

식물공장 운영관리 교육

제4단원: 운영 및 관리

Operations and Cleaning Procedures for Plant Factory

대상: 식물공장 입문자 / 초보 직원

구성: 4.1 양액제조 | 4.2 센서 보정 | 4.3 육묘대 청소 | 4.4 거터 청소 | 4.5 탱크 청소 | 4.6
필터·센서 청소

목 차

4.1 양액제조	3
4.1-1 양액제조의 의미와 목적	
4.1-2 양액제조에 필요한 재료 및 장비	
4.1-3 양액제조 절차 (단계별)	
4.1-4 EC·pH 조정 방법	
4.1-5 양액 교체 및 갱신 주기	
4.1-6 양액제조 시 주의사항 및 안전수칙	
4.2 센서 보정 (캘리브레이션)	9
4.2-1 센서 보정의 의미와 목적	
4.2-2 EC 센서 보정 절차	
4.2-3 pH 센서 보정 절차	
4.2-4 보정 주기 및 이상 대응	
4.3 육묘대 청소	12
4.3-1 육묘대 청소의 의미와 목적	
4.3-2 육묘대 청소 절차 (단계별)	
4.4 거터(Gutter) 청소	14
4.4-1 거터의 역할과 청소 필요성	
4.4-2 거터 청소 절차	
4.5 탱크 청소	16
4.5-1 탱크 청소의 의미와 필요성	
4.5-2 탱크 청소 절차 (단계별)	
4.6 필터·센서 청소	19
4.6-1 필터 청소의 의미와 목적	
4.6-2 필터 청소 절차	

4.6-3 센서 청소 절차 및 주의사항

4.6-4 청소 주기 종합 관리표

4.1 양액제조

학습 목표: 양액제조의 의미·목적 이해하고, 원액 혼합·EC·pH 조정 절차를 안전하게 수행하며, 양액 갱신 주기를 관리할 수 있다.

4.1-1 양액제조의 의미와 목적

양액제조(養液製造, Nutrient Solution Preparation)란 식물이 흙 없이 필요한 모든 무기 영양소를 공급받을 수 있도록 각종 비료 원액(또는 분말)을 물에 정해진 비율로 용해하여 목표 EC와 pH를 맞추는 작업입니다.

작물별·생육단계별로 최적의 양분 조성(농도(EC))을 갖춘 양액제조는 식물의 생육을 촉진하며, 양분 불균형으로 인한 결핍증·과잉장해를 사전에 방지하게 됩니다. 또한 양액 탱크 교체 주기에 따라 신선한 양액을 공급함으로써 안정적인 품질재배가 가능합니다.

양액제조의 핵심 역할

- ① 작물이 필요로 하는 질소(N), 인(P), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg) 등 다량 원소와 철(Fe), 망간(Mn), 붕소(B) 등 미량 원소를 균형 있게 공급합니다.
- ② EC 수치로 양분 농도를 제어하여 작물의 생육 단계에 맞게 양분량을 조절합니다.
- ③ pH를 조정하여 각 양분이 이온 형태로 안정적으로 존재하고 뿌리가 흡수할 수 있게 합니다.
- ④ 순환식 시스템에서 배액을 재이용함으로써 비료 사용량과 환경 부하를 줄입니다.

4.1-2 양액제조에 필요한 재료 및 장비

항목	내용 및 주의사항
원수(정수된 물)	수돗물 또는 정수된 지하수. EC 0.3 이하, pH 6~7이 이상적. 중탄산 이온(HCO_3^-) 함량을 사전 확인 권장.
비료 원액(A액·B액)	대부분의 식물공장에서는 A액(칼슘 계열)과 B액(인산·황산 계열)을 분리 보관. 두 원액을 같은 용기에 직접 섞으면 침전 발생 → 반드시 물에 희석하면서 혼합.

pH 조정약품	pH를 낮출 때: 질산(HNO_3) 또는 인산(H_3PO_4) 희석액. pH를 올릴 때: 수산화칼륨(KOH) 희석액. 강산·강알칼리이므로 반드시 보호장갑·보안경 착용.
EC 측정기(EC Meter)	양액 농도를 실시간으로 측정. 정기적 보정(캘리브레이션) 필요.
pH 측정기(pH Meter)	양액 산도 측정. 정기적 보정(캘리브레이션) 필수.
교반기·교반봉	원액과 물을 잘 섞기 위한 장치. 전동 교반기 또는 청결한 막대로 충분히 혼합.
계량 용기·피펫	원액 계량 시 정확한 측량 도구 사용. 두 원액의 계량 도구는 구분하여 사용.

4.1-3 양액제조 절차 (단계별)

양액제조 및 양액 탱크 운용 방식은 식물공장의 환경에 따라 달라질 수 있습니다. 양액 탱크가 1개인 식물공장을 가정하여 기술하였습니다.

단계	작업 내용
1. 보호 장비 착용	내산성·내알칼리성 장갑, 보안경, 앞치마 착용. 작업 공간 환기 확인.
2. 탱크·용기 청결 확인	혼합 탱크 내부에 이전 양액 잔재·이끼·침전물 없는지 확인. 이상 시 세척 후 사용.
3. 원수 준비	탱크에 목표량의 약 40~50%의 원수를 먼저 넣습니다.
4. A액 투입 및 혼합	A액(칼슘 계열)을 처방량에 따라 계량하여 투입 후 충분히 교반합니다.
5. B액 투입 및 혼합	B액(인산 계열)을 처방량에 따라 계량하며 순서대로 투입 후 충분히 교반합니다. (고농도 A액·B액이 만나면 침전 발생 → 물에 희석된 상태로 순차 투입)
6. 나머지 원수 보충	총 목표량까지 원수를 채웁니다.
7. EC 측정	EC 측정기로 목표 EC 범위에 도달했는지 확인. 부족 시 원액 추가, 초과 시 원수 추가.
8. pH 측정 및 조정	pH 측정기로 확인. 범위 초과 시 pH 조정액을 소량씩 투입하며 재측정. 한 번에 과량 투입 금지.

9. 최종 확인 및 기록

EC·pH 최종값을 재배 일지에 기록. 제조 날짜·담당자 기재.

4.1-4 EC·pH 조정 방법

EC 조정


상황	조치
EC가 목표값보다 낮을 때 (양분 부족)	비료 원액(A액+B액)을 처방 비율대로 소량 추가 투입 후 재측정
EC가 목표값보다 높을 때 (양분 과다)	원수를 추가하여 희석 후 재측정

pH 조정

상황	조치 및 사용 약품
pH가 낮을 때 (산성, pH < 5.5)	수산화칼륨(KOH) 희석액을 소량씩 투입하며 조정
pH가 높을 때 (알칼리성, pH > 6.5)	질산(HNO ₃) 또는 인산(H ₃ PO ₄) 희석액을 소량씩 투입하며 조정

△ pH 조정 시 주의사항

- pH 조정액(강산·강알칼리)은 피부·눈에 닿으면 심각한 화학 화상을 일으킵니다.
- 반드시 내산성 장갑 + 보안경 + 앞치마를 착용한 상태에서만 취급합니다.
- 조정액은 탱크에 직접 붓지 말고 먼저 물에 희석하여 소량씩 첨가합니다.
- 투입 후 충분히 교반한 뒤 재측정하고, 목표범위에 도달하면 투입을 멈춥니다.
- 농업기술원 규정: pH 설정 하한·상한의 허용 오차는 ±0.3 이내로 관리합니다.

 참고·첨부 자료

농사로(농촌진흥청), 「양액재배 및 배양액 관리」

(<http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.ps?menuId=PS00067&kidofcomdtyNo=21969>)

농촌진흥청, 「환경 살리는 한국형 순환식 수경재배 시스템 개발」, 정책브리핑

(<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156215194>)

알에치 시스템, 「양액재배에서 원수의 수질 측정과 양액의 EC/pH 측정 및 제어」

(<https://www.rhsystem.kr/wordpress/?p=1359>)

4.1-5 양액 교체 및 갱신 주기

양액은 작물이 양분을 흡수하면서 이온 균형이 변합니다. 장기간 사용하면 일부 이온이 축적되고 다른 이온은 결핍되어 양분 불균형이 발생합니다. 따라서 주기적으로 양액을 완전히 갱신해야 합니다.

양액 관리 유형	권장 주기
탱크 보충 (원수·원액 추가)	EC·수위 낮아질 때마다 수시 보충
전량 교체 (탱크 비우고 새 양액 제조)	일반적으로 2~4주에 1회. 작물 생육 상태·EC 편차 따라 조정.
배관·탱크 전체 세척 후 신규 양액 충전	월 1~2회 또는 작물 교체 전

순환식 양액 시스템에서는 사용한 배액을 살균·여과 처리 후 재이용합니다. 농촌진흥청이 개발한 한국형 순환식 수경재배 기술 적용 시 비순환식 대비 비료 사용량을 30% 이상 줄일 수 있습니다.

4.1-6 양액제조 시 주의사항 및 안전수칙

- A액과 B액을 고농도 상태에서 직접 혼합하지 않습니다 → 침전이 발생하여 양액이 무효화됩니다.

- pH 조정약품(강산·강알칼리)은 반드시 보호장비 착용 후 취급합니다.
- 원액·약품은 식품이나 음료와 구분된 전용 보관함에 보관합니다.
- 원액 용기에 잘못된 라벨 부착을 방지하기 위해 A액/B액 용기를 색상·형태로 구분합니다.
- 양액 제조 중 약품이 눈에 튄 경우 즉시 흐르는 물로 15분 이상 세척하고 담당자 보고 후 병원 진료를 받습니다.
- 비료 원액은 어린이 접근 불가 장소에 잠금 보관합니다.

4.2 센서 보정(캘리브레이션)

학습 목표: 센서 보정의 의미와 필요성을 이해하고 센서의 보정 절차를 주기적으로 올바르게 수행할 수 있다.

4.2-1 센서 보정의 의미와 목적

센서 보정(Calibration, 캘리브레이션)이란 센서가 나타내는 측정값이 실제값과 정확히 일치하도록 오차를 교정하는 작업입니다.

EC 센서와 pH 센서는 장기간 사용하면 센서 표면에 이물질이 쌓이거나 센서 소재가 노화되어 측정값이 실제값과 차이가 생깁니다. 보정 없이 계속 사용하면 잘못된 수치에 기반하여 양액을 조정하게 되어 작물이 의도치 않은 환경에 노출될 수 있습니다.

센서 보정이 필요한 이유

- ① 센서는 사용 기간이 길어질수록 측정 오차가 커집니다.
- ② 양액의 이온 성분이 센서 표면에 흡착되어 민감도가 떨어집니다.
- ③ 온도 변화에 의해 센서의 기준값이 달라질 수 있습니다.
- ④ 보정 없이 측정된 부정확한 EC·pH 값을 바탕으로 양액을 조정하면 작물 피해가 발생합니다.

4.2-2 센서 보정 절차

EC 센서는 표준 EC 용액(교정액)과 비교하여 보정합니다. 교정액은 EC값이 정확히 표기된 표준 용액으로, 센서 제조사가 지정한 규격을 사용해야 합니다.

단계	작업 내용
Step 1. 준비물 확인	EC/pH 표준 교정액, 증류수(린스용), 청결한 비커. -pH 교정액의 경우 4.0 교정액(산성)/ pH 7.0 교정액(중성)

Step 2. 센서 세척	센서 끝부분을 증류수로 가볍게 세척하고 부드럽게 닦아냅니다. (종이 타월이나 전용 티슈 사용. 강하게 문지르지 않음)
Step 3. 교정액에 침지	센서 전극 부분이 교정액에 완전히 잠기도록 비커에 넣습니다. -온도센서와 함께 담가서 체크
Step 4. 수치 안정 대기	센서 디스플레이 수치가 안정될 때까지 30초~1분 기다립니다.
Step 5. 보정값 입력	센서박스에서 '트랜스미터'를 길게 선택한뒤 대기
Step 6. 세척 후 재사용	증류수로 센서를 헹구고 다음 측정에 사용하거나 보호 캡을 씌워 보관.
Step 7. 기록	보정 날짜, 교정액 규격, 보정 전·후 수치를 재배 일지에 기록.

실제 센서보정 작업(교육영상 첨부)

센서보정의 경우 식물공장에 설치된 양액기 및 제어시스템에 따라 보정 버튼 및 보정수치 입력 방법이 다를 수 있습니다. 보정을 시작하기 전, 식물공장의 운영 스케줄러에서 EC, pH 자동 체크 및 양액 혼합액 공급 시스템을 잠시 꺼둡니다.

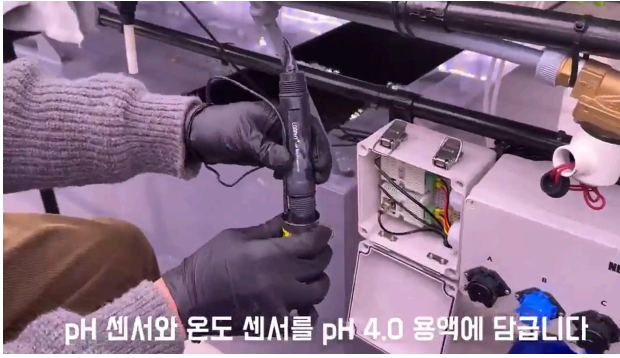


준비된 증류수 또는 수돗물을 사용하여
센서를 세척합니다

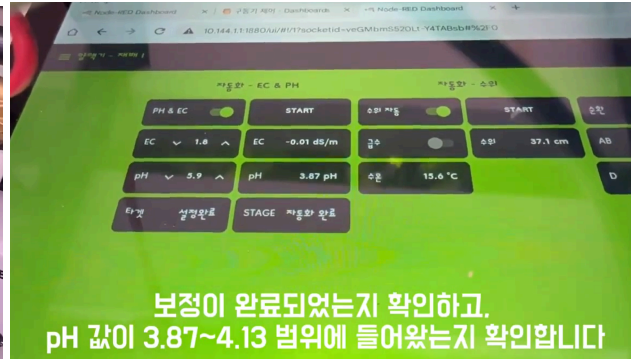


타월로 꼼꼼하게 닦아 완전히 건조시킵니다

EC/pH 센서를 보정할때에는 온도센서를 함께 세척, 교정액에 침지 합니다. 수온에 따라 EC/pH의 수치가 영향을 받기 때문입니다. pH의 경우 산성과 중성에 대한 수치를 나누어 보정합니다. pH 4.0 교정액(산성)/ pH 7.0 교정액(중성)으로 나뉘며 두번에 걸쳐 센서 보정을 진행합니다.



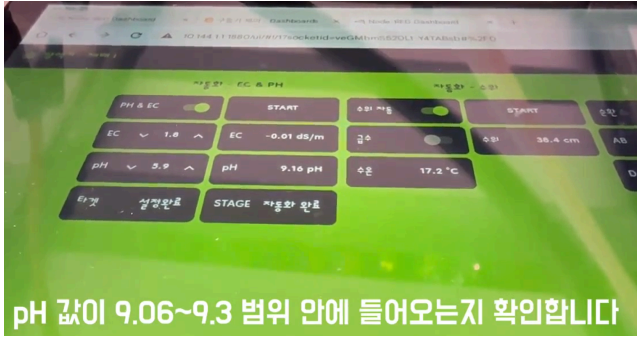
pH 센서와 온도 센서를 pH 4.0 용액에 담급니다



보정이 완료되었는지 확인하고, pH 값이 3.87~4.13 범위에 들어왔는지 확인합니다

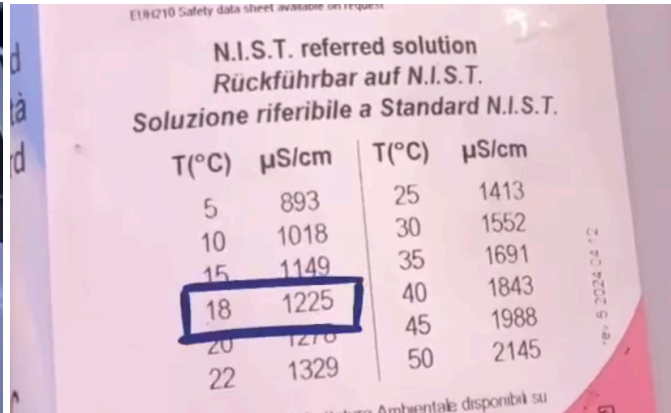


pH 센서와 온도 센서를 pH 9.18 용액에 담가줍니다



pH 값이 9.06~9.3 범위 안에 들어오는지 확인합니다

pH 센서를 보정한 이후에는 EC 센서를 보정합니다. EC의 경우 수온에 따라 값이 달라지기 때문에 반드시 온도 센서와 함께 교정액에 담가 수온을 확인하고 수온에 따른 EC 값을 확인해야 합니다.



수온이 18도일때 EC값 1225가 나오는 것이 정상입니다. 제어시스템에 해당하는 값이 제대로 들어오는 지 확인하고, 보정이 되지 않는 경우 센서를 교체해야 합니다.

pH 센서 보관 주의사항

✓ 센서 보호액(KCl 3M 용액 또는 제조사 지정 보존액)에 보관하거나, 보호 캡을 씌워 건조하지 않게 보관합니다.

△ pH 센서 전극 유리막은 매우 얇고 깨지기 쉬우므로 강한 물리적 충격을 피합니다.

4.2-4 보정 주기 및 이상 대응

센서 종류	권장 보정 주기	이상 증상
EC 센서	주 1회 또는 월 2회	측정값이 표준 교정액과 0.5 이상 차이 날 때
pH 센서	주 1~2회	측정값이 교정액 기준값과 0.3 이상 차이 날 때
온도 센서	월 1회 또는 분기 1회	공기 온도계와 1°C 이상 차이 날 때
CO ₂ 센서	분기 1회	대기 CO ₂ (약 400ppm) 조건에서 편차가 100ppm 이상 날 때

센서가 보정 후에도 측정값이 안정되지 않거나 오차가 반복되면 센서 교체 시기가 된 것입니다. 담당 관리자에게 보고하고 교체를 요청하십시오.

참고·첨부 자료

코리아디지털(주), 「양액제어와 EC, pH」 – SenseCube 기술자료

(https://sensecube.com/wp-content/uploads/2025/03/자료H01_양액제어와-pH-EC.pdf)

알에치 시스템, 「양액재배에서 원수의 수질 측정과 양액의 EC/pH 측정 및 제어」

(<https://www.rhsystem.kr/wordpress/?p=1359>)

4.3 육묘대 청소

학습 목표: 육묘대 청소의 의미·목적을 이해하고, 올바른 청소 절차를 수행하여 육묘 구역의 위생을 유지할 수 있다.

4.3-1 육묘대 청소의 의미와 목적

육묘대(育苗臺)는 파종 트레이와 어린 모종을 올려놓고 관리하는 선반입니다. 이 공간에는 배지 조각, 물이끼, 잔여 양액, 작물 잔재 등이 쌓이기 쉽고, 방치하면 병원성 곰팡이·세균의 서식처가 됩니다. 육묘대가 오염되면 건강한 모종에 병이 전파될 수 있으므로, 작물 교체 시마다 철저한 청소가 필요합니다.

4.3-2 육묘대 청소 절차 (단계별)

단계	작업 내용
Step 1. 작물 잔재 제거	사용이 끝난 트레이, 뿌리 등 모든 잔재물을 제거 후 물을 빼줍니다.
Step 2. 물 세척	고압 분무기 또는 물 호스로 육묘대 표면 전체를 흐르는 물로 씻어냅니다. 구석진 부분도 놓치지 않도록 확인합니다.
Step 3. 소독제 도포	식품용 소독제(차아염소산나트륨 200~400ppm 희석액 또는 제조사 지정 소독제)를 분무기로 표면 전체에 분무합니다.
Step 4. 접촉 시간 유지	소독제가 표면에서 최소 10분 이상 접촉 상태를 유지합니다.
Step 5. 헹굼	깨끗한 물로 소독제 잔류물을 충분히 헹굽니다.
Step 6. 건조	다음 파종 전 육묘대 표면이 완전히 건조되었는지 확인합니다.
Step 7. 기록	청소 날짜, 사용 소독제, 담당자를 재배 일지에 기록합니다.

실제 거터청소 작업(교육영상 첨부)



육묘대 청소는 보통 주 1회 시행합니다. 육묘를 정식한 이후 비어있는 육묘대를 대상으로 청소가 진행됩니다. 육묘대 커버를 걷어내고 수위조절 마개를 열어 물을 빼줍니다. 이때 물이 들어오는 밸브를 잠가주어 물을 빼줍니다.



육묘대의 세척은 일반 수세미에 세제를 묻혀 진행합니다. 바닥을 세제로 닦은 후 깨끗한 물로 육묘대를 헹궈줍니다. 헹구는 횟수는 2-3회 진행해 주세요. 헹궈낸 물은 완전히 빼줍니다.



이후 수위조절 마개를 원위치에 장착해줍니다. 이후 파종이 진행되는 날에 맞추어 밸브개방하면 해당 육묘대에 양액이 채워집니다. 식물공장에서는 분할 파종을 진행하기 때문에 정식한 이후(육묘대 청소를 마친 후) 1-2일 이내에 파종을 진행하게 됩니다.

육묘대 청소 주의사항

- 소독세제 농도가 너무 진하면 잔류 소독제가 이후 작물에 영향을 줄 수 있습니다. 행굼을 충분히 하십시오.
- 금속 선반의 경우 부식 방지를 위해 물기를 완전히 제거 후 건조합니다.
- 소독제 사용 시 호흡 보호(마스크)와 장갑을 착용합니다.

참고·첨부 자료

농촌진흥청 국립농업과학원, 「농작업 단계별 공통안전작업지침」

(https://farmer.rda.go.kr/farmAttach/healthSafety/publishBook/240571_MF_ATTACH_01.pdf)

4.4 거터(Gutter) 청소

학습 목표: 거터의 역할과 청소 필요성을 이해하고, 거터 청소 절차를 올바르게 수행하여 양액 흐름을 정상적으로 유지할 수 있다.

4.4-1 거터(Gutter)의 역할과 청소 필요성

거터(Gutter)는 재배 베드에서 작물 뿌리 사이를 흐른 양액을 회수하여 탱크로 되돌려 보내는 경사진 홈통 구조물입니다. NFT 방식에서 특히 중요한 구성 요소입니다. 거터 내벽에는 시간이 지남에 따라 뿌리 잔재, 이끼(조류), 광물질 침전물이 쌓여 양액 흐름을 막거나 병원균 서식처가 됩니다.

거터 오염 시 발생하는 문제

- ① 양액 흐름 차단 → 일부 구역 작물에 양분 공급 불균일 발생
- ② 이끼·세균 번식 → 뿌리 병해(뿌리 썩음, 시들음병) 발생 위험
- ③ 배액 역류 → 재배 베드 침수로 산소 공급 차단

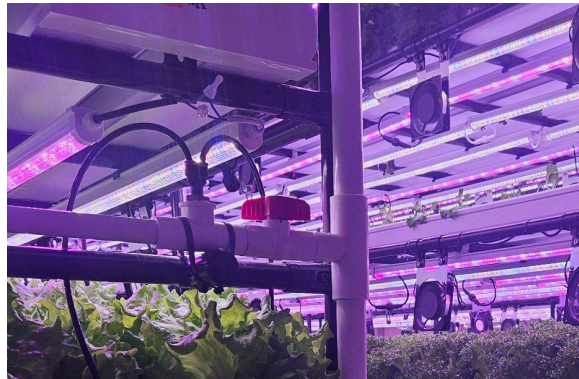
4.4-2 거터 청소 절차

단계	작업 내용
1. 작물 제거 확인	해당 구역의 작물을 모두 수확하고 포트, 정식 패널을 제거합니다.
2. 양액 공급 차단	해당 거터의 양액 공급 밸브를 잠급니다.
3. 잔재 제거	뿌리 조각, 배지 잔재, 이끼 등을 긁개 또는 솔로 기계적으로 제거합니다.
4. 소독제 처리 (병해 피해 시)	소독제 희석액을 거터 내부에 흘려보내거나 분무합니다. 10~15분 접촉 유지.
5. 헹굼	깨끗한 물로 소독제 잔류물을 완전히 세척합니다.

7. 흐름 확인	양액 밸브를 열어 거터 내 양액 흐름이 원활한 지(막힘·역류 없음) 확인합니다.
8. 기록	청소 날짜, 구역, 이상 여부를 기록합니다.

청소 주기: 작물 교체 시(약 4~6주 1회) 또는 이끼 발생이 확인될 때마다 실시합니다.
이끼(조류)가 심하게 발생한 경우 이전 수확 후 즉시 실시합니다.

실제 거터청소 작업(교육영상 첨부)



양액탱크의 앞쪽 회수밸브는 잠그고 뒤쪽의 폐수밸브를 열어줍니다. 이후 청소가 진행될 거터의 앞쪽 밸브는 잠그고 뒷쪽 밸브는 열어줍니다. 이렇게 하면 거터 안에 있던 혼합액이 탱크로 회수되지 않고 폐수로 빠지게 됩니다.



청소할 거터의 뚜껑을 열고 남아있는 뿌리 및 침전물을 걷어냅니다. 이후 도구를 이용하여 거터에 남아있는 혼합액과 잔여물을 밀어내며 닦아냅니다. 이후 남아있는 물기를 제거한후 거터 뚜껑을 닫습니다. 청소가 끝난 유닛은 정식이 준비되기 전까지 밸브를 닫아줍니다. 이후 청소가 완전히 끝나면 폐수밸부는 잠그고 회수밸브를 다시 열어 줍니다.

4.5 탱크 청소

학습 목표: 탱크 청소의 의미·필요성을 이해하고, 안전하게 탱크 청소 절차를 수행하여 양액 오염을 예방할 수 있다.

4.5-1 탱크 청소의 의미와 필요성

양액 탱크(원수 탱크·혼합 탱크·배액 탱크)는 식물공장 수경재배 시스템의 핵심 용기입니다. 장기간 청소하지 않으면 탱크 내벽에 이끼, 광물 침전물, 슬라임(생물막), 부패 잔재가 쌓입니다. 이는 양액을 오염시키고 펌프·배관 막힘의 원인이 됩니다.

탱크 오염 증상	조치
탱크 내벽에 갈색·녹색 이끼 발생	즉시 청소 실시. UV 살균 장치 점검.
탱크 바닥에 흰색·갈색 침전물	양액 갱신 후 청소. 원수 수질 및 양액 처방 검토.
양액에서 이상한 냄새 발생	즉시 양액 전량 교체 후 탱크 소독.
양액 색상이 탁하거나 혼탁해짐	여과 필터 점검 및 양액 갱신.

4.5-2 탱크 청소 절차


△ 탱크 청소 전 필수 안전 점검

- 양액 펌프 전원 차단 후 작업합니다.
- 탱크 내부에 들어가거나 머리를 넣을 경우, 산소 부족·화학물질 증기에 주의합니다.
- 소독제 사용 시 장갑·마스크·보안경을 착용합니다.

단계	작업 내용
1. 양액 배출	탱크 내 잔여 양액을 모두 배수합니다.

2. 펌프·전원 차단	양액 펌프와 관련 전기장치 전원을 차단하고 잠금 조치합니다.
3. 건식 청소	탱크 내벽·바닥의 침전물·이끼를 솔이나 굵개로 기계적으로 제거합니다.
4. 물 세척 (1차)	탱크에 물을 채우고 솔로 내벽 전체를 닦은 후 배수합니다.
5. 소독제 처리	소독제(차아염소산나트륨 또는 과산화수소 희석액)를 탱크 내부에 채워 30분 이상 접촉합니다.
6. 배수 및 헹굼	소독액을 배수하고 깨끗한 물로 2~3회 충분히 헹굽니다.
7. 배관 헹굼	배관을 통해 깨끗한 물을 순환시켜 배관 내부도 헹굽니다.
8. 새 양액 충전	청소 완료 후 새 양액을 제조하여 탱크에 충전합니다.
9. 기록	청소 날짜, 소독제 종류·농도, 담당자, 이상 여부를 기록합니다.

탱크 청소 권장 주기: 일반적으로 월 1~2회. 이끼나 슬라임이 육안으로 확인될 때 즉시 실시합니다.

 **참고·첨부 자료**

한국환경공학회지, 「순환식 수경재배를 위한 살균 수처리 기술」

(<https://www.jksee.or.kr/m/journal/view.php?number=4211>)

농촌진흥청, 「환경 살리는 한국형 순환식 수경재배 시스템 개발」

(<https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156215194>)

4.6 필터·센서 청소

학습 목표: 필터와 센서의 역할을 이해하고, 각각의 청소 절차와 점검 주기를 올바르게 수행하여 시스템의 정상 작동을 유지할 수 있다.

4.6-1 필터 청소의 의미와 목적

식물공장에서 사용되는 필터는 크게 두 가지입니다. 첫째는 **양액 여과 필터**로, 배관 내 이물질·뿌리 조각 등을 걸러 펌프 손상을 방지합니다. 둘째는 **공조 필터(공기 필터)**로, 외부에서 유입되는 먼지·병원균·곤충 등을 차단하는 역할을 합니다. 필터가 막히면 양액 흐름 저하 또는 공기 순환 불량으로 이어집니다.

4.6-2 필터 청소 절차

① 양액 여과 필터 청소

단계	작업 내용
1. 전원·밸브 차단	펌프 전원을 끄고 해당 구역 밸브를 잠급니다.
2. 필터 분리	필터 하우징을 열어 내부 카트리지를 꺼냅니다. 잔여 양액이 흘러내릴 수 있으므로 용기를 받쳐 둡니다.
3. 이물질 제거	필터 카트리지를 흐르는 물에 씻으며 뿌리 조각, 침전물을 제거합니다. 부드러운 솔 사용 가능.
4. 점검	필터 망이 찢어지거나 변형된 경우 새것으로 교체합니다.
5. 재조립 및 누수 확인	필터를 재조립하고 전원 투입 후 연결부 누수 여부를 확인합니다.

② 공조(공기) 필터 청소

단계	작업 내용
1. 공조기 전원 차단	유니트쿨러(에어컨) 및 공조기 전원을 끕니다.

2. 필터 분리	필터 커버를 열고 필터 패널을 꺼냅니다. (유니트쿨러는 필터가 따로 없으므로 에어컨일 경우에만 해당)
3. 청소	먼지가 적은 경우: 진공청소기로 흡입 또는 부드럽게 털기. 오염이 심한 경우: 미온수로 세척 후 완전 건조.
4. 건조 확인	필터가 완전히 건조된 상태에서 재장착합니다. 젖은 상태로 장착하면 곰팡이 발생.
5. 재장착 및 가동 확인	필터 패널을 정위치에 삽입하고 공조기를 재가동하여 정상 작동 확인.

4.6-3 센서 청소 절차 및 주의사항

EC·pH 센서는 보정(캘리브레이션) 전후로 반드시 청소해야 하며, 일상 점검 시에도 표면에 이물질을 제거해야 정확한 측정값을 얻을 수 있습니다.

센서 종류	청소 방법
EC 센서	증류수로 가볍게 행군 후 부드러운 티슈로 닦습니다. 이물질이 고착된 경우 0.1N 염산 용액으로 단시간 세척 후 증류수로 행군.
pH 센서(유리막)	증류수로 행군 후 부드럽게 닦습니다. 유리막을 강하게 문지르거나 긁으면 손상됩니다.
온습도 센서	먼지는 마른 천 또는 에어 분사로 제거. 습한 천으로 닦으면 오작동 위험.
CO ₂ 센서	먼지 제거는 에어 분사로. 화학 세척제 사용 금지 (센서 화학 손상).

4.6-4 청소 주기 종합 관리표

아래 표를 기준으로 청소·점검 일정을 재배 일지에 반영하여 관리하십시오.

청소 대상	권장 주기	비고
-------	-------	----

육묘대	작물 교체 시(약1주)	소독 후 완전 건조 확인
재배 베드(거터)	작물 교체 시 또는 이끼 발생 시	양액 흐름 확인 필수
양액 혼합 탱크	월 1~2회 / 이상 시 즉시	양액 전량 교체 후 세척
양액 여과 필터	주 1회 점검, 주 1회 이상 청소	필터 손상 시 즉시 교체
공조 필터	월 1회 청소	건조 후 재장착 필수
EC·pH 센서 세척	보정 전후마다 / 주 1회 이상	증류수 사용
센서 보정 (캘리브레이션)	EC, pH: 월 1~2회	표준 교정액 사용
배관 전체 소독	월 1회 또는 작물 교체 전	새 양액 충전 전 실시

참고·첨부 자료

농촌진흥청 국립농업과학원, 「농작업 단계별 공통안전작업지침」

(https://farmer.rda.go.kr/farmAttach/healthSafety/publishBook/240571_MF_ATTACH_01.pdf)

한국환경공학회지, 「순환식 수경재배를 위한 살균 수처리 기술」

(<https://www.jksee.or.kr/m/journal/view.php?number=4211>)

코리아디지털(주), 「양액제어와 EC, pH」 – SenseCube

(https://sensecube.com/wp-content/uploads/2025/03/자료H01_양액제어와-pH-EC.pdf)

단원 마무리 확인 문제

Q1. 양액제조 시 A액과 B액을 고농도 상태에서 직접 혼합하면 안 되는 이유를 설명하고, 올바른 혼합 방법을 말하십시오.

Q2. pH 조정약품 취급 시 반드시 착용해야 하는 보호 장비 세 가지를 나열하십시오.

Q3. EC 센서와 pH 센서의 보정(캘리브레이션) 권장 주기를 각각 말하고, 보정이 필요한 이유를 설명하십시오.

Q4. 탱크 내벽에 이끼가 발생했을 때 청소 절차를 단계별로 설명하십시오.

Q5. 거터 청소가 필요한 이유를 두 가지 이상 설명하고, 청소 후 반드시 확인해야 할 사항을 말하십시오.