

当归综合利用及产业化研究进展

杨白梅¹, 朱田田^{1,2,3,4*}, 晋玲^{1,2,3,4}, 张帅¹, 刘天乐¹, 张菁¹, 徐丽¹, 康舒淇¹

1. 甘肃中医药大学药学院, 甘肃 兰州 730000
2. 西北中藏药省部共建协同创新中心, 甘肃 兰州 730000
3. 甘肃省珍稀中药资源评价与保护利用工程研究中心, 甘肃 兰州 730000
4. 陇药产业创新研究院, 甘肃 兰州 730000

摘要: 当归 *Angelica sinensis* 是我国传统药食两用中药, 具有悠久的药用和栽培历史。随着科学技术的不断发展, 其药用价值和营养价值逐渐被发现, 有力推动了当归的产业发展。当归含有挥发油、多糖、有机酸等活性成分, 具有抗炎、抗菌、抗氧化、降血压、降血糖、抗心血管疾病等药理作用。目前已开发出较多以当归为原料的药品、食品、化妆品和饲料添加剂。当归产业具有种植基础久、经济效益高、国内外市场广阔、发展前景广等优势, 然而, 也存在种植风险大、质量不稳定、采收加工过程复杂、加工技术不成熟等问题。通过对当归资源分布情况、化学成分研究现状进行综述, 详细阐述了当归在中医药、食品、化妆品等领域综合利用状况, 并针对产业化发展中存在的问题提出相应的建议, 为后续当归的可持续开发利用提供参考。

关键词: 当归; 资源分布; 开发利用; 产业化; 抗炎; 抗氧化; 降血压; 降血糖

中图分类号: R283 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2024)23-8235-10

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.23.028

Research progress on comprehensive utilization and industrialization of *Angelica sinensis*

YANG Baimei¹, ZHU Tiantian^{1,2,3,4*}, JIN Ling^{1,2,3,4}, ZHANG Shuai¹, LIU Tianle¹, ZHANG Jing¹, XU Li¹, KANG Shuqi¹

1. School of Pharmacy, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China
2. Northwest Collaborative Innovation Center for Traditional Chinese Medicine Co-constructed by Gansu Province & Ministry of Education of PRC, Lanzhou 730000, China
3. Engineering Research Center for Evaluation, Protection and Utilization of Rare Traditional Chinese Medicine Resources, Lanzhou 730000, China
4. Long-yao Industry Innovation Research Institute, Lanzhou 730000, China

Abstract: Danggui (*Angelica sinensis*) is a traditional medicinal and edible species in China, which has a long history of medicine and cultivation. With the continuous development of science and technology, its medicinal and nutritional value have been gradually discovered, which has effectively promoted the development of *A. sinensis* industry. *A. sinensis* contains various chemical components, including volatile oil, polysaccharide and organic acid, which has pharmacological activities such as anti-inflammation, antibacterial, antioxidation, lowering blood pressure, lowering blood sugar and anti-cardiovascular diseases. At present, more medicines, foods, cosmetics and feed additives have been developed with *A. sinensis* as raw materials. *A. sinensis* industry has the advantages of long planting base, high economic benefits, broad domestic and foreign markets, and broad development prospects. However, there are also problems such as high planting risk, unstable quality, complex harvesting and processing process, and immature processing technology. This paper reviewed the distribution of *A. sinensis* resources and the current research status of its chemical composition, elaborated the

收稿日期: 2024-05-10

基金项目: 甘肃省科技重大专项 (23ZDFA013-1); 甘肃省高校青年博士基金资助项目 (2023QB-094); 甘肃省教育厅“双一流”科研重点项目 (GSSYLXM-05); 甘肃省科技计划项目 (20JR5RA182); 中国工程院战略研究与咨询项目 (GS2021ZDA06-2)

作者简介: 杨白梅, 女, 硕士研究生, 研究方向为生药学与天然药物。E-mail: yang15034447162@163.com

*通信作者: 朱田田, 副教授, 硕士生导师, 从事中药资源评价与分子生药学研究。E-mail: ztt0935@163.com

comprehensive utilization of *A. sinensis* in traditional Chinese medicine, foods, cosmetics and other fields, and put forward corresponding suggestions for the problems existing in the process of industrialization. It can provide reference for the sustainable development and utilization of *A. sinensis* in the future.

Key words: *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels; resource distribution; development and utilization; industrialization; anti-inflammation; antioxidation; lowering blood pressure; lowering blood sugar

当归为伞形科当归属植物当归 *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels 的干燥根, 首载于《神农本草经》, 具有益气补血、润肠通便、调经止痛的功效^[1]。目前, 已从当归的根、茎、叶中分离鉴定出 300 多种化合物, 包括挥发油、多糖、有机酸等, 具有抗炎、抗菌、抗氧化、抗阿尔茨海默病、抗抑郁症等药理作用^[2-4], 在药品和保健食品方面潜力巨大。2019 年当归被正式纳入按照传统既是食品又是中药材的物质目录, 安全性较高, 可被开发用于食品领域, 近年来, 在化妆品和畜牧业领域的开发利用也逐渐增多。

中药材是中药产业的基础, 是关系国计民生的战略性资源^[5]。中药材及其衍生产品的开发利用有利于推动经济结构的优化升级, 促进经济的可持续发展。中药材生产加工过程中会产生大量废弃物。而废弃物一般作焚烧、堆放、填埋等处理, 不仅污染环境, 还造成了资源浪费。近年来, 国内外研究者对当归质量评价与控制、化学成分内外活性、作用机制、在临床应用中的用药规律等研究较多^[6], 但鲜有研究对当归的开发利用现状进行分析。当归的开发部位多为根部, 茎、叶、药渣等常被废弃, 开发利用程度不高。基于此, 本文在总结当归资源分布、化学成分、开发利用及产业化现状基础上, 进一步分析其优势与不足, 并提出当归产业化发展的对策, 为当归的可持续开发利用提供参考。

1 当归资源与化学成分研究现状

1.1 资源分布

当归喜好寒冷、凉爽及湿润的环境, 适宜生长在海拔 1 500~3 000 m 的地区, 资源分布广泛, 涉及日本、越南、朝鲜等地区。利用最大信息熵模型和地理信息系统对当归进行适宜性区划, 生态适宜区主要集中在北美洲、欧洲、亚洲、南美洲和非洲, 总面积约 593.07 万 km²^[7]。我国当归资源丰富, 主要依赖于人工栽培^[8]。据古代资源分布记载(表 1), 当归主产于甘肃省, 而四川省、陕西省等地亦有种植。道地产区和非道地产区的当归饮片具有较大差异, 甘肃岷县当归品质最佳^[9]。目前, 随着人类活动

的影响, 大气中 CO₂ 的含量明显增加, 温室效应日益严重, 极端天气频繁发生^[10], 对当归品质有着显著影响。有研究对未来当归适生区和时空变化进行预测分析, 发现当归高适生区与极高适生区均是对全球变暖敏感性较强的区域, 甘肃南部地区相对稳定, 可以持续规模化种植, 而青海东部的适生区则逐渐增多, 可以考虑引入当归^[11]。

1.2 化学成分

1.2.1 不同部位化学成分比较 当归含有挥发油、有机酸、多糖、黄酮、氨基酸及微量元素等成分^[12], 不同部位的化合物的类型和含量存在差异^[13]。挥发油类成分复杂, 分布广泛。刘洁丽等^[14]利用气相色谱-质谱联用技术测定当归不同部位挥发油成分, 结果表明, 根、茎、叶中相对质量分数最高的化合物分别为 Z-藁本内酯、 α -金合欢烯、二十烷。根部挥发油含量显著高于茎叶部分, 是茎叶挥发油含量的 2 倍^[15]。其中, 归身挥发油含量高于归头、归尾^[16]。李岑语^[17]通过水提醇沉法及离子交换凝胶色谱法从当归不同部位分离得到酸性多糖, 结果表明酸性多糖纯化得率由高至低顺序依次为归尾>归身>茎叶>全当归>归头。阿魏酸是当归中重要的指标性成分, 受降水量和温度等因素影响, 归尾阿魏酸含量高于归头、归身^[16,18]。

1.2.2 产地对化学成分的影响 当归的生长与海拔、光照、气温等环境条件密切相关^[19-20]。姚阳阳等^[21]采用高效液相色谱法对甘肃岷县、宕昌、榆中和天祝 4 个产地的当归质量进行分析, 结果表明 4 个产地的当归 Z-藁本内酯、阿魏酸、洋川芎内酯 I、洋川芎内酯 H、阿魏酸松柏酯、洋川芎内酯 A、欧当归内酯 A 含量存在较大差异。高效液相色谱法测定甘肃岷县、青海西宁、四川北川、云南宾川等多个产地的当归中 4 种苯酐类成分的含量, 发现不同产地的当归样品中成分含量相差较大, 表明当归在地理环境方面的差异是客观存在的^[22]。张明童等^[23]采用电感耦合等离子体质谱法对来自甘肃省内和省外当归样品中 37 个无机元素的含量进行测定, 结果表明 Cr、Mn、Rb、Sr、Ba 等无机元素差异显著。

表 1 当归资源分布考证
Table 1 Research on distribution of *A. sinensis* resources

| 朝代 | 著作 | 记载 | 现代地理分布 |
|-----|----------|--|---|
| 东汉 | 《神农本草经》 | 生川谷 | — |
| 汉 | 《名医别录》 | 生陇西 | 甘肃省定西市陇西县、岷县、宕昌县 |
| 魏晋 | 《吴普本草》 | 或生羌胡地 | 甘肃省西部 |
| 南北朝 | 《本草经集注》 | 今陇西叨阳、黑水当归，多肉少枝气香，名马尾当归，稍难得；西川北部当归，多根枝而细；历阳所出，色白而气味薄，不相似，呼为草当归，阙少时乃用之 | 甘肃省定西市渭源县、武山县，四川省北部，安徽省马鞍山市和县 |
| 唐 | 《新修本草》 | 生陇西川谷；今陇西叨阳、黑水当归，多肉少枝气香，名马尾当归，稍多根枝而细；历阳所出，色白而气味薄，不相似，呼为草当归，阙少时乃用之；今出当州、宕州是马尾当归，蚕不复用；陶称历阳者，是蚕头当归也 | 甘肃省定西市陇西县、渭源县、岷县，天水市武山县，陇南市宕昌县，安徽省马鞍山市和县 |
| 唐 | 《千金翼方》 | 生陇西川谷 | 甘肃省定西市陇西县 |
| 北宋 | 《本草图经》 | 生陇西川谷，今川蜀、陕西诸郡及江宁府、滁州皆有之，以蜀中者为胜 | 甘肃省定西市陇西县，四川省，陕西省，江苏省南京市、扬州市 |
| 明 | 《本草乘雅半偈》 | 生陇西川谷，今当州、宕州、翼州、松州、秦州、汶州多种蒔矣 | 甘肃省定西市陇西县、岷县，陇南市宕昌，天水市，四川省阿坝藏族羌族自治州茂县、松潘县 |
| | 《本草纲目》 | 今陕、蜀、秦州、汶州诸处人多栽蒔为货；以秦归头圆尾多色紫气香肥润者，名马尾归，最胜他处 | 陕西省，四川省，甘肃省天水市，甘南藏族自治州舟曲县，定西市岷县、宕昌 |
| | 《本草蒙筌》 | 生秦蜀两邦 | 陕西省、四川省 |
| 清 | 《本草崇原》 | 始出陇西川谷及四阳黑水，今川蜀、陕西诸郡皆有 | 甘肃省定西市陇西县、渭源县，天水市武山县，四川省，陕西省 |
| | 《本草从新》 | 川产力刚善攻，秦产力柔善补 | 四川省、陕西省 |

1.2.3 加工方式对化学成分的影响 除了产地外，干燥方式及辅料的加工方式也是影响当归化学成分及含量的重要因素。不同加工方式可对当归中化学成分的含量产生影响，使药理作用的趋向性发生改变^[24-26]。臧泽鹏等^[27]对不同干燥方式下当归特性及理化性质进行评价，发现超声-真空远红外干燥法能更好地保存藁本内酯、绿原酸、阿魏酸、多糖、总酚、总黄酮等成分的含量。当归的炮制辅料十分丰富，酒作为辅料使用最多^[28]。已有研究者对酒炙和酒洗当归进行比较分析，初步鉴定出 L-焦谷氨酸、缬氨酸、乳果糖等 37 种特有成分^[29]。

2 当归的开发利用现状

2.1 在中医药中的开发利用

当归在中医药领域应用历史悠久，常用于妇科、血液循环和消化系统等疾病的治疗，是中医临床常用的大宗药材之一。在中医药领域多用于中药方剂及中成药。

2.1.1 中药方剂 当归被称为“妇科圣药”，常与其他药物配伍使用，可用于治疗女性因血寒、血虚而

出现的月经不调、痛经等疾病。《古代经典名方目录》中含有当归的处方共有 49 种。随着科学研究的深入，相关的中药方剂治疗范围不断扩大，作用机制也更加明晰。《金匱要略》记载的“当归芍药散”由当归、芍药、茯苓、川芎、白术、泽泻配伍，主治养血调肝、健脾渗湿。现代药理研究表明，当归芍药散具有增强免疫能力、抗氧化、治疗痛经、慢性盆腔炎、多卵巢综合征等药理作用^[30-32]。目前，对于经典名方的研究热点集中于信息考证、质量控制及指纹图谱的建立、临床应用研究。但近年来，研究趋势逐渐向制剂基准样品、药材品质评价、物质基础及作用机制转移^[33]。

2.1.2 中成药 与中药汤剂的苦涩相比，中成药具有服用方便、异味刺激性小等优点。《中国药典》2020 年版关于当归中成药的记载有 289 种，占所载中成药的 17.6%，较《中国药典》2015 年版新增和减少相关中成药各 1 种，为养血当归胶囊和益血生胶囊。当归丸、当归浸膏片等当归相关中成药既可用于月经不调、痛经、产后血虚、虚寒不孕、

气血两虚等妇科疾病治疗,也可以用于治疗风湿关节痛、慢性肾炎、贫血等疾病治疗。按不同剂型分类,中成药中丸剂比例最高,其次是胶囊和颗粒。按照不同给药方式,中成药可分为口服、注射、直肠、吸入、局部表面给药制剂,其中以口服比例最高,其次是局部表面给药制剂。在现有研究的基础上,进一步丰富中成药剂型,优化给药途径,完善中西药的配伍禁忌,是今后当归中成药研究的重要方向^[34]。

2.2 在食品中的开发利用

2.2.1 保健食品 随着对食品安全与质量的关注,

人们逐渐认识到健康的重要性,越来越倾向选择健康有益的保健食品。药食同源目录中药材的药食同源产品是对中药保健食品的极大补充^[35]。作为《既是食品又是药品的物品名单》中的物品之一,当归安全性高,可开发用于保健食品。以当归为原料开发的保健食品剂型主要有颗粒剂、胶囊、片剂、液体制剂、茶剂、片剂等;功能主要有增强免疫力、改善黄褐斑、通便、改善营养性贫血、对辐射危害有辅助保护功能等(表 2)。当归相关保健食品已有成功上市的先例,开发前景广阔,应加大研发,促进更多剂型产品的上市。

表 2 以当归或当归提取物为主要原料或配伍的部分注册保健品

Table 2 Some registered health products with *A. sinensis* or extract as main raw material or compatibility

| 剂型 | 产品 | 功能 | 批准文号 |
|------|-----------------|-------------------|----------------|
| 颗粒剂 | 黄芪当归颗粒 | 增强免疫力 | 国食健字 G20110659 |
| 胶囊 | 阿胶黄芪当归胶囊 | 改善营养性贫血 | 国食健注 G20140548 |
| | 麻仁当归胶囊 | 通便 | 国食健注 G20130750 |
| | 葡萄籽蜂胶当归软胶囊 | 祛黄褐斑、对辐射危害有辅助保护功能 | 国食健注 G20060006 |
| | 杜仲纳豆胶囊 | 辅助调血脂、降血压 | 国食健注 G20140121 |
| 液体制剂 | 黄芪党参当归熟地黄阿胶铁口服液 | 改善缺铁性贫血 | 国食健字 G20150375 |
| | 归苓茸胶口服液 | 增强免疫力 | 国食健注 G20110391 |
| | 当归沙棘西洋参酒 | 增强免疫力 | 国食健注 G20200169 |
| 茶剂 | 当归白芷茶 | 改善黄褐斑 | 国食健注 G20230817 |
| | 当归决明子首乌茶 | 通便 | 国食健注 G20140411 |
| 片剂 | 当归玫瑰花片 | 改善黄褐斑 | 国食健注 G20240133 |
| | 芦荟当归洋参片 | 通便 | 国食健注 G20210264 |

2.2.2 普通食品 当归及其提取物作为食品添加剂效果显著。可以提高食品的风味,其独特的香味主要来自挥发油^[36-37]。以对数期酿酒酵母发酵的川西高原当归药花蜜酒,气味独特,同时由于微生物的作用,氨基酸、维生素、矿物质等营养物质含量提高,具有良好的营养保健功效^[38]。由当归、白术、大枣、蜂蜜组成的复方当归茶具有较强的抗氧化能力及增强免疫能力^[39]。当归根部多糖及精油有一定抑菌作用,能够有效延长产品的保质期^[40]。当归叶所含的精油对革兰阴性菌具有良好的抑制活性^[41],推测其也可用于延长保质期,可为当归叶的进一步开发利用提供参考。目前,当归相关食品的开发多以根的提取物为主,以茎叶等废弃物为原料的产品开发较为少见,其安全性也有待验证。

2.3 在化妆品中的开发利用

2.3.1 肤用化妆品 当归具有益气补血的功效,在

化妆品中能有效对皮肤进行营养补充及修复^[42]。当归提取物、多糖及阿魏酸均能抑制酪氨酸酶的活性,减少黑色素的生成,从而达到调理皮肤的作用^[43]。当归与人参、银耳等配伍制成的隔离产品具有滋润皮肤、抑制黑色素、增加细胞活力、延缓衰老的优点^[44]。当归精油具有一定的清除自由基的能力、还原能力及抑制脂质过氧化能力^[45],可作为一种抗氧化剂用于化妆品。在肤用化妆品领域,当归还有其他的辅助作用,如精油的促透皮吸收作用^[46]。以当归为原料开发的化妆品剂型主要有洁面乳、爽肤水、乳液、精华液、面膜、面霜等;功能主要有保湿、晒后修复、抑菌、美白、延缓衰老等。

2.3.2 发用化妆品 当归也可用于头发的护理。在治疗脂溢性脱发方面,其应用频次仅次于何首乌^[47]。当归外用时,可通过减少皮肤油脂分泌、促进 α -黑色素细胞刺激素、转化生长因子- β 1、血管内皮生长

因子表达,从而促进脂溢性脱发小鼠的毛发生长^[48]。蒋日琼等^[49]对含当归提取物的洗发水进行研究,发现不同添加量的当归提取物洗发水的干湿梳性能均优于未添加的洗发水。有研究表明,纳米乳在 24 h 内表现出一定的毛囊靶向性,有利于当归精油的皮肤递送,促进毛发生长^[50]。对当归、侧柏叶及苦参进行科学的处理,用于头发洗护产品中,能有效去

屑止痒防脱发^[51]。当归提取物制成的头皮护理精华液进行人群试用功效评价,表明当归提取物可有效改善脱发症状^[52]。目前,当归已被开发用于多种发用化妆品。

综上,当归作为化妆品原料,多用于护肤、发用化妆品领域(表 3),但其对皮肤的作用机制尚未完全阐明,需要进一步证明当归的性质,包括细胞实

表 3 以当归为主要原料的化妆品

Table 3 Cosmetics with *A. sinensis* as main raw material

| 类型 | 产品名称 | 功效 | 备案编号 |
|----------|-----------|------------------------------------|----------------------|
| 国产 | 当归祛斑复颜霜 | 祛斑美白 | 国妆特字 G20190594 |
| 国产 | 当归霜 | 保湿补水 | 粤 G 妆网备字 2024146837 |
| 国产 | 当归精华油 | 柔润保湿 | 粤 G 妆网备字 2024125734 |
| 国产 | 当归单方精油 | 保湿 | 粤 G 妆网备字 2024125838 |
| 国产 | 当归生姜按摩啫喱 | 舒缓干燥头皮、补充头部营养、令头部肌肤舒润 | 粤 G 妆网备字 2024129305 |
| 国产 | 当归面膜膏 | 补水同时锁住肌肤水分、改善肌肤干燥缺水状态、令肌肤光滑细腻、水嫩清莹 | 粤 G 妆网备字 2024078605 |
| 国产 | 当归草本嫩颜膜 | 保湿水润、美丽肌肤 | 粤 G 妆网备字 2024114152 |
| 国产 | 当归通之浴精华 | 清洁 | 粤 G 妆网备字 2024156498 |
| 国产 | 当归精华乳 | 蕴含多种植物成分、让肌肤焕发活力、养护肌肤、滋润保湿、令肌肤娇嫩柔滑 | 粤 G 妆网备字 2024048136 |
| 进口(中国香港) | 当归疏光舒缓面霜 | 能舒缓肌肤、改善皮肤刺激、唤醒肌肤、达到保湿效果 | 国妆网备制字(粤) 2023200015 |
| 进口(中国香港) | 当归按摩油 2 号 | — | 国妆网备制字(粤) 2020001410 |

验、消费者测评等,以支持以当归为主要原料的化妆品功效宣称。交互融合多元重点技术,补充市场需求较大的小众产品是中药护肤产品发明思路^[53]。

2.4 在其他方面的开发利用

当归在畜牧业的应用形式多为饲料添加剂。当归提取物可显著改善奶牛生产性能、乳品质及健康水平,在奶牛日粮中添加 0.5% 的当归提取物经济效益最佳^[54]。生猪日粮中当归的应用,不仅提高了饲料转化率、促进猪的生长,改善肉品品质,还减少了粪污排泄量及对环境的污染^[55]。随着“减抗限抗”和环保政策的实施,中药材采收和加工过程中废弃物资源有着巨大的应用潜力,如可制备成动物饲料或复合生物肥等高附加值产品^[56]。研究发现,在肉鸡的日粮中添加当归茎叶粉,其生长性能、屠宰性能、血清生化指标及抗氧化能力均提高,推荐添加量为 3%^[57-58]。虽然,当归作为饲料添加剂对改善畜禽的生长性能、饲料效率等问题发挥重要作用,但其在畜牧中作用机制仍不明晰。

总之,当归作为一种优质的药食同源植物,有

较高药用价值和营养价值。随着现代医学、分子生物学、食品科学等学科的发展,当归已广泛用于药品、保健品、化妆品等各类产品中(图 1),开发前景广阔。

3 当归产业化发展现状及对策

3.1 当归产业化发展现状

3.1.1 当归产业化发展的优势 当归历史悠久,有 1 700 多年的种植历史和 2 000 多年的药用历史。随着人们逐渐认识到中药材的重要性,对中药材需求增加,当归的种植规模进一步扩大。当归产区为甘肃、云南、四川、湖北等地,甘肃岷县是较大的道地产区,2021 年岷县当归种植面积已达 12 667 hm² 以上^[59]。随着当归产业化进程中,标准化种植基地建设逐年扩大,建成了多个专业中药材市场建成,已培育和壮大了一批龙头企业。当归含有丰富营养成分,如蛋白质、多糖、维生素、粗纤维、酚类等,在药品、食品、化妆品等领域的开发应用具有一定的优势。通过不同的加工方式,当归可制备成多种剂型的产品,满足消费者的不同需求。当归产地加

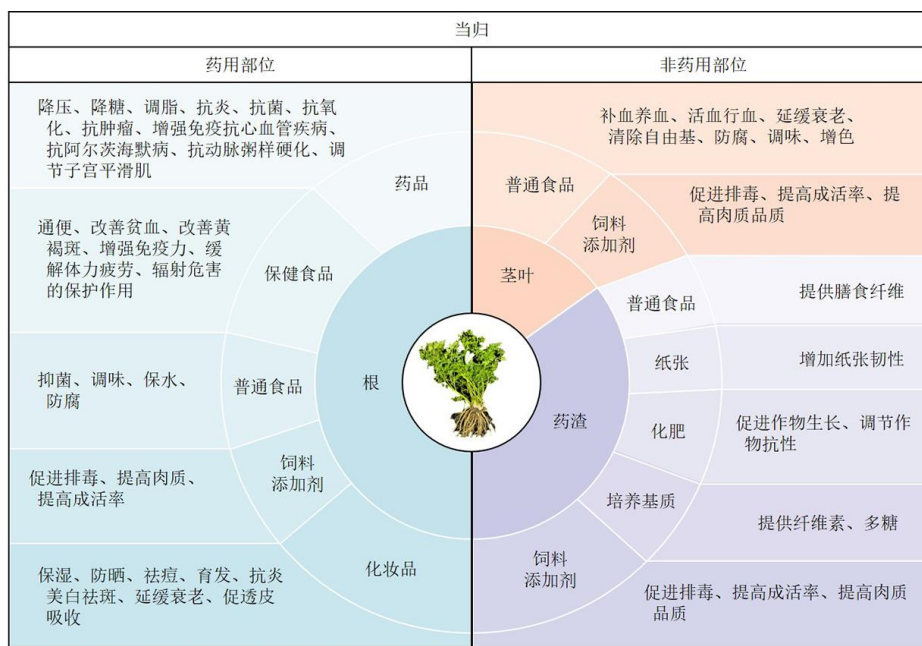


图 1 当归根相关产品的开发及作用

Fig. 1 Development and function of *A. sinensis* related products

工、饮片生产的过程相对固定，有利于实现标准化和规范化管理。科学研究的深入，当归根的质量和附加值也将得到进一步提升。近年来，我国重视中药材产业的发展，出台了《中医药振兴发展重大工程实施方案》《关于促进中医药传承创新发展的意见》等一系列文件^[60-61]，政策的鼓励和支持将为当归根产业化发展提供持续的动力^[62]。

3.1.2 当归根产业化发展过程中存在的主要问题 在产业链上游，包含原料及设备环节，具有规模种植风险大、质量不稳定、采收加工过程复杂等问题。当归根种植具有一定的风险，受到气候变化、病虫害等因素的影响^[63-64]。同时，采收主要依靠人工进行，劳动程度较大，效率较低，标准化生产技术普及率不高。此外，经营主体主要为农户散户，经营模式多为“农民自主管理”，存在生产管理松散的问题，抗市场风险能力差，极大影响产业链韧性。

在产业链中游，包含医药制造环节，具有加工技术不成熟、产品加工粗糙、资源利用率低等缺点。由于技术的限制，饮片及其相关产品加工过程中易出现有效成分损失，产品质量参差不齐。当归根的使用品类主要有生当归根、酒当归根、土当归根、当归根炭等，《中国药典》2020 年版只对生当归根、酒当归根饮片进行规定。当归根可制备的产品种类繁多，市场上相关产品较少，其利用过程面临与市场对接难、市场认可度不高、产品应用受限及难以大规模推广等问题。

目前，我国当归根饮片及其产品生产技术水平参差不齐，在工艺和质量上没有统一的评价标准。同时，当归根的主要利用部位为根部，而其地上部分则被作为废弃物直接抛弃，造成了资源的浪费及环境的污染，也使得当归根资源的可持续利用程度降低。

在产业链下游，包含流通及销售环节，具有市场竞争力激烈、品牌建设较滞后、销售渠道不完善、消费者认知程度低等问题。由于当归根及其相关产品的市场需要大、利润空间高，一些不法商家将欧当归根、独活等混肴品掺入当归根中销售，影响市场交易。同时，营销运作较少，营销观念较落后，品牌建设较为滞后，消费者对当归根及其相关产品了解不足，受限于传统观念和广告宣传。

3.2 当归根产业化发展对策

当归根产业链是一个典型的供应链系统，包括生产、供应、加工、销售等诸多环节。经过多年的发展，在种植、储运、销售、生产加工等环节，形成了初步的产业基础，具有了一定市场竞争力的产品群和产业链。为满足当归根产业化进一步发展的需求，需要提出有力的策略，以构建更具创新力、更高附加值、更安全可靠产业链。

3.2.1 推动当归根产业高质量发展 当归根产业的高质量发展，对于确保产业链稳定安全及保障产业内部和产业之间各环节畅通有重要意义。一是培育优良品种，优化种植和采收技术。培育适合当地气候和

土壤条件的优良品种是非常重要的,如通过系统选择法成功选育出的岷归2号,在产量和适应性上都表现出优良的性状^[65],为当归产业发展提供了有力的支持。在种植方面,可以采用多种优化措施提高当归的产量和品质,如合理的种植密度、科学施肥、病虫害防治等^[64-67]。同时,根据当归生长情况和市场需求,探索和发展多样化的采收时间和方式。不同采收期对当归的产出性能和根部性状均具有显著影响,尽量在霜降前后3 d进行采收^[68]。二是加大科技研发投入,推动科技成果转化。科技创新成果的转化与应用,对于提高中医临床疗效、保障中药质量、促进中医药产业高质量发展具有重要意义^[68]。以经典名方为契机,加大当归相关药品的研发。在当归及其混肴品的鉴别方面,研究者通过聚合酶链反应-限制性片段长度多态性技术手段和建立定性判别模型的方法,实现了对当归的精确识别^[70-71],为确保当归的质量保障提供了有力的科技支撑。

3.2.2 推动当归产业链多元化 在复杂多变的市场和产业环境下,企业要想持续性成长,不仅要具备敏锐的市场洞察力识别机遇,还需通过产业、产品或地域多元化战略提升企业核心竞争力^[72]。一是加工工艺需要优化,以推动当归产品的安全化多元化。当归及其相关产品的加工策略应着重于保证药材品质和提升加工效率。同时,应加强相关产品质量管理体系建设,提高产品标准化程度。当归的产品体系仍以中药材、饮片及中成药为主,其他衍生产品较为单一。当归与产品之间仍存在衔接不畅通的问题,未实现从高功效至高效益的转变,有待将当归产品推向价值链高端。因此,需要重视当归的抗菌、抗氧化、延缓衰老等作用,开发系列保健食品、化妆产品。废弃物的研发也是当归从高功效转为高效益的有效途径。如当归茎叶榨汁物具有保护红细胞损伤的作用,对溶血性贫血有治疗作用^[73]。二是加快培育一批当归龙头企业。实行“龙头企业+药材基地+药农”的产业化经营模式,发挥龙头企业的带动效应。企业对内要主动进行适配市场变化的战略选择、提高契约缔结和履约能力,对外帮助企业建立和维持好的组织声誉,通过有效的跨界整合形成产业链协同和供应链服务体系,提升产业链稳定性^[72]。

3.2.3 推进当归产业链现代化 目前,当归产业对数字平台建设、数据资源应用等新型生产要素的应用敏感性较低。数字化转型是提升供应链现代化水

平的重要途径^[74]。一是加快建设当归大数据服务平台和电子商务交易平台,提高对当归产业发展预测、预警、重点产品监测分析能力。利用软件开发等信息技术可实现对中药材种植、采收、加工、干燥、包装、仓储及销售等过程的追溯^[75]。利用电子商务交易平台,拓宽当归销售渠道,改善供给侧需求,国内外全面销售。二是加强推广宣传并打造全国知名品牌。加大对当归相关品牌的支持力度,积极引导品牌工作的建立。当归在传统医学中具有重要作用,挖掘传统文化与现代文化的联系,用新颖的方式宣传当归及其相关产品,创建具有特色的品牌产品。岷县当归作为“中国当归之乡”的代表,拥有深厚的历史底蕴和品质保证,是当归及其相关产品品牌发展的重要基础。利用大数据服务平台分析用户偏好,制定有针对性的市场推广计划,运用多元化的营销渠道,如媒体、网络平台等,提高当归品牌知名度。

4 结语

当归作为大宗药材之一,除具有药用优势外,还富含挥发油、多糖、蛋白质、纤维素等营养物质,开发前景也十分广阔。目前,对于当归的开发利用主要集中在根部,对茎叶、药渣等废弃部位的研究较少,缺乏对废弃物的开发利用,造成资源的浪费,后续可将废弃物作为研究的切入点,推进相关产品的研发。

解决当归产业化发展中的问题需要从多个方面入手,如推进良种繁育基地建设、优化加工工艺、培育龙头企业、建立大数据服务平台和电子商务交易平台、加强科技研发等。对于当归的市场波动大,可能受到供求关系、政策因素等多种影响,则需要多主体共同参与决策,实现产业链的延伸和升级和高质量发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 139.
- [2] 冯慧敏,李玥,罗旭东,等. 当归化学成分和药理作用研究进展及质量标志物的预测分析 [J]. 中华中医药学刊, 2022, 40(4): 159-166.
- [3] 李胜硕,李佳,康淑荷,等. 中国药用当归属植物研究进展及质量标志物的预测分析 [J]. 中国生物工程杂志, 2022, 42(11): 27-42.
- [4] 宫文霞,宋亚鹏,王艳丽,等. 基于肝脏代谢组学的当归“活血解郁”作用机制研究 [J]. 中草药, 2023, 54(19): 6314-6322.

- [5] 朱玉洁, 申俊龙. 中药绿色供应链绿色生产力实现策略与机制研究 [J]. 中草药, 2019, 50(7): 1515-1522.
- [6] 胡慧芳, 席少阳, 曹后康, 等. 知识图谱视角下的当归研究热点与前沿动态可视化分析 [J]. 中成药, 2023, 45(1): 334-339.
- [7] 张东方, 张琴, 郭杰, 等. 基于 MaxEnt 模型的当归全球生态适宜区和生态特征研究 [J]. 生态学报, 2017, 37(15): 5111-5120.
- [8] 严辉, 段金彪, 宋秉生, 等. 我国当归药材生产现状与分析 [J]. 中国现代中药, 2009, 11(4): 12-17.
- [9] 邹佳莉, 王康宇, 何文媛, 等. 基于熵权法和灰色关联度分析对当归道地产区划分研究 [J]. 中药材, 2022, 45(5): 1173-1178.
- [10] 舒章康, 李文鑫, 张建云, 等. 中国极端降水和高温历史变化及未来趋势 [J]. 中国工程科学, 2022, 24(5): 116-125.
- [11] 王桂荣, 王彦珺, 王尚涛, 等. 未来气候条件下当归适生区预测及时空变化分析 [J]. 中国中医药信息杂志, 2023, 30(6): 1-7.
- [12] 徐志伟, 李季文, 马新换, 等. 当归不同药用部位的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(4): 74-77.
- [13] Chen Y Y, Li Q, Qiu D Y. The dynamic accumulation rules of chemical components in different medicinal parts of *Angelica sinensis* by GC-MS [J]. *Molecules*, 2022, 27(14): 4617.
- [14] 刘洁丽, 邓淑芳, 孙宇婧, 等. 基于 GC-MS 方法比较当归不同生长部位挥发油的化学成分 [J]. 化学世界, 2020, 61(6): 426-432.
- [15] 邢冬梅. 当归根及茎叶挥发油抗氧化、抗菌谱效关系研究 [D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2020.
- [16] Li Q, Chen Y Y, Gao H, *et al.* *In situ* analysis of volatile oil in *Angelica sinensis* roots by fluorescence imaging combined with mass spectrometry imaging [J]. *Talanta*, 2023, 255: 124253.
- [17] 李岑宇. 当归不同部位多糖构效关系及其对小鼠结肠炎的保护机制探究 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2023.
- [18] 徐小琼, 王天巧, 李莲英, 等. 当归主要有机酸成分与生态因子相关性 [J]. 时珍国医国药, 2023, 34(8): 1960-1964.
- [19] 樊秦, 张延英, 陈辉萍, 等. 基于 OPLS 模型分析生态因子对当归质量的影响 [J]. 中成药, 2021, 43(5): 1226-1230.
- [20] 杨芙蓉, 冉家栋, 谢彩香. 基于化学成分和气候特征的当归品质空间变异规律 [J]. 植物科学学报, 2022, 40(6): 782-790.
- [21] 姚阳阳, 穆希琼, 彭桐, 等. HPLC 法测定不同产地当归处理中 7 种成分的含量 [J]. 时珍国医国药, 2022, 33(8): 1987-1990.
- [22] 龚韬, 杨薇, 王夏, 等. 不同产地的当归中苯酞类成分的含量测定及聚类分析 [J]. 中国医药导报, 2022, 19(19): 20-24.
- [23] 张明童, 刘志荣, 马潇, 等. ICP-MS 法结合化学计量学分析比较不同产地当归中无机元素的含量 [J]. 中药材, 2022, 45(1): 153-157.
- [24] 陈琳琳, 孙晶, 祝秀梅, 等. 不同加工过程中当归化学成分变化的研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2023, 44(23): 209-216.
- [25] 孙敏, 马清林, 刘峰林, 等. 种植加工对当归化学成分影响的研究进展 [J]. 中国当代医药, 2019, 26(9): 22-25.
- [26] Ji P, Wei Y M, Hua Y L, *et al.* A novel approach using metabolomics coupled with hematological and biochemical parameters to explain the enriching-blood effect and mechanism of unprocessed *Angelica sinensis* and its 4 kinds of processed products [J]. *J Ethnopharmacol*, 2018, 211: 101-116.
- [27] 臧泽鹏, 黄晓鹏, 马国军, 等. 基于熵权-变异系数法对不同干燥方式下当归干燥特性及理化性质的评价 [J]. 中草药, 2022, 53(23): 7403-7413.
- [28] 肖锦涛, 陈祉霖, 江虹烨, 等. 基于可视化思维当归炮制历史沿革考证 [J]. 陕西中医药大学学报, 2024, 47(4): 123-129.
- [29] Zhang Z T, Jiang Y, Qi Y L, *et al.* Comparative study on *Angelica sinensis* after different processing with yellow rice wine in color, aromas, chemical components, and antioxidant activities [J]. *Food Chem X*, 2023, 19: 100822.
- [30] 苗婧, 张可欣, 段改杰, 等. 当归芍药散治疗盆腔炎性疾病后遗症疗效的 Meta 分析与机制探讨 [J]. 中医临床研究, 2023, 15(18): 23-31.
- [31] 赵丽, 康幼雯, 李雅丹. 当归芍药散配合布洛芬治疗原发性痛经的疗效及对血清疼痛介质和子宫动脉血流动力学的影响 [J]. 中国药物与临床, 2023, 23(2): 109-113.
- [32] 毛金花, 耿楠, 路遥, 等. 当归芍药散“异病同治”慢性盆腔炎和多囊卵巢综合征的网络药理学及分子对接研究 [J]. 中国医院用药评价与分析, 2023, 23(3): 257-263.
- [33] 杨莎莎, 林夏, 黄友, 等. 经典名方关键质量属性及影响因素分析 [J]. 中草药, 2023, 54(4): 1274-1284.
- [34] 武晏屹, 苗明三. 中国药典 2015 年版一部含当归中成药特点综述 [J]. 中国药师, 2020, 23(4): 730-732.
- [35] 李峰杰, 石贺, 马晓娟. 药食同源产品开发思路探讨 [J]. 中国药业, 2024, 33(1): 1-4.
- [36] 李泽任, 顾欢, 康乐, 等. 当归中关键气味活性化合物的鉴定及其在煎煮过程中变化规律研究 [J]. 食品工业

- 科技, 2016, 37(9): 311-316.
- [37] 林秀敏, 岳丽丹, 张振凌, 等. GC-IMS 法比较不同方法炮制酒当归特异气味成分差异 [J]. 中草药, 2020, 51(17): 4464-4472.
- [38] 陈廷廷, 刘波, 王秀梅, 等. 川西高原当归药花蜜酒发酵条件优化及其风味成分分析 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(15): 140-145.
- [39] 吴国泰, 张琪, 李芳, 等. 复方当归茶的体外抗氧化和体内免疫调节活性 [J]. 食品工业科技, 2018, 39(18): 274-278.
- [40] Gao Q C, Qi J J, Tan Y L, et al. Antifungal mechanism of *Angelica sinensis* essential oil against *Penicillium roqueforti* and its application in extending the shelf life of bread [J]. *Int J Food Microbiol*, 2024, 408: 110427.
- [41] 乔彩红, 张忠. 当归叶精油的抑菌活性及对大肠杆菌的抑制机理研究 [J]. 食品与发酵科技, 2022, 58(5): 14-18.
- [42] 严文妃. 一种护肤品产品: 中国, CN 116509776 A [P]. 2023-08-01.
- [43] 凡丽, 张雨曦, 曾丹. 自拟祛黄褐斑胶囊及其功效成分对黄褐斑模型小鼠的祛黄褐斑作用研究 [J]. 实用中医内科杂志, 2024, 38(9): 34-38.
- [44] 陈楚川. 一种保湿精华彩珠隔离产品: 中国, CN 114533643 A [P]. 2022-05-27.
- [45] 沈科萍, 刘文妮, 毕阳, 等. 花椒和当归精油抗氧化活性的比较 [J]. 中国调味品, 2014, 39(10): 40-44.
- [46] 刘丹. 当归精油的促透皮吸收作用研究 [J]. 广东化工, 2020, 47(18): 74-75.
- [47] 吴承艳, 周雯, 任威铭, 等. 基于数据挖掘的近 50 年中医治疗雄激素源性脱发用药分析 [J]. 中国医药导报, 2017, 14(32): 166-169.
- [48] 张榕文, 王著显, 薛雅琪, 等. 当归、黄芪、女贞子提取物对脂溢性脱发的治疗效果及机制研究 [J]. 广东化工, 2023, 50(2): 62-65.
- [49] 蒋日琼, 吴雨娟, 吴志强, 等. 当归提取物对头发柔顺效果的影响研究 [J]. 应用化工, 2022, 51(S2): 172-176.
- [50] 邱菁, 徐纯艺, 周玮玲, 等. 基于“药辅合一”理念的当归精油纳米乳递药系统的构建、表征及评价 [J]. 中草药, 2023, 54(6): 1783-1792.
- [51] 梅海平, 付琴花. 一种基于当归侧柏叶苦参的植物型去屑止痒防脱产品: 中国, CN 114159363 A [P]. 2022-03-11.
- [52] 高合意, 雷登凤, 程树军, 等. 当归提取物对毛发生长作用的体外与体内研究 [J]. 日用化学工业, 2020, 50(12): 867-874.
- [53] 束雅春, 李丹婷, 李静, 等. 基于全球专利视角下的中药护肤品相关研究的可视化分析 [J]. 中草药, 2022, 53(21): 6832-6839.
- [54] 李杰, 董坤景. 当归提取物对奶牛生产性能、乳品质及经济效益的影响 [J]. 饲料研究, 2022, 45(17): 22-25.
- [55] 朱彤, 王亚犁, 何继武, 等. 中药添加饲料对猪群粪污减排和生长的影响 [J]. 中国畜禽种业, 2021, 17(12): 51-52.
- [56] 李会伟, 郭盛, 王强雄, 等. 中药资源植物提取物饲料添加剂产业发展现状分析及其展望 [J]. 中草药, 2023, 54(12): 3745-3758.
- [57] 赵祥民, 李璐璐, 张家玮, 等. 日粮中添加当归茎叶粉对肉鸡生长性能、屠宰性能、血清生化指标及抗氧化指标的影响 [J]. 饲料工业, 2023, 44(22): 39-46.
- [58] Zhao X M, Hao S Y, Zhang J W, et al. Aerial parts of *Angelica sinensis* supplementation for improved broiler growth and intestinal health [J]. *Poult Sci*, 2024, 103(4): 103473.
- [59] 郭旭东, 郭增祥, 赵子龙, 等. 2021 年岷县主产中药材生产统计数据挖掘分析 [J]. 中国现代中药, 2023, 25(11): 2392-2401.
- [60] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发《中医药振兴发展重大工程实施方案》的通知 (2023 年第 8 号) [EB/OL]. (2023-02-10) [2024-03-31]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5747262.htm.
- [61] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发《关于促进中医药传承创新发展的意见》的通知 (2019 年第 31 号) [EB/OL]. (2019-10-20) [2024-03-31]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5449644.htm.
- [62] 孙文婷, 汤少梁, 段金廛, 等. 基于共词分析的我国中药材产业政策演进路径探析 [J]. 中国卫生经济, 2023, 42(1): 9-13.
- [63] 李美玲, 黎洁, 曹小路, 等. 甘肃道地药材当归早蕪率现状和影响经济效益构成因素分析 [J]. 草原与草坪, 2022, 42(5): 152-158.
- [64] 王霞, 杨少杰, 晋小军, 等. 不同杀菌剂对当归主要病害的防效及经济效益比较 [J]. 植物保护, 2023, 49(4): 341-348.
- [65] 颜红梅, 刘效瑞, 荆彦明, 等. 甘肃当归 90-02 选育研究 [J]. 中国现代中药, 2007, 9(3): 37-38.
- [66] 李国业, 高瑞琴, 龙倩, 等. 栽培模式对当归生产力的作用 [J]. 草业科学, 2022, 39(9): 1880-1889.
- [67] 冯玉喜, 白彦霞, 丁耀录, 等. 不同类型肥料对当归产量和品质的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 2023, 58(6): 66-74.
- [68] 刘晓峰, 郭凤霞, 陈垣, 等. 不同采收时期对当归产量和质量的影响 [J]. 草原与草坪, 2023, 43(4): 137-143.
- [69] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发《“十四五”中医药发展规划》的通知 (2022 年第 11 号) [EB/OL]. (2022-03-03) [2024-03-31]. <https://www.gov.cn/gongbao/>

- content/2022/content_5686029.htm.
- [70] 史中飞, 滕宝霞, 赖晶, 等. PCR-RFLP 鉴别当归药材及饮片中掺混伪品: 欧当归的方法 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(9): 168-175.
- [71] 拱健婷, 李莉, 邹慧琴, 等. 基于近红外光谱和梯度提升决策树建立当归药材及伪品的定性判别模型 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2019, 21(10): 2237-2243.
- [72] 邓新明, 谭勇. 基于企业家精神的多元化战略和企业社会责任战略的双战略协同机制研究——卓尔阁志的战略管理思想分析 [J]. 管理学报, 2023, 20(10): 1421-1432.
- [73] 王亚丽, 马霞, 刘冬玲, 等. 当归根、茎叶榨汁的加工方法及干预溶血性贫血的应用: 中国, CN 107050077 A [P]. 2017-08-18.
- [74] 习明明, 倪勇, 刘旭妍. 数字化转型如何促进产业链供应链现代化——基于产业链供应链结构优化视角 [J]. 兰州大学学报 (社会科学版), 2023, 51(4): 59-73.
- [75] 武子锋, 郭长达. 中药材产地加工 (趁鲜切制) 质量追溯信息系统解决方案可行性分析 [J]. 智能制造, 2022(5): 107-109.

[责任编辑 赵慧亮]