

고구마말랭이 작업장 곰팡이 저감 및 살균시스템 운영·관리 지침

안전한 식품 · 깨끗한 환경 · 지속 가능한 품질



원물관리



제조·건조공정



작업환경 위생관리



안전한 제품

좋은 원료가
좋은 먹거리를 만듭니다.



고구마말랭이 작업장 곰팡이 저감 및 살균시스템 운영·관리 지침

2026년 9월

1. 현재 문제를 어떻게 정의해야 하는가?

고구마말랭이에서 발생하는 곰팡이는 하나의 원인으로 단정하기 어렵습니다.

원물 자체의 초기 오염 → 제조공정 → 건조 → 작업환경에서의 재오염 → 냉각·포장 → 보관조건이 모두 영향을 줄 수 있습니다.

특히 고구마말랭이는 충분히 건조하면 곰팡이 발생 가능성을 낮출 수 있지만, 지나친 건조는 제품을 딱딱하게 만들어 식감과 상품성을 떨어뜨립니다. 따라서 일정한 수분을 유지하면서 제품을 생산해야 하고, 이 과정에서 수분활성도, 건조 균일성, 냉각 및 포장조건과 미생물 오염관리가 중요해집니다.

따라서 “곰팡이가 생기므로 더 건조하면 된다”는 방식에는 상품성 측면의 한계가 있습니다.

여기에 한 가지 중요한 선행조건을 함께 고려해야 합니다.

고구마가 재배·수확되는 과정에서 이미 원물 표면뿐 아니라 상처부위 또는 조직 내부에 미생물이 존재한 상태로 반입될 가능성입니다.

이 경우 이후 작업장에서 발생하는 2차 오염과는 발생경로 자체가 다르므로, 향후 곰팡이 발생원인을 분석할 때 원물의 선행오염과 작업환경에서의 재오염을 구분하여 판단할 필요가 있습니다.

2. 곰팡이 오염경로는 크게 세 가지로 봐야 합니다

① 원물에서 반입되는 오염

생고구마 자체의 표면에 토양이나 곰팡이 포자가 존재할 수 있고, 경우에 따라 조직 내부에 이미 미생물이 존재할 가능성도 배제할 수 없습니다.

또한 원물 자체뿐 아니라 운송용 박스, 컨테이너, 운반도구 등이 외부 미생물을 작업장으로 반입하는 경로가 될 수 있습니다.

따라서 전실을 이용한 원물 및 포장박스의 전처리는 외부 오염원의 작업장 반입을 저감하기 위한 예방관리 방법으로 권장합니다.

원물 입고 시에는 부패, 상처, 변색 또는 곰팡이 발생이 의심되는 원물을 우선 선별하여 제외하는 것이 중요합니다. 동일 공급처 또는 동일 입고 로트에서 곰팡이가 반복적으로 발생하는 경우에는 작업장 환경뿐 아니라 원물 자체의 선행오염 가능성도 함께 확인하고 입고일자 및 공급처를 기록하여 관리하는 것을 권장합니다.

다만 전실 오존처리는 원물 내부까지 완전히 살균하는 개념이 아니라 외부에서 작업장으로 반입되는 미생물 부하를 낮추는 1차 방어선으로 정의해야 합니다.

특히 중요하게 검토해야 할 부분은 재배·수확 단계에서 이미 원물 조직 내부에 미생물이 존재하는 경우입니다.

이러한 선행오염은 원물 표면이나 포장박스에 존재하는 외부 오염과 성격이 다릅니다. 원물 조직 내부에 이미 존재하는 미생물은 전실에서 원물 표면을 오존 처리하거나 작업장 공기를 UVC 또는 오존으로 관리하는 것만으로 직접 제거하기 어렵습니다.

따라서 향후 고구마말랭이에서 곰팡이가 발생할 경우 이를 곧바로 작업장 환경에서 유입된 포자에 의한 것으로 단정해서는 안 되며,

- ① 재배·수확단계에서의 원물 선행오염
- ② 운송·반입과정의 표면오염
- ③ 제조·건조 이후 작업환경에서의 2차 오염

을 함께 검토해야 합니다.

다만 원물 내부에 존재하는 미생물이 실제 제조공정의 가열 및 열풍건조 과정에서 어느 정도 감소하는지는 현재 확인된 현장자료만으로 판단할 수 없습니다. 실제 제조공정, 가열 여부, 건조온도 및 건조시간 등을 확인한 후 별도로 검토해야 합니다.

따라서 재배·수확단계에서 이미 발생한 원물 내부의 선행오염은 현재 제안된 작업장 공기위생 시스템의 직접적인 처리범위에는 포함되지 않습니다.

② 제조·건조공정

사진에서 확인한 현장은 다단 트레이 방식의 열풍건조기를 사용하고 있습니다.

별도의 오존주입장치를 건조기에 직접 연결하는 방식도 검토할 수 있으나, 본 현장에서는 작업여건과 경제성을 고려하여 건조기 직접 오존주입방식은 적용하지 않았습니다. 따라서 본 시스템의 건조기 관련 효과는 작업장 야간 오존처리와 건조기 운전을 연계한 보조적인 관리방식으로 구분합니다.

③ 건조 이후 작업환경에서의 재오염

이 부분은 AIR REGEN 하이브리드 시스템이 직접 관리하는 영역입니다.

본 시스템은 주간에는 UVC를 이용하여 작업장 순환공기 중 미생물 오염을 지속적으로 저감하고, 야간에는 오존을 이용하여 UVC가 직접 도달하기 어려운 설비·채반·음영구역 등 작업공간 전반의 위생관리를 보완하는 방식으로 운전합니다.

따라서 건조가 완료된 제품이 냉각·취급·포장되는 과정에서 작업장 공기 및 주변 환경으로부터 곰팡이 포자가 제품 표면에 재부착되는 2차 오염 위험을 낮추는 것이 본 시스템의 중요한 목적입니다.

3. 야간 건조기 가동과 작업장 오존의 관계

건조기를 작업자가 퇴실한 이후 야간에 가동하는 경우, 작업장 야간 오존처리와 건조기 운전시간을 연계하여 활용할 수 있는 유리한 운전조건입니다.

야간 VUV 16 W 램프가 작업장에 오존을 발생시키고 동시에 건조기가 가동된다면, 건조기가 작업장 공기를 흡입하거나 내부·외부 공기교환이 있는 구조에서는 작업장의 오존 함유 공기가 일부 건조기 내부로 유입될 가능성이 있습니다.

따라서 별도 오존주입장치를 설치하지 않더라도 다음과 같은 부가적인 효과는 기대할 수 있습니다.

작업장 야간 오존처리 → 건조기 주변 오존농도 형성 → 건조기 운전 중 주변 공기 일부 유입 → 건조기 내부·트레이·제품 표면의 미생물 부하 저감에 보조적으로 기여

그러나 건조기 내부 오존농도를 실제 측정하지 않았기 때문에 살균농도 확보 또는 정량적인 살균효과를 보증할 수는 없습니다.

이 구분은 실제 운전 및 효과 판단에서 중요합니다. 따라서 건조기 내부에 대한 오존의 효과는 보조적인 관리효과로 이해해야 합니다.

또한 이러한 부가적인 오존처리 역시 건조기 내부로 유입되는 오존이 제품 표면 등에 접촉하면서 얻어지는 보조효과이며, 재배단계부터 원물 조직 내부에 존재한 미생물까지 처리한다는 의미는 아닙니다.

4. 오존 운전조건 설정 및 안전관리

본 시스템의 VUV 16 W 광원은 시험조건 기준 오존발생량 1.4 g/h의 성능을 갖습니다. 실제 작업장에 형성되는 오존농도는 공간체적, 온·습도, 환기상태, 출입문 개방, 내부 적재물 및 오존 소비조건 등에 따라 달라질 수 있으므로 단순 계산값만으로 운전시간을 결

정하지 않습니다.

VUV 운전시간은 작업시간, 건조기 운전시간, 환기조건 등 현장 근무환경을 고려하여 사용자가 탄력적으로 설정하여 운영합니다. 초기에는 기본 운전예시를 참고하여 적용하고, 일정 기간 제품의 곰팡이 발생 여부와 품질상태를 관찰합니다. 품질이 안정적으로 유지되는 경우에는 VUV 가동시간을 단계적으로 단축하면서 적정 운전시간을 설정하여 운영하는 것을 권장합니다.

단, 계절변화, 온·습도 상승, 원물 공급처 변경 또는 생산조건이 달라진 경우에는 기존 운전시간을 그대로 적용하지 않고 필요에 따라 VUV 가동시간을 다시 조정합니다.

주간 작업시간에는 UVC 공기순환살균모드로 운전하고 VUV 오존발생은 정지합니다. 야간 오존처리는 작업자가 모두 퇴실한 이후 실시하며 오존처리 중에는 작업장 출입을 제한합니다.

오존처리 종료 후에는 VUV를 정지하고 UVC 및 순환팬을 운전하여 잔류오존 감소를 촉진합니다. 다음 작업 시작 전에는 충분한 환기시간을 확보한 후 입실하는 것을 기본 관리원칙으로 합니다.



※ 상기 운전시간은 기본 운전 예시이며, 실제 운전시간은 작업시간, 건조기 운전시간 및 환기조건 등 현장 근무환경에 맞추어 사용자가 탄력적으로 설정하여 운영합니다. 야간 오존운전은 작업자가 모두 퇴실한 이후 실시하고, 다음 작업 시작 전 충분한 환기 후 입실합니다.

5. 건조기 운전 시 확인 및 관리사항

건조기 운전과 작업장 오존처리를 연계하여 관리하기 위해서는 건조기의 공기흐름 구조를 확인하는 것이 중요합니다.

- 건조기가 작업장 공기를 흡입하는 구조인지
- 내부순환식인지 외기흡입·배기식인지
- 운전 중 배기 및 공기교환이 이루어지는지
- 건조온도와 건조시간

건조기가 작업장 공기를 흡입하거나 내부·외부 공기교환이 이루어지는 구조일 경우 야간 작업장에 형성된 오존 함유 공기가 일부 건조기 내부로 유입될 가능성이 있습니다. 다만 건조기 내부의 실제 오존농도를 측정하지 않으므로 이에 따른 살균효과는 보조적인 효과로 판단하며 정량적인 효과를 보증하지 않습니다.

실제 제조공정의 가열 여부와 가열·건조 온도 및 시간은 원물 조직 내부에 존재할 가능성이 있는 미생물이 제조공정을 거치면서 어느 정도 감소할 수 있는지를 판단하는 중요한 관리조건입니다.

6. 일상 운영 및 위생관리

본 하이브리드 살균시스템은 작업장의 위생관리를 보조하는 설비이며, 기존의 세척·청소·원물관리 및 식품 위생관리를 대체하지 않습니다.

작업 전에는 UVC 램프, VUV 램프, 순환팬 및 표시장치의 정상작동 여부를 확인합니다. 원물 반입 시에는 부패·상처·변색·곰팡이 의심 원물을 선별하고, 운반박스 및 운반도구의 청결상태를 관리합니다.

채반, 작업대, 건조기 내부 및 주변은 정기적인 세척과 청소를 병행하며, 야간 오존처리 전에는 작업자 퇴실 여부를 확인합니다. 오존처리 중에는 작업장 출입을 제한하고, 다음 작업 시작 전에는 충분한 환기를 실시한 후 입실합니다.

제품에서 곰팡이가 반복적으로 발생할 경우에는 발생일자, 원물 공급처 및 입고 로트, 건조조건, 냉각·포장일자 등을 기록하여 원물 선행오염, 제조공정 또는 작업환경 재오염 가능성을 단계적으로 확인합니다.

계절변화, 작업장 환기조건, 생산량 또는 설비배치가 크게 변경된 경우에는 초기 설정된 오존 운전시간이 현장조건에 적합한지 재확인하는 것을 권장합니다.

건조 완료 후 제품은 충분히 냉각한 후 포장하고, 냉각·포장 과정에서 제품 표면에 결로가 발생하지 않도록 작업장 온·습도와 포장조건을 함께 관리합니다.

7. 종합 관리원칙

본 시스템을 효과적으로 활용하기 위해서는 하이브리드 살균장치의 운전만을 독립적으로 관리하기보다 전체 생산공정을 함께 관리하는 것이 중요합니다.

- ① 원물의 선행오염 및 반입관리 → ② 제조·건조공정 관리 → ③ 작업장 재오염관리 → ④ 야간 오존 공간관리 → ⑤ 건조기 운전과의 연계 → ⑥ 냉각·포장단계의 재오염 관리

AIR REGEN 하이브리드 살균시스템은 이러한 전체 위생관리 과정에서 주간 UVC 공기순환살균과 야간 오존 공간처리를 통해 작업환경의 미생물 부하를 낮추고 제품의 2차 오염 위험을 저감하기 위한 작업환경 위생관리 시스템입니다.

효과적인 곰팡이 관리를 위해서는 원물관리, 제조·건조조건, 작업장 청소·위생관리 및 냉각·포장조건을 함께 관리해야 합니다.

※ 효율적인 운영관리를 위한 권장사항

보다 효율적이고 안정적인 오존 운전관리를 위해 휴대용 오존농도 측정기를 구비하여 활용하는 것을 권장합니다. 측정기를 활용하면 작업장 내 오존농도 및 잔류상태를 확인할 수 있어 VUV 가동시간과 환기시간을 현장조건에 맞게 조정하는 데 도움이 됩니다. 또한 일정 기간 품질이 안정적으로 유지되는 경우 측정결과와 운영상태를 참고하여 VUV 가동시간을 단계적으로 단축하는 등 보다 효율적인 운전관리가 가능합니다.