

미생물 자가배양과 응용



문 수 환 통일회원

오늘날의 화제는 첨단과학화 되면서 정보산업 등에 초점이 모아진다. 예를 들면 손톱만한 크기에 신문지 크기 몇만장의 정보를 기억시킬 수 있다든지 머리카락 굵기의 광케이블에 몇백회선분의 회선이 가능하다는 등의 그야말로 상상을 초월할 만큼 첨단화되어가고 있다. 그런가 하면 한편에서는 자연의 생태계가 파괴되어 지구상의 생명체가 1년에 수만종이 멸종되어 가고 있다는 충격적인 정보가 우리를 당혹스럽게 하고 있다. 그런가하면 지구의 온난화 현상으로 오존층이 얼마안가면 구멍이 뚫어져 금방이라도 모든 생명체가 전멸될 것 같은 위기설도 과학자의 입에서 흘러나온다고 한다. 이러한 상황 하에서 한편에서 유전공학적으로 새로운 품종을 연구개발하여 도감(圖鑑)을 만든 것을 보면 코끼리만한 소도 나올 것 같다. 그러나 뭐니뭐니해도 우리의 육안으로 볼 수 없는 미생물과 효소의 위력을 생각할 때 도깨비 같은 존재 같이 생각된다. 이 지구상에 존재하는 생명체 중에서 가장 작은 생명체인 미생물이 어떤 위력을 지녔기에 철을 분해시키고 나무조각도 분해시키고 심지어는 광물질과 암석도 용해시키는 힘을 지녔다.

분해뿐만 아니라 물질의 형성에도 간여해서 생명체가 발아하고 육성되어 이 지구상을 덮고 있는 것이다. 의학적인 분야에서는 일찍이 발달하여 병을 치료하고 예방할 수 있는 항생제를 생산하여 암까지도 치료하고 있지 않는가?

농업분야에 있어서 미생물을 배양해서 응용하는 데에 낙후되어 있다. 때 늦은 감은 있으나 이제부터 미생물과 농업을 함께 묶어 연구하고 개발하는데 우리의 지혜를 모아야 할 것으로 사료된다.

1. 미생물의 생리작용과 효소

미생물에 대한 지식이 너무 빈약해서 죽이는 기술만 발전하였고 배양과 응용기술에서는 낙후되어 있다. 그결과 농약공해문제와 환경공해문제를 야기시킨 결과가 되어 호미로 막을 때를 가레로 막는 격이 되고 말았다.

2. 미생물의 역할과 용도

가. 미생물의 역할

- ◎ 모든 유기물을 분해하고 전환하여 다른 물질을 생성한다.
- ◎ 불용성 인산질을 가용화 시킨다(철과 알루미늄에 흡착된).

- ◎ 식물의 뿌리에서 분비되는 유해물질을 분해 정화시킨다(연작장해의 요인제거).
- ◎ 불용성 미량요소 등도 가용화시켜 식물에 흡수케 한다.
- ◎ 공중의 유리질소를 고정시켜 토양을 비옥케 한다.
- ◎ 공중의 유리질소를 고정시켜 토양을 비옥케 한다.
- ◎ 균사와 점액으로 토양을 입단화 시킨다.
- ◎ 지렁이, 땅거미, 대형선충(유해선충을 잡아먹는 선충)의 서식을 도모한다.
- ◎ 항생물질 등을 분비 병원균을 억제시키는 길항작용을 한다.
- ◎ 유해선충의 서식 밀도를 저하시킨다.
- ◎ 탄산가스의 생성으로 식물의 탄소동화작용에 도움이 된다.
- ◎ 저온의 상승효과가 있어 발아와 성장을 돕는다.
- ◎ 비타민과 호르몬 등의 특수양분을 생성 식물

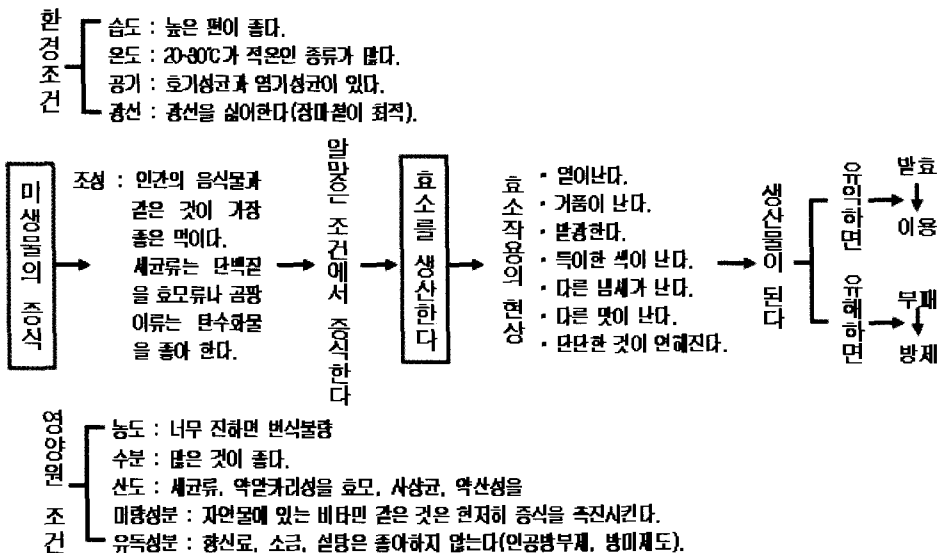
의 성장을 돕는다.

- ◎ 과일의 채소, 맛, 당분의 향상에 영향을 준다.
- ◎ 환경저하, 축분노를 비롯한 각종 폐기물의 정화와 수질을 정화시킨다.'
- ◎ 아미노산, 핵산 등은 식물의 생식성장에 도움을 준다.
- ◎ 근권을 형성 뿌리의 보호 및 신장을 도모한다.
- ◎ 산성토를 중성화시킨다(산에 의해서).

나. 미생물의 용도

퇴비의 제조, 유기질비료 제조, 발효사료 제조, 산토제조, 토곡제조, 묘상토제조, 축분노발효, 악취 제거, 엽면살포, 액비제조, 하우스 내 가스방지, 생짚부숙촉진(수확 후), 톱밥발효(둔사, 우사, 계사에 살포) 무공해 축사, 인분노 부숙촉진, 토양개량(직접 살포), 병충해 방제, 어장 등의 수질개선

그림1. 미생물의 생리작용과 효소



3. 미생물(효소)의 대량 확대 배양방법

일반농가에서는 그동안 시중에서 유통되는 제품(소량단위로 포장) 즉 미생물제, 효소제 등을 구입 확대 배양의 단계를 거치지 않고 사용하는 것이 상례이다. 또는 미강, 대두박, 맥강 등에 증식 또는 증량시켜 사용하는 것도 일반적인 사용법이라 할 수 있다. 그래서 미생물제의 경제적 부담이 너무 크다고 호소하는 이들이 많다. 값싼 외국농산물이 홍수처럼 밀려오고 있는 이 시점에서 한 번쯤 깊이 생각해 볼 일이다. 농자재비의 가중은 바로 우리의 농촌 경제에 치명타가 된다. 그래서 이번 기회에 미생물(효소)의 대량 확대 배양방법을 소개하고자 한다.

그동안의 제품은 고체배양체로서 대량배양이 불가능하다. 물론 기계적 배양방법으로 가능하다고 볼 수 있으나 기계의 설치비와 배양기(곡류나 박류)의 자재비, 기타 첨가제 등의 경제적 부담과 장기간 보관시 건조시켜야 하는 관계도 경제적 부담이 크다고 볼 수 있다. 그러나 이번 교육에서 첫 공개하고자 하는 탱크에 자동배양기로 액체 배양하는 방법과 같다.

가. 배양용기

배양요기는 각 가정에 있는 물통(도라무통이나 프라스틱, FRP 등 아무 것이나 물을 채울 수 있는 용기면 가능)을 이용하여 필자가 보급하고 있는 토미 자동배양기를 응용하면 된다.

영농규모와 사용 용량에 따라 25, 50, 100, 200 리터들이 물통을 선택해서 배양하면 된다.

나. 잡균제거작업

토미자동배양기를 물통에 설치한 다음 물을 채운다. 여기서 유의해야 할 점은 물이 잡균에 오염되지 않은 깨끗한 지하수라야 좋은 미생물(효소)이 배양된다. 다른 용도로 사용된 용기는 반드시 깨끗이 청소를 해야 한다. 물이 다 찬 다음 전원스위치를 켜고. 그리고 아래의 표에 의한 규정량의 배합비율대로 투입한 후 교반시켜 준다(막대기나 기타 깨끗한 프라스틱 봉 등을 이용). 설탕을 비롯한 첨가물이 물에 잘 희석되도록 잘 저어준다.

그림2. 자동배양기의 설치요령

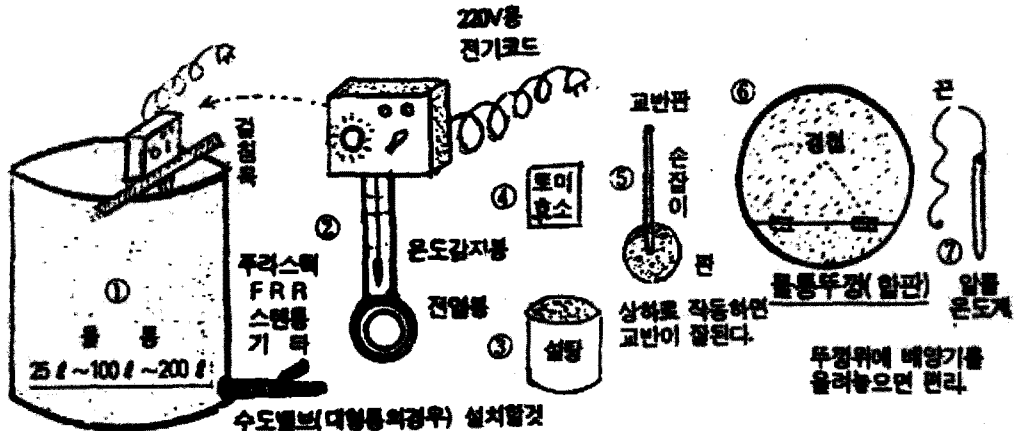


표1. 토미효소(원균+먹이)와 설탕

물의 양	설탕의 양	효소(균)투입량	배양시간	40℃되는 시간
25ℓ	375g	(25g 단위) 1봉	24시간	20~30분
50ℓ	750g	(25g 단위) 2봉	24시간	30~40분
100ℓ	1,500g	(25g 단위) 4봉	24시간	40~60분
200ℓ	3kg	(25g 단위) 8봉	24시간	1~2시간

* 표의 정량대로 배합비율을 잘 지켜서 할 것. 반드시 220V의 전압에서만 사용할 것

다. 배양요령

물이 40℃가 되었는지 확인하고 잡균의 침입 방지를 위해서 물통을 덮는 뚜껑을 콘트롤 박스를 보이도록 해서 덮는 것이 좋다(그림2 참조)

라. 온도조절

미생물의 배양온도는 40℃가 가장 알맞은 온도다. 온도조절기의 눈금을 40℃에 맞추고, 항시 40℃에서 배양해야 한다(약간의 편차가 있으므로 수온주온도계나 알콜온도계를 이용하여 어느정도 편차가 나는지 기준을 잡아서 하는 것이 정확하다). 40℃로 상승되면 전기는 끊기고 식으면 다시 전기가 연결된다.

마. 토미효소란?

토양미생물중에는 수만종의 미생물이 있다. 모든 유기물(생체)은 토양미생물의 분해작용과 재합성의 물질순환의 역할을 맡고 있어 이중 대표적인 세균, 방선균, 사상균, 효모 등의 수십종을 선발, 복합적으로 배양·제조한 미생물제에 먹이를 함께 배합시켰다. 시중에서 유통되고 있는 미생물제는 먹이가 투입되지 않았음을 참고하기 바란다.

바. 교반

미생물 배양방법은 대체적으로 고체배양과 액체배양법이 있다. 특히 호기성 미생물배양은 반드시

교반을 해 주어야 한다. 이는 산소의 공급을 위해서 반드시 교반해 줄 필요가 있다. 기계적으로 하려면 수족관의 산소 주입하는 방법을 응용하면 된다(용량에 따라 소형, 중형, 대형을 구비할 것).

사. 24시간 배양

적은 양의 토미효소(원균)를 대량 배양하는 데는 시간이 필요하다. 대체적으로 24시간 배양하는 것이 이상적이다. 물 1cc당(1g 당) 20~40억 마리의 균을 배양시키기 위함이다. 균의 효과를 흑자는 어떤 특종의 균이 마치 원자탄의 위력이 있는 양 과대 선전하는데, 이에 현혹되지 않도록 유의해야 한다. 균(미생물)의 효과는 병력과 같아서 1개 소대병력이냐, 1개 사단병력이냐의 차이로 평가해야 한다. 그러므로 우리는 어떤 방법으로든지 최대한으로 많은 미생물을 배양해서 효과적인 경제적 부담을 절감시키는 것이 유기농업이나 미생물 농업을 성공시키는 지름길이다.

아. 어떤 상태로 변화는가?

미생물 배양이 완료되면 어떻게 변하고 있는지 궁금하게 생각될 것이다. 더욱이 맑은 물(영양분이 없는 물)에 미생물이 배양될 수 있을까? 미생물의 순수배양은 액체배양으로 하는 것이 원칙이다. 24시간 배양하게 되면 반드시 변화가 있다. 그토록 투명한 물이 약간 흰색(우유를 혼합한 듯한)을 띄게 된다. 또한 새콤한 냄새도 풍긴다. 자세히 관찰해 보면 흰물체(균체)들이 떠돌아다닌다.

4. 배양된 미생물(효소)의 응용

가. 토미효소액의 엽면살포

작물에 따라 희석해서 엽면살포해 주면 건강한

작물재배는 물론 맛, 향, 당도, 영양가 좋은 고품질의 농산물을 재배할 수 있다.

- ① 수도, 묘상 : 5~10배(4~5회), 침종 : 7배, 묘판에서는 3~4일 간격으로
- ② 오이, 수박, 토마토 : 정식 후 360일까지는 5~10배, 묘상 : 10배, 3~4일 간격으로
- ③ 배추, 시금치, 기타 : 20~30배
- ④ 사과, 배, 복수아, 포도, 밀감 : 20~40배(자주 해 주는 것이 수세를 강하게 한다.)
- ⑤ 담배 : 10~15배, 묘상 4회 정식 후 10일마다 4~5회, 인삼 : 10~20배
- ⑥ 화훼류 : 10~15배, 7일마다 4~5회, 본포 : 20~30배, 7일마다 5~8회

나. 엽면살포의 효과

- ① 흐린 날, 비오는 날, 비닐하우스, 터널 속과 같이 자외선의 침투가 약한 것을 보완해 주는데 목적이 있다. 횡수를 거듭해 줄수록 더욱 효과적이다.
- ② 그 이유는 식물의 본능적인 뿌리의 발육과 지상부(줄기와 잎)의 생장이 일정한 간격을 두고 교대로 성장함으로 먼저 뿌리의 발육을 피하고, 다음에 잎의 동화작용을 도와준다. 이처럼 반복을 하는 동안 놀라울 정도로 효과를 나타낸다.
- ③ 예를 들면 토마토의 공동(속이 비는 것)은 극단적으로 질소과다나 한서의 격차가 심한 원인으로 생긴다. 그러나 뿌리로부터 흡수된 양분이 좋고, 효소의 역할과 광합성이 정상일 경우 공동의 토마토는 생기지 않는다.
- ④ 때문에 미생물제(효소제)로 발효시킨 퇴비나 발효유기질 비료를 사용하고, 정식 후 5~7일 간격으로 효소액을 살포해 주면 13~14단까지도 충실한 결실을 본다.
- ⑤ 질소과다로 인해서 너무 도장할 경우 잎색이 농녹색일 경우에 광합성 작용이 어렵다. 이런

경우도 엽면 살포해 주면 동화작용이 촉진되며 건강한 작물이 된다.

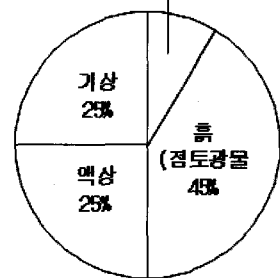
- ⑥ 기후의 격차가 심한 이상기후에도 엽면살포해 주면 냉해 등의 피해를 막을 수 있다.
- ⑦ 하우스, 터널 속의 환기 불량한 곳에도 가스장해가 염려되는데, 이런 경우에도 살포하면 피해를 격감시킨다.
- ⑧ 묘상에서의 효소처리는 건강한 육묘의 지름길이며, 입고병, 냉해, 가스장해 등이 예방되며 정식할 때 몸살 없이 활착력이 좋다.
- ⑨ 영양제(하이포넥스, 나르겐, 북살, 타이포)의 혼용은 상승효과를 보게 되어 권장(살균제, 농약살포시 2일 전후에 살포하고 혼용은 필할 것)

표2. 건강한 흙 1g당 서식하는 미생물의 내용

생물명	마리 수
세균류	1,000,000,000마리
방선균류	10,000,000마리
사상균류	1,000,000마리
조류	100,000마리
원생동물	1,000,000마리
선충	흙 50g에 15마리 이내
지렁이	10a당 250,000마리

그림3. 정상적인 토양의 조성

10a당 1t의 생물의 서식



다. 하우스 내의 토양관주 및 효과

엽면살포가 어려울 경우 점적호수나 기타 관주시 설을 응용해서 효소액을 살포해 주는 것도 성력화 하는데 좋다.

하우스 내 토양개량과 비료분(영양소)의 공급을 위해서 퇴비와 유기질비료(가축분뇨 등의)를 다량 사용한 결과는 미숙상태로 사용할 경우가 많다. 그로 인해서 가스장해의 요인이 될 수 있다. 이러한 토양에 미생물(효소)을 배양해서 사용함으로써 분해촉진을 시켜주는 것이 여러 가지 이점이 있다. 또한 병원균의 억제로 병해가 현저히 저하된다.

지력의 판정은 흙 1g에 미생물 수억마리가 분포되어 있느냐에 따라 결정된다. 일본의 아다찌(足立) 박사는 흙 1g당 2천만마리가 있을 때 쌀 2섬을 수확한다고 할 때 흙 1g당 4천만마리가 있을 때 쌀 4섬을 수확한다고 했다.

라. 토양개량의 3대 조건

첫째 : 화학적 개량(N·P·K 미량요소 등이 균형 있게 함유되어야 하며 pH농도가 5.5~7.0의 중성이여야 한다.)

둘째 : 물리적 개량(통기성, 배수성, 보비성, 완충력, 내한성, 보온성, 입단화가 되어 스펀지와 같은 형태로 되어야 한다.)

셋째 : 미생물적 개량(세균, 사상균, 방선균 등의 서식이 왕성하여 생태학적으로 살아 있는 적어도 1g당 10억 정도 서식할 수 있는 흙으로 만들어져야 한다.)

위와 같은 토양으로 만들기 위해서는 퇴비와 미생물(효소)의 공급이 계속적으로 투입되어야 한다.

5. 연작장해의 원인과 대책

가. 미량요소의 결핍

N·P·K의 화학비료 위주로 시비하다 보면 상대적으로 미량요소가 자연히 부족하기 쉽다. 작물의 특성상 자기가 좋아하는 성분은 선택적으로 흡수하게 되는데, 연작하다 보면 그 작물에 필요한 미량요소가 결핍되기 쉽다.

- 대책 : 미생물 비료퇴비를 완속시켜 10a당 2t 이상 살포해 준다. 퇴비 속에는 미량요소가 함유되어 있다. 특히 톱밥 퇴비류는 좋은 자재이다. 이때 미생물(효소)을 배양해서 혼용하는 것이 효과를 증대시킨다.

나. 병충해의 발생

병충해의 요인은 토양전염으로 인하여 주로 발생한다. 그래서 병원균이 더욱 증식되어 연작장해의 주요인이 된다.

- 대책 : 미생물의 길항작용을 응용하는 것이 가장 이상적이다. 미생물(효소)을 대량 배양해서 토양에 직접 살포해 주면 병원균을 억제내지 약하시키는 결과이다.

다. 자가 중독

식물의 생리적 특성상 뿌리로부터 자기의 배설물을 분비시키는데 이 물질이 바로 자기과의 식물에게는 유해성이 된다. 이물질이 계속 축적이 되게 되어 자가 중독증을 일으키게 된다.

- 대책 : 미생물의 역할에서 밝힌 바대로 토양속에 미생물의 서식밀도가 많으면 즉 흙 1g당 10억정도 서식하게 되면 이러한 물질을 분해 정화시킨다. 미생물은 이러한

물질을 영양원으로 삼는다. 그래서 근권 미생물이 형성되다.

라. 미생물간의 불균형

한 작물만을 연작하면 미생물의 불균형이 초래된다. 그 작물의 배설물을 좋아하는 특정한 미생물(균)이 편중적으로 서식하게 된다는 이야기다.

- 대책 : 이 또한 미생물적으로 해결하는 수밖에 없다. 미생물농법은 바로 이런 문제들을 자연적으로 해결시킨다. 퇴비와 미생물을 흡족히 투입하는 것이 최선이다.

마. 선충피해

연작하게 되면 선충의 증식이 가일층 된다. 선충의 직접적인 피해도 크지만 선충과 후자류균과는 사촌간이나 다름없다. 선충이 뿌리를 상처내면 그 상처부위로 후자류균이 침투되어 입고병을 비롯하여 각종 병을 유발시킨다.

- 대책 : 미생물 발효퇴비 속에는 대형선충이 번식된다. 대형선충은 유해성 선충을 포식하는 천적이다. 그리고 방선균과 같은 매생물도 유해성 선충을 잡아먹는 역할을 한다. 그래서 미생물농법을 하게 되면 이 또한 해결책이 된다.

6. 결론

이상과 같이 미생물(효소)배양이 유기농법과 미생물농업뿐만 아니라 모든 절충농업에도 필수적인 자재임을 알게 되었다. 자연속에 있는 미생물만으로도 소득증대의 성공을 걸을 수 없게 되었다. 그렇다면 어떻게 하면 가장 적은 비용으로 가장 많은 효과를 얻을 수 있는 방법이 무엇인가?

- ① 경제성으로 가장 적은 비용으로 배양이 가능해야 한다.
- ② 생력화 할 수 있고 기계화로 사용할 수 있는 방법이어야 한다.
- ③ 가장 손쉽게 배양할 수 있어야 한다.
- ④ 누구나 취급이 간편한 방법으로 배양할 수 있어야 한다.
- ⑤ 효과면으로 볼 때(액상균체는 살아있는 상태이고 분말이나 기타 고체상으로 되어 있는 미생물체는 휴면상태이다.
- ⑥ 다용도로 사용할 수 있는 미생물(효소)이어야 한다.
- ⑦ 순수배양이어야 한다.

이상의 조건을 생각해서 미생물을 자가 배양해서 전반적인 용도에 응용하여 UR 문제 등의 국제적 경쟁력 제고에 지혜를 동원하여 성공적인 유기농법과 미생물농업에 성공을 거두기를 바라면서 본 주제에 가름하고자 한다. ㉞



▲ 문수환 통일회원의 1976년 하계농민대학에서 유기농업분과 강의