



국립안동대학교

식물의학과 2017년 3학년 2학기

식물생리장애학

Plant Physiological Disease



김정수
이학박사, 교수

식물생리 장애학 목차

서론

I. 재배개설과 생리장애

1. 농업, 작물과 재배
2. 수량 삼각형
3. 작물의 분류
4. 환경 조건
5. 식물병과 생리장애 발생

II. 토양 환경과 생리장애

1. 토양과 식물
2. 지력
3. 토양 구조와 입단
4. 토양 무기성분
5. 필수원소의
생리작용과 장애
6. 토양 유기물

III. 수분과 생리장애

1. 토양수의 종류
2. 흡수 기작
3. 요수량
4. 수분장애
5. 수질오염 장애

IV. 공기와 생리장애

1. 식물의 대사작용
2. 이산화탄소와 탄산시비
3. 대기와 대기의 조성
4. 대기오염과 장애
5. 바람과 장애
6. 온도와 장애

식물생리 장애학 목차

V. 광과 생리장애

1. 광 생리작용
2. 보상점과 포장동화 능력
3. 광에 의한 장애

VI. 식물 관리와 생리장애

1. 연작과 기지
2. 종자의 품질과 퇴화
3. 영양번식
4. 시비
5. 식물 생장조절제
6. 중경과 제초

식물생리장애학

서론

1. 참고자료
2. 장애와 장애의 뜻
3. 식물생리장애학 관련 학문
4. 식물생리장애 발생특성
5. 식물의사의 입장에서 생리장애

1. 참고 도서

식물환경장애

대표저자
김정수·김철웅·차병전



가장 적은 생명체

식물바이러스

함께한·33년의·즐거움·배움

이학박사 김철웅



도서관판 탐

新稿 栽培學原論

編輯代表

趙毅英·尹東茲·李登雄

御文社

2. 장애와 장애의 뜻

■ 장애(障礙)

(명사 1) (어떤 일을 하는 데) 나아가지 못하게 막거나 방해가 되는 일이나 물건.

(예) 남녀 평등에 장애가 되는 것은

(명사 2) (주로 '-(의) 장애'의 꼴로 쓰이어) 신체 기능상에 어려움이 있거나 정상적인 기능을 하지 못하는 것.

(예) 그는 위장 장애와 두통이 재발하여 고생을 하곤 하였다.

장애물 : 어떤 일에 방해가 되거나 지연시키는 물건이나 현상

■ 장애(障害)

(명사) (어떤 일을 하는 데) 거리적 거리거나 방해가 되는 것.

(예) 장애물 : (어떤 일을 하는 데) 방해가 되는 사물.

장애하다 : (어떤 일을 하는 것을) 가로막거나 방해하다.

3. 식물생리장애학 관련 학문

식물(작물)과 관련된 모든 학문

- 작물재배학 (작물, 재배기술, 재배환경 등)
- 식물병리학 (곰팡이, 세균, 바이러스 등)
- 식물바이러스학 (바이러스 유전자, 매개충, 잡초 등)
- 식물생리학 (생리관련 모든 분야)
- 식물조직학 (세포, 조직, 기관의 장애 해석)
- 전자현미경학 (세포 조직의 미세구조)
- 수목학 (산림, 병해충, 환경 등)
- 토양학 (물리, 화학 등)
- 식물영양학 (영양 생리, 화학비료, 유기질 비료 등)
- 식물환경생태학 (기상, 물, 공기 등)
- 농약학 (제형, 천연제재, 합성제재 개발 등)

4. 식물 환경장애 서문

인간은 고대로부터 현재까지 의식주를 식물에 의존하여 생을 영위해 왔으며, 최근에는 식물을 이용한 의약품 개발 등 신기술개발은 천연물질을 이용한 자연환경에 부담을 주지 않는 신성장 동력의 한 분야로 발전하고 있다. 또한 산림과 농업지대는 인간에게 정신적 휴식을 제공하여 무엇보다도 좋은 자연 치유 공간으로서의 가치를 새롭게 인식하고 그 가치가 더욱 커지고 있다.

그러나 지구의 온난화로 인하여 자연환경이 일정한 틀을 유지하지 못하고 폭우, 폭한, 폭설 등 지역적인 재난이 지구촌 곳곳에 자주 발생하고 있는 현실에 직면하고 있다. 이와 같은 기상이변은 농작물, 임산물의 생산을 어렵게 하고 있으며 이로 인하여 세계 각 나라는 식량의 안정적 공급 목표가 점점 어려운 상황에 직면하고 있다. 앞으로 식량의 무기화는 우리가 살고 있는 현실에서 볼 때에 가능성이 전혀 없는 일이 아님을 직감할 수 있겠다.

식물이 정상적으로 생육하지 못하는 원인은 식물 내외적으로 여러 요인들이 있으나, 병해충, 바이러스 등 생물적 원인들을 제외한 비 생물적인 환경요인들에 의하여 발생하는 모든 것을 말하며, 이는 넓은 의미의 식물환경생리장애 분야로 볼 수 있다. 따라서 환경생리장애 분야는 식물과 관련된 재배, 생리, 병리, 바이러스, 세포와 조직, 토양, 영양, 환경생태, 농약 등 농업의 모든 분야를 아우르는 분야임을 알 수 있다.

최근에 식물에 환경생리장애가 많이 발생하는 원인은 간척지, 급격한 경사지의 개간, 재개발과 같은 인공 환경 조성지가 많으며 식물이 생육을 하는데 필요한 온도, 광, 토양 조건 등 재배환경이 알맞지 않은 데서 비롯되고 있다. 또한 사람에 의한 도로 개설, 인구 증가와 도시화로 인한 대기오염 등에 의하여 열악한 환경조건에 노출되어 있다. 이러한 환경생리장애를 근본적으로 해결하기 위하여 유전공학의 발달과 함께 고온 저항성 등 부적절한 환경에 적응할 수 있는 식물을 개발하고자 하지만 환경적 요인에 의한 생리장애 발생 특성은 어떤 종류의 식물이든지 종 특이성이 없이 대체로 다범성으로 발생하는 특성이 있다.

식물생리장애의 발생특성은 식물의 발아부터 성숙에 이르는 복잡한 생리작용을 거쳐서 일생을 보내며, 이때에 광, 공기, 토양의 환경조건들이 복잡한 단계마다 영향을 주고 이 영향은 단계별로 독립적이지 아니하고 서로 상호 의존적으로 일어나는데 있다. 따라서 생리장애는 최초에는 하나의 요인에 의하여 유발될 경우가 있지만, 외부에 나타나는 장애의 증상은 여러 요인들의 복합 장애의 결과이다.

식물학을 전공하는 식물학도가 환경생리장애를 공부하는 구체적 범위는 생물적 요인인 병해충, 바이러스에 의한 장애와 비 생물적 요인인 토양, 공기, 수분 조건들에 의한 장애를 구분할 수 있고 대응할 수 있는 능력을 배양하여 식물이 안정적이며 건강하게 생육할 수 있도록 함에 있으며 이를 통한 고품질 식물을 재배 생산하는데 있다.

따라서 식물학도가 생물적 원인과 비 생물적 원인에 의한 장애를 구분하는 것은 식물의 기본적인 재배조건을 넘어서 환경조건, 생리장애 발생의 주 원인과 부 원인, 비 생물적 원인과 매우 유사한 증상을 일으키는 바이러스 증상, 대기오염과 기상환경, 인위적 피해에 대한 이해가 필수적이다.

본 책자는 식물학을 전공하는 학생들과 농림 현장의 국가 및 민간 관계관들이 지참하여 활용할 수 있도록 하였으며, 이를 통한 국가 경제 사회적 안정화와 선진국으로의 발전에 기여할 것으로 기대한다.

5. 식물생리장애 발생특성

- 1) 식물의 일생 (발아, 어린 묘, 영양 생장, 생식 생장, 성숙, 수확) 동안 각 단계별로 모든 생리적 이상 증상이 나타날 수 있다.
- 2) 식물 생육의 기본적 조건들은 독립적이지 아니하고 서로 상호 의존적이며 복합적으로 작용하여 생육하므로, 대부분 장애발생에는 특정 요인 하나만이 관여하지 않는다.
- 3) 식물은 토양의 영양조건, 수분, 광, 공기 등 기본적 여러 인자들이 종합적으로 관여된 결과로 생육하므로 장애발생 요인이 다양하다.
- 4) 식물 생리장애는 최초에는 하나의 요인에 의하여 유발될 경우가 있지만, 외부에 나타나는 장애의 증상은 여러 요인들의 복합 장애의 결과로 나타난다.
- 5) 작물의 경우, 최대 수량을 얻기 위한 인간의 식물관리 조건이 생리작용과 장애에 직접적인 결과로 나타날 수 있다. 즉 최대 수량을 얻기 위한 조건은 과연 식물 입장에서 정상적인 조건인가를 생각해 볼 필요가 있다.

6. 식물의사의 입장에서 식물생리장애학은 무엇을 배우는 학문인가 ?

- 1) 농작물을 포함한 식물의 생육에 기본적인 적절한 재배환경과 부적절한 조건은 무엇인가 ?
- 2) 식물생리장애는 대부분 복합적으로 나타나는데 주 발생원인과 부 발생원인은 무엇인가 ?
- 3) 식물 생리장애 증상과 이와 유사한 증상을 일으키는 바이러스 등 다른 병원체에 의하여 나타나는 증상과의 차이는 무엇인가 ?
- 4) 식물 생리장애와 곰팡이, 세균, 바이러스 병원체에 의한 병해발생의 공통점과 차이점은 무엇인가 ?
- 5) 식물 생리장애 발생을 예방하기 위하여 안전한 식물 재배는 어떻게 하여야 하는가 ?

I. 생리장애와 재배개설

1. 농업, 작물과 재배

- 1) 농업
- 2) 작물
- 3) 재배

2. 수량 삼각형

3. 작물의 분류

- 1) 용도에 따른 분류
- 2) 생태에 따른 분류
- 3) 재배이용의 특수성에 따른 분류

4. 환경 조건

- 1) 자연환경의 구분
- 2) 자연환경의 구성요소

5. 식물병과 생리장애 발생

- 1) 병 삼각형
- 2) 식물의 정상활동과 장애
- 3) 생리장애 발생 구분
- 4) 환경요인에 의한 이상이 많은 이유
- 5) 식물바이러스 증상과 영양생리장애 구별
- 6) 영양생리장애 진단 유의점
- 7) 작물 생리장애 간편 진단 흐름도

1. 농업, 작물과 재배

1) 농업 agriculture 農業 의 특성

농업이란 '경종耕種과 축산畜産을 겸하여 영리를 꾀하는 업'또는 '유기적 생명체의 경제적인 획득을 목적으로 하는 사람의 행위 혹은 체계'

(1) 생산 특성

토지가 기본적 생산수단이며, 수확체감법칙law of diminishing return 收穫遞減法則 을 따른다. 농업생산은 자연 제약이 많고, 자본 회전이 늦고, 생산 조절이 곤란하며, 노동과 수요가 연중 불 균일하고, 분업 곤란 등 문제 발생한다

(2) 유통 특성

공급 탄력성이 낮아 가격 변동 심하다. 변질, 소규모, 분산 생산으로 중간 상인의 역할이 크다

(3) 소비 특성

수요 탄력성과 다양성이 적으며, 수요의 증대성이 공산품에 비하여 현저히 적다

수확체감의 법칙 : 동일한 생산기술 하에서 노동이나 자본 등 생산요소를 투입할 때 최대 생산 이후 더 투입할 수록 단위 생산량 혹은 효용이 점차 감소하는 현상

2) 작물crop 作物 특성

경제성과 이용성이 높아 사람의 재배 대상이 되는 식물을 말한다.

작물의 특성은 재배의 목적이 되는 작물의 부위 (이삭, 줄기, 잎, 덩이줄기, 뿌리 등)가 단위수량이 높아야 하므로 기형적으로 발달한 식물이며, 자연상태에서는 야생식물보다 생존경쟁에 약하여 사람의 보호조치가 필요한 식물이며, 이 보호조치가 재배 수단이다.

3) 재배cultivation 栽培 특성

경지를 이용하여 작물을 기르고 수확을 하는 경제적인 행위를 말한다.

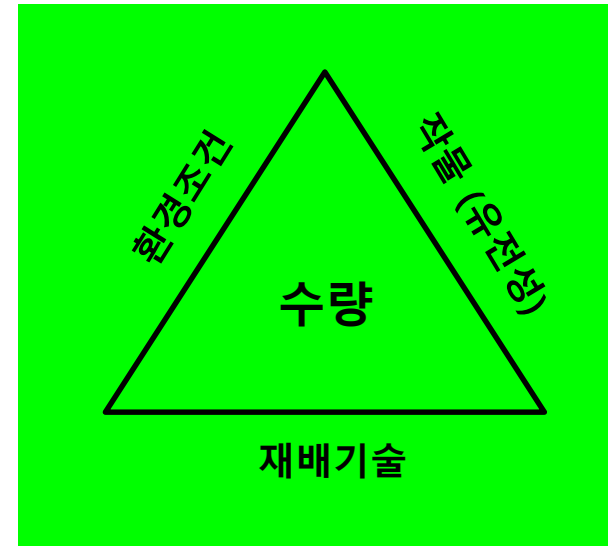
재배의 특성은 작물을 재배할 때 일정한 면적에서 최대의 수량을 얻기 위한 적절한 수단을 재배라 하며, 농업 소득은 **조수익**gross income 粗收益 에서 **생산비**production cost 生産費 를 제외한 **순수익**net income 純收益 을 말하며, 최대 순수익을 얻기 위해서는 유전성이 좋은 작물, 최적의 재배조건과 환경조건에서 재배하여야 가능하다.

2. 수량 삼각형

최대 수량을 얻기 위해서는 재배기술, 작물 유전성과 환경조건이 균형 있게 발달하여야 하며, 어떤 다른 2 조건이 발달하여도 하나의 조건이 만족되지 않으면 최대 수량 증대가 되지 않는다.

최대 수량은 최소로 존재하는 인자 (한정요인)에 의하여 지배를 받으므로 최소율law of minimum 最少律 이라고 한다.

따라서 재배학은 육종분야, 재배기술, 환경분야의 종합적 원리를 연구하는 분야이다.



3. 작물의 분류

1) 용도에 따른 분류

- (1) 식용작물 food crops 食用 : 화곡류, 두류, 서류
- (2) 공예작물 industrial crops 工藝 : 전분, 유료, 기호, 약용
- (3) 사료작물 forage crops 飼料 : 벼과 (오처드그래스, 이탈리아안 라이그래스, 티머시, 톨페스큐, 레드톱), 콩과 (레드클로버·화이트클로버·앨펠퍼·헤어리베치)
- (4) 녹비작물 green manure crops 綠肥 : 벼과, 콩과
- (5) 원예작물 ornamental crops 園藝 :
 - 채소류: 과채, 엽채, 근채
 - 과수류: 인과류 pome fruits 仁果類 -사과, 배
 - 핵과류 stone fruits 核果類-복숭아, 자두, 살구, 앵두
 - 장과류 berry fruits 漿果類 -포도, 딸기, 무화과
 - 견과류 nut fruits 堅果類 -호두, 밤
 - 준인과류 - 감, 귤
- (6) 관상작물 (화훼) : 초본류 (국화, 백합, 난초...), 목본류(철쭉, 동백, 고무나무...)



2) 생태에 따른 분류

- (1) 생존 연한 : 일년생annual, 월년생winter annual(가을파종),
이년생biannual(봄파종~다음해), 영년생perennial(다년생)
- (2) 생육 계절 : 여름작물(하작물), 겨울작물(동작물)
- (3) 생육 적온 : 저온작물(맥류, 감자), 고온작물(벼, 콩, 고구마), 열대작물(감귤, 선인장)
- (4) 생육형태 : 주형(벼, 보리), 포복형(고구마)

3) 재배이용의 특수성에 따른 분류

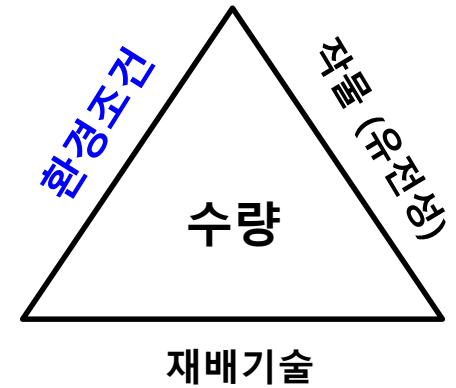
- (1) 작부방식 : 논작물, 밭작물, 앞작물, 뒷작물, 주작물, 부작물
- (2) 이용면 분류 : 휴한작물 (지력유지작물 클로버); 흡비작물 (목초, 녹비)
구황작물 (흉년도움 작물 고구마)
- (3) 경영면 분류 : 자급작물 - 맥류; 환금작물 - 담배, 인삼;
경제작물 - 환금작물 중에서 특히 수익성 높은 작물
- (4) 토양보호 측면 분류 : 피복작물- 목초, 고구마 (포복성); 토양조성작물- 녹비식물

4. 환경 조건

작물 생육에 직접 관련된 환경은 자연환경이며 최근 비닐하우스 등 환경제어 농업도 동일하다

수량 구성요소로 보면 작물의 우수한 유전성이 좋은 특성을 발휘하려면 최적 환경조건하에서 이루어지므로, 작물의 유전성은 자연환경의 지배 하에서 유전형질genetic character 形質로 발현된다

작물은 환경조건하에서 발아에서부터 수확 시까지 여러 발육단계를 갖는데, 이를 **작물의 일생** 이라고 하며, 발육단계별 적절한 환경조건이 각각 다르다.



벼의 일생 : 발아germination 發芽, 묘seedling 苗, 이앙transplanting 移秧, 활착rooting 活着, 분얼tillering 分蘖, 유수형성panicle formation 幼穗形成, 절간신장internode elongation 節間伸張, 화기형성flower formation 花器形成, 배우자형성gametogenesis 配偶子形成, 출수come into ears 出穗, 개화florescence 開花, 수정fertilization 受精, 등숙grain filling 登熟

1) 자연환경의 구분

- (1) 거시적 환경 : 지역적 지대 (온대, 아열대, 열대, 냉대)는 연간 변이가 있다고 하여도 일차적으로 그 환경 특성을 크게 벗어나지 않는다.
- (2) 국부적 환경 : 유기물, 석회 시용 등 재배 토양의 환경, 큰 공장 주변 등 재배지의 대기환경은 2차적으로 직접적인 영향을 받으므로 거시적 환경과 함께 매우 중요하다.

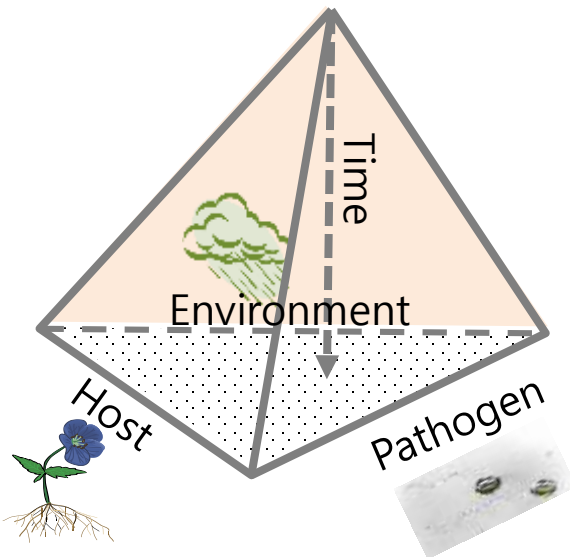
2) 자연환경의 구성 요소 (식물 생리장애 발생 요소)

- (1) 토양 요소 : 토성, 토양 성분, 토양 반응, 토양 수분, 토양 공기, 토양 미생물
- (2) 기상 요소 : 수분 - 강수;
공기 - 대기, 바람, 공기 습도 ;
온도 - 기온, 지온, 수온;
광 - 일조, 일장
- (3) 생물요소 : 식물 - 잡초, 기생식물;
동물 - 곤충, 조수;
미생물 - 병원체

5. 식물병과 생리장애 발생

1) 병 삼각형 (Disease triangle), 병 사각형 (Disease tetrahedron)

병의 증상은 병원체, 기주, 환경조건의 상호작용에 의한 결과



(1) 병원체 Pathogen 病原體

균류, 세균, 바이러스, 화이토플라스마, 선충 등이며,
병원체의 총체적인 양과 총체적인 병원성을 말한다.

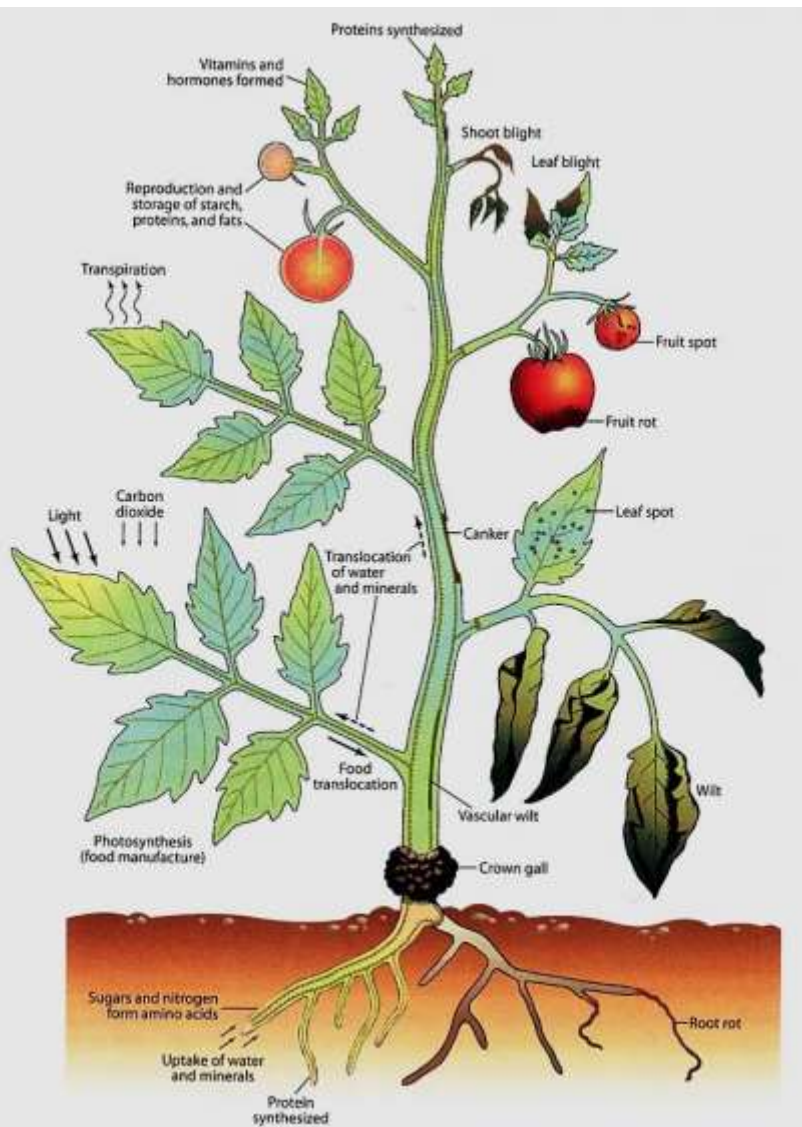
(2) 기주 Host 寄住

저항성, 생육 단계, 영양 상태 등이며,
기주 감수성에 영향을 미치는 총체적인 기주조건을 말한다.

(3) 환경 Environment 環境

온도, 습도, 광, 영양, 토양 상태 등이며,
병 발생에 영향을 미치는 총체적인 환경 상태를 말한다.

2) 식물의 정상 활동과 병 발생 (장애)



(1) 식물의 주요 생리작용

① 광합성 photosynthesis, 호흡 respiration
유기물 생산과 에너지 생산으로 식물체의 잎, 줄기, 뿌리가 생장한다.

② 증산 transpiration

뿌리에서 수분을 흡수하고 잎의 기공에서 배출하여 식물체의 흡수력 증가와 팽압 유지, 체온 유지를 한다.

(2) 식물 병의 발생

식물이 정상적으로 생육하지 못하는 상태를 말한다.

① 병원체 감염 : 병증 (내부병증, 외부병증),

② 환경 부적절 : 장애 발생

(생리병 또는 생리장애)

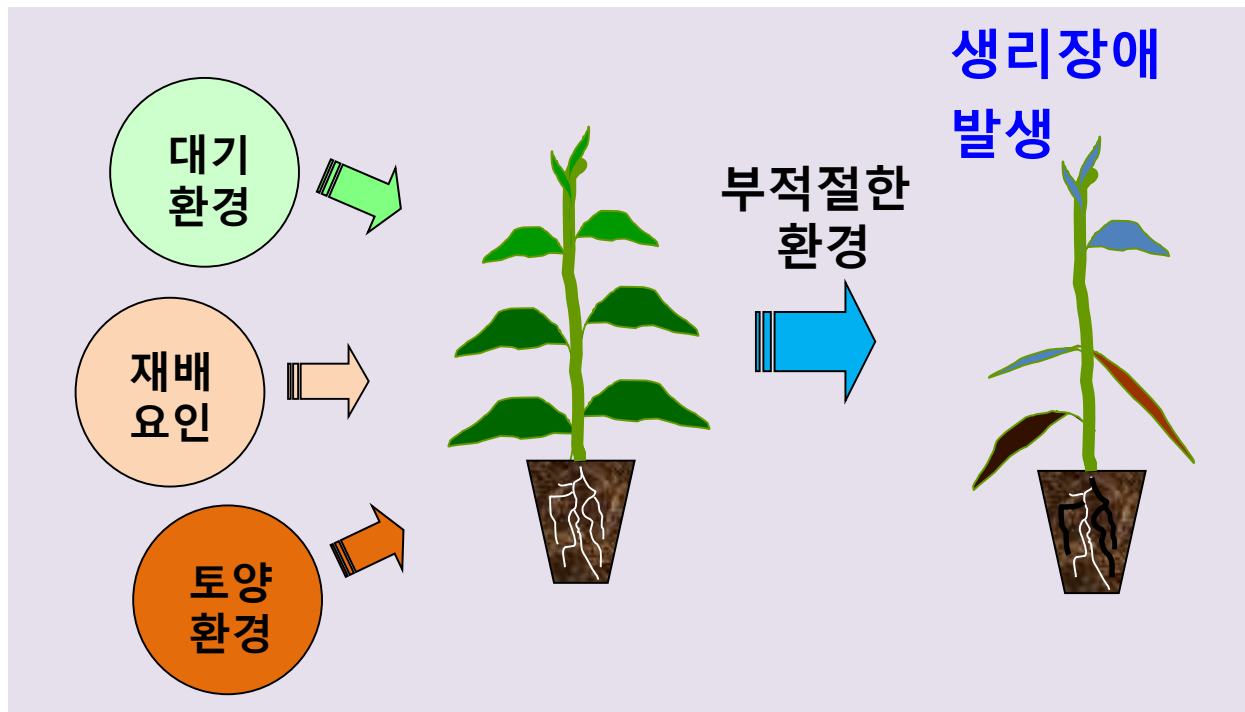
3) 생리장애 발생 구분

(1) 병원체에 의한 장애 (병해)

생물적 (병원체 등) 요인에 의하여 일어나는 장애

(2) 생리장애

비생물적 요인인 대기환경, 토양환경과 재배적 요인들이 식물의 생육에 영향을 주어 종합적으로 나타나는 장애를 말한다.



4) 환경요인에 의한 이상 장애가 많은 이유

(1) 인공환경 조성지가 많다

① 생육 적지가 아닌 경우에는 온도, 빛, 토질, 토양수분, 공간 등이 불리하다.

* 병해충 발생을 방지하기 위하여 작물의 재배 한계선을 넘어 재배하면 생리장애 발생이 많다.

② 주변 식물과의 경쟁으로 생리장애가 발생한다. 예) 잔디밭의 식물 재배

③ 사람들의 활동에 의하여 식물이 생육하는데 유해한 환경, 즉 도로의 대기 오염, 과도한 전정 등으로 정상 생육하지 못한다.

(2) 갑작스런 환경의 변화가 잦다

개간, 공사, 재개발 등으로 식물 재배 환경이 열악해 저서 이상장애가 나타난다.

(3) 위험요인의 발생이 많다

교통 사고, 관리 장비, 공사 장비 등으로 기름 유출, 화재의 환경 오염이 많다.

(4) 병 저항성 품종 재배

과거에는 병해충 저항성에 치중하고 환경 저항성에 대한 고려는 적었다.

(5) 환경요인은 종 특이성이 없다

이상 환경은 어떤 식물이든지 영향을 주므로 식물 종과 상관없이 장애가 발생한다.

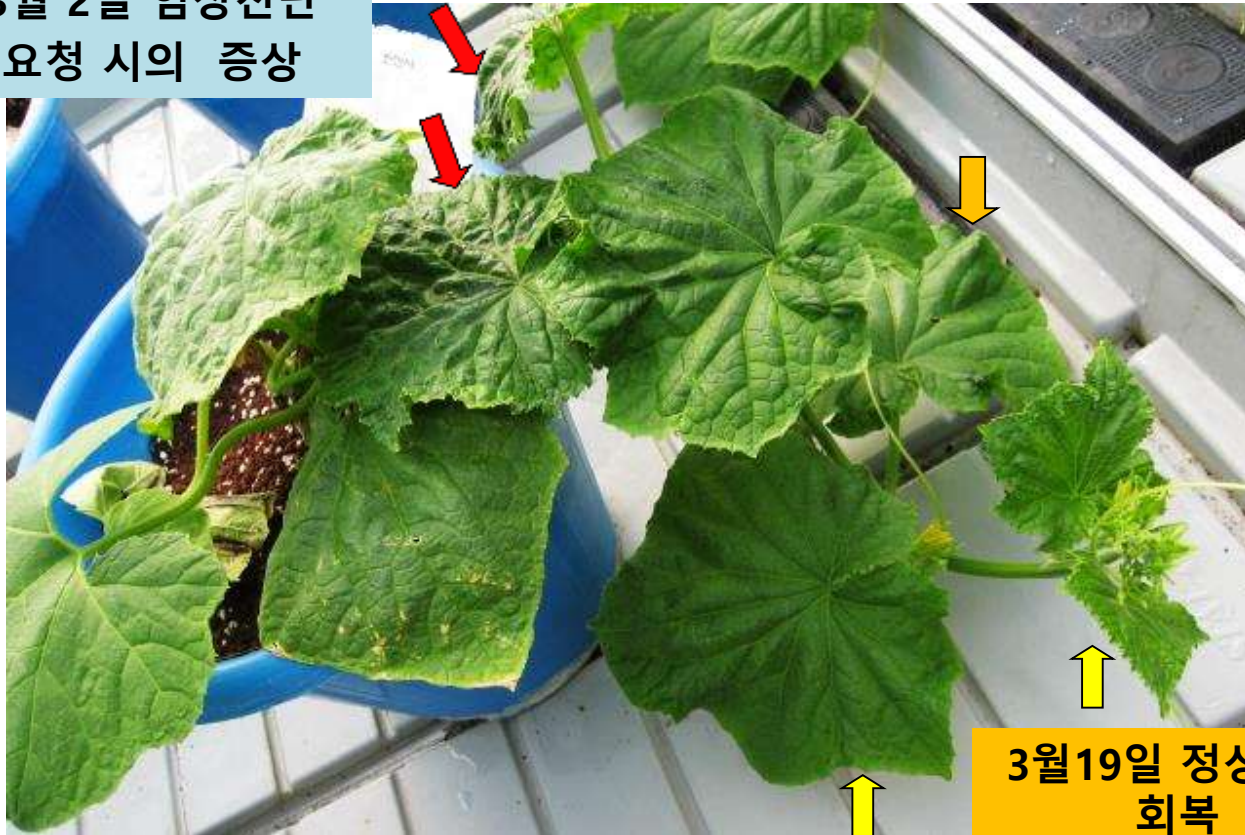
5) 식물 바이러스 증상과 영양생리장애 구별은 어떻게 하는가?

- (1) 증상 발현 식물체를 증상 정도 별로 구분하여 정상 토양에 이식한다.
- (2) 이식 후 활착이 되면 1~2주 동안 새로운 잎이 전개되면서 동일한 증상이 계속 발현되는지 관찰한다. 대부분 영양 생리장애 증상을 보이는 식물체는 새잎이 전개되면서 증상이 회복한다.
- (3) 전자현미경으로 세포미세구조, 바이러스입자 등 병원체 감염여부를 확인한다.
- (4) 바이러스 증상은 대부분 동일한 증상이 지속적으로 발현된다. 또한 바이러스와 세균 등 다른 병원체와 구별을 위하여 다음 항목을 수행한다.
- (5) 기존에 알려지지 않았거나 진단기술을 확보하지 않은 바이러스에 대해서는 증상 발현주의 즙액을 밀리포아 필터를 이용하여 거른 후 지표식물에 접종하면 식물바이러스 감염 여부를 확인할 수 있다.
- (6) 즙액 전염이 되지 않는 바이러스의 경우도 있으므로 전체 핵산을 추출하고 대용량 유전자 진단기술 (LSON칩)로 진단한다.
- (7) 전자현미경으로 재 검정하여 식물 바이러스 병원체를 확인 한다.

농가 포장에서 이상 증상 발현 식물체를 온실에 새로 이식하면 생리장애 증상과 바이러스 감염 증상을 구분할 수 있다

- 생리장애 증상은 발생 요인인 지상 지하부 환경 조건이 모두 바뀌어 회복된다
- 바이러스 증상은 환경조건이 모두 바뀌어도 감염 상태가 유지되어 지속적 으로 증상이 발현 된다

3월 2일 임상진단
요청 시의 증상



3월19일 정상으로
회복

6) 영양생리장애 진단의 유의점

(1) 장애 발생의 주 요인

첫째, 어느 원소가 부족 또는 과잉에 의하여 나타나는가 하는 것이며,

둘째, 식물체의 내적 원인으로 뿌리 발달 정도가 나쁘거나 품종의 저항성 정도가 다른 경우 장애 발생이 달리 나타나며,

셋째, 장애 유발 원인이 비교적 낮은 지온, 토양 수분 부족 등의 원인으로 특성 원소의 영양장애가 발생하는 것으로 구분할 수 있다.

따라서 영양생리장애 대책은 이들 주 요인의 분석에 의하여 처방이 되어야 한다.

(2) 장애 발생 원인 증명 과정과 유의점

(1) 병원체와 영양생리장애의 증명과정은 기본적으로 동일하다

코흐의 4가지 조건, 즉 ① 병원체가 감염체 세포, 조직에 다수 존재하여야 하고, ② 병원체 분리 후 순수배양이 가능하고, ③ 건전 개체에 접종 후 동일 증상 발현이 되어야 하며, ④ 동일한 병원체의 재 검출을 만족하여야 한다.

(2) 바이러스 및 순환물 곰팡이는 코흐의 조건을 모두 만족하지 못한다

식물 병원체 중 순환물 기생체 (절대 기생체 obligate parasite, 絶對寄生體)는 순수 배양과 인공 접종이 불가능하여, 이 조건을 만족하기가 어려운 경우가 다수 있다.

(3) 영양 생리장애의 원인 증명

영양 생리장애도 코흐의 조건을 만족하여야 하지만, 식물체와 토양의 원소함량 검정과 동일한 증상 재현이 되었다고 하여도, 이런 것은 병원체 감염에 의한 이차 생리작용일 경우가 있기 때문이다.

따라서 영양생리장애 진단의 완결은

- ① 실험실이나 온실에서 부족하거나 과잉의 원소를 토양에 직접 적용하여 동일한 증상을 발현하여야 하며,
- ② 농가 포장에서 증상이 나타난 토양에 영양 과부족에 대한 진단 결과를 적용하여 식물체가 정상 생육 되어서 장애 발생이 최종적으로 치유되어야 한다.

7) 작물 생리장애 진단 흐름도

(1) 벼 생육이상

농가 개별 필지 발생	필지 전체 발생	신 개답지 낮은 곳 심	철분 과다 (아산화철 과량용출)
		신선 유기물 과용	환원 작용에 의한 황화수소 가스 피해로 고사한다
		농약 오용	제초제, 혼용 부적절은 자주 일어난다
	부분 발생	중앙부에도 발생	제초제, 비료 등 농자제 사용 실수
		직선으로 발생	상자 모는 기계 이앙하면 상자 단위로 발생
		주변부에만 발생	논둑 제초제 살포시, 타인 고의성도 흔히 나타난다
		외부 유입원	객토, 농약 오남용
		병해충	발병 시간이 오래되면 전 필지에도 발생한다
여러 농가 필지 발생	필지 전체 발생	흙 쌓기 지대	곤죽으로 통기성이 없어 고사한다
		물 유입구에 심	오염수의 유입으로 발생한다
	부분 발생	물 유입구 피해	오염수의 유입으로 발생한다
		냉수원 쪽 피해 심	냉수가 유입되어 생육이 저조하다
		경지정리 한 곳	잠재 특이 산성토가 표토로 노출되어 발생한다
		하구 가뭄, 위쪽 마름	간척지의 경우 해수 유입으로 염해가 발생한다
		신 개답지, 절토부위	퇴비 시용이 되지 않아 영양 부족이 원인이다
		복토한 곳	불법으로 산업 폐기물을 복토하여 유해물질 혼입

(2) 노지 밭 작물 생육이상

개별 포장 발생	포장 전체 발생	시비 부적절	영양 과다	농록, 도장, 잎 주변이 고사 한다
			영양 결핍	황화, 잎이 부분적으로 변색 한다
			토양 영양 불균형	과다 장애, 결핍 장애가 나타난다
	부분 발생	과습		뿌리 썩음, 도장, 병해가 발생 한다
		오염 물질	매물, 유입	오염원 주변이 심하게 나타난다
		복토	과습	중앙부에 투수불량이 나타나며, 습해도 나타난다
		농약 오용	약해	부분적으로 발생 한다
		병해충		감수성 품종, 일조부족, 통풍불량이 원인이다
여러 포장 발생 (지역 발생)	포장 전체 발생	대기오염	공장, 소각장 주변	분지형 지형에 피해 심하다
		기상재해	늦서리, 침수, 태풍	지역 또는 마을 단위로 발생 한다
		불량 토양	침식지. 배수불량	토양 구성에 따라서 지역 전체에 발생한다
		불량 농자재	퇴비, 영양제	포장 전체 또는 집중적으로 발생한다

(3) 시설하우스 작물 생육이상

개별 포장 발생	포장 전체 발생	시비 부적절	영양 과다	농록, 도장, 잎 주변 고사
			영양 결핍	황화, 잎 부분 변색
			토양 영양 불균형	과다 장애, 결핍 장애
		관리 불량	시설관리	온도, 습도, 환기 관리 장애
			작물관리	연작, 선충, 병해충 방제 미흡
	부분 발생	복토	과습	토양 수분, 통기 불량 장애
		농약 오용	약해	부분적 발생
		병해충		감수성 품종, 환경불량
여러 포장 발생 (지역 적 발 생)	포장 전체	시설 부적지	일조 부족	도장, 착과 불량, 병해충 발생
		농자재	난방기	가스 피해, 저온 피해
			퇴비	염류장애, 가스장애
			영양제	영양 과다, 결핍 장애
		불량 토양	오염지, 배수불량	토양 구성 지역 전체 발생
		불량 기상	강한 바람	풍해, 냉해
			설해	냉해, 동해