

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201608035

引文格式: 汪萌, 左国营, 唐金凤, 等. 西双版纳三种药用植物的民间利用及抗菌活性 [J]. 广西植物, 2017, 37(1): 64-68.

WANG M, ZUO GY, TANG JF, et al. Folk utilization and antimicrobial activity of three medicinal plants in Xishuangbanna [J]. Guihaia, 2017, 37(1): 64-68.

西双版纳三种药用植物的民间利用及抗菌活性

汪萌¹, 左国营², 唐金凤², 许又凯¹, 唐建维¹, 李仁¹, 胡华斌^{1*}

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐仑 666303; 2. 中国人民解放军成都军区昆明总医院, 昆明 650032)

摘要: 结合民族植物学和药理学研究方法, 对西双版纳地区傣族、哈尼族和基诺族等 3 个少数民族民间利用番石榴 (*Psidium guajava*)、余甘子 (*Phyllanthus emblica*) 和水柳 (*Homonoia riparia*) 的传统知识进行调查研究及体外抗菌活性实验。结果表明: 番石榴和余甘子在村寨中较为常见, 当地少数民族将其种植于庭院中, 常作为果蔬食用, 食用番石榴嫩叶可缓解拉肚子的症状, 治疗腹痛、腹泻。水柳生长在水边, 傣族会将其叶作为腌酸鱼的配料之一。根据文献记载, 番石榴、余甘子和水柳的叶部位作为药使用时, 常煎水外洗, 治疗皮肤瘙痒。对这 3 种药用植物叶部位采用 80% 乙醇浸泡制备的提取物进行体外抗菌实验, 结果显示番石榴、余甘子和水柳 3 种药用植物对金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌均有较好的抑菌和杀菌活性, 其最小抑菌浓度 MIC 在 98~390 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 之间, 最小杀菌浓度 MBC 在 98~781 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 之间。番石榴和水柳叶对铜绿假单胞菌有一定抑菌和杀菌活性, 其 MIC 和 MBC 范围均为 6 250~12 500 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。由此可见, 这 3 种药用植物的民间利用具有一定的合理性和药用开发价值。

关键词: 西双版纳, 民族植物学, 药用植物, 抗菌活性, 番石榴, 余甘子, 水柳

中图分类号: Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2017) 01-0064-05

Folk utilization and antimicrobial activity of three medicinal plants in Xishuangbanna

WANG Meng¹, ZUO Guo-Ying², TANG Jin-Feng², XU You-Kai¹,
TANG Jian-Wei¹, LI Ren¹, HU Hua-Bin^{1*}

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Mengla, 666303, Yunnan, China; 2. Kunming General Hospital of Chengdu Military Command, Kunming 650032, China)

Abstract: Xishuangbanna is the birth-place of ethnobotanical study in China, and it has high level of biological and cultural diversity. The local people of Xishuangbanna have collected and inherited a great amount of indigenous knowledge and experience when they struggled to survive from the rugged environment and tropical diseases. Our ethnobotanical and pharmacological survey showed that *Psidium guajava*, *Phyllanthus emblica*, and *Homonoia riparia* were commonly utilized as daily seasonings, fruits, vegetables and medicines by local villagers in Xishuangbanna. The antimicrobial activity test of these three plants was conducted to verify their usage. Our field survey showed that *Psidium guajava* and *Phyllanthus emblica* were frequently found growing in villagers' yards, and they were both used as vegetables and fruits by the Dai, Hani and Jinuo people in Xishuangbanna. On the other hand, the young leaves of *Psidium guajava* were eaten raw

收稿日期: 2016-08-31 修回日期: 2016-10-24

基金项目: 国家科技部科技基础性工作专项(2012FY110300) [Supported by the Special Grant for Basic Work of Science and Technology from the Ministry of Science and Technology (2012FY110300)]。

作者简介: 汪萌(1991-), 女, 云南昆明人, 硕士研究生, 主要从事民族植物学研究 (E-mail) wangmeng@xtbg.ac.cn。

* 通信作者: 胡华斌, 博士, 研究员, 主要从事民族植物学研究 (E-mail) huhb@xtbg.ac.cn。

or boiled in water for abdominal pain and diarrhea in the folk. *Homonoia riparia*, usually found nearby stream and river, was used as seasoning to make dai flavor sour fish by Dai people. According to literature, the leaves of the three medicinal plants are boiled in water and externally used for skin disease such as pruritus. For the antimicrobial activity, the minimal inhibitory concentration and minimal bactericidal concentration (MIC and MBC) were determined. The 80% ethanol leaves extracts from them showed significant activities on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, with the MIC and MBC ranging from 98–390 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ and 98–781 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectively. In addition, the leaves extracts from *Psidium guajava* and *Homonoia riparia* showed weak activities against *Pseudomonas aeruginosa* with the MIC and MBC ranging from 6 250–12 500 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$. The relatively obvious antimicrobial activities of the selected three medicinal plants used by local villagers for stomach and skin diseases showed that these plants had the rationality and potential of medicinal applications.

Key words: Xishuangbanna, ethnobotany, medicinal plant, antimicrobial activity, *Psidium guajava*, *Phyllanthus emblica*, *Homonoia riparia*

西双版纳位于我国云南省南部,世居 13 个少数民族,具有丰富的植物资源,当地少数民族也具有丰富的利用植物的经验、知识和技术。因此,西双版纳一直以来都是我国民族植物学的研究热区。但到目前为止,对包括西双版纳在内的中国西南地区民族植物学研究多数集中在药用植物传统利用的发掘、地理分布和分类上,结合民族民间传统应用进行的有目的的药理学研究较少(Liu et al 2016)。这使民族植物学被误解为是一门纯粹的社会科学,民族植物学其实是一门自然科学与社会科学之间的交叉性学科(淮虎银等 2005)。在民间利用经验的基础上对药用植物进行有目的的药理学研究,能够增大发现特定生物活性物质的概率(裴盛基 2007)。

本研究选取桃金娘科的番石榴(*Psidium guajava*)、大戟科的余甘子(*Phyllanthus emblica*)和水柳(*Homonoia riparia*)等 3 种西双版纳民间利用的药用植物为研究对象,在体外抗菌活性实验解释和验证西双版纳民间利用这 3 种药用植物传统知识的合理性,为发现潜在具有开发价值的药用植物提供参考。

1 材料与方法

1.1 民族植物学方法

1.1.1 文献研究法 以《云南民族药志》(1, 2, 4 卷)(云南省药物研究所, 2008, 2009, 2012)和《中国傣族医药彩色图谱》(林艳芳等, 2003)等专著为研究对象,总结归纳傣族、哈尼族和基诺族对番石榴、余甘子和水柳等 3 种药用植物叶部位的用药经验。

1.1.2 调查区域及抽样方法 共选取西双版纳 8 个乡镇 15 个村寨作为本次调查研究区域,其中傣族村

寨 7 个,哈尼族 5 个,基诺族 3 个。采用滚雪球抽样方法,通过各村村长帮助下,利用熟悉的人向不熟悉的人逐步扩大调查范围,共调查年龄在 15~90 岁的信息报告人 70 名。

1.1.3 访谈方法 本次调查采取半结构式访谈和关键人物访谈相结合的方式,对番石榴、余甘子和水柳等 3 种药用植物在民间的利用情况进行访谈。

1.2 提取物的制备

番石榴、余甘子和水柳等 3 种药用植物的叶部位均采集于中国科学院西双版纳热带植物园。将 3 种药用植物叶部位洗净晒干后粉碎,各称取 30 g,用 80% 乙醇浸泡 3 次,合并滤液,在 55 $^{\circ}\text{C}$ 减压旋转蒸发仪浓缩得到浸膏,于 -20 $^{\circ}\text{C}$ 下保存备用。

1.3 体外抗菌实验

1.3.1 实验菌株 金黄色葡萄球菌(ATCC25923, *Staphylococcus aureus*)、大肠埃希菌(ATCC25922, *Escherichia coli*)、铜绿假单胞菌(ATCC27853, *Pseudomonas aeruginosa*)和白色念珠菌(ATCCY0109, *Monilia albican*)均由云南省临床检验中心提供。

1.3.2 MIC 及 MBC 测定 设置样品浓度范围为 98~12 500 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$,采用微量液体培养基倍比稀释法测定各样品的最小抑菌浓度 MIC 值(唐金凤等 2016)。确定 MIC 值后,用接种环取 MIC 前 3~5 孔的培养物,接种到 MH 培养基上,于 35 $^{\circ}\text{C}$ 恒温箱培养 24 h。通过活菌计数法观察实验结果,当菌落数小于 5 个时对应的样品浓度即为此药的最小杀菌浓度 MBC 值。

2 结果与分析

2.1 调查结果

番石榴、余甘子和水柳均为木本植物,从表 1 看

表 1 三种药用植物在西双版纳的利用
Table 1 Three medicinal plants used in Xishuangbanna

植物名 Botanical name	当地名 Vernacular name	部位及用途 Parts used and use	文献记载 (叶部分) Documentary record (Leaf)
番石榴 <i>Psidium guajava</i> Linn.	D: ma li gan; guo su dan H: ma li gan; die ma J: ma li gan; ma gui	果: 生吃; 嫩叶: 生吃/泡水/加红糖煮 治拉肚子 Fruits are eaten raw as fruit; Young leaves are eaten raw or boiled in water for diarrhea	嫩叶煎汤内服, 治腹痛、腹泻、菌痢; 叶适量, 煎水外洗, 治皮肤瘙痒 Young leaves are used as decoction for diarrhea; Leaves are boiled in water for skin disease
余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i> Linn.	D: gan lan guo; ma han beng H: gan lan guo; xi qia ha J: gan lan guo; sen chao	果: 生吃, 煮食, 泡酒; 树皮: 肉剥生的配料, 煮猪肺吃可清肺; 根: 泡水可降血压; 叶: 煮食清痰 Fruits are eaten raw as fruit or cooked as vegetable or drank as wine; Barks are eaten raw as seasoning; Root are boiled in water for hypertension; Leaves are cooked for reducing phlegm	全株治扁桃体炎; 叶适量, 煎水外洗, 治皮肤瘙痒 Whole plant is treated for amygdalitis; Leaves are boiled in water for skin disease
水柳 <i>Homonoia riparia</i> Lour.	D: guo hai yi H: pa huo J: mei beng	叶: 腌酸鱼 药用; 树皮: 肉剥生的配料 Leaves are used as seasoning or as medicine; Barks are eaten raw as seasoning	全株治肺炎、泌尿系统感染; 鲜叶适量, 煎水洗或捣碎敷治各种皮肤瘙痒 疥疮肿痛 Whole plant is treated for pneumonia or urinary system infection; Leaves are pounded or boiled in water for skin disease

注: D. 傣族; H. 哈尼族; J. 基诺族。
Note: D. Dai; H. Hani; J. Jinuo.

表 2 三种药用植物的抗菌活性 (单位: $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
Table 2 Antimicrobial activity of the three medicinal plants (Unit: $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)

菌种 Microbial strain	番石榴 <i>Psidium guajava</i>	余甘子 <i>Phyllanthus emblica</i>	水柳 <i>Homonoia riparia</i>	阳性对照 Positive control
	MIC/MBC	MIC/MBC	MIC/MBC	MIC/MBC
SA	195/390	195/390	390/781	1/2
EC	98/98	98/195	98/195	2/2
PA	6 250/12 500	12 500/-	6 250/6 250	1/2
MA	-/-	-/-	-/-	16/32

注: SA. 金黄色葡萄球菌; EC. 大肠埃希菌; PA. 铜绿假单胞菌; MA. 白色念珠菌; 阳性对照: 万古霉素(金黄色葡萄球菌) , 阿米卡星(大肠埃希菌和铜绿假单胞菌) 和氟康唑(白色念珠菌); “-”表示其值 $>12500 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。
Note: SA. *Staphylococcus aureus*; EC: *Escherichia coli*; PA. *Pseudomonas aeruginosa*; MA. *Monilia albican*; Positive control. vancomycin (*Staphylococcus aureus*) , amikacin (*Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*) and fluconazole (*Monilia albican*); “-”: the value $> 12 500 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

出, 番石榴(ma li gan) 和余甘子(gan lan guo) 的当地名在西双版纳地区的傣族、哈尼族和基诺族中是通用的。据云南植物志记载, “ma li gan” 为云南临沧地区的民间叫法, “gan lan guo” 为整个云南地区民间对余甘子果实的俗称(中国科学院昆明植物所, 1997-2006) , 由此可见, 外来文化对当地少数民族的生活交流方式产生了一定的影响。番石榴和余甘子在村寨中较为常见, 当地少数民族将其种植于庭院中, 常作为果蔬食用。在 70 名信息报告人的调查中, 79% 的信息报告人能够认知番石榴果实可作

为水果食用, 39% 能够提供番石榴嫩叶用于缓解拉肚子症状的信息; 76% 的信息报告人认为余甘子果实可食用, 29% 的信息报告人用余甘子树皮作为肉剥生的配料; 能够准确说出水柳用途的信息报告人仅占 26% , 这可能与水柳的生境(水边) 及其用途(傣族用其叶作为腌酸鱼的配料之一, 树皮用于肉剥生) 有关。根据文献记载, 番石榴、余甘子和水柳的叶部位作为药使用时, 常煎水外洗, 治疗皮肤瘙痒(林艳芳等, 2003) 。番石榴在民间与文献记载中的使用方式相同, 食用其嫩叶可缓解拉肚子的症状, 治

疗腹痛、腹泻。

2.2 抗菌活性结果

从表 2 可以看出,3 种药用植物的叶部位对金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌均有较好的抑菌活性和杀菌活性,其 MIC 在 $98 \sim 390 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 之间, MBC 在 $98 \sim 781 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 之间。番石榴和水柳叶对铜绿假单胞菌有一定抑菌和杀菌活性,其 MIC 和 MBC 范围均为 $6250 \sim 12500 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。在实验设置浓度条件下,3 种药用植物在实验测定浓度下对白色念珠菌没有效果。

3 讨论与结论

番石榴属于西双版纳传统栽培植物,具有较广的生态幅,繁殖能力极强,在该地区的物质和文化生活中起着极其重要的作用,已被当地少数民族风土驯化(禹平华等,1985)。民族植物学对其在西双版纳地区民间传统利用的调查有很多,其根、叶、树皮和果实均具有很高的药用和食用价值(潘玉梅,2006; Abdolbaset et al 2011; 顾玮等 2014)。余甘子初食感酸涩,稍后觉甜(中国科学院昆明植物所,2006)。基诺族会有意识将其驯化栽培,常出现在作为基诺族日常生活资料重要补充的庭园中(王洁如和龙春林,1995)。其树皮和果实既可作为调味品食用,也可作为治疗呼吸道及肠胃类疾病的药用植物(龙春林等,1999; Abdolbaset et al 2011; 顾玮等,2014)。现代药理学对余甘子果食部位的研究较多,其药理活性强,治疗范围广,不良反应少,营养价值高,故已被国家卫生部列入首批药食兼用名单(刘延泽等 2013)。水柳为西双版纳地区傣族常利用的水生植物,其嫩茎叶可作为调味品食用,全株代茶,具有治疗腹泻的药用价值(方利英,2006; 李秦晋 2007)。

金黄色葡萄球菌是一种常见于皮肤表面的细菌,容易引起局部化脓性感染(袁文常,2013)。大肠埃希菌为条件致病菌,在机体抵抗力下降时,易引起泌尿系统、腹腔、下呼吸道等多部位感染(陈刚等,2009)。抗菌实验表明,番石榴、余甘子和水柳的叶部位对金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌均有较好的抑菌和杀菌活性,番石榴和余甘子叶的抗菌活性与许多文献报道的结果相似,余甘子叶的主要抗菌成分集中在乙酸乙酯层,番石榴叶中的主要抑菌成分是以槲皮素为代表的黄酮类化合物(王芳等,

2007; 钟振国和曾春兰,2008; 邵萌等,2009)。水柳叶的抗菌活性研究少有报道。

由此可见,这 3 种药用植物的民间利用是具有一定的合理性和药用开发价值。

致谢 感谢西双版纳州各乡镇少数民族同胞给予的支持和帮助。

参考文献:

- ABDOLBASET G, GERHARD L, LIU F et al 2011. Ethnobotanical study of medicinal plants utilised by Hani ethnicity in naban river watershed national nature reserve, Yunnan, China [J]. J Ethnopharmacol, 134(3): 651-667.
- CHEN G, JIANG DX, WANG YX, 2009. *Echerichia coli*: distribution and resistance analysis [J]. Chin J Nosocomiol, (5): 586-588. [陈刚, 蒋冬香, 王玉香, 2009. 大肠埃希菌的临床分布及其耐药性分析 [J]. 中华医院感染学杂志, (5): 586-588.]
- EDITED BY YUNNAN INSTITUTE OF MATERIA MEDICA, 2008. The annals of national medicine in Yunnan (Vol. 1) [M]. Kunming: the Nationalities Publishing House of Yunnan: 356-357. [云南省药物研究所, 2008. 云南民族药志(第 1 卷) [M]. 昆明: 云南民族出版社: 356-357.]
- EDITED BY YUNNAN INSTITUTE OF MATERIA MEDICA, 2009. The annals of national medicine in Yunnan (Vol. 2) [M]. Kunming: the Nationalities Publishing House of Yunnan: 393-396. [云南省药物研究所, 2009. 云南民族药志(第 2 卷) [M]. 昆明: 云南民族出版社: 392-396.]
- EDITED BY YUNNAN INSTITUTE OF MATERIA MEDICA, 2012. The annals of national medicine in Yunnan (Vol. 4) [M]. Kunming: the Nationalities Publishing House of Yunnan: 142-143. [云南省药物研究所, 2012. 云南民族药志(第 2 卷) [M]. 昆明: 云南民族出版社: 142-143.]
- FANG LY, 2006. Research on traditional use of aquatic plants of Xishuangbanna Dai people [D]. Xishuangbanna: Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences: 53. [方利英, 2006. 西双版纳傣族利用的水生植物及传统知识研究 [D]. 西双版纳: 中国科学院西双版纳热带植物园: 53.]
- GU W, YANG J, YANG FM et al 2014. A preliminary study of traditional, wild medicinal, edible plants in Xishuangbanna, Yunnan, China [J]. Plant Divers, (1): 99-108. [顾玮, 杨珺, 杨付梅, 等, 2014. 西双版纳传统利用的野生药食两用植物 [J]. 植物分类与资源学报, (1): 99-108.]
- HUAI HY, HA SGB, WANG YH et al 2005. Discussion on misunderstandings of ethnobotany [J]. Chin Bull Bot, (4): 502-509. [淮虎银, 哈斯巴根, 王雨华, 等, 2005. 民族植物学认识的几个误区 [J]. 植物学通报, (4): 502-509.]
- LI QJ 2007. The status of non-timber forest products used by Dai people in Xishuangbanna [D]. Xishuangbanna: Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences: 53. [李秦晋, 2007. 西双版纳傣族对非木材林产品利用状况的研究 [D]. 西双版纳: 中国科学院西双版纳热带植物园: 53.]
- LIN YF, YI Z, ZHAO YH 2003. Chinese Dai medicine colorful illustrations [M]. Kunming: The Nationalities Publishing House of

- Yunnan: 148–150, 344–347, 612–615. [林艳芳, 依专, 赵应红, 2003. 中国傣医药彩色图谱 [M]. 昆明: 云南民族出版社: 148–150, 344–347, 612–615.]
- LIU B, GUO ZY, BUSSMANN, et al, 2016. Ethnobotanical approaches of traditional medicine studies in southwest China [J]. J Ethnopharmacol, 186: 343–350.
- LIU YZ, LI HX, XU LJ, et al, 2013. Modern research overview and application prospect analysis on *Phyllanthus emblica* both as diet and medicine [J]. Chin Trad Herb Drug, (12): 1700–1706. [刘延泽, 李海霞, 许利嘉, 等, 2013. 药食兼用余甘子的现代研究概述及应用前景分析 [J]. 中草药, (12): 1700–1706.]
- LONG CL, A BZ, WANG H, et al, 1999. Biodiversity management and utilization in the context of traditional culture of Jinuo society in S Yunnan, China [J]. Acta Bot Yunnan, (2): 111–120. [龙春林, 阿部卓, 王红, 等, 1999. 基诺族传统文化中的生物多样性管理与利用 [J]. 云南植物研究, (2): 111–120.]
- PAN YM, 2006. Traditional beverage plants used by Dai villagers in Xishuangbanna, Yunnan, China [D]. Xishuangbanna: Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences: 50. [潘玉梅, 2006. 西双版纳傣族传统饮料植物的利用研究 [D]. 西双版纳: 中国科学院西双版纳热带植物园: 50.]
- PEI SJ, 2007. Brief discussion on ethnomedicine research and new drug development of China [J]. J Yunnan Univ Trad Chin Med, (4): 4–7. [裴盛基, 2007. 关于我国民族药研究与新药开发的探讨(下) [J]. 云南中医学院学报, (4): 4–7.]
- SHAO M, FAN CL, WANG Y, et al, 2009. Advances on chemical constituents and pharmacological effects of *psidium guajava* [J]. Nat Prod Res Dev, (3): 525–528. [邵萌, 范春林, 王英, 等, 2009. 番石榴叶的化学成分及药理活性研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, (3): 525–528.]
- TANG JF, LI L, ZUO GY, 2016. Screen of antimicrobial activity in vitro of 51 Chinese herbal medicines [J]. Lishizhen Med Mat Med Res, (4): 788–791. [唐金凤, 李莉, 左国营, 2016. 51 种常见中草药抗菌活性筛选 [J]. 时珍国医国药, (4): 788–791.]
- WANG F, WANG L, DONG L, et al, 2007. Study on antibacterial activity and identification of extract from guava leaf [J]. J Mol Sci, (5): 365–367. [王芳, 王力, 董乐, 等, 2007. 番石榴叶提取物的鉴定及其抗菌作用 [J]. 分子科学学报, (5): 365–367.]
- WANG JR, LONG CL, 1995. Ethnobotanical study of traditional edible plants of Jinuo nationality [J]. Acta Bot Yunnan, (2): 161–168. [王洁如, 龙春林, 1995. 基诺族传统食用植物的民族植物学研究 [J]. 云南植物研究, (2): 161–168.]
- YU PH, XU ZF, HUANG YL, 1985. The study on traditional cultivated plants in Dai villages of Xishuangbanna [J]. Acta Bot Yunnan, (2): 169–186. [禹平华, 许再富, 黄玉林, 1985. 西双版纳傣寨传统栽培植物的调查研究 [J]. 云南植物研究, (2): 169–186.]
- YUAN WC, 2013. Adaptive resistance and drug-resistance regulation in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [D]. Chongqing: Third Military Medical University: 8. [袁文常, 2013. 金黄色葡萄球菌适应性耐药及 MRSA 耐药调控机制的研究 [D]. 重庆: 第三军医大学: 8.]
- INSTITUTUM BOTANICUM KUNMINGENSE ACADEMIAE SINICAE EDITA, 1997. Flora Yunnanica (Vol. 7) [M]. Beijing: Science Press: 131. [中国科学院昆明植物所, 1997. 云南植物志(第 7 卷) [M]. 北京: 科学出版社: 131.]
- INSTITUTUM BOTANICUM KUNMINGENSE ACADEMIAE SINICAE EDITA, 2006. Flora Yunnanica (Vol. 10) [M]. Beijing: Science Press: 103. [中国科学院昆明植物所, 2006. 云南植物志(第 10 卷) [M]. 北京: 科学出版社: 103.]
- ZHONG ZG, ZENG CL, 2008. Antimicrobial activity *in vitro* of extract from *Phyllanthus emblica* leaf [J]. Chin Trad Herb Drug, (3): 428–431. [钟振国, 曾春兰, 2008. 余甘子叶提取物体外抗菌实验研究 [J]. 中草药, (3): 428–431.]

(上接第 79 页 Continue from page 79)

- evolutionary origins of plant-specific transcription factor DNA-binding domains [J]. Plant Physiol Biochem, 46: 394–401.
- YAN H, JIA H, CHEN X, et al, 2014. The cotton WRKY transcription factor GhWRKY17 functions in drought and salt stress in transgenic *Nicotiana benthamiana* through ABA signaling and the modulation of reactive oxygen species production [J]. Plant Cell Physiol, 55: 2060–2076.
- YANG P, CHEN C, WANG Z, et al, 1999. A pathogen- and salicylic acid-induced WRKY DNA-binding activity recognizes the elicitor response element of the tobacco class I chitinase gene promoter [J]. Plant J, 18: 141–149.
- YE S, JIANG Y, DUAN Y, et al, 2014. Constitutive expression of the poplar WRKY transcription factor PtoWRKY60 enhances resistance to *Dothiorella gregaria* Sacc. in transgenic plants [J]. Tree Physiol, 34: 1118–1129.
- YU D, CHEN C, CHEN Z, 2001. Evidence for an important role of WRKY DNA binding proteins in the regulation of NPR1 gene expression [J]. The Plant Cell, 13: 1527–1540.
- YU F, HUAXIA Y, LU W, et al, 2012. GhWRKY15, a member of the WRKY transcription factor family identified from cotton (*Gossypium hirsutum* L.), is involved in disease resistance and plant development [J]. BMC Plant Biol, 12: 144.
- ZHANG Y, WANG L, 2005. The WRKY transcription factor superfamily: its origin in eukaryotes and expansion in plants [J]. BMC Evol Biol, 5: 1.
- ZHAO JW, WANG JL, AN LL, et al, 2007. Analysis of gene expression profiles in response to *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica napus* [J]. Planta, 227: 13–24.
- ZHENG JL, LIU G, MENG X, et al, 2013. A WRKY gene from *Tamarix hispida*, ThWRKY4, mediates abiotic stress responses by modulating reactive oxygen species and expression of stress-responsive genes [J]. Plant Mol Biol, 82: 303–320.
- ZHOU L, WANG NN, GONG SY, et al, 2015. Overexpression of a cotton (*Gossypium hirsutum*) Wrky gene, Ghwrky34, in *Arabidopsis* enhances salt-tolerance of the transgenic plants [J]. Plant Physiol Biochem, 96: 311–320.
- ZHOU QY, TIAN AG, ZOU HF, et al, 2008. Soybean WRKY-type transcription factor genes, GmWRKY13, GmWRKY21 and GmWRKY54, confer differential tolerance to abiotic stresses in transgenic *Arabidopsis* plants [J]. Plant Biotechnol J, 6: 486–503.