

我国绿色储粮技术现状与展望

曹 阳, 魏 雷, 赵会义, 张 涛, 汪中明, 石天玉, 伍 祎, 田 琳

(国家粮食局科学研究院, 北京 100037)

摘 要:对近年来我国绿色储粮新技术的研究与应用做了归纳整理。从低温储粮、辐照杀虫、气调储粮、生物防治、清洁卫生防治、惰性粉防治、预测预报等方面进行了系统阐述, 可为粮食仓储企业开展绿色储粮新技术应用提供参考。

关键词:绿色储粮; 低温储粮; 辐照杀虫; 气调储粮; 惰性粉防治

中图分类号:TS 210.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)S-0011-04

Status and prospect of technology of green grain storage in China

CAO Yang, WEI Lei, ZHAO Hui-yi, ZHANG Tao,

WANG Zhong-ming, SHI Tian-yu, WU Yi, TIAN Lin

(Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037)

Abstract:The research and applications of new technology of green grain storage in recent years were summarized, including low temperature grain storage, irradiation disinsection, controlled atmosphere storage, biological control, environmental hygiene control, inert powder control and forecast, etc. It provided reference for further practice and application of new technology of green grain storage.

Key words:green grain storage; low temperature grain storage; irradiation disinsection; controlled atmosphere storage; inert powder prevention

李隆术在2001年首次提出绿色储粮技术定义^[1]:以可持续发展理论为指导,以储粮生态学为理论基础,在粮食储藏过程中尽量少用或不用化学药剂,以调控储粮生态因子为主要手段从而达到保护环境、避免储粮污染、确保储粮安全、使人们吃到新鲜营养可口无毒的放心粮的技术。此后,蒋中柱于2002年^[2]指出:绿色储粮是采用有效的生态手段进行综合防治,确保储粮安全,避免储粮污染,使人们吃到新鲜、营养、可口、无毒的“放心粮”。靳祖训于2002年^[3]定义绿色储粮工程:即使用绿色储藏装备、技术、方法储藏绿色原料或产品,达到绿色储藏的效果。《粮食大辞典》^[4]中定义绿色储粮:以粮堆生态学为基础,采用特定的储藏技术,使粮食在储藏过程中保持安全、无污染、优质、营养的储粮方式。

绿色储粮技术核心包括三层意思:一是“绿

色”,绿色是植物的颜色,在中国文化中还有生命的含义,可代表自然、生态、环保等,如绿色食品;绿色食品是指产自优良环境,按照规定的技术规范生产,实行全程质量控制,无污染、安全、优质并使用专用标志的食用农产品及加工品^[5]。二是“储粮”,储粮是食品的原料,从农田收获后,经过清理干燥运输,收购到粮库还必须满足加工绿色食品的品质质量要求,也称“绿色粮食”,如“储藏绿色原料或产品”^[4]。三是“技术”,或“储粮技术”,因粮食是有生命和能量的有机物质,在储藏期间,因粮食自身呼吸而降低品质;害虫危害;数量减少;霉变发热;毒素污染;虫霉防治,药剂残留等原因,会出现一系列的问题,因储存不当或应用不合适的技术,使得原本符合生产绿色食品的“绿色粮食”变为不符合要求和标准的原料。因此,绿色储粮的核心是提倡或要求优先使用符合绿色食品生产标准的绿色储粮技术,绿色储粮技术包括:低温准低温储粮技术,低温和高温杀虫技术,辐照杀虫技术、气调储粮技术、生物防治技术和清洁卫生防治技术等。

收稿日期:2015-01-30

基金项目:国家国际科技合作专项项目(2013DFA31960), 十二五国家科技支撑计划项目(2013BAD17B00)

作者简介:曹阳,1958年出生,男,研究员。

1 绿色生态低碳储粮技术

绿色生态低碳储粮技术以粮堆生态学理论为依据,研究粮食与生态因子之间关系,通过绿色生态低碳的技术手段,有效地利用和控制对储粮品种有利的生态条件,使粮食储藏达到安全、无污染、优质、营养、低能耗、少排放的目的。绿色生态低碳储粮强调发展的可持续性,优先采用物理机械与符合生态的储粮方法,严格限制化学药剂的使用,保障人员、粮食和环境安全^[6]。我国粮食仓储科技和管理也是按着绿色生态低碳储粮方向发展的,从“十五”开始,到“十二五”末,已有“绿色储粮”、“安全绿色储粮”、“储备粮减损”、“节能增效绿色储粮”等多项国家级科技项目。新技术成果也由单一的食品级惰性粉防虫、氮气气调防虫杀虫、自动化通风、谷冷应急等技术推广应用,向新材料、信息化等高新技术引领的绿色节能高效集成技术发展,如国家粮食局主办的全国粮食科技创新大会推荐的重大成果“粮食储藏“四合一”升级新技术,通过集成创新,实现网路共用、功能互补,数据共享、智能监控等功能,在储粮上可进行替代磷化氢熏蒸的绿色防治储粮技术;显著提高平房仓进出粮机械化程度;大幅度降低粮库保管人员的劳动强度;较低成本的低温保鲜储粮将变为现实。今后5~10年,全国范围内将推广应用全新的智能化的绿色生态低碳储粮技术。

2 我国绿色储粮技术研究应用现状

2.1 低温准低温储粮技术

粮油储藏技术规范(GB/T 29890)^[7]中规定:“低温储藏(low temperature storage)是指,平均粮温常年保持在15℃及以下,局部最高粮温不高于20℃的储藏方式。准低温储藏(quasi-low temperature storage)是指,平均粮温常年保持在20℃及以下,局部最高粮温不高于25℃的储藏方式。”与之相对应的称为常规储藏,“常规储藏(conventional technique of grain storage)是指,在自然气候条件下,对储藏的粮食、油料采取清洁卫生、自然通风、扒沟翻倒粮面、定期检测粮情等一般技术处理和常规管理措施的储藏方法。”可见常规储藏,存在着较大的生虫、结露发热霉变的风险,显然不能满足绿色储粮的要求。因此,绿色储粮的基础或必要条件是应用低温和准低温储粮技术。

粮食入库时的温度和水分是低温和准低温储粮

的基础,一般分为两种情况:高温季节粮食入库和低温季节粮食入库。

2.1.1 高温季节入库

高温季节是指5、6月份~10月份,为收购小麦和早籼稻、移库粮食和部分进口南美粮食,入库时粮食温度较高,实现低温和准低温储粮就必须采取谷冷通风降温,特别是在粮温高于25℃,要求一旦装满粮仓,简单平整一下粮面,利用大风量通透整个粮堆。其目的:一是排除进粮期间的积热,二是排除粮堆释放出来的有害气体,因粮食运输过程中有用磷化氢熏蒸处理的,先通风将粮食上吸附的残留毒气排出,避免安全生产事故。而后,立即进行害虫除治。有条件的进行富氮低氧气调杀虫,无条件的库应尽量采用其他绿色防治技术,除治害虫。气调散气后,立即采取谷冷通风降温技术,将粮温降至20℃以下,或15℃以下。基于谷冷通风降温能耗较高,建议至少将粮温降到准低温储粮水平。随着时间到了冬季,就进行冬季机械通风降温,将粮温进一步降到当地的冬季粮温水平,一般为-5~5℃。

2.1.2 低温季节入库

低温季节是指11月到翌年的3~4月份,为收购玉米和晚稻、移库粮食和部分进口的粮食,入库时粮温较低,入粮平整粮面后,即可利用仓外低温空气降温,将温度降至20℃或15℃以下。有条件的地区,可将粮温降到-5~5℃。

进入低温或准低温储粮期间,重点监测粮堆温度变化和储粮害虫的发生情况,及时处置各种问题。

2.2 低温和高温防治技术

2.2.1 低温防治害虫主要参数

粮温低于-4℃时害虫可在短期内死亡;粮温在4~8℃之间时,害虫处于冷麻痹状态;粮温在8~15℃之间时,害虫停止活动,特别是取食活动,长期不取食对害虫而言就意味着死亡。15~20℃准低温条件可以抑制某些害虫的种群发展,也可取得一定程度的防治效果。因此,我国倡导低温和准低温储粮技术,应用时要根据实际情况,监控储粮害虫的发生和发展,尤其注意局部生虫发热问题。

2.2.2 高温防治害虫主要参数

粮温在40~45℃之间可抑制害虫发育繁殖;粮温在46~48℃之间时,绝大多数害虫呈热昏迷状态,生命活动衰弱;粮温在49~52℃之间,害虫可在

短期内死亡。目前,已经有研究开始尝试通过向粮堆内通入热风,进行储粮的就仓干燥^[8-9],入仓空气温度在40℃,兼有高温杀虫作用,值得进一步研究。

2.3 辐照杀虫技术

利用电子束、 γ 射线、X射线、微波和射频对储粮进行连续或非连续性辐照杀虫处理的技术。

国家粮食局科学研究院研究的电子束防治储粮害虫的技术参数^[10]:杀死害虫虫卵和幼虫的最低有效剂量为0.3 kGy;导致害虫不育的剂量范围为20~600 kGy;符合国际原子能机构(IAEA)和我国推荐的标准规定,粮食杀虫辐照剂量应不大于1 kGy。对于大多数常规粮虫而言,目前国际上通用的杀虫剂量为0.3~1.0 kGy之间。散装的小麦、玉米、大豆、大米的最高耐受剂量分别为:1.0 kGy,0.8 kGy,1.0 kGy,0.5 kGy;用于散粮电子束辐照杀虫的工艺剂量应设定在0.3 kGy与各种类散粮的最高耐受剂量之间。一般情况所需剂量:鳞翅目>螨类>鞘翅目。

微波防治储粮害虫的技术突破主要是处理袋装大米,采用工业微波炉对1 kg塑料薄膜包装大米进行处理,微波频率915 MHz,处理温度50~70℃,处理时间6 min。其处理过程是将大米样品均匀摆放在传送带上,经传送带进入微波炉腔,通过微波辐照升温杀虫。

微波辐照升温完成后,大米均匀从微波炉腔传出,杀虫过程完成。试验结果,该微波条件对米象、谷蠹、锯谷盗等主要储粮害虫不同虫态的杀灭率为100%,杀虫效果显著,同时,对大米品质无影响^[11-12]。

2.4 气调储粮技术

在密封粮堆内人为改变其气体组成,如向粮堆充入CO₂、N₂或降低氧气浓度,以杀死害虫^[13-15]、抑制害虫呼吸^[16-17]和生长,防止霉菌发生、延缓储粮品质劣变。主要应用的有自然低氧^[18-19]和人工气调低氧,实质是机械富氮低氧过程。

富氮低氧防治储粮害虫技术的主要参数^[6]:

(1)低氧防治储粮害虫的气密性标准:薄膜密封粮堆采用负压测定,-300 Pa上升到-150 Pa的时间为(压力半衰期)300 s(5min)。正压测定的时间大于300 s。

(2)缺氧杀虫:平均粮温在20℃以上,氧气浓

度控制在2%以下,30天以上,用于害虫危害严重的储粮。

(3)低氧抑制害虫生长发育:平均粮温在18℃以上,氧气浓度控制在2%~12%,60天以上,用于害虫危害较轻或无虫的储粮。

新开发的膜分离制氮充氮气调储粮新工艺,具有明显的节能效果^[20]。

2.5 生物防治技术

狭义的生物防治,或称传统的生物防治,是直接利用天敌来控制害虫;

广义的生物防治,是利用生物有机体或害虫的生物学特性来控制害虫。

储粮生物防护剂包括保幼激素、蜕皮激素、几丁质酶的抑制剂、微生物制剂(多杀菌素)、真菌、苏云金芽孢杆菌、核多角体病毒等。

天敌昆虫:国家粮食局科学研究院利用从捷克引进的普通肉食螨和我国的马六甲肉食螨防治储粮书虱和扁谷盗类害虫。

植物杀虫剂也是研究热点,期待有新的高效、安全、经济的新技术出现。

2.6 清洁卫生防治技术

清洁卫生防治技术是绿色储粮技术的基础,也是粮库的常规处理措施。对仓房、设备、器材和用具进行检查,确认仓房、门窗完好,所有设备运转正常。粮仓、货场及作业区应清扫干净,清除仓内的残留粮粒、灰尘和杂物,填堵孔、洞、缝隙。仓房、包装器材、装粮用具和输送设备有活虫或虫卵时,应施用空仓杀虫剂或熏蒸进行杀虫处理并做好隔离工作。

2.7 食品级惰性粉防虫技术

食品级惰性粉防虫技术是草木灰、硅藻土^[21-24]等传统的惰性粉防治储粮害虫技术的升级,其杀虫机理是食品级惰性粉的粉粒落入昆虫体节的节间膜内,昆虫运动时,磨损节间膜,吸附润滑液和体液,导致害虫死亡^[6]。

食品级惰性粉处理的锯谷盗等成虫的受伤害特征:

(1)爬行减慢;与对照组相比开始变慢;

(2)躲避行为:清除附肢上粘附的粉粒,六足尽力支撑身体腹部不与地面接触,可称为“翘脚尖”爬行;

(3)瘸拐现象:爬动时后足明显无力,爬动中身

体不平衡而出现不断跌倒的现象,可以翻身继续爬动;

(4) 跌倒不起:试虫跌倒后不能翻身了,只能无助的挥动附肢,而且挥动幅度越来越小;

(5) 不动死亡:持续一段时间后试虫的附肢也不再摆动,此时在体视显微镜下可以看到试虫附肢末端跗节和触角端节仍在微微抖动,不动时试虫死亡。

实验表明 0.02 g/m^2 食品级惰性粉处理的20头锯谷盗的平均死亡时间约4.5 h。

食品级惰性粉防虫技术为物理防治技术,而且所用的食品级惰性粉必须是符合国家食品添加剂使用标准^[25],以确保粮食安全。

2.8 储粮害虫预测预报技术

随着昆虫信息素和不同波长光谱的引诱储粮害虫技术研究的开展,利用新的储粮害虫诱捕技术,监测粮仓内储粮害虫密度和虫情,结合粮情检测,预测不同生态条件下储粮害虫种群动态,提出防治技术决策。将与储粮信息技术等高新技术集成,形成新的储粮害虫综合治理的核心技术。

3 绿色储粮技术发展展望

低温、气调、生物防治和物理防治技术为一体的绿色储粮技术正在迅速发展,具有广阔的发展前景,随着技术的发展,一系列的绿色储粮技术将趋于成熟,技术体系将逐步建立,为我国粮食安全、粮油食品消费安全和保持储粮品质方面做出积极的贡献。

参考文献:

[1] 李隆术. 储粮产品保护基础科学的探讨. 粮食储藏, 2001, 30(1): 3-5.

[2] 蒋中柱. 绿色储粮的理论基础和基本技术. 粮食科技与经济, 2002, 27(1): 31-33.

[3] 靳祖训. 中国加入WTO以后粮食储藏科学与技术研究发展方向[J]. 粮食储藏, 2002, 31(4): 7-10.

[4] 粮食大辞典编辑委员会. 粮食大辞典[M]. 北京: 中国物资出版社, 2009.

[5] 农业部绿色食品管理办公室中国绿色食品发展中心. 全国绿色食品原料标准化生产基地监督管理办法[S]. 农绿科[2014]12号, <http://www.greenfood.moa.gov.cn/zl/bztx/>.

[6] 吴子丹, 曹阳. 绿色生态低碳储粮新技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, ISBN: 9787504657848, 2011.

[7] GB/T 29890-2013, 粮油储藏技术规范[S].

[8] 吴红岩. 高水分粮整仓热风干燥通风降水技术研究[J]. 河南工

业大学学报(自然科学版), 2008, 29(4): 28-31.

[9] 代彦军, 代建国, 汪喜波, 等. 用于就仓干燥的太阳能辅助热泵系统[J]. 中国农业科技导报, 2008, 10(6): 13-14.

[10] 李光涛, 曹阳, 孙辉, 等. 辐照技术在储粮害虫防治中的应用[J]. 粮食储藏, 2007, 36(2): 11-16.

[11] 田琳, 陈玉麒, 曹阳, 等. 隧道式微波防治袋装大米中储粮害虫技术研究[J]. 粮食科技与经济, 2013, 38(6): 34-36.

[12] 刘杰, 陈玉麒, 舒在习. 微波处理大米的品质指标检测[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(5): 52-55.

[13] 张建军, 曲贵强, 李燕羽, 等. 高纯氮气对储粮害虫致死效果的研究[J]. 粮食储藏, 2007, 36(5): 11-14.

[14] Cao Yang, Li Guangtao, Zhou Jia, et al. The Inhibition Effect of Low Oxygen on Four Species of Stored Grain Insect Pests[C]. 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product (CAF2008): 成都, 大会交流, 2008: 39-44.

[15] Qu Guiqing, Cao Yang, Li Yanyu. Development of the Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) at a Reduced Oxygen Atmosphere[C]. 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product (CAF2008): 成都, 大会交流, 2008: 52-54.

[16] 周佳, 李光涛, 李燕羽, 等. 低氧条件下赤拟谷盗成虫呼吸速率的研究[J]. 粮食储藏, 2008, (2): 3-5.

[17] Cao Yang, Zhou Jia, Li Guangtao, et al. Respiration of *Tribolium castaneum* (Herbst) at Different Oxygen Concentrations[C]. 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product (CAF2008): 成都, 大会交流, 2008: 15-20.

[18] 刘鸿雁, 邹伟, 莫代亮, 等. 高大平房仓仓体和粮面密封处理对自然降氧的影响[J]. 粮油食品科技, 2008, 16(3): 20-23.

[19] Gu Wenyi, Zou Wei, Liu Hongyan, et al. Effect of Sealing Treatment for Warehouse and Grain Surface in High Flat Warehouse on Natural Oxygen Reducing[C]. 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product (CAF2008): 成都, 大会交流, 2008: 279-485.

[20] 邹伟, 莫代亮, 陈基彬. CZDM膜制氮机组降氧工艺与氧气浓度变化规律研究[J]. 粮食储藏, 2009, 38(1): 22-27.

[21] 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.

[22] 黄爱国, 曹阳, 李燕羽, 等. 硅藻土空仓效果评价试验[J]. 粮食科技与经济, 2008, 33(1): 37-38.

[23] 李燕羽, 曹阳, 李光涛. 惰性粉防治磷化氢抗性锈赤扁谷盗的研究[C]. 第二届粮食储藏技术与管理论坛论文集, 2008, (5): 146-151.

[24] Cao Yang, Li Yanyu, Wang Ping. Efficacy Against Stored Grain Insect Pests with 85% Diatomaceous Earth Treating an Empty Warehouse[C]. 第九届国际储藏物保护大会, 9th IWCSPP, 2006: 849-854.

[25] GB 2760-2014. 食品添加剂使用标准[S].