

笪浩,陈雯,郭苹,等. 枫泾猪保种群乳头数性状的遗传研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(11):120-123.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.11.021

# 枫泾猪保种群乳头数性状的遗传研究

笪浩<sup>1,2</sup>,陈雯<sup>2</sup>,郭苹<sup>2</sup>,邢军<sup>1</sup>,张建新<sup>1</sup>,杨剑波<sup>1</sup>,吴井生<sup>1</sup>

(1. 江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400; 2. 江苏省句容市畜牧兽医总站,江苏句容 212400)

**摘要:**为研究枫泾猪保种群乳头数性状的遗传规律,统计分析了镇江牧苑动物科技开发有限公司种猪场 23 头种公猪、103 头母猪、3 612 头仔猪的乳头数资料。结果显示,保种群种公猪、母猪及其后代的总乳头数(个)平均分别为 17.14、16.86、16.65,种公猪、母猪间差异不显著( $P>0.05$ ),种公猪、母猪与后代间差异均极显著( $P<0.01$ );平均乳头数右侧比左侧分别多 0.50、0.25、0.25,左右两侧间差异均极显著( $P<0.01$ )。总乳头数性状的表型相关系数父子间、母子间、父母双亲均值与子间分别是 0.272 3、0.218 2、0.252 8,均达极显著水平( $P<0.01$ );用亲子回归法、公畜内母仔回归法、父系半同胞相关法估算的遗传力分别为 0.2 035、0.1 059、0.9 040,也均达极显著水平( $P<0.01$ )。镇江牧苑动物科技开发公司种猪场枫泾猪保种群的乳头数性状在近 10 年内遗传稳定。

**关键词:**枫泾猪;保种群;乳头数;遗传规律

**中图分类号:**S828.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)11-0120-04

枫泾猪以繁殖力高、肉质好和杂交配合力强而闻名中外,是原太湖猪品种的重要类群之一,其核心原产地在上海市金山区枫泾镇,产区主要分布在江、浙、沪太湖流域的金山、松江、湘城、吴江、嘉兴等地。上世纪末,随着市场经济改革的深化和瘦肉型猪的强力推广,和其他地方畜禽品种一样,良种繁育体系受到严重冲击,国有的枫泾猪养殖场大多倒闭,保种群几近灭绝。基于上述情况,在江苏省畜牧总站和江苏农林职业技术学院的支持下,镇江牧苑动物科技开发有限公司于 2008 年在金山、吴江等枫泾猪产区的场(户)搜集其原种,组建保种基础群,开展对该猪种资源的保护工作,并被列为江苏省地方畜禽遗传资源保护场。

经近十年的扩群繁育、去杂提纯,种群规模由 5 个血统 20 头母猪发展到目前的 6 个血统近百头母猪,体型外貌渐趋一致,生产性能也恢复稳定,基本达到了保种群的规模要求和该猪种原有的性能

标准。

乳头数性状与繁殖性能密切相关,是种猪选留的重要依据,同时又是猪种的重要品种特征。有研究表明,乳头数是中等遗传力性状,与母猪繁殖性状和生长性状呈现一定相关性;并且在分子水平上对乳头数性状进行全基因组关联分析,寻找一些影响猪乳头数性状的 QTL 和信号通路<sup>[1-3]</sup>。本研究对该猪种按始祖群(引入的)、保种群(扩繁选留的)和繁殖的纯种后代的乳头数性状资料进行分类总结,期望通过对乳头数性状传承的遗传情况探索,为该猪种的保护和选育提供科学依据和方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

本研究资料均来源于镇江牧苑动物科技开发有限公司种猪场枫泾猪保种繁育的测定结果,该公司为江苏农林职业技术学院的全资企业。

### 1.2 研究方法

为使种猪的体型外貌一致和遗传物质纯合,防止基因漂变,保种群的扩繁留种原则:一是符合本品种体型外貌的特征;二是以父留子、母留女为原则留种扩群,确保血缘传承;三是尽量延长符合品种特征个体的利用年限;四是对选留后代的乳头数等性状,在确保前 2 个原则的基础上,不作刻意取舍。

对纯种繁育的初生活仔猪,分左、右两侧观测

收稿日期:2020-09-10

基金项目:江苏省科技支撑计划(编号:BE2012332);江苏省高校“青蓝工程”优秀教学团队和优秀青年骨干教师项目;镇江市重点研发计划-现代农业项目(编号:NY2018023);江苏农林职业技术学院科技项目(编号:2018kj08)。

作者简介:笪浩(1988—),男,江苏句容人,兽医师,主要从事畜禽养殖、疫病防控工作。E-mail:363322276@qq.com。

通信作者:吴井生,副教授,博士,从事种猪育种教学和研究。  
E-mail:17190607@qq.com。

乳头性状。按始祖群、保种群和纯种繁殖后代三档分类统计分析乳头数性状资料;为方便分析结果表述,将种猪按 2008 年(引进的始祖)和 2009—2011 年、2012—2014 年、2015—2017 年时段设为 I、II、III、IV 组 4 个年度组。

### 1.3 数据处理

数据处理可选适用软件。本研究利用 Excel 计算功能,将各类猪的乳头数性状数据分阶段统计后,按以下要求分项处理估算。

以亲子的乳头数性状,构建表型相关关系并计算其相关系数<sup>[4]</sup>:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}} \times \sqrt{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}};$$

以亲子回归关系估算乳头数性状的遗传力<sup>[2]</sup>:

$$b_{OP} = \frac{\sum OP - \frac{\sum O \sum P}{n}}{\sum P^2 - \frac{(\sum P)^2}{n}};$$

$$h^2 = b_{OP}。$$

以公猪内母仔回归关系估算乳头数性状的遗传力<sup>[2]</sup>:

$$h^2 = 2b_{OP} = 2 \times \frac{SP_{OPW}}{SS_{P_W}}。$$

以父系半同胞相关关系估算乳头数性状的遗传力<sup>[2]</sup>:

$$r_{HS} = \frac{MS_B - MS_W}{MS_B + (n_0 - 1)MS_W};$$

$$n_0 = \frac{1}{S-1} \times \left[ \sum n_i - \frac{\sum n_i^2}{\sum n_i} \right];$$

$$h^2 = 4r_{HS}。$$

## 2 结果与分析

### 2.1 各类猪乳头数的表型参数

2008 年组建保种基础群时,最后确定留 5 个血统公猪 5 头、母猪 20 头;截至 2017 年 6 月,累计选留公猪 23 头、母猪 169 头,其中有纯繁记录的公猪 23 头、母猪 103 头;各类各阶段猪乳头数性状的表型参数详见表 1 至表 3。

表 1 各类猪乳头数性状的表型参数

| 类别/性状 | n<br>(头) | 乳头数(个)           |                  |                 |
|-------|----------|------------------|------------------|-----------------|
|       |          | 左侧               | 右侧               | 总数              |
| 种公猪   | 28       | 8.32 ± 0.15Aa    | 8.82 ± 0.10Bb    | 17.14 ± 0.22Aa  |
| 种母猪   | 123      | 8.31 ± 0.06Bb    | 8.56 ± 0.06Bb    | 16.86 ± 0.10Aa  |
| 自繁活仔猪 | 3 612    | 8.20 ± 0.006Aa/A | 8.45 ± 0.007Aa/B | 16.65 ± 0.012Bb |

注:种猪均有纯繁记录,表内数据是“平均数 ± 标准误”;“/”前字母为同列比较,“/”后字母为同行比较。同行或列数据后标有不同小写字母者表示差异显著( $P < 0.05$ ),标有不同大写字母者表示差异极显著( $P < 0.01$ )。下同。

表 2 历年选留种公猪乳头数性状的表型参数

| 年份        | n<br>(头) | 乳头数(个)           |                  |              |
|-----------|----------|------------------|------------------|--------------|
|           |          | 左侧               | 右侧               | 总数           |
| 2008      | 5        | 8.00 ± 0.32      | 8.40 ± 0.24a     | 16.40 ± 0.51 |
| 2009—2011 | 7        | 8.14 ± 0.40      | 8.86 ± 0.26ab    | 17.00 ± 0.62 |
| 2012—2014 | 5        | 8.60 ± 0.24      | 9.00 ± 0.05b     | 17.60 ± 0.24 |
| 2015—2017 | 11       | 8.45 ± 0.21      | 8.90 ± 0.16ab    | 17.36 ± 0.31 |
| 2009—2017 | 23       | 8.39 ± 0.16 - /a | 8.91 ± 0.11 - /b | 17.30 ± 0.24 |

2.1.1 始祖群种猪的乳头数 左、右两侧及全部的平均乳头数,5 头公猪分别为 8.00、8.40、16.40 个,20 头母猪分别为 8.40、8.70、17.10 个。公猪和母猪左侧乳头数分别比右侧少 0.40、0.30 个,但两侧间差异均不显著( $P > 0.05$ )。总乳头数公猪与母猪间差异也不明显( $P > 0.05$ )。

2.1.2 保种群种猪的乳头数 共选留 23 头公猪和

169 头母猪的左、右两侧及全部平均乳头数,分别为 8.39、8.91、17.30 个和 8.36、8.62、16.98 个。公猪和母猪的左侧乳头数分别比右侧少 0.52、0.26 个,两侧间差异显著( $P < 0.05$ )和极显著( $P < 0.01$ )。总乳头数公猪与母猪间差异不显著( $P > 0.05$ )。

自留保种群比引进基础群的平均总乳头数,虽然公猪多 0.90 个、母猪少 0.12 个,但同性别间的差

表 3 历年选留种母猪乳头数性状的表型参数

| 年份        | n<br>(头) | 乳头数(个)           |                  |                  |
|-----------|----------|------------------|------------------|------------------|
|           |          | 左侧               | 右侧               | 总数               |
| 2008      | 20       | 8.40 ± 0.18ab    | 8.70 ± 0.15ABab  | 17.10 ± 0.31abAB |
| 2009—2011 | 53       | 8.36 ± 0.08ab    | 8.60 ± 0.08ABab  | 16.96 ± 0.12bAB  |
| 2012—2014 | 48       | 8.21 ± 0.08a     | 8.38 ± 0.09Aa    | 16.58 ± 0.15aA   |
| 2015—2017 | 68       | 8.47 ± 0.08b     | 8.79 ± 0.09Bb    | 17.26 ± 0.14bB   |
| 2009—2017 | 169      | 8.36 ± 0.05 - /A | 8.62 ± 0.05 - /B | 16.98 ± 0.08     |

异均不显著( $P>0.05$ )。

2.1.3 仔猪的乳头数 3 612 头纯种仔猪左、右两侧及全部的平均乳头数分别为 8.20、8.45、16.65 个,左侧比右侧少 0.25 个,两侧间差异极显著( $P<0.01$ )。

仔猪的平均乳头数与父、母相比,左侧分别少 0.12、0.11 个,母仔间差异极显著( $P<0.01$ ),父仔间差异不显著( $P>0.05$ );右侧分别少 0.37、0.11 个,父、母与仔间差异都极显著( $P<0.01$ );总数分别少 0.49、0.21 个,父、母与仔间差异都极显著( $P<0.01$ )。

2.1.4 各阶段种猪乳头数的动态 按选留种时间分为 I、II、III、IV 组 4 个年度组,I 组 5 公 20 母,II 组 7 公 53 母,III 组 5 公 48 母,IV 组 11 公 68 母。

种公猪各组平均乳头数:左侧分别是 8.00、8.14、8.60、8.45 个,总体和各组间差异均不显著( $P>0.05$ );右侧分别是 8.40、8.86、9.00、8.90 个,I 与 III 间差异显著( $P<0.05$ );总数分别是 16.40、17.00、17.60、17.36 个,总体和各组间差异都不显著( $P>0.05$ )。

种母猪各组平均乳头数:左侧分别是 8.4、8.36、8.21、8.47 个,III 与 IV 间差异显著( $P<0.05$ );右侧分别是 8.7、8.60、8.38、8.79 个,总体差异显著( $P<0.05$ ),但除 III 与 IV 间差异极显著( $P<0.01$ )外,其他各组间差异都不显著( $P>0.05$ );总数分别是 17.1、16.96、16.58、17.26 个,总体差异显著( $P<0.05$ ),II 与 III 间差异显著( $P<0.05$ ),III 与 IV 间差异极显著( $P<0.01$ ),其他各组间差异都不显著( $P>0.05$ )。

2.2 仔猪与双亲乳头数的表型相关

339 窝 3 612 头有乳头数个体记录的仔猪与其双亲乳头数性状的表型相关系数及其显著性检验结果详见表 4。

以每窝活仔猪的乳头均数,分别与父亲、母亲和双亲平均乳头数建立单相关关系,父子间、母子

表 4 仔猪与双亲乳头数的表型相关关系

| 类别 | <i>r</i> | <i>F</i> | <i>t</i> |
|----|----------|----------|----------|
| 父亲 | 0.2723   | 26.99 ** | 5.19 **  |
| 母亲 | 0.2182   | 13.07 ** | 3.26 **  |
| 双亲 | 0.2528   | 15.99 ** | 4.00 **  |

注:\* 表示达统计学显著水平( $P<0.05$ ),\*\* 表示达统计学极显著水平( $P<0.01$ )。

间、父母双亲均值与子间的  $r$  值分别为 0.272 3、0.218 2、0.252 8,3 个表型相关系数分别用  $F$  检验和  $t$  检验,均达到了极显著水平( $P<0.01$ )。

2.3 乳头数的遗传力

分别采用 3 种方法对枫泾猪总乳头数性状遗传力的估算结果如下:

2.3.1 亲子回归法估算 总乳头数以窝内子女均数为  $O$ 、父母均数为  $P$ ,339 对亲子的  $b_{op}=0.2035$ ,  $h^2=b_{op}=0.2035$ 。子亲回归关系和回归系数分别经  $F$  检验和  $t$  检验,均达极显著水平( $P<0.01$ )。

2.3.2 公畜内母子回归法估算 总乳头数以窝内子女均数为  $O$ 、母亲数为  $P$ ,28 头公猪、339 对子母的  $b_{op}=0.0529$ ,  $h^2=2\times b_{op}=0.1059$ 。同上经检验均达极显著水平( $P<0.01$ )。

2.3.3 父系半同胞相关法估算 28 头公猪、3 612 头仔猪的父系半同胞的相关系数  $r_{hs}=0.226$ ,  $h^2=4\times r_{hs}$ ,  $h^2=0.904$ 。同上经检验均达极显著水平( $P<0.01$ )。

3 讨论

3.1 乳头数性状遗传稳定

乳头数是一个重要的品种特征,具有一定稳定性。有资料显示,皖南花猪<sup>[5]</sup>、民猪<sup>[6]</sup>、撒坝猪<sup>[7]</sup>和沙乌头猪<sup>[8]</sup>的平均乳头数分别为 14.36、14.66、12.23、17.00 个。本研究中,枫泾猪保种群的平均总乳头数,由组群时 5 头公猪、20 头母猪的 16.40、17.10 个,至今共选留 23 头公猪、169 头母猪的 17.30、16.98 个,虽然自留保种群比始祖群公猪多

0.90 个/母猪少 0.12 个,但同性别间的差异都不显著( $P>0.05$ )。本保种群乳头数性状与张文灿的报道<sup>[9]</sup>基本一致,说明本场的保种方法有效地纯合和稳定了乳头数性状的基因及基因型频率,该性状得到稳定遗传。

### 3.2 乳头数左少右多

本研究中,右侧平均乳头数,种公猪和母猪始祖群分别多 0.40、0.30 个,但两侧间差异均不显著( $P>0.05$ );自留保种群分别多 0.52、0.26 个,两侧间公猪差异显著( $P<0.05$ )、母猪差异极显著( $P<0.01$ );自繁仔猪多 0.25 个,两侧间差异极显著( $P<0.01$ )。这与张顺和等对二花脸猪的研究报告<sup>[10]</sup>基本一致。

### 3.3 乳头数的遗传力

本研究中,枫泾猪父子间、母子间、父母双亲均值与子代间总乳头数性状的表型相关系数分别为 0.272 3、0.218 2、0.252 8,经检验均达到了极显著水平( $P<0.01$ ),这与王希彪等的研究结果<sup>[6]</sup>一致。

乳头数性状的遗传力不同品种间存在一定差异,如皖南花猪<sup>[5]</sup>为 0.138 4,新疆白猪和黑猪介于 0.096 0~0.215 0<sup>[11]</sup>,撒坝猪为 0.331 0<sup>[7]</sup>。本研究中,采用亲子回归、公畜内母子回归、父系半同胞相关 3 种方法估算的总乳头数性状遗传力分别为 0.203 5、0.105 9 和 0.904 0,经检验均达到极显著水平( $P<0.01$ )。本研究采用父系半同胞相关法估算的遗传力,因各公猪的子女中有较多属“全同胞+半同胞”混合家系,没有剔除公猪内子女间亲缘因素,导致估算的遗传力偏高;而前 2 种方法估算的遗传力,虽与张文灿<sup>[9]</sup>、张顺和<sup>[10]</sup>等同人研究的结果基本一致,但造成这 2 种方法结果差异较大的真实原因是由于亲子回归法采用父母均值估算,而公畜内母子回归法仅用了母亲的信息所致。

### 3.4 亲子乳头数的差异

本保种群有纯繁记录的种公猪、母猪的平均总乳头数分别为 17.14、16.86 个,其后代为 16.65 个,总乳头数父子间和母子间分别相差 0.49、0.21 个,父、母与仔间的差异都极显著( $P<0.01$ ),其差异的原因是种猪选留的结果。

### 3.5 乳头数与繁殖性状和生长性状的关联分析

有研究表明,初生和有效乳头数与产仔数性状

呈弱的负相关,而生长性状的选择对乳头数性状影响较小;通过对体长的选择会对有效总乳头数的选择有促进作用<sup>[12-14]</sup>。但关于枫泾猪乳头数与繁殖性状和生长性状的关联分析,以待后续报。

## 4 小结

乳头数是重要的品种特征,是种猪选留的重要依据。该性状属于中等遗传力性状,通过一定的选种选育可以提高后代的乳头数。本试验研究了乳头数性状在公母猪、左右侧、世代间的变异情况,估算了该性状的遗传力、相关系数等遗传参数。研究结果将指导枫泾猪下一步的保种选育工作。

### 参考文献:

- [1] 丁家桐,葛红山,姜勋平,等. 猪雌激素受体基因与产仔数和乳头数的关系研究[J]. 南京农业大学学报,2002,25(2):79-81.
- [2] 许儒祥,卫 宁,杨公社,等. 猪乳头数性状 QTL 研究进展[J]. 家畜生态学报,2013,34(11):1-5.
- [3] 谢 健,喻昌燕,许 瑶,等. 可乐猪乳头数性状全基因组关联分析[J]. 中国畜牧兽医,2016,43(11):2866-2872.
- [4] 王金玉,陈国宏. 数量遗传与动物育种[M]. 南京:东南大学出版社,2004.
- [5] 任守文,赵瑞莲,黄发权. 皖南花猪乳头数的研究[J]. 安徽农业科学,1996,24(2):186-187.
- [6] 王希彪,方国庆,崔世泉. 民猪及其二元杂种猪的乳头数与繁殖性能的相关分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2010(6):74-75.
- [7] 鲁绍雄,连林生. 撒坝猪乳头数遗传力及其与繁殖性能关系的研究[J]. 中国畜牧杂志,2000,36(6):14-15.
- [8] 随韶璞,李平华,刘 瑶,等. 母猪乳头数及哺乳位置等对哺乳仔猪早期日增重的影响[J]. 畜牧与兽医,2017,49(5):17-20.
- [9] 张文灿. 太湖猪的表型遗传参数和选择指数的研究[J]. 动物数量遗传通讯,1982,4:124-145.
- [10] 张顺和. 二花脸猪乳头数性状的遗传及其与繁殖性状关系的初步研究[J]. 太湖猪育种工作通讯,1987(2):39-44.
- [11] 赵宗胜,杨 晶,李大全,等. 新疆白猪及黑猪乳头数遗传特性研究[J]. 中国畜牧杂志,1999,35(6):31-32.
- [12] 邵军伟,李新建,吕刚,等. 猪窝产活仔数与初生窝重、断奶窝重及母猪乳头数的相关分析[J]. 江苏农业科学,2011,39(5):283-285.
- [13] 陈远鹏,农秀艳,劳梅芳,等. 长白、大白母猪的有效乳头数与产总仔的关系[J]. 四川畜牧兽医,2017,44(2):27-28.
- [14] 叶 健,蔡更元,刘德武,等. 初生和有效乳头数与生产性状之间的相关性分析[J]. 中国畜牧杂志,2018,54(8):49-51,55.