

DOI:10.13718/j.cnki.zwyyx.2022.02.001

苯氧威在我国的登记情况及 对害虫防治的研究进展

刘刚¹, 王璐¹, 李雪婷^{2,3},
冯慧¹, 张敏¹, 李美荣¹

1. 山东省宁阳县农业农村局, 山东 泰安 271400;
2. 山东农业大学 植物保护学院, 山东 泰安 271018;
3. 山东省宁阳县东疏镇农技站, 山东 泰安 271401

摘要: 苯氧威是一种具有保幼激素活性的非萜烯类昆虫生长调节剂类农药。本研究介绍了苯氧威的理化性质和杀虫机制, 综述了苯氧威在我国的登记情况及对害虫防治的研究进展, 并分析了新型制剂的研制及复配产品的开发, 同时对苯氧威的登记和发展趋势提出建议。

关键词: 苯氧威; 昆虫生长调节剂; 害虫;
农药登记; 防治效果

中图分类号: S482.3

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)02-0001-07

Registration of Fenoxycarb in China and Research Progresson Pest Control

LIU Gang¹, WANG Lu¹, LI Xueting^{2,3},
FENG Hui¹, ZHANG Min¹, LI Meirong¹

1. Agricultural and Rural Bureau of Ningyang County, Tai'an Shandong 271400, China;
2. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong 271018, China;
3. Agricultural Technology Station of Dongshu Townin Ningyang County, Tai'an Shandong 271401, China

Abstract: Fenoxycarb is a non-terpene insect growth regulator pesticide with juvenile hormone activity. In this research, the physicochemical properties and insecticidal mechanism of fenoxycarb were introduced, the registration status of fenoxycarb in China and the research progress in

收稿日期: 2022-03-02

作者简介: 刘刚, 高级农艺师, 主要从事植保技术推广及农药监督管理工作。

共同第一作者: 王璐, 农艺师, 主要从事植保技术推广工作。

通信作者: 李美荣, 农艺师。

pest control were reviewed, and the development of new preparations and compound products was put forward, and the registration and development trend of fenoxycarb were also suggested.

Key words: fenoxycarb; insect growth regulator; pest; pesticide registration; control efficacy

苯氧威(Fenoxycarb),又名双氧威、苯醚威等,最早由瑞士先正达公司开发,本世纪初开始在我国登记推广,是一种具有保幼激素活性的非萜烯类昆虫生长调节剂类农药,具有高效、广谱、低毒、安全、对环境污染小等诸多优点,应用前景非常广阔^[1-3].但是,目前国内对其重视程度不够,登记产品数量和作物、场所种类均明显偏少,极大的限制了其应用.本文综述了苯氧威在我国的登记及研究进展情况,呼吁有关生产企业进一步加快产品登记步伐,扩大应用作物、场所范围,促进我国农林等产业高质量发展.

1 苯氧威的理化性质及毒性

苯氧威化学名称:2-(4-苯氧基苯氧基)乙基氨基甲酸乙酯,CAS 登录号:72490-01-8,分子式: $C_{17}H_{19}NO_4$,化学结构式如图 1.

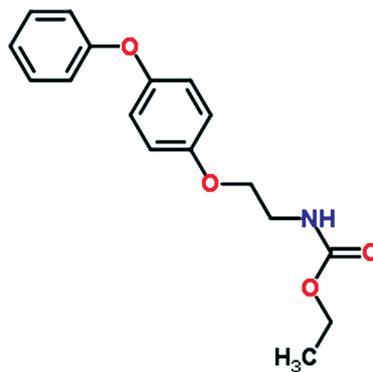


图 1 苯氧威化学结构式

苯氧威纯品为无色结晶体,熔点 $53\sim 54\text{ }^{\circ}\text{C}$,闪点 $224\text{ }^{\circ}\text{C}$,蒸气压 $0.0078\text{ Mpa}(20\text{ }^{\circ}\text{C})$,溶解性($25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时):水 5.7 mg/kg ,丙酮、氯仿、乙醚乙酸乙酯、甲醇、异丙醇、甲苯等大于 250 g/kg .在室温下、于密闭容器中稳定两年以上.在 $\text{pH } 3\sim 9$, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下水解稳定,对光稳定.

苯氧威对人和家畜低毒.对大白鼠急性经口 $\text{LC}_{50} > 10\ 000\text{ mg/kg}$ (国外报道: $>16\ 800\text{ mg/kg}$),急性经皮 $\text{LC}_{50} > 2\ 000\text{ mg/kg}$ (国外报道: $>5\ 000\text{ mg/kg}$),急性吸入 $\text{LC}_{50} > 0.48\text{ mg/L}$ (空气),均为微毒.对豚鼠皮肤无过敏性,仅对皮肤和眼有轻微的刺激.对鹌鹑、蜜蜂均低毒,对鲤鱼的毒性属中等毒^[3-5].在我国登记的苯氧威原药和制剂(包括单剂和复配剂),登记毒性均为微毒至低毒级别^[6].

2 苯氧威的作用机制

苯氧威杀虫谱较广,国内外实践证明,其对鳞翅目、鞘翅目、双翅目、同翅目多种害虫及一些蜚蠊、线虫有效,可广泛用于农林业、粮食贮藏和卫生害虫的防治^[1-2].苯氧威兼具二苯醚和氨基甲酸酯分子结构,具胃毒和触杀作用并对昆虫内分泌激素有多种调节功能,它的杀虫机制主要包括 4 种:①使昆虫无法蜕皮变态而逐渐死亡;②抑制成虫期变态,从而造成后期或蛹期

死亡;③有较强的杀卵作用;④对昆虫的胚胎发育、繁殖、性外激素的产生,迁徙行为,群居性昆虫的等级分化等,都可使其产生异常变化.

3 苯氧威的登记情况

到 2010 年,临时登记产品累计共有 11 个,其中原药 3 个,制剂 8 个,涉及河南、江苏 2 个省的 3 家生产企业.剂型包括乳油、可湿性粉剂、粉剂等 3 种,登记作物/场所和防治对象包括十字花科蔬菜菜青虫、小菜蛾、蚜虫,苹果树黄蚜、梨树梨木虱、柑橘树介壳虫、松树松毛虫、仓储原粮仓储害虫等.但到 2013 年,所有产品临时登记证均已过期,苯氧威一度退出我国市场.直到 2018 年,我国首次批准苯氧威产品正式登记,到 2022 年 2 月底,正式登记产品只有 3 个,其中原药 1 个,制剂 2 个,涉及河南、江苏、江西 3 个省的 3 家生产企业,剂型均为悬浮剂,登记作物和防治对象只有柑橘树潜叶蛾、介壳虫(表 1)^[6].

表 1 我国目前批准正式登记的苯氧威产品

序号	登记证号	农药名称	登记作物和防治对象	登记证持有企业
1	PD20181609	96%苯氧威原药	—	江苏常隆农化有限公司
2	PD20181608	250 g/L 苯氧威悬浮剂	柑橘树潜叶蛾	江西禾益化工股份有限公司
3	PD20211063	25%苯氧威·噻嗪酮悬浮剂	柑橘树介壳虫	河南喜夫农生物科技有限公司

4 新型制剂研制及复配产品开发

根据苯氧威的性质特点,可加工成多种剂型产品,并适于与多种化学农药、生物农药复配.

4.1 新型制剂研制

除了前文所述的乳油、可湿性粉剂、粉剂等传统剂型外,近年来,国内对苯氧威新型环保制剂的研制开发也有进展.如悬浮剂产品已经获得登记;25%苯氧威水分散粒剂加工工艺可行、经济,性能优良,田间防效与乳油相当^[3];5%苯氧威·高效氯氰菊酯微乳剂以水为分散介质,在成本、操作环境、生态环境的污染控制、使用、贮运、安全都方面,都优于乳油制剂^[7].

4.2 复配产品开发

上海生农生化制品有限公司申请的“苯氧威和环氧虫啉杀虫组合物”^[8],青岛润农化工有限公司申请的“一种丁醚脒和苯氧威的杀虫组合物及其应用”^[9],中国水稻研究所申请的“苯氧威和烯啶虫胺复配农药”^[10]等已经获得中国专利授权的复配制剂,均具有较好的增效作用,杀虫谱广,速效性和持效性好,生产成本低.此外,苯氧威还适合与氯虫苯甲酰胺^[11]、双丙环虫酯^[12]、甲维盐^[13]、丙溴磷^[13]等高效低毒化学农药以及阿维菌素^[13]、绿僵菌^[14]等生物农药进行复配使用.

5 苯氧威对害虫防治的研究进展

苯氧威自进入我国以来,主要侧重于在防治美国白蛾、杨小舟蛾等林业害虫和粮食储藏害虫方面的研究,在防治农业、卫生、烟草害虫等方面的报道相对较少.

5.1 农业害虫

杨帅等^[15]使用八旋翼无人机喷洒 3%苯氧威乳油防治穗期玉米螟,确定最佳飞行高度为距

离玉米冠层 1 m, 最佳施药液量为 12 L/hm², 此条件下雾滴在雌穗上的沉积密度为 (20.4±3.0) 个/cm², 防治效果为 (79.6±3.1)%; 加入雾滴蒸发抑制剂可以把雾滴沉积密度提高至 (25.5±4.9) 个/cm², 防治效果提高至 (83.3±5.1)%。雷改平等^[16] 试验结果表明, 3% 高渗苯氧威防治桃树蚜虫的效果好于啉虫脒、吡虫啉, 用药一次最高可达 84.57%。方洪元等^[17] 证实, 3% 高渗苯氧威乳剂是防治板栗剪枝象的有效药剂。孙新杰等^[18] 发现 3% 高渗苯氧威防治桃桑白蚧效果显著, 最高可达到 81.2%, 明显高于杀扑磷。孙德莹等^[19] 采用 3% 高渗苯氧威超低量喷雾防治 2~4 龄芦毒蛾幼虫, 7 d 死亡率为 79.1%~100%, 平均防治效果 88.9%, 11 d 后达到 96.3%; 田间观察没有发现鱼类死亡现象, 对环境安全。付书英等^[20] 发现, 用高渗苯氧威防治核桃举肢蛾效果较好。

5.2 林业害虫

多地研究发现, 采用适当浓度的苯氧威乳油防治美国白蛾均可达到较为理想的杀虫效果。其中, 辽宁省凤城市 3% 高渗苯氧威乳油 3 000~5 500 倍液喷药 72 h 后杀虫率均可达到 100%^[21-22]; 山东省济南市商河县用 3% 苯氧威乳油 3 000~4 000 倍液 5 d 后防治效果均达 100%^[23]; 河北省文安县连续 8 年时间对美国白蛾的飞机防治效果进行了调查, 结果证明用 3% 高渗苯氧威防治效果最好^[24]。许皖豫^[25] 试验结果表明, 3% 高渗苯氧威 4 000 倍液防治杨树食叶害虫杨小舟蛾、分月扇舟蛾、黄翅缀叶野螟幼虫死亡率分别为 97.9%, 97.9% 和 97.8%, 5 000 倍液防治幼虫死亡率分别为 82.9%, 84% 和 78.7%。徐元恒等^[26] 试验结果, 3% 高渗苯氧威乳油和柴油按 1:5, 1:8 喷烟防治杨扇舟蛾, 防效高峰 3~7 d, 7 d 防效分别为 89.9%, 76%; 3% 高渗苯氧威乳油 2 000 倍液、3 000 倍液喷雾防治 7 d 防效分别为 91%, 88.9%; 25% 苯氧威可湿性粉剂 4 000 倍液、6 000 倍液、8 000 倍液喷雾防治 7 d 防效分别为 94.0%, 88.9%, 56.4%。胡选科等^[27] 运用“运五”飞机喷洒高渗苯氧威防治杨小舟蛾, 施药后 6 h 虫口减退率达 55.6%, 5 d 虫口减退率达到 91.9%, 杀虫速度快, 效果显著。洪宜聪等^[28] 研究发现, 在 6 种生物化学农药中, 以 3% 高渗苯氧威乳油对刚竹毒蛾幼虫的杀虫活性最强。郑芹等^[29] 筛选出 3% 高渗苯氧威 1 000 倍液可有效防治松梢螟。崔延萍^[30] 认为, 可在每年的 7 月份, 根据当地情况, 联合使用阿维菌素乳油与高渗苯氧威乳油, 以有效提高对云杉芽小卷蛾幼虫的防治效果。杨秋香^[31] 试验证实, 3% 高渗苯氧威乳油是防治云杉线小卷蛾比较理想的药剂, 防治效果在 87.41% 以上。方国飞等^[32] 发现, 2% 高渗苯氧威乳油对松沫蝉具有较强的毒杀作用。周明等^[33] 用 3% 高渗苯氧威乳油防治橡胶盗蚧, 1 000, 1 500, 2 000 倍液施药 15 d 后的防效均保持在 66.3% 以上, 且防治成本极低。李岩峰等^[34] 选择 3 种无公害农药对春尺蠖进行防治试验、示范, 结果 3% 高渗苯氧威的防治效果最好, 其 3 000~4 000 倍液的防效高达 99.8%, 且其用成本较低, 推荐使用。洪宜聪^[35] 采用人工地面和应用超轻型飞机大面积超低容量喷洒 3% 高渗苯氧威乳油以及采用喷烟方法防治波纹杂毛虫, 防治效果均达 95% 以上, 同时对环境和天敌影响很小。洪宜聪^[36] 使用高渗苯氧威烟雾剂防治竹缕舟蛾, 防治效果可达 80% 以上。许先坤等^[37] 试验证明, 高渗苯氧威对紫薇蚜虫防效好于毒死蜱等药剂。马艳芳等^[38] 发现 3% 高渗苯氧威乳油对大栗鳃金龟成虫有效。张志等^[39] 发现, 3% 高渗苯氧威对榆紫叶甲成虫有相对突出的防治效果和速效性。张华等^[40] 证实, 树干注射高渗苯氧威可有效防治方翅网蝽。李永刚等^[41] 用 3% 高渗苯氧威乳油 5 000 倍液防治双齿锤角叶蜂 3 龄后幼虫, 防效达 92% 以上。刘艳芳等^[42] 试验结果表明, 3% 高渗苯氧威乳油 500 倍液对银杏大蚕蛾的防治效果达到 90% 以上。张念环等^[43] 试验结果表明, 3% 苯氧威水剂对黄杨绢野螟防效较好, 用量低, 作用迅速, 对高龄幼虫也有很好的

杀灭活性.

5.3 储粮害虫

丁江涛等^[44]研究了不同剂量苯氧威对两个世代玉米象和谷蠹的杀虫效果,结果表明,苯氧威不仅能有效地防治敏感品系的储粮害虫,亦对抗性品系有效,且持效期长,对粮食、环境无污染.李斌等^[45]研究发现,苯氧威对仓储害虫黄粉虫生长发育具有显著的抑制作用,能有效控制其危害.李文辉等^[46]和蒋社才等^[47]发现,用苯氧威处理能确保所储稻谷一年基本无虫,且对稻谷发芽率无显著影响.程暄生^[48]指出,苯氧威是迄今仅见的具有广谱杀虫作用的保幼激素型化合物,可以有效防治敏感和抗性品系储粮害虫,无残毒和环境污染问题,有广阔的发展前景.

5.4 卫生害虫

高倩妮^[49]通过对 9 种化学药剂的筛选,发现苯氧威对红火蚁的防治效果比较明显.肖明山等^[50]用实验室临时配制的 0.5% 苯氧威饵剂在广西玉林市陆川县红火蚁严重发生地区进行药效试验.结果表明,虽然其对红火蚁的诱食性较差,但仍能表现出较好的防治效果,70 d 后调查为 84.9%.王磊等^[51]证实,0.01 mg/mL 苯氧威对金龟子绿僵菌 M09 的孢子萌发、菌丝生长和产孢量均无影响,相容性较好,可以考虑将二者混配使用防治红火蚁.吴关尧等^[52]研究结果表明,苯氧威乳油对家白蚁的触杀作用不明显,而苯氧威原粉在室内对家白蚁具有一定的胃毒作用,但与对照药剂灭蚁灵相比毒杀作用缓慢.

5.5 烟草害虫

洪深求等^[53]研究证明,在苯氧威用药量 10~20 mg/kg 的浓度下密闭处理烟叶 10 个月后,对烟草甲和烟草粉螟的防治效果均达到 100%.

6 最大残留限量制订情况

我国现行《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》(GB 2763—2021)只规定了苯氧威在 3 种柑橘类水果中的最大残留限量标准,但均为临时限量,且未指定具体检测方法(表 2)^[54].

表 2 苯氧威在我国食品中的最大残留限量标准

序号	食品名称	最大残留限量标准/(mg·kg ⁻¹)
1	柑	0.5
2	橘	0.5
3	橙	0.5

7 发展趋势和建议

农业农村部 2021 年印发的《“十四五”全国种植业发展规划》以及 2022 年印发的《“十四五”全国农药产业发展规划》均明确提出,要加快研发推广低毒高效低风险农药.苯氧威作为毒性低于食盐的昆虫生长调节剂类农药,理应在控制虫害,促进农林等相关产业安全发展中发挥更大作用.

有关农药企业、科研单位应紧紧围绕粮食、油料、果蔬等高价值食用作物和草地贪夜蛾、粘虫、苹果蠹蛾、草地螟、红火蚁、美国白蛾、杨小舟蛾等农作物一二类害虫、重大植物检疫性害虫、重大草原和林业害虫,加快苯氧威相关单剂及复配剂产品登记进程;应紧盯规模日增的

植保(森保)有人机、无人机飞防作业需求和广阔的林地作业需求,研发航空喷雾专用的超低容量液剂和烟剂等相关绿色环保高效制剂;应抓住磷化铝等高毒农药即将全面退市的契机,力争在仓储害虫防治领域占据更大市场份额。同时,应始终贯彻“四个最严”原则,做到“登记一种食用作物,制定一个限量标准”,使生产有标可依、产品有标可检、执法有标可判,保障广大人民群众消费安全。

参考文献:

- [1] 张宏超,赵玉中,葛倩,等.苯氧威的合成方法及其应用前景[J].河南化工,2002,19(7):11-12,22.
- [2] 袁文.新型农药苯氧威[J].农业知识,2009(7):50.
- [3] 余永红,杨睿.25%苯氧威水分散粒剂的研制及应用[J].农药,2005,44(6):254-256.
- [4] 朱忠林,单正军,蔡道基.苯氧威对环境生物的安全评价[J].农药科学与管理,2000,21(6):12-15.
- [5] 徐玉宝,许东,戚敏.苯氧威原药的毒性研究[J].河南科技大学学报(医学版),2005,23(3):167-169.
- [6] 农业农村部农药检定所.数据中心:农药登记数据[DB/OL].[2022-2-28].<http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [7] 孙雯,董学畅,赵石楠.苯氧威-高效氯氰菊酯5%微乳剂的研制[J].云南民族大学学报(自然科学版),2009,18(1):45-47.
- [8] 董建生,张芝平,施顺发,等.苯氧威和环氧虫啉杀虫组合物:CN104054726A[P].2014-09-24.
- [9] 袁良国,尹晓艺,段有春,等.一种丁醚脲和苯氧威的杀虫组合物及其应用:CN110200003A[P].2019-09-16.
- [10] 傅强,胡国文,罗举,等.苯氧威和烯啶虫胺复配农药:CN102047894B[P].2013-04-24.
- [11] 胡国文,傅强,罗举,等.氯虫苯甲酰胺和苯氧威复配农药:CN102550574A[P].2012-07-11.
- [12] 谢勇,周惠中,冯聪,等.一种杀虫组合物:CN111264546A[P].2020-06-12.
- [13] 刘东卫.一种含苯氧威的杀虫组合物及其用途:CN101574088B[P].2012-07-11.
- [14] 杨华,赵丹阳,秦长生,等.绿僵菌与苯氧威的复配杀虫剂及其应用:CN108244141A[P].2018-07-06.
- [15] 杨帅,王国宾,杨代斌,等.无人机低空喷施苯氧威防治亚洲玉米螟初探[J].中国植保导刊,2015,35(2):59-62.
- [16] 雷改平,孙新杰.3%高渗苯氧威防治桃树蚜虫药效试验[J].林业科技,2013,38(4):54-55.
- [17] 方洪元,邓先珍,杨勤跃,等.两种药剂对板栗剪枝象的防治试验[J].湖北林业科技,2012,41(3):33-34.
- [18] 孙新杰,范培林.3%高渗苯氧威防治桃桑白蚧药效试验[C]//河南省植保学会第十次、河南省昆虫学会第九次、河南省植病学会第四次会员代表大会暨学术讨论会论文集,2013:190-192.
- [19] 孙德莹,胡建辉,石跃龙,等.3%高渗苯氧威防治芦毒蛾幼虫的试验[J].中国森林病虫,2006,25(2):37-39.
- [20] 付书英,刘银菊,刘金梅.高渗苯氧威防治核举肢蛾效果好[J].河北果树,2007(S1):128-129.
- [21] 邹立亚,陈军,赫巍,等.3%高渗苯氧威防治美国白蛾药效筛选试验[J].中国森林病虫,2006,25(6):37-39.
- [22] 李林,李海霞.3%高渗苯氧威防治美国白蛾药效与推广[J].内蒙古林业调查设计,2009,32(5):118-119.
- [23] 夏明辉,赵燕,王文亮,等.几种新型生物杀虫剂防治美国白蛾林间药效试验[J].山东林业科技,2014,44(1):58-60.
- [24] 吴建梁.飞机防治美国白蛾用药效果调查[J].河北林业科技,2016(3):59-62.
- [25] 许皖豫.应用高渗苯氧威喷雾防治杨树食叶害虫研究[J].安徽农学通报(上半月刊),2011,17(13):112-114.
- [26] 徐元恒,李阳,吴晓丽,等.不同剂型苯氧威防治杨扇舟蛾试验[J].林业科技开发,2007,21(4):94-95.
- [27] 胡选科,李俊红,孙新杰,等.“运五”飞机林间喷洒高渗苯氧威防治杨小舟蛾试验[J].现代园艺,2013(7):13.
- [28] 洪宜聪,丁秘,刘化桐,等.6种生物化学农药对刚竹毒蛾幼虫的毒力及防治效果[J].世界竹藤通讯,2021,19(6):13-20.
- [29] 郑芹,孙艳丽,苑存宝,等.3种药剂防治松梢螟药效试验[J].山东林业科技,2021,51(4):64-66.
- [30] 崔延萍.云杉芽小卷蛾幼虫室内和田间药效试验[J].热带农业工程,2019,43(1):50-52.
- [31] 杨秋香.肃南县云杉线小卷蛾药剂防治试验初报[J].防护林科技,2017(1):25-27.
- [32] 方国飞,周艳涛,于治军,等.四种杀虫剂对松沫蝉若虫室内毒杀效果[J].中国森林病虫,2016,35(4):39-41.
- [33] 周明,李国华,王进强,等.3%高渗苯氧威防治橡胶盔蚧试验[J].广西热带农业,2007(3):35-36.
- [34] 李岩峰,彭爱加.无公害农药防治春尺蠖试验研究[J].宁夏农林科技,2012,53(4):18,25.
- [35] 洪宜聪.3%高渗苯氧威防治波纹杂毛虫试验[J].江苏林业科技,2008,35(4):20-23.
- [36] 洪宜聪.竹筏舟蛾无公害防治技术研究[J].江苏林业科技,2009,36(2):31-33.
- [37] 许先坤,赵改定,庞冉,等.高渗苯氧威防治紫薇蚜虫药效比较试验[J].现代园艺,2019(19):50.
- [38] 马艳芳,谢宗谋,张永强,等.大栗鳃金龟成虫药剂防治试验[J].中国森林病虫,2011,30(6):41-42.
- [39] 张志,张玉玲,徐云彪,等.生物药剂对榆紫叶甲成虫的防治试验[J].吉林林业科技,2017,46(4):18-21.

- [40] 张华,王克,王珊珊,等.悬铃木干部注射高渗苯氧威防治方翅网蝽效果试验[J].现代园艺,2014(17):112.
- [41] 李永刚,武星煜,辛恒,等.双齿锤角叶蜂生物学特性及药剂防治[J].植物保护,2014,40(2):156-160.
- [42] 刘艳芳,冯万斌.三种杀虫剂对银杏大蚕蛾的防治试验[J].吉林林业科技,2013,42(5):23-26.
- [43] 张念环,钱彪,张景飞,等.3%苯氧威 AS等防治黄杨绢野螟药效[J].现代农药,2005,4(4):48.
- [44] 丁江涛,吕文倩,俞伟良,等.苯氧威防治储粮害虫试验概述[J].粮食加工,2013,38(3):67-68.
- [45] 李斌,吴必顺,王大永,等.苯氧威对黄粉虫生长发育的影响[J].安徽农业科学,2009,37(14):6330-6332.
- [46] 李文辉,陈嘉东,林亚珍,等.储粮害虫生物防治研究与应用[J].粮食科技与经济,2012,37(6):35-38.
- [47] 蒋社才,张峰,黄盛枝.储粮害虫综合防治新技术应用研究[J].粮食储藏,2013,42(5):7-9,43.
- [48] 程暄生.双氧威的特点及其在储粮害虫防治中的效用[J].粮食储藏,1997,26(3):3-7.
- [49] 高倩妮.入侵红火蚁 *Solenopsis invicta* (Buren) 化学防治技术研究[D].武汉:华中农业大学,2011.
- [50] 肖明山,袁会珠,罗礼智,等.硫氟磺酰胺、氟虫腈和苯氧威3种饵剂对红火蚁的防效初探[J].农药科学与管理,2006,27(1):10-13.
- [51] 王磊,陆永跃,许益鏊,等.绿僵菌与8种红火蚁防控常用农药相容性[J].中国生物防治学报,2016,32(2):172-179.
- [52] 吴关尧,宋晓钢,阮冠华.双氧威防治白蚁试验[J].浙江林学院学报,1999,16(2):216-218.
- [53] 洪深求,程新胜,魏重生.昆虫保幼激素类似物“双氧威”对烟草甲的生物学效应[J].烟草科技,2006,39(12):55-57.
- [54] 国家卫生健康委员会,农业农村部,国家市场监督管理总局.食品安全国家标准食品中农药最大残留限量:GB 2763—2021[S].北京:中国标准出版社,2021.