

枸杞的生物学功能及其在动物生产中的应用

葛影影, 何国戈*, 郑经成, 胡克科, 别又才 (清远市农业科技推广服务中心, 广东清远 511500)

摘要 枸杞是一种传统的药食兼用型中药, 属于茄科枸杞属灌木植物。枸杞的主要生物活性物质有枸杞多糖、甜菜碱、枸杞色素等, 具有抗菌、抗氧化、降血糖、免疫调节等生理功能。枸杞及其提取物、枸杞粉、枸杞渣等作为功能性饲料添加剂在动物生产中的研究已有报道, 应用价值高、开发前景广。综述了枸杞的主要活性成分及生理功能, 枸杞在动物生产中的实际应用, 旨在为枸杞的合理开发利用提供参考。

关键词 枸杞; 活性成分; 生理功能; 动物生产

中图分类号 S816.7 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)03-0025-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The Biological Function of *Lycium barbarum* and Its Application in Animal Production

GE Ying-ying, HE Guo-ge, ZHENG Jing-cheng et al (Qingyuan Agricultural Science and Technology Promotion Center, Qingyuan, Guangdong 511500)

Abstract *Lycium barbarum* is a traditional Chinese medicine and food, and belong to the shrub plants of the Solanaceae and *Lycium*. The main biological active substances of *Lycium barbarum* have *Lycium barbarum* polysaccharide, betaine, *Lycium barbarum* pigment, etc., which have physiological functions including antibacterial, antioxidant, hypoglycemic and immune regulation. Researches on *Lycium barbarum* and its extracts, *Lycium barbarum* powder, *Lycium barbarum* residue, which can be used as functional feed additives in animal productions have been reported, it has a high application value and broad development prospects. The paper reviewed the main active ingredients and physiological functions of *Lycium barbarum*, the practical application in animal production, so as to provide a reference for the reasonable development and utilization of *Lycium barbarum*.

Key words *Lycium barbarum*; Active ingredient; Physiological function; Animal production

枸杞(*Lycium barbarum*)是一种多年生茄科枸杞属灌木植物,喜冷凉,耐干旱,适应性强,常生于山坡、荒地、丘陵、盐碱地及路边,也可在我国宁夏、青海、甘肃等地区大面积种植。枸杞是一种野生型药用植物,其药用部位主要有果实、果柄、果茎、叶片和根部,在我国已有两千多年的种植和用药历史,具有增强免疫力、补虚益精、清热明目的保健功能^[1]。在明代李时珍的《本草纲目》都有记载春天采叶、夏季采花、秋季采果、冬季采根皮,具有解热止咳之功效^[2]。除此之外,枸杞叶片清甜爽滑,在两广地区可作蔬菜食用。枸杞还可以加工成各种食品、饮料、油料、保健酒、保健品等,如枸杞饼干、枸杞饮品、枸杞保健酒^[3-5]。目前枸杞主要在宁夏和青海大量种植,并形成产业核心区,加工成各种各样的产品,产值不断增加,有效解决当地群众的就业难题,带动当地经济发展。我国枸杞种植资源较丰富,营养价值高。近年来,针对枸杞的药用效果研究较多,而枸杞其他药用部位一直未得到合理利用。枸杞每年在加工生产中大量废弃,直接造成功能性饲料添加剂资源的浪费和环境污染。枸杞其他药用部位作为新型饲料资源,既拓宽饲料资源种类,又充分利用加工废弃后的枸杞副产品,可利用价值大、开发前景广。

1 枸杞的营养成分

枸杞是传统的药食兼用型中药,主要营养成分及活性物质有枸杞多糖、甜菜碱、类胡萝卜素、枸杞黄酮、蛋白质及17种氨基酸等,可以发挥营养调控和保健的功效。枸杞口感甘

甜,具有增强免疫、抗氧化、抗肿瘤、降血糖、降血脂、调节和保护神经、视觉、生殖系统的功能。

2 枸杞的生物活性成分及其特性

2.1 枸杞多糖 枸杞多糖(*Lycium barbarum* polysaccharide, LBP)作为一种水溶性多糖,是枸杞中最主要的活性成分之一。现已有很多研究表明枸杞多糖具有促进免疫、抗氧化、降血糖血脂、生殖功能保护和改善等作用^[6]。LBP是从枸杞中提取的由多肽或蛋白质与多糖构成的水溶性复合多糖,主要包括鼠李糖、半乳糖、阿拉伯糖、葡萄糖、甘露糖等酸性杂多糖,糖蛋白是其主要化学结构^[7]。生产中常用的提取方法有酶提取法、微波提取法、超声波提取法等。甘肃酒泉、新疆乌苏、宁夏银川枸杞子中枸杞多糖的含量分别为6.44%、3.21%和2.71%^[8-9]。

夏惠等^[10]研究发现,300 mg/d的LBP摄入量可以降低II型糖尿病人群的血糖浓度。LBP通过调节氨基酸代谢途径激发肝脏糖原合成酶(glycogen synthase, GS)的蛋白表达,阻止血糖水平的升高并缓解病情。研究报道,LBP对患糖尿病大小鼠的空腹血糖浓度具有降低作用^[11]。LBP对神经系统的保护作用已有较多报道。赵芳芳等^[12]研究发现,LBP对兔视网膜色素上皮细胞光损伤具有潜在的保护作用,这说明LBP可能是通过抑制线粒体通路中与抗凋亡有关的Cyt-C、Caspase-9、Caspase-3蛋白分子的表达而起到保护预防作用。郭健等^[13]研究指出,LBP能够抑制大鼠视神经细胞凋亡,对视神经细胞氧化损伤起保护作用,也可以提高大鼠视网膜中超氧化物歧化酶(SOD)活性,降低丙二醛(MDA)含量,阻断视网膜病变并阻止其生长扩张。LBP在生殖系统方面具有良好的保护功能。LBP能够促进精原干细胞的增

作者简介 葛影影(1993—),女,安徽淮北人,畜牧师,硕士,从事畜牧技术推广研究。*通信作者,兽医师,从事畜牧兽医技术推广研究。

收稿日期 2020-06-11; **修回日期** 2020-07-30

殖^[14]。谭秋慧等^[15]研究发现 LBP 对热应激大鼠生精细胞具有潜在的生殖保护作用,证明了 LBP 对生殖系统具有改善和保护作用,它通过线粒体抗凋亡机制,抑制 Caspase-3 蛋白的表达。王彩霞^[16]在 LBP 对 D-半乳糖致小鼠衰老模型试验中发现,LBP 可使小鼠皮肤组织中总抗氧化能力活性明显升高,脂褐质含量显著下降,表明 LBP 具有良好的抗氧化延缓衰老的功能。有关研究显示,LBP 还具有抗炎、抗肿瘤、护肝等药理作用。

2.2 甜菜碱 甜菜碱是存在于枸杞果实、叶片、果柄中的主要生物碱之一。枸杞促进脂质代谢或抗脂肪肝的药理作用主要是由枸杞所含的甜菜碱引起的,它具有提供甲基供体的功能^[17]。常用于检测甜菜碱含量的方法有分光光度法、高效液相色谱、离子色谱法等。甘肃酒泉、新疆乌苏、宁夏银川枸杞子中甜菜碱含量分别为 1.21%、0.83% 和 0.65%^[8-9]。

甜菜碱可以维持细胞渗透压,是机体良好的渗透调节剂,低浓度的甜菜碱可以抵抗无机渗透调节剂对酶活性和代谢过程的毒害,同时对能量代谢和有氧呼吸也有直接的保护作用。甜菜碱具有提供甲基供体的功能,可以作为饲料添加剂节省部分蛋氨酸的使用,保证蛋氨酸循环及卵磷脂的正常合成。甜菜碱能够抵抗胆汁酸引起的肝细胞凋亡,在多种肝脏疾病治疗中有功效^[18]。甜菜碱在机体内能迅速合成积累以减少水分流失,并维持蛋白质和生物膜正常的结构和功能。张爱君等^[19]研究显示,相比苦参碱和氧化苦参碱,甜菜碱对部分细菌和真菌的体外抑制效果较好。夏文颖等^[20]研究发现,甜菜碱对产膜细菌具有杀菌效果,能够抑制铜绿假单胞菌生物膜的产生和分散,可用于该种细菌的感染治疗。

2.3 枸杞色素 枸杞色素是存在于枸杞果实中的呈色物质之一,是枸杞的重要营养活性成分,主要含有类胡萝卜素、叶黄素和其他呈色物质。研究发现,因品种和品质不同的枸杞表皮颜色特征有明显差异,枸杞表皮红色与类胡萝卜素含量之间存在显著正相关($P < 0.05$)^[21]。类胡萝卜素是枸杞色素中的主要活性成分,是维生素 A(Va)原,即 Va 的合成前体,具有抗氧化、提高免疫力、保护和改善视力等重要生理功能。类胡萝卜素是一种可以吸收可见光的色素,能促进视觉细胞内的感光物质合成,对视觉系统、皮肤组织具有保护和改善作用。郑坚强等^[22]通过响应面法萃取枸杞类胡萝卜素,发现其自由基清除率较高,抗氧化活性较强;类胡萝卜素也可作为食用色素和抗氧化剂用于食品保质。

3 枸杞在动物生产中的应用

枸杞含有的营养成分和生物活性物质,使其在食品、药品和保健品等方面日益受到研究者的关注。除了作为食品进行滋补、作为药品进行疾病治疗外,也对枸杞及其提取物在动物生产上的实际应用进行了大量试验研究,证实枸杞及提取物对动物无毒副作用。将枸杞、枸杞粉、枸杞渣及枸杞提取物添加到不同动物饲料中进行饲喂,可以提高动物的生长性能、抗氧化能力、免疫力和肉产品品质。

3.1 枸杞在单胃动物中的应用 研究显示,添加 LBP 可以促进雏鸡免疫器官的发育,增强机体免疫力和提高新城疫抗

体效价^[23]。韩占兵等^[24]在蛋鸡日粮中添加不同水平的枸杞渣,发现当添加量为 5.0% 时,可以提高蛋鸡产蛋率,改善蛋黄颜色,降低蛋重和料蛋比。据白乾云^[25]报道,给蛋鸡饲喂枸杞粉可以促进蛋鸡的生产性能和调节蛋鸡脂质代谢。孙甜甜等^[26]在肉鸡日粮中添加不同剂量的 LBP,可以提高肉鸡屠宰性能和丰富肌肉氨基酸的组成,当添加量为 0.7% 和 1.0% 能显著提高肉质风味。王硕等^[27]利用枸杞多糖的抗氧化和防止遗传损失特性在负压条件下进行精液保存,发现在基础稀释液中添加 1.5 mg/mL 枸杞多糖能提高精子保存质量,改善精液保存效果。研究还发现,饲喂 5% 枸杞渣可以提高育肥猪的日增重,降低料肉比,猪肉中的多不饱和脂肪酸含量增加,保健功能突出,养殖经济效益明显提高^[28]。

3.2 枸杞在草食动物中的应用 大量研究表明,枸杞及枸杞多糖具有良好的免疫调节作用,有助于增强机体免疫力。研究发现,给藏羊饲喂 2% 枸杞可以提高其对饲料营养物质的消化利用率及血清中的免疫球蛋白水平,并降低胆固醇含量,表明枸杞能促进机体的生产性能和免疫功能^[29]。阎宏等^[30]通过山羊瘤胃降解研究发现,枸杞渣中的粗蛋白和粗脂肪含量较高,有利于瘤胃对养分的降解和消化。马吉锋等^[31]研究发现,给架子牛饲喂 LBP 免疫增效剂 7 d,血液中的白细胞和淋巴细胞数量增多,细胞因子水平明显升高,免疫球蛋白含量增加,可以用作架子牛的免疫调节剂。研究还发现,LBP 对围产期奶牛免疫力也具有增强的试验效果^[32]。刘亚娟等^[33]给肉兔日粮中添加 1% LBP,可以促进肉兔的生长发育,增加兔毛产量,提高生长性能。

3.3 枸杞在水生动物中的应用 谭连杰等^[34]研究表明,添加 0.1% LBP 对卵形鲳鲈的抗氧化功能和免疫功能具有促进作用,对生长性能无明显影响,但有一定程度的降血糖、降血脂作用。研究还发现,利用 LBP 饲喂金丝鱼,适宜浓度的添加量可以降低氧化损伤,提高机体血清抗氧化酶活性和非特异性免疫力^[35]。饲喂黄颡鱼也具有以上优点,并且可以提高其增重率,降低料肉比^[36]。

4 小结与展望

上述研究表明,在不同动物日粮中添加一定量的枸杞及其提取物,可以促进动物生长、调节机体免疫、降血脂血糖等。同时,枸杞多糖的抗氧化性能在猪、卵形鲳鲈、金丝鱼中具有明显表现,也有助于抗应激损伤、改善肉品质。可以看出,枸杞作为一种饲料资源添加剂,在动物养殖方面有着广阔的应用前景。

目前对枸杞在动物生产中的应用研究主要集中在对生长性能、免疫调节、生殖系统保护等方面的研究,而对枸杞甜菜碱调控动物糖脂代谢的作用机理、枸杞及其提取物在动物生产中应用的系统报道较少。因此,在动物生产应用中可通过向动物饲料中添加枸杞甜菜碱,研究对动物糖脂代谢的影响,进一步证明枸杞甜菜碱在动物生产中的应用保健价值。同时,对枸杞及其提取物在不同动物中的适宜添加量进行试验比较,充分开发利用好枸杞饲料资源。另外,对枸杞活性成分、加工副产品也要科学提取、合理利用,旨在为动物生产

制备绿色、健康的饲料添加剂产品。

参考文献

- [1] 张晓煜,刘静,王连喜.枸杞品质综合评价体系构建[J].中国农业科学,2004,37(3):416-421.
- [2] 王思月.枸杞多糖对肉鸡肠道微生物区系、免疫功能及相关基因表达的影响[D].长春:吉林农业大学,2019.
- [3] 曹丽萍,马秀花,肖明,等.青稞枸杞酥性饼干的配方及质构特性[J].食品工业,2020,41(5):121-125.
- [4] 张梅,张世林,李晓君,等.枸杞紫苏复合蛋白固体饮料的研制[J].饮料工业,2020,23(2):51-57.
- [5] 王文娟.南瓜枸杞保健酒的开发研究[J].现代食品,2019(11):48-51.
- [6] JIN M L,HUANG Q S,ZHAO K,et al. Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. [J]. International journal of biological macromolecules,2013,54:16-23.
- [7] 刘源才,孙细珍,许银,等.枸杞多糖组成及含量测定方法的改进[J].食品科学,2013,34(12):292-295.
- [8] 张丽,尤慧芳,黄金龙,等.新疆乌苏和宁夏银川枸杞子的质量对比分析[J].中医药导报,2019,25(14):62-65.
- [9] 史蓉,周丽,段亨,等.枸杞提取液的活性成分分析及其抑菌性、抗氧化性[J].食品工业科技,2019,40(1):72-76.
- [10] 夏惠,孙桂菊.枸杞多糖对2型糖尿病患者代谢组学影响研究[C]//中国营养学会,亚太临床营养学会,江苏省科学技术协会,等.营养研究与临床实践——第十四届全国营养科学大会暨第十一届亚太临床营养大会、第二届全球华人大会论文摘要汇编.北京:中国营养学会,2019.
- [11] ZHOU Z W, JING L J, CUI G W, et al. Effects of polysaccharide from *Lycium barbarum* in alloxan-induced diabetic mice [J]. African journal of biotechnology, 2009, 8(23):6634-6637.
- [12] 赵芳芳,杨冬萍,俞洋.枸杞多糖对兔视网膜色素上皮细胞光损伤凋亡线粒体信号传导途径的影响[J].湖北中医杂志,2018,40(10):3-8.
- [13] 郭健,徐国兴,王婷婷,等.枸杞多糖对糖尿病大鼠视网膜神经细胞氧化损伤的保护作用[J].中国临床药理学杂志,2015,31(24):2448-2450.
- [14] 刘慧莲.枸杞多糖对小鼠精原干细胞增殖作用的影响[J].安徽农业科学,2012,40(3):1490-1492.
- [15] 谭秋慧,安长新,萧云,等.枸杞多糖对热应激大鼠生精细胞凋亡的保护作用及其机制研究[J].中华男科学杂志,2012,18(1):88-92.
- [16] 王彩霞.枸杞多糖对D-半乳糖诱导衰老小鼠皮肤的影响[J].中国老年学杂志,2015,35(22):6360-6362.
- [17] 白寿宁.宁夏枸杞研究:上册[M].银川:宁夏人民出版社,1998:552-559.
- [18] 黄红娜,张丹参,郑晓霞,等.甜菜碱药理作用的研究进展[J].医学综述,2009,15(24):3788-3789.
- [19] 张爱君,王秀青,杨凤琴,等.甜菜碱体外抑菌活性的研究[J].宁夏医学杂志,2011,33(12):1146-1147.
- [20] 夏文颖,王珏,金菲,等.甜菜碱对铜绿假单胞菌生物膜形成与分散及耐药性的影响[J].临床检验杂志,2017,35(4):258-260.
- [21] 米佳,禄璐,戴国礼,等.枸杞色泽与其类胡萝卜素含量和组成的相关性[J].食品科学,2018,39(5):81-86.
- [22] 郑坚强,叶豪,司俊玲,等.响应面优化萃取宁夏枸杞类胡萝卜素工艺研究[J].江苏农业科学,2019,47(7):197-201.
- [23] 郑志新.枸杞多糖对雏鸡新城疫免疫效果的影响[J].畜牧与饲料科学,2015,36(1):1-3.
- [24] 韩占兵,吕兴东,杨朋坤,等.日粮添加枸杞渣对蛋鸡生产性能与蛋品质的影响[J].中国家禽,2020,42(1):53-56.
- [25] 白乾云.日粮中添加枸杞粉对蛋鸡生产性能和血清脂类代谢指标的影响[J].中国饲料,2012(8):22-23,30.
- [26] 孙甜甜,高云航,周海柱,等.枸杞多糖对21日龄肉仔鸡生产性能及肌肉氨基酸组成的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2019(20):118-122.
- [27] 王硕,赵家辉,邹一诺,等.枸杞多糖对17℃负压环境下猪精子保存质量的影响[J].中国畜牧杂志,2020,56(5):95-99.
- [28] 黄红卫,杜杰,尹庆宁,等.枸杞渣对育肥猪生长性能、抗病力及猪肉品质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2015(17):131-134.
- [29] 王启菊,张玉花,晁生玉,等.饲料中添加枸杞对藏羊血清免疫球蛋白的影响[J].中国草食动物科学,2016,36(6):64-66.
- [30] 阎宏,任万哲,刘红霞.枸杞生产加工废弃物饲用价值评价[J].饲料工业,2009,30(23):45-47.
- [31] 马吉锋,王建东,于洋,等.饲喂枸杞多糖对架子牛免疫球蛋白水平和细胞因子分泌的影响[J].畜牧与兽医,2019,51(3):123-125.
- [32] 王建东,马吉锋,侯鹏霞,等.枸杞多糖对围产期奶牛抗体水平和细胞因子分泌的影响[J].动物医学进展,2018,39(4):68-71.
- [33] 刘亚娟,陈赛娟,陈宝江,等.枸杞多糖对生长獭兔屠宰性能、免疫器官发育及肉质性状的影响[J].动物营养学报,2018,30(2):635-640.
- [34] 谭连杰,林黑着,黄忠,等.枸杞多糖对卵形鲳鲹生长性能、抗氧化能力及血清免疫、生化指标的影响[J].动物营养学报,2019,31(1):418-427.
- [35] 白东清,吴旋,李玉华.枸杞多糖、灵芝多糖对金鲫鱼生化指标的影响[J].中国饲料,2011(1):30-32.
- [36] 白东清,吴旋,杨广,等.枸杞多糖对黄颡鱼免疫细胞活性的影响[J].水产科技情报,2011,38(1):6-9.

(上接第24页)

- [115] EGERTON-WARBURTON L M, ALLEN E B. Shifts in arbuscular mycorrhizal communities along an anthropogenic nitrogen deposition gradient [J]. Ecological applications, 2000, 10(2):484-496.
- [116] DEFOREST J L, ZAK D R, PREGITZER K S, et al. Atmospheric nitrate deposition and the microbial degradation of cellobiose and vanillin in a northern hardwood forest [J]. Soil biology and biochemistry, 2004, 36(6):965-971.
- [117] 薛璟花,莫江明,李炯,等.氮沉降对外生菌根真菌的影响[J].生态学报,2004,24(8):1789-1796.
- [118] LILLESKOV E A, FAHEY T J, HORTON T R, et al. Belowground ectomycorrhizal fungal community change over a nitrogen deposition gradient in Alaska [J]. Ecology, 2002, 83(1):104-115.
- [119] CARFRAE J A, SKENE K R, SHEPPARD L J, et al. Effects of nitrogen with and without acidified sulphur on an ectomycorrhizal community in a Sitka spruce (*Picea sitchensis* Bong. Carr) forest [J]. Environmental pollution, 2006, 141(1):131-138.
- [120] DIGHTON J, TUININGA A R, GRAY D M, et al. Impacts of atmospheric deposition on New Jersey pine barrens forest soils and communities of ectomycorrhizae [J]. Forest ecology and management, 2004, 201(1):131-144.
- [121] ABER J, MCDOWELL W H, NADELHOFFER K J, et al. Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems: Hypotheses revisited [J]. BioScience, 1998, 48(11):921-934.
- [122] MAGILL A H, ABER J D, BERNTSON G M, et al. Long-term nitrogen additions and nitrogen saturation in two temperate forests [J]. Ecosystems, 2000, 3(3):238-253.
- [123] WALLENTA T, KOTTKE I. Nitrogen deposition and ectomycorrhizas [J]. New phytologist, 1998, 139(1):169-187.
- [124] TAYLOR A F S, MARTIN F, READ D J. Fungal diversity in ectomycorrhizal communities of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] and beech (*Fagus sylvatica* L.) along north-south transects in Europe [M]//SCHULZE F D. Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems. Berlin: Springer Verlag, 2000:343-365.