

1. 식물공장 한눈에 보기

학습 목표: 재배 랙·육묘 랙·공조 설비의 구성과 역할을 이해하고, 작업 지시에 쓰이는 관리 단위(단·줄·유닛·포트)를 정확히 구분할 수 있다.

1-1 식물공장이란

식물공장은 외부와 차단된 실내에서 빛·온도·습도·CO₂·양액을 모두 설비로 만들어 작물을 키우는 시설입니다. 햇빛 대신 LED 조명을, 흙 대신 양액(물에 비료를 녹인 영양 물)을 사용합니다. 쉽게 말해 "실내에 지은 채소 아파트"입니다.

네토그린 농장은 유러피안 샐러드 5종(프릴아이스, 적프릴아이스, 버터헤드, 미니로메인, 카이피라)을 재배합니다.

식물공장의 특징

- ① 날씨와 계절에 관계없이 연중 같은 품질로 생산할 수 있습니다.
- ② 여러 단을 위로 쌓아 바닥 면적 대비 재배 면적을 크게 늘립니다.
- ③ 밀폐 공간이므로 작물이 필요로 하는 환경을 사람이 모두 만들어 주어야 합니다. 설비 하나가 멈추면 작물 전체가 영향을 받습니다.

△ 주의 밀폐 공간에서는 "자연이 알아서 해 주는 것"이 없습니다. 정해진 기준값과 점검 주기를 지키는 것이 곧 재배 기술입니다.

1-2 재배 랙 구성과 관리 단위

재배 랙은 정식(옮겨심기)이 끝난 모종을 수확할 때까지 키우는 메인 생산 설비입니다. 각 단은 거터·LED 조명·양액 공급 라인이 하나의 세트를 이룹니다.

재배 랙 4대 구성 요소

구성 요소	역할
① 랙 프레임	각 단을 지지하는 골조. 단 간격이 작물 키와 LED까지의 거리를 결정합니다.
② 거터 + 거터 커버	양액이 아래로 흐르는 물길이자 작물 뿌리를 지지하는 재배 베드입니다.
③ LED 조명부	단마다 설치되어 빛을 공급합니다.
④ 양액 순환 라인	혼합탱크의 양액을 각 거터로 보내고 배액을 회수합니다.

관리 단위 — 작업 지시에 나오는 숫자

유닛(unit)은 급수·배수를 밸브 하나로 따로 제어할 수 있는 가장 작은 재배 단위입니다. 아파트로 치면 "한 세대"입니다.

단위	기준	의미
단	랙 한 줄 = 6단	아래에서 위까지 재배 선반 6층
줄	한 단 = 거터 8줄 = 2 unit	좌·우 4줄씩 각각 1 unit
칸	1칸 = 4줄 × 8개 = 32포트	한 줄은 8칸 × 8개 = 64포트
unit	1 unit = 4줄 × 8칸 = 256포트	포트 1개 = 작물 1포기
농장 전체	36 unit = 9,216포기	한 번에 키우는 최대 포기 수

거터와 LED 설치 기준

- 거터: 전면 유입 밸브로 들어온 양액이 완만한 경사를 따라 흘러 후면 배수구로 회수됩니다. 유입 밸브를 많이 열수록 유량이 늘고, 조금 열수록 줄어듭니다.
- 거터 커버(정식 패널): 빛을 차단해 녹조 발생을 막고 배지를 고정합니다. 포트 간격 200mm, 옆 줄과 지그재그 배열, 거터당 64주입니다.
- LED: 단당 40등, 백색·청색·적색 조합, 대시보드 스케줄러로 켜고 끕니다.

⚠ 주의 LED가 작물에 가까울수록 빛의 세기(PPFD)가 급격히 올라갑니다. 단 간격을 바꿨다면 반드시 광량계로 작물 윗면 높이의 PPFD를 다시 측정하십시오.

1-3 양액 순환 계통

양액은 작물의 밥입니다. 원액통에서 시작해 거터를 지나 다시 돌아오기까지 아래 순서로 흐릅니다.

단계	내용
1. 원액 저장	진한 비료 원액을 A통과 B통에 분리해 보관합니다.
2. 혼합탱크	원액을 원수(물)로 희석하고 EC·pH를 목표값까지 자동으로 맞춥니다(도정).
3. 공급 펌프	혼합된 양액을 재배 랙으로 밀어 올립니다.
4. 디스크 필터	찌꺼기와 불순물을 걸러 펌프 부하와 배관 막힘을 예방합니다.

단계	내용
5. 거터 유입 밸브	밸브 개방 정도로 거터별 관수량을 조절합니다.
6. 거터 통과·배수	후면 배수구로 흘러나온 배액을 회수합니다.

주요 설비 제원

항목	사양
혼합탱크 용량	재배 2,000 L / 육묘 250 L
거름 장치	디스크 필터 (주 1~2회 세척)
계측 센서	EC · pH · 수온 (혼합탱크 내 거치)

왜 A액과 B액을 나눌까요?

A액에는 칼슘이, B액에는 인산·황산 성분이 들어 있습니다. 진한 상태에서 두 액이 만나면 바로 반응해 물에 녹지 않는 결정(양금)이 생깁니다. 혼합탱크에서 많은 물로 충분히 희석된 뒤에야 두 성분이 함께 있을 수 있습니다.

△ 절대 금지 A액과 B액을 한 통에 합치지 마십시오. 즉시 결정이 생겨 배관과 장비가 막힙니다.

1-4 육묘 랙과 재배 랙 비교

육묘 랙(육묘대)은 파종한 트레이를 올려 정식 전까지 어린 모종을 키우는 "채소 어린이집"입니다. 재배 랙과 물리적으로 분리되어 있고 양액 라인도 따로 운영하므로, 대시보드에서는 "육묘 EC·pH"로 따로 표시됩니다.

- 구성: 5단, 한 단 = 4칸 × 3트레이 = 12트레이, 전체 60트레이
- 관수 방식: 저면관수 — 트레이 바닥으로 양액이 들어와 스펀지 밑면을 적십니다.

구분	육묘 랙	재배 랙
사용 시기	파종 ~ 정식 직전 (21일)	정식 ~ 수확
작물 거치 형태	파종 트레이 단위	정식 패널 포트 단위
목표 PPFD ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	150 ~ 200	250 ~ 300
LED까지 거리 (cm)	40 ~ 60	30 ~ 50

구분	육묘 랙	재배 랙
목표 EC (dS/m)	0.8	1.5 ~ 1.8
목표 pH	5.8 ~ 6.2	5.8 ~ 6.2
목표 상대습도 (%)	70 ~ 80	60 ~ 70
대시보드 표기	육묘 EC · pH	재배 EC · pH

어린 모종은 빛을 약하게, 양액을 묽게, 습도를 높게 관리합니다. 뿌리와 잎이 아직 약해 강한 빛이나 진한 양액, 건조한 공기를 견디지 못하기 때문입니다.

▲ 주의 트레이가 양액에 너무 깊이 잠기지 않게 하십시오. 배지 밑면만 닿으면 충분합니다. 깊이 잠기면 뿌리 주변 산소가 부족해집니다.

▲ 주의 육묘 기간은 21일을 넘기지 않습니다. 21일을 넘긴 모종은 노화묘가 되어 정식 후 활착이 나빠집니다.

1-5 공조·환경 제어 설비와 운영 기준

밀폐된 재배실에서는 온도·습도·기류·CO₂ 를 모두 설비가 만들어 줍니다.

제어 항목	담당 설비	운영 기준
온도	유닛 쿨러 (에어컨 역할)	주간 21~23℃ / 야간 17~18℃, 주야 온도차 4~5℃
습도	제습기 + 유닛 쿨러 냉각 제습	육묘 70~80% / 생육기 주간 60~70%
기류	서큘레이터 · 재배팬 (선풍기 역할)	잎이 가볍게 흔들리는 정도(0.3~0.5 m/s), 조명 ON 시간대 연속 가동
CO ₂	CO ₂ 공급 장치	목표 700 ppm, 조명 ON일 때만 공급, 환기 중 공급 중단
계측·제어	EC/pH/수온 변환기, 제어함	원격 제어 및 모니터링

설비별 주의사항과 그 이유

- ✓ 온도만 보고 유닛 쿨러 설정을 낮추지 않습니다. 냉각하면 제습도 함께 일어나 공기가 너무 건조해지고, 앞끝이 타는 팁변이 생깁니다.
- ✓ 습도가 너무 높아도 팁변이 생깁니다. 앞에서 물이 빠져나가지 못하면 칼슘이 앞끝까지 올라가지 못합니다.
- ✓ 공기가 고이면 무거운 CO₂가 바닥에 가라앉아 윗잎까지 닿지 못합니다. 바람이 작물에 정면으로 세게 닿지 않도록 각도를 조정합니다.
- ✓ CO₂ 장치가 도는데 대시보드 수치가 오르지 않으면 CO₂ 탱크를 교체합니다.

△ 주의 유닛 쿨러는 드레인 막힘·코일 성에, 제습기는 배수 호스 꺾임·흡입 필터 먼지를 정기 점검합니다.

1-6 센서와 대시보드

센서는 농장의 눈입니다. 센서가 읽은 값이 변환기를 거쳐 대시보드로 전달되고, 작업자는 그 숫자를 보고 판단합니다. 센서 값이 틀리면 자동 도징도 틀린 방향으로 움직입니다.

센서	설치 위치	취급 주의
pH 센서	혼합탱크 내부	끝부분 유리(글라스 벌브) 손상 주의
EC 센서	혼합탱크 내부	충격 · 건조 주의
수온 센서	혼합탱크 내부	케이블 꼬임 주의
온·습도 센서	재배실	급기 바람에 직접 노출되지 않게
CO ₂ 센서	재배실	작물 윗면 높이에 설치 권장

- 센서 세척: 주 1회
- 캘리브레이션(보정): 월 1회 — 제어함의 EC·pH 변환기 모듈 버튼으로 수행 (7강 참고)

△ 주의 세척과 보정을 거르면 EC·pH 측정값이 틀어지고, 그대로 양액 조성 오류로 이어집니다.

1-7 시설 이해 점검 체크리스트

현장에 처음 들어가기 전, 아래 항목을 직접 확인하십시오.

점검 항목	확인 여부
재배 랙 6단과 단당 거터 8줄(2 unit)을 구분할 수 있다	☐ 완료 / ☐ 미완료
내가 맡은 unit 번호와 위치를 안다	☐ 완료 / ☐ 미완료
거터 유입 밸브와 후면 배수구 위치를 안다	☐ 완료 / ☐ 미완료
A통·B통 원액과 혼합탱크 위치를 안다	☐ 완료 / ☐ 미완료
디스크 필터 위치를 안다	☐ 완료 / ☐ 미완료
육묘 랙과 육묘 혼합탱크를 구분할 수 있다	☐ 완료 / ☐ 미완료
유닛 쿨러·제습기·서클레이터·CO ₂ 장치 위치를 안다	☐ 완료 / ☐ 미완료
대시보드에서 재배 EC·pH와 육묘 EC·pH를 찾을 수 있다	☐ 완료 / ☐ 미완료

단원 마무리 확인 문제

- Q1.** 유닛(unit)이란 무엇이며, 1 unit에는 몇 포기가 들어가는지 계산 과정과 함께 설명하십시오.
- Q2.** A액과 B액을 한 통에 섞으면 안 되는 이유를 설명하십시오.
- Q3.** 양액이 원액통에서 거터를 지나 회수되기까지의 6단계를 순서대로 쓰십시오.
- Q4.** 육묘 랙이 재배 랙보다 빛을 약하게, 양액을 묽게, 습도를 높게 관리하는 이유를 설명하십시오.
- Q5.** 온도가 높다고 유닛 쿨러 설정을 크게 낮추면 어떤 문제가 생기는지 설명하십시오.