

灰毛豆精油对谷蠹的毒杀作用

李冠华^{1,2}, 王苏宁², 曾东强^{1*}, 姚振威³, 李有志^{2*}

(1.广西大学 农药与环境毒理研究所, 广西 南宁 530005; 2.湖南农业大学 生物安全科学技术学院, 湖南 长沙 410128; 3.仲恺农业工程学院, 广东 广州 510225)

摘要: 为评价灰毛豆叶、树皮和种子精油对谷蠹的毒杀活性, 分别测定了它们对谷蠹的驱避活性、触杀活性、熏蒸活性及种群抑制作用。结果表明, 处理 48 h 后, 3 种精油对谷蠹成虫的驱避率达到最大值, 分别是 82.3%、90.7%和 94.3%; 3 种精油都对谷蠹 5 日龄若虫具有触杀活性, 其 LD_{50} 值分别为每虫 25.0、27.9 和 27.8 mg; 在用量为 20.0 mg/L 时, 3 种精油对谷蠹成虫都具有熏蒸活性, 熏蒸 48 h 后成虫的死亡率为 56.2%~57.4%, 3 种精油的熏蒸活性无显著性差异; 当 100 g 稻谷中拌有 200 mg 精油时, 3 种精油对当代种群的抑制率分别为 45.5%、53.6%和 76.8%, 对子代种群的抑制率分别为 43.8%、68.7%和 75.1%, 其中种子精油的抑制活性最高, 且显著高于树皮及叶片精油的活性。

关键词: 灰毛豆; 精油; 谷蠹; 毒杀活性

中图分类号: S482.3⁺9 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)02-0181-04

The toxic action of essential oils from *Tephrosia purpurea* on *Rhizopertha dominica*

LI Guan-hua^{1,2}, WANG Su-ning², ZENG Dong-qiang^{1*}, YAO Zhen-wei³, LI You-zhi^{2*}

(1. Institute of Pesticide & Environmental Toxicology, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. College of Bio-Safety Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 3. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: In order to assess insecticidal activities of the essential oils from *Tephrosia purpurea* leaves, *T. purpurea* barks and *T. purpurea* seeds against *Rhizopertha dominica*, the repellent, contact, fumigant and population inhibition toxicity of the three kinds of essential oils to *R. dominica* were determined respectively. The results showed: 1) Repellent rate reached to the maximum value with the corresponding repellency percentage of 82.3%, 90.7% and 94.3% after 48 h treatment; 2) All the three kinds of essential oils had exhibited contact toxicity against the 5-day old nymph of *R. dominica* after 24 h treatment, with the value of LD_{50} being 25.0, 27.9 and 27.8 mg/insect respectively; 3) Fumigant activity to the adult was examined after 48 hours' exposure to each of the three kinds of essential oils at the concentration of 10.0 g/m³; Their mortality ranged from 56.2% to 57.4%, and there was no significant difference among the mortality to the three kinds of essential oils; 4) At the dosage of 200 mg essential oils per 100 g paddy; the current population inhibition rate of the three kinds of essential oils against *R. dominica* population was 45.5%, 53.6% and 76.8%; F₁ progeny population inhibition rate was 43.8%, 68.7% and 75.1%, and essential oils from the seeds exhibited more noted population inhibition activity than that of the other two kinds of essential oils.

Key words: *Tephrosia purpurea*; essential oils; *Rhizopertha dominica*; insecticidal activities

谷蠹(*Rhizopertha dominica* (Fabricius))隶属鞘翅目长蠹科, 为世界性储粮害虫, 成虫及其幼虫喜蛀

食稻谷和小麦, 大量繁殖时常引起粮堆局部发热, 导致水分转移, 严重时可使粮食结露, 以致霉变^[1-3]。

收稿日期: 2010-11-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(31071715); 教育部博士点基金项目(20094320120002); 湖南省教育厅青年基金项目(09B048)

作者简介: 李冠华(1976—), 女, 湖南耒阳人, 硕士研究生; *通信作者, zengdq550@163.com, liyouzhi2008@sina.com

对该虫的防治目前主要依赖化学防治,其中溴化氢和磷化氢使用最普遍、使用量最大^[4-5]。由于溴化氢为破坏大气臭氧层的受控物质,全球各地已禁用防治仓储害虫,中国粮食行业已于2006年底开始禁止使用。磷化氢几乎成为唯一用于防治储粮害虫的熏蒸剂,但过度使用会引起严重的“3R”(抗性、再猖獗和残留)问题,甚至出现熏蒸失败的现象^[5-6],因此迫切需要利用植物源杀虫剂^[7-11](非化学的、对环境友好)防治储粮害虫。

灰毛豆(*Tephrosia purpurea*)属豆科灰毛豆属植物,主要分布于东南亚和中国的福建、海南、广东、广西、云南及湖南江永县等地,作为巴基斯坦的一种传统药物,主要用作利尿和通便^[12]。有从医用角度研究灰毛豆地上部分乙醇提取物对老鼠免疫功能影响^[13]的报道;从灰毛豆种子和根中已分离出几个黄酮类化合物^[14-15];李有志等^[16]曾报道,该植物甲醇提取物对多种害虫具有毒杀活性^[16]。笔者在前期植物杀虫活性的筛选中,发现灰毛豆叶、树皮和种子的精油对谷蠹有较好的毒杀活性,对谷蠹5日龄若虫的触杀毒力 LD_{50} 值分别为每头 25.0, 27.9和 27.8 mg,本研究试图明确其驱避活性、触杀活性、熏蒸活性和种群抑制作用。

1 材料与方法

1.1 材料

2007年6月中旬,在湖南省江永县采集灰毛豆。

在粮库采集供试谷蠹后,室内多代饲养(温度 $(26\pm 1)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(75\pm 5)\%$)。饲养方法:在已洗净、烘干的罐头瓶中放入1/3体积的稻谷,将约300头谷蠹成虫轻放于瓶中,每隔3~5d将成虫筛出并转入新瓶中,确保成虫产卵的密度及世代的分离。取5~7日龄成虫供试。

1.2 方法

1.2.1 灰毛豆精油的制备

将新鲜的灰毛豆树皮、种子、叶片分开后,参照文献[17-18]的方法,分别制备灰毛豆精油,所得精油密封、避光保存于 -4°C 的冰箱内。

1.2.2 灰毛豆精油生物活性的测定

1) 对谷蠹成虫的驱避活性。将圆形滤纸(直径

15 cm)对半剪开,取精油均匀溶于丙酮中,再均匀施加于半张滤纸上,另半张滤纸用0.5 mL丙酮处理,自然晾干后用透明胶布粘在一起,置于内侧壁涂有聚四氟乙烯的培养皿(直径15 cm)底部后固定。分别将空白滤纸和用丙酮处理后自然晾干的滤纸对半剪开,用透明胶布粘在一起,用固体胶固定培养皿(直径15 cm)底部,作为纯空白对照和溶剂对照。重复10次。每皿接入30头成虫,置于温度 $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(75\pm 5)\%$ 条件下,分别于处理6、12、24、36、48、72 h后观察并记录试虫在滤纸两边分布的数量,计算驱避率。

2) 对谷蠹若虫的触杀活性。用丙酮溶解精油,配制质量浓度为80.0、40.0、20.0、10.0和5.0 mg/L的精油,采用点滴法测定其触杀活性。供试昆虫为5日龄若虫,每虫点滴量为 $1\ \mu\text{L}$,处理后24 h统计结果。

3) 对谷蠹成虫的熏蒸活性。分别取精油均匀溶于10 mL丙酮,用微量取样器均匀施加于半张滤纸(直径7.0 cm)上,将滤纸卷成筒状,用大头针固定在熏蒸瓶瓶塞上,确保其不与瓶壁接触,使熏蒸质量浓度达到 $20.0\ \text{mg/L}$ (按照熏蒸瓶容积计算)。设置①在熏蒸瓶中加入20 g稻谷,再向瓶内接入30头成虫;②直接在熏蒸瓶中接入30头成虫,不加稻谷。将熏蒸瓶置于温度 $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(75\pm 5)\%$ 条件下培养。每处理重复5次。48 h后统计结果。

4) 对谷蠹种群的抑制作用。分别称取精油后溶于适量的丙酮中,均匀拌于100 g稻谷中。待丙酮挥发后,向每个罐头瓶中分别放入100 g稻谷和30头1~2周龄成虫,用保鲜薄膜封口,置于温度 $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(75\pm 5)\%$ 条件下,100 d后观察并记录成虫活虫数和幼虫头数,计算对试虫当代种群抑制率和子代种群形成抑制率。每处理重复5次。

1.3 数据处理

通过采用Abbott氏公式计算死亡率后,利用DPS软件^[19]统计分析数据。通过机率分析拟合毒力回归方程后,计算致死中量 LD_{50} 值;多重比较利用新复极差法;两组数据差异显著性测定通过 t 测验。驱避率计算参照文献[20],种群抑制率计算参照文献[21]。

2 结果与分析

2.1 灰毛豆精油对谷蠹成虫的驱避活性

处理后 48 h, 灰毛豆精油对谷蠹成虫的驱避率达到最高值, 分别为 82.3%、90.7%和 94.3%(表 1)。可见, 3 种精油对谷蠹成虫有较强的驱避作用, 其中种子精油的驱避活性最高。

表 1 灰毛豆精油对谷蠹成虫的驱避率

Table 1 Repellent effect of essential oils from different part of *T. purpurea* on *R. Dominica* adult

精油	驱避率/%				
	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h
叶片	45.7	61.3	79.3	82.3	81.7
树皮	56.3	72.7	82.3	90.7	91.3
种子	67.6	78.4	86.3	94.3	93.7

2.2 灰毛豆精油对谷蠹若虫的触杀作用

由表 2 可知, 灰毛豆精油对谷蠹 5 日龄若虫有较强的触杀作用。处理 24 h 后, 灰毛豆树皮、种子和叶片精油的 LD_{50} 值分别为每头 25.0、27.9 和 27.8 mg, 可见, 灰毛豆各部位的精油对该若虫均有较高的触杀活性且基本相当。

表 2 灰毛豆精油对谷蠹 5 日龄若虫 24 h 的触杀毒力

Table 2 Contact toxicity of essential oils from different part of *T. purpurea* against the 5-day old nymph of *R. dominica* at 24 h after treatment

精油	毒力回归方程	χ^2	LD_{50} 及其 95% 置信限
树皮	$y=1.3+2.7x$	1.640 1	25.0(18.9 ~ 30.5)
种子	$y=2.9+1.4x$	1.162 7	27.9(19.6 ~ 41.1)
叶片	$y=2.5+1.7x$	0.361 5	27.8(20.5 ~ 38.7)

LD_{50} 及其 95% 置信限单位为 mg/头。

表 4 灰毛豆精油对谷蠹种群的抑制活性

Table 4 Population Inhibition of essential oils from the different part of *T. purpurea* against *R. dominica*

100 g 稻谷拌有的精油量/mg	精油	成虫活虫数/头	幼虫活虫数/头	当代种群抑制率/%	子代种群抑制率/%
100	树叶精油	19.2±0.3	7.8±0.7	(34.5±0.2)c	(23.5±0.3)c
	树皮精油	17.7±2.1	4.6±1.3	(39.6±1.7)bc	(54.9±1.7)b
	种子精油	11.6±0.3	4.2±2.1	(60.4±2.1)a	(58.8±2.1)a
	CK	29.3±0.7	10.2±0.7		
200	树叶精油	15.3±2.4	2.2±0.8	(45.5±1.2)c	(43.8±0.2)c
	树皮精油	13.0±2.1	1.2±0.6	(53.6±0.7)b	(68.7±1.3)b
	种子精油	6.5±1.7	1.0±0.3	(76.8±1.1)a	(75.1±2.8)a
	CK	28.1±0.3	4.1±0.6		

3 讨论

本研究结果表明, 灰毛豆树皮、种子、叶片精

2.3 灰毛豆精油对谷蠹成虫的熏蒸作用

从表 3 可知, 在用量为 20.0 mg/L 时, 灰毛豆精油对谷蠹成虫都具有熏蒸活性, 熏蒸 24 h 后, 谷蠹成虫死亡率为 32.6%~35.8%, 均显著高于空白对照, 但精油之间的熏蒸活性差异不显著; 处理 48 h 后呈现类似结果。

t 测验结果表明, 同一种精油, 熏蒸瓶内无论是否放置稻谷, 两处理间均无显著差异, 表明瓶内放稻谷不影响熏蒸效果, 但熏蒸时间的长短对熏蒸效果影响显著, 即 48 h 的熏蒸效果优于 24 h 的熏蒸效果。

表 3 灰毛豆精油对谷蠹成虫的熏蒸活性

Table 3 Fumigant activity of essential oils from different part of *T. purpurea* against *R. dominica* adults

精油	熏蒸后 24 h 死亡率/%		熏蒸后 48 h 死亡率/%	
	熏蒸瓶 装有稻谷	熏蒸瓶 未装稻谷	熏蒸瓶 装有稻谷	熏蒸瓶 未装稻谷
树皮精油	(32.6±2.1)a	(33.7±0.3)a	(56.1±2.1)a	(57.4±0.3)a
种子精油	(35.8±6.4)a	(34.1±0.0)a	(58.2±0.4)a	(56.3±1.4)a
叶片精油	(34.2±0.8)a	(33.2±0.7)a	(55.7±0.8)a	(56.2±0.0)a
CK	(0.0±0.0)b	(0.0±0.0)b	(0.0±0.0)b	(0.0±0.0)b

2.4 灰毛豆精油对谷蠹种群的抑制作用

当 100 g 稻谷中拌有 100 mg 精油时, 灰毛豆叶片、树皮和种子精油对当代种群的抑制率分别为 34.5%、39.6%和 60.4%; 对子代种群抑制率为 23.5%~58.8%, 种子精油的抑制活性最高(表 4)。可见, 灰毛豆精油均对谷蠹种群表现出一定的抑制作用, 其抑制作用随处理浓度的增加而显著增强。

油对谷蠹具有多种作用方式, 对谷蠹种群的抑制作用是熏蒸、触杀和驱避等多种作用方式综合作用的

结果。尽管对谷蠹的触杀活性和熏蒸活性基本相当,但对谷蠹种群数量增长的抑制作用有差异,其中种子精油对种群的抑制作用显著优于另外2种精油,可能是种子精油对谷蠹的触杀和熏蒸活性相差不多,但对谷蠹成虫的驱避活性高于另外2种精油的驱避活性。驱避活性干扰了谷蠹成虫取食和交配,其干扰强度大于另外2种精油的驱避作用,结果经种子精油处理后的谷蠹种群数量下降最显著,即对种群的抑制作用最强。

灰毛豆资源丰富,灰毛豆精油对谷蠹种群抑制活性高,为将其开发为植物源杀虫剂提供了原料支撑和理论依据。但作为仓储害虫的防控剂,还必须对其是否影响粮食品质(色、香、味)、对人畜是否安全等进行全面评估。

参考文献:

- [1] 白旭光. 储藏物害虫与防治[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 217-219.
- [2] Lord J C. Interaction of *Mattesia oryzaephili* (Neogregarinorida: Lipotrophidae) with *Cephalonomia* spp. (Hymenoptera: Bethyilidae) and their hosts *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) [J]. *Biological Control*, 2006, 37: 167-172.
- [3] 华南农学院. 农业昆虫学. 上册[M]. 北京: 农业出版社, 1981: 401-404.
- [4] Rajendran S, Sriaranjini V. Plant products as fumigants for stored-product insect control[J]. *Journal of Stored Products Research*, 2008, 44(2): 126-135.
- [5] 曹阳. 我国谷蠹、赤拟谷盗、锈赤扁谷盗和土耳其扁谷盗磷化氢抗药性调查[J]. *河南工业大学学报: 自然科学版*, 2006, 27(1): 1-6.
- [6] 庞宗飞, 李国梁, 陈碧祥, 等. 储粮害虫的抗性及其防治对策[J]. *粮油仓储通讯科技*, 2002(6): 25-26.
- [7] 陈斌, 李隆术. 储藏物害虫生物防治技术研究现状和展望[J]. *植物保护学报*, 2002, 29(3): 272-278.
- [8] Ben J H, Harzallah S F, Mighri Z, et al. Responses of *Spodoptera littoralis* larvae to Tunisian plant extracts and to neo-clerodane diterpenoids isolated from *Ajuga pseudoiva* leaves[J]. *Fitoterapia*, 2000, 71(2): 105-112.
- [9] Coll J, Tandrón Y. Isolation and structure elucidation of three neo-clerodane diterpenes from *Teucrium fruticans* L.[J]. *Phytochemistry*, 2005, 66(19): 2298-2303.
- [10] Nathan S S, Choi M Y, Paik C H, et al. Food consumption, utilization, and detoxification enzyme activity of the rice leaffolder larvae after treatment with *Dysoxylum triterpenes*[J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2007, 88(3): 260-267.
- [11] Pavela R, Herda G. Repellent effects of pongam oil on settlement and oviposition of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on chrysanthemum [J]. *Insect Science*, 2007, 14(3): 219-224.
- [12] Ahmad V U, Ali Z, Hussaini S R, et al. Flavonoids of *Tephrosia purpurea*[J]. *Fitoterapia*, 1999, 70(4): 443-445.
- [13] Damre A S, Gokhale A B, Phadke A S, et al. Studies on the immunomodulatory activity of flavonoidal fraction of *Tephrosia purpurea*[J]. *Fitoterapia*, 2003, 74(3): 257-261.
- [14] Gupta R K, Krishnamurti M, Parthasarathi L. Purpurin, a new flavanone from *Tephrosia purpurea* seeds[J]. *Phytochemistry*, 1980, 19(6): 1264.
- [15] Ventakata R E, Ranga R N. Two flavonoids from *Tephrosia purpurea* [J]. *Phytochemistry*, 1984, 23(10): 2339-2342.
- [16] 李有志, 黄素青, 徐汉虹. 灰毛豆甲醇提取物的杀虫活性[J]. *昆虫知识*, 2007, 44(5): 680-684.
- [17] Cheng S S, Lin H Y, Chang S T. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from different tissues of Japanese Cedar (*Cryptomeria japonica*)[J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53(3): 614-619.
- [18] LI You-zhi, DING Wei-dong, HUANG Xiao-qing, et al. Insecticidal activities of essential oil from *Derris cavaleriei* Gagep. vines[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2009, 35(5): 529-532.
- [19] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 327-333.
- [20] 吕建华, 鲁玉杰, 胡彦艳. 3种植物精油对小眼书虱的控制作用[J]. *河南农业科学*, 2006(5): 53-56.
- [21] 姚英娟, 薛东, 杨长, 等. 4种植物性粉剂及其复配剂对玉米象的防治效果[J]. *湖北农业科学*, 2006, 45(2): 196-199.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 易来宾