

黑果枸杞生理活性成分研究进展

赵秀玲

(黄山学院 生命与环境科学学院, 安徽 黄山 245021)

摘要: 综述了黑果枸杞的主要功能成分及其提取与测定, 以及生理活性作用。黑果枸杞含有多
种生理活性成分, 具有抑菌、保肝护肾、抗氧化、抗疲劳、提高机体免疫力、对心脑血管疾病防治
等多种生理活性作用。

关键词: 黑果枸杞; 功能成分; 生理活性

中图分类号: Q 949.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2016)06—0561—08

A Review on Bioactives from *Lycium ruthenicum murr.*

ZHAO Xiuling

(School of Life and Environment Sciences, Huangshan University, Huangshan 245021, China)

Abstract: *Lycium ruthenicum murr.* contains many physiologically active components, which have
antibacterial, liver and kidney protection, antioxidation, anti-fatigue and immune functions. The
paper reviewed the functional components, their extraction and analysis and the health benefits and
aimed to support the further research of *lycium ruthenicum murr.*

Keywords: *Lycium ruthenicum murr.*, functional components, health function

黑果枸杞 (*Lycium ruthenicum* Murr.) 为茄科 (Solanaceae) 枸杞属 (*Lycium* L.) 植物, 在中国传统民族医药中占有重要的地位。黑果枸杞被收载于《晶珠本草》《四部医典》等藏药著作中, 其味甘、性平、清心热, 用于治疗心热病、心脏病、月经不调、停经等病症^[1]。黑果枸杞含有多酚、黄酮、甜菜碱、多糖、糖蛋白质及脂肪酸^[2], 欧阳发等人从黑果枸杞中分离得到 9 个化合物: N-mono-cinnamoyl-pultrescine, Petunidin-3-trans-p-coum-aroylrutinoside-5-glucoside4-(p-cumaroyl)-methyl-L-rhamnoside, P-香豆酸, 阿魏酸, 芦丁, 槲皮素, 原儿茶酸, 锦葵酸等^[3]。黑果枸杞具有有别于红果枸杞的独特成分——花色苷类

色素^[4], 所有的花青素均被芳香族有机酸酰化, 并与小分子糖结合成为糖苷。不仅如此, 黑果枸杞的果实中含有丰富的类胡萝卜素、VB₁、VB₂、VC, 还富含 Fe、Zn、Se 等无机元素^[5]。夏园园^[6]、任晓娜^[7]等人也综述了黑果枸杞的主要化学成分和生物活性, 二者均侧重于黑果枸杞中多糖和色素物质的生理活性、提取与纯化及其结构表征。

而本文则侧重于不同分析方法在黑果枸杞生理活性成分提取与检测中的应用, 生理活性则侧重于抑菌性、保肝护肾等方面的论述。现将黑果枸杞的生理活性成分以及成分的提取检测, 生理活性综述如下。

收稿日期: 2015-07-15

基金项目: 安徽省大学生创新创业计划项目(AH2014103753122); 2013 年黄山学院校级科研项目(2013xkj002)。

作者简介: 赵秀玲(1973—), 女, 新疆奇台人, 工学硕士, 讲师, 主要从事食品功能性研究。E-mail: zhaoxiuling2008ren@aliyun.com

1 黑果枸杞的生理活性成分

1.1 花色苷

谭亮等提取并鉴定黑果枸杞中花色苷,结果鉴定出黑果枸杞中含有8种花色苷,分别是飞燕草素-3-O-二葡萄糖苷(质量分数0.86%),芍药素-3-O-葡萄糖苷(质量分数1.17%),牵牛花素-5-O-葡萄糖苷(质量分数2.38%),矮牵牛素-3-O-(6-O-对香豆酰)芸香糖苷(质量分数11.79%),锦葵色素-3-O-(6-O-对香豆酰)-3-O-乙酰)-5-O-二葡萄糖苷(质量分数68.35%),乙燕草素-3-O-(6-O-乙酰)葡萄糖苷,锦葵色素-3-O-(6-O-对香豆酰)葡萄糖苷和锦葵色素-3,5-二葡萄糖苷(质量分数9.58%)^[8]。马玉婷的研究结果表明,黑果枸杞总花色苷质量分数达386.9 mg/hg(鲜质量),主要成分是Petunidin-5-O-glucoside^[9]。但Jie Z等认为,牵牛花色素是黑果枸杞花色苷的主要成分,且其衍生物含量占总花色苷的质量分数为95%^[6]。闫亚美等人研究不同产地野生黑果枸杞果实花色苷的组成分析,结果表明26个不同产地的黑果枸杞中总花色苷含量的变化幅度为8.21~31.46 mg/g,花色苷总量及单体含量均很高的原料有新疆巴仑台镇产,青海格尔木乌图美仁、新疆甘河子产,宁夏贺兰12-01号等。通过HPLC-MS分析鉴定,在所有供试黑果枸杞不同产地原料中,Petunidin-3-O-rutinoside(Cis-p-coumaroyl)-5-O-glucoside是黑果枸杞花色苷类多酚的主要成分^[10]。黑果枸杞主要花色苷有别于其他果蔬^[11],花色苷种类不同,影响其活性。黑果枸杞有很高的光合效率和较强的抗逆性,花色苷类化合物在植物抗逆反应中起到重要作用。

1.2 原花青素

原花青素是一种天然自由基清除剂和抗氧化剂,具有多种生理功能。野生黑果枸杞中的原花青素含量是天然蓝莓的18倍以上,是迄今为止发现的原花青素含量最高的天然野生果实,其功效是VC的22倍,VE的55倍,具有超强的增强免疫功能,被誉为“高原奇珍”^[13]。何如喜提取了黑果枸杞中花青素,提取率为29 mg/g^[13]。任小娜等人测定了不同产地枸杞中原花青素含量,结果其质量分数为0.18%~2.99%,其中新疆塔县黑果枸杞中原花青素质量分数最高为2.99%^[14]。

1.3 甜菜碱

甜菜碱属于季胺碱类物质,是人体惟一一个可

以替代S-腺苷甲硫氨酸或叶酸作为甲基供体,参与卵磷脂合成及甲硫氨酸循环的物质^[15]。耿丹丹等利用离子色谱法测定黑果枸杞中的甜菜碱,结果甜菜碱在10.4~830.0 mg/L质量浓度范围内线性关系良好($R^2=0.9998$),加标回收率在95.51%~98.06%($n=3$)。其中甘肃民勤的黑果枸杞中甜菜碱质量分数最高为19.58 mg/g,青海格尔木的最低为9.44 mg/g^[16]。艾则孜江·艾尔肯的研究结果表明,黑果枸杞甜菜碱质量分数范围在616.8~1185.3 $\mu\text{g/g}$,各产地甜菜碱含量差异跟产地有一定相关性^[17]。

1.4 多糖

现代药理研究表明^[6],黑果枸杞多糖(Lycium Ruthenicum Murr Polysaccharides,LRPS)是一种重要的生物调节剂。陈亮等采用超声浸提法提取黑果枸杞多糖,结果多糖得率为12.76%^[18]。黑果枸杞中水溶性多糖由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖和半乳糖按摩尔比0.65:10.71:0.33:0.67:1:10.41组成^[19]。黑果枸杞中的阿拉伯半乳聚糖蛋白质其结构中的多糖由鼠李糖、阿拉伯糖和乳糖组成,组成的摩尔比是1.0:14.9:10.4^[20]。

1.5 黄酮

吕海英等提取了黑果枸杞叶中的总黄酮,提取率达0.23%,粗制品总黄酮质量分数达0.14%。芦丁、槲皮素、异鼠李素、木犀草素和山奈素这5种成分存在于黑果枸杞叶总黄酮中,其质量分数分别是0.8870%、0.0414%、0.0258%、0.0411%和0.0448%,这5种成分占黑果枸杞叶总黄酮的质量分数为37.14%^[21]。李兆君等提取黑果枸杞总黄酮,结果发现黑果枸杞中总黄酮质量分数为2.710%^[22]。闫亚美等测定了26个不同产地的黑果枸杞果实的总黄酮含量,结果其质量分数变化幅度是18.03~60.44 mg/g,其中以新疆高泉的总黄酮含量最高,其次为宁夏中宁红梧山样品,宁夏贺兰的样品含量最低^[10]。

1.6 挥发性成分

Altintas A等对黑果枸杞中精油的成分进行了对比,共检测出18种化合物,占精油总量的相对含量(面积分数)为80.4%^[23]。楼舒婷通过SPME(GC-MS)法分析新疆和青海黑果枸杞中的挥发性成分,结果新疆黑果枸杞和青海黑果枸杞分别检测出33种、28种挥发性成分。新疆和青海黑果枸杞共有的挥发性成分及相对含量是戊基环己烷(17.98%,31.89%),十六酸碳烯酸乙酯(11.45%,4.94%),十四

酸乙酯 (5.04%, 2.02%), 香叶基丙酮 (2.84%, 1.93%), 丁基环己烷 (4.74%, 7.21%), 十六酸乙酯 (13.29%, 11.32%) 和右旋柠檬烯 (1.81%, 1.53%) 等。不同产地黑果枸杞挥发性组分和含量有差异, 可能与日照时间、强度、温度和海拔等自然因素相关^[24]。

1.7 酚酸

楼舒婷利用化学提取法和体外消化法提取了黑果枸杞的总酚类物质, 结果青海黑果枸杞中含有的酚酸分别是原儿茶酸、儿茶素、咖啡酸、绿原酸、对香豆酸、阿魏酸和对羟基苯甲酚, 两种方法测得的质量分数分别是 (1.43±0.11)%、(1.53±0.14)%、(14.32±0.37)%、(17.67±1.34)%、(22.38±2.13)%、(40.06±2.38)%、(23.33±2.13)%、(14.44±0.19)%、(14.57±0.18)%、(14.16±0.25)%、(56.76±2.17)%、(67.64±1.89)%、(23.06±0.28)%、(30.92±1.31)%。由于体外消化过程中的酶解和 pH 变化更能够让酚酸从结合态分解为游离态, 所以体外消化法提取的枸杞中游离态酚酸含量较化学提取法高^[24]。陈晨等建立了固相萃取-HPLC 法快速测定黑果枸杞果汁中的酚酸, 测出其中含有没食子酸、原儿茶素、儿茶素、绿原酸、咖啡酸、丁香酸等, 质量浓度分别是 0.003 7、0.016 2、0.334 6、0.490 8、0.046 8、0.011 0 g/L。

2 黑果枸杞的生理活性

2.1 抑菌性

因为内生菌在与宿主植物长期共生的过程中, 部分遗传基因在宿主植物中重新整合, 从而产生了分泌与宿主植物具有相同或者相似结构代谢产物的能力^[26]。从藏药黑果枸杞的根、茎、叶中分离到内生真菌 81 株, 并测试 81 株黑果枸杞内生真菌的代谢产物抑菌活性, 从而确定白耙齿菌 (*Irpex lacteus*) 抑菌活性最好, 固体发酵此菌株, 从其代谢产物粗浸膏中分离得到 7 个化合物, 分别是: ① dehydromonacolin K; ② monacolin K; ③ 5 α , 8 α -环二氧麦角甾-7, 22-二烯-3 β -醇; ④ 麦角甾醇; ⑤ 胡萝卜苷; ⑥ 5 α , 6 α -环氧-24(R)-甲基胆甾-7, 22-二烯-3 β -醇; ⑦ 青霉素。对所有化合物进行抑菌测试, 化合物 ①⑦ 对所测试菌具有特别强的抑菌活性, 对乳链球菌的最低抑菌质量浓度可达 3.9 μ g/mL; 化合物 ② 对枯草芽孢杆菌的最低抑菌质量浓度为 125 μ g/mL; 化合物 ⑥ 对绿脓杆菌和乳链球菌的最低抑菌质量浓度分别是 31.1 μ g/mL 和 15.6 μ g/mL; 化合物 ⑤ 对

绿脓杆菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、乳链球菌的最低抑菌质量浓度为 125 μ g/mL^[27]。

2.2 保肝护肾的作用

王超等研究了黑果枸杞对急性乙醇性酒精肝损伤的保护, 结果黑果枸杞能明显降低血清中天门冬氨酸氨基转移酶和丙氨酸氨基转移酶水平 ($P < 0.01$), 降低肝组织中丙二醛水平 ($P < 0.05$), 升高肝组织中超氧化物歧化酶、还原型谷胱甘肽、谷胱过氧化物酶活性 ($P < 0.01$), 并与剂量呈正比。可见黑果枸杞对乙醇所致急性肝损伤具有一定的保护作用, 机制可能是黑果枸杞降低了活性氧自由基对肝细胞的损伤, 维持细胞膜结构与功能完整性, 从而降低了乙醇对肝脏的损伤^[28]。张轲等人研究了黑果枸杞对大鼠运动性肾缺血再灌注损伤的保护作用, 结果黑果枸杞可能通过抑制促炎性细胞因子 TNF- α 、IL-6 的分泌及肾组织 ICAM-1 表达和促进抑炎性炎症因子的 IL-10 的分泌, 提高耐受各种应激刺激的能力, 提高机体免疫力, 对过度训练导致的运动性肾缺血再灌注损伤有保护作用^[29]。

2.3 对心脑血管疾病预防和治疗作用

王建红等研究了黑果枸杞果实多糖降血糖生物功效, 结果表明, 黑果枸杞果实多糖能显著降低糖尿病小鼠的血糖含量, 增强糖尿病小鼠血清和肝脏 SOD 活性, 降低其血清和肝脏 MDA 含量, 并能促进葡萄糖转变为肝糖原。可见黑果枸杞多糖降血糖是通过增加肝糖的合成, 促进糖的合成代谢^[30]。李淑贞等人研究黑果枸杞总黄酮的降血脂作用, 结果与正常对照组相比, 在高脂饲料饲喂后 17 d, 高脂模型组血浆 TC、TG 含量极显著升高 ($p < 0.01$)。黄酮各剂量组与高脂模型组相比, 血浆总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG) 和低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 的含量显著降低 ($P < 0.05$), 高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 的含量显著升高 ($P < 0.05$)^[31]。林丽等研究了黑果枸杞花色苷对小鼠动脉粥样硬化的影响, 结果与高脂组对照, 花色苷各剂量组小鼠血清的 TC、TG、LDL-C 和动脉粥样硬化指数 (AI) 水平均显著降低 ($P < 0.05$), HDL-C 水平有高于模型组的趋势; 花色苷各剂量组主动脉斑块面积占总面积百分比显著低于模型组 ($P < 0.05$)。可见, 黑果枸杞花色苷可以干预小鼠 AS 的形成, 同时降低小鼠的血脂水平^[32]。

2.4 耐缺氧、抗疲劳, 提高机体免疫力的作用

段雅彬探讨了黑果枸杞水提取液对小鼠耐常

压缺氧能力的影响,中低剂量组黑果枸杞水提取液能增加常压缺氧小鼠的存活时间,降低脑含水量。对 HGB、RBC、GSH-PX、CAT 无明显影响。黑果枸杞水提取液对常压缺氧小鼠有一定保护作用^[33]。冯薇等人研究了黑果枸杞多糖对小白鼠运动能力的影响,结果多糖为 10~50 mg/(kg·d)时能够明显增加小白鼠的游泳时间 ($P<0.01$),增加血清和肝匀浆 SOD 活性 ($P<0.01$),降低血清和肝匀浆 MDA 含量 ($P<0.01$),增加肝糖原和肌糖原含量 ($P<0.05$),减少血清 BUN 和 BLA 含量 ($P<0.01, P<0.05$)。可见,黑果枸杞多糖具有抗疲劳作用^[34]。

2.5 抗氧化作用

楼舒婷运用 ABTS、FRAP、ORAC、DPPH 研究了黑果枸杞中多酚的体外消化及其抗氧化性,结果表明,化学提取法的抗氧化性高于体外消化法;两种提取方法处理后的总酚和总花色苷与各化学抗氧化值均有较高的线性相关性 ($R^2>0.83$)。显示出总酚与花色苷对黑果枸杞抗氧化性贡献更大^[24]。夏娜等研究了黑果枸杞中多糖、黄酮和多酚这 3 种成分对 DPPH、·OH、 $O_2^{\cdot-}$ 的清除能力,结果表明,黑果枸杞的黄酮和多酚清除 DPPH 自由基、·OH、 $O_2^{\cdot-}$ 的能力强于多糖。黑果枸杞多糖对 DPPH 自由基、·OH 和 $O_2^{\cdot-}$ 的清除率分别为 52.5%、48.2%、16.1%;黑果枸杞黄酮对 DPPH 自由基、·OH 和 $O_2^{\cdot-}$ 的清除率分别为 72.4%、56.6%、40.7%;黑果枸杞多酚对 DPPH 自

由基、·OH 和 $O_2^{\cdot-}$ 的清除率分别为 82.3%、75.8%、53.3%。黑果枸杞功能性成分具有抗氧化活性^[35]。李永芳等研究了黑果枸杞含片的体内抗氧化作用,结果与正常组比较,黑果枸杞含片低、高剂量组小鼠的体质量没有明显变化,小鼠血清和肝组织中 MDA 与正常组相比显著降低 ($P<0.05, P<0.01$),T-AOC、SOD、GSH-Px 和 CAT 活性明显提高 ($P<0.05, P<0.01$),尤其高剂量组 T-AOC、SOD、GSH-Px 和 CAT 活性显著提高,证实其有显著体内抗氧化活性^[36]。

2.6 其他

段雅彬等人研究了黑果枸杞对 X 射线辐射小鼠的保护作用,结果黑果枸杞水提取液使辐射后小鼠的血象有明显回升,SOD 活力明显增强,DNA 含量增多,CAT、GSH-Px、T-AOC 活力下降,Caspase-3 和 Caspase-6 的含量降低,显示黑果枸杞水提取液对 X 射线所致小鼠辐射损伤有一定保护作用^[37]。夏娜的研究显示,黑果枸杞黄酮 ($P<0.01$) 和多酚 ($P<0.01$) 能显著抵制 FeSO₄-VC 引起的线粒体肿胀,能显著降低线粒体 MDA 含量 ($P<0.05$),而且对线粒体的保护作用强于多糖^[35]。

3 不同分析方法在黑果枸杞生理活性成分提取中的应用

黑果枸杞中生理活性成分的现代提取方法(提取工艺和得率)见表 1。

表 1 不同分析方法在黑果枸杞生理活性成分提取中的应用

Table 1 Application of different analytical methods for extraction of physiologically active substances in *Lycium ruthenicum Murr.*

提取方法	多糖	总黄酮	黑果枸杞色素	花青素	方法优缺点
超声提取法	液固比 30 (mL/g), 提取温度 72℃, 超声功率 198W, 提取时间 29 min。多糖得率 12.58% ^[28] 。	乙醇体积分数 70%, 超声功率 400W, 料液比 1:25 (g/mL), 超声提取温度 58℃, 黑果枸杞叶片总黄酮平均得率 1.62% ^[38] 。	pH 3.0 体积分数 75%乙醇作浸提剂, 超声功率 400 W, 提取时间 10 min, 固液比 1:30 (g/mL), 色素粗提取率 40.98% ^[39] 。	在 50℃下, 料液比 1:15 (g/mL), 乙醇体积分数 60%, 超声波辅助亚临界萃取 25min, 3 次, 花青素提取率 29 mg/g ^[13] 。	提取时间短、提取效率高、条件温和, 能避免高温高压对欲提成分的破坏。快速、高效、环保, 应用范围不断扩大。
微波提取法	体积分数 70% 的乙醇 100 mL, 第一次微波 50℃ 提取 2 次, 每次 15 min, 药渣加水 100 mL 后微波 75℃ 提取 2 次, 每次 15 min。多糖提取率 7.35% ^[40] 。		加体积分数 70% 乙醇 100 mL, 在微波提取器中提取 15 min, 微波温度 50℃, 提取 2 次 ^[41] 。	提取溶剂为体积分数 75% 乙醇, 辐射功率 70W, 提取时间 20 min, 料液比 1:50 (g/mL), 浸泡 20 h, 花色苷提取率 15.32% ^[42] 。	可以克服传统提取方法固有的缺陷, 缩短提取时间, 提高收率和提取物纯度, 降低能源和溶剂的消耗, 并且微波辐射下不引起反应物、产物结构的改变。
超声-微波协同萃取法	料液比 1:25 (g/mL), 提取温度 90℃, 提取时间 30 min, 多糖平均提取率为 10.07% ^[42] 。		100 mL 体积分数 70% 乙醇超声-微波萃取 2 次, 50℃, 每次 15 min, 残渣用体积分数 70% 乙醇洗涤 2 次 ^[41] 。		能使样品介质内各点受到的作用一致, 降低目标物与样品基体的结合力, 加速目标物从固相进入溶剂的过程。

4 不同分析方法在黑果枸杞生理活性成分检测中的应用

天然产物的化学成分复杂,含有多有效成分,提取其有效成分并进一步加以分离、纯化,提高纯度或得到有效单体,是天然产物研究领域的一项重要内容。随着现代分析测试仪器和方法的发展,

定量测定的方法很多,在天然产物活性成分分析中常用的定量测定方法有:紫外-可见分光光度计法、高效液相色谱法、薄层扫描法等。

4.1 紫外-可见分光光度计法在黑果枸杞生理活性成分检测中的应用

紫外-可见分光光度计法测定黑果枸杞中生理活性成分,详见下表 2。

表 2 紫外-可见分光光度计法在生理活性物质检测中的应用

Table 2 Application of Ultraviolet-Visible Spectrophotometry in detecting physiologically active substances

测定目标	目标物质量分数/%	方法精密度	方法稳定性	测定条件/nm	文献
花色苷,原花青素,总多酚	0.61,1.6,4.0	RSD 值分别为 0.61%,0.76%,1.47%	RSD 值分别为 2.06%,1.74%,1.84%	200~800,500,760	[43]
鞣质	3.03	RSD 为 2.37%	RSD 值为 2.75%	200~800	[44]
总黄酮	2.710			510	[22]

4.2 高效液相色谱法在黑果枸杞生理活性成分检测中的应用

HPLC 对样品的适用性广,能分析那些 GC 难

以分析的物质,如挥发性差、极性高、热稳定差的物质。在目前已知的有机化合物中,可用 GC 分析的约占 20%,而 80%则需用 HPLC 分析。见表 3。

表 3 HPLC 在生理活性物质检测中的应用

Table 3 Application of HPLC in detecting physiologically active substances

分析目标	检测方法	色谱条件	目标物含量	目标物组成	文献
酚类物质	HPLC	A 相为体积分数 0.5% TFA、体积分数 1% 甲酸水溶液,B 相为甲醇乙腈溶液(体积比 15:85),柱温 35 ℃	总酚 8.25~8.77 mg/g,总黄酮含量 18.03~60.44 mg/g,总花色苷含量 8.21~31.46 mg/g	19 个多酚类化合物被鉴定出,其中 7 个为酰化类花色苷,主要花色苷为 Petunidin-3-O-rutinoside (cis-p-coumaroyl)-5-o-glucoside	[10]
甜菜碱	离子色谱法	采用 MetrosepC4 阴离子分析柱(150 mm×4.6 mm),柱温 38.5 ℃,1.5 mmol/L 甲烷磺酸溶液为流动相,体积流量 0.8 mL/min,电导检测器	10.4~830.0 mg/L		[16]
总黄酮	薄层分析和高效液相色谱	薄层层析色谱分析:展开剂为 V(氯仿):V(甲醇):V(甲酸):V(水)=12:2.9:1:0.33,经显色,分别在 254 nm 和 360 nm 波长下观察。液相色谱条件:反相色谱 C18(4.6 mm×150 mm,5 μm)柱,分别取 20 μL 样品和待测品进样,流动相为甲醇-2k(水中含体积分数 0.2% 磷酸)(体积比 55:45)进行洗脱,柱温 25 ℃,体积流量 1.0 mL/min,检测波长 25 nm	1.04%	抗氧化和降血脂活性的主要成分	[21]
花青素	反相高效液相色谱	流动相为 A:乙腈(体积分数 15% 甲醇);B:甲酸溶液体积分数 10%(含体积分数 0.1% 三氟乙酸);检测波长 525 nm;体积流量 1.0 mL/min;进样量 10 μL;VAD 检测器扫描波长 200~800 μm,柱温 30 ℃。	68.1~277.7 ng/g	飞燕草素,锦葵素,矮牵牛素	[17]
酚酸	固相萃取-高效液相色谱	C18 柱(4.6 mm×150 mm,5 μm),流动相为甲醇-体积分数 0.2% 甲酸缓冲液,体积流量 1 mL/min,梯度洗脱。	6 种酚酸类化合物在一定的范围内有良好的线性关系,相关系数均为 0.999 9		[25]

5 展 望

黑果枸杞药食兼得,同时又是荒漠化地区特别是盐碱化地区恢复植被的备选植物之一。目前国内外对黑果枸杞的研究多集中在主要药效成分多糖、色素等物质的提取、纯化、结构表征及含量测定等方面。黑果枸杞极具开发价值,就目前的研究成果而言,还存在很多亟待解决的问题。如对黑果枸杞的化学成分多是对单类组分的报道,没有系统深入研究;黑果枸杞中多数成分生物活性和结构表征间的关系及主要化学成分的物质基础的研究尚属空白。今后可采用电感耦合等离子体质谱、电喷雾液

质联用四极杆飞行时间质谱、近远红外光谱仪、紫外分光色谱等分析手段,对黑果枸杞的理化特征进行研究。这些方法未来将可用于进一步研究黑果枸杞其他成分,如萜类、皂苷、醌类、挥发油及各种氨基酸等成分,为其质量控制和药理药效的研究提供物质基础。结合黑果枸杞多糖和色素的生物活性的研究,还可以对脂质代谢紊乱所致的疾病、由低压低氧所致的高原病、氧自由基所致的损伤、免疫缺陷等疾病及作用机制进行研究。在对黑果枸杞化学成分及其生理活性进行更为深入系统研究的同时开展质量标准研究,为进一步开发利用黑果枸杞提供科学依据。

参考文献:

- [1] 甘青梅. 浅述藏药的研究[J]. 中草药, 2001, 32(4): 371-373.
GAN Qingmei. Preliminary investigation on Tibetan Medicinal Herb[J]. **Chinese Traditional and Herbal Drugs**, 2001, 32(4): 371-373. (in Chinese)
- [2] PENG Qiang, XU Qingsong, YIN Heng, et al. Characterization of an immunologically active pectin from the fruits of *lycium ruthenicum*[J]. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2014, 64(5): 69-75.
- [3] 欧阳发, 吉腾飞, 苏亚伦, 等. 黑果枸杞果实化学成分研究[J]. 中药材, 2012, 35(10): 1599-1601.
OUYANG Fa, JI Tengfei, SU Yalun, et al. Chemical constituents of the fruits of *Lycium ruthenicum* [J]. **Journal of Chinese Medicinal Materials**, 2012, 35(10): 1599-1601. (in Chinese)
- [4] ZHENG J, DING C, WANG L, et al. Anthocyanins composition and antioxidant activity of wild *lycium Ruthenicum murr* from Qinghai-Tibet plateau[J]. **Food Chem**, 2011, 126: 859-865.
- [5] Dhar P, Tagade A, Ballabh B, et al. *Lycium ruthenicum* Murray: Yan cold deserts of ladakh [J]. **Plant Archives**, 2011, 11(2): 583-586.
- [6] 夏园园, 莫仁楠, 曲炜, 等. 黑果枸杞化学成分研究进展[J]. 药学进展, 2015, 39(5): 351-356.
XIA Yuanyuan, MO Rennan, QU wei, et al. Research progress in chemical constituents of *Lycium Ruthenicum Murr.* [J]. **Progress in Pharmaceutical Sciences**, 2015, 39(5): 351-356. (in Chinese)
- [7] 任晓娜, 曾俊, 王玉涛. 黑果枸杞的植物化学成分及生物活性研究现状[J]. 食品工业, 2014, 35(11): 231-235.
REN Xiaona, ZENG Jun, WANG Yutao. Research status of Phyto-Chemical components and bio-active of *Lycium Ruthenicum Murr.*[J]. **Food Industry**, 2014, 35(11): 231-235. (in Chinese)
- [8] 谭亮, 董琦, 曹静亚, 等. 黑果枸杞中花色苷的提取与结构鉴定[J]. 天然产物研究与开发, 2014(26): 1797-1802, 1760.
TAN Liang, DONG Qi, CAO Jingya, et al. Extraction and identification of anthocyanins in *Lycium Ruthenicum Murr* [J]. **Nat Drod Res Dev**, 2014(26): 1797-1802, 1760. (in Chinese)
- [9] 马玉婷. 黑果枸杞花色苷、多糖制备及其功能研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2012.
- [10] 闫亚美, 戴国礼, 冉林武, 等. 不同产地野生黑果枸杞资源果实多酚组成分析[J]. 中国农业科学, 2014, 47(22): 4540-4550.
YAN Yamei, DAI Guoli, RAN Linwu, et al. The polyphenols composition of *Lycium Ruthenicum Murr* From different places[J]. **Scientia Agricultura Sinica**, 2014, 47(22): 4540-4550. (in Chinese)
- [11] LIM T K, TONG K L. Edible Medicinal and non medicinal plants[M]. volum 5. New York :Springer, 2013: 405.
- [12] Linda C S. Environmental significance of anthocyanins plant stress responses [J]. **Photochemistry and Photobiology**, 1999, 70(1): 1-9.
- [13] 何如喜. 超声波辅助提取野生黑果枸杞花青素工艺研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2015(1): 49-55.
HE Ruxi. Research on wild black fruit Chinese wolfberry fruit anthocyanin technology of ultrasonic assisted extraction [J]. **Journal of Qinghai Normal University (Natural Science Edition)**, 2015(1): 49-55. (in Chinese)

- [14] 任小娜,陈志梅,曾俊,等.黑果枸杞中原花青素提取条件的优化与含量测定[J].食品与发酵工业,2015,41(1):147-150.
REN Xiaona, CHEN Zhimei, ZENG Jun, et al. Study on the optimization of extract conditions and content determination of procyanidins from *Lycium Ruthenicum* Murray[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2015, 41(1): 147-150. (in Chinese)
- [15] 陈西风. 蛋氨酸与甜菜碱对肉鸡生产性能和胴体品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2010.
- [16] 耿丹丹, 谭亮, 肖远灿, 等. 离子色谱法测定黑果枸杞中的甜菜碱[J]. 食品科学, 2015(6): 1-5.
GENG Dandan, TAN Liang, XIAO Yuancan, et al. Determination the betaine in *Lycium Ruthenicum* Murr by Ion Chromatography[J]. **Food Science**, 2015(6): 1-5. (in Chinese)
- [17] 艾则孜江·艾尔肯. 黑果枸杞的真伪鉴别及质量研究[D]. 北京:北京中医药大学, 2014.
- [18] 陈亮, 张炜, 陈元涛, 等. 响应面法优化黑果枸杞多糖的超声提取工艺[J]. 食品科技, 2015, 40(1): 220-227.
CHEN Liang, ZHANG Wei, CHEN Yuantao, et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction process of *Lycium Ruthenicum* Murr polysaccharides by response surface methodology[J]. **Food Science and Technology**, 2015, 40(1): 220-227. (in Chinese)
- [19] Peng Q, Lv X P, Xu Q S, et al. Isolation and structural characterization of the polysaccharide LRGP1 from *Lycium ruthenicum*[J]. **Carbohydrate Polymers**, 2012, 90(1): 95-101.
- [20] PENG Q, SONG J J, LV X P, et al. Structural characterization of an Arabinogalactan-protein from the fruits of *Lycium ruthenicum*[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2012, 60(37): 9424-9429.
- [21] 吕海英, 林丽, 潘云, 等. 黑果枸杞叶总黄酮抗氧化和降血脂成分测定[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版), 2012, 31(2): 43-48.
LV Haiying, LIN Li, PAN Yun, et al. Determination of antioxidant and Lipid-Lowering ingredients in flavonoids of *Lycium Ruthenicum* Murr Leaf[J]. **Journal Xinjiang Normal University(Natural Science Edition)**, 2012, 31(2): 43-48. (in Chinese)
- [22] 李兆君, 丁润梅. 宁夏枸杞与黑果枸杞总黄酮含量及抗自由基活性的比较研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(24): 39-41.
LI Zhaoyun, DING Runmei. Comparative studies the content of total flavonoids and anti-free radical between Ningxia wolfberry and black wolfberry[J]. **Food Research and Development**, 2014, 35(24): 39-41. (in Chinese)
- [23] Altintas A, Kosar M, Kirimer N, et al. Composition of the essential oil of *Lycium barbarum* and *L. ruthenicum* fruits [J]. **Chemistry of Natural Compound**, 2006, 42(1): 24-25.
- [24] 楼舒婷. 黑果枸杞的活性成分和挥发性组分研究[D]. 杭州:浙江大学, 2015.
- [25] 陈晨, 文怀秀, 赵晓辉, 等. 固相萃取快速测定黑果枸杞果汁中酚酸类化合物[J]. 中国中药杂志, 2011(7): 896-898.
CHEN Chen, WEN Huaixiu, ZHAO Xiaohui, et al. Fast determination of phenolic acids in *Lycium Ruthenicum* Murr juice by solid phase extraction and HPLC[J]. **China Journal of Chinese Material Medica**, 2011(7): 896-898. (in Chinese)
- [26] TAN R X, ZOU W X. Endophytes: A rich source of functional metabolites[J]. **Nat Prod Rep**, 2001, 18: 448-459.
- [27] 王维. 黑果枸杞内生真菌次生代谢产物及其抑菌活性的研究[D]. 西安:陕西科技大学, 2013.
- [28] 王超, 蒋宝平, 龙军, 等. 黑果枸杞对急性酒精性肝损伤的保护及其抗氧化作用的影响[J]. 中药新药与临床药理, 2015, 26(2): 192-195.
WANG Chao, JIANG Baoping, LONG Jun, et al. Proterctive effect of *Lycium Ruthenicum* Murr on acute alcoholic liver injury mice and its antioxidant activity [J]. **Traditional Chinese Drug Research and Clinical Pharmacology**, 2015, 26(2): 192-195. (in Chinese)
- [29] 张轲, 曹建民, 郭龙, 等. 黑果枸杞对大鼠运动性肾缺血再灌注损伤的保护作用[J]. 首都体育大学学报, 2015, 27(1): 85-89.
ZHANG Ke, CAO Jianming, GUO Long, et al. The protective effects of *Lycium Ruthenicum* Murr on the exercise-related renal IS-chemia-reperfusion injury in Rat [J]. **Journal of Captical University of Physical Education and Sports**, 2015, 27(1): 85-89. (in Chinese)
- [30] 汪建红, 陈晓琴, 张蔚佼. 黑果枸杞果实多糖降血糖生物功效及其机制研究[J]. 食品科学, 2009, 30(5): 244-248.
WANG Jianhong, CHEN Xiaoqing, ZHANG Weijiao. Study on hypoglycemic function of polysaccharides from *Lycium Ruthenicum* Murr Fruit and its mechanism[J]. **Food Science**, 2009, 30(5): 244-248. (in Chinese)
- [31] 李淑珍, 李进. 黑果枸杞总黄酮降血脂作用[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(5): 1072-1074.
LI Shuzheng, LI Jin. Hypolipidemic activity of the total Havonoids from *Lycium Ruthenicum* Murr [J]. **LI Shizheng Medicine and Materia Medica Research**, 2012, 23(5): 1072-1074. (in Chinese)
- [32] 林丽, 李进, 吕海英, 等. 黑果枸杞花色苷对小鼠动脉粥样硬化的影响[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(10): 1460-1466.

- LIN Li, LI Jin, LV Haiying, et al. Effect of Lycium Ruthenicum anthocyanins on atherosclerosis in mice [J]. **China Journal of Chinese Materia Medica**, 2012, 37(10): 1460-1466. (in Chinese)
- [33] 段雅彬, 朱俊博, 姚星辰, 等. 黑果枸杞水提取液对小鼠常压缺氧能力的影响[J]. 青海医学院学报, 2014, 35(4): 264-267.
- DUAN Yabin, ZHU Hanbo, YAO Xincheng, et al. Effect of Lycium Ruthenicum Murr water extract on hypoxia at normal pressure tolerance[J]. **Journal of Qinhai Medical College**, 2014, 35(4): 264-267. (in Chinese)
- [34] 冯薇, 何恩鹏, 陈晓琴. 黑果枸杞果实多糖对小白鼠运动能力影响及量效研究[J]. 干旱区研究, 2009, 26(4): 586-590.
- FENG Wei, HE Enpeng, CHEN xiaoqing. Study on the effect of Lycium Ruthenicum Murray fruit polysaccharide on the athletic of mice and the dose-effect[J]. **Arid Zone Research**, 2009, 26(4): 586-590. (in Chinese)
- [35] 夏娜, 赵丽凤. 黑果枸杞功能性成分抗氧化活性及对线粒体的保护作用研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 162-166, 175.
- XIA Na, ZHAO Lifeng. Study on the antioxidant activity and protective effect on mitochondria of Lycium Ruthenicum functional ingredients[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2014, 35(22): 162-166, 175. (in Chinese)
- [36] 李永芳, 李瑞莲, 杨梅, 等. 黑果枸杞含片体内抗氧化作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(24): 190-193.
- LI Yongfang, LI Ruilian, YANG Mei, et al. Study on antioxidant effect of Lycium Ruthenicum Buccal Tablet in vivo[J]. **Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae**, 2014, 20(24): 190-193. (in Chinese)
- [37] 段雅彬, 姚星辰, 王财, 等. 黑果枸杞对 X 射线辐射小鼠的保护作用研究[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27: 148-152.
- DUAN Yabin, YAO Xingcheng, WANG Cai, et al. Protective effects of Lycium Ruthenicum Murr on X-Radiation injured mice [J]. **Nat Prod Res Dev**, 2015, 27: 148-152. (in Chinese)
- [38] 韩爱芝, 白红进, 耿会珍, 等. 响应面法优化超声辅助提取黑果枸杞叶片总黄酮的工艺研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(1): 114-118.
- HAN Aizhi, BAI Hongjin, GENG Huiling, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of total flavonoids from Lycium Ruthenicum leaves by response surface methodology[J]. **Journal of Northwest Forestry University**, 2013, 28(1): 114-118. (in Chinese)
- [39] 殷红梅. 黑果枸杞色素的提取及其药动学研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010.
- [40] 白红进, 汪河滨, 褚志强, 等. 不同方法提取黑果枸杞多糖的研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(3): 145-146.
- BAI Hongjin, WANG Hebing, CHU Zhiqing, et al. Study on difference extraction methods for polysaccharide from Lycium Ruthenicum Murr[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2007, 28(3): 145-146. (in Chinese)
- [41] 白红进, 汪河滨, 殷生虎. 黑果枸杞花色苷色素的提取及其清除 DPPH 自由基作用的研究[J]. 西北农业学报, 2007, 16(2): 190-192.
- BAI Hongjin, WANG Hebing, YIN Shenghu. Study on extracting and scavenging activity against DPPH free radical of pigment from Lycium Ruthenicum[J]. **Acta Agriculture Boreali-Occidentalis Sinica**, 2007, 16(2): 190-192. (in Chinese)
- [42] 张之德, 白红进, 殷生虎, 等. 黑果枸杞花色苷色素微波辅助提取的优化[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(7): 1293-1298.
- ZHANG Yuande, BAI Hongjin, YIN Shenghu, et al. Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanin pigment from fresh Lycium Ruthenicum Murr fruit[J]. **Xinjiang Agricultural Sciences**, 2010, 47(7): 1293-1298. (in Chinese)
- [43] 陈晨, 赵晓辉, 文怀秀, 等. 黑果枸杞的抗氧化成分分析及抗氧化能力测定[J]. 中国医院药学杂志, 2011, 31(15): 1305-1306.
- CHEN Cheng, ZHAO Xiaohui, WEN Huaixiu, et al. Study on antioxidant capacity and bioactive compound of Lycium Ruthenicum Murr[J]. **Chin Hosp Pharm J**, 2011, 31(15): 1305-1306. (in Chinese)
- [44] 孟庆艳, 马国财, 白红进. 黑果枸杞中鞣质含量测定方法的优化[J]. 塔里木大学学报, 2011, 23(1): 9-14.
- MENG Qingyan, MA Guocai, BAI Hongjin. To optimize the content determination method for Tannin in Lycium Ruthenicum Murr by UV[J]. **Journal of Tarim University**, 2011, 23(1): 9-14. (in Chinese)