

## 撒坝猪 ESR 和 FSH - $\beta$ 基因多态性 及其与产仔数的关联分析\*

鲁绍雄<sup>1</sup>, 胡晓湘<sup>2</sup>, 连林生<sup>1\*\*</sup>, 吴常信<sup>3\*\*</sup>, 严达伟<sup>1</sup>,  
李 宁<sup>2</sup>, 任文辉<sup>4</sup>, 赵中保<sup>4</sup>

(1. 云南农业大学 动物科学技术学院, 云南 昆明 650201; 2. 中国农业大学 农业生物技术国家重点实验室, 北京 100193;  
3. 中国农业大学 动物科学技术学院, 北京 100193; 4. 云南省楚雄州种猪场, 云南 楚雄 675000)

**摘要:** 在对 762 头撒坝猪的 ESR 和 FSH -  $\beta$  基因多态性进行检测的基础上, 系统地分析了两个基因座位的基因型及其合并基因型产仔数的影响。结果表明, 撒坝猪 ESR 基因座位的 BB 基因型和 B 等位基因的频率最高, FSH -  $\beta$  基因座位的 AA 基因型和 A 等位基因的频率最高。在初产胎次的产仔数上, ESR 基因以 AA 型最多 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), FSH -  $\beta$  基因则以 BB 型最多 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), 呈现显著的加性遗传效应 ( $P < 0.05$ ); 在经产胎次的产仔数上, ESR 基因以 AB 型最高 ( $P < 0.05$ ), 表现出显著的显性遗传效应 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), FSH -  $\beta$  基因的 3 种基因型间则无显著差异 ( $P > 0.05$ )。ESR 与 FSH -  $\beta$  合并基因型为 AABB 型的母猪, 其初产总仔数及活仔数最多 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ); AAAB 型母猪的经产总仔数与活仔数也明显高于其他基因型 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。ESR 和 FSH -  $\beta$  基因确实与猪产仔数存在一定关联, 但 ESR 基因对产仔数的效应与前人关于 ESR BB 型为猪产仔数增效基因型的结果明显不同。

**关键词:** 撒坝猪; ESR 基因; FSH -  $\beta$  基因; 产仔数; 关联分析

**中图分类号:** S 828.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1004 - 390X (2009) 03 - 0389 - 05

## Polymorphisms of ESR and FSH - $\beta$ Genes and Their Association with Litter Sizes of Saba Pigs

LU Shao-xiong<sup>1</sup>, HU Xiao-xiang<sup>2</sup>, LIAN Lin-sheng<sup>1</sup>, WU Chang-xin<sup>3</sup>,  
YAN Da-wei<sup>1</sup>, LI Ning<sup>2</sup>, REN Wen-hui<sup>4</sup>, ZHAO Zhong-bao<sup>4</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;  
2. The State Key Laboratory for Agro-biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;  
3. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;  
4. Chuxiong Prefecture Pig Breeding Farm, Chuxiong 675000, China)

**Abstract:** Based on the detection of polymorphisms of estrogen (ESR) and follicle stimulating hormone  $\beta$  subunit (FSH -  $\beta$ ) genes of 762 Saba pigs, the effects of the two genes on litter sizes were analyzed. The results showed that the frequencies of genotype BB and allele B on ESR gene and genotype AA and allele A on FSH -  $\beta$  gene were the highest in Saba pigs. In the first parity, the total number

收稿日期: 2008 - 12 - 18

\* 基金项目: 云南省院省校科技合作项目 (00YN01) 资助。

作者简介: 鲁绍雄与胡晓湘为并列第一作者。鲁绍雄 (1972 -), 男, 云南镇雄人, 教授, 博士, 主要从事动物遗传育种研究。E-mail: shxlu@263.net; 胡晓湘 (1971 -), 女, 副研究员, 博士, 主要从事畜禽基因组学与分子数量遗传学研究。E-mail: huxx@cau.edu.cn。

\*\* 通讯作者 Corresponding author: 连林生 (1937 -), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事动物遗传育种研究。E-mail: lls401@sohu.com。吴常信 (1935 -), 男, 教授, 中国科学院院士, 主要从事动物遗传育种研究。E-mail: chxwu@public.bta.net.cn。

born (TNB) and the number born alive (NBA) of genotype AA of ESR gene and genotype BB of FSH- $\beta$  gene were higher than the other two genotypes ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ), and showed significantly additive effects ( $P < 0.05$ ). In the later parities, the litter sizes of genotype AB of ESR gene were the highest ( $P < 0.05$ ), and showed significant dominance effects ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ), however, it had no significant differences between different genotypes on FSH- $\beta$  gene ( $P > 0.05$ ). The TNB and NBA of the combined genotype ESR AA and FSH- $\beta$  BB (AABB) were higher than those of other genotypes ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) in first parity, the TNB and NBA of the combined AAAB were the highest among all genotypes ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ) in later parities. The association of ESR and FSH- $\beta$  gene with litter sizes were confirmed in the present study, however, the effects of ESR gene on the litter size of Saba pigs were obvious different with the previous results.

**Key words:** Saba pig; ESR gene; FSH- $\beta$  gene; litter size; association analysis

产仔数是养猪生产中最重要的经济性状之一,提高母猪的产仔数对于提高整个养猪业的生产效益具有十分重要的意义。因此,在各地的猪育种工作中,提高母猪的产仔数成了一个非常重要的育种目标。但猪产仔数的低遗传力低(约 0.1 左右),受环境等非遗传因素的影响较大,多年来,采用常规育种方法都未取得满意的改良效果(即产仔数提高缓慢)。随着分子遗传标记技术的发展和运用,人们试图从 DNA 水平上找出一些显著影响猪产仔数的主效基因(major gene),其中雌激素受体(estrogen receptor, ESR)基因和促卵泡素- $\beta$ 亚基(follicle-stimulating hormone  $\beta$  subunit, FSH- $\beta$ )基因是目前世界上研究得最多的两个猪产仔数的候选基因(candidate gene),并已初步确认其对猪产仔数有着显著的影响。

ESR 基因对猪产仔数的影响最早由 ROTHCHILD 等<sup>[1]</sup>研究发现,后又有不少研究支持这一结论<sup>[2,3]</sup>。李宁等<sup>[4]</sup>发现 FSH- $\beta$  基因与猪产仔数的主效基因相连锁,随后的研究又发现该基因就是影响猪产仔数的主效基因之一<sup>[5]</sup>。但从国内外对这两个基因的研究结果来看,其对猪产仔数的影响存在着一定的种群差异,不同学者对不同遗传背景猪群的研究结果不尽相同,甚至在有的研究中并未发现该二个基因对猪的产仔数有显著影响<sup>[6]</sup>。因此,在育种实践中将其应用于标记辅助选择(marker-assisted selection, MAS)时,有必要对这两个基因在特定群体中对产仔数的影响及其效应加以研究确认。

本研究以 ESR 和 FSH- $\beta$  基因作为云南地方猪种撒坝猪产仔数的候选基因,通过系统地分析两个基因座位的基因型及其合并基因型对产仔数

的影响,从而为生产实践中利用分子标记辅助选择提高撒坝猪的产仔数提供基础和依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本研究共采集了 762 头纯种撒坝猪的耳组织样。样品分别来自云南省楚雄州种猪场的撒坝猪选育核心群以及禄丰、姚安、武定、南华、禄劝、鹤庆、澄江和云南农业大学等 8 个繁殖群。耳组织样用装有 70% 乙醇的试管带回实验室,置于  $-20^{\circ}\text{C}$  的冰箱保存备用。

### 1.2 DNA 提取

基因组 DNA 的提取采用常规酚/氯仿抽提法<sup>[7]</sup>从冻存的耳组织中提取。

### 1.3 基因型检测

ESR 基因的检测采用 PCR-RFLPs 方法进行,其扩增引物参照 SHORT 等<sup>[3]</sup>报道的序列进行合成, Forward primer: 5'-CCT GTT TTT ACA GTG ACT TTT ACA GAG-3', Reverse primer: 5'-CAC TTC GAG GGT CAG TCC AAT TAG-3'。FSH- $\beta$  基因直接采用 PCR 进行检测,其扩增引物参照赵要风等<sup>[5]</sup>报道的序列进行合成, Forward primer: 5'-ACT GGT CTA TTC ATC CTC TC-3', Reverse primer: 5'-CCT TTA AGA CAG TCA ATG GC-3'。

PCR 扩增的反应总体积为 25  $\mu\text{L}$ ,其中 10  $\times$  buffer 2.5  $\mu\text{L}$ , dNTP 2  $\mu\text{L}$ , 引物 1 1  $\mu\text{L}$ , 引物 2 1  $\mu\text{L}$ , 基因组 DNA 1  $\mu\text{L}$ , Taq DNA 聚合酶 1  $\mu\text{L}$ , ddH<sub>2</sub>O 16.5  $\mu\text{L}$ 。PCR 反应条件为: 94 $^{\circ}\text{C}$  预变性 4 min, 94 $^{\circ}\text{C}$  变性 1 min, 54 $^{\circ}\text{C}$  退火 1 min, 70 $^{\circ}\text{C}$  延伸 1 min, 72 $^{\circ}\text{C}$  保温 7 min, 共进行 31 个循环。

扩增结束后, ESR 基因取其扩增产物 10  $\mu$ L, 加入 Pvu II 内切酶 1  $\mu$ L, 37 $^{\circ}$ C 水浴 6 h 以后, 取酶切产物 5  $\mu$ L, 用 4% 的琼脂糖凝胶进行电泳检测; FSH- $\beta$  基因则取其扩增产物 12  $\mu$ L, 直接用 2.5% 的琼脂糖凝胶进行电泳检测。

#### 1.4 基因型判定

ESR 基因座位等位基因的差异是由于 B 等位基因发生点突变, 从而产生了一个 Pvu II 限制性内切酶的酶切位点, 其等位基因 A 的片段为 121 bp, 等位基因 B 的片段为 (56 + 65) bp。据此, 可将 ESR 基因座位区分为 AA, AB 和 BB 3 种基因型。FSH- $\beta$  基因座位的等位基因差异则是由于 A 等位基因在其第 1 内含子中存在 1 个 292 bp 的逆转座子插入突变所致, 其等位基因 A 的扩增片段为 500 bp, 等位基因 B 的扩增片段为 218 bp。据此, 也可将 FSH- $\beta$  基因座位区分为 AA, AB 和 BB 3 种基因型。

#### 1.5 分析性状

分析性状包括初产和经产胎次的总产仔数及活产仔数。其中, 第 1 胎为初产, 第 2 胎及以上胎次为经产。

#### 1.6 数据分析

采用二因素无互作的最小二乘分析模型分析 ESR、FSH- $\beta$  及其合并基因型与产仔数的关系:

$$y_{ijk} = \mu + GENO_i + FARM_k + e_{ijk}$$

其中,  $y_{ijk}$  为性状(产仔数)观察值,  $\mu$  为总体均值,  $GENO_i$  为基因型效应,  $FARM_k$  为场次效应,  $e_{ijk}$  为随机误差, 服从  $N(0, \sigma_e^2)$  分布。

数据的统计分析采用 SAS 统计分析系统 (8.20 版) 的 GLM 过程<sup>[8]</sup> 进行。

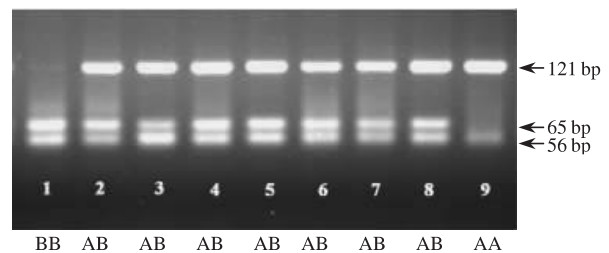
## 2 结果与分析

### 2.1 基因型频率与基因频率

根据电泳图谱 (图 1, 2), 判定出每个个体的基因型, 并计算出 ESR 和 FSH- $\beta$  基因的基因型和基因频率 (表 1)。从表 1 中可以看出, ESR 基因座位以 AA 基因型和 A 等位基因的频率最低, 分别为 0.059 1 和 0.257 6; BB 型和 B 等位基因的频率最高, 分别为 0.544 0 和 0.742 4。FSH- $\beta$  基因座位则以 AA 基因型和 A 等位基因的频率最高, 分别为 0.770 3 和 0.874 7; 而以 BB 基因型和 B 等位基因的频率最低, 分别仅为 0.021 0 和 0.125 3。

### 2.2 ESR 基因与产仔数的关系

不同 ESR 基因型的产仔数见表 2。ESR 基因 AA 型的头胎总产仔数和活产仔数显著高于 BB 型 ( $P < 0.01$  和  $P < 0.05$ ), 也明显高于 AB 型, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 其中 AA 型的初产总产仔数和活产仔数分别较 BB 型高出 0.79 头和 0.65 头; AB 型的经产活产仔数显著高于 BB 型 ( $P < 0.05$ ), 但与 AA 型间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 其中 AB 型的经产活产仔数较 BB 型高 0.74 头, 经产总产仔数的数值虽然仍以 AB 型为最高, 但各基因型间的差异未达到显著水平 ( $P > 0.05$ )。在初产的总产仔数和活产仔数上, ESR 基因表现出显著的加性遗传效应 ( $P < 0.05$ ), 而在经产的两个产仔数性状上, 则表现出显著的显性遗传效应 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。

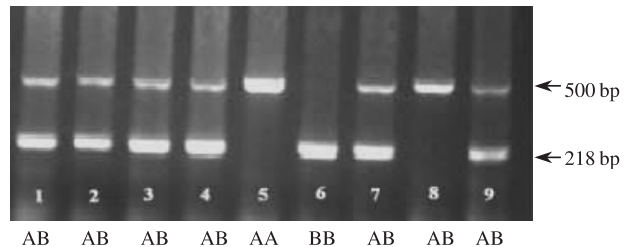


注: 1至9分别表示不同个体 ESR 基因的 Pvu II 酶切产物电泳图谱, AA, BB 和 AB 表示 ESR 基因的基因型

Note: 1 to 9 represent the electrophoresis images of enzyme Pvu II cleavage products for ESR gene of different pigs, AA, BB and AB represent the genotypes of ESR gene

图 1 ESR 基因 Pvu II 酶切产物电泳图谱

Fig. 1 Electrophoresis image of enzyme Pvu II cleavage products for ESR gene



注: 1至9分别表示不同个体 FSH- $\beta$  基因的 PCR 扩增电泳图谱, AA, BB 和 AB 表示 FSH- $\beta$  基因的基因型

图 2 FSH- $\beta$  基因的 PCR 扩增电泳图谱

Fig. 2 Electrophoresis image of the PCR products for FSH- $\beta$  gene

表 1 撒坝猪 ESR 和 FSH - β 基因的基因型频率及基因频率

Tab. 1 Genotype and gene frequencies of ESR and FSH - β loci in Saba pigs

基因座位 locus	基因型 genotype	个体数 number	基因型频率 genotype frequency	等位基因 allele	基因频率 gene frequency
ESR	AA	45	0.059 1	A	0.257 6
	AB	302	0.396 9		
	BB	414	0.544 0	B	
FSH - β	AA	587	0.770 3	A	0.874 7
	AB	159	0.208 7		
	BB	16	0.021 0	B	

表 2 撒坝猪 ESR 基因不同基因型的产仔数

Tab. 2 Litter sizes of different genotypes for ESR gene in Saba pigs

基因型 genotype	初 产 first parity			经 产 later parities		
	样本数 sample size	总产仔数/头 total number of born	活产仔数/头 number of born alive	样本数 sample size	总产仔数/头 total number of born	活产仔数/头 number of born alive
AA	59	8.98 <sup>A</sup> ± 2.52	8.37 <sup>a</sup> ± 2.64	46	10.24 <sup>a</sup> ± 2.17	9.59 <sup>ab</sup> ± 2.59
AB	339	8.64 <sup>AB</sup> ± 2.50	8.28 <sup>ab</sup> ± 2.54	249	10.54 <sup>a</sup> ± 2.14	10.11 <sup>a</sup> ± 2.34
BB	350	8.19 <sup>B</sup> ± 2.60	7.72 <sup>b</sup> ± 2.64	278	10.07 <sup>a</sup> ± 2.03	9.37 <sup>b</sup> ± 2.02
加性效应 additive effect		0.394 4 *	0.326 9 *		0.082 6	0.108 4
显性效应 dominant effect		0.054 4	0.237 1		0.389 3 *	0.631 3 **

注：表中性状均数进行同列比较，标有相同字母者为差异不显著 ( $P > 0.05$ )，标有不同字母者为差异显著 (其中小写字母为  $P < 0.05$ ，大写字母为  $P < 0.01$ )，\* 为  $P < 0.05$ ，\*\* 为  $P < 0.01$ 。以下同。

Note: Trait means in the same column are compared, which with the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ), but with different letters are significantly different (the small and capital letters represent  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  respectively). The symbol \* and \*\* indicate  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  respectively. The followings are the same.

表 3 撒坝猪 FSH - β 基因不同基因型的产仔数

Tab. 3 Litter sizes of different genotypes for FSH - β gene in Saba pigs

基因型 genotype	初 产 first parity			经 产 later parities		
	样本数 sample size	总产仔数/头 total number of born	活产仔数/头 number of born alive	样本数 sample size	总产仔数/头 total number of born	活产仔数/头 number of born alive
AA	495	8.32 <sup>b</sup> ± 2.53	7.88 <sup>B</sup> ± 2.58	381	10.21 <sup>a</sup> ± 2.05	9.58 <sup>a</sup> ± 2.27
AB	216	8.66 <sup>ab</sup> ± 2.63	8.19 <sup>AB</sup> ± 2.66	170	10.50 <sup>a</sup> ± 2.27	10.05 <sup>a</sup> ± 2.44
BB	37	9.16 <sup>a</sup> ± 2.41	9.00 <sup>A</sup> ± 2.42	22	9.98 <sup>a</sup> ± 2.03	9.48 <sup>a</sup> ± 1.92
加性效应 additive effect		0.421 5 *	0.059 7 *		0.118 9	0.048 7
显性效应 dominant effect		0.078 6	0.245 8		0.400 8	0.526 0

表 4 撒坝猪 ESR 与 FSH - β 不同合并基因型的产仔数

Tab. 4 Litter sizes of different combined genotypes for ESR and FSH - β gene in Saba pigs

基因型 genotype	初 产 first parity			经 产 later parities		
	样本数 sample size	总产仔数/头 total number of born	活产仔数/头 number of born alive	样本数 sample size	总产仔数/头 total number of born	活产仔数/头 number of born alive
AAAA	37	8.78 <sup>ab</sup> ± 2.14	8.30 <sup>AB</sup> ± 2.64	28	10.09 <sup>ab</sup> ± 2.44	9.28 <sup>abAB</sup> ± 2.73
AAAB	18	9.11 <sup>ab</sup> ± 3.27	8.17 <sup>AB</sup> ± 2.73	14	10.88 <sup>a</sup> ± 2.30	10.60 <sup>aa</sup> ± 2.33
AABB	4	10.25 <sup>a</sup> ± 2.06	10.00 <sup>A</sup> ± 2.16	4	9.00 <sup>b</sup> ± 1.83	8.25 <sup>bb</sup> ± 1.26
ABAA	193	8.67 <sup>ab</sup> ± 2.41	8.33 <sup>AB</sup> ± 2.42	145	10.38 <sup>ab</sup> ± 2.03	9.89 <sup>abAB</sup> ± 2.31
ABAB	123	8.52 <sup>ab</sup> ± 2.68	8.10 <sup>AB</sup> ± 2.76	93	10.84 <sup>a</sup> ± 2.29	10.47 <sup>aAB</sup> ± 2.39
ABBB	23	9.04 <sup>ab</sup> ± 2.31	8.91 <sup>AB</sup> ± 2.19	11	10.18 <sup>ab</sup> ± 2.23	9.99 <sup>abAB</sup> ± 2.12
BBAA	265	8.00 <sup>b</sup> ± 2.63	7.50 <sup>B</sup> ± 2.63	20	10.11 <sup>ab</sup> ± 2.01	9.38 <sup>abAB</sup> ± 2.16
BBAB	75	8.79 <sup>ab</sup> ± 2.39	8.36 <sup>AB</sup> ± 2.51	64	9.93 <sup>ab</sup> ± 2.13	9.35 <sup>abAB</sup> ± 2.39
BBBB	10	9.00 <sup>ab</sup> ± 2.83	8.80 <sup>AB</sup> ± 3.08	7	10.21 <sup>ab</sup> ± 1.93	9.38 <sup>abAB</sup> ± 1.78

### 2.3 FSH- $\beta$ 基因与产仔数的关系

FSH- $\beta$  基因 BB 型的初产总产仔数和活产仔数都显著地高于 AA 型 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), 也明显高于 AB 型 ( $P > 0.05$ ), 其中 BB 型的初产总产仔数和活产仔数分别较 AA 型高 0.84 头和 1.12 头; 在经产性状上, AB 型的经产总产仔数和活产仔数也是 3 种基因型之最高, 但彼此间的差异未达到显著水平 ( $P > 0.05$ )。FSH- $\beta$  基因在初产产仔数上具有显著的加性遗传效应 ( $P < 0.05$ ), 而在经产产仔数上则未呈现显著的加性或显性效应 ( $P > 0.05$ )。结果见表 3。

### 2.4 ESR 和 FSH- $\beta$ 合并基因型与产仔数的关系

从表 4 的结果可以看出, ESR 和 FSH- $\beta$  基因的合并基因型在 4 个性状上都存在着显著差异 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。其中, 初产总产仔数和活产仔数以 AAB 型最高 (分别为 10.25 头和 10.00 头), 比最低的 BBAA 型 (8.00 头和 7.50 头) 分别高出 2.25 头 ( $P < 0.05$ ) 和 2.50 头 ( $P < 0.01$ ); 经产总产仔数和经产活产仔数都以 AAAB 型最高 (10.88 头和 10.60 头), 比最低的 AAB 型 (9.00 头和 8.25 头) 分别高出 1.88 头和 2.35 头 ( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ); ABAB 型的两个经产性状也显著地高于 AAB 型 ( $P < 0.05$ ), 而与最高的 AAAB 型间则无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

## 3 讨论

在所分析的 762 头撒坝猪中, ESR 基因座位 AA 基因型的频率最低, 而 AB 型和 BB 型的频率则较为接近, B 等位基因的频率明显高于 A 等位基因; FSH- $\beta$  基因座位则以 AA 型的频率最高, BB 型的频率最低, A 等位基因的频率明显高于 B 等位基因。这与二花脸、香猪和荣昌猪等其它中国地方猪种的研究结果<sup>[8~10]</sup>基本一致。综合前人的研究报道可以看出, 中国地方猪种 ESR B 等位基因和 FSH- $\beta$  A 等位基因的频率较高, 与国外商业猪种<sup>[3,11]</sup>存在着明显的差异。

本文的结果显示, 撒坝猪 ESR 和 FSH- $\beta$  基因确实与产仔数存在着一定的关联, 支持 ESR 和 FSH- $\beta$  基因“可能是影响猪产仔数的主效基因或是与主效基因紧密连锁的分子标记”的论点, 但 ESR 基因对猪产仔数的影响则与其它研究的结果有一定差异。

ESR 基因座位的 A 等位基因为产仔数的增效基因 (favorable allele), 其对产仔数的增效作用在不同胎次表现出了明显的差异。在初产仔数上, ESR 基因表现了显著的加性遗传效应, AA 基因型的初产总产仔数和活产仔数分别比 BB 型多 0.79 头 ( $P < 0.01$ ) 和 0.65 头 ( $P < 0.05$ ); 在经产仔数上, 则表现出了明显的显性遗传效应, 其 AB 型的经产总产仔数和活产仔数比 BB 型多 0.47 ( $P < 0.05$ ) 和 0.74 头 ( $P < 0.05$ )。FSH- $\beta$  基因座位的 B 等位基因为产仔数的增效基因, 不同基因型对产仔数的影响在不同胎次也表现了明显差异。在初产胎次上, FSH- $\beta$  基因座位 BB 基因型母猪的总产仔数和活产仔数分别比 AA 型多 0.84 头 ( $P < 0.05$ ) 和 1.12 头 ( $P < 0.01$ ), 表现了显著的加性遗传效应; 在经产仔数上, 虽然以 AB 型的产仔数最高, 但与其它基因型间的差异未达到显著水平 ( $P > 0.05$ )。对两个座位合并基因型的分析结果表明, ESR 和 FSH- $\beta$  基因合并基因型对撒坝猪产仔数的影响呈现了与单个基因效应相对一致的趋势。即在初产仔数性状上, ESR AA 型与 FSH- $\beta$  BB 型 (合并基因型为 AAB) 为产仔数的增效基因型; 在经产仔数性状上, ESR AA 型与 FSH- $\beta$  AB 型 (合并基因型为 AAAB) 为产仔数的增效基因型。

从上述结果可以看出, FSH- $\beta$  基因对撒坝猪产仔数的影响与前人关于 FSH- $\beta$  BB 型为猪产仔数增效基因型<sup>[5]</sup>的结果一致, 而 ESR 基因对撒坝猪产仔数的影响与国内外多数研究的 ESR BB 型为猪产仔数增效基因型的结果<sup>[1~3,9]</sup>并不一致。此外, LINVILLE 等<sup>[6]</sup>的研究表明, ESR 和 FSH- $\beta$  不同基因型的产仔数间没有显著差异, 有人在对德国猪种的研究中也没有发现 ESR 基因对产仔数有显著影响<sup>[12]</sup>。这提示 ESR 和 FSH- $\beta$  基因对猪产仔数的影响很可能会由于猪群遗传背景的不同而呈现种群差异。在育种实践中利用这些基因开展标记辅助选择时, 应针对不同的猪群对特定基因与产仔数的关系加以研究确认。

### [参考文献]

- [1] ROTHSCHILD M F, JACOBSON C, VASKE D A, et al. A major gene for litter size in pigs [C] // Proceedings of the 5th Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph, Canada, 1994, 21: 225-228.

(下转第 424 页)

- 科学版), 2005, 20 (3): 366-387.
- [14] 周博, 陈竹君, 周建斌. 水肥调控对日光温室番茄产量、品质及土壤养分含量的影响 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2006, 34 (4): 58-62.
- [15] 杜新民, 吴忠红, 张永清, 等. 不同种植年限日光温室土壤盐分和养分变化研究 [J]. 水土保持学报, 2007, 21 (2): 78-80.
- [16] 李刚, 文景芝, 吴凤芝, 等. 连作条件下设施黄瓜根际微生物种群结构及数量消长 [J]. 东北农业大学学报, 2006, 37 (4): 444-448.
- [17] 马云华, 魏珉, 王秀峰. 日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化 [J]. 应用生态学报, 2004, 15 (6): 1005-1008.
- [18] 范君华, 刘明, 黄伟. 南疆温室和菜地土壤微生物学特性比较 [J]. 土壤肥料, 2003, (1): 31-33.
- [19] 张国红, 任华中, 高丽红, 等. 京郊日光温室土壤微生物状况和酶活性 [J]. 中国农业科学, 2005, 38 (7): 1447-1452.
- [20] 唐咏, 梁成华, 刘志恒, 等. 日光温室蔬菜栽培对土壤微生物和酶活性的影响 [J]. 沈阳农业大学学报 (自然科学版), 1999, 30 (1): 16-19.
- [21] 尹睿, 张华勇, 黄锦法, 等. 保护地菜田与稻麦轮作田土壤微生物学特征的比较 [J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10 (1): 57-62.
- [22] CELINE J, FRANCOIS V, CLAUDE A, et al. Soil health through soil disease suppression: Which strategy from descriptors to indicators [J]. Soil Biology & Biochemistry, 2007, 39: 1-23.
- [23] 王珊, 李廷轩, 张锡洲, 等. 设施土壤微生物学特性变化研究 [J]. 水土保持学报, 2006, 20 (5): 82-86.

(上接第 393 页)

- [2] ROTHSCHILD M F, JACOBSON C, VASKE D A, et al. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States America, 1996, 93: 201-205.
- [3] SHORT T H, ROTHSCHILD M F, SOUTHWOOD O I, et al. Effect of the estrogen receptor locus on reproduction traits in four commercial pig lines [J]. Journal of Animal Science, 1997, 75: 3138-3142.
- [4] LI N, ZHAO Y F, XIAO L, ZHANG F J, et al. Candidate gene analysis for identification of genetic loci controlling litter size in swine [C] // Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 1998, 26: 183-188.
- [5] 赵要风, 李宁, 肖潞, 等. 猪 FSH $\beta$  亚基基因结构区反转座子插入突变及其与猪产仔数关系的研究 [J]. 中国科学 (C 辑), 1999, 29 (1): 81-86.
- [6] LINVILLE R C, POMP D, JOHNSON R K, et al. Candidate gene analysis for loci affecting litter size and ovulation rate in swine [J]. Journal of Animal Science, 2001, 79: 60-67.
- [7] SAMBROOK J, FRITSCH E F, MANIATIS T. Molecular cloning (2nd edn) [M]. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1989.
- [8] 鲁绍雄, 连林生. SAS 统计分析系统在畜牧科学中的应用 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2003: 40-92.
- [9] 陈克飞, 黄路生, 李宁, 等. 猪雌激素受体 (ESR) 基因对产仔数性状的影响 [J]. 遗传学报, 2000, 27 (10): 853-857.
- [10] 范首君, 王金勇, 谷山林, 等. 荣昌猪 ESR 和 FSH- $\beta$  基因多态性研究 [C] // 中国动物遗传育种研究. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 115-117.
- [11] SANTANA B A A, BIASE F H, ANTUNES R C, et al. Association of the estrogen receptor gene Pvu II restriction polymorphism with expected progeny differences for reproductive and performance traits in swine herds in Brazil [J]. Genetics and Molecular Biology, 2006, 29 (2): 273-277.
- [12] PROGEMULLER C, HAMANN H, DISTL O. Candidate gene markers for litter size in German pig lines [J]. Journal of Animal Science, 2001, 79: 2566-2570.