

과일주스 제조공장 살균 장비 세척 및 정비 매뉴얼

버전 1.0 | 최종 수정일: 2025-07-20

목차

서문: 완벽한 위생, 품질의 시작

제1장: 안전 제일 원칙 (Safety First)

- 1.1 개인보호장비(PPE) 착용 규정
- 1.2 화학물질(과초산) 취급 및 보관
- 1.3 오존수 시스템 안전 수칙
- 1.4 비상 대응 절차

제2장: 살균 장비의 이해

- 2.1 장비 개요 및 작동 원리
- 2.2 주요 부품 명칭 및 기능

제3장: 심층 세척 절차 (SOP)

- 3.1 세척 흐름도 (Flowchart)
- 3.2 주간 정기 세척
- 3.3 월간 정밀 세척

제4장: 비상 상황 세척 절차

- 4.1 비상 상황 판단 기준
- 4.2 오염 사고 발생 시 세척 절차
- 4.3 장비 고장 후 세척 절차

제5장: 품질 관리 및 검증

- 5.1 세척 후 검증 절차

5.2 세척 및 정비 체크리스트

5.3 문서화 및 기록 관리

제6장: 문제 해결 가이드

부록: 개정 이력 및 연락처

서문: 완벽한 위생, 품질의 시작

최고의 과일주스는 신선한 원료에서 시작하여 완벽하게 위생적인 생산 라인에서 완성됩니다. 우리 공장의 심장부에는 최종 제품의 안전을 책임지는 병 살균 장비가 있습니다. 이 장비는 과초산(PAA)이나 오존수와 같은 강력한 살균제를 사용하여 눈에 보이지 않는 미생물까지 완벽하게 제거하는 핵심적인 역할을 수행합니다. 따라서 이 장비를 최상의 상태로 유지하는 것은 단순한 정비가 아니라, 소비자와의 약속을 지키는 가장 중요한 과정입니다.

본 매뉴얼은 살균 장비의 새로운 관리자와 정비사 여러분을 위해 제작되었습니다. 복잡해 보이는 세척 및 정비 과정을 명확한 단계별 가이드로 제시하여, 누구나 자신감을 갖고 장비를 다룰 수 있도록 돕는 것이 목표입니다. 이 매뉴얼을 여러분의 든든한 파트너로 삼아, 우리 제품의 품질과 안전을 최고 수준으로 함께 지켜나갑시다.

제1장: 안전 제일 원칙 (Safety First)

모든 작업에 앞서 작업자의 안전을 확보하는 것이 최우선입니다. 본 장비는 강력한 화학물질을 사용하므로, 아래의 안전 프로토콜을 반드시 숙지하고 준수해야 합니다.

1.1 개인보호장비(PPE) 착용 규정

화학물질 노출 및 물리적 위험으로부터 작업자를 보호하기 위해 다음의 개인보호장비(PPE)를 항상 착용해야 합니다.

- **보안경 및 안면보호구:** 화학물질의 분무 또는 튀는 현상으로부터 눈과 얼굴을 보호합니다.
- **내화학성 장갑:** 과초산 취급 시에는 니트릴 또는 네오프렌 재질의 장갑을 착용합니다. 장갑 착용 전 파손 여부를 반드시 확인해야 합니다. ([Evonik Safety Guidelines](#) 참조)
- **내화학성 앞치마 및 보호복:** 피부에 화학물질이 직접 닿는 것을 방지합니다.
- **호흡기 보호구:** 과초산 증기 또는 오존 가스가 발생할 수 있는 밀폐 공간이나 환기가 불충분한 구역에서는 산성 가스용 필터가 장착된 호흡기를 착용해야 합니다.
- **안전화:** 미끄러짐 및 낙하물로부터 발을 보호합니다.

1.2 화학물질(과초산) 취급 및 보관

경고: 과초산(Peracetic Acid, PAA)은 강력한 산화제이며 부식성이 있습니다. 피부, 눈, 호흡기에 심각한 자극을 유발할 수 있습니다.

- **희석:** 반드시 지정된 절차에 따라 환기가 잘 되는 곳에서 찬물을 사용하여 희석합니다. 절대 뜨거운 물을 사용하거나 다른 화학물질과 혼합하지 마십시오.
- **보관:** 직사광선을 피하고 서늘하며 통풍이 잘 되는 지정된 장소에 보관합니다. 가연성 물질이나 환원제와 분리하여 보관해야 합니다.
- **누출 시:** 소량 누출 시 다량의 물로 희석하여 씻어내고, 대량 누출 시 즉시 관리자에게 보고하고 비상 대응 절차에 따릅니다.

1.3 오존수 시스템 안전 수칙

오존은 강력한 살균력을 지녔지만, 고농도의 오존 가스는 인체에 유해할 수 있습니다.

- **환기:** 오존 발생기 및 처리 구역은 항상 적절한 환기 시스템을 가동해야 합니다.
- **가스 누출 감지:** 구역 내 설치된 오존 가스 감지기가 정상 작동하는지 정기적으로 확인하고, 경보 발생 시 즉시 해당 구역을 벗어나 관리자에게 보고합니다.
- **잔류 오존:** 오존수 처리 후 장비 내부에 잔류 오존 가스가 남아있을 수 있으므로, 내부 접근 시 충분히 환기시킨 후 진입합니다.

1.4 비상 대응 절차

1. 화학물질 노출 시:

- **피부 접촉:** 즉시 오염된 의복을 벗고 흐르는 물에 15분 이상 씻어냅니다.
 - **눈 접촉:** 즉시 비상 세안 장치를 사용하여 15분 이상 눈을 씻어내고, 즉시 의료 조치를 받습니다.
 - **흡입 시:** 즉시 신선한 공기가 있는 곳으로 이동하고, 호흡이 어려울 경우 의료 지원을 요청합니다.
2. **화재 발생 시:** 과초산은 산화제이므로 화재를 악화시킬 수 있습니다. 다량의 물이나 포말 소화기를 사용하고, 즉시 대피 후 소방서에 신고합니다.
 3. **사고 보고:** 모든 안전사고는 경미하더라도 즉시 감독자 및 안전 관리자에게 보고해야 합니다.

제2장: 살균 장비의 이해

효과적인 세척과 정비를 위해서는 장비의 구조와 작동 원리를 정확히 이해하는 것이 필수적입니다.

2.1 장비 개요 및 작동 원리

본 살균 장비(예: Krones PET-Asept L 모델 기반)는 무균 충전 시스템의 일부로, PET 병 내부를 살균 처리하여 미생물 오염을 방지하는 습식 살균 방식(Wet Sterilization)을 사용합니다. (Krones PET-Asept L System 참조) 장비는 다음과 같은 원리로 작동합니다.

1. **병 투입:** 컨베이어를 통해 세척된 병이 살균기로 투입됩니다.
2. **살균제 분사:** 고정밀 노즐이 병 내부, 특히 넥 피니시 부분까지 살균제(과초산 또는 오존수)를 강력하게 분사합니다.
3. **접촉 시간 유지:** 살균제가 미생물과 충분히 반응하여 사멸시킬 수 있도록 일정 시간 동안 접촉을 유지합니다.
4. **살균제 헹굼(Rinser):** 살균수 또는 무균수로 병 내부에 남은 살균제를 완벽하게 헹궈냅니다.
5. **건조 및 배출:** 무균 공기로 병 내부를 건조시킨 후 충전기로 이송합니다.

이 모든 과정은 밀폐된 클린룸 환경에서 자동으로 이루어지며, 살균제 농도, 온도, 접촉 시간 등 주요 파라미터는 PLC(Programmable Logic Controller)를 통해 정밀하게 제어됩니다.

2.2 주요 부품 명칭 및 기능

부품 명칭	주요 기능	세척 시 중점 관리 사항
컨테이너 살균기 (Container Sterilizer)	과초산(PAA) 또는 오존수를 병 내부에 분사하여 1차 살균을 수행합니다.	노즐 막힘, 분사 각도 및 압력, 살균제 순환 상태 점검.
헹굼기 (Rinser)	살균 처리된 병 내부의 잔류 살균제를 무균수로 헹궈냅니다.	헹굼수 노즐 막힘, 헹굼수 수질 및 압력, 잔류 화학물질 테스트.
살균제 분사 노즐 (Sterilant Nozzles)	병 내부 구석구석에 살균제를 균일하게 분사합니다.	정기적인 분해 세척 및 마모 상태 확인, 막힘 여부 집중 점검.
살균제 순환 탱크 및 펌프	사용된 살균제를 필터링하고 재순환시키거나, 새로운 살균제를 공급합니다.	탱크 내부의 바이오필름 및 침전물 제거, 펌프 작동 상태 및 누수 점검.
센서 및 계측기	살균제 농도, 온도, 압력, 유량 등을 실시간으로 측정하여 공정을 제어합니다.	센서 오염 여부 확인 및 정기적인 교정(Calibration).
밸브 및 배관	살균제, 헹굼수, 공기 등의 흐름을 제어합니다.	밸브 개폐 상태, 누수, 개스킷 마모 및 경화 상태 점검.
클린룸 하우스징 (Clean Room Housing)	외부 오염으로부터 살균 공정을 보호하는 밀폐된 공간입니다.	내부 표면 청결도, 양압 (Positive Pressure) 유지 상태 확인.

제3장: 심층 세척 절차 (SOP)

정기적인 심층 세척은 장비의 성능을 유지하고 교차 오염을 방지하는 데 필수적입니다. 모든 세척은 생산이 완전히 중단된 상태에서 수행되어야 합니다.

3.1 세척 흐름도 (Flowchart)

아래는 심층 세척의 기본 흐름입니다. 각 단계는 세부 절차를 따릅니다.

1. **[시작]** 생산 종료 및 작업 허가서 발급
2. **[안전 확보]** LOTO(Lock-Out, Tag-Out) 절차 수행 및 PPE 착용
3. **[준비]** 장비 내 잔여 주스 및 병 제거, 세척 도구 및 약품 준비
4. **[1차 헹굼]** 상온수로 장비 전체 라인 헹굼 (Pre-rinse)
5. **[알칼리 세척]** 지정된 농도의 알칼리 세척제(예: 가성소다)로 순환 세척 (유기물 제거)
6. **[중간 헹굼]** 알칼리 세척제 잔여물 제거
7. **[산 세척]** 지정된 농도의 산 세척제(예: 질산)로 순환 세척 (무기물, 스케일 제거)
8. **[최종 헹굼]** 세척제 성분이 남지 않도록 깨끗한 물로 충분히 헹굼 (pH 및 전도도 확인)
9. **[분해 및 수동 세척]** 노즐, 개스킷 등 주요 부품 분해 후 수동 세척
10. **[조립 및 최종 살균]** 부품 재조립 후, 운영 농도의 살균제(과초산 등)로 전체 라인 최종 살균
11. **[완료 및 기록]** 세척 완료 후 검증 및 체크리스트 작성, 작업 기록
12. **[종료]**

이 과정은 일반적인 CIP(Clean-In-Place) 절차를 따르며, 장비의 특성에 맞게 조정될 수 있습니다. ([CSI Designs - 5-Step CIP Process](#) 참조)

3.2 주간 정기 세척

목표: 생산 과정에서 발생한 경미한 오염 및 잔여물을 제거하고, 주요 부품의 상태를 점검합니다.

1. **준비:** 생산 종료 후, 장비의 전원을 차단하고 LOTO 절차를 수행합니다.
2. **외부 세척:** 식품 등급 세척제를 사용하여 장비 외부와 클린룸 하우스 내부를 세척합니다.
3. **내부 자동 세척 (CIP):**
 - 1차 헹굼 (10분), 알칼리 세척 (20분, 60-80°C), 중간 헹굼 (10분), 최종 헹굼 (15분) 순으로 자동 세척 프로그램을 실행합니다.

- 주간 세척에서는 일반적으로 산 세척을 생략할 수 있으나, 수질 경도나 제품 특성에 따라 필요시 수행합니다.
- 4. **노즐 점검:** 살균기 및 행굼기의 모든 노즐을 육안으로 검사하여 막힘이나 손상이 없는지 확인합니다. 막힌 노즐은 전용 툴을 사용하여 뚫거나 분해하여 세척합니다.
- 5. **필터 점검:** 살균제 및 행굼수 라인의 필터를 분해하여 세척하고, 손상 여부를 확인합니다.
- 6. **최종 살균:** 장비 재가동 전, 운영 농도의 과초산 또는 오존수로 전체 시스템을 15분간 순환시켜 살균합니다.

3.3 월간 정밀 세척

목표: 주간 세척으로 제거되지 않는 바이오필름, 스케일 등을 제거하고, 주요 부품을 분해하여 정밀 점검 및 세척합니다.

1. **주간 세척 절차 포함:** 먼저 상기 3.2의 주간 세척 절차를 모두 수행합니다.
 2. **산 세척 추가:** 알칼리 세척 후, 반드시 산 세척(20분, 50-60°C)을 포함하여 무기물 스케일을 제거합니다.
 3. **주요 부품 분해 세척:**
 - **모든 노즐:** 살균기 및 행굼기 노즐을 모두 분해하여 초음파 세척기나 전용 브러시로 내부까지 정밀하게 세척합니다.
 - **개스킷 및 씰:** 모든 연결부의 개스킷과 씰을 분해하여 마모, 경화, 균열 여부를 확인하고 세척합니다. 손상된 부품은 즉시 새것으로 교체합니다.
 - **밸브:** 주요 밸브를 분해하여 내부를 세척하고 작동 상태를 점검합니다.
 4. **탱크 내부 검사:** 살균제 순환 탱크의 해치를 열고 내부로 진입(안전 절차 준수)하여, 벽면의 바이오필름이나 침전물이 없는지 육안 및 손전등으로 확인합니다. 필요시 수동으로 세척합니다.
 5. **센서 교정:** 농도, 온도, 압력 센서의 정확도를 점검하고 필요시 교정 작업을 수행합니다.
 6. **재조립 및 누수 테스트:** 모든 부품을 정확하게 재조립한 후, 깨끗한 물을 순환시키며 각 연결부에서 누수가 없는지 확인합니다.
 7. **최종 살균 및 검증:** 전체 라인을 30분 이상 최종 살균하고, ATP 검사 등 품질 관리 절차를 통해 세척 효과를 검증합니다.
-

제4장: 비상 상황 세척 절차

예상치 못한 오염 사고나 장비 고장은 제품의 안전에 치명적일 수 있습니다. 이때는 표준 절차보다 강화된 비상 세척 프로토콜을 따라야 합니다.

4.1 비상 상황 판단 기준

다음과 같은 경우 비상 세척 절차를 개시합니다.

- 생산된 제품에서 미생물(곰팡이, 효모, 세균 등)이 기준치 이상 검출된 경우
- 장비 내부에서 곰팡이나 바이오필름 덩어리가 육안으로 발견된 경우
- 살균제 공급 시스템 고장으로 장시간 살균 공정이 중단된 경우
- 비살균 처리된 액체(예: 일반 용수)가 살균 라인으로 역류하거나 유입된 경우
- 장비의 주요 부품(펌프, 밸브 등)이 파손되어 내부 오염이 의심되는 경우

4.2 오염 사고 발생 시 세척 절차 (의사결정 흐름)

미생물 오염 사고 발생 시, 원인 파악과 완벽한 재발 방지에 초점을 맞춥니다.

1. **[즉시 중단]** 즉시 생산 라인 가동을 중단하고, 오염이 의심되는 시간대에 생산된 모든 제품을 격리 및 폐기 조치합니다.
2. **[원인 분석]** 오염의 원인(예: 특정 부위의 바이오필름, 원료 문제, 작업자 과실 등)을 추적합니다. 환경 모니터링 프로그램(EMP)의 일환으로 오염 부위 샘플링을 진행할 수 있습니다. ([Safe Food Alliance - EMP Guide](#) 참조)
3. **[강화된 심층 세척]** 월간 정밀 세척(3.3) 절차를 따르되, 아래 사항을 강화합니다.
 - **세척 시간 및 농도 2배:** 알칼리 및 산 세척제의 농도와 순환 시간을 표준보다 1.5~2배로 늘립니다.
 - **모든 부품 분해:** 교체 가능한 모든 개스킷, 씰, 유연한 튜브 등은 세척 대신 새것으로 교체하는 것을 원칙으로 합니다.
 - **수동 세척 강화:** 접근 가능한 모든 내부 표면을 브러시를 사용하여 물리적으로 문질러 세척합니다.
4. **[강화된 살균]**
 - **1차 살균:** 재조립 후, 평소보다 2배 높은 농도의 과산화수소로 1시간 이상 순환시킵니다.
 - **헹굼:** 무균수로 충분히 헹궈냅니다.
 - **2차 살균:** 다시 정상 운영 농도의 과산화수소로 30분간 추가 살균을 진행합니다.

5. **[철저한 검증]** 생산 재개 전, ATP 검사, 미생물 배양 검사(Swab test), 최종 헹굼수 미생물 검사 등 다각적인 방법으로 살균 효과를 검증합니다. 모든 결과가 기준치 이하로 나와야만 생산을 재개할 수 있습니다.
6. **[재발 방지 대책 수립]** 원인 분석 결과를 바탕으로 표준운영절차(SOP)를 개정하거나 작업자 교육을 강화하는 등 재발 방지 대책을 수립하고 문서화합니다.

4.3 장비 고장 후 세척 절차

장비 고장으로 수리가 진행된 경우, 수리 과정에서 발생할 수 있는 2차 오염을 제거하는 데 중점을 둡니다.

1. **[수리 완료 후]** 수리가 완료되면, 수리 부위 주변을 식품 등급 알코올 등으로 깨끗이 닦아냅니다.
2. **[영향 범위 파악]** 고장 및 수리가 살균 라인의 무균성에 영향을 미쳤는지 판단합니다.
 - **영향 없음 (예: 외부 모터 교체):** 주간 정기 세척(3.2) 수준의 세척 및 살균을 수행합니다.
 - **영향 있음 (예: 내부 밸브, 펌프 교체):** 월간 정밀 세척(3.3) 절차에 따라 전체 라인을 정밀하게 세척하고 살균합니다.
3. **[기능 테스트]** 세척 후, 수리된 부품이 정상적으로 작동하는지, 다른 시스템과 연동에 문제가 없는지 충분히 테스트합니다.
4. **[검증 및 기록]** 세척 및 테스트 결과를 품질 관리 절차에 따라 검증하고 기록합니다.

제5장: 품질 관리 및 검증

세척은 "깨끗하게 보이는 것"에서 끝나지 않습니다. 과학적인 검증을 통해 세척의 효과를 증명하고, 모든 과정을 문서화하여 추적성을 확보해야 합니다. 이는 GMP(Good Manufacturing Practice)의 핵심 요구사항입니다.

5.1 세척 후 검증 절차

세척 및 살균이 완료된 후, 다음의 검증 절차를 통해 장비가 생산에 적합한 상태인지 확인합니다.

1. **육안 검사:** 조명이 밝은 손전등을 사용하여 장비 내부, 특히 용접 부위, 밸브, 개스킷 주변에 잔여물이나 이물질이 없는지 확인합니다.
2. **최종 헹굼수 검사:**
 - **pH 측정:** 최종 헹굼수의 pH가 공급 용수의 pH와 동일한 범위(중성)에 있는지 확인하여 산/알칼리 세척제 잔류 여부를 판단합니다.
 - **전도도 측정:** 헹굼수의 전도도를 측정하여 이온성 세척제 성분이 남아있지 않은지 확인합니다.
 - **화학 잔류물 테스트:** 필요시 과초산 또는 기타 세척제에 대한 테스트 스트립을 사용하여 잔류물이 없음을 확인합니다.
3. **미생물 검증:**
 - **ATP (Adenosine Triphosphate) 측정:** 표면의 유기물 오염도를 신속하게 측정하는 방법입니다. 식품 접촉 표면 중 위험도가 높은 지점(Critical Control Points)을 선정하여 ATP 스왑(swab)으로 검사하고, 기준치(예: 10 RLU 이하)를 만족하는지 확인합니다.
 - **미생물 배양 검사:** 정기적으로(예: 월 1회 또는 비상 세척 후) 표면 스왑 또는 최종 헹굼수 샘플을 채취하여 총균수, 대장균군 등을 배양 검사합니다. 이는 세척 및 살균 절차의 유효성을 최종적으로 판단하는 기준이 됩니다. ([Pharmig - Microbial Cleaning Validation](#) 참조)

5.2 세척 및 정비 체크리스트

- ☐ **사전 준비:** 작업 허가서가 발급되었는가? LOTO가 수행되었는가? 모든 PPE를 착용했는가?
- ☐ **세척 절차:** 1차 헹굼, 알칼리 세척, 중간 헹굼, 산 세척(필요시), 최종 헹굼이 규정된 시간과 온도로 수행되었는가?
- ☐ **부품 상태:** 분해된 노즐, 개스킷, 필터에 마모나 손상은 없는가? 손상된 부품은 교체되었는가?

☐ **육안 검사:**장비 내외부에 눈에 띄는 잔여물이나 이물질이 없는가?

☐ **행굼수 검증:**최종 행굼수의 pH 및 전도도가 기준치 이내인가?

☐ **ATP 검사:**지정된 측정 포인트의 ATP 수치가 기준치 이하인가?

☐ **재조립:**모든 부품이 정확하게 재조립되었으며, 누수되는 곳은 없는가?

☐ **최종 살균:**규정된 농도와 시간으로 최종 살균이 완료되었는가?

☐ **정리정돈:**사용한 도구와 약품이 정리되었고, 작업 공간이 깨끗한가?

☐ **기록:**세척 일지에 모든 과정과 결과를 정확히 기록하고 서명했는가?

5.3 문서화 및 기록 관리

모든 세척 및 정비 활동은 '장비 이력 로그'에 기록되어야 합니다. 이는 규제 기관의 실사 및 내부 품질 감사에 대비하는 중요한 자료입니다.

- **기록 항목:** 세척 일자 및 시간, 작업자 성명, 세척 유형(주간/월간/비상), 사용한 화학물질 및 농도, 각 단계별 운전 파라미터(온도, 시간), 부품 교체 내역, 검증 결과(pH, ATP 수치 등), 특이사항 및 조치 내역.
- **서명:** 모든 기록에는 작업 수행자와 확인자(생산팀장 또는 품질관리팀장)의 서명이 포함되어야 합니다.
- **보관:** 모든 기록은 최소 3년 이상 보관해야 하며, 관련 법규(예: 식품위생법)에 따라 보관 기간을 준수해야 합니다. ([대한민국 식품위생법](#) 참조)

제6장: 문제 해결 가이드

작업 중 발생할 수 있는 일반적인 문제와 해결 방안을 숙지하면 신속하고 효과적으로 대응할 수 있습니다.

문제 현상	예상 원인	해결 방안
세척 후 ATP 수치가 높게 나옴	<div>1. 유기물 잔존 (세척 불충분)</div> <div>2. 바이오필름 형성</div> <div>3. ATP 측정 오류</div>	<div>1. 알칼리 세척 시간/농도 증가, 물리적 세척 (브러싱) 병행</div> <div>2. 월간 정밀 세척 절차에 따라 바이오필름 제거</div> <div>3. ATP 측정기 교정 및 스왑 유효기간 확인</div>
살균제 농도가 불안정하거나 낮음	<div>1. 살균제 원액 공급 문제</div> <div>2. 희석수 유량 또는 압력 변동</div> <div>3. 농도 센서 오염 또는 고장</div>	<div>1. 원액 탱크 레벨 및 공급 펌프 확인</div> <div>2. 희석수 공급 라인의 펌프 및 밸브 점검</div> <div>3. 센서 세척 및 교정, 필요시 교체</div>
특정 노즐에서 분사가 약하거나 안됨	<div>1. 노즐 막힘</div> <div>2. 해당 라인의 밸브 닫힘</div> <div>3. 펌프 압력 저하</div>	<div>1. 노즐 분해 세척 또는 교체</div> <div>2. 밸브 상태 확인 및 개방</div> <div>3. 펌프 점검 및 수리</div>
최종 헹굼수에서 세척제 냄새가 나거나 pH가 비정상	<div>1. 최종 헹굼 시간 또는 유량 부족</div> <div>2. 배수 라인 막힘으로 인한 역류</div> <div>3. 세척제 배출 밸브 고장</div>	<div>1. 헹굼 시간 및 유량을 표준보다 늘림</div> <div>2. 배수 라인 점검 및</div>

문제 현상	예상 원인	해결 방안
		청소 3. 해당 밸브 점검 및 수리/교체
장비 연결부에서 누수 발생	1. 개스킷/씰 마모 또는 손상 2. 클램프 체결 불량 3. 과도한 압력	1. 해당 부위 개스킷/씰 교체 2. 클램프를 규정 토크 로 다시 체결 3. 시스템 압력 설정값 확인 및 조정
생산된 주스에서 이취(Clove-like) 발 생	과초산 잔류물과 주스 성분(헤스페리 딘)의 반응으로 5-비닐과이아콜 생성 가능성 (ScienceDirect 연구 참조)	1. 최종 헹굼(Rinser) 공정 철저히 수행 2. 헹굼수 양과 시간을 늘려 과초산 잔류물이 없도록 완벽히 제거 3. 최종 헹굼수 잔류물 테스트 강화

부록: 개정 이력 및 연락처

개정 이력

버전	개정일	주요 개정 내용	작성자
1.0	2025-07-20	초판 발행	품질보증팀

비상 연락처

- 생산팀장: 홍길동 (내선: 1234)
- 품질보증팀장: 이순신 (내선: 5678)
- 안전관리자: 강감찬 (내선: 9012)
- 장비 공급사 A/S 센터: 1588-XXXX

참고 자료

[1] 병입수 생산 공정 흐름도 | 물 공장 설계 - IBottling

<https://ibottling.com/ko/what-is-bottled-water-production-process-flow-chart/>

[2] [PDF] Kronos Aseptic Filling Line 2010 - ACE Group

<https://www.aceindustry.net/backend/web/media/product/pdf/XvrCgirqF10FuL2z7bj2VPnnPkW7jUza.pdf>

[3] 물병 충전 시스템 | 산업용 병입 기계 - IBottling

<https://ibottling.com/ko/water-filler-water-filling-machine/>

[4] [PDF] 식품 가공 공정에서의 오존수 관리 동향, 사용 실태 및 활용 방안

[http://www.foodhygiene.or.kr/down/downt.php?o=23\(2\)-02\(%ED%95%98%EC%83%81%EB%8F%84\).pdf&r=23\(2\)-02\(%ED%95%98%EC%83%81%EB%8F%84\).pdf](http://www.foodhygiene.or.kr/down/downt.php?o=23(2)-02(%ED%95%98%EC%83%81%EB%8F%84).pdf&r=23(2)-02(%ED%95%98%EC%83%81%EB%8F%84).pdf)

[5] 대만 고품질 다용도 활성산소 조합 제조업체 | 百昱企業有限公司

<https://www.strongltd.com.tw/ko/product/OM858A.html>

[6] A Guide to Environmental Monitoring - Eurofins USA

<https://www.eurofinsus.com/food-testing/resources/a-guide-to-environmental-monitoring/>