

刘雨晴, 范毅, 景炳年, 等. 天然苦皮藤素与天然黄荆素对菜青虫和茶尺蠖的联合增效作用[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(2): 63–66.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.02.017

天然苦皮藤素与天然黄荆素对菜青虫和茶尺蠖的联合增效作用

刘雨晴¹, 范毅¹, 景炳年¹, 于立芹¹, 王伟¹, 王丹丹², 赵天增¹

(1. 河南省植物天然产物开发工程技术研究中心, 河南郑州 450002; 2. 河南省中科院科技成果转移转化中心, 河南郑州 450016)

摘要:生态环境安全和食品安全备受当今社会关注, 植物源农药因具有活性成分多样、作用机制独特、不易引起靶标有害生物的抗药性以及对人、畜等非靶标生物安全, 能够从源头上保障食品安全和生态环境安全等优点而成为新型环境友好型农药的重要发展方向。把不同作用机制的农药科学合理地复配混用, 对防治植物病虫害可起到联合增效、扩大防治范围、减少用药频次、降低成本等作用。因此, 拟开发 1 种以苦皮藤种子和黄荆种子组合物为原料的新型环保杀虫剂, 并研究该杀虫剂对菜青虫和茶尺蠖的防治效果。结果表明, 以二甲苯为提取溶剂, 苦皮藤种子和黄荆种子活性成分组对菜青虫和茶尺蠖有明显的协同增效作用, 二者质量比为 1:1 时, 增效作用最强; 田间试验进一步验证该杀虫剂对菜青虫和茶尺蠖有良好的防效。10% 苦皮藤·黄荆乳油 500 倍液药后 1~7 d 对菜青虫的防效达 89.84% 及以上, 对茶尺蠖药后 3 d, 400 倍液对茶尺蠖的防效达到 82.12%, 并且以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药制剂与二者分别提取后组合加工制成的乳油制剂活性无明显差异, 说明该工艺先进, 既可以保障杀虫剂效果, 又可以简化制剂加工工艺, 提高了生产效率。

关键词:苦皮藤; 黄荆素; 茶尺蠖; 菜青虫; 植物源农药; 绿色农业; 增效

中图分类号: S476 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)02-0063-04

多年来, 虽然大量化学农药在防治植物病虫害工作中发挥了很好的效果, 然而在应用中化学农药危及生态平衡、污染环境又是人们不可回避的严峻事实, 而植物源农药在这方面有独特的优越性。我国杀虫植物资源十分丰富且种类繁多, 不同的植物包含着各种不同类型的化合物, 它们也表现出不同的生理活性, 与化学农药一样对植物害虫有引诱、驱避、毒杀、拒食、调节和干扰生长发育的作用^[1]。植物源农药是人类历史上最古老的生物农药之一, 它取自自然, 用于自然, 能迅速降解, 对环境无污染, 有高选择性, 对人畜安全, 而且还有

不产生抗性、无药害、有肥效、对作物生长有促进作用、可兼治病虫害等优点, 现已成为绿色生物农药首选。

植物天然产物苦皮藤素来源于传统杀虫植物卫矛科南蛇藤属苦皮藤 (*Celastrus angulatus* Max.)^[2]。它对蚜虫 (*Aphidoidea*)、小菜蛾 (*Plutella xylostella* Linnaeus)、菜青虫 (*Pieris rapae* Linne)、黏虫 (*Leucania separata* Walker) 等多种昆虫均具有一定的生物活性^[3-4]。黄荆 (*Vitex negundo* Linn.) 别称黄荆子、荆条、五指风等, 为马鞭草科黄荆属落叶灌木或小乔木, 原产于东印度, 主要分布在热带和温带地区^[5-6]。天然苦皮藤素和天然黄荆素都是良好的植物源农药, 有广泛的杀虫谱, 对农业、储粮、卫生害虫等均有一定的生物活性, 且野生资源十分丰富。黄荆叶片提取物对玉米象 (*Sitophilus zeamais*)、杂拟谷盗 (*Tribolium confusum* Jac. du Val.)、赤拟谷盗 (*T. castaneum* Herbst) 表现出强烈的触杀、熏蒸和趋避活

收稿日期: 2016-07-22

基金项目: 河南省科技攻关项目 (编号: 162102110104)。

作者简介: 刘雨晴 (1981—), 女, 山东菏泽人, 博士, 助理研究员, 研究方向为植物源农药的研究与开发。Tel: (0371) 55935573; E-mail: myjoe00@163.com。

[11] 陈俊瑜, 陈泰运, 符悦冠, 等. 哥德恩蚜小蜂对螺旋粉虱的功能反应研究[J]. 中国生物防治学报, 2013, 29(2): 175–180.

[12] Holling C S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism[J]. Canadian entomologist, 1959, 91(7): 385–398.

[13] Jones D B, Giles K L, Berberet R C, et al. Functional responses of an introduced parasitoid and an indigenous parasitoid on greenbug at four temperature[J]. Environmental Entomology, 2003, 32(3): 425–432.

[14] 赵海燕, 曾玲, 梁广文, 等. 蝇蛹金小蜂对橘小实蝇蛹的寄生功能反应[J]. 环境昆虫学报, 2014, 36(1): 122–126.

[15] 王甦, 赵静, 张帆, 等. 利用功能反应模型评价两种寄生蜂混合释放对烟粉虱的防控潜能[J]. 环境昆虫学报, 2014, 36(2): 188–193.

[16] 陈青召. 丽蚜小蜂寄生蓖麻粉虱的生物学及其功能反应[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015: 28–30.

[17] 江化琴. 螟蛉盘绒茧蜂生物学特性及其对稻纵卷叶螟控制能力的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2015: 32–36.

[18] Mohaghegh J, De Clercq P, Tirry L. Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigripinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lep., Noctuidae): effect of temperature[J]. Appl Entomol, 2001, 125(3): 131–134.

[19] 巫厚长, 程遐年, 邹运鼎. 不同饥饿程度的龟纹瓢虫对烟蚜的捕食作用[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 749–752.

[20] 林进添, 凌远方. 几种有机磷类杀虫剂对美洲斑潜蝇活性的研究[J]. 中国蔬菜, 1998(2): 6–10.

性^[7],种子提取物对菜青虫、小菜蛾^[8-9]、棉蚜、绣线菊蚜^[10]、斜纹夜蛾^[11]等均有较好的毒杀、趋避或拒食以及生长发育抑制作用,但这 2 种单剂速效性较差,存在对害虫药效慢、田间药效一般、喷药次数多、稀释倍数较低等共同缺点,亟待解决。

本研究引入传统中药理论,对天然苦皮藤素和天然黄荆素进行配伍应用,利用 2 种植物源农药优势互补特点,充分改善单剂缺点。在前期研究基础上,笔者开展天然苦皮藤素与天然黄荆素对菜青虫和茶尺蠖的应用研究,为研制高效低毒的生物农药奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

从郑州市郊区甘蓝田中采集菜粉蝶,释放到养虫室内的纱网笼中,饲喂蜂蜜水补充营养,使其在纱笼内盆栽甘蓝上产卵,将卵定时取出,放置于温度为 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,相对湿度为 $(75 \pm 5)\%$,光一暗周期为 14 h—10 h 恒温培养箱中的培养皿内,待其孵化幼虫后,在养虫缸中用甘蓝叶饲养至 3 龄时作为试虫。茶尺蠖幼虫(*Ectropis oblique hypulina* Wehrli)采自河南省信阳市浉河港茶园,置于 $40\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ 的保鲜盒中,盒底铺潮湿细沙保湿,用茶树枝条饲养。

1.2 活性成分组制备

将苦皮藤种子和黄荆种子按质量比 3 : 1 ~ 1 : 3 加入中药粉碎机,粉碎,得到苦皮藤种子粉和黄荆种子粉混合物,然后加入种子粉混合物质量 3 ~ 5 倍的有机溶剂二甲苯,在 $60 \sim 80^\circ\text{C}$ 提取 1 ~ 4 h,过滤后浓缩备用^[8]。

1.3 植物源农药配制

药剂 1 ~ 5 分别为 4.0%、7.5%、10.0%、9.0%、12.0% 的苦皮藤·黄荆乳油,制备方法如下:(1)分别将苦皮藤种子、黄荆种子按质量比 3 : 1、2 : 1、1 : 1、2 : 1、3 : 1 加入中药粉碎机中粉碎,过 60 目筛,把 1 kg 苦皮藤种子粉和黄荆种子粉混合物装入中药提取釜中进行萃取;(2)加入种子粉混合物总质量 3 倍的二甲苯,在 $60 \sim 80^\circ\text{C}$ 提取 3 h,浓缩成浓缩膏,得到苦皮藤种子和黄荆种子二甲苯复合提取物;(3)用一定量的松节油将 4% 苦皮藤种子和黄荆种子组合物的二甲苯提取物全部溶解后,再加入 5% 助溶剂二甲基亚砜、3% 农乳 2201 和 1% 渗透剂有机硅,均匀混合得到以苦皮藤和黄荆种子组合物的有机溶剂提取物为原料制成的杀虫乳油。

药剂 6:10% 苦皮藤·黄荆乳油的制备:(1)将苦皮藤种子和黄荆种子按质量比 1 : 1 加入中药粉碎机中粉碎,过 60 目筛,把 1 kg 苦皮藤种子粉和黄荆种子粉混合物装入中药提取釜中进行萃取;(2)加入种子粉混合物总质量 3 倍的二甲苯,在 $60 \sim 80^\circ\text{C}$ 提取 3.5 h,浓缩成浓缩膏,得到苦皮藤种子和黄荆种子二甲苯复合提取物;(3)用一定量的松节油将 10% 苦皮藤种子和黄荆种子组合物的二甲苯提取物全部溶解后,再加入 13.5% 助溶剂乙二醇、8% 农乳 36# 和 4.5% 渗透剂有机硅,均匀混合得到以苦皮藤和黄荆种子组合物的有机溶剂提取物为原料制成的杀虫乳油。

1.4 活性测试

1.4.1 协同增效毒力测定 分别将黄荆种子二甲苯活性成分组和苦皮藤种子二甲苯活性成分组用丙酮和 2.5% 乳化剂 2201 配制成母液后按质量比 8 : 1、4 : 1、2 : 1、1 : 1、1 : 2、

1 : 4、1 : 8 混合配成二元复配剂作为 7 个处理,分别用水稀释为 5 个浓度 5 000、2 500、1 250、625、312.5 mg/L,以清水处理作空白对照,以菜青虫为试虫进行室内生物增效作用测定。采用浸虫(用浸虫器浸虫)、浸叶法^[12]进行预试验确定死亡率区间,根据预试验结果将供试药剂用清水稀释成系列浓度,分别选取大小一致的 3 龄试虫,每 10 头放入到浸虫器中,在药液中浸渍 3 s,从药液中取出浸虫器后,用吸水纸吸干多余药液,然后将试虫用毛笔挑入有滤纸的直径为 8.5 cm 培养皿中;用相同药液浸渍甘蓝叶片 3 s,饲喂试虫。每个处理重复 4 次,以清水处理作对照,然后放入 25°C 人工气候箱内。每 24 h 检查存活幼虫数,以毛笔轻轻触动虫体不能反应者视为死亡。计算 5 d 死亡率,用 Abbott 公式校正处理死亡率,然后进行概率分析,根据剂量(或浓度)的对数(x),死亡率的概率(y),求毒力回归方程以及致死中浓度(lethal concentration 50%,简称 LC_{50})。混剂采用 Sun 等公式^[13]求出共毒系数(co-toxicity coefficient,简称 CTC)。增效判断标准:CTC ≥ 200 为显著增效,150 \leq CTC < 200 为增效作用较小,70 $<$ CTC < 150 为相加作用,CTC ≤ 70 为拮抗作用^[14]。

单剂毒力指数=(标准杀虫剂 LC_{50} /供试杀虫剂 LC_{50}) $\times 100$; CTC=[实测($A+B$)混合剂的毒力指数/供试理论($A+B$)混合剂的毒力指数] $\times 100$;实测($A+B$)混合剂的毒力指数=标准杀虫剂 LC_{50} /($A+B$)混合剂 $\text{LC}_{50} \times 100$;理论($A+B$)混合剂的毒力指数= $A \times A_c + B \times B_c$;

式中: A 表示 A 单剂毒力指数; A_c 表示 A 在混剂中所占比例; B 表示 B 单剂毒力指数; B_c 表示 B 在混剂中所占比例。

1.4.2 室内毒力测定 同“1.4.1”节方法。

1.4.3 田间药效试验 试验作物为甘蓝(中甘-11)。

施药方法与用水量:本试验严格按照 GB/T 17980.13—2000《农药田间药效试验准则(一) 杀虫剂防治十字花科蔬菜的鳞翅目幼虫》进行。每个处理重复 3 次,每个重复为 1 个小区,小区顺畦划分,共计 18 个小区,每个小区面积为 20 m^2 ,小区随机排列。用卫士牌 WS-16P 背负式手动喷雾器(山东卫士植保机械有限公司)均匀喷雾,每小区用水 1.5 kg ,即 $750\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。

施药前在每个小区中按对角线 5 点取样,挂牌固定 5 点,每点选取有菜青虫卵及幼虫的甘蓝 4 株,共计 20 株,统计菜青虫幼虫数量,以此作为施药前虫口基数。药前及药后 1、3、7、14 d 调查定点定株上存活的菜青虫数,共计 5 次。记录存活幼虫数、死亡幼虫数^[12]。以校正虫口减退率作为防治效果,计算公式如下:

$$\text{虫口减退率} = \frac{\text{处理前虫口基数} - \text{处理后存活虫数}}{\text{处理前虫口基数}} \times 100\%;$$

$$\text{防治效果} = \frac{\text{处理区虫口减退率} - \text{对照区虫口减退率}}{100\% - \text{对照区虫口减退率}} \times 100\%。$$

茶树害虫药效试验略有改进。调查方法为施药前每个小区定 3 点调查,每点调查 1 m^2 ,调查茶尺蠖虫口基数;施药后进行 2 次调查,分别在施药后 3、7 d。

2 结果与分析

2.1 黄荆种子二甲苯活性成分组和苦皮藤种子二甲苯活性成分组的协同增效作用

由表 1 可知,苦皮藤种子二甲苯活性成分组和黄荆种子

二甲苯活性成分组按一定比例复配后对菜青虫有明显的协同增效作用,二者质量比为 1 : 1 时,增效作用最强,共毒系数为 255.36;比例为 8 : 1、4 : 1、2 : 1、1 : 2、1 : 4、1 : 8 时,共毒系数依次为 131.70、200.51、221.53、210.45、172.49、123.11。

表 1 苦皮藤种子二甲苯活性成分组(A)和黄荆种子二甲苯活性成分组(B)的协同增效作用(5 d)

处理	毒力回归方程	LC ₅₀ (95% 置信限) (mg/L)	共毒系数
A	$y = 1.07 + 1.20x$	1 890.09 (1 594.31 ~ 2 145.13)	—
B	$y = 0.88 + 1.25x$	1 984.11 (1 636.33 ~ 2 243.47)	—
A : B = 8 : 1	$y = 1.44 + 1.12x$	1 498.21 (1 158.23 ~ 1 755.39)	131.70
A : B = 4 : 1	$y = 1.37 + 1.22x$	979.78 (724.55 ~ 1 356.49)	200.51
A : B = 2 : 1	$y = 0.56 + 1.51x$	881.04 (694.69 ~ 1 142.42)	221.53
A : B = 1 : 1	$y = 0.09 + 1.70x$	758.12 (554.38 ~ 945.47)	255.36
A : B = 1 : 2	$y = 1.47 + 1.19x$	912.54 (784.26 ~ 1 123.46)	210.45
A : B = 1 : 4	$y = 1.22 + 1.24x$	1 106.25 (994.55 ~ 1 345.55)	172.49
A : B = 1 : 8	$y = 1.77 + 1.01x$	1 543.45 (1 222.36 ~ 1 799.67)	123.11

2.2 以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂对菜青虫室内毒力和田间药效测定

2.2.1 室内毒力测定结果 由表 2 可以看出,以苦皮藤种子和黄荆种子组合物为原料,以二甲苯提取加工成的杀虫乳油制剂对菜青虫有明显的生物活性,且在二者质量比为 1 : 1 时,即药剂 3 和药剂 6 处理下活性较好,对菜青虫综合毒力

LC₅₀分别为 740.58、731.85 mg/L。由表 2 还可以看出,以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂与二者分别提取后组合加工制成的乳油制剂活性无明显差异,说明本工艺先进,既可以保障杀虫制剂效果,又可以简化制剂加工工艺,提高生产效率。

表 2 对菜青虫室内毒力测定结果

处理	毒力回归方程	LC ₅₀ (95% 置信限) (mg/L)	毒力倍数
药剂 1	$y = 1.30 + 1.18x$	1 324.70 (1 013.34 ~ 1 731.79)	1.00
4% 对照药剂	$y = 1.68 + 1.07x$	1 293.44 (992.34 ~ 1 742.04)	1.02
药剂 2	$y = 1.20 + 1.24x$	1 191.72 (884.97 ~ 1 049.70)	1.00
7.5% 对照药剂	$y = 1.09 + 1.27x$	1 184.33 (823.67 ~ 1 029.45)	1.01
药剂 3	$y = 2.88 + 0.74x$	740.58 (417.08 ~ 1 423.07)	1.00
10% 对照药剂	$y = 2.63 + 0.83x$	723.42 (423.45 ~ 1 428.41)	1.02
药剂 4	$y = 1.39 + 1.24x$	828.49 (648.76 ~ 1 058.04)	1.00
9% 对照药剂	$y = 1.37 + 1.25x$	811.02 (564.94 ~ 1 164.14)	1.02
药剂 5	$y = 1.91 + 1.05x$	882.56 (581.91 ~ 1 134.47)	1.00
12% 对照药剂	$y = 1.76 + 1.10x$	873.48 (592.36 ~ 1 247.74)	1.01
药剂 6	$y = 1.75 + 1.14x$	731.85 (486.41 ~ 1 078.95)	1.00
10% 对照药剂	$y = 1.91 + 1.09x$	719.57 (382.82 ~ 1 309.52)	1.02

注:对照药剂为苦皮藤、黄荆种子单独提取后组合物,比例与相应药剂中苦皮藤种子与黄荆种子质量比一致,下表同。

2.2.2 以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂防治甘蓝菜青虫田间药效试验 选取药剂 6 对甘蓝菜青虫进行田间药效试验,并以 2.5% 高效氯氟氰菊酯为化学对照药剂。由表 3 可以看出,以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂对甘蓝菜青虫具有很好的防治效果,是防治甘蓝菜青虫的优良药剂。在甘蓝菜青虫发生期,以该供试药剂 500、800 倍液兑水进行周到喷雾,可以很好地防治甘蓝菜青虫。试验过程中各处理均未见药害发生。

2.3 以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂对茶尺蠖的毒力测定和田间药效试验

2.3.1 以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂对茶尺蠖室内毒力 由表 4 可以看出,以苦皮藤种子和黄荆种子组合物为原料、以二甲苯提取加工成的杀虫乳油制剂对茶尺蠖有明显的生物活性,并且趋势与对菜青虫的毒力测定结果一致,皆为在二者质量比为 1 : 1 时,即药剂

表 3 防治甘蓝菜青虫田间药效试验结果

药剂	处理	防效(%)			
		1 d	3 d	7 d	14 d
2.5% 高效氯氟氰菊酯	1 500 倍液	93.27a	95.62a	98.02a	88.38a
药剂 6	500 倍液	89.84a	95.08a	95.95a	82.99a
10% 对照药剂	500 倍液	89.83a	94.46a	98.33a	89.65a
药剂 6	800 倍液	75.60b	78.27b	55.18b	34.23b
10% 对照药剂	800 倍液	75.81b	75.26b	64.86b	48.29b

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 5 同。

3 和药剂 6 处理下活性较好,对茶尺蠖综合毒力 LC₅₀分别为 885.02、889.08 mg/L。由表 4 还可以看出,以黄荆种子组合物为原料提取加工的杀虫乳油制剂与二者分别提取后组合加工制成的乳油制剂活性无明显差异,说明本杀虫剂工艺先进,既可以保障杀虫制剂效果,又可以简化制剂加工工艺,提高生产效率。

表 4 对茶尺蠖室内毒力测定结果

处理	毒力回归方程	LC ₅₀ (95% 置信限) (mg/L)	毒力倍数
药剂 1	$y = 1.76 + 1.02x$	1 543.48 (1 194.36 ~ 1 745.47)	1.00
4% 对照药剂	$y = 1.59 + 1.07x$	1 530.45 (1 204.48 ~ 1 753.87)	1.01
药剂 2	$y = 1.39 + 1.17x$	1 248.49 (975.72 ~ 1 458.05)	1.00
7.5% 对照药剂	$y = 1.31 + 1.19x$	1 243.57 (946.87 ~ 1 409.25)	1.00
药剂 3	$y = 1.37 + 1.23x$	885.02 (665.92 ~ 1 264.18)	1.00
10% 对照药剂	$y = 1.88 + 1.06x$	870.57 (515.08 ~ 1 423.57)	1.02
药剂 4	$y = 1.91 + 1.03x$	982.56 (781.91 ~ 1 234.47)	1.00
9% 对照药剂	$y = 1.76 + 1.08x$	973.48 (692.36 ~ 1 347.74)	1.01
药剂 5	$y = 0.91 + 1.34x$	1 092.54 (888.90 ~ 1 294.24)	1.00
12% 对照药剂	$y = 0.96 + 1.34x$	1 024.72 (913.32 ~ 1 735.93)	1.07
药剂 6	$y = 1.36 + 1.24x$	889.08 (680.98 ~ 1 267.14)	1.00
10% 对照药剂	$y = 1.84 + 1.08x$	862.51 (519.05 ~ 1 428.47)	1.03

2.3.2 以苦皮藤种子和黄荆种子混合物的二甲苯提取物为原药的制剂防治茶尺蠖田间药效试验 由表 5 可以看出,药剂 6 杀虫剂制剂对防治茶尺蠖具有较好的效果,药后 3 d,400 倍液对茶尺蠖的防效达到 82.12%,药后 7 d,防效达 89.09%。适宜的施药时期为茶尺蠖 3 龄期左右,施用剂量为 15~45 g/hm²,对茶树安全,未见药害。

表 5 防治茶尺蠖田间药效试验

药剂	处理	防效 (%)	
		3 d	7 d
25 g/L 联苯菊酯乳油	300 g/hm ²	96.68a	97.92a
药剂 6	400 倍液	82.12b	89.09b
10% 对照药剂	400 倍液	83.66b	89.06b

3 讨论

把不同作用机制的农药科学合理地复配混用,对防治植物病虫害可起到扩大防治范围、兼治不同病虫害、降低毒性、增加药效、减少用药频次、省时省工、降低成本、延缓抗药性产生等效果^[15]。天然苦皮藤素和天然黄荆素 2 种有效成分组分别作为杀虫剂用于防治害虫,由于它们的有效成分含量低、击倒速率较慢、防治效果较低,如果提纯浓缩至实用的浓度,则大大提高成本,限制了它们的直接加工利用。本研究结果表明,将 2 种有效成分组混用具有明显的增效作用,此配方方案具有对菜青虫和茶尺蠖害虫防治效果增强、速效性好、持效性长、一药多治的优点,与现有的单一制剂相比,除具有明显的杀虫效果外,可以有效地降低施药成本、减缓抗性的产生、减少制剂残留量,且对作物无污染、安全性好,符合农药制剂的安全性要求等。此外,药剂 6 是由苦皮藤种子和黄荆种子组合物的二甲苯活性成分组制成的,与二者分别提取后组合加工制成的乳油制剂活性无明显差异,既可以保障杀虫制剂效果,又可以简化制剂加工工艺、提高生产效率,并且本原料易得,具有成本较低、使用方便、不含任何化学农药成分、对人畜和生态环境安全等特点,是一种适于推广使用的植物源杀虫剂,尤其在有机农产品生产上具有极大应用推广价值,是理想的新型绿色农药。

参考文献:

[1]徐汉虹. 杀虫植物与植物性杀虫剂[M]. 1 版. 北京:中国农业出版社,2011.

[2]卢令娴,南玉生,柯治国,等. 杀虫植物苦皮藤引种繁殖研究初报[J]. 湖北林业科技,1987(3):8-10.

[3]吴文君. 杀虫植物苦皮藤研究[J]. 农药,1991,30(6):10-12.

[4]吴文君,姬志勤,胡兆农,等. 杀虫植物苦皮藤中的有效成分及其生物活性[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2005,39(1):50-53.

[5]Azhar U H, Malik A, Anis I, et al. Enzymes inhibiting lignans from *Vitex negundo* [J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 2004, 52 (11):1269-1272.

[6]Zheng C J, Huang B K, Wang Y, et al. Anti-inflammatory diterpenes from the seeds of *Vitex negundo* [J]. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 2010, 18(1):175-181.

[7]卢传兵,薛明,刘雨晴,等. 黄荆挥发油对玉米象的生物活性及种群控制作用[J]. 粮食储藏, 2005, 34(6):13-16.

[8]袁林,薛明,刑健,等. 黄荆提取物对几种害虫的杀虫活性[J]. 农药, 2004, 43(2):70-72.

[9]袁林,薛明,刘雨晴,等. 黄荆提取物对小菜蛾幼虫毒力及对成虫的产卵忌避作用[J]. 应用生态学报, 2006, 17(4):695-698.

[10]蒋恩顺,薛明,刘雨晴,等. 黄荆提取物对蚜虫的毒力及其与吡虫啉的联合毒力[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3):686-690.

[11]Desai S D. Studies on insecticidal properties of some plants[J]. Shashpa, 2000, 71(1):85-88.

[12]王开运,慕立义,仪美芹,等. 防治抗药性棉铃虫有效药剂的研究[J]. 农药, 1993, 32(4):4-6.

[13]Sun Y P, Johnson E R. Analysis of joint action of pesticides against house flies [J]. Journal of Ecological Entomology, 1960, 53(5):887-892.

[14]刘雨晴,董建军,范毅. 天然苦皮藤素和天然黄荆素复配对 4 种蚜虫的增效作用[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(2):13-17.

[15]吴文君. 农药学原理[M]. 1 版. 北京:中国农业出版社, 2000.