

· 专 论 ·

中药资源产业副产品循环利用模式研究

李 洁¹, 申俊龙¹, 段金庵²

1. 南京中医药大学卫生经济管理学院, 江苏 南京 210023

2. 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心, 江苏 南京 210023

摘 要:“健康中国”建设战略的提出促使我国中药资源产业必须走一条高质量发展之路。但目前我国中药资源产业还未摆脱粗放、污染和孤岛式的发展模式。通过分析中药资源产业生产过程中产生的副产品及废弃物现象及原因、传统处理方式的不足, 基于循环经济和超循环经济理论, 研究如何高质量绿色发展, 创新中药副产品循环利用的模式, 构建中药资源高效利用的超循环经济模式体系, 最后提出了促进我国中药资源产业高质量发展的策略建议。

关键词: 中药资源产业; 高质量发展; 超循环经济模式体系; 绿色发展策略; 健康中国

中图分类号: R282.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2019)01-0001-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.01.001

Research on recycling utilization model of by-products in Chinese materia medica resource industry

LI Jie¹, SHEN Jun-long¹, DUAN Jin-ao²

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

2. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, Nanjing 210023, China

Abstract: The construction strategy of “Healthy China” requires that Chinese materia medica (CMM) resource industry must take the road of high quality development. CMM resource industry has not been got rid of extensive, polluted, and isolated island development model. Based on circular economic and super-cycle economic theory, the generation and causes of the by-products and rejected material of CMM resources and the deficiency of traditional treatment methods was analyzed to studie how to achieve high quality green development, invent the innovative modes of recycling of CMM by-products, and construct the super-cycle economic model system of efficient utilization of CMM resources. Finally, some strategies and suggestions are put forward to promote the recycling of CMM resources.

Key words: Chinese materia medica resources industry; high-quality development; super-circular economy system; strategy of green development; Healthy China

中药资源产业绿色发展是高质量发展的标志之一, 随着健康中国战略的推进, 人们对天然药物需求量迅速增加与中药资源稀缺性矛盾的日益突出, 如何实现中药资源最有效利用已成为我国中药产业发展过程中亟待解决的问题。《中国药典》2015年版收载药材共618种, 确定了常用药材540种, 常见入药部位14个, 并规定同株药材加工时一般只取其单一部位入药, 如果加工时同时掺入其他部位则

被视为伪药, 而经加工后的剩余部位将被废弃甚至焚烧^[1]。因此, 目前中药资源在整个产业链中的利用程度比较低。据统计, 我国每年在药材生产过程中产生的非药用部位生物量高达 $1.1 \times 10^7 \sim 1.6 \times 10^7$ t, 在其深加工过程中产生的药渣更是达数百万吨, 给生态环境带来了巨大压力, 但我国对于中药生产过程中产生的废弃副产品的综合利用技术和应用实践尚处于初级阶段。因此, 迫切需要探寻一条

收稿日期: 2018-07-20

基金项目: 江苏省社科基金“研究阐释党的十九大精神”系列专项课题: 江苏产业国际化比较优势与全球价值链升级研究(17ZTB011); 三江学院企业“走出去”课题: “一带一路”建设中江苏企业“走出去”问题研究(16GLB010)

作者简介: 李 洁(1975—), 陕西西安人, 博士, 硕士生导师, 副教授, 研究方向为医药经济与管理。

中药资源产业副产品循环利用的可持续发展之路。

1 中药资源产业副产品的产生与分类

1.1 中药资源产业副产品的概念

中药资源产业副产品也被称为中药资源产业废弃物,是指在中药资源(包括植物、动物和矿物药用资源)种植、养殖、采集过程及中药饮片加工生产过程、中药提取物制备过程或中药配方颗粒生产过程,以及以消耗中药及天然药用生物资源为特征的资源性产品制造过程中产生的未被开发利用的中药资源生物体废弃组织器官、未被利用的可利用物质以及中药废渣、废水、废气等^[2]。

1.2 中药资源产业副产品的产生

中药资源包括中药植物资源、中药动物资源和中药矿物资源,在整个产业链的生产环节各阶段都可能产生各类副产品,包括这些中药资源在资源栽培、养殖和开采过程中,在产业化过程中经过初加工、预制、中药饮片颗粒加工、中药制剂过程中,以及中药类健康食品等资源性产品制造过程中都会产生中药资源废弃副产品。具体来说主要包括:(1)中药材栽培、养殖或开采过程中所产生的非《中国药典》规定的可入药部位,即传统的“非药用部位”;如雷公藤的药用部位是去皮后的根木质部,其茎、叶、花及果实中则在采收及加工过程中成为废弃副产品。但经研究,雷公藤的茎、叶、根的化学成分和药理活性基本相同,极有资源化潜力^[3]。(2)植物药初加工、饮片炮制加工、中药矿物资源开采初加工过程中所产生的“下脚料”、破碎组织、碎屑粉渣等。(3)中药资源在生产制造不同阶段中所产生的废渣、废液和废气等。如产品制造过程中,采用提取或精制工艺,形成了废液,但由于提取或精制技术工艺尚不足以将所有有效物质提出,使中药资源废弃副产品中仍存在可供利用的有效成分。(4)对中药多元功效物质科学认知不足使中药资源在加工利用时处于“总提取物”“部位(群)”等尚处于粗放式利用状态,中药资源中具有利用价值或潜在利用价值的有效成分也就以中药资源废弃物副产品的形式被丢弃了。

1.3 中药资源产业副产品的分类

中药资源产业副产品虽然种类繁多,形态各异,产生条件也各不相同,但从资源经济学角度来看,中药资源产业副产品都是某种物质和能量的载体,是可经过一定技术加工而产生价值甚至重大价值的资源。

1.3.1 根据中药资源深加工产业化过程中产生的状态不同,中药资源产业副产品可分为固态副产品、液态副产品和气态副产品。

(1) 固态副产品:中药资源在种植、采收、养殖与收集过程中会产生根、茎、叶、花、果实、碎屑等非药用部位但可供资源化的固态副产品。另外,中药资源在提取物制备过程中也产生废渣、沉淀物、过滤固形物及其他类型的固态副产品。如中药资源制备配方颗粒剂的过程中,利用水提法制备后会产生药渣,这些废弃药渣中含有次生小分子脂溶性成分和大分子初生产物等可被利用的物质^[2]。

(2) 液态副产品:在对中药资源进行加工过程中,如提取或精制过程中会产生液态副产品。目前在中药产品制备过程中常使用大孔吸附树脂、聚酰胺、离子交换树脂等分离材料,以及以陶瓷膜、有机膜等超滤材料进行中药水提物精制处理,这过程中会产生洗脱废水,这些废水有机浓度高、色度高、冲击负荷大、成分复杂且有害物质含量高^[2]。

(3) 气态副产品:中药资源加工利用过程中还会产生混合气体类副产品。薄荷、荆芥、佩兰、青蒿等富含挥发性化学成分的芳香全草类药材在加工过程中会挥发或升华所含的单萜、倍半萜等小分子气体混合物,形成气态副产品。大黄、羊蹄等富含蒽醌类物质的中药资源及其饮片干燥过程中也会因升华作用产生气态副产品。

1.3.2 如果按中药资源产业副产品中所含成分类型进行分类,中药资源产业副产品可分为以下4类。

(1) 富含纤维素类的中药资源产业副产品:中药资源在种植全过程和产地加工过程中产生的废弃的植株、茎、叶、枝、栓皮、木心等,以及中药资源性产品制造过程中所产生的根、根茎类、全草类、茎木类等富含纤维类物质的副产品。

(2) 富含脂(烃)类的中药资源产业副产品:如杏仁、桃仁、紫苏子、五味子、红花子等在水提工艺生产中药配方颗粒或在进行深加工制造过程中常会产生富含烃类、油脂类等具有极大再利用潜力的副产品。

(3) 富含生物大分子物质的中药资源产业副产品:一些中药植株在采收或产地加工过程中会产生富含多糖、蛋白质类等大分子的根茎类、果实类、种子类、动物体或组织类废弃物质。如白芍、山药、藕、麦冬、白果、莪术等在采收或加工过程中会产生栓皮、外皮层及粉屑等具有再利用潜力的副产品。

(4) 富含具有生物活性小分子物质的中药资源产业副产品:如丹参的水提醇沉物中含有丰富的小分子物质——水苏糖,水苏糖是一种重要的制药原料,具有促进肠道功能的作用,可制成药品、保健食品以及食品赋形剂和填充剂等。

2 中药资源产业副产品利用的理论基础

资源包括中药资源在利用过程中所带来的污染和生态破坏问题引发了学者的关注,进而有学者相继提出相关理论对此进行分析并提出了解决策略。其中最具代表性的是外部性理论与 Pigou 税的设计、循环经济理论以及绿色价值创新理论等。解决问题的逻辑从通过外部约束与惩罚机制迫使企业减少排放到给予企业内驱力,促进其主动提高资源利用与再利用效率,实现价值增值与创造,进而自觉自愿减少排放,实现资源利用的帕累托最优。

2.1 中药资源产业的负外部性与 Pigou 税解决方案

中药资源在利用过程中所产生的废弃物不经处理就直接排放造成环境污染和生态破坏就是经济学上的负外部性问题,即一个经济主体(如中药制药企业)对其他经济主体(如企业附近的居民)引发了意想不到的损失,且没有进行补偿,边际成本与边际收益相等的均衡无法形成,一些完美的市场优势无法呈现。20 世纪初,经济学家 Pigou 为此提供了一个简单的解决方法,开征一种税,使税率等于边际外部成本。如向排污的中药制药企业征收 Pigou 税,迫使企业考虑所有经济成本(包括私人成本和以前被企业忽视的社会成本),使边际成本(MC)等于边际收益(MR)。Pigou 税本质上为国家创建了一种环境产权,使污染者对污染行为造成的损失做出赔偿。但这种措施仅是促使企业被动承担责任,并未真正考虑到中药副产品的资源性和价值特征。

2.2 超循环经济理论解决负外部性的社会贡献

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,为解决污染负外部性问题并兼顾企业经济效益与资源充分利用提供了新的思路。国家发改委对循环经济的定义是“一种以资源的高效利用和循环利用为核心,以‘减量化、再利用、资源化’为原则,以低消耗、低排放、高效率为基本特征,符合可持续发展理念的经济增长模式。”循环经济倡导将经济活动组织成“资源→生产→消费→再生资源”的物质闭环流动循环过程,进行价值链延伸,达到最佳生产,最适消费,最少废弃的最佳资源利用效率。强调在废弃副产品的产生环节要实现资源综合利用,在再生资源

产生环节要大力回收和循环利用各种废弃资源。因此,循环经济也是以“废物”资源再利用为核心的自循环经济。在循环经济理论上,德国学者 Manfred Eigen 提出了超循环经济理论,将循环经济结构分为基础层循环(物质、能量和信息循环)与创新层(系统开放和发展效率创新),经济循环为“资源→生产→消费→再生资源→创新→新循环”;并将循环经济的原则拓展为“减量化、再循环、再利用和再创新”原则^[4]。强调产业发展与生态环境的共生以及再循环和再利用过程中的流程创新、管理创新和技术创新^[5]。超循环经济理论为中药资源产业高质量发展提供了更高层次的要求,建立了高质量发展的核心理念和发展方式,中药资源产业副产品的再循环和再利用需要创新,创新中药资源利用需要延伸价值链,协同上下游企业创造全产业链模式,绿色价值实现需要运用新技术创造绿色产品,创新管理方法创造企业社会价值,创新中药资源利用流程形成高质量/高效利用的超循环经济体系。

2.3 绿色价值创新理论与中药资源产业副产品绿色价值创造

中药资源产业副产品绿色价值创新是一种运用新技术实现中药资源产业副产品资源化的过程,基于健康医学理念对中药资源价值进行评估与创新,以人民健康为核心,提升中药资源产业的可持续发展能力。该理论提出以“减量化、再循环、再利用和再创新”为标准,评估整个产业是否形成最佳生产、最适消费、最少废弃、最佳利用的绿色供应链体系。评价中药资源企业运用现代科学技术创新绿色价值的水平,企业经营管理层的绿色发展理念,创新性地重构供应链的管理能力,挖掘中药资源产业副产品资源的潜在利用价值实践行为。中药资源企业不仅注重中药资源的充分利用还实现中药资源绿色利用与价值增值的最大化。具体来说就是尽可能运用先进科学方法和适宜技术工艺对于中药生产中未被有效利用的废弃副产品进行精细化分离和高值化加工,达到对中药资源物尽其用,用无可用^[6]。通过中药资源产业副产品的转化实现价值创新增值,可以判断中药制药企业及相关企业是否实现高质量发展,是否创造绿色经济效益,是否对废弃副产品创造性利用。如果企业实现了中药资源产业副产品的转化利用,减轻了环境污染压力,就创造了环境的绿色价值。

3 基于理论指导我国中药资源产业副产品利用模式分析

3.1 我国中药资源产业副产品传统处理方式分析

我国对中药资源产业副产品的传统处理方式以

简单丢弃或焚烧为主。但随着国家对企业环保和清洁生产要求的不断提高,一些企业也开始对中药资源产业副产品进行简单粗加工,也进行资源化处理,将其制备成中药资源性产品。

中药资源产业副产品的传统处理方式主要包括:(1)不加处理与利用,多数直接排放到环境中。对于中药资源产业副产品一般传统的处理方式是集中堆放、焚烧或填埋,甚至直接排放等。这些处理方式除了占用了大量宝贵的土地资源外,还会对地下水源、空气、土壤等产生严重污染。同时随着环保要求的不断提高,企业也需为此承担高额的排污费用,增加了企业的运营成本。(2)初步加工利用。近年来中药企业已逐渐意识到中药资源产业副产品的经济价值,开始依据中药资源产业副产品本身的物理特性,对副产品直接进行简单加工处理,实现再利用,但多数企业对中药资源产业副产品的开发利用水平较为初级。主要的做法是对中药资源产业副产品以常规技术和工艺进行初级加工,制成有机肥料、纤维板、燃料以及饲料添加剂等。

近年来,随着中药产品市场需求的不断扩张,中药副产品产生量也逐年增加,环境承载压力进一步加大,加之国家相关清洁生产和环境保护法律的完善,学者和企业开始关注中药副产品的有效处置与资源化利用研究与实践。由此也产生了 2 种新的中药副产品处理方式:(1)深加工。根据中药资源产业副产品的组成成分和理化性质,运用现代工艺和技术手段,提取、纯化和富集具有再利用价值的有效成分,从而获得质量稳定,有效成分含量高、纯度高的高附加值产品。如采用 PVDF 超滤膜在制药后产生的废水中富集青皮挥发油,精油的截留率达到 67.5%,且通过 GC-FID 对膜过程前后样品化学成分的比较发现超滤法富集的挥发油与原挥发油近乎一致^[7]。(2)综合利用。这种方式改变了传统对资源只实现部分或单一利用的做法,遵循循环经济“减量化、再利用、资源化”原则,通过生产全过程管理,以不同方法手段全面、多次、反复利用某种资源及废弃副产品,形成多种资源化产品和再生产品。如对薄荷按《中国药典》规定的药用部位提取制成药品,对剩下的残草副产品进行加工制成有机肥料,对提油后形成的副产品采用先进技术提取蒙花苷等三萜类化合物制成免疫调节剂。

总体来看,我国目前中药副产品的利用方式仍以粗放型方式为主,不能适应当前产业高质量发展

要求和健康中国建设需求,远远没有将副产品资源化利用,没有建立超循环经济的产业体系,中药资源的绿色价值有待充分挖掘。在我国新经济发展背景下,中药企业必须关注中药资源的充分开发与利用,并通过技术与工艺创新,再利用中药资源产业副产品,使其外部特征和物化特性发生改变,功能和作用增强扩大,从而提高资源开发利用效率,实现新价值创造。

3.2 中药资源产业副产品利用模式体系分析

中药资源产业副产品主要由粗纤维、粗蛋白、粗脂肪和多种微量元素等可供再利用的有效成分组成,包括以一次代谢产物作为起始原料,通过一系列生化反应生成的小分子次生代谢产物,如萜类、甾体、生物碱、多酚类等,以及多糖、蛋白质等大分子物质。不同类型的中药资源产业副产品理化特性各不相同,需要选择适宜的中药资源产业副产品循环利用模式以实现价值创新和中药资源最充分利用,同时减少环境污染和生态破坏。

3.2.1 中药资源产业副产品循环利用模式与比较 尽管中药资源产业副产品成分复杂,循环利用有困难,但只要创建循环利用模式,利用政策机制激励创新技术和创新工艺发展,通过协同创新方法和供应链管理方法,就能利用现代技术分析不同中药副产品的残留活性成分、含量、药理、药化性质和功能等,从而确定其资源化潜力和利用价值,进而设计出中药资源产业副产品循环利用模式与方法^[5]。将目前的中药资源产业副产品粗放循环利用模式进行转换,建立低值转化循环利用—减量增效循环利用—高效增值循环利用相结合的梯度化综合利用模式体系。这一模式体系的优势在于综合考虑了中药资源产业化过程中产生的副产品所含有效物质的理化性质、资源化潜力和利用价值,针对性地实施中药资源循环利用目标,选择循环模式,实现中药资源利用的帕累托最优。

(1) 低值转化循环利用模式:依据中药资源产业副产品的特征,部分中药资源产业副产品资源化潜力较小,或在现有科学技术条件下无法进行精细提取分离利用,就适宜于低值转化循环利用模式。即将中药资源产业副产品经过简单加工处理,实现饲料化、肥料化、基质化等,成为再生资源产品。例如,对药渣类副产品如果无法对其有效成分进行高效提取分离,而其纤维含量高就可以制成纤维板。此外,还可直接与其他物料复配,制成各类优质肥料、食用菌培养基

料等,或制成饲料添加剂、营养补充剂,或干燥处理后制成燃料转化为能源等。酸枣仁药渣中含有大量的蛋白质,可用于制备动物饲料,酸枣仁药渣中的脂肪类物质经初步分离可以制成制皂工业原料。

(2) 减量增效循环利用模式:根据循环经济和超循环经济理论,对资源的利用都应遵循减量和再利用原则。对中药资源利用减量原则也可以理解为提高利用效率,降低副产品产生量。因此,减量转化循环利用模式是指运用酶转化技术、微生物转化技术、发酵转化技术以及相关技术的集成提高现有中药资源的利用效率,降低排放量或将中药资源产业副产品有可资源化的成分转化为具有较高利用价值的资源性物质。如基于五味子木脂素类化学成分或有效部位的需求,通常将五味子浸泡搓去果肉后用种子入药,被废弃的果肉可进行分离破碎,再经适当酶解处理形成浓缩汁液,对汁液进行均质调配,经喷雾干燥制成五味子果汁粉。再如,对甘草药渣用复合酶进行发酵和超声处理,可使黄酮得率比直接醇提提高 25%以上。

(3) 高效增值循环利用模式:这是对中药资源产业副产品利用效率最高价值增值最大的一种转化模式。它基于最先进的科学研究成果和技术工艺,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或利用现代生物技术将副产品转化为具有生物功能的高附加值资源性物质,进而通过产业化形成高附加值的产品,包括药品、医药保健产品、化妆品、香精香料、化工产品和化学标准品等。如将丹参水提醇沉物加 2~5 倍水溶解,酸化至 pH 值为 2~3,离心或滤过使药液澄清,柱色谱脱色,药液减压浓缩,喷雾干燥可得含量为 50%~75%的水苏木糖,进而制成高附加值的保健食品。

3 种中药资源产业副产品循环利用模式的比较见表 1。

3.2.2 中药资源利用的超循环经济模式体系构建 实现中药资源的最充分利用,并实现中药副产品的价值创新和整个产业链的价值提升,需要构建超循环经济模式,即“资源→生产→消费→再生资源→创新→新循环”。以系统论视角充分考虑中药资源利用的资源链、价值链和生态链各单元自行循环又相互作用,相互催化,进行充分融合,并通过工艺流程创新、技术创新和管理创新,实现资源不断增长、生态不断改善和资源价值不断提升的共生发展^[4]。中药资源利用超循环经济系统由资源链、价

表 1 3 种中药资源产业副产品循环利用模式的比较

Table 1 Comparison on recycling modes of by-products of three CMM resource industries

指标	低值转化 循环利用	减量增效循 环利用	高效增值循 环利用
资源化利用 程度	低	中→高	高
技术要求	低→中	中→高	中→高
价值增值	低	中→高	高
利用成本	低	中→高	高
经济效益	低	中→高	高
社会效益	低→中	中→高	高
生态效益	中	高	高

值链和生态链共同构成。

资源链即资源流动的链条,是中药资源利用超循环经济系统的基础循环链。资源链主干过程为 2 个闭环,一个是“中药资源耗用→中药产品生产→中药产品流通与使用→中药资源产业副产品→中药资源再生→中药资源耗用”的闭环运行;另一个是“非药用资源耗用→其他产品生产→其他产品流通与使用→废弃物处理→资源再生→非药用资源耗用”的闭环运行。

价值链即价值流动与增值的链条,是中药资源利用超循环经济系统的驱动力,通过价值创造和增值保证中药资源循环系统的良好运行。价值链的主干过程类似于资源链,但其更强调其中价值的创造和增值过程。此外,与资源链不同的是价值链强调中药资源循环利用过程中的创新行为,特别是对中药资源产业副产品循环利用过程中的创新与价值增值。具体表现为在中药资源再生环节嵌入了中药资源产业副产品循环利用的 3 种模式及其具体的方法和技术工艺创新等过程,构成了纤维素类、氨基酸类、肽类、蛋白质类、生物碱类、多糖类、酮类、三萜及其苷类、有机酸类、次生小分子等资源性物质回收、转化、提取和利用等多重循环的中药资源价值增值超循环系统。

生态链是中药资源利用超循环经济系统的重要目标。它是将中药资源耗用、中药产品生产、中药产品流通与使用以及中药资源产业副产品中无法循环利用或对副产品资源化利用后无法再利用的部分进行处理回收、排放的生态过程连接起来形成的链条。如中药资源种植采用有机种植方式;中药产品生产中小企业实施绿色清洁生产及节能措施,在对中

药资源产业副产品中无法再利用的部分进行无害化处理及其与之相伴发生的物质循环、能量流动、信息传递、资金利用等都应纳入到中药资源利用超

循环系统的生态链中。中药资源生态链的良好运行可以有效改善和优化生态环境,创造绿色经济价值。中药资源超循环经济系统利用模式见图 1。

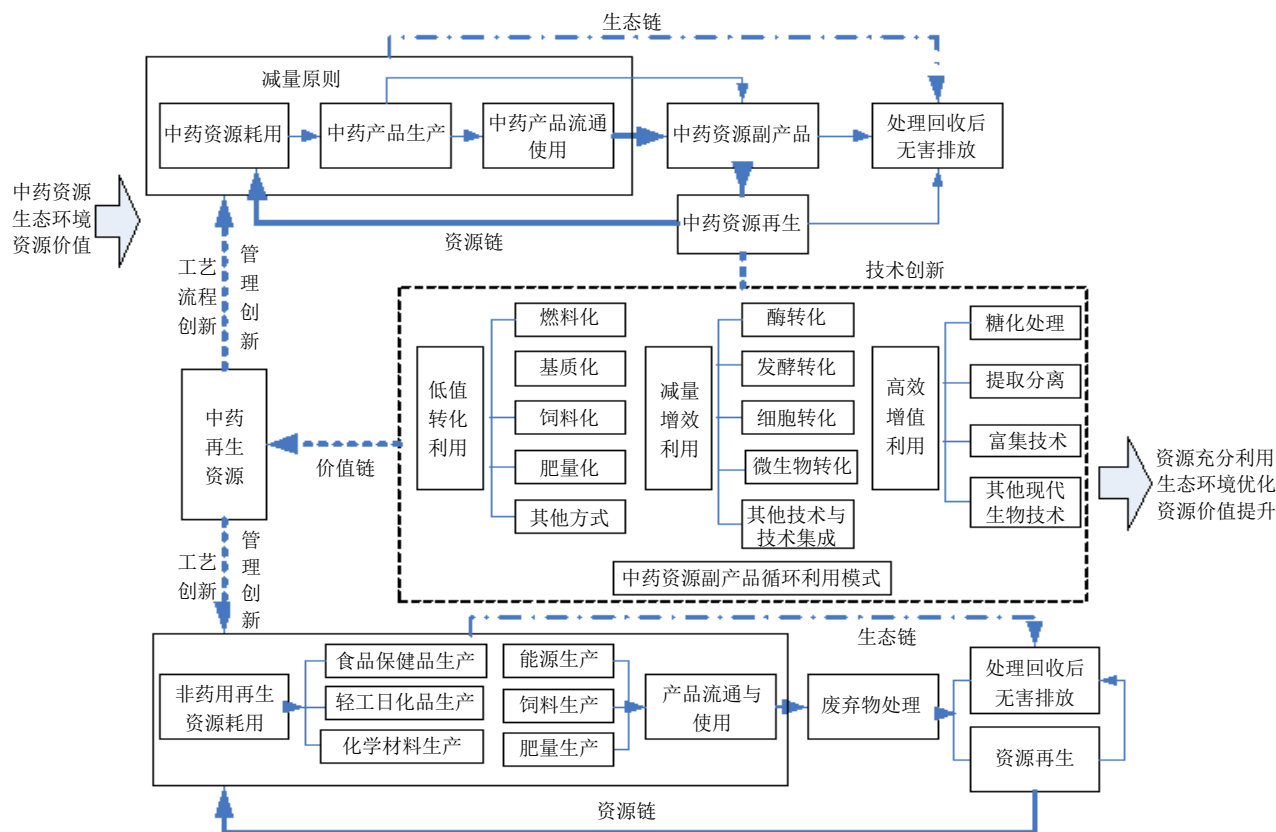


图 1 中药资源超循环经济系统利用模式

Fig. 1 Utilization mode of CMM resources in super-circular economy system

4 中药资源产业高质量发展的策略

4.1 政府统筹规划区域中健康城市建设、美丽乡村建设与中药资源产业高质量发展目标

以区域发展为中心,政府发挥引领作用,在健康中国建设中统筹规划区域内健康城市建设和美丽乡村建设与中药资源产业协调的高质量发展政策。中药产业发展及其中药资源产业副产品的循环利用必须密切联系政府长期发展的目标。政府必须制定一个科学缜密的发展规划进行统筹安排,以政策保证规划及发展的稳定性,给予产业和企业以稳定预期。政府以高质量发展要求企业进行创新,鼓励企业创新技术工艺,高效再利用废弃中药资源,建立超循环利用体系。可选择本地区适宜的中药资源产业副产品循环利用模式,制定详细的中药资源产业副产品循环利用发展规划,制定近期与远期目标和行动指南,有意识地为本地区中药资源利用的超循环经济系统构建创造条件,并进行相应布局。从制

度上为本地区中药产业和企业营造良好的中药资源循环经济氛围。

4.2 激励相关企业开展“产学研”合作

要实现中药资源产业副产品的循环利用和资源化必须有强有力的技术创新能力支撑,但就目前来看,我国中药资源产业副产品的利用研究还很不充分,还需要构建“政府-企业-社会-高校研究机构”四位一体的中药资源产业副产品循环利用的科技创新体系。政府运用政策机制鼓励企业开放式创新,充分开展产学研合作,加大协同技术开发和创新力度,建立中药资源产业副产品资源化利用的专项基金,并以项目形式确定中药资源产业副产品的循环利用和资源化的费用,规定项目经费每年增加的幅度。基金主要用于中药资源基础性研究和共性技术研究;企业则主要是加大对中药资源产业副产品循环利用的应用型技术工艺创新与改进研究的投入;政府通过政策鼓励引导社会资本进入这一领域;目前许多地方都建立了“产学研”

合作平台,高校和科研院所等研究机构可通过评价激励措施鼓励相关研究人员依托该平台了解中药资源产业副产品资源化需求信息和研究进展,进行针对性的研究和科技攻关,真正发挥其服务社会的作用。

4.3 培育发展基于中药资源利用超循环经济模式的区域产业集群

政府根据中药资源利用超循环经济模式,推动企业构成资源链、生态链和价值链的产业体系,各单元利益存在密切联系,良性运转,有效促进资源利用、生态优化和价值增值。这也是中药资源产业未来发展的方向。建议有条件 and 产业基础的地区积极培育和发展纵向一体化的区域中药产业集群,集群建设需科学规划与合理选址布局。除了中药制药企业外,可根据中药产业资源链、价值链和生态链的构成,结合当地中药制药企业所利用的中药资源及其副产品的特点与理化性质,吸引相关企业进入集群,形成中药资源超循环经济系统。如当地中药制药企业生产使用的主要原料是五味子,则可以考虑吸纳食品与保健品生产企业、饲料生产企业、饮料生产企业、中药种植企业以及污染物处理企业等与其建立密切联系,形成资源链、生态链和价值链。另外,政府还需建立或通过政策引导企业建立公共服务平台满足集群企业研发、小试、中试、知识产权服务、物流服务等各项需求,真正将中药产业集群建设成一个具有自组织、自催化的超循环经济系统,在实现中药资源产业副产品的充分利用和价值增值的同时打造良好的区域生态环境。

4.4 创新健康绿色产品,打造中药资源循环利用的国际企业品牌。

产业绿色发展是国际经济发展趋势,也是国际贸易的隐性壁垒。新时代的中药制药企业必须树立循环经济理念,企业需要吸引和培养中药资源循环利用方面的高素质、优秀研发和管理人才,提高基于循环经济理念的企业运营管理水平,并运用现代技术手段打造国际化的健康绿色产品、将中药副产品资源化绿色产品走向国际,形成有社会责任企业的形象,创立国际品牌。开发新技术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,不断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^[8]。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,充分挖掘中药资源产业副产品资源利用潜力,实现中药资源价值增值。

4.5 建立跨区域的中药资源超循环经济系统

区域的中药资源产业副产品循环利用体系建立运行以后,可以通过跨地区互通合作,形成跨区域范围的中药资源利用循环系统,如建立长三角中药资源超循环经济系统。系统中的各地区中药产业集群或企业可以通过信息分享、人才流动、物质流转实现分工协作,使资源链、价值链、生态链有效衔接与延伸,开展协同创新活动,形成分层次,专业化和协作共生发展的跨地区中药资源超循环系统,实现中药资源产业化过程中中药资源产业副产品的价值实现与增值以及区域生态环境的改善与优化。

5 结语

高质量发展实现中药资源产业副产品的循环利用是解决中药生产负外部性问题和实现中药资源价值创新的必由之路。随着健康中国建设的推进,人们的环境保护意识日益增强,社会对中药资源利用程度要求日益提高,构建超循环经济体系,有效利用中药资源生产中的废弃资源是利国利民的大计,中药企业必定会创新技术,并运用各类适宜技术开发健康绿色产品,必然会创新中国特色大健康产业体系,促进我国中药资源产业副产品资源化事业的良性与可持续发展。

参考文献

- [1] 张晓燕,龚苏晓,张铁军,等.药用植物废弃物再利用研究现状[J].中草药,2016,47(7):1225-1229.
- [2] 段金彪,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,2013,40(20):2787-2796.
- [3] 李汉保,王玉玺,徐学银.雷公藤叶与根主要有效成分的比较[J].中国中药杂志,1994,19(4):206-207.
- [4] 张智光.面向生态文明的超循环经济:理论、模型与实例[J].生态学报,2017,37(13):4549-4561.
- [5] 王国印.论循环经济的本质与政策启示[J].中国软科学,2012(1):27-38.
- [6] 段金彪,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.
- [7] Li B, Han Z F, Cao G P, et al. Enrichment of citrus reticulate blanco essential oil from oily waste water by ultrafiltration membranes[J]. Desalination Water Treat, 2013, 51(5): 3768-3775.
- [8] 李洁,申俊龙, Qian D. 中药资源产业化过程废弃物资源化的理论与模式分析[J].中草药,2017,48(10):2153-2158.