

松辽黑猪 *LHX8* 基因内含子 5 多态性及其与繁殖性状的关联分析

张琪^{1,2}, 张方玮^{1,2}, 刘庆雨¹, 张树敏², 李娜^{1*}, 于永生^{1*}

(1. 吉林省农业科学院(中国农业科技东北创新中心), 吉林 公主岭 136100; 2. 吉林农业大学动物科学技术学院, 长春 130118)

摘要: 为了探究转录调节因子 LIM 同源盒蛋白 8 基因(LIM homebox protein 8, *LHX8*)内含子 5 多态性与松辽黑猪繁殖性状的关联性, 试验选取 120 头经产松辽黑猪母猪为研究对象, 采用 Sanger 直接测序法检测 *LHX8* 基因第 5 内含子的单核苷酸多态性(SNP)位点, 使用 SPSS 22.0 分析 *LHX8* 基因内含子 5 的 SNP 与松辽黑猪繁殖性状的关联性。结果表明, 松辽黑猪 *LHX8* 基因内含子 5 存在 T/C 突变; 共检测到 TT、TC 和 CC 共 3 种基因型, T、C 两种等位基因, 优势等位基因型为 CC, 优势等位基因为 C。χ² 适合性检验表明, 该 SNP 在松辽黑猪群体中处于 Hardy-Weinberg 平衡状态, 为中度多态(0.25<PIC<0.5)。关联分析结果表明, CC 基因型个体断奶仔猪数显著多于 TC 基因型($P<0.05$)。TC 基因型个体初生重极显著高于 TT 基因型与 CC 基因型($P<0.01$), CC 基因型显著高于 TT 基因型($P<0.05$)。说明松辽黑猪 *LHX8* 基因第 5 内含子 T30C 是潜在的与繁殖性状相关的遗传位点。但该突变位点能否作为松辽黑猪繁殖性状的遗传标记, 需要进行更大规模的群体验证。

关键词: 松辽黑猪; *LHX8* 基因; 内含子 5; 繁殖性状; 多态性

中图分类号: S828

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2025)04-0081-05

Polymorphism of the *LHX8* Gene Intron 5 and Its Association with Reproductive Traits in Songliao Black Pigs

ZHANG Qi^{1,2}, ZHANG Fangwei^{1,2}, LIU Qingyu¹, ZHANG Shumin², LI Na^{1*}, YU Yongsheng^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences(Northeast Agricultural Research Center of China), Gongzhuling 136100;

2. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: This study aimed to investigate the association between the polymorphism of intron 5 of LIM homebox protein 8(*LHX8*) gene and reproductive traits in Songliao black pigs. A total of 120 multiparous Songliao Black sows were genotyped for single nucleotide polymorphisms(SNPs) in intron 5 of *LHX8* using Sanger direct sequencing, and the correlations between SNPs and reproductive traits were analyzed via SPSS 22.0. A T/C mutation was identified in intron 5 of *LHX8*, with three genotypes(TT, TC, and CC) and two alleles(T and C) detected. The dominant genotype and allele were CC and C, respectively. Chi-square goodness-of-fit test showed that the SNP was in Hardy-Weinberg equilibrium and exhibited moderate polymorphism(0.25<PIC<0.5). Association analysis revealed that sows with the CC genotype had significantly more weaned piglets than those with the TC genotype($P<0.05$). Birth weight was significantly higher in the TC genotype than in both TT and CC genotypes($P<0.01$), with CC significantly higher than TT($P<0.05$). These results indicate that the T30C mutation in intron 5 of *LHX8* is a potential genetic locus associated with reproductive traits in Songliao black pigs. However, validation in larger populations is required to confirm its utility as a genetic marker for reproductive traits.

Key words: Songliao black pig; *LHX8* Gene; Intron 5; Reproductive trait; Polymorphism

收稿日期: 2024-11-08

基金项目: 吉林省科技厅重点研发项目(20220202039NC)

作者简介: 张琪(1991-), 女, 助理研究员, 硕士, 从事生猪育种与养猪生产研究。

通信作者: 于永生, E-mail: yuyongsheng2002@163.com

李娜, E-mail: lina_0507@126.com

伴随着生猪产业的高质量发展, 生猪养殖行业进入了微利时代, 不能再单纯依靠所谓的“猪周期”进行“对赌式”生产。在提升饲养管理水平的基础上, 进一步提高猪只繁殖性能的重要性日益凸显。由于猪的繁殖能力具有较低的遗传力, 传统选育方法在提高这一性状上面临较大挑战, 且进展较为缓慢。而利用分子生物学技术则能够

显著加快遗传性能改良的步伐。由吉林省农业科学院培育的瘦肉型母系新品种松辽黑猪,自推出以来即获得了养殖界和消费者市场的广泛青睐。该品种多年被农业部列为重点推广品种^[1-2]。至今全国范围内的优质黑猪品种(品系)很多都含有松辽黑猪的血统。松辽黑猪在市场上供不应求,提高松辽黑猪繁殖性能是目前亟待解决的关键问题,同时也是短时间内扩大松辽黑猪核心群数量的必要手段。

转录调节因子 LIM 同源盒蛋白 8 基因(LIM homeobox protein 8, *LHX8*),属于同源盒基因家族的一员,它含有一个保守的 LIM 结构域和同源域。作为家族中首个在生殖腺组织中发现表达的基因,*LHX8*对动物卵巢的发育和功能维持具有至关重要的调控影响。*LHX8*基因定位在猪的 6 号染色体上,全长 27 353 bp,包含 9 个外显子,编码区长 1 580 bp,编码 377 个氨基酸,存在 2 个保守结构域,在促进细胞分化以及器官发育等生理过程中起着重要作用^[3-5]。*LHX8*在卵母细胞不同发育阶段均表达,敲除 *LHX8*后,初生小鼠卵巢原始卵泡不生长和分化,成年雌鼠卵巢中卵母细胞数量减少,卵泡退化,猪 *LHX8*基因在生殖腺中表达水平较高,在卵母细胞和附植前的胚胎均检测到一定的表达,推测 *LHX8*基因与繁殖性能可能具有相关性^[3,6]。基因多态性指的是基因或 DNA 序列在不同个体之间存在的差异,这种差异可能影响动物的繁殖、生长、肉质等指标^[7-9]。关于 *LHX8*基因的研究多是集中在卵泡及神经细胞发育过程中,课题组前期对 *LHX8*基因进行外显子多态性检测并未发现多态性位点^[10]。而该基因内含子是否具有多态性及与猪繁殖性能是否相关还未见报道。

本研究采用直接测序法对松辽黑猪 *LHX8*基因内含子 5 多态性进行检测,并分析其多态性位点与繁殖性状间的相关性,以期为提高松辽黑猪繁殖性能提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 样品采集

随机选择 120 头经产健康松辽黑猪母猪,耳标钳采集耳组织,-20 °C 冰箱备用。同时收集采样对应母猪繁殖数据。

1.2 主要试剂及仪器

无水乙醇(长春鼎国)、基因组 DNA 提取试剂盒(Axygeno)、2xTaq MasterMix(北京康为)、普通 PCR 仪(T100)(上海伯乐)、凝胶成像分析仪(WD-

9413A)(北京六一)。

1.3 基因组 DNA 提取

依照 DNA 提取工具的使用手册,从松辽黑猪耳组织样本中抽取基因组 DNA,同时也对 DNA 的含量及其质量进行了评估。筛选出浓度高于 50 ng/L 且 OD₂₆₀/OD₂₈₀ 在 1.8~2.2 的样品进行琼脂糖凝胶电泳分析,挑选出清晰且无杂带的 DNA 条带对应的样品于-20 °C 保存备用。

1.4 引物设计及合成

根据 Ensemble 中猪 *LHX8* 基因 DNA 序列(ENSSSCT00000004181.5),使用 Primer Premier 5.0 软件设计引物后,得到的引物序列如下:前引物(F)为 5'-GCAATGAGGCGTTTTCGTTTT-3',反引物(R)为 5'-CTATGTGTAAGGCACTCAGCCA-3'。根据设计,预计扩增的 DNA 片段长度为 1 947 bp,该引物由苏州金唯智生物公司进行合成。

1.5 PCR 扩增及 SNP 位点检测

将 120 头松辽黑猪的基因组 DNA 作为实验样本执行 PCR 操作。在 20 μL 管内,分别添加 2x Taq MasterMix 10 μL、ddH₂O 8 μL 和 DNA 1 μL,以及 0.5 μL 的上、下游引物。漩涡振荡混匀,放入设置好程序的 PCR 仪中。PCR 仪程序如下:95 °C 预变性 5 min;95 °C 变性 30 s,58 °C 退火 30 s,72 °C 延伸 1 min,共进行 34 个循环;72 °C 延伸 5 min;之后 4 °C 保存。PCR 操作完成后,采用琼脂糖凝胶电泳方法检测产物大小与预期长度是否吻合及是否有杂带产生。将条带清晰、明亮、无杂带、与预期片段长度一致的产物送往引物合成同一家公司进行 Sanger 测序。测序结果返回后,使用 DNAMAN 软件进行比对,再用 Chromas 软件查看峰图对应分析。

1.6 统计学分析

采用 Microsoft Excel 2019 统计 *LHX8* 基因型,并计算遗传多样性信息(H_o 、 H_e 、 N_e 和 PIC)。

$$H_e = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

$$H_o = 1 - H_e$$

$$N_e = 1 / (1 - H_e)$$

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 - \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n 2p_i^2 p_j^2$$

式中: H_e 、 H_o 、 N_e 、PIC、 n 、 i 、 j 、 P_i 、 P_j 分别代表遗传杂合度、遗传纯合度、有效等位基因数、多态信息含量、等位基因数、第 i 个等位基因、第 j 个等位基因、等位基因频率。

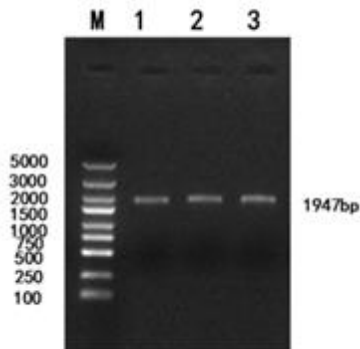
运用 SPSS 22.0 进行单因素方差分析和 LED

法多重比较,对松辽黑猪繁殖性状 *LHX8* 基因不同基因型进行统计分析,结果以“平均值±标准差”表示,并通过 *P* 值来反映这些差异的统计显著性。小于0.05代表差异显著,小于0.01代表差异极显著。

2 结果与分析

2.1 PCR 扩增产物电泳检测结果

根据图1电泳结果可以看出,松辽黑猪 *LHX8* 基因 PCR 扩增产物长度与预期片段大小相同,且条带清晰明亮。



注: M 为 DL 5 000 DNA Marker; 1~3 为不同 DNA 样品的 PCR 产物。

Note: M, DL-5 000 Marker; 1-3, PCR amplification products of *LHX8* gene.

图1 *LHX8* 基因内含子5 PCR 扩增产物

Fig.1 PCR amplification results of *LHX8* gene intron 5

2.2 PCR 测序产物结果分析

在 *LHX8* 基因内含子5第30位上发现 T/C 突变,测序峰图结果见图2。发现该位点有3种基因型分别为 TT、TC 和 CC,两种等位基因分别为 T 和 C。

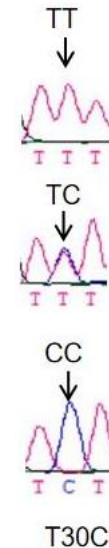


图2 *LHX8* 基因内含子5 SNP 位点

Fig.2 Intron 5 SNP site of *LHX8* gene

2.3 松辽黑猪 *LHX8* 基因型频率和基因频率

根据测序公司返回结果,统计分析松辽黑猪 *LHX8* 基因 T/C 位点的基因型频率与基因频率,结果见表1。CC 基因型的个体数量最多,为优势基因型。T、C 等位基因频率分别为 28% 和 72%, C

表1 松辽黑猪 *LHX8* 基因内含子5基因型频率和基因频率

Table1 Genotype frequency and gene frequency of SNPs of *LHX8* gene intron in Songliao black pigs

SNPs	样本数/头 Sample	基因型频率/% Genotype frequency			基因频率/% Gene frequency		χ^2
		TT	TC	CC	T	C	
T30C	120	0.08 (10)	0.40 (48)	0.52 (62)	0.28	0.72	0.03

注: $df=2$, $\chi^2(0.05)=5.99$, $\chi^2(0.01)=9.21$ 。

Note: $df=2$, $\chi^2(0.05)=5.99$, $\chi^2(0.01)=9.21$.

为优势等位基因。通过 χ^2 检验,证实松辽黑猪 *LHX8* 基因的内含子5的 T30C 位点的基因型分布符合 Hardy-Weinberg 平衡 ($P>0.05$)。

2.4 *LHX8* 基因的群体遗传多样性

松辽黑猪 *LHX8* 基因 T30C 位点的遗传特异性结果见表2。由表2可知,群体遗传纯合度 (H_o)

表2 松辽黑猪 *LHX8* 基因内含子5 SNP 位点的遗传多样性

Table 2 Genetic diversity of SNPs of *LHX8* gene intro in Songliao black pigs

SNPs	遗传杂合度 (H_e) Heterozygosity	遗传纯合度 (H_o) Homozygosity	有效等位基因数 (N_e) Effective number of alleles	多态信息含量 (PIC) Polymorphism information content
T30C	0.403 2	0.596 8	1.675 6	0.321 9

为0.596 8,大于遗传杂合度(He)(0.403 2),PIC为0.321 9($0.25 < PIC < 0.5$),中度多态。

2.5 LHX8基因SNP位点与繁殖性状的关联分析

根据表3的数据显示,CC基因型的个体在断奶时的仔猪数量上超过TC基因型,并且这种差异

在统计上是显著的($P < 0.05$)。同时,TC基因型的个体在初生重上比TT基因型和CC基因型的个体都要高,且这种差异极为显著($P < 0.01$)。此外,CC基因型的个体在初生重上也显著高于TT基因型($P < 0.05$)。

表3 LHX8基因内含子5不同基因型对松辽黑猪繁殖性状的影响

Table 3 Effects of different genotypes of intron 5 of LHX8 gene on reproductive traits of Songliao black pig

繁殖性状 Reproductive trait	基因型 Genotypes		
	TT(N=10)	TC(N=48)	CC(N=62)
产活仔数 Number born alive/头	10.90±0.88	10.60±0.74	10.57±0.82
断奶仔猪数 Weaned piglets/头	10.10±0.74ab	9.67±0.48b	10.02±0.80a
初生重 Birth weight/kg	1.04±0.10Bb	1.21±0.06A	1.13±0.11Ba
3周龄重 3-Week weight/kg	5.23±0.30	5.30±0.22	5.31±0.30
断奶重 Weaning weight/kg	7.06±0.34	6.94±0.29	6.87±0.29

注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$);若行数据标记相同或没有标记,则意味着没有显著差异($P > 0.05$)。

Note: Rows marked with different lowercase letters indicated that there was a significant difference between the two groups of data ($P < 0.05$). Different capital letters represent extremely significant differences ($P < 0.01$). If the row data were marked the same or unmarked, it meant that there was no significant difference between the data ($P > 0.05$).

3 讨论

LHX基因家族参与调节各种类型组织的模式化和分化^[4,11-12]。LHX8突变纯合子小鼠表现为腭裂,LHX8与*lhx6*双突变会导致新生小鼠死亡^[13-14]。*lhx*在生殖细胞的发生过程中也具有重要作用,与哺乳动物的生殖能力密切相关^[6,15-16]。新生小鼠敲除LHX8基因后,虽然外观与正常小鼠一致,但解剖发现敲除LHX8基因小鼠卵巢中原始卵泡不生长也不能转化为生长卵泡。成年小鼠敲除LHX8基因,卵母细胞数量显著减少并伴随着卵泡退化。说明LHX8基因表达与小鼠原始卵泡的激活具有很高的相关性。LHX8与其他卵母细胞生长相关的基因(如*Nobox*、*Bmp15*、*Ybx2*、*Dppa3*、*Oct4*、*Sohlh1*、*Zp3*)的表达失调和分化,会导致卵母细胞成熟率较低。研究发现敲除LHX8基因可同时引起*Sycp3*、*Dmc1*、*Spo11*、*Rec8*等减数分裂关键因子表达量降低,阻碍卵母细胞分化^[17]。说明LHX8基因在动物卵子发育的初期阶段扮演着关键角色,对卵母细胞的分化与生存至关重要。该基因表达水平的降低可能会导致卵巢中的生殖细胞数量下降,从而增加个体面临卵巢功能早衰风险的可能性。以上试验均表明LHX8基因在雌性动物繁殖方面起重要作用。

本研究应用Sanger直接测序技术,对松辽黑猪群体中LHX8基因第5内含子区域进行了检测,发现T30C突变位点,T30C位点多态性与断奶仔猪数和初生重相关,TC基因型个体生产的仔猪初生重占有优势,这说明LHX8除了与原始卵泡的激活有关外^[18],可能对胎儿的发育也具有一定的作用,T30C是否可以作为断奶仔猪数的候选位点,还需对其功能和调控机制进行研究,该点是否为断奶仔猪数的有利突变位点,仍需扩大样本群体研究。松辽黑猪繁殖性能已在*METTL23*、*NR5A2*、*OAS1*、*RBP4*和*OOEP*等繁殖性状候选基因中进行了关联分析研究并存在关联性^[19-23],LHX8是否与这些基因或其他繁殖性状候选基因连锁调控松辽黑猪的繁殖性能将作为后续研究的重点内容。

4 结论

本研究在松辽黑猪LHX8基因第5内含子发现T30C多态性位点,存在TT、TC和CC共3种基因型,T30C位点与松辽黑猪母猪生产仔猪的初生体重和断奶时仔猪数存在显著的相关性。

参考文献:

- [1] 张琪,于永生,刘庆雨,等.松辽黑猪METTL23基因内含子4多态性及其与繁殖性状的关联分析[J].中国畜牧杂志,

- 2022, 58(6): 128-131.
- ZHANG Q, YU Y S, LIU Q Y, et al. Polymorphism of *METTL23* gene intron 4 and its association with reproductive traits in Songliao black pig[J]. Chinese Journal of Animal Science, 2022, 58(6): 128-131. (in Chinese)
- [2] 农业农村部. 农业部办公厅关于推介发布 2023 年农业主导品种的主推技术的通知[EB/OL]. 农办科[2023]15 号: 20. Ministry of Agriculture. Notice of the general office of the ministry of agriculture on promoting and releasing the main promoted technologies of the leading agricultural varieties in 2023[EB/OL]. Agricultural Office of the Ministry of Agriculture, Science and Technology [2023]. No.15: 20. (in Chinese)
- [3] 于薇, 赵永成, 王钢, 等. BMP4 上调 *lhx8* 表达促进胎鼠端脑神经于细胞分化为胆碱能神经元[J]. 全科口腔医学电子杂志, 2019, 6(31): 123-124.
- YU W, ZHAO Y C, WANG G, et al. BMP4 up-regulation of *lhx8* expression promotes differentiation of fetal rat telencephalic neural stem cells into cholinergic nerves[J]. Electronic Journal of General Stomatology, 2019, 6(31): 123-124. (in Chinese)
- [4] HOBERT O, WESTPHAL H. Functions of LIM-homeobox genes[J]. Trends Genet, 2000, 16(2): 75-83.
- [5] ZHOU C, YANG G, CHEN M, et al. *Lhx6* and *lhx8*: cell fate regulators and beyond[J]. The FASEB Journal, 2015, 29(10): 4083-4091.
- [6] 金美玉. 转录因子 *LHX8* 对初级卵泡发育的影响以及对 *Zp3* 基因表达调控的初步探究[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2021.
- JIN M Y. The effect of transcription factor *LHX8* on the development of primary follicles and the preliminary study on the regulation of *Zp3* gene expression[D]. Shenyang: China Medical University, 2021. (in Chinese)
- [7] 王思月, 云中宴, 刘宇, 等. 中国草原红牛 *HTR2A* 基因多态性及与肉质性状的相关性分析[J]. 东北农业科学, 2023, 48(6): 96-100.
- WANG S Y, YUN J Y, LIU Y, et al. Analysis of the polymorphism of *HTR2A* gene in chinese caoyuan red cattle and its correlation with meat quality traits[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2023, 48(6): 96-100. (in Chinese)
- [8] 张英惠, 栾祜, 陈小辛, 等. 吉林芦花鸡 *IGF-2* 基因多态性与生产性能相关分析[J]. 东北农业科学, 2023, 48(6): 101-106.
- ZHANG Y H, LUAN H, CHEN X X, et al. The measurement and correlation analysis of polymorphism on *IGF-2* gene in barred plymouth rocks from Jilin Province[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2023, 48(6): 101-106. (in Chinese)
- [9] 张志彬, 赵聪哲, 罗晓彤, 等. 大白猪 *AHR* 基因多态性与生长性状的关联研究[J]. 东北农业科学, 2022, 47(4): 79-82.
- ZHANG Z B, ZHAO C Z, LUO X T, et al. Association between *AHR* polymorphisms and growth traits in large white[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2022, 47(4): 79-82. (in Chinese)
- [10] 张云鹏. 松辽黑猪四种基因多态性与繁殖性状的关联分析[D]. 长春: 吉林农业大学, 2021.
- ZHANG Y P. The association of polymorphisms of four genes with reproductive traits in Songliao black swine[D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2021. (in Chinese)
- [11] BACH I. The LIM domain: regulation by association[J]. Mechanisms of Development, 2000, 91(1-2): 5-17.
- [12] KADRMAS J L, BECKERLE M C. The LIM domain: from the cytoskeleton to the nucleus[J]. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 2004, 5(11): 920-931.
- [13] DENAXA M, SHARPE P T, PACHNIS V. The LIM homeodomain transcription factors *LHX6* and *LHX7* are key regulators of mammalian dentition[J]. Developmental Biology, 2009, 333(2): 324-336.
- [14] MAZAUD S, OREAL E, GUIGON C J, et al. *LHX9* expression during gonadal morphogenesis as related to the state of cell differentiation[J]. Gene Expression Patterns, 2002, 2(3-4): 373-377.
- [15] QIN Y Y, ZHAO H, KOVANCI E, et al. Analysis of *LHX8* mutation in premature ovarian failure[J]. Fertility and Sterility, 2008, 89(4): 1012-1014.
- [16] ZHANG L J, PAN B, CHEN B, et al. Expression and epigenetic dynamics of transcription regulator *lhx8* during mouse oogenesis [J]. Gene, 2012, 506(1): 1-9.
- [17] CHOI Y, BALLOU D J, XIN Y, et al. Lim homeobox gene, *lhx8*, is essential for mouse oocyte differentiation and survival [J]. Biology of Reproduction, 2008, 79(3): 442-449.
- [18] LIM E J, CHOI Y. Transcription factors in the maintenance and survival of primordial follicles[J]. Clinical and Experimental Reproductive Medicine, 2012, 39(4): 127.
- [19] 张琪, 李娜, 于永生, 等. 松辽黑猪 *METTL23* 基因多态性及其与繁殖性状的关联分析[J]. 中国畜牧兽医, 2021, 48(12): 4530-4536.
- ZHANG Q, LI N, YU Y S, et al. Polymorphism of *METTL23* gene and its association with reproductive traits in songliao black pig[J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2021, 48(12): 4530-4536. (in Chinese)
- [20] 张云鹏, 高一, 张琪, 等. 松辽黑猪 *NR5A2* 基因内含子 6 多态性及其与繁殖性状的关联分析[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(9): 119-122.
- ZHANG Y P, GAO Y, ZHANG Q, et al. Polymorphism of *NR5A2* gene intron 6 and its association with reproductive traits in Songliao black pigs[J]. Chinese Journal of Animal Science, 2021, 57(9): 119-122. (in Chinese)
- [21] 张云鹏, 张琪, 刘庆雨, 等. 松辽黑猪 *OAS1* 基因多态性及其与繁殖性状的关联分析[J]. 中国畜牧兽医, 2021, 48(8): 2910-2919.
- ZHANG Y P, ZHANG Q, LIU Q Y, et al. Polymorphism of *OAS1* gene and its association with reproductive traits in Songliao black pigs[J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2021, 48(8): 2910-2919. (in Chinese)
- [22] 王万兴, 张琪, 张树敏, 等. 松辽黑猪 *RBP4* 基因多态性及其与繁殖性状的关联分析[J]. 中国畜牧兽医, 2020, 47(8): 2493-2501.

比例关系即料蛋比,常常是用来评估饲养效率的关键指标^[12]。料蛋比直接反映饲料投入与鸡蛋产出之间的经济效益。本研究以吉林芦花鸡正常型与吉林芦花鸡矮小型为试验对象,深入分析了两个品种间的料蛋比差异,试验结果显示,吉林芦花鸡矮小型的料蛋比显著低于吉林芦花鸡正常型,说明在今后的育种工作中,吉林芦花鸡矮小型适合作母本使用。

4 小结

吉林芦花鸡矮小型品系在生长性能、料蛋比和群体整齐度等指标上均表现出良好的特性,相同条件下,饲养吉林芦花鸡矮小型品系节约了饲料,降低了养殖成本。吉林芦花鸡矮小型品系在生产中既可作为加工型优质肉鸡生产,也可作为杂交配套母本使用。

参考文献:

- [1] 金香淑,张芳毓,赵忠利,等.吉林黑鸡遗传资源调查研究[J].农技服务,2014,31(12):120.
JIN X S, ZHANG F Y, ZHAO Z L, et al. Investigation on genetic resources of Jilin black chicken[J]. Agricultural Services, 2014, 31(12): 120. (in Chinese)
- [2] 金香淑,金京石,刘臣,等.吉林地方芦花鸡纯系选育研究[J].农业与技术,2010,30(5):45.
JIN X S, JIN J S, LIU C, et al. Study on pure line breeding of jilin local barred chicken[J]. Agriculture and Technology, 2010, 30(5): 45. (in Chinese)
- [3] 刘臣,金香淑,刘革新,等.吉林地方芦花鸡的选育进展[J].吉林农业科学,2010,35(6):46-48.
LIU C, JIN X S, LIU G X, et al. Progress in breeding of Jilin native 'luhua chicken' breeds[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2010, 35(6): 46-48. (in Chinese)
- [4] 刘革新,金香淑,刘臣,等.芦花鸡与安卡红鸡杂交效果的研究[J].吉林农业科学,2010,35(6):49-50.
LIU G X, JIN X S, LIU C, et al. Studies on effect of crossing luhua with anka chicken[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2010, 35(6): 49-50. (in Chinese)
- [5] 全国家禽育种委员会.家禽生产指标名称和计算方法[J].中国家禽,1984,6(4):25-26.
National Poultry Breeding Committee. Names and calculation methods of poultry production indices[J]. Chinese Poultry, 1984, 6(4): 25-26. (in Chinese)
- [6] 林楚晓,罗威,郭钊文,等.地方品种鸡性连锁矮小基因检测优化及其应用[J].广东畜牧兽医科技,2024,49(5):1-6.
LIN C X, LUO W, GUO Z W, et al. Optimization and application of sex-linked dwarf gene detection in endemic chickens[J]. Guangdong Journal of Animal and Veterinary Science, 2024, 49(5): 1-6. (in Chinese)
- [7] 曾宪军,张细权,邹燕妮,等.矮小型基因在黄羽肉鸡品种改良与生产中的应用[J].中国禽业导刊,2023,40(5):62-65.
ZENG X J, ZHANG X Q, ZOU Y N, et al. Application of dw genes in the improvement of yellow feather broiler breeds[J]. Guide to Chinese Poultry, 2023, 40(5): 62-65. (in Chinese)
- [8] 李乃宾,杜炳旺.矮小基因的生物学功能及其在鸡生产中的应用研究进展[J].家禽科学,2015(2):47-52.
LI N B, DU B W. Advances in the biological function of dwarf genes and their application in chicken production[J]. Poultry Science, 2015(2): 47-52. (in Chinese)
- [9] 王克华,郭军,窦套存.鸡性连锁矮小基因研究与应用[J].吉林农业科学,2013,38(1):44-49.
WANG K H, GUO J, DOU T C. Research and application of sex-linked dwarf gene in chicken[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2013, 38(1): 44-49. (in Chinese)
- [10] 李度,章晓炜,袁琼雨,等.7种地方鸡屠宰性能、肉品质及肌苷酸相关基因表达的比较研究[J].中国畜牧杂志,2023,59(9):215-219.
LI D, ZHANG X W, YUAN Q Y, et al. A comparative study on slaughter performance, meat quality and inosinic acid-related gene expression in 7 local chicken breeds[J]. Chinese Journal of Animal Husbandry, 2023, 59(9): 215-219. (in Chinese)
- [11] 赵金玲,王绪根,刘翠菊.肉鸡料肉比影响因素分析[J].北方牧业,2017(9):23.
ZHAO J L, WANG X G, LIU C J. Analysis of influencing factors of feed-to-meat ratio of broilers[J]. Northern Animal Husbandry, 2017(9): 23. (in Chinese)
- [12] 兰金玉.浅析影响蛋鸡料蛋比的因素[J].河南畜牧兽医(综合版),2007(5):35.
LAN J Y. Analysis of the factors affecting the feed egg ratio of laying hens[J]. Henan Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2007(5): 35. (in Chinese)

(责任编辑:王 昱)

(上接第85页)

- WANG W X, ZHANG Q, ZHANG S M, et al. Polymorphism of *RBP4* gene and its association with reproductive traits in Songliao black pigs[J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2020, 47(8): 2493-2501. (in Chinese)
- [23] 张云鹏,张琪,金鑫,等.松辽黑猪 *OOEP* 基因多态性及其与繁殖性状的关联分析[J].东北农业科学,2024,49(3):

65-70.

- ZHANG Y P, ZHANG Q, JIN X, et al. Polymorphism of *OOEP* gene and its association with reproductive traits in songliao black pigs[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2024, 49(3): 65-70. (in Chinese)

(责任编辑:王 昱)