

“储粮害虫防治研究”专题文章之五

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.05.013

广州小麦粉成品车间书虱 年度发生跟踪监测研究

何莉莉^{1,2,3}, 王殿轩³✉, 郭超⁴, 林乾¹, 王丽娜¹,
刘子立¹, 陈亮¹, 张少波⁴, 王智颖⁴

- (1. 广州岭南穗粮谷物股份有限公司, 广东 广州 511458;
2. 广州市粮食集团, 广东 广州 510050;
3. 河南工业大学 粮油食品学院, 粮食储藏与安全教育部工程研究中心,
粮食储运国家工程实验室, 河南 郑州 450001;
4. 广东省粮食科学研究所粮食储藏与害虫防治研究室/广东省粮食储藏
工程技术研究中心, 广东 广州 510050)

摘要: 采用瓦楞纸板诱捕器, 对小麦粉成品车间 2017 年 3 月至 2018 年 2 月期间书虱的发生情况进行跟踪监测, 并利用地质统计学等高线绘图技术分析小麦粉成品车间书虱发生部位以及与温湿度的关系。年度跟踪监测表明, 在小麦粉成品车间累计诱捕到书虱 25 131 头, 呈非均匀分布。书虱诱捕数量与车间内温湿度有密不可分的关系, 其发生部位主要为麸皮打包间、麸皮打包间和成品仓交接区域、自动打包机和皮带输送机区域、卸粮口区域, 且具有长期持续存在向周围扩散虫害的危险。在实际生产中可根据书虱发生部位开展有针对性的防治措施。

关键词: 小麦粉成品车间; 书虱; 诱捕; 跟踪监测; 防治措施

中图分类号: TS211.8;S379.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)05-0096-06

Study on Detection of Psocids Annual Occurrence in Wheat Flour Warehouse in Guangzhou

HE Li-li^{1,2,3}, WANG Dian-xuan³✉, GUO Chao⁴, LIN Qian¹, WANG Li-na¹,
LIU Zi-li¹, CHEN Liang¹, ZHANG Shao-bo⁴, WANG Zhi-ying⁴

- (1. Guangzhou Lingnan Suiliang Grain Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511458, China;
2. Guangzhou Grain Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510180, China;
3. Engineering Research Center of Grain Storage, Security of Ministry of Education, Grain Storage and Logistics National Engineering Laboratory, School of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450001, China; 4. Laboratory of Grain Storage and Pest Control, Grain Storage and Logistics National Engineering Laboratory, Guangdong Institute for Cereal Science Research, Guangzhou, Guangdong 510050, China)

Abstract: Psocids occurrence was detected in flour warehouse from March-2017 to February-2018 by a corrugated board trap. The location of psocids and its relationship with temperature and humidity were analyzed by geostatistics contour mapping technology. The results showed that 25 131 psocids were caught in the flour warehouse which indicated that psocids were in nonuniform distribution in the warehouse, and the number of

收稿日期: 2020-07-10

基金项目: 珠江科技新星 (201710010034)

作者简介: 何莉莉, 女, 1983 年出生, 硕士, 助理政工师, 研究方向为粮食储藏。

通讯作者: 王殿轩, 男, 1962 年出生, 博士, 教授, 研究方向为储藏物害虫综合治理。

psocids closely related to the temperature and humidity of the flour warehouse. The infestation hot spot of psocids was Bran Packing Room, the junction region with Bran Packing Room and Flour Storage Room, the area of Auto Baler Machine and Belt Conveyor, and Grain Unloading Tunnel. The distribution hot spot area of psocids had characteristics of long-term persistent existence, and had risks of spreading outside. In practical production, targeted prevention measures can be taken according to the distribution of hot spots of psocids.

Key words: flour warehouse; psocids; trap; detection and tracking; prevention measures

食品加工的基本原料（面粉、大米、米粉、干果等）是人类的重要食物来源，在生产、流通、销售环节极易受到污染物的感染，其安全卫生程度直接关系到下游食品工业成品的安全卫生、加工品质和消费者的健康。储藏物害虫对收获后的食品原料构成相当大的威胁^[1]。这些害虫的存在会降低客户购买意愿，引起商品信誉的损失，对人们心理还会产生不良影响，成为日常生活中人们一种额外的心理负担^[2-3]。随着人们生活质量的不断提高和人们对美好生活的向往，人们对生活质量有了更高的要求。面粉加工企业常常会因部分商品生虫导致全部商品无法销售，甚至遇到因商品包装表面有虫而全部退货的情况。据调查，我国面粉加工业发生的昆虫种类有 93 种，涉及昆虫纲和蛛形纲，10 个目，37 个科^[4]。由于害虫个体习性差异，害虫种群时间和空间上分布存在差异，预测害虫的发生存在十分困难。因此，精确而全面的监测害虫种群是害虫综合防治的基础，提高害虫防治水平很重要一点就是准确预测害虫种群的分布^[5]。

关于面粉生产场所发生的虫害防治问题，近些年来主要是围绕害虫种类、检测技术等相关报道，而对面粉生产场所发生的害虫发生规律报道较少。王殿轩等^[4]、袁传光等^[6]、邬大江等^[7]、孙卫辉等^[8]、吴亚萍^[9]、何向楠^[10]、Doud^[11]等分别报道了面粉生产场所储粮有害生物发生的种类。此外，McKay 等利用信息素诱捕器研究了大米加工厂储藏物害虫的发生种类，并分析了储藏物害虫不同季节的活跃特点^[11]。Athanassiou 等利用人工筛检和探管诱捕器研究了大麦仓库中有 22 种储藏物害虫发生，并报道了米象、锈赤扁谷盗、锯谷盗、地中海粉螟、赤拟谷盗和谷蠹 6 种为主要发生种类^[12]。Muralitharan 等采用粘胶诱捕器研究了在粮食货栈中赤拟谷盗、锈赤扁谷盗和粉斑螟 1 d 内的日活动节律^[13]。Semeao 等利用波纹纸板诱捕器和漏斗诱捕器研究了 3 个食品加工厂内外储藏物害虫空间

分布情况和主要的优势种，结果表明，食品加工厂内外储藏物害虫诱捕数量和种类无明显的相关性^[14]。现有的研究报道中主要为不同仓库内害虫发生虫害的种类，而对害虫发生规律报道较少，针对面粉仓库中害虫种类发生规律的研究报道更少。

广州地处我国南方，其高温高湿的气候条件十分适宜储粮害虫的繁殖生长，是我国储粮害虫发生最严重的地区。近几年各地对仓房和设备的更新改造工作十分重视，传统的主要储粮害虫对储粮的为害得到控制，但无论是经气调防治还是药剂熏蒸防治，粮仓内依然存活和最先被发现的害虫，都是以书虱为主^[15]。目前，生产车间对书虱的防治还处于被动状态，以采取磷化氢熏蒸作为书虱的主要防治手段，但熏蒸后仍会出现书虱爆发的现象。有效的书虱防治控制手段急需开展系统、深入的研究。

通过利用瓦楞纸板诱捕器对小麦粉成品车间内书虱进行全年跟踪监测，并采用地质统计学等高线绘图技术分析小麦粉成品车间书虱种群动态、发生规律以及影响书虱种群数量的因素，构建了一种评价小麦成品车间书虱防治效果的方法，为企业采取科学防治提供技术支持。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

瓦楞纸板诱捕器，双层双边开口式、20 cm×13 cm：广州市储粮圈信息技术咨询有限公司；温度记录仪，GSP-958，测温范围-20~+40 °C，精度±0.5 °C：江苏精创电气股份有限公司。

1.2 小麦粉成品车间储粮情况

小麦粉成品车间位于广州南沙，占地总面积为 3 528 m²，日产面粉 1 200 t，小麦粉成品车间长 84 m，宽 42 m，均储存小麦面粉成品。小麦粉成品车间主要分为四个区域：A 区、B 区、C 区和 D 区，其中 B 区和 C 区包括面粉自动打包机和皮带输送机，D 区为麸皮打包间。小麦粉成品车间包装面粉按照常

规方式保管，卫生每周清理一次，包装面粉以塑料防潮板（1.20 m×1.00 m×0.17 m）为底，按照半非字型堆垛，每板 40 包面粉，每 3 层板为一垛。

1.3 小麦粉成品车间瓦楞纸板诱捕器放置位置

小麦粉成品车间瓦楞纸板诱捕器设置点位置

及编号如图 1 所示，设置点之间横向距离为 6.0 m，纵向距离 10.5 m，其中图 1 实线表示小麦粉成品车间墙体，黑色实心圆点的位置点表示瓦楞纸板诱捕器放置位置，瓦楞纸板诱捕器根据车间内该区域面粉堆垛实际情况进行放置。

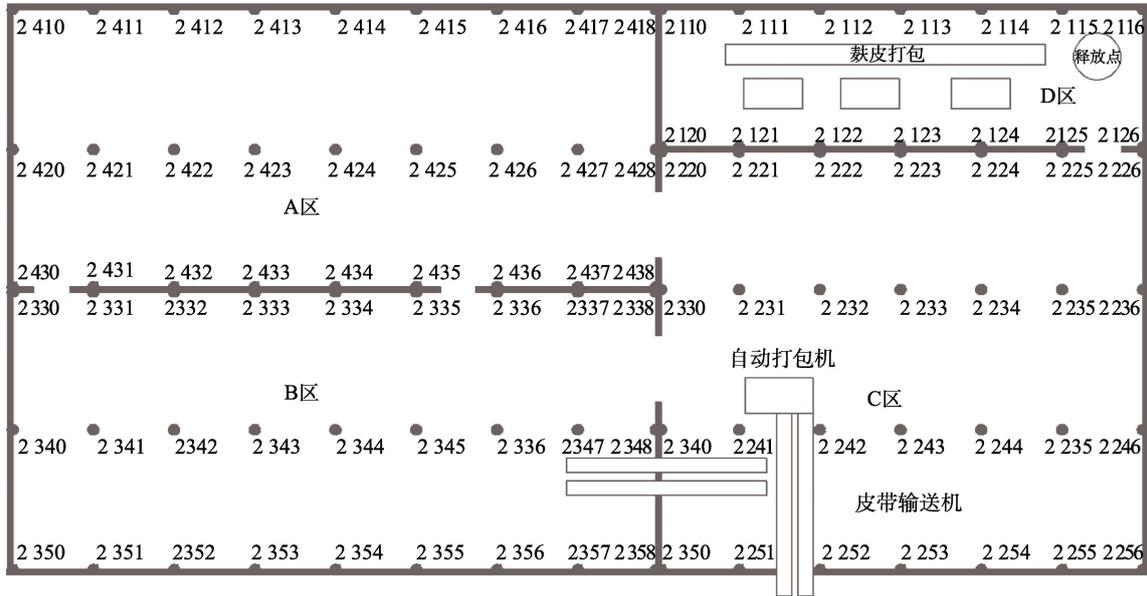


图 1 小麦粉成品车间诱捕器设置位置编号分布

Fig.1 Distribution of corrugated cardboard trap in flour warehouse

1.4 小麦粉成品车间温湿度监测

把温湿度仪悬挂于小麦粉成品车间 2 236 处，距地面 1.5 m，每日 04:00、10:00、16:00、22:00（间隔 6 h）记录温湿度。绘制温湿度曲线。

1.5 小麦粉成品车间书虱诱捕监测

在小麦粉成品车间按照如图 1 所示的放置点放置瓦楞纸板诱捕器，尽量选择不影响生产的墙角或墙体边缘等隐蔽位置。每隔 15 d 统计瓦楞纸板诱捕器诱捕的数量。

1.6 数据处理

数据处理采用 SPSS Statistics 17.0 分析。书虱的分布情况绘图采用 Golden Software Surfer 11.0 和 AutoCAD 2008。

2 结果与分析

2.1 小麦粉成品车间书虱诱捕数量情况

2017 年 3 月至 2018 年 2 月，在小麦粉成品车间采用瓦楞纸板诱捕器累计诱捕到书虱 25 131 头。由图 2 可知，不同月份诱捕到的书虱数量存在差异。整体上讲，随着仓内温度的升高，湿度

的增大，书虱的数量逐渐增加，其中 2017 年 7 月诱捕到书虱的相对数量最多，为 3 577 头/月，占 14.23%；2018 年 1 月诱捕到书虱的相对数量最少，为 1 073 头/月，占 4.27%。小麦粉成品车间四个区域书虱发生相对数量从多到少依次为：D 区 9 623 头、C 区 8 028 头、B 区 4 099 头和 A 区 3 381 头。由表 1 可知，2017 年 7 月平均诱捕量最大，为 (55.0±33.3) 头，而 2017 年 12 月至 2018 年 2 月，书虱的平均诱捕量相对较少。采用瓦楞纸板诱捕器诱捕书虱，单个诱捕器最大诱捕量和最小诱捕量存在较大差异，这可能与书虱在小麦粉成品车间不同区域分布的情况存在较大差异有关。

试验期间，小麦粉成品车间书虱发生总分布如图 3 所示。从图 3 可看出，小麦粉成品车间不同区域书虱的发生部位存在差异，呈非均匀分布，主要分布为 4 个热点区域：一是麸皮打包间区域，由于麸皮打包间常年粉尘密度大、设备和地面积尘较多、卫生清理不彻底等原因，易引起书虱大量繁殖和生长。2017 年 3 月至 2018 年 2 月期间累计诱捕书虱 9 623 头，占全年诱捕量的 38.29%；

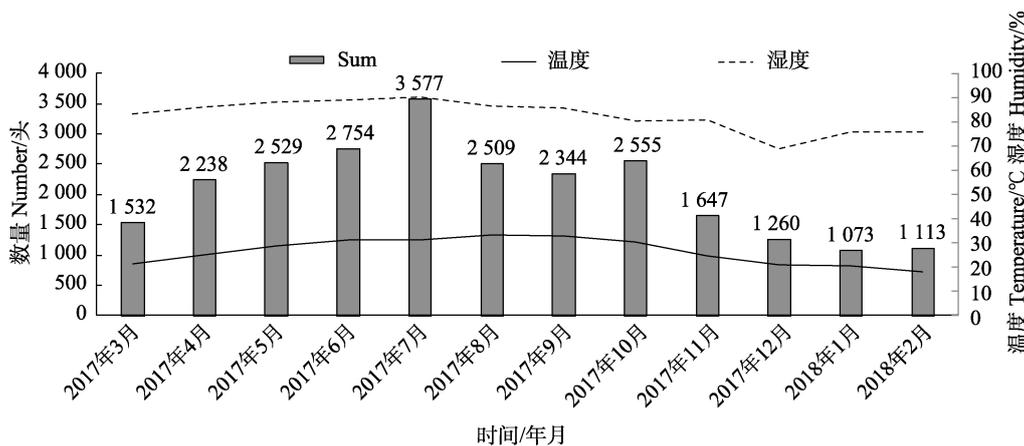


图 2 小麦粉成品车间书虱月总诱捕量及温湿度变化曲线
Fig.2 Number of Psocids captured per month in a flour warehouse

表 1 不同月份小麦粉成品车间瓦楞纸板诱捕器诱捕书虱
Table 1 Number of Psocids captured during March-2017 to March-2018

月份 Month	诱捕器数量/个 No.traps	平均诱捕量*头 Average trap	最大诱捕量/头 Max trap	最小诱捕量/头 Min trap
2017 年 3 月	60	25.5±18.5ab	88	3
2017 年 4 月	67	33.4±37.4abc	262	2
2017 年 5 月	64	39.5±29.2bc	138	6
2017 年 6 月	63	43.7±45.8c	243	1
2017 年 7 月	65	55.0±33.3d	161	10
2017 年 8 月	61	41.1±36.4bc	159	9
2017 年 9 月	66	35.5±40.4bc	169	1
2017 年 10 月	65	39.3±41.1bc	185	5
2017 年 11 月	61	27.0±24.5ab	137	1
2017 年 12 月	66	19.1±15.5a	59	1
2018 年 1 月	61	17.6±15.5a	66	1
2018 年 2 月	61	18.2±16.4a	97	1

注：*诱捕量记为平均诱捕量 ± 标准差，根据 SPSS17.0 Student-Newman-Keuls 分析，表中平均诱捕量后面的字母表示在 95% 的水平下诱捕量的差异显著性。The date in the table are mean±SE.Date in the same column with small column are significantly different at P<0.05.

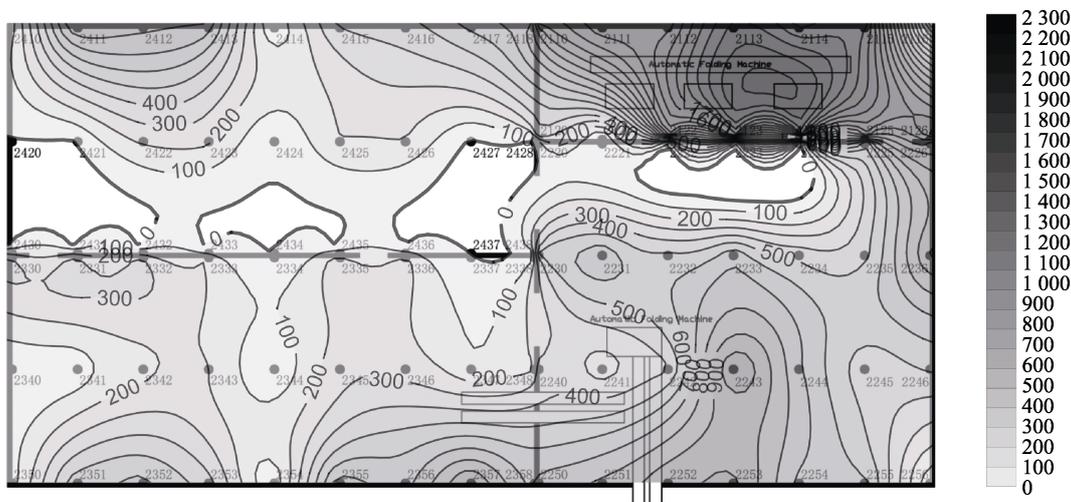


图 3 小麦粉成品车间书虱发生总分布图（分布图的距离单位为 mm；左侧的灰度尺数值表示累计诱捕书虱的数量，单位为头）
Fig.3 Contour maps of psocids distribution in the flour warehouse from March-2017 to March-2018. (Map scale mm; gray scale represents total insects/trap/month)

二是麸皮打包间和成品仓交接区域,书虱发生较多可能是受麸皮打包间内书虱向周围扩散有关;三是自动打包机和皮带输送机区域,此区域常年放置小麦粉包装叠堆的地台板,书虱发生较多可能与地台板积粉生虫有关;四是卸粮口区域,书虱发生较多可能是长期搬运面粉与外界环境接触有关。书虱分布的以上发生部位具有长时间持续存在,且成为向其他区域传播蔓延的虫源地。

2.2 小麦粉成品车间书虱发生与温湿度的关系

小麦粉成品车间平均温度为 26.5 °C,最高温度为 35.7 °C,最低温度为 13.5 °C;平均相对湿度为 82.6%,最高相对湿度 99.9%,最低相对湿度 43.2%。从图 2 可看出,温度变化主要有两个阶段:2017 年 3 月至 2017 年 9 月的升温期和 2017 年 9 月至 2018 年 2 月的降温期;相对湿度变化主要分为三个阶段:2017 年 3 月至 2017 年 7 月、2017 年 12 至 2018 年 2 月湿度升高阶段,2017 年 7 月至 2017 年 12 月湿度下降阶段。试验期间,小麦粉成品车间日平均温度有 87.40%的时间温度高于 20 °C,58.9%的时间温度高于 25 °C,35.6%的时间温度高 30 °C,有 0.6%的时间温度高 35 °C;平均相对湿度有 97.3%的时间相对湿度高于 60%,有 10.7%的时间相对湿度在 75%~80%。

书虱月诱捕量与温湿度变化如图 2 所示,从图 2 可看出,每月均可诱捕到书虱且不同月份诱捕到书虱的数量存在较大差异。3 月至 7 月,月平均温度从 21.2 °C 上升至 31.4 °C,相对湿度在 83.3%~90.2%,书虱月发生数量随着温湿度的升高增多显著;7 月有 30 处诱捕点达到峰值,平均诱捕量为 55.0 头/处,累计诱捕到书虱 3 577 头;8 月至 9 月小麦粉成品车间月平均温度继续升高,从 33.1 °C 上升至 32.9 °C,相对湿度下降从 86.5% 下降至 85.8%,书虱月发生数量开始逐渐减少,9 月累计诱捕书虱降至 2 344 头;到次年 1 月,月平均温度 20.5 °C,相对湿度 75.9%时,书虱数量发生数量最少,平均诱捕量仅为 17.6 头/处,累计诱捕书虱为 1 073 头;小麦粉成品车间内温湿度与书虱发生数量关系密切,当温湿度达到书虱繁殖和生长的最适条件,瓦楞纸板诱捕器诱捕到书虱的数量必会增多,且温度和湿度两个因素中任

意一个发生明显变化时都会带来书虱发生数量的相应变化。

3 结论与讨论

3.1 结论

本研究利用瓦楞纸板诱捕器和地质统计学等高线绘图技术,分析了对小麦粉成品车间书虱发生部位以及与温湿度的关系。结果表明:小麦粉成品车间瓦楞纸板诱捕器对书虱具有较好的诱捕效果,试验期间累计诱捕到书虱 25 131 头,呈非均匀分布;小麦粉成品车间书虱发生热点区域为麸皮打包间、麸皮打包间和成品仓交接区域、自动打包机和皮带输送机区域、卸粮口区域,以上发生区域具有长时间持续存在,且成为向其他诸点传播蔓延的虫源地;不用月份诱捕到书虱的数量存在较大差异,这与小麦粉成品车间温湿度有着密切的关系,且温度和湿度两个因素中任意一个发生明显变化时都会带来书虱发生数量的相应变化。

本研究整体上书虱诱捕的数量随温度的升高而增多,这与 Mckay 等^[11]报道结果一致,Mckay 等还提出诱捕器诱捕数量和温度可用线性方程式描述。在 2017 年 7 月成品车间月平均温度为 31.4 °C 时,书虱诱捕的数量达到最大,但 2017 年 8 月至 9 月,温度分别为 33.1 °C 和 32.9 °C 时,书虱诱捕的数量逐渐减少;在 2018 年 1 月,温度为 20.5 °C 时,书虱诱捕的数量达到最小,但此时温度并非最低。作者认为诱捕器诱捕数量和温度用线性方程式描述可能不准确,且方程中 R^2 在 0.30~0.53 之间,预测值和真实值存在较大差距。诱捕器诱捕数量和温度的相关性值得进一步研究。

3.2 讨论

麸皮打包间属于书虱发生的源头,是书虱已发生且难防治区域,应优先清理麸皮打包间源头发生的害虫,在实际粮食日常保管中,加强车间日常卫生清洁管理工作,重点加强对麸皮打包间储粮害虫的监测和防治工作。

从粮食保管的角度,对于常年放置地台板的区域应定期做好卫生清洁;合理利用生产停机时间,对面粉检验筛、打包设备等积粉较多的位置进行

清理、定期拆筛清理检查等,从而减少虫害的滋生;卸粮口、出入口等与外界环境接触的地方,应做好密封工作,防治外界环境中感染的害虫源头。

麸皮打包间和成品车间设计在一起虽然降低了工程成本,减少了工人需求量,提高了工作效率,但加大了对小麦粉成品车间面粉日常保管工作,书虱大量发生容易影响的粮食品质和质量,存在食品安全隐患,书虱种群爆发时会造成企业的经济损失,建议今后设计车间时能将各功能区独立分开。

参考文献:

- [1] DOUD C W. Monitoring the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (HERBST) (Coleoptera: Tenebrionidae) and other stored-product insects with traps in flour mills[D]. Oklahoma State University, 1999.
- [2] ARBOGAST R T, KENDRA P E, MANKIN R W, et al. Monitoring insect pests in retail stores by trapping and spatial analysis[J]. *J Econ Entomol.*, 2000, 93(5): 1531-1542.
- [3] 白旭光. 储藏物害虫与防治(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 1-8.
BAI X G. Stored product insects and control (second edition) [M]. Beijing: Science Press, 2008: 1-8.
- [4] 王殿轩, 白春启, 周玉香, 等. 我国 8 省 43 家面粉企业储粮昆虫种类调查研究[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2017, 38(1): 101-107.
WANG D X, BAI C Q, ZHOU Y X, et al. Survey of stored-grain insect species of forty-three wheat flour mills of eight provinces in china[J]. *Journal of Henan University of Technology(Natural Science Edition)*, 2017, 38(1): 101-107.
- [5] 郭超, 王丽娜, 劳传忠, 等. 地中海粉螟在面粉成品仓库的时间空间分布[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2017, 38(4): 83-88.
GUO C, WANG L, LAO C Z, et al. Spatial-temporal distribution of *Ephestia kuehniella*(zeller)in flour warehouse[J]. *Journal of Henan University of Technology(Natural Science Edition)*, 2017, 38(4): 83-88.
- [6] 袁传光, 雷丛林. 关于面粉厂害虫防治的探讨[J]. *面粉通讯*, 2003, 4: 31-32.
YUAN C G, LEI C I. Discussion on pest control in flour mills[J]. *Flour Newsletter*, 2003, 4: 31-32.
- [7] 邬大江. 浅议现代面粉工厂虫害综合防治[J]. *现代面粉工业*, 2014, 2: 42-45.
WU D J. Integrated pest management in modern flour mills [J]. *Modern Flour Industry*, 2014, 2: 42-45.
- [8] 孙卫辉, 吴兴文, 薛朝美. 浅议面粉厂夏季虫害的防治[J]. *粮食加工*, 2009, 3: 86-88.
SUN W H, WU X W, XUE C M. Pest management in flour mills in summer[J]. *Food Processing*, 2009, 3: 86-88.
- [9] 吴亚萍. 面粉中常见的虫害及潜在虫害的检测[J]. *现代面粉工业*, 2010, 1: 53-55.
WU Y P. Detection of common pests and potential pests in flour[J]. *Modern Flour Industry*, 2010, 1: 53-55.
- [10] 何向楠. 面粉中害虫检测技术的研究与比较[D]. 粮油食品学院, 河南郑州: 河南工业大学, 2014.
HE X N. The research and comparison of pest detection technology in flour [D]. School of Food Science and Technology, Henan: Henan University of Technology, 2014.
- [11] MCKAY T, WHITE A L, STARKUS L A, et al. Seasonal patterns of stored-product insects at a rice mill[J]. *Journal of Economic Entomology*, 2017, 110(3): 1366-1376.
- [12] ATHANASSIOU C G, NANSEN C, VAYIAS B J. Spatial and non-spatial analyses of insect counts in bulk-stored barley[J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2009, 100(4): 395-403.
- [13] MURALITHARAN V, RAJAN T S, CHANDRASEKARAN S, et al. Studies on spatial flight pattern and movement of three stored grain insect pests in storage godown[J]. *Madras Agric. J.*, 2016, 103: 4-6.
- [14] SEMEAO A A, CAMPBELL J F, HUTCHINSON J M S, et al. Spatio-temporal distribution of stored-product insects around food processing and storage facilities[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2013, 165: 151-162.
- [15] 丁伟, 李隆术, 赵志模. 书虱综合防治技术研究进展[J]. *粮食储藏*, 2001, 30(4): 3-6.
DING W, LI L S, ZHAO Z M. Research advance on ipm of booklice[J]. *Grain Storage*, 2001, 30(4): 3-6. 完