

女贞子的生物学功能及其在畜禽生产中的应用

洪玲玲^{1,2} 印遇龙^{1,2} 肖定福^{1*}

(1.湖南农业大学动物科学技术学院,长沙 410128; 2.中国科学院亚热带农业生态研究所,动物营养生理与代谢过程湖南省重点实验室,亚热带农业生态重点实验室,畜禽养殖污染控制与资源化技术国家工程实验室,湖南省畜禽健康养殖工程技术研究中心,农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站,长沙 410125)

摘要: 女贞子是一种常用的中草药药材,富含齐墩果酸、红景天苷、特女贞苷、同分异构体熊果酸、多糖多酚等成分,具有增强动物机体抗氧化、提高免疫力、调节脂质代谢、抗炎抑菌和抗癌等生物学作用。本文阐述了女贞子的主要生物学功能及作用机制,并对其在畜禽生产中的应用研究进展进行综述。

关键词: 女贞子;生物学功能;作用机制;畜禽生产;应用

中图分类号: S816

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2020)08-3489-07

女贞子(*Fructus ligustri lucidi*)属木犀科女贞的干燥成熟果实,其化学成分主要包括三萜类、环烯醚萜、黄酮类、多酚、多糖、氨基酸、脂肪酸、挥发油类、色素及微量元素等,其中主要活性成分是齐墩果酸(OLA)、红景天苷、特女贞苷、熊果酸等单体化合物^[1]。女贞子作为中药应用已有2 000多年,并于2005年列入《中华人民共和国兽药典》。女贞子具有抗氧化、提高免疫力、抗炎抑菌、降血糖、调节脂质代谢和抗癌等药理作用,在“替抗”产品的研究上有着较高的发展潜力^[2]。近些年相关工作者在开发女贞子饲料添加剂方面做了大量的研究工作并取得了较好的效果,为中药女贞子在畜牧业的应用提供了科学依据。随着我国生态高效畜牧业的推广与发展以及人们对食品安全与环保意识的不断增强,我国畜牧业逐渐进入“禁抗”时代,被寄予厚望的中草药饲料添加剂将发挥至关重要的作用。女贞子在我国分布广泛、资源多、价格低廉,它作为饲料添加剂具备无残留、无抗药性等特点,且在畜禽健康与生产性能方面具有明显效果。因此,本文综述了女贞子的生物学功能与作用机制及其在畜禽生产中的应用研究进展,

以为女贞子开发利用和动物健康养殖提供参考。

1 女贞子的生物学功能

1.1 抗氧化

女贞子的活性成分能够激活多种抗氧化信号通路提高体内抗氧化酶的活性,增强体内的抗氧化能力。女贞子中的三萜类、环烯醚萜、多糖物质主要通过提高抗氧化酶活性与抑制脂质过氧化清除机体的自由基,增强机体的抗氧化能力^[3-5]。女贞子内富含的OLA可通过以下途径增强抗氧化酶活性,提高抗氧化能力:1)通过促进解耦联蛋白2的表达,能够降低活性氧(ROS)含量及细胞色素-C和凋亡诱导因子的释放来减轻机体的氧化损伤^[6];2)通过介导激活T-box转录因子20(TBX20)/过氧化物酶体增植物激活受体 γ (PPAR γ)/对氧磷酶2(PON2)信号通路,增强谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、过氧化氢酶(CAT)、一氧化氮合酶(NOS)活性并降低ROS含量和提高一氧化氮(NO)含量^[7-8];3)通过抑制凝集素样受体-1(LOX-1)/尼克酰胺腺嘌呤二核苷

收稿日期:2020-01-06

基金项目:国家自然科学基金项目(31872991);校企横向项目

作者简介:洪玲玲(1994—),女,湖南株洲人,硕士研究生,研究方向为动物营养。E-mail: 949668614@qq.com

*通信作者:肖定福,副教授,博士生导师,E-mail: xiaodingfu2001@163.com

酸磷酸氧化酶(NADPH)/ROS信号通路的活化,激活核因子E2相关因子2(Nrf2)/血红素加氧酶-1(HO-1)信号通路,提高超氧化物歧化酶(SOD)活性,增加谷胱甘肽(GSH)含量,并降低丙二醛(MDA)与ROS含量^[9-10]。机体的氧化应激如线粒体氧化酶的释放、血管内皮细胞的氧化损伤、细胞凋亡等与p66Shc基因的调控密切相关^[11]。女贞子其活性成分特女贞苷可通过抑制p66Shc基因降低血管内皮细胞的氧化损伤及抑制凋亡相关基因和蛋白的表达,增强SOD的活性,并降低MDA的含量^[12]。女贞子中的多糖可通过抑制丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)通路的细胞外信号调节激酶(ERK)、p38丝裂原活化蛋白激酶(p38)和c-Jun氨基末端激酶(JNK)基因的表达,抑制MDA的产生,缓解脂质过氧化反应,降低自由基等氧化物对体内造成的氧化损伤^[13]。陈志辉等^[14]研究表明,女贞子可促进GSH-Px家族同工酶中谷胱甘肽过氧化物酶4(GPx4)基因的表达来提高GSH-Px的活性,增加肉鸡的总抗氧化能力(T-AOC)与SOD的活性,降低MDA的含量。有研究表明,女贞子提取物通过调节NADPH氧化酶4(Nox4)/ROS/核转录因子- κ B(NF- κ B)信号通路,提高T-AOC和NO的含量以及降低MDA和ROS自由基8-羟基去氧鸟苷(8-OHdG)的含量来抵抗机体产生的氧化损伤^[15]。

1.2 提高机体免疫力

女贞子提取物能够增加动物免疫器官指数并提高机体非特异性免疫、细胞免疫及体液免疫。女贞子提取物能通过调节机体的网状内皮系统吞噬功能,对抗环磷酰胺所致的炎症降低白细胞的数量;同时女贞子提取物中的多糖能提高天然杀伤细胞活性与单核巨噬细胞吞噬活性^[16-17]。女贞子提取物中红景天苷成分高于80 μ mol/L能提高机体巨噬细胞的吞噬功能,其机理可能是通过增强脂多糖/ γ -干扰素刺激巨噬细胞的增殖与吞噬功能,并可能促进巨噬细胞分泌NO^[18]。侯磊等^[19]研究表明,女贞子粉及其萃取物均可提高血清中免疫球蛋白(Ig)G、补体3(C3)含量,增强机体的免疫力,提高脾脏指数。同时也有研究表明,女贞子其萃取物可明显增强免疫力,对动物抗体效价、脾脏指数与胸腺指数等均有提高^[20-21]。Jiang等^[22]研究表明,女贞子多糖可明显促进小鼠T淋巴细胞活性,增强多种免疫细胞活性。Wang

等^[23]研究表明,含女贞子的复合中草药制剂可显著增强机体的淋巴细胞转化率,并能增加免疫器官的重量。其作用机制可能是提高了CD4⁺/CD8⁺和CD4⁺/CD8⁻细胞亚群比率与调节Th1和Th2相关细胞因子的表达,促进Th1淋巴细胞内抗炎因子如白细胞介素(IL)-2、干扰素- γ (IFN- γ)和肿瘤坏死因子- α (TNF- α)的含量,同时Th2淋巴细胞的促炎因子IL-4和IL-10的含量降低,因此淋巴细胞的免疫活性增加^[23-24]。

1.3 抗炎和抑菌

女贞子具有良好的抗炎作用。女贞子中的活性成分参与抗炎的机理可能是抑制炎症介质前列腺素的合成与释放,通过抑制信号通路NF- κ B的活化阻碍脂多糖诱导的巨噬细胞内产生肿瘤坏死因子等炎症介质的发生^[25-26]。余亮亮等^[27]研究表明,女贞子中的多糖通过调节睾丸支持细胞分泌IL-1 β 、IL-6和转化生长因子- β (TGF- β)缓解大鼠睾丸支持细胞的炎症损伤,可减少细胞凋亡。Yang等^[28]研究发现,女贞子的OLA通过抑制高迁移率族蛋白B1(HMGB-1,一种炎症递质)信号通路,抑制HMGB-1细胞表面受体的表达,并抑制NF- κ B和TNF- α 炎症因子的生成,从而抑制该细胞促炎症反应的发生。同样,研究表明OLA通过抑制毛细血管的通透性、细胞黏附分子(CAMs)的表达以及白细胞的黏附和迁移而产生抗炎作用^[29]。女贞子富含的OLA也是广谱抗生素的主要成分。据报道,女贞子对金黄色葡萄球菌、海鱼弧菌、布鲁氏菌、哈维氏弧菌、嗜水气单胞菌、创伤弧菌等细菌均具有抑制作用^[30-33]。其作用机理可能是女贞子的OLA抑制肽聚糖的生成与更新,抑制细菌生物膜的形成,并改变细菌细胞形态,作用细菌细胞外膜,从而导致细菌自溶^[34-36]。可见,女贞子具有一定的抑菌作用。

1.4 调节脂质代谢

女贞子可以降低血脂水平,调节脂质代谢。张瑞霜等^[37]报道,女贞子提取物能降低蛋鸡血清的甘油三酯(TG)和低密度脂蛋白(LDL)含量,并增加高密度脂蛋白(HDL)的含量。王石峰等^[38]研究表明,女贞子的OLA能抑制动物机体脂肪细胞脂质的生成;也有研究发现,女贞子中的红景天苷成分能降低小鼠的血脂、血浆游离脂肪酸含量,促进脂肪的利用^[39]。其作用机理可能是女贞子中OLA可激活G蛋白偶联胆汁酸受体5(TGR5),通

过 JNK 途径促进 miRNA-26a 的表达,提高机体对胰岛素的敏感性,降低血糖与机体的脂肪沉积^[40];而女贞子中红景天苷可通过抑制小鼠体内 miRNA-370 的活性来抑制 miR-122 的表达,激活 AMP 依赖的蛋白激酶(AMPK),并通过抑制糖异生代谢的关键基因磷酸烯醇式丙酮酸激酶(PEPCK)和葡萄糖-6-磷酸酶(G6Pase)表达,抑制脂质的形成^[41]。综上所述,女贞子具有抑制脂肪沉积、调节脂质代谢的作用。

1.5 抗癌

女贞子的抗肿瘤机制尚不明确,但是女贞子提取物可通过抑制肿瘤细胞相关蛋白的表达提高肿瘤细胞凋亡率,诱导肿瘤细胞凋亡^[42]。其作用机制可能是女贞子提取物增加 B 淋巴细胞瘤-2(BCL-2)、原癌基因(C-myc)和抑癌基因 16(P16)的表达,并阻碍 P16 的高甲基化作用,抑制肝癌细胞的增殖^[43]。女贞子中红景天苷成分通过抗氧化的作用能抑制人纤维瘤细胞的内 ROS 的过度产生,并调节蛋白激酶 C 和细胞外的信号通路胞外基质内酶的活性,阻碍肿瘤细胞的生长和转移^[44]。可见,女贞子可有效抑制癌细胞的增殖,具有抗癌功能。

2 女贞子在畜禽生产中的应用

2.1 在猪生产中的应用

在饲料中添加女贞子可提高肠道消化与吸收能力并降低腹泻率,提高仔猪的生长性能,增强免疫力和抗氧化能力,改善肝肾功能。研究表明,女贞子可降低断奶仔猪腹泻率与增加平均日增重,降低血清尿素氮(UN)含量和谷丙转氨酶(ALT)活性,改善体内蛋白质的吸收与代谢,增加体内 SOD、GSH-Px 活性^[45]。同样研究表明,以女贞子为主要成分的复合中药制剂能降低仔猪的腹泻率,并提高仔猪血清中 IgG、IgM、IgA 的含量^[46]。张迪^[47]研究发现,饲料中添加女贞子可降低仔猪的料重比,能降低血清中 TNF- α 、IL-1 β 含量和谷草转氨酶(AST)活性以及 AST 与 ALT 的比值,并增加仔猪肠绒毛高度,降低隐窝深度。在猪空肠上皮细胞系 IPEC-J2 细胞模型研究上,也发现其能提高 IPEC-J2 细胞的活力,从而改善肠道的消化和吸收能力^[48]。而张超等^[45]研究表明,饲料添加女贞子可显著提高仔猪血清葡萄糖的含量,改善仔猪体内糖类的吸收与代谢,并能提高仔猪血清与

组织的抗氧化功能。

陈明等^[49]研究报道,女贞子可缩短母猪产仔间隔时间,改善妊娠母猪攻胎阶段情况,提高产仔重,降低母猪腹泻率。据报道,女贞子粉及其提取物可降低肥育猪肉的滴水损失,提高血清中 T-AOC 及 GSH-Px、SOD 活性,降低 MDA 含量^[50]。综上可知,女贞子提取物能提高母猪的繁殖性能,改善育肥猪肉品质,提高机体抗氧化能力。

2.2 在家禽生产中的应用

在饲料中添加女贞子提取物可提高蛋鸡肠道营养吸收和生产性能,改善蛋品质,增强机体免疫力和抗氧化能力,并能促进繁殖相关激素的分泌。陈杨超等^[51]研究发现,饲料中添加女贞子显著促进促卵泡激素等分泌,提高蛋鸡产蛋后期的产蛋率并改善蛋黄颜色和比例。饲料中添加女贞子可提高蛋鸡的产蛋率、日产蛋量,血清中孕酮、雌二醇和 IgA、IgM、IL-2、总蛋白(TP)、白蛋白(Alb)、球蛋白、HDL 含量及血细胞和脾脏淋巴细胞数量,而胆固醇、TG、睾酮的含量降低,蛋鸡回肠的绒毛高度、绒毛高度/隐窝深度增加,蛋鸡的生产性能提高,料蛋比降低^[52-54]。添加女贞子可显著降低卵裂率,女贞子的最终饲料添加量为 0.25%,可作为有效的饲料添加剂,能提高蛋鸡产蛋后期产蛋性能^[55]。饲料添加女贞子提取物可显著降低肉鸡心脏和肝脏中的 MDA 含量,并提高肉鸡心脏、肝脏和肾脏中的 SOD 活性,改善肉鸡的抗氧化状态^[56]。

在肉鸡饲料中添加女贞子提取物可提高肠道消化与吸收的能力,并提高肉鸡平均日增重、平均日采食量等生长性能指标,改善肉鸡的肉品质,增强机体抗氧化能力和免疫力。李杰等^[55]研究报道,饲料中添加女贞子粉可提高肉鸡饲料转化率和平均日增重,提高血清免疫球蛋白、IL-2 的含量,降低 MDA 含量。张艳云等^[57]研究表明,添加 1% 女贞子提取物能降低腿肌的滴水损失、剪切力以及胸肌的剪切力,并改善腿肌色泽。女贞子提取物添加剂促进文昌鸡胃肠道内蛋白酶的活性^[58]。赵香菊等^[59]研究表明,饲料中添加女贞子超微粉可显著提高肉仔鸡 T-AOC 及 SOD 和 GSH-Px 活性并降低 MDA 含量,增加外周血淋巴细胞的转化率。

盛东峰等^[60]研究报道,皖西白鹅饲喂含女贞子粉的饲料后,显著提高了平均日增重,小肠各段

pH下降,且十二指肠淀粉酶活性增强。可见,女贞子能提高鹅的生长性能以及肠道的消化与吸收功能。

2.3 在反刍动物生产中的应用

赵小伟等^[61]研究表明,泌乳奶牛饲喂添加女贞子的饲料显著提高乳脂含量和4%校正乳的产量,降低血液中TG的含量。丑有财等^[62]以女贞子为主要成分的复方女贞子中药饲喂犍牛,可提高其平均日增重,并使血清中IgG、IgA、IgM含量显著升高。曹铮等^[63]研究发现,在奶牛饲料中添加富硒女贞子可提高奶牛血液里IL-4和IFN- γ 的含量,促进外周血淋巴细胞的增殖,加强奶牛免疫功能;饲喂富硒女贞子还可提高热应激奶牛的产奶量和乳蛋白含量,缓解热应激产生的负面影响。综上可知,女贞子及其复合物具有提高奶牛和犍牛的生产性能、调节脂质代谢、增强免疫力、缓解热应激等作用。

此外,女贞子及其复合物可提高羊的生长性能和屠宰率,改善肠道的消化与吸收,并提高机体的抗氧化能力与免疫力。劳雪芬等^[64]研究发现,饲料中添加富硒女贞子可提高山羊的产奶量,增加山羊红细胞的数量,提高血清的TP和Alb含量,促进外周血淋巴细胞IL-2的分泌,增强外周淋巴细胞SOD活性。乔国华等^[65]研究表明,绵羊饲喂添加女贞子的饲料可提高饲料养分表观消化率以及绵羊的屠宰重,增加血浆中GSH的含量与SOD的活性,并降低MDA含量;羔羊饲喂添加女贞子的代乳粉可降低羔羊的腹泻率,提高体增重、体长、胸围等体尺指标以及血清IgG含量、GSH-Px活性,同时降低血清中MDA的含量。

3 小结

女贞子作为中草药用药历史悠久,且富含多种活性药理成分,具有抗氧化、增强免疫力、调节脂质代谢、抗炎抑菌和抗癌等生物学功能作用,市场推广潜力大。女贞子作为饲料添加剂具有无残留、无抗药性等特点,可作为绿色环保的替抗饲料添加剂。它应用于畜禽营养生产上可提高动物的生产性能,改善肉品质或蛋品质,提高动物机体的抗氧化及免疫功能,具有广阔的潜在应用前景。其有效活性成分种类多,但是对其提取物的生物活性机理研究还不够深入;对于不同动物品种、不同生理阶段下的添加量、添加形式仍需进一步研

究确定。目前女贞子在畜禽养殖业及兽医用药添加的应用研究还不够充分,需要进一步研究来促进女贞子在畜牧业中的应用与推广。

参考文献:

- [1] GAO L L, LI C, WANG Z M, et al. *Ligustri lucidi fructus* as a traditional Chinese medicine: a review of its phytochemistry and pharmacology [J]. *Natural Product Research*, 2015, 29(6): 493-510.
- [2] NGO Q M T, LEE H S, NGUYEN V T, et al. Chemical constituents from the fruits of *Ligustrum japonicum* and their inhibitory effects on T cell activation [J]. *Phytochemistry*, 2017, 141: 147-155.
- [3] SAN MIGUEL S M, OPPERMAN L A ALLEN E P, et al. Reactive oxygen species and antioxidant defense mechanisms in the oral cavity: a literature review [J]. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 2011, 32(1): E10-E15.
- [4] JU H Y, CHEN S C, WU K J, et al. Antioxidant phenolic profile from ethyl acetate fraction of *Fructus ligustri lucidi* with protection against hydrogen peroxide-induced oxidative damage in SH-SY5Y cells [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2012, 50(3/4): 492-502.
- [5] 程俊, 苏晓宇, 杨裕启. 女贞子多酚对自由基的清除效果及其影响因素分析 [J]. *化学与生物工程*, 2018(6): 55-59.
- [6] KONG D X, HAN Y T, WANG C B, et al. Cytoprotective effects of oleanolic acid in human umbilical vascular endothelial cells is mediated via UCP2/ROS/cytochrome C/AIF pathway [J]. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 2016, 67(4): 344-350.
- [7] 王巧云, 李丙华, 朱莉, 等. 齐墩果酸对氧化损伤模型人脐静脉内皮细胞的保护作用 [J]. *中国药房*, 2014, 25(43): 4033-4035.
- [8] 王巧云. 齐墩果酸经TBX20/PPAR γ /PON2通路抑制ox-LDL诱导HUVEC细胞损伤 [D]. 硕士学位论文. 青岛: 青岛大学, 2015.
- [9] 王道艳. 齐墩果酸经LOX-1/NADPH氧化酶/ROS/Nrf2/HO-1通路抑制oxLDL诱导的HUVEC细胞损伤 [D]. 硕士学位论文. 青岛: 青岛大学, 2014.
- [10] BOENGLER K, BENCSIK P, PALÓCZI J, et al. Lack of contribution of p66shc and its mitochondrial translocation to ischemia-reperfusion injury and cardioprotection by ischemic preconditioning [J]. *Frontiers in Physiology*, 2017, 8; doi: 10.3389/fphys.2017.00733.
- [11] KERSTIN B, BENCSIK P, PALÓCZI J, et al. Lack of

- contribution of p66shc and its mitochondrial translocation to ischemia-reperfusion injury and cardioprotection by ischemic preconditioning [J]. *Frontiers in Physiology*, 2017, 8: 733-735.
- [12] 顾闻,刘特,陈久林,等.特女贞苷对血管内皮细胞氧化损伤的作用研究 [J]. *中国中西医结合杂志*, 2018, 38(9): 1093-1098.
- [13] 朱琪,梁世岳,王倩,等.女贞子多糖抑制 MDA 缓解 CCl₄ 致小鼠肝损伤 [J]. *中国饲料*, 2019(5): 39-41.
- [14] 陈志辉,任皓威,徐良梅.女贞子对 AA 肉鸡肌肉抗氧化能力及 GPx4 基因表达的影响 [J]. *中国畜牧杂志*, 2013, 49(5): 53-56.
- [15] WANG L L, MA R F, GUO Y B, et al. Antioxidant effect of *Fructus ligustri lucidi* aqueous extract in ovariectomized rats is mediated through Nox4-ROS-NF- κ B pathway [J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2017, 8: 266.
- [16] MA D Y, LI Q D, DU J, et al. Influence of mannan oligosaccharide, *Ligustrum lucidum* and *Schisandra chinensis* on parameters of antioxidative and immunological status of broilers [J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2006, 60(6): 467-476.
- [17] 李璘,邱蓉丽,周长慧,等.女贞子多糖对荷瘤小鼠免疫功能的影响 [J]. *南京中医药大学学报*, 2008, 24(6): 388-390.
- [18] 叶莎莎,曾耀英,尹乐乐.红景天苷对小鼠腹腔巨噬细胞体外增殖、凋亡、吞噬、ROS 和 NO 产生的影响 [J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2011, 27(3): 237-241.
- [19] 侯磊,单安山,李建平,等.女贞子粉及其萃取物对断奶仔猪生产性能和免疫功能的影响 [J]. *中国饲料*, 2011(9): 25-27.
- [20] 郭晓秋,曲哲会,黄立,等.女贞子对固始鸡生产性能及免疫指标的影响 [J]. *中国家禽*, 2015, 37(1): 61-63.
- [21] 王佳丽,单安山,刘天阳,等.日粮中添加女贞子 CO₂ 超临界萃取物对于猪免疫性能的影响 [J]. *中国兽医学报*, 2014, 34(4): 653-657, 684.
- [22] JIANG M H, ZHU L, JIANG J G. Immunoregulatory actions of polysaccharides from Chinese herbal medicine [J]. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*, 2010, 14(12): 1367-1402.
- [23] WANG J L, SHAN A S, LIU T Y, et al. *In vitro* immunomodulatory effects of an oleanolic acid-enriched extract of *Ligustrum lucidum* fruit (*Ligustrum lucidum* supercritical CO₂ extract) on piglet immunocytes [J]. *International Immunopharmacology*, 2012, 14(4): 758-763.
- [24] 王佳丽,单安山,刘天阳,等.女贞子 CO₂ 超临界萃取物对于体外培养的仔猪免疫细胞的影响 [C] // 中国畜牧兽医学动物营养学分会第十一次全国动物营养学术研讨会论文集.长沙:中国畜牧兽医学, 2012.
- [25] AN H J, JEONG H J, UM J Y, et al. *Fructus ligustrum lucidi* inhibits inflammatory mediator release through inhibition of nuclear factor- κ B in mouse peritoneal macrophages [J]. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2007, 59(9): 1279-1285.
- [26] SHIN J S, LEE K G, LEE H H, et al. α -solanine isolated from *Solanum tuberosum* L. cv jayoung abrogates LPS-induced inflammatory responses via NF- κ B inactivation in RAW 264.7 macrophages and endotoxin-induced shock model in mice [J]. *Journal of Cellular Biochemistry*, 2016, 117(10): 2327-2339.
- [27] 余亮亮,姜江涛,魏任雄,等.女贞子多糖在脂多糖诱导大鼠睾丸支持细胞炎症损伤中保护作用的研究 [J]. *中华男科学杂志*, 2018, 24(10): 871-877.
- [28] YANG E J, LEE W, KU S K, et al. Anti-inflammatory activities of oleanolic acid on HMGB1 activated HUVECs [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2012, 50(5): 1288-1294.
- [29] LEE W, YANG E J, KU S K, et al. Anti-inflammatory effects of oleanolic acid on LPS-induced inflammation *in vitro* and *in vivo* [J]. *Inflammation*, 2013, 36(1): 94-102.
- [30] 周小仙,陈泽慧,陈安林,等.28 种中药提取物对羊布鲁菌体外抑菌活性研究 [J]. *遵义医学院学报*, 2018, 41(6): 669-673, 677.
- [31] 邓凯伟,张露珊,赵云焕.中草药对大别山地区奶牛隐性乳腺炎病原菌的抑菌试验 [J]. *上海畜牧兽医通讯*, 2018(4): 15-17.
- [32] 王洪彬,朱利霞,杨楠,等.中西药联用对美人鱼发光杆菌的体外抑菌试验 [J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2018(21): 129-131.
- [33] 王洪彬,朱利霞,杨楠,等.常用中草药对水产动物致病菌体外抑菌效果研究 [J]. *中国畜牧兽医*, 2018, 45(5): 1357-1366.
- [34] SZAKIEL A, RUSZKOWSKI D, GRUDNIAK A, et al. Antibacterial and antiparasitic activity of oleanolic acid and its glycosides isolated from Marigold (*Calendula officinalis*) [J]. *Planta Medica*, 2008, 74(14): 1709-1715.
- [35] KUREK A, GRUDNIAK A M, SZWED M, et al. Oleanolic acid and ursolic acid affect peptidoglycan metabolism in *Listeria monocytogenes* [J]. *Antonie*

- van Leeuwenhoek, 2010, 97(1):61-68.
- [36] REN D C, ZUO R J, BARRIOS A F G, et al. Differential gene expression for investigation of *Escherichia coli* biofilm inhibition by plant extract ursolic acid[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2005, 71(7):4022-4034.
- [37] 张瑞霜, 徐良梅, 单安山. 女贞子粉对产蛋后期蛋鸡生产性能、免疫功能和血清生化指标的影响[J]. *东北农业大学学报*, 2011, 42(3):8-13.
- [38] 王石峰, 翟晨曦, 刘青, 等. 齐墩果酸抑制 3T3-L1 脂肪细胞脂质堆积[J]. *世界科学技术-中医药现代化*, 2014(6):1353-1358.
- [39] 豆瑞, 马莉, 郭晓冬, 等. 红景天苷对不同运动状态下小鼠糖、脂肪及蛋白质代谢的影响[J]. *同济大学学报(医学版)*, 2018, 39(1):59-63.
- [40] 陈小松, 闫柳, 郭志辉, 等. 齐墩果酸通过 TGR5 调节肥胖小鼠体内糖脂代谢的实验研究[J]. *中国美容医学*, 2015, 24(21):27-32.
- [41] 张新茹, 于玲, 王冬雪, 等. 红景天苷通过 microRNA-370 改善 2 型糖尿病小鼠糖代谢的作用机制[J]. *医药导报*, 2018, 37(3):279-284.
- [42] 董静, 吴勃岩, 刘艳秋, 等. 齐墩果酸对 H22 荷瘤小鼠肿瘤组织中细胞凋亡相关蛋白表达的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2015, 21(14):129-131.
- [43] 章明, 周莹, 吴超, 等. 女贞子对 HepG2 肝癌细胞相关基因去甲基化作用的研究[J]. *江西中医药*, 2017, 48(5):61-64.
- [44] SUN C, WANG Z H, ZHENG Q S, et al. Salidroside inhibits migration and invasion of human fibrosarcoma HT1080 cells [J]. *Phytomedicine*, 2012, 19(3/4):355-363.
- [45] 张超, 刘天阳, 王佳丽, 等. 女贞子提取物对猪生长性能、抗氧化和肉品质的影响[C]//中国畜牧兽医学动物营养学分会第十一次全国动物营养学术研讨会论文集. 北京:中国畜牧兽医学会. 2012.
- [46] 车清明, 刘根新, 李海前. 复方中药提高仔猪免疫功能和防腹泻的试验研究[J]. *中兽医学杂志*, 2015(2):10-11.
- [47] 张迪. 女贞子对断奶仔猪小肠黏膜形态及免疫功能的影响[D]. 硕士学位论文. 北京:河北农业大学, 2019.
- [48] 朱琪, 路超, 韩静, 等. 女贞子多糖对 IPEC-J2 细胞活力的影响[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2019(19):126-128.
- [49] 陈明, 李艳, 朱爱萍. 日粮中不同浓度女贞子对怀孕母猪生产性能的影响[J]. *饲料研究*, 2019, 42(11):26-28.
- [50] 单芝丹, 单安山, 李建平, 等. 女贞子粉及其萃取物对肥育猪肉品质和抗氧化性能的影响[J]. *东北农业大学学报*, 2011, 42(12):14-19.
- [51] 陈杨超, 张国祖, 吕明其, 等. 6 味中药超微粉对产蛋后期蛋鸡生产性能、蛋品质和生殖激素水平影响的研究[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2018(8):163-165.
- [52] 张耀文, 马文峰, 张志丹, 等. 女贞子粉对蛋鸡产蛋后期生产性能、蛋品质及肠道组织形态的影响[J]. *家畜生态学报*, 2019, 40(7):38-43, 74.
- [53] 于杜鹃, 毛薇, 马超凡, 等. 女贞子提取物对蛋鸡血液理化指标和脾脏组织结构的影响[C]//中国畜牧兽医学学会家禽生态分会学术研讨会论文集. 北京:中国畜牧兽医学会. 2014:208-215.
- [54] LI X L, HE W L, YANG M L, et al. Effect of dietary supplementation of *Ligustrum lucidum* on performance, egg quality and blood biochemical parameters of Hy-Line brown hens during the late laying period[J]. *Animal*, 2017, 11(11):1899-1904.
- [55] 李杰, 田博, 徐良梅, 等. 不同类型女贞子对 AA 肉鸡生产性能及免疫功能的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2011, 47(23):58-62.
- [56] MA D Y, SHAN A S, LI J P, et al. Influence of an aqueous extract of *Ligustrum lucidum* and an ethanol extract of *Schisandra chinensis* on parameters of antioxidative metabolism and spleen lymphocyte proliferation of broilers [J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2009, 63(1):66-74.
- [57] 张艳云, 徐良梅, 单安山. 酒蒸女贞子对 AA 肉鸡胴体品质和肉品质的影响[C]//中国畜牧兽医学动物营养学分会 2013 年学术年会论文集. 北京:中国畜牧兽医学会, 2013:102.
- [58] 姚茂忠, 陈湛娟, 许丽. 中药添加剂对海南文昌鸡消化酶活性的影响[J]. *中国畜牧兽医*, 2012, 39(1):82-85.
- [59] 赵香菊, 王留. 女贞子超微粉对肉仔鸡抗氧化和免疫功能的影响[J]. *山东畜牧兽医*, 2018, 39(3):14-15.
- [60] 盛东峰, 纪秀娥, 武安泉. 日粮中添加女贞子粉对 0~4 周皖西白鹅生长性能和肠道发育的影响[J]. *饲料工业*, 2016, 37(4):41-43.
- [61] 赵小伟, 杨永新, 黄冬维, 等. 补饲女贞子对泌乳奶牛生产性能及血液生化指标的影响[J]. *中国畜牧兽医*, 2015, 42(7):1732-1737.
- [62] 丑有财. 复方女贞子和益生菌对犊牛生长性和免疫功能的影响[D]. 硕士学位论文. 哈尔滨:东北农业大学, 2012.
- [63] 曹铮, 尚秋辰, 汤里平, 等. 富硒女贞子对热应激奶牛

- 产奶量及乳质的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2015,36(3):17-20.
- [64] 劳雪芬,邹慧,曹铮,等.富硒女贞子对山羊外周血淋巴细胞因子及抗氧化活性的影响[J].畜牧与兽医,2015,47(5):81-84.
- [65] 乔国华,索朗达,吴玉江,等.代乳粉添加女贞子对羔羊生长性能、免疫和抗氧化功能的影响[J].中国畜牧杂志,2020(1):1-10.

Fructus ligustri lucidi Biological Functions and Application in Livestock and Poultry Production

HONG Lingling^{1,2} YIN Yulong^{1,2} XIAO Dingfu^{1*}

(1. College of Animal Science, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central of Ministry of Agriculture, Research Center of Healthy Breeding Livestock and Poultry, National Engineering Laboratory for Pollution Control and Waste Utilization in Livestock and Poultry Production, Key Laboratory of Agro-Ecological Processes in Subtropical Region, Key Laboratory of Animal Nutritional Physiology and Metabolic Process in Hunan Province, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China)

Abstract: *Fructus ligustri lucidi* (FLL) is a commonly used Chinese herbal medicine. It is rich in oleanolic acid, salidroside, special ligustrin, isomers ursolic acid, polysaccharides and polyphenols, and has many biological functions such as oxidation, improving immunity, anti-inflammatory and antibacterial, regulating lipid metabolism and anti-cancer. This article describes the main biological functions and action mechanism of FLL, and summarizes the current status of its application research in livestock and poultry production. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(8):3489-3495]

Key words: *Fructus ligustri lucidi*; biological function; mechanism; livestock and poultry production; application