

• 药事管理 •

中药资源产业化过程废弃物资源化的理论与模式分析

李 洁¹, 申俊龙¹, David Qian²

1. 南京中医药大学卫生经济管理学院, 江苏 南京 210023

2. 斯威本科技大学 商业与法律系, 澳大利亚 墨尔本 VIC3122

摘 要: 随着我国中药产业快速发展, 中药资源产业化过程中产生的废弃物所带来的环境与生态问题日益突出。基于经济学中的外部性理论、循环经济与价值创新理论, 对中药资源产业化废弃物资源化思路与模式进行了深入探索, 并提出了粗放低值资源化模式-转化增效资源化模式-精细高值增值资源化模式相结合的“三位一体的资源化模式”, 最后提出了促进中药资源产业化过程中废弃物资源化的策略。

关键词: 中药资源产业化; 废弃物资源化; 价值创新; 粗放低值资源化模式; 转化增效资源化模式; 精细高值增值资源化模式; 三位一体的资源化模式

中图分类号: R288 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2017)10-2153-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.10.033

Analysis on theory and mode of wastes reclamation in process of industrialization of Chinese materia medica resources

LI Jie¹, SHEN Jun-long¹, David Qian²

1. School of Health Economics and Management, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

2. Faculty of Business and Law, Swinburne University of Technology, Melbourne VIC3122, Australia

Abstract: With the rapid development of Chinese materia medica (CMM) industry, ecological problems brought by CMM wastes in the process of industrialization of traditional Chinese medicine have become increasingly serious. This article analyzes the pattern of CMM wastes resource utilization deeply based on the externality theory of economics, theory of circular economy and value innovation. It comes up with trinity comprehensive utilization mode, which is the combination of extensive low utilization mode, conversion efficiency utilization mode, and high value-added utilization mode. Finally it puts forward specific measures in the process of industrialization of CMM waste resources development technology and resources management value-added.

Key words: industrialization of Chinese materia medica resources; reclamation of wastes; value innovation; extensive low utilization mode; conversion efficiency utilization mode; high value-added utilization mode; trinity comprehensive utilization mode

随着人们对天然药物需求量的不断增加与中药资源稀缺性的矛盾日益突出, 中药资源的有效利用已成为中药产业急待解决的问题。但由于中药制药的特点, 中药资源在整个价值链过程中的利用程度目前仍较低。据统计, 我国每年消耗的中药材平均约 4 500 万吨, 而产生的废弃物中仅固态废弃物就超过 2 000 万吨。中药生产中废渣、废水和废气等

废弃物的排放给生态环境带来了巨大压力, 资源循环利用的可持续发展之路已成为我国中药产业发展的迫切要求。

1 中药资源产业化废弃物资源化的理论基础

1.1 外部性理论与中药资源产业化过程中废弃物排放

中药废弃物的排放问题在经济学中实质上是负外部性问题, 是市场失灵的典型表现。外部性理论

收稿日期: 2016-12-11

基金项目: 江苏省社会科学基金“江苏生物医药产业关键技术预见与创新战略选择研究”(14GLB007); 江苏省高校哲学社会科学基金“江苏生物医药创新集群演化机理与发展策略研究——基于 CAS 视角”(2016SJB790018)

作者简介: 李 洁 (1975—), 女, 陕西西安人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事医药经济与政策研究。

Tel: (025)85811761 E-mail: li_li_2013@126.com

最早是由 Marshall 提出,后被福利经济学之父 Pigou 发展而形成。

Marshall 把企业内分工带来的效率提高称作是内部经济,即规模经济,而把企业间分工导致的效率提高称作是外部经济。Pigou 继承了 Marshall 的观点,并首次用现代经济学的方法从福利经济学的角度系统地研究了外部性问题。他将外部性问题的研究从外部因素对企业的影响效果转向企业或居民对其他企业或居民的影响效果。Pigou 将生产者的某种生产活动带给社会的有利影响称为边际社会收益;把生产者的某种生产活动带给社会的不利影响称为边际社会成本。外部性是边际私人成本与边际社会成本、边际私人收益与边际社会收益的不一致^[1]。依据 Pigou 和 Marshall 的理论,外部效应是指市场机制出现失灵,个人或企业在决策时既没有考虑外部性的影响,也没有对这种外部性影响付出费用的现象。由于外部性是市场机制调节出现失灵的表现,必然影响到经济资源的有效配置。特别是当一个生产者采取的行动使其他人或社会付出了代价而又未给其进行补偿时,就产生了负外部性。

例如,中药企业在药物制备过程中产生的废渣、废水和废气等未经无害化处理就进行排放,企业这一行为除了耗费自身生产要素产生私人成本外,还导致了周边生态环境的破坏,甚至居民身体健康的损害,进而导致居民产生就医费用、误工损失等,这些就使得企业生产的边际成本大于边际私人成本,即负外部性。如果仅依靠市场机制调节,企业只需承担私人成本,就可经营获利,不必为其所造成的社会成本进行补偿。显然,企业生产行为具有负外部性,从整个社会来说中药资源并未达到最有效配置。

既然市场无法解决负外部性的问题,政府就需要承担其调节责任,消除边际私人成本与边际社会成本的背离,保证资源配置的有效性。Pigou 从公共产品问题入手,提出对产生负外部性的企业征收环境污染补偿税,实现外部效应的内部化,这种政策建议后来被称为 Pigou 税^[2]。

之后,制度经济学的代表人物 Ronald H. Coase 提出著名的科斯手段(Coase theorem),即在交易成本为零的前提下,政府只要明确产权就可以了。比如,把不受污染的产权“判给”中药企业周边的居民,中药企业不给居民赔偿就不能在此设厂开工,若企业付出赔偿费,成本高了,产量就会减少,污

染问题也就得以缓解。

可以看出 Pigou 税的征收是从企业外部考虑,强调对随意排放中药废弃物的企业进行惩罚,从而对企业产生震慑作用。但 Pigou 税主要考虑社会福利,较少考虑企业经济效益。同时,Pigou 税征收是针对已经造成的环境污染企业,这属于事后补救,因此仅通过征收 Pigou 税并不能真正实现中药资源的最优利用和配置。科斯手段期望通过市场机制解决污染问题有积极意义,但在实践中,交易成本不但存在,有时还很高,因此要通过科斯手段达到既定目标有极大难度。

1.2 循环经济理论与中药资源废弃物的资源化及价值创新

20 世纪 60 年代美国经济学家 K·波尔丁提出了循环经济概念,这一理念的提出,为解决负外部性问题,并同时实现社会福利和企业经济效益提升的双赢目标提供了新的思路。

循环经济倡导在物质不断循环利用的基础上发展经济,将经济活动组织成“资源-生产-消费-二次资源”的闭环过程,对供应链管理要求增加反馈机制,延长生产链,从生产产品延伸到废弃物的处理与再生。实际上,循环经济就是指按照自然生态物质循环方式运行的经济模式,它要求用生态学规律指导人类社会的经济活动。循环经济以资源节约和循环利用为特征,把清洁生产和废弃物的综合利用融为一体,要求合理利用自然资源和环境容量,在物质不断循环利用的基础上发展经济,使经济系统和谐地纳入到自然生态系统的物质循环过程中,实现经济活动的生态化。在实践中,循环经济遵循“减量化、再利用、资源化”原则,采用全过程管理模式,进行技术、工艺和管理创新,运用各种技术和工艺手段实现某种物品和废弃物的资源化,实现“资源-产品-再生资源”的物质闭环流动循环过程,达到最佳生产、最适消费、最少废弃的最佳资源利用效率^[3]。

在循环经济理论的指导下,学者们又提出了资源价值创新理念。资源价值创新是在基于传统的资源价值评估和利用的基础上,以循环经济理论为依据,运用现代科学技术与管理理念与模式,创新性地挖掘资源的潜在利用价值。具体到中药资源产业化过程中就是要实现资源的“减量化、再利用、资源化”利用,实现中药资源价值利用的最大化和生态化。通过不断地资源价值创新,特别是对于中药

生产中未被有效利用的废弃资源运用各种适宜技术进行重新利用,从而实现资源的有效再利用,进而实现循环经济所倡导的物品及废弃物的资源化目标,实现从排除废物到净化废物,再到利用废物的升级。

2 我国中药资源开发利用方式分析

目前,我国中药资源开发利用的方式主要包括:(1)直接利用,即依据资源本身特性,对资源直接进行采集、获取利用或经过简单加工、处理后进行利用。如对野生中药材采集收获后,经过简单的清洗、切片后直接入药。(2)加工利用,主要是指对资源以常规技术和工艺进行初级加工利用的方式,这是目前我国中药材资源的主要利用方式。如对中药材进行醇化处理,制成中药饮片;(3)深度加工。对资源根据其组成成分和理化性质,运用现代工艺和技术手段,提取和纯化具有开发价值的有效成分,从而获得质量稳定,有效成分高,纯度高的高附加值产品。如很多中成药就是通过提取中药材资源中的有效成分得到的。(4)综合利用。这种方式是循环经济理念的重要体现,改变了传统对资源只实现部分或单一利用的做法,遵循“减量化、再利用、资源化”原则,对资源采用全过程处理模式,以不同方法手段全面、多次、反复利用某种资源及废弃物,形成多种产品优势从而使资源利用产生最优的经济和社会效益。如对中药资源薄荷的综合利用就是对其传统有利用价值的地上部分进行提取精油得到主要产品后,对剩下的废弃物还要实现再利用。如研究人员发现薄荷提取精油后的废弃物中富含蒙花苷、香叶木素苷等黄酮类及熊果酸、齐墩果酸等三萜类化合物,对这些物质进行有效提取,可制成具有较高附加值的免疫调节剂和抗肿瘤药物^[4]。

可以看出,虽然我国中药资源开发利用方式还是以传统粗放型方式为主,但在中药资源稀缺的背景下,我国中药产业已开始重视中药资源的充分开发与利用,并开始利用技术创新和工艺创新,加工深化资源产品及再利用加工过程中产生的废弃物,使其外部特征和物化特性发生改变,功能和作用增强扩大,提高资源开发利用效率,实现新价值的创造。

3 基于资源价值增值理念的中药资源产业化过程废弃物资源化思路与模式选择

中药资源产业化过程中,废弃物的产生不可避免,废弃物资源化则是解决中药企业排放外部性问题的最佳途径,也是实现中药资源优化配置的最可

行手段。中药资源产业化过程中废弃物资源化是通过回收、加工转化、产品开发等方式实现中药资源产业化过程废弃物的循环利用,使其成为再生资源。中药资源产业化过程废弃物资源化是中药资源化研究思想的具体体现,也体现了中药产业经济效益与环境效益的权衡思想,是中药资源领域实现资源节约、循环利用和提高中药资源使用和配置效率的重要内容之一。

3.1 中药资源产业化过程废弃物分类

实现中药资源产业化过程中废弃物的资源化首先必须把握废弃物的类型及其特点,再有针对性地选择废弃物的资源化策略和模式。目前,按中药材生产与加工过程产生的废弃物分类,可分为(1)源于资源生物生长过程中产生的废弃物;(2)源于药材采收过程产生的废弃物;(3)源于药材与饮片加工过程中产生的废弃物。

按中药资源深加工产业化过程中产生的废弃物可分为固体废弃物、液体废弃物和气体废弃物等。按废弃物的理化性质可分为富含纤维素类的废弃物、富含脂(烃)类的废弃物、富含生物大分子物质的废弃物和富含具有生物活性小分子化学物质的废弃物。

3.2 中药资源产业化过程中废弃物利用思路

运用生态学规律和资源价值创新理念来指导中药资源价值链各环节的生产经营活动,在促进各环节正常价值增值的同时,根据中药资源价值链各阶段废弃物产生的情况、废弃物的理化性质,对其利用途径、利用方式、利用价值和资源化潜力进行研究和评估,设计具体、可行和高效的循环方式和具体措施,做到物尽其用,不仅不给环境造成危害还实现了资源的价值创新。其构成单元以药源基地、药材加工、中药提取厂、中成药制药厂、生物制药企业、中药研发机构等为主单元,以药渣回收利用企业、生物肥料制造企业、饲料制造企业、兽药制药企业、生物制药企业等为辅助循环单元(图1),形成组合循环模式。其中主单元可将在种植、加工和生产等过程中所产生的中药废弃物转移给辅助单元,成为其投入品。辅助单元可以将这些废弃物进行一定形式的加工转化直接产业化或再转移给主单元,成为其投入品或通过二次研发实现产业化。如中药制药企业可将中药废弃物进行一定处理再委托中药研发机构进行技术攻关,对其生物有效成分进行分析、提取和分离,从而实现产业化。

中药资源价值链管理模式应改变目前“资源-产品-流通-消费-丢弃”的单向线性物流模式和“资源-生产-污染排放-治理”的运行模式，取而代之应是“资源-生产-流通-消费-再利用”的物流模式和“资源-产品-再生资源”的运行模式（图 2）^[3]。使整个中药资源产业化过程中不产生或尽可能少产生废弃物，从而在经济产业化过程中实现中药资源的综合利用和废弃物的资源化，平衡生态环境与中药产业发展间的矛盾，将社会、环境与经济发展三者有机结合起来。

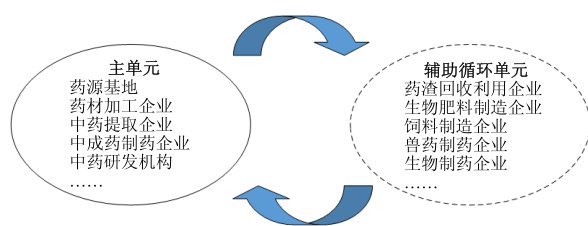


图 1 中药资源产业化过程中废弃物资源化构成单元

Fig. 1 Component units of wastes reclamation in process of industrialization of Chinese materia medica resources

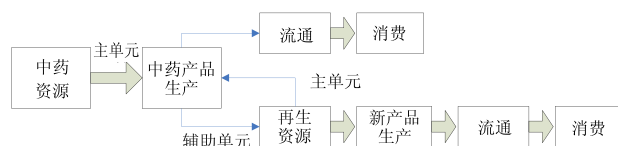


图 2 中药资源产业化过程中废弃物运行模式与价值链延伸

Fig. 2 Operational mode and value chain extension of wastes reclamation in process of industrialization of Chinese materia medica resources

3.3 中药资源产业化过程废弃物利用模式选择

尽管中药废弃物几乎都是多种药物的混合物，提取后药渣成分类别、含量等十分复杂，但还是可以通过实验室方法和现代技术充分分析不同药渣的药性、残留活性成分、营养成分、理化性质等，从而可以针对不同药渣的特点，设计不同的资源化处理方法^[5]。具体来看，中药资源产业化过程中产生的废弃物的分类和理化性质不同，其资源化潜力和利用价值也不同，因此，在其资源化模式选择方面可以考虑采用“三位一体的资源化模式”，即粗放低值资源化模式-转化增效资源化模式-精细高值增值资源化模式相结合。这一模式综合考虑中药资源产业化过程废弃物所含资源性物质的理化性质、资源化潜力和利用价值的不同，针对性地实施资源化目标，实现中药资源利用的帕累托最优。

3.3.1 粗放低值资源化模式 该模式是部分中药资源产业化过程废弃物由于其理化特性适宜经过简单加工处理，进而饲料化、肥料化、基质化等，成为可利用再生资源的资源化模式。有的废弃药渣可直接与其他物料复配和加工制成肥料、菌质等，用于改善土壤结构及有机质构成，或作为饲料添加剂和营养补充剂等。如柑橘加工废弃物富含碳水化合物、脂肪、维生素、氨基酸及矿物质，进行青贮处理后，可以生产出优质的饲料^[6]。而利用白腐菌对忍冬、夏枯草等中药渣固态发酵则可以生产优质的蛋白饲料，有效提高蛋白质和氨基酸的量，降低纤维素的量^[7]。此外，可以将废弃药渣经干燥处理后作为燃料转化为能源。

3.3.2 转化增效资源化模式 这一模式是针对具有一定资源化潜力的中药废弃物，通过微生物、细胞、酶等生物转化、发酵转化；或是采用提取富集、化学转化等适宜技术加工处理，使其转化为利用价值较高的资源性物质；或是通过其他技术革新或技术集成方式，提升废弃物资源性物质的利用效率的模式。如采用多相提取工艺，通过萃取转移和硅胶柱分离等多元技术集成，可以从丹参废弃物中高效富集和回收利用脂溶性丹参酮、水溶性丹酚酸类等资源性化学成分^[8]。此外，富含纤维素类的废弃物可通过酶解转化为可吸收的糖类或蛋白质类物质，提高其利用价值；富含多糖类资源性物质的废弃物也可通过酶解或水解等方式获得具有较高价值的工业原料。

3.3.3 精细高值增值资源化模式 这一模式是基于对废弃物中资源性物质的深化认识，利用化学分离技术获得具有潜在开发价值的资源性化学成分和利用现代生物技术将废弃物转化为具有生物功能的资源性物质。例如，对含有黄酮类、生物碱类、萜及苷类和多糖类等物质的废弃物进行提取与富集，就可获得具有治疗性、保健功能和轻工日化类等各类资源性高附加值产品。如柑橘类果实加工后产生的果皮和废渣就可通过精细高值增值模式获得具有较高价值的柠檬酸等产品^[4]。

3.3.4 模式选择原则 上面 3 种具体模式的价值增值能力依次增强，分别适用于不同种类的中药废弃物的再利用，同时也有不同的适用条件和环境。在中药资源产业化过程废弃物利用具体模式选择上，应按照与技术水平匹配、与市场需求匹配、与政策匹配和与各方利益匹配的四大原则来进行选择。

(1) 与技术水平匹配: 主要是指在模式选择上应根据目前本地区内中药制药企业的技术水平和技术实力来确定中药废弃物资源化模式。对于技术人才素质高、技术基础好、研发创新能力较强的中药企业,特别是处于区域成熟医药产业集群中的中药制药企业,可考虑选择转化增效资源化模式或精细高值增值资源化模式。如果当地相关人才缺乏,技术创新实力还不强,则可先选择粗放低值资源化模式。

(2) 与市场需求匹配: 是指企业及科研机构等在进行中药废弃物资源化模式选择过程中必须充分考察市场需求状况,包括产品种类、市场规模、市场需求潜力和竞争产品情况等,并根据这些情况对投入产出进行科学测算与预期,从而制定废弃物资源化模式策略。如果相关产品市场潜力大,增值能力强,同时其他条件允许,建议选择精细高值增值资源化模式,形成企业的先发优势。如果现有市场需求有限,拓展市场困难又较大,则企业需考虑其投入产出比,采用粗放低值资源化模式或转化增效资源化模式中投入相对较低的方式实现中药资源废弃物资源化。

(3) 与政策匹配: 主要是指中药废弃物资源化模式选择需充分考虑当地政府的经济发展理念、对产业发展的统筹规划和中医药产业发展规划目标与要求,以便更好地利用相关政策给企业在废弃物资源化过程中带来政策红利。比如,需考虑政府对资源循环利用的补贴政策状况,对中药产业化过程中废弃物资源化研发活动的支持政策和支持力度与持续性等。如果政策倾斜程度对此有长远发展规划则适宜选择研发及处理成本高的精细高值增值资源化模式等。如果政策支持力度小,目前尚未得到当地政府重视,则宜先选择成本相对较低,又能相对见效较快的粗放低值资源化模式。

(4) 与利益匹配: 主要是指在中药废弃物资源化过程中应充分考虑各利益相关者的利益诉求。其中的利益相关者包括: 中药材种植者、中药材供应商、中药生产企业、相关高校与科研机构、中药生产企业周围的社区居民、中药产品的消费者、政府等。根据各方利益要求及相互之间的博弈关系选择废弃物资源化模式。

4 促进中药资源产业化过程废弃物资源化的策略

4.1 基于缜密调查与科学规划实施中药资源产业化过程废弃物资源化策略

促进中药废弃物资源化应是一个系统工程,需要基于细致科学的调查并进行统筹规划,所以建议

相应政府管理部门: (1) 对区域现有中药资源产业化过程中废弃物情况进行全面调查和统计分析。包括对区域中药材种植户、饮片生产企业、中药制药企业等进行深入调查,掌握中药废弃物的类型、数量、主要处理方法、再利用程度与利用方式等,为中药废弃物再生利用模式选择奠定基础; (2) 对中药资源产业化过程中废弃物的利用价值与潜力进行技术分析。对拟再生利用的中药废弃物通过现代科技手段,分析其有价值成分的种类、含量、成分特性、功效、技术与工艺要求和规模化利用的可行性等,为废弃物资源化提供技术基础; (3) 制定中药资源废弃物资源化经营规划。基于前述调查及价值与技术分析,依据价值增值与生态经济原则,将中药废弃物数量、种类、分布和产业化难易程度等进行分类排序,确定近期和远期发展规划,并以发展规划为蓝图,以政策鼓励和引导企业按循环经济思想通过技术创新对中药资源进行深加工,促进废弃物有效再利用,并实现范围经济,发挥资源的整体功能和提高经济效益^[9]。

4.2 创建龙头企业, 打造企业核心竞争力, 创造核心价值。

从资源综合利用开发和再利用方面, 在本地区打造具有竞争优势的龙头企业, 在企业运营中树立循环经济理念, 采取各种措施吸引和培养相关优秀研发和管理方面的高素质人才, 加大研发投入, 提高生产管理水平, 提供良好物流及售后服务, 打造自身的特色品牌与核心竞争力。并运用现代营销手段打造资源产品、废弃物资源化产品和企业的品牌形象, 运用适宜的营销模式, 降低交易成本, 积极履行企业社会责任, 提升企业的知名度和美誉度, 积累社会资本, 实现资源经营增值。同时, 通过政策引导鼓励区域龙头企业充分发挥示范和扩散效应, 建立其与本地区其他中药企业及相关产业的企业如饲料加工企业、保健品生产企业的合作共赢关系或战略联盟等创新组织形式, 充分挖掘中药废弃物资源利用潜力, 实现中药资源价值增值。

4.3 创建产业园循环的区域空间价值

按循环经济和价值增值理念打造中药产业园区。园区建设开发强调“以人为本”, 体现产业发展、技术创新与人和自然的和谐统一。在园区培育完善的生态产业链, 形成“资源-产品-再生资源-再生产品”循环流动体系。中药产业园区需配建由环境保护部门监督运行的废弃物和有毒有害物质处理的再

生处理中心。使中药资源的利用没有废弃物,每个生产过程产生的废弃物都能变成下一个生产过程的投入品,所有物质都能得到循环利用。创造产业园循环的区域空间价值^[10]。

4.4 创造全国范围的动静回流系统价值

区域的中药产业园循环体系建立运行起来以后,可以通过跨地区合作与互动,形成全国范围内的中药产业循环体系和系统,这一系统虽然较单个产业园的循环系统庞大,但仍应按循环经济理念形成大的循环流动体系,各中药产业园区分工协作,产业链有效衔接与延伸,创新协同,互相配套,分层次、专业化和协调发展的全国范围的动静回流系统,实现中药资源产业化过程中废弃物资源的价值实现与增值。

5 结语

实现中药废弃物资源化是解决中药生产负外部性问题和实现价值创新的必由之路。同时,实现中药废弃物资源化也是涉及众多领域并受到技术与工艺条件、创新能力、市场需求、资本充裕度、国家政策和各利益相关者微观行为影响的复杂过程和系统工程。目前,科研人员、企业、产业和政府对此都进行了有益探索,有效提高了中药资源的利用效率,为实现中药产业的可持续发展和环境友好型社会做出了贡献。随着经济社会环境保护意识的日益加强和对中药资源利用程度要求日益提高,特别是对于中药生产中未被有效利用的废弃资源运用各类适宜技术的开

发、运用和实践的不断深入,必然会促使我国中药资源废弃物资源化事业的良性与可持续发展。

参考文献

- [1] 白 洋. 外部性理论与促进低碳经济发展的财税政策[J]. 经济师, 2014(1): 82-83.
- [2] 胡雪萍, 梁玉磊. 治理雾霾的政策选择—基于庇古税和污染权的启示 [J]. 科技管理研究, 2015(8): 220-226.
- [3] 曾 渝. 生态药业——中国海南医药产业发展的创新模式 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2007.
- [4] 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): 2787-2796.
- [5] 孙树华, 宋利民, 邹 峰. 中药药渣资源化综合利用及产业化开发 [J]. 杭州研究, 2014(3): 176-182.
- [6] 江 曙, 刘 培, 段金廛, 等. 基于微生物转化的中药废弃物利用价值提升策略探讨 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2014, 16(6): 1210-1216.
- [7] 王 兵, 王向东, 秦 岭, 等. 中药渣固态发酵生产蛋白质饲料 [J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(4): 77-82.
- [8] 石 岭, 洪 皓, 张 雁, 等. 丹参药渣中丹参酮 II_A 的分离纯化 [J]. 大连工业大学学报, 2010, 29(2): 106-108.
- [9] 刘吉弟, 张玉玲. 浅谈野果资源经营利用的原则与方法 [J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2009, 22(4): 41-42.
- [10] 袁 盼, 申俊龙, 申 远. 基于生态效应的中药废弃物资源化的模式与技术选择 [J]. 中草药, 2015, 46(19): 2829-2833.