



李龙云,晏敏,涂金敏,等.山下黑猪与杜山下杂交猪生产性能的比较分析[J].江西农业大学学报,2022,44(2):403-410.
LI L Y, YAN M, TU J M, et al. Comparing production performance of Shanxia black pig with intercross between duroc boars and Shanxia black pig sows[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2022, 44(2): 403-410.

山下黑猪与杜山下杂交猪 生产性能的比较分析

李龙云^{1,2}, 晏敏¹, 涂金敏³, 张则凯¹, 黄智勇³, 肖石军^{1*}, 郭源梅^{1*}

(1. 江西农业大学 省部共建猪遗传改良与养殖技术国家重点实验室, 江西 南昌 330045; 2. 南昌师范学院 生命科学学院, 江西 南昌 330032; 3. 江西山下华系种猪养殖有限公司, 江西 赣州 341900)

摘要:【目的】旨在研究山下黑猪与其杂交组合猪(杜洛克♂×山下黑猪♀:杜山下)的性状差异,为山下黑猪的生产性能评估及其配套生产时选择终端父本提供参考。【方法】通过测定山下黑猪(SX)与杜山下(DSX)杂交猪只的胴体、肉质、繁殖和生长性状,并使用线性模型对以上共计41个具体性状进行统计分析,比较2个群体的生产性能差异。【结果】山下黑猪与杜山下的繁殖性状、生长肥育性状(初生重和宰前活重)差异不显著;杜山下的胸宽、管围和臀宽性状显著大于山下黑猪,体长和体高性状显著小于山下黑猪,杜山下的屠宰率、胴体斜长、胸椎长和眼肌面积均极显著高于山下黑猪,6/7肋皮厚、肩部膘厚、腰部膘厚、荐部膘厚、四点均膘极显著低于山下黑猪,山下黑猪的胸椎数、腰椎数和腰椎长均极显著高于杜山下;肉质性状除大理石纹评分、pH值、45 min肉色评分和24 h a^* 值没有显著差异外,山下黑猪的肉质性状显著高于杜山下。【结论】山下黑猪凭借优质肉和较大体型可面向中高端市场,而杜山下更高的载肉量可面向中端市场。

关键词:山下黑猪;杜洛克;胴体性状;肉质性状;配合力测定

中图分类号:S828.2 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2022)02-0403-08

Comparing Production Performance of Shanxia Black Pig with Intercross between Duroc Boars and Shanxia Black Pig Sows

LI Longyun^{1,2}, YAN Min¹, TU Jinmin³, ZHANG Zekai¹,
HUANG Zhiyong³, XIAO Shijun^{1*}, GUO Yuanmei^{1*}

(1. State Key Laboratory of Pig Genetic Improvement and Production Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. The College of Life Science, Nanchang Normal University, Nanchang 330032, China; 3. Jiangxi Shanxia Huaxi Breeding Pig Co. Ltd, Ganzhou, Jiangxi 341900, China)

Abstract: [Objective] The purpose of this study is to test the differences of productive traits between Shanxia black pig (SX) and its intercross (DSX) with Duroc boars, thus providing reference for evaluating the production performance of Shanxia black pig and selecting a suitable terminal paternal breed to intercross with

收稿日期:2021-12-23 修回日期:2022-01-23

基金项目:国家自然科学基金项目(31972542, 31660303)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(31972542, 31660303)

作者简介:李龙云, orcid.org/0000-0001-8385-9918, lilongyun5816@outlook.com; *通信作者:肖石军, 研究员, 博士, 博士生导师, 主要从事动物遗传育种研究, orcid.org/0000-0001-8984-5488, shjx_jxau@hotmail.com; 郭源梅, 研究员, 博士, 博士生导师, 主要从事动物遗传育种研究, orcid.org/0000-0003-0381-9647, gyuanmei@hotmail.com。

Shanxia black pig. [Method] The carcass, meat quality, reproductive and growth traits of SX and DSX hybrid pigs were measured, the linear model was used to statistically analyze the 41 recorded traits, and the differences in production performance between the two groups were compared. [Result] There was no significant difference in reproductive traits, growth and fattening traits (the body weights at birth and at slaughter) between Shanxia Black pigs and DSX pigs. The chest width, cannon circumference and hip width traits of DSX pigs were significantly bigger than those of Shanxia black pigs, the body length and body height traits of DSX pigs were significantly less than those of Shanxia black pigs, and the dressing rate, carcass oblique length and thoracic spine length, the LD area, the skin thickness in 6/7 rib, the shoulder/waist/sacrum fat thickness and the 4-point average backfat thickness traits of DSX were significantly better than those of Shanxia Black pigs. The number of thoracic and lumbar vertebra and lumbar spine length in Shanxia black pigs were better than those of DSX. The meat quality traits (except the pH value, the marbling score, the color score at 45 min and the a^* value at 24 h) of Shanxia black pigs were significantly better than those of DSX. [Conclusion] The high-quality pork and larger size of Shanxia black pigs can meet the needs of medium and high-end market, while higher meat load of DSX can satisfy the need of medium market.

Keywords: Shanxia black pig; Duroc; carcass traits; meaty traits; combining ability

【研究意义】随着我国人民生活水平的不断提高,猪肉消费观念已从“有肉吃”向“吃优质猪肉”转变^[1],因此,生产优质肉的土杂猪和土猪越来越受到中小型养殖户的青睐。【前人研究进展】由于我国地方猪种的毛色以黑色为主,给消费者一个黑猪即土猪的影响,导致消费者在选择猪肉时更倾向于选择黑猪肉^[2]。我国猪种资源非常丰富,品种数量约为世界的三分之一^[3]。中国地方猪种具有肉质好、抗逆性强和耐粗饲等优点,但其生长速度慢、饲料转换效率较低、体型较小、瘦肉率低等问题导致地方猪种造肉成本高,很难进行大规模生产^[4]。地方猪种与引进猪种杂交,直接进行商品生产,能在一定程度上提高生产效率,如“壹号土猪”^[5]。但是受地方品种群体规模的限制,也很难进行大规模生产^[6]。地方猪种和引进猪种杂交培育新品种,在保持肉质好的前提下可以大幅度提升生长速度、饲料转换效率、瘦肉率等生产性能,降低造肉成本,提高经济效益^[7]。【本研究切入点】为了进一步提高生产效益,培育品种需要再与引进猪种杂交,进行商品生产。山下黑猪是利用里岔黑猪和巴克夏培育的华系第一父本,在商品生产时需要和一个引进品种杂交,进行配套生产。科学开展杂交组合间的性状配合力测定,将为山下黑猪的开发和利用提供参考。【拟解决的关键问题】本研究拟测定山下黑猪和杜山下杂交猪(杜洛克公猪与山下黑猪母猪杂交)的胴体、肉质、繁殖和生长等41个性状,并比较山下黑猪与杜山下猪在这些生产性能上的差异,为山下黑猪新品种审定提供数据支撑及其配套生产终端父本的选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验群体

本研究所使用的山下黑猪和杜山下均来自江西山下华系种猪养殖有限公司(公司原名:江西山下投资有限公司)^[8]。山下黑猪是利用巴克夏公猪和里岔母猪杂交培育而成的优质肉猪第一父本,具有体型大、生长速度快、肉质好等优点^[4]。杜洛克是非常优秀的终端父本^[9],杜山下是杜洛克公猪和山下黑猪母猪杂交的 F_1 代商品猪。所有的繁殖和生长性状的测定均在定南阳林山下养殖有限公司(江西,定南)进行,而屠宰测定(胴体和肉质性状)在深圳农牧美益肉业有限公司(广东,深圳)进行。所有试验猪只在相同的饲养环境下进行生长和肥育,并保证猪舍正常通风,自然采光,专人负责饲养^[10]。根据猪只各个生长阶段对营养需求不同,分阶段饲养,饲喂符合本阶段营养需求的日粮,自由采食和饮水。山下黑猪的繁殖性状来自1 205头母猪的繁殖记录,生长性状来自1 414头猪(1 243头母猪、171头公猪)的生长记录,体尺性状来自1 912头猪(1 741头母猪、171头公猪)的体尺测定的个体,屠宰性状来自1 318头猪(741头母猪、547头公猪)的屠宰测定。杜山下的繁殖性状来自8头(山下黑猪)母猪的繁

殖记录,体尺性状来自 24 头猪(14 头母猪、10 头公猪)的体尺测定的个体,屠宰性状来自 41 头猪(19 头母猪、22 头公猪)的屠宰测定。

1.2 表型测定

1.2.1 繁殖与生长性状测定 繁殖性状^[11]包括总产仔数、产活仔数(总产仔数减去死胎,木乃伊和产后即死)和初生窝重。生长性状^[12]包括初生重、21 日龄重和宰前活重。

1.2.2 体尺性状测定 猪只体质量为 75~110 kg 时进行体尺测定^[13],包括体长、体高、胸围、胸宽、管围、臀宽,并记录体尺测定时猪只的体质量。测定时,用保定绳保定猪只,让其自然站立,然后用软皮尺测胸围、管围和体长,再用测杖 F 尺测量体高、胸宽和臀宽^[4]。

1.2.3 胴体肉质性状测定 当猪只体质量达 90~115 kg 时进行屠宰,根据 GB 8467—1987 国家标准,参考前人的测定方法测定胴体及肉质性状^[14~16]。屠宰前停饲 24 h,自由饮水,屠宰前称量个体活重。屠宰褪毛后,除去内脏(保留肾脏和板油)的质量作为胴体重(含头和蹄),屠宰率^[17]等于胴体重除以宰前活重。在左半边胴体上,用卷尺测量胴体直长、斜长、胸椎长、腰椎长,并记录胸椎数和腰椎数和颈椎数。用电子游标卡尺测量肩部、胸部(6~7 肋)、腰部和荐部 4 个部位背膘厚,取四点均值为平均背膘厚。在第十胸椎处取背最长肌,测量眼肌面积,并分别测定 45 min 和 24 h 肉色(L^* 、 a^* 和 b^* 值)、pH 值、大理石纹评分和嫩度^[18]。

1.3 统计分析方法

用 SAS9.0 统计分析软件^[19]的 GLM 过程,计算山下黑猪和杜山下群体各性状的最小二乘均数(LS Mean)^[20],并检验各性状最小二乘均数在这两个群体之间是否存在显著差异。以如下模型^[21]为基础,根据影响各类性状因素的显著性,调整如下线性模型对繁殖、生长肥育、体尺和胴体肉质性状进行统计分析:

$$y_{ijkl} = \mu + sex_i + cross_j + parity_k + e_l \tag{1}$$

其中: y_{ijk} 为第 i 种性别、第 j 个群体、第 k 个胎次和第 l 个个体的表型; μ 为群体平均数; sex_i 为第 i 种性别的固定效应; $cross_j$ 为第 j 个群体的固定效应; $parity_k$ 为第 k 个胎次的固定效应; e_l 为第 l 个个体的随机误差。

分析繁殖性状时不考虑性别效应(只有母猪有繁殖记录),分析初生窝重时把产活仔数当作协变量;分析初生重时,还考虑了总产仔数(作为协变量);分析 21 日龄重时,还考虑了产活仔数和初生重(均作为协变量);分析宰前活重时,不考虑胎次,但把日龄作为协变量;分析体尺、胴体和肉质性状时不考虑胎次,但把体质量和胴体重分别作为体尺和胴体性状的协变量。

2 结果与讨论

2.1 山下黑猪与杜山下繁殖性状比较

由表 1 可知,尽管山下黑猪的总产仔数和产活仔数的最小二乘均数都比杜山下高,但是均未达到显著水平($P \geq 0.223\ 6$)。杜山下的初生窝重比山下黑猪质量高,但也未达到显著水平。

表 1 繁殖性状的最小二乘均数

Tab.1 Least-square means of reproductive traits

繁殖性状 Reproductive traits	山下黑猪 Shanxia black pig	杜洛克×山下黑猪 Duroc×Shanxia black pig	P 值 P value
观测数 Observations	1 205	8	—
总产仔数/头 Total number born	10.22±0.730	9.00±1.053	0.247 6
经产产活仔数/头 Number born alive	9.27±0.719	8.00±1.037	0.223 6
经产初生窝重/kg Litter birth weight	10.49±0.506	10.80±0.708	0.662 6

2.2 山下黑猪与杜山下生长肥育性状比较

由表2可知,除21日龄重存在显著差异外,山下黑猪的生长肥育性状(初生重和宰前活重)与杜山下均无显著差异($P\geq 0.108\ 0$)。山下黑猪的21日龄平均体质量为5.91 kg,显著小于杜山下21日龄平均体质量6.43 kg($P=0.027\ 4$)。

表2 生长肥育性状的最小二乘均数
Tab.2 Least-square means of growth traits

生长肥育性状 Growth traits	山下黑猪 Shanxia black pig	杜洛克×山下黑猪 Duroc×Shanxia black pig	P值 P value
观测数 Observations	1 414	41	—
初生重/kg Body weight at birth	1.49±0.010	1.42±0.043	0.108 0
21日龄重/kg Body weight at 21 day	5.91±0.059	6.43±0.228	0.027 4
宰前活重/kg Bodyweight at slaughter	109.84±0.471	107.84±1.920	0.313 3

2.3 山下黑猪与杜山下体尺性状比较

由表3可知,杜山下有部分体尺性状显著大于山下黑猪,如胸宽($P=0.029\ 3$)、管围($P<0.000\ 1$)和臀宽($P=0.035\ 6$),但也有些体尺性状小于山下黑猪,如体长($P=0.017\ 9$)和体高($P=0.061\ 3$),还有些性状与山下黑猪没有显著差异,如测定体质量($P=0.426\ 6$)和胸围($P=0.483\ 0$)。

表3 活体体尺性状的最小二乘均数
Tab.3 Least-square means of body size traits

活体体尺性状 Body size traits	山下黑猪 Shanxia black pig	杜洛克×山下黑猪 Duroc×Shanxia black pig	P值 P value
观测数 Observations	1 912	24	—
测定体质量/kg Bodyweight at performance testing	110.23±0.815	112.05±2.116	0.426 6
体高/cm Body height	64.80±0.074	64.02±0.413	0.061 3
体长/cm Body length	111.76±0.135	109.95±0.753	0.017 9
胸围/cm Chest circumference	109.10±0.106	108.69±0.587	0.483 0
胸宽/cm Chest width	31.86±0.046	32.43±0.256	0.029 3
管围/cm Cannon circumference	16.66±0.019	17.36±0.107	<0.000 1
臀宽/cm Hip width	31.55±0.043	32.06±0.240	0.035 6

2.4 山下黑猪与杜山下胴体和肉质性状比较

由表4可知,胴体性状除胴体直长($P=0.230\ 1$)、颈椎数($P=0.795\ 3$)和6/7肋膘厚($P=0.500\ 2$)没有显著差异外,其余的胴体性状在这两个群体间均存在显著差异($P<0.005\ 6$)。杜山下的屠宰率、胴体斜长、胸椎长和眼肌面积均极显著高于($P<0.001$)山下黑猪,6/7肋皮厚、肩部膘厚、腰部膘厚、荐部膘

厚、四点均膘极显著低于($P<0.001$)山下黑猪,山下黑猪的胸椎数、腰椎数和腰椎长均极显著高于($P<0.001$)杜山下。

表 4 胴体性状的最小二乘均数
Tab.4 Least-square means of carcass traits

胴体性状 Carcass traits	山下黑猪 Shanxia black pig	杜洛克×山下黑猪 Duroc×Shanxia black pig	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
观测数 Observations	1 318	41	—
屠宰率/% Dressing rate	82.10±0.076	83.13±0.306	0.001 2
胴体直长/cm Carcass straight length	97.63±0.142	98.29±0.531	0.230 1
胴体斜长/cm Carcass oblique length	80.84±0.102	83.04±0.409	<0.000 1
胸椎数/根 Thoracic vertebrae number	15.01±0.024	14.73±0.096	0.005 6
腰椎数/根 Lumbar vertebrae number	6.48±0.028	6.02±0.111	<0.000 1
胸椎长/cm Thoracic spine length	45.24±0.118	47.72±0.427	<0.000 1
腰椎长/cm Lumbar spine length	25.48±0.115	22.74±0.410	<0.000 1
颈椎数/根 Cervical spine number	7.00±0.002	7.00±0.006	0.795 3
6/7 肋皮厚/mm Skin thickness	4.09±0.028	3.64±0.103	<0.000 1
肩部膘厚/mm Shoulder Thickness	42.51±0.271	36.22±1.005	<0.000 1
6/7 肋膘厚/mm 6/7 costal thickness	31.64±0.252	32.34±1.005	0.500 2
腰部膘厚/mm Lumbar fat thickness	25.74±0.239	22.66±0.897	0.001
荐部膘厚/mm Thickness of the sacrum	27.66±0.278	19.41±1.060	<0.000 1
4 点均膘厚/mm 4-point average backfat thickness	31.93±0.212	27.46±0.797	<0.000 1
眼肌面积/cm ² LD area	49.31±0.307	54.28±1.138	<0.000 1

由表 5 可知,肉色性状除 45 min 肉色评分($P=0.484 1$)和 24 h a^* 值($P=0.747 1$)(在两个组合间)没有显著差异外,其余肉色性状优势山下黑猪显著高于杜山下。山下黑猪的 45 min a^* 值(红度)极显著($P=0.000 4$)高于杜山下,山下黑猪的 24 h 肉色评分显著大于($P=0.013 7$)杜山下。山下黑猪的 45 min 和 24 h 的 L^* 值(亮度)和 b^* 值(黄度)均极显著($P<0.000 1$)低于杜山下。杜山下的剪切力(反应嫩度的指标,越小越嫩)显著低于($P=0.042 4$)山下黑猪。45 min 和 24 h 的 pH 值和大理石纹评分在这两个群体间均无显著差异($P>0.152 1$)。总体而言,山下黑猪的肉质性状综合优势比杜山下更好一些,尤其是肉色性状。

表5 肉质性状的最小二乘均数
Table5 Least-square means of meat traits

肉质性状 Meat traits	山下黑猪 Shanxia black pig	杜洛克×山下黑猪 Duroc×Shanxia black pig	P值 P value
观测数 Observations	1 318	41	—
45分钟pH pH at 45 min	6.45±0.011	6.44±0.044	0.800 2
45分钟肉色 Color score at 45 min	3.47±0.035	3.38±0.128	0.484 1
45分钟大理石纹 Marbling score at 45 min	2.17±0.037	2.14±0.136	0.800 6
45分钟L* L* at 45 min	44.22±0.127	47.62±0.5	<0.000 1
45分钟a* a* at 45 min	-0.02±0.050	-0.75±0.198	0.000 4
45分钟b* b* at 45 min	7.66±0.048	8.74±0.177	<0.000 1
24小时pH pH at 24 h	5.47±0.009	5.49±0.034	0.559 8
24小时肉色 Color score at 24 h	2.98±0.034	2.63±0.139	0.013 7
24小时大理石纹 Marbling score at 24 h	2.29±0.036	2.09±0.134	0.152 1
24小时L* L* at 24 h	49.08±0.172	53.34±0.637	<0.000 1
24小时a* a* at 24 h	0.92±0.054	0.99±0.218	0.747 1
24小时b* b* at 24 h	8.94±0.063	10.06±0.236	<0.000 1
剪切力/N Shearing force	55.91±0.349	52.93±1.420	0.042 4

3 讨 论

山下黑猪是以巴克夏为父本,以里岔黑猪为母本,通过杂交育种培育而成一个优质肉猪第一父本。在商品生产时,山下黑猪需要与第一母本和终端父本配套,进行配套生产。本研究通过测定比较杜洛克(潜在终端父本)和山下黑猪的杂交效果,将为山下黑猪的配套生产和产业化应用奠定基础。

杜山下是以杜洛克为公猪,以山下黑猪为母猪,杂交产生的F₁代,因此山下黑猪和杜山下都是以山下黑猪为母猪。虽然杜山下和山下黑猪的总产仔数和产活仔数没有显著差异,但是从最小二乘均数来看,山下黑猪的总产仔数和产活仔数分别比杜山下的总产仔数和产活仔数多1.22和1.27头。造成产仔数差异的主要原因是精液的新鲜程度和运输距离。精液越新鲜,产仔数越高^[22]。精液运输过程、距离越长等因素会影响精液品质^[23],从而对产仔数也会有一定影响。山下黑猪使用的是本场的公猪精液,相对会比较新鲜,不需要长距离运输,精液品质较高。杜洛克的公猪精液是从别的商品场购买的,相对没有那么新鲜,且运输距离较长,精液品质较差,但符合输精的要求。

杜洛克和山下黑猪杂交属于试探性研究,在试验结果不是很确定的前提下,一般不会启动大规模的选配试验。以避免出现大量市场难以接受的杂交后代,如毛色分离现象将导致猪只在市场上卖价很低,从而影响公司收益。因此,杜山下群体测定数量相对较少。

养猪生产过程中,提高产肉性能,降低造肉成本,才能获取较大的经济效益,尤其是培育品种^[24]。培育品种的产肉性能相对引进的商业猪种来说是比较低的,通过与商业猪种杂交是提高产肉性能的一种途径^[25]。杜洛克作为杜长大商品猪的终端父本,为杜长大商业猪种的生产性能、市场占有率等方面贡献了绝对力量^[26]。杜山下以杜洛克为父本,其生长和大部分胴体产肉性能超过山下黑猪正是体现了其父本优势。

虽然山下黑猪的肉色性状优势显著高于杜山下,但是其产肉性能显著低于杜山下。综合比较山下黑猪与杜山下的生产性能,发现以山下黑猪为母本,以杜洛克为父本的杂交生产模式的生产性能优于山下黑猪,可以作为山下黑猪商品化生产配套的一种杂交利用方式,以满足大众市场对于优质肉类蛋白质的需求,同时也促进了中国地方猪培育新品种(华系种猪)的开发利用。

4 结 论

本研究对山下黑猪和杜山下的繁殖、生长、胴体和肉质性状进行了测定,并比较了两个群体间的性

状差异。山下黑猪与杜山下的繁殖性状、生长肥育性状(初生重和宰前活重)差异不显著;杜山下的胸宽、管围和臀宽性状显著大于山下黑猪,体长和体高性状显著小于山下黑猪杜山下的屠宰率、胴体斜长、胸椎长和眼肌面积均极显著高于山下黑猪,6/7肋皮厚、肩部膘厚、腰部膘厚、荐部膘厚、四点均膘极显著低于山下黑猪,山下黑猪的胸椎数、腰椎数和腰椎长均极显著高于杜山下;肉质性状除大理石纹评分、pH值、45分钟肉色评分和24小时 a^* 值在两个组合间没有显著差异外,其余肉质性状优势山下黑猪显著高于杜山下。山下黑猪与杜山下的生产性能综合比较发现,山下黑猪凭借优质肉和较大体型可面向中高端市场,而杜山下更高的载肉量可面向中端市场,它们均能满足多元化猪肉的市场需求。

致谢:黄路生院士在课题设计、群体构建、科研进度、文章选题与修改、研究资金和人力资源等方面给予了支持,谨致谢意!

参考文献 Reference:

- [1] 肖和良,李云,陈清华.优质猪肉研究以及饲料配制与饲养技术推广应用[J].当代畜牧,2015(24):76-78.
XIAO H L, LI Y, CHEN Q H. Research on high quality pork and application of feed preparation and feeding technology[J]. Contemporary animal husbandry, 2015(24):76-78.
- [2] 曾检华,罗艳凤,胡杰,等.不同黑猪杂交组合生产性能研究与分析[J].养猪,2015(1):61-64.
ZENG J H, LUO Y F, HU J, et al. The research and analysis of production performance in different hybrid black pigs[J]. Swine production, 2015(1):61-64.
- [3] 联合国粮农组织发布《世界粮食和农业水生遗传资源状况》[J].世界农业,2019(10):119.
Food and Agriculture Organization of the United Nations. State of the world's Aquatic genetic resources for food and agriculture[J]. World agriculture, 2019(10):119.
- [4] 李龙云,肖石军,黄黎斌,等.巴克夏和里岔黑猪不同杂交组合生产性能的比较研究[J].畜牧兽医学报,2018,49(1):26-35.
LI L Y, XIAO S J, HUANG L B, et al. Comparative studies on productive performances among different cross combinations of Berkshire and Licha black pig[J]. Acta veterinaria et zootechnica Sinica, 2018, 49(1):26-35.
- [5] 田金梅.畜产品品牌资产管理研究:以壹号土猪品牌为例[J].中国畜牧杂志,2012,48(22):59-62.
TIAN J M. Research on the asset management of animal products brand: taking the No.1 local pig brand as an example[J]. Chinese journal of animal science, 2012, 48(22):59-62.
- [6] 沈秀平.对浦东白猪种质资源保护与开发利用的思考[J].养殖与饲料,2022,21(1):132-135.
SHEN X P. Thoughts on protection, development and utilization of Pudong white pig germplasm resources[J]. Animals breeding and feed, 2022, 21(1):132-135.
- [7] 郭源梅,李龙云,赖昭胜,等.中国地方猪种利用现状与展望[J].江西农业大学学报,2017,39(3):427-435.
GUO Y M, LI L Y, LAI Z S, et al. Present status and prospect of utilization of indigenous pig breeds in China[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2017, 39(3):427-435.
- [8] 郑浩,涂金敏,熊秀萍,等.里岔黑猪和巴里杂交猪达100 kg体重日龄校正系数研究[J].中国农业科学,2020,53(12):2493-2501.
ZHENG H, TU J M, XIONG X P, et al. Estimating the correction coefficient of days to 100 kg in Licha black pig and its inter-cross with berkshire[J]. Scientia agricultura Sinica, 2020, 53(12):2493-2501.
- [9] 张晓东,张伟力.种公猪的种质特性和培育方式浅析[J].猪业科学,2019,36(12):48-50.
ZHANG X D, ZHANG W L. Analysis on germplasm characteristics and breeding methods of breeding boars[J]. Swine industry science, 2019, 36(12):48-50.
- [10] 张则凯.山下黑猪肉质性状全基因组关联研究[D].南昌:江西农业大学,2020.
ZHANG Z K. Genome-wide association study for meat trait in Shanxia black pig[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2020.
- [11] 贺婕妤,王斌虎,廖柱,等.长白猪和大白猪繁殖性状遗传参数估计[J].中国畜牧杂志 2021,57(S1):84-88
HE J Y, WANG B H, LIAO Z, et al. Estimation of genetic parameters for breeding traits of Landrace and large white pigs[J]. Chinese journal of animal science, 2021, 57(S1):84-88.

- [12] 张和军,李步社,崔庆为,等.大白仔猪初生重对生产性能的影响[J].养猪,2018(1):33-35.
ZHANG H J, LI B S, CUI Q W, et al. Effects of birth weight on performance of Large white piglets[J]. Swine production, 2018 (1):33-35.
- [13] JI J X, ZHOU L S, GUO Y M, et al. Genome-wide association study identifies 22 new loci for body dimension and body weight traits in a White Duroc×Erhualian F2 intercross population[J]. Asian-Australasian journal of animal sciences, 2017, 30(8):1066-1073.
- [14] AI H S, REN J, ZHANG Z Y, et al. Detection of quantitative trait loci for growth- and fatness-related traits in a large-scale White Duroc x Erhualian intercross pig population[J]. Animal genetics, 2012, 43(4):383-391.
- [15] YANG J, HUANG L S, YANG M, et al. Possible introgression of the VRTN mutation increasing vertebral number, carcass length and teat number from Chinese pigs into European pigs[J]. Scientific reports, 2016, 6(1):19240.
- [16] FAN Y, XING Y Y, ZHANG Z Y, et al. A further look at porcine chromosome 7 reveals VRTN variants associated with vertebral number in Chinese and Western pigs[J]. PloS one, 2013, 8(4):e62534.
- [17] 彭国良,刘小红,蔡更元,等.瘦肉型猪胴体性状测定技术规范[C]//山东畜牧兽医学会养猪专业委员会第一届学术研讨会论文集,2007:332-335.
PENG G L, LIU X H, CAI G Y, et al. Technical specification for determination of carcass traits of lean pigs[C]//Proceedings of the first academic seminar of Shandong animal husbandry and veterinary society pig raising professional committee, 2007:332-335.
- [18] 张廷荣.家畜育种学[M].青岛:中国海洋大学出版社,2012.
ZHANG T R. Farm Animal Breeding[M]. Qingdao: China Ocean University Press, 2012.
- [19] 张徐非,候利娟,邱恒清,等.位置功能候选基因 *HMGA1*、*C6orf106* 和 *ENSSSCG00000023160* 与猪肢蹄结实度的关联性[J].中国农业科学,2016,49(20):4030-4039.
ZHANG X F, HOU L J, QIU H Q, et al. An association study of positional and functional candidate genes *HMGA1*, *C6orf106* and *ENSSSCG00000023160* with leg soundness in pigs[J]. Scientia agricultura Sinica, 2016, 49(20):4030-4039.
- [20] 夏增权.样本含量不等的效应值估计和种畜最小二乘均数的计算[J].福建农学院学报,1985,14(2):155-159.
XIA Z Q. Estimation of effect value and calculation of least square mean for breeding stock with unequal sample size[J]. Journal of Fujian agricultural college, 1985, 14(2):155-159.
- [21] 晏敏,李龙云,肖石军,等.山下黑猪与鲁莱黑猪正反交 $F_1(1)$ 代杂种优势的估计[J].畜牧兽医学报,2021,52(11):3030-3041.
YAN M, LI L Y, XIAO S J, et al. Estimating the heterosis in the F_1 generation of the reciprocal crosses between Shanxia black pig and Lulai black pig[J]. Acta veterinaria et zootechnica Sinica, 2021, 52(11):3030-3041.
- [22] 张慧玲,高启贤.商品猪精液不同保存时间对受胎率和产仔数的影响试验[J].国外畜牧学-猪与禽,2011,31(2):71-72.
ZHANG H L, GAO Q X. Effects of different storage time of commercial pig semen on conception rate and litter size[J]. Animal science abroad-pigs and poultry, 2011, 31(2):71-72.
- [23] 周建强,潘琦,张伟.公猪精液的稀释保存和运输方法[J].当代畜牧,2013(3):46-49.
ZHOU J Q, PAN Q, ZHANG W. Methods of dilution, preservation and transportation of boar semen[J]. Contemporary animal husbandry, 2013(3):46-49.
- [24] 张渊魁,李成林.降低造肉成本,提高养猪企业抗风险能力[J].今日养猪业,2018(5):54-57.
ZHANG Y K, LI C L. Reduce the cost of meat production and improve the ability of pig enterprises to resist risks[J]. Pigs today, 2018(5):54-57.
- [25] 李宏新.不同品种及其杂交组合对育肥猪生产性能和肉品质的影响[D].沈阳:沈阳农业大学,2016.
LI H X. Effects of different breeds and hybrid combinations on growth performance and meat quality in finishing pigs[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2016.
- [26] 陈俊海.熊远著院士助推杜洛克育种产业化[J].养殖与饲料,2020,19(12):17-18.
CHEN J H. Academician Xiong Yuanzhu promotes the industrialization of Duroc breeding[J]. Animals breeding and feed, 2020, 19(12):17-18.