

烟叶仓储害虫综合治理研究进展

罗云¹, 陈斌¹, 郭绍坤¹, 杨延鹏¹, 杨磊¹, 袁存裕², 周继来¹, 徐兴阳^{3*}

(1. 红云红河烟草(集团)有限责任公司, 云南 昆明 650022;

2. 云南省烟草公司昆明市公司寻甸分公司, 云南 寻甸 655200;

3. 云南省烟草公司昆明市公司, 云南 昆明 650051)

摘要: 烟叶在储存及醇化过程中易受到仓储害虫的为害, 导致每年3万t的烟叶损失。而我国对储烟害虫的防治大多采用化学药剂, 单一的化学防治, 不仅会使储烟害虫产生抗药性, 还易造成烟叶农药残留、环境污染及人畜安全等问题。因此, 只有构建预防为主、综合防治的储烟害虫防控体系, 杜绝库外虫源进入库内, 并对烟叶实行密封降氧储存, 加强库内温湿度管理和虫情监测, 同时系统地采取生物、物理及化学防治等综合措施, 持续有效地预防和控制储烟害虫, 才能降低烟叶损耗, 保证烟叶品质。

关键词: 烟叶仓储; 害虫; 综合治理; 进展

中图分类号: S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2021) 06-0019-05

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2021.06.004

The Progress of Control Technology on Tobacco Storage Pests

LUO Yun¹, CHEN Bin¹, GUO Shaokun¹, YANG Yanpeng¹, YANG Lei¹, YUAN Cunyu², ZHOU Jilai¹, XU Xingyang^{3*}

(1. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650022;

2. Xundian Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Xundian, Yunnan, China 655200;

3. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China 650051)

Abstract: Tobacco leaves are vulnerable to storage pests in the process of storage and alcoholization, causing 30 000 tons of tobacco leaves loss every year. At present, most of the tobacco storage pests are controlled only by chemical prevention in China. The single chemical prevention makes the tobacco storage pests produce serious resistance, and easily lead to public hazards such as pesticide residues of tobacco leaves, environmental pollution and human and animal safety issues. Only by building the comprehensive control system of tobacco storage pest based on prevention, to prevent the insects outside the warehouse from entering the warehouse, to store tobacco leaves in deoxygenation by sealing, to reinforce the temperature and humidity management and pest monitoring in the warehouse, to adopt comprehensive control measures including biological, physical and chemical control, to continuously and effectively prevent and control tobacco storage pests, reduce the loss of tobacco leaves, and ensure the quality of tobacco leaves.

Key words: tobacco storage; pest; comprehensive management; process

储烟害虫指在仓库内为害储藏烟叶及其制成品的一类害虫。而烟叶在储存和醇化过程中极易受到储烟害虫的为害。宋纪真等^[1]报道, 我国每年被储烟害虫直接为害损失的烟叶占全国仓储烟叶总量的1.64%。除此以外, 由于虫尸及虫粪污染烟叶原料还会对成品卷烟的吸味、吃味造成不良影响。

目前, 我国有储烟害虫近30种, 其中烟草甲(*Lasioderma serricorne*)和烟草粉蛾(*Ephesia elutella*)是为害最严重的两种储烟害虫^[2], 给我国的烟草产业带来了较大的损失。这两种储烟害虫也是红云红河烟草(集团)有限责任公司烟叶仓储过程中为害最严重的两种害虫。

收稿日期: 2021-03-19

作者简介: 罗云(1984—), 男, 云南昆明人, 农艺师, 烟草物流师, 硕士, 主要从事烟叶生产与仓储技术研究。

*通信作者: 徐兴阳(1974—), 男, 云南盐津人, 高级农艺师, 硕士, 主要从事烟草农业新品种、新技术、新方法、新材料等应用研究, E-mail: yy_xxy@sina.com.

储烟害虫的特点是虫体较小,且隐蔽、潜伏、繁殖快。因气候、地区不同,一般储烟害虫每年可繁殖 3~4 代。此外,在同一仓库内,质量上等的烟叶易先受到为害。龚信文等^[3]调查表明:品质较好的烟叶,受储烟害虫的为害较重;烤烟比晾晒烟受为害的程度重。受储烟害虫为害的烟叶,除叶片被蛀食外,还会被虫尸、虫粪污染,导致烟叶使用价值下降,或报废^[4]。

目前,我国每年因储烟害虫为害造成的烟叶损失约 3 万 t。为降低储烟害虫为害造成的烟叶损失,确保仓储烟叶的品质,近 10 年来,许多研究者对储烟害虫的综合治理开展了大量研究,并取得了很多新进展。

1 杜绝储烟仓库的初始虫源

1.1 储烟仓库卫生管理

储烟害虫治理要坚持“预防为主,综合防治”的方针。应保持仓库的清洁卫生,杜绝仓虫的初始虫源。长期的工作实践证明,这是控制仓虫发生最重要、也是最有效的措施。仓库清洁卫生管理的重点是要消除储烟害虫的栖息场所,杜绝虫源在仓库内残留。为此,每年新烟入库前,必须彻底清扫库内的陈烟碎片,同时填补库内墙壁、屋顶、地面的所有缝隙,并用磷化铝进行空仓熏蒸杀虫,避免新入库的烟叶染上虫源。

1.2 储烟仓库的虫源检查和控制

储烟仓库的虫源检查包括入库虫源检验和在库虫源检验。首先,做好入库虫源检验,这是烟叶仓储工作的一个重要环节。对入库烟叶进行抽检,检查有无活虫,若发现有储烟害虫活虫,要先进行杀虫处理,再安排入库,否则严禁入库。换言之,要杜绝库外虫源进入库内,使其成为库内初始虫源。其次,加强在库虫源检验,对在库储存的烟叶,定期抽取烟样检查虫情,若发现有储烟害虫活虫,要立即杀虫,避免库内虫源传播。因此,构建“预防为主”的储烟害虫控制体系,关键是要把好入库烟叶和在库烟叶的虫源检验关和杀虫关,重点是发现初始虫源和杀死初始虫源,杜绝初始虫源入库或在库内传播,将储烟害虫消灭在初始虫源阶段,真正做到“预防为主”。

2 加强储烟仓库温湿度管理与虫情监测

2.1 储烟仓库温湿度管理

研究^[5]表明,储烟仓库内烟叶的含水率越高,

害虫的虫口密度就越大,烟叶受害就越严重,反之则较轻。在烟叶含水率正常的情况下(初烤烟叶含水率 16%~18%,复烤片烟含水率 11%~13%),库内温湿度对储烟害虫为害的影响很大。一般适宜多数储烟害虫生长发育的温度是 25~35℃、湿度是 70%~80%。因此,在杜绝水分超限烟叶入库的前提下,要尽可能采取通风降温除湿措施来降低储烟仓库内的温湿度,有效减少储烟害虫的发生。

2.2 储烟仓库虫情监测

储烟害虫隐蔽性强,仅靠人工抽取烟叶进行检查,难以发现虫情。为做好储烟害虫的防治工作,并取得最佳防治效果,必须做好储烟害虫发生期和发生量的虫情测报,并根据虫情确定仓虫的最佳防治时间。储烟仓虫的虫情监测最好用性诱剂或黑光灯进行诱集和检查记载,当虫情达到防治指标时,立即采取熏蒸措施杀虫。

3 储烟害虫物理防治法

物理防治法在储烟害虫防治领域应用广泛且效果较好,该方法具有无毒、无残留、环保、安全等优点。但采用此方法需要机械设备和专业技术人员的支撑,投入成本较大。

3.1 高温和低温杀虫法

任广伟等^[6]报道,利用烤烟复烤工艺的高温可杀死烟草甲。因为烟叶复烤的温度一般都在 80~85℃之间,所以此温度足以杀死原烟上的所有害虫^[7],这种复烤温度杀虫属于高温杀虫。

另外,低温也可杀虫。烟草甲在 -5℃下持续 7 d 则会被冻死。因此,在我国北方可利用冬季持续低温期间,打开仓库门窗持续 1 周以上引入冷空气,即可冻死库内烟叶上的烟草甲^[8]。

3.2 气调杀虫法

气调杀虫法指通过人为改变烟垛内部的空气成分,以降低 O₂ 含量,或提高 CO₂ 含量,或使用两者结合的办法杀死储烟害虫。目前,普遍采用的气调杀虫法主要是密封降氧法,即用塑料薄膜将烟堆密封起来,利用烟叶的呼吸耗氧作用降氧,或利用除氧剂降氧,或充入 CO₂ 和 N₂ 降氧。有研究显示:当密闭烟垛内的含氧量降至 3%~5% 以下时,害虫可窒息死亡^[6];当环境温度为 25℃、氧气含量小于 2% 时,烟草甲各虫态在 15 d 内全部死

亡^[9]; 在密闭环境中充入的 N_2 质量分数达到 98% 时, 持续 6 d 后烟草甲的各虫态死亡率均达到 100%^[10]; 在密闭环境中充入的 CO_2 质量分数达到 35% 时, 即使 O_2 充足 (15% ~ 21%), 也可使害虫死亡^[11]。目前, 红云红河烟草 (集团) 有限责任公司普遍采用塑料薄膜密封降氧技术防治烟叶仓储害虫, 效果明显。

3.3 利用趋光性和趋化性杀虫

3.3.1 利用趋光性诱杀仓虫

昆虫的趋光性指昆虫通过视觉器官对特定范围光谱产生感应而表现出的趋向光源的行为, 其是昆虫在长期进化过程中形成的一种本能反应。趋光性在昆虫觅食、求偶等活动中起着重要作用。由于可见光波长为 400 ~ 760 nm, 涵盖了从紫色到红色的光谱。而大多数趋光性昆虫可见并喜好 330 ~ 400 nm 的紫光波, 为此, 研究人员专门设计出能发射 330 ~ 400 nm 紫光波的黑光灯, 其辐射光谱在近紫外光区 365 nm 附近有一峰值, 昆虫的复眼对波长为 365 nm 的紫光辐射非常敏感, 尤其是飞翔的昆虫, 因此, 黑光灯对趋光性昆虫有强烈的诱集作用。目前, 利用黑光灯诱集害虫的技术在农业上已广泛应用。

刘俊明等^[12]报道, 国内外应用最多的诱虫灯是黑光灯。黑光灯可诱捕 300 多种昆虫, 其中, 以鞘翅目昆虫居多, 鳞翅目昆虫次之。20 世纪 60 年代, 我国开始将黑光灯用于一些主要害虫的测报工作; 20 世纪 70 年代, 我国开始推广应用黑光灯防治田间主要农业害虫; 20 世纪 90 年代, 是我国黑光灯诱杀害虫研究最活跃的阶段, 并取得了许多成果: 林宝生等^[13]采用不同灯光诱杀谷蠹试验结果表明, 黑光灯诱杀效果最好, 白炽灯次之; 杨秀军等^[14]用黑光灯诱杀豆类、粮食、油菜等仓库内害虫, 发现仓储害虫的诱杀高峰在 7 ~ 9 月, 最佳时间为 19:00—22:00。利用黑光灯诱杀害虫时, 黑光灯离地面的高度通常为 2 ~ 3 m, 每隔 80 ~ 100 m 安装一盏黑光灯 (20 W 或 40 W), 每盏黑光灯至少可有效控制 6 500 m² 的趋光性害虫。此外, 灯光诱杀是一项绿色防控趋光性害虫的技术, 因此, 有必要进一步开展灯光诱杀烟叶仓储害虫的研究工作。

3.3.2 利用趋化性诱杀仓虫

昆虫通过嗅觉器官对挥发性化学物质的刺激而产生的反应行为, 称为趋化性。趋化性对昆虫取食、交配、产卵等活动均具有重要意义。昆虫辨认寄主,

主要是靠寄主所发出的具有信号作用的某些气味, 因此, 可利用某种食物诱集剂来诱杀害虫。此外, 许多昆虫在未交配前会分泌性外激素, 引诱异性, 这也属于昆虫的趋化性行为。目前, 提取的或人工合成的昆虫性外激素已被用于害虫测报和防治^[15]。

昆虫性外激素, 也称性信息素, 具有较高的灵敏度和较强的专一性, 对人畜无毒, 对环境无污染。目前, 生产上使用最多的是烟草甲和烟草粉螟性诱捕器, 其中烟草甲性诱捕器已用于烟叶仓库的害虫防治。据报道^[5,16], 一个性诱捕器每两周可捕获 1 630 头烟草甲成虫, 效果显著。而烟草粉螟诱捕器的诱捕效果还有待提高。

3.4 微波杀虫

微波是一种高频电磁波, 其频率在 300 MHz ~ 300 GHz, 利用微波高频交变电磁场, 可使被加热物料温度升高。微波加热具有穿透力强、速度快等特点。而烟叶经微波辐照后, 可使烟叶中的害虫细胞膜功能紊乱、细胞脱水、蛋白质凝固, 从而杀杀害虫。王胜录等^[17]用 4.8 kW 的微波辐照仓储稻谷中混有的谷蠹和杂拟谷盗等害虫, 辐照 60 s 这两种害虫的各虫态均全部死亡; 奚加勤等^[18]在复烤线上, 用 30 kW 的微波辐照烟叶 (复烤流量为 800 kg 烟叶/h), 复烤出的片烟中烟草甲的各虫态全部死亡, 而微波照射对片烟质量无影响。因该试验在复烤线上进行, 实用性强, 易在烟草企业推广。

3.5 钴 60- γ 射线杀虫

钴 60- γ 射线是一种波长短、能量高、穿透力极强的电磁波, 它具有杀灭害虫方便、杀虫效果好等优点。有研究^[19]表明, 仓储害虫被钴 60- γ 射线辐射后, 取食量明显下降, 且该射线的辐射剂量越高, 取食量就越低。被 435 Gy 剂量的钴 60- γ 射线辐射后, 烟草甲幼虫的取食量降低 18.5%; 被 696 Gy 剂量的钴 60- γ 射线辐射后, 烟草甲幼虫的取食量降低 100%^[19]。但将钴 60- γ 射线用于仓库烟草甲的实际防治, 尚需进一步研究^[20]。

4 储烟害虫生物防治法

目前, 防治烟草甲最有效方法是磷化铝熏蒸法^[21]。但是, 磷化铝熏蒸法具有明显的缺点: 一方面, 磷化铝有很强的急性毒性^[22]; 另一方面, 长期使用该方法会导致烟草甲产生抗性^[10]。而生物防治法具有低毒、低残留、环保、安全, 对仓储烟叶及

其制成品无害等优点,因此在储烟害虫防治领域应用较为广泛,且效果较好。在储烟害虫的生物防治中,使用较多的是植物杀虫剂(除虫菊酯类、拟除虫菊酯类)、植物性挥发油、保幼激素、性诱剂等生物防治技术。其中,由于植物挥发油具有驱虫、杀虫等功效^[23],有许多研究者对其进行了探讨。例如:陈晓娟^[24]将植物挥发油或其成分作为绿色杀虫剂进行研究;程昉等^[25]研究表明,5种蒿属植物提取的植物挥发油对烟草甲有驱避作用;李媛等^[26]研究显示,甘菊挥发油对烟草甲和赤拟谷盗具有一定触杀、驱避活性和防治潜力;梁俊玉等^[27]研究表明,光果菰提取的植物挥发油对烟草甲表现出一定的触杀、熏蒸和驱避活性,且具有环保和低毒性优点,可用于防治烟叶仓虫。由于植物源农药是一种新型绿色环保农药,其具有广阔的应用前景。

此外,烟叶复烤结束阶段,在复烤片烟流水线上喷洒保幼激素 Kabat,用内衬塑料袋封闭包装烟叶后,将其放入包装箱内,则可使烟草甲和烟草粉螟的幼虫无法正常化蛹而死亡,该方法能保护烟叶在 2~4 a 内免受这两种储烟害虫的为害^[28]。另外,还可使用性诱剂在储烟仓库内诱杀烟草甲的雄性成虫。

5 储烟害虫化学防治法

化学防治法在储烟害虫防治领域应用广泛,其主要优点是杀虫高效、迅速,可在短时间内大规模杀死储烟害虫,且杀虫彻底。其缺点是有些化学药剂如磷化铝、溴甲烷,急性毒性强,对人畜不安全,长期使用还会导致仓虫产生抗药性。

化学药剂使用方法主要有喷雾和熏蒸两种。目前,喷雾常用的药剂是列喜镇和敌敌畏,两种药剂均为触杀剂,对暴露在烟堆表面的储烟害虫杀虫效果较好,但无法渗透至烟垛内部杀虫,只能用于空仓消毒杀虫。换言之,其优点是毒性较低,对人畜较安全。缺点是渗透性弱,不能杀死烟堆内部的储烟害虫。

熏蒸剂具有渗透力强、杀虫迅速,可渗透到烟堆内部杀死储烟害虫,且杀虫效果显著等特点。目前,实仓杀虫主要采用熏蒸剂,而最常用的熏蒸剂是磷化铝,其可以穿透到烟堆内部进行杀虫。磷化铝熏蒸法是目前烟草行业烟叶仓储害虫防治中最常用的化学防治方法,其次是溴甲烷熏蒸法和磷化氢缓释熏蒸法。

5.1 磷化铝熏蒸法

由于磷化铝杀虫具有效果好、见效快、易操作

等特点,是当前广泛应用于烟草、谷物、油菜种子、药材、茶叶、饲料、棉毛、麻、纸张等防治仓储害虫最常用的熏蒸剂。由于磷化铝遇水或酸后会迅速分解为剧毒气体磷化氢,则可立即杀灭仓储害虫。

必须注意的是,虽然磷化铝熏蒸法渗透性强,可杀死烟堆内部的害虫,但是其急性毒性很强,使用时必须佩戴防毒面具。然而,作为仓库熏蒸杀虫剂,磷化铝具有其他熏蒸杀虫剂无可比拟的杀虫效果。因此,从 1975 年开始,世界各国均大规模地使用磷化铝熏蒸法来防治仓储害虫,直到今天,烟草行业仍主要采用磷化铝熏蒸法来防治储烟害虫,因此,磷化铝已成为仓储害虫防治中使用最广泛的一种熏蒸杀虫剂。需要指出的是,在一般温度条件下,磷化铝熏蒸杀虫的最低库内温度应达 15℃,熏蒸时间 7~10 d,通风散气时间 5~7 d。

5.2 溴甲烷熏蒸法

溴甲烷在常温下为无色气体,用钢瓶装,可在不低于 6℃ 的低温下用于储烟仓库熏蒸杀虫^[29]。也就是说,当仓库温度达到 6℃ 以上,溴甲烷气体可通过虫体的消化系统来杀死害虫。虽然其急性毒性低于磷化铝,但仍属于高毒药剂,使用时需戴防毒面具。采用溴甲烷熏蒸法最大的优点是杀虫时间较短,只要不低于 24 h 即可杀死仓虫,且渗透性强,熏蒸后散毒快,残留低。但其缺点是长期使用会破坏大气臭氧层。因此,该方法已被大多数烟草企业淘汰。

5.3 磷化氢缓释熏蒸法

1936 年,德国科学家在试验中发现,磷化氢气体对谷象有很好的熏杀效果。然而,磷化氢气体在空气中含量较高或在 60℃ 以上的高温时,均会在空气中自燃。因此,采用该方法杀虫时,仓库内的气温要控制在 15~35℃,在此温度范围内,磷化氢的杀虫效果好,且不会发生自燃。

磷化氢缓释熏蒸法是将磷化铝装入塑料袋内,不与仓库内的水汽接触,使磷化铝缓慢释放出磷化氢气体,该气体通过虫体的呼吸系统进行杀虫。需要指出的是,由于塑料袋内的氧气含量较低,缓慢释放出的磷化氢质量浓度也不会太高,或以防万一,可在仓库内加入 CO₂ 气体作为保护剂,这样既可避免磷化氢的燃爆问题,还可使库内长期保持低质量浓度的磷化氢气体,并杀死储烟害虫。此方法的优点是磷化铝释放出磷化氢的速度慢,而且磷化氢在仓库内的质量浓度始终保持平稳,不像普通

的磷化铝熏蒸法, 磷化铝会快速释放出磷化氢, 使仓库内的磷化氢质量浓度先高后低, 且不平衡、不均衡。由于磷化氢缓释熏蒸法是一种改良型的熏蒸法, 该方法用药量小、节省成本、杀虫效果好、安全性高, 值得进一步推广应用。

然而, 化学防治法是一种不得已而为之的方法。因为单纯使用化学药品防治储烟害虫, 会导致农药残留、环境公害、害虫抗药性及害虫再增猖獗等严重问题^[30], 所以必须改变储烟害虫的防治思路, 坚持“预防为主, 综合治理”的原则, 构建预防为主的储烟害虫防控体系, 杜绝储烟仓库初始虫源, 恶化库内储烟害虫的生存环境, 并采取生物、物理及化学防治等综合治理措施有效控制储烟害虫的为害, 各种防治方法取长补短, 综合施治, 将害虫的为害控制在经济阈值之下, 以大幅降低烟叶损失, 保证烟叶品质。

【参考文献】

- [1] 宋纪真, 冯大戌. 全国贮烟害虫危害程度的调查研究 [J]. 烟草科技, 1995 (4): 26-30.
- [2] 李照会, 王念慈. 山东烟草害虫名录 [J]. 中国烟草, 1995, 16 (2): 6-9.
- [3] 龚信文, 孟国玲, 李传仁, 等. 湖北省烟仓害虫调查 [J]. 中国烟草, 1990 (3): 26-30.
- [4] 王永. 储烟害虫的危害及防治 [J]. 商品储运与养护, 2003 (3): 35-36.
- [5] 李华. 烟叶仓储害虫的发生与防治现状 [J]. 耕作与栽培, 2009 (6): 3-4, 10.
- [6] 任广伟, 张连涛. 烟仓害虫的发生与防治 [J]. 烟草科技, 2003 (2): 45-47.
- [7] 战磊, 肖明礼, 尹智华, 等. 复烤温度对西南清香型烟叶质量的影响 [J]. 湖南农业大学学报 (自然科学版), 2018, 44 (2): 136-139.
- [8] 赵红, 薛东, 杨长举. 储烟害虫的发生及综合防治技术 [J]. 湖北植保, 2006 (1): 13-16.
- [9] 卓思楚. 烟叶气调剂不同氧气浓度的防霉杀虫及醇化效果 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (1): 185-160.
- [10] 吕建华, 马丹, 苏新宏, 等. 三种非化学防治方法对烟草甲的控制作用 [J]. 中国烟草科学, 2016, 37 (5): 47-50.
- [11] 吕锡祥, 尹汝湛, 王辅, 等. 农业昆虫学 [M]. 北京: 农业出版社, 1982.
- [12] 刘俊明, 程小丽. 灯光诱捕储粮害虫的研究进展 [J]. 粮食加工, 2014, 39 (5): 73-75.
- [13] 林宝生, 杨德峰, 虞茂力. 灯光诱杀谷蠹试验 [J]. 粮食储藏科技通讯, 1993 (5): 22-24.
- [14] 杨秀军, 王克让. 黑光灯诱集仓库昆虫的初探 [J]. 昆虫知识, 1996 (6): 350.
- [15] 丁锦华, 尹楚道, 林冠伦, 等. 农业昆虫学 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991.
- [16] 彭秋. 红塔集团昭通卷烟厂烟叶仓储害虫发生规律及防治技术研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- [17] 王胜录, 万忠民, 陈培栋. 高功率微波对稻谷中储粮害虫致死效果研究 [J]. 粮食科技与经济, 2017, 42 (5): 49-54.
- [18] 奚家勤, 宋纪真, 尹启生, 等. 微波对烟草甲的杀虫效果 [J]. 烟草科技, 2007 (11): 70-73.
- [19] 冯惠芬. 钴 60- γ 射线对档案图书害虫进食量影响的研究 [C] //北京昆虫学会. 北京昆虫学会成立 40 周年学术讨论会论文摘要汇编. 北京: 北京昆虫学会中国植物保护学会生物入侵分会, 1990: 86-87.
- [20] 孙宝根. 国外利用钴 60- γ 射线防治贮粮害虫的简况 [J]. 四川粮油科技, 1978 (1): 12-21.
- [21] 郭超, 劳传忠, 曾伶, 等. 磷化氢对烟草甲不同虫态的毒力研究 [J]. 粮食储藏, 2015, 44 (6): 6-9.
- [22] 曹阳, 宋翼, 孙冠英, 等. 磷化氢毒理学研究综述 [J]. 郑州工程学院学报, 2002, 23 (2): 84-89.
- [23] 吴帆, 倪伟超, 李彪, 等. 植物精油的提取方法及其功能特性研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2016, 35 (5): 47-51.
- [24] 陈晓娟. 植物挥发油的杀虫活性研究及乳油的初配 [J]. 北京农业, 2011 (1): 84-85.
- [25] 程昉, 张雨慰, 绍明凯, 等. 5 种蒿属植物挥发油对烟草甲和嗜卷书虱的趋避活性分析 [J]. 烟草科技, 2019, 52 (11): 17-22.
- [26] 李媛, 刘巧林, 陈晓宇, 等. 甘菊挥发油化学组成及其对烟草甲与赤拟谷盗的杀虫活性 [J]. 植物保护, 2019, 45 (5): 202-206.
- [27] 梁俊玉, 王梦真, 徐婕, 等. 光果莠挥发油的化学成分及其对两种仓储害虫防治作用 [J]. 植物保护, 2019, 45 (6): 246-250.
- [28] 汤潮起, 张俊, 陆益敏. 烟草甲和烟草粉螟的防治研究 [J]. 中国烟草科学, 2000 (4): 46-48.
- [29] 胡刚, 徐汉虹, 胡林. 储粮害虫熏蒸剂和防护剂的研究概况 [J]. 安徽大学学报 (自然科学版), 2001, 25 (4): 94-100.
- [30] 李志强, 钟俊鸿, 陈越立, 等. 我国储烟烟草甲和霉菌的发生现状与治理对策 [J]. 广东农业科学, 2009 (12): 110-112, 115.