

6种宿根花卉挥发性物质抑菌效应初报

李 涛, 王 飞*, 田治国, 刘 洋

(西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 研究陕西关中地区常见的 6 种宿根花卉植物叶片的挥发性物质对金黄色葡萄球菌 ATCC29213 菌株、大肠杆菌 DH10B、枯草芽孢杆菌 FM-S2 及酿酒酵母菌的抑制作用, 结果显示: 6 种植物对供试微生物都有一定的抑制效果, 其中秋菊 ‘贵妃红’、‘美丽芍药’、‘金娃娃’萱草、‘金娃娃’萱草 + ‘美丽芍药’、‘短茎鸢尾’ + ‘美丽芍药’的抑制效果较为明显, 抑菌率可达 30% 以上。

关键词: 菊; 芍药; 萱草; 鸢尾; 宿根福禄考; 玉簪; 抑菌作用

中图分类号: S 682.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 12-1816-05

Bacteriostasis of Volatile Compounds from Six Perennial Root Flower Plants

LI Tao, WANG Fei*, TIAN Zhi-guo, and LIU Yang

(Department of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Antibacterial effects of volatile compounds from leaves of six perennial root flower plants widely grown in Guanzhong area of Shaanxi, China, were investigated on *Staphylococcus aureus* ATCC29213, *Escherichia coli* DH10B, *Bacillus subtilis* FM-S2 and *Saccharomyces cerevisiae*. Results showed that although all the tested plants exerted antibacterial effects, *Dendranthema morifolium* ‘Guifeihong’, *Paeonia mairai*, *Hemerocallis fulva* ‘Stella Deora’, *Hemerocallis fulva* ‘Stella Deora’ + *Paeonia mairai* and *Iris brevicaulis* + *Paenoia mairai* were found most effective in inhibiting bacteria, with their inhibitory effects reaching higher than 30%.

Key words: *Dendranthema morifolium*; *Paeonia lactiflora*; *Hemerocallis fulva*; *Iris tectorum*; *Phlox paniculata*; *Hosta plantaginea*; antibacterial effect

植物挥发性分泌物的杀菌作用已有许多报道 (褚泓阳 等, 1995; 谢慧玲 等, 1999; 刘云国和马涛, 2004; 李华娟和戚继忠, 2004; 张凤娟 等, 2007)。研究中将高等植物分泌的具有对单细胞生物、细菌、真菌有抑制和致死作用的物质称为“植物杀菌素” (吴传万 等, 2004)。目前植物抑菌作用已广泛应用在食品保鲜和医学领域 (Gislene et al, 2000; Gozde & Uiku, 2002; Vasinaskiene et al, 2006), 但在园林绿地配置方面的研究很少。有研究 (谢慧玲 等, 1997; 罗英 等, 2005) 表明, 不同植物种、不同植物群落类型抑菌效果存在显著差异。但目前关于对宿根花卉的抑菌效应的研究几乎无报道。作者着重对陕西关中地区常见的 6 种宿根花卉以及它们之间的组合叶片的抑菌效应进行研究, 从中筛选出抑菌效果强的品种和组合, 目的是为城市环保生态系统建设、园林绿化、科学养生、保健和生态旅游提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 植物材料与菌种

供试植物主要是中国陕西关中地区已广泛应用在城市园林绿化中的宿根花卉植物: (1) ‘金娃

收稿日期: 2009 - 05 - 05; 修回日期: 2009 - 09 - 07

基金项目: 中国科学院知识创新项目 (kzcxz-xb1-06)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: xmwangfei521@126.com)

娃'萱草 (*Hemerocallis fulva* 'Stella Deora'), (2) '短茎鸢尾' (*Iris brevicaulis*), (3) '美丽芍药' (*Paeonia mairai*), (4) 宿根福禄考'红云' (*Phlox paniculata* 'Hongyun'), (5) '紫玉簪' (*Hosta ventricosa*), (6) 秋菊'贵妃红' (*Dendranthema morifolium* 'Guifeihong')。供试植物均采自西北农林科技大学园艺学院实验农场。

选择 4 种具有代表性的空气微生物: (1) 金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) ATCC29213 菌株, (2) 大肠杆菌 (*Escherichia coli*) DH10B, (3) 枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) FM-S2, (4) 酿酒酵母菌 (*Saccharomyces cerevisiae*)。上述菌种由西北农林科技大学生命学院微生物教研室及食品学院实验室提供。

1.2 供试菌的活化培养及菌悬液的配制

将大肠杆菌 DH10B、金黄色葡萄球菌 ATCC29213、枯草芽孢杆菌 FM-S2 在超净工作台上分别接种在牛肉膏蛋白胨琼脂培养基上, 37℃ 培养 24 h。将酿酒酵母菌接种在马铃薯葡萄糖琼脂培养基上, 28℃ 培养 48 h。

用接种环挑取活化的菌种, 分别接种于上述培养基, 金黄色葡萄球菌 ATCC29213、大肠杆菌 DH10B、枯草芽孢杆菌 FM-S2 菌液均培养至 $OD_{600} = 0.3$, 酿酒酵母菌培养至 $OD_{560} = 0.3$, 并用稀释法(程丽娟和薛泉宏, 2000) 配置成浓度约为 10^5 个 $\cdot mL^{-1}$ 的菌悬液, 即为供试菌悬液。

1.3 抑菌试验

试验在西北农林科技大学园艺学院实验室进行, 分别选取生长状况良好的植株, 采集新鲜的叶片(无病虫害), 去柄后用蒸馏水冲洗 3 次, 平整铺放在瓷盘中置于紫外灯下灭菌 30 min, 晾干备用。

将已配备好的供试菌悬液各取 0.1 mL 分别接种在培养基上。均匀涂布, 待菌液被培养基吸收后, 将培养皿倒置, 在皿盖中分别加入 6 种宿根花卉整叶 1 g 和 2 g 以及碎叶 1 g 和 2 g, 3 次重复。将细菌培养皿放入 37℃ 的培养箱内培养 24 h, 将酿酒酵母菌培养皿放入 28℃ 的培养箱内培养 48 h 后, 观察平板培养基上细菌生长情况, 计算菌落个数, 并与空白对照进行对比观察, 得出抑菌率, 评定抑菌效果。

$$\text{抑菌率}(\%) = (\text{对照菌落数} - \text{处理菌落数}) / \text{对照菌落数} \times 100.$$

1.4 不同植物组合抑菌试验

根据园林植物配置原理及植物生长习性等特点, 对供试材料进行组合: '金娃娃'萱草 + '美丽芍药'、'短茎鸢尾' + '美丽芍药'、'金娃娃'萱草 + '短茎鸢尾'、'紫玉簪' + '金娃娃'萱草、宿根福禄考'红云' + '短茎鸢尾'。各组合中两种植物分别称取 1 g 碎叶充分混合均匀后进行抑菌试验(方法同上), 每组重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 各宿根花卉对供试菌种的抑制作用

通过试验发现: 供试植物叶片对供试菌种均有不同程度的抑制作用。从表 1 可以看出, 在叶片等量的情况下碎叶的抑菌率均大于整叶抑菌率, 无论是碎叶还是整叶, 均是 2 g 的抑菌效果优于 1 g。叶片的破碎增加了植物抑菌物质的挥发, 随着叶片量的增加, 挥发性物质随之增加, 所以抑菌效果也随之增强。

供试植物对金黄色葡萄球菌 ATCC29213 的抑菌率达到 35% 以上的是秋菊'贵妃红'、'美丽芍药'、'金娃娃'萱草和'紫玉簪', 其中秋菊 2 g 碎叶的抑菌率为 47.7%, '美丽芍药'和'金娃娃'萱草 2 g 碎叶的抑菌率也达到了 40% 以上, 其次是'紫玉簪' (38.7%) 和'短茎鸢尾' (23.4%), 抑菌率不到 20% 的是宿根福禄考'红云'。

供试植物对大肠杆菌 DH10B 的抑制作用, '美丽芍药'和秋菊'贵妃红'的 2 g 碎叶抑菌率大于

40%，其中秋菊‘贵妃红’的2 g碎叶抑菌率为46.1%，‘短茎鸢尾’和‘紫玉簪’抑菌效果相似，6种植物的2 g碎叶抑菌率均大于30%。

供试植物对枯草芽孢杆菌 FM-S2的抑制作用，秋菊‘贵妃红’对枯草芽孢杆菌 FM-S2的抑菌效果最好，达到了54.8%，其它5种植物抑菌能力由高到低排列：‘美丽芍药’>‘金娃娃’萱草>‘紫玉簪’>宿根福禄考‘红云’>‘短茎鸢尾’。

供试植物对酿酒酵母菌的抑制作用，‘美丽芍药’的抑菌率达到了54.2%，‘金娃娃’萱草和秋菊‘贵妃红’也超过了45%，而‘短茎鸢尾’的抑菌率只有11.9%。

表 1 供试植物叶片对 4 种供试菌种的抑菌率

Table 1 Antibacterial effects of tested plants on four bacterium species

/%

植物种类 Species	处理 Treatment	叶片质量/g Leaf Mass	金黄色葡萄球菌 ATCC29213 <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC29213	大肠杆菌 DH10B <i>Escherichia coli</i> DH10B	枯草芽孢杆菌 FM-S2 <i>Bacillus subtilis</i> FM-S2	酿酒酵母菌 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
‘金娃娃’萱草 <i>H. fulva</i>	整叶 Full	1 2	14.3 25.4	21.4 34.5	21.8 19.1	26.6 34.4
‘Stella Deora’	碎叶 Chip	1 2	23.8 41.2	31.0 38.1	30.0 37.3	29.7 45.3
‘短茎鸢尾’ <i>I. brevicaulis</i>	整叶 Full	1 2	13.4 22.4	12.3 13.7	8.2 10.3	— 9.3
	碎叶 Chip	1 2	17.9 23.4	26.0 32.9	15.5 22.7	5.1 11.9
‘美丽芍药’ <i>Paeonia mairai</i>	整叶 Full	1 2	22.0 28.9	32.5 42.2	15.4 20.2	22.2 41.7
	碎叶 Chip	1 2	30.5 44.1	24.7 42.9	26.9 37.5	44.4 54.2
宿根福禄考	整叶 Full	1 2	— 5.3	17.4 22.1	6.9 14.9	5.8 21.2
‘红云’ <i>P. paniculata</i>	碎叶 Chip	1 2	7.0 12.3	26.7 36.0	17.2 27.6	11.5 26.9
‘Hongyun’	整叶 Full	1 2	14.5 21.0	17.3 23.5	25.3 12.1	25.4 31.3
‘紫玉簪’ <i>H. ventricosa</i>	碎叶 Chip	1 2	29.0 38.7	26.5 32.7	27.3 35.4	35.8 38.8
秋菊‘贵妃红’ <i>Dendranthema morifolium</i>	整叶 Full	1 2	30.8 36.9	29.7 31.9	25.8 33.3	22.6 45.3
	碎叶 Chip	1 2	35.4 47.7	38.5 46.1	38.7 54.8	37.7 49.1

注：每个数据都为3次重复的平均数。

Note: Each data is the average of repeating 3 times

2.2 宿根花卉组合的抑菌效果

如表2所示，组合A（‘金娃娃’萱草+‘美丽芍药’）对供试菌的抑菌率均大于40%，尤其是对金黄色葡萄球菌 ATCC29213和酿酒酵母菌的抑菌率都在55%以上，明显优于单一植物的抑制效果；组合B（‘短茎鸢尾’+‘美丽芍药’）对各供试微生物的抑菌效果弱于‘美丽芍药’单一种抑菌效果，这是由于‘短茎鸢尾’抑菌效果较差导致而成；组合C（‘金娃娃’萱草+‘短茎鸢尾’）对4种供试菌的抑菌率均保持在30%左右；由于宿根福禄考‘红云’和‘短茎鸢尾’的抑菌效果不明显，其形成组合的抑菌效果也弱于其它组合，对酿酒酵母菌的抑菌率为24.6%，对其它3种菌的抑菌率均低于20%；组合E（‘紫玉簪’+‘金娃娃’萱草）对供试菌种的抑菌效果优于组合D（宿根福禄考‘红云’+‘短茎鸢尾’）。由此可见，不同植物组合其抑菌效果也存在很大差异，因此，

对不同植物进行组合抑菌研究，对于指导园林中植物配置具有重要意义。

表 2 不同植物组合对 4 种供试菌的抑菌率

Table 2 Antibacterial effects of tested plants combination on four bacterium species

/%

代号 Code	植物组合 Combination	金黄色葡萄球菌 ATCC29213 <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC29213	大肠杆菌 DH10B <i>Escherichia coli</i> DH10B	枯草芽孢杆菌 FM-S2 <i>Bacillus subtilis</i> FM-S2	酿酒酵母菌 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
A	‘金娃娃’萱草 + ‘美丽芍药’ <i>H. fulva</i> ‘Stella Deora’ + <i>Paeonia mairai</i>	56.8	42.0	40.8	55.4
B	‘短茎鸢尾’ + ‘美丽芍药’ <i>I. brevicaulis</i> + <i>Paeonia mairai</i>	43.2	32.1	43.7	46.2
C	‘金娃娃’萱草 + ‘短茎鸢尾’ <i>H. fulva</i> ‘Stella Deora’ + <i>I. brevicaulis</i>	27.0	34.6	30.1	36.9
D	宿根福禄考‘红云’ + ‘短茎鸢尾’ <i>P. paniculata</i> ‘Hongyun’ + <i>I. brevicaulis</i>	16.2	14.8	13.6	24.6
E	‘紫玉簪’ + ‘金娃娃’萱草 <i>H. ventricosa</i> + <i>H. fulva</i> ‘Stella Deora’	23.0	29.6	22.3	32.3

3 讨论

大量研究表明，植物在长期的进化过程中都会产生一些对自身保护性的物质——植物杀菌素，能够杀死细菌、真菌和某些多细胞生物（郭阿君和岳桦，2003；吴传万等，2004；李端等，2005；祖丽皮亚·玉努斯和艾尼瓦尔·吐米尔，2007）。通过对表 1 的分析，植物在等量的情况下，碎叶的抑菌效果比整叶表现出明显的增加，这与植物创伤保护假说相一致，即植物在受到创伤时会分泌出大量固有的具有杀菌作用的挥发性物质（艾玲，1961）。因此，有人对此进行研究，用来解释草地、草坪、树林修剪后，植物杀菌物质分泌量增多等现象。

本试验结果显示：（1）对金黄色葡萄球菌 ATCC29213 的抑菌效果为：秋菊‘贵妃红’ > ‘美丽芍药’ > ‘金娃娃’萱草 > ‘紫玉簪’ > ‘短茎鸢尾’ > 宿根福禄考‘红云’；（2）对大肠杆菌 DH10B 的抑菌作用为：秋菊‘贵妃红’ > ‘美丽芍药’ > ‘金娃娃’萱草 > 宿根福禄考‘红云’ > ‘短茎鸢尾’、‘紫玉簪’；（3）对枯草芽孢杆菌 FM-S2 的抑菌效果为：秋菊‘贵妃红’ > ‘美丽芍药’、‘金娃娃’萱草 > ‘紫玉簪’ > 宿根福禄考‘红云’ > ‘短茎鸢尾’；（4）对酿酒酵母菌的抑菌效果为：‘美丽芍药’ > 秋菊‘贵妃红’ > ‘金娃娃’萱草 > ‘紫玉簪’ > 宿根福禄考‘红云’ > ‘短茎鸢尾’。6 种供试植物中，秋菊‘贵妃红’、‘美丽芍药’、‘金娃娃’萱草具有较强的抑菌活性。‘金娃娃’萱草 + ‘美丽芍药’组合对 4 种微生物都表现出明显的抑菌效果，其次为‘短茎鸢尾’ + ‘美丽芍药’。

本研究只是就 6 种宿根花卉对 4 种微生物抑菌效果进行初步观察分析，研究范围相对狭窄且不够深入，今后，当以应用型的定量研究、机理研究为主要方向，同时扩大研究花卉的种类，加强植物抑菌作用在园林绿地景观配置中的应用研究。

References

- Ai Ling 1961. Biological effect and species interaction in intercropping of plant secretions Beijing: Science Press: 127 - 130. (in Chinese)
艾玲. 1961. 植物分泌物的生物学作用和间作中的种间相互关系. 北京: 科学出版社: 127 - 130
- Cheng Li-juan, Xue Quan-hong 2000. Microbiology testing technology (). Xi'an: World Publication Company: 133 - 134. (in Chinese)
程丽娟, 薛泉宏. 2000. 微生物学实验技术 (). 西安: 世界图书出版公司: 133 - 134
- Chu Hong-yang, Gong Bi, Ma Mei, Ma Hui-ling 1995. On the disinfection of ornamental trees Journal of Northwest Forestry University, 10

- (4): 64 - 67. (in Chinese)
- 褚泓阳, 弓 弼, 马 梅, 马惠玲. 1995. 园林树木杀菌作用的研究. 西北林学院学报, 10 (4): 64 - 67.
- Gislene Nascimento, Juliana Locatelli, Paulo C Freitas, Giuliana L Silva. 2000. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. Brazilian Journal of Microbiology, 31: 247 - 256.
- Gozde Meral, Utku Karabay N. 2002. *In vitro* antibacterial activities of three *Hypericum* species from West Anatolia. Turkish Electronic Journal of Biotechnology, (S1): 6 - 10.
- Guo A-jun, Yue Hua. 2003. Research on ornamental plant volatiles. Northern Horticulture, (6): 36 - 37. (in Chinese)
- 郭阿君, 岳 桦. 2003. 观赏植物挥发物的研究. 北方园艺, (6): 36 - 37.
- Li Duan, Zhou Li-gang, Jiang Wei-bo, Wu Jian-yong. 2005. Advances on antimicrobial constituents from Umbelliferous plants. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 33 (Supplement): 161 - 165. (in Chinese)
- 李 端, 周立刚, 姜微波, 吴建勇. 2005. 伞形科植物抗菌成分的研究进展. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 33 (增刊): 161 - 165.
- Li Hua-juan, Qi Ji-zhong. 2004. Development of research on bacteriostasis of plant in air. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences Edition, 28 (6): 91 - 93. (in Chinese)
- 李华娟, 戚继忠. 2004. 植物抑制空气中细菌作用的研究进展. 南京林业大学学报: 自然科学版, 28 (6): 91 - 93.
- Liu Yun-guo, Ma Tao. 2004. Bacteriostasis of volatile organic compounds from some plants. Journal of Jishou University: Natural Science Edition, 25 (2): 39 - 42. (in Chinese)
- 刘云国, 马 涛. 2004. 植物挥发性物质的抑菌作用. 吉首大学学报: 自然科学版, 25 (2): 39 - 42.
- Luo Ying, Li Xiao-chu, He Xiao-di, Lu Hua-min, Dou Jun-bao. 2005. Effects of different plant deployment models on bacteria control in urban green areas. Journal of Chinese Urban Forestry, 3 (6): 23 - 25. (in Chinese)
- 罗 英, 李晓储, 何小弟, 陆华敏, 窦军保. 2005. 城市森林不同类型绿地植物配置抑菌效应初析. 中国城市林业, 3 (6): 23 - 25.
- Vasinauskienė M, Radusienė J, Zitikaite I, Surviliene E. 2006. Antibacterial activities of essential oils from aromatic and medicinal plants against growth of phytopathogenic bacteria. Agronomy Research, 4: 437 - 440.
- Wu Chuan-wan, Du Xiao-feng, Xu Jian-ming, Wang Wei-zhong. 2004. Research advances in natural antibacterial constituents from plant origin. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 13 (3): 81 - 88. (in Chinese)
- 吴传万, 杜小凤, 徐建明, 王伟中. 2004. 植物源抑菌活性成分研究新进展. 西北农业学报, 13 (3): 81 - 88.
- Xie Hui-ling, Li Shu-ren, Yan Zhi-ping, Hou Gui-ying, Zhan Rui-hua. 1997. The studies on the disinfection of plants and its application. Acta Agriculturae Universitatis Henanensis, 31 (4): 367 - 370. (in Chinese)
- 谢慧玲, 李树人, 阎志平, 侯桂英, 詹瑞华. 1997. 植物杀菌作用及其应用研究. 河南农业大学学报, 31 (4): 367 - 370.
- Xie Hui-ling, Li Shu-ren, Yuan Xiu-yun, Liu Guo-wei, Gao Xue-mei, Cao Yu, Jia Jing. 1999. Study on the disinfection of plant volatile secretion to the microorganism content in the air. Acta Agriculturae Universitatis Henanensis, 33 (2): 127 - 132. (in Chinese)
- 谢慧玲, 李树人, 袁秀云, 刘国伟, 高雪梅, 曹 瑜, 贾 静. 1999. 植物挥发性分泌物对空气微生物杀灭作用的研究. 河南农业大学学报, 33 (2): 127 - 132.
- Zhang Feng-juan, Li Ji-quan, Xu Xing-you, Meng Xian-dong, Chen Fa-ju. 2007. The volatiles of two greening tree species and the antimicrobial activity. Acta Horticulturae Sinica, 34 (4): 973 - 978. (in Chinese)
- 张凤娟, 李继泉, 徐兴友, 孟宪东, 陈发菊. 2007. 皂荚和五角枫挥发性物质组成及其对空气微生物的抑制作用. 园艺学报, 34 (4): 973 - 978.
- Zulfiya Yunus, Anwar Tumor. 2007. A preliminary study on gardening plants removing bacterium from the atmosphere. Chinese Journal of Environmental Engineering, 1 (8): 92 - 95. (in Chinese)
- 祖丽比亚·玉努斯, 艾尼瓦尔·吐米尔. 2007. 园林植物除菌能力的研究. 环境工程学报, 1 (8): 92 - 95.