

· 专题 ·

枸杞属药用植物资源系统利用与产业化开发[△]卢有媛¹, 郭盛^{1*}, 张芳¹, 钱大玮¹, 严辉¹, 王汉卿², 余建强², 段金廛^{1*}

1. 南京中医药大学 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心/中药资源产业化与方剂创新药物国家地方联合工程研究中心/国家中医药管理局中药资源循环利用重点实验室, 江苏 南京 210023;
2. 宁夏医科大学 药学院, 宁夏 银川 750004

〔摘要〕 枸杞属 *Lycium* L. 植物种质资源全世界约 80 种, 有药用记载的 16 种, 其中以果实入药的有 8 种, 以枝叶入药的有 11 种, 以根入药的有 9 种。载入《中华人民共和国药典》的仅有宁夏枸杞的果实、根皮和枸杞的根皮, 其余均作为民族药或地方习用品入药。除果实和根皮外, 枸杞叶、花均有药用记载; 除作药用外, 枸杞属植物资源也是功能性食品的重要原料。本文结合课题组枸杞研究进展对该类群药用植物资源系统利用现状、潜在资源价值及其产业化前景等进行了系统整理和构建, 目的是为枸杞属药用植物资源产业链延伸和价值提升提供借鉴。

〔关键词〕 枸杞属; 宁夏枸杞; 资源价值; 系统利用; 产业化开发

〔中图分类号〕 R284 〔文献标识码〕 A 〔文章编号〕 1673-4890(2019)01-0029-08

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20181225001

Systematic Utilization and Industrialization Development of Medicinal Plant Resources of *Lycium* GenusLU You-yuan¹, GUO Sheng^{1*}, ZHANG Fang¹, QIAN Da-wei¹, YAN Hui¹, WANG Han-qing²,
YU Jian-qiang², DUAN Jin-ao^{1*}

1. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, and National and Local Collaborative Engineering Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization and Formulae Innovative Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China;
2. College of Pharmacy, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

〔Abstract〕 There are approximately 80 species of *Lycium* L. (Solanaceae) in the world, including 16 species medicinal plants. The fruits of eight species, leaves and branches of eleven species and roots of nine species are used as medicines. While, only the fruits and roots of *L. barbarum*, and roots of *L. chinense* are officially listed in Chinese pharmacopoeia, others are used as ethnic medicine of local supplies. Meanwhile, the leaves and flowers of *L. barbarum* are also recorded as medicine. Besides as medicine, plant resources of *Lycium* are also an important raw material for functional food. This paper systematically collected and constructed the utilization status, potential resource value and industrialization prospect of plant resources in this genus based on the research progress, aimed at providing reference for extension industrial chain and promotion values of plant resources in *Lycium*.

〔Keywords〕 *Lycium*; *Lycium barbarum* L.; resources value; systematic utilization; industrialization development

茄科 Solanaceae 枸杞属 *Lycium* L. 植物全世界约有 80 种, 主要产于南美洲, 少数种类分布于欧亚大陆温带^[1]。具有药用价值的种类有非洲枸杞 *L. afrum* Boiv. ex Dunal、安纳枸杞 *L. anatolicum* A. Baytop et

R. Mill、宁夏枸杞 *L. barbarum* L.、黄果枸杞 *L. barbarum* L. var. *anranticarpum* K. F. Ching、夜香树枸杞 *L. cestroides* Schlechtd.、枸杞 *L. chinense* Mill.、北方枸杞 *L. chinense* Mill. var. *potaninii* (Pojark.) A. M. Lu、

[△] 〔基金项目〕 国家自然科学基金项目(81773837, 81873189); 宁夏重点研发计划(东西部合作项目, 2017BY079)

* 〔通信作者〕 郭盛, 副研究员, 研究方向: 中药资源化学与资源循环利用; E-mail: guosheng@njucm.edu.cn
段金廛, 教授, 博士生导师, 国家“973 计划”项目首席科学家, 中国中药协会中药资源循环利用专业委员会主任委员, 中药产业资源循环利用发展联盟理事长, 中国自然资源学会中药及天然药物资源研究专业委员会主任委员, 研究方向: 中药资源化学与资源循环利用; E-mail: dja@njucm.edu.cn

灰色枸杞 *L. cinereum* Thunb. (*L. kranssii* Dunal)、新疆枸杞 *L. dasystemum* Pojak. (毛蕊枸杞)、欧洲枸杞 *L. europaeum* L.、黑果枸杞 *L. ruthenicum* Murr.、肖氏枸杞 *L. shawii* Roemer et Schultes、截萼枸杞 *L. truncatum* Y. C. Wang、土库曼枸杞 *L. turcomanicum* Turez.、阴生枸杞 *L. umbrosum* Humb., Bonpl. et Kunth、云南枸杞 *L. yunnanense* Kuang et A. M. Lu^[2]等。枸杞属植物在我国分布有 7 种 2 变种,分别为枸杞及其变种北方枸杞、宁夏枸杞及其变种黄果枸杞、黑果枸杞、截萼枸杞、新疆枸杞、柱筒枸杞、云南枸杞,其中除柱筒枸杞外,均有药用记载^[3]。宁夏枸杞在我国西北地区种植历史可追溯至 600 余年前,尤以宁夏河套平原栽培历史悠久^[4]。其成熟干燥果实入药称枸杞子(*Lycii Fructus*),已有 2000 余年的应用历史^[5-6],其味甘,性平,具有滋肝补肾、益精明目之功效。本草记载及现代研究表明,宁夏枸杞果、叶、花、根均具有较高的药用和营养价值^[7-8]。其中,枸杞和宁夏枸杞的干燥根皮入药称地骨皮(*Lycii Cortex*),具有凉血除蒸、清肺降火之功效;枸杞叶片含有绿原酸、芦丁等生物活性物质,可作为功能性茶饮或膳食补充剂应用^[8-9]。黑果枸杞作为民族药使用,也常作为保健食品应用^[10]。随着人们保健意识的增强,枸杞属植物的保健及药用价值日益受到重视,加之枸杞属植物多适宜于盐碱地和退耕还林地种植,使其成为近年来我国西部地区的重要经济作物,甚至成为西部经济欠发达地区脱贫致富的支柱产业^[11]。本文结合课题组枸杞研究进展对该类群药用植物资源系统利用现状、潜在资源价值及其产业化前景等进行了系统整理和构建,目的

是为枸杞属药用植物资源产业链延伸和价值提升提供借鉴。

1 果实(枸杞子)资源利用与产业化

1.1 以枸杞子为原料的药物制剂开发与产业化

枸杞子(*Lycii Fructus*)为宁夏枸杞 *Lycium barbarum* L. 的干燥成熟果实,药用历史悠久,为药食同源之品,具有“主五内邪气,热中消渴,周痹”之功能^[12],凡肝肾不足和肺肾阴虚所致诸症,均可应用,为滋阴助阳、益精补血之良药^[13]。现代药理研究表明,枸杞子具有免疫调节、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、抗菌、抗病毒、降血糖、降血脂、降血压、保护肝肾及生精细胞、保护神经等生物活性^[2,14]。枸杞子多糖类资源性物质被证实为提高免疫活性和抗衰老的有效成分^[2,15]。作为民间药或民族药使用的枸杞、黄果枸杞、新疆枸杞、北方枸杞和云南枸杞的果实,认为其功效亦同宁夏枸杞。黑果枸杞的果实作为新疆、青海、甘肃、内蒙古等地区民族药使用,具有清肺热、镇咳、消炎、退热之功效,用于哮喘性气管炎、咳嗽、感冒发热、牙龈出血、尿道结石、疥癣等^[16]。土库曼枸杞分布于中亚土库曼、塔吉克、乌兹别克、高加索、伊朗、阿富汗,其果实也具有滋补肝肾、益精明目等功效。

除作为传统药材入药外,枸杞子也是杞菊地黄丸、左归丸、左归饮等经典方剂的主要组方药物。《中华人民共和国药典》(《中国药典》)2015 年版一部收载以枸杞子为主要组方药味的制剂 70 余种,其制剂名称、药用部位及资源性物质、功效见表 1。

表 1 组方含枸杞子的方剂(药物制剂)及其功效

方剂(制剂)名称	利用部位/物质	功效
杞菊地黄丸(片,胶囊)	果实/粉末(提取物)	滋肾养肝
五子衍宗丸(片)	果实/粉末(提取物)	补肾益精
右归丸	果实/粉末	温补肾阳,填精止遗
心脑欣丸(胶囊)	果实/提取物	益气活血
心脑康片(胶囊)	果实/提取物	活血化瘀,通窍止痛
十一味参芪片(胶囊)	果实/提取物	补脾益气
七宝美髯颗粒	果实/提取物	滋补肝肾
山东阿胶膏	果实/提取物	补益气血,润燥
古汉养生精口服液(片,颗粒)	果实/提取物	补气,滋肾,益精
石斛夜光丸	果实/粉末	滋阴补肾,清肝明目
孕康合剂(颗粒)	果实/提取物	健脾固肾,养血安胎
再造生血片	果实/粉末	补肝益肾,补气养血
安神宝颗粒	果实/提取物	补肾益精,养心安神

续表 1

方剂(制剂)名称	利用部位/物质	功效
妇宁康片	果实/提取物	补肾助阳, 调补冲任, 益气养血, 安神解郁
利脑心胶囊	果实/提取物	活血祛瘀, 行气化痰, 通络止痛
龟鹿二仙膏	果实/提取物	温肾益精, 补气养血
龟龄集	果实/提取物	强身补脑, 固肾补气, 增进饮食
补肾养血丸	果实/粉末	补肝肾, 益精血
补肾益脑丸(片)	果实/粉末	补肾生精, 益气养血
阿胶补血口服液	果实/提取物	补益气血, 滋阴润肺
定坤丹	果实/粉末	滋补气血, 调经疏郁
降脂灵片(颗粒)	果实/提取物	补肝益肾, 养血明目
参乌健脑胶囊	果实/提取物	补肾填精, 益气养血, 强身健脑
参芪十一味颗粒	果实/提取物	补脾益气
参茸固本片	果实/提取物	补气养血
骨仙片	果实/提取物	补益肝肾, 强壮筋骨, 通络止痛
复明片	果实/提取物	滋补肝肾, 养阴生津, 清肝明目
养阴降糖片	果实/提取物	养阴益气, 清热活血
前列欣胶囊	果实/提取物	活血化瘀, 清热利湿
活力苏口服液	果实/提取物	益气补血, 滋养肝肾
活血通脉片	果实/提取物	行气活血, 通脉止痛
穿龙骨刺片	果实/提取物	补肾健骨, 活血止痛
蚕蛾公补片	果实/提取物	补肾壮阳, 养血, 填精
健脑丸(胶囊)	果实/粉末	补肾健脑, 养血安神
健脑安神片	果实/提取物	滋补强壮, 镇静安神
脂康颗粒	果实/提取物	滋阴清肝, 活血通络
益肾灵颗粒	果实/提取物	温阳补肾
消渴平片	果实/提取物	益气养阴, 清热泻火
消渴灵片	果实/提取物	益气养阴, 清热泻火, 生津止渴
调经促孕丸	果实/粉末	温肾健脾, 活血调经
甜梦口服液(胶囊)	果实/提取物	益气补肾, 健脾和胃, 养心安神
康尔心胶囊	果实/提取物	益气养阴, 活血止痛
填精补肾膏	果实/提取物	温肾助阳, 补益精血
琥珀还睛丸	果实/粉末	补益肝肾, 清肝明目
蛤蚧补肾胶囊	果实/提取物	壮阳益肾, 填精补血
滋补生发片	果实/提取物	滋补肝肾, 益气养荣, 活络生发
强身片	果实/提取物	补肾填精, 益气壮阳
障眼明片	果实/提取物	补益肝肾, 退翳明目
醒脑再造胶囊	果实/提取物	化痰醒脑, 祛风通络
糖尿乐胶囊	果实/提取物	益气养阴, 生津止渴
明目地黄丸	果实/粉末	滋肾, 养肝, 明目
固本统血颗粒	果实/提取物	温肾健脾, 填精益气
金花明目丸	果实/粉末	补肝, 益肾, 明目
国公酒	果实/提取物	散风祛湿, 舒筋活络
肾宝糖浆(合剂)	果实/提取物	温补肾阳, 固精益气
肾炎舒片	果实/提取物	益肾健脾, 利水消肿
软脉灵口服液	果实/提取物	滋补肝肾, 益气活血
坤宝丸	果实/粉末	滋补肝肾, 养血安神

1.2 以枸杞子为原料的保健食品开发与产业化

随着大健康产业的快速发展,作为药食同源之品的枸杞子被广泛用于保健食品的开发。常见产品有枸杞保健胶囊、枸杞果酒、果醋,以及枸杞水晶糖、保鲜枸杞、枸杞精、枸杞露、枸杞膏等系列保健食品。枸杞中含有的多糖类物质具有调节免疫、降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗疲劳等多重生物活性,为目前枸杞子深加工过程中资源化利用程度较高的资源性物质。枸杞多糖粗提液可加工制成保健酒、口服液、饮料等。杞宝胶囊即以枸杞多糖为原料生产的具有提高人体免疫机能和抗衰老作用的保健食品。以枸杞多糖为主要活性成分的枸杞多糖口服液已获保健食品批准文号^[17]。此外,枸杞多糖在中草药发酵制备保健酒的应用也备受关注^[18]。枸杞子中含有的类胡萝卜素类资源性物质具有抗氧化、增强免疫力、保护视力等多重生物活性,也是一种重要的添加剂和天然色素,具有广阔的市场利用前景。从枸杞子中提取制备的类胡萝卜素部位中玉米黄素双棕榈酸酯的含量达 30%,可用于制备预防白内障发生、延缓和治疗老年黄斑变性的药物及保健食品。枸杞子中含有的以甜菜碱为代表的生物碱类资源性化学成分,在体内可起到甲基供应体的作用,可影响脂质代谢而具有抗脂肪肝的作用。以枸杞子为主要原料开发形成的保健食品名称及其功能见表 2。

表 2 组方含枸杞子的保健食品及其功能

产品名称	利用部位/物质	保健功能
枸杞膏	成熟果实	滋补肝肾,润肺明目
枸杞汁	成熟果实	免疫调节
鲜枸杞颗粒	成熟果实	免疫调节
枸杞口嚼片	成熟果实	延缓衰老
枸杞口含片	成熟果实	抗疲劳
枸杞胶囊	成熟果实	增强免疫力,缓解体力疲劳
枸杞果酒	成熟果实	增强免疫力
枸杞宝胶囊	成熟果实	免疫调节,调节血脂
枸杞酵素	成熟果实	排毒养颜,延缓衰老,缓解视疲劳
枸杞决明子粥	成熟果实	润肠明目,补肝益气
枸杞啤酒	成熟果实/汁	消积,健脾胃,明目,免疫调节
枸杞多糖口服液	成熟果实/多糖类	调节血脂
杞圣胶囊	成熟果实/多糖类	免疫调节,延缓衰老
枸杞多糖鸡尾果冻	成熟果实/多糖类	提高果冻营养丰富度

1.3 枸杞子潜在资源价值挖掘与开发利用

化学研究表明,已从枸杞属植物不同部位中分离鉴定的化学成分超过 355 种,分属于苯丙素类、香豆素类、木脂素类、黄酮类、酰胺类、生物碱类、蒽醌类、有机酸类、萜类、类固醇、肽类及糖类^[19]。枸杞果实中主要含有寡糖及杂多糖类、类胡萝卜素类等色素类、含氮有机物、苯丙素类等,其中多糖为含量最为丰富的活性物质,类胡萝卜素类次之^[20]。体内外活性评价及临床研究表明,枸杞多糖具有调节血压及降血脂作用;纯化的枸杞多糖在治疗糖尿病及其相关疾病时具有潜在的辅助疗效^[21]。研究枸杞多糖对 1-甲基-4-苯基-1,2,3,6-四氢吡啶(MPTP)引起的帕金森小鼠模型病理症状及行为缺陷的影响显示,经过短期枸杞多糖治疗后,模型小鼠的走动时间和距离明显增加。研究结果尚表明,枸杞多糖通过激活磷酸酯酶与张力蛋白同系物/蛋白激酶 B/雷帕霉素哺乳动物靶标通路(PTEN/AKT/mTOR)有效抑制黑纹系统中 α -突触素的异常聚集,缓解 MPTP 引起的黑纹系统衰退。因此,枸杞多糖可能是治疗帕金森病的候选药物^[22]。Hsu 等^[23]研究表明,枸杞子胡萝卜素类提取物及其纳米乳液均可有效抑制 HT-29 结肠癌细胞增长,为枸杞子用于干预或抑制肿瘤提供了启示。此外,枸杞子中的玉米黄素和玉米黄素双棕榈酸酯通过抑制肝星状细胞(Ito cell)增殖、胶原合成和抑制库普弗细胞(Kupffer cell)某些生化功能发挥保肝活性,可作为肝脏保护剂开发或肝纤维化逆转修复的候选药物^[24]。Zhou 等^[25]从枸杞中分离出 15 个二咖啡亚精胺类成分,并借助转基因阿尔兹海默症(AD)果蝇模型评价其抗 AD 活性显示,枸杞子中含有的二咖啡亚精胺衍生物均可不同程度地改善果蝇短时学习记忆能力,提示该类资源性物质在抗衰老、神经保护、抗阿尔兹海默症和抗氧化等方面具有潜在的资源产业化价值。

2 枸杞叶(枝叶)资源利用与产业化

枸杞叶之名始见于《名医别录》,谓之枸杞“冬采根,春夏采叶,秋采茎实,阴干”,名天精草。可见枸杞叶自古药用,具有补虚益精、清热解毒、止渴、祛风湿、明目之功。用于虚劳发热、烦渴、目赤肿痛、翳障夜盲、崩漏、带下病、热毒疮肿。宁夏枸杞、黄果枸杞、云南枸杞的叶也在不同

地区作为药用或茶用资源。非洲枸杞为非洲和西亚药用植物，叶用作消散剂、康复药。安纳枸杞为土耳其民族药，烤枝外用于皮肤病、红肿、变态过敏。夜香树枸杞为阿根廷药用植物，叶用于疼痛、耳痛、黏膜炎、胃病。欧洲枸杞产于欧洲、地中海及亚洲西部，为巴勒斯坦地区民族药，叶外用治皮肤感染、牙痛、洗眼^[2,26]。现代研究表明，枸杞叶含有丰富的营养成分和活性物质，具有降血压、降血脂、降血糖、预防心血管疾病、预防白内障、清除自由基、抗氧化、抗疲劳、抗癌、抗衰老、耐缺氧等功能^[27]，是重要的食品配料、添加剂来源，在食品、医药等领域具有巨大的开发潜力和广阔的市场前景。以枸杞嫩叶为原料可制作具有降血压、降血糖、降血脂以及耐缺氧功能的枸杞叶保健茶，也可作为时鲜蔬菜食用。以枸杞叶为原料开发的产品见表 3。

表 3 以枸杞叶为原料开发的系列产品		
产品名称	利用部位/物质	保健功能
枸杞叶茶	叶片	补益肝肾，明目
枸杞叶咀嚼片	叶片	休闲食品
枸杞芽菜	嫩芽	时令鲜蔬
枸杞芽菜含片	嫩芽	免疫调节
枸杞叶麦胚饼干	叶片	免疫调节，滋补肝肾
枸杞叶芽挂面	叶芽	抗氧化，抗衰老，降血脂
枸杞叶香烟	叶片	抗疲劳，免疫调节
天然草本漱口液	叶片	抗炎，抑菌
枸杞叶饲料	叶片	增重

枸杞叶中富含多酚类成分，采用链脲菌素烟酰胺诱导的糖尿病大鼠模型评价枸杞叶中富含多酚的乙酸乙酯部位调节血压和血糖作用，结果表明可能是枸杞叶中的酚类物质通过氧化应激调节发挥抗高血压、抗高血脂作用^[28-29]。提示枸杞叶可作为抗高血压、高血脂药物的资源性原料。通过研究枸杞叶提取物对糖尿病肾病大鼠的保护作用，发现枸杞叶提取物可作为潜在的抑制肾氧化应激和抗炎作用药物。枸杞叶中提取的高矿质多糖通过改变分子构象、上调矿物质转运蛋白的表达提高内源性钙的生物利用度^[30]，可作为促进钙吸收产品开发的备选材料。枸杞叶中富含类胡萝卜素和甜菜碱等资源性物质，且含有多种有益微量元素，可开发为保健食品，也

可作为提取天然甜菜碱的新资源原料。枸杞叶含有紫罗兰酮、大马酮等前体致香物质，可考虑开发成天然食品香精、香料。枸杞叶可促进小球菌、乳酸菌等益生菌的生长，在乳制品中添加枸杞叶提取物可提高酸奶酪的抗氧化活性，提示枸杞叶及其所含资源性物质在乳制品发酵工业中也具有一定的应用前景^[31]。

3 根皮(地骨皮)资源利用与产业化

《名医别录》枸杞项下记载：“根大寒，主治风湿，下胸胁气，客热头痛，补内伤，大劳，嘘吸，坚筋骨，强阴，利大小肠。久服耐寒暑”。地骨皮之名始见于唐代《外台秘要》的山瘴疟方^[32]，常用于阴虚潮热、骨蒸盗汗、肺热咳嗽、咯血、衄血等证的治疗；为地骨皮散、泻白散、枸杞散等经典名方的主要组成药物。北方枸杞、黄果枸杞、截萼枸杞、云南枸杞的根皮在不同地区或民族药应用，功效同地骨皮。灰色枸杞为南非、博茨瓦纳药用植物，根口服治胃痛，抽烟治疗头痛。肖氏枸杞为索马里、以色列药用植物，根煎剂口服治疗感冒，直接置患处治疗牙痛^[26]。现代研究显示，地骨皮具有调节血压、血糖、血脂以及解热等作用^[33]。地骨皮为现代成方制剂十味降糖颗粒、地骨降糖胶囊、养血退热丸等的主要组成药物。除药用外，地骨皮多用于辅助降血糖保健食品的开发。以地骨皮为主要原料制成的地骨皮露具有凉营血、解肌热的功能，常用于体虚骨蒸、虚热口渴等证的治疗。以地骨皮为主要原料开发的产品见表 4。

表 4 以地骨皮为原料开发的系列产品		
产品名称	利用部位/物质	保健功能
地骨皮配方颗粒	根皮	凉血除蒸，清肺降火
地骨皮露	根皮	凉营血，解肌热
地骨皮茶	根皮	免疫调节
地骨皮口服液	根皮	降血压，降血糖，降血脂
地骨皮麻油	根皮	降血压，降血糖，降血脂
地骨皮含片	根皮	凉血除蒸，清肺降火

地骨皮中含有生物碱类、酰胺类、有机酸类、黄酮类等多种类型的资源性物质。枸杞根皮中的酚酸类为抑制促炎转录因子细胞核因子 κ B(NF- κ B)的

主要成分, 脂肪酸类为作用于过氧化物酶增殖受体 γ (PPAR γ)活性的主要成分^[34]。枸杞根皮中分离的糖苷类及木脂素酰胺类能够降低总胆固醇含量, 发挥调节高血脂作用, 表明该类物质具有研发为抗高血脂及其相关疾病药物的潜力^[35-36]。尚有报道, 枸杞根皮提取物乙酸乙酯萃取部位可通过抗氧化、抗炎、抑制胃酸分泌和抗细胞凋亡起到胃保护作用, 具有开发为相关药物及保健品的资源化潜力^[37]。

4 枸杞种子(枸杞籽)资源利用与产业化

枸杞籽富含脂肪油, 可采取压榨法、有机溶剂浸出法、超临界 CO₂ 萃取法等方法制备枸杞籽油。枸杞籽油富含亚油酸、油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸, 并含有铜、锰、锌多种微量元素和生物活性物质表皮生长因子、SOD 等, 具有丰富的营养保健作用; 尚具有降低血管胆固醇、防止动脉粥样硬化、增强视力、防止青光眼等生物活性, 对预防及辅助治疗肥胖症、糖尿病、高血压等有一定药用开发价值^[38]。同时对婴儿大脑和幼儿心脏发育及组织细胞生长发育有益。目前, 枸杞籽油已广泛用于医药和保健产品的开发^[39-40]。以枸杞籽为原料提取制备的枸杞籽油及其软胶囊制剂具有辅助降血脂作用。

此外, 还有专利报道从枸杞籽及其提取枸杞籽油后的残渣中提取 α -葡萄糖苷酶活性抑制剂, 其提取方法: 枸杞籽及其提取枸杞籽油后的残渣经甲醇超声提取3次, 合并提取液, 减压干燥得甲醇总提取物, 将甲醇总提取物加水溶解后, 分别用等体积的正己烷、乙酸乙酯萃取3次, 减压回收溶剂, 得正己烷提取物、乙酸乙酯提取物; 剩余的水层经大孔树脂柱处理, 甲醇洗脱, 得甲醇洗脱物、水洗脱物, 采取 α -葡萄糖苷酶活性体系追踪, 发现正己烷提取物、乙酸乙酯提取物、甲醇洗脱物均表现出一定的 α -葡萄糖苷酶抑制活性, 将上述3种提取物经硅胶柱色谱、ODS柱色谱以及高效液相制备色谱分离得到具有 α -葡萄糖苷酶抑制活性的化学组分, 可用于糖尿病治疗药物及保健食品的开发^[41]。以枸杞籽为主要原料开发的产品见表5。

表5 以枸杞籽为原料开发的系列产品

产品名称	利用部位/物质	保健功能
枸杞油胶丸	种子	缓解体力疲劳, 辅助降血脂
枸杞籽油	种子	延缓衰老, 免疫调节
枸杞籽油软胶囊	种子	延缓衰老, 免疫调节

5 枸杞属药用植物资源利用价值挖掘与开发利用

5.1 枸杞果柄的资源价值挖掘与开发利用

枸杞果柄中含有多种生物活性成分, 尤其是所含的甜菜碱和锌、钒等元素含量比枸杞果实还高, 可作为一种良好的保健食品或提取天然甜菜碱的新原料^[42]。枸杞柄粉碎成1000~2000目的超细粉, 可作为食品膳食纤维添加剂, 也可以制成袋装茶饮用。枸杞果柄中所含的叶绿素类资源性化学成分有助于肝脏的解毒, 同时还可改善肝功能, 对人胃腺癌细胞、宫颈癌细胞均有明显的抑制作用; 一定剂量枸杞果柄水煎剂有明显降低四氧嘧啶糖尿病小鼠血糖的作用; 枸杞果柄中的黄酮类资源性化学成分对DPPH自由基有较好的清除作用。因此, 枸杞果柄有望开发为新资源原料。

5.2 枸杞子深加工产业化过程副产物的资源价值挖掘与开发利用

枸杞子在以水提取制备枸杞多糖、以及榨取枸杞鲜汁用于食品加工过程中产生大量枸杞子皮渣资源, 除少量经水漂选后用以制备枸杞籽(枸杞种子)或作动物饲料外, 多被废弃^[42]。研究显示, 提取多糖或榨汁产生的枸杞子皮渣富含红色素类资源性化学成分, 主要由类胡萝卜素及其他有色物质组成。其中类胡萝卜素类色素物质主要由 β -胡萝卜素、玉米黄素、 β -隐黄素及其脂肪酸酯等资源性化学成分组成, 其含量可达 $2.44 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。该类色素色泽红艳, 且具有抗氧化、抗衰老、增强免疫、抗肿瘤、视觉保护等多重生物活性, 常用于食品、化妆品和医药产品, 市场前景广阔。从枸杞子皮渣中提取类胡萝卜素等色素类物质的制备流程: 取枸杞子皮渣, 去籽后干燥、粉碎, 以石油醚复合溶剂[石油醚-三氯甲烷(1:1)]为萃取剂, 采用超声波热回流提取技术, 超声波提取功率160 W, 料液比1:8, 提取温度55℃, 提取40 min, 提取2次, 提取液经真空浓缩回收溶剂, 得棕红色枸杞色素浸膏。

枸杞属药用植物约16种, 其中以果实入药的有8种, 分别为宁夏枸杞、黄果枸杞、枸杞、北方枸杞、新疆枸杞、黑果枸杞、截萼枸杞、土库曼枸杞和云南枸杞。以中药枸杞子入药的法定品种仅有宁夏枸杞1种, 其余均作为民族药或地方用药; 以枝叶入药的有11种, 均作为民族药或地方习用品。

入药;以根入药的有9种,其中以中药地骨皮入药的仅有枸杞及宁夏枸杞2种,且市场商品地骨皮药材大多来源于枸杞 *L. chinense* Mill. 根皮,其余均作为民族药或地方习用品入药;枸杞种子及果柄虽有相关的生物活性成分报道,但并未正式收入任何药材标准中。因此,基于中药资源化学与资源循环经济理论,对枸杞属植物资源利用过程中产生的非药用部位、深加工过程中产生的副产物及下脚料进行回收利用,延伸枸杞资源产业链,有效提升资源利用效率和效益,逐步实现资源节约、环境友好和绿色发展的可持续积极发展模式和生产方式。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [2] YAO R, HEINRICH M, WECKERLE C S. The genus *Lycium* as food and medicine: A botanical, ethnobotanical and historical review [J]. J Ethnopharmacol, 2017, 218: 50-66.
- [3] 王晓宇, 陈鸿平, 银玲, 等. 中国枸杞属植物资源概述[J]. 中药与临床, 2011, 2(5): 1-3.
- [4] CHEN J, LIU X, ZHU L, et al. Nuclear genome size estimation and karyotype analysis of *Lycium* species (Solanaceae) [J]. Sci Horticulture-amsterdam, 2013, 151(2): 46-50.
- [5] ULBRICHT C, BRYAN J K, COSTA D, et al. An evidence-based systematic review of goji (*Lycium* spp.) by the natural standard research collaboration [J]. J Diet Suppl, 2014, 8(4): 378-454.
- [6] ZENG S, WU M, ZOU C, et al. Comparative analysis of anthocyanin biosynthesis during fruit development in two *Lycium* species [J]. Physiol Plantarum, 2014, 150(4): 505-516.
- [7] ZHONG Y, SHAHIDI F, NACZK M. Composition, Phytochemicals, and Beneficial Health Effects of Dried Fruits: An Overview [M]// ALASALVAR C, SHAHIDI F. Dried Fruits: Phytochemicals and Health Effects. Hoboken: A John Wiley & Sons, Inc., 2013: 133-144.
- [8] AMAGASE H, FARNSWORTH N R. A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of *Lycium barbarum* fruit (Goji) [J]. Food Res Int, 2011, 44(7): 1702-1717.
- [9] MOCAN A, ZENGİN G, SIMIRGIOTIS M, et al. Functional constituents of wild and cultivated Goji (*L. barbarum* L.) leaves: phytochemical characterization, biological profile, and computational studies [J]. J Enzym Inhib Med Chem, 2017, 32(1): 153-168.
- [10] LYU X, WANG C, YANG C, et al. Isolation and structural characterization of a polysaccharide LRP4-A from *Lycium ruthenicum* Murr. [J]. Carbohydr Res, 2013, 365(2): 20-25.
- [11] 徐常青, 刘赛, 徐荣, 等. 我国枸杞主产区生产现状调研及建议[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(11): 1979-1984.
- [12] 佚名. 神农本草经[M]. 清·顾观光, 辑. 杨鹏举, 校注. 北京: 学苑出版社, 2007: 95-96.
- [13] 唐德才, 吴庆光. 中药学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 343-344.
- [14] 如克亚·加帕尔, 孙玉敬, 钟烈州, 等. 枸杞植物化学成分及其生物活性的研究进展[J]. 中国食品学报, 2013, 13(8): 161-172.
- [15] TANG W M, CHAN E, KWOK C Y, et al. A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum*, fruit [J]. Inflammopharmacology, 2012, 20(6): 307-314.
- [16] WANG H, LI J, TAO W, et al. *Lycium ruthenicum* studies: Molecular biology, Phytochemistry and pharmacology [J]. Food Chem, 2017, 240: 759-766.
- [17] 张芳, 郭盛, 钱大玮, 等. 枸杞多糖的提取纯化与分子结构研究进展及产业化开发现状与前景分析[J]. 中草药, 2017, 48(3): 424-432.
- [18] 张芳, 郭盛, 钱大玮, 等. 基于国内外专利分析的枸杞多糖资源产业化途径及策略[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(23): 4285-4291.
- [19] QIAN D, ZHAO Y, YANG G, et al. Systematic review of chemical constituents in the genus *Lycium* (Solanaceae) [J]. Molecules, 2017, 22(6): 911-944.
- [20] KULCZYŃSKI B, GRAMZAMICHAŁOWSKA A. Goji berry (*Lycium barbarum*): composition and health effects—a review [J]. Pol J Food Nutr Sci, 2016, 66(2): 67-76.
- [21] MASCI A, CARRADORI S, CASADEI M A, et al. *Lycium barbarum* polysaccharides: Extraction, purification, structural characterisation and evidence about hypoglycaemic and hypolipidaemic effects. A review [J]. Food Chem, 2018, 254: 377-389.
- [22] WANG X, PANG L, ZHANG Y, et al. *Lycium barbarum*, polysaccharide promotes nigrostriatal dopamine function by modulating PTEN/AKT/mTOR pathway in a methyl-4-phenyl-1, 2, 3, 6-tetrahydropyridine (MPTP) murine model of Parkinson's disease [J]. Neurochem Res, 2018, 43(4): 938-947.
- [23] HSU H J, HUANG R F, KAO T H, et al. Preparation of carotenoid extracts and nanoemulsions from *Lycium barbarum* L. and their effects on growth of HT-29 colon cancer cells [J]. Nanotechnology, 2017, 28(13): 135103.
- [24] KIM H P, KIM S Y, LEE E J, et al. Zeaxanthin dipalmitate from *Lycium chinense* has hepatoprotective activity [J]. Res Commun Mol Pathol Pharmacol, 1997, 97(3): 301-314.

- [25] ZHOU Z Q, FAN H X, HE R R, et al. Lycibarbarspermidines A-O, New Dicafeoylspermidine Derivatives from Wolfberry, with Activities against Alzheimer's Disease and Oxidation [J]. J Agr Food Chem, 2016, 64 (11): 2223-2237.
- [26] 江纪武. 世界药用植物速查辞典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 562-563.
- [27] 陈雅林, 谭芳, 彭勇. 枸杞叶的研究进展[J]. 中国药学杂志, 2017, 52(5): 358-361.
- [28] OLATUNJI O J, CHEN H, ZHOU Y. Effect of the polyphenol rich ethyl acetate fraction from the leaves of *Lycium chinense* Mill. on oxidative stress, dyslipidemia, and diabetes mellitus in streptozotocin-nicotinamide induced diabetic rats [J]. Chem Biodivers, 2017, 14: e1700277.
- [29] OLATUNJI O J, CHEN H, ZHOU Y. *Lycium chinense* leaves extract ameliorates diabetic nephropathy by suppressing hyperglycemia mediated renal oxidative stress and inflammation [J]. Biomed Pharmacother, 2018, 102: 1145-1151.
- [30] REN L, LI J, XIAO Y, et al. Polysaccharide from *Lycium barbarum*, L. leaves enhances absorption of endogenous calcium, and elevates cecal calcium transport protein levels and serum cytokine levels in rats [J]. J Funct Foods, 2017, 33: 227-234.
- [31] 段金廛. 中药资源化学-理论基础与资源循环利用[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 987-998.
- [32] 刘洪超, 郭庆梅, 周凤琴. 地骨皮的功效考证与现代药理学研究比较[J]. 山东中医药大学学报, 2009, 33(6): 533-534.
- [33] 张秀云, 周凤琴. 地骨皮药效成分及临床应用研究进展[J]. 山东中医药大学学报, 2012, 36(3): 243-244.
- [34] XIE L W, ATANASOV A G, GUO D A, et al. Activity-guided isolation of NF- κ B inhibitors and PPAR γ agonists from the root bark of *Lycium chinense* Miller [J]. J Ethnopharmacol, 2014, 152: 470-477.
- [35] CHEN H, LI Y J, SUN Y H, et al. Antihyperlipidemic glycosides from the root bark of *Lycium chinense* [J]. Nat Prod Res, 2018, DOI: 10. 1080/14786419. 2018. 1466125.
- [36] CHEN H, LI Y J, SUN Y J, et al. Lignanamide with potent antihyperlipidemic activities from the root bark of *Lycium chinense* [J]. Fitoterapia, 2017, 122: 119-125.
- [37] CHEN H, OLATUNJI O J, ZHOU Y. Anti-oxidative, anti-secretory and anti-inflammatory activities of the extract from the root bark of *Lycium chinense*, (Cortex Lycii) against gastric ulcer in mice [J]. J Nat Med, 2016, 70(3): 610-619.
- [38] 张芳, 郭盛, 钱大玮, 等. 枸杞子中多类型小分子化学物质研究开发现状及前景分析[J]. 中药材, 2016, 39(12): 2917-2921.
- [39] 白寿宁. 超临界 CO₂ 萃取枸杞籽油及枸杞色素研究[J]. 粮食与油脂, 2004(7): 12-16.
- [40] 白寿宁. 枸杞油提取试验与研究[J]. 食品科学, 1996, 17(10): 31-34.
- [41] 李巍, 王英华, 小池一男, 等. 枸杞籽及其提取枸杞油后的残渣中提取 α -葡萄糖苷酶活性抑制剂的方法及其用途: CN 102872064 A [P]. 2013-01-16.
- [42] 段金廛. 中药废弃物的资源化利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.

(收稿日期: 2018-12-25 编辑: 王丽英)