는 72.1, 발아지수(GI)는 74.4로 부숙 퇴비로 판단된다. 폐버섯퇴비의 발아율은 94.2%를 보였고, 뿌리 평균 신장은 4.23cm이다. RE는 74.1, 발아지수(GI)는 78.8로 부숙 완료 퇴비로 판단되었다.

## 3. 유기액비의 이화학적 특성

### 가. pH

미생물이 증식 및 대사 반응에 대한 pH의 영향은 매우 크며 생산되는 산물의 종류와 양에도 중요한 영향을 끼친다. 본 실험에서 퇴비차 제조 중 pH가 상승되었다(표4, 그림1, 2, 3).

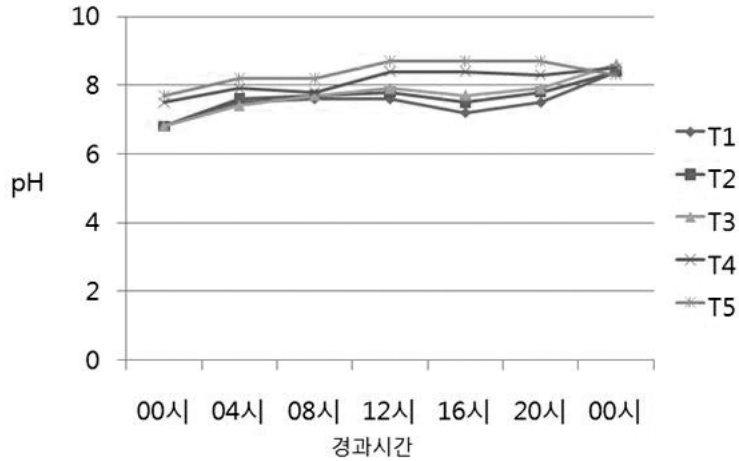


그림 1. 퇴비 발효액비 제조 중 pH 변화

- T1. 퇴비(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T2. 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T3. 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T4. 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)
- T5. 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)

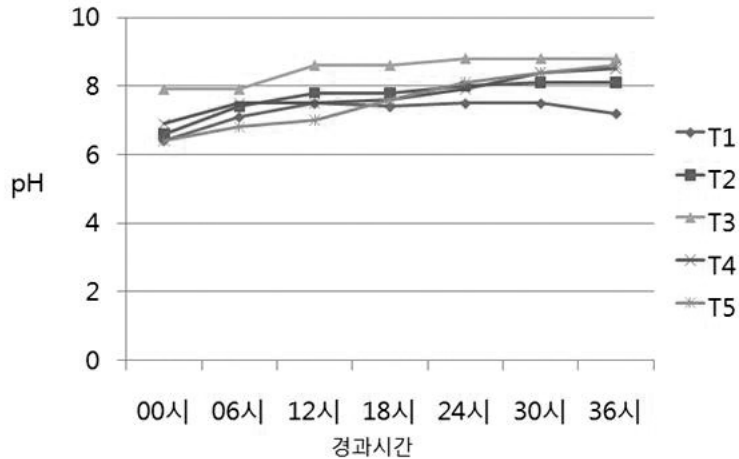


그림 2. 퇴비발효액비 제조 중 pH 변화

- T1. 퇴비(3kg)
- T2. 퇴비+어분(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T3. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T4. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)
- T5. 분변토+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)

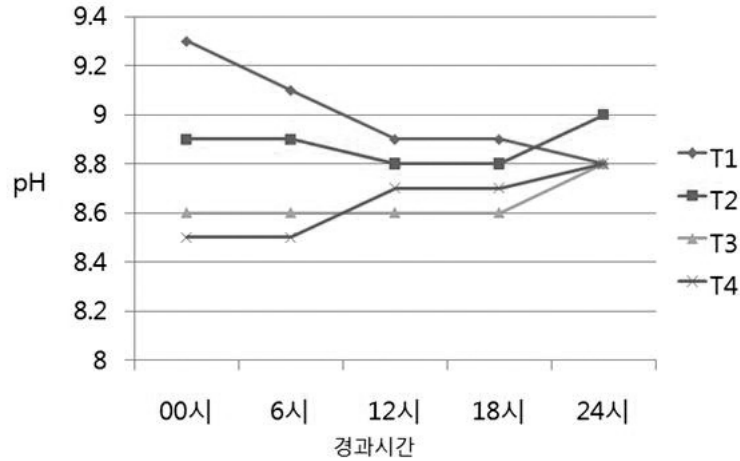


그림 3. 퇴비발효액비 제조 중 pH 변화

T1. 퇴비(3kg)

T2. 퇴비+어분(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)

T3. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)

T4. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)

표 4. 가축분 및 분변토 퇴비 발효액비 제조 중 pH의 변화

	처리내용	pH(1시간 후)	pH(24시간 후)
AT1	가축분 퇴비차1	6.4	7.2
AT2	가축분+첨가제 퇴비차2	6.6	8.1
AT3	가축분+첨가제 퇴비차3	7.1	8.8
AT4	가축분+첨가제 퇴비차4	6.9	8.5
ET1	분변토+첨가제 퇴비차1	6.4	8.6

\* AT1 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물

\* AT2 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15cup

\* AT3 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15 cup + 당밀 2kg

\* AT4 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15cup + 당밀 2kg + k-spar 2kg

\* ET1 : 분변토퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15cup + 당밀 2kg + k-spar 2kg

### 나. EC의 변화

퇴비차 제조 중 EC의 변화는 표 5와 같다. 퇴비차의 처리전 시점에 1.37dS/m에서 첨가제 처리에서 증가되었다.

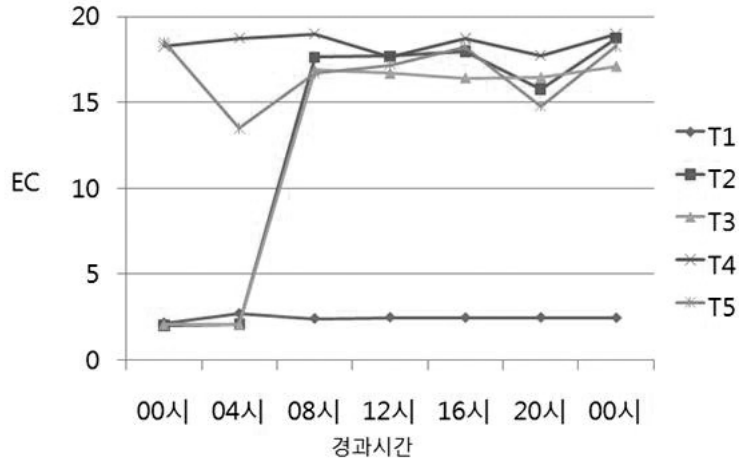


그림 4. 퇴비발효액비 제조 중 EC 변화

- T1. 퇴비(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T2. 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T3. 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T4. 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)
- T5. 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)

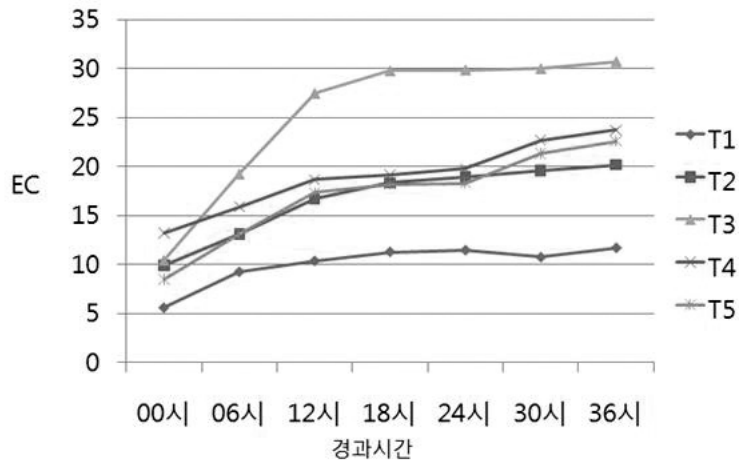


그림 5. 퇴비발효액비 제조 중 EC 변화

- T1. 퇴비(3kg)
- T2. 퇴비+어분(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T3. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)
- T4. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)
- T5. 분변토+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)

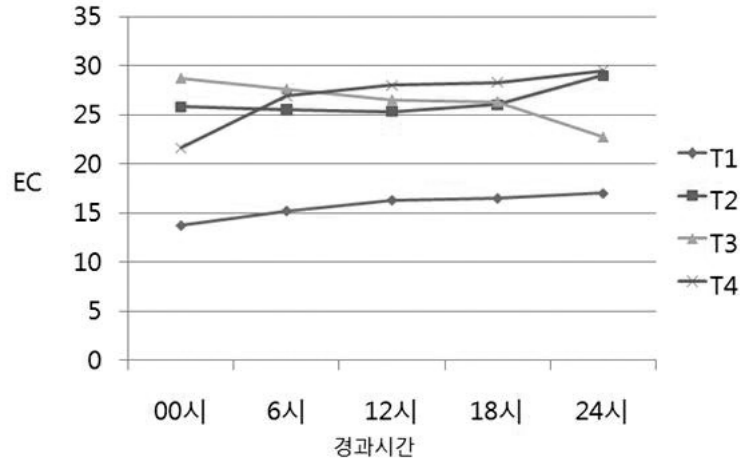


그림 6. 퇴비발효액비 제조 중 EC 변화

T1. 퇴비(3kg)

T2. 퇴비+어분(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)

T3. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)

T4. 퇴비+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g)

표 5. 가축분 및 분변토 퇴비 발효액비 제조 중 EC의 변화

	처리내용	1시간 후 EC(mS/m)	24시간 후 EC(mS/m)
AT	가축분 퇴비차1	5.57	11.67
AT2	가축분+첨가제 퇴비차2	9.9	20.15
AT3	가축분+첨가제 퇴비차3	10.45	30.69
AT4	가축분+첨가제 퇴비차4	13.19	23.71
ET1	분변토+첨가제 퇴비차1	8.46	22.56

\* AT1 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물

\* AT2 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15cup

\* AT3 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15 cup + 당밀 2kg

\* AT4 : 가축분퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15cup + 당밀 2kg + k-spar 2kg

\* ET1 : 분변토퇴비 300kg/1m<sup>3</sup> 물 + 해초 2kg + 어분 2kg + 식물성오일 15cup + 당밀 2kg + k-spar 2kg

퇴비차 제조에서 퇴비의 종류와 당밀 첨가의 효과에 대하여 연구하였다. 퇴비차 제조 후 퇴비추출물의 이화학적 특성에서 페스타리 버섯 퇴비에 당밀을 혼합한 퇴비차의 이화학적 성분이 다소 높아졌다. 퇴비차 제조과정 중 당밀의 혼합시에는 퇴비차가 미생물적 활성도도 증가되었다(사진 7, 8).

본 유기액비 제조 과정에서 첨가제의 효과에 대하여 연구하였다. 유기액비 제조 후 퇴비 추출물의 이화학적 특성에서 페버섯퇴비에 해초, 아미노산, 당밀 첨가의 퇴비차의 이화학적 성분이 증가되었다. 부산물 첨가 퇴비차가 미생물적 활성도도 증가되었다.

첨가물 유기액비의 이화학적 특성에서 표 6에서와 같이 버섯 퇴비차의 pH는 7.7이었으나 버섯퇴비+첨가물 퇴비차의 경우 pH가 4.4로 산성을 나타내었다. 퇴비차의 경우 아미노산의 첨가에 의하여 pH가 상승된 것으로 보여진다. 버섯퇴비차의 경우 EC가 0.5m s/m 로 낮았으나 버섯+부산물 첨가 퇴비차의 EC는 3.5m s/m 로 약 7배 높아졌다. 그 원인의 아미노산과 해초류의 첨가에 의하여 높아진 것으로 생각된다. 퇴비차의 다량원소 함량(T-N, K, Ca, Mg)의 경우도 버섯퇴비차보다 버섯+부산물 퇴비차에서 월등이 높았다. 퇴비차의 미생물 밀도의 경우 버섯퇴비차보다 버섯+부산물 퇴비차에서 높아졌다. 수용성 퇴비차 조성시 부산물의 첨가는 수용성 무기양분의 함량을 증가시켰으며 퇴비차 제조시 비료조성의 관점에서도 중요하게 고려되어야 할 것이다.

이러한 관점에서 퇴비차는 환경의 건강성을 증진시켜 병원균을 통제하는 화학합성 살균제의 대체수단으로 이용되고 있다(Siddiqui et al., 2009). 퇴비차의 효과는 퇴비차의 제조수단(공기주입, 퇴비형태, 양분첨가, 발효기간 등)에 따라 상이하다(Scheuerell and Mahaffee, 2006). 많은 연구자들은 가축분뇨를 기본으로 하여 제조된 퇴비차가 식물재료를 기본으로 하여 제조된 퇴비차 보다 식물병원균 저항에 효과적이라고 보고하였다(Weltzien, 1991; Al-Dahmani et al., 2003; Haggag and Saber, 2007). 퇴비차의 식물병원균을 억제하는 것은 퇴비차의 미생물의 함량과 관련이 있다고 보고하였다. 퇴비차의 미생물이 길항미생물로 작용한다고 보고하였다(Al -Dahmani et al., 2002).

표 6. 유기액비의 성분

구분	pH	EC (mS/m)	T-N (mg/l)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
페버섯 퇴비차	7.7	0.5	20	91	4.3	0.9
퇴비+ 첨가제 퇴비차	4.4	3.5	220	145	18.5	3.3

#### 4. 농가 수준에서의 액비 제조

- 가. 염소가 제거된 물을 가지고 있다면 빈 통에 퇴비를 넣어라. 너무 가득 채우지 마라. 거품발생기는 퇴비에 적당히 공기를 주입할 수 있도록 퇴비를 넣어라. 호스를 잘라서 펌프 쪽과 밸브 쪽으로 연결해라. 3개의 호스는 충분히 길게 잘라서 통의 바닥까지 닿을 수 있도록 한다.
- 나. 밸브 쪽에 한 쪽을 연결하고 다른 쪽은 거품발생기에 연결해라. 통의 위 쪽에 밸브를 메달아 놓고 거품발생기는 통의 바닥에, 퇴비 밑으로 내려놓아라. 통의 위 쪽 부분에 8cm 정도 남겨두고 물을 채워라, 그리고 펌프를 돌린다.
- 다. 잘 작동한다면 30g의 당밀을 넣고 막대기로 저어라. 당밀은 세균의 먹이가 되고 유익한 종들이 급격히 잘 번식하게 한다. 저어 준 후에 거품발생기를 적당한 위치로 옮긴다.  
적어도 하루에 몇 번씩 저어라. 막대기로 결렬하게 저어주면 더 많은 미생물들이 느슨하게 흔들려서 퇴비차로 빠져 나온다. 막대기로 저을 때마다 거품발생기의 위치를 바꿔라.
- 라. 3일 후에 펌프를 끄고 장치를 제거해라. 3일 이상 공기를 주입하면 더 많은 당밀을 넣어야 하고 그렇지 않으면 좋은 미생물들이 활동할 수 있는 충분한 양분이 없어서 활동을 중지하기 시작한다.
- 마. 퇴비차가 안정화가 되도록 10~20분 정도 그대로 두어라, 그리고 다른 통에 따르든지 살포기에 넣어라. 약 10리터의 퇴비차를 얻을 수 있다. 네가 원한다면 해초재나 천연광물질 등의 미량요소를 추가해도 된다.

가능한 1시간 내에 퇴비차를 바로 사용해라. 잘 발효된 완숙퇴비에 물을 5~10배 더하고 공기를 공급해주면서 1~7일 발효하여 사용한다.

남은 퇴비는 퇴비더미에 넣어도 되고 토양에 넣어 주어도 된다. 그 퇴비 안에는 많은 유용세균과 양분이 되는 죽은 곰팡이가 들어있다.

축분을 활용한 퇴비차는 자연적으로 존재하는 특정 미생물에 의해 다양한 병해충에 효과적이다. 어떻게 퇴비차를 집에서 만들 것인가? 집에서 제조할 때는 플라스틱 통을 사용하면 된다. 5~15갤론(18~50리터) 플라스틱 통에 퇴비를 절반 넣고 물을 더 채우면 된다. 10~14일 동안 놓아두었다가 희석하여 살포하면 된다. 과수, 채소, 다년생/일



사진 6. 소형 퇴비추출액비 발효기

년생 작물, 장미 등 다양한 작물에 사용하며 특히 곤충이나 병에 주기적으로 피해를 보는 작물에 사용한다. 장미의 흑반병에 특히 효과적이며, 토마토의 초기 역병에도 효과적이다. 흰가루병 등 잎 및 뿌리병 등 병해충 예방과 치료, 뿌리발육 촉진에 효과가 있다.

희석하는 방법은 사용하는 퇴비에 따라 다르다. 우선 발효된 퇴비차 1에 물 4~10배를 섞어준다. 물성은 아이스티(냉커피)와 같다. 건더기는 천이나 체로 걸러주어야만 한다. 살포액 1갤론(약 3.7리터)당 당밀 2스푼을 첨가한다. 해충을 잡기 위해서는 오렌지류에서 추출한 오일(citrus oil)을 첨가한다

### 5. 퇴비 발효액비의 미생물 동정 및 생균수 조사

토양은 작물의 생육과 건강에 도움을 주는 미생물-유기물의 분해자인 세균과 진균, 포식자인 프로토조아와 유익한 선충들로 가득 차 있다. 그러나 유해 미생물도 있다. 병을 일으키는 세균과 곰팡이, 프로토조아 그리고 작물의 뿌리를 먹는 선충들이며 퇴비차 시용의 목적은 토양의 먹이사슬에서 작물에 도움이 되는 유익한 미생물의 수를 많게 하는 것이다.

유해 세균 분해자와 그들이 만들어 내는 작물에 독성이 있는 물질은 산소가 없는 조건에서 증가한다. 퇴비차나 퇴비 자체가 산소공급이 잘 되어 있고 매우 호기적인 상태로 만들면 작물에 병을 일으키는 세균과 작물에 독성이 있는 물질을 제거할 수 있다.

퇴비차의 우점미생물 결과 퇴비차에는 세균의 밀도가  $10^7$ , 방선균은  $10^4$  사상균은  $10^2$  사상균의 밀도는 낮았다. 퇴비를 조절해서 세균과 진균이 우점할 수 있도록 할 수 있다. 앞에 뿌려주는 것으로 작물이 무엇이었던 간에 세균이 우점하는 퇴비를 항상 원한다. 세균이 우점하는 퇴비는 채소와 식용작물이 자라기 전에 토양에 살포하는 것이 최선이다. 세균이 우점하는 퇴비차는 대부분의 농장에서 귀찮게 하는 잎의 병을 막기 위하여 아주 유용하다는 연구결과가 있다. 그래서 대부분은 세균이 우점하는 퇴비차를 만드는 데에만 관심을 가진다. 세균이 우점하게 하기 위하여 퇴비는 다수의 녹색물질로부터 만들어져야 한다.

당밀 첨가구에서 미생물의 농도가 높아졌다. 미국에서는 유기농산물 소비자의 안전성을 보호하기 위하여 퇴비차의 위생조건을 제시하였는데 퇴비화의 e.coli는 L당 126 cfc 이하이어야 한다. 당밀은 박테리아의 성장을 촉진하고, 해조와 humic acid는 fungi의 성장을 촉진하고 peat moss와 건초는 protozoa의 성장원이 된다. 퇴비차에 대한 연구는 다수 이루어졌으나(Scheuerell and Walter, 2002) 효율적인 적용에 대해서는 지속적인 개발이 양질의 퇴비차에는 많은 유용미생물을 함유하고 있다. 유용한 fungi, 방선균이 우점하면 좋은 퇴비차로 알려져 있다. 또한 유해미생물로는 병을 옮기는 E.coli, Salmonella균 이다. 퇴비차 제조시 질소성분 함량을 높이기 위해서는 투과작물이나 가축분뇨 재료가 효과적이다. 인산 성분은 우분, 계분 같은 가축의 분에 많이 함유되어 있다. 미량원소는 해조류, 어분 첨가 시 효과가 있으며, 해충방제효과는 neem cake 등의 첨가가 가능하다.

퇴비차는 지렁이 퇴비 혹은 퇴비로부터 유용미생물을 생산하는 그 농도의 미생물 용액이다. 잔디의 지상부 및 지하부 생물을 조사하였다. 염류를 기반으로한 관행농업에서 사용하고 있는 화학비료는 자연계의 양분순환을 지원하는 유용미생물을 사멸한다.

사진 7, 8은 퇴비차 제조과정 중의 사진이다. 퇴비차 제조 6시간 후 페버섯퇴비차(사진 7) 보다 페버섯+첨가제 혼합 퇴비차(사진 8)에서 미생물 성장이 활발하였다.

퇴비차+첨가제 혼합퇴비차의 세균수는  $2.8 \times 10^7$ 로 퇴비 단독 퇴비차의 세균밀도  $3.4 \times 10^7$  보다  $10^3$  정도 높아졌다. 퇴비차의 방선균 밀도도 퇴비차+첨가제 혼합 퇴



사진 7. 버섯퇴비차 제조 광경



사진 8. 버섯+부산물 퇴비차 제조 광경

비차에서  $1.4 \times 10^4$ 로 퇴비 단독 퇴비차 보다 높아졌다. 방선균은 자연계에 널리 분포하며 토양, 식물체, 하천, 해수, 퇴비 등에 서도 검출되고 있다. 방선균이란 생육 단계의 한 시기에 사상의 형태를 취하는 그람양성세균에 대한 총칭이다. 퇴비차의 방선균은 퇴비화 과정 중 방선균이 분리된 것으로 보인다. 방선균은 열악한 토양환경에 잘 생존하며 대부분 향균 활성 물질을 분비하거나 난분해성 유기물 분해능력이 우수하므로 퇴비차에서 방선균 집단의 측정은 퇴비차 평가의 매우 유용성의 척도로 판단된다.

표 7. 퇴비차 우점 미생물 밀도 분석(CFU/mL)

구 분	세균 (Total bacteria)	방선균 (Actinomycetes)	사상균 (Fungi)
폐버섯 퇴비차	$3.4 \times 10^4$	$1.3 \times 10^3$	$1.4 \times 10^2$
폐버섯 퇴비+ 첨가제 혼합 퇴비차	$2.8 \times 10^7$	$1.4 \times 10^4$	$8.0 \times 10^2$

퇴비차의 사상균은 퇴비차+첨가제 혼합 퇴비차에서  $8.0 \times 10^2$ 로 단독 퇴비차 사상균 보다 높아졌다. 퇴비차의 미생물토양 1g 속에 약 박테리아 진균 등을 포함한 약10,000종의 미생물이 서식하고 있다. 이 미생물 중 인간이 배양 할 수 있는 미생물은 1% 이하이다. 퇴비차의 효과를 내는 물질로는 박테리아(Bacillus), 효모(Sporolomyces)로 알려져 있다.

퇴비차의 우점세균 분석결과 퇴비차의 우점미생물은 *Arthrobacter ureafaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus circulans*으로 나타났으며, *Arthrobacter ureafaciens*의 미생물의 밀도는  $1.4 \times 10^4$ , *Bacillus megaterium*는  $1.0 \times 10^4$ 이었으며 *Bacillus circulans*의 밀도는  $1.0 \times 10^4$ 로 미생물의 밀도가 높지 않았다.

퇴비차의 우점세균 분석결과 페버섯+첨가제 혼합퇴비차의 우점미생물은 *Enterococcus faecalis*, *Microbacterium imperiale*로 나타났으며 *Enterococcus faecalis*의 미생물의 밀도는, *Microbacterium imperiale*  $2.6 \times 10^7$ , *Enterococcus faecalis*의 밀도( $2.6 \times 10^6$ )는 퇴비 단독 퇴비차 보다 높았다.

표 8. 퇴비차 우점 세균의 밀도 분석(CFU/mL)

구 분	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Microbacterium imperiale</i>	<i>Arthrobacter ureafaciens</i>	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Bacillus circulans</i>
페버섯 퇴비차	-	-	$1.4 \times 10^4$	$1.0 \times 10^4$	$1.0 \times 10^4$
페버섯 퇴비+ 첨가제*	$2.6 \times 10^7$	$2.6 \times 10^6$	-	-	-
혼합 퇴비차					

\* 퇴비+ 당밀+해초가루+아미노산

표 9. 퇴비차 우점 미생물 밀도 분석(CFU/mL)

구 분	세균(Total bacteria)	방선균(Actinomycetes)	사상균(Fungi)
T1	$8.6 \times 10^7$	-	$3.3 \times 10^1$
T2	$5.9 \times 10^7$	-	1.0
T3	$3.8 \times 10^8$	-	$8.6 \times 10^1$
T4	$7.7 \times 10^7$	-	$6.3 \times 10^1$
T5	$3.3 \times 10^8$	-	$1.2 \times 10^2$

- 퇴비차 T1 : 퇴비(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)의 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T2 : 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)의 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T3 : 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)의 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T4 : 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g) 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T5 : 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성(1/2)+Kspa(500g) 우점 미생물 밀도 분석

표 10. 퇴비차 우점 세균 밀도 분석(CFU/mL)

구분	<i>Sphingobacterium mizutaii</i>	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Flavobacterium eriaceae bacterium</i>	<i>Chryseobacterium jeonii</i>	<i>Enterobacter amnigenus</i>	<i>Klebsiella terrigena</i>	<i>Aeromonas media</i>	<i>Comamonas sp.</i>	<i>Flavobacterium columnare</i>
T1	5.0×10 <sup>7</sup>	7.3×10 <sup>6</sup>							
T2			2.8×10 <sup>7</sup>	2.0×10 <sup>7</sup>					
T3					1.2×10 <sup>8</sup>	2.3×10 <sup>8</sup>			
T4			4.1×10 <sup>7</sup>				8.6×10 <sup>6</sup>		
T5							1.5×10 <sup>8</sup>	1.0×10 <sup>8</sup>	

- 퇴비차 T1 : 퇴비(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)의 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T2 : 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T3 : 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)의 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T4 : 분변토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성오일(1/2)+Kspa(500g) 우점 미생물 밀도분석
- 퇴비차 T5 : 부식토(3kg)+어분(500g)+당밀(500g)+해초(500g)+식물성(1/2)+Kspa(500g) 우점 미생물 밀도분석

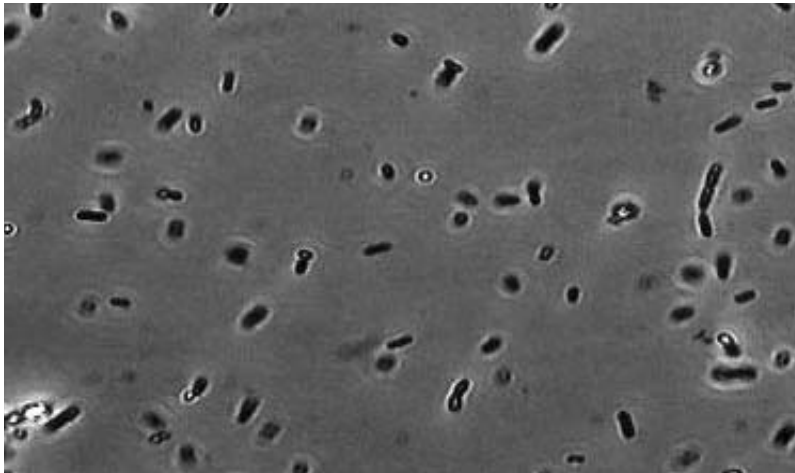


사진 9. 버섯+부산물 퇴비 발효 액비 미생물 사진(40×배)

## 6. 액비의 유기인삼 재배 시용효과

표 11은 퇴비차의 인삼 생육에 미치는 시용 효과를 나타내었다. 인삼의 엽장, 엽폭은 폐 버섯+첨가제 혼합 퇴비차 시용구 보다 무처리구인 물 시용구 보다 높은 경향이였다.

표 11. 액비 시용이 인삼의 생육에 미치는 영향(1차조사, 8월 14일)

구분	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽두께(mm)	경장(mm)	경직경(mm)
무처리	4.78	3.93	0.464	1,276	1,276
페버섯 퇴비차	5.38	3.83	0.41	5.38	1,468
퇴비+첨가제 퇴비차	5.64	4.13	0.366	5.64	1,515

표 12. 액비 시용이 인삼의 생육에 미치는 영향(2차조사, 8월 21일)

구분	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽두께(mm)	경장(mm)	경직경(mm)
무처리	3.97	1.91	0.53	4.77	1.28
페버섯 퇴비차	3.89	2.13	0.48	5.12	1.47
퇴비+첨가제 퇴비차	4.14	2.27	5.17	5.33	1.48

표 13. 액비 시용이 인삼의 생육에 미치는 영향(3차조사, 8월 29일)

구분	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽두께(mm)	경장(mm)	경직경(mm)
무처리	4.0	1.91	0.497	4.77	1.30
페버섯 퇴비차	3.91	2.16	0.45	0.53	1,465
퇴비+첨가제 퇴비차	4.25	2,288	0.526	5.21	1.47

표 14. 액비 시용이 인삼의 생육에 미치는 영향(4차조사, 10월 13일)

구분	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽두께(mm)	경장(mm)	경직경(mm)
무처리	3.93	1.80	0.358	4.93	1.05
페버섯 퇴비차	3.73	2.14	0.419	4.98	1.34
퇴비+첨가제 퇴비차	4.14	2.31	2.31	5.24	1.19

## 7. 퇴비 추출액비 시용에 따른 인삼 잎의 엽색도

퇴비차 시용에 따른 인삼 잎의 엽색도는 표 15와 같다. 인삼의 엽색도는 8월 14일 조사에서 무처리구 29.1에 비하여 페버섯 퇴비차는 32.8, 페버섯+첨가제는 34.1로 높아졌다. 엽색도는 10월 13일 측정에서 20 내외로 낮아졌는데 페버섯 퇴비차, 페버섯+첨가제 혼합 퇴비차 시용구의 엽색도는 각각 20.3, 19.5로 대조구의 14.7보다 높아졌다. 엽록소 측정치는 식물체 질소 영양상태를 나타내는 간접지표이다(최와 박, 2007; Shaobing, 1995). 퇴비차 첨가구 시용구의 엽록소측정치는 퇴비차 단독시용구와 대등한 수치를 보여 양호한 질소 영양상태를 나타내었다(Westcott and Wraith, 1995). 홍 등(2001)은 토마토 잎의 엽록소측정치는 단위면적당 질소흡수량과 유의성 있는 정의 상관관계를 보여 식물체의 질소 영양진단의 지표로 활용이 가능하다고 하였다.

표 15. 퇴비차 시용이 인삼의 엽색도(SPAD 502)에 미치는 영향

구분	8월 14일	8월 21일	8월29일	10월13일
무처리	29.1	26.8	27.2	14.7
페버섯 퇴비차	32.8	28.6	29.8	19.5
퇴비+첨가제 퇴비차	34.7	31.4	31.7	20.3

## 8. 퇴비 발효액비 시용이 조기낙엽에 미치는 영향

퇴비차 시용에 따른 인삼잎의 낙엽과 변색정도는 8월 29일 1차 조사에서는 처리구 사이에 큰 차이를 나타내지 않았다. 인삼 잎은 6개월 동안 광합성을 하게 된다. 인삼은 다른 작물보다 기공 수가 적다. 인삼 잎은 기공이 오전에 최대로 열리며 광합성이 활발하다. 고온 기에는 광합성보다 호흡량이 많다. 고온 장애를 받으면 광합성 중단과 호흡량 증가로 근비대 억제 및 근비중이 저하된다.

뿌리 생장량은 8월 초순 까지 약 80%가 크다, 온도가 적당하면 하루에 2cm 가량 자란다. 수분함유량은 72~81%이다. 온도가 높아지면 수분을 잎을 통해 방출한다. 인삼은 물

을 좋아하지만 과도한 물을 싫어한다. 토양에 비료성분이 적어야 하며, 인산이 많으면 황화된다.

앞은 기온이 30℃가 넘으면 광합성을 중단하고, 30℃가 넘는 날이 4~5일 지속하면 결국 엽록소가 햇빛에 타서 누렇게 변하는 엽소현상이 나타난다. 광합성을 하는데 가장 좋은 기온은 18~27℃ 정도이다. 10월 초 중순의 낮 온도는 15~27℃ 정도이다. 10월 초 중순은 아직 광합성을 하기에 좋은 기온이 유지되고 있다고 할 수 있다.

인삼은 고온, 고광도, 누수 등에 의하여 조기낙엽(early defoliation)은 수량감소, 품질저하를 가져온다는 보고서가 있다. 그러면 낙엽 시기를 11월 초순 정도로 까지 늦추어 광합성 기간을 길게 함으로써 인삼근중의 수량 증대를 꾀할 수 있다. 인삼은 낙엽을 늦게 지도록 재배하는 것이 수확량을 증가 시킬 수 있는 방법이다. 일반 식물의 엽록소의 생성과 소멸, 광합성, 낙엽이 되는 원인을 파악함으로써 인삼의 적정한 단풍 시기를 추정해 볼 수 있으나 유기농 인삼은 8월 하순부터 시작되는 조기낙엽이 문제이다. 식물은 잎으로 광합성을 하여 낮 동안 열심히 포도당을 만들고, 다시 포도당을 녹말이나 셀룰로오스와 같은 분자로 바꾸고, 밤에는 낮에 생성된 녹말이나 셀룰로오스를 다시 포도당으로 바꾸어 줄기나 뿌리로 이동하여 스스로 성장의 영양과 에너지원으로 삼는다. 해 길이가 짧아지면 잎을 떨구고 건조하고 추운 겨울을 지나게 된다. 식물의 잎에는 책상조직과 해면조직으로 구분하는데, 그 조직 안에 엽록체가 있고 엽록체는 엽록소를 담고 있다. 엽록체는 잎에 있는 많은 기관 중에 가장 중요한 광합성을 담당하는 기관인데 안에 엽록소를 담아 넣고 있다. 광합성의 결과로 만들어 지는 것이 포도당이다. 이 포도당은 열매(사과)나 뿌리에 저장된다. 녹색식물에서는 엽록소의 약 10%가 하루 중 대사 경로에 의해 새로 합성된다. 녹색식물에서는 엽록소의 약 10%가 하루 중 대사 경로에 의해 새로 합성된다.

광합성은 뿌리가 운반해온 물, 햇빛에 의하여 분해된 엽록소, 기공에서 흡수한 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)가 결합하여 탄수화물(포도당)을 만들게 된다. 즉 광합성은 이산화탄소, 물, 햇빛에 의하여 분해된 엽록소가 결합하여 고분자 물질인 포도당분을 합성하는 과정이다. 이 과정에는 에너지가 필요하고 그 에너지를 빛으로부터 얻게 된다. 빛이 잎에 이르면 빛의 일부는 엽록체 속에 있는 엽록소(클로로필)에 흡수가 되어 광합성을 하게되는 것이다. 탄수화물은 탄소(C) 와 산소(O) 그리고 수소(H)로 구성되어 있는데. 포도당, 다당류는 모두 탄소, 산소, 수소가 필요하다. 광합성은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>, 탄산가스)로부터 탄소와 산소를 얻고 나머지 수소는 물(H<sub>2</sub>O)로 부터 얻는다. 이산화탄소는 잎에 있는 기공(氣孔)에서, 물은 뿌리에서 도관을 통하여 공급된다. 광합성 속

도를 결정하는 주된 외적 요인으로서 빛의 세기, 이산화탄소의 양, 온도 등을 들 수 있다. 잎에 빛을 가하면 광량에 비례하여 광합성 속도는 커진다. 그러나 빛의 세기가 어느 점에 이르면 광포화(光飽和)상태가 되어 그 이상 광량이 커져도 광합성 속도는 변하지 않는다.

표 16. 액비 사용이 인삼 조기낙엽에 미치는 영향(1차조사, 8월 29일)

구분	낙엽(%)	낙엽시작(%)	단풍(%)	건전엽(%)
무처리	0	10	40	50
페버섯 퇴비차	0	10	40	50
퇴비+첨가제 퇴비차	0	10	50	40

잎이 단풍이 든다는 것은 즉 나이를 먹는다는 것(aging)으로 산화(oxidation)현상이다.

햇빛이 짧아지고, 온도가 낮아지면 뿌리는 물 공급을 점차 줄이게 된다. 엽록소는 뿌리가 물을 공급해 주는 동안에는 광합성을 지속한다. 가을이 깊어져 일조량이 작아지면 식물의 엽록소의 합성이 멈추게 되고 대신 엽록소가 쇠퇴하여 파괴된다. 단풍 드는 시기는 햇빛의 투사량, 광합성의 기간, 기온, 주야 온도 차 등의 요인에 따라 다르다. 인삼 잎은 낙엽

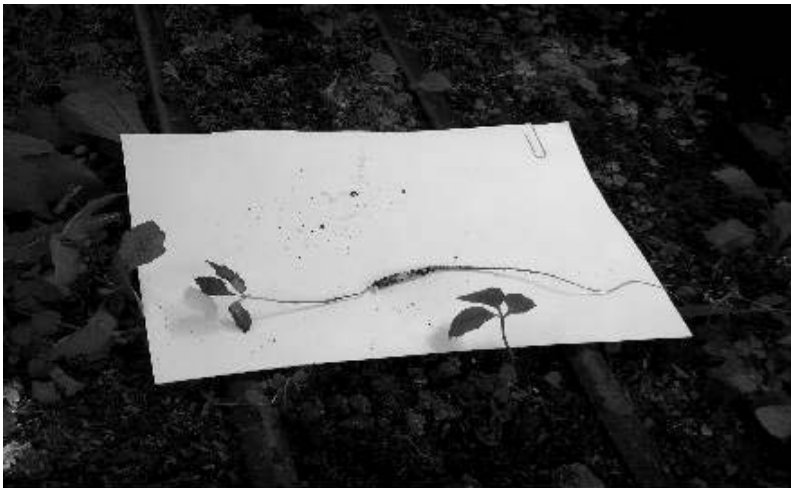


사진 10. 인삼 조기 낙엽

이 늦게 지도록 재배하는 것이 수확량을 증가 시킬 수 있는 방법이다.

10월 13일 조기낙엽 조사에서 액비 시용구의 낙엽 비율은 20%로 무처리의 40% 보다 낮아졌다.

표 17. 퇴비차 시용이 인삼 조기낙엽에 미치는 영향(1차조사, 10월 13일)

구분	낙엽(%)	완전단풍(%)	중간단풍(%)	초기단풍(%)	건전엽(%)
무처리	40	10	30	10	0
페버섯 퇴비차	20	10	10	60	0
퇴비+첨가제 퇴비차	20	10	20	30	10

### 9. 퇴비 발효액비 시용이 인삼 지하부 생육에 미치는 영향

퇴비 추출액비 시용에 따른 관행 인삼의 근중별 지하부 특성을 비교한 결과는 표 18과 같다. 퇴비 추출액비 시용구가 무처리구 보다 뇌두장, 뇌두폭, 동직경, 근장, 지근수, 근중 모두 유의적 차이는 없었다. 그리고 전체적으로 유기농 인삼은 근중이 무거울수록 뇌두장이 길었고 동직경은 컸으며 근장이 긴 경향을 보였다.

표 18. 퇴비 추출액비 시용에 따른 관행 인삼의 근중별 지하부 특성

구분	뇌두장(cm)	뇌두폭(cm)	동직경(cm)	근장(cm)	지근수(ea)	근중(g/개)
무처리	1.19	0.74	1.39	25.4	1.21	14.0
페버섯 퇴비차	1.20	0.74	1.42	27.3	1.27	14.9
퇴비+첨가제 퇴비차	1.24	0.75	1.45	28.0	1.31	15.4

## 10. 시험 후 토양의 이화학성 변화

시험 포장의 토양화학성의 변화는 표 19과 같다. 공시 토양의 pH는 6.7로 일반 밭토양 5.6 보다 높고 유효인산함량이 630mg(/kg), 치환성염기함량도 높은 토양이었다. 퇴비차 처리 토양은 무처리구 토양에 비하여 처리구 간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(표 19). 퇴비차 처리가 토양의 화학성(pH, EC)변화에 별다른 영향을 미치지 않고 대조구와 같은 수준을 보였다.

Table 19. 시험 후 토양의 이화학적 성분

구 분	pH (1:5)	전기전도도 (dS · m <sup>-1</sup> )	유기물 (g · kg <sup>-1</sup> )	유효인산 (mg · kg <sup>-1</sup> )	칼륨	칼슘	마그네슘
					(cmol <sup>+</sup> /kg)		
무처리	6.7	0.4	34	630	0.57	6.5	1.4
페버섯 퇴비차	6.6	0.4	36	627	0.58	6.6	1.4
퇴비+침가제 퇴비차	6.6	0.4	37	628	0.59	6.6	1.5

## 11. 유기 인삼 재배에 사용하는 유기농자재 제조

### 가. 유기인삼 재배에서 병충해 방제 방안

인삼은 재배환경이 특이하고 숙근성 다년생 식물이기 때문에 여러 생리장해 및 병충해로부터 피해를 입어 수량에 큰 영향을 받는다. 결주율이 17~41%(평균 32%), 심한 경우 80% 이상이 썩은 사례도 발생한다. 병 발생과 관련된 제요인(토양이화학성, 수분, 미생물 환경 등)과 상호관계 연구를 통한 예방수단 강구가 필요하다.

1980~1990년대 초반까지 길항균을 이용한 인삼 토양병의 생물학적 방제연구는 뚜렷한 효과를 거두지 못한 원인 중 하나는 다양한 근권 토양환경 및 발병생태에 대한 이해 부족-체계적인 균처리 방법이 확립되지 않았기 때문 또한 연작장해요인으로 독소물질의 축적, 미량요소 결핍, 병원균 밀도의 증가 등이 관여한다는 것 외에는 정확한 원인구명이 어려웠다. 연작장해는 *Cylindrocarpon destructans*에 의한 근부병이 주된 원인이라는 것이 구명되었고 인삼재배시 근부병(뿌리썩음병)에 의한 피해

가 가장 심각하며 현재까지 효과적인 방제대책이 없고, 재배특성상 경종적 방법만으로 효과적인 방제가 거의 불가능하며 화학적방제법 역시 전무한 실정이다. 따라서 다양한 장점을 보유한 생물학적 방제와 토양환경 개선 등을 포함하는 종합적인 방제법의 개발이 시급한 실정이며 적절한 방제체계가 없어 농가에서는 주기적인 예방 위주의 방제를 행하여 필요이상의 방제에 의한 생산비 증가 및 미등록 농약살포, 농약잔류 우려가 발생되고 있다. 친환경인삼재배에 관련된 기초 연구로는 ‘인삼병해충의 저농약 안전방제체계 확립연구’ (농업과학기술 연구개발 2007년도 시험연구보고서)와 석회보르도액 살포로 낙엽기를 지연시키고 고온장해를 억제시켰다고 하였으며(박훈 등, 1992), 석회보르도액을 활용한 ‘청정 인삼 생산 기초 연구’ (이성우 등, 2009)가 있다.

○ 밭 전환 인삼재배포장의 경우 3, 4, 5년근 별로 근권토양과 인삼근면에서 미생물상을 조사한 결과 일반 밭토양에 비해 세균수는 거의 비슷한 경향이나 총곰팡이수는 10~100배 이상으로 토양 내의 곰팡이의 밀도가 높은 것으로 나타난다고 한다.

○ 묘삼의 입고병을 대상으로 시판되는 여러 가지 인삼용 미생물제제의 발병 억제력과 변이계수를 검토하여 미세환경요인에 따른 영향이 화학농약보다 큰 것을 확인, 제제별로 안정성에 차이가 있으며 변이계수가 크다는 것은 환경을 맞게 해 주면 큰 보호력을 발휘할 수 있다는 의미로 해석되며 생물농약이 효과를 발휘하기 위해서는 토양 이화학적, 관수 및 기타 미세환경에 대한 면밀한 관리가 선행되어야 한다.

## 나. 유기농산물 인증시 사용하는 천연 자재들의 제조방법

다음은 유기농산물 인증시 사용한 천연 자재들의 제조방법이다.

(1) 토착미생물 배양 : 인접 산 부엽토를 활용하여 상온에서 2일 배양한다. 상온에서 배양하는 이유는 미생물이 적응해야 할 곳이 밭이므로 밭의 온도와 비슷한 상온에서 배양한 것이다. 자세한 제조 방법으로는 500ℓ 통에 물 450ℓ 를 넣고 산 부엽토 2kg과 설탕 또는 당밀 3kg과 야생초액비 20ℓ 와 바닷물 20ℓ 와 천매암액 2ℓ 와 인삼지상부자연즙액 5ℓ 를 넣어서 24시간 정도 배양한 후 농자재 제조용으로는 원액을, 관주로는 10배, 엽면시비로는 20배로 희석하여 사용한다.

(2) 야생초 액비 : 야생에 있는 풀들을 모아 토착미생물배양액으로 1년 이상 발효 시킨 액으로 500ℓ 통의 2/3정도 야생초로 채우고 나머지 부분에는 토착미생물배양액 원액으로 가득 채우고 야생초가 들뜨지 않도록 무거운 돌로 눌러주고 1년 후부터 500배로 희석하여 사용한다.

(3) 인삼탄화액 : 인삼지상부를 탄화기에서 태운 후 그 증기를 식혀 모은 액으로 인삼지상부 300kg을 탄화기에서 12시간 태우고, 태울 때 나오는 증기를 자연냉각시켜 모아 1000배로 희석하여 사용한다.

(4) 인삼부산물 미생물 분해액 : 홍삼박, 인삼 지상부 말린 것, 인삼잔뿌리 등을 토착미생물배양액에 넣어 1년 동안 발효 시킨 것으로 500ℓ 통의 2/3정도 인삼부산물로 채우고 나머지 부분에 토착미생물배양액 원액을 채운 후 100일 후부터 1000배 희석하여 사용한다.

(5) 인삼지상부자연즙액 : 인삼지상부를 자체 발효열에 의해 액을 뽑아낸 것으로 20ℓ 비닐 자루에 인삼지상부 가득 채우고 구멍을 조금 뚫어 주고 그 밑에 통을 받쳐 액을 받은 후 1000배 희석하여 사용한다.

(6) 홍삼막걸리주정액 : 건조된 홍삼박을 막걸리에 불린 후 주정을 넣어 담근 술로 20ℓ 항아리에 건조된 홍삼박 5kg과 막걸리 5ℓ 를 넣고 2일 후 항아리에 95% 주정을 가득 채운 후 밀봉하여 암실에 보관한 후 100일후 부터 1000배 희석하여 사용한다.

(7) 천연칼슘 : 계란껍질, 굴껍질을 토착미생물배양액으로 발효시킨 액으로 20ℓ 통에 재료를 2/3 채우고 토착미생물배양 원액을 가득 채워 검은 비닐로 덮어 상온 보관한 후 100일 후부터 1000배 희석 사용한다.

(8) 인산칼슘 : 돼지뼈, 소뼈를 토착미생물배양액으로 발효시킨 액으로 20ℓ 통에 재료를 2/3 채우고 토착미생물배양 원액을 가득 채워 검은 비닐로 덮어 상온 보관한 후 100일 후부터 1000배 희석 사용한다.

(9) 골분어분액비 : 골분, 어분을 물로 우린 액으로 200ℓ 통에 골분, 어분 분말 20kg 한 포 넣어서 100일 정도 우려서 500배로 희석하여 사용한다.

(10) 천매암액 : 천매암(석영, 운모, 녹니석 따위를 주성분으로 하는 변성암)분말을 물로 우린 액으로 200ℓ 통에 물 가득 채우고 천매암분말 10kg을 넣고 수시로 저어준 후 위의 물을 100배로 희석하여 사용한다.

(11) 키토산 : 게껍질, 새우등을 토착미생물배양액으로 발효시킨 액으로 20ℓ 통에 재료를 2/3 채우고 토착미생물배양 원액을 가득 채워 검은 비닐로 덮어 상온 보관한 후 100일

후부터 1000배 희석하여 사용한다.

(12) 제충국 : 제충국 꽃과 줄기를 음건하여 95% 주정에 담근 술로 100일 정도 숙성시킨 후 1000배로 희석하여 사용한다.

(13) 은행 주정 : 은행을 95% 주정에 담근 술로 100일 정도 숙성시킨 후 1000배로 희석하여 사용한다.

(14) 때죽나무 주정 : 때죽나무 열매를 95% 주정에 담근 술로 100일 정도 숙성 시킨 후 1000배로 희석하여 사용한다.

○ 기타 자연즙액은 모두 자체 발효열로 액을 뽑아낸 것이다.

(15) 석회보르도액 : 6-6식(생석회에 황산구리 용액을 섞어서 만든 액체살균제로 물 1ℓ에 생석회와 황산구리를 각각 6g씩 넣어 만든 액으로 백광소재 제품).



사진 11. 유기농 인삼 농자재 재료 및 제조물 농자재

#### 다. 유기농 인삼 연근별 재배관리

유기농산물 인증시 사용한 재배 방법은 다음과 같다.

먼저 유기농 인삼을 재배하고자 일반 포장을 유기농 포장으로 전환하여 “인삼애인 유기농 포장”을 구획하였다. 포장의 예정지는 2005년 가을에 호밀을 파종하였고, 2006년 8월부터 본격적으로 예정지관리를 하였다. 8월초부터 토양 중에 호밀 이입 및 분쇄 작업

과 로타리 작업을 하였고, 어느 정도 호밀이 파쇄 되었을 때 쌀겨, 석분, 숯가루를 토양에 살포한 후 로타리 작업을 하였다. 10월초까지 토착미생물 살포와 로타리 작업을 병행하였다. 토착미생물을 3번 살포하였고, 토양 로타리작업은 총 8번을 하였다. 그리고 10월 중순부터 두둑을 만들었다.

(1) 1년근 재배관리

1년근 때에는 인삼보다 풀들이 더 빨리 자라고 모잘록병에 의한 피해가 많이 발생하는 시기라서 제초작업을 자주해 주었고, 모잘록병 예방을 위하여 토착미생물을 15일 간격으로 관주해 주었다. 그러나 풀들에 의한 경쟁으로 9월 초에 모두 낙엽이 발생되었다.

- 토착미생물은 4월 초순부터 8월 중순까지 15~20일 간격으로 10배 희석하여 3.3㎡당 10ℓ 씩 관주하였다.

- 인산칼슘 1000배액 + 키토산 1000배액 + 골분어분액비 500배액 + 홍삼막걸리 주정액 1000배액 + 천매암액 100배액 + 제충국1000배액.

- 천연칼슘 1000배액 + 인삼지상부자연즙액 1000배액 + 천매암액 100배액 + 때죽나 무주정액 1000배액.

- 엽면 살포 시 모든 약제는 3.3㎡당 0.5ℓ 씩 살포하였다.

(2) 2년근 재배관리

2년근 때에는 1년근 보다 커져서 제초작업이 수월하였다. 그러나 모잘록병과 충에 의한 피해가 발생되어 5월 중순부터는 영양제와 해충기피제를 혼용하여 살포하였다.

- 토착미생물은 15~20일 간격으로 10배 희석하여 3.3㎡당 10ℓ 씩 관주하였다.

- 인산칼슘 1000배액 + 키토산 1000배액 + 골분어분액비 500배액 + 홍삼막걸리 주정액 1000배액 + 천매암액 100배액 + 제충국1000배액.

- 천연칼슘 1000배액 + 인삼지상부자연즙액 1000배액 + 천매암액 100배액 + 때죽나 무주정액 1000배액.

- 엽면 살포 시 모든 약제는 3.3㎡당 0.5~0.7ℓ 씩 살포하였다.

(3) 3년근 재배관리

3년근이 되면서 줄기가 굵어지다 보니 줄기를 가해하는 조명나방 애벌레에 의한 피해가 6월 중순부터 발생되기 시작하였다. 그러나 기존의 해충기피제로는 줄기속에서 활동하는 애벌레에 큰 효과가 없었다. 또한 7월의 잦은 비로 인해 석회보르도액의 효과도 없어서 8월초에 이미 조기낙엽이 발생되었다.

- 토착미생물은 15~20일 간격으로 10배 희석하여 3.3 m<sup>2</sup>당 10ℓ 씩 관주하였다.
- 인산칼슘 1000배액 + 키토산 1000배액 + 골분어분액비 500배액 + 인삼탄화액 500배액 + 홍삼막걸리주정액 1000배액 + 천매암액 100배액 + 제충국 1000배액.
- 천연칼슘 1000배액 + 인삼지상부자연즙액 1000배액 + 천매암액 100배액 + 때죽나무주정액 1000배액.
- 석회보르도액 100배액.
- 엽면 살포 시 모든 약제는 3.3 m<sup>2</sup>당 0.7~1ℓ 씩 살포하였다.

(4) 4년근 재배관리

인삼씨가 출아 되기 전에 모잘록병 예방을 위하여 토착미생물을 2번 관주하였고, 인삼이 전엽되는 시기에는 줄기반점병 예방을 하였다. 잦은 비로 역병 발생이 우려되는 6월에는 역병 예방을 위하여 토착미생물을 관주하였고, 뜨거운 7월에는 탄저병과 반점병 방제를 위하여 석회보르도액을 2회에 걸쳐 살포하였다. 채종전에는 결실에 좋은 영양제를 혼용하여 토착미생물과 관주하였고, 채종이 끝난 8월에는 뿌리에 좋은 영양제를 혼용하여 토착미생물과 관주하였다. 채종이 끝나면서 인삼의 활력이 떨어지기 시작하여 8월 초순부터 조기낙엽이 발생하였고 8월 하순에는 거의 모두 낙엽이 떨어졌다.

- 토착미생물은 15~20일 간격으로 10배 희석하여 3.3 m<sup>2</sup>당 10ℓ 씩 관주하였다.
- 골분어분액비 500배액 + 인삼지상부자연즙액 1000배액 + 키토산 1000배액 + 은행주정액 1000배액 + 괴불주머니자연즙액 1000배액.
- 인산칼슘 1000배액 + 키토산 1000배액 + 골분어분액비 500배액 + 인삼탄 화액 500배액 + 천매암액 100배액 + 제충국 1000배액 + 쇠우똥자연즙액 1000배액.
- 천연칼슘 1000배액 + 인삼지상부자연즙액 1000배액 + 인삼부산물 미생물분해액 500배액 + 천매암액 100배액 + 때죽나무주정액 1000배액 + 은행주정액 1000배액 + 익모초자연즙액 1000배액.

- 석회보르도액 100배액.
- 엽면 살포 시 모든 약제는 3.3 m<sup>2</sup>당 1~1.5ℓ 씩 살포하였다.

## 12. 유기 인삼재배 재배기술 분석 및 경영진단

재배적 측면에서 인삼을 고찰하면 인삼은 보통 3년에서 길게는 6년까지의 재배과정을 거친다. 그러므로 인삼은 일반작물과는 달리 과습이나 비료과다 그리고 고온 등에 약하고



사진 12. 4년근 유기인삼 재배 포장 전경(임진수 농가)

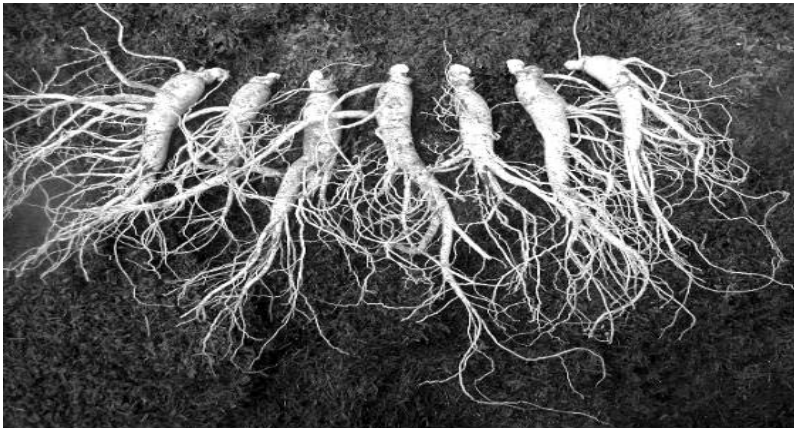


사진 13. 4년생 인삼 사진(임진수 농가)

해가림 아래 즉 반음지에서 재배되기 때문에 식물체가 연약하고 이병에 의한 피해가 크다. 따라서 인삼은 병해나 충해 등에 의해서 매년 약 10%씩 6년생까지는 평균 50% 정도 결주가 생긴다(목성균, 2000). 인삼재배 중 발생하는 병해는 약 38종이 알려져 있으며, 이는 우리나라에 재배되고 있는 작물중에 단일 작물로는 가장 많은 병해가 발생한다(한국식물병리학회, 2004).

인삼은 고년근으로 갈수록 여러 가지 병해가 발생하여 조기낙엽, 줄기고사, 뿌리썩음 등으로 수량감소와 질적 저하를 초래하며, 재배농가에서는 일단 병해가 발생하면 방제가 곤란하다는 인식이 있어(강승원 등, 2003) 재배농가의 70%는 병해충이 발생되기 전 주기적으로 예방차원에서 농약을 사용하고 있으며, 30%는 예방위주의 살포와 더불어 병해충발생시 추가적으로 농약을 살포하는데, 병해충 방제 횟수는 년 7~10회 정도이다(배영석 등, 2005). 유기재배와 관행재배의 경제성분석에 관한 연구 자료에는 유기농 및 일반 관행농작물의 환경경제가치 비교(임송택 등, 2008)와 전과정평가(Life Cycle Assessment)를 이용한 관행농과 유기농 쌀의 환경성 및 외부비용 분석(임송택 등, 2010)의 연구자료만 있을 뿐, 인삼의 유기재배와 관행재배의 경제성을 분석한 자료는 없다.

### 가. 생산량 비교 분석

이식재배는 3.3 m<sup>2</sup>당 2kg의 생산량을 나타내지만 직파재배의 경우에는 3.3 m<sup>2</sup>당 2.3kg을 생산한다(이성우 등, 2005)고 하였으므로 기존의 이식 재배 생산량을 직파 재배 생산량으로 변환하면 10 a당 직파 재배는 2009년에는 690kg을 생산하게 된다.

직파 재배에 의한 유기농 인삼과 관행 인삼의 10 a당 생산량을 비교한 결과에서 유기농 인삼의 생산량은 유기농 인삼 재배농가인 임진수 농장의 년도별 평균 생산량을 참고하였다. 관행 인삼의 경우 2010년의 생산량은 2009년과 거의 같은 수준이라고 예상된다. 비교하여 보면 2010년 유기농 인삼의 10 a당 생산량은 관행 인삼 대비 1/5 수준으로 추정되고, 2009년 유기농 인삼의 10 a당 생산량은 관행 인삼 대비 1/6 수준인 것으로 추정된다.

따라서 유기농 인삼이 생산되기 시작한 해가 2009년부터이므로 인삼의 재배방식에 있어서 유기농 재배법 도입이 몇 년 안 된 점을 감안하면 몇 년 이내에 생산량이 지속적으로 증가 할 것으로 예상된다.

유기농 인삼과 관행 인삼의 시중 가격을 비교하여 보면 2010년 9월 중순 금산 인삼시장

에서의 관행 인삼(수삼) 30뿌리 한 채(750 g)당 가격은 19,000원이었으나 2009년에는 18,000원이었다. 유기농 인삼 가격은 한 채당 2009년에는 175,000원 이었던 것이 2010년에는 210,000원 이었다. 이는 유기농 인삼의 가격이 관행대비 11배 높은 가격에 거래되고 있음을 나타낸다.

나. 10a당 생산비 비교 분석

이식재배에 의한 관행 인삼의 10 a당 생산비를 조사한 결과는 표 20과 같다. 2009년 4년근 일반 삼포의 10 a당 생산비는 5,343,000원으로 1999년을 기준으로 55%나 증가하였다.

2009년 인삼농가의 10 a당 평균생산량은 612kg으로써 1999년의 418kg에 비하여 46% 증가하였다.

표 20. 관행 이식 인삼재배의 생산비용과 수량(kg/10a)

(단위 : 4년생 기준)

구분	1999	2001	2003	2005	2007	2009	'09/'99(%)
생산비 (1,000 won)	3,450	3,726	4,275	5,070	5,358	5,343	155
수량(kg)	418	467	537	510	550	612	146

\*Resources : 2007 Statistical Data of Conventional Ginseng. MIFAFF. 2008 , 2009 Data for Income of Agro and Livestock Products. RDA. 2010

이는 직파재배가 아닌 묘삼을 구입하여 이식하거나 묘삼을 직접 재배하여 이식하여 재배하는 농가 기준으로 직파재배의 경우에는 종묘비 부분에서 크게 차이가(3.75배 낮음) 나고 노력비 부분에서는 0.75배 정도 높을 뿐 다른 비목에서는 별반 다르지 않을 것으로 판단된다. 반면 유기농 인삼의 경우도 같은 표준인삼 경작방법에 의하여 재배하고 있으므로 관행 재배의 경우와 별반 다르지 않는 생산비 내역을 가진다고 볼 수 있다. 단, 차이가 나는 것은 무기질비료비, 농약비, 대농구상각비, 고용노력비 부분이다(2009 농축산물소득자료집, 2010). 무기질비료는 유기농 인삼 재배에서는 전혀 사용하지 않고, 농약비도 자가 제조를 하므로 관행 인삼보다 약 1/5정도 절감되고

있으나 고용 노력비는 관행 인삼 재배 보다 2배 정도 더 소요되는 점을 감안하여 이 점이 개선되어야 할 부분이다. 또한 유기농 인삼의 경우 기경을 하지 않으므로 대농 구상각비도 관행 인삼의 17% 수준이므로 그것을 감안하여 계산해 보면 아래의 표 21과 같다.

표 21. 관행 이식 인삼재배와 유기인삼 농가의 생산비용과 수량(kg/10a)

(단위 : 원, %, 4년생 기준)

생산비	구분	관행재배(a)	유기재배(b)	b/a
10a 당 생산비		5,286,944	5,812,252	110
- 종묘비		144,228	144,228	
- 무기질비료비		85,675	0	
- 유기질비료비		416,960	416,960	
- 농약비		312,332	62,466	
- 광열동력비		140,552	140,552	
- 수리비		3,188	3,188	
- 제재료비		1,367,942	1,367,942	
- 소농구비		6,441	6,441	
- 대농구상각비		600,524	100,524	
- 영농시설상각비		46,967	46,967	
- 수선비		38,460	38,460	
- 기타요금		4,921	4,921	
- 농기계시설임차료		45,511	45,511	
- 토지임차료		650,618	650,618	
- 위탁영농비		61,776	61,776	
- 고용노력비		1,360,849	2,721,698	

\*참고자료 : 2010. 농축산물소득자료집.

유기농 인삼의 10 a당 생산비는 관행 인삼 보다 10% 늘어난 5,812,252원이 소요되는 것으로 추정된다.

### 다. kg당 생산비 비교 분석

유기농 인삼과 관행 인삼의 kg당 생산비를 조사한 결과는 표 22와 같다. 직파 재배 방법으로 유기농 인삼 1kg을 생산하는데 소요되는 생산비를 계산하여 보면 2009년 기준으로 유기농 인삼은 10 a당 120kg이 생산되었고, 생산비는 5,812,250원이 소요되었으므로 유기농 인삼 1kg 생산하는데 소요되는 생산비는 48,435원이 소요된다. 반면 직파 재배 방법에 의한 관행 인삼은 2009년 기준으로 10 a당 690kg이 생산되었고, 생산비는 5,286,944원이 소요되었으므로 관행 인삼 1kg 생산하는데 소요되는 생산비는 7,662원이 소요된다.

표 22에서 보는 바와 같이 kg당 생산비는 관행 인삼에 비하여 유기농 인삼이 6배 정도 많이 드는데 이는 단위 면적당 생산되는 유기농 인삼의 수량이 관행 인삼에 비하여 약 6배 정도 적기 때문이다.

표 22. 직파재배시 유기농 인삼과 관행 인삼의 생산비 비교

(단위: 원)

구 분	kg당 생산비
유기재배	48,435
관행 재배	7,662

### 라. 농가 소득 비교

유기농 인삼과 관행 인삼의 10 a당 농가소득은 표 23와 같다. 10 a당 조수익은 관행 인삼 16,560,000원에 비하여 유기농 인삼이 27,999,600원으로 1.7배 정도 높을 것으로 추정되었다.

10 a당 소득은 수입에서 생산비를 뺀 값으로 관행 인삼의 11,273,060원에 비하여 유기농 인삼은 22,187,350원으로써 약 2배 높을 것으로 추정되었다.

표 23. 관행인삼과 유기인삼의 수익성 비교

(단위 : 원, kg)

구 분	10a당생산비(A)	수량(kg)	가격(원/kg)	조수익(B)	순수익(B-A)
유기재배	5,812,250	120	233,330	27,999,600	22,187,350
관행재배	5,286,940	690	24,000	16,560,000	11,273,060

2009년과 2010년의 유기농 인삼과 관행 인삼의 수입을 비교하여 보면 kg당 가격과 10 a당 생산량을 비교하여 계산해 보면 유기농 인삼의 경우 10 a당 수입은 2009년에는 27,999천원에서 2010년에는 42,000천원으로 50% 가량 증가되었다. 반면 관행 인삼은 2009년에는 10 a당 16,560천원의 수입에서 2010년에는 18,238천원으로 약 10%의 수입 증가율을 보여 본 농가의 유기인삼의 수입이 비교우위에 있었다.

## IV. 기대효과

### 1. 유기농 인삼 재배 기술 개선

2000년대 이전에는 인삼의 효능, 재배, 성분 등에 관련된 논문들이 주류를 이루었으나 2000년대 들어서면서 인삼의 생산비 증가와 인삼가격 하락에 의한 인삼농가들의 경제성이 취약해짐에 따라 인삼 생산비 및 경제성 개선이 필요하다.

또한 유기농인삼재배에 관련된 '인삼병해충의 안전방제체계 확립이 중요한 과제이며 조기낙엽 지연을 위한 해결방안이 필요하다.

### 2. 유기농 인삼의 수량 증대

유기농 인삼의 2009년 kg당 생산비는 48,435원으로 관행 인삼의 7,662원 보다 6배 정도로 높았는데, 이유는 유기농 인삼의 10 a당 생산량이 120kg으로 관행 인삼의 690kg 보다 6배 정도 적었기 때문으로 추정된다. 유기농 인삼의 수량을 현재의 2배로 증대시키는 방안이 필요하다.

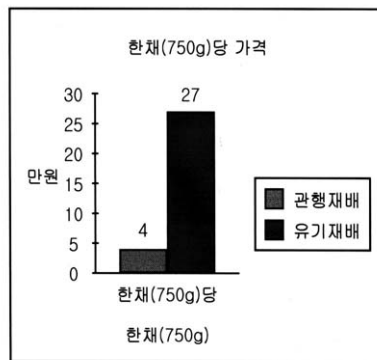
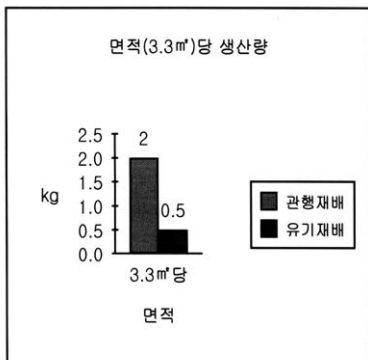
국내에서 유기농 인삼이 생산되기 시작한 해인 2009년의 유기농 인삼 생산량은 관행 인삼 대비 1/6 수준으로 추정되고, 2010년에는 1/5 수준으로 추정된다. 유기농 인삼의 수량이 관행 인삼에 비해 적었던 것은 유기농 인삼 재배법이 아직 정착되지 못하였기 때문으로 앞으로 이러한 문제점이 보완된다면 단위면적당 생산량을 늘릴 수 있을 것으로 기대된다. 유기 인삼 생산량을 증대하기 위해서는 친환경재배법 체계화, 친환경농자재 제조 및 사용법 매뉴얼화 등이 필요하다.

현재 국내 친환경 인삼 인증 현황은 저농약 재배면적이 2,670,444ha(생산계획량 2,331ton), 무농약 448,710(1713ton), 유기농 149,836ha(49ton) 순으로 2010년 이후 저농약 인증폐지(기존 인증농가는 2010년까지 유예)에 따른 친환경 인삼 인증의 어려움이 예상된다.

- 하우스재배로 현재의 유기농인삼의 생산량(3.3㎡당 약 0.5kg)을 관행재배(농약사용량 년 13회 내외) 수준의 생산량(3.3㎡당 약 2kg)으로 증대 할 수 있는 기술 개발
- 유기농인삼 6년근 한채(25뿌리내외, 750g)당 가격은 27만원에 거래 됨(현재 본인 농장의 판매가격 기준).
- 관행재배(농약사용량 년 13회내외) 인삼의 가격은 6년근 한 채(25 뿌리내외 750g)당 3~4만원 선.
- 1기작 : 투입비용 대비 소득비 = 2배
- 2기작 : 투입비용 대비 소득비 = 4배

□ 생산량 증대

- 2009년 현재 6년근 유기농인삼의 생산량은 3.3㎡ 당 약 0.5kg 수준임.
- 기존의 관행재배(농약사용량 년 13회내외)에서의 인삼생산량은 3.3㎡당 약 2kg 내외임.



### 3. 인삼용 유기농자재 적용과 재배 매뉴얼 확립

인삼 친환경 농자재 등록건수는 19점으로 소재가 매우 제한적이며, 가격이 비싸 친환경 인삼 생산농가마다 주관적으로 개발하여 사용하고 있는 농자재 종류가 많으며, 그 효과에 대한 검증이 명확히 이루어져있지 않으며 재배환경을 최적화하고, 각 농자재 용도별 효용성을 검증함으로써, 인삼 친환경 농자재 활용 기준제시와 자가제조 매뉴얼 작성을 통한 농가 기술지원이 시급하다.

### 4. 퇴비 발효액비에 의한 인삼 관비재배 시스템 적용

- 관비재배를 통한 친환경 유기 인삼재배 시스템 구축
- 액비, 퇴비차 종류에 따른 인삼 관비 재배

### 5. 재배 기술 매뉴얼 개발

- 유기인삼에 주로 발생하는 병이 탄저병, 반점병, 역병 등인데 최근에는 석회보르도액, 유황 제품을 활용하여 방제가 되고 있으나 수량증가는 관행인삼의 25~30% 수준에 머물고 있어서 양분에 대한 체계화도 필요한 실정이다. 퇴비, 액비를 활용하여 작물생육, 병충해, 수량, 품질, 토양의 이화학적 특성 조사하여 유기인삼 재배의 양분이용 체계화가 추후 검토하여 해결해야 할 과제이다.

### 6. 퇴비차 액비 발효기 제품화에 의한 유통 활성화

액비는 전통적으로 유럽에서 이용되었으며 제조방법에 따라 식물추출액비(herbal tea), 가축분뇨액비(slurry, manure tea), 퇴비발효액비(compost tea), 퇴비여과 액비(compost leachate) 등이 있으며 통상 액비(liquid manure)는 식물, 동물부산물, 생선부산물, 바다부산물(해초 등)을 용도에 따라 한가지 혹은 여러 가지 재료를 혼합하여 혐기 혹은 호기 발효하여 제조하여 사용하고 있으며 상업화하여 제품으로 유통되고 있는 실정이다.

퇴비차(compost tea)는 최근 미국을 중심으로 산업화 되어 관련산업( 발효장비, 살포장

비, 발효자재 등)이 확대되고 있다. 전통적인 퇴비차(compost tea)는 일명 퇴비추출물(compost extracts)이라고 하며 유럽에서 몇백년전에 삼베자루에 퇴비를 넣어 추출한 방법으로 시작되었다. 1970년대에 독일에서 미생물 학자들이 고밀도 미생물이 포함된 퇴비차를 발전시켜 이용하기 시작하였으며, 미국에서 호기성 발효와 박테리아의 성장을 촉진하는 당밀, fungi의 성장을 촉진하는 해초와 휴믹산, protozoa의 생육을 촉진하는 피트모스와 건초를 발효촉진제로 첨가하는 방향으로 연구발전하여 미국농무성에서도 표준제조법과 품질에 대한 검토를 하였다.

국내에서는 친환경농업의 발전에 따라 액비 수요가 증가하고 있으나 체계적인 연구는 미흡한 실정이다. 민간기업에서 생산하는 액비 제품이 난립하고 있으며 제품의 효과에 대한 검증이 없이 유통되고 있는 실정이다. 제품의 원가 대비 가격이 매우 높아 농민들의 농작물 생산비 증가의 원인이 되고 있다. 국내에서 개발된 SCB 퇴비여과수(compost leachate)액비는 퇴비단의 과수분상태(포화수분 이상)에서 중력에 의해 퇴비여과액이 퇴비단 바닥으로 내려온 진한색의 액비를 말한다. 퇴비여과수는 다량의 수용성 유기물과 박테리아, 칼륨 등을 함유하고 있으며 인산 함량은 낮다. 퇴비여과수는 퇴비로부터 추출된 효소, 호르몬, 수용성 양분으로 구성되어 있다. 퇴비여과수는 식물에 양분을 공급하여 식물 생육을 촉진하고, 토양구조를 개선하고 토양의 보수력을 증진시키는 효과가 있다.

SCB 공법은 농촌진흥청 축산기술연구소와 도드람 양돈조합 양돈연구소에서 개발한 자원화 공법으로서 축산분뇨를 퇴비 및 액비로 자원화한다. 또한, SCB 공법에서 침출 발생되는 여과수액비는 작물생육에 유용한 성분이 함유되어 농가에서 활용하고 있으며 SCB 공법은 정부 보조사업으로서 농가에 보급되고 있는 실정이다.

SCB 여과수액비에 대한 벼, 원예작물, 과수, 수목, 잔디에 대한 시용효과에 대한 연구가 이루어 지고 있다. 국내에서 농촌진흥청에서 농가제조 액비에 대한 원료별 화학적 특성을 조사 연구하였다. 최근 국외에서 액비관련 산업이 활성화됨에 따라 새로운 농자재를 활용한 액비 연구가 미국을 중심으로 활성화 되고 있으나 우리나라의 퇴비차 연구는 전무한 실정이므로 퇴비차 발효기 및 티백 퇴비차 개발로 우리나라도 퇴비차 관련산업 활성화가 가능하다.

- 가격이 저렴하면서 효능이 우수한 퇴비차 발효기, 제품으로 시장 진입

- 유기 친환경 인삼재배 생산량 및 상품 증대 재배 기술 개발

○ 미생물제제 대체에 의한 생산비 절감

- 퇴비차의 미생물 비료 대체에 의한 농가, 식물산업계의 경비 절감과 유용미생물에 의한 생태계 회복

○ 친환경농업에 사용 가능한 액비 개발에 의한 친환경농업 활성화

농자재 시장 규모(2008년)는 9000억 원으로 추정된다. 외국의 경우 선진국 시장은 성숙 단계인데 비하여 중국 등 신흥국가의 경우 연간 15~25% 정도의 농자재 시장이 증대될 전망이다.

현재 수입된 몇 가지 농자재는 가격이 높고 기술료가 높아 경제성이 맞지 않아 자체기술 개발을 하여 농자재를 생산하여 자체기술로 시공하지 않으면 정상적인 경쟁으로 타 업체와 경쟁하는 것은 불가능하였다. 또한 외국기술이 국내 현장에 적용하여 본 결과 우리 환경에 맞지 않는 경우가 많아 결국 외국 기술을 적용하는 자체 연구개발이 요구되었다. 외국 기술을 도입한 것과 우리 기술을 적용한 경우 외국 기술의 경우 단가가 2~3배가 높아 외화 낭비의 원인이 되고 있다.

## 참고문헌

1. 노재선, 권오상. 2006. 인삼산업 육성 및 경쟁력 제고 방안 연구. 농촌진흥청.
2. 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 삼미기획. p.103~142.
3. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준.
4. 류태석, 김동춘, 정기채. 2005. 직파재배시 시설유형이 인삼품질에 미치는 연구. 품기인삼시험장.
5. 목성균. 2000. 인삼재배. 농촌진흥청. p.151~191.
6. 목성균. 2003. 수출인삼의 생산성 및 품질향상 방안. 농수산물유통공사. p.25~26.
7. 목성균, 반유선, 천성기, 이태수. 1995. 인삼의 생산비 절감재배기술 연구. 한국인삼연초연구원. 인삼연구보고서. p.41~50.

8. 목성균, 신동양, 천성기, 이태수, 이성식. 1993. 홍삼제품 원료삼 수삼의 재배방법 연구. 한국인삼연초연구원 보고서(재배분야). p.61~66.
9. 목성균, 심유선, 천성기, 이태수, 한종구, 서문원. 1997. 우량인삼 안전다수 재배법 연구. 한국인삼연초연구원 보고서(재배분야). p.63~70.
10. 박은철. 2001. 인삼수출활성화를 위한 정책방안 연구. 경기대학교 대학원 석사학위 논문.
11. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미자, 이성식. 1992. 인삼의 성장조절제에 관한 연구. 한국인삼연초연구원 보고서(재배분야). p.92~93.
12. 배영석, 김홍태, 김성기. 2008. 인삼 병해충의 저농약 안전방제체계 확립연구. 2007년도 시험연구보고서. p.222~241.
13. 배영석, 박병용, 안태진, 연병열, 이성우, 성낙술. 2005. 인삼병해충 피해경감 기술 개발 연구. 2005년도 시험연구보고서(인삼약초과). p.114~133.
14. 성명환, 이동필, 유승우, 김철민, 박문호, 이원진, 목성균, 양재원, 최용의. 2004. WTO/DDA 협상타결이 인삼산업에 미치는 영향과 경쟁력 제고 방안. 한국농촌경제연구원. p.93, 119~144.
15. 성문호. 2002. 고려인삼의 직파재배에 관한 조사 연구. 충남대학교 대학원 석사학위 논문.
16. 성봉재. 2001. 염류 stress에 의한 고려인삼의 생육과 생리적 반응. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
17. 원준연, 조재성, 이충열. 1996. 논 및 밭 인삼재배에 관한조사 연구. 중부대학교논문집 8. p.443~455
18. 이성우, 신유수, 연병열, 현동윤, 김영창, 이광원. 2009. 인삼 직파밀식 생력재배기술 연구. 2008년도 원예특작 시험연구보고서. p.70~77.
19. 이성우, 신유수, 연병열, 현동윤, 이광원, 최현철, 박성준. 2009. 청정 인삼 생산 기초연구. 2008년도 원예특작 시험연구보고서. p.78~81.
20. 이태수, 목성균, 천성기, 이장은, 민병선. 1999. 우량인삼 안전다수 재배법연구. 한국인삼연초연구원 보고서(재배분야). p.56~59.
21. 임송택, 이춘수, 양승룡. 2008. 유기농 및 일반 관행농쌀의 환경경제가치 비교. 한국유통학회 하계 발표논문집. p.113~139.
22. 임진수. 2011. 유기농 인삼의 생육특성 및 경제성 분석. 충북대학교 석사학위 논문.

22. 최종명, 박종윤. 2007. 인산시비농도가 잎들깨의 생육, 결핍증상 및 무기원소 함량에 미치는 영향. 한국생물환경조절학회. 16(4). p.358~364.
23. 표준인삼경작방법. 2001. 농협중앙회. 서진문화사.
24. 한국인삼연초연구원. 1994. 고려인삼. 천일인쇄사. p.138~271.
25. 현동윤, 김금숙, 방경환, 신유수, 김영창, 이성우, 이민정, 김태수. 2007. 인삼 품질의 평가 방법 및 변이 연구. 작물과학연구논총 8. p.952~960.
26. 홍순달, 김기인, 박효택, 김성수. 2001. 시설재배 토마토 잎의 엽록소 측정치와 토양 질소공급능력의 상호관계. 한국토양비료학회지. 34(2): 85~91.
27. 홍문화. 1980. 인삼사 상권. 한국인삼경작조합연합회. p.49.
28. 인삼통계자료집. 2008. 4. 농림수산식품부.
29. 농축산물소득자료집. 2010. 9. 농촌진흥청.
30. Ahn YJ, Kim KT, Kim MS and Choi SY. 1981. Effect of soil fumigation treatment on the growth and the chemical composition of Korea ginseng, *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Korean J. pl. prot.* 20(1): 31~36.
31. Ahn YJ, Ohn SH, Kim HJ and Lee SK, 1983. Effect of root-knot nematode infection on ginseng growth of inorganic nutrients in ginseng roots. *Korean J. Ginseng Sci.* 7(1): 37~43.
32. Al -Dahmani, J.H., Abassi, P.A., Miller, S.A., Hoitink, H.A.J. 2003. Suppression of bacterial spot of tomato with foliar of compost extracts under greenhouse and field conditions. *Plant Disease* 87, 913~919.
33. Al-Mughrabi, K.I., Berthéléme, C., Livingston, T., Burgoyne, A., Poirier, R., Vikram, A. 2008. Aerobic compost tea, compost and a combination of both reduce the severity of common scab(*Streptomyces scabiei*) on potato tubers. *Journal of Plant Sciences* 3, 168~175.
34. Andrews, J.H., Hirano, S.S.(Eds.), *Microbial Ecology of Leaves*. Springer-Verlag, New York, NY, pp.430~450
35. Cha KH, Oh HJ, Park RD, Park HG, An KN and Jung WJ. 2010. Comparison of Growth, Yield and Quality between Organic Cultivation and Conventional Cultivation in Rice(*Oryza sativa* L.) Field. *Korean J. Organic Agriculture.* 18(2): 199~208.

36. Haggag, W.M., saber, M.S.M. 2007. Suppression of early blight on tomato and puple blight on onion by foliar sprays of aerated and non-aerated compost teas. *Journal of Food Agriculture and Environment* 5, 302~309.
37. Hwang JH. 2009. A study on the Marketing Strategy of Environmemt-friendly Agricultural Produets. *Korean J. Organic Agriculture*. 17(3): 327~345.
38. Ingham ER. 2002. The compost tea brewing manual, 3rd edn. Soil Foodweb Incorporated, Corvallis, Oregon, USA.
39. Jeon BS, Yang JW, Park CK, Ko SR, Toshiro Horino, Son JR and Park WJ. 1993. Composition of Mineral Components of Ginseng on Age and Cultivated Area. *Korean J. Soc Food Nutr*. 22(5): 592~595.
40. Jo JS, Kim CS and Won JY. 1996. Crop Rotation of the Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) and the Rice in Paddy Field. *Korean J. Medicinal Crop Sci*. 4(1): 19~26.
41. Kim JH, Koo NS, Kim EH and Sohn HJ. 2002. Changes in Sensory Characteristics and Chemical Constituents of Raw Ginseng Roots Individually Packaged in a Soft Film During Storage. *Korean J. Ginseng Sci*. 26(3): 145~150.
42. Ko SR, Choi KJ, Kim HK and Han KW. 1996. Comparison of Proximate Composition , Mineral Nutrient , Amino Acid and Free Sugar Contents of Several *Panax* Species. *Korean J. Ginseng Sci*. 20(1): 36~41.
43. Line M, Ramona Y. 2003. The making of compost teas-the next generation? *Biocycle* 44(12):55~56.
44. Litterick AM, Harrier L, Wallace P, Watson CA, Wood M. 2004. The role of uncomposted materials, composts, manures and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production-a review. *Crit Rev Plant Sci* 23(6): 453~479.
45. Lee CH, Shim SC, Park H and Han KW. 1980. Distribution and Relation of Mineral Nutrients in Various Parts of Korea Ginseng(*Panax ginseng* C. A.

- Mcyer. *Korean J. Ginseng Sci.* 4(1): 55~64.
46. Lee JC, Ahn DJ, Byen JS, Chen SK and Kim CS. 1998. Effect of seeding rate on growth and yield of ginseng plant in direct-sowing culture. *Korean J. Ginseng Sci.* 22(4): 299~303.
47. Lee JC, Ahn DJ, Byen JS and Jo JS. 1998. Relationships Between Growth Characteristics as well as Mineral Contents of Ginseng Seedlings and Yield of Ginseng Roots. *Korean J. Ginseng Sci.* 22(4): 294~298.
48. Lee JH, Lee MG, Choi KT and Lee SS. 1996. Identification of Age of Cultivated Ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer)based on Stem Vestige of Rhizome. *Korean J. Ginseng Sci.* 20(1): 72~77.
49. Lee SG, Lee YH, Kim JS, Lee BM, Kim MJ, Shin JH, Kim HM and Choi DH. 2005. Diseases and Weeds Occurrence and Control in Organic and Conventional Rice Paddy Field. *Korean J. Organic Agriculture.* 13(3): 291~300.
50. Lee SG, Lee YH, Kim JS, Lee BM, Kim MJ, Shin JH, Kim HM and Choi DH. 2005. Insect Pests Occurrence and Control in Organic and conventional Rice Paddy Field. *Korean J. Organic Agriculture.* 13(3): 301~314.
51. Lee SW, Cha SW, Hyun DY, Kim YC, Kang SW and Seong NS. 2005. Comparison of growth characteristics and extract and crude saponin contents in 4-year-old ginseng cultured by direct seeding and transplanting cultivation. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 13(6): 241~244.
52. Lee SW, Kang SW, Kim DY, Seong NS, and Park HU. 2004. Comparison of Growth Characteristics and Compounds of Ginseng Cultivated by Paddy and Upland Cultivation. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 12(1): 10~16.
53. Lee SS, Lee KH and Kim ES. 2002. Mineral Nutrition Contents of Rusty-Root Tolerance Ginseng Lines in 6-Year Old Root. *Korean J. Ginseng Sci.* 26(3): 159~164.
54. Lim ST, Lee, CS and Yang SR. 2010. Environmental Impact and External Cost Analysis by LCA : Conventional vs. Organic Rice. *Korean J. Organic*

*Agriculture*. 18(1): 1~19.

55. Li XG, Kang SJ, Han JS, Kim JS and Choi JE. 2010. Comparison of Growth Increment and Ginsenoside Content in Different Parts of Ginseng Cultivated by Direct Seeding and Trasplanting. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 18(2): 70~73.
56. Mork SK, Son SY and Park H. 1981. Root and Top Growth of Panax ginseng at Various Soil Moisture Regime. *Korean J. Crop Sci.* 26(1): 115~120.
57. Scheuerell S, Mahaffee W. 2002. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compost Sci Util* 10:313~338.
58. Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani, M. 2009. Bio-potential of compost tea from agro-waste to suppress *Choanephora cucurbitarum* L. the causal pathogen of wet rot of okra. *Biological Control* 49, 38~44.
59. Weltzien, H. C. 1991. Biocontrol of folial fungal diseases with compost extracts. in: Andrews, J.H., Hirano, S.S.(Eds.), *Microbial Ecology of Leaves*. Springer-Verlag, New York, NY, pp.430~450.
60. Won JY and Jo JS. 1999. Farm study of direct seeding cultivation of the Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 7(4): 308~313.