

平房仓惰性粉横向环流杀虫效果研究

沈邦灶¹,汪中明²,王 飞¹,王会杰¹,董 震³,宋文胜¹,

郭 飏¹,邵 伟¹,何 锋¹,张振军²,曹 阳²

(1. 浙江中穗省级粮食储备库,浙江 杭州 311201;2. 国家粮食局科学研究院,北京 100037;

3. 河南工业大学粮油食品学院,河南 郑州 450001)

摘 要:为优化横向通风系统下惰性粉的施粉工艺,研究了在18 m跨度的早籼稻平房仓中,运用比较预埋于粮堆内不同部位试虫笼中试虫死亡率的方法,初步判断环流方式施粉后惰性粉气溶胶的分布均匀性和防虫效果。结果表明:横向环流可以使惰性粉气溶胶贯穿粮堆,在粮堆内的分布比较均匀,施粉结束15天后玉米象、谷蠹、赤拟谷盗以及长角扁谷盗的校正死亡率分别为27.0%、37.8%、4.6%、54.2%。

关键词:食品级惰性粉;气溶胶;横向环流;害虫防治

中图分类号:S 379.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)06-0099-04

Research on inert dust transverse circulation technology in warehouse

SHEN Bang-zao¹, WANG Zhong-ming², WANG Fei¹, WANG Hui-jie¹, DONG Zhen³,

SONG Wen-sheng¹, GUO Biao¹, SHAO Wei¹, HE Feng¹, ZHANG Zhen-jun², CAO Yang²

(1. Zhejiang Zhongsui Provincial Grain Reserve Depot, Hangzhou Zhejiang 311201;

2. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037;

3. College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001)

Abstract: In order to optimize the application technology of inert dust with transverse ventilation system, we compare the mortality rates of insects pre-buried in grain stack in different parts of the warehouse with 18m span, and judge the uniformity of distribution of inert dust and the effect of pests control after applying the inert dust by transverse circulation technology. The results show that the transverse circulation can make the inert dust aerosol run through the grain stack, and the distribution of the particles in the grain is relatively uniform; the corrected mortality rates of *Sitophilus zeamais*, *Rhizopertha dominica*, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Cryptolestes pusillus* (Oliver) are 27%, 37.8%, 4.6% and 54.2% respectively 15 days later.

Key words: food-grade inert dust; aerosol; transverse circulation; pest control

我国粮食储备量大,储藏期长,在储藏期间储粮害虫造成的损失很严重^[1]。多年来,我国的储粮害虫防治方式是以磷化氢熏蒸为主的化学防治^[2]。但是长期使用磷化氢等化学药剂,在取得快速效果的同时,也引发了环境污染、害虫抗性以及对工作人员身体健康的危害等问题^[3]。使用化学杀虫剂

防治储粮害虫所带来的负面效应已是不争事实^[4]。为适应新形势下粮食行业“绿色健康”、“环保低碳”的发展方向,很多害虫防治专家研究通过物理防治、生物防治等绿色杀虫技术控制储粮害虫^[5]。

食品级惰性粉(以下简称惰性粉)是近几年有一定推广应用的新型绿色储粮害虫防护剂。根据不同的实仓条件,惰性粉有不同的施用方法。杨路加等^[6]通过人工施粉的方式将惰性粉均匀的施

收稿日期:2016-05-08

基金项目:国家国际科技合作项目(2013DFA31960);国家粮食公益专项(201513002-01)

作者简介:沈邦灶,1981年出生,男,工程师。

通讯作者:曹阳,1958年出生,男,研究员。

于粮堆表面,并翻动、拌匀,起到了良好的害虫防治效果。潘德蓉等^[7]利用竖向通风系统在粮堆内形成的下行气流,驱动仓内的惰性粉以气固两相流的形式垂直向下进入粮堆,起到了长期的防治效果。随着横向通风系统的研发与应用,汪中明等^[8]研究了利用平房仓横向通风系统惰性粉气溶胶防治害虫的方法,取得了很好的杀虫效果。同时也指出,以气溶胶的方式施粉,由于惰性粉颗粒是以主动的方式接触害虫,一方面增加了粉粒进入害虫节间膜的机率,提高了其对害虫的致死能力;另一方面,以气溶胶的方式在粮粒间隙扩散,能够增加接触害虫的机会,提高惰性粉的有效效率。

为了进一步探索借助平房仓横向环流工艺施用惰性粉防治储粮害虫的效果,本实验采用惰性粉气溶胶膜下环流的方式施粉,研究处于粮堆不同部位害虫的致死情况,为食品级惰性粉气溶胶膜下横向环流工艺提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试虫

试虫采用羽化后 20 天的长角扁谷盗 *Cryptolestes pusillus* (Oliver)、玉米象 *Sitophilus zeamais*、谷蠹

Rhizopertha dominica 和赤拟谷盗 *Tribolium castaneum* (Herbst) 成虫 各 2000 头,由国家粮食局科学研究院有害生物治理实验室提供。

1.2 材料与设备

食品级惰性粉:国家粮食局科学研究院推荐;HLT-III-5.5 轴流风机(3 kW)、CPYF-40 气力施粉机(1.5 kW):河南未来机电工程有限公司;培养瓶、扦样器、害虫选筛、人工气候箱等。

1.3 实验仓基本情况

浙江中穗省级粮食储备库 43 号砖混结构拱板平房仓。仓房长 29.5 m,宽 17.7 m,堆粮高度 4.7 m,正压压力半衰期为 62 s。储存 2013 年产中等质量早籼稻谷 1 395 t。仓房长为东西向,利用其东半仓进行实验,东半仓长为 14.5 m。

实验仓配有横向通风系统,横向通风系统途径比为 1.09,东半仓南北檐墙各设 6 条支风道和 1 个直径 500 mm 的通风口。南北风网及跨门连接管均用直径 220 mm 的 PVC 管相连,形成一套横向环流系统,环流出入口汇于仓房北门边上。实验时关闭截止阀。仓内横向通风管网布设及装置图,见图 1。

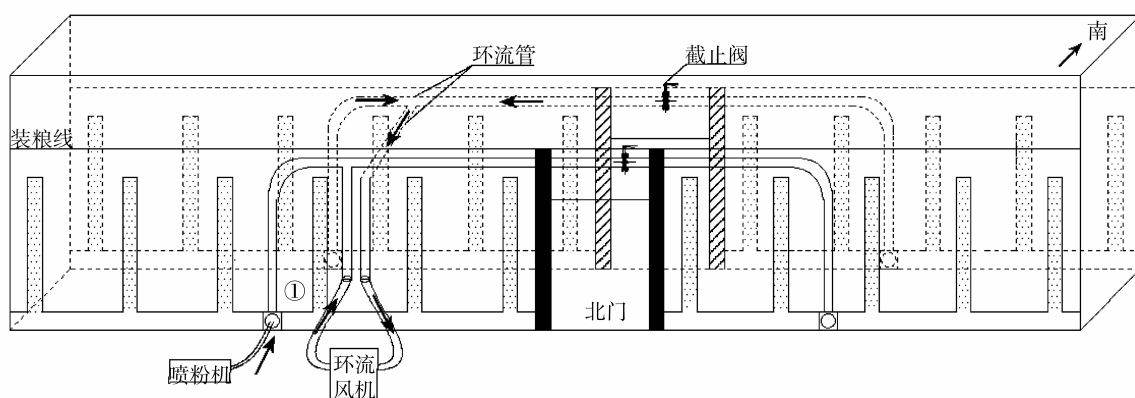


图1 横向通风管网布设及装置图

1.4 施粉方法

借助横向通风系统,用改造后的 1 台轴流风机(风机两端由原直径 61 cm 变径成直径 22 cm),通过环流管网,采用南吸北回的方式进行粮堆内环流施粉。通风软管实测风量 $893.56 \text{ m}^3/\text{h}$,粮堆单位面积风速(量) 0.0036 m/s (半仓横向截面积 = 长 $14.5 \text{ m} \times$ 高 $4.7 \text{ m} = 68.15 \text{ m}^2$),全压 -216.5 Pa 。

将施粉软管穿过 1 号通风口的密封薄膜向主风道内以 10 kg/h 的速度施粉,共施粉 30 kg,粮堆设计浓度 43.75 mg/kg ,共用施粉时间 3 h。实际上施粉后,堆积于主风道内惰性粉约 10 kg,排除后设计浓度为 29.17 mg/kg 粮。施粉完毕后,再继续环流 24 h 后关闭风机,进行自然沉降 24 h。

1.5 试虫笼布置

在距粮面深度 20 ~ 30 cm 处共设 10 个点,每点埋设 3 个虫笼;南侧和北侧主风道内,东西向均匀设置 3 个虫笼。在未施惰性粉的相同品种、储藏环境和相近质量的粮堆内埋设 3 个试虫笼,作为对照样品。每个虫笼中放 100 g 无惰性粉早籼稻谷,加入长角扁谷盗、玉米象、谷蠹、赤拟谷盗各 10 头。粮堆内试虫笼分布,见图 2。南 1 和北 1 截面距分别距南墙、北墙 0.5 m,各相邻截面间的距离相同。

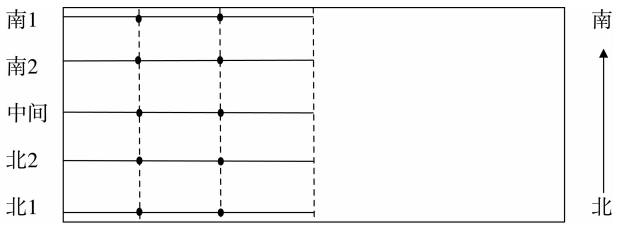


图2 粮堆内试虫笼分布示意图

1.6 杀虫效果检测

施粉开始后,每 8 h 取出粮堆内预先埋设 10 个点中 3 个虫笼中的一个,分三批全部取出共 30 个虫笼,分别放到人工气候箱中进行培养;施粉结束后,把南、北主风道和对照样品亦全部取回,放到人工气候箱中进行培养。设置人工气候箱培养温度为 28 ℃,相对湿度 75%,培养 15 d,检查试虫死亡情况。

1.7 数据处理

计算试虫的校正死亡率(校正死亡率 = 施粉处理组试虫死亡率 - 对照组试虫死亡率),对实验数据用 Excel 进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 惰性粉气溶胶杀虫效果

施粉粮堆内、北主风道和南主风道布设的虫笼中,四种试虫的校正死亡率如表 1 所示($P=0.05$)。

表1 试虫笼内试虫的校正死亡率

试虫种类	校正死亡率/%		
	粮堆内	北主风道	南主风道
玉米象	27.0% ± 0.09 a	95.0% ± 0.00 b	95.0% ± 0.00 b
谷蠹	37.8% ± 0.10 a	60.0% ± 0.10 b	55.0% ± 0.05 b
赤拟谷盗	4.6% ± 0.13 a	15.0% ± 0.05 b	10.0% ± 0.10 b
长角扁谷盗	54.2% ± 0.14 a	95.0% ± 0.05 b	90.0% ± 0.10 b

注:表中的数据为平均数 ± 标准误差,标注的不同字母表示在同一行中差异显著,相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。

从中可以看出,在早籼稻平房仓中,横向环流施粉对四种害虫均能起到一定的防治作用,不同虫种的防治效果不同。其中,对长角扁谷盗的防治效果最好,其校正死亡率达到 54.2%;对赤拟谷盗的防治效果较差,其校正死亡率仅有 4.6%;这与惰性粉本身对不同储粮害虫的杀灭效果不同有关。

从表 1 还可以看出,粮堆内四种试虫的校正死亡率与南、北主风道内的相比差异性显著($P<0.05$),两侧主风道内试虫的校正死亡率均明显高于粮堆内四种试虫的校正死亡率。由于惰性粉是在粮堆的一侧喷施,在对侧检测到了试虫的死亡,表明横向环流施粉可以使惰性粉贯穿粮堆,到达粮堆对侧。

2.2 粮堆内南北向不同截面杀虫效果比较

粮堆内南北向不同截面 4 种试虫的校正死亡率如表 2 所示($P=0.05$)。从表 2 可以看出,对于 4 种试虫,不同的截面上每种试虫的校正死亡率相比没有显著性差异($P>0.05$)。由于南北向是惰性粉随气流的运动方向,这也再次证明惰性粉气溶胶能够从粮堆一侧随气流扩散至另一侧;同时,由于不同截面间的试虫死亡率无显著性差异,表明不同截面具有相似的惰性粉浓度环境,惰性粉的分布较为均匀。

表2 粮堆内南北向不同截面 4 种试虫的校正死亡率

试虫种类	校正死亡率/%				
	北一	北二	中间	南二	南一
玉米象	25% ± 0.18a	27% ± 0.06a	25% ± 0.09a	28% ± 0.06a	30% ± 0.09a
谷蠹	47% ± 0.10a	30% ± 0.05a	37% ± 0.08a	35% ± 0.13a	40% ± 0.09a
赤拟谷盗	13% ± 0.20a	0% ± 0.13a	5% ± 0.05a	3% ± 0.19a	2% ± 0.10a
长角扁谷盗	57% ± 0.08a	67% ± 0.15a	45% ± 0.10a	47% ± 0.13a	55% ± 0.20a

注:表中的数据为平均数 ± 标准误差,标注的不同字母表示在同一行中差异显著,相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。

2.3 粮堆内每 8 h 试虫的死亡率比较

粮堆内每 8 h 取出的 4 种试虫的死亡率如表 3 所示($P=0.05$)。从表 3 可以看出,除长角扁谷盗之外,其余三种试虫 8 h 取出的校正死亡率与 16 h、24 h 的相比差异性显著($P<0.05$),说明在一定的范围内,延长惰性粉气溶胶环流时间可以显著提高试虫的死亡率。

整体上看,24 h 后取出的试虫的死亡率均高于 8 h 时取出的,说明环流时间越长,试虫的死亡率越高,杀虫效果越好。尤其是从 8 h 到 16 h,除长角扁谷盗的死亡率变化率为 -6.3% ,死亡率略有下降外,其他三种试虫的死亡率均有大幅的提升,玉米象、谷蠹的死亡率变化率分别为 42.3% 、 41.4% 。

表 3 粮堆内每 8 h 4 种试虫的死亡率

试虫种类	死亡率/%		
	8 h	16 h	24 h
玉米象	$26\% \pm 0.10 \text{ a}$	$37\% \pm 0.08 \text{ b}$	$33\% \pm 0.08 \text{ b}$
谷蠹	$29\% \pm 0.07 \text{ a}$	$41\% \pm 0.08 \text{ b}$	$43\% \pm 0.09 \text{ b}$
赤拟谷盗	$6\% \pm 0.05 \text{ a}$	$23\% \pm 0.08 \text{ b}$	$15\% \pm 0.19 \text{ b}$
长角扁谷盗	$63\% \pm 0.14 \text{ a}$	$59\% \pm 0.08 \text{ a}$	$70\% \pm 0.19 \text{ a}$

注:表中的数据为平均数 $\pm$ 标准误差,标注的不同字母表示在同一行中差异显著,相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。

3 结论与讨论

气溶胶粮堆处理技术在横向通风系统下对扁谷盗类害虫的杀灭效果已经得到验证^[8]。为了增加气溶胶在粮堆的扩散时间和分布效果,本实验在此基础上增加了惰性粉环流装置。实验结果表明不同垂直截面试虫死亡率差异不显著,说明此次实验所采用的环流装置使惰性粉在粮堆内的扩散是比较均匀的。尤其是对侧主风道内试虫的死亡率表明了惰性粉在本装置能够成功穿透粮堆,可以实现至少一次的环流,这对于真正实现惰性粉气溶胶在横向粮堆内的环流工艺的探索具有重要的意义。

本实验采用的惰性粉浓度约为 43.75 mg/kg ,

但防虫效果并不理想,主要原因有以下几点:一是由于环流风机的风量相比于横向直排施粉方式的风量要小很多,造成了施粉侧的主风道内存在大量惰性粉沉积,一定程度了降低了惰性粉的有效杀虫浓度。二是可能由于惰性粉固体颗粒存在自身沉降和被粮粒及环流管道吸附,虽然部分颗粒实现了环流,但被环流的惰性粉的量有限。另外,小风速也影响了气溶胶在粮堆穿行的速度,使得惰性粉固体气溶胶颗粒更多被吸附。

由于此次研究属于首次探索,环流风机的风量匹配与环流管道粗细之间的适应性问题尚需进一步的研究。另外,可以考虑在施粉环流期间将风机的进出风口反接,将环流气体方向倒置,从对侧将惰性粉拉入到粮堆中,提升惰性粉的使用效率和在粮堆中的分布均匀性。由于横向环流施粉是采用粮堆内环流的方式,惰性粉在贯穿粮堆后不会被排入大气中造成污染,是一种更绿色的施粉方式。一旦摸索出一套优化的横向环流施粉工艺,将更有利于惰性粉防虫技术的进一步推广。

参考文献:

[1]王晶磊,徐威,曹阳,等.不同仓型惰性粉防治储粮害虫效果研究[J].粮食储藏.2011(1):7-12.

[2]王平坪,李燕羽,张军党,等.惰性粉杀虫剂在绿色储粮中的应用[J].粮食科技与经济.2008(2):33-35.

[3]李锦,曹阳,李燕羽,等.环境温度对食品级惰性粉杀虫效果的影响[J].河南工业大学学报(自然科学版).2013(3):6-9.

[4]沈兆鹏.绿色储粮——用硅藻土和其它惰性粉防治储粮害虫[J].粮食科技与经济.2005(3):7-10.

[5]吴子丹.绿色生态低碳储粮新技术[M].北京:中国科学技术出版社.

[6]杨路加,刘天德,李建智,等.高大平房仓惰性粉防虫储粮试验[J].粮油食品科技.2011(3):65-67.

[7]潘德蓉,曹阳,张振军,等.竖向通风系统食品级惰性粉气溶胶防虫技术实仓应用[J].粮油食品科技.2015(S1):79-81.

[8]汪中明,李燕羽,张振军,等.食品级惰性粉气溶胶技术防虫效果研究[J].粮油食品科技.2015(23):75-78. ㉞