



4차시

친환경 유기농업을 위한 밭 토양 및 양분 관리

상황제시	친환경유기농업
• 학생 : 유기농업에서 가장 기본이 되는 토양을 관리하고 작물의 정상적인 생육을 위해서 어떠한 노력이 필요한지 궁금합니다. • 선생님 : 유기농업은 기본적으로 자연순환 개념을 기초로하여 환경에 조화로운 농업을 실천하는 것입니다. 따라서 인위적으로 합성된 화학물질 자재를 사용하지 않고 자연순환체계하에서 토양을 건전하게 유지하며 농산물을 생산하고 농업생태계의 건강을 유지 보전하여야 하기 때문에 기존의 관행농업과는 약간의 차이가 있습니다. • 학생 : 그렇다면 관행농업과는 다르게 유기농업을 실천하고 있는 밭토양에서 토양 및 양분관리는 어떻게 해야 하나요? • 선생님 : 먼저 토양에 대한 이해가 필요하며, 토양침식, 토양 보존, 오염관리 등과 같은 토양관리와 경운, 토양개량제 등과 같은 토양개량 방법, 토양유기물, 윤작, 유기농자재 관리 등과 같은 양분관리 방법이 있습니다.	

그럼 오늘은 밭토양에서 유기농업을 위한 토양 및 양분관리 방법에 대해서 살펴보겠습니다.

학습목표	친환경유기농업
1. 토양침식, 유실, 토양오염 등에 대한 토양보존대책에 대하여 알아본다. 2. 우리나라 문제토양에 대한 개량대책에 대하여 이해한다. 3. 토양유기물의 관리방법에 대하여 알아본다. 4. 윤작 등과 같은 작부체계 기술에 대하여 알아본다. 5. 유기농업 양분관리 방법과 친환경농자재에 대하여 이해한다.	

학습목차	친환경유기농업
1. 토양관리 목표 2. 토양보존 관리 1) 토양침식 및 유실 2) 토양오염 관리 3. 토양개량 1) 우리나라 밭토양의 일반적인 특성 2) 산성토양의 개량 3) 개간지토양의 개량 4) 화산회토양의 개량 5) 시설재배지 토양의 개량 4. 토양유기물 관리 1) 부식 2) 토양유기물의 부식화에 미치는 영향 3) 토양유기물의 기능 4) 토양유기물의 유지 관리 5. 작부체계 관리 1) 연작과 기지 2) 윤작 3) 양분보존을 위한 작부체계 기술 4) 답전유회환 6. 유기농업 양분관리 7. 친환경농자재 관리	

1. 토양관리 목표

유기농업 발토양관리 목표는 토양침식이 이루어지지 않도록 관리되어야 하며, 토양의 오염을 차단하여야하며, 토양의 물리적, 화학적, 생물학적 성질을 개선하는 비옥도 관리가 이루어져야하며, 양분관리를 위한 개량목표는 다음 표에서와 같이 관리되도록 하여야 한다.

〈표 1〉 토양화학성분의 최적범위

구분	pH (1:5)	토양유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol+/kg)			염농도 (%)
				칼륨	칼슘	마그네슘	
밭(노지)	6.0~6.5	20~30	300~500	0.5~0.7	5.0~6.0	1.5~2.0	—
시설재배	6.0~7.0	20~30	350~500	0.7~0.8	5.0~7.0	1.5~2.5	〈2.0

이를 위해 윤작, 심근성작물, 녹비작물 재배 등 경종적인 방법을 활용하여야 하며, 농경지에 시용되는 유기농자재 및 토양개량제를 이용하며, 객토, 경운 등 물리적인 방법을 통하여 토양을 개량하고 토양유기물의 적정한 관리를 통하여 농업생산의 지속성을 유지되도록 하여야 한다.

2. 토양보존 관리

1) 토양침식 및 유실

(1) 수식 : 빗물에 의한 침식

- 수식발생 조건 : 토양분산과 지표 유거수의 양 및 속도
- 수식의 진행 : 평면침식→우곡침식→계곡침식

- 수식에 영향을 주는 인자 : 지형(경사장, 경사도), 기상조건(강우), 토양의 성질(투수성), 식생

(2) 풍식 : 바람에 의한 침식

(3) 토양보존 대책

- 수확시 가급적 작물잔사의 포장 외부로의 이동은 지양
- 작물잔사가 적은 완두, 콩, 감자 등은 화본과 작물과의 윤작
- 토양 개선을 위한 작물잔사, 녹비, 축분퇴비의 합리적 관리 요구
- 빈번한 심경 및 하계 휴경은 강우에 의한 토양유실 조장 : 최소경운 및 무경운
- 지면피복율이 높은 작물을 윤작하여 토양의 피복도 유지
- 토양보존을 위한 경사지 유기농업 토양관리 요령
 - 경종적 방법 : 등고선 재배법, 부초법, 초생대 설치, 등고선 휴고재배
 - 농공학적 방법 : 등고선 방향의 승수로 설치, 자갈대 설치, 계단전 등

2) 토양오염 관리

- ① 부영양화 : 하천수 및 호소수에 식물성 플랑크톤의 급속한 생육이 이루어져 질소, 인의 비율이 높아지고 용존산소가 결핍되어 어류의 생존이 곤란해지는 현상
 - 원인 : 공장 및 축산폐수, 화학비료 및 가축분 과다시용, 농경지 표면유실 및 용탈 등
 - * 관행농경지 및 축산농가로부터의 오염원 유입 또는 가축분뇨 과다시용이 주원인임.
- ② 중금속에 의한 오염 : 중금속 오염 폐자재, 폐광산 인근 농경지 및 토양 유실이 원인이 됨.
- ③ 합성농약에 의한 오염 : 관행농경지에서의 비산이 원인임.
- ④ 토양오염 대책 : 가축분뇨 과시시비 지양, 인근 관행농경지와 격리된 조건,

원료의 확인이 어려운 폐자재 사용 지양, 중금속 오염지 작물재배 회피, 오염폐수를 관개수로 사용금지, 오염원 유입 차단 시설 설치 : 초생대, 완충지대, 배수로정비 등

3. 토양개량

1) 우리나라 밭토양의 일반적인 특성

- 곡간지 및 산록지(60%)에 구성되어 집중강우에 의한 침식이 많고, 유효토심이 얕다.
- 양분의 천연공급량이 낮고 강우에 의한 염기의 용탈이 심하여 토양이 산성을 띤다.
- 유해생물과 입단구조의 파괴 등으로 연작장해가 많다.
- 양분유실이 쉬어 지력유지가 곤란 : 강산성, 낮은 유기물함량, 낮은 인산함량
- 집약적 관리를 하는 시설재배지에서는 시비의존도가 매우 큼

2) 산성토양의 개량

(1) 산성토양의 특성

- 염기용탈 및 인산고정이 심하며, 산성토이고 유기물 분해가 늦어 미생물활동이 억제됨

(2) 토양산성화 방지대책

- 토양의 나지기간을 단축시켜 염기용탈 및 유실을 방지
- 유기물 및 석회를 시용하여 완충능을 증대
- 윤작 실천 및 녹비작물 재배 : 토양, 양분유실 방지 및 염기의 재순환
- 천연인광석 시용을 통한 인산의 공급

3) 개간지토양의 개량

(1) 개간지토양의 특성

- 경사지가 많아 토양유실이 심하고, 잔적토로서 강산성이며 척박함
- 토양침식으로 토심이 얇고 구조가 미발달되어 있으며, 보수력이 약하여 한발의 피해가 있음
- 양이온치환용량(CEC), 유기물, 유효인산, 염기함량이 매우 낮아 화학성이 불량함

(2) 개간지 토양관리

- 지력증진 : 토심증대(심경, 뿌리신장 근권 확보), pH 조절(석회시용), 유기물 증시(양분공급, 입단형성, 구조발달, 보수력, 보비력 증대 등), 천연인광석 증시
- 토양보전 : 피복 및 멀칭(부초, 피복작물), 재배법 개선(초생대, 승수구 설치 등)

4) 화산회토양의 개량

(1) 화산회토양의 특성

- Al 용출성을 지닌 Allophane 점토광물로 흑색이며, 인산고정력이 크고, 염기용탈이 쉬움
- 가비중이 낮고, 유기물이 많아 공극율이 높고, 투수성 및 보수성이 강함
- CEC는 높으나 염기 결합력이 약하여 유실이 쉽고, 인산고정력이 크며, 석회시용효과가 없다.
- 토양 산성화에 따라 Al의 용출이 계속되므로 근본적으로 Al 제거가 곤란함

(2) 화산회토양의 개량

- pH를 중성으로 조절하여 Al의 활성을 감퇴시켜야 하지만 Ca의 시용효과가

없음

- Ca보다 규산시용의 효과가 큼
- 유기물과 인산의 혼합시용으로 인산과 화산회토의 고정을 차단시켜 비효를 증진

5) 시설재배지 토양 개량

(1) 시설재배지 토양의 특성

- 시설 내에는 강우가 없고 고온이며, 비료성분이 모세관상승으로 축적되어 장해발생
- 연작위주의 작부체제로 병해충의 피해가 많고, 미량원소가 부족
- 양분함량이 높은 가축분퇴비의 과다시용으로 염류집적 및 양분불균형 초래
- 집약적인 관리와 인공관수로 토양이 답압되어 공극량이 적어짐
- 시설토양에 집적되는 염류는 질산태질소, 칼슘, 염소, 마그네슘, 나트륨, 칼륨 등이 집적

(2) 염류농도 장해

- 염류장해 : 토양용액의 염농도가 뿌리보다 높아 수분을 흡수하지 못하여 하엽부터 고사
- 염기불균형 : 이온간의 길항 및 상호작용으로 염기흡수 저해
- 십자화과 채소는 내염성이 강한 편이나 딸기, 상치, 과채류는 약하다.

(3) 시설재배지 토양관리

- 유기자원 적정시용 : 토양진단에 의한 유기자원 시비량 결정(양분수지 고려)
- 내염성작물 재배 : 십자화과, 수수 등(딸기는 극히 약하므로 논 뒷그루로 재배)
- 제염방법 : 담수, 청소작물(cleaning crop), 유기물시용, 객토, 심경, 환토, 멀칭 등

1. 유기농업은 토양의 건전성을 유지시키는데 있어서 토양유기물이 매우 중요한 역할을 합니다. 우리나라의 토양 유기물 개량 목표로 적당한 것은 무엇입니까?
 1) 10~15g/kg 2) 10~20g/kg 3) 20~30g/kg 4) 30~40g/kg
2. 다음 중 토양침식을 예방하는 방법으로 적당하지 않은 것은?
 1) 부초법 2) 등고선재배 3) 초생재배 4) 휴경
3. 시설재배지에서는 염류의 집적현상이 많이 발생합니다. 집적된 염류를 제거하기 위한 노력으로 적당하지 않은 것은 다음 중 무엇입니까?
 1) 담수 2) 제염작물재배 3) 연작 4) 객토

4. 토양유기물 관리

1) 부식

- ① 정의 : 유기물의 원조직이 변질 또는 합성되어 분해저항성을 띤 갈색, 암갈색의 무정형의 교질상의 복합물질이며, CEC가 200-600cmol+/kg으로 매우 높음
- ② 종류 : 부식산(Humic acid), 풀빅산(Fulvic acid), 부식탄(Humin)
- ③ 부식화작용 : 유기물 분해과정 중 분해되기 어려운 형태의 물질들이(주로 리그닌과 단백질)중축합을 일으켜 흑색의 교질인 부식을 생성하는 과정

2) 토양유기물의 부식화에 미치는 영향

(1) 탄질율

- 탄질율 : 유기물 중 탄소와 질소의 함량비, 미생물이 유기물 분해과정에서

탄소는 에너지원으로, 질소는 영양원으로 이용(토양 : 10)

- 유기물의 탄질율 : 벚짚 67, 알팔파 13, 미생물 8, 부식산 58
- C/N율의 의미
 - 유기물의 C/N율이 높은 경우 질산화 작용에 의한 질산축적이 일어나지 않아 미생물과의 질소경합으로 작물의 질소결핍이 초래되는 질소기아 현상이 발생
 - C/N율과 유기물의 무기화
 - C/N율 30이상 : 질소고정 > 유기물 무기화
 - C/N율 15-30 : 질소고정 = 유기물 무기화
 - C/N율 15이하 : 질소고정 < 유기물 무기화

(2) 환경의 영향

- 호기조건, 토양용수량의 50~80%, 고온, 중성, 사질토, 경운조건에서 부식화 용이

3) 토양유기물의 기능

- ① 물리적 기능 : 보수력 증가, 토양유실 감소, 내한성 증대, 입단형성, 공극률 증가, 지온상승, 토양유실 및 침식방지, 내압밀성 증가
- ② 화학적 기능 : CEC 및 보비력 증가, 완충능 증대, 활성Al의 유해작용 감소, 금속이온과 킬레이트 형성, 유효인산 고정억제, 인산유효도 증가, 양분가급 태화 촉진
- ③ 토양미생물학적 기능 : 미생물 활성 촉진, 호르몬, 비타민 등 생육촉진물질 공급

4) 토양유기물의 유지 관리

- 양질 유기물(퇴구비)의 적절한 시용, 작물잔사는 반드시 토양환원
- 토양침식 방지 : 윤작도입, 멀칭, 피복작물재배, 녹비작물재배, 초생재배,

등고선 재배

- 적절한 토양관리 : 석회시용, 배수시설, 등고선재배, 승수로설치, 무경운, 최소경운

5. 작부체계

- 유기농업에서는 근연재배를 피하고, 기지현상 또는 병해충 피해를 예방하고, 양분의 지속성을 확보하며, 물질의 순환을 고려하여 생태적 안정성을 확보하기 위한 환경친화적인 계획

1) 연작과 기지

- 연작 : 동일한 포장에 동일한 종류의 작물을 연속하여 재배하는 것
- 기지 : 연작을 할 때 작물생육이 뚜렷하게 나빠지는 현상
- 기지의 원인 : 토양양분의 소모, 시설재배지 염류집적, 토양물리성 악화, 잡초의 번성
- 기지대책 : 윤작, 담수, 토양소독, 객토 및 환토, 접목, 지력배양 등

2) 윤작

- 몇 가지 작물을 동일포장에서 특정 순서로 규칙적으로 반복 재배하는 것이며 유기농업의 필수 실천사항임

(1) 유기농업에서 윤작실천의 필요성

- 토양비옥도 향상을 위해 퇴비에만 의존하여 윤작 실천이 미흡
- 수익 위주의 집약적 연작으로 지력저하 및 기지현상에 따른 부작용 발생
- 기계화에 의한 단작형 및 특산화의 경향
- 염류집적 문제를 야기, 토양병충해가 만연

- Codex규격 또는 친환경농업육성법 시행령 관련법규의 인증절차상 필요

(2) 윤작 도입시 고려사항

- 환금성 작물 또는 가축사료로서의 가치, 지력증진 효과, 양분보존의 기여도, 잡초와 병충해 제어에 대한 효과, 노동력, 기술과 경험수준

(3) 윤작의 기본원리

- 주작물은 기후, 지형, 용도, 재배지역 등에 따라서 선택하고 식량과 사료생산 병행
- 지력유지를 위해 두과작물, 다비작물 또는 심근성작물이 반드시 포함
- 토지이용도를 높이기 위해 하작물과 동작물이 결합
- 토양침식 방지를 위하여 피복작물이 포함
- 특정 병해충의 먹이 또는 서식처가 되는 작물의 연속 재배 회피

(4) 윤작도입작물의 특징 및 효과

- 화분과 작물 : 보리, 호밀, 옥수수, 수수, 수단그라스 등
 - 양분흡수능력이 뛰어나 시설재배 염류집적지 토양양분 조절에 유효
 - 환원가능한 유기물이 많아 토양유기물 함량 증가
 - 시설재배지에서는 하절기 휴경기 재배 가능
 - C/N율이 높아 무기태질소를 유기화하며, 토양병해 발생에 대한 억제효과가 있음
- 엽채류 및 과채류
 - 환원되는 유기물이 적고, 연작을 계속하면 토양양분이 불균형화되고 염류집적 우려
 - 토양물리성이 악화되고 유기물의 감소와 질소의 집적
 - 사상균이 증가하여 토양병의 발생이 많아 작물생산이 불안정
- 서류 및 근채류

- 잔사유기물이 대개 분해되기는 용이하나 유기물 축적효과는 적음
- 심경효과 : 세근이 땅속깊이 분포, 괴경 및 괴근 등 큰 뿌리가 땅속깊이 뻗음
- 칼리흡수량이 타작물보다 많고, 비교적 연작장해에 강하고, 전작물의 영양이 적음
- 두과 작물 : 자운영, 헤어리베치, 동부, 화이트클로버, 레드클로버, 클로타라리아 등
 - 유기농업에서 공중질소를 고정함으로서 질소성분을 공급하는 최선의 방법
 - 탄질율이 현저히 적고 분해가 빨라 양분을 후작물이 쉽게 이용
 - 겨울철 헤어리베치 녹비작물재배로 밭토양에서 녹비질소량 20kg/10a 생산

(5) 윤작의 효과

- 토양비옥도 증진 효과
- 양분보존에 기여 : 토양 및 양분유실 경감, 양분의 수직적 순환 유도(심근성 작물)
- 토양물리성 개선 : 공극율 증대, 입단형성, 통기성 증가, 보수력 향상, 뿌리생장 촉진
- 병충해 억제효과 : 미생물 및 곤충의 종다양성 확보, 기주식물재배 회피, 천적서식처
- 잡초제어 효과 : 타감작물(보리, 호밀, 밀, 수수, 알팔파, 메밀, 헤어리베치, 완두 등)
- 수량증대 : 지력증강, 기지회피, 병충해 및 잡초의 경감 등으로 증수
- 기지현상의 예방 및 회피
- 토지이용도의 향상 : 하작물과 동작물 또는 곡실작물과 청예작물의 결합
- 노동력 분배의 합리화 : 다양한 작물재배로 노동력의 시기적 집중화 방지
- 농업경영의 안정성 증대 : 자연재해나 시장변동에 의한 피해가 분산

3) 양분보존을 위한 작부체계 기술

- 나지상태 회피 : 초기생육이 왕성한 피복작물의 재배 또는 작물잔사 활용
- 두과작물 등 녹비작물 재배를 통한 공중질소 고정
- 두과작물과 고흡비력 작물을 교대로 배치
- 다비성 작물은 소비성 작물 재배후에 배치
- 양분순환과 토양보존 측면에서 목초재배 : 유기조사료의 확보
- 농산부산물의 외부유출 금지 : 피복재, 축사 깔개 등으로 이용
- 축산분뇨는 퇴비를 만들어 재순환

4) 답전윤환

- 논을 수년 동안씩 답수한 논상태와 배수한 밭상태로 돌아가면서 이용하는 것
- 답전윤환의 효과
 - 밭 상태에서의 비옥도 증강 : 토양 입단화 및 건토효과, 양분의 용탈 감소, 환원성 유해물질의 생성 억제, 채소 또는 두과목초 재배시 지력 증진
 - 기지의 회피 : 벼 재배 후작으로 채소를 재배하면 채소의 기지현상 회피
 - 잡초의 감소 : 답수상태와 배수상태가 서로 교체되므로 잡초의 초종 변화로 인한 우점도 저하 및 발생량 감소
 - 벼의 수량증가 : 클로버 등을 2~3년 재배 후 벼를 재배하면 약 30% 증수
 - 특정 양분의 결핍현상은 부족 성분이 함유된 공급원을 통해 보조적으로 교정

6. 유기농업 양분관리

- 토양양분의 순환원리에 입각한 토양비옥도 유지 증진
 - 작물과 가축에 의해 탈취되는 양분은 녹비작물, 축분과 완숙퇴비, 기타 유기질 비료 등의 시용을 통해 꾸준히 환원시켜 토양비옥도를 계속 유지해야 함

- 농업의 지속성 확보를 위한 장기적인 토양비옥도의 유지 및 증진 : 양분수지 고려
- 토양검정 실시 : 토양비옥도 상태의 진단 및 작물 양분요구 수준의 결정

7. 친환경유기농자재 관리

- ① 정의 : 인축 및 환경에 무해하면서 토양개량이나 작물생육을 위하여 사용가능한 자재 및 병해충 방제목적으로 활용되는 물질을 총칭
 - 유기농업 사용가능 자재물질 118종 규정 : 친환경농업육성법 시행규칙 제 7조 별표1
- ② 친환경유기농자재 사용 기준
 - 유기농업에서는 유기물환원, 작부체계 실천, 녹비작물 재배등으로 토양을 잘 가꾸어 작물이 튼튼하게 잘 자라게 하는 것이 기본임
 - 친환경유기농자재는 유기농산물 생산과정에서 보조적, 부수적으로 사용되어야 하며, 목록에 있는 자재만 사용이 가능함
- ③ 자재의 원료특성 : 유기적 또는 천연광물에서 유래한 물질, 지역환경에 적합하여야 함
- ④ 자재원료 수집 : 채취후 그 지역의 자연생태계 보존 및 채취지역의 생물다양성 유지에 지장을 주지 않아야 함
- ⑤ 제조방법 : 기계적, 물리적, 효소적, 미생물적으로 변형되어야 함
- ⑥ 토양개량과 작물생육을 위하여 사용가능한 물질 : 퇴구비, 구아노, 짚, 톱밥, 천연인광석, 황, 피트모스, 돌가루 등 118종
- ⑦ 친환경 유기농자재 선택 및 사용의 원칙
 - 자재사용목적이 친환경농산물 생산의 기본원칙과 일치
 - 자재의 사용이 환경에 해로운 영향을 초래해서는 안됨
 - 인간, 동물, 삶의 질에 미치는 부정적 영향이 최소화되어야 함
 - 대체물질을 사용할 때는 자재의 양과 질이 충분하지 않을 경우로 제한함

학습정리**친환경유기농업**

어때요 충분히 학습이 되었나요? 먼저 유기농업 발토양관리의 목표에 대하여 알아보았고, 토양보존 관리방법 및 토양오염 대책, 우리나라 토양의 개량대책, 토양 유기물관리 적절한 작부체계 방법, 답전윤환 기술, 유기농업 양분관리 방법, 끝으로 친환경 유기농자재에 대하여 살펴보았습니다. 충분히 이해가 되셨나요?

〈핵심내용 요약정리〉

1. 토양관리 목표 : 토양보존 및 개량, 비옥도 유지, 유기물관리, 작부체계, 친환경농자재
2. 토양보존 방법 : 토양침식, 유실, 토양오염 대책
3. 토양개량 대책 : 산선토양, 개간지 토양, 화산회 토양, 시설재배지
4. 토양유기물 관리 : 유기물의 부식화에 미치는 영향, 토양유기물 기능, 유지관리방법
5. 작부체계 : 윤작의 원리 및 효과, 녹비작물의 종류 및 기능, 양분보존 작부체계, 답전윤환
6. 유기농업 양분관리방법 : 물질순환원리, 토양검정, 양분수지
7. 친환경농자재 관리 : 정의, 원료특성, 종류, 사용원칙

학습평가**친환경유기농업**

1. 시설재배지 토양의 특성 중 적당하지 않은 것은? (3)
 - 1) 비료성분의 표토 집적 2) 양분의 불균형
 - 3) 공극량 증가 4) 연작피해 발생
2. 토양보존 대책으로 적당한 것은? (4)
 - 1) 작물잔사의 소각 2) 가축분퇴비 다량사용
 - 3) 고온기 하계 휴경 4) 무경운 재배

3. 토양 유기물의 기능으로 적당한 것은? (4)

- 1) 인산고정 촉진 2) CEC 감소
- 3) 입단형성 파괴 4) 금속이온과 킬레이트 형성

4. 녹비작물의 특징을 설명한 것이다. 바르게 설명한 것은? (1)

- 1) 화분과작물은 시설재배지 양분조절이 용이함
- 2) 두과작물은 C/N율이 높아 분해가 느림
- 3) 화분과작물은 질소의 무기화속도가 빠름
- 4) 두과작물은 질소의 유기화가 진행됨

5. 유기농업에서 사용가능한 친환경 유기농자재로 적당하지 않은 것은? (2)

- 1) 구아노 2) 용성인비 3) 황산칼륨 4) 벤토나이트

마무리

친환경유기농업

이상으로 유기농업 발토양에서 친환경 관리방법과 적절한 양분관리 방법에 대하여 알아보았습니다. 유기농업은 자연순환의 원리를 기본으로 하고 있습니다. 따라서 토양도 순환기능을 최대한 확보할 수 있는 방법이 최선입니다. 물론 양분관리도 마찬가지입니다. 토양이 건강해져야 기대하는 수량을 확보할 수 있고 병해충에도 강한 저항성이 생기게 됩니다. 무엇보다 환경을 보존하는데 큰 기여를 한 것은 두말할 나위가 없겠지요.