

# 독립영양농법<sup>4)</sup>

## Autotrophic Farming Technique

### 양무회<sup>5)</sup>

#### 서언 : 독립영양농법과 ‘살아있는 토양’

독립영양농법(Autotrophic farming technique)은 작물이 자라는 토양표층에 자연의 선물인 햇빛과 물을 원료로 하여 독립영양미생물인 남조류(cyanobacteria)의 성장을 활성화시켜 지속적으로 식물이 자라는데 필요한 (1)각종 유기양분과 토양 광물에 포함되어 있는 (2)각종 미네랄을 용출시켜 이들을 지속적으로 공급할 수 있도록 토양의 환경을 조성하여 작물을 재배하는 친환경 영농기술이다. 작물이 자라는 토양표층이 이렇게 조성되면 여기서 생산되는 각종 유기양분과 미네랄을 먹이로 하여 그 바로 밑에 토양유효미생물들의 생장이 아주 자연스럽게 활성화되면서 생산된 유기양분이 더욱 더 다양화되어 작물이 이들을 먹이로 온갖 병충해에 잘 견디면서 성장할 수 있는 것이다. 다시 말하자면 독립영양농법은 작물이 자라는 토양표층은 남조류로 인해 각종 유기양분이 지속적으로 생산되는 ‘합성의 장’이 형성되고, 그 밑에는 토양유효미생물들로 인해 ‘발효의 장’이 자연스럽게 형성되도록 유도하는 ‘합성 및 발효형’ 영농기술이다. 산과 들에는 이러한 ‘생물토양표층(biological soil crust)’이 형성되어 나무와 풀이 비료를 주지 않아도 잘 자랄 수 있는 것이다. 흔히 우리가 말하는 ‘살아있는 토양’ 또는 ‘생명이 있는 토양’은 바로 이러한 토양을 말하는 것이다. 관행의 영농방법에서는 토양에

4) 고칼슘 농산물을 생산하는 친환경 영농기술(Environment-friendly farming technique producing agricultural products with high calcium content)

5) 독립영양농법연구소(Autotrophic Farming Research Institute)

이러한 ‘합성의 장’이 없기 때문에 우리가 상대적으로 많은 유기양분을 지속적으로 공급해야만 작물이 잘 자랄 수 있는 것이다.

## 제 1 장 자연의 생물토양표층 (Biological soil crust)

### 1-1. 생물토양표층의 정의 및 생태

(1) 분포 : 농가나 주택의 뜰을 비롯하여 세계의 사막, 평원, 농업지역, 산과들, 알래스카 등

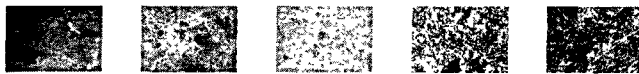
(2) 정의 : 남조류를 중심으로 이끼류(mosses), 지의류(lichens)가 그들이 생산한 여러 종류의 유기물, 토양입자와 유기적으로 결합한 토양표층. 청색, 녹색, 갈색 혹은 검은색을 나타냄.

(3) 명칭 : cryptogamic, microbiotic, cryptobiotic, microphytic, biological soil crusts 등

(4) 생태 : 주요 독립영양미생물 (예 : 미국서부의 경우)

Cool deserts	Hot deserts
<i>Microcoleus vaginatus</i> (non-heterocystic) <i>Nostoc</i> (heterocystic) <i>Scytonema</i> (heterocystic)	<i>Schizothrix</i> (heterocystic) <i>Nostoc</i> (heterocystic) <i>Scytonema</i> (heterocystic)

(5) 다양성 :



미국의 서부에 잘 발달된 자연의 생물토양표층들의 사진

### 1-2. 생태학적인 주요기능

(1) 질소고정 및 공급 : 연간 ha 당 2~365kg - 화학비료 없이 식물재배 가능성 시사

*Nostoc* 속에 의해 고정되는 질소량의 5~88%가 식물에 이용되지 못함. 생물토양표층에 사는 식물들은 체내 질소함량이 아주 많이 높았음.

(2) 유기물 및 미네랄 공급

수분이 공급시 호흡작용은 3분, 광합성작용은 30분이면 시작. 산소함량은 1-2시간 내에 안정.

계절별로 광합성작용을 통해 다양한 양의 유기물을 공급.

점액성 물질(mucilage)은 Fe, Cu, Zn, Mo, Co, Mn 등의 흡수를 도와줌.

(3) 토양수분 흡수유지 및 침식방지

남조류는 수분을 아주 빠르게 흡수하여 13배까지 부풀어짐.

남조류가 분비하는 다당류는 토양입자와 유기적으로 결합하여 토양입단을 조성.

1-3. 미국서부에 있는 생물토양표층의 현황 및 특징 (1998-2001)

(1) 구성생물 : 남조류 (*Microcoleus vaginatus*, *Nostoc commune*, *Schizothrix calcicola*)를

중심으로 규조류, 지의류, 이끼류가 공존

(2) 생물토양표층의 특징

연간 질소고정량 : ha 당 2~365kg

Silty soil(진흙, 모래가 반씩)에서 아주 잘 발달 - high EC (electrical conductivity)

Algal Crust/토양면적 : 80% 이상(2), 70-79%(3), 60-69%(5), 50-59%(5), 40-49%(9)

(3) 생물토양표층의 화학적 특성

칼슘, 마그네슘, 나트륨이 포함되어 토양의 pH가 대부분이 7 이상 8 이하.

## 제 2 장 독립영양미생물 (Autotrophs) - 남조류와 광합성세균

### 2-1. 남조류 (Cyanobacteria 혹은 Blue green algae)

35억 년 전에 산소가 없는 원시지구에서 최초로 산소와 유기물을 공급하여 현재의 지구를 고등식물과 동물의 최적생장환경으로 조성하여 이들을 탄생시키고 정착시킨 최초의 미생물

### (1) 남조류의 생장 및 생태 (Ecotype)

1) 생태형의 다양성 : 담수, 해수, 평원, 고원, 사막, 남극, 온천, 분화구, 암석에 생존.

2) 공생(Symbiosis) : 지의류(lichen), 우산이끼, *Gunnera*(*Anthophyta*)와 공생 *Anabaena*, *Nostoc* 속들은 아졸라(*Azolla*), *Nostoc* 속은 소철류(*cycads*)와 공생



### (2) 남조류 세포의 특성과 기능

1) 영양세포(vegetative cell 혹은 photosynthetic cell) : 광합성작용

(1) 엽록소 a, phycocyanin(615-620nm), allophycocyanin(650-670nm), phycoerythrin(495-570nm) 등이 있어 가시광선 전역을 이용 가능

(2) 탄산염(carbonate) 운반시스템 - 광합성 효율 증진

2) 이질세포(heterocyst) : 공중질소고정작용

(1) 이질세포를 가진 남조류 : 두꺼운 3층 세포벽(산소로부터 nitrogenase 보호)

(2) 단세포이며 이질세포가 없는(non-filamentous and non-heterocystous) 남조류

호기적 조건 하에서 질소 고정 : *Cyanothece*, *Synechococcus*, *Synechocystis*.

(3) 사상체이며 이질세포가 없는(filamentous and non-heterocystous) 남조류

호기적 조건에서도 nitrogenase 활성화 : *Lyngbya*, *Microcoleus*,

*Oscillatoria* 등.

3) 점질초(mucous sheath)

- (1) 주성분은 다당류(polysaccharides)이며, 토양의 내수성 입단 증진
- (2) glucose, ribose, hexuronic acid, galactose, rhamnase, arabinose 등을 함유
- (3) 방어막 혹은 필수양분과 미네랄을 저장, 강한 태양광으로부터 보호(*Nostoc*)

**(3) 남조류의 영양성분 (예 : 스피루리나 기준) - 국제적으로 최고의 건강식품으로 등장**

- 1) 단백질 65%(balanced amino acids), 탄수화물 15-20%, 지질(감마리놀렌산, 18:3) 등
- 2) 베타카로틴( $\beta$ -carotene, provitamin A), 비타민(B-complex vitamins, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>),
- 3) 칼슘(calcium), 마그네슘(magnesium), 미네랄(Zn, Mn, Se, Cu 등),
- 4) 광영양소(phycoyanin, chlorophyll, carotenoids)

**(4) 식물의 성장과 발육을 위한 남조류의 기능 및 역할**

**1) 토양유기물 함량의 증가와 물리성 개선 :**

토양에 남조류가 번성하면 이들의 광합성작용에 의해 생산되는 유기물, 질소고정작용에 의해 생산되는 각종양분은 식물의 성장을 촉진시킨다. 그리고 기타 대사작용에 의해 분비되는 다당류(polysaccharide), 펩티드(peptide), 지질(lipid) 등이 있다. 이 물질들은 토양 속에서 분산되면서 토양입자(soil particle)와 결합하여 토양입단을 형성하여 식물이 자라는데 필요한 수분과 양분을 보유하면서 지속적으로 공급하는 역할을 한다.

**2) 토양에 산소농도의 증가 :**

남조류는 산소(O<sub>2</sub>)를 발생하는 광합성작용을 하는 미생물이다. 그러므로 남조류가 논토양이나 밭토양에 번성하면 토양수분에 많은 양의 산소가 녹아 들어가게 되어 식물 뿌리의 생장이 왕성해 진다.

### 3) 토양광물에 포함된 인산의 용출 :

남조류는 토양에 존재하는 불용성인 인산염[Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, FePO<sub>4</sub>, AlPO<sub>4</sub>, Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>OH 등]으로부터 인산가용화균과 같이 인산을 가용화시킬 수 있으므로 이 때 용해된 인산은 식물에 공급된다.

### 4) 미량원소의 흡수증가 :

남조류는 앞에서 설명한 바와 같이 산소를 방출하고 세포외분비물로서 유기산과 같은 다양한 종류의 유기화합물을 분비한다. 이러한 유기화합물 중에 많은 종류가 Fe, Mn, Zn, Cu 등과 같은 미네랄과 킬레이트를 형성하여 식물의 미네랄 흡수를 증진시킨다.

### 5) 성장촉진 효과 :

남조류는 지베렐린 유사체(gibberellin-like), 사이토키닌 유사체(cytokinin-like), 옥신 유사체(auxin-like), ABA 등과 같은 호르몬이나, 혹은 비타민(특히 비타민 B), 아미노산 등을 분비하여 식물의 성장을 촉진한다.

### 6) 염류 토양의 개선 효과 :

남조류는 특히 염류가 집적된 토양을 개선하는 효과가 많이 알려져 있다. 그러므로 시설하우스 토양과 같이 화학비료나 농약으로 오염된 토양에 남조류를 접종하면 염류농도가 감소하여 작물이 생장이 향상된다.

### 7) 토양 유효미생물의 성장촉진

남조류의 대사산물들은 토양에 있는 유효한 종속영양미생물(*Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, VA균근균 등)과 공생 혹은 공존관계가 유지되어 이들의 생장이 잘 활성화된다.

### (5) 남조류 생균의 사용방법

#### 1) 작물

작물종류	벼	해소류	과수	잔디	화훼
사용횟수	연간 2회	7-14일 간격	15일 간격	15일 간격	7-14일 간격
사용량	본엽 20개 : 3-5L/100평 줄수3일전 : 3-5L/100평	5-10L/100평	5-10L/100평	5-10L/100평	5-10L/100평

#### 2) 가축

가축종류	축우	양돈	양계	오리
사용량	두당 100 ml/일	두당 20-30 ml/일	10,000수당 5-10 L/일	10,000수당 10-20 L/일

## 2-2. 광합성세균 (photosynthetic bacteria)

### (1) 광합성세균의 종류

홍색유황세균(*Chromatiaceae*), 홍색비유황세균(*Rhodospirillaceae*), 녹색유황세균(*Chlorobiaceae*), 녹색비유황세균(*Chloroflexaceae*)으로 나눌 수 있고, 이 중에서 농업용으로는 홍색비유황세균을 사용.

(2) 광합성세균의 광합성작용 : 식물에 유기양분 공급

(3) 광합성세균의 질소고정작용 : 식물에 질소공급

(4) 식물의 성장을 위한 광합성세균의 주요기능

- 1) 염류 집적지나 오염이 심한 경작지 토양의 염류 및 오염을 제거
- 2) 천연아미노산, 비타민 등과 같은 유기물을 공급
- 3) 토양유효미생물의 성장을 활성화
- 4) 토양에 있는 각종 오염물질 제거

(5) 광합성세균의 활용

- 1) 농업용 생물비료 : 주로 홍색비유향세균을 이용함.
- 2) 토양의 유효미생물들인 VA균근균, Azotobacter 등의 성장을 유도하면서 당류, 질소화합물, 생리활성물질 등을 분비.
- 4) 건강식품, 동물 및 양어사료 : 사체는 아미노산, 핵산, 각종미네랄, 비타민, 카로티노이드, 효소, 성장촉진물질, 당류, 지방산 등을 포함.
- 5) 축산분뇨나 하수오니를 정화 : H<sub>2</sub>S, mercaptane, 염소화합물, diamine류 등을 제거 혹은 무독화시킴.

(6) 광합성세균 생균제의 사용방법

- 1) 작물 : 뿌리의 성장을 촉진, 병충해 예방용으로 사용

작 물		벼	해 소	과 수	잔 디	화 례
뿌리성장촉진용		이앙 후 바로 100평당 1-2L 관주	정식 후 바로 100평당 1-2L 관주	간헐적으로 100평당 1-2L 관주	정식 후 바로 100평당 1-2L 살포	정식 후 바로 100평당 1-2L 관주
병충해 예방용	지상부	연간 2-3회 200백액을 엽면시비	7-10일 간격으로 200백액을 엽면시비	15일 간격으로 200백액을 엽면시비	15일 간격으로 200백액을 엽면시비	7-10일 간격으로 200백액을 엽면시비
	지하부		간헐적으로 200백액을 엽면시비	간헐적으로 200백액을 엽면시비	간헐적으로 200백액을 엽면시비	간헐적으로 200백액을 엽면시비

• 경작지 토양에 병충해가 나타날 때는 추가로 100백액으로 2-3회 엽면시비하는 것이 좋다.



2) 가축 : 단기간 사용하는 것은 좋으나 장기간은 사용하지 않는 것이 좋음.

가축	축우	양돈	양계	오리
사용량	두당 50 ml/일	두당 10 ml/일	10,000수당 2 L/일	10,000수당 4 L/일

## 제 3 장 식물의 양분흡수 이론과 원리

### 3-1. 무기양분흡수설 :

(1) 무기양분 종류 :  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^-$  등

(2) 무기양분흡수설 : 식물은 무기양분(양이온과 음이온)만 흡수한다는 화학 및 유기농법의 기본학설

### 3-2. 유기양분흡수설 :

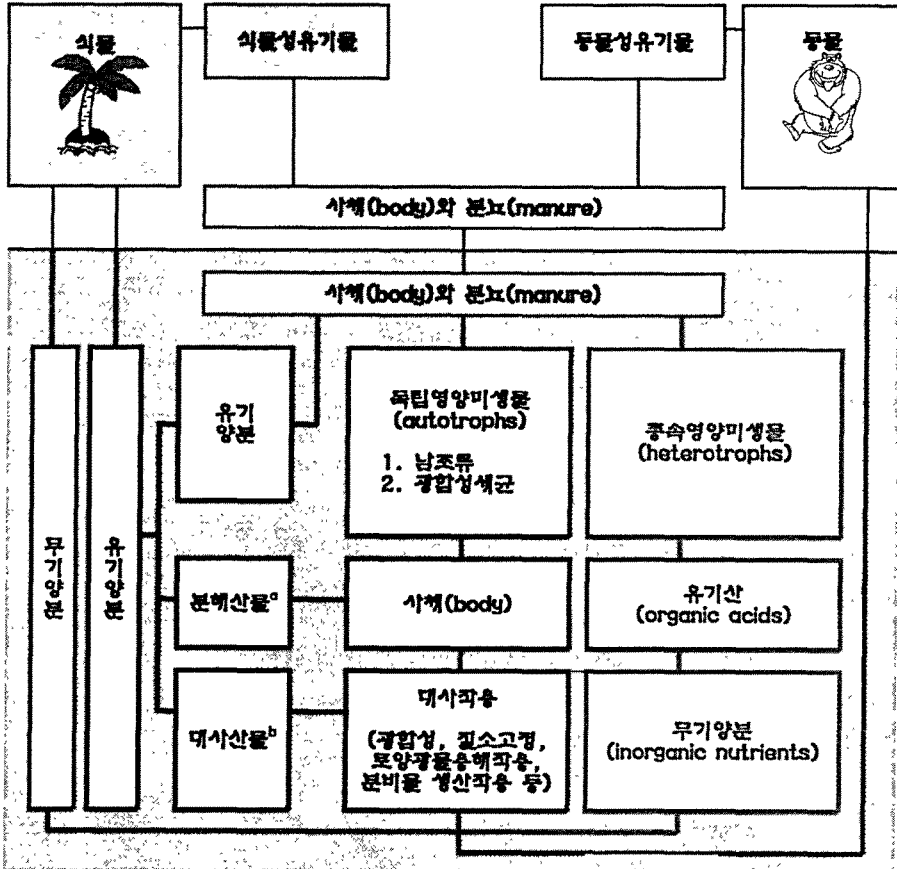
(1) 유기양분의 종류 : 아미노산, 빌리루빈, 카로티노이드, 핵산, 성장조절물질, 색소, 효소, 당류,

지방류, 비타민 등

(2) 유기양분흡수설 : 식물은 유기양분(폴리펩티드, 아미노산, 비타민, 효소 등)도 흡수한다는

독립영양농법의 기본학설

### 3-3. 재래농법과 독립영양농법의 이론과 원리



<sup>o</sup> 아미노산(단백질), 빌리루빈, 카로티노이드, 핵산, 생장조절물질, 색소, 당류, 지방류, 비타민, 등.  
<sup>b</sup> 질소고정작용은 질소, 광합성작용은 탄수화물과 O<sub>2</sub>, 점액질 분비작용은 킬레이트, 토양광물용해작용은 각종 미네랄을 공급.  
 적색과 청색은 각각 재래농법과 독립영양농법에서 양분의 순환경로를 표시한다.

## 제 4 장 독립영양농법

### 4-1. 자연과의 연관성

독립영양농법은 자연에서 생물토양표층(산의 부엽토, 들의 토양표층 등)이

형성되는 원리와 동일한 방법으로 경작지 토양의 작토층 전체에 독립영양미생물의 성장을 활성화하여 생산되는 각종 양분이 작물에 지속적으로 공급되도록 환경을 조성하여 작물을 잘 자라게 하는 친환경 영농기술이다.

#### 4-2. 독립영양농법을 수행하기 위한 조건

(1) 지속적으로 남조류가 성장해야 작물이 성장 :

지속적인 탄산염( $\text{HCO}_3^-$ )과 미네랄을 공급, 토양은 중성-약알칼리성을 유지

(2) 동식물의 사체와 분뇨 : 적절한 발효 및 유기양분 분해 정지 (관행의 퇴비화 과정은 무의미)

발효미생물(*Aspergillus*, *Rhizopus*, *Bacillus* 등)을 사용하여 유기양분의 다양화 유도

토양생성반응 : 유기양분들, 중탄산수소칼슘, 탄산칼슘 등의 유기적 결합 유도.

#### 4-3. 독립영양농법의 정의와 특성

(1) 이론적 배경 :

“산과 들에 나무나 풀이 비료나 농약을 사용하지 않아도 건강하게 잘 자라는 현상” - 왜 ?

“많은 비가 온 후에 식물이 갑자기 많이 성장하는 현상” - 왜 ?

(2) 정의 : 토양에서 식물을 재배하기 위해서 재래의 유기농법에서 주장하는 종속영양미생물(Heterotrophs)의 성장에 중심을 두는 것이 아니라 우선적으로 남조류와 광합성세균과 같은 ‘독립영양미생물(autotrophs)’을 우점으로 증식시키면 이들의 여러 가지 작용에 의해 식물은 저절로 성장한다는 개념을 가지고 있다. 그래서 이 농법을 ‘독립영양농법(Autotrophic farming)’이라고 명명하였다. 이 농법은 식물이 유기양분을 흡수해야 건강하게 잘 자란다는 유기양분흡수이론(organic nutrition theory)에 중심을 두고 있기 때문에 ‘진정한 의미의 유기농법’이다.

(3) 특성 : 식물의 태양에너지 이용효율을 독립영양미생물을 통해 간접적으

로 향상시키고, 여기서 생산된 각종유기 및 무기양분을 식물에 지속적으로 공급하고 또 그 흡수효율을 획기적으로 개선.

#### 4-4. 독립영양농법과 재래농법의 차이

독립영양농법	구분	재래농법(화학·유기)
독립영양미생물이 우점 → 유해미생물생장억제·병해감소	관엽미생물	중속영양미생물이 우점 → 유해미생물 생장·병해증가
특히 초기에 지하부의 생장강화	뿌리해해기술	지상부의 생장강화
점액질(Mucilage) 분비 → Chelator	독알칼리성	유기물 분해 → 부식형성
O <sub>2</sub> 공급, CO <sub>2</sub> 제거 → 뿌리활력증진	독알칼리 기상	O <sub>2</sub> 소모, CO <sub>2</sub> 포화 → 뿌리호흡장애
대부분 → 비료사용량 현저히 감소	질소고정	일부(두과식물) → 표준시비량
기능성 고칼슘 약알칼리성	농산물	산성 ?
유기화·합성형 농법	농법	무기화·분해형 농법

#### 4-5. 독립영양농산물의 특성 : 고칼슘, 약알칼리 농산물

안전성	기능성	약알칼리성	기호성	저장성
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 친환경 농산물</li> <li>· 천연물농약</li> <li>· 천연물비료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 천연미네랄</li> <li>· 각종 비타민</li> <li>· 광색소</li> <li>· 효소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고칼슘</li> <li>· 고마그네슘</li> <li>· 약알칼리성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 작물 고유의 맛</li> <li>· 작물 고유의 색깔</li> <li>· 작물 고유의 향기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 저장성 증가</li> <li>· 신선도 증가</li> </ul>

## 제 5 장 독립영양토 (Autotrophic soil)

### 5-1. 독립영양토의 정의 및 특성

원명	독립영양미생물을 선택 배양할 수 있는 농축배지 (concentrated medium for selectively propagating autotrophs)
상품명	독립영양토 (Autotrophic Soil)
정의	경작지 토양 전체의 산도(pH)를 약알칼리성으로 변화시키고, 미네랄균형을 유지하여, 토양표면의 미생물상을 독립영양미생물인 남조류를 중심으로 유도하여 그 아래에 토양의 유해미생물들이 공존할 수 있도록 최적환경으로 선택·배양하는데 필요한 천연유기물, 천연미네랄, 특수천연물을 함유한 100% 친환경·천생물 배지비료

### 5-2. 독립영양토를 사용하였을 때 토양의 변화

독립영양토 특성	토양생물성	· 독립영양미생물을 중심 · 유조미생물들의 공존환경	유기양분 분해역제  유조화 및 합성	· 건강한 식물생육 · 내병성 증가 · 병원미생물 생장억제 · 수량증가 · 품질향상 · 고유의 맛, 향, 색깔 · 신선도, 저장성 증가 · 농가소득 증가
	토양화학적	· 약알칼리성 토양 (pH=7.0-7.5) · 각종 유기양분 증가 · 천연미네랄 함량 증가 · 보수력 및 보비력 증가 · 양분흡수를 증대		
	토양물리적	· 내수성 입단형성 및 안정화 · 근권에 O <sub>2</sub> 공급, CO <sub>2</sub> 제거		

### 5-3. 작물별 사용법과 주의사항 : 별지 참조

### 5-4. 독립영양토의 경제성

구분	독립영양토	유기질비료(퇴비)
10a 당 평균시비량(kg)	300-600	2,000
10a 당 소요비용(원)	105,000-210,000	200,000
농약, 화학비료 등	무	다량
추가노동비용	없음	많음
작물생산성	높음	보통
농산물 품질	고품질, 오래 저장할 수 있음.	보통
일반적인 맛	고유의 맛	약간 쓰고, 짠 맛
작물 고유의 특성	맛, 향기, 색깔이 짙어짐.	보통
기능성	고칼슘 약알칼리성 농산물	산성 ?
토양병해	아직까지는 없음	많음
토양 및 수질오염	없음	오염(미안속퇴비사용)

## 제 6 장 농가 실증실험과 그 결과

### 6-1. 독립영양미생물(남조류와 광합성세균) 생균의 효과 - 축산농가

1) 닭 : 병해가 크게 감소하여 항생제 없이 사육이 가능. 계분뇨의 악취가 크게 경감.

산란계는 난각이 강해지고 난황이 주홍색을 띄움. 산란율이 향상.

육계는 육질의 색깔이 좋아지고 쫄깃쫄깃해짐.

2) 돼지 : 사료의 효율이 향상. 육질의 색깔이 좋아지고 쫄깃쫄깃함. 돈분뇨의 악취가 크게 경감.

3) 소 : 병해와 우분뇨의 악취가 크게 경감.

젖소는 체세포수가 감소되며 일정하게 유지. 유량이 증가.

한우는 사료의 효율이 향상. 육질의 색깔이 좋아지고 쫄깃쫄깃함.

### 6-2. 독립영양토 - 농작물 (1995-현재)

재배지역	작물종류	재배면적(평)	농산물의 특징
강원 속초	오이	200	연하고 아삭아삭한 맛
강원 대관령	피망, 매론, 오이	200, 150, 200	피망(붉은 초록색), 매론(싱싱하고 당도 향상), 오이(연하고 아삭아삭한 맛)
충남 천안 병천	벼, 고추, 오이, 엽채류	200, 100, 150, 150	벼(고갈습 약알칼리성 쌀), 엽채류(싱싱하고 오래감), 고추(다수확), 오이(연하고 아삭아삭한 맛)
충남 천안 장덕	배추	2,000	연하고 아삭아삭한 맛
충남 천안 성남	배추, 오이	2,000, 1,000	연하고 아삭아삭한 맛
경남 부산	방울토마토	900	싱싱하고, 저장기간 증가, 당도 향상
전북 김제	토마토, 매론, 고추, 수박, 고구마, 감자	500, 200, 500, 200, 200, 150	매론, 토마토, 수박(싱싱하고, 오래저장, 당도 향상), 고구마, 감자(육질이 부드럽고, 오래저장), 고추(맛이 좋음)
경남 창원	고추, 양파	각 200	다수확, 싱싱하고 오래감.
경기 여주	벼, 감자, 고구마, 배추	각 300평	벼(고갈습 약알칼리성 쌀), 고구마, 감자(육질이 부드럽고, 오래저장), 배추(연하고 아삭아삭함)
충남 아산 우강	벼, 수박		벼(고갈습 약알칼리성 쌀), 수박(싱싱하고, 오래저장, 당도 향상)
충남 아산 선장	배추	100평	연하고 아삭아삭한 맛 (평균 6kg/포기)
충남 아산 선장	호접란	1,000평	꽃의 수와 크기가 증가, 꽃의 색깔이 밝고 길어짐. 잎육이 두꺼워짐.
충남 아산 선장	벼	15,000평	고갈습 약알칼리성 쌀
충남 홍성 은하	딸기, 무화과	450평	딸기(당도 및 맛이 증가, 신선해서 저장성 좋음), 무화과(당도가 증가, 다수확)
전북 부안 주산	벼	100,000평	고갈습 약알칼리성 쌀(생산하여 판매 중)
강원 영월	배추	30,000평	연하고 아삭아삭한 맛, 싱싱하고 오래저장(6kg/포)
강원 정선	배추	20,000평	연하고 아삭아삭한 맛, 싱싱하고 오래저장(6kg/포)
충남 천안 성환	무	1,000평	시원하고 아삭아삭한 맛

### 6-3. 주요 농작물의 농가 실증재배 결과

(1) 벼농사 : 관행의 논토양을 개량하기 위해 수확 후 평당 2kg을 3월달에 살포, 벼 종자를 물 1말 당 광합성세균 2L를 넣고 24시간 침지하고 육묘하였다. 이앙 후 3-4일 후에 1주 간격으로 광합성세균을 100평 당 2L를 2회 시비. 벼의 분얼수가 평균 17~20개일 때와 출수 3일 전에 각각 남조류를 10a 당 3 L를 2회 살포하였다. 이앙 후부터 계속해서 심수상태를 유지. 재래농사에서는 등숙기에 하엽이 고사하는 현상이 많이 나타나는 것에 비해 독립영양토를 사용한 독립영양농법에서는 이러한 현상을 거의 보기 힘들었다. 벼뿌리를 살펴보면 굵은 흰 뿌리가 강하게 뻗어 있는 것을 볼 수 있었으며, 논을 걸어보면 뿌드득 뿌드득하는 소리가 났으며 이것은 벼의 뿌리가 끊어지는 소리로 추측. 도복은 거의 없었으며, 여기서 재배된 벼(품종 : 일품벼)의 수확량은 10a 당 615kg이었으며 일반미보다 쌀알이 굵고 윤기가 났으며, 밥을 지었을 때 밥이 찰기가 있고 맛이 좋았으며, 칼슘함량은 일반미가 100g 당 20 mg인 데 비해서 약 4-9배에 이르는 90-190mg(2001년)을 나타내었다. 또한 pH는 일반미가 6.7-6.8인데 비해서 이 쌀은 약알칼리성인 7.6-7.7(2001년)을 나타내었다.

(2) 오이 재배 : 토양 유기물 함량이 2.1%, 토양산도가 5.8인 하우스 토양 300평에 정식 3 일전에 독립영양토(600kg)를 혼합하여 시비하고 로타리를 치고 멀칭을 하여 물을 자주 조금씩 주어 토양표면에 수분을 유지. 묘는 관행 재배에 준해 실생묘를 생산하여 정식. 묘는 약 3-4일 만에 잘 착근하였고 성장상태가 양호해지면서 초세가 강하게 성장. 정식 후 7-10일 간격으로 광합성세균을 100평당 2L씩 2회 관주하고, 그 이후에는 남조류를 7-10일 간격으로 100평당 10L씩 계속 관주. 병충해 예방을 위하여 일주일에 1번 정도 광합성세균, 유산균을 약 200-300배로 희석하여 엽면 살포. 생산된 오이의 육질은 부드러우면서 아삭아삭한 촉감이 있었으며, 오이의 독특한 향기, 색깔 그리고 맛을 더욱 느꼈다. 전 생육기간 동안 생리장애는 일체 발생하지 않았다. 정식 40일부터 시작하여 약 4개월 동안 300평에서 20톤 정도 수확. 낙과율은 0.1% 이하.

(3) 토마토 재배 : 파종은 2월 1일 하였고 정식은 3월 11일. 하우스 토양의 유기질 함량은 1.7%, 토양산도는 5.6이었고 하우스 면적은 300평. 기비는 독립영양토(600kg)를 혼합하여 토양에 섞고 정식 3일전 충분한 물을 주어 수분

을 유지해 두었다가 투명비닐로 멀칭 후 심을 곳에 구멍을 뚫어 정식. 정식 후 7-10일 간격으로 광합성세균을 100평당 2L 2회 관주하고, 그 이후에는 남조류를 7-10일 간격으로 100평당 10L씩 계속 관주. 병충해 예방을 위하여 일주일에 1번 정도 광합성세균과 유산균을 약 200-300배로 희석하여 엽면 살포. 수확은 5월 12일부터 8월 말까지 수확하였으며 대과가 균일하게 착과. 절간은 짧고 굵게 형성. 엽색은 건강한 초록색. 열매는 당도가 거의 8.8에 달하였고 단맛뿐만 아니라 토마토 특유의 향기, 색깔 그리고 맛을 가지고 있었다. 물에 담가보면 거의 같아 앓았고, 공동과는 발생하지 않았다. 완숙된 적과를 수확하였는데도 수확 후 10일이 경과해도 상온에서 신선도가 그대로 유지.

## 제 7 장 21C 뉴밀레니엄시대의 농업 방향

### 7-1. 완전한 유기농법 - 친환경·친생물 농법

완전한 유기농업이란 농가 모두가 화학비료나 맹독성 농약을 일체 사용하지 않고 100% 유기물과 천연물을 사용하여 농사를 짓는 것을 의미한다. 이렇게 농사를 짓는다는 것은 현재의 유기농업기술로서는 상당히 어려움이 있을 것이다. 그러나 독립영양농법으로 한 알의 종자에서부터 상당한 노력과 주의를 가지고 농사에 임하면 가능할 것으로 생각된다. 현재 본 연구소에서는 토양뿐만 아니라 지상부의 병충해를 해결할 수 있는 천연미생물 및 천연물 제품이 개발되었기 때문에 완벽한 유기농업기술인 독립영양농법을 수행해 나갈 수 있다고 생각한다. 단지 노지에서 재배되는 과수나 배추, 무 등이 약간의 어려움이 있으나 부지런하게 영농에 임한다면 무리가 없을 것이다.

### 7-2. 유기물 합성형 농법 - 태양에너지 이용효율 증진

지금까지의 유기농업은 농민이 유기물을 지속적으로 토양에 투입하였으나 독립영양농법에서는 토양유기물이 1.5% 이상이라면 유기물을 추가로 사용할 필요가 없고, 그 이하라면 약 3년 후부터는 유기물의 투입이 필요하지 않을 것으로 예상된다. 이것은 식물이 토양에 재배되면 남조류와 광합성세균의 활발한 성장으로 인해 토양유기물 함량은 어느 정도까지는 계속 증가할 것이기 때문이다. 이는 태양에너지의 효율을 간접적으로 독립미생물을 통해 식물에 전달할 수 있는 유일한 방법이고 노력과 비용절감에 크게 도움



이 될 것이다.

### 7-3. 천연미생물과 천연물을 이용한 병충해 예방 및 방제

산과 들에 살아있는 천연미생물들은 다양하게 존재한다. 본 연구소에서는 이러한 천연미생물들을 이용하여 무공해, 무농약 농산물을 생산하고 있고, 가축도 항생제 없이 천연미생물을 이용하여 기르는 실험을 하고 있다. 또한 이러한 천연미생물과 천연물을 사전에 이용하여 병충해 예방 및 방제 기술도 연구하고 있다.

### 7-4. 저비용·저노력 영농기술

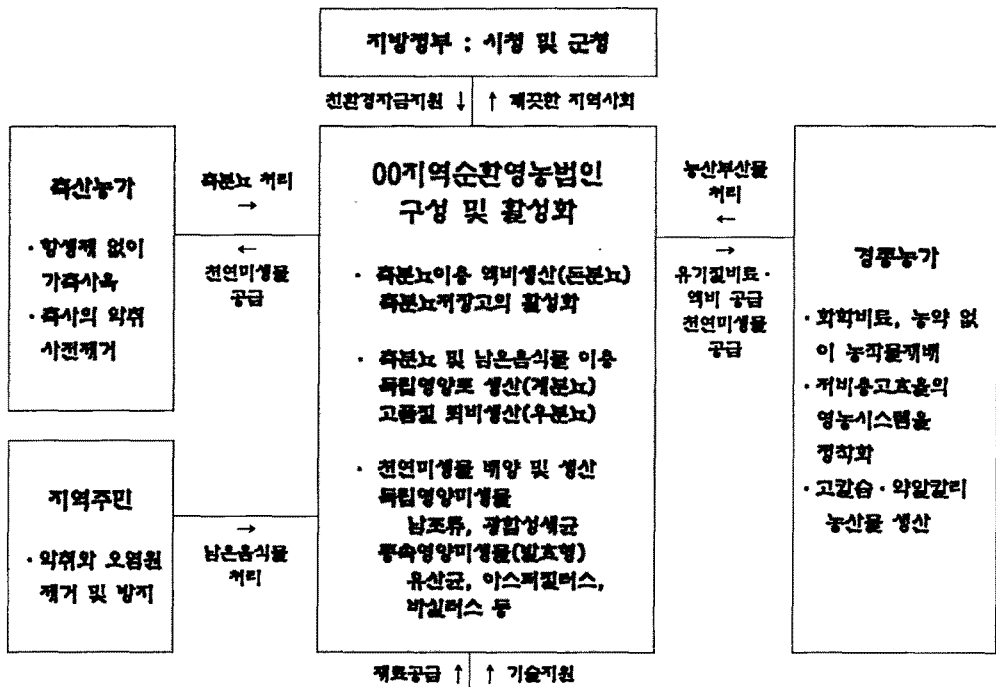
21C 영농은 지역사회의 농축산폐자원을 지속적으로 100% 재활용하는 기술이어야 한다. 동시에 무화학비료, 무농약을 바탕으로 하는 저비용 저노력의 친환경·친생물 영농기술이 필연적이다. 그러므로 이러한 것들을 모두 만족시키면서 신기능성 농산물을 생산할 수 있는 독립영양농법은 이미 수많은 농가에서 수행되고 있고 날로 그 인기가 증가하고 있다.

## 제 8 장 결 론 - 친환경·친생물 지역순환 영농시스템의 정착화

독립영양농법은 진정한 의미의 완전한 유기농법이며, 화학 비료와 농약의 무분별한 사용으로 인한 우리 토양과 지하수의 오염을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 제거할 수도 있으며, 각종 약취와 오염의 근원인 축분, 남은음식물과 같은 유기성 폐자원을 재활용하여 기능성 유기질비료로 만들어, 작물고유의 맛, 향, 색깔이 있는 고품질의 농산물(고칼슘·고마그네슘 농산물)을 다량 생산할 수 있으며, 가축의 식미, 소화율뿐만 아니라 항생제를 사용하지 않고도 가축의 질병을 크게 감소시키고 육질과 산란율을 향상시킬 수 있고 축사 안에 분뇨의 악취를 크게 경감시킬 수 있는 상대적으로 저비용·저노력으로 최상의 효율을 지속적으로 이룰 수 있는 농법이다. 다시 말하자면 독립영양농법은 21C를 이끌어 나갈 획기적인 ‘새천년 청록혁명(The New Millennium Blue Green Revolution)’으로 더 체계적이고 과학적으로 연구하여 나가야 할 유일한 친환경·친생물 농법이다.

그러므로 독립영양농법을 시와 군을 기본으로 하는 친환경·친생물 지역 순환영농시스템의 정착화를 통해서 깨끗한 지역사회에서 이에 필요한 설비와 자재를 지원하여 우리의 생명을 지킬 수 있는 건강한 농산물을 생산할 수 있도록 중앙정부와 지방정부는 지원을 아끼지 않아야 한다고 생각한다.

## 완벽한 친환경·친생물 지역순환 영농시스템의 구축



### 독립영양농법연구소 - 기술지원 및 재료 공급

- 축분뇨 이용 액비생산기술 지원 : 축분뇨 액비저장고의 기능성 액비화(돈분뇨)
- 축분뇨·남은음식물 활용 기술지원
- (1) 독립영양로 생산기술(계분뇨) (2) 고품질 퇴비생산기술(우분뇨, 남은음식물, 농산부산물 등)
- 천연미생물 농작물배양 및 생산기술
- (1) 독립영양미생물(남조류, 광합성세균) (2) 풍속영양미생물(유산균, 아스퍼질러스, 바실러스 등)