



黄芪多糖的生物学功能及其在羊生产中的应用研究现状

赵航¹, 冯娜², 胡珊², 张芬芳³

(1. 陕西省眉县农业综合执法大队, 陕西眉县 722300; 2. 榆林市羊产业发展中心, 陕西榆林 719000; 3. 陕西省眉县畜牧兽医技术推广站, 陕西眉县 722300)

摘要: 随着绿色健康的养殖生产技术发展, 作为一种新型高效的饲料添加剂, 天然植物提取物逐渐被养殖户广泛应用。黄芪多糖是黄芪的活性物质之一, 具有免疫调节、抗氧化、新陈代谢、抗病毒、抗肿瘤、抑菌、抗炎、菌群增殖、改善血糖、保肝护肝等功能, 同时在羊的养殖生产方面应用前景广阔。本文从黄芪多糖的生物学功能、羊养殖生产中的应用及其在饲料应用中的注意事项进行了系统梳理, 以期新型绿色畜禽饲料添加剂的开发、利用提供一定的参考价值。

关键词: 黄芪多糖; 生物活性; 动物生产; 羊

[中图分类号] S816.7 [文献标志码] A [文章编号] 1004-6704(2025)-03-0110-06

Biological Function of *Astragalus* Polysaccharide and Its Application in Sheep Production

ZHAO Hang¹, FENG Na², HU Shan², ZHANG Fenfang³

(1. Agricultural Comprehensive Law Enforcement Brigade of Meixian County, Meixian, Shaanxi 722300, China;

2. Yulin Sheep Industry Development Center, Yulin, Shaanxi 719000, China; 3. Animal Husbandry and

Veterinary Technology Promotion Station of Meixian County, Meixian, Shaanxi 722300, China)

Abstract: With the development of green and healthy livestock production technology, natural plant extracts are gradually widely used as a new and efficient feed additive by farmers. *Astragalus* polysaccharide, one of the active substances of *Astragalus membranaceus*, possess a wide range of biological functions, including immune regulation, anti-oxidation, metabolism, antiviral, anti-tumor, antibacterial, anti-inflammatory, proliferation of bacteria, improvement of blood sugar, and liver protection. Meanwhile, it has a broad application prospect in sheep breeding and production. In this paper, the biological function of *Astragalus* polysaccharide, its application in sheep breeding and its points for attention in feed application were systematically reviewed, in order to provide certain reference value for the development and utilization of new green feed additives for livestock and poultry.

Key words: *Astragalus* polysaccharide; biological activity; animal production; sheep

黄芪(*Astragalus membranaceus*)是一种中国的特色中药材, 属豆科草本植物, 主产于甘肃和内蒙古等地, 其根部入药, 具有抗菌、抗病毒、利水退肿、

补气益卫和固表止汗等作用^[1]。黄芪多糖(*Astragalus* polysaccharides, APS)是一种从干燥的黄芪根部提取的黄色、淡黄色粉末, 主要由己糖醛酸、果糖、阿拉伯糖、半乳糖、鼠李糖、葡萄糖、半乳糖醛酸和葡萄糖醛酸等成分组成的一种水溶性杂多糖, 具有抗氧化、抗菌、抗病毒、抗癌、抗衰老等作用^[2]。作为一种绿色饲料添加剂, 黄芪多糖通常以饲料添加剂黄

芪多糖粉和注射液等形式应用在畜禽养殖业和疾病防控上,提高畜禽的生长速度和饲料转化率,进而提高畜禽产品的品质^[3]。本文从黄芪多糖的生物学功能、羊养殖生产中的应用及其在饲料应用中的注意事项进行了系统梳理,以期为新型绿色畜禽饲料添加剂的开发、利于提供一定的参考价值。

1 黄芪多糖的生物学功能

1.1 免疫调节

大量的研究表明,黄芪多糖可以明显的提高机体的免疫力,主要体现在三个方面。一是增强机体细胞特异性免疫和非特异性免疫能力。研究显示,黄芪多糖可以提高黄颡鱼和小鼠的免疫细胞活性,增强非特异性免疫功能;黄芪多糖也可以提高雏鸡体内溶菌酶的含量和巨噬细胞吞噬功能,增强了雏鸡的非特异性免疫力^[4]。二是促进免疫器官(脾脏、胸腺等)的生长发育,进一步增强免疫器官的功能。研究表明,黄芪多糖能够增加小鼠和肉鸡的脾脏指数和胸腺指数,进而促进免疫器官内免疫细胞的快速增值;同时黄芪多糖也能够促进抗体的形成,维护机体免疫器官功能,发挥免疫调节作用^[5]。三是促进机体分泌细胞因子调节免疫力。有报道指出,黄芪多糖可以诱导免疫细胞分泌干扰素- γ ,可提高狗血清中 IFN- γ 、IgA、IgG、IgM 的含量、提高仔猪血清中 IL-2、IL-6 和 IFN- γ 的含量、促进雏鸡 Th1 细胞因子(IL-2、TNF- β 和 IFN- γ)及 Th2 细胞因子(IL-4 和 IL-6)的分泌,从而增强狗、仔猪和雏鸡的免疫力^[6]。

1.2 抗氧化

黄芪多糖一般通过清除自由基和氧化产物或者增强抗氧化酶的活性来实现其抗氧化功能^[7]。通常将机体内超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)、总抗氧化能力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)等的含量作为一种反映畜禽机体抗氧化强弱的标准^[8]。MDA 是一种脂质过氧化物,其过量使用对细胞有一定的毒性作用。体外抗氧化实验中,黄芪多糖对活性氧自由基和过氧化氢有一定的清除作用,同时还可以提高 SOD 和 GSH-PX 的活性,从而抑制氧化作用^[9]。研究发现,黄芪多糖可以提高蛋鸡、羔羊血清中 SOD 和 GSH-PX 的活性,进而增强蛋鸡、羔羊的抗氧化能力,也可以提高仔猪血

清中 T-AOC 和 GSH-PX 的活性,同时降低 MDA 的含量,同时可以提高山羊、奶牛血清中 SOD 和 GSH-PX 的活性,减少 MDA 的生成,提高山羊、奶牛的抗氧化能力,还可以降低雏鸡、断奶仔猪血清中 MDA 的含量,进而改善抗氧化酶的活性^[10-13]。

1.3 新陈代谢

黄芪多糖能够增强机体细胞的新陈代谢,延长细胞的生存时间,进一步促进蛋白质和 RNA 的生成,进而延缓机体分子老化。可促进细胞的合成、生长发育及成熟,加速造血功能,提高 RNA、DNA 和蛋白质的浓度,促进造血细胞 DNA 的生成,加速有核细胞的分化,抑制肺二倍体细胞的 RNA 代谢^[14]。

1.4 抗病毒

黄芪多糖的抗病毒作用主要是通过刺激畜禽体内干扰素和抗病毒蛋白的生成,进而诱导白介素的分泌,从而阻碍病毒蛋白的合成,实现抗病毒作用。研究显示,黄芪多糖可以抑制禽传染性支气管炎病毒(IBV)、猪伪狂犬病病毒(PRV)和猪圆环病毒的复制,进而抵抗病毒的感染^[15]。

1.5 抗肿瘤

黄芪多糖主要通过增强机体免疫力、影响肿瘤细胞和信号通路达到抗肿瘤的目的。研究发现,黄芪多糖可以抑制癌细胞和 MDA-MB-468 细胞的增值,诱导其凋亡,可通过抑制 AKT 信号通路增强抗肿瘤作用,也可以激活细胞因子阻碍乳腺癌细胞的增殖^[16]。总之,作为黄芪的主要成分,黄芪多糖在肿瘤领域有着一定的重要地位。

1.6 抗炎

黄芪多糖能够通过调控机体内促炎因子的表达,进而实现抗炎作用。研究发现,黄芪多糖可以降低 IL-1 β 、TNF- α 炎性细胞因子的释放、可以降低促炎因子 TNF- α 和 IL-6 的水平,从而达到抑制炎症的发生;也能够通过调节 Th1/Th2、Th17/Treg 细胞的产生,抑制肺组织炎症的发生;黄芩提取物可以提高抗炎因子 IL-4、IL-10 和 TGF- β 的含量,同时显著降低促炎因子 TNF- α 、IL-6、IL-8 和 IL-22 的含量^[17]。

1.7 其他功能

研究表明,黄芪多糖还具有抑菌、促进菌群增加、改善血糖和保肝护肝等生物学功能^[18-19]。不同

浓度的黄芪多糖对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和沙门氏菌有一定的抑制作用,黄芪提取物对小鼠的变形杆菌、大肠杆菌和沙门氏菌等有抑制作用,也可以提高呼吸道上皮细胞中细胞因子的抗菌作用;黄芪多糖可以增加肠道双歧杆菌和乳酸杆菌的数量,降低大肠杆菌的数量,促进有益菌群增殖,抑制有害菌群的繁殖,加速肠道的蠕动;同时可明显降低动物机体的血糖,也可对抗肾上腺素造成的小鼠高血糖,但对于胰岛素引发的低血糖来说,黄芪多糖尚无治疗作用;能够消灭体外或体内病原菌对机体肝脏的损伤,防止肝糖原被肝脏过量消耗,同时黄芪多糖一定程度上也可预防机体肝脏进一步纤维化。

2 黄芪多糖在羊生产中的应用

作为一种绿色添加剂,目前,黄芪多糖在反刍动物生产中的应用主要基于其抗氧化性和免疫调节,进而改善反刍动物消化肠道功能提高生产性能,增加经济效益,同时没有抗生素的缺点,使其逐渐成为畜禽饲料添加剂研究的热点^[20]。在羊的养殖生产

应用上,黄芪多糖可以提高羊的免疫性能,增强生长性能,增高产奶性能,同时可应用于种公羊精液的保存,有益于羊的整个生长发育过程,其在羊生产中具体应用如表 1 所示。

3 黄芪多糖应用在饲料中的注意事项

3.1 病毒性疾病

相较于其他抗病毒治疗药物,黄芪多糖的抗病毒作用较弱,因此,对病毒毒性较弱的传染病来说,发病初期可以使用黄芪多糖治疗疾病^[34]。但对病毒毒性较强的传染病来说,黄芪多糖无法将其杀死,发病的初期和中期最好不要使用黄芪多糖治疗疾病,此时使用黄芪多糖可能会延长病程,同时造成病情的恶化。只有抗该病毒的药物才有针对性的杀伤作用,通常可在发病后的恢复期使用黄芪多糖,能够进一步促进机体健康的恢复。

3.2 细菌性疾病

黄芪多糖对大部分细菌有防御作用,但由于其抗菌谱广,同时部分细菌生成的耐药性会造成黄芪

表 1 黄芪多糖在羊生产中的应用
Table 1 Application of Astragalus polysaccharides in sheep production

作用	研究内容
提高免疫性能	在 6 月龄藏羊基础日粮中添加黄芪多糖,能明显增高脾脏指数、IgM、IgA、IgG 和 IL-2 等免疫蛋白含量 ^[21] ;将一定量的黄芪多糖添加到藏羊基础饲料中,能够提高藏羊的生长性能和免疫性能 ^[22] ;小尾寒羊饲料中添加的黄芪多糖可以提高动物机体的免疫力和生长性能 ^[23] ;在黔北麻羊羔羊中,黄芪多糖可以增高羔羊的日增重、降低料肉比、促进生长激素的分泌,进一步增强羔羊的免疫功能 ^[24] 。
增强生长性能	在断奶羔羊的饲料中添加 0.2 g/kg 黄芪多糖能够提高机体的免疫性能,减少血清中胆固醇的含量,从而提高机体的生长性能 ^[25] ;黄芪多糖可通过促进黔北麻羊羔血清中生长激素的分泌,从而促进其机体的整个生长发育进程 ^[24] ;在滩羊基础日粮中添加 0.1% 的黄芪多糖,结果显示,日增重提高、料重比下降、总蛋白含量提高、血糖含量降低、胴体重增高、屠宰率提高 ^[26] ;黄芪多糖也可以显著提高羔羊的生长性能,降低料重比,改善肠道整个菌群环境 ^[27] 。
增高产奶性能	在奶山羊基础日粮中添加一定浓度的黄芪多糖,结果显示,黄芪多糖可极显著提高血清中免疫球蛋白 A 的含量,提高免疫球蛋白 M 和 IL-2 含量,提升机体免疫力和产奶性能 ^[28] ;将一定浓度的黄芪多糖添加到奶山羊的日粮中,发现可以增加奶山羊的产奶性能,同时能够进一步改善乳品质 ^[29] 。
利于精液保存	添加一定量黄芪多糖的奶山羊精液精子活力明显高于未添加组,因此,黄芪多糖能够用来提高奶山羊精液的保存效果,为奶山羊精液保存方面的应用提供了一定的科学理论依据 ^[30] ;在种公羊的精液中添加 0.2 g/L 的黄芪多糖,冷冻后解冻,精子的活力提高,总抗氧化性显著提高,丙二醛含量降低 ^[31] ;在羊精液中添加黄芪多糖和牛磺酸,相对于对照组,羊精子活力提高约 11% ^[32] 。
饲料安全性保障	在乌珠穆沁羊基础日粮中添加不同浓度的黄芪多糖粉,进一步分析黄芪多糖的安全性剂量,结果显示,血清生化指标没有明显的变化,黄芪多糖作为绵羊饲料添加剂的安全性得到验证 ^[33] 。

多糖的预防效果降低甚至消失^[35]。通常,黄芪多糖只能预防大肠杆菌、沙门氏菌等细菌的增殖对机体造成毒副作用进而感染疾病,而若机体感染大肠杆菌、沙门氏菌等细菌性疾病时,黄芪多糖对其不但没有针对性的杀伤作用,反而会延长病程,造成疾病的进一步恶化。

3.3 发热和季节

若机体体感温度明显处于发热症状时,尽量避免使用黄芪多糖。研究发现,黄芪多糖能够提高机体的新陈代谢功能,随着机体代谢能的提高,动物机体内的产热量就会随之增高,进而使机体的温度升高,最终造成机体高温致死惨剧的发生。在中医中,黄芪多糖主要用于治疗气阴两虚的病症。冬季由于温度下降,机体的代谢速度降低,而黄芪多糖可以补充气血,提高细胞缺氧能力,进而加快动物机体的新陈代谢能力,增加免疫细胞数量,增强机体的疾病抵抗能力。

4 小 结

目前,在绿色健康的养殖大环境下,安全的多糖类饲料添加剂渐渐被应用于牛、羊等反刍动物中,其中,在羊的养殖生产过程中,作为天然活性物质的黄芪多糖能够提高羊只的免疫性能、增强其生长性能、增高产奶性能、改善羊只的肠道健康,同时也可应用于公羊精液的保存,有非常广阔的开发应用前景。但是,当前对黄芪多糖的开发存在有效成分提取工艺尚无标准化、提取物质纯度不够和产品质量无法保证等多种问题,为了更深层次地了解黄芪多糖的实用价值,之后可把研究重点放在探索产品提纯工艺和流程、分子结构和功能机制等方向上,从而为之后黄芪多糖的规模化、标准化生产和广阔应用前景打下坚实基础。

参考文献:

[1] 王义翠,魏炳琦,陈柳,等.黄芪多糖的生物学功能及其在畜禽生产中的应用研究进展[J].动物营养学报,2024,36(5):2 830-2 844.

WANG Y C,WEI B Q,CHEN L,et al. Advances in biological functions of *Astragalus* polysaccharide and its application in livestock and poultry production[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2024, 36(5): 2 830-2 844.

[2] 寇梦佳,焦扬,曹芳.黄芪及其化学成分用于肺系

疾病的研究进展[J].环球中医药,2024,17(8):1 662-1 668.

KOU M J,JIAO Y,CAO F. Progress of research on the use of *Astragalus* and its chemical constituents in pulmonary diseases [J]. Global Traditional Chinese Medicine,2024,17(8):1 662-1 668.

[3] 王蓝卓,薛晨曦,陈俊,等.黄芪多糖合生元的制备及其对犊牛生长性能的影响[J].中国兽医学报,2024,44(8):1 821-1 830.

WANG L ZH,XUE CH X,CHEN J,et al. Preparation and preliminary of *Astragalus* polysaccharide synbiotics and its effect on growth performance of calves[J]. Chinese Journal of Veterinary Science, 2024, 44(8): 1 821-1 830.

[4] 李楠.黄芪多糖缓解运输应激致雏鸡肝脏糖脂代谢紊乱的作用[D].哈尔滨:东北农业大学,2023.

[5] 杜瑞玉,陈明,负彪,等.饲料中添加黄芪多糖对罗氏沼虾生长、免疫性能和抗病力的影响[J].饲料研究,2024,47(10):71-75.

DU R Y,CHEN M,YUN B,et al. Effects of dietary *Astragalus* polysaccharide supplementation on growth, immune function, and disease resistance of *Macrobrachium rosenbergii* [J]. Feed Research, 2024, 47(10): 71-75.

[6] 沈冠男,宛传奇,杨扬,等.黄芪多糖作为疫苗佐剂的免疫活性研究进展[J].浙江中西医结合杂志,2024,34(4):384-387.

[7] 段淼慧,张志强.黄芪多糖提取与生物活性的研究进展[J].化工时刊,2024,38(1):36-40.

DUAN M H,ZHANG ZH Q. Research progress of *Astragalus* polysaccharide extraction and biological activity [J]. Chemical Industry Times, 2024, 38(1): 36-40.

[8] 郑俏,狄岩,岳思恩,等.黄芪多糖调节 HMGB1-RAGE 信号通路对自身免疫性心肌炎大鼠心肌损伤的影响[J].中医药导报,2024,30(3):25-29.

ZHENG Q,DI Y,YUE S E,et al. The effect of *Astragalus* polysaccharides on myocardial injury in rats with experimental autoimmune myocarditis by regulating HMGB1-RAGE signaling pathway [J]. Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy,2024,30(3):25-29.

[9] 韩战强,马亚姣,霍磊,等.黄芪的生物学活性及其在畜禽生产中的应用研究进展[J].畜牧与饲料科学,2022,43(6):48-52.

HAN ZH Q,MA Y J,HUO L,et al. Research progress on biological activities of *Astragalus membranaceus* and its application in livestock and poultry production[J]. Animal Husbandry and Feed Science,2022,43

- (6):48-52.
- [10] 翟 婷,罗 浩,曹 强,等.基于 CiteSpace 的黄芪多糖研究热点和发展趋势分析[J].中国中医药图书情报杂志,2024,48(3):125-132.
- ZHAI T,LUO H,CAO Q,et al. Analysis on research hotspots and development trends of *Astragalus* polysaccharides based on CiteSpace[J]. Chinese Journal of Library and Information Science for Traditional Chinese Medicine,2024,48(3):125-132.
- [11] 刘 宝.日粮添加黄芪多糖对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].中国畜禽种业,2023,19(10):120-123.
- [12] 贾荣玲,孔媛媛,李真亚,等.日粮添加黄芪多糖对断奶仔猪生长性能、腹泻率及免疫功能的影响[J].中国饲料,2023(8):46-49.
- JIA R L,KONG Y Y,LI ZH Y,et al. Effects of dietary *Astragalus* polysaccharides on growth performance, diarrhea rate and immune function of weaned piglets [J]. China Feed,2023(8):46-49.
- [13] 徐丽云,郑梦荷,许子豪,等.黄芪多糖对泌乳初期奶牛血清生化指标、瘤胃发酵及表观消化率的影响[J].饲料工业,2023,44(1):80-86.
- XU L Y,ZHENG M H,XU Z H,et al. Effects of *Astragalus* polysaccharide administration on serum biochemical indices,rumen fermentation and apparent digestibility of early lactating dairy cows[J]. Feed Industry,2023,44(1):80-86.
- [14] 李树鹏.黄芪多糖益生菌合生元对雏鸡生长和免疫作用的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [15] 武 洁,刘旭光,冯晓辞,等.黄芪多糖调控 Wnt1 信号对糖尿病大鼠糖脂代谢紊乱的影响机制研究 [J/OL].辽宁中医药大学学报,https://link.cnki.net/urlid/21.1543.R.20240423.1746.019.
- [16] 张永跟,颜小飞,刘 锋,等.黄芪多糖调控 Bcl-2/Bax 信号通路抑制卵巢腺癌 Caov-3 细胞生长的实验研究[J].安徽中医药大学学报,2024,43(5):54-58.
- ZHANG Y G,YAN X F,LIU F,et al. *Astragalus* polysaccharides inhibit the growth of ovarian adenocarcinoma caov-3 cells by regulating the bcl-2/bax signaling pathway: An experimental study[J]. Journal of Anhui University of Chinese Medicine,2024,43(5):54-58.
- [17] 王 丞,姚 坪,陈惠丽.黄芪多糖活性的研究进展[J].中国动物保健,2024,26(6):105-106.
- [18] 李洪森,谢淑玲,何 丹.黄芪多糖的提取及在保健饮品中的应用[J].辽宁农业职业技术学院学报,2023,25(3):1-4.
- LI H M,XIE SH L,HE D. Extraction of *Astragalus* polysaccharide and its application in health beverage [J]. Journal of Liaoning Agricultural Technical College,2023,25(3):1-4.
- [19] 苑 红,张俊锋,扈瑞平,等.基于肠道菌群分析探讨黄芪多糖调节高脂饮食小鼠血糖的可能机制[J].科学技术与工程,2023,23(25):10 730-10 736.
- YUAN H,ZHANG J F,HU R P,et al. Possible mechanism of *Astragalus* polysaccharide regulating blood glucose in high-fat diet mice based on intestinal flora [J]. Science Technology and Engineering,2023,23(25):10 730-10 736.
- [20] 王世霖,李佳伟,张国华.中药复方饲料添加剂在家禽生产中的应用[J].中兽医医药杂志,2024,43(2):48-53.
- WANG SH L,LI J W,ZHANG G H. Application of compound traditional Chinese medicine feed additives in poultry production[J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine,2024,43(2):48-53.
- [21] 刘海朝,金昱彤,张睿瑄,等.黄芪多糖通过调控 T 细胞增殖敏 PD-L1 阻断剂抗肺腺癌作用的机制初探[J].现代肿瘤医学,2024,32(9):1 573-1 580.
- LIU H ZH,JIN Y T,ZHANG R X,et al. A preliminary investigation of the mechanism of the anti-lung adenocarcinoma effect of *Astragalus* polysaccharide by modulating T cell sensitization of PD-L1 blockers[J]. Journal of Modern Oncology,2024,32(9):1 573-1 580.
- [22] 马海莲.黄芪多糖对藏羊生长性能和免疫功能的影响[J].畜牧兽医科学(电子版),2022(6):10-11.
- MA H L. Effect of *Astragalus* polysaccharide on the growth performance and immune function of Tibetan sheep [J]. Graziery Veterinary Sciences (Electronic Version),2022(6):10-11.
- [23] 万玛吉.黄芪多糖对藏羊生长性能和免疫功能的影响[J].当代畜牧,2020(9):23-24.
- [24] 郭海潮,王晓铄. FecB 基因在小尾寒羊中的研究进展[J].畜禽业,2024,35(5):26-28.
- [25] 杨泓涛,邓位喜,杨玉能,等.黄芪多糖对舍饲黔北麻羊断奶羔羊生长性能、生化指标及免疫功能的影响[J].饲料研究,2021,44(9):29-32.
- [26] 徐端红,贾新彦,胡 梅.黄芪多糖对断奶羔羊生长性能及免疫力的影响[J].中国饲料,2018(12):56-59.
- XU D H,JIA X Y,HU M. Effects of *Astragalus* polysaccharides on growth performance and immunity of weaning lambs[J]. China Feed,2018(12):56-59.
- [27] 高燕程,黄立军,李延翠,等.黄芪多糖对育肥滩羊生长性能、屠宰性能、肉品质及血清生化、抗氧化指标的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2023(16):103-107.
- GAO Y CH,HUANG L J,LI Y C,et al. Effects of *Astragalus* polysaccharides on growth performance, slaughter performance, meat quality and serum bio-

chemical, antioxidant indices of fattening Tan sheep [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2023(16):103-107.

[28] 陈 华. 黄芪多糖对羔羊生长性能及抗氧化功能的影响[J]. 现代畜牧兽医, 2022(8):31-34.

CHEN H. Effect of *Astragalus* polysaccharides on growth performance and antioxidant function of lambs [J]. Modern Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2022(8):31-34.

[29] 张 星,任 发,冯天雨,等. 黄芪多糖对奶山羊精液冷冻保存效果的影响[J]. 家畜生态学报, 2023, 44(4): 66-73.

ZHANG X, REN F, FENG T Y, et al. Effect of *Astragalus* polysaccharide on Semen cryopreservation of dairy goat[J]. Journal of Domestic Animal Ecology, 2023, 44(4):66-73.

[30] 魏 彤,曹斌云,张 津,等. 日粮中添加黄芪多糖对奶山羊产奶性能和免疫指标的影响[J]. 饲料研究, 2021, 44(11):6-9.

WEI T, CAO B Y, ZHANG J, et al. Effect of *Astragalus* polysaccharides in diets on milking performance and serum immune indexes of dairy goat[J]. Feed Research, 2021, 44(11):6-9.

[31] 张 星,任 发,冯天雨,等. 黄芪多糖对奶山羊精液冷冻保存效果的影响[J]. 家畜生态学报, 2023, 44(4): 66-73.

ZHANG X, REN F, FENG T Y, et al. Effect of *Astragalus* polysaccharide on Semen cryopreservation of dairy goat[J]. Journal of Domestic Animal Ecology, 2023, 44(4):66-73.

[32] 王振国,李瀚森,张 丽,等. 黄芪多糖对绵羊精液冷冻保存的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2024, 51(5):2 007-2 014.

WANG ZH G, LI H S, ZHANG L, et al. The effect of *Astragalus* polysaccharides on cryopreservation of Semen in sheep[J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 51(5):2007-2014.

[33] 张 备,薛沾枚,张国华,等. 添加牛磺酸和黄芪多糖对羊精子低温保存的影响[J]. 中国兽医杂志, 2023, 59(7):139-143.

ZHANG B, XUE ZH M, ZHANG G H, et al. Effects of adding taurine and *Astragalus* polysaccharide on cryopreservation of ram sperm[J]. Chinese Journal of Veterinary Medicine, 2023, 59(7):139-143.

[34] 苏 红,陈 陆,李秀男,等. 乌珠穆沁羊早期胚胎转录组测序分析[J]. 动物医学进展, 2023, 44(8):39-46.

SU H, CHEN L, LI X N, et al. Transcriptome sequencing analysis of early embryos in ujimqin sheep[J]. Progress in Veterinary Medicine, 2023, 44(8):39-46.

[35] 李付平,靳子明,刘成松,等. 黄芪活性成分抗结肠癌作用机制研究进展[J]. 中草药, 2024, 55(10):3 549-3 557.

LI F P, JIN Z M, LIU CH S, et al. Research progress on mechanism of active ingredients of *Astragali Radix* against colon cancer[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2024, 55(10):3 549-3 557.

(上接第 109 页)

[2] 张潭瑛,徐 海,马登录,等. 甘南洮藏黑山羊种质资源保护与开发利用[J]. 畜牧兽医杂志, 2023, 42(4): 12-15.

ZHANG T Y, XU H, MA D L, et al. Protection and exploitation of germplasm resources of Tao Tibetan black goat in Gannan[J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2023, 42(4):12-15.

[3] 彭炳翔,李贵明,程 慧,等. 湖羊在宜昌地区的适应性及养殖效益研究[J]. 养殖与饲料, 2020, 19(7):37-39.

[4] 刘岳华,李晓锋,刘 伟,等. 不同种植模式下饲用燕麦与青贮玉米的生产性能及品质[J]. 草业科学, 2022, 39(3):538-550.

LIU Y H, LI X F, LIU W, et al. Analysis of the yield and nutritional quality of different forage planting patterns in the agricultural region of Sichuan Province[J]. Pratacultural Science, 2022, 39(3):538-550.

[5] 郝彩红,崔大伟. 母羊不同时期的饲养管理[J]. 现代畜牧科技, 2021(8):57.

[6] 李香荣. 湖羊高效饲养与疫病防控技术要点[J]. 中国畜禽种业, 2019, 15(3):120-121.

[7] 王喜军,王天翔,王丽娟,等. 母羊的助产技术[J]. 畜牧兽医杂志, 2013, 32(5):82-83.

[8] 黄键钧. 小尾寒羊胃肠炎异物性肺炎诊治[J]. 四川畜牧兽医, 2007, 34(1):53.

[9] 张作秀. 格尔木地区羊快疫病的实验室诊断报告[J]. 畜牧兽医杂志, 2013, 32(5):111-112.

[10] 赵天贤,冯世武. 高原牧区绵羊多发病防治技术[J]. 畜牧兽医杂志, 2013, 32(5):122-123.