

- variation of *Sarcandra* genus with *S. hainanensis* (Pei) Swamy et Bailey [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 1987, 9(4): 407-411.
- [3] Wu Y J, Hou X R, Cheng Y Y. Studies on HPLC fingerprint of *Herba Sarcandrae* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2005, 30(1): 67-69.
- [4] Li J L, Shu G M, Yin G P. The investigation on the medical plant's resource of *Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai in Sichuan Province [J]. *Chin Herb Med Study Sichuan* (四川中草药研究), 1995(37): 11-13.
- [5] Wu N S, Lie X L, Zhong B L, et al. The planting technology of *Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai [J]. *J Jiangsu Fore Sci Technol* (江苏林业科技), 2001, 28(3): 40-41.
- [6] Liu X W, Lai X W. *Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai and its planting [J]. *Chin Wild Plant Resour* (中国野生植物资源), 1996, 15(3): 45-47.

## 银杏抑菌作用研究进展

金涛, 齐岩, 邹积宏\*

(黑龙江大学生命科学学院 微生物黑龙江省高校重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150080)

银杏 *Ginkgo biloba* L. 为银杏科银杏属多年生落叶乔木, 又名白果树、公孙树、鸭掌树、灵眼、佛指甲等, 被世界古生物学家称为“活化石”, 是世界上最古老的孑遗植物之一, 是我国特有的树种, 拥有量占世界总量的70%以上。银杏在生长过程中很少受有害生物的危害, 这种防卫作用与其植物各器官或部位所具有的次生代谢产物有关<sup>[1]</sup>。银杏中含有多种化学成分, 如银杏叶提取物中主要有银杏黄酮、银杏内酯、白果酸、白果酚等<sup>[2]</sup>。本文对近年银杏中抑菌物质及其抑菌作用研究成果进行综述。

### 1 银杏对致病菌的抑制作用

宫霞等<sup>[3]</sup>用银杏叶乙醇-水提取物制成不同浓度银杏提取物的培养基, 接种一系列常见病原菌进行抑菌活性实验, 发现银杏叶提取物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、沙门氏菌、变形杆菌、枯草杆菌、产气杆菌都有强烈的抑制作用, 其最小抑菌率为金黄色葡萄球菌8%、大肠杆菌6%、沙门氏菌6%、变形杆菌6%、枯草杆菌6%、产气杆菌5%, 认为银杏提取物对革兰氏阴性菌和革兰氏阳性菌都有很好的抑制作用, 而且抑制浓度低, 热稳定性强。何克新等<sup>[4]</sup>进行了银杏叶提取物对致龋变形链球菌抑制作用研究, 对14个菌株采用含不同浓度的银杏叶提取物的培养基, 菌种浓度为1 mL培养基中接种 $10^6$  mL的菌液0.1 mL, 结果对其最小的抑菌浓度为62.5 g/L, 认为银杏提取物对致龋变形链球菌有很好的抑制作用。

杨小明等<sup>[5]</sup>对银杏外种皮的石油醚提取物进行提取分离, 经HPLC测定其主要成分为银杏酸, 且银杏外种皮提取物和银杏酸均有抑菌活性, 对金葡萄、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌、耐青霉素金葡萄菌都有抑制作用。银杏酸对金葡萄和枯草芽孢杆菌的抑制效果比外种皮提取物好, 但是外种皮提取物对蜡样芽孢杆菌的抑菌活性要强于银杏酸。在实验中还摸索了银杏酸与青霉素联用对耐青霉素的金葡萄的抑制作用, 显示了良好的协同作用, 在青霉素浓度624 U/

mL, 银杏酸浓度3.25  $\mu$ g/mL时, 耐青霉素的金葡萄菌即不生长。

杨小明等<sup>[6]</sup>测定了银杏叶提取物和银杏酸对常见病菌的抑菌活性, 以及不同pH条件和热处理对银杏酸抑菌活性的影响。结果银杏叶提取物中起抑菌作用的成分为银杏酸, 银杏酸对革兰氏阳性菌的抑菌效果较好, 以不溶血性链球菌的抑菌效果最好, 最小抑菌浓度为1.65  $\mu$ g/mL, 对金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌的抑制效果较差, 抑菌活性随浓度和作用时间的增加而加强, 并具有一定的热稳定性; 而对革兰氏阴性菌敏感性较差, 当银杏酸质量浓度达到200  $\mu$ g/mL时, 仍未产生抑制作用。

倪学文等<sup>[7]</sup>研究了银杏酚酸的抗菌活性。其主要抑制革兰氏阳性菌, 对蜡状芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌有很好的抑制作用, 而对大肠杆菌等革兰氏阴性菌无抑制作用, 酚酸的烷基侧链在抑菌中起了重要作用。

### 2 银杏对植物病原菌的抑制作用

于平儒等<sup>[8]</sup>对28种植物样品进行研究, 其中银杏叶和银杏外种皮的丙酮提取物对多种植物病原菌, 如油菜菌核、小麦赤霉、水稻纹枯、番茄灰霉等都有很好的抑制作用, 其中对小麦赤霉的抑制率最高, 可达到71.7%。

王杰等<sup>[1]</sup>从银杏外种皮提取物中筛选出具有明显抑菌活性的组分, 从中分离出氢化白果酸E, 并用氢化白果酸E进行了抑菌实验。氢化白果酸E在1000倍稀释浓度时对苹果炭疽病菌和葡萄炭疽病菌的抑制率分别为98.8%和91.8%。氢化白果酸E与白果酚C在结构上的差别是苯环多一个羧基, 说明羧基对供试果树病原菌的抑制活性具有重要作用。赵肃清等<sup>[9]</sup>采用银杏外种皮乙醇提取液进行了室内抑菌和盆栽抑菌试验, 0.2 g/mL的银杏外种皮提取液对水稻纹枯病、黄瓜炭疽病菌和番茄青枯病菌有明显的抑制生长作用, 在加入了银杏外种皮乙醇提取物浸润的滤纸片的培养基上水稻纹枯病菌黄瓜炭疽病菌在48 h内都不能生长。用

收稿日期: 2006-05-24

作者简介: 金涛(1970—), 男, 哈尔滨人, 讲师, 博士, 主要研究方向为生物制药和微生物学。 Tel: 13766969566

E-mail: jintao1i8@yahoo.com.cn

\* 通讯作者 邹积宏 Tel: (0451)88188228

2.0 mg/mL 的银杏外种皮提取液, 4 000 mL 喷淋在 48 kg 土壤上, 培养 20 d, 发生番茄青枯病的植株仅占 26%, 只喷淋了清水的对照组发病率为 100%, 认为银杏外种皮提取液能明显减少盆栽时因感染番茄青枯病而导致的死亡率。吴向阳等<sup>[10]</sup>以银杏外种皮为原料, 石油醚回流提取得粗提物, 经硅胶柱色谱分离、纯化得银杏酸混合物, 再经制备色谱柱多次分离, 反复制备得到 6 种单体银杏酸和一种新的银杏酸, 并通过实验表明银杏酸的抗菌活性与其化学结构中苯环上第 6 位取代基团有关。在抗菌实验中, 测定了粗提物和银杏酸混合物对 15 种植物病原真菌和 2 种细菌的活性, 结果表明粗提物和银杏酸混合物的抗菌性相似, 对小麦赤霉病菌、大蒜菌核病菌、玉米纹枯病菌、辣椒炭疽病菌、西瓜枯萎病菌、番茄叶霉病菌、花生网斑病菌、番茄早疫病病菌、花生黑斑病菌、玉米小斑病菌、水稻稻瘟病菌、草坪纹枯病菌多种农作物病原菌有抑制作用, 但对高等真菌番茄灰霉病菌和水稻恶苗病菌, 低等真菌辣椒疫霉病菌和两种细菌无效。

李倩如等<sup>[11]</sup>采用液液萃取法对银杏叶乙醇提取物进行粗分离, 并进行抑菌实验。结果显示, 所得到的石油醚部分对黑曲霉、黄曲霉、桔青霉、草酸青霉和灰绿曲霉的产孢能力有效抑制, 三氯甲烷提取部分能有效抑制各种霉菌在培养基上蔓延, 抑菌效果最好。徐齐云等<sup>[12]</sup>进行了银杏叶提取物对柑桔青霉的抑菌作用研究, 银杏叶的乙醇浸提物、石油醚萃取物、三氯甲烷萃取物和水萃取物 4 种提取物对柑桔青霉病菌均有一定抑制效果, 但只有石油醚萃取物对柑桔青霉病菌抑菌效果好, 20  $\mu\text{g/mL}$  石油醚萃取物对柑桔青霉病菌抑制率为 73.67%。

黄虎等<sup>[13]</sup>从银杏叶提取物中分离出了一种全新的蛋白 GAFF-1, 并进行了抑菌实验。抑菌实验中, 含有 1  $\mu\text{g}$  或者 2  $\mu\text{g}$  GAFF-1 的滤纸片周围有明显的抑菌圈, 认为其能够抑制水稻纹枯病菌和棉花炭疽病菌菌丝的生长, 但对水稻稻瘟病菌和小麦纹枯病菌菌丝的生长没有抑制效果。牛卫宁<sup>[14]</sup>在银杏果仁提取液中分离出一种新的蛋白, 并做了抑菌活性实验。分析结果表明该蛋白含 18 种不同氨基酸, 对热稳定纯化的蛋白对黄瓜镰刀孢菌、瓜类炭疽菌、小麦全蚀病菌等真菌有很强的抑制作用。

### 3 结语

银杏提取物粗品对多种霉菌和细菌都有很好的抑制作用, 尤其对霉菌有很强的抑制作用, 而且对革兰氏阳性和阴性菌也有很好的抑制作用。目前, 对于银杏中抑菌物质的研究, 粗品主要有银杏叶提取物、银杏外种皮提取物、银杏种仁提取物等, 在抑菌实验中都取得了良好的效果。但是对银杏提取物的分离纯化还有很多工作要做, 目前分离纯化出的单体物质主要有银杏酸、氢化白果酸、抗菌蛋白。所提取出的银杏提取物中的单体物, 对很多病原菌的抑菌作用虽然与银杏提取物的效果相似, 但是抑菌的活性和广泛性还不如银杏提取物, 例如银杏酸对革兰氏阴性菌基本无抑制作用。在银杏

提取物单体研究方面, 最突出的成果是有两种抗菌蛋白的发现, 过去对银杏的研究往往集中在天然药物方面, 而抗菌蛋白的发现, 为银杏抑菌物质的研究开辟了新的方向。银杏提取物的抑菌作用是多种物质协同作用还是另有其他未发现的抑菌成分还有待进一步研究。在目前的银杏抑菌研究中, 多集中于农业病害方面的抑菌作用, 对动物病原菌所进行的研究比较少, 研究也不够深入, 而且所进行的实验都为体外抑菌实验, 未见有动物实验报道。因此对于银杏的抑菌作用有待于在抑菌的广度上进一步深入研究, 尤其是类似于抗菌素方面的研究。另外在抑菌作用机制和抑菌物质的定性、定量方面还应开展更多的工作, 以开发出新的疗效确切、质量可控的抑菌中药制剂, 从而开拓银杏制品的新用途。

### References:

- [1] Wang J, Wang L Y. Suppressive effect of hydroginkgolic acid on pathogens of fruit tress [J]. *Jiangsu Agric Res* (江苏农业研究), 2000, 21(4): 48-50.
- [2] You Song. Research progress in chemical and pharmacological studies on Ginkgo [J]. *J Shenyang Coll Pharm* (沈阳药学院学报), 1988(2): 142-145.
- [3] Gong X, Yao S M. Studies on the anti-bacterial effect of EGb [J]. *Food Sci* (食品科学), 1999, 9: 54-56.
- [4] He K X, Li L. The study of extracts of *Ginkgo biloba* L. on inhibition with *Streptococcus mutans* [J]. *Stomatology* (口腔医学), 2001, 21(2): 67-68.
- [5] Yang X M, Chen J. Study on the antibacterial activity of ginkgolic acids [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 2002, 25(9): 651-653.
- [6] Yang X M, Ye Y Y. Study on anti-bacterium activities of extract of *Ginkgo biloba* L. leaves (EGbs) and ginkgolic acids (GAs) [J]. *Food Sci* (食品科学), 2004, 25(4): 68-71.
- [7] Ni X W, Wu M C. Study on isolation, identification and the antibacterial activity of ginkgolic acids [J]. *Food Sci* (食品科学), 2004, 25(9): 59-63.
- [8] Yu P Y, Jiang J H. Preliminary test on antifungal activities of 28 plant extracts [J]. *J Xu Zhou Norm Univ: Nat Sci* (徐州师范大学学报: 自然科学版), 2003, 21(4): 43-45.
- [9] Zhao S Q, Cai Y F. Inhibition of extract from exopleura of *Ginkgo biloba* L. on pathogens attaching crops [J]. *Agro-environ Prot* (农业环境保护), 2001, 2(5): 368-369.
- [10] Wu X Y, Yang L Q. Preparatin of ginkgolic acid monomers and their antifungal activity [J]. *Chem Ind Forest Prod* (林产化学与工业), 2003, 23(4): 17-21.
- [11] Li Q R, Lu C M. Study on the inhibition effect against molds by extract from the leaves of *Ginkgo biloba* (II) [J]. *J Zhengzhou Grain Coll* (郑州粮食学院学报), 2000, 21(3): 15-29.
- [12] Xu Q Y, Yao A Q. The researches on antimicrobial effect of the *Ginkgo biloba* leave extract to *Penicillium italicum* Wehmer [J]. *Guangdong Agric Sci* (广东农业科学), 2006(5): 83-84.
- [13] Huang H, Zhou Z. Isolation, purification and identification of an antifungal protein from leaves of *Ginkgo biloba* L. [J]. *Jiangsu J Agric Sci* (江苏农业学报), 2001, 17(2): 77-81.
- [14] Niu W N, Guo A G. Purification and characterization of an antimicrobial protein from seeds of *Ginkgo biloba* [J]. *Acta Bot Boreali-occid Sin* (西北植物学报), 2003, 9(23): 1545-1549.