

郭素芬, 兰阿峰, 李丽霞. 非寄主植物粗提物对小菜蛾幼虫的驱避作用[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(4): 164–167.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.059

非寄主植物粗提物对小菜蛾幼虫的驱避作用

郭素芬, 兰阿峰, 李丽霞

(陕西理工学院生物科学与工程学院, 陕西汉中 723001)

摘要:以西红柿、小茴香、辣椒、茄子、葱、芹菜为试验材料, 研究不同种类、不同浓度的非寄主植物粗提物对小菜蛾幼虫的驱避作用, 旨在为利用植物间作方法控制小菜蛾提供理论依据。结果表明: 用芹菜、葱、辣椒粗提物原液处理的饲喂萝卜苗的小菜蛾幼虫分布比例分别为 11.67%、3.33%、20.00%, 用芹菜、葱、辣椒粗提物原液稀释液处理的饲喂萝卜苗的小菜蛾幼虫分布比例分别为 13.33%、5.00%、23.33%; 用西红柿、茄子、小茴香粗提物原液处理的饲喂萝卜苗的小菜蛾幼虫分布比例分别为 1.67%、30.00%、6.67%, 用西红柿、茄子、小茴香粗提物原液稀释液处理的饲喂萝卜苗的小菜蛾幼虫分布比例与对照差异显著。以白菜、奶白菜代替萝卜苗作为寄主进行验证试验, 结果表明, 用非寄主植物粗提物原液处理的饲喂白菜、奶白菜的小菜蛾分布比率均低于未处理的; 小菜蛾幼虫在非寄主植物粗提物原液处理过的寄主上的取食分布比率与以萝卜饲喂寄主的趋势基本一致。

关键词:小菜蛾; 非寄主植物; 粗提物; 趋避作用; 间作

中图分类号:S433.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)04-0164-04

小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 属鳞翅目 (Lepidoptera) 菜蛾科 (Plutellidae), 取食多种十字花科植物, 虫口数量多、繁殖快, 是世界性十字花科蔬菜的重要害虫之一^[1]。

目前我国用于小菜蛾的防治方法均有缺陷, 亟待探索防治该虫的一些新策略。对植物和植食性昆虫相互关系的研究和探索, 促进了现代昆虫化学生态学的发展^[2]。在利用植物

挥发性气味对小菜蛾趋性影响的研究方面, 前人已经做过一些探讨, 如花椒、荷花、玉兰、烟草等植物的提取物对小菜蛾有产卵忌避和拒食作用^[3]。尤民生等报道了 24 种对小菜蛾成虫有驱避作用的非寄主植物提取物^[4], 赵磊等报道了地肤子粗提物对小菜蛾有拒食作用^[5], 姚晓宝等报道了毛竹、杭白菊、巴豆等植物的粗提物也对小菜蛾有显著的驱避作用^[6-7]。但是这些研究的最终目标是植物中的某些化合物, 是以开发利用植物源农药为目的。本研究从农业防治角度出发, 即以利用间作、套作技术控制小菜蛾的发生为目的, 根据小菜蛾对植物气味的趋避性, 以日常种植的蔬菜品种西红柿、辣椒、葱、芹菜、茄子、小茴香为试验材料, 研究这 6 种非寄主植物粗提物对小菜蛾幼虫的驱避作用, 以期充分利用植物资源、开发

收稿日期: 2014-05-04

基金项目: 陕西省教育厅专项计划 (编号: 11JK0645); 陕西理工学院人才引进启动项目。

作者简介: 郭素芬 (1979—), 女, 山西寿阳人, 博士, 讲师, 主要从事昆虫行为与生理生态研究。E-mail: gsf0611@126.com。

[6] Juraske R, Castells F, Vijay A, et al. Uptake and persistence of pesticides in plants: Measurements and model estimates for imidacloprid after foliar and soil application [J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 165(1/2/3): 683–689.

[7] Liu Z W, Han Z J. Fitness costs of laboratory – selected imidacloprid resistance in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal [J]. Pest Management Science, 2006, 62(3): 279–282.

[8] Jeschke P, Nauen R, Schindler M, et al. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59(7): 2897–2908.

[9] 李菁, 韩召军. 棉蚜对吡虫啉抗性的初步研究 [J]. 农药学报, 2007, 9(3): 257–262.

[10] Slater R, Paul V L, Andrews M, et al. Identifying the presence of neonicotinoid resistant peach – potato aphid (*Myzus persicae*) in the peach – growing regions of southern France and northern Spain [J]. Pest Management Science, 2012, 68(4): 634–638.

[11] Silva A X, Jander G, Samaniego H, et al. Insecticide resistance mechanisms in the green peach aphid *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) I: A transcriptomic survey [J]. PLoS One, 2012, 7

(6): e36366.

[12] Busvine J R. FAO plant production and protection paper 21: recommended methods for measurement of resistant to pesticides [R]. Rome: FAO, 1980: 49–51.

[13] 宋春满, 吴兴富, 邓建华, 等. 云南主要烟区烟蚜抗药性的监测 [J]. 昆虫知识, 2006, 43(4): 500–503.

[14] 唐小凤, 王少丽, 张友军, 等. 二斑叶螨对阿维菌素的抗药性及抗性基因的 PASA 检测技术 [J]. 植物保护学报, 2014, 41(1): 67–73.

[15] 戚仁德, 丁建成, 高智谋, 等. 北京地区蔬菜烟粉虱种群动态及其对烟碱类杀虫剂的抗药性监测 [J]. 植物保护, 2012, 38(5): 154–157.

[16] Tomizawa M, Millar N S, Casida J E. Pharmacological profiles of recombinant and native insect nicotinic acetylcholine receptors [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2005, 35(12): 1347–1355.

[17] 顾春波, 王开运, 辛海军, 等. 我国中部烟区烟蚜的抗药性研究 [J]. 山东农业大学学报, 2007, 38(1): 11–14.

[18] 王智卿, 刘长明. 福建主要烟区抗药性及烟蚜体内酶的活性 [J]. 华东昆虫学报, 2010, 19(4): 245–254.

十字花科植物与小菜蛾非寄主植物间作套种、研制蔬菜保护剂并有效控制小菜蛾种群提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

虫源由中国农业大学昆虫生态实验室提供,在陕西理工

学院昆虫生态研究室采用萝卜幼苗继代饲养法进行室内饲养^[8],饲养 7~8 代后待用。本试验选用健康、均匀的 3 龄幼虫作为供试昆虫。

1.2 供试植物与饲喂寄主

供试植物品种、产地见表 1。饲喂寄主有萝卜、奶白菜、白菜,萝卜为生长 1 周的幼苗,其余植物均为花盆栽培的成年植株。

表 1 供试植物概况

供试植物	品种	产地
辣椒 (<i>Capsicum annuum</i>)	辛红六号	北京中农天腾
小茴香 (<i>Foeniculum vulgare</i>)	奇山多刀	烟台奇山种业有限责任公司
西红柿 (<i>Solanum lycopersicum</i>)	中蔬四号	鑫达种业
芹菜 (<i>Apium graveolens</i>)	西芹	农博种业
茄子 (<i>Solanum melongena</i>)	白沙雅丰一号紫红茄	汕头市白沙蔬菜原种研究所
葱 (<i>Allium fistulosum</i>)	亚洲长剑	北京捷利亚种业有限公司

1.3 植物粗提物的制备

试验开始前将供试植株洗净、晾干、称质量,各称取 100 g 研磨成浆,用 2 层医用纱布过滤后得到各原液,分成 2 份,一份作为粗提液原液供试;另外一份从中分别称取 10 g,向其中加 20 g 水,搅拌均匀,作为稀释液备用。

1.4 试验设计与试验方法

1.4.1 试验设计 试验设辣椒、西红柿、芹菜、小茴香、茄子、葱 6 种非寄主植物粗提物原液、稀释液 2 个浓度处理,研究不同种类和浓度的非寄主植物粗提物对小菜蛾的驱避作用。

1.4.2 试验方法 挑选足量的小菜蛾 3 龄幼虫,放于培养皿 ($\Phi=9\text{ cm}$) 中饥饿 0.5 h;将等量的萝卜苗分别在 6 种植物粗提物原液和稀释 2 倍的粗提液中浸泡 30 s;取 1 个搪瓷盘 ($52\text{ cm}\times 30\text{ cm}$),找 1 个中心点,再按过中心点对角线方向找出距此点等距离 ($20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$) 的 4 个点,将未浸泡的萝卜苗置于其中 1 点作为对照 (CK),将用芹菜、葱、辣椒粗提物原液浸泡过的萝卜苗分别置于其他 3 点,在搪瓷盘中心点置 1 个圆盘 ($\Phi=4\text{ cm}$),将 20 头饥饿 0.5 h 的 3 龄幼虫置于其上,再在搪瓷盘上盖 1 个薄塑料片,观察小菜蛾运动方向及取食情况,至小菜蛾在各处理的萝卜苗或未浸泡的萝卜苗上取食为止,记录各处理小菜蛾的数量。其余用 3 种不同植物粗提物原液处理的萝卜苗及稀释 2 倍的 6 种植物粗提液对小菜蛾幼虫的驱避作用均依照上述方法进行。

本试验所选用的小菜蛾 3 龄幼虫均用萝卜苗喂养,为了消除萝卜苗喂养给试验带来的干扰,分别选用白菜、奶白菜 2 种十字花科蔬菜替换萝卜苗作为饲喂寄主,进行验证试验。将白菜、奶白菜叶片剪成 $4\text{ cm}\times 2\text{ cm}$ 大小,用白菜代替上述试验中的萝卜苗,以葱、辣椒、芹菜粗提物原液浸泡白菜小叶片为 1 组;用奶白菜小叶片代替萝卜苗,以西红柿、茄子、小茴香粗提物原液浸泡奶白菜为 1 组重复上述试验过程。上述每组试验均设 3 次重复,试验采用随机排列。

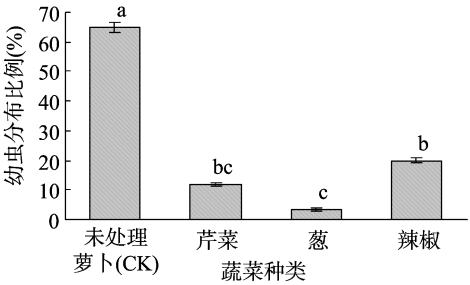
1.5 数据分析

所有数据计算结果均以“平均值 \pm 标准差”表示,数据用 SPSS 11.5 软件进行方差分析,多重比较采用 Tukey's studentized range test。

2 结果与分析

2.1 非寄主植物对小菜蛾的驱避作用

2.1.1 非寄主植物粗提物原液对小菜蛾的驱避作用 以萝卜为寄主的 6 种非寄主植物芹菜、葱、辣椒、西红柿、茄子、小茴香粗提物原液对小菜蛾的驱避作用结果如图 1、图 2 所示,可见供试的 6 种非寄主植物粗提物原液对小菜蛾 3 龄幼虫具有较好的驱避作用。芹菜、葱、辣椒粗提物处理过的小菜蛾幼虫分布比例分别为 11.67%、3.33%、20.00%,显著低于对照寄主的 65.00% ($P<0.05$);多重比较表明,芹菜、葱、辣椒 3 种粗提物处理的寄主与对照组的驱避差异性显著, $F=77.91>F_{0.05}$,葱与辣椒的驱避性差异显著,芹菜与葱、辣椒之间的差异性均不显著,驱避作用大小为葱>芹菜>辣椒 (图 1)。由图 2 可以看出,供试的 3 种植物粗提物对小菜蛾的驱避作用,以西红柿最强,用此粗提物处理的寄主小菜蛾幼虫分布比例仅为 1.67%,小茴香、茄子分别为 6.67%、30.00%;多重比较结果表明,用西红柿、茄子、小茴香 3 种粗提物处理的寄主与对照寄主差异显著, $F=32.73>F_{0.05}$,且西红柿、茄子、小茴香之间驱避性部分存在显著差异 ($P<0.05$)。



不同处理间标有不同小写字母表示差异显著。图2至图4同。
图1 芹菜、葱、辣椒粗提物原液对小菜蛾的驱避作用

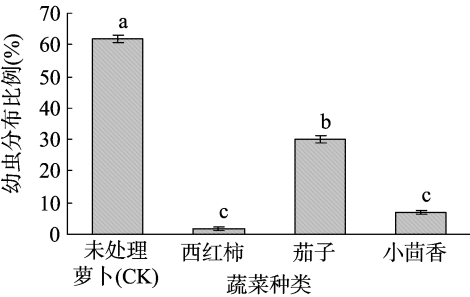


图2 西红柿、茄子、小茴香粗提物原液对小菜蛾的驱避作用

2.1.2 非寄主植物粗提物稀释液对小菜蛾的驱避作用 对

供试 6 种蔬菜的粗提物稀释后进行试验,结果如图 3、图 4 所示,可以看出,稀释后的 6 种非寄主植物粗提物对小菜蛾仍有驱避作用。由图 3 可见,稀释后的芹菜、葱、辣椒粗提液处理小菜蛾分布比例分别为 13.33%、5.00%、23.33%,取食驱避性大小为:葱>芹菜>辣椒,三者对小菜蛾的驱避作用差异性显著, $F=206.25>F_{0.05}$ 。由图 4 可见,西红柿、茄子、小茴香粗提物稀释液处理的寄主与对照组的驱避性差异显著, $F=60.33>F_{0.05}$,驱避性大小为:西红柿>小茴香>茄子,其中茄子与西红柿、小茴香的驱避差异性均显著($P<0.05$),而西红柿与小茴香的差异不显著。

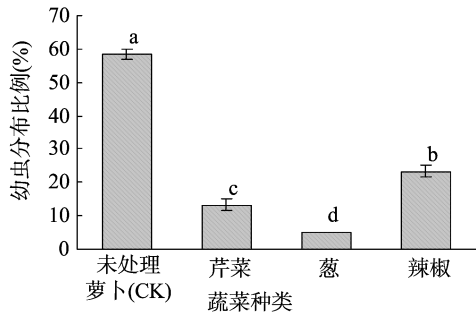


图3 芹菜、葱、辣椒粗提物稀释液对小菜蛾驱避作用

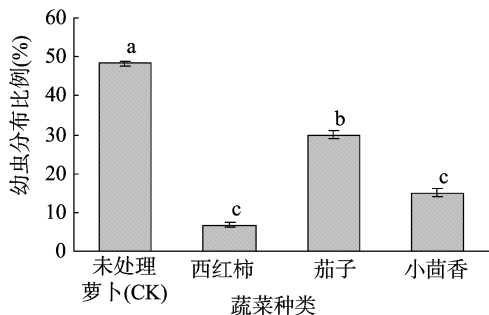
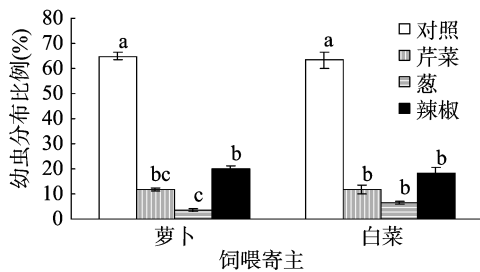


图4 西红柿、茄子、小茴香粗提物稀释液对小菜蛾的驱避作用

2.2 验证试验

2.2.1 非寄主植物粗提物原液对小菜蛾的控制作用 用白菜、奶白菜替换萝卜苗作为寄主进行验证试验,结果如图 5、图 6 所示。可见对照组白菜、奶白菜的小菜蛾的分布比例分别为 63.33%、65.00%。由图 5 可见,芹菜、葱、辣椒粗提液处理的小菜蛾的分布比例分别为 11.67%、6.67%、18.33%。多重比较表明,三者对小菜蛾的驱避作用差异性显著, $F=19.86>F_{0.05}$;这 3 种蔬菜对小菜蛾的驱避性由大到小为:葱>芹菜>辣椒。由图 6 可见,以奶白菜为寄主,西红柿、茄子、小茴香粗提液处理的小菜蛾的分布比例与对照组驱避性差异显著, $F=90.48>F_{0.05}$;驱避性大小为西红柿>小茴香>茄子。从图 5、图 6 中可以看出,以白菜、奶白菜为饲喂寄主的条件下,小菜蛾幼虫在 3 种非寄主植物粗提液处理过的寄主上的小菜蛾分布比例与以萝卜苗为饲喂寄主的趋势一致。

2.2.2 非寄主植物粗提物稀释液对小菜蛾的控制作用 由图 7 可见,以白菜为寄主,芹菜、葱、辣椒粗提物稀释液处理下小菜蛾的分布比例分别为 13.33%、5.00%、20.00%;多重比较显示,芹菜、葱、辣椒粗提物稀释液对小菜蛾的驱避差异显著, $F=83.15>F_{0.05}$,驱避性大小为:葱>芹菜>辣椒,且葱、辣椒粗提物稀释液间的驱避性差异显著。由图 8 可见,以奶



同类作物中不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。图 6 至图 8 同。

图5 非寄主植物对小菜蛾的驱避作用(芹菜、葱、辣椒原液)

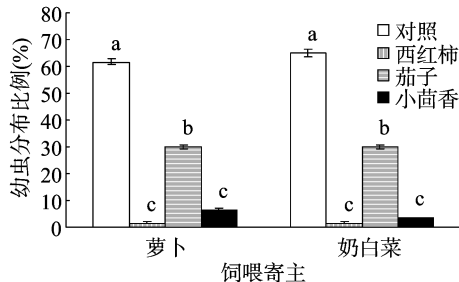


图6 非寄主植物对小菜蛾的驱避作用(西红柿、茄子、小茴香原液)

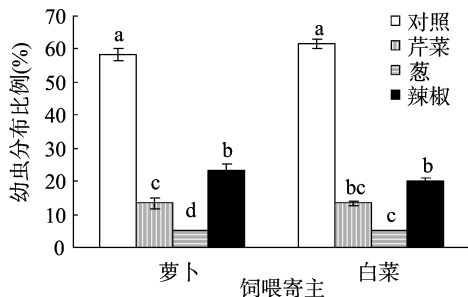


图7 非寄主植物对小菜蛾的驱避作用(芹菜、葱、辣椒稀释液)

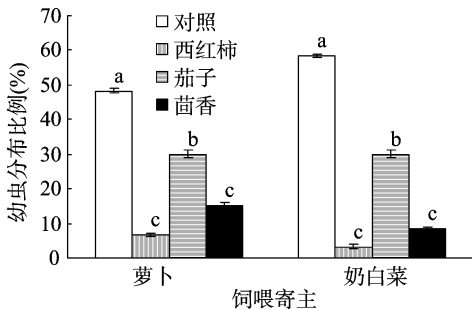


图8 非寄主植物对小菜蛾的驱避作用(西红柿、茄子、茴香稀释液)

白菜作为寄主材料,西红柿、茄子、小茴香粗提物稀释液处理下小菜蛾分布比例分别为 3.33%、30.00%、8.33%,与对照组相比,这 3 个处理对小菜蛾的驱避性差异性显著, $F=150.67>F_{0.05}$ 。从图 7、图 8 还可以看出,以白菜、奶白菜为饲喂寄主,小菜蛾幼虫在 3 种非寄主植物粗提物稀释液处理过的寄主上的取食分布比例与以萝卜为饲喂寄主的趋势基本一致。

3 结论与讨论

植食性昆虫与植物在长期的协同进化过程中形成了特定的营养格局,各种植食性昆虫都有其特定的取食范围,植食性

昆虫往往被寄主植物的挥发物吸引,而被非寄主植物所驱避^[9-10]。关于植物提取物对植食性昆虫的趋避作用多以生产植物源农药为目的^[11],以小菜蛾为例,目前已有多种非寄主植物,如印楝、苦楝、花椒、大叶桉、杭白菊、穿心莲、黄杜鹃、苦瓜等的提取物被报道对小菜蛾具有驱避作用^[12-15]。本试验中所选非寄主植物均从可间作套作角度出发,对小菜蛾取食的驱避性试验结果表明,所选用的 6 种容易获得的蔬菜芹菜、葱、辣椒、西红柿、茄子、小茴香对小菜蛾均有明显的趋避作用,可以有效抑制小菜蛾的取食,以萝卜为寄主的芹菜、葱、辣椒提取物处理的试验中,葱对小菜蛾的趋避性最强,粗提物原液、粗提物稀释液处理的寄主小菜蛾的分布比例分别为 3.33%、5.00%,差异不明显,因此可以设计梯度差较小的低浓度的葱提取液,研究其对小菜蛾的驱避性规律,能有效节约成本。番茄植物对小菜蛾有明显的趋避性,并有研究证明,番茄叶片对某些害虫还有拒食和毒杀作用^[16]。在以萝卜为寄主的西红柿、茄子、小茴香提取物处理试验中,三者对小菜蛾也均有驱避作用,其中西红柿对小菜蛾 3 龄幼虫有明显的驱避性并且在三者中最强,粗提物原液和稀释液的小菜蛾分布比例分别为 1.67%、6.67%,与施英利等关于西红柿提取物对小菜蛾的忌避拒食及抑制产卵作用的结论一致^[17]。西红柿为 1 年生植物,在我国广泛种植,叶片在果实成熟后变为废料,因此可将西红柿的叶片收集起来制成一定浓度的试剂喷洒在十字花科蔬菜上,以控制小菜蛾的危害。

许多非寄主植物对植食性昆虫都有驱避作用,到目前为止,已有大量从植物中提取到昆虫产卵驱避剂的报道^[18-19]。尤民生等报道了 24 种对小菜蛾成虫有驱避作用的非寄主植物提取物^[4];有报道表明,苦瓜、巴豆等植物的粗提物也对小菜蛾产卵有显著的驱避作用^[7,14]。除驱避外,在非寄主植物上取食往往会造成昆虫中毒和营养不良^[18],因此非寄主植物还会造成幼虫的拒食,甚至对卵、幼虫、成虫、蛹都可能产生毒杀作用。邓志勇研究了山茶科 10 种植物甲醇提取物对小菜蛾 3 龄幼虫的拒食活性、非寄主植物对植食性昆虫的驱避性表明,可以实行非寄主植物与寄主植物间作套种或实行轮作技术^[20];祝树德等报道了番茄、包菜间作对小菜蛾有一定的控制作用^[17]。本试验所选用的 6 种非寄主植物均对小菜蛾有一定的驱避作用,可以为十字花科蔬菜与茄果类、葱蒜等蔬菜间作套种或轮作提供一定的理论依据,也可研究非寄主植物有效成分、生产植物源农药提供一定的理论基础,但是由于试验所用小菜蛾是实验室长期饲养的敏感种群,尚不能完全代表野外自然种群的情况,另外实验室的测试条件与田间自然状况也存在一定的差异,因此有待进一步进行田间试验。

参考文献:

[1]柯礼道,方菊莲.小菜蛾生物学的研究:生活史、世代数及温度关系[J].昆虫学报,1979,22(3):310-319.

- [2] Ohbayashi N, Shimizu K, Nagata K. Control of diamondback moth using synthetic sex pheromones [C]// Talker N S. Management of diamondback moth and other crucifer pests proceedings of the second international workshop. Taiwan, China: Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) Publication, 1992: 99-104.
- [3] 韩宝瑜, 张钟宁. 小菜蛾化学生态学研究现状与展望[J]. 昆虫知识, 2001, 38(3): 177-181.
- [4] 尤民生, 魏 辉. 小菜蛾的研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 72-76.
- [5] 赵 磊, 杜 娟, 刘素琪, 等. 地肤子粗提物对小菜蛾的拒食作用[J]. 山西农业科学, 2008, 36(10): 38-39.
- [6] 姚晓宝, 刘银泉, 吴晓琴, 等. 毛竹、杭白菊粗提物对桃蚜和小菜蛾的生物活性测定[J]. 浙江农业学报, 2004, 16(3): 156-158.
- [7] 王海建, 钟策宏, 蒋春先, 等. 巴豆提取物对小菜蛾生物活性研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(3): 1009-1013.
- [8] 刘传秀, 韩招久, 李凤良, 等. 应用蛭石萝卜苗法室内继代大量繁殖小菜蛾的研究[J]. 昆虫知识, 1993, 30(6): 341-344.
- [9] 钦俊德, 王琛柱. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系[J]. 昆虫学报, 2001, 44(3): 360-365.
- [10] Schoonhoven L M, van Loon J J A, Dicke M. Insect-plant biology [M]. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2005: 1-3.
- [11] Syed T S, Abro G H, Lu Y Y, et al. Effect of host plant on biology parameters of *Plutella xylostella* under laboratory condition [J]. Journal of South China Agricultural University: Natural Science Edition, 2002, 23(4): 18-22.
- [12] Patil R S, Goud K B. Efficacy of methanolic plant extracts as ovipositional repellents against diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) [J]. Journal of Entomological Research, 2003, 27(1): 13-18.
- [13] 钟国华, 胡美英, 章玉苹, 等. 黄杜鹃提取物对小菜蛾的产卵忌避和杀卵作用[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(3): 40-43.
- [14] 胡 颖. 小菜蛾成虫经历苦瓜叶片粗提物后的嗅觉和产卵行为变化[D]. 杭州: 浙江大学, 2008: 26-30.
- [15] Liu S S, Li Y H, Liu Y Q, et al. Experience-induced preference for oviposition repellents derived from a non-host plant by a specialist herbivore[J]. Ecology Letters, 2005, 8(7): 722-729.
- [16] Hough-Goldstein J, Hahn S P. Antifeedant and oviposition deterrent activity of an aqueous extract of *Tanacetum vulgare* L. on two cabbage pests[J]. Environmental Entomology, 1992, 21(4): 837-844.
- [17] 祝树德, 刘海涛, 陆自强. 番茄抽提物对小菜蛾的忌避、拒食及抑制产卵作用[J]. 华东昆虫学报, 2000, 9(1): 33-37.
- [18] 舒金平. 两种寡食性昆虫对非寄主植物挥发性物质的嗅觉及产卵行为反应[D]. 杭州: 浙江大学, 2010: 9-12.
- [19] 李 达. 桉叶杀虫有效成分提取及其生物活性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2011: 28-30.
- [20] 邓志勇. 不同种类植物提取物对小菜蛾的拒食活性[J]. 贵州农业科学, 2013, 41(3): 54-55, 59.