

6种陆生植物提取物 对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性比较

林秀雁^{1,2}, 卢昌义^{1,1}

(1 厦门大学海洋与环境学院, 福建 厦门 361005 2 厦门市环境监测中心站, 福建 厦门 361004)

摘要: 对夹竹桃科 (Apocynaceae) 的红花夹竹桃 (*Nerium indicum* Mill) 和黄花夹竹桃 (*Thevetia peruviana* K. Schum.)、百合科 (Liliaceae) 的洋葱 (*Allium cepa* L) 和大蒜 (*A. sativum* L)、楝科 (Meliaceae) 的苦楝 (*Melia azedarach* L) 和印楝 (*Azadirachta indica* A. Juss) 等 6 种陆生植物的不同溶剂提取物对白脊藤壶 (*Balanus albicostatus* Pilsbry) 无节幼体的毒杀作用进行了比较研究。结果表明, 供试的楝科和夹竹桃科的 4 种植物提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性高于洋葱和大蒜; 不同提取物的毒杀活性与植物的种类及提取部位 (叶、花) 以及活性成分的类型有关, 用非极性有机溶剂提取的脂溶性提取物的毒杀活性高于极性溶剂提取物。处理 12 h, 0.3% 印楝素乳油的乙酸乙酯及 95% 乙醇稀释液的毒杀活性最高, LC_{100} 仅为 0.33 和 3.01 $g \cdot mL^{-1}$, 可作为防治海洋污损生物的植物资源进行进一步的开发利用。

关键词: 陆生植物提取物; 污损生物防除; 白脊藤壶; 红树林

中图分类号: Q178.53 S482.3⁺9 Q949.96 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2008)02-0022-06

Toxicity comparison of extracts from six terrestrial plants to larvae of *Balanus albicostatus* LIN Xi-yan^{1,2}, LU Chang-yi^{1,1} (1 College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China 2 Xiamen Environmental Monitoring Central Station, Xiamen 361004, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2008, 17(2): 22-27

Abstract The toxicity activities of different solvent extracts from six terrestrial plants including *Nerium indicum* Mill and *Thevetia peruviana* K. Schum. belonging to Apocynaceae, *Allium cepa* L. and *A. sativum* L. belonging to Liliaceae, *Melia azedarach* L. and *Azadirachta indica* A. Juss. belonging to Meliaceae to larvae of *Balanus albicostatus* Pilsbry were examined. The results showed that the toxicity activities of different solvent extracts from the four species belonging to Meliaceae and Apocynaceae were higher than that of *A. cepa* and *A. sativum*. The toxicity activities of these extracts to larvae of *B. albicostatus* were related to plant species, sampling tissue (leaf or flower) and type of active constituents, and the toxicity of fat-soluble extracts with non-polar organic solvents was higher than that of polar solvent extracts. The toxicity activities of ethyl acetate and 95% ethanol diluents of 0.3% azadirachtin emulsion were the highest for treating 12 h and LC_{100} was only about 0.33 and 3.01 $g \cdot mL^{-1}$ respectively, therefore, 0.3% azadirachtin emulsion can be further developed as the plant resources for antifouling.

Key words terrestrial plant extract; fouling organism controlling; *Balanus albicostatus* Pilsbry; mangrove

近年来, 在红树林生态修复工程的实施过程中发现海洋污损生物白脊藤壶 (*Balanus albicostatus* Pilsbry) 对红树幼林造成了严重危害, 成为严重影响红树幼苗正常生长发育的关键胁迫因子之一^[1]。

白脊藤壶属节肢动物门甲壳纲蔓足亚纲 (Cirripedia) 围胸目 (Thoracica) 海洋动物, 在中国海域内分布广泛。白脊藤壶的生活史包括 2 个阶段,

即无节幼体阶段和金星幼体阶段。在附着前, 无节

收稿日期: 2007-07-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40476040); 厦门市海洋与渔业局专项基金 (2006)

作者简介: 林秀雁 (1982-), 女, 福建厦门人, 硕士研究生, 主要研究方向为环境生态学。

¹ 通讯作者 E-mail: luc@xmu.edu.cn

幼体以浮游状态生活;发育到金星幼体阶段后开始寻找附着基,开始固着定居^[2-5]。在红树林区,红树的茎干是白脊藤壶常见的附着基,当白脊藤壶附着在红树上后,对红树植株的光合作用产生严重影响并妨碍红树茎干皮孔的新陈代谢。此外,白脊藤壶还可以形成多层附着,过厚过重的白脊藤壶负载也会造成红树幼苗折断死亡^[6-9]。因此,有效控制白脊藤壶的附着,毒杀或者阻止其幼体在红树茎干上的附着是防治白脊藤壶对红树林危害的重要方法。

涂抹防污涂料是一种常见的防污方法。三丁基氧化锡(TBTO)、有机铜和化学农药均被广泛应用于海洋污损生物的防除。然而,这些防污涂料含有有毒的化学成分,对目标物和非目标物均具有一定的毒杀作用,目前,TBTO已被禁止使用^[10]。因此,迫切需要找到无毒、可降解且具有专一性的TBTO替代产品。

从植物中开发“环境友好型”杀虫剂是当前研究者们关注的热点之一,从来源广泛、采摘易得、廉价的陆生植物中提取植物活性防污成分也将是一种很好的TBTO替代物选择。已有专利报道将辣椒(*Capsicum annuum* L.)中的辣椒碱作为海洋防污剂^[11]使用,也有使用生姜(*Zingiber officinale* Roscoe)提取物毒杀藤壶金星幼体^[12]的研究报道。作者选取了夹竹桃科(Apocynaceae)、百合科(Liliaceae)和楝科(Meliaceae)的6种陆生植物,采用不同方法和溶剂提取相应的活性组分,并研究了这些提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性,为生物性海洋防污剂的开发应用提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料

实验用洋葱(*Allium cepa* L.)和大蒜(*A. sativum* L.)购自农贸市场;红花夹竹桃(*Nerium indicum* Mill.)和黄花夹竹桃(*Thevetia peruviana* K. Schum.)的叶片和花采自厦门大学校园内;苦楝(*Melia azedarach* L.)果实采自厦门市郊;印楝(*Azadirachta indica* A. Juss.)果实的0.3%印楝素乳油为商品乳油,由云南中科生物产业公司生产。

采集红树植株上的白脊藤壶成体,室内催生出无节幼体后,以沙滤海水和扁藻(*Platymonas* spp.)培养至无节幼体①期,供实验用。

1.2 方法

1.2.1 植物提取物的制备 将洋葱、大蒜、红花夹竹桃和黄花夹竹桃的叶和花及苦楝的果实用清水洗净,自然晾干至表面干燥后,放入电热恒温鼓风干燥箱中于45℃~50℃烘24h,干燥后,用植物捣碎机打碎至粉状,过60目筛,备用。称取过筛后的植物干粉各1000g置于250mL带盖锥形瓶中,分别加入100mL的纯净水、95%乙醇和乙酸乙酯,于20℃下浸提48h,过滤后收集滤液;滤渣在相同条件下再按上述步骤重复浸提2次,合并3次滤液,分别得到各植物的水提取物、95%乙醇提取物和乙酸乙酯提取物。0.3%印楝素乳油直接用纯净水、95%乙醇和乙酸乙酯配制,分3次、每次间隔24h,各加入100mL水、95%乙醇和乙酸乙酯。

将圆底烧瓶标号后,置于恒温烘箱中烘至恒重,称其质量;分别加入100mL上述植物提取物,每种提取物设3个平行组,用旋转蒸发仪水浴恒温蒸干,蒸干后的圆底烧瓶置于恒温烘箱中烘至恒重,称其总质量,2次质量之差即为100mL提取液中含有的提取物质量。

1.2.2 毒杀活性的检测方法 于培养皿中各加入10个白脊藤壶无节幼体及沙滤海水与藻液的混合液10mL,每处理分别加入2、4、6、8和10mL提取物,以各自的纯溶剂作为对照,于25℃恒温条件下培养24h,加盖不充气,分别在3、6、9和12h用显微镜观察白脊藤壶无节幼体的死亡情况。每处理3次重复。

1.3 数据处理

提取物浓度的计算公式为: $C = (B - A) / 10Q$ 式中, C 为提取物浓度 ($g \cdot mL^{-1}$); B 为装有提取物的烧瓶烘干后的质量 (g); A 为未装入提取物前空烧瓶烘干后的质量 (g)。

分别计算6种植物的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体的致死浓度(LC_{100}),并用SPSS 13.0统计软件对实验数据进行处理和分析。

2 结果和分析

2.1 同科植物不同溶剂提取物毒杀活性的比较

2.1.1 印楝和苦楝提取物毒杀活性的比较 印楝是楝科(Meliaceae)印楝属(*Azadirachta* A. Juss.)植物,印楝素(azadirachtin)是一类从印楝中分离出来

的杀虫活性最强的化合物,属四环三萜类,常作为昆虫拒食剂和昆虫生长调节剂^[13];苦楝则系楝科楝属(*Melia* L.)乔木,苦楝素(toosendanin)是从苦楝中分离出来的呋喃三萜类化合物。据记载,这 2 种植物均具有一定的杀虫活性。

苦楝果实的不同溶剂提取物及 0.3% 印楝素乳油的不同溶剂稀释液对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性见表 1。实验结果表明,0.3% 印楝素乳油的乙酸乙酯稀释液对白脊藤壶无节幼体的致死浓度(LC_{100})最小,毒杀效果最优;其次是 0.3% 印楝素乳油的 95% 乙醇稀释液;苦楝水提取物的毒杀效果较

差。说明 0.3% 印楝素乳油对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果整体上优于苦楝提取物。

根据实验结果(表 1)还可以看出,在 0.3% 印楝素乳油的不同溶剂稀释液中,乙酸乙酯稀释液的毒杀效果最好,其次为 95% 乙醇稀释液,水稀释液的毒杀效果最差。这可能是因为杀虫活性成分印楝素易溶于乙醇和乙酸乙酯,不溶或微溶于水,并且印楝素在乙酸乙酯中的稳定性大于乙醇^[14],因此,0.3% 印楝素乳油的乙酸乙酯稀释液具有更好的毒杀效果。另外,在苦楝果实的不同溶剂提取物中也以乙酸乙酯提取物的毒杀效果最好。

表 1 不同处理时间 6 种陆生植物的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体毒杀的 LC_{100} 值

Table 1 LC_{100} values of different solvent extracts from six terrestrial plants to larvae of *Balanus albicostatus* Pilsbry at different times

样品 Sample	溶剂 Solvent	不同时间的 $LC_{100}/g \cdot mL^{-1}$ LC_{100} at different times			
		3 h	6 h	9 h	12 h
苦楝果实 Fruit of <i>Melia azedarach</i>	水 Water	63.39 ± 23.00	47.01 ± 19.54	45.05 ± 18.53	44.53 ± 17.5
	95% 乙醇 95% ethanol	12.07 ± 3.80	9.83 ± 3.51	9.39 ± 3.12	9.39 ± 3.04
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	7.55 ± 4.10	7.10 ± 3.58	6.85 ± 3.67	6.74 ± 2.48
0.3% 印楝素乳油 0.3% azadirachtin emulsion	水 Water	22.25 ± 10.21	19.25 ± 9.54	17.15 ± 8.12	12.74 ± 5.16
	95% 乙醇 95% ethanol	3.15 ± 1.21	3.04 ± 1.11	3.03 ± 1.07	3.01 ± 0.31
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	0.41 ± 0.20	0.39 ± 0.18	0.35 ± 0.04	0.33 ± 0.01
红花夹竹桃叶 Leaf of <i>Nerium indicum</i>	水 Water	17.04 ± 3.96	14.65 ± 1.44	3.21 ± 1.57	2.43 ± 1.20
	95% 乙醇 95% ethanol	21.98 ± 6.48	11.51 ± 5.39	8.45 ± 3.42	7.56 ± 2.89
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	110.89 ± 25.79	110.55 ± 23.89	105.90 ± 15.74	103.07 ± 12.43
红花夹竹桃花 Flower of <i>Nerium indicum</i>	水 Water	17.56 ± 4.23	16.00 ± 2.15	16.00 ± 0.94	10.07 ± 0.67
	95% 乙醇 95% ethanol	147.32 ± 26.52	36.37 ± 16.54	23.77 ± 12.38	22.30 ± 10.45
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	5.64 ± 2.54	5.31 ± 2.12	5.11 ± 1.58	5.07 ± 1.29
黄花夹竹桃叶 Leaf of <i>Thaëtia peruviana</i>	水 Water	73.04 ± 26.47	67.59 ± 24.67	40.69 ± 10.68	31.38 ± 8.56
	95% 乙醇 95% ethanol	43.55 ± 14.25	31.37 ± 8.64	22.19 ± 4.23	17.09 ± 4.21
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	6.87 ± 1.75	6.43 ± 1.01	4.22 ± 0.08	4.27 ± 0.05
黄花夹竹桃花 Flower of <i>Thaëtia peruviana</i>	水 Water	50.89 ± 12.56	50.80 ± 10.44	50.80 ± 9.84	37.41 ± 9.75
	95% 乙醇 95% ethanol	60.16 ± 20.34	39.81 ± 15.64	37.69 ± 10.59	33.56 ± 10.11
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	5.30 ± 1.26	4.66 ± 0.43	3.40 ± 0.35	3.35 ± 0.21
大蒜 <i>Allium sativum</i>	水 Water	1065.39 ± 0.01	738.15 ± 0.01	693.22 ± 0.00	693.16 ± 0.00
	95% 乙醇 95% ethanol	64.28 ± 0.00	59.10 ± 0.01	58.51 ± 0.00	54.95 ± 0.00
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	23.53 ± 0.00	22.68 ± 0.00	22.00 ± 0.00	22.00 ± 0.00
洋葱 <i>Allium cepa</i>	水 Water	1242.01 ± 0.01	720.08 ± 0.01	719.83 ± 0.02	719.14 ± 0.03
	95% 乙醇 95% ethanol	215.40 ± 0.01	194.35 ± 0.01	187.56 ± 0.02	184.04 ± 0.03
	乙酸乙酯 Ethyl acetate	37.30 ± 0.00	36.67 ± 0.00	36.67 ± 0.00	36.67 ± 0.00

随着处理时间的延长, 苦楝的不同溶剂提取物和 0.3% 印楝素乳油的不同溶剂稀释液的 LC_{100} 出现逐渐降低的趋势, 但变化幅度各异。总体来看, 在处理 3~6 h 内 LC_{100} 的降幅大于 9~12 h 说明处理时间越长, 各处理液的毒性越大。根据不同时间内 LC_{100} 的下降幅度可见, 白脊藤壶无节幼体在刚接触处理液时最为敏感, 随着时间的延长, 有对处理液逐渐适应的倾向。

统计分析结果表明, 取 95% 置信度, 苦楝的水提取物、95% 乙醇提取物和乙酸乙酯提取物的毒杀活性与 0.3% 印楝素乳油相应溶剂的稀释液间均存在显著差异; 苦楝水提取物的毒杀活性与乙酸乙酯提取物和 95% 乙醇提取物间存在一定差异, 但后两者的毒杀活性无显著差异; 0.3% 印楝素乳油的水、95% 乙醇和乙酸乙酯稀释液间也存在类似的差异性。

2.1.2 红花夹竹桃和黄花夹竹桃提取物毒杀活性的比较 红花夹竹桃和黄花夹竹桃均为有毒植物。红花夹竹桃为夹竹桃科 (Apocynaceae) 夹竹桃属 (*Nerium* L.) 植物, 全株含有强心甙类成分——夹竹桃苷 (odorouside), 叶中主要含欧夹竹桃甙元 (adynigenin), 花中主要含羟基洋地黄甙元 (digitoxigenin)、乌他甙元 (uzarigenin) 和夹竹桃甙 H (oleandrigenin) 等成分。黄花夹竹桃为夹竹桃科黄花夹竹桃属 [*Thevetia* (L.) Juss. ex Endl.] 植物, 含有多种强心甙类成分, 如黄夹甙 (thevetosilum) 和黄夹次甙 A、B 等^[15]。

2.1.2.1 叶提取物毒杀活性的比较 实验结果表明 (表 1), 处理 6 h 内, 黄花夹竹桃叶片的乙酸乙酯提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果最好, 红花夹竹桃叶片的水提取物次之; 处理 6 h 后, 红花夹竹桃叶片水提取物的毒性逐渐增强, 至处理 9 h 后, 红花夹竹桃叶片水提取物的毒杀效果甚至超过前者, 表明红花夹竹桃叶片的水提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀是一个缓释过程, 需要经过一定时间的作用才能显示出较强的毒杀活性。

在 2 种夹竹桃科植物叶片的不同溶剂提取物中, 红花夹竹桃叶片的乙酸乙酯提取物毒杀效果最差 (表 1), 总体而言, 红花夹竹桃叶片的水提取物和 95% 乙醇提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果均优于黄花夹竹桃叶片的相应溶剂提取物, 说明红花夹竹桃叶片所含的杀虫活性成分与黄花夹竹桃叶片

不同, 且红花夹竹桃叶片中的杀虫活性成分在不同溶剂中的溶解度有一定差异, 易溶于水和 95% 乙醇。

同种植物的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果不同。黄花夹竹桃叶片的乙酸乙酯提取物的毒杀效果优于其他 2 种溶剂提取物; 而红花夹竹桃叶片水提取物的毒杀效果最好, 乙酸乙酯提取物最差。

由表 1 还可以看出, 随处理时间的延长, 红花夹竹桃叶片和黄花夹竹桃叶片的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体毒杀的 LC_{100} 也逐渐减小, 但在处理 6~9 h 内下降幅度最大。

2.1.2.2 花提取物毒杀活性的比较 由表 1 的实验数据可见, 黄花夹竹桃花的乙酸乙酯提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果最好, 其次是红花夹竹桃花的乙酸乙酯提取物。在处理 3 h 内, 红花夹竹桃花的 95% 乙醇提取物的毒杀效果最差, 但随着处理时间的延长, 红花夹竹桃花的 95% 乙醇提取物的毒杀活性快速增强, 至处理 12 h 后, 其毒杀活性超过黄花夹竹桃花的 95% 乙醇提取物。总体上看, 红花夹竹桃花的水提取物和 95% 乙醇提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性高于黄花夹竹桃花的相应溶剂提取物。

另外, 随处理时间的延长, 红花夹竹桃和黄花夹竹桃的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体毒杀的 LC_{100} 也越来越小, 但在 6~9 h 内, 下降幅度较小。

总体而言, 红花夹竹桃和黄花夹竹桃的叶片或花的乙酸乙酯提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果优于其他 2 种溶剂提取物; 红花夹竹桃不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性与黄花夹竹桃有明显差异, 尤其是 2 种植物叶片或花的水提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性差异明显。

2.1.3 大蒜和洋葱提取物毒杀活性的比较 大蒜和洋葱均为百合科 (Liliaceae) 葱属 (*Allium* L.) 植物。大蒜中含有多种生物活性成分, 具有抗菌和抗病毒的功能; 洋葱具有消炎抑菌等功效^[16]。洋葱和大蒜都含有脂溶性的臭味物质——大蒜素 (allicin), 对昆虫和微生物有一定的毒性^[17]。

由表 1 数据可以看出, 大蒜的乙酸乙酯提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果最好, 洋葱乙酸乙酯提取物的毒杀效果次之。相比较而言, 大蒜和洋葱水提取物的毒杀活性最差, 但大蒜的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性总体上高于洋

葱的不同溶剂提取物,这可能与大蒜和洋葱中所含的杀虫活性成分含量的高低及不同溶剂对各成分的提取率有关。

随处理时间的延长,大蒜和洋葱不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体毒杀的 LC_{100} 逐渐减小,且在处理 3~6 h 内,白脊藤壶无节幼体对大蒜和洋葱各提取物的敏感性最强。

显著性分析结果表明,洋葱和大蒜不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果具有明显的相似性,其中水提取物的毒杀效果均与各自的 95% 乙醇提取物和乙酸乙酯提取物存在较大差异,而后两者间的毒杀效果差异不显著。

2.2 不同植物相同溶剂提取物毒杀活性的比较

2.2.1 水提取物毒杀活性的比较 不同植物的水提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果不同,其中红花夹竹桃水提取物的毒杀效果最好,其次为 0.3% 印楝素乳油的水稀释液,大蒜和洋葱水提取物的毒杀活性最差,说明红花夹竹桃所含的水溶性杀虫活性成分对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果最好,而且,红花夹竹桃叶片水提取物的毒杀活性高于花,表明在红花夹竹桃叶片中水溶性杀虫活性成分的含量高于花。总体来说,供试的 2 种夹竹桃科植物和 2 种楝科植物水提取物的毒杀活性明显高于供试的 2 种百合科植物,且差异显著。

2.2.2 95% 乙醇提取物毒杀活性的比较 不同植物的 95% 乙醇提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性不同,其中 0.3% 印楝素乳油的 95% 乙醇稀释液对白脊藤壶无节幼体显示出较高的毒杀活性,洋葱和大蒜的 95% 乙醇提取物的毒杀活性较低。供试的 2 种夹竹桃科植物和 2 种楝科植物的 95% 乙醇提取物的毒杀效果高于供试的 2 种百合科植物,它们对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性存在显著差异。另外,红花夹竹桃和黄花夹竹桃叶片的 95% 乙醇提取物的毒杀活性高于同种植物花的 95% 乙醇提取物。

2.2.3 乙酸乙酯提取物毒杀活性的比较 研究结果表明,不同植物的乙酸乙酯提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性存在一定差异,其中,0.3% 印楝素乳油的乙酸乙酯稀释液对白脊藤壶无节幼体具有较高的毒杀活性,而红花夹竹桃叶片及洋葱和大蒜的乙酸乙酯提取物的毒杀活性相对较低。总体而言,供试的 2 种楝科植物的乙酸乙酯提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性高于供试的 2 种夹竹桃科

植物和 2 种百合科植物,且差异显著。

3 讨论和结论

3.1 不同植物各溶剂提取物毒杀活性的差异

研究结果表明,6 种不同科属陆生植物的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性存在一定的差异。同科植物提取物的杀虫活性较为相似,而不同科植物提取物的毒杀效果则存在一定差异;即使是同科的种类,不同属间各种类的不同溶剂提取物的毒杀活性也有一定差异。这可能是由于同科同属植物亲缘关系较近,所含的次生代谢成分存在一定的相似性,因而,它们所含的杀虫活性成分也有一定相似性。

从实验结果可以看出,供试的 2 种楝科植物提取物和 2 种夹竹桃科植物提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀活性较强,致死率很高,其毒杀活性不仅与植物的取样部位(叶或花)有关,还与提取溶剂的类型有关。采用极性存在差异的水、95% 乙醇和乙酸乙酯作为溶剂,能在一定程度上将植物体内的极性和非极性活性成分分离。总体上看,采用非极性溶剂提取的脂溶性提取物对白脊藤壶无节幼体的毒杀效果优于极性溶剂提取物。例如,0.3% 印楝素乳油的乙酸乙酯或 95% 乙醇稀释液在短时间内就能引起白脊藤壶无节幼体大量死亡,毒杀活性明显高于 0.3% 印楝素乳油的水稀释液。

由于不同植物所含的杀虫活性成分的种类及性质不同,因此,不同植物同一溶剂提取物的毒杀活性有差异。如在 6 种植物的水提取物中,红花夹竹桃叶片水提取物的毒杀效果最好,说明红花夹竹桃叶片中对白脊藤壶无节幼体具有毒杀活性的有效成分是水溶性的或极性较大的成分,但不同植物中具体的杀虫活性成分还有待进一步的实验研究。

3.2 植物提取物毒杀时间和方法的选择

红树林生长在潮间带,有一定的水淹和干露时间,因此一般选择在退潮时将毒杀物涂抹在白脊藤壶表面加以杀除,如果所用的植物提取物不能在短时间内杀灭白脊藤壶,则该植物提取物的毒杀效果可能在潮水浸淹后大为减弱,甚至完全消失。由于一般潮汐为半日潮,故作者着重研究了 12 h 内植物提取物对白脊藤壶无节幼体的致死率,以此来衡量植物提取物的毒杀效果。

盐度和高程是限制藤壶附着的关键因素^[18-19]。在红树林人工生态恢复工程中, 种植地不可避免将处于高盐度或低高程的海域内。目前, 毒杀红树上附着藤壶的主要方法是加有农药的油漆涂抹在红树植株茎干上^[9]。若能够将既具有毒杀效果又对环境无污染的植物提取物作为农药替代物添加到油漆中, 用来杀灭或驱避藤壶幼体, 将有可能在保护海洋环境的同时减轻污损生物对红树幼林的影响, 从而扩大红树种植地的可选范围, 有利于生态恢复工程的开展。但若在油漆中加入具有防污活性的植物提取物, 必须考虑植物提取物与油漆的互溶问题, 因此, 与油漆不能互溶的植物水提取物在实际使用过程中可能会受到一定的限制, 相比较而言, 植物的乙醇提取物和乙酸乙酯提取物可能更适于添加到防涂油漆中。

夹竹桃科和楝科植物分布极其广泛, 资源蕴藏量较大; 印楝素的提取技术也日趋成熟, 且已有商品出售; 并且这些陆生植物的提取物易在环境中降解, 对海域的生态环境不会造成污染, 对红树植物的生长也不会造成严重伤害; 此外, 由于这些植物来自陆域, 长期使用也不会使海域污损生物产生抗性。因而, 从陆生植物中开发防治海洋污损生物农药具有极其重要的现实意义。

总的说来, 供试的 6 种植物的不同溶剂提取物对白脊藤壶无节幼体都表现出一定的触杀作用, 其中 0.3% 印楝素乳油的乙酸乙酯或 95% 乙醇稀释液的毒杀效果好于其他植物提取物, 对人畜无毒, 可以进一步开发成为防治海洋污损生物的生物农药。

参考文献:

- [1] 何斌源, 赖廷和. 红树植物桐花树上污损动物群落研究 [J]. 广西科学, 2000, 7(4): 309-312
- [2] 堵南山. 甲壳动物学 [M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [3] 严文侠, 陈兴乾. 网纹藤壶的幼虫发育 [C] // 中国科学院南海海洋研究所. 南海海洋科学集刊: 第 1 集. 北京: 科学出版社,

1980 125-134.

- [4] 严文侠, 庞景梁, 陈兴乾. 网纹藤壶的附着 [C] // 中国科学院南海海洋研究所. 南海海洋科学集刊: 第 4 集. 北京: 科学出版社, 1983: 65-73.
- [5] Anderson D T. Barnacles: structure, function, development and evolution [M]. London: Chapman Hall, 1994: 197-231.
- [6] 莫竹承, 范航清, 何斌源. 红海榄人工幼苗藤壶分布特征研究 [J]. 热带海洋学报, 2003, 22(1): 51-54.
- [7] 韩维栋, 陈亮, 袁梦婕. 红树幼林藤壶的防治试验 [J]. 福建林业科技, 2004, 31(1): 57-62.
- [8] 何斌源, 莫竹承. 红海榄人工苗光滩造林的生长及胁迫因子研究 [J]. 广西科学院学报, 1995, 11(3/4): 37-42.
- [9] 李云, 郑得璋, 郑松发, 等. 人工红树林藤壶危害及防治的研究 [J]. 林业科学研究, 1998, 11(4): 370-376.
- [10] Evans S M. TBT or not TBT: that is the question [J]. Biofouling, 1999, 14(2): 117-129.
- [11] Fischer K J. Marine organism repellent covering for protection of underwater objects and method of applying same. US, 5226380 [P]. 1993.
- [12] 冯丹青, 柯才焕, 李少菁, 等. 生姜 (*Zingiber officinale* Roscoe) 提取物的防污活性研究 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2007, 46(1): 135-140.
- [13] 张业光, 张兴, 赵善欢. 引种印楝国产种子的印楝素含量及杀虫活性初步研究 [J]. 华南农业大学学报, 1992, 13(1): 14-19.
- [14] 王秋芬, 宋湛谦, 闫新华. 生物农药印楝素的热稳定性研究 [J]. 河南农业科学, 2004(5): 37-40.
- [15] 欧阳敏, 冯上舒. 含强心甙类中药中毒的检测方法 [J]. 湖南中医药导报, 2007, 7(7): 386-387.
- [16] 梁湘朗, 史合群. 大蒜素及其开发利用现状 [J]. 现代化工, 1997(6): 15-17.
- [17] 吴悟贤, 李生才. 正交试验法优选洋葱中 S-甲基半胱氨酸亚砷的提取工艺研究 [J]. 上海中医药杂志, 2003, 37(12): 47-48.
- [18] 林秀雁, 卢昌义. 滩涂高程对藤壶附着秋茄幼林影响的初步研究 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2006, 45(4): 575-579.
- [19] 林秀雁, 卢昌义, 王雨, 等. 盐度对海洋污损动物藤壶附着红树幼林的影响 [J]. 海洋环境科学, 2006, 25: 25-28.