

♣시비(施肥, fertilizer application)

- 작물이 필요로 하는 무기원소를 무기화합물(비료) 형태로 경작지 토양에 공급하는 것
- 식물이 정상적인 생육을 유지하기 위해 토양으로부터 공급받는 무기양분의 균형 있는 획득이 중요
- 작물의 생육상태를 고려하여 비료종류 및 시비방법을 선택



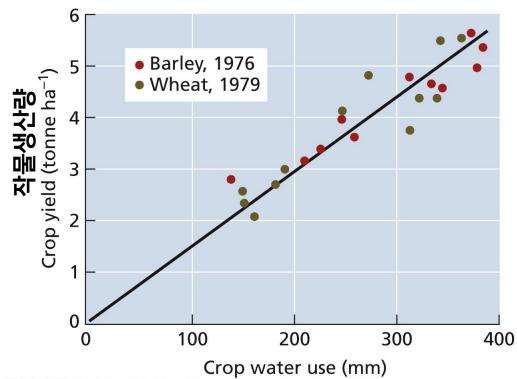






※ 관수(灌水. irrigation)

- 작물이 재배되고 있는 토양에 물을 공급하는 일
- 작물에 맞게 관수를 적극적으로 하는 것은 생산과 직결



PLANT PHYSIOLOGY AND DEVELOPMENT 6e, Figure 3.1

© 2015 Sinauer Associates, Inc.

관수량

학습목차

- 1. 필수원소와 비료
- 2. 시비량과 시비방법
- 3. 관수시기와 관수량



학습목표

- 1. 식물의 필수원소를 정의와 기준을 이해하고, 다량원소와 미량원소로 구분할 수 있다.
- 2. 비료의 종류와 시비량 계산의 이론을 이해한다.
- 3. 시비의 방법에 대한 관행적인 용어를 이해한다.
- 4. 토양의 수분 상태와 관수시기, 관수량 결정 및 관수방법에 대해 학습한다.



원예학

필수원소와 비료



1. 필수원소

- 필수원소: 식물의 생장과 발육에 꼭 필요한 원소들 (17가지)
- 대부분은 근권(根圏)으로부터 식물체에 공급되고, 이온 형태로 흡수
- 무토양재배(soilless culture)의 경우에는 각종 필수원소들을 양액의 형태로 공급
- 필수원소가 부족할 경우에는 생육이 부진해지고 심하면 결핍증상 발생

※필수원소의 기준

- 1. 결핍되면 자신의 생활환을 완성할 수 없다.
- 2. 식물체의 필수적인 성분(엽록소 등)의 구성성분이다.
- 3. 특정 필수원소의 기능과 효과를 다른 원소로 대체할 수 없다.
- 4. 단순히 상호작용의 효과 때문에 요구되는 것이 아니다.



독일의 식물생리학자 작스(J. Sachs, 1832~1897)는
 수경법(hydroponics)으로
 각 원소의 필수성과 생리적
 기능 파악을 하였음

₩식물의 필수원소 흡수형태

다량원소	흡수형태	미량원소	흡수형태
탄소(C)	CO_2	몰리브덴(Mo)	MoO ₄ 3-
수소(H)	H_2O	구리(Cu)	Cu ⁺ , Cu ²⁺
산소(O)	O_2 , H_2O	아연(Zn)	Zn ²⁺
질소(N)	NO_3^- , NH_4^+	망간(Mn)	Mn ²⁺
황(S)	SO ₄ ²⁻	붕소(B)	H_3BO_3
칼륨(K)	K ⁺	철(Fe)	Fe ²⁺ , Fe ³⁺
인(P)	H ₂ PO ₄ -, HPO ₄ 2-	염소(CI)	CI ⁻
마그네슘(Mg)	Mg^{2+}	니켈(Ni)	Ni ²⁺
칼슘(Ca)	Ca ²⁺		

- 필수원소들은 주로 이온(ions)의 형태로 식물에 흡수
- 미량원소는 작물의 생육에 요구되는 양은 적지만 중요성이 낮다는 것은 아님
- 근권부에서 수분의 흡수와 함께 작물에 흡수

₩무기양분의 결핍

- 고등식물은 물, 공기, 태양에너지 및 토양에서 흡수된 필수원소들이 있는 조건하에서 생장에 필요한 모든 유기 화합물 및 기타 화합물을-아미노산, 호르몬 및 비타민 등
 합성할 수 있는 독립영양체(autotrophic)
- 특정 필수원소의 결핍은 관련 생화학적 대사와 기능이 교란되기 때문에 일어 남.
- 식물이 정상적인 생육을 유지하기 위해 토양 속 필수원소의 양보다는 유효도가 중요









02

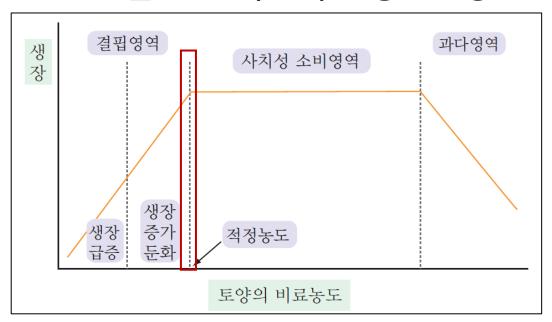
원예학

시비량과 시비방법



፠시비의 의의

• 시비의 정의: 경작지 토양에 작물이 필요로 하는 무기원소를 무기염(비료)의 형태로 공급하는 일



[그림 6 - 1. 비료의 농도와 식물의 생장]

• 다량원소는 쉽게 결핍 → 추가적으로 공급 예) 질소·인산·칼륨(비료의 3요소)의 세 가지 원소가 식물에 의해 많이 흡수·이용

※비료의 종류

교과서 참조

- 비료: 작물에 직접 영양을 공급해 주거나, 작물의 생장을 돕기 위하여 토양의 화학적 성질을 변화시키는 물질
- ☎ 비효의 지속 정도에 따른 분류
 - 속효성 비료 : 요소, 황산암모늄, 염화칼륨 등
 - 완효성 비료: 퇴비, 깻묵, 각종 완효화(緩效化)한 화학비료 등



[완효환 한 화학비료의 예 : SCU (sulfur coated urea)]

፠시비량 결정

- 이론적 계산
 시비량 = (작물의흡수량 양분천연공급량)/비료의 이용율
- cf. 작물의 흡수량: 천연공급량과 비료로 공급된 양분 중에서 흡수한 비료량 천연공급량: 토양과 관개수로부터 작물에 공급되는 양분 비료이용효율: 시용한 비료의 성분량 중 작물이 흡수한 성분량의 비율

➡ 시비량 결정의 애로점

- 관여 요인(품종, 토양, 기상, 작부방식)이 많아 사실상 정확한 산출이 어려움
- 시비량 결정(관행): 작물 별로 3요소 적량시험(시험연구기관)을 통해 산출된 표준시비량을 기준으로 하여, 재배 여건에 따라 가감 조절하여 시비량을 결정
- 시비량 결정에는 무엇보다도 재배자의 오랜 경험이 중요

%비효 및 시기에 따른 비료의 구분

- 속효성(速效性) 비료 :작물에 특정 원소의 결핍증상이 나타날 경우
- 완효성(緩效性) 비료:
 생육기간이 길고 초세를 계속 유지시켜야 할 경우 또는 멀칭재배 시
- 밑거름(基肥, 기비):
 파종 또는 정식 전에 시용하는 비료 (퇴비·석회·인산질 비료)
- 덧거름(追肥, 추비):
 생육 기간과 비효 지속의 필요성 등을 감안하여 횟수를 조절

₩시비방법과 시기는 작물에 따라 달라진다.

과수의 경우

- 과수는 휴면기간(12~3월)에 밑거름을 주는데 땅이 얼기 전이나 녹은 직후에 실시. 그리고 새순의 생장이 왕성한 5~6월에 덧거름을 주고, 수확이 끝나면 나무의 수세를 회복시키고 월동 중 내한성을 증대시키기 위해 다시 덧거름을 가을에 시용
- 보통 밑거름은 복합비료를 사용하고, 덧거름은 질소질 비료를 사용
- 성숙기까지는 질소 비료를 시용하여 영양성장을 왕성하게 유도, 성숙기이후 생식생장 시에는 질소질 비료는 시용 제한





[1년생~4년생 사과나무의 단계별 솔렉스 수형 만들기]

፠시비방법 - 비효의 유지 및 시기_채소

- 노지채소의 경우 관행적으로 멀칭재배를 주로 하며, 이 경우 생육 도중에 땅에 시비를 하기 어려움
- 따라서 밑거름을 완효성비료(퇴비 등)와 석회, 인산질 비료 등을 시용
- 엽면시비와 관비(관수+시비, 주로 시설채소에 이용)로 대상작물에 필요한 영양분을 수용액 형태로 공급
- 엽면시비는 뿌리흡수가 어려울 때, 빠른 초세회복을 위해, 성분결핍이 나타날 때, 색깔, 경도 등 품질향상을 위해 시용









원예학

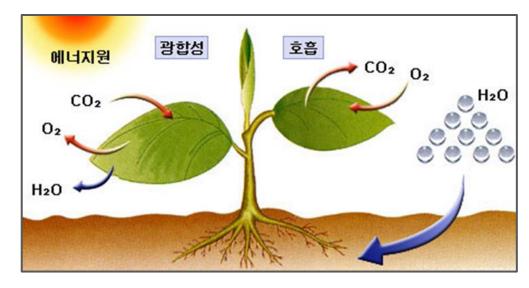
관수시기와 관수량



4강 복습

※수분의 역할

- 식물의 구성 성분이다
- 광합성의 원료가 된다
- 양분흡수와 이동을 가능케 한다
- 팽압형성으로 형태를 유지한다
- 식물의 체온을 유지시켜 준다

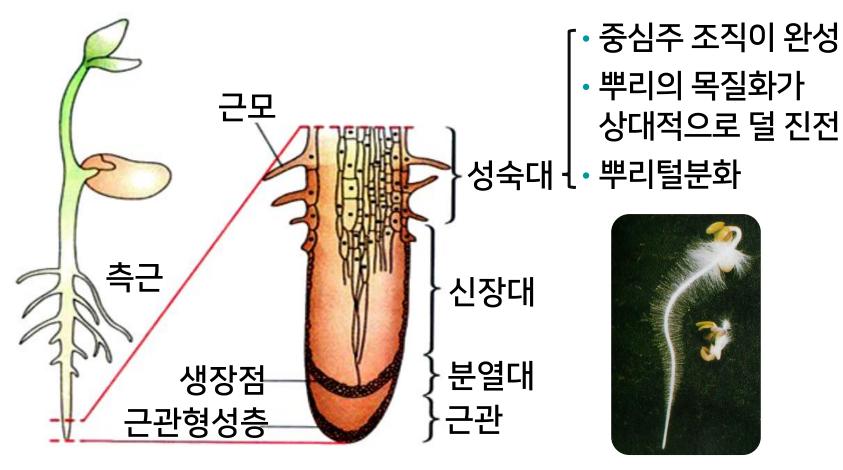




4강 복습

※수분의 흡수

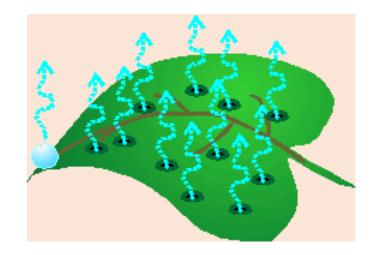
※ 뿌리 선단의 성숙대는 물과 무기양분이 흡수가 용이



※수분의 배출

증산작용 (transpiration)

- 식물체의 수분이 기공을 통해 기화되어 빠져 나가는 현상
- 증산작용의 의의
 - 수분흡수와 체내 이동의 원동력
 - 잎의 온도 조절
 - 광합성의 원료인 물과 이산화탄소의 원활한 고급



₩작물의 요수량

- 요수량 = 건물 1g을 생산하는데 요구되는 수분량(g) = 증산계수
- 호박 834g, 오이713g, 수수 322g







※수분의 과부족

 수분 스트레스가 진행되면 ABA에 의한 엽병과 과병에 탈리층(이층,떨켜)형성이 촉진 → 낙엽과 낙과를 유도→전체 수분이용효율을 개선을 위한 자구책



③절 관수시기와 관수량

※토양수분의 측정

4강 복습

수은주	수주(cm)	рE	рF	ηF	пE	ηĘ	기압	토	양수분	
(cmHg)	 	Рι	/	종류	항수					
760,000	10,000,000	7	10,000	흡착수	흡습계수					
760	10,000	4	10	ㅁ과스	이굿게人					
76	1,000	3	1	모관수	위조계수					
7.6	100	2	0.1	ᄌ려ᄉ	ㅠ자요 스랴					
0.76	10	1	0.01	중력수	포장용 수량					
0	1	0	0.001	중력수	최대용 수량					

[표 4 - 6. 장력에 의한 토양수분의 종류]



※토양수분과 수분항수의 정의

- 최대용수량(maximum water holding capacity)
 - 토양의 공극이 물로 포화된 상태로 머물고 있는 수면과 접촉한 바로 위 토양에 함유되어 있는 수분
- 포장용수량(field capacity, FC)
 - 중력에 대항해 토양이 유지하는 수분량, 용기용수량
- 중력수(자유수)
 - 중력에 의하여 토양층 아래로 내려가는 수분

수은주	수주(cm)	рF	рF	pF 기압	토양수분	
(cmHg)	T-T-(CITI)		7	종류	항수	
7.6	100	2	0.1	즈려스	ㅠ자요 스랴	
0.76	10	1	0.01	중력수	포장용 수량	
한크방송통신데학교 Korea National Open University	1	0	0.001	중력수	최대용 수량	

※토양수분과 수분항수의 정의

- 모관수(capillary fringe water)
 - 토양표면에 물분자 사이의 응집력에 의하여 유지되는 수분. 작물이 주로 이용하는 수분
- 위조(wilting)
 - 포장용수량 상태에서 토양수분이 감소하면서 식물의 지상부가 시들기 시작할 때(의 상태)
- 위조계수(wilting coefficient)
 - 영구위조가 일어나는 수분함량

수은주		기압	토양수분		
(cmHg)	T T (CITI)	Pι	11	종류	항수
760	10,000	4	10	모관수	위조계수
76	1,000	3	1	(pF2.7~ 4.2)	┰╎┷┸╱╢┯

※토양수분과 수분항수의 정의

- 흡착수(hydroscopic water)
 - 건조한 토양을 공기 중에 두면 공기 중의 습도와 평행을 유지할 때까지 수분을 흡수하며 토양입자 주변에 몇 개의 물분자층으로 흡착되어 존재
- 흡습계수(hydroscopic coefficient)
 - 토양에 흡착된 흡습수의 토양에 대한 무게비율.

수은주	수주(cm)	pF	기압	토양수분	
(cmHg)	T (CITI)			종류	항수
760,000	10,000,000	7	10,000	흡착수 (pF4.2~ 7.0)	흡습계수

3절 관수시기와 관수량

〔1. 관수시기

- 유효수분 : 식물생육에 유용한 토양수분은
 포장용수량(圃場用水量, field moisture capacity,
 pF2.7 내외)과 초기위조점(初期萎凋點, initial wilting point, pF 3.9 내외) 사이에 있는 수분
- 관수시기는 유효수분 상태를 유지하는 pF(kPa)값에 도달하는 시점을 유지
- 실제로는 포장용수량의 85-50% 소모되었을 때 공급해 주는 것이 일반적

3절 관수시기와 관수량

※관수량의 결정 - 이론

○ 근군 부위 포장용수량(용적비 40%) 상태로 보충할 1회 이론적 관수량(L)은? (단 근군부위 토층은 300mm이고, 직전 토양함수비(용적비)는 30%이며, 유효 관수율은 70%)

$$\frac{(40(\%)-30(\%))}{100} \times 300(mm) \times \frac{100}{70} = 42.9 \text{ mm}$$

1m² 당 1mm의 관수량은 1L이므로 재배면적 1m² 당 42.9mm 관수는 42.9L 소요

③절 관수시기와 관수량

₩관수량의 결정 - 실제

- 관수량을 이론적으로 산출할 수 있지만, 작물별 또는 토양별로 관수량을 직접산출하여 관수하는 예는 거의 없음
- 다만 관수장치 등을 설치할 때 시설의 용량이나 관수횟수
 등을 결정해야 하므로 관수량의 계산이 필요
- 실제로 관수량의 조절은 관수장치의 가동시간이나 물탱크의 용량으로 하는 것이 보통



[그림 6 - 7. 관수시기와 관수량의 실제 조절 모습]

3절 관수시기와 관수량

₩관수량의 결정 - 고려사항

- 작물의 요수량
- 생육기별 수분요구도
- 토양조건
- 기후조건
- 재배방식

주요 재배식물의 요수량

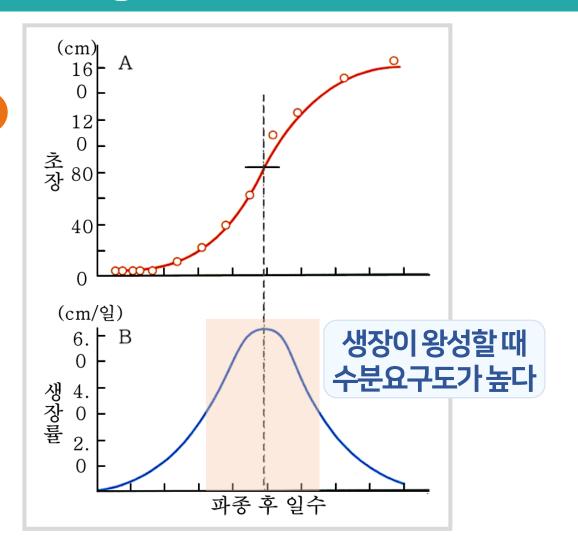
재배식물	요수량(g)		
호박	834		
오이	713		
감자	636		
귀리	597		
보리	534		

- ※ 요수량은 1g 건물을 생산하는 데 필요한 수분량(g)
- ※ 작물재배에 있어서 함수량과의 관계를 생각하여 실제 요구되는 관수의 필요를 추정하는 것이 중요

3절 관수시기와 관수량

₩관수량의 결정 - 고려사항

- 작물의 요수량
- 생육기별 수분요구도
- 토양조건
- 기후조건
- 재배방식

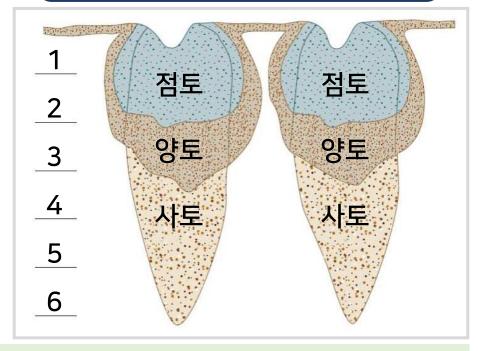


3_절 관수시기와 관수량

※관수량의 결정 - 고려사항

- 작물의 요수량
- 생육기별 수분요구도
- 토양조건
- 기후조건
- 재배방식

상대적 깊이(배)

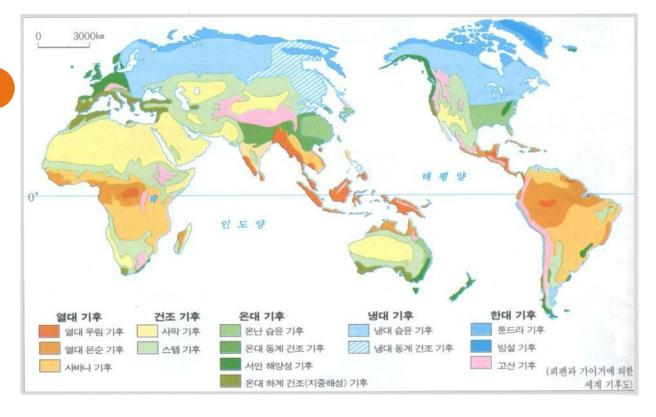


[그림 6 -8. 고랑관수에서의 토성에 따른 수분 침투 정도]

3절 관수시기와 관수량

₩관수량의 결정 - 고려사항

- 작물의 요수량
- 생육기별 수분요구도
- 토양조건
- 기후조건
- 재배방식



③절 관수시기와 관수량

₩관수량의 결정 - 고려사항

- 작물의 요수량
- 생육기별 수분요구도
- 토양조건
- 기후조건
- 재배방식





③절 관수시기와 관수량

፠관수방법

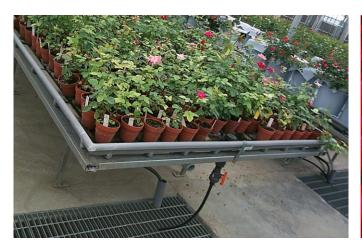
- 전면관수
- 고랑관수
- 분수관수
- 살수관수
- 점적관수
- 지중관수 및 저면관수



③절 관수시기와 관수량

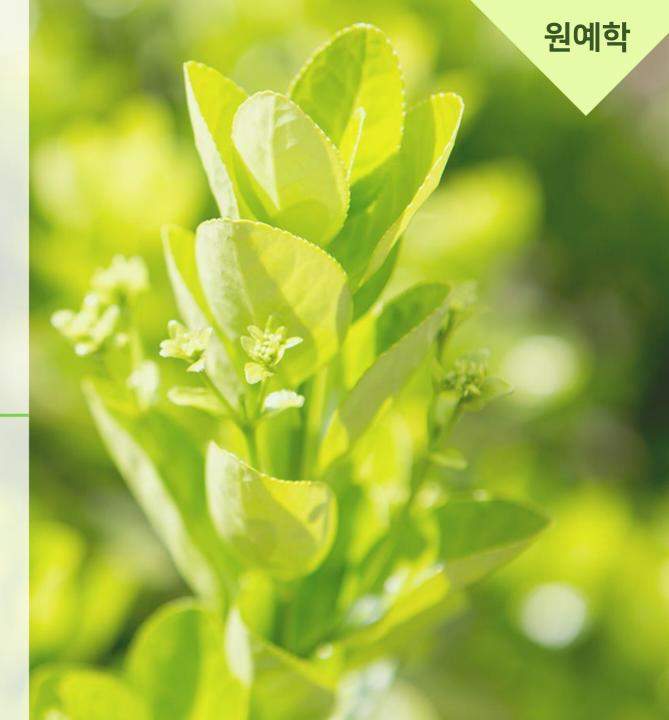
관수방법 – 저면관수 – 담배수관수 (ebb and flow system)

- 화란 등 유럽의 분화생산 농가 대부분 사용
- 벤치에 물을 담수시켜 일정시간 화분 밑구멍으로 물 흡수
- 화분 속의 공기 이동이 좋고, 여름철 근권 온도를 내리기 쉬움
- 담수 시간 10~20분, 깊이는 2~3cm(용기높이의 20~30%)
- 적정 배양토, 철저한 수질 관리 필요
 - → 균일한 관수, 자동화 가능, 물/비료 사용의 효율성 제고





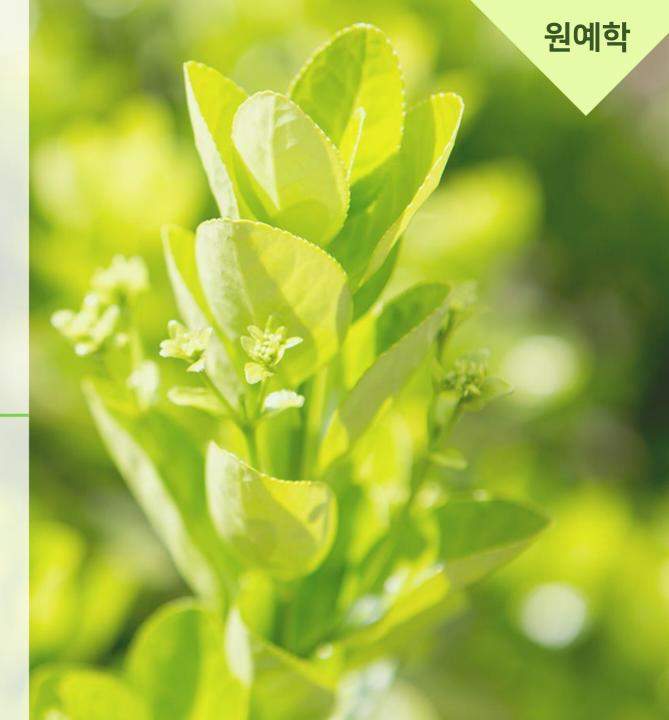
학습확인



★학습확인

- 1. 식물의 필수원소를 정의와 기준을 이해하고, 다량원소와 미량원소로 구분할 수 있는가?
- 2. 비료의 종류와 시비량 계산의 이론을 이해 하였는가?
- 3. 시비의 방법에 대한 관행적으로 사용하는 용어를 이해하였는가?.
- 4. 토양의 수분 상태 측정, 관수시기와 관수량 결정, 관수방법에 대해 이해 하였는가?

정리하기



2절 시비량과 시비방법

፠시비량 결정

• 이론적 계산 시비량 = (양분흡수량 - 양분천연공급량)/비료의 이용율

cf. 천연공급량: 토양과 관개수로부터 작물에 공급되는 양분

작물의 흡수량: 천연공급량과 비료로 공급된 양분 중에서 흡수한 비료량

비료이용효율: 시용한 비료의 성분량 중 작물이 흡수한 성분량의 비율

➡ 시비량 결정의 애로점

- 관여 요인(품종, 토양, 기상, 작부방식)이 많아 사실상 정확한 산출이 어려움
- 시비량 결정(관행): 작물별로 3요소 적량시험(시험연구기관)을 통해 표준시비량을 결정한 결과를 기준으로 하여, 재배 여건에 따라 가감 조절하여 시비량을 결정
- 시비량 결정에는 무엇보다도 재배자의 오랜 경험이 중요

※좋은 토양의 구비조건

4강 복습 참조

화학적성질

물리적성질 [• 보수력과 보비력이 커야 한다. • 배수성과 통기성이 좋아야 한다.

토양반응은 중성에 가까워야 한다(pH 5.5-6)

생물적성질

- [● 표토(5~20cm, 유기물질 및 미생물이 집중)는 깊고 부드러워야 한다.
- ┗● 병충해가 없어야 한다.





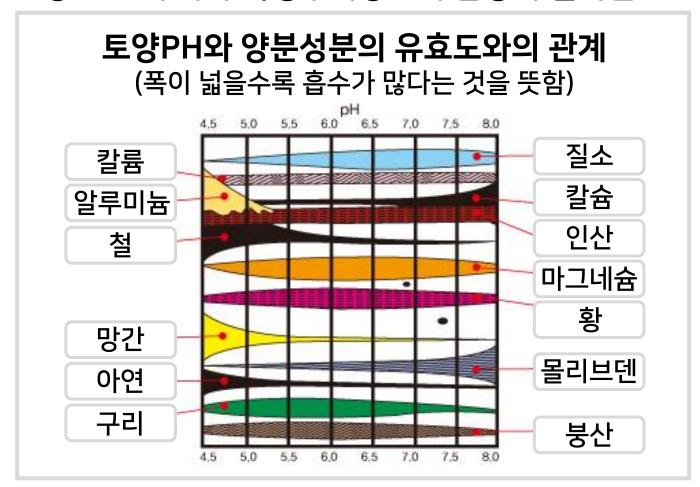




※양분의 유효도와 토양반응과의 관계

4강 복습

• 토양 산도에 따라 특정무기양분의 함량이 달라짐





토양의 생물적 성질

- ▶ 토양에는 식물, 동물, 미생물로 구성되는 생물 군집이 하나의 생태계를 형성
- 토양 중에는 식물의 뿌리가 있고 다양한 종류의 소동물과 미생물 등이 서로 밀접하게 관련됨
 - → 소동물 중 지렁이는 흙과 유기물을 섭취한 다음 몸에서 분해하여 배설하기 때문에 토양의 구조를 개선하고 비옥도를 높이는 데 큰 역할을 한다
 - → 토양 미생물은 토양 내 통기를 좋게 하고 유기물을 분해하여 토양의 완충과 해독 작용을 함
- 개간지는 미생물의 활동이아주 낮은 상태이므로 과수원을 개원할 때 유기물을 많이 넣어 주어 토양의 생물적 성질을 개량해야 됨

2절 시비량과 시비방법

₩작물양분종합관리와 농업토양정보시스템인 '흙토람'

- 국가적 작물양분종합관리(integrated plant nutrition management : IPNM 혹은 INM이라고 한다) 지원 시스템
- 농진청에서 토양자원을 효율적으로 이용하기 위해 각종 토양정보를 신속하게 제공



 땅심에 알맞은 시비처방을 통하여 작물생육을 건전하게 유지시켜 비료 및 농약 사용량을 줄일 수 있음

• 출처: http://soil.rda.go.kr

③절 관수시기와 관수량

※관수량의 결정 - 고려사항

- 작물의 요수량
- 생육기별 수분요구도
- 토양조건
- 기후조건
- 재배방식

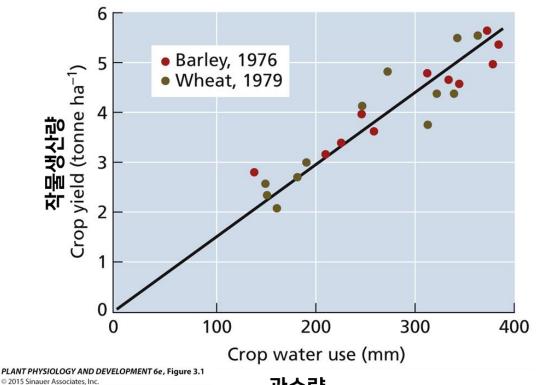
주요 재배식물의 요수량

재배식물	요수량(g)
호박	834
오이	713
감자	636
귀리	597
보리	534

- ※ 요수량은 1g 건물을 생산하는 데 필요한 수분량(g)
- ※ 작물재배에 있어서 함수량과의 관계를 생각하여 실제 요구되는 관수의 필요를 추정하는 것이 중요

※ 적극적인 관수(灌水, irrigation)의 필요성

- 식물 뿌리가 흡수한 대부분(97%)의 물은 식물체 내로 수송되어 잎의 표면에서 증산됨
- 나머지는 식물에 잔류(2%)되어 쓰이거나 대사에 이용(1%)
- 따라서 적극적인 관수는 요수량을 충족시켜 작물의 함수량을 유지하는데 필수





© 2015 Sinauer Associates Inc

관수량

다음시간에는..

7강 생육의 조절

