

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.03.015

# 锈赤扁谷盗等3种菌食性储粮害虫的发生分布调查

赵欣欣<sup>1,2</sup>, 王殿轩<sup>1,2</sup>, 白春启<sup>1</sup>, 李慧<sup>1</sup>, 阎磊<sup>1</sup>,  
张浩<sup>1</sup>, 吕建华<sup>1</sup>, 邵小龙<sup>3</sup>, 贺艳萍<sup>4</sup>

(1. 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; 2. 河南农业大学, 河南粮食作物协同创新中心, 河南 郑州 450002; 3. 江苏省现代粮食流通与安全协同创新中心, 江苏 南京 210023; 4. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023)

**摘要:** 在中国主要储粮生态区的海南、广东、云南、福建、浙江、湖南、湖北、河南、山东、辽宁、山西和黑龙江等12个省77个地市, 现场采集调查了具有代表性的粮库、小麦粉厂、米厂、饲料加工厂和农户等共计505个。在所有调查的12个省内均有米扁虫和锈赤扁谷盗分布发生, 除湖南省、山西省和黑龙江省外其余各调查省份均采集到小萆甲。从发现害虫的单位总个数与调查单位的总个数之比(发现比率)看, 米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗的发现比率分别为18.81%、11.48%、45.94%, 锈赤扁谷盗的发现比率远高于米扁虫和小萆甲的发现比率。比较不同省份中调查害虫分布发生的广泛性可看出, 在海南省调查锈赤扁谷盗的发现比率与米扁虫和小萆甲的发现比率相似, 在山东省锈赤扁谷盗的发现比率略低于米扁虫发现比率, 在黑龙江省的锈赤扁谷盗发现比率与米扁虫发现比率一致, 其他所调查诸省份中锈赤扁谷盗的发现比率(14.29%~69.81%)显著高于米扁虫(3.03%~36.17%)和小萆甲(0~33.92%), 在我国主要储粮生态区多数省份中锈赤扁谷盗的分布发生程度远大于米扁虫和小萆甲。

**关键词:** 菌食性害虫; 米扁虫; 小萆甲; 锈赤扁谷盗; 分布发生

**中图分类号:** TS210.1; S379.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2019)03-0083-07

## Investigation on occurrence and distribution of three fungivore pests in stored grain

ZHAO Xin-xin<sup>1,2</sup>, WANG Dian-xuan<sup>1,2</sup>, BAI Chun-qi<sup>1</sup>, LI Hui<sup>1</sup>, YAN Lei<sup>1</sup>,  
ZHANG Hao<sup>1</sup>, LV Jian-hua<sup>1</sup>, SHAO Xiao-long<sup>3</sup>, HE Yan-ping<sup>4</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Engineering Research Center of Ministry of Education for Grain Storage and Security, National Engineering Laboratory of Grain Storage and Logistics, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450001; 2. Henan Collaborative Innovation Center of Grain Crops, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450002; 3. Jiangsu Collaborative Innovation Center for Modern Grain Circulation and Safety, Nanjing Jiangsu 210023; 4. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan Hubei 430023)

**Abstract:** The samples were collected from 505 stored grain enterprises, including grain depots, flour mills, rice mills, feed mills and some farmer and so on which are located in 77 cities in twelve provinces, including Hainan, Guangdong, Yunnan, Fujian, Zhejiang, Hunan, Hubei, Henan, Shandong, Liaoning, Shanxi, Heilongjiang,

收稿日期: 2019-02-24

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0401004), 国家花生产业技术体系产后干燥与储藏岗位(CARS-13)

作者简介: 赵欣欣, 1988年出生, 女, 博士研究生。

通讯作者: 王殿轩, 1962年出生, 男, 博士, 教授。

which are main grain storage eco-regions in China. *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Ahasverus advena* (Waltl) occurred in all of the investigated provinces. *Typhaea stercorea* were collected from all of the provinces except Heilongjiang, Hunan and Shanxi province. The detection rates of *A. advena*, *T. stercorea* and *C. ferrugineus* were 18.81%, 11.48% and 45.94% respectively. The detection rate of *C. ferrugineus* was much higher than that of *A. advena* and *T. stercorea*. The detection rate of *C. ferrugineus* in Hainan province was similar with that of *A. advena* and *T. stercorea*. The detection rate of *C. ferrugineus* in Shandong province was less than that of *A. advena*. The occurrence rates of *C. ferrugineus* and *A. advena* in Heilongjiang were the same. The detection rate of *C. ferrugineus* (14.29–69.81%) was much higher than *A. advena* (3.03–6.17%) and *T. stercorea* (0–33.92%) in other provinces. The occurrence rate of *C. ferrugineus* was much higher than that of *A. advena* and *T. stercorea* in most provinces in China.

**Key words:** fungivore pest; *Ahasverus advena*; *typhaea stercorea*; *cryptolestes ferrugineus*; distribution; occurrence

储粮环境中可发生的害虫种类众多, 其中一些可取食真菌的害虫被称为菌食性昆虫 (fungal feeding insects) [1]。这些菌食性昆虫通常易于发生在水分高粮食及其制品中, 其中较为普遍发生的有锈赤扁谷盗 *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)、米扁虫 *Ahasverus advena* (Waltl) 和小蠹甲 *Typhaea stercorea* (Linnaeus) 等[2]。前述这三种害虫均为世界性分布的昆虫, 其除在谷物及其制品中可发生外, 还会发生于油料及其制品、干制食品、草药、香料、块茎等中。菌食性害虫较多发生于粮粒或加工制品上有霉菌或腐败状况的粮食, 相对于质量完好的粮食而言, 有霉变的粮食更为其所喜食[3]。这些菌食性昆虫直接取食粮食的量尽管很小, 其发生与存在却说明粮食中出现了一定程度的霉菌活动, 也意味着这些储粮粮情不稳定。发生菌食性害虫的粮食可能存在温度或水分含量过高、环境湿度过大、卫生条件较差、储藏环境恶化等情况。鉴于此类昆虫的出现与粮食霉菌活动相关性较高, 其发生可作为粮情稳定性的提示。这 3 种昆虫虽通称为菌食性害虫, 其发生习性也存在一定程度的差别。米扁虫喜潮湿环境, 在 80%以上相对湿度条件下发育较好, 也易出现于粪肥堆和稻草堆中。温度较高环境条件下米扁虫可飞行。米扁虫适宜条件下繁殖也较快, 如在 90%相对湿度和 25℃ 条件下, 米扁虫的 50 对成虫可在 3 周内产生 235 头的后代幼虫[4]。小蠹甲能以发霉粮食为食, 常出现于水分含量高或开始霉变的稻谷、小麦、玉米、高粱、

大米、小麦粉等谷物及其制品中。小蠹甲常多发生于阴暗潮湿之处, 危害粉屑、碎粒或受潮、轻微霉变的粮食[5]。小蠹甲在低于 15℃ 或者高于 40℃ 时卵不能正常孵化为幼虫; 相对湿度 70% 条件时在 22.5~27.5℃ 以外的温度下幼虫会死亡, 且其死亡率随环境湿度下降而增大[6]。锈赤扁谷盗能很好地适应谷物储存环境并在其中生长繁殖, 更易于在潮湿谷物中聚集。锈赤扁谷盗种群内雌虫比例较高 (62%~75%), 能在短时间内产生大量虫卵, 表现出较强繁殖力, 其成虫寿命可长达 6~9 个月, 对寒冷环境适应能力也较强[7,8]。以上这些菌食性昆虫在粮堆中大量发生时可促进粮情恶化, 如引起粮堆局部发热、粮食快速劣变、出现异味等。菌食性昆虫在粮堆的活动过程中还会携带并传播真菌孢子, 促进真菌在粮食的传播和生长繁殖[9]。上述 3 种菌食性害虫在中国分布普遍, 其发生受到地理位置和环境条件等因素的影响, 了解其分布发生有利于对其进行科学治理。在 2005 年的全国储粮害虫调查报告中, 锈赤扁谷盗、米扁虫和小蠹甲均被列入了“中国储粮昆虫 2005 年最新名录”[10], 其中对这些害虫在不同省区的分布信息未详, 在不同省份内的不同地市分布发生情况未见报道。其他相关文献中关于这些菌食性昆虫分布的报道也多限于省区的分布信息。近年来关于米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷发生频繁, 在不同省份分布以及在省份内不同地区的分布发生研究缺乏。本实验调查了 12 个省 77 个地市的粮库、各种加工厂及农户等共 505 个储粮

单位，分析了米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗的分布发生情况，以期为储粮害虫综合治理提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查地点

于 2015 至 2017 年的害虫易发时期，分别在我国 12 个省（见表 1）77 个地市的粮库、小麦粉加工厂、米厂、饲料加工厂、农户等储粮单位进行现场采集，共计调查了 505 个储粮单位。

### 1.2 昆虫的采集与处理

对于可能发生米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗的场所，根据不同调查场所环境条件、物料情况等采用适当方法进行人工采集。对水分含量较高

的物料或相对湿度较大的样品部位，尤其是有霉变迹象样品进行重点检查和取样筛查，对粮食加工车间、空仓、器材室、设备间、地下室等场所进行直接采集，或对物料取样带回室内进一步仔细检查。采集到米扁虫、小蠹甲或锈赤扁谷盗的成虫则装入玻璃指形管中加热杀死处理，鉴定后干燥保管。对采集到的幼虫与适量饲料混合后装入指形管中带回内分离，分离的幼虫用沸水烫杀后鉴定，再装入保存液中存放。

## 2 结果与分析

米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗在 12 个省 77 个地市不同的粮库、大米加工厂、小麦粉加工厂、饲料加工厂、农户等的分布与发现比率见表 1。

表 1 12 省 77 地市储粮场所中米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗发现单位数量与发现比率

储粮生态区	省份	地市	发现害虫单位数量/调查单位总数量/个			省内发现比率/%			
			米扁虫	小蠹甲	锈赤扁谷盗	米扁虫	小蠹甲	锈赤扁谷盗	
第三生态区	黑龙江	哈尔滨	2/3	0/3	2/3	66.67	0	66.67	
		河南	平顶山	0/6	0/6	1/6	20.49	17.21	37.70
			洛阳	0/10	1/10	8/10			
			周口	4/8	2/8	4/8			
			漯河	5/9	7/9	7/9			
			商丘	1/6	0/6	0/6			
			开封	2/7	1/7	3/7			
			濮阳	0/12	0/12	0/12			
			安阳	0/10	1/10	1/10			
			鹤壁	0/12	0/12	0/12			
			新乡	6/9	6/9	6/9			
			焦作	1/5	1/5	2/5			
			三门峡	0/7	1/7	3/7			
			郑州	1/5	0/5	3/5			
			信阳	3/10	0/10	3/10			
驻马店	2/6	1/6	5/6						
第四生态区	山东	菏泽	1/5	2/5	3/5	37.14	25.71	28.57	
		日照	2/6	2/6	0/6				
		青岛	3/6	1/6	0/6				
		烟台	2/3	0/3	0/3				
		聊城	3/5	3/5	2/5				
		济南	2/6	1/6	2/6				
		临沂	0/4	0/4	3/4				
		辽宁	锦州	0/6	0/6	0/6	3.57	3.57	14.29
			本溪	0/5	0/5	0/5			
			丹东	0/6	0/6	3/6			
			铁岭	1/7	1/7	1/7			
			沈阳	0/2	0/2	0/2			
			大连	0/2	0/2	0/2			
			山西	太原	0/3	0/3	1/3	3.03	0
		大同	0/4	0/4	1/3				
朔州	1/10	0/10	3/10						
吕梁	0/6	0/6	5/6						
临汾	0/6	0/6	3/6						
区内发现比率**						18.35	14.22	33.49	

续表 1

储粮生态区	省份	地市	发现害虫单位数量/调查单位总数量/个			省内发现比率*/%						
			米扁虫	小蓇甲	锈赤扁谷盗	米扁虫	小蓇甲	锈赤扁谷盗				
第五生态区	福建	漳州	0/4	0/4	3/4	36.17	4.25	59.57				
		厦门	5/5	0/5	4/5							
		莆田	0/7	0/7	2/7							
		龙岩	7/9	0/9	6/9							
		福州	1/9	1/9	7/9							
		南平	0/4	0/4	2/4							
		泉州	4/9	1/9	6/9							
	浙江	宁波	1/5	1/5	3/5	17.86	7.14	39.29				
		湖州	1/7	1/7	3/7							
		台州	0/5	0/5	1/5							
		温州	0/5	0/5	2/5							
		金华	3/6	0/6	2/6							
	湖南	衡阳	0/12	0/12	4/12	5.48	0	53.42				
		长沙	0/12	0/12	7/12							
		怀化	1/13	0/13	5/13							
		岳阳	0/14	0/14	8/14							
		常德	1/9	0/9	5/9							
		益阳	2/13	0/13	10/13							
		湖北	恩施	1/6	4/6				4/6	35.85	33.96	69.81
			咸宁	5/8	1/8				6/8			
武汉			3/9	2/9	5/9							
荆州			0/6	1/6	4/6							
荆门			3/7	0/7	3/7							
襄阳			3/10	6/10	10/10							
黄冈			4/6	4/6	5/6							
区内发现比率**						22.39	10.95	57.21				
第六生态区	云南	昆明	0/4	1/4	3/4	6.25	6.25	68.75				
		曲靖	0/3	0/3	2/3							
		红河	0/3	0/3	1/3							
		德宏	0/3	0/3	2/3							
		文山	1/3	0/3	3/3							
区内发现比率**						6.25	6.25	68.75				
第七生态区	广东	东莞	1/4	1/4	2/4	11.32	5.67	56.60				
		惠州	1/4	0/4	3/4							
		汕头	1/6	0/6	4/6							
		梅州	0/4	0/4	2/4							
		河源	1/5	1/5	3/5							
		茂名	0/5	0/5	4/5							
		阳江	1/7	1/7	4/7							
		江门	0/7	0/7	3/7							
	海南	肇庆	1/11	0/11	5/11	7.14	7.14	7.14				
		海口	0/2	0/2	1/2							
		琼海	1/6	0/6	3/6							
		三亚	0/2	1/2	1/2							
		文昌	0/4	0/4	0/4							
区内发现比率**						10.45	5.97	46.27				
总发现比率***						18.81	11.48	45.94				

注：\*为该省采集到该害虫的单位总数/该省采集单位总数×100%；\*\*为该储粮生态区内采集到该害虫的单位总数/该储粮生态区内调查的单位总数×100%；\*\*\*为 12 个省采集到该害虫的单位总数/12 个省内调查的单位总数×100%。

## 2.1 米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗的分布

表 1 显示,米扁虫在调查的储粮生态区及省份中均有分布,不同省份内调查地市的发现情况差异明显。发现米扁虫的地市数量占所在省份中调查地市数量半数以上的省份有河南、山东、福建、浙江、湖南、湖北和广东等省,只在 1 个地市发现有米扁虫的省份有辽宁、山西、云南和海南等省份。在黑龙江省内只调查了一个地市,发现有米扁虫的分布。从在省内发现米扁虫的地市数量和比例看,南方省份中发现米扁虫的地市数量总体多于北方省份,米扁虫在南方省份中发生更为普遍。这与南方省份环境温湿度较高,米扁虫分布发生和传播条件易于获得有关,也可能与高温高湿条件粮食及其制品生霉机率较高有关。从不同储粮生态区内发现米扁虫的地市数量与在该储粮生态区调查地市总数量之比看,除第三储粮生态区外,米扁虫发现比率最高的为第五储粮生态区,其次为第四储粮生态区,且第六储粮生态区最低。不同储粮生态区之间米扁虫的发现比率与储粮生态区和省份所在的南北区位及对应省份的积温大小相关性则不明显。

调查的储粮生态区及省份中均有锈赤扁谷盗分布。在山西、福建、浙江、湖南、湖北、云南和广东等省内,所调查的各地市均有锈赤扁谷盗的发现。在河南、山东、海南等 3 个省内,发现有锈赤扁谷盗地市数量占调查总地市的半数以上。辽宁省内有 2 个地市发现有锈赤扁谷盗,黑龙江省只调查了一个地市,且其中发现有锈赤扁谷盗。从省内发现锈赤扁谷盗地市的数量和比例看,南方同一省份内发现锈赤扁谷盗地市的数量明显多于北方省份,锈赤扁谷盗在北方同一省份内发现的地市数量相对较少。锈赤扁谷盗在调查省份内的分布不仅与其喜好高温高湿环境和霉变环境有关,还与其更容易在普遍的储粮环境中易于发生且条件适合时飞行传播等有关。从不同调查储粮生态区内发现锈赤扁谷盗的地市数量与在该调查总地市数量比来看,除第三储粮生态区外,锈赤扁谷盗发现比率最高的为第五储粮生态区和第六储粮生态区,其次为第七储粮生态区,在第

四储粮生态区锈赤扁谷盗发现比率最低。不同储粮生态区之间发现锈赤扁谷盗的差异与其环境温度湿度关系密切。如第六储粮生态区年有效积温达 1 566~3 476 ,比年有效积温只有 1 029~3 180 的第四储粮生态区高出许多,高的积温环境中更有利于锈赤扁谷盗的发生。

小蠹甲在调查储粮生态区中及调查省份内大部分地市有发现,不同省份中调查地市的发现数量差异显著。发现小蠹甲地市的数量占所在省份内调查地市的数量半数以上的省份有河南、山东和湖北省,只有少数地市发现小蠹甲的有辽宁、浙江、福建、云南、广东和海南省,黑龙江、山西和湖南省调查地市中均未发现小蠹甲。从省内发现小蠹甲地市的数量和比例看,小蠹甲的发现与调查的储粮生态区以及调查的省份在我国国内的南北区位和对应省份的有效积温大小相关性不明显。如在南方有效积温较高的海南和云南省小蠹甲发现比率较低,在区位相对偏北部的湖北省小蠹甲发生比率则较高。这些地方小蠹甲发现偏少的原因除与环境温湿度有关外,还与其环境适应能力较差有关。从调查储粮生态区内发现小蠹甲地市的数量与在该储粮生态区调查总地市的数量比来看,除第三储粮生态区外,小蠹甲发现比率最高的为第四储粮生态区,其次为第五储粮生态区,第七储粮生态区发现比率最低。在不同储粮生态区之间小蠹甲的发现比率与调查储粮生态区和调查省份所在我国的南北区位及相应省份的温度积温大小相关似乎也不明显。

## 2.2 米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗的发生特性

害虫的发生特性在这里是指害虫在调查省份的发现比率、在不同企业和场所的发生状况等。从表 1 可看出,米扁虫、小蠹甲和锈赤扁谷盗的总体调查发现比率分别为 18.81%、11.48%、45.94%,锈赤扁谷盗的总体调查发现比率远高于米扁虫和小蠹甲。在调查储粮生态区,锈赤扁谷盗的发现比率在第五和第六储粮生态区最高,在第四储粮生态区最低;米扁虫的发现比率在第五储粮生态区最高,在第六储粮生态区最低;小蠹甲的发现比率在第四储粮生态区最高,在第七储

粮生态区最低。这三种菌食性害虫在储粮生态区发现比率上存在很大差异。从调查省份内害虫的发生比率,海南省内锈赤扁谷盗发现比率与米扁虫和小萆甲相似,山东省内锈赤扁谷盗发现比率略低于米扁虫但略高于小萆甲,在其他诸省中锈赤扁谷盗的发现比率(14.29%~69.81%)显著高于米扁虫(3.03%~36.17%)和小萆甲(0~33.92%)。在我国主要储粮生态区的多数省份,锈赤扁谷盗发生程度远大于米扁虫和小萆甲。锈赤扁谷盗在第五储粮生态区发现比率最高,达 57.21%。

调查发现,锈赤扁谷盗较多发现于粮食储备库内,在加工企业也多见于小麦粉厂,且在水分和杂质含量较高的粮食较易于被发现,在未经清理的空仓、地上笼以及库区内的死角等处也易见到。米扁虫多出现于小麦粉厂、饲料厂、大米厂等企业,尤其是在车间、库房的墙角易于发现。陈粮长久积存之处,如下脚粮堆积处、提升和输送机底部、地下室、车间的杂物(粮)堆放处等环境黑暗、空气潮湿、食料久存、卫生不佳等场所较易发现米扁虫。小萆甲在粮库储粮中发现比率较低,在饲料厂、小麦粉厂、米厂等发现较多。小萆甲的主要发现场所包括墙角、墙缝、编织袋夹缝、地上沟槽、废料杂料处、斗提机底部、地下室墙壁等卫生条件较差的部位,在水分含量高或开始生霉的稻谷、小麦、玉米、高粱、大米、小麦粉等储粮及其加工品中也发现较多。

### 3 讨论与结论

米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗称为菌食性害虫<sup>[2]</sup>,可以粮为食,还可食粮上霉菌并完成生长发育过程,在粮食中携带并传播霉菌孢子<sup>[9]</sup>。这些害虫较多出现的场所,通常是粮食中水分含量偏高,具有了适合霉菌生长繁殖的条件,或有霉菌繁殖的地方。在实际储粮中,当有这些害虫大量发生时,至少有粮情不够稳定的状态出现,故其出现可作为粮情监测的参考。

从环境适应性来看,同为菌食性昆虫的这 3 种害虫其环境适应能力差异明显。锈赤扁谷盗发育适宜温度为 32~35℃,最适相对湿度 70%~90%<sup>[11]</sup>,在较为干燥的粮食中也会发生;米扁虫

发育适宜温度为 27~30℃,最适相对湿度为 85%~90%<sup>[11]</sup>;小萆甲在温度低于 15℃和高于 40℃时,卵不能正常孵化,相对湿度低于 60%时生存率很低<sup>[6]</sup>。相比较而言,锈赤扁谷盗的环境适应能力更强,这也是其在各省分布与发现比率上显著高于米扁虫和小萆甲的主要原因。从生产实际的害虫防治来看,近年来一些基层粮库由于仓房气密性较差、对熏蒸杀虫有效评估意识不够、用药量和用药方法不当等导致锈赤扁谷盗杀虫不彻底、熏蒸之后再度大量发生等,也是其发生比率较高的原因之一<sup>[12]</sup>。本调查中在梅州、茂名、海口、文昌、漳州、莆田、曲靖、红河、台州、温州、衡阳、长沙、平顶山、洛阳、临沂、锦州、本溪等 30 个市 184 个调查单位(占总调查单位数的 36.44%)中均未发现米扁虫和小萆甲,说明米扁虫和小萆甲的发生程度远小于锈赤扁谷盗。有报道称,在储藏物中央和边缘温度无明显差异时,米扁虫和小萆甲仍偏好在储藏物内部中央活动<sup>[13]</sup>,本调查中对米扁虫和小萆甲这方面的习性查证结果不明显。

对比以往害虫调查发现,米扁虫在泰安、枣庄、汶上、济南、德州、武汉、延安、西安、宁夏等曾有采集到,锈赤扁谷盗在兖州、聊城、济南、长清、潍坊、青州、莱阳、荣城、延安、西安、宝鸡、汉中、银川、盐池等有采集到<sup>[14]</sup>,也有“国内各省均有”米扁虫、锈赤扁谷盗分布的报告<sup>[15]</sup>,这些文献信息与本次调查结果一致。在国内大多数省份小萆甲有所分布<sup>[15]</sup>,在山西省 1995 年 5 个市 31 个县 254 个点的储粮害虫调查中被发现<sup>[16]</sup>,本次调查中在山西省未发现小萆甲。在泰安、莱芜、兖州、枣庄、济南、长清、滨州、青州、潍坊、莱阳、青岛、诸城等有小萆甲的分布报告<sup>[14]</sup>,本次在山东省内的调查在临沂、烟台未发现之。1990 年郑州市储粮害虫调查中,米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗均被采集到<sup>[17]</sup>,本次调查中在郑州市未发现小萆甲。这些与历史调查结果的差异与变化可能与近年来粮库及加工厂设施防护条件改变、环境卫生条件改进、存储相对稳定等有关。

中央储备粮武汉直属库库区的储粮害虫调查报告称：在粮仓和粮堆等部位米扁虫、锈赤扁谷盗和小萆甲均有发现<sup>[18]</sup>，本次在武汉市的调查结果与之一致。2006年福建省储粮害虫调查中，米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗的发现比率分别为20.8%、4.2%、50.0%，其中锈赤扁谷盗为主要发现的储粮害虫之一<sup>[19]</sup>，本次调查中福建省的米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗的发现比率分别为36.17%、4.25%、59.57%，本次调查与福建省以往调查结果基本一致。广东省江门市新会区陈皮仓储害虫调查中米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗均被采集到<sup>[20]</sup>，本次调查中未采集到米扁虫和小萆甲，可能与调查时间、地点、商品种类等差异有关。四川省遂宁市储粮害虫调查中，米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗的发现比率分别为20%、10%、25%<sup>[21]</sup>；江西省储粮害虫调查中，米扁虫、小萆甲和锈赤扁谷盗的发现比率分别为34.8%、4.3%、34.8%<sup>[22]</sup>，与本次调查中锈赤扁谷盗发现比率最高，米扁虫次之，小萆甲发现比率最少基本一致。

致谢：本文调查得到了相关省粮食局与地方粮食主管部门及企业等的大力支持，河南工业大学储藏物昆虫研究室的许多研究生和本科生等参加了样品的采集、分离等工作，谨致谢！

#### 参考文献：

- [1] TSAI W T, MASON L J, WOLOSHUK C P. Effect of three stored-grain fungi on the development of *Typhaea Stercorea*[J]. Journal of Stored Products Research, 2007, 43(2): 129-133.
- [2] THRONE J E, DOEHLERT D C, MCMULLEN M S. Susceptibility of commercial oat cultivars to *Cryptolestes Pusillus* and *Oryzaephilus Surinamensis*[J]. Journal of Stored Products Research, 2003, 39(2): 213-223.
- [3] JACOB T A. The effect of temperature and humidity on the developmental period and mortality of *Typhaea Stercorea* (L.) (Coleoptera: Mycetophagidae)[J]. Journal of Stored Products Research, 1988, 24(4): 221-224.
- [4] JACOB T A. The effect of constant temperature and humidity on the development, longevity and productivity of *Ahasverus Advena* (Waltl) (Coleoptera: Silvanidae)[J]. Journal of Stored Products Research, 1996, 32(2): 115-121.
- [5] 朱其才. 怎样区别毛萆甲和褐萆甲[J]. 粮食储藏, 1983, 12(5): 36-37.
- [6] 沈祥林, 王殿轩, 张雪祥, 等. 温湿度对毛萆甲生长发育的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 1989, 10(2): 88-94.
- [7] TOEWS M D, PHILLIPS T W, SHUMAN D. Electronic and manual monitoring of *cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) in stored wheat[J]. Journal of Stored Products Research, 2003, 39(5): 541-554.
- [8] PARDW S R, JAYAS D S, WHITE N D G. Movement of *cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) in grain columns containing pockets of high moisture content wheat and carbon dioxide gradients[J]. Journal of Stored Products Research, 2004, 40(3): 299-316.
- [9] MAGAN N, HOPE R, CAIRNS V, et al. Post-harvest fungal ecology: impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain[J]. European Journal of Plant Pathology, 2003, 109(7): 723-730.
- [10] 严晓平, 宋永成, 沈兆鹏, 等. 中国储粮昆虫 2005 年最新名录[J]. 粮食储藏, 2006, 35(2): 3-9.
- [11] 张生芳, 刘永平, 武增强. 中国储藏物甲虫[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 344-346.
- [12] 李丹丹, 薛品丽, 许胜伟, 等. 陕西省储粮昆虫种类与分布 2016 年调查分析[J]. 粮油仓储科技通讯, 2017, 38(4): 38-41.
- [13] VELA-COIFFIER E L, FARGO W S, BONJOUR E L, et al. Immigration of insects into on-farm stored wheat and relationships among trapping methods[J]. Journal of Stored Products Research, 1997, 33(2): 157-166.
- [14] 刘桂林, 叶保华, 李照会, 等. 山东省贮粮昆虫种类及分布的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2000, 31(3): 257-260.
- [15] 张生芳. 储藏物甲虫鉴定[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004: 342-344.
- [16] 张筱秀, 周运宁, 连梅力, 等. 山西省储粮昆虫调查研究[J]. 山西农业科学, 1995, 23(4): 39-41.
- [17] [李迎胜, 李瑞民. 郑州市储粮昆虫种类分布及危害情况调查[J]. 粮油仓储科技通讯, 1992, 8(3): 21-27.
- [18] 洪承昊, 王连生, 苏远萍, 等. 武汉直属库库区储粮害虫调查[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(5): 1142-1145.
- [19] 陈萍, 卢全祥, 彭朝兴, 等. 福建省储藏物害虫区系调查研究[J]. 粮油仓储科技通讯, 2006, 21(4): 48-53.
- [20] 伍长春, 黄萍, 薛卓联, 等. 新会陈皮仓储害虫调查[J]. 生物灾害科学, 2017, 40(1): 51-53.
- [21] 四川省遂宁市粮食局. 储粮害虫调查[J]. 四川粮油科技, 1999(4): 26-29.
- [22] 贺培欢, 曹阳, 林丽莎, 等. 江西省储粮昆虫调查[J]. 粮油食品科技, 2017, 25(4): 72-77. ☉