

近两年又发展了黄色粘板捕捉成虫的测报技术(武予清等,2008)。

大多数夜出型昆虫具有趋光性,利用灯光诱杀害虫已成为害虫综合治理中的一项重要措施。据曾省(1965)著作中介绍,江苏扬州农业试验站发现麦红吸浆虫成虫具有微弱的趋光性,红灯在4个晚上诱获成虫22头,黄灯诱获数是红灯的1.9倍,绿灯诱获数是红灯的2.32倍,蓝灯诱获数是红灯的2.68倍;贵州思南农业局观测站报道表明小麦吸浆虫具有较强的趋光性,在一般螟虫灯下诱获相当多,而麦红吸浆虫多于麦黄吸浆虫,吸浆虫对红、蓝光线趋光性较强,黄绿次之,白色较差。黑光灯是我国农作物虫情测报的主要工具,它发出3300~4000 nm的紫外光波对许多种类的昆虫成虫具有吸引作用,目前已经建立了遍布全国的监测网点。明确麦红吸浆虫成虫是否对紫外光波具有趋性,利用黑光灯监测能否准确反应田间麦红吸浆虫的发生情况,对于进一步改进小麦吸浆虫的监测方法,提高监测效率具有重要的生产意义。为此2010年作者在河南省洛宁县小麦红吸浆虫成虫出土期,利用黑光灯、黄色粘板、网捕和目测等方法对麦红吸浆虫成虫发生情况进行了研究和对比。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验于2010年4月9日至2010年5月19日在河南省洛阳市洛宁县西山底乡孙洞村(北纬34°20'45.91",东经111°31'03.01")的3 hm<sup>2</sup>麦田进行,该田块为红吸浆虫的常发区。

### 1.2 试验材料

黑光灯(佳多公司生产)、黄板(佳多公司生产)、机油、白色纱布、竹竿、刷子、铁丝、75%酒精、毛笔、解剖镜、木桩、扎带、夹子、捕虫网等。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 黑光灯诱集方法** 取3根竹竿,2根竖立,第3根横在竖立的2根上,用铁丝固定。竖立的2根竹竿撑起白色纱布,纱布前挂一排黄色板(30 cm×30 cm)10个,黑光灯设置距粘板30 cm,底部距地面2 m。每晚19:30把整个装置置于田边,在黄色板上刷上一层机油,利用机油的粘性捕获麦红吸浆虫成虫。每隔30 min调查并记录粘板上的

麦红吸浆虫数量,另外用毛笔随机挑选一部分麦红吸浆虫,放在盛有75%酒精的离心管里,带回实验室在解剖镜下鉴定性别。之后用刷子清除掉粘板上的吸浆虫,重新刷上机油,30 min后重复上述操作(由于黄板用铁丝固定在竹竿上,若更换耗资又费时,重复利用既经济又省时)。

**1.3.2 黄板监测方法** 黄色粘板下缘与小麦冠层顶部平行相接,用木棍或竹竿支撑,设置间距为5 m,每小区麦田10块,顺垄设置2行,每行5块(武予清等,2009),共设3个小区。黄色粘板每2 d调查更换1次,直到成虫期结束为止。统计数据后取平均数。

**1.3.3 网捕** 与黄板调查日期相同,每个小区随机选两点,天气晴朗的傍晚17:00—19:00,手持捕虫网顺麦垄逆风行走,网口下部紧贴小麦穗颈,边走边左右往返捕虫,每点捕10复网,计算捕获成虫数(武予清等,2009)。每个小区重复3次。统计数据后取平均数。

**1.3.4 目测法** 每次网捕调查前(16:00—17:00),在麦垄中蹲下,双手从麦株中下部将麦株左右分开,记录一眼看到的麦红吸浆虫成虫数量(刘纪书,1995)。每个小区均匀选20个点。统计数据后取平均数。

## 1.4 数据统计与分析

数据采用Excel-2003、DPS数据处理系统及SPSS16.0数据处理系统进行处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 黑光灯诱集麦红吸浆虫成虫方法与其他调查方法的相关性

监测周期内平均每黄板粘到的麦红吸浆虫成虫数为1~28头,平均每10复次网捕到的数量为4.7~118.7头,平均每个点目测观察到的数量为2.5~12.3头。小麦乳熟期随机剥穗调查3个小区每100穗分别剥得麦红吸浆虫幼虫133头、29头、26头。麦红吸浆虫成虫的灯诱数量分别与黄板粘虫数量、网捕数量、目测数量进行相关性分析(表1),结果表明,灯光诱集数量与目测数量的相关系数为0.646,在0.05水平上相关显著,与网捕数量的相关系数为0.828,在0.01水平上相关显著,与黄色粘板捕捉数量相关系数最高,为0.908,在0.01水平上相关显著。黄板粘虫的调查结果

比较直观,与目测、网捕相比受人为主的影响较小,更能反应实际情况。

表 1 黑光灯诱集麦红吸浆虫数量与黄板诱集数量、网捕数量、目测数量之间的相关性分析

Table 1 The correlation analysis between the numbers of *Sitodiplosis mosellana* induced by light trap and yellow sticky trap, net trap, visual measurement

监测方法 Monitoring method	相关关系式( $Y$ 表示灯诱数量) Correlative equation( $Y$ means light trap number)	相关系数 $r$ Correlation coefficient
黄板粘虫量 Yellow trap number	$Y = -60.889 + 64.158X$	0.908 **
网捕数量 Net trap number	$Y = -98.589 + 12.468X$	0.828 **
目测数量 Visual measurement number	$Y = -265.999 + 110.965X$	0.646 *

注: \* 表示在 0.05 水平显著相关。\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*表示在 0.01 水平显著相关。\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## 2.2 监测周期内黑光灯诱集成虫数量的变化

黑光灯对麦红吸浆虫有强烈的诱集作用,2010年4月30日至5月19日之间天气晴朗的晚上均有麦红吸浆虫成虫上灯。5月7日晚是成虫上灯的第一个高峰日,该晚从20:00—23:30累计诱捕成虫数量高达5661头(图1)。5月13日晚

是成虫上灯的第一个高峰日,累计诱集的数量仅次于5月7日晚,达到1943头。灯诱数量较多的两天有一个共同点:其前一天即5月6日和5月12日均为阴雨天气。这些现象表明,麦红吸浆虫羽化期降雨有利于羽化出土。

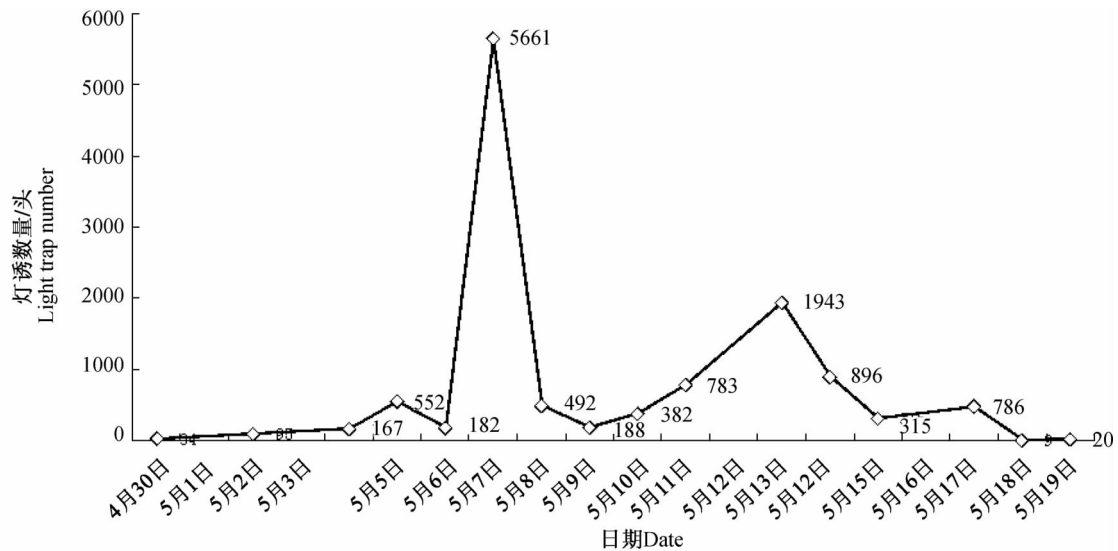


图 1 不同日期灯诱数量(2010.4.19—2010.5.30)

Fig. 1 The number of *Sitodiplosis mosellana* induced by light trap at different date(2010.4.19—2010.5.30)

## 2.3 每晚不同时间段灯诱数量

在监测周期内调查的16个晚上,不同时间段黑光灯诱集麦红吸浆虫成虫累计数量显示,21:00—21:30时间段累计灯诱的麦红吸浆虫最多,达到4134头。不同日期各时间段方差分析结果显示:21:00—21:30时间段与其它各时间段差异性

极显著。20:00以前、22:30—23:00、23:00—23:30这3个时间段与其它时间段差异性极显著(表2)。说明麦红吸浆虫成虫夜间灯诱活动高峰期是在21:00—21:30时间段,在22:30—23:00、23:00—23:30时间段活动较少。推测原因是20:00以前正处黄昏,麦红吸浆虫成虫对黑光灯灯光还

不太敏感;22:30 以后气温下降,天气渐渐变凉,麦红吸浆虫的活动减少。

表 2 不同时间段麦红吸浆虫成虫灯诱数量 LSD 方差分析表  
Table 2 The LSD variance analysis of the number of *Sitodiplosis mosellana* induced by light trap at different periods

时间 Times	均值(±SE)(头) Means	5% 显著水平 $P=0.05$	1% 极显著水平 $P=0.01$
20:00 以前	12.9569 ± 4.6382	d	E
20:00—20:30	44.8211 ± 6.0655	bc	BCD
20:30—21:00	65.2894 ± 6.4465	b	BC
21:00—21:30	141.0534 ± 11.1867	a	A
21:30—22:00	76.9517 ± 7.1823	b	B
22:00—22:30	44.9127 ± 6.0575	bc	BCD
22:30—23:00	29.2843 ± 4.5126	cd	CDE
23:00—23:30	18.9096 ± 4.1105	d	DE

\*注:每列数据后具有相同字母表示差异不显著。

Means with different letter within a column are significantly different.

#### 2.4 性比分析

随机抽查灯诱的麦红吸浆虫成虫鉴定性别(图2),5月9日、10日、11日、12日、13日、14日晚雌虫分别占抽查总数的41%、91%、92%、90%、80%、68%。麦红吸浆虫出土初期,雄虫先于雌虫羽化出土,在羽化位点等待雌虫羽化后与之交尾,完成其使命。这就是5月9日灯诱的雄性麦红吸浆虫较多的原因;雌雄交尾后,雄虫不会飞离羽化位点,不久就会死亡,而雌虫飞到麦田中寻找产卵位点,所以中期灯诱的雌性麦红吸浆虫较多;后期

雌雄性比趋向世界各地调查的标准:雌雄性比偏向雌性占65%左右。总体上来看,灯诱的麦红吸浆虫雌雄性比偏向雌性,这也从一方面反应了田间的雌雄性比偏向雌性占多数。

#### 3 讨论

提高麦红吸浆虫监测效率是提高吸浆虫综合防治技术的主要内容。在我国传统监测手段中由于淘土工作强度大,网捕和目测受人因素为影响,监测方法一直在不断改进,如武予清等(2009)发

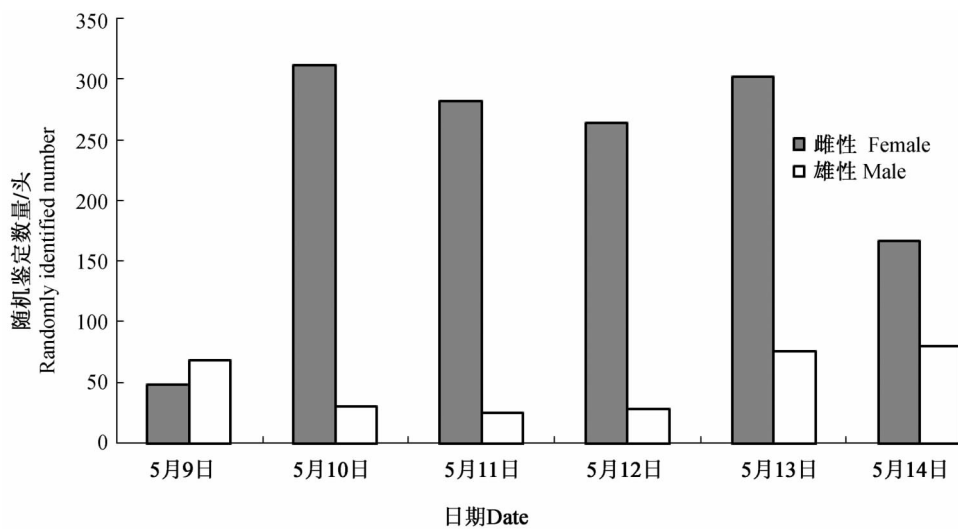


图 2 不同日期随机鉴定的雌雄数量

Fig. 2 The number of male and female *Sitodiplosis mosellana* identified randomly at different date

展了黄色粘板监测成虫的方法。灯光诱捕害虫是利用昆虫的自然趋性,对保护环境十分有利,在现代农业中日益显示出其优越性(郭小奇和负清渊,2010),黑光灯作为我国病虫害测报系统的主要工具,其诱捕作用越来越受到重视。黑光灯灯诱数量与黄色粘板及网捕的成虫动态的一致性,表明用黑光灯进行成虫发生量的预测,能达到黄色粘板及网捕同样的效果。

目前各测报站使用黑光灯收集昆虫过程中,均采取了加温杀死昆虫技术。这种技术对于麦红吸浆虫成虫这样的小型(仅 2 mm)和身体纤弱的昆虫并不合适,因为加温使吸浆虫成虫死亡后缩水破坏,而且和大型昆虫混合收集,常导致辨认和计数统计困难。本文使用黄板加机油的方法,开灯后趋光性小型昆虫飞落在粘板上,挣扎幅度很小,虫体很少受损,方便收集者观察取样,而大型昆虫一般很少飞落到粘板上。收集时用毛笔轻轻扫下目标昆虫,保存在 75% 酒精中即可。重新刷上机油可重复使用。弥补了高兴荣和张培毅(2010)的设备在夜间诱集蜉蝣目、双翅目、脉翅目等小型体软昆虫方面的不足之处。因此采用黑光灯后方设置机油粘板诱集捕捉麦红吸浆虫成虫及其它小型昆虫的方法在规范化后是可行的。

本研究调查发现灯诱的麦红吸浆虫偏向雌性,世界各地的调查数据显示了麦红吸浆虫相同的性比偏向:在欧洲和北美,麦红吸浆虫在小麦田里羽化的时候,性比稍偏向于雌性,但是捕捉的在

田间分散分布的瘦蚊几乎全部是雌性。在加拿大西部地区的许多取样点,麦红吸浆虫羽化时的性比偏向比实验室单头饲养或者混合饲养的后代偏向更严重,雌性达到 60% ~ 65% (Smith *et al.*, 2004),这与本研究调查的结论是一致的。

**致谢:**新加坡国立大学的张士昶博士对论文的修改提出了宝贵的建议,在此表示感谢。

### 参考文献 (References)

- 曾省,1965. 小麦吸浆虫. 北京:农业出版社. 37.
- 高兴荣,张培毅,2010. 夜间收集趋光性昆虫的方法. 昆虫知识,47(1):210—212.
- 郭小奇,负清渊,2010. 灯光诱捕昆虫研究概况. 现代化农业,373(8):6—8.
- 刘纪书,1995. 调查小麦吸浆虫方法七种. 河北农业科技,4:32.
- 农业部,2007. 2007 年全国农作物重大病虫害发生趋势. 中国农村科技,(4):18—19.
- Smith MH, Wise IL, Lamb RJ, 2004. Sex ratios of *Sitodiplosis mosellana* (Diptera: Cecidomyiidae): implications for pest management in wheat (Poaceae). *Bull. Entomol. Res.*, 94:569—575.
- 武予清,蒋月丽,段云,2008. 小麦吸浆虫监测方法评价. 河南农业科学,(8):98—100.
- 武予清,赵文新,蒋月丽,段云,2009. 小麦红吸浆虫成虫的黄色粘板监测. 植物保护学报,8(4):381—382.

# 土荆芥提取物对玉米象的触杀与熏蒸活性\*

汪玉平 钟玉林 徐艳霞 肖云丽\*\*

(黄冈师范学院 经济林木种质改良与资源综合利用湖北省重点实验室 黄冈 438000)

**摘要** 测定了土荆芥(*Chenopodium ambrosioides* L.) 4种溶剂(100%乙醇、丙酮、乙酸乙酯和石油醚)提取物对玉米象 *Sitophilus zeamais* Motschulsky 的触杀和熏蒸活性。4种溶剂提取物在 6.494 mg/cm<sup>2</sup> 浓度下对玉米象的触杀效果:48 h后100%乙醇提取物和石油醚提取物的校正死亡率均达100%;丙酮提取物次之,为92.31%;乙酸乙酯提取物最低,为64.10%,但72 h后达94.17%。4种溶剂提取物对玉米象的熏蒸活性:72 h后0.50 mg/mL浓度处理下校正死亡率为98.73%~100%。

**关键词** 土荆芥, 玉米象, 触杀活性, 熏蒸活性

## Contact and fumigant toxicities of extracts from *Chenopodium ambrosioides* against *Sitophilus zeamais*

WANG Yu-Ping ZHONG Yu-Lin XU Yan-Xia XIAO Yun-Li\*\*

(Hubei Key Laboratory of Economic Forest Germplasm Improvement and Resources Comprehensive Utilization, Huanggang Normal University, Huanggang 438000, China)

**Abstract** Four different solvent (100% ethanol, acetone, ethyl acetate and petroleum ether) extracts from *Chenopodium ambrosioides* L. were tested for their contact and fumigant toxicities against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. When treated with 6.494 mg/cm<sup>2</sup> for 48 h, the 100% ethanol extract and the petroleum ether extract had the most effective contact toxicity against *S. zeamais*, the corrected mortality rates of both extracts reaching 100%. Acetone extract had the better contact toxicity with a corrected mortality rate of 92.31%. Ethyl acetate extract had the lowest contact toxicity; its corrected mortality rate was 64.10%, but reached 94.17% 72 h after application. All four extracts had good fumigant toxicity against *S. zeamais* with corrected mortality rates reaching 98.73% – 100% for doses of 0.50 mg/mL after 72 h.

**Key words** *Chenopodium ambrosioides*, *Sitophilus zeamais*, contact toxicity, fumigant toxicity

玉米象 *Sitophilus zeamais* Motschulsky 隶属鞘翅目象甲科,是主要的初期性储粮害虫,危害稻谷、小麦、玉米、薯类及其加工品,同时危害莲籽、天麻等土特产及中药材,在适宜条件下,被害粮食3个月损失率达11.25%,6个月后可增至35.12%(易平炎等,2000;姚英娟等,2006)。

土荆芥(*Chenopodium ambrosioides* L.)为藜科植物带有果穗的全草,为一年生或多年生草本。原产于热带美洲,广泛分布于全世界温带至热带地区,我国主要分布在福建、江西、浙江、江苏、广东、广西、台湾等南方省份,通常生长在路边、河岸

等处的荒地中以及农田中。具祛风、除湿、杀虫、通经、止痛功效,用于治疗皮肤风湿痹痛、钩虫、蛔虫、痛经、闭经、皮肤湿疹和蛇虫咬伤等症(中国药科大学等,1993;王锦鸿和陈仁寿,2003;聂勋才,2008)。已有研究表明土荆芥及其精油对家蝇、黄曲条跳甲、小菜蛾、菜青虫、冈比亚按蚊等害虫具有生物活性(李兵等,2006;赵建伟等,2007;孙红霞等,2008;Denlove *et al.*, 2009);在储粮害虫防治方面,Tapondjou 等(2002)研究了土荆芥干叶粉和精油对绿豆象、四纹豆象、菜谷象、谷象、大谷蠹和玉米象的毒杀及熏蒸作用,结果表明:土荆芥干

\* 资助项目:湖北省教育厅中青年项目(Q200727002)、黄冈师范学院博士科研基金项目(06cd178)、黄冈师范学院大学生科研基金项目(09CS57)。

\*\* 通讯作者, E-mail: xiaoyunli0817@126.com

收稿日期:2010-12-15,接受日期:2010-12-21

叶粉以 0.4% (wt/wt) 拌粮 2 d 后杀死 60% 以上的害虫, 而 6.4% (wt/wt) 用量引起谷象和玉米象全部死亡, 0.2  $\mu\text{L}/\text{cm}^2$  的精油在 24 h 内引起 80% ~ 100% 害虫的死亡, 但这一剂量只引起四纹豆象 20% 和玉米象 5% 的死亡。为进一步研究土荆芥对玉米象的生物活性, 本研究采用 100% 乙醇、丙酮、乙酸乙酯、石油醚 4 种不同极性的有机溶剂对土荆芥的有效成分进行粗提, 测试不同浓度提取物对玉米象的触杀与熏蒸活性, 以期综合评价土荆芥的生物活性和研究开发提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试玉米象

玉米象 *Sitophilus zeamais* Motschulsky 在温度 (27  $\pm$  1)  $^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 75%  $\pm$  5% 条件下, 以整粒小麦于养虫室饲养。取羽化后 3 ~ 4 周成虫作为供试昆虫。

### 1.2 供试植物

所用植物土荆芥于 2010 年 8 月份采自黄州, 为带有果实和叶子的植株。

### 1.3 植物提取物的制备

将从野外采集的土荆芥的果实、叶片和幼嫩茎清洗干净, 放在 60 $^{\circ}\text{C}$  烘箱中烘干, 然后用植物粉碎机粉碎, 过 40 目筛。采用冷浸法分别以分析纯溶剂 100% 乙醇、丙酮、乙酸乙酯、石油醚 (沸程 60 ~ 90 $^{\circ}\text{C}$ ) 提取。所有粗提物用旋转蒸发器进行浓缩, 浓缩至再无溶剂滴出, 用丙酮将浓缩物溶解至 0.5 g/mL 的提取物, 装入棕色试剂瓶中, 置于 4 $^{\circ}\text{C}$  冰箱中备用。

### 1.4 试验方法

**1.4.1 触杀活性** 滤纸药膜法: 提取物先用丙酮配成所需浓度, 在直径为 7 cm 的滤纸上滴加稀释液 0.5 mL, 使药液均匀地展布在滤纸上, 同直径滤纸滴加 0.5 mL 纯丙酮作为空白对照。待溶剂挥发后, 将滤纸放入直径为 7 cm 的培养皿内, 滤纸上放置玻璃环, 玻璃环内壁涂上超细滑石粉防止试虫上爬。每处理设 3 个重复。每皿投入玉米象成虫 40 头, 分别于 24、48、72 h 后, 检查触杀效果, 计算校正死亡率。死亡标准: 以拨针触及成虫尾部、触角及足不动者为死亡。

校正死亡率 (%) = (处理组死亡率 - 对照组死亡率) / (1 - 对照组死亡率)  $\times$  100。

**1.4.2 熏蒸活性** 广口瓶密闭熏蒸法: 将昆虫针尖端弯曲做成小钩, 用透明胶将针帽端粘贴在广口瓶盖内壁上。在溶剂为 500 mL 的广口瓶内装入小麦 20 g, 接入玉米象成虫 40 头。将直径为 9 cm 的滤纸裁成两半, 每一半滤纸上滴加提取物丙酮稀释液 0.5 mL, 使药液均匀地展布在滤纸上, 同面积滤纸滴加 0.5 mL 纯丙酮作为空白对照。待溶剂挥发后, 将滤纸悬挂于粘贴在广口瓶盖内壁的昆虫钩上, 将广口瓶盖扣在装有试虫的广口瓶上, 并用塑料膜包好瓶口, 再将广口瓶置于温度 (27  $\pm$  1)  $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 75%  $\pm$  5% 全黑暗养虫室内进行熏蒸。每个处理设 3 次重复。72 h 后散气检查熏蒸情况, 记录死亡虫数, 计算校正死亡率。死亡标准: 以拨针触及成虫尾部、触角及足不动者为死亡。

校正死亡率 (%) = (处理组死亡率 - 对照组死亡率) / (1 - 对照组死亡率)  $\times$  100。

## 2 结果与分析

### 2.1 土荆芥 4 种溶剂提取物对玉米象成虫的触杀活性

以供试提取物 3 种不同浓度 0.125、0.25、0.50 g/mL, 分别相当于 1.623、3.247、6.494 mg/ $\text{cm}^2$ , 对玉米象成虫的触杀活性进行了初步测试, 结果见表 1, 从表 1 可以看出, 4 种溶剂提取物对玉米象成虫均具有很强的触杀作用, 6.494 mg/ $\text{cm}^2$  剂量处理 48 h 后 100% 乙醇提取物和石油醚提取物对玉米象成虫的校正死亡率均达到 100%, 72 h 后丙酮提取物和乙酸乙酯提取物的校正死亡率也高达 94% 以上。不过, 每种溶剂提取物随着处理浓度的降低, 校正死亡率随之降低, 触杀效果明显减弱。

### 2.2 土荆芥 4 种溶剂提取物对玉米象成虫的熏蒸活性

以供试提取物 3 种不同浓度 0.125、0.25、0.50 g/mL, 分别相当于 0.125、0.250、0.500 mg/mL, 对玉米象成虫的熏蒸活性进行了初步测试, 结果见表 2, 从表 2 可以看出 4 种溶剂提取物对玉米象均具有很强的熏蒸活性, 其中 100% 乙醇提取物、丙酮提取物和石油醚提取物在剂量 0.500 mg/mL 处理 72 h 后, 均引起试虫全部死亡, 在 0.250 mg/mL 处理 72 h 后对试虫的校正死亡率也均高达 97% 以上。

表 1 土荆芥 4 种溶剂提取物对玉米象成虫的触杀活性

Table 1 The contact toxicity of the extracts from *Chenopodium ambrosioides* against *Sitophilus zeamais*

提取物 Extracts	处理浓度 (mg/cm <sup>2</sup> ) Concentration	校正死亡率 (%) Corrected mortality rate		
		24 h	48 h	72 h
100% 乙醇提取物 100% ethanol extract	1.623	5.46	14.10	46.12
	3.247	7.98	43.59	76.70
	6.494	77.31	100	—
丙酮提取物 Acetone extract	1.623	-0.84	12.82	51.94
	3.247	6.72	33.33	65.04
	6.494	55.88	92.31	98.54
乙酸乙酯提取物 Ethyl acetate extract	1.623	2.94	19.23	73.79
	3.247	4.20	37.18	76.70
	6.494	7.98	64.10	94.17
石油醚提取物 Petroleum ether extract	1.623	1.68	15.38	66.50
	3.247	6.72	53.85	83.98
	6.494	47.06	100	—

表 2 土荆芥 4 种不同溶剂提取物对玉米象的熏蒸活性

Table 2 The fumigant toxicity of the extracts from *Chenopodium ambrosioides* against *Sitophilus zeamais*

处理浓度 (mg/mL) Concentration	72 h 后校正死亡率 Corrected mortality rate 72 h after treatment			
	100% 乙醇提取物 100% ethanol extract	丙酮提取物 Acetone extract	乙酸乙酯提取物 Ethyl acetate extract	石油醚提取物 Petroleum ether extract
	0.125	78.50	67.07	43.49
0.250	98.73	98.70	84.33	97.56
0.500	100	100	98.73	100

### 3 小结与讨论

土荆芥的 4 种溶剂提取物对玉米象均具有很强的触杀活性,其中 100% 乙醇提取物和石油醚提取物的效果最好,丙酮提取物次之,乙酸乙酯提取物效果相对较差,但在 6.494 mg/cm<sup>2</sup> 浓度处理 72 h 其校正死亡率也高达 94.17%。土荆芥 4 种溶剂提取物对玉米象均表现出很好的熏蒸活性,其中乙酸乙酯提取物效果相对较差,但在 0.500 mg/mL 浓度处理 72 h 后其校正死亡率也高达 98.73%。

土荆芥对玉米象具有很好的触杀与熏蒸活性,这在一定程度上与 Tapondjou 等(2002)的研究结果相符:土荆芥干叶粉以 6.4% (wt/wt) 拌粮 2 d 后引起玉米象全部死亡;同时,在该研究中 0.2

μL/cm<sup>2</sup> 的精油在 24 h 内仅引起玉米象 5% 的死亡,这可能是处理时间不够,也可能是精油中的有效成分不同,有关土荆芥精油对玉米象的生物活性有待进一步研究。

在实验中发现,4 种溶剂对土荆芥活性成分的提取效果存在差异,为 100% 乙醇 > 丙酮 > 乙酸乙酯 > 石油醚,并且浓缩物的颜色明显不同,其中 100% 乙醇提取物和丙酮浓缩物为墨绿色膏状物,乙酸乙酯和石油醚浓缩物为黄褐色油状物,这可能是由于 4 种溶剂的极性不同,极性大小为乙醇 > 丙酮 > 乙酸乙酯 > 石油醚,根据相似相容原理,提取的物质可能有所差异,乙醇和丙酮提取物主要为极性物质,而乙酸乙酯和石油醚提取物主要为非极性物质。但 4 种溶剂提取物对玉米象均表现出明显的触杀和熏蒸活性,由此推知,土荆芥