

곡물의 저장방법과 저장해탈방제

농촌진흥청 농업기술연구소 농업연구관 金榮培

저장중 양적손실 10%에 달해

우리나라의 주곡인 쌀과 보리는 최근에 다수성 신품종의 육성보급과 제배기술의 개선으로 매년 증산되어 자급단계에 도달되었으며 이의 지속화를 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

생산된 양곡은 수확후부터 소비될 때까지 저장하지 않으면 안되며 이 양곡은 정부에서 구매하여 관리하거나 농가에서 저장하면서 도정하여 쌀로서 유통과정 또는 소비자 가정에서 저장되고 있다. 저장중 감모(減耗) 방지는 간접 증산을 기할 수 있는 수단으로서 더욱 중요한 의의를 지니고 있다.

양곡은 저장기간중 내적 외적 요인에 따라 끊임없이 감모 손실되며 품질저하도 일어나게 되므로 합리적인 저장기술의 개발은 생산포장에서 증산 못지 않게 중요하다. 현재 우리나라에서 미곡의 수확후부터 소비까지의 양적인 손실이 대략 10% 정도인 것으로 추정되고 있으며 특히 생산농가의 경우는 저장시설이 불량하여 쥐와 저곡해충의 침입이 용이하고 외기온도와 습도의 영향을 쉽게 받을 수 있게 되어 있으므로 여름철에는 곡물의 온도가 높아지고 상대습도가 높아짐에 따라 수분함량이 증가하는 사례가 많다. 저장중 곡물의 품질 및 감모 손실에 직접간접

◇ 곡물의 저장방법과 저곡해충 방제 ◇

으로 영향을 주는 주요 요인은 물리적인 요인으로 온도·습도가 중요시되며 화학적인 요인으로는 수분함량, 산소농도 및 산화작용 등이 있고 생리적인 요인으로는 호흡작용과 발열현상이 있으며 생물학적인 요인으로 곤충·미생물·쥐·새 그리고 공학적인 요인으로 수확·건조·포장·운반·도정(搗精) 등의 조작 조건 등이 있다.

저장중손실, 복원키어려워

이러한 주요 요인을 합리적으로 조절하여 관리하므로써 저장중 양적 손실이나 질적인 변화를 방지할 수 있는 저장기술을 연구발전 시키도록 노력하여야 되겠다. 특히 저곡해충 발생으로 인한 손실은 매우 크다. 이들 양적, 질적 손실은 다시 복원될 수 없고 속된 말로 “도둑에 추가 돈”이 되지만 그 이상의 피해를 줄이기 위한 효과적인 방제에는 여러 가지 어려움이 많다. 즉 곡물 더미 내부까지 약제 침투력, 훈증약제 사용시의 밀봉조건과 사람과 가축에 대한 위험성 및 약제방제에 필요한 비용 등이다. 그리하여 본고에서는 먼저 저장곡물에 영향을 미치는 주요 요인을 살펴보고 주요 저곡해충의 생태와 효과적인 방제방법에 대하여 기술하고자 한다.

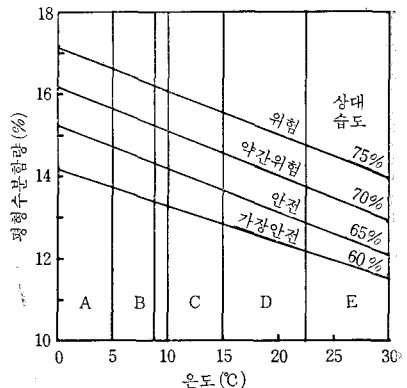
저장 곡물에 영향을 미치는 요인

가. 수 분

양곡에 함유하는 수분의 양은 양곡의 저장성에 크게 영향을 주고 있으며 이는 창고내의 상대습도와 서로 평형을 유지하기 위하여 수분교류가 이루어지고 있다.

미생물·해충의 번식을 좌우

저장곡물에 있어서 미생물 및 해충의 번식을 좌우하는 가장 중요한 요인은 수분으로서 곡물이 안전하게 저장될 수 있는 수분함량은 곡물의 온도와 창고내 습도에 따라 달라질 수 있으나 <그림 1>에서 보는 바와 같이 평균온도 26°C를 유지하고 상



[그림 1] 온도와 평균수분함량과 곡물의 저장성

대습도는 65%인 E창고에서는 안전 저장 수분함량은 약 13%임을 알 수 있으며 20°C인 D창고는 14%, 15°C 이하의 C창고에서는 15%, 5°C 이하에서는 16%의 평형수분에서도 안전하게 저장할 수 있음을 알 수 있다.

그러므로 곡물의 저장기간이 여름철을 지나는 장기저장에서는 14% 이하까지 충분히 건조할 필요가 있다.

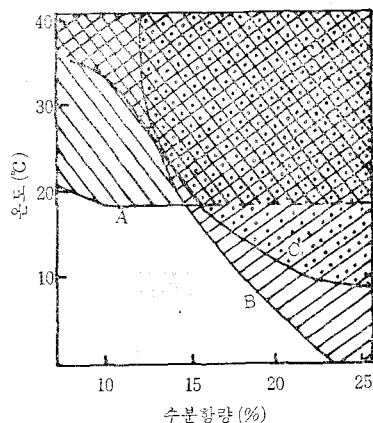
나. 온 도

저장하는 곡물의 온도는 미생물 및 해충의 성장번식에 있어서 결정적인 요인이며 수분함량과 밀접한 관계를 가지고 있다. 뿐만 아니라 온도가 높을수록 곡물자체의 호흡이 증가되고 물리화학적인 변화가 심하게 일어나 변질되어 묵은 쌀(古米化)이 빨리 일어난다. 곡물의 온도가 높으면 발아력이 떨어지고 밀의 경우는 제빵성질이 나빠지며 쌀에 있어서는 지방산도의 증가와 수용성 단백질이 감소되고 취반(炊飯) 및 밥맛특성이 떨어지게 된다.

온도 높으면 [지방산도 증가
단백질은 감소]

곰팡이는 온도에 따라 상이한 성

장을 나타내며 해충은 42°C까지 생육이 가능하고 그 이상의 온도가 계속되거나 0°C 이하에서 장기간 유지되면 해충은 사멸하게 된다.



□ : 안전 ▨ : 해충에 의한 발열
▩ : 발아력감소 □ : 곰팡이에 의한 발열

[그림 2] 온도 및 수분함량에 따른 해충 및 곰팡이에 의한 발열과 발아력

- A선 : 곤충 침해 및 그에 의한 발열의 최저범위
- B선 : 발아력 최저범위
- C선 우측부분 : 곰팡이 침해에 의한 발열의 최저범위

저장중 내부의 곡물온도가 저장초기의 온도보다 상승하면 곡물자체의 왕성한 호흡이나 저곡해충 및 곰팡이의 생육현상임을 알 수 있다. 따라서 저장곡물 더미의 내부온도의 상승은 곡물의 변패(變敗) 현상을 나타내는 것이다.

다. 호흡작용

곡물은 수확후에도 생명을 유지하고 있어서 저장하는 동안에도 자체의 호흡작용을 계속하고 있으며 수분, 탄산가스 및 열(熱)을 외부로 내놓으며 그 결과 곡물의 수분과 온도가 상승하게 되며 이것은 곰팡이 및 해충의 생장에 알맞는 환경조건을 제공해 주게 된다.

보통 온도가 10°C씩 감소함에 따라 상대적으로 호흡율은 약 반으로 감소된다.

수분함량 낮으면 밀폐보관

호흡율은 비교적 낮으며 저장창고의 환기시설은 열 발생에 의한 온도 상승을 막아주는 방편이며 수분함량이 낮은 곡물은 밀폐저장하므로서 탄산가스를 축적(蓄積)시키고 상대적으로 산소농도를 감소시켜 호흡작용을 억제시키므로서 곡물의 자연감모율을 줄이고 변질을 막는 효과가 있으며 해충의 침입과 성장을 억제시켜 좋은 저장성을 나타낸다.

저곡해충의 종류와 방제요령

양곡 저장중 해충에 의한 피해는

식해(喰害)에 의한 양적인 손실을 가져오는 것과 해충의 배설물(排泄物; 분뇨와 분비물)에 의한 냄새 등 직접적으로 오손(汚損)을 주는 것 외에 해충의 대사산물(代謝產物)인 수분 및 배설물은 곰팡이와 세균 그리고 해충의 번식을 촉진한다.

잡식성으로 수분 적어도 생육

저곡해충의 생리생태적 특징을 살펴보면 해충 생육중 특히 유충(幼虫) 초기의 사망율이 낮고 증식율이 높으며 식성은 잡식성으로 수분이 극히 적은 먹이에서도 생육이 가능하다.

우리나라에 분포 서식하고 있는 주요 저곡해충은 쌀바구미·좁바구미·화랑곡나방·보리나방·장두·툭가슴머리대장 등이 가장 많이 발생하고 있으며 다음으로 쌀도둑·팔바구미·거짓쌀도둑 등이 있다.

이들 해충은 전국적으로 고루 분포되어 여름철만 되면 문제가 되고 있다.

조곡보다 정곡가해 해충류 많아

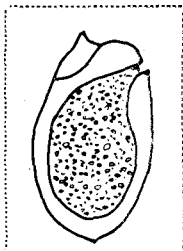
곡물의 종류별 가해(加害)하는 해충을 조사한 결과는 <표 1>과 같으며 조곡(租穀)보다는 정곡(精穀)을 가해하는 해충의 종류가 더 많은 것으로 나타났다.

[표 1] 쌀 보리를 가해하는 해충의 종류

곡 종	주요 해충명
벼	화랑곡나방 · 보리나방 · 쌀바구미
현미	화랑곡나방 · 쌀바구미 · 거짓쌀도둑
쌀	쌀바구미 · 화랑곡나방 · 톱가슴머리대장 · 좁바구미 · 쌀도둑 · 장두
보리	보리나방 · 쌀바구미 · 톱가슴머리대장
보리쌀	쌀바구미 · 톱가슴머리대장 · 보리나방 · 거짓쌀도둑 · 화랑곡나방

가. 가해(加害) 형태

1) 잠행성(潛行性)



곡립의 내부로 파먹어 성충이 될 때까지 내부에 잠재(潛在)하면서 가해한다. 곡물에 피해를 가장 많이 주는 가해 형태이다.

예를 들면 쌀바구미 · 좁바구미 · 구라나리바구미 · 보리나방 등이 있다.

2) 파괴성(破壞性)

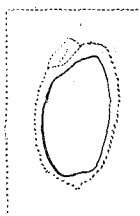


곡립의 외부로부터 파먹기 때문에 곡립이 파괴되며

장두가 이에 속한다.

3) 박피성(剝皮性)

곡립의 표피(表皮)의 씨눈과 겨층



(糠層) 부분만 씹어 먹기 때문에 심하게 발생하면 피해곡립을 백색으로 만든다. 나방류의 유충은 대부분 이에 속한다.

전과형태는 상승성(上昇性)과 하강성(下降性)으로 크게 나눌 수 있다. 바구미같이 걸어 다니며 이동하는 것은 양곡더미의 밑으로부터 위쪽으로 향하며 침식(浸蝕)하고 나방류는 날라 다니는 해충이므로 더미상부에서부터 가해를 시작하여 아래쪽으로 전과된다.

나. 주요 저곡해충의 특성

1) 쌀바구미

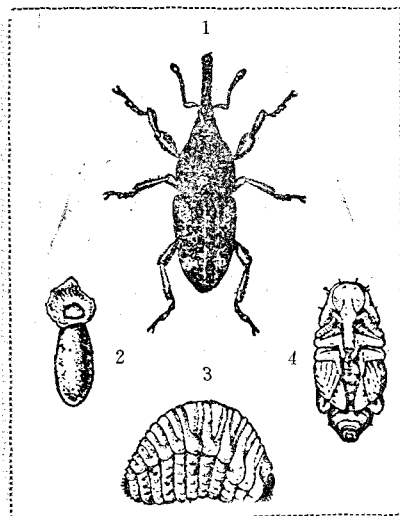
쌀과 보리의 해충 중에서 피해가 가장 큰 것의 하나이다. 곡립같은 고형물을 즐겨 가해하며 밀가루같은 분상(粉狀)의 식품에서는 잘 생육하

◇ 곡물의 저장방법과 저곡해충 방제 ◇

지 않는다.

粉狀 식품에서는 생육 드물어

피해를 주는 곡물종류는 쌀·현
미·보리·옥수수·수수·조·벼·
모밀 등이며 성충의 암컷은 곡립에
구멍을 뚫어 그 속에 산란한다. 쌀
알 하나에 알 한개씩을 넣고 아교질



[쌀바구미]

1. 성충 2. 알 3. 유충 4. 번데기

을 분비하여 구멍을 막아 둔다. 부
화한 유충은 곡립내부에 잠복하여
식해(喰害)한다.

알에서 성충까지의 발육기간은
5~6월에는 35~50일, 7~8월에는
23~30일이며 일년에 3~4세대를 반
복한다. 활동적온은 28~29°C이며
15°C가 되면 잠복하게 된다.

암컷 한마리의 총산란수는 40~
230개 정도로 개체간에 차이가 크며
성충의 수명은 90~350일로 평균 150
일 정도이다.

한쌍의 쌀바구미는 1년에 2,000마
리 이상이 된다고 하니 쌀바구미의
피해가 얼마나 무서운가를 알 수 있
다.

성충태로 왕겨 등서 집단 월동

성충은 숙날개를 펴 나르는 것이
가능하며 겨울철에는 곡물더미를 떠
나 창고의 나무틈이나 왕겨·짚더미
등 오물이 덜인 땅속에서 성충형태
로 몸통을 위로 향하고 집단을 이루

[표 2] 곡물온도와 바구미의 번식수(암수 5쌍)

단위 : 마리

온도(C°)	월 후	2 개월 후	4	6	8	10	12
30		1,135	2,895	5,550	6,742	10,736	11,988
20		232	625	1,927	2,392	3,824	6,505
15		—	—	49	123	167	188
10		—	—	—	—	—	—

◇ 곡물의 저장방법과 저곡해충 방제 ◇

어 정지상태로 대부분(약 80%) 월동하며 봄이 되어 날씨가 따뜻해지면 잠복장소에서 나와 햇빛을 피해 어두운 곳을 좋아하므로 창고내 곡

물더미 아래로 잠입하여 활동을 시작하게 된다. 나머지 20% 정도는 유충형태로 창고내 곡립속에서 월동한다.

[표 3] 수분함량별 (20°C일때) 바구미 번식수(암수 5쌍 3개월간)

단위 : 마리수

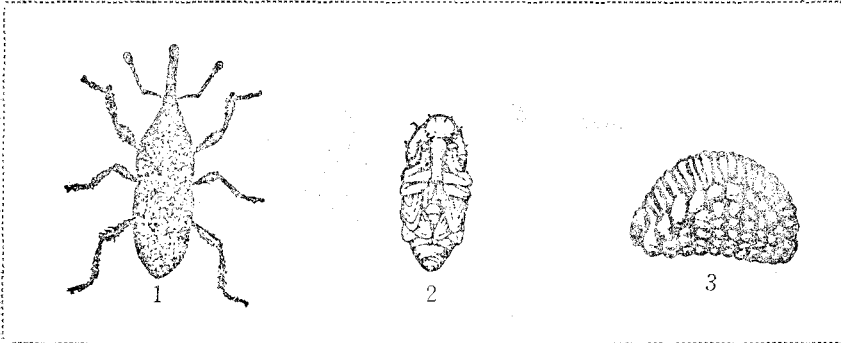
현미수분함량(%)	10	11	12	13	14	15
쌀 바 구 미	70	130	214	238	281	948
좁 바 구 미	44	90	358	408	594	713

2) 좁바구미

쌀바구미와 같이 쌀, 보리의 해충 중 피해가 크다.

생태는 쌀바구미와 유사하며 보다

높은 온도를 좋아하므로 남부지방에서 발생이 많고 보통 곡립내에서 성충형태로 월동을 한다. 많이 발생하면 발열에 의해서 주위의 곡온을 높이며 겨울철에도 번식을 계속할 수 있으며 성충은 날라 다닐 수 있다.



[좁바구미]

1. 성 충 2. 번데기 3. 유 충

3) 화랑곡나방

쌀, 보리를 가해하는 나방류에서

가장 발생이 많다. 유충은 곡립의 배아(胚芽) 및 강층을 식해한다. 밀가루에는 발생하지 않으나 밀기울에는 많이 발생한다.

밀가루에는 발생치 않아

알에서 성충까지의 발육기간은 5~6월에 약 60일, 7~8월에 약 30일이며 1년에 3~4세대를 반복한다.

암컷 1마리의 산란수는 40~270개 평균 130개 정도이며 성충의 수명은 4~16일로 짧다.

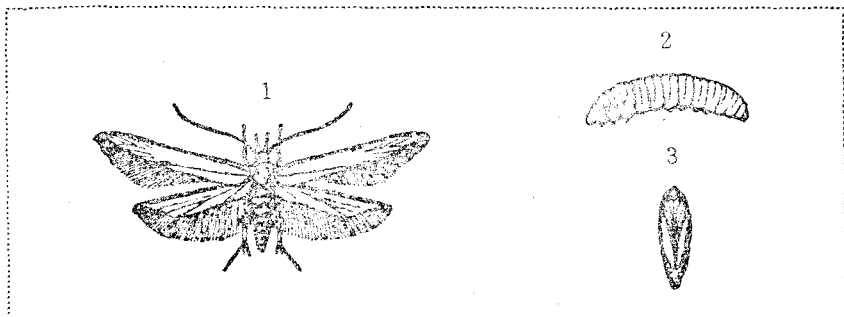
가마니 표면에 백색막 형성

높은 유충태로서 얇은 고치를 만드고 그안에서 월동하며 창고내의 가마니의 표면에 백색의 얇은 막을

형성한다. 곡물 이외에 콩·팥·땅콩·고추·과자·라면·건조과실 등 광범위하게 가해한다.

4) 보리나방

성충은 수확전 포장에서 보리 아삭에 산란한다. 곡립속에 있는 유충은 수확 후에도 발육을 계속하며 성충은 창고에서 성충화하여 저장곡물에서 세대를 반복한다. 알에서 성충까지의 발육기간은 35~45일이며 암컷 1마리외 총산란수는 약 40개 정도이고 곡립내에서 유충형태로 월동한다.



[보리나방]

- 1. 성충
- 2. 유충
- 3. 번데기

도 번식한다.

5) 장 두

원래 열대지방의 해충으로 남부지방에서 가끔 발생하는 해충이다. 주로 곡립을 가해하지만 가루 식품에

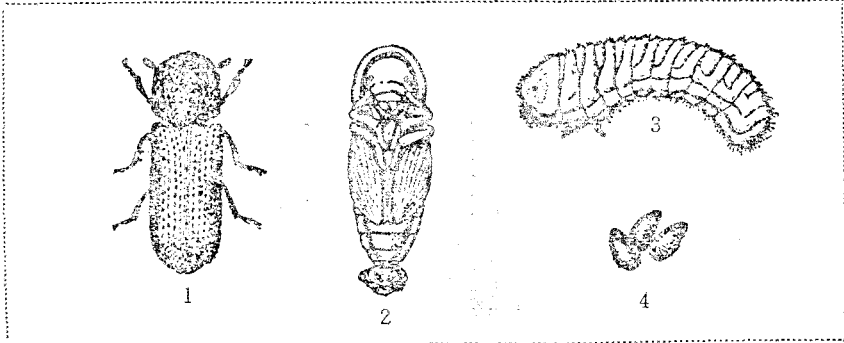
유충이 곡립내부서 생육

잡아 먹은 자리 또는 곡립사이에 산란하며 부화한 유충은 곡립내부로

◇ 곡물의 저장방법과 저곡해충 방제 ◇

파먹어 들어가서 그 속에서 생육한다. 알에서 성충까지의 발육기간은 5~6월에는 약 60일, 7~8월에는 약 30일이며 1년에 2~3세대를 반복한다.

암컷 1마리의 총 산란수는 200~380개, 평균 300알이며 성충의 수명은 150일이며 성충태로 가마니 창고의 기둥·창문·벽 등의 목질 부분에 숨어서 월동한다.



[장 두]

1. 성 충 2. 번데기 3. 유 충 4. 알

[표 4] 주요 저곡해충의 특성

해충명	가 해 곡	몸 길 이 (mm)		세 대 일 수			연발생 회 수	생 활 적 온 방	산 란 법	가 랑 형	해 상	
		유충	성충	알	유 충	번데기						계
쌀 바구미	곡 류 전 반	3	4	4-5	12-23	5-6	30-60	3-4	28	곡립에 들어가는 유충이 고식해	곡파가 들어가는 식해	
좁 바구미	곡 류 전 반	2	2.5	5	17-29	6-10	30-50	3-10	31	"	"	
장 두	쌀·보 리	3-4	3	5	25-30	6-10	40-60	2-3	34	곡립사이 에 산란	유충이 곡립속에 들어가는 식해	
화랑곡 나 방	현미·보 리·쌀	8	14	5-10	23-45	7-16	30-60	3-4	28-29	가마니에 산란	유충과 유충을 먹음	씨겨와 쌀겨를 갠다
보 리 나 방	보 리	8	16	4-10	25-38	4-11	25-40	2-5	25-28	곡립사이 에 산란	유충이 곡립속에 들어가는 식해	곡파가 들어가는 식해

다. 저곡해충 방제대책

1) 해충의 예방관리

곡물을 저장하는 창고 내외를 깨끗하게 청소하여 해충의 잠복 장소를 없게 하며 출입문 환기시설 등의 방충망과 틈을 항상 확인 점검하여 보완한다.

봄부터 창고 내·외부에 약제 살포

해충의 월동기인 겨울부터 봄철에 이르기까지는 창고 주변의 잠복 장소를 조사하여 약제에 의한 살충을 실시하며 활동이 시작되는 봄부터는 창고 내·외부에 살충제를 사용하여 해충의 침입을 방지한다.

2) 해충의 약제방제

약제를 사용하여 해충을 구제하기 위하여 일반적으로 고체 또는 액체로서는 곡물더미 심층부나 곡립속까지 침투하기는 기대하기 어렵다. 따라서 수확직후의 해충에 감염되지 않은 새로운 양곡이나 가스훈증으로 완전 살충된 곡물에 대하여 새로운 해충침입을 예방하기 위하여 사용되

는 것이며 결코 훈증제의 대응으로 쓸 수는 없다.

3) 방충제의 사용형태

○ 유제(乳劑)나 수화제의 분무는 살포가 고르지 않을 경우 또는 너무 많이 살포하면 표면층의 곡물이 과습하여 피해를 줄 가능성이 있다.

○ 분제(粉劑)의 가마니 표면살포 또는 콘베어나 흡입식 곡물운반기에서 연속적으로 이동할 때 고르게 혼합하여 곡물을 보관하는 방법이 있다(피레드린분제).

○ 훈연제(燻煙劑) 예를 들면 DD VP 훈연제인 스모킬라와 같이 살충제가 아주 적은 알맹이(微粒子)로 되어 연기 모양으로 확산하기 때문에 곡물 표면에 잘 부착하고 곡물 사이에 침투도 비교적 잘 된다. 사용도 간편하고 창고의 방충에도 적합하다.

○ 가스화劑(증산제) 예를 들면 DDVP 증산제인 파나프리트와 같이 수지(樹脂) 등의 흡착제에 흡착시킨 약제가 서서히 기화(氣化)하므로써 훈증적 효과를 나타낸다. 사용도(매어달기) 간편하고 곡물더미 표면의 곡립사이의 침투는 우수하나 더미 내부의 바구미 살충력은 약하며 새로 침입하는 해충을 장기간 예방하기 위하여 사용할 수 있다

◇ 곡물의 저장방법과 저곡해충 방제 ◇

[표 5] 파나프레트(DDVP 16%, 120g 기준) 사용량

구	분	사용량/100m ³
해충 발생 전 예방		1매
나방 발생 초기 방충		2
살충 목적		3~5

사용상의 주의할 점은 약제 개봉 후 음식물, 식기, 사료 등에 접촉하지 않도록 하며 투약후 피부에 닿았을 때는 비누로 씻을 것이며 사용하지 않은 약은 직사광선에 닿지 않은 시원한 곳에 보관하도록 한다.

○ 훈증제(燻蒸劑) : 훈증제의 종류는 크로로피크린, 이산화탄소, 사염화탄소, 메칠브로마이드 등이 있으나 저곡해충 방제용으로는 별로 사용되지 않고 있으며 최근에 많이 사용하고 있는 인화늄정제인 포스톡신, 키폭스, 가스톡신 등이 있다. 인화늄정제는 사용이 간편하고 살충력은 강력하나 살균력은 약하다. 인화늄정제는 공기중의 습기를 흡수하여 인화수소가스를 발생하는 약제로서 독일에서 1952년에 제일 먼저 “포스톡신”으로 특허를 받아 가장 많이 사용되어 왔다. 그러나 최근에는 몇 가지 상품명으로 공급되고 있으며 이것은 다른 훈증제와는 달리 고체로 되어 있으며 살충력은 극히 강하고 확산, 그리고 더미 내부로의 침투도 빠르고 곡물에 흡착도 적으며 발아력을 해치는 정도도 적다. 정제

의 분해가 서서히 일어나기 때문에 밀봉하여 훈증하면 유효한 가스 농도를 유지시킬 수 있으며 사람과 가축에게 경계할 수 있도록 카바이트 냄새를 내도록 되어 있어 주의만 하면 비교적 안전하게 사용할 수 있다.

인화늄정제의 사용법은 창고 전체를 훈증할 때와 곡물이 창고내에 일부만 저장하고 있을 때는 복포훈증의 두가지 방법으로 구분할 수 있다. 먼저 창고훈증을 할 때는 출입문을 제외한 낮은 창, 높은 창, 환기창 등을 모두 밀봉을 하고 표 6과 같이 곡물량과 창고면적(m³)에 따라 사용할 약량을 계산하고 투약할 위치를 정하여 두고 난후 창고의 가장 안쪽에서부터 출입문 쪽으로 약제를 포개지지 않도록 예정된 위치에 놓고 마지막에 출입문으로 나와 출입문도 외부에서 두꺼운 종이나 비닐을 사용하여 완전히 밀봉하고 난후 밀봉되지 않은 부분이 없나 다시 한번 확인한다.

그리고 창고문이나 잘 보이는 곳에 위험 표시판을 부착하고 사람이 출입하지 않도록 하며 주택내에 있는 창고의 훈증은 위험하여 훈증할 수 없다.

훈증기간이 끝난 후에는 모든 창문을 열고 4~5시간이 지난후 창고내에 남아 있는 가스가 배출되고 난후에 들어가 점검하고 훈증약제의

◇ 곡물의 저장방법과 저곡해충 방제 ◇

찌꺼기를 제거한다.

복포훈증을 할 때는 곡물더미를 완전히 덮을 수 있도록 복포의 크기나 곡물더미를 조절한다. 먼저 복포를 2/3정도 덮어 두고 더미 상부에 적량의 약을 놓고 복포를 완전히 덮으며 바닥으로 가스가 새어 나가지 않도록 밀착시킨다. 훈증기간이 끝난 후에는 출입문과 창문을 모두 개방하고 창고내 가스를 배출시킨후 창고 안쪽의 더미부터 복포의 1/3정도 걷어 올려 놓고 작업을 일단 중지한다. 다시 3~4시간이 지난후 가스 냄새가 나지 않으면 복포를 완전히 벗기고 남아 있는 가스를 완전히 배출시킨다. 주의할 점은 투약일과 개봉할 때 흐린 날이나 비오는 날에는 공기습도가 높기 때문에 약제의 분해가 빨라 갑자기 가스가 방출되므로 맑은 날 정오에 실시하는 것이 좋다.

[표 6] 인화농정제 투약량과 훈증소요일수

온도 (°C)	훈증일수 (일)	투약량	
		창고훈증	복포훈증
20	3~4	1g/m ³	1/M/T

[표 7] 인화농 정제의 완전분해 소요시간과 온도

온도 (°C)	관계습도 (%)	완전분해 소요일수 (일)
25	98	1일 이내
	73	1
	49	2
	24	3~4
15	98	1~2
	73	2
	49	3
	24	7
5	98	3
	73	4
	49	7
	24	12

라. 약제의 중독과 응급조치

중독증상은 불쾌감 구역질 피로감을 느끼면서 얼굴이 창백해지고 초조와 불안으로 가슴이 답답하며 목안의 갈증, 두통, 현기증 및 귀울림 등으로 증상이 나타난다. 응급조치로서는 환기가 잘되는 따뜻한 곳에 옮겨 허리를 풀고 안정되게 눕힌 후 의사의 진료를 받도록 한다.