

# 巴克夏和里岔黑猪不同杂交组合生产性能的比较研究

李龙云<sup>1</sup>, 肖石军<sup>1</sup>, 黄黎斌<sup>2</sup>, 黄智勇<sup>2</sup>, 涂金敏<sup>2</sup>, 熊秀萍<sup>2</sup>, 郭源梅<sup>1\*</sup>, 黄路生<sup>1</sup>

(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, 南昌 330045;

2. 江西山下投资有限公司, 定南 341900)

**摘要:** 旨在测定巴克夏和里岔黑猪这两个猪种的杂交性能, 筛选出较为理想的杂交组合。本研究设计了巴克夏×陆川猪(巴陆, 2 224 头)、巴克夏×里岔黑猪(巴里, 18 555 头)、巴克夏×玉山黑猪(巴玉, 660 头)、巴克夏×圩猪(巴圩, 366 头)、里岔黑猪×陆川猪(里陆, 2 689 头)、里岔黑猪×玉山黑猪(里玉, 706 头)和杜洛克×里岔黑猪(杜里, 1 026 头)7 种杂交组合, 并通过生长肥育、体尺和繁殖 3 大类 16 个性状的生产性能测定来比较它们的优劣。生产性能测定结果表明, 杜里综合性能最好, 除产仔数和臀宽表现一般外, 其余性状都表现较好; 巴里其次, 除产仔数、肥育期的料肉比和 100 kg 背膘厚表现一般外, 其余性状表现较好; 剩余 5 种杂交组合的综合性能较差, 目前没有商业化应用价值。由于杜里和巴里猪综合性能较好, 为了进一步了解它们的产肉性能, 分别对杜里和巴里猪进行屠宰测定。巴里猪的产肉性能总体比杜里猪要好, 除大理石纹和肌肉脂肪含量不如杜里猪外, 其余性状均优于杜里猪, 尤其是胸椎数, 巴里比杜里多 1.33 根, 差异达到极显著水平( $P=0.003$ )。除了生产性能外, 商品猪体型外貌也很重要, 尤其是毛色。巴里猪的毛色均为黑色, 杜里猪有部分发生毛色分离。综合比较, 配合力测定结果显示, 巴里和杜里综合性能优于其它 5 种组合, 巴里的市场前景比杜里更好。

**关键词:** 猪; 巴克夏; 里岔黑猪; 杂交; 生产性能

中图分类号: S828.2

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2018)01-0026-10

## Comparative Studies on Productive Performances among Different Cross Combinations of Berkshire and Licha Black Pig

LI Long-yun<sup>1</sup>, XIAO Shi-jun<sup>1</sup>, HUANG Li-bin<sup>2</sup>, HUANG Zhi-yong<sup>2</sup>,  
TU Jin-min<sup>2</sup>, XIONG Xiu-ping<sup>2</sup>, GUO Yuan-mei<sup>1\*</sup>, HUANG Lu-sheng<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Pig Genetic Improvement and Production  
Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China;

2. Jiangxi Shanxia Investment Company Limited, Dingnan 341900, China)

**Abstract:** In order to test the cross performance of Berkshire and Licha black pigs and pick out the valuable cross combination, seven cross combinations were designed in this study, namely Berkshire × Luchuan (BLu, 2 224 heads), Berkshire × Licha black pig (BL, 18 555 heads), Berkshire × Yushan black pig (BY, 660 heads), Berkshire × Weizhu (BW, 366 heads), Licha black pig × Luchuan pig (LL, 2 689 heads), Licha black pig × Yushan black pig (LY, 706 heads) and Duroc × Licha black pig (DL, 1 026 heads), and 16 traits containing growth, fattening, body size and reproductive performance were used to compare pros and cons of the 7 cross combinations. The performance test results showed that DL's overall performance was the best. All of its recorded traits were excellent except litter size and hip width, which were at the ordinary level. BL's overall performance was in the second place; except

收稿日期: 2017-11-06

基金项目: 国家自然科学基金(31460590; 31660303)

作者简介: 李龙云(1992-), 男, 江西安福人, 硕士生, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究, E-mail: 291459431@qq.com; 肖石军(1973-), 男, 江西于都人, 研究员, 博士, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究, E-mail: 841343125@qq.com。二者为共同第一作者

\* 通信作者: 郭源梅, 研究员, 博士, 主要从事动物遗传育种研究, Tel/Fax: 0791-83813080, E-mail: gyuanmei@hotmail.com

litter size, feed conversion ratio in fattening period and backfat thickness at 100 kg were not as good as DL. Most recorded traits of the remaining 5 cross combinations were ordinary or bad, so they were not suitable to be commercialized. In order to further understand the productive performances of DL and BL, DL and BL were slaughtered to test their meat production performances. Except marbling score and intramuscular fat content, all carcass and meat quality traits of BL were better than their counterparts of DL. In particular, the thoracic vertebrae number of BL was 1.33 more than that of DL ( $P=0.003$ ). For the hog, besides of the production performance, body appearances were also very important, especially the coat color. All BL pigs were black, while coat color segregation existed in DL. Most of DL pigs were black, but some of them were covered with some other coat colors. In general, our combining ability test results indicate that the overall performances of BL and DL are better than that of the rest 5 cross combinations, the market prospect of BL is better than that of DL.

**Key words:** pig; Berkshire; Licha black pig; cross; productive performance

我国的生猪市场是以“快大型”的杜长大猪为主,辅以少量的土杂猪和土猪。虽然杜长大的生产效率比土杂猪和土猪高许多,但肉质比他们差很多。随着生活水平的提高,消费者对优质猪肉的需求越来越大,猪肉市场已经开始走向多元化<sup>[1]</sup>。中国地方猪种具有肉质好、抗逆性强、繁殖力高、耐粗饲等优点,但其生长速度慢、瘦肉率低、饲养周期长、体型小等缺点导致其商业化程度低,难以进行大规模生产。尽管培育品种在生产性能上有很大提升,但仍与“快大型”杜长大猪存在差距。在现阶段,中国地方猪种和培育品种主要用于杂交生产土杂猪,杂交培育新品种或新品系,或者其他品种组合成配套系。生产性能测定是杂交生产、杂交育种和配套系选育的前提基础<sup>[2]</sup>。对中国地方猪种和培育猪种与杜洛克、大白、长白、汉普夏和巴克夏杂交组合进行生产性能测定的报道很多,如撒坝猪<sup>[3]</sup>、烟台猪合成系<sup>[4]</sup>、藏梅猪<sup>[5]</sup>、苏姜猪<sup>[6]</sup>、莱芜猪<sup>[7]</sup>、荣昌猪<sup>[8]</sup>和鲁莱黑猪<sup>[9]</sup>等。里岔黑猪与外来猪种及地方猪种杂交的报道相对较少<sup>[10]</sup>,与巴克夏杂交的生产性能测定未见报道。在全球化的商业猪种中,巴克夏的肉质较好;在我国地方猪种和培育猪种中,里岔黑猪的体型较大。

为了测定巴克夏和里岔黑猪这两个猪种的杂交性能,本研究对巴克夏×陆川猪(巴陆)、巴克夏×里岔黑猪(巴里)、巴克夏×玉山黑猪(巴玉)、巴克夏×圩猪(巴圩)、里岔黑猪×陆川猪(里陆)、里岔黑猪×玉山黑猪(里玉)和杜洛克×里岔黑猪(杜里)7种杂交组合猪的生长肥育、体尺和繁殖3大类16个性状进行了测定,根据生产测定结果筛选出具有商业价值的杂交组合,并对有商业价值的组合进行屠宰测

定,评估其产肉性能和肉品质,为巴克夏和里岔黑猪的开发利用提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验猪只与试验设计

本研究的试验猪只均来自江西山下投资有限公司。试验共设计了7个杂交组合:巴克夏公猪分别与里岔母猪(巴里,18 555头)、陆川母猪(巴陆,2 224头)、玉山母猪(巴玉,660头)和圩猪母猪(巴圩,366头)杂交,里岔公猪分别与陆川母猪(里陆,2 689头)和玉山母猪(里玉,706头),以及杜洛克公猪与里岔母猪(杜里,1 026头)杂交。所有试验猪只均在28日龄断奶,1周后随机混合进入保幼阶段。保幼至30 kg时转入生长阶段,生长至60 kg时转入肥育阶段,一直肥育至100 kg左右。不同阶段猪只分区饲养,根据各个阶段猪的营养需求,饲喂相应的配合饲料。保证猪舍正常通风,自然采光,自由采食和饮水。公猪在出生第1天进行阉割,母猪不阉割。试验期间,尽量保证试验和饲养管理条件的一致。为了减少经济损失,根据试验的初步结果对7个杂交组合的群体大小进行人为控制,扩大经济效益相对较好的组合,控制经济效益差的组合,因此各组合猪只数量有所差异。

### 1.2 性状测定

本试验测定了4类重要经济性状,即生长肥育性状、体尺性状、繁殖性状和胴体肉质性状。

1.2.1 生长肥育性状 生长肥育性状包括初生重、21日龄重、达100 kg日龄、达100 kg背膘厚、达100 kg眼肌面积和肥育期料肉比(30~100 kg料肉比)。在仔猪出生当天,用电子秤(TCS-150,浙江省

永康市江南衡器厂)称每头新生仔猪的重量。在 21 日龄时,用电子秤称量每头仔猪的重量。在保幼阶段结束后,所有试验猪都进入生长肥育性能测定,部分个体还转入润农种猪智能测定系统(深圳润农科技有限公司)进行料肉比的测定。体重在 80~110 kg 时结束测定,并用 B 超(YAWEI9000V 型,亚卫畜牧公司)测定活体背膘厚和眼肌面积。根据日龄、背膘厚和眼肌面积与体重之间的线性关系,分性别和杂交组合,把它们校正至体重达 100 kg 时对应的值。

**1.2.2 体尺性状** 在生产性能测定结束时,测定体尺性状,包括体长、体高、胸围、胸宽、管围、臀宽。在测定过程中,猪只保定在称体重的称中。在其自然站立姿势下,用软皮尺测量胸围(肩胛骨后沿胸部垂直周径)、管围(左前肢前臂骨最细处的周径)和体长(左右耳根上缘连线中点至尾根的距离),用测杖测量体高(肩部最高点到水平地面的高度)、胸宽(肩胛骨后沿胸部左右侧之间的最短距离)和臀宽(臀部左右最宽处的直线距离)。由于体尺与体重呈正相关,即体重越大,体尺也越大。在结束测定时,体重在 80~110 kg 之间。为了便于比较,把所有体尺性状校正至体重达 100 kg 时对应的值。

**1.2.3 繁殖性状** 繁殖性状主要包括总产仔数、产活仔数、初生窝重和 21 日龄窝重,其中 21 日龄窝重主要反映母猪的泌乳性能。在母猪分娩时记录总产仔数和产活仔数,并根据每头初生仔猪的重量来计算初生窝重。在仔猪 21 日龄时,测定每头仔猪的体重,根据 21 日龄个体重来计算 21 日龄窝重。

**1.2.4 胴体肉质性状** 根据生长肥育、体尺和繁殖性状的测定结果,对目前有开发价值的杜里和巴里猪进行屠宰测定。屠宰巴里猪 6 头,杜里猪 4 头。由于在猪场现场进行屠宰测定,屠宰前所有猪只没有禁食 24 h。在屠宰前称个体活体重。屠宰褪毛后,从第一颈椎前沿分离猪头,并称重。然后去除内脏(保留肾和板油)和前后蹄后称量胴体重,用胴体重除以宰前活重计算屠宰率。用游标卡尺在第一胸椎、第一腰椎和第一尾椎 3 个部位测定背膘厚,取它们的平均值作为平均背膘厚。在第十胸椎处取背最长肌,测量眼肌面积、肉色、pH 和大理石纹<sup>[11]</sup>。由于屠宰个体的活体重存在差异,所有屠宰性状都校正至活体重为 100 kg 时对应的值。

### 1.3 统计分析方法

用 SAS 统计分析软件(SAS9.0, SAS Institute

Inc.)的 MIXED 过程,计算各个杂交组合的最小二乘均数,并对最小二乘均数进行差异显著性检验。为了降低试验水平的假阳性率,用 Bonferroni 对  $P$  值进行多重比较的校正。统计分析时使用如下混合模型:

$$y_{ijklm} = \mu + sex_i + cross_j + year_k + month_l + e_{ijklm}$$

其中: $y_{ijklm}$  为第  $i$  种性别、第  $j$  个杂交组合、第  $k$  年、第  $l$  月、第  $m$  个个体的表型; $\mu$  为群体平均数; $sex_i$  为第  $i$  种性别的固定效应; $cross_j$  为第  $j$  个杂交组合的固定效应; $year_k$  为第  $k$  年的随机效应; $month_l$  为第  $l$  月的固定效应; $e_{ijklm}$  为第  $i$  种性别、第  $j$  个杂交组合、第  $k$  年、第  $l$  月、第  $m$  个个体的随机误差。分析初生重时,还考虑了总产仔数(协变量)和产仔胎次(固定效应);分析 21 日龄重时,还考虑了产活仔数(协变量)和产仔胎次(固定效应);分析繁殖性状时,把性别剔除(只有母猪有繁殖记录),把胎次作为固定效应加入到模型中;分析初生窝重和 21 日龄窝重时,分别把总产仔数和产活仔数作为协变量。由于所有个体是在同一时间屠宰的,所以在分析胴体肉质性状时不需要考虑年和月份的效应。

所有性状的最小二乘均数,分别除以各自的最大值。对向下选的性状(性状的值越低越好,如背膘厚、皮厚、料肉比、滴水损失等)先取负值后加上最大值和最小值,然后除以最大值,使得性状优劣与取值大小成正比。最后用 R 语言中的 hist 函数<sup>[12]</sup>把最小二乘均数的比值制作成柱状图。

## 2 结果

### 2.1 猪不同杂交组合生长肥育性状比较

初生重分成 3 组(表 1):第一组包括巴里和杜里猪,初生重约为 1.35 kg,显著高于另外两组( $P < 0.05$ );巴圩猪为第二组,初生重为 1.28 kg,显著高于第三组( $P < 0.05$ );第三组包括里陆、里玉、巴陆和巴玉猪,初生重最小,约为 0.85 kg。

巴里猪的 21 日龄重最大,除与杜里猪无显著差异外,显著高于其余组合( $P < 0.05$ )。杜里猪次之,除与巴里和巴圩猪无显著差异外,显著高于其余组合( $P < 0.05$ )。巴圩猪的 21 日龄重显著高于巴陆、巴玉、里陆和里玉猪( $P < 0.05$ )。巴玉和里玉猪之间没有显著差异,它们显著低于巴陆和里陆猪( $P < 0.05$ )。巴陆和里陆猪的 21 日龄重之间无显著差异。

巴里猪达 100 kg 日龄最短,除与杜里猪没有显著差异外,显著短于其余 5 种组合( $P<0.05$ )。杜里猪达 100 kg 日龄与巴圩猪无显著差异,显著短于其余 4 种组合( $P<0.05$ )。巴圩猪达 100 kg 日龄与巴玉和里玉猪没有显著差异,显著短于里陆猪( $P<0.05$ )。巴玉与里玉猪之间没有显著差异,显著短于里陆猪( $P<0.05$ )。里玉与里陆猪之间没有显著差异。

杜里猪达 100 kg 背膘厚最薄,为 13 mm,显著低于其余 6 种组合( $P<0.05$ )。巴里猪次之,为 15.12 mm,显著薄于其余 5 种组合( $P<0.05$ )。巴陆和巴玉猪之间没有显著差异,它们与巴圩猪无显著差异,但显著薄于里玉和里陆猪( $P<0.05$ )。巴圩与里玉猪之间没有差异,显著薄于里陆猪( $P<0.05$ )。里玉与里陆猪之间差异显著( $P<0.05$ )。

巴里猪达 100 kg 眼肌面积最大,为 33.30 cm<sup>2</sup>,显著高于最小的里玉猪( $P<0.05$ ,29.90 cm<sup>2</sup>),与其余组合无显著差异。其余 6 种组合之间均无显著差异。

杜里猪肥育期的料肉比最低,为 2.56,除与巴里和巴圩猪无显著差异外,显著低于其余组合( $P<0.05$ )。巴里猪次之,为 2.86,除了与里陆和巴玉猪有显著差异( $P<0.05$ )外,与其余组合均无显著差异。巴圩猪与所有组合间均无显著差异,巴玉、里玉、巴陆和里陆猪之间无显著差异。

## 2.2 猪不同杂交组合体尺性状比较

杜里猪的体高最高,达 66.4 cm,显著高于其余 6 种组合( $P<0.05$ )。巴里猪次之,虽然比杜里猪矮 2.14 cm,但是显著高于其余 5 种组合( $P<0.05$ )。剩余的 5 种组合,即巴圩、巴玉、巴陆、里玉和里陆猪,它们之间无显著差异。

里玉猪的体长最长,达 111.6 cm。里玉、巴里、杜里和巴玉猪的体长无显著差异,它们与巴圩猪也无显著差异,但显著长于里陆和巴陆猪( $P<0.05$ )。巴圩、里陆和巴陆猪之间均无显著差异。

巴陆猪的胸围最大,达 108.7 cm,显著大于其余 6 种组合( $P<0.05$ )。里陆和杜里猪的胸围没有显著差异,它们显著大于巴里和巴玉猪( $P<0.05$ ),与里玉和巴圩猪没有显著差异。其余 4 种组合的胸围之间均没有显著差异。

巴陆猪的胸宽最宽,为 32.32 cm,除与巴玉猪无显著差异外,显著宽于其余 5 种组合( $P<0.05$ )。

巴玉猪与巴圩和里陆猪无显著差异,显著宽于里玉、巴里和杜里猪( $P<0.05$ )。除巴陆和巴玉猪外,其余 5 种组合胸宽之间均无显著差异。

管围可以分成两组:第一组为巴陆、巴里和杜里猪;第二组为里陆、里玉、巴玉和巴圩猪。组内管围没有显著差异,组间管围差异显著,第一组显著粗于第二组( $P<0.05$ )。管围最粗的是巴陆猪,为 17.07 cm;管围最细的是里玉猪,为 15.71 cm。

巴圩、巴里和巴陆猪的臀宽无显著差异,它们除与里陆猪无显著差异外显著宽于其余组合( $P<0.05$ )。巴玉和杜里猪的臀宽无显著差异,它们与里陆猪无显著差异,但显著宽于里玉猪的臀宽( $P<0.05$ )。里陆猪的臀宽显著宽于里玉猪( $P<0.05$ )。

## 2.3 猪不同杂交组合繁殖性状比较

巴圩猪的总产仔数与其余 6 种组合均无显著差异(表 1)。里陆、巴陆和巴玉猪的总产仔数之间无显著差异,它们显著高于巴里和杜里猪( $P<0.05$ ),但与里玉猪无显著差异。杜里猪的总产仔数显著高于巴里猪( $P<0.05$ ),与里玉猪无显著差异。巴里猪的总产仔数最低,显著低于除巴圩猪之外的其余 5 种组合( $P<0.05$ )。

巴圩猪的产活仔数与其余 6 种组合均无显著差异。巴玉猪的产活仔数最多,为 10.28 头,显著高于巴里、巴陆和杜里猪( $P<0.05$ ),与其余组合差异不显著。里陆和里玉猪显著高于巴里猪( $P<0.05$ ),但与其余组合无显著差异。巴玉猪的产活仔数显著高于巴里、巴陆和杜里猪( $P<0.05$ ),与其余组合无显著差异。巴陆和杜里猪之间没有差异,它们均显著多于巴里猪( $P<0.05$ )。巴里猪的产活仔数最少,为 8.25 头,显著低于除巴圩猪之外的其余组合( $P<0.05$ )。

初生窝重可以分为 3 组,第一组为巴里、巴圩和杜里猪,第二组为巴陆和巴玉猪,第三组为里陆和里玉猪。组内各组合之间差异不显著,组间差异显著。第一组显著大于第二组和第三组( $P<0.05$ ),第二组显著大于第三组( $P<0.05$ )。初生窝重最重的是巴圩猪,达 12.61 kg;最轻的是里陆猪,只有 7.22 kg。

巴里猪的 21 日龄窝重最大,达 38.04 kg,里玉猪最小,只有 25.54 kg。巴里、杜里和巴圩猪之间无显著差异,但显著重于其余组合( $P<0.05$ )。巴陆猪的 21 日龄窝重显著大于里陆、巴玉和里玉猪( $P<0.05$ ),里陆、巴玉和里玉猪之间无显著差异。

表 1 猪 7 种杂交组合生长肥育、体尺和繁殖性状的最小二乘均值及差异检验

Table 1 Least-square means of growth, fattening, body size and reproductive traits and the differences among the 7 cross combinations in pigs

性状	里陆猪	里玉猪	巴里猪	巴陆猪	巴玉猪	巴圩猪	杜里猪
Trait	Licha × Luchuan	Licha × Yushan	Berkshire × Licha	Berkshire × Luchuan	Berkshire × Yushan	Berkshire × Weizhu	Duroc × Licha
初生重/kg	0.862 ± 0.019 <sup>A</sup>	0.866 ± 0.021 <sup>A</sup>	1.349 ± 0.019 <sup>B</sup>	0.842 ± 0.020 <sup>A</sup>	0.855 ± 0.021 <sup>A</sup>	1.283 ± 0.023 <sup>C</sup>	1.351 ± 0.021 <sup>B</sup>
Body weight at birth							
21 日龄重/kg	3.873 ± 0.261 <sup>A</sup>	3.632 ± 0.265 <sup>B</sup>	4.955 ± 0.260 <sup>C</sup>	3.973 ± 0.261 <sup>A</sup>	3.465 ± 0.265 <sup>B</sup>	4.726 ± 0.269 <sup>D</sup>	4.947 ± 0.263 <sup>CD</sup>
Body weight at 21 day							
达 100 kg 日龄/天	237.6 ± 3.975 <sup>A</sup>	231.2 ± 4.533 <sup>AB</sup>	204.7 ± 3.517 <sup>C</sup>	215.7 ± 3.765 <sup>D</sup>	227.9 ± 3.975 <sup>B</sup>	221.5 ± 5.906 <sup>BDE</sup>	206.7 ± 3.917 <sup>CE</sup>
Days to 100 kg							
达 100 kg 背膘厚/mm	27.75 ± 1.142 <sup>A</sup>	22.35 ± 1.257 <sup>B</sup>	15.12 ± 1.046 <sup>C</sup>	18.99 ± 1.123 <sup>D</sup>	19.72 ± 1.144 <sup>D</sup>	21.34 ± 1.612 <sup>BD</sup>	13.00 ± 1.126 <sup>E</sup>
Backfat thickness at 100 kg							
达 100 kg 眼肌面积/cm <sup>2</sup>	31.88 ± 2.663 <sup>AB</sup>	29.90 ± 2.811 <sup>A</sup>	33.30 ± 2.607 <sup>B</sup>	30.97 ± 3.033 <sup>AB</sup>	33.03 ± 3.257 <sup>AB</sup>	33.16 ± 3.063 <sup>AB</sup>	32.66 ± 2.786 <sup>AB</sup>
Lion eye area at 100 kg							
肥育期料肉比	3.13 ± 0.099 <sup>A</sup>	3.14 ± 0.139 <sup>AB</sup>	2.86 ± 0.060 <sup>BC</sup>	3.04 ± 0.075 <sup>AB</sup>	3.11 ± 0.098 <sup>A</sup>	3.14 ± 0.198 <sup>ABC</sup>	2.56 ± 0.112 <sup>C</sup>
Feed conversion ratio							
体高/cm	58.94 ± 0.566 <sup>A</sup>	61.01 ± 0.870 <sup>A</sup>	64.26 ± 0.271 <sup>B</sup>	58.78 ± 0.379 <sup>A</sup>	59.50 ± 0.490 <sup>A</sup>	60.86 ± 0.979 <sup>A</sup>	66.40 ± 0.448 <sup>C</sup>
Body height							
体长/cm	104.9 ± 0.898 <sup>A</sup>	111.6 ± 1.241 <sup>B</sup>	109.7 ± 0.622 <sup>B</sup>	105.1 ± 0.743 <sup>A</sup>	108.9 ± 0.828 <sup>B</sup>	107.0 ± 1.373 <sup>AB</sup>	109.6 ± 0.783 <sup>B</sup>
Body length							
胸围/cm	106.2 ± 1.271 <sup>A</sup>	104.5 ± 1.424 <sup>AB</sup>	104.0 ± 1.167 <sup>B</sup>	108.7 ± 1.227 <sup>C</sup>	102.9 ± 1.368 <sup>B</sup>	104.4 ± 1.485 <sup>AB</sup>	105.5 ± 1.214 <sup>A</sup>
Chest circumference							
胸宽/cm	31.16 ± 0.451 <sup>AC</sup>	30.49 ± 0.554 <sup>A</sup>	31.01 ± 0.378 <sup>A</sup>	32.32 ± 0.409 <sup>B</sup>	31.91 ± 0.431 <sup>BC</sup>	30.48 ± 0.597 <sup>AC</sup>	31.00 ± 0.419 <sup>A</sup>
Chest width							
管围/cm	16.06 ± 0.182 <sup>A</sup>	15.71 ± 0.243 <sup>A</sup>	16.84 ± 0.135 <sup>B</sup>	17.07 ± 0.156 <sup>B</sup>	16.24 ± 0.17 <sup>A</sup>	16.07 ± 0.267 <sup>A</sup>	16.94 ± 0.162 <sup>B</sup>
Cannon circumference							
臀宽/cm	30.03 ± 0.455 <sup>ACD</sup>	28.04 ± 0.552 <sup>B</sup>	30.41 ± 0.388 <sup>C</sup>	30.62 ± 0.416 <sup>C</sup>	29.50 ± 0.437 <sup>D</sup>	31.24 ± 0.592 <sup>C</sup>	29.34 ± 0.425 <sup>D</sup>
Hip width							
总产仔数/头	11.49 ± 0.333 <sup>A</sup>	11.07 ± 0.383 <sup>AC</sup>	9.42 ± 0.291 <sup>B</sup>	11.18 ± 0.300 <sup>A</sup>	11.52 ± 0.320 <sup>A</sup>	10.03 ± 0.700 <sup>ABC</sup>	10.47 ± 0.337 <sup>C</sup>
Total number born							
产活仔数/头	10.06 ± 0.343 <sup>AC</sup>	9.85 ± 0.396 <sup>AC</sup>	8.25 ± 0.298 <sup>B</sup>	9.71 ± 0.308 <sup>A</sup>	10.28 ± 0.329 <sup>C</sup>	9.17 ± 0.728 <sup>ABC</sup>	9.53 ± 0.347 <sup>A</sup>
Number born alive							
初生窝重/kg	7.22 ± 0.361 <sup>A</sup>	8.00 ± 0.444 <sup>A</sup>	12.17 ± 0.293 <sup>B</sup>	9.18 ± 0.308 <sup>C</sup>	9.81 ± 0.342 <sup>C</sup>	12.61 ± 0.876 <sup>B</sup>	12.36 ± 0.369 <sup>B</sup>
Litter weight at birth							
21 日龄窝重/kg	26.99 ± 2.040 <sup>A</sup>	25.54 ± 2.177 <sup>A</sup>	38.04 ± 1.987 <sup>B</sup>	29.34 ± 2.055 <sup>C</sup>	25.96 ± 2.158 <sup>A</sup>	36.25 ± 2.267 <sup>B</sup>	37.95 ± 2.104 <sup>B</sup>
Litter weight at 21 day							

含有相同字母或无字母的杂交组合间差异不显著( $P > 0.05$ ),不同字母的杂交组合间差异显著( $P < 0.05$ ),下表同Combinations with the same letter or without letter mean no significant difference ( $P > 0.05$ ), combinations with different letters mean significant difference ( $P < 0.05$ ), the same as the following tables

## 2.4 猪不同杂交组合胴体肉质性状比较

由于屠宰测定的个体数很少(巴里猪 6 头,杜里猪 4 头),除胸椎数外,其余胴体肉质性状在巴里和杜里猪之间的差异均未达到显著水平(表 2)。在 100 kg 时屠宰,巴里猪绝大多数胴体肉质性状都优于杜里猪。巴里猪的屠宰率、眼肌 24 小时 pH 和眼肌 24 小时肉色评分分别比杜里猪高 1.3%( $P=0.180$ )、0.19 ( $P=0.165$ )和 0.71 分( $P=0.269$ );巴里猪的平均背膘厚和皮厚分别比杜里猪薄 3.51 mm ( $P=0.502$ )和

Table 2 Least-square means of carcass and meat quality traits and the differences between Berkshire × Licha black pig and Duroc × Licha black pig

性状 Trait	巴里猪 Berkshire × Licha black pig	杜里猪 Duroc × Licha black pig
屠宰率/% Dressing rate	74.00 ± 0.399	72.70 ± 0.641
平均背膘厚/mm Average backfat thickness	28.92 ± 2.278	32.43 ± 3.663
头重/kg Head weight	5.57 ± 0.410	6.82 ± 0.659
胸椎数/根 Thoracic vertebrae number	15.83 ± 0.195 <sup>A</sup>	14.50 ± 0.239 <sup>B</sup>
腰椎数/根 Lumbar vertebrae number	7.00 ± 0.323	6.50 ± 0.395
皮厚/mm Skin thickness	3.24 ± 0.337	3.73 ± 0.542
眼肌面积/cm <sup>2</sup> LD area	43.73 ± 3.800	37.50 ± 6.110
眼肌 24 小时 pH pH at 24 hour	5.56 ± 0.054	5.37 ± 0.087
眼肌 24 小时肉色评分 Color score at 24 hour	2.36 ± 0.272	1.65 ± 0.437
眼肌 24 小时大理石纹 Marbling score at 24 hour	1.97 ± 0.366	3.43 ± 0.589
眼肌 24 小时滴水损失/% Drop loss in 24 hour	4.68 ± 1.823	5.58 ± 2.932
眼肌肌肉脂肪含量/% Intra-muscular fat content	1.43 ± 0.256	2.62 ± 0.412
腹脂重/kg Abdominal fat weight	3.24 ± 0.207	3.88 ± 0.306

## 2.5 猪不同杂交组合的综合表现

从体尺、生长和繁殖性状来看(图 1A),杜里和巴里猪的表现较好,除产仔数比较低之外,其余性状都是比较好。剩余的 5 种组合,缺点比较多,而且有些缺点非常明显。里陆、里玉、巴陆和巴玉猪的初生重、初生窝重、21 日龄重和 21 日龄窝重都很轻,达 100 kg 的背膘很厚。巴圩猪的主要缺点是达 100 kg 的背膘太厚、肥育期饲料利用率低和产仔数比较少。

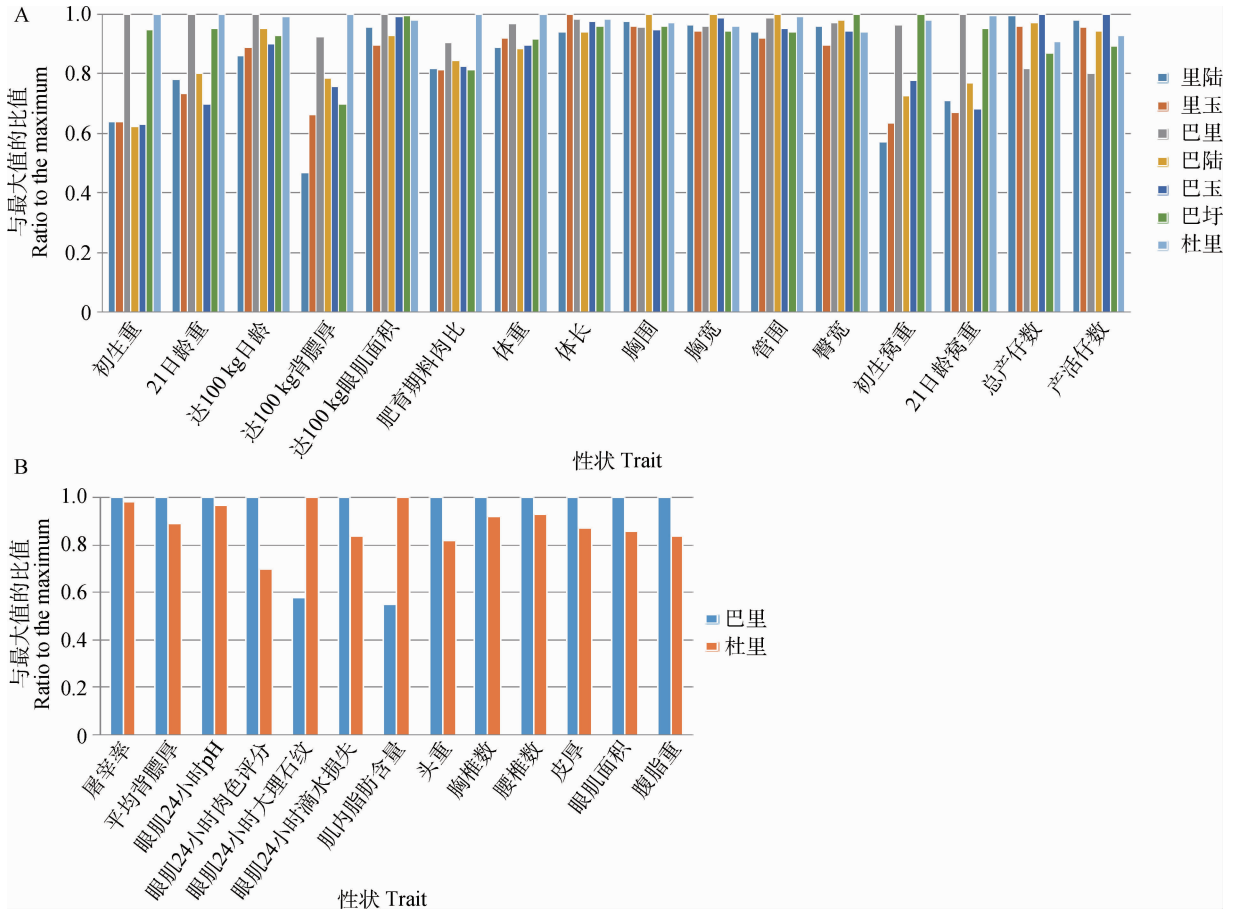
从胴体肉质性状来看(图 1B),巴里猪除大理石评分( $P=0.114$ )和肌肉脂肪含量( $P=0.074$ )不如杜里猪外,其余性状均要优于杜里猪,除胸椎数( $P=0.003$ )外其余性状均没有达到显著水平。

## 3 讨论

本研究比较了巴陆、巴里、巴玉、巴圩、里陆、里

0.49 mm( $P=0.520$ );巴里猪的头重和腹脂重分别比杜里猪轻 1.25 kg( $P=0.206$ )和 0.64 kg( $P=0.204$ );巴里猪的胸椎数和腰椎数分别比杜里猪多 1.33 根( $P=0.003$ )和 0.50 根( $P=0.356$ );巴里猪的眼肌面积比杜里猪大 6.23 cm<sup>2</sup>( $P=0.475$ );巴里猪的眼肌 24 小时滴水损失比杜里猪少 0.90%( $P=0.826$ )。巴里猪也有少数胴体肉质性状比杜里猪差,如眼肌 24 小时大理石纹和眼肌肌肉脂肪含量分别比杜里猪低 1.46 分( $P=0.114$ )和 1.19%( $P=0.074$ )。

玉和杜里猪的生长肥育、体尺和繁殖性状,结果显示,杜里猪综合表现最好,除产仔数和臀宽稍差一些外,其余性状都表现较好;巴里猪次之,除产仔数、肥育期的料肉比和 100 kg 背膘厚较差外,其余性状表现较好;其余 5 种杂交组合的综合表现较差,商业化的前景较差。由于杜里和巴里猪综合表型较好,具有一定的商业化价值,所以对它们进行屠宰测定。在胴体肉质上的表现,巴里猪总体比杜里猪要好。除眼肌 24 小时大理石纹和肌肉脂肪含量不如杜里猪(差异不显著),其余性状均优于杜里猪,尤其是胸椎数,巴里猪比杜里猪多 1.33 根,差异达到极显著水平( $P=0.003$ )。由于屠宰个体数量较少,巴里和杜里猪之间除胸椎数差异显著外其余的胴体肉质性状均差异不显著。除了生产性能外,体型外貌也很重要<sup>[13]</sup>,尤其是毛色。巴里猪的毛色均为黑色,杜里猪有部分发生毛色分离。在 113 窝 1 026 头杜里



A. 生长肥育、体尺和繁殖性状; B. 胴体肉质性状。柱子高度越高说明性状表现越好(向下选的性状,如膘厚、皮厚、料肉比、滴水损失等,已经按照材料与方法中的描述作了调整)

A. Growth, fattening, body size and reproduction traits; B. Carcass and meat quality traits. The higher bars indicate the better traits (The traits selected downwards were adjusted by the method described in Materials and Methods section)

图 1 不同杂交组合猪生长肥育、体尺、繁殖和胴体肉质性状柱状图

Fig. 1 Histograms of growth, fattening, body size, reproduction, carcass and meat quality traits of different cross combinations in pigs

猪中,有 62 窝共出现 379 头杂毛(非黑毛)猪,杂毛猪的比例高达 36.94%。综上所述,巴里猪的市场前景比杜里猪要好一些。

产仔数直接影响养猪行业的效益,每窝多产 1 头仔猪,养猪行业的利润将增加上百亿元<sup>[14]</sup>。胎次是影响产仔数的主要因素之一,第 1 和第 2 胎的产仔数一般比第 3 至第 7 胎的低<sup>[15-16]</sup>。从表 1 可以看出,这 7 种杂交组合的产仔数均比较低,其主要原因是第 1 和第 2 胎的母猪所占的比例高。7 种杂交组合的平均初产率是 37.61%,超过三分之一,其中巴里猪最高,达 45.30%。除了初产母猪多外,第 2 胎母猪所占的比例也较高。第 2 胎母猪所占的比例平均为 26.59%,超过四分之一,其中里陆猪最高,达 35.21%。处在高产胎次(4 胎或 5 胎)母猪所占的比例很低,仅为 15.52%。在统计分析时,虽然对胎

次进行了校正,但是计算最小二乘均数使用的是 7 种杂交组合的平均胎次(2.22 胎),即产仔数的最小二乘均数对应的是 2.22 胎时的产仔数,因此产仔数会比较低一些。

在这 7 种杂交组合中,巴里猪的产仔数最低,与最高的里陆猪相差近 2 头。因此,不适合以巴里猪群体为基础,培育一个母系新品种,但是巴里猪的体型较大,生长速度较快,适合培育一个父系新品种。在我国培育的新品种中,都用到了我国地方品种<sup>[1]</sup>,培育出来的品种往往繁殖力较高,体型相对较小,生长速度较慢,适合做母系,如苏太猪、鲁莱黑猪、鲁烟白猪、晋汾白猪等<sup>[17-20]</sup>。有少部分的新品种导入外血较多,因此体型相对较大,生长速度较快,可以兼做父系,如军牧 1 号白猪<sup>[21]</sup>。目前,专门做父系的培育品种未见报道。以巴里猪群体为基础,通过群

体继代选育,培育一个父系新品种,对完善我国培育品种的亲本结构具有重要意义。

随着生活水平的提高,人们对肉质的要求会越来越高。提高猪肉品质将是今后育种的一个主要方向,肌间脂肪的高低是度量肉质的重要指标之一。在进行杂交亲本的选择时,优先挑选肌内脂肪含量高的品种或品系作为杂交亲本。新美系杜洛克(简称 EB5)肌间脂肪高达 5.12%,几乎是其他杜洛克猪品系的 2 倍<sup>[22]</sup>。巴克夏猪肌内脂肪含量一般为 2.77%~3.16%<sup>[23-24]</sup>,在 125 kg 时肌内脂肪含量高达 4.93%<sup>[24]</sup>。里岔黑猪根据品种选育标准技术规范,肌内脂肪含量 $\geq 3.5\%$ <sup>[25]</sup>;在商品猪群体中肌内脂肪含量变化较大,为 2.84%~5.33%<sup>[26]</sup>。虽然亲本的肌内脂肪含量均比较高,但是杂交一代的肌内脂肪含量一般。杜里和巴里猪的肌内脂肪含量分别为 2.62% 和 1.43%,均没有达到各自亲本的平均数,尤其是巴里猪。巴克夏猪与其它地方品种杂交,杂种一代的肌内脂肪含量也比亲本的平均数低。鲁莱黑猪的肌内脂肪含量在 5.25% 以上<sup>[27-28]</sup>,与巴克夏公猪杂交产生的巴鲁猪肌内脂肪含量也只有 2.3%<sup>[9]</sup>。豫南黑猪的肌内脂肪含量为 2.96%,与巴克夏公猪交配产生的巴豫猪肌内脂肪含量为 2.27%<sup>[29]</sup>。造成杂种一代肌内脂肪含量偏低的主要原因是屠宰日龄偏小,地方品种达到 100 kg 体重需要 240 d 以上,杂种一代达 100 kg 体重在 210 天左右,而肌内脂肪沉积一般发生在肥育后期。过早的达到 100 kg 体重,必然会降低肌内脂肪含量。

滴水损失和肉色也是度量猪肉品质的 2 个重要指标。从表 2 可以看出,巴里和杜里猪的滴水损失都很高,分别为 4.68% 和 5.58%;它们的肉色评分都很低,分别为 2.36 和 1.65。产生这种结果的主要原因是屠宰条件太差。巴里和杜里猪的屠宰是 6 月中旬在定南阳林山下原种猪场完成的,当时环境温度在 30℃ 以上。受猪场条件限制,在屠宰前猪只没有限食 24 h,而是直接从猪栏中把猪赶出来屠宰。在屠宰过程中,没有对猪只采用电击或 CO<sub>2</sub> 窒息,而是直接放血,所以猪只应激较大。屠宰后,胴体也没有进入排酸室,而是直接在荫处摊开。不禁食、屠宰应激和胴体降温速度太慢,都会对肉质和滴水损失产生非常不利影响<sup>[30-33]</sup>。

## 4 结 论

通过比较巴陆、巴里、巴玉、巴圩、里陆、里玉和

杜里猪的生长肥育、体尺和繁殖性状,发现巴里和杜里猪的综合生产性能优于其余 5 种杂交组合,具有一定的商业价值。巴里和杜里猪的屠宰测定结果显示,巴里猪的产肉性能总体比杜里猪要好,除大理石纹和肌内脂肪含量不如杜里猪外,其余性状均优于杜里猪,尤其是胸椎数,巴里猪比杜里猪多 1.33 根,差异达到极显著水平。巴里猪的毛色均为黑色,杜里猪则有部分发生毛色分离。虽然大部分杜里猪是黑毛,但有部分个体为棕色有黑斑。因此,巴里猪具有更好的综合性能,比其它 6 种杂交组合更适合用于商品生产。

## 参考文献 (References):

- [1] 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. (in Chinese)
- [2] 彭中镇,刘 榜,樊 斌,等. 如何培育猪的配套系和制定培育方案[J]. 养猪, 2015(1): 65-72.  
PENG Z Z, LIU B, FAN B, et al. How to develop the pig hybrids/Commercial line and make the breeding scheme [J]. *Swine Production*, 2015(1): 65-72. (in Chinese)
- [3] 唐爱发,连林生,李爱云,等. 撒坝猪配合力测定试验的初步分析[J]. 云南畜牧兽医, 2000(2): 4-5.  
TANG A F, LIAN L S, LI A Y, et al. Preliminary analysis of the combining ability test in Saba pig [J]. *Yunnan Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2000(2): 4-5. (in Chinese)
- [4] 刘会智,刘安科,李永刚,等. 烟台猪合成系与新引进原种猪配合力测定报告[J]. 养猪, 2001(4): 19-20.  
LIU H Z, LIU A K, LI Y G, et al. Combining test report of Yan Tai pig synthetic line and introduced original breeding pig [J]. *Swine Production*, 2001(4): 19-20. (in Chinese)
- [5] 龚建军,何志平,陈晓辉,等. 川藏黑猪配套系的选育进展研究[C]. 贵港:中国地方猪种保种与利用第十届年会, 2013.  
GONG J J, HE Z P, CHEN X H, et al. Progress of Cultivating Chuanzang Black Pig Synthetic line [C]. Guigang: The 10<sup>th</sup> Annual Conference of the Conservation and Utilization of Chinese Indigenous Pig



- Breeds, 2013. (in Chinese)
- [6] 倪黎纲, 赵旭庭, 朱淑斌, 等. 苏姜猪杂交配合力测定与分析[J]. 西南农业学报, 2015, 28(5): 2255-2258.  
NI L G, ZHAO X T, ZHU S B, et al. Determination and analysis of cross combining ability of Sujiang pig [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2015, 28(5): 2255-2258. (in Chinese)
- [7] 郭建凤, 沈彦锋, 王彦平, 等. 莱芜猪与长白猪杂交后代猪胴体性能及肉质研究[J]. 养猪, 2016(4): 60-62.  
GUO J F, SHEN Y F, WANG Y P, et al. Study on carcass performance and meat qualities of progenies of Laiwu Pigs and Landrace pigs [J]. *Swine Production*, 2016(4): 60-62. (in Chinese)
- [8] 王凭青, 杨国才, 刘 年, 等. 荣昌猪杂交配合力测定[J]. 西南农业大学学报, 1992(5): 406-410.  
WANG P Q, YANG G C, LIU N, et al. Determination of combining ability in crosses of Rongchang pigs [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 1992(5): 406-410. (in Chinese)
- [9] 郭建凤, 孙延晓, 刘 畅, 等. 巴克夏与鲁莱黑猪杂种猪胴体性能及肉质测定[J]. 养猪, 2016(5): 67-68.  
GUO J F, SUN Y X, LIU C, et al. Carcass Performance and meat qualities testing of Berkshire and Lulai Black pigs hybrid [J]. *Swine Production*, 2016(5): 67-68. (in Chinese)
- [10] 樊新忠, 曾勇庆. 山东主要地方猪及其杂交组合的肉质测定与肉用性能评价[C]. 桂林: 中国畜牧兽医学会养猪学分会第五次全国会员代表大会暨养猪业创新发展论坛, 2010.  
FAN X Z, ZENG Y Q. Meat Test and Meat Performance Evaluation of Main Local Pigs and Their Hybrid Combinations in Shandong[C]. Guilin: The 5<sup>th</sup> National Congress of Pig industry Branch of Chinese Association of Animal Science and Veterinary Medicine and the Forum of Pig Industry Innovation and Development, 2010. (in Chinese)
- [11] 张 沅. 家畜育种学[B]. 北京: 中国农业出版社, 2001.  
ZHANG Y. Farm Animal Breeding [B]. Beijing: China Agriculture Press, 2001. (in Chinese)
- [12] R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing; R Foundation for Statistical Computing, [J]. *Computing*, 2009, 14: 12-21.
- [13] 刘小红, 赵云翔, 吴细波, 等. 规模化种猪育种与生产数字化管理体系建设及案例分析(VII): 育种过程数据监控[J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50(18): 63-71.  
LIU X H, ZHAO Y X, WU X B, et al. Digitize management system and case analysis for large-scale pig breeding and production (vii): breeding process data monitoring [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2014, 50(18): 63-71. (in Chinese)
- [14] 魏清甜, 黄 阳, 唐 磊, 等. 中国地方猪遗传资源的高繁殖性能研究[J]. 中国猪业, 2013(s1): 34-36.  
WEI Q T, HUANG Y, TANG L, et al. Research on the high reproductive performance of chinese indigenous pig breeds genetic resources [J]. *China Swine Industry*, 2013(s1): 34-36. (in Chinese)
- [15] 黄银花, 孙 汉, 舒邓群. 不同胎次、不同配种季节对不同品种猪产仔数的影响[J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(1): 106-109.  
HUANG Y H, SUN H, SHU D Q. The effect of litter number and mating season on litter size of different breed pigs [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2000, 22(1): 106-109. (in Chinese)
- [16] 孟庆利, 周海深, 王朝军, 等. 不同胎次对不同品种猪产仔数的影响[J]. 养猪, 2015(3): 39-40.  
MENG Q L, ZHOU H S, WANG C J, et al. The effect of litter number on litter size of different breed swines [J]. *Swine Production*, 2015(3): 39-40. (in Chinese)
- [17] 盛志廉. 中国猪育种的新范例——苏太猪[J]. 养猪, 2002(1): 27-28.  
SHENG Z L. Sutai pig: A new paradigm for pig breeding in China [J]. *Swine Production*, 2002(1): 27-28. (in Chinese)
- [18] 沈彦锋, 盛清凯. 鲁莱黑猪培育及推广[J]. 猪业科学, 2010, 27(8): 108-109.  
SHEN Y F, SHENG Q K. The breeding and marketing of Lulai Black pig [J]. *Swine Industry Science*, 2010, 27(8): 108-109. (in Chinese)
- [19] 郭建凤, 武 英, 赵德云, 等. 鲁烟白猪选育研究[J]. 养猪, 2008(3): 30-32.  
GUO J F, WU Y, ZHAO D Y, et al. Study on the breeding of Luyan White pig [J]. *Swine Production*, 2008(3): 30-32. (in Chinese)
- [20] 郭晓红, 王效京, 张 敏, 等. 晋汾白猪生长发育性状的选育研究[J]. 中国畜牧兽医, 2013, 40(9): 228-231.  
GUO X H, WANG X J, ZHANG M, et al. Study on selection of growth and development performance of

- Jinfen White pig [J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2013, 40(9): 228-231. (in Chinese)
- [21] 张 晶. 忆“军牧 1 号白猪”培育的故事[J]. 猪业科学, 2007(3): 90-93.  
Zhang J. Recalling the story to breed Junmu No. 1 White pig [J]. *Swine Industry Science*, 2007(3): 90-93. (in Chinese)
- [22] 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. Effect of different breeds and hybrid combinations on growth performance and meat quality in finishing pigs [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2016. (in Chinese)
- [23] 邓 冲, 程 恩, 方 雄, 等. 巴克夏猪新品系性能测定及其生产优质猪肉的前景[J]. 养殖与饲料, 2013(2): 7-8.  
DENG C, CHENG E, FANG X, et al. Determination of new strain properties of Berkshire pig and the prospect of producing high-quality pork [J]. *Animals Breeding and Feed*, 2013(2): 7-8. (in Chinese)
- [24] 张伟力, 张似青, 张磊彪. 巴克夏在中国的历史辉煌与现代美系巴克夏猪性能初报[J]. 养猪, 2010(3): 68-72.  
ZHANG W L, ZHANG S Q, ZHANG L B. Glorious history of berkshire pig in china and the early performance report of modern American Berkshire pig [J]. *Swine Production*, 2010(3): 68-72. (in Chinese)
- [25] 于 虹, 雷 蕾, 崔 超, 等. 里岔黑猪品种选育标准技术规范[J]. 猪业科学, 2017(3): 126.  
YU H, LEI L, CUI C, et al. Standard technical specification for breeding of Licha Black pig breeds [J]. *Swine Industry Science*, 2017(3): 126. (in Chinese)
- [26] 庄桂玉, 刘玉华. 不同喂养方式对里岔黑猪肉质的影响[C]. 青岛: 青岛市学术年会, 2012.  
ZHUANG G Y, LIU Y H. Effects of different feeding ways on the meat quality in Licha Black pigs [C]. Qingdao: Qingdao Scholar Annual Conference, 2012. (in Chinese)
- [27] 王继英, 王彦平, 徐云华, 等. 鲁莱黑猪肌肉脂肪含量、脂肪酸组成及其相关性状分析[J]. 畜牧兽医学报, 2017, 48(4): 585-594.  
WANG J Y, WANG Y P, XU Y H, et al. Analyses of intramuscular fat content, fatty acid composition and the related traits in Lulai Black pigs [J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2017, 48(4): 585-594. (in Chinese)
- [28] 沈彦锋, 阮瑞宝, 孙延晓, 等. 生物发酵饲料对鲁莱黑猪育肥性能的影响[J]. 饲料博览, 2011(9): 27-29.  
SHEN Y F, RUAN R B, SUN Y X, et al. Effect of biological fermented feed on fattening performance of Lulai Black boars [J]. *Feed Review*, 2011(9): 27-29. (in Chinese)
- [29] 李新建, 乔瑞敏, 李孝法, 等. 豫南黑猪及其杂交后代肉质性状及营养成分特性研究[J]. 家畜生态学报, 2016, 37(3): 20-26.  
LI X J, QIAO R M, LI X F, et al. The genetic characteristics of meat quality and nutritional components of Yunan Black pig and its hybrid pigs [J]. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 2016, 37(3): 20-26. (in Chinese)
- [30] 夏双梅, 孟振北, 耿 鑫. 屠宰工艺对冷却肉滴水损失的影响[J]. 肉类工业, 2007(8): 2-3.  
XIA S M, MENG Z B, GENG X. Effect of slaughter technics on drip loss of chilled meat [J]. *Meat Industry*, 2007(8): 2-3. (in Chinese)
- [31] 余群莲, 鲁兴容, 黄明发, 等. 浅析屠宰环节对冷鲜肉保水性的影响[J]. 肉类工业, 2013(10): 33-35.  
YU Q L, LU X R, HUANG M F, et al. Brief analysis on effect of slaughtering link on chilled meat water holding capacity [J]. *Meat Industry*, 2013(10): 33-35. (in Chinese)
- [32] 路文敏. 影响冷鲜肉滴水损失关键因素研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.  
LU W M. The key factors on the drip loss of chilled meat [D]. Yangling: Northwest Agriculture & Forestry University, 2010. (in Chinese)
- [33] 丹麦皇冠子公司 SFK Systems A/S, 思夫科屠宰设备(上海)有限公司. 宰前处理和冷却方式对猪肉品质的影响[J]. 肉类研究, 2010(10): 37-42.  
Subsidiary Company of Danish Crown; SFK Systems A/S, SFK Slaughtering Equipment(Shanghai) Co., Ltd. Comparison of influence of pre-slaughter conditions and chilling methods on pork quality [J]. *Meat Research*, 2010(10): 37-42. (in Chinese)