

1.2 시설 개요 - 내부구조 및 시설 명칭

학습 목표: 식물공장의 내부 구조와 각 시설의 명칭·역할을 설명할 수 있으며, 작업 구역을 구분하여 안전하게 이동·작업할 수 있다.

1.2-1 식물공장의 전체 구조 이해

식물공장은 단일 공간처럼 보이지만, 실제로는 목적과 기능에 따라 여러 구역으로 구획됩니다. 외부와의 차단을 유지하고 위생을 관리하기 위해 출입 구역, 작업 구역, 재배 구역, 기계 설비 구역 등이 체계적으로 분리되어 있습니다.

구역	주요 역할
외부 출입구	외부 공기·이물질 차단을 위한 이중 출입문 또는 에어커튼 설치
전처리·파종 구역	씨앗 선별, 파종, 초기 발아 처리가 이루어지는 공간
육묘 구역	발아된 모종을 정식 전까지 키우는 공간. 온도·습도 별도 관리.
재배 구역	정식된 작물이 성장하는 핵심 공간. 다단식 재배 베드, LED 조명, 양액 공급 라인 집중.
손질·포장 구역	수확한 작물을 선별·손질·포장하는 공간. 재배 구역과 분리하여 교차오염 방지.
기계·설비 구역	양액 탱크, 공조 장치, 전기 배전반, 양수 펌프 등 기계 장비 집중 배치. 전문 담당자만 출입.

1.2-2 주요 시설 및 명칭

① 재배 베드(Growing Bed / Channel)

작물의 뿌리가 양액에 접촉하거나 암면(록울)·펄라이트 등 배지 위에 놓이는 재배 트레이입니다. 흘러내리는 박막 양액 방식(NFT, Nutrient Film Technique)과 깊은 수경(DFT, Deep Flow Technique) 방식이 주로 사용됩니다.

- NFT(박막 수경): 얇은 양액 흐름이 뿌리 하단만 적시는 방식. 상추 등 엽채류에 적합.
- DFT(심액 수경): 뿌리 전체가 양액에 잠기는 방식. 안정적 양분 공급 가능.



사진 | 재배 베드에서 자라고 있는 엽채류 채소

② 재배 선반(Growing Rack / 다단 선반)

재배 베드를 층층이 쌓아 올린 구조물입니다. 다단식 설계를 통해 동일 바닥 면적에서 최대 5~8 배의 재배 공간을 확보할 수 있습니다. 각 층마다 LED 조명이 설치됩니다.



사진 | 수직으로 재배선반을 쌓아올린 식물공장의 모습

③ 파종 트레이(Seeding Tray) / 정식 패널(Planting Panel)

씨앗을 발아시킬 때에는 파종 트레이를 사용합니다. 육묘대에 거치한 뒤 발아한 작물이 모종상태가 될때까지 키웁니다. 모종을 재배 베드에 고정하기 위해 걸 뚜껑에 구멍이 뚫린 거터를 사용합니다. 구멍의 간격은 작물의 크기와 종류에 따라 다르게 적용 됩니다.



사진 | 육묘대에 거치된 파종트레이



사진 | 재배베드에 정식된 육묘의 모습

1.2-3 광원 시스템 - LED 조명

빛은 식물이 광합성을 수행하기 위한 가장 기본적인 에너지원입니다. 완전인공광형 식물공장은 LED(발광 다이오드) 조명을 유일한 광원으로 사용합니다.

LED를 사용하는 이유는 식물의 광합성에 필요한 특정 파장(빨강·파랑)을 선택적으로 공급 가능하며, 형광등 대비 전력 소비가 낮고 수명이 길어 운영비 절감이 가능하기 때문입니다. 또한 발열이 적어 재배 베드와 근접하게 설치 가능하기 때문에, 공간을 효율적으로 사용할 수 있는 다단 재배에 유리합니다. 식물공장에서는 LED의

조명시간을 조절하여 낮과 밤을 인위적으로 설정하며, 이를 통해 작물의 개화·성장 속도 조절합니다.

파장 색상	파장 범위	식물에 미치는 영향
청색광(Blue)	400~500nm	잎의 기공 개폐, 엽록소 합성, 줄기 도장 억제
녹색광(Green)	500~600nm	잎 내부 깊은 곳까지 침투, 광합성 보완
적색광(Red)	600~700nm	광합성 주요 파장, 성장 촉진, 개화 촉진

PPFD(광합성 광자속 밀도): 조명 강도를 나타내는 단위($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). 작물 종류와 생육 단계에 따라 적정 PPFD 값이 다르므로, 작업 지침서에 명시된 값을 준수해야 합니다.



사진 | 재배작물에 최적화된 광원 조합을 개발하여 설치한 LED 설비

참고·첨부 자료

이 Lee S.W., 「Plant Factory and Plant Cultivation Using LED Light」, Optical Science and Technology, 2010 - DBpia 요약 (<https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE02477898>)

KISTI ScienceON, 「식물공장과 LED 인공광 이용한 식물재배」 (<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=JAKO201012155229360>)

KISTI, 「LED 파장 제어 가정용 식물공장 시스템개발」 보고서 (<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201700006961>)

1.2-4 양액(수경재배) 시스템

양액(養液)은 수경재배시에 식물에 필요한 영양소를 흙 없이 공급하는 영양 수용액입니다. 식물 공장에서는 재배 베드에 양액을 공급하고 회수하는 폐쇄형 구조로 물 낭비를 최소화합니다.

주요 구성 요소

구성 요소	기능
원수 탱크(저수조)	정수된 물을 저장하는 기본 탱크
양액 탱크(혼합 탱크)	원수에 각종 비료 원액을 혼합하여 목표 농도의 양액을 만드는 탱크
양수 펌프	양액을 재배 베드로 이동시키는 동력 장치
배관·호스 라인	양액이 이동하는 PVC·스텐 배관. 주기적인 막힘 및 누수 점검 필요
회수 배관	재배 베드를 지난 양액을 다시 탱크로 모으는 순환 라인
EC 센서	양액의 전기전도도(EC)를 측정하여 양분 농도를 확인
pH 센서	양액의 산도를 측정. 작물마다 적정 pH 범위가 다름 (일반 5.5~6.5)



사진 | 재배 베드에 양액을 공급하는 양액탱크와 육묘 베드에 양액을 공급하는 양액탱크. 재배시기와 육묘시기의 최적화된 EC, pH 가 다르기 때문에 양액 탱크 및 양액 조절 시스템을 구분해서 운영.

EC와 pH란?

EC는 전기 전도도(Electrical Conductivity)의 약어로 양액에 녹아 있는 이온(양분) 농도를 간접적으로 측정하는 수치. 단위는 mS/cm.

- EC가 너무 낮으면: 양분 부족으로 생육 불량
- EC가 너무 높으면: 양분 과잉으로 뿌리 손상

pH(수소이온농도): 용액의 산성·알칼리성 정도. pH 7이 중성.

- pH가 맞지 않으면 양분이 침전되거나 흡수가 되지 않음.

참고·첨부 자료

농촌진흥청, 「식물공장 기술 개발 로드맵」 - 수경재배시스템 범위, KISTI
(<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201300014245>)

1.2-5 환경제어 시스템

식물공장에서 '환경제어'란 식물이 최적으로 자랄 수 있도록 재배 공간의 물리적·화학적 조건을 자동으로 유지·관리하는 시스템입니다.

환경 요소	관련 장비	주요 역할	예시 사진
온도 (Temperature)	히트펌프, 냉난방기, 항온항습기	작물별 적정 온도 유지 (보통 20~25℃)	
습도 (Humidity)	가습기, 제습기, 공조기	적정 상대습도 유지 (60~80% 내외)	
CO ₂ 농도	CO ₂ 공급 장치(보일러), 센서	광합성 촉진을 위해 대기 농도(400ppm) 이상 공급	
공기 순환	순환 팬(Fan)	재배 구역 내 공기 정체 방지, 균일한 환경 유지	
필터	HEPA 필터, 프리필터	외부에서 유입되는 먼지·병원균·곤충 차단	

이 모든 장비들은 중앙 모니터링 시스템(컨트롤러 또는 컴퓨터)과 연결되어, 센서가 측정한 실시간 데이터를 바탕으로 자동 또는 수동으로 조절됩니다. 초보 직원은 각 계기(센서 디스플레이)의 수치를 정기적으로 확인하고, 이상이 발생하면 즉시 담당자에게 보고하는 것이 핵심 역할입니다.

참고·첨부 자료

농촌진흥청, 「식물공장 기술 개발 로드맵」, KISTI ScienceON

(<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201300014245>)

농림축산식품부, 「스마트팜 개념 및 의의」 (<https://www.mafra.go.kr/home/5280/subview.do>)

1.2-6 위생·안전 구역 구분 및 기본 수칙

식물공장은 위생이 생산물의 품질과 직결됩니다. 구역별 위생 관리와 안전 수칙을 반드시 숙지하고 준수해야 합니다.

출입 시 주의사항

- 외부인 출입 최소화
- 손 세정(비누 손씻기 또는 알코올 소독)
- 외부 흙이 묻은 물품 반입 금지

구역별 출입 통제

구역	출입 가능 대상
재배 구역	위생 교육을 이수한 모든 직원 (위생복 필수)
기계·설비 구역	장비 담당자, 관리자 (전기·기계 위험 구역)
수확·포장 구역	담당 직원 (식품위생 기준 준수)

안전 주의사항 (전기·기계)

- △ 전기 배전반·제어판은 반드시 담당자 외 조작 금지
- △ 양액 펌프 점검 시 전원 차단 후 작업
- △ 다단 선반 위에 올라갈 때 전용 발판·사다리 사용
- △ CO₂ bombe(가스통) 취급 시 환기 후 작업
- △ 이상 소음·냄새·화재 감지 시 즉시 작업 중단 및 보고

참고·첨부 자료

농촌진흥청 국립농업과학원, 「농작업 단계별 공통안전작업지침」, 농업인안전 365
(https://farmer.rda.go.kr/farmAttach/healthSafety/publishBook/240571_MF_ATTACH_01.pdf)

단원 마무리 확인 문제

- Q1.** 식물공장이 일반 온실(비닐하우스)과 다른 가장 큰 특징은 무엇인가요?
- Q2.** 완전인공광형 식물공장에서 LED 조명을 사용하는 이유 두 가지를 설명해 보세요.
- Q3.** 양액의 EC와 pH가 각각 무엇을 의미하는지, 기준값을 벗어났을 때 어떤 문제가 생기는지 설명해 보세요.
- Q4.** 재배 구역에 들어가기 전에 반드시 해야 하는 위생 절차를 순서대로 나열해 보세요.

