

# 植物杀虫剂对农业害虫的拒食 及抑制生长发育的研究

华南农学院昆虫毒理研究室

广州市科学技术情报研究所

一九八二年六月

# 植物物质杀虫剂对农业害虫的拒食及抑制生长发育的研究

华南农学院昆虫毒理研究室\*

## 提 要

本文叙述应用楝科等杀虫植物40种对12种农业害虫进行了忌避、拒食、内吸毒杀及抑制昆虫生长发育的室内盆栽及田间试验,初步明确了各种杀虫植物种子油类及极性和非极性组分对害虫的效应。植物物质杀虫剂对不同的害虫有其特点,印楝素及印楝种子油对某些害虫同时表现拒食作用及抑制生长发育的效应,但对另一些害虫没有拒食作用。川楝素对某些害虫只起拒食作用,不影响其生长发育。印楝、川楝、苦楝及苦树等植物物质杀虫剂活性很强,对褐稻虱、水稻小叶夜蛾、柑桔木虱、菜青虫、斜纹夜蛾、金龟子等有强烈的拒食作用,对稻瘠蚊雌虫产卵有显著的忌避作用,对玉米螟及菜青虫幼虫的生长发育有明显的抑制作用。本文结合国际上在这方面研究最近发展的动态,指出这项研究将有可能找寻新农药品种及为害虫的综合防治提供新的途径。

## 一、绪 言

第二次世界大战以来,有机合成杀虫剂的问世,获得巨大的成就,这是人类同害虫作斗争的一个里程碑。但由于农药的不合理使用和一些品种本质上存在的缺点,导致了害虫抗药性的大量产生,污染环境,人畜中毒,破坏生态平衡等严重问题,引起了举世关注。研究工作者们试图从各个途径来解决这些问题,如应用生物防治、不育技术、农业技术防治、培育抗虫品种等,都获得很大的进展。但近十年在国内外较为广泛研究,并已取得突破的是从天然产物中找寻生物活性物质,经分离、提纯、测定分子结构,进行生物试验后,作为人工合成新农药品种的模板,如拟除虫菊酯、沙蚕毒衍生物及昆虫保幼激素类似物(JHA)等,已成为当代杀虫剂的精华。特别是近年来对昆虫拒食剂和生长发育调节剂如印楝素(Azadirachtin)等的研究和发展,引起了科学家们的极大兴趣。1976年10月曾在意大利举行国际学术会议,专门讨论植物产品与植物保护

\* 本文由华南农学院院长赵善欢教授执笔整理。参加本项试验有赵善欢、黄端平、黄尚容、刘秀琼、黄炳球、罗启浩、许木成、胡美英、邝锡玃、张兴、陈循渊、曹毅等同志。本项试验有关柑桔害虫方面与博罗国营杨村农场柑桔研究所合作,有关蔬菜等害虫方面与广州市微生物研究所合作。

的关系,内容异常丰富(Marini-Bettolo 1977)。1980年6月在西德召开第一次印楝专门讨论会(Schmutterer et al 1981, Cox 1981)。这二次国际会议分别印发了专刊。这些生物活性物质的共同特点是对害虫高效(例如印楝素在40微克/公升的浓度对沙漠蝗虫(*Schistocerca gregaria*)即可产生100%的拒食效果,用印楝种子乙醇抽出物0.25%喷于大豆上,在田间经过14天仍能保护豆叶不受日本金龟子为害),不易产生抗药性,对人畜、害虫天敌及作物安全,从而为化学防治开辟了一个新的、广阔的前景。我国天然产品资源丰富,群众利用植物杀虫剂有着悠久的历史,远在200年前已使用烟草作为内吸剂防治水稻螟虫。建国以来曾多次发动应用土农药防治病虫害的群众运动,并集体编写了《中国土农药志》,但由于试验研究工作停留于粗糙的初步阶段,对天然产品的有效成分没有用现代化手段作深入细致的探索,以至植物杀虫剂在农药的发展上近年被搁置在一边。从最近国际上研究的发展及从我国害虫综合防治策略上的要求来看,我们认为研究植物杀虫剂是具有重要意义的。因此,从1980年开始我们和有关单位协作,应用广东现有的和从外地收集来的杀虫植物共40种(着重楝科植物),特别针对其拒食、内吸及影响昆虫生长发育作用几个方面对12种农业害虫进行一系列的试验,现将研究结果扼要报告如下。

## 二、试验材料及方法

### 供试药剂

#### 1. 川楝种核石油醚提取物

将从广东各地采得的风干川楝(*Melia toosendan*)去皮种籽,经粉碎机磨至约通过40号筛目。取种核粉450克,放入索氏脂肪抽提器用石油醚抽提12小时,除去溶剂后得提取物18毫升。

#### 2. 川楝种核乙醇提取物

取经石油醚提取的川楝种核粉残渣1000克,加无水乙醇在索氏抽提器迴流12小时,回收部分溶剂,浓缩至220毫升(约含乙醇50%)。

#### 3. 川楝素(四川重庆中药研究所提供,纯度在95%以上)

#### 4. 苦楝种核石油醚提取物

将采自广东各地的风干苦楝(*Melia azedarach*)去皮种核,经粉碎机磨至约通过40号筛目,按(1)相同步骤,457克种核粉得石油醚提取物约51毫升。

#### 5. 苦楝种核乙醇提取物

按(2)相同步骤,1000克苦楝种核粉残渣得乙醇提取物200毫升。

#### 6. 印楝素(Azadirachtin)纯度为90%(美国农业部天然活性产品研究室提供)

#### 7. 印楝油

从印楝树(*Azadirachta indica*)种子压榨提取,来自印度。含有多钟脂肪酸。

另一种印楝油是由西德Max-Planck生化研究所提供。它是从风干的种籽在室温压榨出来的,每毫升含有印楝素400微克。

#### 8. 苦树(*Celastrus angulata*)提取物

苦树根皮采自陕西省，西北农学院提供。取风干根皮粉50克，在三角瓶内加入乙醇150毫升，于电动振荡器上振荡4小时，倒出抽提液。再加入50毫升乙醇，振荡30分钟，再倒出溶剂，重复一次。将全部乙醇抽提液合并，并浓缩至50毫升（相当于1克/毫升），得苦树皮乙醇抽提物。将乙醇改用石油醚，操作如上，但最后浓缩至25毫升（相当于2克/毫升），为苦树皮的石油醚抽提物。

9. 雷公藤 (*Tripterygium wilfordii*)

10. 黄杜鹃 (闹羊花) (*Rhododendron molle*)

11. 羊角扭 (*Strophanthus divaricatus*)

12. 巴豆 (*Croton tiglium*)

13. 土荆芥 (*Chenopodium ambrosioides*)

14. 胜红蓟 (霍香蓟) (*Ageratum conyzoides*)

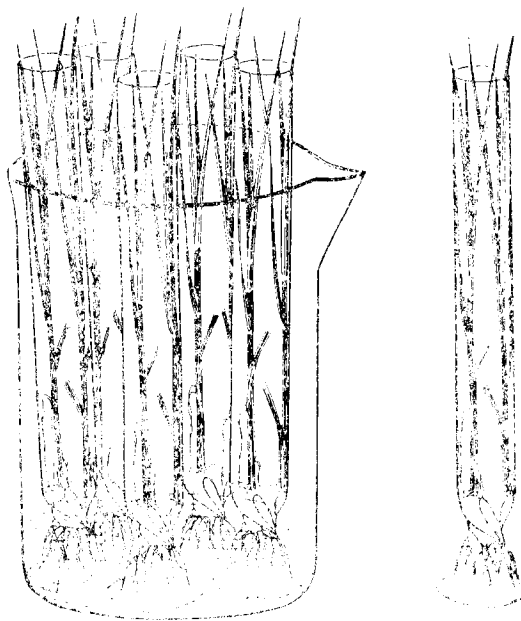
以上9~14号样本采自华南农学院昆虫毒理研究室杀虫植物标本园。制样方法是采得新鲜样本，冲洗干净，晾干水份，随即将所用部位约30克剪碎混匀。取10克样品装入250毫升具塞三角瓶内，放入丙酮（AR）50毫升，浸泡12小时，在振荡机上振荡提取2小时，过滤，用25毫升丙酮冲洗滤渣，合并滤液，浓缩至6毫升。测定时用提取液3毫升（相当5克杀虫植物鲜重），稀释50倍后供用。

### 试验方法

1. 三化螟 (*Scirpophaga incertulas*)

内吸毒力试验用田间收集或室内饲养雌虫产下的三化螟卵块，孵化后接种蚁螟。

取2.5×20厘米试管改制为底部窄口喇叭形（图一）。试验时取20天左右秧龄的秧苗两根，在茎根部2厘米处缠一团脱脂棉，秧苗从试管底部装入，使脱脂棉到达喇叭窄口处。秧根与试管底平齐，浸湿棉团，从试管上口滴入刚融化的石蜡到棉团，用石蜡棉



图一、植物杀虫剂对三化螟幼虫内吸致毒作用测试装置

团隔绝试管管口上下部分，使试虫不能下行接触药剂，药剂蒸气不能上行产生薰蒸作用。用1000毫升烧杯放置供试药液，如新鲜植物抽提液3毫升（相当于5克新鲜样品），加入“0204”（系一种混合型乳化剂，成分为聚氧乙基蓖麻油醚和十二烷基苯磺酸钙）5—10滴，水147毫升。对照组则加入同量乳化剂、丙酮和水。将装好秧苗的试管放入烧杯内，每杯5管即重复5次。秧苗吸收药液24小时后，接入蚊蝇，每管20头左右，管口包扎黑布。24小时后检查茎内外死活虫数。以入侵率、入侵后死亡率及总死亡率作为评价药效的标准。

## 2. 稻瘠蚊 (*Orseolia oryzae*)

### (1) 对产卵的忌避作用

用200毫升烧杯装以稻田土，插入8天秧龄的秧苗8—10条，保持浅水层，然后进行药液喷雾，以测定药效，每处理重复3次，对照喷清水。将处理苗及对照苗均放在一笼罩内，每笼接入稻瘠蚊雌虫13头。在笼内外围加纱布保湿，接虫后第三天用放大镜检查各处理的产卵数，以评定各种处理对稻瘠蚊产卵的忌避作用。对标葱的防治效果，将上述处理秧苗放入花盆中，标葱出齐后调查标葱率。

## 3. 褐稻虱 (*Nilaparvata lugens*)

### (1) 浸渍忌避作用——忌避中浓度的测定

剪取分蘖盛期或孕穗期的水稻茎长11厘米，于6厘米处用红铅笔划一圈，以划分对照与处理，处理部分放入一定浓度的药液中浸渍片刻即取出，吹干后，用湿棉花包扎基部，放入1.7×12厘米的平底试管中，然后接入2—3龄若虫20头左右，24小时后检查飞虱着落情况，计算着落率及忌避率，用生物统计方法求出药剂对飞虱的忌避中浓度。

### (2) 喷雾忌避作用

分别在烧杯及网室小区中进行。用500毫升烧杯装土后，插入5棵分蘖盛期的稻苗。待稻苗正常后，用6%印楝油、苦楝提取物及川楝提取物进行喷雾，处理苗与对照苗同罩于一个养虫笼中，每笼2杯，然后接入4—5龄飞虱若虫约20头，让其选择着落，定苗分别记录虫数，计算忌避率。

网室小区与田间情况相似，面积0.8×0.4平方米。自然感染一定数量的飞虱后喷雾，24及96小时后检查各处理虫数，计算飞虱的避忌效果。

## 4. 水稻小叶夜蛾 (*Spodoptera abyssina*)

从温室盆栽水稻上采回4—5龄水稻小叶夜蛾幼虫饥饿4—5小时后供试。

拒食作用的测定方法是：于直径9厘米的培养皿中铺两层纸，加水湿润，供试的水稻叶片3厘米长，浸于试样的丙酮溶液中1秒钟（对照用丙酮），拿出晾干，每培养皿针插4个叶片，其中对照、处理各2片，每皿接虫2头，重复6—8次，12小时后用坐标纸法测量被吃掉的面积，计算各处理的拒食效果。

## 5. 白脉粘虫 (*Leucania venalba*)

拒食试验方法与水稻小叶夜蛾相同，从温室盆栽水稻上收集5龄幼虫供试。

## 6. 斜纹夜蛾 (*Prodenia litura*)

拒食试验方法与水稻小叶夜蛾基本相同，用直径21厘米的打孔器将芥兰 (*Brassica alboglabra* Bailey) 菜叶制成圆叶片，将叶片用药剂丙酮液处理后及对照（只浸丙

酮)的供三龄幼虫选食。

#### 7. 菜青虫 (*Pieris rapae*)

用田间采回经饲喂3—4天确定其不带病毒的5龄幼虫,拒食测定方法与水稻小叶夜蛾相同。对生长发育影响测定用点滴法,用微量点滴器每头滴2微升药液于幼虫前胸背板上,给以新鲜菜叶,逐日观察效果。

#### 8. 亚洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)

##### (1) 饲喂法

挑取人工饲料饲养的3—4龄玉米螟幼虫于玻璃瓶内,饥饿24小时后供试。将不同试样的丙酮药液,按一定浓度和人工饲料混匀(人工饲料配方 见周大荣等 1980),置电风扇下吹风20分钟,使丙酮挥发,对照组饲料内只加丙酮。让饥饿过的试虫取食处理饲料24—48小时,取食前后称其体重,按体重的增加量来判断试虫的取食情况,然后将试虫又置于新鲜的人工饲料中饲养,观察幼虫的化蛹、羽化等生长发育情况。

##### (2) 点滴法

挑取人工饲养的玉米螟五龄幼虫,于冰箱内冷冻至昏迷,然后用微量点滴器在试虫前胸背板上滴试样的丙酮药液2 ul/头,对照组仅滴等量的丙酮,然后移入正常饲料中饲养,观察试虫的死亡数和生长发育情况。

#### 9. 红脚异丽金龟蚅 (*Anomala cupripes*)

##### (1) 叶片法

用打孔器(直径为18mm)将豆角(*Vigna sesquipedalis* (L))叶打成叶片,于丙酮药液中浸1秒钟,对照仅浸丙酮,晾干后,于同一培养皿(直径为11.5厘米)中针插处理及对照叶片各3片,呈梅花形排布,每皿接虫2头,接虫后12小时观察试虫的取食反应。

另一方法是以每片豆角(或柑桔)叶的中脉为界,一半涂布丙酮药液,另一半涂对照液(丙酮),叶柄用湿脱脂棉保湿,置于圆柱型小铁网笼(高11厘米,底面积78.5平方厘米)中,每笼接虫4头,24小时后检查取食叶面积的级差。

##### (2) 盆栽试验

于盆栽花生苗上用玻璃三角瓶喷雾器喷施印楝油(加1%0204乳化剂)等,对照喷施等量的乳化剂水溶液,随后加盖铁纱罩笼,每盆接虫9—10头,接虫后10天检查效果。

上述处理所用的红脚异丽金龟蚅于黑光灯下收集,并经饥饿一天后供试验用。

#### 10. 柑桔木虱 (*Diaphorina citri*)

##### (1) 忌避作用

木虱成虫具有选择柑桔发芽期及新梢期取食和于嫩芽上产卵的习性,故选取盆栽(或田间)柑桔发芽期(即萌发至芽长5公分左右)及自剪期(嫩芽伸长到一定长度,顶芽自行脱落的阶段)的苗木进行试验,供试成虫采自田间或室外罩笼饲养,经饥饿8—17小时后使用。

室外罩笼试验:选取上述芽期盆栽柑苗(高约40—70公分)6盆(每盆栽有2—3株),一半(3盆)喷施楝科植物油药液处理,另一半为对照(加喷乳化剂水溶液),然后分别移入150×145×100公分铁纱笼内的两端,两者中间最近距离54公分,待柑苗

叶片药液晾干后，于笼内中间点释放成虫，让其自由选择着落，从第二天开始，每天上、下午分别调查各处理苗木成虫着落数。试验苗木为发芽期的连续观察5—6天，自剪期苗木处理的连续观察10天。

田间试验：选取二年生上述芽期柑桔苗木两行6株（行距35公分，株距55公分），处理与对照相互相隔一株，让田间虫源自由选择着落，调查方法同上述罩笼试验。

### （2）触杀试验

成虫：从田间捕得成虫，放入罩笼内芽期柑桔上，待1—2天试虫着落稳定后喷药。

若虫：选用盆栽萌发嫩芽的柑桔，用毛笔小心接引1—2龄或3—4龄若虫于新叶上，待若虫生长正常即施药。田间试验，选在柑桔苗木梢期，本虱若虫自然繁殖较多的幼树，经调查虫口密度后用手提喷雾器施药。

### 11. 柑桔桔蚜 (*Aphis citricidii*) 及二叉蚜 (*Toxoptera aurantii*)

忌避作用的测定：将供试植物药液（加1%0204乳化剂）均匀喷于所剪取的柑桔幼嫩枝条上，稍晾干药液，即取处理与对照（仅喷等量乳化剂水溶液）枝条，分别插于同一烧杯（250ml）封口圆型硬纸盖相对方向的两个洞口内，烧杯装有自来水以维持柑桔枝条的活力，然后剪取带有一定数量桔蚜或二叉蚜的柑桔叶片小块，置于烧杯纸盖两枝枝条的中间，待带虫叶块失水枯萎，蚜虫便自动脱离选择去向，15小时后分别调查处理和对照枝条上着落的蚜虫数。

所有室内试验每项处理都重复3—8次，每天记录温湿度。试验数据用邓肯氏新的多范围检查法（DMRT）（Steel et al 1960）及“t”值检验法以求出处理间的差异显著性。拒食率或忌避率除褐稻虱管测法及稻梗蚊烧杯法之外，一般用下列公式计算：

$$\text{拒食率}(\%) = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

A——表示对照组平均着落虫数或平均被取食叶片面积（以mm<sup>2</sup>为单位）

B——表示处理组平均着落虫数或平均被取食叶片面积（mm<sup>2</sup>）

## 三、试验结果

### 1. 水稻害虫

供试的水稻害虫有三化螟、褐稻虱、稻瘿蚊、水稻小叶夜蛾、白脉粘虫、稻蓊马及叶蝉等，结果比较显著的有前五种。对三化螟初孵幼虫的初步试验，发现共有14种植物具有不同程度的内吸毒杀活性（赵善欢 张兴 1982）。川楝及苦楝的各种样品，除种核的石油醚抽提物外，均表现较高的内吸活性（表1，2）。值得注意的是印楝素在125ppm对幼虫没有拒食和内吸毒杀作用，这与相同浓度的川楝素显然不同（表3）。卫矛科的苦树及雷公藤均表现较高的内吸毒杀作用。与楝科植物油类的性质相反，苦树弱极性溶剂抽提物的内吸活性高于极性溶剂的抽提物\*。杜鹃花种的黄杜鹃的根、叶具有显著的

\* 室内试验结果，苦树根皮乙酸抽提物根区施于盆栽水稻每升2毫升，对稻蓊马防治效果达85.7%，初步表明有内吸作用。

内吸毒杀效果。菊科中与含有早熟素 (Precocenes) 的 *Ageratum houstonianum* 的近缘种胜红蓟 (*A. conyzoides*) 亦具有一定的内吸毒杀活性。

表 1 川楝及苦楝各部位新鲜样本提取物对三化螟幼虫的内吸毒杀作用<sup>(1)</sup>

(广州, 1981年8月)

| 样 本 名 称 | 采 用 部 位 | 观测死亡率 (%) <sup>(2)</sup> | 校正死亡率 (%) <sup>(3)</sup> |
|---------|---------|--------------------------|--------------------------|
| 苦 楝     | 根       | 87.3 a                   | 85.0                     |
| 苦 楝     | 枝干木质部   | 75.4 a                   | 71.0                     |
| 苦 楝     | 树 皮     | 87.4 a                   | 85.0                     |
| 苦 楝     | 叶       | 48.4 b                   | 39.1                     |
| 川 楝     | 树 皮     | 78.2 a b                 | 74.5                     |
| 川 楝     | 叶       | 78.4 a b                 | 74.6                     |
| 川 楝     | 根       | 74.7 a b                 | 70.1                     |
| 川 楝     | 枝干木质部   | 59.2 b                   | 51.8                     |
| 对 照     | —       | 15.3 c                   | —                        |

注: (1) 各样本均取用新鲜材料10克, 用丙酮抽提, 浓缩抽液至6毫升。试验时取浓缩液3毫升, 稀释50倍。

(2) 栏内数字是根据五次重复中死、活虫的平均数所求得。数列后标相同字母(a, b, c)者, 表示在方差分析中(DMRT法)于5%水准上无显著差异。

(3) 校正死亡率 =  $\frac{\text{对照组存活率} - \text{处理组存活率}}{\text{对照组存活率}} \times 100$

对褐稻虱我们进行了实验室、盆栽和小区试验, 结果表明印楝油、川楝及苦楝种核石油醚抽提物对若虫具有明显的拒食作用。根据三种样品不同浓度测定的数据, 用机率一对数换算, 求出药剂对2—3龄若虫的拒食中浓度(Median anti-feedant concentration  $\text{AFC}_{50}$ ), 分别为:

印楝油 0.518%

川楝种核石油醚抽提物 0.591%

苦楝种核石油醚抽提物 1.157%

即上述浓度可使飞虱若虫种群50%不取食。因此, 可见川楝石油醚抽提物的 $\text{AFC}_{50}$ 与印楝油接近, 而苦楝的则较差(表4)(图2)。网室小区初步试验结果表明用6%印楝油喷雾拒食效果最好(表5), 川楝及苦楝石油醚抽提物较差。小区内褐稻虱的成虫及若虫密度是很高的, 但喷后10天, 印楝油处理的稻苗仍然保持青绿状态, 而对照的早已枯死。这些试验结果与菲律宾国际水稻研究所(Saxena *et al* 1979, Tu *et al* 1981)所获的基本上是一致的。

表 2

几种楝科植物及苦树的不同样本对三化螟幼虫  
的拒食及内吸毒杀作用<sup>(1)</sup>

(广州, 1981年 8 月)

| 样 本 名 称                   | 浓 度     | 入 侵 情 况      |                       | 观察死亡率 <sup>(3)</sup><br>(%) | 校 正<br>死亡率<br>(%) |
|---------------------------|---------|--------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|
|                           |         | 入 侵 率<br>(%) | 入 侵 后<br>死 亡 率<br>(%) |                             |                   |
| 苦树根皮粉石油醚提份结晶              | 1000ppm | 34.3         | 90.9                  | 81.4 a                      | 78.0              |
| 苦树根皮粉甲醇提份结晶               | 1000ppm | 49.5         | 52.8                  | 57.9 b                      | 50.2              |
| 苦树根皮粉乙醇抽提液                | 1 %     | 69.6         | 72.4                  | 68.8 a b                    | 63.1              |
| 苦树根皮粉乙醇抽提液                | 1 %     | 57.4         | 65.5                  | 72.3 a                      | 67.2              |
| 川 楝 素                     | 500ppm  | 24.7         | 91.2                  | 80.7 a                      | 77.2              |
| 川楝种核粉乙醇抽提液                | 1 %     | 52.2         | 58.6                  | 72.4 a                      | 67.3              |
| 川楝种核粉石油醚抽提液               | 0.67%   | 62.6         | 22.6                  | 30.0 c                      | 17.2              |
| 苦楝种核粉乙醇抽提液                | 1 %     | 44.6         | 53.3                  | 57.4 b                      | 49.6              |
| 苦楝种核粉石油醚抽提液               | 0.67%   | 70.2         | 15.2                  | 21.3 c                      | 6.9               |
| 印 楝 油                     | 0.5%    | 42.7         | 6.9                   | 11.0 c                      | 0                 |
| 印楝种子粉丙酮抽提液 <sup>(2)</sup> | 2 %     |              |                       | 12.4 c                      | 0                 |
| 对 照                       | —       | 64.7         | 15.5                  | 15.5 c                      | —                 |

注: (1) 各样本均按一定浓度配制150毫升供试, 所有试验结果数据均据五次重复的平均数所求得。

(2) 称取干种子粉2.5克, 抽提后, 浓缩抽提液至3毫升。试验时用水稀释浓缩液至2%的浓度。

(3) 栏内数列后标相同字母者, 表示在方差分析中(DMRT法)于5%水准上无显著差异。

表 3

## 印楝素及川楝素对三化螟幼虫的内吸毒杀作用

(广州, 1981年 8 月)

| 样 本 名 称 | 浓 度<br>(ppm) | 入 侵 情 况      |              | 观 察 死 亡 率<br>(%) |
|---------|--------------|--------------|--------------|------------------|
|         |              | 入 侵 率<br>(%) | 侵入死亡率<br>(%) |                  |
| 川 楝 素   | 125          | 25.0 a       | 28.0 a       | 24.0 a           |
| 印 楝 素   | 125          | 78.5 b       | 4.4 b        | 6.03 b           |
| 对 照     | —            | 88.8 b       | 0 b          | 0 b              |

注: 所有试验结果数据, 均据十次重复的平均数所求得。各栏数列后标相同字母者, 表示在方差分析(DMRT法)中于5%水准上无显著差异, 而标不同字母者, 表示不但在5%水准上, 而且在1%水准上差异显著。

此外，我们发现50%印楝油及苦楝石油醚抽提物喷雾对褐稻虱3龄若虫具有微弱的触杀作用，处理24小时后死亡率分别为15.9%及25.1%。

**表 4 印楝油及川楝、苦楝种核石油醚抽提物对褐稻虱若虫的拒食作用**  
(广州, 1981年7月)

| 样本名称     | 浓度<br>(%) | 平均<br>虫数 | 飞虱着落情况 |      | 着落率<br>(%) | 拒食率<br>(%) | 备 注                                                       |
|----------|-----------|----------|--------|------|------------|------------|-----------------------------------------------------------|
|          |           |          | 处理     | 对照   |            |            |                                                           |
| 印楝油      | 0.04      | 32.2     | 13.0   | 19.2 | 40.37      | 19.25      | 试验室温26.4℃<br>相对湿度92.3%<br>回归方程:<br>$Y = 3.6847 + 0.7671x$ |
|          | 0.08      | 27.8     | 10.3   | 17.5 | 37.05      | 25.90      |                                                           |
|          | 0.16      | 25.7     | 8.0    | 17.7 | 31.13      | 37.74      |                                                           |
|          | 0.32      | 23.7     | 6.8    | 16.9 | 28.69      | 42.62      |                                                           |
|          | 0.72      | 19.3     | 4.4    | 14.9 | 22.79      | 54.40      |                                                           |
|          | 1.44      | 17.8     | 3.3    | 14.5 | 18.54      | 62.92      |                                                           |
| 川楝石油醚抽提物 | 0.03      | 22.9     | 10.1   | 12.8 | 44.10      | 11.79      | 试验室温25.3℃<br>相对湿度95%<br>回归方程:<br>$Y = 3.489 + 0.853x$     |
|          | 0.09      | 23.7     | 8.8    | 14.9 | 37.13      | 25.74      |                                                           |
|          | 0.27      | 23.4     | 6.9    | 16.5 | 29.49      | 41.03      |                                                           |
|          | 0.81      | 19.7     | 4.4    | 15.3 | 22.33      | 55.32      |                                                           |
|          | 2.43      | 23.6     | 3.8    | 19.8 | 16.10      | 67.80      |                                                           |
| 苦楝石油醚抽提物 | 0.2       | 22.3     | 9.4    | 12.9 | 42.50      | 15.70      | 试验室温27.1℃<br>相对湿度95%<br>回归方程:<br>$Y = 2.429 + 1.2469x$    |
|          | 0.4       | 28.6     | 10.3   | 18.3 | 36.01      | 27.97      |                                                           |
|          | 0.8       | 30.6     | 8.3    | 22.3 | 27.12      | 45.75      |                                                           |
|          | 1.6       | 23.0     | 5.1    | 17.9 | 22.17      | 55.65      |                                                           |
|          | 3.2       | 8.8      | 2.8    | 16.0 | 14.90      | 70.21      |                                                           |

注：每处理为10次重复，供试若虫均为2-3龄

$$\text{拒食率}(\%) = \frac{B - A}{A + B} \times 100$$

$$\text{着落率}(\%) = \frac{A}{A + B} \times 100$$

A——处理组虫数

B——对照组虫数

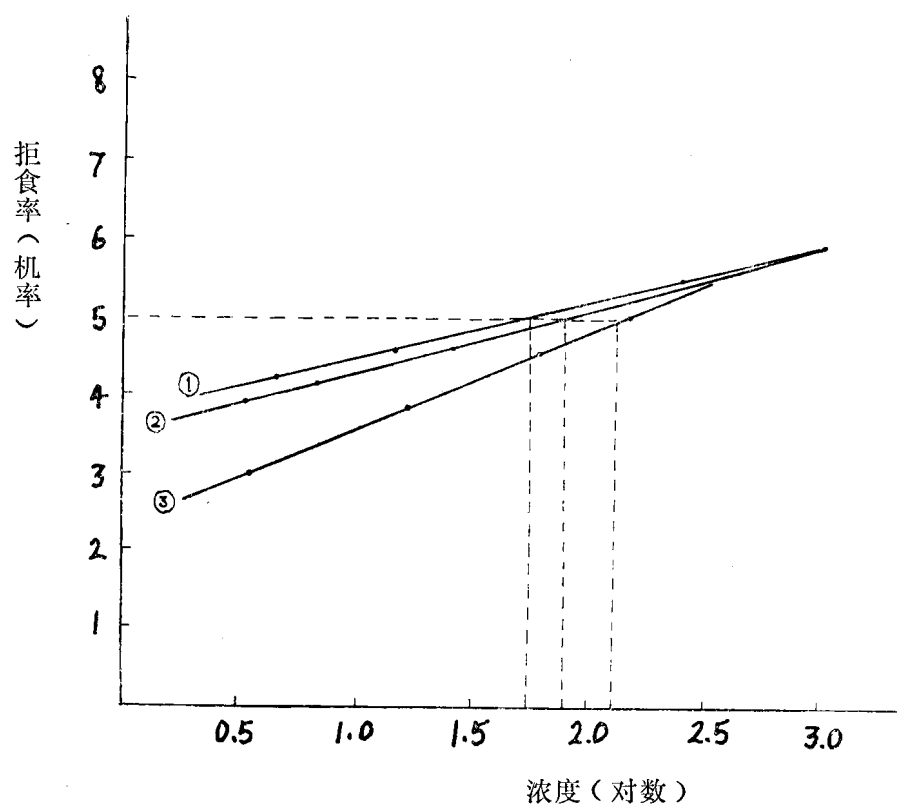


图2 印楝油及川楝、苦楝石油醚抽提物对褐稻虱若虫拒食中浓度回归直线。

①印楝油  $y = 3.684 + 0.7671x$

②川楝种核石油醚抽提物  $y = 3.4890 + 0.853x$

③苦楝种核石油醚抽提物  $y = 2.4291 + 1.2459x$

表5 印楝油及川楝、苦楝石油醚抽提物对褐稻虱成、若虫小区忌避作用

(广州, 1981年6月)

| 处 理                 | 药后24小时<br>残存虫数 <sup>(1)</sup> |                    | 忌 避 率<br>(%) |       | 药后96小时<br>残存虫数 <sup>(1)</sup> |                    | 忌 避 率<br>(%) |       |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|-------|-------------------------------|--------------------|--------------|-------|
|                     | 成虫                            | 若虫                 | 成虫           | 若虫    | 成虫                            | 若虫                 | 成虫           | 若虫    |
| 6%印楝油               | 5.29 <sub>c</sub>             | 2.00 <sub>c</sub>  | 69.24        | 83.66 | 5.59 <sub>c</sub>             | 0.88 <sub>c</sub>  | 47.21        | 77.66 |
| 6%川楝种核<br>石油醚抽提物    | 12.41 <sub>b</sub>            | 4.82 <sub>b</sub>  | 27.85        | 60.62 | 7.35 <sub>bc</sub>            | 2.88 <sub>ab</sub> | 30.59        | 26.90 |
| 6%苦楝种核<br>石油醚抽提物    | 16.06 <sub>a</sub>            | 11.53 <sub>a</sub> | 6.63         | 5.80  | 11.45 <sub>a</sub>            | 2.18 <sub>b</sub>  | -8.31        | 44.67 |
| 对 照<br>(施1%0204乳化剂) | 17.12 <sub>a</sub>            | 12.24 <sub>a</sub> |              |       | 10.59 <sub>ab</sub>           | 3.94 <sub>a</sub>  |              |       |

注: (1) 残存活虫数是小区内每科的平均数, 栏内数列后标相同字母者, 表示在方差分析中 (DMRT法) 于5%水准上无显著差异。

对稻瘿蚊雌虫产卵忌避作用试验应用0.5%印楝油或1%川楝、苦楝种核乙醇及石油醚抽提物喷雾效果明显, 而以苦楝种核乙醇抽提物为最高 (表6)。此外, 同样处理对防治幼虫为害, 减少标葱率亦有一定的作用 (表7)。1980年我们曾用印楝、川楝及苦楝种子磨成的粗粉作水稻根区施用盆栽试验结果表明每亩用粉10斤对稻瘿蚊有一定的防效 (赵善欢等 1981)。这些初步试验结果为防治稻瘿蚊为害提供了新的途径。

表6 楝科植物质对稻瘿蚊成虫产卵的忌避作用

(广州, 1981年7月)

| 样 本 名 称    | 浓 度<br>(%) | 对 照 组<br>卵 粒 数 | 处 理 组<br>卵 粒 数 | 忌 避 率<br>(%)        |
|------------|------------|----------------|----------------|---------------------|
| 苦楝种核石油醚抽提物 | 1          | 678            | 65             | 82.26 <sub>b</sub>  |
| 苦楝种核乙醇抽提物  | 1          | 968            | 13             | 97.35 <sub>a</sub>  |
| 川楝种核石油醚抽提物 | 1          | 567            | 50             | 83.79 <sub>ab</sub> |
| 川楝种核乙醇抽提物  | 1          | 458            | 66             | 74.81 <sub>b</sub>  |
| 印楝油        | 0.5        | 754            | 134            | 69.82 <sub>b</sub>  |

注: 栏内试验数据是以三次重复的平均数所求得, 数据后标相同字母者, 表示在方差分析中 (DMRT法) 于5%水准上无显著差异。

表 7

印楝等植物物质对稻瘰蚊为害的防治试验

(广州, 1981年7月)

| 供 试 样 本        | 处 理 |      |            | 对 照 |      |       | 防治效果<br>(%) |
|----------------|-----|------|------------|-----|------|-------|-------------|
|                | 总苗数 | 标葱苗数 | 标葱率<br>(%) | 总苗数 | 标葱苗数 | 标葱率   |             |
| 0.5%印楝油        | 23  | 2    | 8.70       | 22  | 9    | 40.91 | 78.73       |
| 0.5%川楝种核石油醚抽提物 | 25  | 6    | 24.00      | 56  | 56   | 100   | 76.00       |
| 0.5%苦楝种核石油醚抽提物 | 24  | 6    | 25.00      | 30  | 17   | 56.67 | 55.88       |
| 0.5%苦楝种核乙醇抽提物  | 38  | 29   | 76.32      | 46  | 41   | 89.13 | 14.37       |
| 1%印楝油          | 21  | 1    | 4.55       | 42  | 42   | 100   | 95.45       |
| 1%川楝种核石油醚抽提物   | 24  | 4    | 16.67      | 37  | 19   | 51.35 | 67.54       |
| 1%川楝种核乙醇抽提物    | 29  | 4    | 13.79      | 19  | 4    | 21.05 | 34.49       |
| 1%苦楝种核乙醇抽提物    | 23  | 4    | 17.39      | 24  | 16   | 66.67 | 73.92       |
| 1%0204乳化剂水溶液   | 25  | 22   | 88.00      | 36  | 27   | 75.00 | —           |

根据过去楝科植物对夜蛾科幼虫曾报导有明显的拒食作用(Warthen et al 1978), 我们测试二种为害水稻的夜蛾科幼虫。楝科多种样本对水稻小叶夜蛾4—5龄幼虫都有较明显的拒食作用(表8)。印楝油和苦楝、川楝的石油醚、乙醇抽提物在5%浓度的处理比较, 以苦楝种核乙醇抽提物的活性最强, 拒食率高达99.8%, 苦楝种核石油醚抽提物和印楝油次之, 拒食率为90%左右。川楝种核石油醚抽提物的活性最低, 拒食率为65.2%。0.5%的川楝素亦具有较高的拒食效果。

表 8 几种楝科植物抽提物对水稻小叶夜蛾幼虫的拒食效应<sup>(1)</sup>

(广州, 1981年7月)

| 样 本 名 称    | 浓度<br>(%) | 对 照                      | 处 理                      | 拒食率 <sup>(2)</sup><br>(%) |
|------------|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|            |           | 被取食叶面积(mm <sup>2</sup> ) | 被取食叶面积(mm <sup>2</sup> ) |                           |
| 印 楝 油      | 5         | 353                      | 40.6                     | 88.5 b                    |
| 川楝种核乙醇抽提物  | 5         | 457                      | 67                       | 85.3 bc                   |
| 川楝种核石油醚抽提物 | 5         | 577                      | 201                      | 65.2 c                    |
| 川 楝 素      | 0.1       | 459                      | 108                      | 76.5 bc                   |
| 苦楝种核石油醚抽提物 | 5         | 208                      | 20.6                     | 90.1 b                    |
| 苦楝种核乙醇抽提物  | 5         | 262                      | 0.4                      | 99.8 a                    |

注: (1) 苦楝的两个样本每处理重复八次, 每块叶片面积为270平方毫米, 其余样本每处理重复六次, 每块叶片面积为330平方毫米。取食叶面积栏内数据为各处理内各重复的平均数。

(2) 栏内数列后标相同字母者, 表示在方差分析(DMRT法)中于5%水准上无显著差异。

对白脉粘虫 5 龄幼虫的试验结果（表 9）表明，2 % 印楝油的活性最高，拒食率达 92%，3 % 苦楝、川楝种核乙醇抽提物及 2 % 川楝种核石油醚抽提物次之，2 % 苦楝种核石油醚抽提物最低，但在取食面积上经 t-检验，在 5 % 水准上比对照差异显著。从上述两种夜蛾科幼虫的试验结果表明，从印楝种子压榨得来的印楝油具有强烈的拒食作用，而苦楝及川楝种核所含有拒食活性的化学成分则分配于极性（乙醇）及非极性（石油醚）溶剂之中。

表 9 几种楝科植物抽提物对白脉粘虫的拒食效应<sup>(1)</sup>

（广州，1981年 8 月）

| 处 理        | 浓度<br>(%) | 对 照                      | 处 理                      | 拒食率 <sup>(2)</sup><br>(%) |
|------------|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|            |           | 被取食叶面积(mm <sup>2</sup> ) | 被取食叶面积(mm <sup>2</sup> ) |                           |
| 印 楝 油      | 2         | 417                      | 8.8                      | 91.9 a                    |
| 苦楝种核乙醇抽提物  | 3         | 373                      | 118.4                    | 68.3 b                    |
| 苦楝种核石油醚抽提物 | 2         | 414.8                    | 264.4                    | 36.3 c                    |
| 川楝种核乙醇抽提物  | 3         | 312.5                    | 129.7                    | 58.5 b                    |
| 川楝种核石油醚抽提物 | 2         | 252                      | 60.2                     | 76.1 b                    |

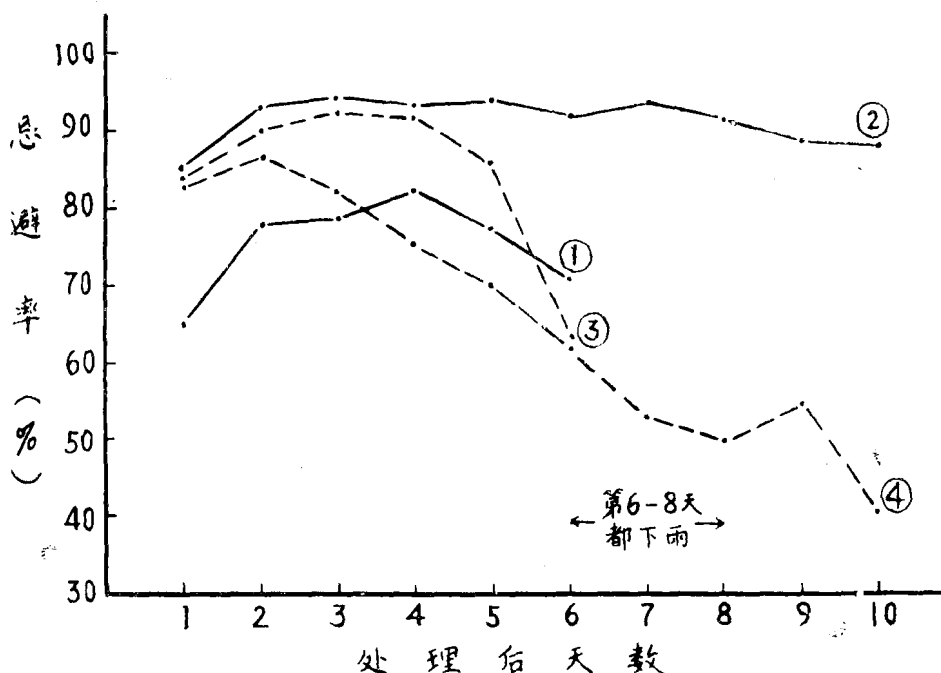
注：（1）苦楝和川楝的乙醇抽提物处理中，每块叶面积为 270 平方毫米，每处理重复 8 次。其余处理中，每块叶面积为 210 平方毫米，每处理重复 5 次；取食叶面积栏内数据为各处理内各重复的平均数。

（2）栏内数列后标相同字母者，表示在方差分析（DMRT）中于 5 % 水准上无显著差异

## 2. 柑桔害虫

我们对柑桔害虫的研究着重楝科植物制剂对柑桔木虱的忌避及拒食试验。室外养虫笼及田间的试验结果表明，1.4 % 印楝油喷雾无论在柑桔的发芽期或自剪期对木虱成虫都有明显的忌避作用（图三）。除因田间自剪期在喷药后第 6 ~ 8 天连续 3 天下雨及对对照树因潜叶蛾为害叶片有所卷缩效果受到一些影响外，处理的忌避率都在 60 % 以上。其中以喷后 1 ~ 5 天的效果较高，室外养虫笼的自剪期试验（即顶芽自行脱落的情况下无新芽继续生长）喷药后第 2 天至 10 天忌避率保持在 90 % 左右。但柑桔在发芽期用印楝油处理后，由于嫩芽迅速抽发，一般 5 ~ 6 天后，忌避作用就明显下降。必须指出，这时夏、秋梢芽小叶片已张开，木虱产卵已明显下降。根据调查，喷印楝油后，木虱产卵为害嫩芽率（包括孵化出来的若虫）在养虫笼中为 25.8 %，在田间则为 9.3 %，与对照树有明显的差别，因此也有一定的效果的。

1982 年我们在网室养虫笼内进行二次试验，结果（表 10）表明在发芽期用 2 % 川楝种核石油醚喷雾对木虱成虫有明显的忌避作用，但比 1.4 % 印楝油效果稍低，残效期也较短。



图三. 1.4%印楝油喷雾对柑桔木虱成虫忌避试验

①罩笼发芽期 ②罩笼自剪期 ③田间发芽期 ④田间自剪期

注: 柑桔发芽期罩笼、田间试验分别于9月29日、10月16日施药, 自剪期则分别于10月12日、26日施药。试验期间气温为22—27℃。

表10

川楝抽提物喷雾对柑桔木虱忌避作用的罩笼试验<sup>[1]</sup>

(广州, 1982年)

| 施药后<br>天数 | 第一次试验(1月15日~23日) <sup>(2)</sup> |      |            | 第二次试验(1月27日~2月5日) <sup>(3)</sup> |       |            |
|-----------|---------------------------------|------|------------|----------------------------------|-------|------------|
|           | 木虱成虫着落虫数(头)                     |      | 忌避率<br>(%) | 木虱成虫着落虫数(头)                      |       | 忌避率<br>(%) |
|           | 处 理                             | 对 照  |            | 处 理                              | 对 照   |            |
| 第一天       | 13.5                            | 31   | 56.5       | 10                               | 101.5 | 90.1       |
| 第二天       | 11.5                            | 46   | 75.0       | 8.5                              | 98.5  | 91.4       |
| 第三天       | 10.5                            | 43   | 75.6       | 9.5                              | 82    | 88.4       |
| 第四天       | 12                              | 39.5 | 69.6       | 9.5                              | 69    | 86.2       |
| 第五天       | 13                              | 37   | 64.9       | 9.5                              | 57    | 83.3       |
| 第六天       | 13.5                            | 27   | 50.0       | 9.5                              | 43.5  | 78.2       |
| 第七天       | 10.5                            | 24.5 | 57.1       | 11                               | 41    | 73.2       |
| 第八天       | 13.5                            | 19.5 | 30.8       | 13                               | 34    | 61.8       |

注: (1) 供试川楝抽提物为2%川楝种核石油醚抽提物。

(2) 第一次试验用盆栽柑桔, 芽长1—1.5cm, 试验期间平均气温20.2℃。

(3) 第二次试验用盆栽甜橙, 芽长1—3cm, 试验期间平均气温21.4℃。

根据我们观察,印楝油对木虱成虫及若虫有强的触杀作用,并且对若虫生长发育有抑制作用,喷药后若虫变成虫的羽化率显著降低。田间试验表明,1.4%印楝油对柑桔潜叶蛾(*Phyllocnistis citrella*)在梢期每隔4—5天喷一次,共喷3—4次,对防治幼虫效果良好,苗木新梢的好叶率达90%以上。用1.4%的印楝油、川楝及苦楝石油醚抽提物喷雾对柑桔红蜘蛛(*Panonychus citri*)有较高的触杀效果,死亡率达80—99%。实验室初步试验表明4%印楝油、川楝及苦楝石油醚抽提物对桔蚜(*Aphis citricidus*)均有相当强的忌避作用(表11),同时还有一定的触杀作用。田间观察1.4%印楝油喷雾对柑桔二叉蚜(*Toxoptea aurantii*)有明显的忌避作用,川楝素500ppm喷雾后48小时对柑桔二叉蚜的忌避率为63%。值得注意的是一些挥发油如山苍子、香茅油、橙油等对蚜虫表现微弱甚至完全没有忌避作用。

表11 几种楝科植物抽提物对桔蚜的忌避试验 (广州,1981年8月)

| 处 理          | 施药后15小时       |               |            | 施药后40小时       |               |            |
|--------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|------------|
|              | 对 照 组<br>着落虫数 | 处 理 组<br>着落虫数 | 忌避率<br>(%) | 对 照 组<br>着落虫数 | 处 理 组<br>着落虫数 | 忌避率<br>(%) |
| 4%川楝种核石油醚抽提物 | 36.75         | 8.63          | 76.5       | 33.38         | 5.00          | 85.0       |
| 4%印楝油        | 36.25         | 10.38         | 71.4       | 54.75         | 10.00         | 81.7       |
| 4%苦楝种核石油醚抽提物 | 30.75         | 6.38          | 79.3       | 31.75         | 6.00          | 81.1       |
| 4%大叶山楝油      | 35.88         | 13.25         | 63.1       | 41.50         | 10.63         | 74.4       |

注:本试验重复8次,各处理内对照和处理组的着落虫数经t-检验,在1%水准上差异显著,忌避率经DMRT法分析,在5%水准上差异不显著。

### 3. 蔬菜害虫

由于植物杀虫剂不污染环境、不产生残毒的优点,我们认为在蔬菜害虫防治上的应用是有前途的。1981年我们和广州市微生物研究所协作开展了对菜青虫、斜纹夜蛾、菜缢管蚜及小菜蛾等试验。对5龄菜青虫的初步试验结果表明2%的印楝油拒食率达100%,川楝素、川楝石油醚抽提物及印楝素亦有较高的拒食作用,苦楝石油醚抽提物则较低(表12),对3龄幼虫也有相同的反应。值得注意的是对褐稻虱拒食作用的测定

表12 几种楝科植物对五龄菜青虫的拒食作用 (广州,1981年12月)

| 供 试<br>样 本                        | 名 称   | 印楝素   | 印楝油<br>(西德) | 川楝素   | 印楝油   | 苦楝种核<br>石油醚抽提物 | 川楝种核<br>石油醚抽提物 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|----------------|----------------|
|                                   | 浓度(%) | 0.01  | 2           | 0.01  | 2     | 2              | 2              |
| 平 均<br>取食面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 处 理   | 105.7 | 47.0        | 43.3  | 0     | 155.2          | 55.2           |
|                                   | 对 照   | 248.7 | 352.6       | 321.3 | 405.8 | 317.0          | 265.4          |
| 拒 食 率 (%)                         |       | 57.5  | 86.76       | 86.14 | 100   | 51.04          | 79.32          |

注:经t值检验,川楝素与印楝油(西德)的拒食率差异不显著

这三种楝科植物样品的活性比较也是同一倾向，其次我们用四种样品 2 ul/头点滴于菜青虫 5 龄幼虫前胸背板上，观察对变态的影响，发现对幼虫发育干扰最大的是印楝油（西德样品），供试的幼虫 30 头，所化的蛹全部为畸型，其中 4 头变为畸型蛹而死亡，12 头是蛹胸部开裂，几丁质不能形成，蛹胸部慢慢变褐色，后有褐色胶粘状液体流出，最后死亡，有 9 头蛹胸部虽不开裂，但口器变短。其余的虽然有一部分试图羽化，但因展翅不良而钻不出蛹壳，结果也死亡。此外，我们还看到幼虫不能蜕去旧表皮，身体透明，充满液体，可见中肠部分。另一种印楝油（粗油）（直接来源于印度）对幼虫也有影响，蛹虽有 95.83% 羽化，但约有三分之一展翅不良，腹部腹面表皮的蜡质层很薄。较纯的样品印楝素及川楝素（200ppm）对幼虫生长发育都没有干扰作用。因此可见对菜青虫干扰生长发育的成分主要存在于种核的油内（表 13）。

斜纹夜蛾是一种杂食性的害虫，楝科有效成分对它的拒食效果非常显著，2% 的印楝油，100ppm 的印楝素及川楝素对 3 龄幼虫的拒食率达 100%，2% 苦楝及川楝种核石油醚抽提物拒食效果亦高达约 90%，初步看来应用楝科植物防治这种暴食性害虫是有希望的（表 14）。

对广东蔬菜经常发生为害的菜缢管蚜（*Rhopalosiphum pseudobrassicae*）我们做了二次试验，发现 250ppm 川楝素喷雾对种群生长的抑制无效，5% 的印楝油（西德样品）及 0.5% 川楝种核石油醚抽提物喷后 10 天对蚜虫种群繁殖有显著的抑制作用。值得注意的是 0.15% 的昆虫保幼激素类似物 ZR-777 的效果超过楝油，处理的蚜虫大部分死亡，留下不死亡的个体都变为没有生殖板的超龄若虫，产生间接的不育效应，导致 10 天后种群不能增加（广东农林学院植物化学保护教研组 1976）（图四）。在印楝油或川楝石油醚抽提物的处理中未发现有超龄若虫的产生。

表 13 几种楝科物质对菜青虫变态的影响<sup>(1)</sup>  
(广州, 1981 年 12 月)

| 供试样本      | 浓度 (%) | 供试虫数 | 死 亡 |      |    | 存 活    |      | 化蛹率 <sup>(2)</sup> (%) | 羽化率 <sup>(2)</sup> (%) | 平均产卵量 (粒/每雌) |
|-----------|--------|------|-----|------|----|--------|------|------------------------|------------------------|--------------|
|           |        |      | 幼虫数 | 预蛹虫数 | 蛹数 | 化蛹虫数   | 羽化虫数 |                        |                        |              |
| 印楝素       | 0.02   | 29   | 1   | 1    | 0  | 27     | 24   | 93.10                  | 88.89                  | 4.25         |
| 川楝素       | 0.02   | 30   | 0   | 0    | 2  | 28     | 26   | 93.33                  | 92.86                  | 33.60        |
| 印楝油       | 20     | 28   | 2   | 2    | 1  | 24     | 23   | 85.71                  | 95.83                  | 33.60        |
| 印楝油 (西德)  | 20     | 30   | 1   | 4    | 25 | 全部为畸型蛹 | 0    | 83.33                  | 0                      | 0            |
| 对 照 (丙酮液) | —      | 30   | 0   | 0    | 0  | 30     | 29   | 100                    | 96.67                  | 28.60        |

注：（1）试验经 50 天后的最后检查，印楝素处理的有 3 只活蛹未羽化，其他处理及对照各有 1 只未羽化。

（2）经 t-值检验，印楝素与川楝素化蛹率的差异不显著，印楝油与对照的羽化率差异不显著。