

竹醋液的杀菌抗病毒及卫生害虫消杀活性

丁利超¹, 陈明¹, 陈妃¹, 王品维²

(1. 缙云县林业局, 浙江 丽水 321400; 2. 杭州银帆环境科技有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 为了扩大竹醋液的应用范围, 解决竹炭产业副产物过剩难题, 采用抑菌圈法测定竹醋液对 5 种细菌(大肠杆菌 *Escherichia coli*、猪沙门氏菌 *Salmonella choleraesuis*、志贺氏菌 *Shigella castellani*、枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis*、霍乱弧菌 *Vibrio cholerae*) 的杀菌活性, 采用 TCID₅₀ 法测定竹醋液对 4 种病毒(肝炎病毒 *Hepatitis viruses*、胃肠炎病毒 *Gastroenteritis virus*、脊髓灰质炎病毒 *Poliomyelitis virus*、柯萨奇病毒 *Coxsachie virus*) 的杀灭活性, 采用微量点滴法和直接涂片镜检法测定竹醋液对 4 种卫生害虫(家蝇 *Musca domestica*、结肠小袋纤毛虫 *Balantidium coli malmsten*、短膜壳绦虫 *Hymenolepiasis nana*、蛲虫 *Enterobius vermicularis*) 的毒杀效果。结果表明, 有机酸浓度 1.44%~7.2% 竹醋液对 5 种细菌均有较强的抑制作用, 对细菌的杀灭率均可达到 50% 以上; 有机酸浓度 2.4%~7.2% 竹醋液具有较高的抗病毒活性, 抗病毒效果均可达到 50% 以上; 有机酸浓度 1.44%~7.2% 竹醋液对 4 种卫生害虫有明显的触杀或虫体病变活性, 对卫生害虫的杀灭率均达到 50% 以上。以上研究结果表明, 竹醋液在一定剂量范围内可作为天然生活垃圾处理剂。

关键词: 竹醋液; 杀菌活性; 抗病毒活性; 卫生害虫

中图分类号: S482.2⁺92; S482.3⁺9 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2023)01-0094-06

Effect of Different Concentration of Bamboo Pyrolygneous Liquor on Bacteria, Virus and Parasites

DING Li-chao¹, CHEN Ming¹, CHEN Fei¹, WANG Pin-wei²

(1. Jinyun Forestry Bureau of Zhejiang, Lishui 321400, China; 2. Hangzhou Silverfan Environmental Technology Co., Ltd, Hangzhou 310000, China)

Abstract: Experiments were conducted on effect of different concentration (1.44%-7.2%) of bamboo pyrolygneous liquor on *Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis*, *Shigella castellani*, *Bacillus subtilis* and *Vibrio cholerae* by inhibition zone. 50% tissue culture infective dose was used to determine effect of different concentration (2.4%-7.2%) of bamboo pyrolygneous liquor on Hepatitis viruses, Gastroenteritis viral, Poliomyelitis virus and Coxsachie virus. The effect of 1.44%-7.2% of bamboo pyrolygneous liquor was carried out on *Balantidium coli malmsten*, *Hymenolepiasis nana* and *Enterobius vermicularis*. The result demonstrated that different concentrations of bamboo pyrolygneous liquor had more than 50% effect on tested bacteria, virus and parasite.

Key words: bamboo pyrolygneous liquor; fungicidal activity; anti-virus; parasite

竹子是一种速生材料, 竹碳汇具有重要的作用。竹醋液是在竹材烧炭过程中产生的一种含有 80% 以上水分以及有机酸、酚、醛、酮、醇、酯、杂环等多种有机物的黄褐色混合性液体^[1]。竹醋液传统上用作杀菌剂、除臭剂、肥料、抗菌剂和促生长剂^[2]。研究表明, 竹醋液可用做烟草花叶病毒(Tobacco mosaic virus, TMV)、猪繁殖

收稿日期: 2022-06-07; 修回日期: 2022-10-30

作者简介: 丁利超, 工程师, 从事森林植物保护工作; E-mail: 26698929@qq.com。通信作者: 王品维, 工程师, 从事森林植物保护工作; E-mail: 65244522@qq.com。

与呼吸综合征病毒 (Porcine reproductive and respiratory syndrome virus, PRRSV) 以及口蹄疫病毒 (Foot-and-mouth disease virus, FMDV) 等的抗病毒剂^[3]。近年来, 对竹醋液应用方面的文献很少, 几乎没有证据可以表明竹醋液比其它活性化合物更具有显著的成效。更早的一些研究可能夸大了竹醋液的应用范围, 导致失去了市场关注。因此, 进一步进行市场适应化产品的开发研究, 将成为未来开拓竹醋液新用途的关键环节。为有效发挥竹资源的生态和经济优势, 2021 年国家林业和草原局、国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、财政部、自然资源部等 10 部门联合印发《关于加快推进竹产业创新发展的意见》指出, 要大力保护和培育优质竹林资源, 构建完备的现代竹产业体系, 到 2025 年, 全国竹产业总产值突破 7 000 亿元; 到 2035 年, 全国竹产业总产值超过 1 万亿元。可以预见, 我国未来竹炭产业将不断地发展壮大^[4-6], 其副产物竹醋液由于焦油气味、有机酸含量不足以及应用范围狭小等原因而没有大量使用, 造成严重过剩^[7]。

为了扩展竹醋液的应用范围和利用价值, 本文将竹醋液开发为新型的生活垃圾处理剂, 提升竹子的有效应用和竹炭副产物的附加值。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试药剂和药液配制

供试药剂: 试验所用竹醋液由浙江宁波奉化竹炭厂提供, 均为机械式炭化炉烧制竹炭时分离的副产物。

药液配制: 将供试竹醋液与水分别按 1:0、1:2、1:4、1:8、1:16 质量比例进行配制。

1.1.2 供试病原菌、病毒和卫生害虫 5 种病原菌分别为大肠杆菌 *Escherichia coli*、猪沙门氏菌 *Salmonella choleraesuis*、志贺氏菌 *Shigella castellani*、枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis*、霍乱弧菌 *Vibrio cholerae*; 4 种病毒分别为肝炎病毒 *Hepatitis viruses*、胃肠炎病毒 *Gastroenteritis virus*、脊髓灰质炎病毒 *Poliomyelitis virus*、柯萨奇病毒 *Coxsachie virus*; 4 种卫生害虫分别为家蝇 *Musca domestica* 和 3 种寄生虫 (结肠小袋纤毛虫 *Balantidium coli malmsten*、短膜壳绦虫 *Hymenolepiasis nana*、蛲虫 *Enterobius vermicularis*), 以上供试病原菌、病毒和害虫均由浙江省疾病预防控制中心提供。

1.2 试验方法

1.2.1 供试竹醋液的成分分析 取 500 g 竹醋液原液进行减压蒸馏, 回收蒸馏竹醋液 488.5 g、蒸馏残留物竹焦油 10.5 g, 回收率为 99.8%。蒸馏竹醋液中的有机酸 (以乙酸计) 含量采用氢氧化钠滴定法测定。将 10.5 g 竹焦油溶解于 500 mL 无水乙醇, 并经过孔径 0.22 μm 真空装置抽滤后, 密闭冷藏于 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱, 化学成分及其相对含量使用气质联用仪器分析法测定。

1.2.2 GC-MS 分析 采用 7890A 气质联用仪 (安捷伦科技有限公司)。气质联用仪条件如下:

色谱柱: RTX-WAX 石英毛细柱 (30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μm); 色谱柱箱升温程序: 50 $^{\circ}\text{C}$ 保持 3 min, 以 3 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 升至 100 $^{\circ}\text{C}$, 以 6 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 升至 200 $^{\circ}\text{C}$, 再以 10 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 升至 230 $^{\circ}\text{C}$ 保持 15 min; 载气为氦气 (99.999%), 流速 1.50 mL $\cdot \text{min}^{-1}$, 压力 88.3 kPa, 进样温度 250 $^{\circ}\text{C}$; 进样 0.2 μL ; 分流比 100:1。

质谱条件: 电子轰击 (EI) 离子源; 电子能量 70 eV; 传输线温度 230 $^{\circ}\text{C}$; 四极杆质量分离器; 离子源温度 200 $^{\circ}\text{C}$; 检测电压 0.85 kV; 质量扫描范围 m/z 30 ~ 500; 溶剂截流: 0.5 min; 记录 1.0 ~ 55.0 min 信号。

1.2.3 竹醋液室内杀菌活性测定方法

1.2.3.1 抑制细菌活性测定试验 本试验采用抑菌圈法^[8-10], 将竹醋液对 5 种供试细菌进行抑菌活性测定。首先根据供试细菌菌种制备相应培养基进行菌种培养, 然后用打孔器将实验室用的滤纸打成直径 0.5 cm 的圆片, 装在试管中密封灭菌 (121 $^{\circ}\text{C}$, 20 min)。挑选菌种制成菌悬液, 分别取 1 mL 菌悬液至已灭菌的培养皿 (直径为 90 mm) 中, 倒入温度 45 $^{\circ}\text{C}$ 的 4 mL 融化的 PDA 培养基 (马铃薯 200 g、琼脂 20 g、葡萄糖 20 g、去离子水 1 L), 使培养基与供试菌液充分混匀, 静置凝成平板。用无菌镊子分别将一片滤纸放入已配制好的不同浓度竹醋液水剂中浸透, 夹出时在容器边缘停靠片刻, 滤掉多余的药液, 把滤纸片放在平板中已凝好的培养基的中央, 每个

培养皿放一片,用镊子稍用力按压,使滤纸片与培养基充分紧贴。本试验设 6 组剂量,按照上述方法,将每个处理剂量分别做 3 个重复,以灭菌水浸湿的滤纸片作为空白对照。最后将所有培养皿均置于人工培养箱(温度为 27~28℃)中进行培养 48 h,观察并用游标卡尺测量抑菌圈直径(mm)大小。按照孙广宇等^[11]提供的方法计算菌落生长抑制率,即:

$$\text{菌落生长抑制率}(\%) = \frac{\text{对照组抑菌圈直径} - \text{处理组抑菌圈直径}}{\text{对照组抑菌圈直径}} \times 100$$

1.2.3.2 抗病毒活性测定试验 本试验采用悬液法^[12-13]测定竹醋液对病毒的灭活效果。首先制备供试病毒悬液,根据供试病毒种类制备相应培养基。分别取出低温保存的肝炎病毒、胃肠炎病毒、脊髓灰质炎病毒及柯萨奇病毒 4 种病毒毒种,经融化后分别接种于敏感细胞,置于恒温培养箱(37℃)中培养 24 h,获得含有病毒的悬液,反复冻融 3 次,分别取一定量加入到离心管中离心 10 min,提取上清液分装于无菌微量管中;然后将不同浓度的竹醋液分别滴加到病毒悬液中并立即混匀,再分别接种于敏感细胞,置于恒温培养箱(37℃)中连续培养 3 d,同时设置细胞对照,每天观察并记录细胞的生长状况。本试验设 6 组剂量,按照上述实验方法,将每个处理剂量均重复 3 次。按 Reed-Muench 方法计算各病毒半数组织感染量(TCID₅₀),最后计算竹醋液对病毒的杀灭率,即:

$$\text{病毒杀灭率}(\%) = \frac{\text{对照组 TCID}_{50} - \text{实验组 TCID}_{50}}{\text{对照组 TCID}_{50}} \times 100$$

TCID₅₀ 计算方法如下:

$$\text{TCID}_{50} = \text{大于 50\% 死亡率稀释度的对数}(\log) + \text{距离比例}$$

$$\text{距离比例} = \frac{\text{大于 50\% 的细胞死亡率} - 50\%}{\text{大于 50\% 的细胞死亡率} - \text{小于 50\% 的细胞死亡率}} \times 100$$

1.2.3.3 抑制卫生害虫活性测定试验

(1) 抑制家蝇活性测定。将家蝇置于昆虫室(温度为 25℃,相对湿度为 60%~70%)内进行饲养繁殖 1~2 代。选取羽化 4 d 后的健壮雌蝇,采用室内点滴法测定^[14],室温控制在(26±2)℃,相对湿度为 60%±10%,用微量点滴器盛装已配制好的竹醋液,点滴时采用标准定量点滴器将药液滴于雌蝇胸部背板处,每头雌蝇仅滴一滴。本试验设 6 组剂量,每个处理剂量均重复 3 次,设空白对照点滴蒸馏水,然后添加适量人工饲料进行饲养并观察。记录雌蝇的中毒状态和死亡情况,根据死亡和成活数量计算雌蝇的死亡率。

(2) 抑制结肠小袋纤毛虫活性测定。本试验采用涂片镜检法进行测定^[14]。首先制备 RSS 培养基(主要组分 Ringer 液、灭能小牛血清、消毒米粉、青霉素、链霉素),将供试结肠小袋纤毛虫接种于 RSS 培养基中,充分混匀后盖上棉塞,将其放置于恒温培养箱(37℃)中培养 24~36 h,将已经配制好的竹醋液分别加入到已转种的新培养管中,每管加等量的不同浓度竹醋液,对照组加入同等量蒸馏水,每隔一段时间吸取适量培养液涂片,经镜检观察并记录结肠小袋虫滋养体的生长情况和数量变化。试验设 6 组剂量,每个处理剂量均重复 3 次,根据所记录数据计算结肠小袋纤毛虫的死亡率。

(3) 抑制短膜壳绦虫活性测定。试验方法与培养基制备参考文献^[15]进行配制和测定。将制备好的短膜壳绦虫培养液平均分为 7 瓶,其中 6 瓶为处理组培养基,添加等量已配制好的竹醋液,对照组不添加药剂,将供试虫体分别放入 6 瓶含药剂的实验组培养基和无药剂的对照组培养基中,培养基均置于恒温培养箱(37℃±1℃)中连续培养 3 d,期间每隔 1 d(24 h)换一次培养液,对虫体的活动状态及形态变化进行观察并记录。培养 72 h 后,分别将各培养液中的虫体取出,经 Bounis 液固定并 HE 染色,置于光镜下观察并记录虫体组织变化。按照以上操作方法,分别对 6 组剂量做 3 次重复实验,根据所记录数据计算短膜壳绦虫的死亡率。

(4) 抑制蛭虫活性测定。根据何竞智等^[16]实验方法测定。蛭虫卵采自感染蛭虫的小白鼠 *Mus musculus* 体内, 将蛭虫卵均分为 7 组, 用竹醋对 6 组蛭虫卵进行浸泡杀灭观察, 空白对照用蒸馏水浸泡观察。鉴别蛭虫卵死活采用人工胃液孵化法进行鉴别, 将实验组和对照组蛭虫卵于 37 ℃培养 72 h 后分别将蛭虫卵置于光镜下观察蛭虫卵死亡情况。以上操作 3 次重复, 根据所记录数据计算蛭虫卵死亡率。

2 结果与分析

2.1 竹醋液的化学成分

经蒸馏后称量得到竹醋液原液中竹焦油含量为 2.1%, 用氢氧化钠滴定法测得竹醋液中有机酸(以乙酸计)含量为 7.2%。其中, 从竹焦油中共检测到 7 种化合物, 分别为乙酸、2-甲氧基四氢呋喃、苯酚、4-乙基苯酚、愈创木酚、 γ -羟基丁酸邻苯二甲酸二丁酯(见图 1), 其相对含量用面积归一法计算出从大到的顺序为: 愈创木酚(37.83%) > 苯酚(35.36%) > γ -羟基丁酸(12.41%) > 4-乙基苯酚(6.16%) > 邻苯二甲酸二丁酯(5.42%) > 乙酸(1.78%) > 2-甲氧基四氢呋喃(1.04%)。

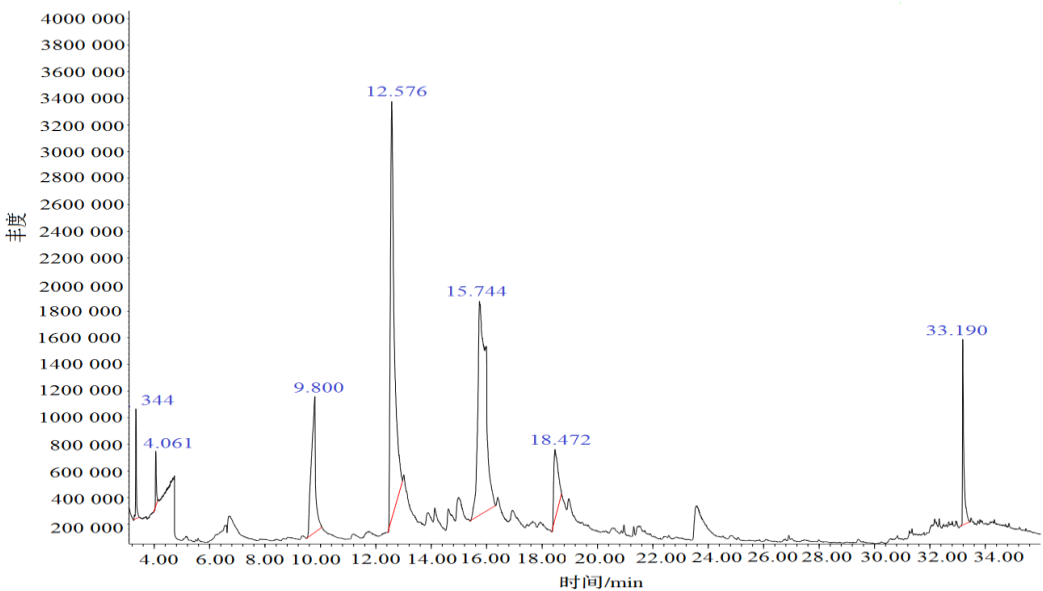


图 1 竹焦油中总离子流色谱图
Fig. 1 Total ion chromatogram of bamboo tar

2.2 竹醋液杀菌、抗病毒活性和防治害虫测定结果

2.2.1 杀菌效果的测定结果 不同浓度竹醋液制剂杀菌效果见表 1。

表 1 不同浓度竹醋液对细菌的杀菌效果
Tab. 1 Effect of bamboo pyroligneous liquor with different concentration on different bacteria

处理药剂	稀释倍数/倍	有机酸浓度/%	抑菌率/%				
			大肠杆菌	猪沙门氏菌	志贺氏菌	枯草芽孢杆菌	霍乱弧菌
7.2% 竹醋液	0	7.20	83.2 ± 8.2a	86.7 ± 8.3a	81.5 ± 8.0a	87.3 ± 8.5a	84.6 ± 8.6a
	1	3.60	73.1 ± 7.0b	75.6 ± 7.5b	71.1 ± 7.1ab	73.4 ± 7.2b	73.7 ± 7.3b
	2	2.40	61.5 ± 6.3c	65.0 ± 6.5c	70.7 ± 6.0ab	72.9 ± 6.2c	63.2 ± 6.7c
	4	1.44	60.3 ± 5.2c	51.2 ± 5.2d	60.2 ± 5.1c	51.1 ± 5.5de	52.5 ± 5.0d
	8	0.80	50.1 ± 3.5d	41.1 ± 3.2e	49.3 ± 3.3d	40.7 ± 3.0e	41.3 ± 3.1e
	16	0.42	39.6 ± 2.3e	29.3 ± 2.5f	28.4 ± 2.0e	18.6 ± 2.1f	20.9 ± 2.0f

注: 同一列不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 下同。

由表 1 可知, 有机酸浓度为 7.2% 竹醋液对大肠杆菌、猪沙门氏菌、志贺氏菌、枯草芽孢杆菌和霍乱弧菌的

杀菌效果分别为 83.2%、86.7%、81.5%、87.3%和 84.6%，杀菌效果极佳；有机酸浓度为 3.6%（稀释 1 倍）和 2.4%（稀释 2 倍）竹醋液对 5 种细菌的杀菌效果为 60% ~ 75%，杀菌效果较好；有机酸浓度为 1.44%（稀释 4 倍）竹醋液对细菌的杀菌效果为 50% 左右，相较于有机酸浓度为 3.6%和 2.4%竹醋液对 5 种细菌的杀菌效果均有显著差异（ $P<0.05$ ）；而有机酸浓度为 0.8%（稀释 8 倍）和 0.42%（稀释 16 倍）竹醋液对 5 种细菌的杀菌效果最差，与稀释 0 ~ 4 倍竹醋液对 5 种细菌的杀菌效果均有显著差异（ $P<0.05$ ），且对细菌的杀菌效果均在 50% 以下。可见有机酸浓度为 1.44% ~ 7.2%竹醋液对 5 种细菌的杀菌效果均可达到 50% 以上，即竹醋液最佳稀释倍数为 0 ~ 4 倍。

2.2.2 防治病毒的效果 不同浓度竹醋液制剂对病毒的杀灭率见表 2。由表 2 可知，有机酸浓度 7.2%竹醋液对肝炎病毒、胃肠炎病毒、脊髓灰质炎病毒的杀灭率分别为 65.3%、53.6%和 57.1%，并且有机酸浓度为 3.6%和 7.2% 时，2 个浓度的竹醋液对这 3 种病毒杀灭率没有显著差异，防治效果较好，但对于柯萨奇病毒的杀灭率，2 个浓度有显著差异（ $P<0.05$ ），有机酸浓度 7.2%竹醋液比有机酸浓度 3.6%竹醋液效果更佳，杀灭率分别为 66.3%和 54.2%。有机酸浓度 2.4% ~ 3.6%竹醋液对 4 种病毒的杀灭率为 50% ~ 60%，防治效果较好；有机酸浓度为 1.44%竹醋液对病毒的杀灭率为 40% 左右，相较有机酸浓度为 3.6%和 2.4%竹醋液对病毒的防治效果有显著差异（ $P<0.05$ ）；而有机酸浓度 0.8%和 0.42%竹醋液对 4 种病毒的杀灭效果均在 40% 以下，与有机酸浓度 2.4% ~ 7.2%的处理组的防治效果有显著差异（ $P<0.05$ ）。由此可知，有机酸浓度为 2.4% ~ 7.2%竹醋液对 4 种病毒的抗病毒效果均可达到 50% 以上，即最佳稀释倍数为 0 ~ 2 倍。

表 2 不同浓度竹醋液对病毒的杀灭率
Tab. 2 Effect of bamboo pyroligneous liquor with different concentration on different virus

处理药剂	稀释倍数/倍	有机酸浓度/%	杀灭率/%			
			肝炎病毒	胃肠炎病毒	脊髓灰质炎病毒	柯萨奇病毒
7.2%竹醋液	0	7.20	65.3±8.5ab	53.6±8.7a	57.1±8.5ab	66.3±8.3a
	1	3.60	55.6±8.0b	52.1±7.8a	56.2±7.5ab	54.2±7.6b
	2	2.40	44.6±6.5c	51.3±6.3a	51.5±6.7bc	51.6±7.8b
	4	1.44	43.1±5.0c	43.8±5.5b	42.3±5.3c	41.7±5.7bc
	8	0.80	33.6±3.5d	31.6±3.0c	33.7±3.3cd	41.3±3.5bc
	16	0.42%	33.2±2.0d	31.5±2.2c	25.3±1.8d	37.2±2.0d

2.2.3 防治卫生害虫的测定结果 不同浓度竹醋液制剂对家蝇和 3 种寄生虫的杀灭率见表 3。由表 3 可知，有机酸浓度 7.2%竹醋液对家蝇、结肠小袋纤毛虫、短膜壳绿虫和蛲虫的杀灭率分别为 93.0%、92.5%、91.2%和 91.4%，防治效果最佳，与有机酸浓度为 0.42% ~ 3.6%竹醋液处理组均有显著性差异（ $P<0.05$ ）；有机酸浓度 2.4% ~ 3.6%竹醋液对家蝇和 3 种寄生虫的杀灭率为 70% ~ 80%，防治效果较好，与有机酸浓度 0.42% ~ 1.44%竹醋液处理组有显著性差异（ $P<0.05$ ）；有机酸浓度 1.44%竹醋液对家蝇和 3 种寄生虫的杀灭率为 60% 左右，防治效果一般，但显著好于 0.4% ~ 0.8%竹醋液处理组，后者对家蝇和 3 种寄生虫的防治效果较差，杀灭率均在 40% 以下。因此，有机酸浓度 1.44% ~ 7.2%竹醋液对家蝇和 3 种寄生虫的杀灭率均达到 50% 以上，即最佳稀释浓度为 0 ~ 4 倍。

表 3 不同浓度竹醋液对 4 种卫生害虫的杀灭率
Tab. 3 Effect of bamboo pyroligneous liquor with different concentration on different parasite

处理药剂	稀释倍数/倍	有机酸浓度/%	杀灭率/%			
			家蝇	结肠小袋纤毛虫	短膜壳绿虫	蛲虫
7.2%竹醋液	0	7.20	93.0±4.2a	92.5±4.3a	91.2±8.0a	91.4±8.2a
	1	3.60	82.7±7.2b	80.5±7.8bc	81.1±7.1b	80.2±7.5b
	2	2.40	70.2±6.5c	72.1±6.3c	69.4±6.2c	68.3±6.7c
	4	1.44	51.4±5.2d	59.2±5.5d	56.4±5.5d	57.8±5.3d
	8	0.80	23.7±3.1e	38.4±3.7e	41.6±3.3e	37.5±3.5e
	16	0.42	10.9±2.0f	15.4±2.4f	24.2±2.5f	21.2±2.2f

3 结论与讨论

3.1 结论

本试验所用竹醋液的有机酸含量比较高，对其杀菌、抗病毒和抑制卫生害虫作用初步研究表明，竹醋液对

生活垃圾中常见的细菌、病毒及卫生害虫等均具有较强的杀灭作用。竹醋液对病菌的杀灭活性与其有机酸浓度成正比, 即有机酸浓度越高, 杀菌抗病毒效果越强。竹醋液对垃圾中病菌的杀灭作用的有效活性成分为有机酸, 有机酸浓度 2.4% ~ 7.2% 竹醋液对垃圾中细菌、病毒和卫生害虫的杀灭率达 50% 以上, 可以作为生活垃圾处理剂。

3.2 讨论

竹醋液对细菌、病毒的抑杀活性显著, 具有广阔的开发利用前景^[17-18]。然而, 我国对竹醋液的研究开发思路还停留在效果第一的初级阶段, 现今的研究应该着眼未来, 以安全和舒服为第一、效果为第二的研究思路为指导, 竹醋液为天然物品, 符合人们追求自然的天性, 但需要解决因竹醋液中存在 1% ~ 5% 的水溶性竹焦油 (主要为苯酚类物质) 存在的舒服性与安全性问题。竹材的种类、质量、生产设备和工艺技术、收集方法、包装、储存方法与条件等不同都会造成竹醋液各组分含量和理化性质的差异。要想充分发挥竹醋液的优良特性, 扩大其应用前景, 首先生产设备和工艺技术等因素的综合研究有待加强, 以确保产品质量的稳定与标准化。其次还应加强对竹醋液作用机理的研究, 探明竹醋液各组分含量和存在形式与组分的关系, 并研究其各种成分的有效性以及存在的副作用, 为竹醋液开拓新的应用领域打下基础。

生活垃圾的处理一直是困扰人们的一个难题, 尤其是大中城市, 每天收集的垃圾量已超过负荷, 而其中大部分采用集中填埋的方式进行处理^[17-19]。生活垃圾中的细菌、病毒等微生物以及家蝇、蚊虫之类生物对人类产生很大危害。由于大量的城市生活垃圾产生于居民稠密区, 垃圾收集点、中转站亦就近建在居民稠密区, 因而垃圾收集点、中转站产生的垃圾臭气对周围环境造成了极为严重的影响, 亦会对周边居民身体健康产生危害^[19]。因此, 本研究不仅实现了竹醋液的大量应用, 实现废物高值化利用的目的, 而且解决了生活垃圾的临时处理的恶臭和有害生物传播难题。

参考文献:

- [1] GREWAL A, ABBEY L, GUNUPURU L R. Production, prospects and potential application of pyrolygneous acid in agriculture [J]. J Anal Appl Pyrol, 2018, 135: 152 – 159.
- [2] 章亮, 赵柯豫, 李文珠, 等. 不同溶剂抽提的竹醋液组分及含量研究[J]. 世界竹藤通讯, 2019, 17 (1) : 6 – 10.
- [3] MARUMOTO S, YAMAMOTO S P, NISHIMURA H, et al. J Identification of a germicidal compound against picornavirus in bamboo pyrolygneous acid [J]. J Agr Food Chem, 2012, 60: 9106 – 9111.
- [4] 方群, 杜春贵, 于红卫, 等. 竹醋液及竹醋液制剂对中密度纤维板防霉和贴面性能的影响[J]. 浙江林业科技, 2011, 31 (3) : 15 – 18.
- [5] MATHEW S, ZAKARIA Z A. Pyrolygneous acid-the smoky acidic liquid from plant biomass[J]. App Microbiol Biotechnol, 2015, 99 (2) : 611 – 622.
- [6] MA H, WANG P, CHEN A, et al. Bamboo tar as a novel fungicide: its chemical components, laboratory evaluation, and field efficacy against false smut and sheath blight of rice, and powdery mildew and Fusarium wilt of cucumber[J]. Plant Disease, 105 (2) : 331 – 338.
- [7] WANG P, MALIANG H, WANG C. Bamboo charcoal by-products as sources of new insecticide and acaricide[J]. Ind Crop Prod, 2015, 77: 575 – 581.
- [8] 郭国胜, 李敏, 应国清. 竹醋液抑菌活性及其稳定性研究[J]. 浙江工业大学学报, 2011, 39 (1) : 44 – 46.
- [9] 罗敏, 吴良如, 高文惠, 等. 竹醋液抑菌及增效作用的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2004, 023 (002) : 46 – 49.
- [10] 何鹏晖, 钱杨, 杨建涛, 等. 竹醋液成分分析及其对食源性 致病菌抑制特性的研究[J]. 食品科技, 2017, 42 (4) : 256 – 261.
- [11] 孙广宇, 宗兆锋. 植物病理学试验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 14 – 24.
- [12] 黄国洋. 农药试验技术与评价方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25 – 38.
- [13] 刘国栋, 王劲, 于礼, 等. 使用小型离心管法进行消毒剂悬液定量杀菌试验评价[J]. 中国消毒学杂志, 2014, 31 (2) : 127 – 128.
- [14] 肖玉梅, 唐礼德, 刘毅, 等. 五种药物对结肠小袋虫的体外疗效试验[J]. 中国动物保健, 2009 (3) : 107 – 109.
- [15] 许正敏, 鲁挥, 李兴军, 等. 阿苯达唑、氟苯达唑和甲苯达唑对微小膜壳绦虫作用的形态学和组织化学的观察[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 1996 (1) : 62 – 63.
- [16] 何竞智, 丁步兰, 郭润秀, 等. 新洁尔灭溶液对蛲虫卵杀灭作用的实验研究[J]. 广州医学院学报, 1985, 4: 15 – 20.
- [17] 朱兰保, 盛蒂. 我国城市生活垃圾处理现状及其对策[J]. 环境卫生工程, 2006, 14 (3) : 35 – 36.
- [18] 朱英, 赵由才, 李鸿江. 污泥填埋场气体产量的预测方法研究[J]. 中国环境科学, 2010, 30 (2) : 204 – 208.
- [19] 罗永华, 邓穗儿, 孙国平. 一种新型微生物除臭剂的垃圾除臭实验[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16 (3) : 23 – 25.