

药用植物废弃物再利用研究现状

张晓燕¹, 龚苏晓², 张铁军^{2*}, 陈常青^{2*}

1. 天津中医药大学, 天津 300193

2. 天津药物研究院, 天津 300193

摘要: 中药加工和使用过程中剩余丰富的非药用部位和药渣, 产量巨大, 但因其药用价值不及药用部位大而被废弃, 对不同类型药用植物非药用部位及药材使用后药渣中化学成分进行阐述, 以期中药材废弃物综合再利用及药用植物废弃物药理学研究提供一定的参考。

关键词: 药用植物; 废弃物; 药渣; 非药用部位; 再利用

中图分类号: R282.23 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)07-1225-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.07.027

Research status of recycling medicinal plant waste

ZHANG Xiao-yan¹, GONG Su-xiao², ZHANG Tie-jun², CHEN Chang-qing²

1. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

2. Department of Modern Chinese Materia Medica, Tianjin Institute of Pharmaceutical Research, Tianjin 300193, China

Abstract: The yield of process and use of the surplus of non medicinal parts and residues in Chinese materia medica is huge while its pharmaceutical value is not more than the medicinal parts that was abandoned. This article stated on the different types of medicinal plants and the use of the chemical composition in the waste, in order to provide some reference for the study of medicinal plant waste and to make contribution to the comprehensive utilization of the waste materials.

Key words: medicinal plants; waste; residue; non medicinal parts; recycling

资源在人类发展中扮演着不可替代的角色, 有效合理的资源利用才能达到人类同自然界的平衡与双赢, 我国高等植物有 3 万多种, 动物总量约 17.4 万种, 矿物类 171 种, 自然资源丰富, 但我国为人口大国, 人均占有量较低且资源消耗巨大, 与此同时大量未利用资源部位被遗弃而造成浪费, 2003 年英国《能源白皮书》中提出了资源的可持续利用, 低碳环保等一系列解决方案, 这对资源的合理开发利用、解决自然资源短缺提供了有效途径。

我国中药资源分布广泛, 种类众多, 药材在全国多个省市地域均有种植, 药材产量可观, 其中仅甘肃省中药材种植面积达 13 万 hm^2 , 生产量约 31.6 万吨。尽管如此, 中药的开发利用面临着“收支”不平衡的状态, 中药材的生产却远不及使用速度, 资源较为匮乏, 而因生产加工过程中产生的废弃物

却堆放废弃, 造成了中药资源的利用和持续浪费。另外, 我国药用植物约 1.2 万种, 仅占植物总种数的 40%, 剩余部分仍具开发潜力。因此, 开发新的中药资源对原有消耗严重的药材进行“等效替换”不失为解决中药材消耗量大、药材生长周期缓慢的一种途径。现将药用植物废弃物在药理学中再利用的研究进展进行综述, 以期在中药资源的开发利用中提供一定的参考。

1 药用植物废弃物现状

对于药用植物的使用, 废弃部位的产生往往伴随着药材本身一部分或多部分的使用, 剩余部分未发现其价值或价值较低而被遗弃, 在中药材的生产加工过程中, 废弃部位的产生必不可少, 在加工使用过程中主要产生非药用部位、药渣、生物残渣等多种废弃部位。

收稿日期: 2015-12-13

作者简介: 张晓燕 (1990—), 女, 硕士研究生, 主要从事中药复方制剂研究。Tel: (022)23006843 E-mail: 13920375607@163.com

*通信作者 张铁军 Tel: (022)23006848 E-mail: zhangtj@tjipr.com

陈常青 Tel: (022)23006829 E-mail: chencq@tjipr.com

《中国药典》2015 年版收载药材共 618 种^[1], 常用药材 540 种, 常见入药部位 14 个, 同株药材加工时一般取其单一部位入药, 若掺入其他部位则当伪药对待, 而剩余部位多被废弃焚烧。有研究对某些非药用部位进行研究, 发现一些非药用部位具有潜在药用价值, 谭玉柱等^[2]对药用大黄地上部位进行研究, 从叶中提取出大黄素、大黄酚等蒽醌类成分, 虽量低但可作为大黄的暂代品。成药生产和用药过程与药渣的产生同时发生, 大部分药物生产企业将所产生的药渣废弃或堆放焚烧, 我国药渣的年产量高达 3 000 万吨, 且仍呈上升趋势。如今已经有将药渣进行沼气发酵^[3]、菌菇类栽培、养殖昆虫、制取生物油、造纸、育苗等的研究^[4], 并且取得了良好的效果。也有将药渣进行再提取, 发现其中仍残留有某些活性成分, 如近年从甘草药渣中提取出甘草查耳酮 A 具有显著的抗肿瘤活性^[5]。药渣不再仅仅限于造纸、发酵等方面的利用, 对其化学成分将具有巨大的研究空间。因此, 对药用植物废弃物的有效成分进行研究, 并加以开发利用将产生巨大经济效应。

2 中药材开发研究现状

2.1 传统中药材废弃部位的取舍

从古至今传统中药材的使用都是除去植物某些部位, 选取特定部位入药, 从而发挥某方面的药效, 如白术用其根茎; 还可取同种植物的不同部位作为不同药材, 如取茄科枸杞的果实加工即为药材枸杞子, 而取其根皮加工则为药材地骨皮。关于中药采收加工过程中植物非药用部位的取舍问题早有争论^[6], 有人认为传统药材去除的非药用部位也含有活性成分, 某些成分甚至高于传统入药部位, 这样就造成了所去除的非药用部位资源的浪费, 因此对非药用部位的开发研究对中药再利用意义重大。

2.2 传统中药材废弃部位研究

2.2.1 根及根茎类药材非药用部位 铁皮石斛是我国名贵中药, 但其资源极其匮乏, 1992 年被《中国植物红皮书》列为濒危物种, 一般去除其根部以茎部入药, 但未见其根部作为药材入药, 铁皮石斛根中含有大量人体所需的微量元素且量高于茎部, 还含有少量具有降糖活性的多糖和黄酮苷, 对 2 型糖尿病模型小鼠显示出降糖活性^[7]。药用白术常在冬季挖取其根茎, 晒干除去须根即得, 鲜有报道使用其地上部分作药材, 对白术地上部分进行了化学成分研究显示, 从醋酸乙酯部位分离得到 25 个化合

物, 其中含有与白术根茎相同的成分白术内酯 I、II、III, 这些成分具有抗炎活性^[8], 所含的羽扇豆烷三萜类成分具有抗肿瘤活性, 其所含的黄酮类成分也具有抗氧化作用。黄芩茎叶产量约为黄芩根的 2 倍左右, 大部分黄芩茎叶随着黄芩的采收加工被废弃, 研究发现黄芩茎叶总黄酮提取物具有抗炎、抗癌、抑制一氧化氮合酶以及预防实验性大鼠高脂血症的活性^[9], 从黄芩茎叶提取出的总黄酮具有抗氧化、改善记忆障碍、保护神经元细胞等药理作用, 对神经保护作用的机制可能是调节氧化应激如超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶和 Na^+ , K^+ -ATP 酶的水平^[10]; 用乙醇提取黄芩种壳, 其中黄酮类成分可达 8.37%, 且具有抗氧化作用, 黄芩种子和种壳中挥发性成分和矿物质元素量丰富^[11], 尚未见其用作药材的文献, 未来根据其所含成分可进行药理学探索。

2.2.2 种子类药材非药用部位 五味子有南北之分, 北五味子即为习用药材五味子, 药用时除去其藤茎和果梗保留其成熟果实, 其中含有的 10 多种木脂素类是其主要有效成分。五味子藤茎为其加工废弃物, 五味子藤茎在薄层色谱中均显示含有与其果实相同的木脂素类成分, 主要有五味子甲素、五味子乙素、前五味子素、戈米辛、五味子酚等; 五味子藤茎中还含有多糖、有机酸、挥发油、维生素、多种微量元素等。五味子藤茎经过加工提取已被用于化妆品、保健品、调味品等行业^[12]。五味子作为名贵中药, 资源匮乏, 其花、叶、根等均可作为其开发应用的研究方向, 资源丰富, 开发价值极高。可考虑将五味子藤茎作为其果实的替代品进行使用。

芡实为睡莲科植物芡的成熟种仁, 芡实的炮制方法是将其成熟果实去除种皮及果壳入药。我国每年芡实产量在 1×10^7 kg 以上, 种皮与果壳占芡实的 30%~40%, 每年因加工芡实种仁产生的废弃果壳、种皮高达 $3 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6$ kg, 一般的处理方式是将其废弃堆放或作为普通燃料, 资源浪费极其严重。研究发现, 芡实果壳 50% 乙醇提取物可清除超氧阴负离子、羟基负离子和 DPPH; 100% 乙醇提取液还具有与维生素 C (VC) 相同的还原能力和抗脂质过氧化能力, 且其 DNA 损伤抑制率高于同浓度 VC 溶液^[13], 还具有降血糖作用。若将其开发利用于中药产业中将大大减少资源浪费, 减小企业经济成本。对于芡其他部位的研究较少, 不同品种芡茎中均含 7 种人体必需氨基酸^[14], 芡叶则含有大量多酚类成分, 但其花梗、根的研究未见报道。

2.2.3 叶类药材非药用部位 银杏多以叶片入药, 银杏果实及种皮随着季节性自行脱落堆放发酵, 但特有的臭味引起严重环境污染。银杏种皮中含有棕榈酸、十八烷酸、 β -谷甾醇等甾体类成分, 瑞香糖苷、松柏苷、甘草苷等苷类成分, 蔗糖、嘧啶、葡萄糖、腺苷及多种酯类成分^[15], 表明银杏种皮可以从多方向开发利用, 亦能解决由于废弃长期堆放引起的环境污染。多穗柯富含黄酮类化合物, 量高达 22.2%, 尤其二氢查耳酮类成分根皮苷的量占总黄酮的 16.8%^[16], 是苹果所含根皮苷的数倍, 素有“树上的虫草”之称, 民间一般取其根、叶和果实入药, 具有抗肿瘤、抗氧化、降血糖、调血脂的功效^[17]。对其茎的研究却鲜见报道, 多穗柯茎中同样含有根皮苷, 且产量巨大, 将其开发提取根皮苷将大大降低药用成本, 也可物尽其用, 变废为宝。

2.2.4 皮类药材非药用部位 红豆杉为我国一级珍稀物种, 生长年限较长, 再生缓慢, 现已大量人工栽培。红豆杉树皮可提取紫杉醇, 但乏于资源短缺, 而其他部位利用率较低, 研究发现红豆杉属植物茎叶中含有大量紫杉烷类和挥发性成分^[18], 具有抗炎、降血压^[19]、镇痛^[20]等药理活性。利用超临界萃取技术从云南红豆杉枝叶中提取出大量半合成紫杉醇的原料 10-DAB, 可进一步合成多西他赛等抗癌药物^[21], 开发价值极高。牡丹为毛茛科植物, 常以根皮入药为牡丹皮, 其主要成分丹皮酚具有清热凉血、活血化瘀的功效。研究发现牡丹花、叶、根、籽等部位均含有多种化学成分, 但对其研究报道尚不深入, 文献报道牡丹籽中含多种苷类成分如白芍苷、芍药苷、芍药内酯苷等^[22], 具有抑菌、抗氧化、降血糖、调血脂、美白、防治口腔溃疡等功效^[23]; 水提取所得芍药苷的量较高, 低极性溶剂提取可得到多种不饱和脂肪酸油脂, 现已被开发作食用植物油, 具有调血脂、降血压、保护心脑血管等作用^[24]。

2.2.5 花类药材非药用部位 菊花为菊科植物菊的花絮, 日常生活常用, 在菊花的采摘、生产加工过程中, 其根、茎叶等部位被废弃, 菊根部及其茎叶含有大量人体自身不能合成的必需氨基酸, 还含有大量黄酮和有机酸类成分^[25], 对于心血管系统具有保护作用, 还可提高记忆力和免疫力。

2.3 中药药渣的研究

药渣为中药与水混和进行粗提取后的产物, 处理不当会引起腐败变质, 若被非法再利用于药物生产过程中, 危害巨大。药厂产生的药渣多被焚烧,

填埋, 从而造成了环境的污染, 据不完全统计, 我国仅植物药产生的药渣年排放量平均约 3×10^7 吨, 其处理成本高不仅造成了企业的经济负担, 处理不当还会危害到周围环境与人类健康。在提倡节能减排、低碳生活的今天, 研究创造药渣的价值尤为重要。目前, 已有将药渣用作沼气原料, 制造有机肥料、饲料添加剂, 栽培菌类等方式进行处理, 但药渣中仍含一定量的化学成分, 直接进行废物处理未将其价值最大限度发挥, 药渣中一般含有植物纤维素、木质素、蛋白质、多糖, 以及某些特有成分, 可将这些有效成分进行提取纯化再利用, 避免有效成分的浪费。

黄芩清上焦之火, 为临床常用药, 提取成分后黄芩药渣一般堆放废弃, 杨威等^[26]利用微波法对黄芩药渣进行了提取, 从药渣中提取出黄芩苷的量高达 9%, 可为企业增加经济效益, 同时达到可持续利用资源的目的。从牡丹籽粕中提取得到芍药苷、芍药内酯苷等芍药苷类成分, 被证明具有抗癌、抗氧化、免疫调节^[27]、防辐射^[28]等作用。淫羊藿的药效成分为黄酮类, 粗提其药渣虽黄酮类成分的量较低, 但淫羊藿多糖的量丰富, 药理学证明淫羊藿多糖对 DPPH 具有较强的清除作用, 抗氧化功效明显, 具有开发为抗氧化药物的潜质^[29]。

3 药用植物废弃物再利用模式研究

药用植物利用产生废弃物造成资源浪费的问题, 许多学者提出不同的再利用策略, 在对植物废弃物的探索发展中, 段金廪等^[30]建立了中药资源化学, 创新性地提出了“三大利用策略”^[31], 即对非药用部位的多种途径利用、加工和深加工过程所剩废弃物的回收利用, 针对植物资源的利用提出了“三类资源化模式”, 糖类、纤维素类、三萜及其苷类、黄酮类、有机酸类等进行粗放低值、转化增效及精细高值等利用, 对不同种类的成分给予不同方式的利用^[32], 为植物资源投入大、产率低等问题的解决提供了系统的思路和方法, 还对植物中所含的碳水化合物、淀粉、半纤维素、纤维素等成分的利用途径及可转化成的产品进行了分析^[33], 根据不同成分不同的物理化学性质, 生产出具有特殊价值的产品, 利用中药加工过程中产生的非药用部位、下脚料等进行成分分析^[34], 作为新药原料意义巨大。

针对中药传统药用部位废弃物使用, 发掘资源化学成分和产品, 探索出潜在利用价值中药非药用部位, 对成分进行化学分析和药理活性研究, 发现其

药用价值,作为某些稀缺物种代替品等均可对该类废弃物进行高值化利用;针对废弃药渣及植物残渣,可将其进行成分再分析、再提取,层层提取分析至确定其活性成分,量较低时再进行育苗、造纸、发酵等处理^[35],使药用植物废弃物发挥最大利用价值。

4 结语

人类生活的环境,资源的有效合理利用直接关系到人类社会的发展,最大限度地发挥资源的价值不失为缓解资源短缺的一种方法。我国是农业大国,中药品种繁多,产量颇丰,但对于中药材的合理利用仍有巨大的研究空间,加大对中药材废弃物的药理学筛选研究,发现其中对于人体具有特殊药理活性的成分可作为解决现有条件下中药材匮乏的方法之一;药用植物的开发再利用在社会发展中意义重大,对于非药用部位和药渣综合开发利用成为避免中药材药用部位过度利用的一种手段。在中药非药用部位的研究中应加大对所含成分的药理活性的研究,而不仅仅只对单一成分进行研究,在农业生产中继续加大对道地药材的栽培、杂交选育新种,通过生物杂交等技术手段研究得到稳定可靠的新品种进行扩大种植;药材使用后产生的药渣可进行成分分析,找出剩余成分进行研究,亦可对中药进行充分利用。总之,在药用植物废弃物的研究中,一方面研究提取分离新技术,对不可替代药材进行高效率成分提取,继续对传统药材非药用部位深入探索;另一方面进行以活性成分为目的的“不种而获”的生物合成研究,利用生物合成和分子科学等对大量的无活性化学成分进行结构修饰等,药用植物废弃资源的利用可得到充分优化。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 谭玉柱, 童婷婷, 赵高琼, 等. 药用大黄地上部位蒽醌类成分研究 [J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(11): 2915-2917.
- [3] Wang M, Li W Z, Liu S, *et al.* biogas production from Chinese herb-extraction residues: influence of biomass composition on methane yield [J]. *Bioresources*, 2013, 8(3): 3732-3733.
- [4] 杨绪勤, 袁 博, 蒋继宏. 中药渣资源综合再利用研究进展 [J]. 江苏师范大学学报: 自然科学版, 2015, 33(3): 40-44.
- [5] 韩龙哲, 张 娟, 倪 慧, 等. 胀果甘草药渣总黄酮和甘草查尔酮 A 的制备及其体外抗肿瘤活性研究 [J]. 现代药物与临床, 2013, 28(5): 668-672.
- [6] 孙礼进, 周 详. 对中药非药用部位炮制时取舍的探讨 [J]. 中成药, 1990(6): 46.
- [7] 宓文佳, 陈素红, 吕圭源, 等. 铁皮石斛根提取物对 2 型糖尿病模型小鼠的降糖作用研究 [J]. 中药药理与临床, 2015, 31(1): 125-129.
- [8] 彭 伟. 白术地上部分和浙贝母花的资源利用 [D]. 上海: 第二军医大学, 2010.
- [9] 益文杰, 佟继铭, 苏丙凡, 等. 黄芩茎叶总黄酮对大鼠实验性高脂血症的预防作用 [J]. 中国临床康复, 2005, 9(27): 228-229.
- [10] Miao G X, Zhao H X, Guo K, *et al.* Mechanisms underlying attenuation of apoptosis of cortical neurons in the hypoxic brain by flavonoids from the stems and leaves of *Scutellaria baicalensis* Georgi [J]. *Neural Regen Res*, 2014, 9(17): 1592-1598.
- [11] Roginsky V, Lissi E A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food [J]. *Food Chem*, 2005, 92(2): 235-236.
- [12] 徐海波. 北五味子藤茎生药学研究与开发利用 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2005.
- [13] 孙文凯. 芡实壳提取物抗氧化作用与降血糖功效初探 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2012.
- [14] 伍城颖, 沈 蓓, 陈广云, 等. 芡茎的氨基酸组成分析与营养价值评价 [J]. 食品工业科技, 2013, 34(21): 338-342.
- [15] 周桂生. 银杏种子资源化学研究 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2013.
- [16] Dong H Q, Ning Z X, Yu L J, *et al.* Preparative separation and identification of flavonoid phloridzin from the crude extract of sweet tea (*Lithocarpus polystachyus* Rehd) [J]. *Molecules*, 2007, 12(3): 552-562.
- [17] 潘慧敏, 何春年, 姜保平, 等. 多穗柯乙醇提取物不同萃取部位及 5 个主要成分对 HepG2 细胞胰岛素抵抗改善作用的研究 [J]. 中南药学, 2015, 13(6): 570-574.
- [18] Li C, Huo C, Zhang M, *et al.* Chemistry of Chinese yew *Taxus chinensis* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2008, 36(4): 266-282.
- [19] Yang W X, Zhao Z G, Wang L H, *et al.* Control of hypertension in rats using volatile components of leaves of *Taxus chinensis* var. *mairei* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 141(1): 309-313.
- [20] 楼娉婷, 夏爱萍, 应 茵. 南方红豆杉茎叶提取物镇痛抗炎作用的实验研究 [J]. 浙江中医杂志, 2015, 50(8): 566-567.
- [21] 唐杨琴, 李海池, 黄文洁, 等. 超临界 CO₂ 流体萃取云南红豆杉枝叶中 10-DAB 的工艺研究 [J]. 中药材, 2015, 38(4): 827-830.

- [22] 吴静义. 牡丹籽化学成分研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2014.
- [23] Nian C, Peng H Y, Xiao W, *et al.* Determination of chemical variability of phenolic and monoterpene glycosides in the seeds of *Paeonia* species using HPLC and profiling analysis [J]. *Food Chem*, 2013, 138(2): 108-114.
- [24] 董振兴, 彭代银, 宣自华, 等. 牡丹籽油降血脂、降血糖作用的实验研究 [J]. *安徽医药*, 2013(8): 1286-1289.
- [25] 朱琳, 郭建明, 杨念云, 等. 菊非药用部位化学成分的分布及其动态积累研究 [J]. *中草药*, 2014, 45(3): 425-431.
- [26] 杨威, 王丽, 王玮, 等. 植物药提取废渣中再次提取有效成分的研究 [J]. *化学与黏合*, 2014, 36(3): 162-166.
- [27] Yu J, Zhu X Y, Qi X, *et al.* Paeoniflorin protects human EA. hy926 endothelial cells against gamma-radiation induced oxidative injury by activating the NF-E2-related factor 2heme oxygenase-1 pathway [J]. *Toxicol Lett*, 2013, 218(3): 224-234.
- [28] 李锦运, 郭玉蓉, 董守利, 等. 冷破碎苹果皮渣中多糖提取工艺优化及除杂方法研究 [J]. *食品工业科技*, 2011, 32(7): 274-277.
- [29] 程浩然, 付亮, 冯士令, 等. 淫羊藿药渣多糖体外抗氧化活性研究 [J]. *食品工业科技*, 2014, 35(2): 143-145.
- [30] 段金廛, 吴启南, 宿树兰, 等. 中药资源化学学科的建立与发展 [J]. *中草药*, 2012, 43(9): 1665-1671.
- [31] 段金廛, 宿树兰, 郭盛, 等. 中药资源产业化过程废弃物的产生及其利用策略与资源化模式 [J]. *中草药*, 2013, 44(20): 2787-2797.
- [32] 吴薛明, 许婷婷, 何冰芳, 等. 非水相生物转化体系的建立及其在中药废弃物资源化中的应用 [J]. *中草药*, 2015, 46(3): 313-319.
- [33] 段金廛, 宿树兰, 郭盛, 等. 中药废弃物的转化增效资源化模式及其研究与实践 [J]. *中国中药杂志*, 2013, 38(23): 3991-3996.
- [34] 段金廛, 张伯礼, 宿树兰, 等. 基于循环经济理论的中药资源循环利用策略与模式探讨 [J]. *中草药*, 2015, 46(12): 1715-1722.
- [35] 谭显东, 王向东, 黄健盛, 等. 中药渣资源化技术研究进展 [J]. *中成药*, 2010, 32(5): 847-849.