



DOI:10.14188/j.ajsh.2022.01.013

陕南地方优秀畜禽种质资源研究进展

陈玲^{1†}, 彭梦晗^{1†}, 田悦¹, 范奥运¹, 程梁凯¹, 刘强²

(1. 安康学院 现代农业与生物科技学院, 陕西 安康 725000;

2. 安康学院 陕西省蚕桑重点实验室, 陕西 安康 725000)

摘要: 本综述调查了陕南地区具有地方特色的优秀畜禽汉江黑猪、巴山牛、陕南山羊、略阳乌鸡的研究利用现状。目前, 略阳乌鸡的种质资源研究较为全面, 已揭示了有关羽色、生长发育、肉质性状、产蛋性能以及抗病性等分子遗传机制, 商业化开发也较为突出; 四川地区巴山牛地方品系宣汉牛肉质细嫩和耐湿热环境的分子机制也都被揭示, 陕南地区巴山牛地方品系仅开展了亲缘关系研究; 陕南山羊虽数量多, 但由于长期缺乏系统的选育, 生产性能明显退化; 而汉江黑猪已处于濒危状态。因此, 今后应重点开展陕南地区巴山牛地方品系, 陕南山羊和汉江黑猪的种质资源研究, 揭示优势性状的遗传机制, 挖掘优势性状基因, 促进陕南畜禽种质资源的保护和创新利用。

关键词: 陕南地区; 优秀畜禽品种; 种质资源; 创新利用

中图分类号: S813.9

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2022)01-0105-07

Research progress of local excellent livestock and poultry germplasm resources in southern Shaanxi

CHEN Ling^{1†}, PENG Menghan^{1†}, TIAN Yue¹, FAN Aoyun¹, CHENG Liangkai¹, LIU Qiang²

(1. School of Modern Agriculture and Biotechnology, Ankang University, Ankang 725000, Shaanxi, China; 2. Shaanxi Key Laboratory of Sericulture, Ankang University, Ankang 725000, Shaanxi, China)

Abstract: This review investigates the research progress of indigenous livestock and poultry in southern Shaanxi, such as Hanjiang black pig, Bashan cattle, southern Shaanxi white goat, and Lueyang black-bone chicken. At present, the research on the germplasm resources of Lueyang black-bone chicken is relatively comprehensive, the molecular genetic mechanisms related to feather color, growth and development, meat quality traits, egg laying performance and disease resistance of this breed have been revealed, and the commercial development is also prominent. The molecular mechanisms of meat tenderness and resistance to humid and heat environment have also been revealed in the Xuanhan cattle, which is one strain of the Bashan cattle in Sichuan area. The genetic relationship of the Bashan cattle in southern Shaanxi has been investigated. There are a large number of white goats in southern Shaanxi, but the production performance is obviously degraded due to the long-term lack of systematic breeding. The Hanjiang black pig is endangered. In the future, we should focus on revealing the genetic mechanism of dominant traits and excavating favorable trait genes, to promote the conservation and innovative utilization of the

收稿日期: 2021-10-02 修回日期: 2021-11-26 接受日期: 2022-02-21

作者简介: 陈玲(1988-),女,博士,讲师,主要从事家畜遗传育种与繁殖工作,E-mail: chenling2290@outlook.com;彭梦晗(1999-),女,本科生,主要从事家畜种质资源调查工作,E-mail: 1448357586@qq.com。†陈玲、彭梦晗对本文有同等贡献,为共同第一作者

基金项目: 陕西省重点研发项目(2016KTCL02-14);陕西省教育厅项目(20JK0477);安康市科技计划项目(AK2019NY-04);大学生创新创业训练计划项目(S202011397048)

引用格式:陈玲,彭梦晗,田悦,等. 陕南地方优秀畜禽种质资源研究进展[J]. 生物资源, 2022, 44(1): 105-111.

Chen L, Peng M H, Tian Y, *et al.* Research progress of local excellent livestock and poultry germplasm resources in southern Shaanxi [J]. Biotic Resources, 2022, 44(1): 105-111.

于小耳黑猪^[6]。

但近年来,有关汉江黑猪的分子遗传学研究报道几乎没有。因此,需要在目前有限的群体数量下,利用现代分子生物学技术深入揭示汉江黑猪种质遗传特性已迫在眉睫,将对陕南地区农牧业的创新和可持续发展产生深远影响。

1.2 巴山牛研究现状

1982年全国畜禽品种资源调查委员会将四川宣汉、达县的宣汉牛,湖北十堰的郧巴牛,陕西汉中的西镇牛和安康地区的平利牛和赤崖牛统一命名为“巴山牛”。目前,陕南地区的西镇牛、平利牛和岭南牛也常被称为“秦巴牛”(如图2),属巴山牛的三个地方品系。巴山牛属役肉兼用型地方黄牛品种,2009年作为保护牛种被列入陕西省畜禽遗传资源保护名录。近年来品种数量也呈显著下降,但具体数据不详,数量不容乐观。

经过近40年的时代变迁,2016年有研究对秦巴山区西镇牛、赤崖牛、郧巴牛和宣汉牛4个黄牛(*Bos taurus*)品种的12个微卫星进行遗传多样性和聚类分析,发现这四个黄牛品种遗传多样性丰富,4个黄牛品种虽然地理分布格局相近,自然环境相似,但亲缘关系并非相近,应为来源不同的品种,认为西镇牛、赤崖牛、郧巴牛和宣汉牛不宜合并为1个品种^[7]。

宣汉牛是巴山牛分布于四川境内的一个地方品系,为了改善当地黄牛的经济性能,四川省历时30多年以宣汉黄牛为母本,选用西门塔尔牛和荷斯坦牛作父本,培育出耐湿热、耐粗饲的乳肉兼用型新品种蜀宣花牛。其中含西门塔尔牛血统81.25%,荷

斯坦牛血统12.5%,宣汉黄牛血统6.25%^[8]。2018年通过对四川巴中市和达州市六个肉牛主产区220个不同规模养殖户进行调研,显示宣汉牛仍是当地养殖户的首选品种^[9]。

通过比较西杂牛(西门塔尔牛×宣汉牛)、犏牛(娟珊牛×麦洼牦牛)和宣汉牛产肉性能和肉质指标,结果显示宣汉牛的优质肉块产量占胴体比、肌肉脂肪含量和肉嫩度显著高于西杂牛和犏牛;而且宣汉牛的肌纤维直径显著低于西杂牛和犏牛,同时发现肌球蛋白重链I(MyHC I)基因以及与肌肉脂肪合成相关的脂肪酸合成酶(FAS)基因表达量显著高于西杂牛和犏牛,这可能是导致宣汉牛肉质较嫩的分子基础^[10]。另外,在热应激环境中,宣汉牛血清热休克蛋白70(HSP70)浓度升高较西杂牛和犏牛发生早,其热休克蛋白保护机制的激活较其他两个品种(系)肉牛早;而且宣汉牛通过增强糖酵解途径来补充热应激状态下的能量消耗,不损害机体结构蛋白和体脂肪,这也使宣汉牛对湿热环境的适应能力更强^[11]。此外,通过比较宣汉牛和西杂牛瘤胃以及不同肠段的微生物区系差异,还揭示了两种牛生产性能差异的原因^[12]。也有学者通过转录组范围内的遗传变异比较了宣汉牛、西杂牛、蜀宣花牛、西门塔尔牛、荷斯坦牛等6个品种的遗传多样性,发现宣汉牛的单核苷酸多态性(single nucleotide polymorphisms, SNPs)和插入和缺失突变(insertion-deletion, InDels)明显多于其他品种^[13]。以上研究为宣汉牛独特于其他牛种找到了生物学证据。

与四川省杂交培育新品种的发展模式不同,湖

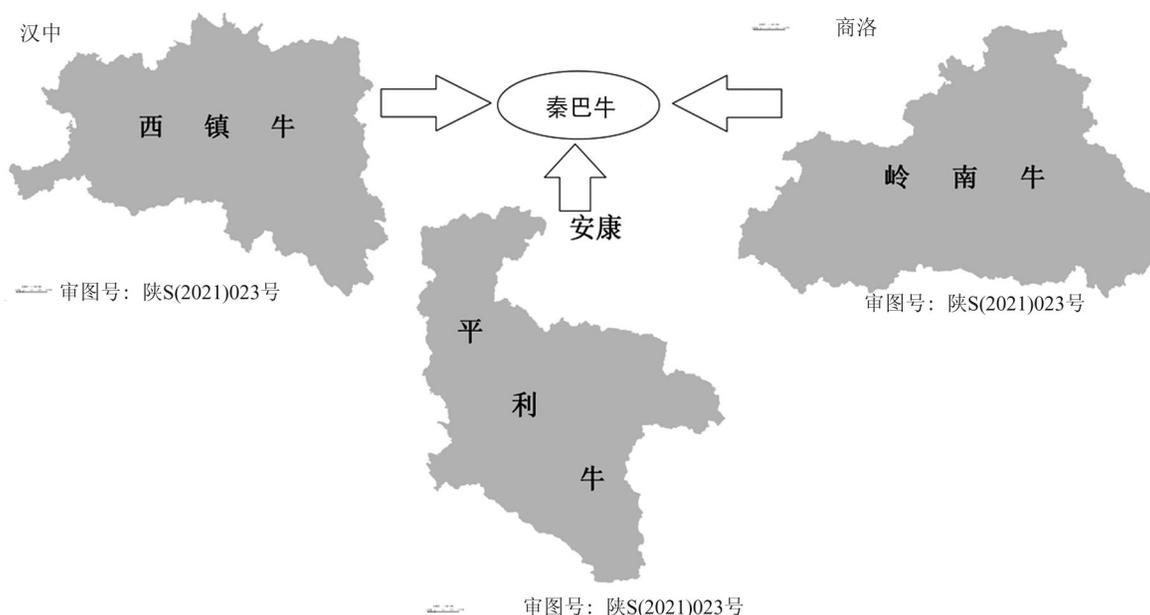


图2 陕南三大巴山牛地方品系

Fig. 2 Three strains of Bashan cattle in Southern Shaanxi

北省竹山县的陨巴黄牛 2014 年获批国家地理标志保护品种,极大地促进了竹山县郧巴黄牛产业发展。目前当地政府以打造有机绿色郧巴黄牛品牌为重点,努力拓展陨巴黄牛知名度,扩大影响力,实现省内立牌、国内外扬名,发展目标清晰^[14]。目前对于陨巴黄牛开展的生物学研究较少,而陕南地区的岭南牛、赤崖牛和平利牛相关的研究资料也非常有限,通过分析岭南牛 mtDNA D-loop 区和 Y 染色体 SNP 遗传多样性,明确了岭南牛源于普通牛和瘤牛两个血缘^[15,16]。

从以上信息可以看出,各地区对巴山牛各地方品系的选育和研究程度不同,陕南地区对于巴山牛的研究和相关政策的制定较为滞后。

1.3 陕南山羊研究现状

陕南山羊主要分布于陕南安康和商洛地区,汉中镇巴和西乡亦有分布,具有早熟、多胎、多羔等特点,据对 500 余只母羊测定:周年繁殖率为 235.41%,产羔率为 259.03%,其中双羔率 55.2%,三羔率 10.1%^[17],另具有耐粗饲、抗逆性强、肉质细嫩、膻味小等优点,但陕南山羊个体小,泌乳力不足,影响其肉用性能。为解决这一问题,畜牧站和科研院所开展了以“布关陕”三元杂交^[18]和“布陕”二元杂交^[19]的杂交改良实验,以提高陕南山羊的生产性能。三元杂交虽然效果明显,也能解决二元杂交母本泌乳量不足的问题,但是耗时长、投入高、见效慢,在陕南当地应用并不广泛。目前仍以“布陕”二元杂交应用最广。由于近年来劳动力外流、饲草价格上涨和国家封山禁牧,目前整个陕南地区白山羊存栏不足 25 万只^[20]。

通过检测包括陕南山羊在内的 10 个羊品种的 20 个微卫星标记遗传多样性,显示 20 个微卫星位点在陕南山羊中呈高度多态性^[21]。利用 PCR-SS-CP 和基因测序技术研究发现波尔山羊和陕南山羊的转化生长因子 $\beta 1$ 基因多态性与产羔数呈显著正相关,可作为两个品种繁殖性状分子育种的候选基因^[22]。有学者利用基于核糖体小亚基 rRNA 基因位点的分子生物学特性调查了陕南山羊感染泰勒虫的情况,为制定陕南山羊泰勒虫检测流程奠定了基础^[23]。但目前,对陕南山羊种质资源研究仍然非常有限,该品种更多有价值的分子遗传学信息有待挖掘。

1.4 略阳乌鸡研究现状

略阳乌鸡又称黑河乌鸡,分布于陕南汉中的略阳、勉县等一带,分布区域较小,属世界单独乌鸡品种^[24],被陕西省农业厅列入《陕西省畜禽遗传资源保

护名录》,为陕西省禽类重点保护品种,目前保护鸡种主要为黑色羽。从 1980 年起略阳县政府就对略阳乌鸡开展基础性调查研究,1983 年建立了略阳乌鸡保种繁育场,对其进行了系统的保种选育,截至目前选育效果明显,生产性能以及外观的整齐均匀度均显著提升^[25]。据略阳县畜牧技术推广中心发表的数据,略阳乌鸡目前每年出栏量不少于 200 万只^[26]。

目前,针对略阳乌鸡已经开展了有关羽色、生长发育、肉质性状、产蛋性能以及抗病性等全方位的分子生物学研究。通过分析略阳乌鸡黑羽和白羽群体 8 个微卫星遗传多态性,发现略阳黑羽乌鸡和白羽乌鸡群体内均保存着较为丰富的遗传多样性,在选育和生产中没有导入外血,品种纯正,保留了较为原始的基因库^[27]。采用基因组重测序分析了略阳乌鸡的群体结构,鉴定了与羽色相关的关键候选基因^[28]。在生长发育方面,有学者通过 Gompertz 模型模拟略阳乌鸡生长曲线反映略阳乌鸡生长发育特点^[29]。通过转录组测序解析了不同蛋白水平日粮对略阳乌鸡生长发育调控的分子机制^[30],以上两个研究为略阳乌鸡的阶段日粮配制提供了科学依据。通过研究略阳乌鸡不同日龄、性别、不同组织、不同储藏温度风味物质肌肉肌苷酸(5'-inosinic acid, IMP)含量变化规律,分析对应条件下 IMP 合成和降解相关基因表达规律,解析了 IMP 呈现规律性变化的分子机制,这一研究为略阳乌鸡肉的高质量食用提供了理论指导^[31]。

在产蛋性能方面,通过对开产前不同周龄体重和开产后不同周龄产蛋数等性状的遗传力和各性状间的遗传相关进行了估计,确定可在 31 周龄对略阳乌鸡实施产蛋数的早期选种,并发现促甲状腺激素受体基因(TSHR)参与略阳乌鸡产蛋性能调控,而抗苗勒激素基因(AMH)可能不是影响略阳乌鸡产蛋的重要遗传因素^[32,33]。对略阳乌鸡的抗病性方面,发现略阳乌鸡抗病毒蛋白(myxovirus resistance, Mx)编码基因有 AA、AG 和 GG 三种基因型,其中 AA 基因型具有强的抗病能力,GG 基因型对疾病较敏感^[34],同时对外源整合入略阳乌鸡基因组的禽白血病病毒(avian leukosis virus, ALV)基因进行了鉴定和表达分析,该病毒虽致病性低或无致病性,但可降低鸡对外源病毒感染的抵抗能力^[35]。另外还探究了略阳乌鸡不同生长时期免疫器官脾脏的组织学特点及转录组特征,筛选出了调控略阳乌鸡免疫功能的关键候选基因,为略阳乌鸡的抗病分子选育提供了理论支撑^[36]。但略阳乌鸡肉质发柴是该品种目前面临的一个难题,如何改善这一缺点是未来需

要持续关注的问题。

总体来说,略阳乌鸡产业已成为陕南地区的特色产业,也已开展较为全面和深入的科学研究,这为略阳乌鸡的深层次、品牌化发展奠定了坚实的基础。

2 陕南优秀畜禽种质资源保护和利用的思考

鉴于陕南地方家畜品种在该地区所具有的重要战略价值,而汉江黑猪、陕南山羊等主要家畜品种目前较落后的研究利用现状,应加强汉江黑猪和陕南山羊保护和利用方面的研究,促进陕南畜牧业的全面创新发展。因此,有以下几点思考:

2.1 加强陕南地方品种的全基因组研究和优势性状基因挖掘

陕南地方品种的繁殖性能、肉质、抗逆性、药理性、观赏性等具有显著优势,具有巨大的挖掘潜力。分子遗传标记和生物测序技术能够实现全方位解析动物生长发育、繁殖、进化等遗传规律,对濒危物种的保护和优异动物种质资源的开发利用具有促进作用^[37]。这一技术目前在略阳乌鸡中已经全方位开展,未来我们需要利用该技术对其他陕南优秀地方品种遗传特性进行全方位分析,制定科学的保种计划,挖掘优势性状基因,促进陕南畜牧种质资源创新。

2.2 加强陕南地方家畜品种的纯种选育是长远路径

利用杂交优势在陕南山羊、巴山牛等群体中开展经济杂交虽能较快改善这些品种的市场竞争力,但就长远发展来看应加强陕南地方家畜的纯种选育保持这些地方品种具有的特种质特性才能实现陕南畜牧业可持续“特色”发展。利用科学有效的育种技术手段,将繁殖力好、肉质优良及抗逆性强的优势性状进一步选育提高,并将优良基因在陕南地方家畜种群中扩大是陕南畜牧业发展的必经之路^[14,24]。

2.3 适当开展经济杂交提高养殖户经济效益是有效方法

略阳乌鸡因其独特性已走上特色“品牌”发展道路,但其他地方家畜品种普遍生产性能不如引入品种和其他地方培育品种,虽然深受消费者喜爱,但养殖户经济效益不明显。因此,开展有目标的经济杂交是一种可以快速提高养殖户效益的有效途径,是否可采用有目的地导入杂交改善略阳乌鸡肉质发柴的问题,也是一个值得尝试的途径。目前,当地群众已自发开展陕南山羊、巴山牛和汉江黑猪的二元和三元杂交,但由于没有系统的理论指导,存在乱引种,乱杂交,使得有些群体血统不纯正,这是今后繁

育工作需要重视的问题,需在政府部门引导下建立严格的三级繁育体系,避免无序杂交,保证本地品种血统纯正。

3 展 望

现代畜牧业发展靠的是高质量的畜产品,以陕南山羊,巴山牛,汉江黑猪和略阳乌鸡等为例的陕南地方优秀畜禽品种不仅是陕西省也是全国的优秀地方畜禽遗传资源。在畜牧业发展日趋单一化的趋势下,应加大对陕南地方家畜品种的选育和保护,充分发挥其优势,保护我国生物资源多样性。

参考文献

- [1] 马月辉. 迈向畜禽种质资源强国新征程[J]. 中国畜牧业, 2020(6): 23-24.
Ma Y H. A new journey towards a country with strong livestock and poultry germplasm resources [J]. China Animal Industry, 2020(6): 23-24.
- [2] 石光飞. 中国家畜多样性保护的意义[J]. 甘肃畜牧兽医, 2017, 47(2): 29-30.
Shi G F. The significance of protecting animal diversity in China [J]. Gansu Animal Husbandry and Veterinary, 2017, 47(2): 29-30.
- [3] 中华人民共和国农业农村部. 农业农村部办公厅关于印发《全国畜禽遗传资源保护和利用“十三五”规划》的通知[EB/OL]. 2016-11-11. www. moa. gov. cn/gov-public/XMYS/201611/t20161111_5360757. htm.
The Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice of the General Office of the Ministry of Agriculture on Printing and Distributing the "Thirteenth Five-Year Plan for the Protection and Utilization of National Livestock and Poultry Genetic Resources"[EB/OL]. November 11, 2016. www. moa. gov. cn/govpublic/XMYS/201611/t20161111_5360757. htm.
- [4] 庞卫军. 猪RAPD及其*H-FABP*基因PCR-RFLP的分子标记研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2003.
Pang W J. Study on using RAPD and PCR-RFLP molecular markers on pig DNA and its *H-FABP* gene [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2003.
- [5] Xu R X, Wei N, Wang Y, *et al.* Association of novel polymorphisms in lymphoid enhancer binding factor 1 (LEF-1) gene with number of teats in different breeds of pig [J]. Asian-Australasian journal of animal sciences, 2014, 27(9): 1254-1262.
- [6] Wu G, Shi X, Zhou J, *et al.* Differential expression of meat quality and intramuscular fat deposition related genes in Hanjiang black pigs [J]. Acta Biochimica et

- Biophysica Sinica, 2014, 46(12): 1087-1090.
- [7] 王斌, 管林森, 余横伟, 等. 秦巴山区黄牛群体的微卫星DNA遗传多样性[J]. 农业生物技术学报, 2016, 24(2): 233-244.
- Wang B, Zan L S, Yu H W, *et al.* Genetic diversity of microsatellite DNA among the cattle (*Bos taurus*) population in the Qinling-Bashan Mountain Area [J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2016, 24(2): 233-244.
- [8] 付茂忠, 王巍, 易军, 等. 蜀宣花牛新品种及肉用性能[C]. 西北地区农牧结合发展草牧业研讨会论文集. 中国科学技术协会学会学术部, 2016: 71-74.
- Fu M Z, Wang W, Yi J, *et al.* New breeds and meat performance of Shuxuanhua cattle [C]. Proceedings of the Symposium on the Combination of Agriculture and Animal Husbandry Development in Northwest China. Academic Department of Chinese Association for Science and Technology, 2016: 71-74.
- [9] 王巍, 易军, 唐慧, 等. 四川省规模化肉牛场养殖规模调查分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(2): 57-61.
- Wang W, Yi J, Tang H, *et al.* Investigation and analysis on scale of beef cattle farm in Sichuan province [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2018(2): 57-61.
- [10] 王泳杰. 相同饲养条件下不同品种(系)肉牛产肉性能及肉品质差异的研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2018.
- Wang Y J. A comparative study on meat performance, meat quality of beef cattle of different breeds under the same feeding conditions [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2018.
- [11] 廖宇鹏. 热应激对不同品种(系)肉用牛营养代谢组影响的差异研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2018.
- Liao Y P. Effects of heat stress on metabolomics of different beef cattle breeds [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2018.
- [12] Zhu Y, Wang Z, Hu R, *et al.* Comparative study of the bacterial communities throughout the gastrointestinal tract in two beef cattle breeds [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2021, 105(1): 313-325.
- [13] Wang W, Wang H, Tang H, *et al.* Genetic structure of six cattle populations revealed by transcriptome-wide SNPs and gene expression [J]. Genes & genomics, 2018, 40(7): 715-724.
- [14] 张道钦, 李志雄. 打造郧巴黄牛品牌助推畜牧产业发展[J]. 当代畜禽养殖业, 2016(10): 60.
- Zhang D Q, Li Z X. Building the Yunba yellow cattle brand to boost the development of the livestock industry [J]. Modern Animal Husbandry, 2016(10): 60.
- [15] 赵晓诚, 党瑞华, 黄永震, 等. 岭南牛 mtDNA D-loop区遗传多样性研究[J]. 中国牛业科学, 2017, 43(2): 1-3.
- Zhao X C, Dang R H, Huang Y Z, *et al.* Genetic Diversity of mtDNA D-loop region in Lingnan cattle [J]. China Cattle Science, 2017, 43(2): 1-3.
- [16] 赵晓诚, 林清, 左自意, 等. 岭南黄牛 Y-SNP 遗传多样性与父系起源研究[J]. 中国牛业科学, 2017, 43(4): 4-6.
- Zhao X C, Lin Q, Zuo Z Y, *et al.* Genetic diversity and oaternal origin based on Y-SNPs markers in Lingnan cattle [J]. China Cattle Science, 2017, 43(4): 4-6.
- [17] 童建军, 原积友, 安宁. 《陕南白山羊》(DB61/T1003—2015)解读[J]. 畜牧兽医杂志, 2017, 36(5): 102-103, 105.
- Tong J J, Yuan J Y, An N. Interpretation of white goat of Shannan (DB61/T1003-2015) [J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2017, 36(5): 102-103, 105.
- [18] 董焕清, 杨清智, 倪世军, 等. 布尔山羊、关中奶山羊、陕南白山羊三品种杂交试验对比分析[J]. 家畜生态学报, 2005, 26(2): 46-48.
- Dong H Q, Yang Q Z, Ni S J, *et al.* Analysis on cross experiment of Boer goat Guanzhong milk goat and Shaannan white goat [J]. Ecology of Domestic Animal, 2005, 26(2): 46-48.
- [19] 唐友学, 刘永学, 张忠珍. 陕南白山羊品种改良试验研究与应用[J]. 当代畜牧, 2015(9): 24-26.
- Tang Y X, Liu Y X, Zhang Z Z. Experimental research and application on breed improvement of white goats in southern Shaanxi [J]. Contemporary Animal Husbandry, 2015(9): 24-26.
- [20] 程开平. 陕南白山羊品种资源保护与发展利用[J]. 畜牧兽医杂志, 2020, 39(3): 29-31.
- Cheng K P. Protection and utilization of Shaannan white goat breed resources [J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2020, 39(3): 29-31.
- [21] 祁昱. 中国10个山羊品种遗传多样性的微卫星分析[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- Qi Y. Study on the genetic diversity of 10 goat breeds in China using microsatellite analysis [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2008.
- [22] 李广, 武和平, 付明哲, 等. *TGF-β1* 基因多态性及其与2个山羊品种产羔数的相关分析[J]. 中国兽医学报, 2013, 33(2): 312-316.
- Li G, Wu H P, Fu M Z, *et al.* Polymorphism of *TGF-β1* gene and its relationship with litter size in two goat breeds [J]. Chinese Journal of Veterinary Science, 2013, 33(2): 312-316.
- [23] 于正青, 宋军科, 张会军, 等. 陕南白山羊感染泰勒虫的种类鉴定及其遗传进化分析[J]. 动物医学进展, 2018, 39(8): 1-5.

- Yu Z Q, Song J K, Zhang H J, *et al.* Identification and phylogeny analysis on *Theileria* spp. of infected Shaan-nan white goats [J]. *Progress in Veterinary Medicine*, 2018, 39(8): 1-5.
- [24] 王萍, 蓝天. 大山深处的“金饭碗”略阳乌鸡产业助力精准脱贫显成效[J]. *西部大开发*, 2020(1): 138-141.
Wang P, Lan T. “Golden Rice Bowl” in the depths of the mountains, Lueyang black-bone chicken industry has helped precision alleviate poverty and achieved results [J]. *West China Development*, 2020(1): 138-141.
- [25] 林伟峰, 杨生福, 李涛. 略阳乌鸡发展现状与研究进展[J]. *兽医导刊*, 2020(5): 90-91.
Lin W F, Yang S F, Li T. Development status and research progress of Lueyang black-bone chicken [J]. *Veterinary Orientation*, 2020(5): 90-91.
- [26] 林伟峰, 胡庆荣, 王斌. 浅谈略阳乌鸡产业发展现状与措施建议[J]. *兽医导刊*, 2020(2): 4.
Lin W F, Hu Q R, Wang B. Talking about the development status and suggestion for Lueyang black-bone chicken [J]. *Veterinary Orientation*, 2020(2): 4.
- [27] 庄嘉楠, 路宏朝, 杨鸽, 等. 略阳乌鸡黑羽和白羽群体微卫星遗传多态性分析[J]. *中国家禽*, 2021, 43(4): 107-112.
Zhuang J N, Lu H C, Yang G, *et al.* Microsatellite genetic polymorphism of black and white feather populations in Lueyang black-bone Chicken [J]. *China Poultry*, 2021, 43(4): 107-112.
- [28] 杨鸽. 基于重测序的略阳乌鸡群体遗传结构分析及羽色相关候选基因鉴定[D]. 汉中: 陕西理工大学, 2021.
Yang G. Genetic structure analysis of Lueyang black-bone chicken population based on resequencing and identification of candidate genes related to feather color [D]. Hanzhong: Shaanxi University of Technology, 2021.
- [29] 宗航, 项光锋, 刘雅婷, 等. 略阳乌鸡生长规律及继代选育效果分析[J]. *家畜生态学报*, 2019, 40(12): 29-33, 45.
Zong H, Xiang G F, Liu Y T, *et al.* Analysis on growth law and systematic breeding effect of Lueyang black-bone chicken [J]. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 2019, 40(12): 29-33, 45.
- [30] 訾宝兵. 基于转录组学分析的日粮蛋白质对略阳乌鸡生长发育调控的分子机制[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2018.
Zi B B. Molecular mechanism of growth and development in Lueyang black-bone chicken by regulating of dietary protein based on transcriptomics analysis [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2018.
- [31] 陈怡博. 略阳乌鸡肌肉肌苷酸含量的变化规律与相关基因表达的关联性研究[D]. 汉中: 陕西理工大学, 2021.
Chen Y B. Study on the relationship between the change rule of IMP content and the correlation of related genes in muscle of Lueyang black-bone chicken [D]. Hanzhong: Shaanxi University of Technology, 2021.
- [32] 赵文妍, 杨若涵, 刘瑞芳, 等. *TSHR* 基因表达和序列变异与略阳乌鸡产蛋性能的关联性[J]. *中国家禽*, 2019, 41(8): 5-9.
Zhao W Y, Yang R H, Liu R F, *et al.* Correlation analysis on expression and sequence variants of *TSHR* with egg production performance of Lueyang chickens [J]. *China Poultry*, 2019, 41(8): 5-9.
- [33] 党李苹. 略阳乌鸡产蛋数性状遗传参数估计及调控基因 *AMH* 表达和序列变异研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2020.
Dang L P. Estimation of genetic parameters of laying number traits and study on *AMH* expression and sequence variation in Lueyang black chicken [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2020.
- [34] 王令, 郭熠洁, 张涛, 等. 略阳乌鸡抗病毒蛋白基因 *Mx* 多态性研究[J]. *基因组学与应用生物学*, 2016, 35(7): 1696-1701.
Wang L, Guo Y J, Zhang T, *et al.* Polymorphism research of myxovirus resistance gene in Lueyang black-bone chicken [J]. *Genomics and Applied Biology*, 2016, 35(7): 1696-1701.
- [35] 杨理凯, 郭苗苗, 杜伟立, 等. 略阳乌鸡内源性逆转录病毒鉴定及表达分析[J]. *基因组学与应用生物学*, 2018, 37(8): 3371-3377.
Yang L K, Guo M M, Du W L, *et al.* Identification and expression analysis of endogenous retroviruses of Lueyang black-bone chicken [J]. *Genomics and Applied Biology*, 2018, 37(8): 3371-3377.
- [36] 杨理凯. 略阳乌鸡不同生长期脾脏转录组学分析及免疫相关基因筛选[D]. 汉中: 陕西理工大学, 2019.
Yang L K. Transcriptomics analysis of spleen and screening of immune related genes in Lueyang black-bone chickens at different growth stages [D]. Hanzhong: Shaanxi University of Technology, 2019.
- [37] 肖瑜, 马海明. 猪的全基因组测序研究进展[J]. *中国畜牧杂志*, 2019, 55(5): 20-25.
Xiao Y, Ma H M. Advances in whole genome sequencing of pigs [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2019, 55(5): 15-20.

□

(编辑: 张丽红)