

“双碳”背景下中药药渣高值化利用技术与途径

张际三

(商河县殷巷镇卫生院, 山东 济南 251600)

【摘要】随着中医药产业的快速发展, 中药产业产生的药渣数量也随之增加, 因其含有大量的生物活性成分和低毒物质, 是一种具有较高潜在价值的资源。通过对当前国内药渣的处理方式和应用现状进行总结, 分析了目前国内药渣的主要处理方式及存在问题, 并对药渣高值化利用技术进行了分析, 提出了将中药药渣作为有机肥原料、饲料原料、生产生物质燃料、土壤改良剂等一系列高值化利用技术, 以期为中药产业的绿色、可持续发展提供一定的参考。

【关键词】双碳; 中药药渣; 高值化利用; 技术研究

随着中医药产业快速发展, 药渣产量也逐年增加。目前国内针对中药药渣的处理方式主要包括焚烧处理、填埋处理、堆肥处理和发酵处理等几种。焚烧处理是将药渣焚烧后再进行填埋处理, 填埋处理是将药渣通过堆肥化处置后再进行填埋处理; 堆肥处理是将药渣直接堆肥发酵, 最后再进行填埋; 发酵处理是将中药渣经厌氧发酵后作为优质有机肥料进行使用。中药药渣在实际应用过程中存在着以下问题: 一是中药药渣占地面积大; 二是中药药渣热值低、体积大且含水量高, 容易造成环境污染; 三是中药药渣无法进行资源化利用。因此, 有必要对当前国内中药药渣的主要处置方式及存在问题进行分析, 并对中药药渣的高值化利用技术进行探讨。

一、中药药渣的产生及处理现状

中药药渣是中药生产企业在生产过程中产生的一种副产物, 主要成分是高分子物质和有机酸等成分。中药药渣主要是指通过炮制加工, 提取、浓缩、干燥后的成品及其加工过程中所产生的固体废弃物。通常情况下, 中药药渣为固体状态, 主要包含植物残渣、植物残体及动物残体等。按照处理方式的不同, 中药药渣可以分为中药残渣和药用残渣, 其中中药残渣主要包括固体颗粒、固体粉末等, 是目前我国常用的中药药渣处理方式; 药用残渣主要包括植物残渣和动物残渣, 其中植物残渣为药材炮制后所产生的一种副产品; 而药用残渣主要包括动物残渣和植物残余。由于目前国内中药药渣的产量巨大, 且大多数为废弃药材, 因此我国当前对中药药渣处理方式主要是将其作为肥料使用或堆放填埋等。虽然目前我国已经建立了一套相对完善的药渣处理体系, 但在实际生产中仍

存在药渣处理成本高、资源利用率低、综合利用技术不成熟等问题。目前国内对药渣处理的相关研究较少, 通常认为药渣中含有大量的生物活性成分和低毒物质, 但未进行深入分析。因此, 针对当前国内药渣处理方式及存在问题, 在“双碳”背景下对其高值化利用技术进行深入研究是当前迫切需要解决的问题。

二、中药药渣应用现状及存在问题

药渣是中药产业生产过程中产生的一种副产物, 其产生量随中药品种、提取方式和工艺不同而不同。据《中国药典》记载, 中药药渣有12种, 包括红灵脂、黄灵脂、乳香、没药等。其中红灵脂、黄灵脂和乳香3种药渣的化学成分和药理作用相似, 是生产中药材红灵脂的主要原料, 其中红灵脂含有鞣质等多种成分, 具有止血和收敛作用, 在中药领域常作为临床止血药使用。除上述3种药渣外, 其他中药药渣(如山楂、神曲、麦芽、苍术等)的化学成分和药理作用与红灵脂类似。由此可见, 我国药渣的产生数量十分庞大。由于中药药渣的特殊性, 目前国内外尚未对其进行规范化管理与处置。随着大量中药药渣产生, 因其含有大量的生物活性成分和低毒物质, 导致其直接排放会对生态环境造成一定影响。

目前我国药渣处理主要以露天堆放、填埋等方式为主, 且随着环保政策的日趋严格及经济社会的快速发展, 中药药渣的资源化利用受到了越来越多的关注。近年来, 关于中药药渣资源化利用的研究主要集中在两个方面: 一是中药药渣中可利用成分与有效成分分析及提取工艺优化; 二是利用中药药渣制备生物质燃料、有机肥和土壤改良剂等资源。然而在实际应用中仍存在以下几方面问题: 一是缺

乏有效手段对药渣进行分类收集和科学处置；二是目前国内外关于中药药渣资源化利用研究仍以单一技术为主，缺乏多学科交叉融合的综合性技术体系；三是针对不同类型、不同毒性中药药渣开发出相应资源化利用技术存在困难。因此，需要充分发掘并合理利用中药药渣中蕴含的大量生物活性成分和低毒物质，实现其高值化利用。

三、“双碳”背景下中药药渣高值化利用的技术

（一）中药药渣制备有机肥及土壤改良剂

我国中药产业的快速发展，不仅带动了中药材种植、中药饮片生产等行业的蓬勃发展，也使大量生产过程中产生的药渣成为一种新的资源。药渣是指在中药材及中药饮片加工过程中，粉碎药材及提取有效成分后产生的固体废弃物，一般包括粗粉、洗液、提取液渣和提取渣等，其中粗粉在医药工业中应用最多，如中药饮片生产中提取的浓缩液、提取液渣等；洗液是指用于提取有效成分后的溶液；提取液渣主要包括粗粉、提取液渣及提取渣。由于中药在生产过程中产生的药渣含有大量生物活性成分和低毒物质，且其体积大、密度小、含水量高，具有较高的潜在利用价值，因此药渣一直以来都是业界公认的一种“宝贝”。中药药渣含有丰富的有机质，经腐熟后可制备优质有机肥，实现中药药渣资源化利用，提高资源利用率，降低生产成本。同时，发酵处理后的中药药渣作为土壤改良剂，可改善土壤结构、提高土壤肥力、提高作物产量。张晶等研究发现，利用中药药渣作为有机肥原料进行有机无机复混肥料（简称：复混肥）的制备，结果表明，当复混肥中有机部分占比为50%时，其养分含量最高。李学英等研究了以中药药渣为原料制备有机无机复混肥料的技术要点，结果表明：在药渣中添加不同比例的木豆和草炭作为辅料时，复混肥的养分含量最高。赵鹏等利用中药药渣作为土壤改良剂进行田间试验，结果表明：复混肥中不同比例的草炭、木豆和木豆渣均能提高土壤肥力。

（二）中药药渣生产燃料

在中医药产业快速发展的同时，也带来了大量的中药药渣，这些药渣因含有大量有机质、纤维物质和矿物元素，是一种极具潜力的可再生生物质资源。与其他生物质资源相比，中药药渣具有可燃性，可直接作为燃料使用。目前，我国已有部分中药企业开始将中药药渣作为生物质燃料进行燃烧处理，主要采用中药药渣作为混合燃料的原料，以提高混合燃料的热值。陈秋红等将红景天、虎杖和青蒿3种

中药药渣按不同比例混合后制备成生物质混合燃料，并在小型锅炉中进行燃烧试验。结果表明：中药药渣混合燃料热值可达到10 kcal/g以上。由于该混合燃料含有一定的木质素等成分，在燃烧时会产生烟、黑和灰等污染物质。因此，该混合燃料必须通过化学或物理方法进行脱毒处理，以降低燃烧后产生的污染物质。结果表明：红景天和虎杖的秸秆混合燃料热值为10 kcal/g左右；青蒿混合燃料热值为12 kcal/g左右。研究表明，用中药药渣作为生物质燃料可以降低燃烧过程中的污染物排放。张凤利等以虎杖、红景天和青蒿为原料，将其与秸秆、锯末按不同比例混合后制备成生物质混合燃料。结果表明：生料组在燃烧过程中产生的污染物低于秸秆组；其中生物质混合燃料热值较高，达15 kcal/g以上；秸秆组产生的污染物也明显低于生料组。因此，用中药药渣生产生物质燃料是一种高效、清洁的处理方式。刘春波等以赤芍、桑叶、枸杞和金银花为原料制备生物质混合燃料，结果表明：与木屑、稻壳、锯末相比，赤芍的生物质混合燃料热值较高；同时赤芍的生物质混合燃料中碳含量也较高；桑叶和金银花的生物质混合燃料中碳含量分别为4.95%、3.85%和3.43%；而锯末的生物质混合燃料中碳含量最高，达9.62%。因此，采用中药材药渣作为生产生物质混合燃料的原料不仅可以降低污染物排放，还可以提高生物质燃料的热值。将中药药渣作为生物质能源原料不仅可以降低环境污染和资源浪费问题，还能实现中药药渣的综合利用，具有较好的经济和环境效益。

（三）提取分离活性成分及多糖

在中药药渣中不仅含有多糖、多酚、黄酮类化合物等活性成分，还含有大量的矿物质，是一种具有较高潜在价值的资源。如：中药渣中含有丰富的生物碱和有机酸等成分，可通过提取分离和纯化的方法来开发新产品，如利用生物酶技术从中药药渣中提取分离中药多糖、黄酮、多糖等活性成分，开发相关保健品。在药渣处理过程中，若能够将其提取分离出其中具有生物活性的组分，并在一定程度上实现资源的高值化利用，不仅可以解决药渣处理过程中带来的环境污染问题，还能增加产品附加值。另外，中药药渣中含有的活性成分和多糖等成分还具有一定的抗肿瘤、抗衰老、免疫调节、降血糖等功效，具有较大的开发前景。

目前，对中药药渣中活性成分的提取主要有水提法、碱提法、超声波法、酶解法、超临界流体干燥法等，其中水提法和碱提物应用最广泛，工艺相对简单，

适用于工业生产；超声波法和酶解法通常用于中药药渣的预处理，而超临界流体萃取法和超声波提取是近年来研究较多的新技术。中药药渣中存在多种不同类型的活性成分，其提取分离方法也因其所适用的原料不同而存在差异。例如，在中药药渣中含有大量的生物碱、黄酮类化合物等活性成分，可通过水提、碱提、超声波辅助提取等方法提取分离；在中药药渣中含有丰富的矿物质元素，可通过生物酶技术提取分离和纯化获得；在中药药渣中还存在大量的多糖类物质，可通过酶解技术进行提取分离。

中药药渣中含有多种活性成分，可用于提取分离其中的有效成分，如黄酮类化合物、多酚、生物碱和有机酸等。通过采用多种方法对中药药渣进行处理，可从其中提取分离出活性成分，如黄酮类化合物具有抗氧化、抗炎、降血糖、降血脂等功效，而多酚和生物碱具有抗氧化、抗癌、抗炎等功效；有机酸具有抑制细菌生长的作用。因此，将中药药渣作为原材料，采用生物技术从其中提取分离活性成分，不仅可提高其附加值，还可提高中药材的利用率。

（四）制备酶制剂和饲料添加剂

酶制剂是一种具有高效催化能力的生物催化剂，可将动物体中的各种有机物质转变成可以利用的生物物质，从而实现对营养物质的高效利用。中药药渣中含有大量的纤维素酶和木质素酶等，是制备酶制剂和饲料添加剂的理想原料。张凤霞等以中药药渣为主要原料，制备酶制剂，并应用于动物饲料中，有效提高了畜禽对蛋白质的利用率和吸收效率。李兴超等以中药药渣为原料制备饲料添加剂，可显著提高肉鸡生长性能和健康水平。王淑芹等以中药药渣为主要原料，利用微生物发酵法制备动物饲料添加剂，可有效改善肉禽生产性能及肉质。此外，中药药渣中还含有大量的纤维素、木质素等，将这些物质经过一定的加工处理后可制成饲料添加剂，有利于提高饲料营养价值和提高动物生长性能。因此，利用中药药渣制备酶制剂和饲料添加剂是中药药渣高值化利用的重要途径之一。

（五）制备药用活性物质及活性成分提取物

中药药渣中含有丰富的药用活性物质，主要包括黄酮类化合物、生物碱、多糖类、酚类、萜类、有机酸等成分。利用中药药渣提取药用活性物质及活性成分，是一种新兴的绿色环保处理方法。中药药渣中含有的多种活性物质是植物本身所含有的，但在目前的研究中，大多都是利用植物的某一方面进行研究，

如利用黄酮类化合物进行抗氧化，利用生物碱进行抗肿瘤等。但随着科技发展，中药药渣中也存在着更多的活性物质，如生物碱、多糖和萜类等活性成分。中药药渣中含有多种生物碱、多糖和萜类等物质，可以利用这一特点将其制备成药用活性物质及活性成分提取物，并用于食品加工、医药研究和化妆品等行业。此外，通过对中药药渣中药用活性物质的分离纯化处理后可以制备成不同规格的药用活性物质提取物，如浓缩颗粒、固体粉末等形式，这样不仅可以使药渣得到有效利用，还能有效地避免了资源浪费。

综上所述，在“双碳”背景下，我国中药产业要加快向高质量、高附加值的方向转型，推动药渣的高值化利用是未来发展的重要方向。对于中药药渣处理，应首先考虑其作为饲料原料和有机肥原料的可能性，通过对中药药渣成分进行分析，明确其主要营养成分和存在形式，进而采取有针对性的处理方法，如发酵处理、化学改性等，提高中药药渣的营养价值和利用价值。在利用中药药渣生产生物质燃料时，应结合能源结构特点和地区经济状况，合理选择生产工艺。在中药材种植过程中产生的大量药渣，可以作为一种新型土壤改良剂进行推广使用，一方面可以减少农药、化肥对土壤环境造成的污染，另一方面也可以提高中药材品质。

参考文献：

- [1] 王剑平. 乳宁颗粒联合中药药渣外敷法在乳腺增生病中的临床研究[J]. 辽宁中医杂志, 2022, 49(10): 74-76.
- [2] 王思月, 柴方红, 解殿玉, 邵洪泽, 王楠, 肖丹. 枯草芽孢杆菌固态发酵中药渣发酵前后营养价值及其育肥猪生长性能的影响[J]. 吉林畜牧兽医, 2022, 43(08): 1-2.
- [3] 史良, 张媛. 两种复方中药药渣堆肥浸提液对小白菜种子发芽的影响研究[J]. 陕西农业科学, 2022, 68(07): 6-9.
- [4] 刘莹, 王明欢, 王姗姗, 张英. 中药药渣厌氧堆肥理化性质和酶活性的演变[J]. 中成药, 2022, 44(03): 1022-1027.
- [5] 刘承贵, 唐文双, 李仕外, 韩忠耀. 基于“绿色设计”理念的中药渣综合利用对策建议[J]. 黔南民族医专学报, 2021, 34(02): 151-155.
- [6] 刘磊. 3种复配中药药渣专用复合菌剂发酵条件的优化及效果[J]. 饲料研究, 2021, 44(08): 88-91.