

黄荆提取物对小菜蛾幼虫毒力及对成虫的产卵忌避作用*

袁林 薛明** 刘雨晴 王合生

(山东农业大学植物保护学院昆虫系, 泰安 271018)

【摘要】 系统地研究了黄荆种子和叶片的二氯甲烷、石油醚和甲醇提取物对小菜蛾 2 龄和 4 龄幼虫的毒力及其对成虫的产卵忌避作用。结果表明, 6 种提取物中, 以二氯甲烷种子提取物对幼虫的毒力最高, 二氯甲烷叶片提取物次之, 甲醇叶片提取物的毒力最低。二氯甲烷种子提取物对 2 龄和 4 龄幼虫的毒力分别是甲醇叶片提取物的 2.62 倍和 3.09 倍, 对 4 龄幼虫的毒力达辛硫磷的 0.73 倍, 杀虫活性较高。甲醇叶片提取物和二氯甲烷种子提取物对小菜蛾成虫有较高的产卵忌避作用, 在 4 000 mg·L⁻¹ 浓度下, 处理后 24 h, 产卵忌避率分别为 60.6% 和 55.2%, 且持效性也较好, 处理后 72 h 忌避率仍分别达 50.9% 和 46.1%。

关键词 黄荆 小菜蛾 毒力 产卵忌避

文章编号 1001-9332(2006)04-0695-04 **中图分类号** Q968.1 **文献标识码** A

Toxicity and oviposition-deterrence of *Vitex negundo* extracts to *Plutella xylostella*. YUAN lin, XUE Ming, LIU Yuqing, WANG Hesheng (Department of Entomology, College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2006, 17(4): 695~698.

This paper studied the toxicity of dichloromethane-petroleum ether and methanol extracts from *Vitex negundo* seed and leaf to the 2nd and 4th instar larvae of *Plutella xylostella*, and the oviposition-deterrence effects of these extracts to *P. xylostella* adults. The results indicated that among the 6 extracts, dichloromethane extract from seed had the highest toxicity to the 2nd and 4th instar larvae, followed by dichloromethane extract from leaf, and methanol extract from leaf had the lowest toxicity. The toxicity of dichloromethane extract from seed to the 2nd and 4th instar larvae was as 2.62 and 3.09 times as that of methanol extract from leaf, respectively, and the toxicity of dichloromethane extract from seed to the 4th instar larvae was as 0.73 times as that of phoxim. The methanol extract from leaf and the dichloromethane extract from seed had higher oviposition-deterrence to *P. xylostella* adults. At the concentration of 4 000 mg·L⁻¹, they had a longer residual efficacy, with the oviposition-deterrence ratio being 60.6% and 55.2% after treated for 24 h, and 50.9% and 46.1% after treated for 72 h, respectively.

Key words *Vitex negundo*, *Plutella xylostella*, Toxicity, Oviposition deterrence.

1 引言

黄荆(*Vitex negundo* L.) 别名黄荆子、荆条、五指风等, 为马鞭草科黄荆属, 落叶灌木或小乔木, 原产于印度, 主要分布在热带和温带地区, 在我国分布广泛, 尤其在山东泰山地区野生资源十分丰富, 多生于山坡、路旁和沟谷中^[6]。目前对黄荆主要作为药用植物和抗氧化剂进行研究与开发^[23,24]。黄荆的根、茎、叶、花和籽都能入药, 主治感冒、肠胃炎、皮肤病等多种疾病, 同时对细菌有较广泛的抑制作用^[11,17]。黄荆挥发油对慢性气管炎有疗效, 并已有挥发油胶囊投放市场^[7,8]。黄荆对蚊蝇有较强的驱避作用^[1,14], 对储藏期的粮食具有保护作用^[13]。作者通过前期研究发现, 该植物中含有较广谱的杀虫活性物质^[22], 深入研究其杀虫作用、活性成分和作用机制, 对于进一步开发和利用这一植物资源, 研制

新型的环境友好植物杀虫剂, 具有较大的理论和实践意义。

小菜蛾(*Plutella xylostella* L.) 是十字花科蔬菜的主要害虫, 世界性分布。由于长期使用化学防治, 导致其对不同类型的杀虫剂都易产生抗性, 目前控制其危害较为困难。该虫在我国南方常年危害严重, 近年来在我国北方发生呈加重的趋势^[16], 因滥用化学农药, 导致蔬菜产品污染严重。本文系统地研究了黄荆种子和叶片的不同有机溶剂提取物对小菜蛾不同龄期幼虫的毒力及对成虫的产卵忌避作用, 为其在小菜蛾等害虫防治中的开发利用提供理论依据。

* 国家“十五”重大科技项目(2001BA804A29)和山东省教育厅资助项目(J04C06)。

** 通讯联系人。

2005-08-12 收稿, 2005-10-10 接受。

2 材料与方法

2.1 供试材料

2.1.1 植物材料及提取 黄荆种子和叶片采自山东省泰安市的泰山山坡(海拔 300~1 000 m),在阴凉处风干,用万能粉碎机粉碎至 40 目以上,以不同有机溶剂采用冷浸法提取活性成分,25 ℃ 恒温下浸泡 48 h,抽滤,滤液经装有活性炭和氟罗里硅土的层析柱净化,并在 35 ℃ 条件下旋转蒸发获得提取物,经称重、计算获得提取率。二氯甲烷、石油醚和甲醇从种子中的提取率分别为 7.58%、5.25% 和 8.29%,从叶片中的提取率分别为 6.04%、8.35% 和 3.81%。二氯甲烷、石油醚提取物分别用二氯甲烷做溶剂,5% 农乳 2201 (Agrisol) 作乳化剂;甲醇提取物用丙酮做溶剂,5% 吐温-80 作乳化剂,分别配制含提取物 40% 乳油备用。

2.1.2 试虫采集与饲养 小菜蛾幼虫采自山东省泰安市南郊甘蓝地,在恒温养虫室内笼罩下用蛭石萝卜苗法连续饲养^[10],饲养温度 25 ± 1 ℃,光周期 16L:8D。

2.1.3 供试药剂 甲氰菊酯,97.5% 原粉(江苏金坛激素研究所);毒死蜱,97% 原油(山东华阳科技股份有限公司);辛硫磷,95% 原油(山东鲁南农药公司)。3 种药剂均在本实验室加工成试验用乳油。

2.2 试验方法

2.2.1 幼虫毒力测定 对 2 龄幼虫的毒力测定采用浸叶法。取新鲜的白菜叶片,用清水冲洗并自然晾干表面水分,剪成 5 cm × 3 cm 的叶碟。将供试药剂配制成 500、1 000、2 000、4 000 和 8 000 mg · L⁻¹ 系列浓度,将叶碟在供试药液中浸渍 3 s;自然晾干表面水分后,放入直径 9 cm 的培养皿中,接入蜕皮后 24 h 的小菜蛾 2 龄幼虫 20 头。对 4 龄幼虫的毒力测定采用浸渍法,用浸虫器测定。分别选取蜕皮后 24 h 的幼虫各 20 头,放入浸虫器内,在上述药液中浸渍 3 s,然后放入直径 9 cm 的培养皿中,供以新鲜的白菜叶作食料。用与处理相同

浓度的溶剂和乳化剂的水溶液作对照,重复 4 次。处理后的培养皿置于温度 25 ± 1 ℃、相对湿度 60% ~ 70%、光周期 16L:8D 的恒温光照培养箱内,48 h 后检查结果,记录死活虫数,所得数据经 DPS-软件处理^[15],求出毒力回归式和致死中浓度 LC₅₀。

2.2.2 成虫产卵忌避作用测定 选取栽种 20 d 长势和品种一致的盆栽白菜苗作为供试植株,每盆 1 株。将各提取物乳油分别用水稀释至一定浓度,用手持喷雾器喷雾处理白菜苗,以均匀着药且药液不流失为宜。对照组喷与处理含相同浓度或处理中最高浓度的溶剂和乳化剂的水溶液作对照。待药液自然晾干后,将处理后的白菜苗放入 40 cm × 40 cm × 40 cm 的纱笼中。每一纱笼中放置药剂处理和对照白菜苗各 2 盆,交叉排列。每一纱笼中接入 8 对羽化后 48 h 的小菜蛾成虫,并在纱笼内上方悬挂浸有蜂蜜水的棉球,为其提供补充营养。各处理重复 3 次。在 25 ± 2 ℃ 温室内保存,接虫 24 h 后检查白菜叶片上的落卵量,并计算不同黄荆提取物对成虫的产卵忌避率:

$$\text{产卵忌避率} = (\text{对照落卵量} - \text{处理落卵量}) / (\text{对照落卵量} + \text{处理落卵量}) \times 100\%$$

将二氯甲烷种子和甲醇叶片提取物乳油用水分别稀释成 4 000 mg · L⁻¹ 浓度,每一处理同时喷雾处理 36 盆白菜。按上述方法进行接虫观察,每隔 24 h 更换 1 次盆栽白菜,检查被更换白菜上的落卵量,至处理后 6 d 止。测定各提取物对成虫产卵忌避作用的持效性。

3 结果与分析

3.1 黄荆提取物对小菜蛾幼虫的毒力

由表 1 可以看出,采用 6 种黄荆提取物以浸叶法处理小菜蛾 2 龄幼虫,从二氯甲烷种子提取物的杀虫毒力最高,甲醇叶片提取物的杀虫毒力最低,前者是后者的 2.62 倍;二氯甲烷叶片提取物、石油醚种

表 1 不同黄荆提取物对小菜蛾 2 龄和 4 龄幼虫的毒力

Table 1 Toxicity of *Vitex negundo* extracts to 2nd and 4th instar larvae of *Plutella xylostella*

黄荆提取物 <i>V. negundo</i> extracts	回归方程 Regression equation		LC ₅₀ (95% CI.) (mg · L ⁻¹)		毒力倍数 Toxicity ratio	
	A	B	A	B	A	B
二氯甲烷种子 Dichloromethane seed	$Y = -1.3093 + 1.9380X$	$Y = -1.6506 + 2.0382X$	1801.2 (1427.1 ~ 2273.3)	1832.2 (1583.3 ~ 2119.2)	2.62	3.09
二氯甲烷叶片 Dichloromethane leaf	$Y = -1.8158 + 2.0372X$	$Y = -0.8938 + 1.7496X$	2216.5 (1776.1 ~ 2764.8)	2337.0 (1805.8 ~ 3024.5)	2.13	2.42
石油醚种子 Petroleum ether seed	$Y = -0.7167 + 1.6147X$	$Y = -0.1635 + 1.4151X$	3470.8 (22624.4 ~ 4590.2)	4455.1 (3238.6 ~ 6128.5)	1.36	1.27
石油醚叶片 Petroleum ether leaf	$Y = -0.9289 + 1.6514X$	$Y = -0.6643 + 1.5394X$	3892.7 (2961.8 ~ 5116.2)	4781.3 (3566.5 ~ 6409.8)	1.21	1.18
甲醇种子 Methanol seed	$Y = -1.5713 + 1.8255X$	$Y = -1.5952 + 1.8009X$	3978.6 (3106.9 ~ 5094.8)	4593.8 (3575.8 ~ 5901.6)	1.19	1.23
甲醇叶片 Methanol leaf	$Y = -1.2568 + 1.7028X$	$Y = -0.9577 + 1.5877X$	4725.2 (3625.1 ~ 6159.1)	5654.7 (4256.1 ~ 7512.9)	1.0	1.0
甲氰菊酯 Fenprothrin		$Y = 1.8563 + 1.2289X$		361.5 (250.4 ~ 521.9)		15.64
毒死蜱 Chlorpyrifos		$Y = -0.3244 + 1.8812X$		674.6 (530.7 ~ 857.5)		8.38
辛硫磷 Phoxim		$Y = -1.6098 + 2.1144X$		1336.9 (1079.9 ~ 1655.0)		4.23

A: 2 龄幼虫 2nd instar larvae; B: 4 龄幼虫 4th instar larvae.

子提取物、石油醚叶片提取物和甲醇种子提取物毒力介于两者中间,其毒力分别是甲醇叶片提取物的 2.13 倍、1.36 倍、1.21 倍和 1.19 倍。对黄荆中杀虫活性物质的提取效果,二氯甲烷均优于其它溶剂。

采用浸虫浸叶法处理,6 种提取物对小菜蛾 4 龄幼虫的毒力大小排序依次为二氯甲烷种子提取物 > 二氯甲烷叶片提取物 > 石油醚种子提取物 > 甲醇种子提取物 > 石油醚叶片提取物 > 甲醇叶片提取物,分别为甲醇叶片提取物的 3.09 倍、2.42 倍、1.27 倍、1.23 倍和 1.18 倍。二氯甲烷提取物的杀虫毒力均高于其它两种溶剂,在相同溶剂下种子提取物的活性又大于叶片提取物。甲氰菊酯、毒死蜱和辛硫磷为菜田常用杀虫剂,对小菜蛾 4 龄幼虫的毒力分别是甲醇叶片提取物的 15.64 倍、8.38 倍和 4.23 倍。二氯甲烷种子提取物的毒力为辛硫磷的 0.73 倍,杀虫活性较高。这说明黄荆作为植物源杀虫剂的开发应用价值较大。

3.2 黄荆不同提取物对小菜蛾成虫的产卵忌避作用

3.2.1 黄荆提取物对小菜蛾成虫的产卵忌避作用

由表 2 可以看出,6 种黄荆提取物在 $4\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度处理下,对小菜蛾成虫的产卵忌避率的排序为甲醇叶片提取物 > 二氯甲烷种提取物 > 二氯甲烷叶片提取物 > 甲醇种提取物 > 石油醚种提取物 > 石油醚叶片提取物,其中甲醇叶片提取物和二氯甲烷种子提取物对成虫产卵的忌避作用最强,处理后 24 h 的产卵忌避率分别为 60.6% 和 55.2%。同时可以看出,二氯甲烷种子与叶片提取物之间和甲醇的种子与叶片提取物之间的忌避率有显著差异,不同溶剂的同一植物器官提取物其忌避率也有显著差异。

表 2 黄荆提取物对小菜蛾成虫的产卵忌避作用

Table 2 Oviposition deterrence of different *Vitex negundo* extracts to *Plutella xylostella*

黄荆提取物 <i>V. negundo</i> extracts	浓度 Concentration ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	平均落卵量 Average eggs laid (egg)		忌避率 Oviposition repellent ratio (%)
		处理 Treatment	对照 Control	
二氯甲烷种子 Dichloromethane seed	4000	41.0 ± 5.0	142.9 ± 10.7	55.2 ± 3.2 b
二氯甲烷叶片 Dichloromethane leaf	4000	58.0 ± 7.3	140.4 ± 8.3	41.7 ± 1.2 c
甲醇种子 Methanol seed	4000	61.0 ± 4.7	117.4 ± 10.7	31.7 ± 1.0 d
甲醇叶片 Methanol leaf	4000	32.0 ± 9.0	131.7 ± 9.3	60.6 ± 1.1 a
石油醚种子 Petroleum ether seed	4000	66.5 ± 7.3	112.0 ± 8.0	25.6 ± 0.9 e
石油醚叶片 Petroleum ether leaf	4000	59.2 ± 6.7	98.1 ± 4.7	24.8 ± 1.4 e

*表中数据为平均值 ± 标准误 Data in the table represented means ± SE. 经 Duncan 新复极差检验,同列数据后不同字母表示在 0.05 水平差异显著。Data in the same row followed by different letters had significant difference at 0.05 level by Duncan's test. 下同 The same below.

3.2.2 黄荆提取物剂量对小菜蛾成虫产卵忌避作用的影响 由表 3 可以看出,两种黄荆提取物的忌避率与处理浓度有密切关系,浓度越高忌避率越高,其忌避率均表现出很好的剂量效应。黄荆提取物对幼虫的毒力测定结果表明,甲醇叶片提取物对小菜蛾幼虫的毒力明显低于二氯甲烷种子提取物,但其对成虫的产卵忌避作用则优于后者,说明黄荆中可能含有不同成分的生物活性物质。

表 3 黄荆提取物浓度对小菜蛾成虫产卵忌避作用的影响

Table 3 Effect of *V. negundo* extract concentration on the oviposition deterrence to *P. xylostella*

黄荆提取物 <i>V. negundo</i> extracts	浓度 Concentration ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	平均落卵量 Average eggs laid (egg)		产卵忌避率 Oviposition repellent ratio (%)
		处理 Treatment	对照 Control	
二氯甲烷种子 Dichloromethane seed	4000	41.0 ± 5.0	142.9 ± 11.7	55.4 ± 3.2 b
二氯甲烷叶片 Dichloromethane leaf	2000	51.3 ± 7.7	113.5 ± 5.7	37.5 ± 2.2 d
	1000	60.4 ± 8.3	107.5 ± 10.3	27.2 ± 1.3 e
甲醇叶片 Methanol leaf	4000	32.0 ± 4.0	131.7 ± 9.0	60.6 ± 1.1 a
甲醇种子 Methanol seed	2000	52.2 ± 6.7	128.7 ± 7.7	42.2 ± 2.6 c
	1000	58.4 ± 3.3	103.0 ± 11.3	28.4 ± 4.1 e

3.2.3 黄荆提取物对成虫产卵忌避作用的持效性

由图 1 可以看出,二氯甲烷种提取物和甲醇叶片提取物对小菜蛾成虫的产卵忌避作用均有较好的持续性。在 $4\ 000\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理剂量下,甲醇叶片提取物和二氯甲烷种子提取物在处理第 3 天,忌避率仍达 50.9% 和 46.1%; 处理后第 5 天,忌避率分别为 35.0% 和 39.4%,忌避效果仍十分明显。

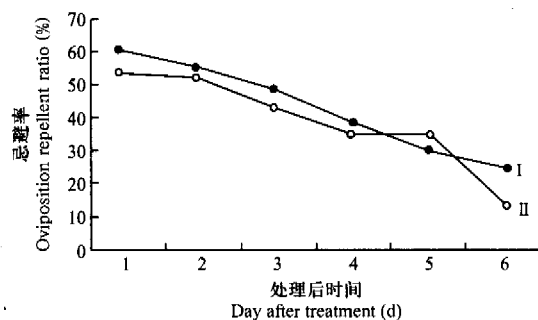


图 1 黄荆提取物对成虫产卵忌避作用的持效性

Fig. 1 Persistent effect of *V. negundo* extracts on the oviposition deterrence to *P. xylostella*.

I. 甲醇叶片 Methanol leaf; II. 二氯甲烷种子 Dichloro methane seed.

4 讨 论

植物性杀虫物质是天然产物,含多种有效成分,对害虫有毒杀、拒食、忌避、抑制生长发育和控制种群生长等作用^[2,21];因其来源于自然,在环境中易降解、残留量低,对人畜及天敌安全。它不仅具有直接开发利用价值,其有效成分还可通过仿生合成成为更有价值的环境友好农药模板。前期研究发现,黄荆

提取物杀虫谱较广泛,对菜青虫、小菜蛾、麦长管蚜和桃蚜均具有较强的杀虫活性^[22],处理后幼虫的中毒症状主要表现为迅速麻痹、瘫软,直至死亡,并呈现呼吸量急剧下降的趋势.本研究发现黄荆提取物对小菜蛾幼虫不仅触杀毒力较高,而且对成虫产卵有显著的忌避作用,且持续时间较长.

不同有机溶剂的黄荆提取物对小菜蛾幼虫的触杀毒力和对成虫的产卵忌避作用明显不同,二氯甲烷种子提取物对不同龄期幼虫的毒力均大于甲醇叶片提取物,但对成虫产卵的忌避作用却明显低于后者,说明黄荆提取物中可能含有多种不同的生物活性成分,对幼虫产生致毒作用和对成虫产卵的忌避作用并非同一成分,或因其含量不同,所表现的作用方式差异较大.通过活性成分的分离鉴定,明确各种成分的活性结构类型及作用方式将是今后进一步研究的重点.

许多试验证实,抱卵雌虫对植物的趋性飞行以及着落行为在很大程度上受到植物释放的引诱剂、滞留剂或拒避剂的影响^[5,12].在非嗜食的植物中含有各种各样对害虫驱避作用的有机化合物,已发现非嗜食植物如含羞草、飞机草、香茅草等的乙醇提取物以及万寿菊、黄杜鹃和番茄叶提取物对小菜蛾成虫在寄主植物上的产卵均有较强的干扰作用^[3,18~20,25],其原因在于这些植物提取物中存在某些使小菜蛾产卵忌避的物质,它可能干扰了寄主挥发性物质的组成、比例,诱导或刺激了寄主植物中某些产卵忌避物质的产生^[4].本试验发现黄荆提取物处理寄主植物后可以明显干扰小菜蛾成虫的产卵选择,降低在寄主植物上的落卵量,对害虫种群数量有明显的控制作用.这种提取物对其它害虫的成虫产卵有无干扰作用还需进行广泛的试验证实.

目前,国内外十分重视植物源杀虫物质的开发利用,其开发的途径主要分为直接利用和仿生合成.我国已商品化开发的杀虫植物主要有除虫菊、印楝、川楝、鱼藤、烟草、苦参和苦皮藤等^[9],在害虫无公害治理中发挥了较大的作用.我国黄荆野生资源非常丰富,其杀虫和忌避作用的发现,将为开发利用这一新的植物杀虫资源提供了依据.

参考文献

- 1 Amancharla PK, Muthuraj PS, Rao GV, et al. 1999. Isolation of a potent mosquito repellent from *Vitex negundo* L.: An alternative source of rotundal. *Nat Prod Sci*, 5:104~106
- 2 Bei N-X(贝纳新), Gao P(高萍), Shi C-M(石承民), et al. 2002. Research advance in botanical insecticides. *J Shenyang Agric Univ* (沈阳农业大学学报), 33(4):309~314(in Chinese)
- 3 Cui B-J(崔伯君), Zhao S-H(赵善欢), Liu X-Q(刘新清). 1998.

- Study on crude extracts from marigold against the oviposition of diamondback moth. *Chin J Pesticides* (农药), 37(6):31~35(in Chinese)
- 4 Gupta PD, Thorsteinson AJ. 1960. Food plant relationships of the diamondback moth *Plutella maculipennis* (Curt.): II Sensory regulation of oviposition of the adult female. *Entomol Exp Appl*, 3:1515~1518
 - 5 Dethier VC. 1982. Mechanisms of host-plant recognition. *Ent Exp Appl*, 31:49~56
 - 6 Editorial Committee of Shandong Arboretum(山东树木志编委会). 1984. *Shandong Arboretum*. Jinan: Shandong Science and Technology Press. 800~811(in Chinese)
 - 7 Editorial Group of Collection of Herbal Medicine in China(中国中草药汇编编写组). 1975. *Collection of Herbal Medicine in China* (Part I). Beijing: People Sanitation Press. 767~768(in Chinese)
 - 8 Guo Z-X(郭志新), Gai K-H(葛开华), Li B-C(李斌超). 1995. Multi-purpose plant *Vitex negundo* L. *Quart For By-Product Spec China* (中国林副特产), 35(4):50(in Chinese)
 - 9 Hao N-B(郝乃斌), Ge Q-Y(戈巧英). 1999. Pesticides in China. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 16(5):495~503(in Chinese)
 - 10 Liu C-X(刘传秀), Han Z-J(韩招久), Li F-L(李凤良). 1993. Study on the mass continuous reproduction of *Plutella xylostella* by radish seedling in vermiculite in laboratory. *Entomol Knowl* (昆虫知识), 30(6):341~344(in Chinese)
 - 11 Lü Y-L(吕源玲), Wang H-X(王洪新). 2002. Study on bacteriostasis of the leaf extract of *Vitex negundo* L. *Chin Food Add* (中国食品添加剂), (3):24~26(in Chinese)
 - 12 Miller JR. 1984. Finding and accepting host plants. In: Bell W and Carde R, eds. *Chemical Ecology of Insects*. London: Chapman and Hall. 127~155
 - 13 Prakash A, Rao J. 1989. Leaves of begunia: A pulse grain protectant. *Indian J Entomol*, 51:192~195
 - 14 Selvaraj PR, Manohan AC. 1995. Herbal smoke: A potential repellent and adulticide for mosquitoes. *Insect Environ*, 1:14~15
 - 15 Tang Q-Y(唐启义), Feng M-G(冯明光). 2002. *Practical Statistical Analysis and Data Processing System*. Beijing: Science Press. (in Chinese)
 - 16 Xue M(薛明), Li Q(李强). 1997. The occurrence situation and control techniques of insect pests on vegetable in Shandong Province. *Chin J Pesticides* (农药), 36(8):6~9(in Chinese)
 - 17 Wang H-X(王洪新), Lu Y-L(吕源玲). 2003. Analysis of the effect and the composition of bacteriostatic leaf extract from *Vitex negundo* L. *Chin Wild Plant Resour* (中国野生植物资源), 22(1):35~37(in Chinese)
 - 18 Wei H(魏辉), Hou Y-M(侯有明), Yang G(杨广), et al. 2004. Repellent and antifeedant effect of secondary metabolites of non-host plants on *Plutella xylostella*. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 15(3):473~476(in Chinese)
 - 19 Wu W-W(吴文伟), Chen J-X(陈建新), Guan Z-H(管致和). 1998. Activity of tomato plant extract in deterring oviposition of cabbage butterfly, *Pieris rapae*. *Acta Entomol Sin* (昆虫学报), 41(supp.):55~59(in Chinese)
 - 20 Xian J-D(洗继东), Liang G-W(梁广文), Shen S-P(沈叔平), et al. 2005. Suppressive effects of non-preferable plant alcohol extracts on diamondback moth *Plutella xylostella* population. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 16(2):313~316(in Chinese)
 - 21 Xu H-H(徐汉虹), Zhang Z-X(张志祥), Cheng D-M(程东美). 2002. Botanic pesticides and sustainable agriculture. *Sci Technol Rev* (科技导报), (7):42~44(in Chinese)
 - 22 Yuan L(袁林), Xue M(薛明), Xing J(邢建), et al. 2004. Activity of extracts from *Vitex negundo* L. to several insect pests. *Chin J Pesticides* (农药), 43(2):70~72(in Chinese)
 - 23 Zheng G-M(郑公铭), Luo Z-M(罗宗铭). 1999. Studies on the Antioxygenic effect from *Vitex negundo* L. seeds. *Food Sci* (食品科学), (3):21~23(in Chinese)
 - 24 Zheng G-M(郑公铭), Luo Z-M(罗宗铭), Chen D-M(陈达美). 1999. Studies on the antioxygenic composition of *Vitex negundo* L. *J Guangdong Univ Technol* (广东工业大学学报), 16(2):41~47(in Chinese)
 - 25 Zhong G-H(钟国华), Hu M-Y(胡美英), Zhang Y-P(章玉苹), et al. 2002. Studies on extracts of *Rhododendron molle* as oviposition deterrents and ovicides against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *J South China Agric Univ* (华南农业大学学报), 21(3):40~43(in Chinese)

作者简介 袁林,男,1979年出生,硕士.主要从事害虫综合治理方向研究,发表论文4篇. E-mail: yuliyuji@163.com

责任编辑 肖红