

## 黑果枸杞的功用考证及研究进展

张 弓<sup>1 2 4 5</sup> 陈莎莎<sup>1 4 5</sup> 周 武<sup>3</sup> 周浩楠<sup>1 4 5</sup> 孟 晶<sup>1 4 5</sup> 索有瑞<sup>1 3</sup> 胡 娜<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所 中国科学院藏药研究重点实验室, 青海 西宁 810008; 2. 延安大学附属医院, 陕西延安 716000; 3. 青海大学 省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室, 青海 西宁 810016; 4. 中国科学院西北高原生物研究所 青海省藏药研究重点实验室, 青海 西宁 810008; 5. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 以近期研究报道和古今有关文献为基础, 对黑果枸杞的药理活性和化学成分的研究进展进行综述, 并对黑果枸杞的功用进行考证。

关键词: 黑果枸杞; 化学成分; 药理活性; 功用考证; 花色苷; 多糖; 多酚; 抗氧化; 抗辐射; 研究进展

中图分类号: R28

文献标志码: A

文章编号: 1006-0103(2019)06-0638-05

DOI: 10.13375/j.cnki.wjps.2019.06.020

### Traditional functional evaluation and research progress of *Lycium ruthenicum*

ZHANG Gong<sup>1 2 4 5</sup> CHEN Shasha<sup>1 4 5</sup> ZHOU Wu<sup>3</sup> ZHOU Haonan<sup>1 4 5</sup> MENG Jing<sup>1 4 5</sup> SUO Yourui<sup>1 3</sup> HU Na<sup>1\*</sup>

(1. Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810008 P. R. China; 2. Yanan University Affiliated Hospital, Yanan of Shaanxi Province, Shaanxi, Yanan 716000 P. R. China; 3. State Key Laboratory of Plateau Ecology and Agriculture, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016 P. R. China; 4. Qinghai Provincial Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810008 P. R. China; 5. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049 P. R. China)

Abstract: Based on the traditional and modern literatures, a systematic review of the pharmacological activities, chemical constituents and traditional functional evaluation of *Lycium ruthenicum* Murr. was summarized.

Key words: *Lycium ruthenicum* Murr.; Chemical components; Pharmacological activities; Traditional functional evaluation; Anthocyanins; Polysaccharides; Polyphenols; Antioxidant; Antiradiation; Research progress

CLC number: R28

Document code: A

Article ID: 1006-0103(2019)06-0638-05

黑果枸杞 *Lycium ruthenicum* Murr. 藏药名“旁玛”是茄科(Solanaceae)枸杞属多年生多分枝棘刺灌木, 因其果黑而得名<sup>[1]</sup>。黑果枸杞主要分布于青海、新疆、甘肃、内蒙等荒漠、盐碱地带<sup>[2]</sup>。黑果枸杞中富含多酚类化合物、花色苷、多糖、黄酮类化合物、微量元素等天然成分, 因其低毒、天然可食色素、显著的生理活性、资源可再生等优点逐步应用于药品、食品及化妆品行业, 并引起了国内外专家的广泛关注。同时, 近年来人们对保健日益重视, 功能性食品备受热捧, 黑果枸杞的市场需求也迅速扩大, 因此, 有必要对黑果枸杞进行功用考证, 为其合理应用及后续研究提供依据。

## 1 黑果枸杞的功用考证

### 1.1 黑果枸杞的由来与分布考证

黑果枸杞在《维吾尔药志》《四部医典》《晶珠本草》等经典古籍著作中均有记载。黑果枸杞喜生盐碱、戈壁、沙土荒地, 分布于青海、新疆、甘肃、内蒙、西藏、宁夏、陕西等省区, 其中, 新疆库车地区、若羌县周边、吐鲁番周边, 青海格尔木市周边, 都兰县诺木洪农场及香日德农场为主要种植区域<sup>[1]</sup>。《晶珠本草》《维吾尔药志》《中国少数民族传统医药大系》中记载所使用黑果枸杞主要采集于青海与新疆, 9~10月果实成熟时, 于早晨或傍晚摘下, 去果柄, 通风阴凉处阴干。研

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(批准号: 31800297)

作者简介: 张弓, 博士, 主管药师, 从事临床药学及天然药物化学的研究工作。Email: qinghaizhangong@126.com

\* 通信作者( Correspondent author), Email: huna@nwipb.cas.cn

究表明:青海柴达木盆地所产黑果枸杞中总花青素的含量高于其他产地的,目前藏医及市场普遍认为青海柴达木盆地产黑果枸杞为上品。

### 1.2 黑果枸杞的典籍考证

《晶珠本草》中记载“黑果枸杞清心热,治妇科病,叶细,灌木,枝多,果实紫红色,大小如豆粒,味甘。分为黑白两种,俗称灰枸杞和黑枸杞”<sup>[3]</sup>。《维吾尔药志》中记载“黑果枸杞可治疗尿道结石、癣疥、牙龈出血等病症,民间则用做滋补强壮、明目以及降压药”<sup>[4]</sup>。《中国少数民族传统医药大系》中记载“黑果枸杞治心热病,头痛失眠、健忘、心绪烦躁、妇科病”<sup>[5]</sup>。《四部医典》中记载“黑果枸杞治疗心脏病,月经不调,停经且药效显著”<sup>[6]</sup>。

### 1.3 黑果枸杞应用的记载

据《藏药方剂宝库》中记载:在藏医中4500余个古今方剂中,1200余种藏药入方,其中,黑果枸杞入方21次,入方率为0.47%<sup>[7]</sup>。用于治疗心脏病入方9次,占黑果枸杞在藏药中总入方的42.9%;用于治疗妇科病入方12次,占黑果枸杞在藏药中总入方的57.1%。因此,黑果枸杞临床应用于治疗心脏病与妇科病是正确的。但同时也应该重视现代研究方法所得出的黑果枸杞药理功效的结论,扩大其应用范围。

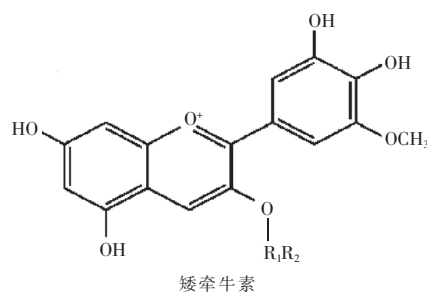
## 2 黑果枸杞的化学成分

### 2.1 花色苷类

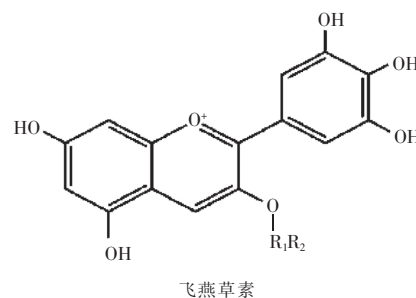
花色苷在黑果枸杞中主要以C3、C5、C7位羟基的糖苷化为主要存在形式。文献利用HPLC/DAD-ESI/MS定性分析,从黑果枸杞中分离出了14种花色苷,并初步鉴定了10种花色苷(图1)<sup>[8]</sup>。其中,矮牵牛素-3-O-芸香糖(反式香豆酰基)-5-O-葡萄糖苷初步确定为主要成分,可达总含量的80%。文献利用制备液相色谱,从黑果枸杞中得到了2种花色苷(图2)<sup>[9]</sup>。文献以HPLC-ESI-MS/MS和HPLC-DAD定性,从黑果枸杞中得到了12种花色苷(图3)<sup>[10]</sup>。

### 2.2 酚酸类

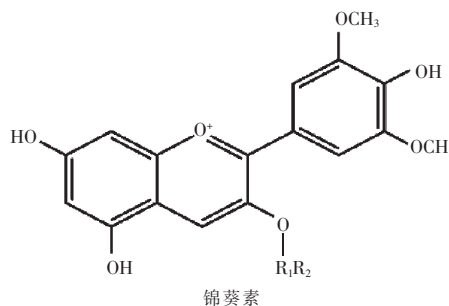
黑果枸杞中酚酸的研究主要集中于其粗提物的含量测定及抗氧化能力的研究,而较少的几篇文献则先后利用HPLC及UPLC-Q-Orbitrap MS在黑果枸杞中定性与定量分析出了11种酚酸,分别为没石子酸、香草酸、2,4-二羟基苯甲酸、



- 1:  $R_1 = \text{galactose}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 2:  $R_1 = \text{glucose}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 3:  $R_1 = (\text{caffeoyl})\text{-rutinoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 4:  $R_1 = \text{rutinoside}(\text{cis-}p\text{-coumaroyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 5:  $R_1 = \text{rutinoside}(\text{trans-}p\text{-coumaroyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 6:  $R_1 = \text{petundin-3-O-glucoside}(\text{maloyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 7:  $R_1 = \text{petundin-3-O-rutinoside}(\text{feruloyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$



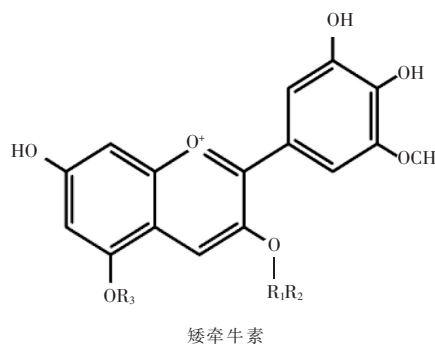
- 8:  $R_1 = \text{rutinoside}(\text{cis-}p\text{-coumaroyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$   
 9:  $R_1 = \text{rutinoside}(\text{trans-}p\text{-coumaroyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucose}$



- 10:  $R_1 = \text{rutinoside}(\text{cis-}p\text{-coumaroyl})$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$

图1 化合物1~10的结构图

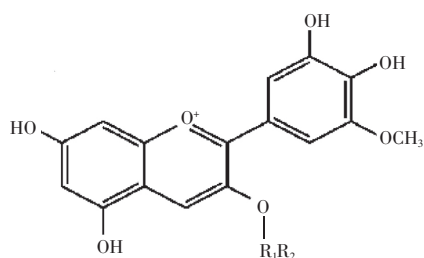
Figure 1 Structures of compounds 1-10



- 1:  $R_1 = \text{glucoside}$ ,  $R_2 = \text{H}$ ,  $R_3 = \text{glucoside}$   
 2:  $R_1 = \text{rutinoside}(\text{trans-}p\text{-coumaroyl})$ ,  $R_2 = \text{glucoside}$ ,  $R_3 = \text{H}$

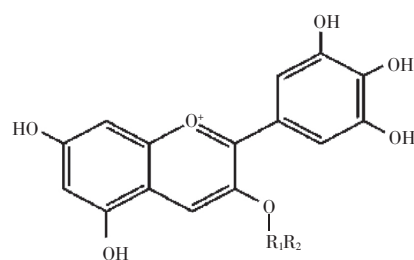
图2 化合物1~2的结构图

Figure 2 Structures of compounds 1-2



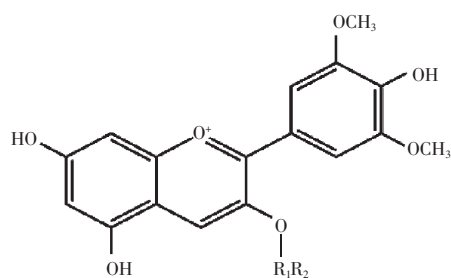
矮牵牛素

- 1:  $R_1 = \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 2:  $R_1 = (\text{glucoside} - \text{trans-}p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 3:  $R_1 = (\text{glucoside} - \text{trans-}p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 4:  $R_1 = (\text{caffeoyl}) - \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 5:  $R_1 = (\text{trans-}p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 6:  $R_1 = (\text{cis-}p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 7:  $R_1 = (p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside isomer}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 8:  $R_1 = (p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside isomer}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$



飞燕草素

- 9:  $R_1 = \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 10:  $R_1 = (p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$



锦葵素

- 11:  $R_1 = (p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside isomer}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$
- 12:  $R_1 = (p\text{-coumaroyl}) - \text{rutoside isomer}$ ,  $R_2 = 5-O\text{-glucoside}$

图 3 化合物 1~12 的结构图

Figure 3 Structures of compounds 1-12

藜芦酸、苯甲酸、鞣花酸、水杨酸、咖啡酸、对香豆酸、阿魏酸、绿原酸。其中,绿原酸的含量最高<sup>[11-13]</sup>。研究结果为黑果枸杞中多酚类化合物的后期研究提供了物质基础。

### 2.3 黄酮类

黑果枸杞中黄酮的研究主要以提取工艺、大孔吸附树脂精制及分析为主。文献先后利用 HPLC 及 UPLC-Q-Orbitrap MS 在黑枸杞中分离出了儿茶素、柚皮素、芦丁、槲皮素和山柰酚等

黄酮,其中,芦丁的含量最高<sup>[11-12,14]</sup>。

### 2.4 脂肪酸类

用 GC-MS 在黑果枸杞中分析出了棕榈酸、棕榈油酸、硬脂酸、油酸、亚油酸和亚麻酸等脂肪酸。其中,亚油酸的含量最高<sup>[15]</sup>。

### 2.5 多糖类

多糖是黑果枸杞中的一个重要组成成分,目前的研究主要都集中在总多糖的提取工艺、含量测定及相关药理活性。利用阴离子交换树脂及凝胶柱色谱分离纯化得到 LRP1、LRP2、LRP3、LRP4、LRP5 等多糖组分。其中,LRP5 的含量最高,且利用 Sephadex G-100 纯化后,得到了均一多糖,相对分子量为  $1.37 \times 10^5$ <sup>[16]</sup>。利用 DEAE-Cellulose-52 及 Sephadex G-100 对黑果枸杞中的总多糖进行纯化,分别得到均一多糖 LRGP1 (相对分子量为  $5.62 \times 10^4$ )、LRGP3 (相对分子量为  $7.56 \times 10^4$ )、LRP4-A (相对分子量为  $1.05 \times 10^5$ )<sup>[17-19]</sup>。利用阴离子交换树脂及凝胶柱色谱分离纯化黑果枸杞中的总多糖,得到多糖 LRLP3 (相对分子量为  $7.94 \times 10^4$ )<sup>[20]</sup>。

### 2.6 其他成分

利用 AB-8 大孔吸附树脂、硅胶、凝胶和 HPLC 半制备等方法对黑果枸杞进行分离纯化,得到 N1-咖啡酰-N3-二氢咖啡酰亚精胺、N-单肉桂酰-腐胺<sup>[21]</sup>。利用 GC-MS 分析黑果枸杞精油,得到十六烷酸、 $\beta$ -榄香烯、肉豆蔻酸、二十七烷、十六烷、二十九烷<sup>[22]</sup>。利用原子吸收对黑果枸杞进行分析,得到了 13 种无机元素,分别为钾、钙、钠、镁、铜、铁、锌、锰、铅、镍、镉、钴、铬;其中,钾的含量最高<sup>[23]</sup>。黑果枸杞中含有  $\alpha$ -VitE、 $\gamma$ -VitE 及  $\delta$ -VitE 及 18 种氨基酸,包括缬氨酸、苏氨酸、甲硫氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、精氨酸、赖氨酸、组氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、脯氨酸、丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、色氨酸等<sup>[24]</sup>;还含有维生素 C、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 及原花青素、生物碱<sup>[25]</sup>。这些成分是人体所需的一些物质基础,也是后期研究黑果枸杞的关注点之一。

## 3 黑果枸杞的药理活性

### 3.1 护肝作用

观察黑果枸杞花色苷提取物对小鼠非酒精脂肪肝的治疗效果,黑果枸杞花色苷提取物具有

降脂作用<sup>[26]</sup>。观察黑果枸杞提取物对小鼠急性酒精性肝损伤的疗效,黑果枸杞提取物对酒精所致急性肝损伤具有一定的保护作用<sup>[27]</sup>。

### 3.2 抗辐射、抗氧化与增强免疫作用

观察黑果枸杞花色苷提取物对小鼠辐射损伤模型的治疗效果,黑果枸杞花色苷提取物具有抗辐射及减少细胞凋亡作用<sup>[28]</sup>。对黑果枸杞提取物进行分离纯化,得到了3位糖苷的矮牵牛素,并利用PC12细胞观察其抗氧化能力。结果3位糖苷的矮牵牛素具有抗氧化作用<sup>[29]</sup>。黑果枸杞多糖LRP3可有效抑制 $\text{Cu}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ 诱导的蛋白氧化损伤和 $\text{H}_2\text{O}_2$ 诱导的细胞氧化损伤,表明黑果枸杞多糖具有抗氧化及免疫活性<sup>[20]</sup>。

### 3.3 抗阿尔茨海默症作用

评估黑果枸杞花色苷提取物对阿尔茨海默大鼠记忆力及体内抗氧化活性的影响,黑果枸杞花色苷提取物具有潜在的抗阿尔茨海默功效<sup>[31]</sup>。

### 3.4 抗急性痛风作用

评估黑果枸杞花色苷富集物及含量最高组分矮牵牛素-3-糖苷的抗急性痛风效果,黑果枸杞花色苷对急性痛风具有较好的治疗作用<sup>[32]</sup>。

### 3.5 抗缺氧、抗疲劳及降血糖作用

观察经黑果枸杞花色苷提取物灌胃处理后,小鼠负重游泳的持续时间,黑果枸杞花色苷提取物具有抗缺氧和抗疲劳作用<sup>[30]</sup>。小鼠预先给予黑果枸杞多糖提取后,游泳时间显著增加,表明黑果枸杞多糖提取物具有抗疲劳作用<sup>[33]</sup>。通过小鼠负重游泳及糖尿病模型,观察黑果枸杞粗多糖提取物对小鼠灌胃后负重游泳的持续时间及血糖变化情况,黑果枸杞多糖提取物具有抗疲劳及降血糖的作用<sup>[34]</sup>。

### 3.6 抗炎作用

黑果枸杞多糖LRGP3通过抑制TLR4/NF- $\alpha$ 减弱LPS诱导的炎症<sup>[35]</sup>。通过对大鼠游泳训练制备运动性肾缺血再灌注模型所引起的炎症,观察黑果枸杞对大鼠运动性肾缺血再灌注损伤的保护作用,黑果枸杞具有抗炎作用<sup>[36]</sup>。

## 4 展望

### 4.1 黑果枸杞的开发前景

随着对黑果枸杞的进一步研究,黑果枸杞的一些新功用和药理活性被发现,可开发成保健品、饮料、化妆品等。黑果枸杞多糖的初步研究

表明:其具有很好的提高免疫力和降血糖的药理活性,以此为基础可以开发提高免疫、降血糖的黑果枸杞多糖保健品。黑果枸杞中的花色苷作为天然色素,又具有一定的生物活性,符合人们对自然来源食品色素的追求。除黑果枸杞花色苷具有抗氧化、抗急性炎症等作用外,黑果枸杞多糖还具有很好的免疫活性和降尿酸、抗疲劳等作用。以前期的活性研究为基础,可以开发出提高免疫力等活性的黑果枸杞保健品。

### 4.2 野生黑果枸杞资源的保护

近年来,绿色无公害功能食品备受人们追捧,黑果枸杞的市场需求也迅速扩大,目前已初步形成围绕黑果枸杞相关产品的开发的产业链。而野生黑果枸杞与种植黑果枸杞的市场价格相差数十倍,这导致野生资源的适生环境受到了极大的威胁。而黑果枸杞可以生长于寸草不生的荒漠戈壁,具有防风固沙作用。因此,必须做好黑果枸杞野生资源调查及保护工作,防止野生资源的灭绝与环境的恶化。应进一步做好黑果枸杞的品质评价,筛选优良品系,开展人工栽培,既可确保黑果枸杞产业化发展需求又可保护野生资源及环境。

### 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, 1978: 10-18.
- [2] 天云, 蒋旭亮, 李清善, 等. 宁夏枸杞属(茄科)一新种和一新变种[J]. 广西植物, 2012, 32(1): 5-8.
- [3] 帝玛尔·丹增彭措. 晶珠本草[M]. 呼和浩特: 内蒙古科技出版社, 1986: 12.
- [4] 刘永民. 维吾尔药志(下)[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1999: 478-485.
- [5] 奇玲, 罗达尚. 中国少数民族传统医药大系(下)[M]. 呼和浩特: 内蒙古科学技术出版社, 2000, 39(1): 116-189.
- [6] 宇妥·元丹贡布. 四部医典[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1983: 10.
- [7] 毛继祖, 吉守祥. 藏药方剂宝库[M]. 兰州: 甘肃民族出版社, 2014: 6.
- [8] 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(3): 859-865.
- [9] Hu N, Zheng J, Li W, et al. Isolation, stability and antioxidant activity of anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murray and *Nitraria tangutorum* Bobr. of Qinghai-Tibetan plateau[J]. Sep Sci Technol, 2014, 49(18): 2897-2906.

- [10] Sang J ,Dang K ,Ma Q ,et al. Partition behaviors of different polar anthocyanins in aqueous two - phase systems and extraction of anthocyanins from *Nitraria tangutorun* Bobr. and *Lycium ruthenicum* Murr. [J]. Food Anal Methods 2018 ,11( 4) : 980 - 991.
- [11] Chen S ,Zeng Z ,Hu N ,et al. Simultaneous optimization of the ultrasound - assisted extraction for phenolic compounds content and antioxidant activity of *Lycium ruthenicum* Murr. fruit using response surface methodology [J]. Food Chem ,2018 , 242: 1 - 8.
- [12] Zhang G ,Chen S ,Zhou W ,et al. Rapid qualitative and quantitative analyses of eighteen phenolic compounds from *Lycium ruthenicum* Murray by UPLC - Q - Orbitrap MS and their antioxidant activity [J]. Food Chem 2018 269: 150 - 156.
- [13] 楼舒婷 ,林雯雯 ,孙玉敬 ,等. 黑果枸杞中多酚的体外消化及其抗氧化性研究 [J]. 食品工业科技 ,2015 ,36( 11) : 66 - 69.
- [14] 李淑珍 ,李进 ,杨志江 ,等. 黑果枸杞类黄酮的提取和精制工艺研究 [J]. 食品研究与开发 2008 29( 8) : 82 - 87.
- [15] Chi X ,Xiao Y ,Dong Q ,et al. Fatty acid composition of *Lycium ruthenicum* collected from the Qinghai - Tibetan plateau [J]. Chem Nat Compd 2016 52( 4) : 674 - 675.
- [16] 彭强 ,吕晓鹏 ,黄琳娟 ,等. 黑果枸杞多糖的纯化工艺研究 [J]. 西北农业学报 2012 21( 2) : 121 - 126.
- [17] Peng Q ,Lv X ,Xu Q ,et al. Isolation and structural characterization of the polysaccharide LRGPI from *Lycium ruthenicum* [J]. Carbohydr Polym 2012 90( 1) : 95 - 101.
- [18] Peng Q ,Song J ,Lv X ,et al. Structural characterization of an arabinogalactan - protein from the fruits of *Lycium ruthenicum* [J]. J Agric Food Chem 2012 60( 37) : 9424 - 9429.
- [19] Lü X ,Wang C ,Cheng Y ,et al. Isolation and structural characterization of a polysaccharide LRP4 - A from *Lycium ruthenicum* Murr. [J]. Carbohydr Res 2013 365: 20 - 25.
- [20] 刘洋 ,殷璐 ,龚桂萍 ,等. 黑果枸杞叶多糖 LRLP3 的结构、抗氧化活性及免疫活性 [J]. 高等学校化学学报 2016 37( 2) : 261 - 268.
- [21] Zhao J ,Xu F ,Ji T ,et al. A new spermidine from the fruits of *Lycium ruthenicum* [J]. Chem Nat Compd ,2014 ,50( 5) : 880 - 883.
- [22] Altintas A ,Kosar M ,Kirimer N ,et al. Composition of the essential oils of *Lycium barbarum* and *L. ruthenicum* fruits [J]. Chem Nat Compd 2006 42( 1) : 24 - 25.
- [23] 王航宇 ,邓峰美 ,刘金荣 ,等. 黑果枸杞无机元素分析 [J]. 中药材 2002 25( 4) : 267 - 267.
- [24] 矫晓丽 ,迟晓峰 ,董琦 ,等. 柴达木野生黑果枸杞营养成分分析 [J]. 氨基酸和生物资源 2011 33( 3) : 60 - 62.
- [25] 杨斌 ,王向未. 黑枸杞及其功能性成分在食品工业中的应用及开发进展 [J]. 轻工科技 2014 10: 22 - 23.
- [26] Lin J ,Zhang Y ,Wang X ,et al. *Lycium ruthenicum* extract alleviates high - fat, diet - induced nonalcoholic fatty liver disease via enhancing the AMPK signaling pathway [J]. Mol Med Rep 2015 ,12( 3) : 3835 - 3840.
- [27] 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.
- [28] Duan Y ,Chen F ,Yao X ,et al. Protective effect of *Lycium ruthenicum* Murr. against radiation injury in mice [J]. Int J Environ Res Pub Heal 2015 ,12( 7) : 8332 - 8347.
- [29] Tang J ,Yan Y ,Ran L ,et al. Isolation ,antioxidant property and protective. effect on PC12 cell of the main anthocyanin in fruit of *Lycium ruthenicum* Murray [J]. J Funct Foods 2017 , 30: 97 - 107.
- [30] 古丽达娜 ,贾琦珍 ,陶大勇 ,等. 黑果枸杞色素对小鼠常压耐缺氧及游泳耐力的影响 [J]. 时珍国医国药 2009 20( 11) : 2682.
- [31] 武雪玲 ,李筱筱 ,贾世亮 ,等. 黑果枸杞花青素对 A $\beta$  - (42) 致痴呆模型大鼠记忆力及抗氧化活性研究 [J]. 现代食品科技 2017 33( 3) : 29 - 34.
- [32] Zhang G ,Chen S ,Zhou W ,et al. Anthocyanin composition of fruit extracts from *Lycium ruthenicum* and their protective effect for gouty arthritis [J]. Ind Crops Prod 2019 ,129: 414 - 423.
- [33] Feng W ,He E ,Chen Q ,et al. Study on the effect of *Lycium ruthenicum* Murray fruit polysaccharide on the athletic ability of mice and the dose - effect [J]. Chin Arid Zone Res 2009 , 26( 4) : 586 - 590.
- [34] 陈晓琴. 黑果枸杞果实多糖的制备与抗疲劳、降血糖生物功效的研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学硕士学位论文 , 2007.
- [35] Peng Q ,Liu H ,Shi S ,et al. *Lycium ruthenicum* polysaccharide attenuates inflammation through inhibiting TLR4/NF -  $\kappa$ B signaling pathway [J]. Int J Biol Macromol ,2014 ,67: 330 - 335.
- [36] 张轲 ,曹建民 ,郭娴. 黑果枸杞对大鼠运动性肾缺血再灌注损伤的保护作用 [J]. 首都体育学院学报 ,2017 27: 85 - 89.

收稿日期:2019 - 01 - 09