

# 资源植物水柏枝属的分类与应用研究进展

胡欢<sup>1,2</sup>, 张梅<sup>3</sup>, 易凌睿<sup>3</sup>

(1 遵义医科大学 贵州省普通高等学校微生物资源与药物开发特色重点实验室, 贵州遵义 563000; 2 遵义医科大学 口腔医学院, 贵州遵义 563000; 3 遵义医科大学 基础医学院, 贵州遵义 563000)

**摘要:** 水柏枝属是一类具有重要生态、经济意义的资源植物, 该文对国内外关于水柏枝属分类学、系统学、内生菌、繁育和保护以及药用成分等方面的研究进展进行综述。并针对该属存在的有关物种界定与谱系地理、植物内生菌与适应性机理、药用成分与药理研究等关键科学问题, 提出可能采用的研究方法, 为高效利用野生资源植物提供基本思路。

**关键词:** 水柏枝属; 分类学; 谱系地理; 药用成分; 保护遗传学; 研究进展

中图分类号: Q949.758.8

文献标志码: A

## Advances in Research on Taxonomy and Application of Genus *Myricaria* (Tamaricaceae)

HU Huan<sup>1,2</sup>, ZHANG Mei<sup>3</sup>, YI Lingrui<sup>3</sup>

(1 Microbial Resources and Drug Development Key Laboratory of Guizhou Tertiary Institution, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563000, China; 2 School of Stomatology, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563000, China; 3 School of Preclinical Medicine, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 56300, China)

**Abstract:** *Myricaria* Desv. is an important resource genus with ecological and economic values. Here, we briefly reviewed past advances in the taxonomy, phylogenetic relationship, endophytes, breeding characteristics, conservation and medicinal ingredients of *Myricaria* plants. We also suggested a series of further study strategies for key issues in this genus, such as species delimitation, phylogeographical history, plant endophytes, adaptation mechanism, phytochemistry and pharmacology. These excellent studies provide essential base for the efficient utilization of wild resources as *Myricaria*.

**Key words:** *Myricaria*; taxonomy; phylogeography; phytochemistry; conservation genetics; research advances

水柏枝属 (*Myricaria* Desv.) 植物为怪柳科 (Tamaricaceae) 灌木, 除疏花水柏枝 [*M. laxiflora* (Franch.) P. Y. Zhang et Y. J. Zhang] 为本属唯一冬季不落叶的常绿灌木外, 其余均为落叶灌木, 直立或平卧; 单叶互生、无柄, 密集排列于当年生绿色幼枝上; 花两性, 花柄短, 成顶生或侧生的总状花序或圆锥花序, 苞片具膜质边; 花瓣 5, 倒卵形、长椭圆形或倒卵状长圆形, 粉红、白或略带紫红色, 通常果期宿存; 雄蕊 10, 5 长 5 短相间, 花丝 1/2~2/3 部分合生, 稀基

部离生; 花药 2 室, 纵裂, 黄色; 雌蕊由 3 心皮构成, 子房具 3 棱, 基底胎座, 胚珠多数; 柱头头状, 3 浅裂。蒴果圆锥形, 1 室, 3 瓣裂。种子多数, 顶端具芒柱, 芒柱全部或 1/2 以上被白色长柔毛, 无胚乳<sup>[1-2]</sup>。

本属是由 Desvaux 从怪柳属 (*Tamarix* Linn.) 中划分出来而成立, 包含约 13 个物种, 主要分布于青藏高原及其邻近的亚欧大陆北温带地区, *M. germanica* (Linn.) Desv.、*M. dahurica* (Willd) Ehrenb. 和 *M. longifolia* (Willd.) Ehrenb. 分布

于中亚至西欧地区,其余 10 种均在中国有分布,其中 4 种为中国特有种,分别为心叶水柏枝(*M. pulcherrima* Batal.)、小花水柏枝(*M. wardii* Marquand)、疏花水柏枝和三春水柏枝(*M. paniculata* P. Y. Zhang et Y. J. Zhang)<sup>[2-4]</sup>。水柏枝属植物主要生长于江河湖泊岸边的沙砾地,部分种分布于高原湿地或荒漠沙丘等极端环境,是分布区内湿地生态系统和荒漠生态系统植被组成的关键种或建群种,不仅具有库岸水土保持和防风固沙的生态保护价值<sup>[5]</sup>,也是中国西北荒漠地区的重要畜牧饲料、薪碳来源和园艺景观植物,部分种还具有药用价值<sup>[6]</sup>。

## 1 属下分类学和系统发育学研究

张鹏云等根据传统形态学特征对国内水柏枝属进行了系统的分类学修订工作,认为 *M. germanica* 在中国无分布,将其地理代替种成立为新种三春水柏枝,将 *M. germanica* var. *laxiflora* Franch. 升级至种水平为疏花水柏枝,处理了匍匐水柏枝(*M. prostrata* Hook. f. et Thorns. ex Benth. et Hook. f.)和宽苞水柏枝(*M. bracteata* Royle)的异名,同时认为秀丽水柏枝(*M. elegans* Royle)花丝基部略结合及种子顶端芒柱被白色长柔毛的形态特征在水柏枝属的其他物种中仍部分可见,不应该将秀丽水柏枝划入桤柳属或另立新属,至于球花水柏枝(*M. laxa* W. W. Sm.)是否成立还有待更多标本信息和进一步研究确认<sup>[7]</sup>。水柏枝属的分类单元长期以来就存在各种争议,这主要是因为秀丽水柏枝(*M. elegans* Royle)的分类位置备受讨论。张元明等根据对花粉形态的电镜观察,认为秀丽山桤柳(*Myrtama elegans*, 即秀丽水柏枝)的花粉外壁具明显粗网状纹饰,有别于水柏枝属和桤柳属<sup>[8-9]</sup>,其大型披针叶、雄蕊花丝分离、雌蕊短柱头、种子芒柱全被毛等形态特征明显有别于本科其他属,因而众多研究人员支持将该物种另立新属山桤柳属(*Myrtama* Ovcz & Kinz.)<sup>[8, 10]</sup>;但也有学者认为花粉形态特征即使在水柏枝属内也具有多样性,该形态特征不适于单独用作物种界定的依据,仍支持秀丽水柏枝归于水柏枝属下<sup>[11]</sup>。尽管有学者纳入更多的桤柳科物种,基于有限的 ITS 序列的系统发育树和种间遗传距离认为秀丽水柏枝不应从水柏枝属中分出<sup>[12]</sup>,但也有学者认为秀丽水柏枝可能是桤柳属与水柏枝属的属间杂种<sup>[13]</sup>。

利用形态学数据来界定物种的原则是一个物种在居群水平上与另一个物种在一个或多个定性或定

量表型特征上具有明显的间断性和显著的分化差异<sup>[14]</sup>。显然,现有基于形态特征数据对水柏枝属内分类单元的划分与修订均是基于模式标本和少数个体进行的,尽管国内外学者对物种的定义难以达成共识,但无论应用哪一种物种概念来进行科学的分类学研究,我们所研究的每一个物种都是一个居群系统,自然物种并不是由单个个体直接组成,而是个体在特定时空中按照一定规律集合而成居群,再由不同的居群有规律地组成物种<sup>[15]</sup>。大小种以及种、变种等分类阶元混乱问题多是只依赖于形态差异分化原则提出的,无法排除这种形态差异是否是由于不同生境下各种环境因子造成的表型可塑性,同时也缺乏基于居群水平的统计学显著差异检验和遗传学上的重要证据支持,在分类上对难于鉴定的物种复合群也缺乏深入细致的分类学研究工作<sup>[16-17]</sup>。水柏枝属今后的分类修订工作应该坚持居群的概念和方法,研究物种的居群系统显然比研究一份一份标本更有助于科学认识一个物种<sup>[15]</sup>。目前,针对三春水柏枝、宽苞水柏枝和具鳞水柏枝(*M. squamosa* Desvaux)这 3 个形态近缘种在花序、苞片大小和嫩枝包膜等形态上的差异微小,野外定种困难, Liu 等对水柏枝属完成迄今为止最全面的取样,共收集 10 个物种 39 居群总 311 个体(其中,物种复合体采集 20 居群约 180 个体),利用 *trnS-trnG* + *psbA-trnH* + *trnL-trnF* + *trnT-trnF* + *rpL16* 叶绿体 DNA barcode 序列组合仍无法有效对该物种复合体进行物种界定,这三个物种复合体之间存在大量共享单倍型,无特有单倍型,与宽叶水柏枝(*M. platyphylla* Maximowicz)一起形成一个自展值为 75% 的进化支<sup>[18]</sup>。这也进一步提示我们可能需要遗传变异信息更丰富或与成种相关的特异分子遗传信息有望实现准确界定三春水柏枝、宽苞水柏枝和具鳞水柏枝这个物种复合体。

尽管水柏枝属内物种界定和属间界限尚存在争议(如:秀丽水柏枝及其变种是否应划出水柏枝属?三春水柏枝、宽苞水柏枝和具鳞水柏枝这 3 个物种是否应合并修订?)。当前,基于 DNA barcoding 序列已有多个研究分析了该属的属下系统发育关系及其在桤柳科的系统发生位置。基于单一序列 *psbA-trnH* 或 ITS 构建水柏枝属下分类单元的系统发育关系,发现水柏枝属属内形成两亚进化支,一亚支是秀丽水柏枝及其变种,另一亚支为属内剩余物种<sup>[4, 19]</sup>。秀丽水柏枝是属内最基部的进化支系,与水柏枝属其他进化支之间的自展支持率为 100%,这表明秀丽水柏枝不

宜另立新属而应归入水柏枝属,同时也提示秀丽水柏枝可能是水柏枝属与怪柳属之间的进化桥梁或是属间杂交的结果<sup>[4]</sup>。Liu 等构建的水柏枝属最大简约进化树显示属下 10 物种 1 变种的系统发育关系可分为 5 支:Clade1 为疏花水柏枝,Clade2 为三春水柏枝、宽苞水柏枝、具鳞水柏枝、宽叶水柏枝和心叶水柏枝,Clade3 为 *M. germanica*,Clade4 为匍匐水柏枝、卧生水柏枝 (*M. rosea* W. W. Smith) 和小花水柏枝,Clade5 为秀丽水柏枝和它的变种泽当水柏枝 (*M. elegans* var. *tsetangensis*)。其中 Clade5 自成一亚支,Clade1-4 为一亚支:Clade1 与 Clade2 聚为一支(自展值 54%)后与 Clade3 聚为一支(88%),最后与 Clade4 聚集(85%)<sup>[18]</sup>。Zhang 等多序列联合构建的系统发育树与 Liu 等的结论大致一致,将水柏枝属分为 4 组:Parallelantherae 组(秀丽水柏枝)为属内一亚支;其余 3 组为另一亚支,其中 Laxiflorae 组(疏花水柏枝)与 Renantherae 组(包含宽叶水柏枝、具鳞水柏枝、宽苞水柏枝、三春水柏枝、心叶水柏枝和 *M. germanica*)为姊妹进化支,而后再与 Alpinae 组(匍匐水柏枝、卧生水柏枝和小花水柏枝)聚集<sup>[20]</sup>。

基于 ITS+*rps16*+*psbB-psbH*+*trnL-trnF* 联合序列构建的系统发育树表明水柏枝属与怪柳属的亲缘关系最近,聚为一支后再与红砂属(*Reaumuria* Linn.)形成姊妹进化支<sup>[21]</sup>。而由于选用的物种不同,以及采纳的怪柳科各属物种样本量的不足,同样的 DNA barcoding 序列也得出了水柏枝属与红砂属亲缘关系更近的结论<sup>[20]</sup>。基于 *psbA-trnH* 单片段的系统发育树显示水柏枝属与怪柳属的关系更近<sup>[19]</sup>,而基于 *rbcL* 基因序列构建的系统发育树则认为怪柳属与红砂属的亲缘关系更近<sup>[22]</sup>。由于研究纳入的物种样本量少,选取的短片段基因序列携带的遗传信息少,怪柳科内各属的系统发育关系仍存在争议。伴随 DNA 测序成本迅速下降以及高通量测序技术日趋成熟,叶绿体基因组因其单亲遗传、小分子量、多拷贝、分子进化速率慢等特点而被广泛应用于分子系统发育学研究中<sup>[23-24]</sup>。截止日前,NCBI 数据库(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)已收录怪柳科 9 个物种的叶绿体全基因组序列,其中怪柳属已测 2 物种,分别是沙生怪柳(*T. taklamakanensis*, MW125612)和怪柳(*T. chinensis*, MN229512);水柏枝属已测 5 物种,分别是疏花水柏枝(MN867948)、匍匐水柏枝(MN088847)、三春水柏枝(MK397878)、具鳞水柏枝(OL469903)和秀丽水柏枝(MZ489116);红砂属已测 2 物种,分别是

红砂(*R. songarica*, MW760848)和黄花红砂(*R. trigyna*, MK397893)。利用叶绿体全基因组数据构建的 ML 树显示水柏枝属与怪柳属更近<sup>[25]</sup>。

## 2 谱系地理学研究

基于本属物种的地理分布和生物地理学研究,目前普遍认为水柏枝属起源中心位于喜马拉雅青藏高原地区,起源时间伴随着喜马拉雅早期的隆起事件,可追溯至 ca. 20 Ma 第三纪中新世早期<sup>[7, 18, 20, 26]</sup>。属内物种分化的时间大致发生在第三纪晚期和更新世早期之间,基于不同的短序列推测的主要分支进化事件(most cladogenesis events)发生在 2.30~1.46 Ma 或更早的 5~2.5 Ma<sup>[18, 26]</sup>。伴随青藏高原的快速隆起和气候变化,水柏枝属的种群动态历史检测到 4 次主要的隔离事件(vicariance event)和 9 次扩张事件(dispersal event),从而形成了现今的分布格局<sup>[18]</sup>。

基于核微卫星数据对瑞士境内 *M. germanica* 4 个不同水流域的 31 居群进行群体遗传分析,检测到 4 个不同流域中有两个基因库,近亲繁殖系数  $F_{IS}$ (0.072~0.939)表明不同基因库不同种群的交配体系存在差异,I 基因库表现为混合或异交交配,而 II 基因库表现为较高的同系繁殖。两个基因库之间发生了两次当代跨流域双向迁移事件,而历史基因流则是单向线性向下游的,这说明与种子水传播形式相较,风或动物媒介传播方式也同样重要<sup>[27]</sup>。

## 3 生理学和细胞遗传学研究

对不同个体发育时期的 *M. germanica* 叶子进行形态学解剖,子叶和初生嫩叶无叶腺和分泌物,幼叶背面有少许腺体及白色分泌物,而老叶背面的多细胞腺体数目进一步增多,其中枝条末端老叶的腺体密度最高,其分泌物为白色小点。大多数怪柳科植物的盐腺分泌 NaCl,而 *M. germanica* 则分泌大量的 Ca 和 Mg,盐腺的这种演化可能有利于促进 *M. germanica* 对非盐碱地富含 Ca 的土壤的适应<sup>[28]</sup>。

捷克植物性状数据库 Pladias(<https://pladias.cz/>)利用流式细胞术估测 *M. germanica* 的基因组大小(2C)约为 2 872 Mbp,GC 含量 40.8%,2 倍体  $2n=24$ <sup>[29-30]</sup>。疏花水柏枝(*M. laxiflora*)也完成了核型分析, $2n=2x=24$ <sup>[31]</sup>。水柏枝属内物种核型结构稳定,核基因组较大,这给该资源植物基因资源的开发工作提出了挑战,目前仅部分工作完成了叶绿体基因组的测序,核基因组、转录组相关工作无人涉及。

## 4 植物内生菌与抗逆研究

植物内生菌(plant endophytes)无处不在地定植于几乎所有植物各组织中,具有促进植物生长、发育、抗逆、生物降解等有益特性<sup>[32]</sup>。水柏枝属内生菌方面的研究集中于疏花水柏枝,它是中国三峡库区特有的濒临灭绝物种,主要分布于长江干流海拔70~160 m的河滩地,每年要承受4~6个月的淹水胁迫<sup>[33]</sup>,多项研究从疏花水柏枝的根、茎、叶等部位共分离、纯化和鉴定出40~200种内生真菌,其中粪壳菌纲、子囊菌纲和座囊菌纲是根部内生真菌的优势菌群;茎部则是以细级链格孢和链格孢为优势种群<sup>[34]</sup>;来自叶片的内生真菌虽较少,但其抗氧化活性却相对较高且稳定,其中曲霉菌 *Aspergillus* 不仅数量最多,也是抗氧化活性最高的属种<sup>[35]</sup>。不同部位的内生真菌均表现出丰富的物种多样性,具有一定水平的重金属抗性,对多种病原菌及铜绿微囊藻有良好抑制作用,同时筛选出菌株 MG-9、球毛壳菌 QY-1 和棒曲霉 MS19-3 具有较强的抗氧化能力,这些共生的内生真菌不仅有利于宿主疏花水柏枝在三峡库区消落带的抗淹水胁迫,对长江流域滩地的重金属也具有修复潜力,同时在抗氧化、抑菌和抑藻方面有巨大潜力<sup>[34-40]</sup>。

随着分子生物技术的不断发展提高,微生物群落结构和多样性的研究技术已经从依赖分离培养向非依赖培养、由低分辨率向高分辨率水平的方向发展;高通量测序技术的发展和革新了我们对微生物以及整个生物学的理解,有助于指导植物内生菌资源的挖掘与开发<sup>[41-42]</sup>。今后此类研究工作可联合高通量测序技术与传统培养分离方法探讨水柏枝属内生菌的多样性,以及开展与环境、生长发育相适应的水柏枝属植物内生菌资源的开发利用。

## 5 种子繁育和保护生物学研究

水柏枝属的种子产量大、种子质量小,种子主要靠风媒短程传播,少量通过水流完成远距离传播,实验室条件下种子发芽率高,但实地调查的种子可育率却很低。其中,宽苞水柏枝的种子生产力系数为65~70,实验室发芽率为92%~96%,温室播种后最快8~10 h内即可发芽,24 h后幼苗可牢固附着于基质上并出现子叶,3~4 d后有一个密集的生根期,约10 d左右产生第一片真叶<sup>[43]</sup>。疏花水柏枝花序生物量通常占植株总生物量的4%,种子产量大、质量小(千粒重0.15 g),因主要靠风媒短距离传播种子,

有约90%种子散落于亲本植株周围10 m范围内,导致种子缺乏土壤和光照而萌发率极低。种子活力大约有7 d,吸水后可在24 h内萌发,沙最低含水量为10%或沙土含水量为17%可保证种子正常萌发,在土壤含水量处于饱和状态下种子萌发率达到最高。疏花水柏枝种子于秋季成熟,分布区时值旱季,多数土壤含水量低于种子萌发最低要求,这就严重限制了该物种在沿河洪水区的分布<sup>[44-46]</sup>。*M. germanica* 的个体平均产籽粒为  $391.829 \pm 228.356$ ,实验室种子萌发率为86.9%,但实地调查同样发现约78.3%的种子成熟后会被成熟灌木和核心种群的个体所诱捕,通常无法萌芽<sup>[47]</sup>。塔里木盆地的特有种心叶水柏枝,所在生境为暖温带极端大陆性干旱荒漠气候,分布区多盐碱地,土壤表层盐分较高,且存在广泛的人为河流改道、河岸建设等干扰,造成了其种群片段化分布,同样面临濒危。实地抽样调查中发现,其果实可育率极低,仅28.64%,种子虽然在实验室适宜条件下萌发率较高,但当模拟野外生境条件时,伴随干旱胁迫增大及NaCl浓度增加其种子萌发率骤降<sup>[48]</sup>。

同时,研究人员对如何提高种子繁育率也做了一些工作,结果显示疏花水柏枝新鲜种子在贮藏0周时发芽率可达95%,贮藏2周后发芽率显著降低,第3周时发芽率仅为0周时的45.61%;到第5周时,发芽率下降为0。大多数研究表明降低种子含水量可延缓种子衰老,延长种子寿命,但如果不对种子干燥处理,-4℃条件下贮藏8周后发芽率可保持为64.67%,显著高于干燥处理后同样条件保存的种子活力<sup>[49]</sup>。这提示我们在新的潜在栖息地进行人工种子育种繁殖时,收集成熟种子后可低温密封保存种子,并于2周内完成播种为宜,提高土壤湿度有助于种子萌发、定植。

*M. germanica* 曾广泛分布于中欧的高山河流,由于该地区河道调整、富营养化和快速演替等客观环境的改变,该物种已濒临灭绝。在物种保护工作中,将物种重新引入已灭绝地区的方法越来越多地被运用<sup>[50]</sup>。在温室中,*M. germanica* 埋入10 cm深的10 cm扦插苗成活率可达98%,生物量产量也最高,但是一旦移栽至田间,扦插苗存活率骤降,仅少数个体存活。其他同属物种疏花水柏枝、具鳞水柏枝和小花水柏枝的室内扦插繁殖成功率也都很高<sup>[51-54]</sup>。想要在原生境重新人工引种或是进行水源地生态修复工作,营养扦插可获得大量种源,但还需要进一步解决干旱胁迫和种群内部竞争从而提高移植成功率<sup>[55]</sup>。同时也要关注到营养扦插会带

来种质资源的同质化问题加剧,影响保护种群的遗传多样性,可能会削弱其演化内驱力。

中国长江流域由于大型水电站的修建导致疏花水柏枝的原生境被淹没,通过模拟不同地下水位对幼苗生长的影响,发现地上部和地下部生物量随着地下水位的降低呈先增后降的单峰变化规律,最大值分别出现在-10 cm 和-15 cm 水平。但是三峡-葛洲坝等大型梯级水电站加快了水位下降的速度,总体降低了其地下水位,旱涝期水位降幅可达 1.29 m,显然会对幼苗的生长产生强烈抑制作用,将受到严重胁迫,影响原生境种群的正常更新<sup>[56]</sup>。由于 *M. laxiflora* 在夏季无论是否被水淹,植株都会进入休眠,各项生理活动并不会受到水淹的直接影响,这是长期演化所产生的对夏季水淹的主动适应,这也提示我们可在新的长江干流消落带中下游对疏花水柏枝进行回归引种和种群重建,帮忙物种重返野外<sup>[33]</sup>。借助 AFLPs 分子标记对疏花水柏枝自然分布区长江流域的多个居群进行遗传多样性和结构调查,研究人员发现迁地保护居群的遗传多样性最高,而其他自然居群为中等水平( $H_e=0.262$ );居群间的遗传交流和迁移方向主要为沿长江水流的线性单向,这主要受种子的水传播方式或上游居群无性繁殖体长距离传播的影响<sup>[57]</sup>。

当水柏枝属植物的生境片段化,例如人为的河道变窄发生,由于种源有限,主要靠风媒短距离传播很难占领其他的潜在适宜生境,物种在这一区域将面临灭绝的威胁。那么,在制定其自然栖息地实施就地保护时,就需要允许在高概率生境地区形成新的适宜河岸生境,例如拓宽河床形成新的砾石河岸以增加可能的栖息地<sup>[47, 58]</sup>。

## 6 药用成分研究

水柏枝属植物具有较高的药用价值,用药历史

悠久,在中国民间医学实践中,水柏枝属植物广泛用于藏药和蒙药,藏药水柏枝名为“翁布”,常用于治疗风湿痹痛、麻疹不透、瘟病时疫、脏腑毒热、咽喉肿痛、中毒症、黄水病、血热病等症<sup>[59]</sup>;蒙药水柏枝名为“巴勒古纳”,蒙药典籍《认药白品鉴》及《无误蒙药鉴》记载,其主治毒热、陈热、伏热、热症扩散、肉毒症、协日乌素、血热、麻疹。现有临床研究表明水柏枝属植物对风湿的治疗,包括风湿性关节炎、类风湿性关节炎、急慢性风湿性关节炎等,具有重要疗效<sup>[60]</sup>,在多种药剂中被广泛应用,如七味水柏枝汤、五味甘露药浴剂、奇正消痛贴等。迄今为止,已从水柏枝属植物的叶或茎段鉴定和分离出大约 117 种单体化合物,主要是黄酮类、酚酸类、环萜及甾体类、鞣花酸类化合物、脂肪醇酸类等化合物<sup>[61-75]</sup>。黄酮类化合物是该属植物的主要活性成分,药理研究表明,该类成分具有抗氧化作用,以及抗菌和抗炎活性<sup>[76-78]</sup>;酚酸类化合物也是主要化合物类型之一,具有抗炎、抗氧化、抗菌、抗过敏性哮喘和抗组胺活性等药理作用<sup>[79-80]</sup>。

目前,对于水柏枝属植物药化活性成分的很多报道存在植物基源不明确或鉴定、命名错误的问题,例如 *M. germanica* 确认在中国无分布,但较多研究中却采用此植物来源,可能是鉴定出现失误<sup>[73-74, 81]</sup>;有些研究中采用的植物是 *M. alopecuroides*,是宽苞水柏枝的异名,出现了命名的错误<sup>[68, 72]</sup>。同时,现有此类研究较少涉及活性成分的生物活性机制、物质基础和药理机制方面的研究。今后对水柏枝属植物药用价值的开发应在明确原植物基源的基础上,对其进行系统、全面的化学成分和药理活性研究,阐明其基础活性药物,选用合适的质控指标和方法,应用药物化学结合体外、体内试验,为更加准确、全面、高效地开发利用水柏枝属植物奠定基础。

## 参考文献:

[1] 王 勇, 吴金清, 陶 勇, 等. 三峡库区消滞带特有植物疏花水柏枝(*Myricaria laxiflora*)的自然分布及迁地保护研究[J]. 武汉植物学研究, 2003, **21**(5): 415-422.  
WANG Y, WU J Q, TAO Y, *et al.* Natural distribution and *ex situ* conservation of endemic species *Myricaria laxiflora* in water-level-fluctuation zone within Three-Gorges Reservoir Area of Changjiang River[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2003, **21**(5): 415-422.

[2] YANG Q, GASKIN J. Flora of China vol. 13 [M]. Science Press,

Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 2007.

[3] 张元明, 潘伯荣, 尹林克, 等. 柾柳科(Tamaricaceae)植物的研究历史[J]. 西北植物学报, 2001, **21**(4): 796-804.  
ZHANG Y M, PAN B R, YIN L K, *et al.* The research history of the family Tamaricaceae[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2001, **21**(4): 796-804.

[4] LIU Y F. Molecular phylogeny of *Myricaria* (Tamaricaceae): Implications for taxonomy and conservation in China[J]. *Botanical Studies*, 2009, **50**: 343-352.

[5] 郭其强, 郭连金, 次仁旦增, 等. 水柏枝的根系特征及固沙效

- 果研究[J]. 安徽农业科学, 2010, **38**(28): 15 786-15 787.
- GUO Q Q, GUO L J, CI R, *et al.* Study on root characteristics and sand-fixing effects of *Myricaria paniculata* [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2010, **38**(28): 15 786-15 787.
- [6] 王 勇, 刘义飞, 刘松柏, 等. 中国水柏枝属植物的地理分布、濒危状况及其保育策略[J]. 武汉植物学研究, 2006, **24**(5): 455-463.
- WANG Y, LIU Y F, LIU S B, *et al.* Geographic distribution and current status and conservation strategy of the genus *Myricaria* in China [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2006, **24**(5): 455-463.
- [7] 张鹏云, 张耀甲. 中国水柏枝属的分类研究[J]. 植物研究, 1984, **4**(2): 67-80.
- ZHANG P Y, ZHANG Y J. A study on the taxonomy of the genus *Myricaria* Desv. in China [J]. *Bulletin of Botanical Research*, 1984, **4**(2): 67-80.
- [8] 张元明, 潘伯荣, 尹林克. 中国怪柳科(Tamaricaceae)花粉形态研究及其分类意义的探讨[J]. 西北植物学报, 2001, **21**(5): 857-864.
- ZHANG Y M, PAN B R, YIN L K. Pollen morphology of the Tamaricaceae from China and its taxonomic significance [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2001, **21**(5): 857-864.
- [9] 张元明. 中国怪柳科植物花粉形态特征聚类分析[J]. 西北植物学报, 2004, **24**(9): 1 702-1 707.
- ZHANG Y M. Cluster analysis on pollen morphology of the Tamaricaceae from China [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2004, **24**(9): 1 702-1 707.
- [10] 张道远, 陈之端, 孙海英, 等. 用核糖体 DNA 的 ITS 序列探讨中国怪柳科植物系统分类中的几个问题[J]. 西北植物学报, 2000, **20**(3): 421-431.
- ZHANG D Y, CHEN Z D, SUN H Y, *et al.* Systematic studies on some questions of Tamaricaceae based on ITS sequence [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2000, **20**(3): 421-431.
- [11] 席以珍. 中国怪柳科植物花粉形态的研究[J]. 植物研究, 1988, **8**(3): 23-42.
- XI Y Z. Studies on pollen morphology of Tamaricaceae in China [J]. *Bulletin of Botanical Research*, 1988, **8**(3): 23-42.
- [12] 华 丽, 张道远, 潘伯荣. 中国怪柳属和水柏枝属的分子系统学研究[J]. 云南植物研究, 2004, **26**(3): 283-289.
- HUA L, ZHANG D Y, PAN B R. Molecular systematics of *Tamarix* and *Myricaria* in China inferred from ITS sequence data [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2004, **26**(3): 283-289.
- [13] ZHANG D Y, YIN L K, PAN B R. Phylogenetic status study of *Myricaria elegans* Royle; Proceedings of the Second Symposium on Plant Science and Development in Western China [C]. Urumqi, China, F, 2001.
- [14] WIENS J J, PENKROT T A. Delimiting species using DNA and morphological variation and discordant species limits in spiny lizards (*Sceloporus*) [J]. *Systematic Biology*, 2002, **51**(1): 69-91.
- [15] 陈家宽. 居群、物种与生物多样性[J]. 生物多样性, 2016, **24**(9): 1 000-1 003.
- CHEN J K. Population, species and biodiversity [J]. *Biodiversity Science*, 2016, **24**(9): 1 000-1 003.
- [16] 杨 永, 周浙昆. 物种——老问题新看法[J]. 中国科学: 生命科学, 2010, **40**(4): 311-320.
- YANG Y, ZHOU Z K. Species-new views on old problems [J]. *Scientia Sinica (Vitae)*, 2010, **40**(4): 311-320.
- [17] 刘建全. “整合物种概念”和“分化路上的物种”[J]. 生物多样性, 2016, **24**(9): 1 004-1 008.
- LIU J Q. “The integrative species concept” and “species on the speciation way” [J]. *Biodiversity Science*, 2016, **24**(9): 1 004-1 008.
- [18] LIU Y F, WANG Y, *et al.* Species-level phylogeographical history of *Myricaria* plants in the mountain ranges of Western China and the origin of *M. laxiflora* in the Three Gorges mountain region [J]. *Molecular Ecology*, 2009, **18**(12): 2 700-2 712.
- [19] CHANNA F N, SHINWARI Z K, ALI S I. Phylogeny of Tamaricaceae using psbA-trnH nucleotide sequences [J]. *Pakistan Journal of Botany*, 2018, **50**(3): 983-987.
- [20] ZHANG M L, MENG H H, ZHANG H X, *et al.* Himalayan origin and evolution of *Myricaria* (Tamaricaceae) in the Neogene [J]. *PLoS One*, 2014, **9**(6): e97582.
- [21] ZHANG M L, HAO X L, *et al.* Spatiotemporal evolution of *Reaumuria* (Tamaricaceae) in Central Asia: Insights from molecular biogeography [J]. *Phytotaxa*, 2014, **167**(1): 89.
- [22] QIAN C J, GU M H, YIN H X, *et al.* Adaptive evolution of rbc L in *Reaumuria soongarica* (Tamaricaceae) [J]. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 2017, **9**(1): 78-88.
- [23] CHOI K S, CHUNG M G, PARK S. The complete chloroplast genome sequences of three veroniceae species (Plantaginaceae): Comparative analysis and highly divergent regions [J]. *Frontiers in Plant Science*, 2016, **7**: 355.
- [24] FREUDENTHAL J A, PFAFF S, TERHOEVEN N, *et al.* A systematic comparison of chloroplast genome assembly tools [J]. *Genome Biology*, 2020, **21**(1): 254.
- [25] WANG Q, ZHANG S D, DING B, *et al.* The complete chloroplast genome of *Myricaria laxiflora* (Tamaricaceae): An endemic and endangered species from China [J]. *Mitochondrial DNA Part B*, 2020, **5**(2): 1 153-1 154.
- [26] CHEN Y H. A revisited study on phylogeography and phylogenetic diversity of *Myricaria* (Tamaricaceae) [J]. *Journal of Ecosystem & Ecography*, 2013, **3**(3): 132.
- [27] WERTH S, SCHEIDEGGER C. Gene flow within and between catchments in the threatened riparian plant *Myricaria germanica* [J]. *PLoS One*, 2014, **9**(6): e99400.
- [28] DÖRKEN V M, PARSONS R F, *et al.* Studies on the foliage of *Myricaria germanica* (Tamaricaceae) and their evolutionary and ecological implications [J]. *Trees*, 2017, **31**(3): 997-1 013.
- [29] VELEBA A, ŠMARDÁ P, ZEDEK F, *et al.* Evolution of genome size and genomic GC content in carnivorous holokinetics (Droseraceae) [J]. *Annals of Botany*, 2016, **119**(3): 409-416.
- [30] PETR Š, ONDŘEJ K, ALEXANDRA B, *et al.* Genome sizes and genomic guanine + cytosine (GC) contents of the Czech vascular flora with new estimates for 1700 species [J]. *Preslia*, 2019, **91**(2): 117-142.
- [31] 何子灿, 黄宏文, 吴金清, 等. 濒危植物疏花水柏枝核型及其染色体双线性构型研究 [C]//Advances in Chromosome Sciences Volume1. Beijing, China, 2001: 236-239.
- [32] HE W, MEGHARAJ M, WU C Y, *et al.* Endophyte-assis-

- ted phytoremediation: Mechanisms and current application strategies for soil mixed pollutants[J]. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2020, **40**(1): 31-45.
- [33] 陈芳清, 谢宗强. 濒危植物疏花水柏枝对模拟夏季水淹的生理生化响应[J]. 热带亚热带植物学报, 2009, **17**(3): 249-253. CHEN F Q, XIE Z Q. The physiological and biochemical responses of endangered *Myricaria laxiflora* to simulated summer flooding[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2009, **17**(3): 249-253.
- [34] 毛洪强. 三峡库区耐淹植物内生真菌多样性及生物活性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2016.
- [35] ZENG W, QIN W, TIAN W, et al. Antioxidant activity in vitro of endophytic fungi from *Myricaria laxiflora*, a riparian plant with strong tolerance ability of flooding[J]. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 2015, **9**(1): 87-95.
- [36] 安红梅. 三峡库区耐淹植物内生真菌重金属抗性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2015.
- [37] 蒋 维, 秦王阁阁, 孔玉珊, 等. 疏花水柏枝内生真菌 QY-1 的抗氧化活性分析[J]. 微生物学杂志, 2017, **37**(5): 53-59. JIANG W, QIN W, KONG Y S, et al. Antioxidant activity analysis of an endogenic fungus QY-1 from *Myricaria laxiflora*[J]. *Journal of Microbiology*, 2017, **37**(5): 53-59.
- [38] 秦王阁阁, 孔玉珊, 蒋 维, 等. 疏花水柏枝高产多酚内生真菌的筛选、鉴定及抗氧化活性分析[J]. 天然产物研究与开发, 2017, **29**(3): 461-467. QIN-WANG G G, KONG Y S, JIANG W, et al. Screening, characterization and antioxidant analysis of endophytic fungi yielding polyphenols from *Myricaria laxiflora*[J]. *Natural Product Research and Development*, 2017, **29**(3): 461-467.
- [39] 孔玉珊, 秦田明, 薛艳红, 等. 疏花水柏枝内生真菌对三峡地区柑橘致腐菌的拮抗作用研究[J]. 食品工业科技, 2015, **36**(8): 175-177. KONG Y S, QIN T M, XUE Y H, et al. Antimicrobial effect of endophytes from *Myricaria laxiflora* on the fungus causing citrus rot in Three Gorges area[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2015, **36**(8): 175-177.
- [40] 张 阔. 三峡库区消落带耐水淹植物疏花水柏枝抗氧化胁迫的物质基础研究[D]. 重庆: 西南大学, 2017.
- [41] LINDAHL B D, NILSSON R H, TEDERSOO L, et al. Fungal community analysis by high-throughput sequencing of amplified markers—a user's guide [J]. *New Phytologist*, 2013, **199**(1): 288-299.
- [42] 王红阳, 康传志, 王 升, 等. 基于高通量测序和传统培养分离方法的药用植物内生菌资源研究策略[J]. 中国中药杂志, 2021, **46**(8): 1 910-1 919. WANG H Y, KANG C Z, WANG S, et al. Research strategies for endophytes in medicinal plants based on high-throughput sequencing and traditional culture and isolation methods[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2021, **46**(8): 1 910-1 919.
- [43] LYAKH E M, ASTASHENKOV A Y. Coenopopulations of *Myricaria bracteata* Royal at the territory of the Republic of Kazakhstan and their ontogenetic structure[J]. *BIO Web of Conferences*, 2019, **16**: 17.
- [44] CHEN F Q, XIE Z Q. Reproductive allocation, seed dispersal and germination of *Myricaria laxiflora*, an endangered species in the Three Gorges Reservoir area[J]. *Plant Ecology*, 2007, **191**(1): 67-75.
- [45] 袁万群, 詹海燕, 陈芳清, 等. 濒危植物疏花水柏枝种子萌发的生态学特性[J]. 生态环境, 2008, **17**(6): 2 341-2 345. YUAN W Q, ZHAN H Y, CHEN F Q, et al. Ecological characteristics of seed germination of an endangered species *Myricaria laxiflora*[J]. *Ecology and Environment*, 2008, **17**(6): 2 341-2 345.
- [46] 陈芳清, 谢宗强, 熊高明, 等. 三峡濒危植物疏花水柏枝的回归引种和种群重建[J]. 生态学报, 2005, **25**(7): 1 811-1 817. CHEN F Q, XIE Z Q, XIONG G M, et al. Reintroduction and population reconstruction of an endangered plant *Myricaria laxiflora* in the Three Gorges Reservoir area, China [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, **25**(7): 1 811-1 817.
- [47] FINK S, LANZ T, STECHER R, et al. Colonization potential of an endangered riparian shrub species[J]. *Biodiversity and Conservation*, 2017, **26**(9): 2 099-2 114.
- [48] 刘艳萍, 刘涛阳, 朱中原. 塔里木盆地特有植物心叶水柏枝濒危原因调查[J]. 安徽农业科学, 2020, **48**(16): 112-115. LIU Y P, LIU T Y, ZHU Z Y. Investigation on the endangered causes of endangered plant *Myricaria pulcherrima* in Tarim Basin[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, **48**(16): 112-115.
- [49] 秦洪文, 刘正学, 钟 彦, 等. 濒危植物疏花水柏枝种子萌发力丧失及贮藏条件研究[J]. 河南农业科学, 2013, **42**(2): 116-119. QIN H W, LIU Z X, ZHONG Y, et al. Study on seed germination power loss and storage conditions of endangered plant *Myricaria laxiflora*[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2013, **42**(2): 116-119.
- [50] GODEFROID S, PIAZZA C, ROSSI G, et al. How successful are plant species reintroductions? [J]. *Biological Conservation*, 2011, **144**(2): 672-682.
- [51] 满丽婷, 张文莲. 具鳞水柏枝扦插繁育技术研究[J]. 北方园艺, 2012, (18): 102-103. MAN L T, ZHANG W L. Study on cutting breeding technology of *Myricaria squamosa* Desv[J]. *Northern Horticulture*, 2012, (18): 102-103.
- [52] 秦洪文, 刘正学, 张立冬, 等. 植物激素和基质对疏花水柏枝扦插繁殖的影响[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2012, **18**(5): 30-32. QIN H W, LIU Z X, ZHANG L D, et al. The effects of plant hormones and culture medium of *Myricaria laxiflora* (Franch.) on cottage propagation[J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2012, **18**(5): 30-32.
- [53] 韩 敏, 邓洪平, 杨 丽, 等. 三峡库区濒危药用植物疏花水柏枝的扦插技术研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2008, **33**(1): 82-85. HAN M, DENG H P, YANG L, et al. Cuttage of an endangered medicinal plant *Myricaria laxiflora* in the Three-Gorges Reservoir region[J]. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition)*, 2008, **33**(1): 82-85.
- [54] 张景舜, 李松林, 姚霞珍. 西藏特有植物小花水柏枝水培生根特性探究[J]. 高原农业, 2019, **3**(5): 479-483. ZHANG J S, LI S L, YAO X Z. Study on rooting characteristics of endemic Tibetan plant *Myricaria wardii* in water culture[J].

- Journal of Plateau Agriculture*, 2019, **3**(5): 479-483.
- [55] KOCH C, KOLLMANN J. Clonal re-introduction of endangered plant species: The case of German false tamarisk in pre-alpine rivers[J]. *Environmental Management*, 2012, **50**(2): 217-225.
- [56] 官守鹏, 陈芳清, 吕坤, 等. 疏花水柏枝幼苗生物量与构件对模拟土壤地下水水位变化的响应[J]. *植物科学学报*, 2019, **37**(4): 485-494.
- GUAN S P, CHEN F Q, LÜ K, *et al.* Responses of biomass and components of *Myricaria laxiflora* seedlings to simulated soil water level changes[J]. *Plant Science Journal*, 2019, **37**(4): 485-494.
- [57] LIU Y F, WANG Y, HUANG H W. High interpopulation genetic differentiation and unidirectional linear migration patterns in *Myricaria laxiflora* (Tamaricaceae), an endemic riparian plant in the Three Gorges Valley of the Yangtze River [J]. *American Journal of Botany*, 2006, **93**(2): 206-215.
- [58] SITZIA T, MICHIELON B, IACOPINO S, *et al.* Population dynamics of the endangered shrub *Myricaria germanica* in a regulated Alpine River is influenced by active channel width and distance to check dams[J]. *Ecological Engineering*, 2016, **95**: 828-838.
- [59] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1991.
- [60] 罗达尚. 中华藏本草[M]. 北京: 民族出版社, 1997.
- [61] ZHAO D B, LIU X H, CUI S Y, *et al.* Separation and determination of six active components in two *Myricaria* plants by capillary chromatography[J]. *Chromatographia*, 2005, **61**(11): 643-646.
- [62] NAWWAR M, SWILAM N, HASHIM A, *et al.* Cytotoxic isoferulic acidamide from *Myricaria germanica* (Tamaricaceae)[J]. *Plant Signaling & Behavior*, 2013, **8**(1): e22642.
- [63] 李帅, 陈若芸, 于德泉. 三春水柏枝化学成分的研究(II)[J]. *中草药*, 2008, **39**(10): 1459-1461.
- LI S, CHEN R Y, YU D Q. Studies on the chemical constituents of *Sabina chinensis* (II)[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2008, **39**(10): 1459-1461.
- [64] 张瑛. 宽苞水柏枝抑制 HIV-1 复制有效成分及其构效关系的研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2011.
- [65] 李帅, 陈若芸, 于德泉. 三春水柏枝化学成分的研究 I [J]. *中国中药杂志*, 2007, **32**(5): 403-406.
- LI S, CHEN R Y, YU D Q. Study on chemical constituents of *Myricaria paniculata* I [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2007, **32**(5): 403-406.
- [66] 周嵘, 汪涛, 杜新贞. 宽苞水柏枝化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2006, **31**(6): 474-476.
- ZHOU R, WANG T, DU X Z. Studies on chemical constituents in herb of *Myricaria bracteata* [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2006, **31**(6): 474-476.
- [67] 刘佳宝, 张瑛, 崔保松, 等. 宽苞水柏枝化学成分研究[J]. *中草药*, 2013, **44**(19): 2661-2665.
- LIU J B, ZHANG Y, CUI B S, *et al.* Chemical constituents from twigs of *Myricaria bracteata* [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2013, **44**(19): 2661-2665.
- [68] 李占军, 薛培凤, 解红霞, 等. 蒙药河柏的化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2010, **35**(7): 865-868.
- LI Z J, XUE P F, XIE H X, *et al.* Chemical constituents from *Myricaria alopecuroides* [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2010, **35**(7): 865-868.
- [69] 田伟, 毕玉婷, 周启龙, 等. 没食子酸酯对神经细胞的抗氧化保护作用研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2013, **25**(10): 1423-1427.
- TIAN W, BI Y T, ZHOU Q L, *et al.* Effects of gallate esters on antioxidation of nerve cells[J]. *Natural Product Research and Development*, 2013, **25**(10): 1423-1427.
- [70] 喇晓琴, 曾阳, 许敏, 等. 藏药翁布的黄酮类化学成分研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2011, **23**(4): 596-599.
- LA X Q, ZENG Y, XU M, *et al.* Flavonoids from the twigs of the Tibetan medicine *Myricaria germanica* [J]. *Natural Product Research and Development*, 2011, **23**(4): 596-599.
- [71] LI S, DAI S J, CHEN R Y, *et al.* Triterpenoids from the stems of *Myricaria paniculata* [J]. *Journal of Asian Natural Products Research*, 2005, **7**(3): 253-257.
- [72] CHUMBALOV T K, BIKBULATOVA T N, IL'YASOVA M I. Polyphenols of *Myricaria* IV. A hydrolyzable tannin substance [J]. *Chemistry of Natural Compounds*, 1979, **15**(1): 94.
- [73] 黄元. 藏药翁布化学成分的研究及抗 RA 有效部位的筛选[D]. 西宁: 青海师范大学, 2009.
- [74] 喇晓琴. 藏药翁布的化学成分及生物活性研究[D]. 西宁: 青海师范大学, 2011.
- [75] KHAN S, NISAR M, KHAN R, *et al.* Evaluation of chemical constituents and antinociceptive properties of *Myricaria elegans* Royle [J]. *Chemistry & Biodiversity*, 2010, **7**(12): 2897-2900.
- [76] HAVSTEEN B. Flavonoids, a class of natural products of high pharmacological potency [J]. *Biochemical Pharmacology*, 1983, **32**(7): 1141-1148.
- [77] MIDDLETON E Jr, KANDASWAMI C. The Impact of Plant Flavonoids on Mammalian Biology: Implications for Immunity, Inflammation and Cancer [M]//The Flavonoids. Boston, MA: Springer US, 1993: 619-652.
- [78] SHEN N, WANG T F, GAN Q, *et al.* Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity [J]. *Food Chemistry*, 2022, **383**: 132-137.
- [79] WANG B H, OU-YANG J P. Pharmacological actions of sodium ferulate in cardiovascular system [J]. *Cardiovascular Drug Reviews*, 2005, **23**(2): 161-172.
- [80] 华晓雨, 陶爽, 孙盛楠, 等. 植物次生代谢产物-酚类化合物的研究进展[J]. *生物技术通报*, 2017, **33**(12): 22-29.
- HUA X Y, TAO S, SUN S N, *et al.* Research progress on phenolic compounds of plant secondary metabolites [J]. *Bio-technology Bulletin*, 2017, **33**(12): 22-29.
- [81] 曾阳, 喇晓琴, 许敏, 等. 藏药翁布的酚性成分研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2012, **24**(9): 1169-1171.
- ZENG Y, LA X Q, XU M, *et al.* Phenolic constituents from twigs of Tibetan medicine *Myricaria germanica* [J]. *Natural Product Research and Development*, 2012, **24**(9): 1169-1171.