

# 2014학년도 농심함양현장교육연구대회 연구보고서

농심함양 과제활동을 통한 청소년인성 및 진로개발

학교 폐자원의 재활용을 통한  
자연·환경 친화적 품성과 기능의 배양

소속(지역/학교(기관)명) : 경기도 김포시 / 김포제일공업고등학교

성명      김 재 구 (인)

# 목 차

1. 서 론	3
가. 연구의 필요성	3
나. 연구의 목적	4
다. 기대효과	4
라. 이론적 배경	4
2. 연구 방법과 절차	6
가. 연구 설계 계획	6
나. 연구 실태 조사 및 실행 준비	8
3. 연구의 실천	9
1) <실행목표1>의 실천 : 친환경 에너지인 바이오 디젤 만들기	9
가. 운영 계획	9
나. 바이오 디젤의 가치와 효능	9
다. 활동 과정	10
라. 학습지도안	13
2) <실행목표2>의 실천 : 쌀뜨물로 E.M 발효액 만들기	14
가. 운영 계획	14
나. E.M의 이해 및 활동 과정	14
다. 학교에서의 체험 과정	16
라. 학습지도안	17
3) <실행목표3>의 실천 : 태양열 조리기 만들기	18
가. 운영 계획	18
나. 태양열 조리기의 이해	19
다. 활동 과정	20
라. 학습지도안	25
4) <실행목표4>의 실천 : 폐식용유로 E.M 비누 만들기	26
가. 운영 계획	26
나. 활동 과정	27
다. 학습지도안	28
5) <실행목표5>의 실천 : 지렁이 상자로 분변토 만들기	29
가. 운영 계획	29
나. 활동 과정	30
다. 학습지도안	31
6) <실행목표6>의 실천 : 원두 찌꺼기로 천연 퇴비 만들기	32
가. 운영 계획	32
나. 활동 과정	32
다. 학습지도안	33
4. 연구의 결과 및 해석	34
가. 자료 처리 내용 및 방법	34
나. 연구의 결과	34
5. 결과 및 고찰	36

## 1 서론

### 가. 연구의 필요성

본교는 도농 복합 도시인 김포시 유일의 공업 계열 특성화 고등학교로서 전국의 특성화 고등학교와 마찬가지로 진학보다는 취업 위주의 교육 과정으로 운영되고 있으며, 학생들의 성적이 일반계 고등학교생들보다 전반적으로 낮음에도 불구하고 취업보다는 대학 진학을 원하는 비중이 높은 이중적인 현실로 인해 취업과 진학 두 부분에서 학생들 나름의 많은 고민과 갈등이 존재한다. 더불어 취업과 진학 모두 사회의 잣대인 성적을 통한 상대 평가로 인해 다수의 학생들이 자신의 잠재 능력을 파악하지도 못한 상태로 스스로에 대한 자존감이 낮은 학생들이 대부분이다.

본연구자는 4-H활동을 통한 농심 함양이 하나의 대안이 될 수 있다고 평소에 생각하고 있으며 공업계 특성화 고등학교의 정체성에 부합하고, 교육 과정과도 연계성이 있는 과제 활동으로 대안 에너지 기술과 폐자원을 활용한 친환경 생활용품 만들기를 주요 과제로 설정하게 되었다.

학생들이 가장 많은 시간을 보내는 학교에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 기본으로 고가의 장비와 고도의 기술이 필요하지 않은 적정 기술을 통한 이론적 학습 보다는 실제 만들어 보는 체험 활동을 경험하는 것이 효과적이다. 이러한 기술을 통해 국내 시골의 소규모 농촌 마을이나 개발도상국에서 바로 사용할 수 있는 대안 에너지(바이오 디젤, 태양열 조리기)기술을 익혀 에너지 비용도 절감하고 직접 에너지 생산도 가능할 것이다.

구체적으로 본다면 실생활에서 버려지는 폐기물을 이용한 E.M(유용미생물)으로 다양한 활동을 기대할 수 있다. E.M(유용미생물) 비누, E.M(유용미생물) 천연 퇴비 등을 만들어 가정과 텃밭 혹은 화분에 사용하거나 E.M(유용미생물) 흙공을 만들어 학교 주변의 하천에 투척하여 수질을 정화시키는 봉사 활동 및 학생 개개인이 직접 실천할 수 있는 대안 기술(적정 기술)을 배워가는 체험 활동이 가능하다.

이를 통해 학생들은 지속 가능한 농촌과 자연을 아끼는 농심을 함양하고, 작은 성공이 이루는 성취감과 반복을 통해 얻는 자존감 회복으로 주변의 생활과 환경을 개선시키는 즐거움을 얻을 수 있다. 나아가 전 세계의 시골 마을에서 필요한 대안 에너지 기술, 환경오염을 정화하고 자연을 지키는 대안 환경 기술과 농심을 4-H 활동을 통해 배워 전 세계의 4-H 청소년이 서로 협동하며 함께 발전하는 꿈도 가지는 건강한 청소년으로 자라나는데 기여하고자 한다.

## 나. 연구의 목적

실제 우리 주변(학교)에서 버려지는 폐기물이 생각의 전환을 통해 재활용되고 재순환의 과정을 거쳐 우리 생활에서 꼭 필요한 물질로 탈바꿈 되어 가는 과정을 함께 찾아보고, 만드는 과정을 연구 및 체험을 함으로써 4-H학생들을 미래 사회의 농업과 농촌, 자연·환경 친화적인 리더십과 공동체 의식을 지닌 유용한 생활 기술인으로 성장시키기 위한 구체적인 실행 목표를 제시하면 다음과 같다.

첫째, 재생 에너지 생산을 통하여 지속가능한 에너지를 생산하는 이유를 알고, 구체적인 체험을 통한 에너지 생산 기술 습득을 통해 에너지 절약 정신을 배우고 환경 보전을 하면서 에너지를 생산하는 체험을 한다.

둘째, 폐기물을 친 환경 필수품으로 만드는 체험 프로그램을 적용하기 위한 활동 모형과 자료를 개발하고, 이를 바탕으로 제품을 만드는 과정을 통해 환경 문제의 생태적 해결과 방법을 스스로 체험해 본다.

## 다. 기대효과

- 1) 다양한 기술이 융합된 재생 에너지(바이오 디젤과 목재형 태양열 조리기) 만들기를 통한 대안 에너지 기술의 습득
- 2) 스스로 사고하여 자기 주도적으로 궁리하며 다른 사람의 의견을 반영 및 개선하면서 리더십을 기르는 지도자 덕목의 배양
- 3) 폐기물을 환경에 꼭 필요한 친환경 제품(E.M비누)등으로 바꾸고 학교 텃밭(천연퇴비)이나 지역 하천의 정화(E.M흙공)에 사용함으로써 농촌과 자연을 사랑하는 농심을 계발

## 라. 이론적 배경

### 1) 대안 기술

대안 기술은 적정 기술, 중간 기술과 동일한 개념을 가지고 있다. 중간 기술(Intermediate Technology)은 말 그대로 중간 정도의 수준에 해당하는 기술을 의미한다. 즉 첨단 기술과 제3세계 후진 기술과의 중간 단계에 속하는 기술이다. 하지만 시간이 흐르면서 이 개념은 적정 기술이라는 것으로 이름을 바꾸게 된다. 적정 기술(Appropriate Technology)은 말 그대로 적절한 기술이다.

즉 선진국이던 후진국이던 아니면 개발도상국이던 그 지역이나 그 나라에 적합한 기술들이 있는데, 선진국 같은 경우에는 고급 기술에 속하는 것 들이 적정 기술이 될 수 있고, 개발도상국이나 후진국 같은 경우에는 후진 기술과 첨단 기술의 중간에 속하는 것들이 적정 기술이 될 수 있는 것이다.

중간 기술은 1960년대 중간 기술의 개발 그룹의 창시자이자 “작은 것이 아름답다”의 저자인 에른스트 프리드리히 슈마허(Ernst Friedrich Schumacher, 1911.08.16 ~ 1977.09.04)에 의해 창안된 개념이다. 1961년

영국 석탄 공사의 경제 자문으로 있던 슈마허는 인도 네루 수상의 초청을 받아 인도의 농촌 개발을 자문하기 위하여 인도를 방문하게 된다. 그 당시 인도는 영국 식민지 통치 이후 잘못된 첨단 기술 도입으로 많은 실업과 경제적 어려움을 겪고 있었고, 대부분의 농촌 지역들은 원시 상태에 가까운 기술 수준으로 농사를 짓고 있었다. 식민지 통치 때 보급된 트랙터나 콤바인 같은 그 당시 최첨단 기술들은 노동 집약형의 다수의 농민으로 이루어진 인도 사회에 커다란 실업과 사회 혼란을 야기했었다. 원시 농업이나 후진 농업 기술을 가진 사회에서 가장 많이 필요로 하는 것은 인력이다. 그래서 농사에 종사하는 사람들이 많았고, 농민이 일을 할 수 있는 일자리도 많았다. 하지만 트랙터나 첨단 기술을 가진 농기계들은 많은 사람의 손을 필요로 하지 않았으므로, 트랙터가 보급된 지역에서는 많은 농민들이 농촌에서 쫓겨나가거나 실업 상태가 되어 도시 빈민으로서 전락하였다. 또한 사람이 기계에 밀려 농촌에서 쫓겨남으로써 수 천년간 이어져오던 문화와 사회 질서, 경제 질서들이 붕괴되기 시작했다.

인도의 이러한 현실에 직면한 슈마허는 인도 사회에 적절하지 않았던 첨단 기술로 인해 발생한 대량 실업을 줄이고, 인도의 지역 사회를 재건하기 위하여, 후진 기술에 속하는 호미와 첨단 기술에 속하는 트랙터의 중간 수준에 해당하는 적합한 기술을 개발하기 위하여, 이 기술을 중간 기술이라 이름 붙이고, 1961년 중간기술 기술 개발 그룹이라는 국제적인 단체를 만들게 된다. 이것이 중간 기술의 역사적 배경이며, 현재는 남미, 아프리카, 아시아 등 제 3세계에서 지역 사회 개발에 큰 역할을 담당하고 있다. 그런데 개발도상국이나 후진국 같은 경우, 지역 사회의 전통 문화나 사회 질서, 경제 질서들을 유지하면서 개발하는 과정에 중간 기술의 개념이 적용되어도 별 문제가 없지만, 이미 개발이 다 이루어진 선진국 같은 경우에는 중간 기술이라는 개념이 적절하지 않다. 그래서 선진국 수준에 맞는 첨단 기술과 후진 기술의 장점을 고루 갖춘 고급 기술이 적합하기에 선진국에서는 적정 기술이라는 이름으로 중간 기술이 불리게 되었다. 그러므로 중간 기술과 적정 기술은 동일한 의미이며, 이와 동일한 내용을 가진 것이 대안 기술이다.

## 2) E.M(Effective Micro-organisms)

EM은 Effective Micro-organisms의 머리글자를 딴 약자로서 유용한 미생물들이란 의미이다. 일반적으로 효모, 유산균, 누룩균, 광합성 세균, 방선균 등 80여 종의 미생물이 들어 있어 악취 제거, 수질 정화, 금속과 식품의 산화 방지, 남은 음식물 발효 등에 탁월한 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 미생물들은 항산화 작용 혹은 생리 활성 물질을 생성하며 부패를 억제하는 역할을 한다. 또한 이러한 유용 미생물들은 인류가 오래 전부터 식품의 발효 등에 이용해 왔던 미생물들이다. 이러한 미생물들은 항산화 작용 또는 항산화 물질을 생성함으로써 서로 공생하며 부패를 억제하여 자연을 소생의 방향으로 이끌어간다.

### ◆ EM(Effective Micro-organisms)의 효과

- ① 좋은 공기 : 악취를 없앤다.
- ② 좋은 물 : 물을 깨끗이 한다.
- ③ 좋은 환경과 먹거리 : 철, 식품 등의 산화를 방지한다.

## 2 연구 방법과 절차

### 가. 연구 설계 계획

- 1) 실행 대상 : 김포제일공업고등학교 1학년, 2학년, 3학년 4-H학생들
- 2) 실행 기간 : 2012.03.21. ~ 2014. 11.28.(예정)
- 3) 추진 계획

단 계	절 차	추진 내용	방 법	기 간
계획 단계	1.연구의 방향설정	현장 문제의 인식과 발견	자료 수집	2012.03.21 ~ 2014.03.25
		선행 연구의 분석		
	2.이론적 배경	참고 문헌 연구 및 분석	문헌연구 분석	2012.03.21 ~ 2014.04.30
		실태 조사 분석		
	3.연구의 설계	연구 주제 및 실행 과제 설정	실태분석 결과 및 수집자료 활용	2012.04.05 ~ 2014.4.30
		계획서 작성 및 보완	계획서 작성 및 제출	2014.05.15 ~ 2014.05.30
실행 단계	4.연구의 실행	실행목표 1 실천	체험 프로그램의 적용 및 보완	2012.05.01 ~ 2014.08.30
		실행목표 2 실천		2012.05.01 ~ 2014.08.30
		실행목표 3 실천		2013.05.01 ~ 2014.08.30
		실행목표 4 실천		2013.05.01 ~ 2014.08.30
		실행목표 5 실천		2014.05.01 ~ 2014.08.30
		실행목표 6 실천		2014.05.01 ~ 2014.08.30
평가 단계	5.연구의 결과 분석	실행 결과 평가 및 검증	전후 비교	2012.09.15 ~ 2014.08.30
	6. 보고서 작성	보고서 작성	보고서 작성	2014.08.01 ~ 2014.09.15

<표-1> 연구의 추진 및 방법

4) 실행 프로그램의 설정

연번	프로그램명	세 부 내 용	비 고
1	바이오 디젤 만들기	급식소의 폐식용유를 이용해 바이오 디젤을 생산	
2	E.M 활성액 만들기	쌀뜨물을 EM원액과 당밀로 발효시켜 EM 활성액을 만들고 천연 액비와 천연 농약을 만들어 학교 텃밭에 이용	
3	태양열 조리기 제작	종이 박스와 급식소에서 나온 스트로폼과 게시판의 아크릴 유리를 사용해 태양열 조리기 만들기	
4	천연 비누 제조	급식소의 폐식용유를 이용해 EM 비누 생산	
5	지렁이 상자 만들기	급식소의 버리는 음식물로 지렁이를 키워 생산 분변토를 학교 텃밭의 퇴비로 이용	
6	천연퇴비 만들기	방과 후 바리스타부의 원두 찌꺼기를 E.M 활성액으로 발효시켜 천연퇴비로 만들어 텃밭에 이용	

<표-2> 실행 프로그램

## 나. 연구 실태 조사 및 실행 준비

### 1) 실태 조사

대안 에너지 기술을 조사 하던 과정에서 경남 산청의 대안기술센터에서 다양한 대안 에너지 기술 연수 과정이 있어 교사가 먼저 방학을 이용하여 ‘바이오 디젤 과정’, ‘쉐플러 태양열 조리기 과정’, ‘풍력 발전기 과정’을 이수하였으며, 2012년 김포 도시 농부 학교(4기)에서 지도 교사가 ‘텃밭 가꾸기 과정’을 고양 쯔 센터의 ‘E.M 생활 교육 및 E.M 비누 만들기’ 교육을 이수함.

### 2) 실행 준비

가) 4-H 농심 함양의 첫 단계는 학교 텃밭의 마련이었다. 학교 부지 안에는 토지가 없어 학교 뒷산의 산허리에 있는 학교 부지(300평)를 텃밭으로 만들기로 하고, 김포시 농업기술센터의 4-H 그린 농장 시범 사업을 신청 지원금으로 텃밭의 우선 과제인 용수 부족 문제를 지하 관정과 고압 펌프를 설치하여 전천후 학교 텃밭을 완성함.



[그림 1] 2012년 5월 설치된 4-H 그린 농장

나) 실행 프로그램의 전문성을 높이기 위한 강사 초빙(텃밭 전문가, 대안 기술 전문가) 및 현장 견학(강동구 바이오 체험농장)을 통해 선행 연구의 실태와 자료 수집을 함.



[그림 2] 강사 초빙과 견학

### 3 연구의 실천

#### 1. <실행 목표1>의 실천

<b>실행 목표1</b>	<b>급식실의 폐식용유를 친환경 에너지(바이오 디젤) 만들기</b>
-------------------	---------------------------------------

#### 가. 친환경 에너지인 바이오 디젤 만들기

##### 1) 운영 계획

일 정	내 용	방 법	비 고
2012.03.23 ~ 03.29	모듬 편성하기	재생 에너지란?	
2012.04.05 ~ 04.08	조사 및 연구	바이오 디젤 생산 방법 조사 및 연구	
2012.05.21 ~ 06.13	원료 구입	폐식용유 구하기(학교 급식소 이용)	
2012.05.21 ~ 05.29	기구 구입	약품(KOH,메탄올)구입 및 기구 만들기	
2012.06.02 ~ 06.05	생산하기	바이오 디젤 제조	
2012.07.05.~ 10.9	활용하기	바이오 디젤 발전기 구입	
2012.07.23.~ 10.9		디젤 발전기를 통한 전기 생산	
2012.09.02.~ 10.9		고압 분무기와 발전기를 이용, 학교 텃밭에 E.M 활성액 뿌리기	
2012.10.20	전시하기	학교 축제 및 평생학습에 전시	
2012.11.23	대량 생산	대용량 바이오 디젤 생산통 제작	

<표-3> 바이오디젤 만들기 운영 계획

#### 나. 바이오 디젤의 가치와 효능

바이오 디젤이란 식물이나 동물에 있는 지방 성분을 경유와 비슷한 물성을 갖도록 가공하여 경유를 대체하거나 경유에 혼합하여 디젤 엔진에 사용할 수 있도록 만든 대체 에너지이다. 일반적으로 식물성유지(쌀겨, 폐식용유, 대두유, 유채유 등)와 알코올을 반응시켜 만든 지방산 메틸 에스테르를 말하며 순도가 95%이상인 것을 지칭한다.

- ① 디젤 엔진의 발견 - 1897년 루돌프 디젤
- ② 최초의 디젤 엔진은 증기 기관보다 75%의 높은 효율을 가짐
- ③ 디젤 엔진에 사용된 연료는 순수 식물성 기름으로 땅콩에서 얻음

- ④ 1913년 루돌프 디젤의 비명 행사 이후 화석 연료인 경유를 바탕으로 발전
  - ⑤ 1936년 벤츠 회사에서 최초의 디젤 승용차를 상용화시킴
  - ⑥ 독일의 엘스베트 회사는 지금도 순 식물성 기름으로만 가는 자동차를 생산하고 있음
- 우리나라의 경우에는 정유사에서 바이오 디젤을 의무적으로 첨가시킨 형태로(BD5) 주유소에서 판매되고 있다.

#### 다. 활동 과정

우선 학생들에게 재생 에너지의 필요성과 외국의 사례 등을 제시하고 의미를 설명하였으며, 학교에서 실천할 수 있는 가능성이 가장 쉽고 교육 과정(제조화학)에도 나오는 바이오디젤 생산을 선택함.

실제 학교에서 쓸 수 있는 수준의 반응기(36L/1회)를 제작하고, 급식실의 폐식용유를 활용하기로 결정하였으며, 학교급식에 관련된 법을 찾아 본 결과 ‘급식소의 음식 폐기물은 학교에서 재활용하거나 위탁하여 처리할 수 있다’는 규정을 확인하고 영양사의 동의와 교장선생님 결재를 받아 폐식용유를 원료로 확보하게 되었으며, 실험실의 과정을 거쳐 레시피를 완성한 후 실험 실습비로 100L 반응통을 제작하고, 소형 디젤 발전기 구입하여 학생들과 함께 바이오 디젤을 생산하고 있으며, 생산 과정은 아래와 같다.

##### 1) 폐식용유 정제

- 가) 폐식용유 속의 불순물(찌꺼기)을 가는 체를 통해 걸러낸다.
- 나) 폐식용유 속의 수분은 적당한 온도(46.5°C)로 완전히 제거한다.



[그림-3] 바이오 디젤 만들기1

##### 2) 폐식용유 적정 및 메소사이드 제조

- 가) 폐식용유를 중화시키는데 필요한 수산화칼륨(KOH)의 양 계산  
(페놀프탈레인을 이용한 적정 혹은 pH측정 방법 사용)
- 나) 메탄올(CH<sub>3</sub>OH)과 알칼리 용액을 사용한 메소사이드 제조



메탄올과 KOH

메탄올에 KOH 녹이기

메소사이드 폐식용유에 붓기

[그림-4] 바이오디젤 만들기2

### 3) 메소사이드와 폐식용유의 반응과 침전 및 분리

가) 폐식용유와 메소사이드의 반응성을 높이기 위해 교반 시킨다.

나) 반응이 완결된 후 분액 깔대기를 이용해 부유물(BD100)과 침전물(글리세린)을 분액 깔대기를 통해 분리 제거시킨다.



폐식용유 와 메소사이드의 혼합 직후

침전물(글리세린)과 부유물(BD100-바이오 디젤100%)

침전물(글리세린)제거

[그림-5] 바이오디젤 만들기3

### 4) 생성된 바이오 디젤 검증, 세척 및 수분 제거

가) 분리된 바이오디젤 속에 남겨진 화학약품과 메틸알코올을 물에 세척하여 녹여낸다.

나) 세척 후 남은 수분을 적당한 온도로 가열하여 제거한다.

다) BD100 완성



바이오 디젤 세척(불순물 제거)

바이오 디젤에서 수분 제거

바이오디젤100(100%)완성

[그림-6] 바이오디젤 만들기4

5) 100(ℓ)리터용 바이오 디젤 변화 시스템 설계 및 제작

가) 대량 생산을 위한 100(ℓ)리터 생산용 정제시스템을 설계 한다.

나) 18(ℓ)리터 2통(36리터)을 반응기에 넣고 위의 나) ~ 라)의 방법으로 대량 생산을 한다.



[그림-7] 바이오디젤 만들기5

6) 바이오 디젤 활용 및 전시

가) 발전기에 BD100을 넣고 운전하여 전기를 생산

나) 디젤 자동차에 BD100을 넣고 공회전

다) 김포시 평생 학습 축제에 참가하여 시장님께 생산과정을 설명



[그림-8] 바이오디젤 만들기6

라. 학습 지도안(바이오 디젤 만들기)

<b>체험명</b>	<b>바이오 디젤 만들기 체험</b>			<b>체험유형</b>	대안기술체험
<b>일시</b>	2012.03.20 ~ 2014.11.30	<b>소요시간</b>	연 중	<b>장소</b>	화공과 실습실
<b>체험목적</b>	농촌의 여러 문제 중 하나인 낭비되는 에너지의 폐자원인 폐식용유를 다시 재활용하여 적은 양이지만 스스로 만들어 봄으로써, 환경을 보호하고, 자원을 절약하는 넓은 의미의 기술 습득을 통한 농심 함양을 실천				
<b>체험목표</b>	1. 자원재활용의 중요성과 적정기술의 원리를 이해할 수 있다 2. 바이오 디젤을 만드는 기술을 익혀 에너지 자원절약과 생산기술을 익혀본다.				
<b>체험내용</b>	폐식용유를 화학 약품과 메탄올을 이용하여 글리세린과 바이오 디젤로 분리하는 과정과 세척 및 건조과정을 체험한다.				
<b>유의사항</b>	위험한 약품과 교반기 사용법을 미리 주의 시킨다.				
<b>준비물</b>	KOH, 메탄올, 폐식용유, 교반기, 세척기, 분별 깔대기, PH미터, 히터				
<b>체험과정 및 방법</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 폐식용유 정제 <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 바이오디젤의 특징 및 성질 조사</li> <li>나. 식물성 기름의 종류 및 특징조사</li> <li>다. 폐식용유의 물성(비중,pH) 측정</li> <li>라. 폐식용유 속의 찌꺼기 제거</li> </ul> </li> <li>2. 폐식용유 적정 및 메소사이드 제조 <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 폐식용유를 중화시키는데 필요한 KOH양 계산 (페놀프탈레인을 이용한 적정 방법과 PH측정 사용)</li> <li>나. 메탄올과 알칼리 용액을 사용한 메소사이드 제조</li> </ul> </li> <li>3. 메소사이드와 폐식용유의 반응과 침전 및 분리 <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 폐식용유와 메소사이드의 반응 조사</li> <li>나. 폐식용유와 메소사이드의 반응 후 침전및 분리 방법 조사</li> </ul> </li> <li>4. 생성된 바이오디젤 검증,세척 및 수분 제거 <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 생성된 바이오 디젤 제대로 된 것인지 검증하는 방법 조사</li> <li>나. 생성된 바이오 디젤에서 수분 제거 및 세척 방법 조사</li> </ul> </li> <li>5. 100리터용 바이오 디젤 변화시스템 설계 및 제작 <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 100리터 생산용 정제시스템을 설계</li> <li>나. 100리터 생산용 반응기를 설계</li> </ul> </li> </ol>				
<b>정리</b>	활동지 작성하기				
<b>기대효과</b>	생활속에서 적정기술을 이용하여 바이오 디젤을 만들어, 친환경 생활을 직접 실천할 수 있다.				

<표-4> 바이오 디젤 만들기 학습지도안

2. <실행 목표2>의 실천

<b>실행 목표2</b>	<b>쌀뜨물로 E.M(Effective Micro-Organisms) 발효액 만들기</b>
-------------------	--

가. 친환경 쌀뜨물로 E.M(Effective Micro-Organisms) 발효액 만들기

1) 운영 계획

일 정	내 용	방 법	비 고
2012.03.23 ~ 03.29	모둠 편성학기	E.M 이란 무엇인가?	
2012.04.05 ~ 04.08	조사 및 연구	E.M을 만드는 방법을 조사하고 연구한다.	
2012.05.21 ~ 06.13	원료 구입	E.M 원액, 당밀(설탕+천일염), 쌀뜨물-급식소	
2012.05.21 ~ 05.29	기구 구입	발효통	
2012.06.02 ~ 06.05	생산 하기	쌀뜨물(1.8L)+E.M원액(소주잔 1컵)+천일염(1티스푼)+ 설탕(소주잔 1컵)을 넣은 후 잘 녹여 1중일 발효(발효 중 2~3회 가스 제거)	
2012.07.05~10.30	활용 하기	텃밭에 뿌리기, 흙공 만들기, E.M 비누 만들기	
2012.10.20	전시 하기	학교 축제 및 평생학습에 전시	

<표-5> E.M 발효액 만들기 운영 계획

나. E.M(Effective Micro-organism)의 이해 및 활동 과정

유용 미생물군(EM: Effective Micro-organism)은 일반적으로 효모, 유산균, 누룩균, 광합성 세균, 방선균 등 인류가 오래전부터 식품의 발효 등에 이용해왔던 미생물들이 포함되어 있다. 이러한 미생물들은 항산화 작용 또는 항산화 물질을 생성함으로써 서로 공생하며 부패를 억제하여 자연을 소생의 방향으로 이끌어 나간다.

- ① 악취를 없앤다(좋은 공기)
- ② 물을 깨끗이 한다(좋은 물)
- ③ 철, 식품 등의 산화를 방지한다(좋은 환경과 먹거리)

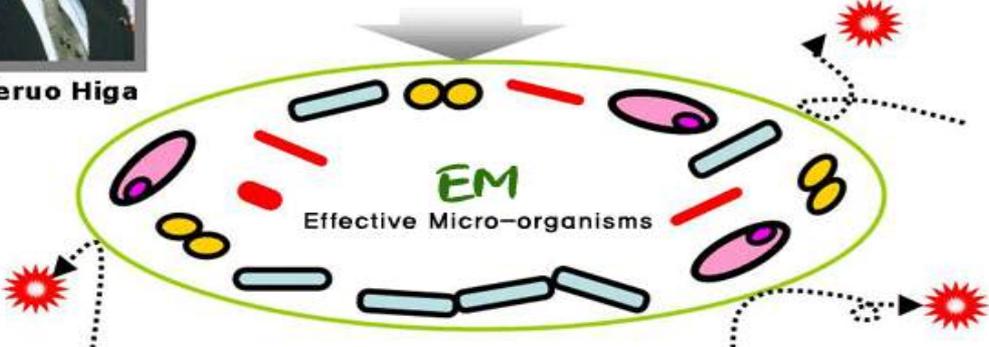


**Dr Teruo Higa**

### EM과 히가 테루오

EM은 인류의 공동자산입니다. EM을 개발한 히가 테루오 교수는 EM이 소수의 영리추구 보다는 인류의 행복을 위해 사용되기를 희망하고 있다.

안전하고 건강한 미생물 생태계, 그것은



The diagram shows a central green oval labeled 'EM Effective Micro-organisms' containing various colorful shapes representing different microorganisms. Red starburst shapes with arrows pointing outwards represent harmful microorganisms being repelled or destroyed by the EM.

### 우리는 미생물의 바다에 살고 있다

장소	미생물 수
공중	$10^3 \sim 10^4 / \text{cm}^3$
토양	$10^7 \sim 10^9 / \text{g}$
야채, 과일	$10^3 \sim 10^4 / \text{g}$
생선, 육류	$10^3 \sim 10^5 / \text{g}$
구강	$10^4 \sim 10^7 / \text{mL}$
피부	$10^5 \sim 10^6 / \text{cm}^2$
대장	$10^3 \sim 10^{12} / \text{mL}$
질	$10^4 \sim 10^7 / \text{mL}$

환경속의 미생물들

유해 환경속의 미생물들

EM으로 처리한 환경속의 미생물들



The diagram shows a balance scale with three levels. The top level is balanced between '유해한 미생물' (harmful) and '유용한 미생물' (beneficial). The middle level is tilted towards '유해한 미생물'. The bottom level, after adding 'EM', is tilted towards '유용한 미생물'.

[그림-9] EM이란?

E.M(EM: Effective Micro-organism)의 발명가인 히가 테루오 교수의 열린 환경의식으로 이윤 추구를 하지 않아 특허가 개방되어 있어, 주변에서 저렴한 가격에 E.M원액을 구입할 수 있고 가정에서도 쉽게 1.8L PET병을 이용 아래와 같이 E.M 활성액을 생산하여 활용할 수 있다.

- ① 쌀뜨물을 PET 병에 2/3 가량 붓는다. (1.8(ℓ) 페트병)
- ② 당밀을 PET 병뚜껑으로 3~4개 넣는다. (소주 컵으로 반 컵)  
(당밀이 없을 경우 설탕을 넣고, 천일염을 차 1 스푼 넣는다)
- ③ EM원액을 PET 병뚜껑으로 3~4개 넣고 섞는다.
- ④ 2~3일 후 하얀 기포가 생길 때 병뚜껑을 살짝 비틀어 주면서 가스를 빼준다. 이후 2~3번 가스를 빼준다. 상온에 4~7일 후 냄새가 달콤새콤하게 나면 완성된 것이다.(겨울철은 10~15일 정도 걸린다)

### 다. 학교에서의 체험 과정

1) E.M(EM: Effective Micro-organism)의 원리와 배양과정, 활용 방안 이해 및 원료와 설비 구입 각종 매체의 E.M 동영상과 E.M 업체의 홈페이지를 통해 이해시키고, 쌀뜨물을 급식소에서 공급받아 대형 발효조와 E.M 원액, 당밀 등은 ‘김포시 하천 살리기 추진단’의 협조를 받아서 학교 수돗가에 E.M 발효조를 설치하고 홍보 전단지를 비치하여 학생, 학부모, 지역주민이 공동으로 이용



[그림-10] EM 활성화 만들기1

2) 쌀뜨물 말통(20ℓ)에 E.M원액250mℓ, 당밀250mℓ 넣은 후 흔들어서 밀폐한 상태로 7일간 발효(여름철, 겨울에는 실내에서 15일간 발효), 개봉한 발효액은 여름철에 1주일 안에 겨울철엔 2주일 안에 소비 하세요(미생물이 신선할 때 사용)

- 당밀이 없을 경우 설탕과 미네랄 성분(천일염)을 넣을 수 있다.
- 쌀뜨물이 없을 경우 쌀겨를 3숟가락을 넣고 흔들어 풀어야 한다.



[그림-11] EM 활성화 만들기2

### 3) 만들어진 E.M 활성화액 활용하기

E.M 흡공을 만들어 관내 하천인 계양천에 던져 하천수질을 개선한다.

#### 가) E.M 흡공 만들기

- ① 마른 황토흡을 준비 한다.
- ② 큰 알갱이화 돌을 걸러 곱게 만들어 준다
- ③ E.M 퇴비를 황토 흡의 10%비율로 넣고 E.M 활성화액으로 농도를 맞춰 반죽을 한다.
- ④ 야구공 크기로 만들어 지푸라기를 깔고 1주일간 발효시킨다.



[그림-12] EM 활성액 만들기3

바. 학습지도안(E.M 활성액 만들기)

체험명	E.M 활성액 만들기 체험			체험유형	환경기술체험
<b>일시</b>	2012.03.20 ~ 2014.11.30	<b>소요시간</b>	연중	<b>장소</b>	화공과 실습실
<b>체험목적</b>	E.M(유용미생물)을 활용하여 텃밭을 기름지게하고, 오염된 하천을 정화하는 등 농촌 환경을 보호하고 자원을 절약하는 넓은 의미의 친환경 체험을 통한 농심함양을 실천				
<b>체험목표</b>	1. 자원재활용의 중요성과 간단한 환경기술의 원리를 이해할 수 있다 2. E.M 활성액을 만드는 기술을 익혀 자원 절약과 자연 환경을 보호한다.				
<b>체험내용</b>	쌀뜨물을 E.M원액과 당밀을 이용 발효과정을 거쳐 E.M 활성액으로 만드는 과정을 체험한다.				
<b>유의사항</b>	E.M원액의 유효기간과 발효온도, 혼합 비율을 주의 시킨다.				
<b>준비물</b>	쌀뜨물, 당밀(없으면 설탕과 천일염), 발효통, 히터				
<b>체험과정 및 방법</b>	1. 쌀뜨물을 PET 병에 2/3 가량 붓는다. (1.8 L 페트병) 2. 당밀을 PET 병뚜껑으로 3~4개 넣는다. (소주컵 반 컵 ) (당밀이 없을 경우 설탕을 넣고, 천일염을 차 1스푼 넣는다) 3. EM원액을 PET 병뚜껑으로 3~4개 넣고 섞는다. 4. 2-3일 후 하얀 기포가 생길 때 병뚜껑을 살짝 비틀어 주면서 가스를 빼준다. 이후 2-3번 가스를 빼 준다. 상온에 4~7일 후 냄새가 달콤새콤하게 나면 완성된 것이다. (겨울철은 10-15일 정도 걸린다)				
<b>정리</b>	활동지 작성하기				
<b>기대효과</b>	생활속에서 쉽게 E.M활성액을 만들어, 친환경 생활을 직접 실천할 수 있다.				

<표-6> E.M 활성액 만들기 학습지도안

3. <실행 목표3>의 실천

<b>실행 목표3</b>	<b>태양열 조리기 만들기</b>
-------------------	--------------------

가. 태양열 조리기 만들기

1) 운영 계획

일 정	내 용	방 법	비 고
2013.03.23 ~ 03.29	모듬 편성하기	-태양열 조리기 만들기 작업을 크게 4부분으로 나누어 적정 인원을 구성한다. A모듬-위성 안테나로 태양열 조리기 만들기 B모듬- 반사판 4개 조리기 C모듬-아프리카 조리기 D모듬-2중 박스 태양열 조리기	
2013.04.05 ~ 04.08	조사 및 연구	다양한 태양열 조리기 만드는 방법을 조사하고 연구한다.	
2013.05.21 ~ 06.13	원료 구입	종이박스, 스티로폼, 은박지, 밀가루풀, 아크릴 유리, 스카치 테이프, 신문지, 검은색 냄비	
2013.05.21 ~ 05.29	기구 구입	모듬별 조원 끼리 나누어 구입	
2013.06.02 ~ 06.05	생산하기	모듬 끼리 편한 시간에 모여서 제작	
2013.07.05.~ 10.09	활용하기	달걀 삶기, 밥하기등	
2013.09.02.~ 10.30	대량 생산	목재형 태양열 조리기 제작(강사 초빙)	
2013.10.20	전시하기	학교 축제 및 평생학습에 전시	

<표-7> 태양열 조리기 만들기 운영 계획



- 1) 햇빛으로 음식을 요리
- 2) 내부 온도 150℃ ~ 200℃
- 3) 몸체, 뚜껑, 집광판으로 구성

[그림-13] 다양한 태양열 조리기

#### 나. 태양열 조리기의 이해

역사적 배경은 1767년 스위스의 동식물학자 Horace de Saussure에 의해서 유리가 열을 가두는 것이 발견되어 고안되었으며 전 세계적으로 둥근 원 모양의 파라볼라 조리기가 대중적으로 사용되고 있으며, 타원형의 쉘플러 조리기는 고효율 조리기로 많은 명성이 있습니다.



파라볼라 조리기

셸플러 조리기

[그림-14] 태양열 조리기의 양대 산맥

## 다. 활동 과정

4개의 모둠을 나누어 모둠원들이 스스로 찾아낸 다양한 태양열 조리기를 만들어 보고, 대형 태양열 조리기를 만들기 위해 함께 전문가(대안 기술 센터 - 이동근 소장님)를 모시고 목재형 태양열 조리기를 함께 만들어 보는 체험을 진행하였다.

### 1) 위성 안테나로 태양열 조리기 만들기(1조)

전파를 받는 위성 안테나 접시를 이용해 반사판에 알루미늄 호일을 붙이고 초점을 맞추어 태양열을 한곳에 모으는 미니형 조리기 완성함.



[그림-15] 위성 안테나로 태양열 조리기 만들기

### 2) 반사판 4개 태양열 조리기(2조)

- ① 냄비가 들어갈 수 있는 크기의 스티로폼을 구한 후 뚜껑 부분을 아크릴 유리가 얹혀 질 수 있도록 잘라낸다.
- ② 반사판을 67.5°의 각도로 종이 박스에 재단한 후 4개를 잘라낸다.
- ③ 반사판의 안쪽 면에 밀가루 풀로 알루미늄 호일을 판판하게 붙인다.
- ④ 스티로폼 위에 반사판을 얹히고 떨어지지 않게 테이프로 붙인다.
- ⑤ 스티로폼 속에 검은 냄비를 넣고 물을 넣은 후 계란을 넣고 태양 빛과 90°로 맞추어 고정 시킨 후 물이 끓는지 확인한다.



[그림-16] 반사판 4개 태양열 조리기 만들기

### 3) 널빤지형 오븐(3조)

Cookit은 태양열 오븐과 집열판을 가장 간단하게 이용하는 오븐이다. 이 널빤지 모형은 빛과 열을 가운데로 모으도록 설계가 되어 있어 열대 지방이나 사막에서는 사용하기가 좋다. 이 오븐은 케냐와 수단 등 아프리카 지역에서 물 소독과 요리용으로 널리 사용되고 있으면 만들기도 쉽다.

- ① 1m x 1.33m의 박스종이를 준비해서 아래 그림같이 자르고 접어서 만든다.
- ② 알루미늄 호일을 붙이면 완성된다.
- ③ 요리를 위해서는 검은색 냄비나 용기가 필요하며, 투명한 비닐에 넣어서 사용하면 온실효과로 인해서 더 많은 열을 얻을 수 있다.



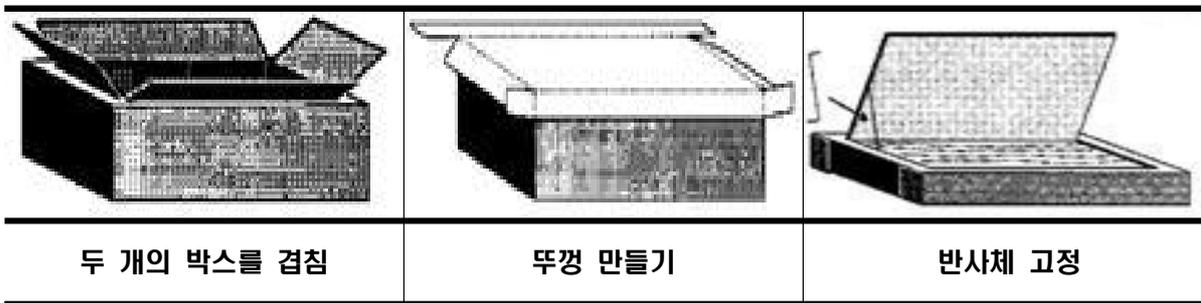
[그림-17] 널빤지형 태양열 조리기 만들기

### 4) 2중 박스 태양열 조리기(4조)

- ① 아래쪽 그림과 같이 2개의 박스 중 크기가 큰 것은 바깥쪽, 그리고 크기가 작은 것은 내부에 넣는데, 먼저 외부에 위치할 큰 박스의 윗덮개 역할을 하던 부분들을 바깥쪽으로 젖혀서 고정을 시킨다. 그런 다음 내부에 들어갈 박스를 넣어서 외부 박스의 높이가 높은 만큼 사면에 줄을 그어 오른쪽 그림과 같이 잘라서 그 선 높이만큼 잘라서 바깥쪽으로 접는다.
- ② 박스 오븐의 높이를 결정할 때에는 항상 사용할 용기의 크기를 먼저 생각해야 하며, 윗 뚜껑 부분과 용기의 윗부분과는 최소한 2.5cm의 공간이 필요 하다.
- ③ 외부 박스와 내부 박스사이의 공간에는 종이 조각이나 신문지를 구겨서 넣어도 되고, 왕겨나 단열재 역할을 할 수 있는 것을 넣으면 되는데 바닥부분에도 용기와 내부 박스 바닥 사이에는 항상 2.5cm가 분리 될 수 있도록 해야 한다.
- ④ 내부 박스를 외부 박스 속에 넣고 내부 박스의 뚜껑 역할을 하던 부분들을 바깥의 외부 박스로 접었을 때 내부 박스와 외부 박스 공간만큼의 면적만 남겨 두고 모두 자르거나 내부 박스와 외부 박스 사이의 공간으로 접어 넣든지 한다.
- ⑤ 내부 박스의 모든 면에는 알루미늄 호일을 풀칠을 하여 붙인다. 그리고 들어갈 용기도 검은색으로 칠을 한다.

<뚜껑 만들기>

- ① 아래쪽의 그림과 같이 외부 박스 보다 큰 박스 종이를 준비해서 외부 박스의 크기만큼 줄을 그어서 자르며, 사면 모퉁이에 풀칠을 할 수 있도록 7.5cm만큼 길게 자른다.
- ② 풀칠을 해서 고정을 시키고, 그런 다음 내부 박스의 크기만큼 표시를 하고 삼면을 잘라서 뒤쪽으로 제친다. 잘라진 부분은 뚜껑에 붙어서 반사체 역할을 하게 된다.
- ③ 반사체 역할을 할 부분 안쪽에 알루미늄 호일을 잘라서 붙인다.
- ④ 반사체 부분만큼 잘려나가 생긴 공간에는 유리나 투명한 플라스틱을 아래쪽에서 붙여서 고정을 시키는데, 유리는 종이박스에 고정하기에 다소 무겁고, 바람이 부는 날이 아니라면 가벼운 플라스틱이나 쿠키 랩을 이용하는 것도 좋다. 쿠키 랩 같은 비닐을 사용할 경우에는 여러 겹을 겹쳐서 사용하는 것이 단열을 위해서 좋다. 하지만 비닐과 비닐 사이에 수증기가 들어가지 않도록 틈이 없이 붙여야 한다.
- ⑤ 모든 풀칠이 끝나면 아래쪽 그림과 같이 철사나 구리선을 적당한 크기로 접어 반사체를 고정시키는데, 이 반침 철사의 길이를 정하기 위해서는 반사체를 움직여 어느 각도에서 햇빛이 가장 잘 들어오는지 알아내야 한다.



[그림-18] 2중 박스 태양열 조리기 만들기1

**장점과 단점**

무엇보다 손쉽게 가장 값싸면서도, 성능이 좋은 박스 오븐을 만들 수 있다. 반면에 비에 맞거나 젖게 되면 쉽게 부서질 수 있고, 바람이 많이 부는 겨울철에는 성능이 많이 떨어질 수 있다.



[그림-19] 널빤지형 태양열 조리기 만들기2

5) 목재형 태양열 조리기

- ① 합판을 이용하여 반사판을 만들고, 알루미늄 반사판을 붙인다.
- ② 조리통을 각목으로 만들고, 위도에 맞추어 경사지게 만들고, 단열재를 넣고 합판으로 마감한다.
- ③ 태양열 추적기를 부착한 받침대를 제작하고, 반사판을 얹은 조리통을 올려놓는다.
- ④ 방수 페인트를 바르고, 유리판을 실리콘으로 마감하여 붙인다



[그림-20] 목재형 태양열 조리기 만들기1



[그림-21] 목재형 태양열 조리기 만들기2

라. 학습지도안

<b>체험명</b>	<b>태양열 조리기 만들기 체험</b>		<b>체험유형</b>	적정기술체험
<b>일시</b>	2013.03.20 ~ 2013.11.30	<b>소요시간</b>	연중	<b>장소</b> 화공과 실습실
<b>체험목적</b>	태양열 조리기를 만들어서 화석연료를 사용하는 에너지 비용을 절감하고 자연환경도 보호하는 등 넓은 의미의 친환경 체험을 통한 농심함양을 실천			
<b>체험목표</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 다양한 형태의 태양열 조리기를 만들어 봄으로써 태양광 원리를 이해하고 재생 에너지의 실용성과 적정기술의 원리를 이해할 수 있다</li> <li>2. 목재형 대형 태양열 조리기 만드는 기술을 익혀 실재 활용하여 에너지 절약과 자연환경을 보호를 경험한다.</li> </ol>			
<b>체험내용</b>	스티로폼을 단열재로 사용하고, 폐박스를 반사판으로 활용하며 아크릴 유리가 복사열을 가두는 원리를 이용해 간단한 태양열 조리기 만드는 과정을 체험한다.			
<b>유의사항</b>	반사판의 각도는 67.5° 를 지킨다. 열이 빠져나가지 않도록 간격을 빈틈없이 매꾼다. 냄비는 검은 색을 사용하여 열 흡수를 돕는다.			
<b>준비물</b>	스티로폼, 알루미늄 호일, 밀가루 풀, 아크릴 유리, 테이프, 종이박스			
<b>체험과정 및 방법</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 냄비가 들어갈 수 있는 크기의 스티로폼을 구한 후 뚜껑 부분을 아크릴 유리가 얹혀 질 수 있도록 잘라낸다.</li> <li>2. 반사판을 67.5° 도의 각도로 종이박스에 재단한 후 4개를 잘라낸다.</li> <li>3. 반사판의 안쪽 면에 밀가루 풀로 알루미늄 호일을 판판하게 붙인다.</li> <li>4. 스티로폼 위에 반사판을 얹히고 떨어지지 않게 테이프로 붙인다.</li> <li>5. 스티로폼 속에 검은 냄비를 넣고 물을 넣은 후 메추리알을 넣고 태양빛과 90° 로 맞추어 고정 시킨 후 물이 끓는지 확인한다.</li> </ol>			
<b>정리</b>	활동지 작성하기			
<b>기대효과</b>	생활속에서 쉽게 E.M활생액을 만들어, 친환경 생활을 직접 실천할 수 있다.			

<표-8> 태양열 조리기 만들기 학습지도안

4. <실행 목표4>의 실천

<b>실행 목표4</b>	<b>폐식용유로 E.M 비누 만들기</b>
-------------------	-------------------------

가. 폐식용유로 E.M 비누 만들기

1) 운영 계획

일 정	내 용	방 법	비 고
2013.03.23 ~ 3.29	모듬 편성하기	비누화 반응이란?	
2013.04.05. ~04.08	조사 및 연구	폐식용유로 비누를 만드는 방법을 조사 및 연구	
2013.05.21. ~06.13	원료 구입	폐식용유 구하기(학교 급식소 이용) E.M 활성액 구하기(학교에서 자체 생산)	
2013.05.21. ~05.29	기구 구입	약품(KOH or NaOH), 고무통, 교반기, E.M 활성액, 우유곽	
2013.06.02. ~06.05	생산하기	천연 비누 제조	
2013.07.05	건조하기	1달 동안 자연건조(알카리 제거)	
2013.07.23	활용하기	학생과 교사, 학부모에게 나누어 주기	
2013.09.02	대량생산	찾는 수요가 많아 대량생산 시설 설치	
2013.10.20	전시하기	학교 축제 및 평생학습에 전시	

<표-9> 폐식용유로 E.M 비누 만들기 운영 계획

나) 활동과정

- 1) 고무나 플라스틱 용기에 쌀뜨물 발효액 1ℓ에 NaOH(가성소다) 500g을 넣는다.
- 2) 1)에 폐유 3.3ℓ를 넣고 거품기를 이용하여 한쪽 방향으로 점성이 생길 때까지 저어준다.
- 3) 2)의 것을 우유팩(비누틀)에 넣어 담는다.



[그림-22] 폐식용유로 E.M 비누 만들기1

- 4) 비누가 말랑말랑한 정도로 말랐을 때(상온에서 6시간~4일 정도) 우유팩에서 꺼내어 칼을 이용해 사용하기 편한 크기로 자른다.
  - 5) 바로 사용하지 말고 한 달 정도 더 건조시킨다.
- ※ 위험물인 NaOH를 충분한 건조를 통해 휘발시키야 한다.



[그림-22] 폐식용유로 E.M 비누 만들기2

다. 학습지도안

<b>체험명</b>	<b>폐식용유로 E.M 비누 만들기 체험</b>		<b>체험유형</b>	<b>환경기술체험</b>	
<b>일시</b>	2013.03.20 ~ 2013.11.30	<b>소요시간</b>	<b>연중</b>	<b>장소</b>	<b>화공과 실습실</b>
<b>체험목적</b>	급식실의 폐식용유를 활용하여 빨래 비누를 만들어 사용함으로써 스스로의 간단한 체험으로 생활필수품을 만들 수 있고, 자연환경도 보호하는 등 넓은 의미의 친환경 체험을 통한 농심함양을 실천				
<b>체험목표</b>	1.폐식용유를 비누화 반응을 통해 비누로 만드는 원리를 이해할 수 있다 2.버려지는 폐식용유를 모아 비누를 만드는 기술을 익혀 실재 활용해 봄으로써 함께 나누는 즐거움과 자연 환경 보호를 경험한다.				
<b>체험내용</b>	폐식용유의 상태에 따라 달라지는 비누화 값을 구한 후, 적정 약품(NaOH)을 넣고 E.M활성액을 넣는다. 적당한 교반을 통해 굳어지면 고정틀(우유곽)에 넣은후 건조시킨다.				
<b>유의사항</b>	수산화나트륨(NaOH)은 독극물이므로 장갑, 마스크를 꼭 착용하세요! - 수산화나트륨(NaOH)에 EM 쌀뜨물 발효액을 부으면 위험할 수 있습니다. 반드시 쌀뜨물 발효액에 수산화나트륨을 넣어 주세요.				
<b>준비물</b>	폐식용유, 체, 교반기, 고무통, 수산화나트륨(NaOH), E.M활성액, 우유곽				
<b>체험과정 및 방법</b>	1. 고무나 플라스틱 용기에 쌀뜨물 발효액 1ℓ 에 수산화나트륨(NaOH) 500g을 넣는다. 2. 1)에 폐유 3.3ℓ 를 넣고 거품기를 이용하여 한쪽 방향으로 점성이 생길 때까지 저어준다. 3. 2)의 것을 우유팩(비누틀)에 덜어 담는다. 4. 비누가 말랑말랑한 정도로 말랐을 때(상온에서 6시간~4일 정도) 우유팩에서 꺼내어 칼을 이용해 사용하기 편한 크기로 자른다. 5. 바로 사용하지 말고 한 달 정도 더 건조시킨다. ※ 위험물인 NaOH를 충분한 건조를 통해 휘발시켜야 한다.				
<b>정리</b>	활동지 작성하기				
<b>기대효과</b>	생활 속에서 폐식용유를 쉽게 E.M 비누로 만들어, 친환경 생활을 직접 실천할 수 있다.				

<표-10> 폐식용유로 E.M 비누 만들기 학습지도안

5. <실행 목표5>의 실천

<b>실행 목표5</b>	<b>지렁이 상자로 분변토 만들기</b>
-------------------	------------------------

가. 지렁이 상자로 분변토 만들기

1) 운영 계획

일 정	내 용	방 법	비 고
2014.03.23 ~ 3.29	모듬 편성하기	지렁이 분변토란?	
2014.04.05 ~ 04.08	조사 및 연구	지렁이 사육상자 만드는 방법과 사육법을 조사 및 연구	
2014.05.21 ~ 06.13	원료 구입	지렁이 농장에서 지렁이 구입 지렁이 상자(플라스틱) 구입	
2014.05.21 ~ 05.29	기구 구입	상토, 양파망, 드릴, 분무기	
2014.06.02 ~ 06.05	생육시키기	습도와 온도, 먹이를 주며 키움	
2014.08.23	분변토 생산	뚜껑을 열고 지렁이가 밑으로 피한후 윗부분의 분변토를 걷어내고 체에다 거름	
2014.09.02	분변토 활용	학교 텃밭이나 화분에 분변토를 뿌리고 관찰	
2014.10.20	전시하기	학교 축제 및 평생학습에 전시	

<표-11> 지렁이 상자로 분변토 만들기 운영 계획

**나. 활동 과정**

- 1) 시중에서 구입한 불투명하고 속이 깊고 뚜껑이 튼튼하고 밀폐가 잘되는 플라스틱 통을 구입한다.
- 2) 지렁이가 호흡할 수 있는 숨구멍과 습기가 배출될 수 있는 배수구를 송곳을 달구어서 뚫되 너무 커서 작은 날 벌레들이 들어 갈수 없는 크기로 상하좌우 일정한 간격으로 구멍을 낸다.
- 3) 지렁이 새끼나 알이 빠져 나갈 수 없도록 구멍이 작은 양파망을 바닥에 넓게 깔다.
- 4) 칼라 인쇄지를 제외한 검은 잉크의 파쇄용지는 습기가 많은 흙을 건조하게 하거나 음식물이 없을 때 식량 대용으로 쓰인다.
- 5) 부드러운 흙(상토)을 깔아 준다.



[그림-23] 지렁이 상자로 분변토 만들기1

- 6) 지렁이를 구입 상자에 넣어준다.
- 7) 온도와 습도에 민감한 지렁이의 특성을 파악하여 잘 보살핀다.
- 8) 음식물 찌꺼기는 한쪽 구석을 파고 넣어준 후 흙을 덮어 준다.
- 9) 분변토는 뚜껑을 열어 준 후 빛을 싫어하는 지렁이가 밑으로 피하면 걸흙을 걸어서 사용한다.
- 10) 생산된 분변토는 모아서 학교 텃밭에 거름으로 사용한다.



[그림-24] 지렁이 상자로 분변토 만들기2

다. 학습지도안

<b>체험명</b>	<b>지렁이 상자로 분변토 만들기 체험</b>			<b>체험유형</b>	환경기술체험
<b>일시</b>	2014.03.20 ~ 2014.11.30	<b>소요시간</b>	연중	<b>장소</b>	화공과 실습실
<b>체험목적</b>	급식실의 버려지는 음식물 쓰레기를 지렁이의 밥으로 사용하면 분변토라는 천연 퇴비를 얻을 수 있다. 자연과 농촌이 공생하는 현장을 배울수 있다.				
<b>체험목표</b>	1. 플라스틱 상자를 이용 지렁이 상자를 만들고 지렁이를 키워 본다. 2. 지렁이 분변토를 채취하여 학교 텃밭에서 사용할 수 있다.				
<b>체험내용</b>	지렁이가 음식물을 먹고 분변토를 만드는 과정을 이해하고 관찰한다.				
<b>유의사항</b>	지렁이는 습기와 온도에 주의해야 한다(겨울철엔 실내에 보관)				
<b>준비물</b>	플라스틱 상자, 송곳, 양파망, 지렁이, 파쇄종이, 상토				
<b>체험과정 및 방법</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 지렁이통에 숨구멍, 배수구 뚫기</li> <li>2. 바닥에 벌레 침입을 막는 망을 막고 파쇄기 종이 깔기</li> <li>3. 부드러운 거름진흙 깔기</li> <li>4. 지렁이 투입</li> <li>5. 습기와 온도 조절하며 음식물 찌꺼기로 잘 돌보기</li> <li>6. 분변토 얻어서 학교 텃밭에 뿌리기</li> </ol>				
<b>정리</b>	활동지 작성하기				
<b>기대효과</b>	자연의 단순하지만 놀라운 능력으로 환경오염을 정화 자연에 이로운 퇴비를 만드는 과정을 통해 자연과의 교감을 통해 지속가능한 농촌을 가꾸는 삶의 기술을 배울수 있고, 농심을 함양할수 있다.				

<표-12> 지렁이 상자로 분변토 만들기 학습지도안

6. <실행 목표6>의 실천

<b>실행 목표6</b>	<b>원두 찌꺼기로 천연 퇴비 만들기</b>
-------------------	--------------------------

가. 원두 찌꺼기로 천연 퇴비 만들기

1) 운영 계획

일 정	내 용	방 법	비 고
2015.03.23 ~ 03.29	모듬 편성하기	원두 찌꺼기를 천연 퇴비로 만들려면?	
2015.04.05 ~ 04.08	조사 및 연구	원두 찌꺼기를 천연퇴비로 만드는 방법 조사 및 연구 1. 지렁이 상자에 분변토를 수거 후 원두 가루를 채워주는 방법 2. 원두 가루에 E.M 활성액을 충분히 뿌려서 미생물로 1달간 발효 하는 방법	
2015.05.21 ~ 06.13	원료 구입	방과후 바리스타 교실에서 얻음	
2015.05.21 ~ 05.29	기구 구입	지렁이 상자, 발효통, 분무기	
2015.06.02 ~ 06.05	숙성시키기	습도와 온도, 먹이를 주며 키움	
2015.08.23	천연퇴비 생산	분변토 혹은 발효 된 원두 찌꺼기 사용	
2015.09.02	천연퇴비 활용	학교 텃밭이나 화분에 분변토를 뿌리고 관찰	
2015.10.20	전시하기	학교 축제 및 평생학습에 전시	

<표-13> 원두 찌꺼기로 천연퇴비 만들기 운영 계획

나. 활동 과정

- 1) 방과 후 학교 바리스타 과정의 수업 후 버려진 원두 찌꺼기를 모아 둔다.
- 2) 투명한 상자에 원두 찌꺼기를 넣은 후 E.M 발효액을 골고루 뿌려준다.
- 3) 일주일 간격으로 충분한 양의 E.M 발효액을 골고루 뿌려준다.
- 4) 한 달 정도의 발효기간이 끝나면 천연 퇴비가 완성된다.



방과후 학교 바리스타 반의 원두 찌꺼기 수거

원두 찌꺼기에 E.M활성액 뿌리기

발효된 퇴비

원두 찌꺼기

[그림-25] 원두 찌꺼기로 천연퇴비 만들기1

다. 학습지도안

<b>체험명</b>	<b>원두 찌꺼기로 천연퇴비 만들기 체험</b>			<b>체험유형</b>	환경기술체험
<b>일시</b>	2014.03.20 ~ 2014.11.30	<b>소요시간</b>	연중	<b>장소</b>	화공과 실습실
<b>체험목적</b>	방과후 교실(바리스타)에서 나온 원두 찌꺼기가 유기물이 많은 점을 이용 천연퇴비로 만들어 사용함으로써 건강한 텃밭과 화분의 거름을 만들 수 있고, 자연환경도 보호하는 등 넓은 의미의 친환경 체험을 통한 농심함양을 실천				
<b>체험목표</b>	커피 전문점에서 음식물 쓰레기처럼 버려지는 원두 찌꺼기에 포함되어 있는 유기물을 미생물(E.M)을 이용해 발효시켜 천연퇴비를 만들어 본다.				
<b>체험내용</b>	1. 지렁이 상자에 분변토를 수거 후 원두 가루를 채워줘서 지렁이가 퇴비를 만드는 방법 2. 원두 가루에 E.M 활성액을 충분히 뿌려서 미생물로 1달간 발효 하는 방법				
<b>유의사항</b>	1. 일정한 시간 간격으로 E.M활성액을 뿌려주어야 다른 곰팡이가 피지 않음 2. 원두 찌꺼기의 수분 조절을 잘해야 지렁이 상자에 필요한 흙 역할을 함				
<b>준비물</b>	지렁이 상자, 발효통, 분무기, E.M 발효액				
<b>체험과정 및 방법</b>	1. 방과후 교실의 원두 찌꺼기를 수업후 수거하여 수분이 남아 있을 때 지렁이 상자에 넣어줌 2. 원두 찌꺼기를 발효통에 넣은 후 E.M 활성액을 골고루 뿌려주고 뚜껑을 꼭 닫아 잡균이 못 들어오게 함				
<b>정리</b>	활동지 작성하기				
<b>기대효과</b>	주변에서 손쉽게 얻을 수 있는 버려지는 원두찌꺼기를 얻어 내손으로 우리집 텃밭과 화분의 거름을 쉽게 만들어, 친환경 생활을 직접 실천할 수 있다.				

<표-14> 원두 찌꺼기로 천연 퇴비 만들기 학습지도안

## 4 연구의 결과 및 해석

### 가. 자료 처리 내용 및 방법

4-H 체험 프로그램이 재생 에너지 생산과 폐기물을 활용한 친환경 생활필수품 만들기 연구의 6가지 실행 과제를 통해 농심함향 및 기술 습득 과정을 통한 자존감 향상 등에 어떤 변화가 있었는지 알아보기 위하여 <표IV-1>와 같이 통계 분석을 실시하였다.

- 1) 설문지는 2014년 8월 30일 1회 실시하고 백분율을 이용 결과를 분석하였다.
- 2) 학생 4-H 활동에 대한 2문항, 4-H 과제 활동에 대한 7문항을 선정하여 설문을 실시하였다.

### 나. 연구의 결과

#### 1) 4-H 활동에 대한 인식 결과

4-H 활동 인식에 대해 4-H 학생 91명을 대상으로 실시한 설문조사 결과는 <표IV-2> 와 같다

(N=91)

문 항	문 항 내 용	응 답	빈 도 수(학년)			비 율(%)
			1	2	3	
3	4-H활동 참여	매우그렇다	25	20	22	73.6
		그렇다	3	6	6	16.4
		그저 그렇다	2	3	3	9
		그렇지 않다		1		1
		전혀 그렇지 않다				
4	과제활동 선호	바이오디젤 만들기	5	5	6	17.5
		EM활성액 만들기	5	1	3	9.9
		태양열조리기 제작	6	7	10	25.3
		천연비누 제조	4	7	2	14.3
		지렁이상자 만들기	8	7	5	22.0
		천연퇴비 만들기	2	3	5	11.0

<표IV-1> 학생4-H활동에 대한 인식

문항3 “4-H활동에 참여하였는가?”의 질문에 82명(90%)이 매우 긍정적으로 대답하였다.

문항4 “과제 활동 중 선호 하는 것은?”의 질문에 태양열 조리기(25.3%)로 가장 선호했는데 열효율이 높아 달걀을 삶고 밥을 지어 먹은 것이 학생들에게 깊은 영향을 끼친 것 같다.

2) 과제 활동에 대한 만족도 결과

문항	문항내용	응답	빈도수(학년)			비율(%)
			1	2	3	
5	과제 활동이 농심함양에 도움이 되었는가?	매우그렇다	25	22	25	79.2
		그렇다	5	7	5	18.7
		그저 그렇다		1	1	2.1
		그렇지 않다				
		전혀 그렇지 않다				
6	과제 활동이 자신의 마음에 긍정적 영향을 주었는가?	매우그렇다	25	21	25	78.0
		그렇다	5	8	6	21.8
		그저 그렇다		1		1.1
		그렇지 않다				
		전혀 그렇지 않다				
7	다른 과제 활동이 있다면 적극 참여 하겠는가?	매우그렇다	25	22	26	80.22
		그렇다	5	8	5	19.78
		그저 그렇다				
		그렇지 않다				
		전혀 그렇지 않다				

<표Ⅳ-2> 대안에너지와 폐기물을 이용한 친환경 생활용품 만들기에 대한 만족도

문항5 “과제 활동이 농심함양에 도움이 되었는가?”라는 질문에 79명(97.9%)이 긍정적으로 대답하였다. 이는 과제활동이 농심함양에 많은 도움을 주었다고 여겨진다.

문항6 “과제 활동이 자신의 마음에 긍정적 영향을 주었는가?”에 90명(98.9%)가 긍정적으로 대답했다. 과제 활동이 자신감과 자존감 회복에 상당한 영향력을 미쳤다고 본다.

문항7 “다른 과제 활동이 있다면 적극 참여 하겠는가?”에 91명(100%) 응답자 전원이 긍정적으로 답하였다. 대안에너지와 폐기물을 활용한 친환경 생활용품 만들기가 아주 작은 일에 불과 하지만 한편으로는 미래에 꼭 필요한 일 이라는 것을 학생들에게 깨닫게 해 준 것 같다.

## 5 결과 및 고찰

본 연구의 실천은 대안 에너지 기술을 통한 재생 에너지 설비로 에너지 생산하기와 대안 환경 기술을 이용 폐기물을 친환경적인 생활필수품으로 전환하는 체험 활동을 통해 실행목표1, 실행목표2, 실행목표3, 실행목표4, 실행목표5, 실행목표6의 실천이 얼마나 학생들에게 자연을 사랑하고 농촌을 아끼는 농심을 길러주고, 작은 성취들을 통해 결여되었던 자존감과 리더십이 유의미한 성장 결과를 가져왔는지 알아보는데 연구 목적이 있다. 본 연구를 토대로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 바이오 디젤 만들기 체험은 대안 에너지 기술의 필요성과 지속가능성을 이해하고, 농촌과 공업계 고등학생의 현실직시를 통하여 고비용 및 최첨단 기술 보다는 지금, 당장, 여기서 이해하며 실천할 수 있는 적정 기술로 폐식용유를 디젤로 전환하여 발전기를 돌리고 전기를 생산할 수 있다는 체험을 통하여 불편하고 번거롭지만 지속가능성이 있는 환경 친화적 에너지 생산 기술로 노인들이 홀로 사는 선진국의 시골 마을, 개발도상국, 후진국에서 얼마든지 각광 받을 수 있는 기술이라는 점에서 학생들의 자부심이 커질 것이다.

둘째, 쌀뜨물로 E.M 발효액 만들기는 가정에서나 학교에서 나오는 쌀뜨물이 하수도를 통해 버려져 하천의 부영양화를 일으키는 불필요한 오염원이 아니라 인간 생활에 많은 도움을 주는 E.M(유용 미생물)을 키우는 영양물질로 이용가능한 점을 확인하며 화장실 청소로 락스를 대신하거나, 세탁기의 섬유유연제를 대신하거나, 음식물 쓰레기의 악취 제거를 위해 사용되거나, 텃밭의 영양 공급과 토양의 오염균 제거 등 여러모로 꼭 필요한 E.M 활성액을 만드는 기술을 연마함으로써 자연을 사랑하고, 경외하는 농심함양의 마음이 깊어질 것이다.

셋째, 태양열 조리기 만들기 체험은 환경과 에너지 문제가 융합된 것으로 학생들이 생활 속에서 손쉽게 접근할 수 있는 햇빛을 이용해 밥을 짓고, 달걀을 삶고 더 나아가서는 물을 끓일 수 있으므로 수인성 전염병에 많은 어려움을 겪고 있는 후진국에 꼭 필요한 기술임을 알고 효용 가치에 좀 더 의미를 부여하여 진보된 목재형 태양열 조리기를 만들어 봄으로써 학생들 스스로 다양한 연구를 통해 더욱 향상된 제품을 만들 수 있다는 열의를 가질 수 있다.

넷째, 폐식용유로 E.M 비누 만들기는 귀찮고 번거로운 대안 환경 기술이지만 언제나, 어디 장소에서나, 누구나, 조금의 인내심과 부지런함만 가지고 있다면 우리의 위생을 책임질 무공해 비누를 만들고 이를 통해서 지속 가능성이 멀리 있지 않고 너무 가까이 있다는 자신감과 함께 만들고 함께 나눔을 실천할 수 있는 긍정적인 프로그램이다.

다섯째, 지렁이 상자로 분변토 만들기는 미생물인 E.M(유용 미생물)과 더불어 하등 동물이며 징그러움의 대명사로 알려진 지렁이가 환경적인 혹은 자연의 생태적인 측면에서의 아주 중요한 역할을 배우고, 지속 가능한 농촌의 토양을 책임지고 가꾸는 1등 공신임을 깨닫고, 냄새나서 버려지는 음식물 쓰레기를 천연 분변토로 만들어 주는 농촌과 자연의 핵심임을 알고, 지렁이에게 고마워하는 농심을 느끼게 될 것이다.

여섯째, 원두 찌꺼기로 천연 퇴비 만들기 체험은 많은 커피 전문점과 원두를 즐기는 커피 문화의 급속한 보급으로 버려지는 원두 찌꺼기가 영양분은 많은데 그냥은 퇴비로 쓸 수 없는 어려움을 간단한 대안 환경 기술을 이용하여 천연퇴비를 만들어 화분과 텃밭에 뿌려 작물을 재배해 봄으로써 석유나 석탄에 의존해 생산하는 비료 대신 영구적으로 쓸수 있는 음식물 쓰레기를 통한 천연비료 체험을 통해 자원 재활용과 환경 사랑을 실천하였다.

# [참고문헌]

- E.F 슈마허. 작은 것이 아름답다. 문예출판사. 2003.
- 메리 아펠호프. 지렁이를 기른다고. 시금치. 2006.
- 이완주. 흙을 알아야 농사가 산다. 들녘. 2012.
- 히가 데루오. 되살아나는 미래. 영광도서. 2006.
- 후지무라 야스유키. 플러그를 뽑으면 지구가 아름답다. 북 센스. 2012.
- 이재열. 태양이 만든난로 햇빛 온풍기. 도솔. 2012.
- 이유진. 동네 에너지가 희망이다. 이매진. 2009.
- 해들리 다이어. 지붕위의 감자들. 한길사. 2014.
- 한국4-H본부. 제1회 농심함양 현장교육 연구 보고서. 올리브 테크. 2014
- 대안 기술 센터 <http://www.atcenter.org/>
- EM 환경 센터 <http://www.emcenter.or.kr/>
- 세경 지렁이 농장 <http://www.skworm.co.kr/>

## 대안에너지와 폐기물을 활용한 친환경 생활용품 만들기

본 설문은 2012 ~ 2014학년도 학생 4-H 과제 학습 참가자를 대상으로 실시하고 있으며, 설문 조사 결과는 농심함양 교육 활동에 필요한 기초자료로 활용할 것입니다.

### [설문 참여자의 인적 사항]

1. 귀하의 성별은?    ① 남학생    ② 여학생
2. 귀하의 학년은?    ① 1학년    ② 2학년    ③ 3학년

### [학생 4-H 활동에 대한 인식]

3. 4-H 활동에 참여 하였는가?  
① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 그저 그렇다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 전혀 그렇지 않다
4. 과제활동 중 가장 선호하는 것은?  
① 바이오 디젤 만들기    ② EM 활성액 만들기    ③ 태양열 조리기 제작  
④ 천연 비누 제조    ⑤ 지렁이 상자 만들기    ⑥ 천연 퇴비 만들기

### [과제활동에 대한 만족도]

5. 과제활동이 농심함양에 도움이 되었는가?  
① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 그저 그렇다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 전혀 그렇지 않다
6. 과제 활동이 자신의 마음에 긍정적 영향을 주었는가?  
① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 그저 그렇다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 전혀 그렇지 않다
7. 다른 과제 활동이 있다면 적극 참여 하겠는가?  
① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 그저 그렇다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 전혀 그렇지 않다
8. 과제활동에 대해 좋거나 개선해야 할 점이 있다면 구체적으로 적어 주십시오.

-끝 까지 설문에 응해주셔서 감사합니다-