

식물위생조치를 위한 국제기준
(비공식번역본)

ISPM 43

식물위생조치로서 훈증 사용을 위한 요건

Requirements for the use of fumigation as
phytosanitary measures

(2019)

FAO/IPPC 사무국

인용 시 요구되는 문구:

FAO. 2019. *Requirements for the use of fumigation as phytosanitary measures*. International Standard for Phytosanitary Measures No. 43. Rome. FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention.

이 정보물 내에 적용된 명칭(designation)과 자료의 표현(presentation)은, 법적 또는 어느 나라의 개발 상태, 영토, 도시 또는 지역 또는 이들의 권한과 관련되거나 또는 국경 또는 영역의 경계 설정과 관련된, UN의 세계 식량 및 농업기구(FAO)의 부분에 대한 어떠한 의견 표명을 전혀 의미하지 않는다. 특정 회사 또는 생산자의 물품에 대한 언급은, 이들이 특허를 받았건 받지 않았건, 이들이, 언급되지 않은 유사한 다른 것에 우선하여, FAO에 의해 승인 또는 추천을 받았다는 것을 의미하지 않는다.

이 정보물에 표현된 의견은 저자들의 의견이며 FAO의 의견이나 정책을 반드시 반영하는 것은 아니다.

© FAO, 2019



일부 권리가 보호되어 있다. 이 산물(work)은 Creative Commons Attribution-Non-Commerical-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC-BY-NC-SA 3.0 IGO;

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>)에 따라 사용 가능하다.

적절하게 인용된다면, 이 라이선스의 조건에 따라 이 산물은 비상업적 목적을 위하여 복사, 재배포와 적용될 수도 있다. 이 산물의 사용에 있어서 FAO가 특정 기관, 상품 또는 서비스를 허가했다는 어떤 시사(suggestion)도 있어서는 않된다. FAO의 로고 사용은 허가되지 않는다. 이 산물이 적용된다면, 동일 또는 동등한 Creative Commons licence 하에서 허가(licensed)를 받아야만 한다. 이 산물의 번역이 수행된다면, 필요한 인용과 더불어 다음의 disclaimer를 포함해야 한다: “이 번역은 UN FAO가 수행한 것이 아니다.

FAO는 번역의 내용이나 정확함에 책임이 없다. 원 영어본이 원본 ‘authoritative edition’이 되어야 한다.”

이 라이선스 하에 우호적으로 해결할 수 없는 분쟁 발생은, 여기에 제공된 경우를 제외하고는, 라이선스 8항에서 설명된 중재와 조정에 의해 해결될 것이다. 적용할 수 있는 중재 규칙은 세계지적재산권기구 <http://www.wipo.int/amc/endml> 조정 규칙이고, 조정은 UN Commission on International Trade Law(UNCITRAL)의 조정 규칙에 따라 수행될 것이다.

제삼자 자료. 표, 그림 또는 이미지 같은 자료들을 제3자에 제공되도록 (attributed) 재사용하고자 하는 사용자는 재사용에 대한 허가가 필요한지를 결정하고 저작권 소유자로부터 허가를 받는 것에 책임이 있다. 이 산물의 제삼자가 소유한 요인의 저작권 위반으로부터 야기되는 청구(claim) 위험은 전적으로 사용자에게 있다.

판매, 권리와 licensing. FAO 정보물은 FAO 웹사이트 (www.fao.org/publications)에서 찾을 수 있고, publication-sales@fao.org를 통하여 구매 가능하다. 상업적 사용 요청은 www.fao.org/contact-us/licence-request를 통하여 제출되어야 한다. 권리와 licensing 관련 질문은 copyright@fao.org에 제출되어야 한다.

이 ISPM이 재생산되는 경우 최신의 채택된 IPSMs 버전이 www.ippc.int에서 내려받을 수 있다는 것을 언급해야 한다.

공식적인 참고문헌, 정책 결정 또는 분쟁 회피와 해결 목적을 위하여 인용되는 IPSMs는

<http://www.ippc.int/en/core-activities/standards-setting/ispms/#614> 하에
출간된 것이다.

UN 식량농업기구와의 협의를 통해 농림축산검역본부에서 출판하였다.
(Published by arrangement with the Food and Agriculture Organization
of the United Nations and Animal and Plant Quarantine Agency)

"본 출판물은 본래 UN FAO에서 "*International Standards for Phytosanitary Measures*(식물위생조치를 위한 국제 기준)"로 영어로 출판되었다. 본 한국어 번역은 농림축산검역본부에서 마련하였다."

“이 정보물 내에 적용된 명칭(designation)과 자료의 표현(presentation)은, 법적 또는 어느 나라의 개발 상태, 영토, 도시 또는 지역 또는 이들의 권한과 관련되거나 또는 국경 또는 영역의 경계 설정과 관련된 UN의 세계 식량 및 농업기구(FAO)의 부분에 대한 어떠한 의견 표명을 전혀 의미하지 않는다. 특정 회사 또는 생산자의 물품에 대한 언급은, 이들이 특허를 받았건 받지 않았건, 이들이, 언급되지 않은 유사한 다른 것에 우선하여, FAO에 의해 승인 또는 추천을 받았다는 것을 의미하지 않는다. 이 정보물에 표현된 의견은 저자들의 의견이며 FAO의 의견이나 정책을 반드시 반영하는 것은 아니다.”

"© Animal and Plant Quarantine Agency, 2024 (한국어 번역)"

"© FAO, 1995–2019 (영문판)"

출간 이력

이 부분은 본 기준의 공식적인 부분은 아님

2014-04 CPM-9이 식물위생조치로서 훈증 사용을 위한 요건 주제를 사업 프로그램에 추가 (2014-004)

2014-05 기준위원회(SC)가 작업지시서를 수정

2015-05 SC가 작업지시서 62 승인

2016-10 간사와 부간사가 초안을 작성하고, TPPT가 수정(영상회의)

2016-12 TPPT가 수정 (영상회의)

2017-01 TPPT가 수정 (영상회의)

2017-01 TPPT e-forum (2017_eTPPT_Jan_01)

2017-05 SC가 초안을 수정

2017-07 1차 회원국 의견수렴 실시

2018-05 SC-7이 수정

2018-07 2차 회원국 의견수렴 실시

2018-11 SC는 초안을 수정하고 CPM 채택을 위하여 승인

2019-04 CPM-14이 기준을 채택

ISPM 43. 2019. 식물위생조치로서 훈증 사용을 위한 요건. 로마, IPPC 사무국, FAO.

출간 이력은 최종으로 2019-04에 업데이트됨.

차례

채택

서론

범위

참고문헌

정의

요건의 개요

배경

생물다양성과 환경에 대한 영향

요건

1. 훈증의 목적
2. 훈증 적용
 - 2.1 단일 훈증제 소독처리
 - 2.2 복합 소독처리
 - 2.3 특별 조건 하에서 훈증
 - 2.3.1 변형된 대기 하에서 훈증
 - 2.3.2 진공 하에서 훈증
3. 훈증에 사용되는 밀폐 장소(enclosure)와 장비
 - 3.1 밀폐 장소
 - 3.2 훈증 장비
 - 3.2.1 투약(dosing) 장비
 - 3.2.2 가스 기화기
 - 3.2.3 가열 장비
 - 3.2.4 가스 순환 장비
 - 3.2.5 습도 함량을 측정하기 위한 기구

- 3.2.6 감압을 측정하기 위한 기구
- 3.2.7 온도 측정을 위한 기구
- 3.2.8 가스 농도 측정을 위한 기구

4. 훈증 절차

- 4.1 품목 적재
- 4.2 포장재
- 4.3 흡착
- 4.4 훈증 온도 결정
- 4.5 가스 밀폐 시험 (tightness test)
- 4.6 훈증제 투입(introduction)
- 4.7 측정 및 기록
 - 4.7.1 훈증제 농도 측정 및 기록
 - 4.7.2 농도-시간 적(CT) 계산
- 4.8 훈증의 완료

5. 소독처리 시설의 적정 시스템

- 5.1 소독처리 업체 허가
- 5.2 모니터링과 감사
- 5.3 훈증 후 감염 방지
- 5.4 레이블링

6. 문서화

- 6.1 절차의 문서화
- 6.2 기록 유지
- 6.3 NPPO에 의한 문서화

7. 검사

8. 책임

부록 1: 일부 일반적인 훈증제의 화학적 성질 (25℃에서)

부록 2: 필요한 훈증제의 양을 계산하기 위한 수식의 예

부록 3: 기하적 모양의 부피를 계산하기 위한 수식

부록 4: 농도-시간 적(CT)을 계산하기 위한 수식의 예

채택

이 기준은 2019년 4월, 14차 CPM에서 채택되었다.

서론

범위

본 기준은, 가스 상태로 품목에 도달하는 화학물의 소독처리를 포함하는, 식물 위생조치로서 훈증 적용에 대한 지침을 NPPO들에 제공한다. 이 기준은 또한 NPPOs들에게 훈증을 실시하는 소독처리 업체(treatment providers) 허가에 대한 지침을 제공한다.

이 기준은 특정 훈증제의 특정 소독처리 세부 사항을 제공하지는 않는다. 훈증과 같이 적용되지 않는 변형된 대기(modified atmosphere) 적용은 이 기준의 부분이 아니다.

참고문헌

이 기준은 ISPMs를 참고한다. ISPMs은 국제식물위생 포탈(IPP) www.ippc.int/core-activities/standards-setting/ispms에서 찾을 수 있다.

CPM R-03. 2017. *Replacement or reduction of the use of methyl bromide as a phytosanitary measure*. CPM Recommendation. Rome, IPPC 사무국, FAO. <https://www.ippc.int/en/publication/84230>(최근 접근 2018.11.27.일).

정의

이 기준에서 사용된 식물위생 용어들의 정의는 ISPM 5(식물위생용어집)에서 찾을 수 있다.

요건의 개요

NPPOs는, 훈증 적용이 효과적으로 수행되어서, 중요한 지표들(parameters)이 품목 전체를 통해 필요한 수준에 있어서, 명시된 효력을 달성한다는 것을 확인하여야 한다.

훈증 적용을 위한 요건들, 훈증 장비 사용과 훈증 절차가 충족되어야 한다. 훈증된 품목의 감염 또는 오염을 방지하기 위해 시스템이 실행되어야 한다. 기록 유지와 문서화 요건은 감사, 확인 또는 역추적이 가능하도록 충족되어야 한다.

관련된 기관들의 역할과 책임이 설명되어 있다. 소독처리 업자들을 허가, 모니터링과 감사하기 위한 책임에 대한 지침이 NPPOs에게 제공되어 있다.

배경

이 기준의 목적은, 특히 ISPM 28(규제병해충에 대한 식물위생 소독처리) 하에 적용된 소독처리들을 위한, 식물위생조치로서 훈증 적용의 공통적 (generic) 요건들을 제공한다.

ISPM 28는, 넓은 범위의 상황에서 효과적인 식물위생 소독처리를 조화시키고, NPPOs에 의해 소독처리 효과가 상호 인정되는 것을 증가시키기 위하여 채택되었고, 이는 무역을 촉진할 수도 있다. ISPM 28은 식물위생 소독처리에 대한 효력 데이터와 다른 관련 정보를 제출하고 평가하기 위한 요건과, CPM에 의해 이미 평가되고 채택된 특정 훈증에 대한 부속서를 제공한다.

정해진 효력에 필요한 최저 온도와 기간에서, 훈증 밀폐 장소(enclosure) 내에서 훈증제의 최저 농도 장소에서 특정 농도가 달성된 경우, 훈증은 효과적인 것으로 고려된다. 전체적인 소독처리 절차의 효과는, 훈증 후 감염과 오염을 방지하기 위해 적용되는 조치도 포함한다.

생물다양성과 환경에 대한 영향

역사적으로 훈증은 규제병해충의 유입과 확산을 방지하기 위하여 널리 적용되어 왔으므로, 생물다양성에 도움이 되어 왔다. 그러나 methyl bromide, sulphuryl fluoride 같은 훈증제 가스는 환경에 나쁜 영향을 줄 수도 있다. 예를 들면, methyl bromide의 대기로 방출은 오존층을 파괴하는 것으로 알려져 있고, sulphuryl fluoride는 온실 가스로 알려져 있다. 식물위생조치로서 methyl bromide의 대체 또는 감축에 대한 CPM 권고문(CPM R-03, 2017)은, 체약국들이 가능할 경우 대체제를 사용하도록 권장하고 있다. 훈증제의 환경 영향은 가스 방출을 감소시키기 위하여 파괴 (화학적 분해, destruction) 또는 재포집 기술을 통하여 경감될 수 있다.

요건

1. 훈증의 목적

식물위생조치로서 훈증을 사용하는 목적은, 특정 효력(efficacy)에서 병해충 사멸을 달성하기 위함이다.

2. 훈증 적용

훈증은 소독처리 시설 또는 다른 적절한 장소(예, 화물 선박 홀드, 컨테이너, 창고와 천막(tarpaulin))에서 소독처리 업체 또는 NPPO에 의해 수행된다.

훈증은 공급 사슬 중 어디에서든 적용될 수도 있다, 예를 들면;

- 생산의 종합적 부분 또는 포장 과정(packaging operation)
- 포장 후 (예, 출고를 위하여 일단 품목을 포장)
- 저장 중
- 출고 직전 (예, 항구(port)의 중앙화 된 장소에서)
- 수송 중
- 수입국 도착 시 (하역 전 또는 후).

훈증 절차는 중요한 지표들이(예, 농도 또는 약량, 온도, 기간) 품목 전체에서 요구되는 수준에 있어서, 필요한 효력이 달성되도록 하는 것을 보증하여야 한다.

훈증 효력은, 품목과 훈증에 사용되는 밀폐 장소(enclosure) 내의 수분 함량과 습도, 압력과 포장재 또는 품목에 의해 만들어지는 대기 가스 구성의 변화 같은 요인들에 의해 영향받을 수도 있다. 훈증 동안 고려해야 하는 다른 요인들은, 훈증제의 침투, 포장재 또는 품목에 의한 훈증제의 흡착, 훈증제 특정 중량(gravity), 훈증제 순환과 훈증 밀폐 장소로부터 유출이다. 훈증제 순환은, 밀폐 장소의 크기와, 간격을 띄운(spacing) 상자에 담긴 품목과 벌크로 적재된 품목 간의 적재 배열 차이를 고려하여야 한다.

일부 훈증제는 특정 품목 또는 물질과 반응하며, 이는 훈증 전 고려할 필요가 있다 (예, 포스핀은 구리와 다른 금속과 강하게 반응하여 장비 확인 또는 송풍기에 사용되는 전자제품에 영향을 할 수도 있음).

소독처리를 적용하기 위하여 NPPO에 의해 승인받는 절차는 분명하게 문서화되어야 한다. 이들 절차는, 소독처리 스케줄에 언급된 중요한 지표들이 달성되는 것을 확인하도록 설계되어야 한다. 품목의 품질은 보존하면서 대상 병해충에 대한 필요한 효력을 달성하는데 이 조정(사전-, 사후 조정) 과정이 소독처리에 중요한 경우, 절차는 필요한 약량에 다다르기 위한 사전- 및 사후- 조정(conditioning) 과정을 포함하여야 한다. 중요한 소독처리 지표의 실패나 문제에 대한 시정조치의 대비(contingency) 절차와 지침도 포함되어야 한다.

2.1 단일 훈증제 소독처리

가장 일반적으로 사용되는 훈증은 단일의 훈증제를 적용하는 것이다. 일반적으로 사용되는 훈증제는, 보통 모든 병해충 그룹에 효과적이거나 또는 특정 그룹(예, arthropods, 진균, 선충)과, 모든 또는 대부분의 생활태에 효과적인, 작용 기작에 의해 결정된다. 단일 훈증제의 소독처리 스케줄은, 특정 효력을 달성하기 위하여 필요한 기간 동안 필요한 최소 농도를 달성하기 위한 단일 적용을 필요로 하기 때문에, 보통 단순하다. 일반적으로 사용되는 훈증제의 목록과 그들의 화학적 성질은 부록 1에 제공되어 있다.

2.2 복합 소독처리

단일 훈증제가 품목을 시장성이 없도록 훼손하지 않을 수 없거나, 또는 경제적 또는 물류적 이유로, 다른 훈증제 또는 소독처리가 소독처리 스케줄에 포함될 수도 있다.

복합 소독처리의 효과를 높이기 위하여, 다른 소독처리가 훈증 직전 또는 직후에 순차적으로 적용될 수도 있다. 예를 들면, 각각의 소독처리 단독에 필요한 정도가 높아서 품목이 피해를 쉽게 입거나, 또는 대상 병해충의 가장 저항인 생활태가 다른 소독처리에 따라 다른 경우, 훈증제와 온도 소독처리가 순차적으로 적용되는 것이 필수적일 수도 있다.

다른 훈증제 또는 다른 종류의 소독처리와 동시에 적용하는 것이, 단일 훈증제 소독처리와 비교하여 효과, 품목 저항성, 경제적, 환경적 영향 또는 물류면에서 장점이 있을 수도 있다.

2.3 특정 조건 하에서 훈증

훈증은 다음의 특정 조건 하에서 실시될 수도 있다.

2.3.1 변형된 대기 하에서 훈증

훈증에 사용되는 밀폐된 공간에서, 대기 중의 이산화탄소 농도 증가를, 단독으로 또는 질소 증가와 산소 농도 증가 또는 감소와 같이 처리하는 것은, 훈증의 효력을 증가시키기 위하여 사용될 수도 있다. 이와 같은 방법으로 대기 가스 농도를 변화 시키는 것은, 대상 병해충의 사멸을 직접 증대시키거나 또는 대상 병해충의 호흡을 증가시켜서, 포스핀 같은 훈증제의 효력을 증대시킬 수도 있다. 밀폐 장소의 산소 농도를 감소시키는 것은(예, 이산화탄소 또는 질소 같은 비가연성 가스로 대체함으로써), 에틸포메이트 같이 훈증제가 가연성일 경우 필수적일 수도 있다.

2.3.2 진공 하에서 훈증

낮은 대기압에서 훈증을 적용하는 것은, 품목 내로 훈증제 침투를 상당히 증가

시킬 수 있고, 이로 인하여 효력 증대 또는 훈증제 양 또는 소독처리 기간을 감소시키게 된다. 이와 같은 소독처리는, 압력 변화에 견디고 훈증 동안 진공 상실이 최소인 것을 확인할 수 있는, 전용 진공(purpose-built vacuum) 챔버와, 필요한 시간 내에 대기 압력을 달성할 수 있도록 진공 펌프를 사용하여 수행되어야 한다.

3. 훈증에 사용되는 밀폐 장소(enclosure)와 장비

훈증에 사용되는 장비와 밀폐 장소는 많은 종류가 있다. 이들은 사용되는 훈증제 종류와 품목의 종류, 주변 환경의 상태에 따라 다르다. 훈증이 필요한 효력을 달성한다는 것을 확인하기 위하여, 다음의 밀폐 장소와 장비들이 필수적일 수도 있다.

3.1 밀폐 장소

밀폐 장소는, 훈증 기간을 통틀어 적절한 훈증 조건이 유지된다는 것을 보증하기 위한 방법으로 밀폐를 할 수 있는 공간이어야 한다. 밀폐 장소의 예는 훈증 전용 챔버, 싸이로, 화물 컨테이너, 창고, 선박 홀드 또는 tarpaulin ‘텐트’를 포함한다. 밀폐 장소는, 훈증 기간 내내 적정 훈증제 농도가 유지되고 훈증제 누출이 일어나지 않는 재질(예, 다공성이지 않거나 훈증제가 흡착되지 않는 재질)로 건축되어야 한다. 열린 곳(opening)은 효과적으로 밀폐되어야 한다. 모래, 암반, 목재와 포장 (paving(돌 또는 블록)) 같은 다공성 표면은, 텐트 밀폐 장소의 바닥으로는 적합하지 않다.

3.2 훈증 장비

훈증 지표들을 측정하는데 사용되는 모든 장비들은 생산자 사용법과 적정할 경우 NPPO의 지침(specification)에 따라 보정되어야 한다.

3.2.1 투약 (dosing) 장비

투약 장비는 훈증제 가스가 밀폐 장소로 양적 유입을 가능하도록 하여야 한다. 투약 장비는 적절하게 안전하고 튼튼한(secure) 훈증제의 저장 용기

(vessel) 그리고, 밀폐 장소 안으로 훈증제를 배달하는 선(lines)을 포함하고, 밀폐 용기 내로 가스 흐름의 속도 또는 양 측정(예, 가스 mass flow-meter) 또는 밀폐 장소로 공급되는 가스 용기로부터 부피 또는 무게를 측정(예, 저울 (scale 또는 balance))하는 장치를 포함하여야 한다. 일부 경우, 훈증제 가스가 밀폐 장소 내로 고체 상태(예, 마그네슘 포스피드 알약) 또는 정해진 부피의 통(canister)으로부터 투입되어, 필요한 약량을 달성하기 위해 알려진 훈증제의 양을 방출할 수도 있다.

3.2.2 가스 기화기

일부 훈증제는 금속 실린더 내에 압축 액체로 보관된다. 훈증에 필요한 상당한 양의 액체를 방출하고 기화하는 것은, 상당한 에너지를 흡수(absorb)한다. 필요한 가스 양이 밀폐 장소로 공급되는 것을 확인하기 위하여, 기화기는 액체가 가스로 기화하는 동안 에너지(열)를 제공하도록 사용할 수도 있다. 훈증제에 따라 적당한 압력에 견딜 수 있는 기화기가 사용되어야 한다.

3.2.3 가열 장비

품목과 밀폐 장소 내 공기의 온도를 상승시키는 것이 필요할 경우, 노출된 열원(heating source)은 가연성 훈증제 또는 고온에서 분해되는 훈증제와 같이 사용해서는 안된다(훈증제 화학적 특징은 부록 1 참고).

3.2.4 가스 순환 장비

특히 상대적으로 확산이 느린 가스에서는, 많은 양의 품목의 성공적인 훈증을 위하여, 밀폐 장소 내로 유입된 훈증 가스의 균일하고 신속한 분포가, 중요할 수 있다. 부패하기 쉬운 품목 또는 훈증제에 오래 노출되면 약해가 있는 품목에는 가스의 빠른 순환이 필요하다. 이와 같은 품목들에는, 훈증제와 함께 사용하는 것에 적당하고 적절한 가스 순환을 제공할 수 있는, 하나 또는 이상의 송풍기가 사용되어야 한다. 그러나 벌크 상품(예, 곡류)은 송풍기를 사용하는 것이 항상 가능하지 않을 수 있다.

3.2.5 습도 함량을 측정하는 기구

습도 함량이 소독처리 효과에 영향을 미치는 품목의 경우, 습도 함량이 측정되어야 한다. 습도계는 품목의 대략적인 습도량의 측정값을 제공한다. 습도 함량은, 통상 동일 더미 내의 품목 내, 또는 품목 간에도 다르기 때문에, 실제 습도 함량의 5% 내 측정만 하는 습도계가 필요하다. 습도 함량을 측정하기 위한 다양한 기구들이 있다. 이들의 사용은 생산자의 안내에 맞추어야 한다.

훈증이 필요한 효력을 달성하였다는 것을 확인하기 위하여, 환경 습도를 측정하는 기구를 사용하는 것이 필요할 수도 있다.

3.2.6 감압을 측정하기 위한 기구

훈증이 진공에서 수행되는 경우, 공기압 또는 진공이 발생하고, 노출 또는 시험 (testing) 기간 동안 유지되는지를 측정하고 기록하기 위하여, 적당한 정밀성과 감도의 적절한 진공 게이지가 사용되어야 한다. 특화된 전자 측정 장비가 있기도 하지만, 적절한 진공 게이지는 간단한 U 튜브 manometer 또는 Bourdon 게이지를 포함할 수도 있으며, 실제 압력 1kPa 내를 측정하여야 한다.

3.2.7 온도 측정을 위한 기구

밀폐된 공간 내와, 적절하다면, 훈증 전과 훈증 동안 품목의 외부 표면과 내부 온도를, 적절한 간격으로 측정하는데, 보정된 온도계가 사용되어야 한다. 필요한 온도 센서의 숫자는 밀폐 장소의 크기에 따라 달라진다.

3.2.8 가스 농도 측정을 위한 기구

밀폐 장소 내 훈증제 농도를 측정하기 위해 필요한 장비는 사용되는 가스의 종류에 따라 달라진다. 사용되는 장비는 적절한 정밀도(예, 훈증 내내 달성되어야 하는 훈증제 농도의 $\pm 5\%$)를 가져야 한다. 훈증제에 노출되는 측정 장비(예, 시료채취 라인)는 훈증제를 흡수하지 않는 재료로 만들어져야 한다. 훈증제 시료채취 라인은 훈증제 공급 라인 또는 dispensers로부터

가능하면 멀리 떨어지고, 훈증제 농도가 가장 낮을 가능성이 높은 장소(들)에 설치되어야 한다.

4. 훈증 절차

많은 요인들이 훈증 효력에 영향을 미친다. 이들 요인에는 훈증제의 침투 또는 흡착, 품목의 온도와 대기 온도와 관련 있는, 훈증제 농도, 노출 시간, 품목의 특징이 포함된다. 밀폐 장소의 가스 밀폐(tightness), 적재 배열, 적재 비율(전체 공간 중에 적재된 공간 비율)은, 훈증 동안 가스 분포와 농도에 직접적으로 영향한다. 소독처리 스케줄에 의해 필요한 훈증제 농도가, 훈증 동안 밀폐 장소 내에서 달성되고 유지되는 것을 확인하는 방법으로, 밀폐 장소 내에 훈증제 공급과 순환 장비(필요한 경우)가 설치되어야 한다.

4.1 품목 적재

훈증 전, 훈증제가 적정하게 순환되도록 충분한 공간을 확보할 수 있게 밀폐 장소 내에 품목이 적재되어야 한다. 어떤 경우에는 훈증제가 품목 내로 침투하는 것을 확인하기 위하여, 간격자(separators)가 사용되어야 한다. 벌크 적재인 경우, 예를 들면 재순환(recirculation) 시스템에 의한, 적정한 순환이 확보되어야 한다.

4.2 포장재

사용된다면, 포장재는 훈증제 가스가 품목까지 침투하는 것을 막거나 훈증제 농도가 필요한 수준에 도달하는 것을 방해하지 않는 구성과 구조여야 한다. 이런 경우가 아니라면, 훈증제 불투과 포장 물질 또는 코팅은 제거되거나 구멍을 뚫어, 훈증제의 적정한 침투를 보장해야 한다. 구멍이 있는(perforated) 포장재는, 구멍이 막힐 수도 있으므로, 겹치지 않아야 한다.

4.3 흡착

흡착은 훈증되는 품목, 포장재 또는 밀폐 장소 위 또는 내부에 자유(free) 훈증제가 화학적으로 또는 물리적으로 결합하는 과정이다. 포장재 또는

밀폐 장소에 의한 흡착은 훈증제가 병해충을 사멸시키는 것을 불가능하게 할 수도 있지만, 품목에 의한 흡착은 과실과리 같은 내부 가해 병해충을 사멸하는데 필수적일 수도 있다. 흡착은 훈증 시작에는 높았다가, 훈증이 진행되면서 점차적으로 감소한다. 흡착은 훈증 후 환기에 필요한 시간을 증가시킨다.

기름(oil), 지방(fat) 또는 다공성 또는 미세하게 분쇄된 물질은 높은 흡착 물질일 수도 있다. 필요한 최소 농도가 달성되는 것을 확인하기 위해, 농도 값을 잴 수 있는 경우가 아니면, 높은 흡착 품목 또는 포장재는 훈증 해서는 안된다.

4.4 훈증 온도 결정

특히 온도가 대상 병해충의 호흡 속도에 영향을 하기 때문에, 온도는 필요한 훈증 효력을 달성하게 하는 한 요인이다. 보통의 경우, 온도가 낮아지면 병해충의 호흡 속도는 낮아지고, 필요한 효력을 달성하기 위한 훈증제의 양 또는 노출 시간이 늘어나게 된다.

품목과 밀폐 장소 내 대기 온도는 측정되고 기록되어야 한다. 밀폐 장소 또는 품목의 기록된 가장 낮은 온도가 훈증이 수행되는 온도로 고려되어야 한다.

4.5 가스 밀폐 시험

밀폐 장소의 필요한 가스 밀폐는 사용되는 훈증제에 기초하여야 한다. 필요하다면, 훈증 전(가능하면 직전이 좋음), 가스 밀폐 시험이 수행되어야 한다. 그러나 밀폐 장소가 충분히 강한(resistant) 구조물이고 정기적으로 사용된다면, 시험은 NPPO에 의해 규정된 대로, 필요한 간격, 예를 들면 6 또는 12개월 또는 특정 소독처리 횟수 실시 후에만 필요할 수도 있다.

적정한 가스 농도가 훈증 기간 동안 유지되는 것을 보증하기에 밀폐 장소의 가스 밀폐가 충분하지 않은 경우, 가스 밀폐는 압력 반감기를 측정하여 결정하여야 한다.

4.6 훈증제 투입

소독처리 기간 내 밀폐 장소 또는 품목(둘 중 낮은 온도)이 겪을 것으로 예상되는 최저 온도가, 약량을 결정하는데 사용되어야 한다.

적용될 훈증제의 총량은 필요한 약량(dose rate)과 밀폐 장소의 부피의 합이다. 그러므로 밀폐 장소 부피의 정확한 측정이 중요하다. 훈증 밀폐 장소의 과도한 흡착과 누출이 고려되어야 한다.

소독처리 스케줄에 정해진 필요한 최소 농도가 달성되는 것을 보증하기 위하여, 충분한 양의 훈증제가 밀폐 장소 내로 투입되어야 한다. 필요한 훈증제의 양은, 적정한 식에 의해 계산되어야 한다: 예를 들면 부록 2 참조.

밀폐 장소의 부피는 내부 부피이고 각각의 다른 모양의 밀폐 장소 별로 다르게 계산되어야 한다(모양의 예와 계산식은 부록 3 참조). 공기가 들어가지 않고 훈증제 비흡착인 밀폐 장소 내의 용기(예, 드럼 또는 상자)의 부피는 밀폐 장소 부피에서 제외될 수 있다.

훈증제가 가스 상태로 밀폐 장소 내로 도입되는 것이 요구된다면, 액체 훈증제가 기화기(3.2.2 참조)를 통하여 처리될 수도 있다. 그러나 일부 훈증제는 가스 상태로 바뀌는 고체로 도입될 수 있다(3.2.1 참고).

4.7 측정 및 기록

훈증제 농도가 측정되고 기록될 때, 밀폐 장소 내 훈증제 농도가 맞는지와 과도한 누출 또는 흡착이 없는지를 확인할 수 있도록, 측정이 사용되어야 한다. 필요한 약량이 달성되고 유지된다는 신뢰를 제공하고, (필요하다면) 생성되는 농도-시간 적(CT)의 적정한 계산이 이루어지도록, 충분한 빈도로 훈증제 농도가 측정되고 기록되어야 한다. 훈증제가 밀폐 장소 내에 소독처리 기간 내내 균일하게 분포되는 것을 보증하기 위하여, 소독처리 스케줄에 따라 농도가 읽혀져야 한다.

4.7.1 훈증제 농도 측정 및 기록

가능하다면, 시료채취 라인이 훈증제가 닿기에 가장 어려울 것으로 기대되는 장소에 위치하여야 한다. 밀폐 장소 전부의 훈증제 농도를 적정하게 측정하기 위하여 필요한 시료채취 라인의 수는, 밀폐 장소의 부피와 특성에 따라 달라진다. 목적에 맞게 만들어진 훈증 챔버는, 천막 밀폐 장소보다 적은 시료채취 라인이 필요할 수도 있다.

품목과 소독처리 스케줄에 따라, 밀폐 장소 내 품목 안에 추가의 시료채취 라인 설치가 필요할 수도 있다. 예를 들어, 투과가 어렵게 단단하게 포장된 품목은 추가의 라인과 함께, 처음 300m³ 품목에 최소 3개 시료채취 라인이 사용될 수도 있다.

4.7.2 농도-시간 적(CT) 계산

CT는 다른 방법으로 계산될 수 있다(부록 4). 근접하게 연속된 값으로부터 얻어진 CT 값은, 측정 간의 간격을 고려하여, 해당 장소에서 전체 노출 기간에 대한 누적 CT가 계산될 수 있다. 적절한 예측 CT를 얻는데 필요한 근접한 측정 횟수는, 소독처리 기간 동안 약량 커브 모양에 따라 달라진다.

시료채취 라인이 훈증제 농도의 다른 값을 제공하는 경우, 누적 CT는 가장 낮은 값을 사용하여 계산되어야 한다.

4.8 훈증의 완료

소독처리 시간이 종료되고, 필요한 CT, 온도와 최소 농도가 달성되면, 훈증은 완료된 것으로 고려되어야 한다. 최소 CT가 초기에 달성되지 않은 경우, 소독처리 스케줄이 허용한다면, 일부 훈증제 종류와 훈증 상태의 경우, 훈증 기간 연장 또는 추가 훈증제 투여가 허용될 수도 있다.

훈증 성공의 지표는, 대상 병해충 사멸을 확인하기 위하여, 환기 후 검사 또는 시험에 의해 확인될 수 있다. 많은 훈증제의 경우, 언급된 효력에서

병해충 사멸이 달성되기 전에 연장된 훈증 후 시간이 필요할 수도 있다.

5. 소독처리 시설의 적정 시스템

식물위생조치로서 훈증의 적정성에 대한 신뢰는, 해당 소독처리가 대상 병해충에 대하여 특정 조건 하에서 효과적이며, 해당 소독처리가 적절하게 적용되었다는 것에 대한 보증에 기초한다. 소독처리의 시스템 실행은, 해당 소독처리가 적정하게 수행되고 품목이 소독처리 후 감염과 오염으로 보호되는 것을 보증하도록 설계, 사용 및 모니터링 되어야 한다.

소독처리가 수행되거나 시작되는 한 국가의 NPPO는, 그 시스템의 요건이 충족되는 지를 확인하는 것에 책임이 있다.

5.1 소독처리 업체 허가

식물위생 소독처리가 수행되거나 시작되는(수송 중 훈증이 일어나는 경우) 한 국가의 NPPO는 소독처리 업체를 허가하는 책임이 있다. 이 허가는 보통 소독처리 시설과 소독처리 업체 모두를 승인하는 것을 포함한다. NPPO는, 직원 훈련, 훈증 절차, 적절한 장비와 보관 조건을 포함하는, 소독처리 업체 승인 요건을 설정해야 한다. 각각의 시설, 업자와 품목 소독처리에 대한 특정 절차가 NPPO에 의해 승인되어야 한다.

NPPOs는, 적절한 경우 승인된 시설을 포함하여, 훈증을 수행할 수 있는 승인된 소독처리 업체 목록을 유지하여야 한다.

5.2 모니터링과 감사

훈증이 수행되거나 시작되는 한 국가의 NPPO는, 소독처리 시설과 업체들을 모니터링하고 감사하는 책임이 있다. NPPO는 감사 스케줄을 유지하고 적절하게 훈련된 직원에 의해 감사가 수행되는 것을 보증하여야 한다. 소독처리 절차가 적정하게 설계되고 해당 시설, 절차와 품목의 높은 수준의 시스템 완성도 보증을 확인할 수 있는 경우, 훈증의 지속적인 감독이 필수적이지 않다. 문제점을 즉각적으로 검출하고 수정하기에 모니터링과 감사가 충분

하여야 한다.

소독처리 업체는, NPPO에 의해 설정된 모니터링과 감사 요건을 충족하여야 한다. 이들 요건은 다음을 포함할 수도 있다:

- 미리 통지하지 않는 방문을 포함하여, NPPO가 감사를 위하여 접근(access)
- 소독처리 기록을 유지하고 정리, 보관(archive)하고, NPPO가 이들에 접근하도록 제공하는 시스템
- 위반사항이 있을 경우 취하는 시정 조치

5.3 훈증 후 감염 방지

화물의 주인은 훈증 후 감염과 오염을 방지할 책임이 있으며, 이를 어떻게 달성할 지에 대하여 소독처리 업체와 협력할 수도 있다. 훈증 후 품목의 있을 수도 있는 감염 또는 오염을 방지하기 위하여 조치가 이루어져야 한다. 다음의 조치가 적용될 수도 있다:

- 품목을 병해충이 없는 밀폐 장소에 보관
- 병해충이 들어갈 수 없는 포장재로 즉시 품목을 포장
- 소독처리 된 품목을 분리하고 구분
- 가능하면 빨리 품목을 선적.

5.4 레이블링

품목들은, 위반 화물에 대한 역추적을 할 수 있도록, 훈증 더미 번호 또는 다른 구분 표시(예, 포장 장소, 소독처리 시설, 포장 및 훈증 날짜)로 레이블될 수도 있다. 사용되는 경우 레이블은 쉽게 구분할 수 있고 눈에 띄는 위치에 위치하여야 한다.

6. 문서화

훈증이 수행되거나 시작되는 한 국가의 NPPO는, 소독처리 업체가 승인된 훈증제를 사용하고, 절차를 문서화 하고, 훈증제 농도에 대한 원데이터(raw data)와 소독처리 동안 기록된 온도 같은, 적정한 기록을 유지하는

것을 보증할 책임이 있다. 정확한 기록 유지는 역추적 능력을 위하여 필수적이다.

6.1 절차의 문서화

소독처리 스케줄에 따라 일관되게 품목들이 훈증되었다는 것을 보증하기 위하여, 절차들이 문서화 되어야 한다. 소독처리 업체를 승인하는데 필수적인 운영 세부사항을 제공하기 위하여, 절차 관리(controls)와 운영 지표가 설정 되어야 한다. 보정과 품질관리 절차가, 소독처리 업체들에 의해 문서화 되어야 한다. 절차에 대한 서면 문서는 다음을 포함하여야 한다:

- 훈증 전, 동안과 후 품목 취급 절차
- 중요한 절차 지표와 이들을 측정하는 수단
- 온도와 가스 센서 보정과 기록 그리고 습도 센서 또는 습도계 보정과 기록
- 훈증 실패 또는 중요한 소독처리 절차의 문제가 생겼을 때 취하는 대응 계획과 시정 활동
- 거부된 더미 취급 절차
- (필요시) 레이블링, 기록 유지와 문서화 요건
- 직원 훈련.

6.2 기록 유지

소독처리 업체는, 각각의 소독처리 실행의 적정한 기록을 유지하여야 한다. 감사와 확인 목적 또는 역추적을 위하여, 이들 기록은 소독처리가 수행되거나 시작된 그 국가의 NPPO에 가용하여야 한다.

식물위생조치로서 훈증의 적정한 기록은, 처리된 더미의 역추적을 가능하게 하기 위하여, 최소 1년간은 소독처리 업체들에 의해 보관되어야 한다. 개별 훈증 기록 정보는 다음에 대한 데이터를 포함할 수도 있다:

- 훈증제 명
- 밀폐 장소와 소독처리 업체 ID
- 밀폐 시험 기록
- 장비 보정 기록

- 훈증된 품목과 주요 특징 (예, 습도 함량, 수피 존재 여부, 포장재 종류 등)
- 대상 규제병해충
- 품목의 포장자, 생산자와 생산 장소
- 훈증 더미 번호와 다른 구분 표식 또는 특징
- 물건 또는 포장 개수를 포함하는 더미 크기와 부피
- 훈증 날짜와 기간과 훈증 수행 개인의 이름
- 밀폐 장소 내의 가스 시료 라인의 위치와 숫자
- 소독처리 스케줄에서 관찰된 오차(deviation)
- 공기와 품목 최저 온도
- 습도 수준
- 측정(reading) 시간을 포함하는 훈증제 약량과 온도 기록
- 계산되고 훈증 내내 투약된 훈증제 부피(dose rate).

6.3 NPPO에 의한 문서화

실시된 모니터링 검사와 발행된 식물위생증을 포함하여, 모든 NPPO의 절차는 적절하게 문서화되고 기록되어야 하고, 최소 1년간 유지되어야 한다. 위반사항 발생 또는 새로운 또는 예상하지 않은 식물위생 상황의 경우, ISPM 13(위반사항 및 긴급활동 통보 지침)에 설명된 대로, 요청이 있을 경우, 문서들은 제공되어야 한다.

7. 검사

식물위생 수입요건 준수를 결정하기 위하여, 검사는 수출국의 NPPO에 의해 수행되어야 하며, 수입국의 NPPO에 의해 수행될 수도 있다. 훈증 후에 살아있는 비표적 병해충이 발견된 경우, 해당 NPPO는 이 생존이 훈증 실패를 의미하는 것인지와 추가의 식물위생조치가 필수적인지 여부를 고려해야 한다.

식물위생 수입요건의 준수를 결정하기 위하여, 수입국의 NPPO는 수송 중 수행된 소독처리의 문서와 기록을 검사할 수도 있다.

8. 책임

소독처리가 수행되거나 시작된 국가의 NPPO는, NPPO 자체에 의해 수행되거나 승인된 소독처리 업체의 의해 수행된 훈증을 포함하여, 식물위생 조치로서의 훈증의 적용을 평가, 승인, 감사할 책임이 있다. 그러나, 수송 중 훈증이 수행되거나 완료된 경우, 수출국의 NPPO는 보통 수송 중 훈증을 적용하는 소독처리 업체 승인에 대하여 책임이 있고, 수입국의 NPPO는 훈증 스케줄이 충족되었는지를 확인하는 책임이 있다.

필요한 정도만큼, NPPO는 훈증을 수행하는 직원의 훈련과 증명 (certification), 소독처리 업체의 승인과 소독처리 시설의 승인을 포함하여, 훈증의 개발, 승인과 안전과 관련된 다른 국가 규제 당국과 협력하여야 한다. 중복, 모순, 불일치 또는 정당하지 않은 요건을 피하기 위하여, NPPO와 다른 규제 당국의 관련 책임이 구명되어야 한다.

이 부록은 참고 목적일 뿐이며 이 기준을 규정하는 부분은 아니다.

부록 1: 일부 일반적인 훈증제의 화학적 성질(25℃에서)

Fumigant active substance	Formula	Molecular weight (g/mol)	Boiling point (°C) (@ 1 atm)	Specific gravity (gas) (air = 1.0)	Flammability limits in air (v/v %)	Solubility in water	Conversion factor (mg/litre to ppm, v/v @ 1 atm)
Carbonyl sulphide	COS	60	-50.2	2.07	12-29	0.125 g/100 ml	408
Ethane dinitrile	C ₂ N ₂	52	-21.2	1.82	6-32	Highly soluble	470
Ethyl formate	CH ₃ .CH ₂ .COOH	74.08	54.5	2.55	2.7-13.5	11.8 g/100 ml	330
Hydrogen cyanide	HCN	27	26	0.9	5.6-40	Miscible	906
Methyl bromide	CH ₃ Br	95	3.6	3.3	10-15	3.4 v/v %	257
Methyl iodide	CH ₃ I	141.94	42.6	4.89	non	1.4 g/100 ml	172
Methyl isothiocyanate	C ₂ H ₃ NS	73.12	119	2.53	non	0.82 g/100 ml	334
Phosphine	PH ₃	34	-87.7	1.2	>1.7	0.26 v/v %	719
Sulphur dioxide	SO ₂	64.066	-10	2.26	non	9.4 g/100 ml	382
Sulphuryl fluoride	SO ₂ F ₂	102	-55.2	3.72	non	Slight	240

이 부록은 참고 목적일 뿐이며 이 기준을 규정하는 부분은 아니다.

부록 2: 필요한 훈증제의 양을 계산하는 수식의 예

무게와 부피에 따라 훈증제를 계산하는 식의 예가 아래에 있다.

무게:

$$\text{훈증제 양(g)} = \frac{\text{밀폐 장소의 부피(m}^3\text{)} \times \text{목표 약량 (g/m}^3\text{)} \times 100}{\% \text{ 훈증제 순도}}$$

훈증제 순도는 레이블에 표시된 화학물 내 유효 물질(active substance)의 백분율이다.

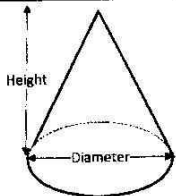
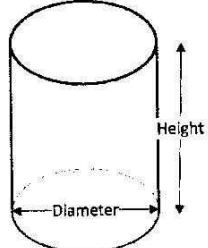
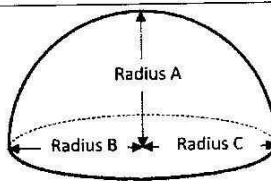
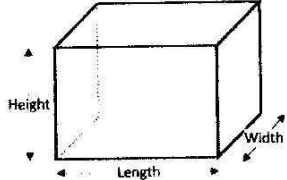
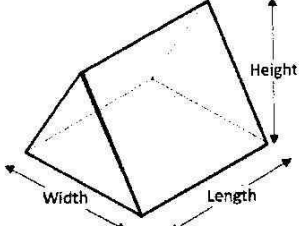
부피:

$$\text{훈증제 양 (ml)} = (273(\text{K}) + \text{온도 (}^{\circ}\text{C)}) \times \frac{(\text{가스 상수(R) } 62.363 \text{ L.mmHg.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}) \times \text{밀폐 장소의 부피 (L)} \times \text{목표 약량 (mg/L)} \times 100}{\text{대기압 (mmHg)} \times \text{훈증제 분자량(g/mol)} \times \% \text{ 훈증제 순도}}$$

훈증제 순도는 레이블에 표시된 화학물 내 유효 물질(active substance)의 백분율이다.

이 부록은 참고 목적일 뿐이며 이 기준을 규정하는 부분은 아니다.

부록 3: 기하적 모양의 부피를 계산하기 위한 수식

Type of geometrical shape	Geometrical structure	Formula for calculating volume
Cone		$Volume = \frac{\pi \times Radius^2 \times Height}{3}$
Cylinder		$Volume = \pi \times Radius^2 \times Height$
Dome†		$Volume = \frac{2 \times \pi \times Radius A \times Radius B \times Radius C}{3}$
Rectangular prism		$Volume = Length \times Width \times Height$
Triangular prism		$Volume = \frac{Length \times Width \times Height}{2}$

† The formula used provides an approximate volume only.

이 부록은 참고 목적일 뿐이며 이 기준을 규정하는 부분은 아니다.

부록 4: 농도-시간 적을 계산하기 위한 수식의 예

농도-시간 적을 계산하는 식의 예는 아래에 제공되어 있다.

Examples of formulae to calculate the concentration-time product are provided below.

Example 1: $CT_{n,n+1} = (T_{n+1} - T_n) \times \sqrt{C_n \times C_{n+1}}$

Example 2: $CT_{n,n+1} = (T_{n+1} - T_n) \times (C_n + C_{n+1})/2$

where:

T_n is the time the first reading was taken, in hours

T_{n+1} is the time the second reading was taken, in hours

C_n is the concentration reading at T_n , in g/m^3

C_{n+1} is the concentration reading at T_{n+1} , in g/m^3

$CT_{n,n+1}$ is the calculated CT between T_n and T_{n+1} , in $g \cdot h/m^3$