

猪产仔数分子标记效应的比较分析和基因互作的研究

张淑君¹, 熊远著^{1*}, 曾凡同³, 邱祥聘³, 邓昌彦¹, 龚炎长¹, 肖森木², 夏 瑜², 张金龙¹, 刘晓华²

(1. 华中农业大学, 武汉* 430070; 2. 武汉市畜牧兽医科学研究所, 武汉* 430065; 3. 四川农业大学, 雅安* 625014)

摘 要: 比较分析了 4 个产仔数分子标记(ESR、ESRB、PRLR、FSHRB)及其基因效应,初步探讨了基因间相互作用。初步筛选出有利于产仔数提高的分子标记为 ESR 基因位点的基因型 BB、FSHRB 位点的基因型 BB、PRLR 基因位点的基因型 AA、ESRB 的基因型 AA。不利于产仔数提高的分子标记为 ESR 基因位点的基因型 AA、PRLR 基因位点的基因型 BB、FSHRB 位点的基因型 AA、位点 ESRB 的基因型 BB。基因间互作不显著。

关键词: 分子标记效应; 基因间互作; 猪产仔数

中图分类号: Q953 **文献标识码:** A **文章编号:** 0366-6964(2003)06-0521-04

猪是世界上最重要的产肉动物之一,而产仔数等繁殖性状又是猪的重要经济性状,国内外许多科学工作者正致力于寻找与猪繁殖性能有关的基因和分子标记,取得了一些可喜的进展,寻找到了猪产仔数主效基因和分子标记,如:ESR 基因^[1]、PRLR 基因^[2]、OPN^[4]等。有关各分子标记间的效应比较、基因间互作的研究和报道,我国尚未见到。本文在产仔数很高的二花脸猪和瘦肉型大白母猪中,筛选出的 4 个分子标记(ESR、ESRB、PRLR、FSHRB)^[6-8]基础上,比较分析这 4 个分子标记对产仔数的影响以及基因效应,并且初步探讨了基因间相互作用,以确定有利于和不利于产仔数提高的分子标记,为选择高产仔数的母猪和早期淘汰低产仔数的母猪提供参考。

1 材料和方法

在 167 头大白和 106 头二花脸母猪中,对 4 个基因位点进行 PCR-RFLPs 分析^[7,8],得到 12 个基因型,并对基因型与头胎、二胎和经产的总产仔数、产活仔数进行单因子方差分析;分别对 4 个基因位点、每个基因位点 3 个基因型的头胎、二胎和经产的产仔数、产活仔数进行二因子方差分析,以考察基因间互作;根据基因加性效应进行分析基因效应。基因的分析方法,所有数据均采用 SAS 软件进行统计

分析。

2 结 果

2.1 二花脸母猪不同基因和不同基因型对产仔数的影响 由表 1 看出,二花脸母猪的 ESR 基因位点和 ESRB 基因位点分别只有两种基因型 AB、BB 和 AA、AB。PRLR 和 FSHRB 基因位点均存在 3 种基因型(AA、AB、BB)。

二花脸母猪头胎、二胎和经产的总产仔数均以 ESR 位点 BB 基因型、PRLR 位点 AA 基因型、ESRB 位点基因型 AA、FSHRB 位点基因型 BB 的总产仔数较多,位次排在前 4 位。位点 PRLR 基因型 BB 的总产仔数最少,位次较后。二花脸母猪头胎、二胎和经产的产活仔数同样以 ESR 位点基因型 BB、PRLR 位点的基因型 AA、ESRB 位点的基因型 AA、FSHRB 位点的基因型 BB 排在前面,位点 PRLR 基因型 BB 排在较后。二花脸母猪总产仔数,产活仔数列居前 4 位基因型与最后 4 位基因型间差异均达到显著($P < 0.05$)或极显著水平($P < 0.01$)。

2.2 大白母猪不同基因和不同基因型对产仔数的影响 由表 1 可见,大白母猪 4 个基因位点均存在 3 种基因型 AA、AB、BB。

大白母猪的总产仔数均以 ESR 位点的基因型 BB、ESRB 位点的基因型 AA、FSHRB 位点基因型 BB 和 PRLR 位点的基因型 AA 列居较前,不同胎次所列居的位次略有变动。总产仔数和产活仔数较少的是 ESRB 位点的 BB 基因型、FSHRB 位点的 AA 基因型、ESR 位点的 AA 基因型或 ESRB 位点的 BB 基因型。前 4 位的总产仔数,产活仔数与排在后 4 位的差异达到显著水平($P < 0.05$)或极显著水平

收稿日期: 2002-12-12

基金项目: 武汉市攻关(20022002061)、863(2001243031)、863(2002AA211041)、973(G2000016105)和教育部留学回国人员基金资助。

作者简介: 张淑君,女,湖北武穴人,博士,教授,主要从事动物遗传育种研究。* 通讯作者: E-mail: Xiongyzh@public.hb.wh.cn

表 1 4 个基因位点不同基因型的产仔数比较
Table 1 Comparison and analysis of litter size of genotype of four genes

品种	基因	基因型	头胎		二胎		经胎		头胎		二胎		经胎		
			First parity		Second parity		Multiparities		First parity		Second parity		Multiparities		
			TNB	PIC	TNB	PIC	TNB	PIC	NBA	PIC	NBA	PIC	NBA	PIC	
Erhualian	ESR	AA													
		AB	10.86±3.32	7	12.23±2.15	8	12.59±2.11	7	9.86±3.74	8	11.15±2.05	7	12.36±2.03	7	
		BB	11.79±2.25*	2	15.67±1.97*	1	15.98±2.43*	1	11.15±2.54*	2	14.73±2.5*	2	15.87±2.63*	1	
	ESRB	AA	11.57±2.55*	4	14.36±2.31*	5	15.23±2.13*	4	10.79±2.93	6	13.25±1.88*	5	14.33±2.74*	4	
		AB	11.00±1.00	6	11.06±2.00	9	12.03±0.88	9	10.67±1.53	7	10.98±2.81	8	12.00±0.97	8	
		BB													
	PRLR	AA	12.00±2.57*	1	15.56±2.12*	2	15.84±2.93*	2	11.07±2.76*	3	14.66±2.47*	3	14.35±2.02*	3	
		AB	11.78±2.45*	3	13.51±2.32	6	14.62±2.36	5	11.35±2.72*	1	13.42±2.53	6	13.89±2.34	6	
		BB	9.00±2.65	8	12.33±2.69	7	12.26±2.00	8	9.00±2.65	9	10.38±2.49	9	11.79±4.34	9	
	Large White	FSHRB	AA												
			AB	11.40±1.14	5	14.50±1.22*	4	14.56±2.12	6	11.00±1.22	5	14.00±1.42*	4	14.18±1.92*	5
			BB	11.78±2.45*	3	15.54±2.15*	3	15.73±2.71*	3	11.05±2.78*	4	15.35±2.05*	1	15.22±2.12*	2
ESR		AA	9.09±3.27	12	9.85±2.23	11	10.02±1.68	9	9.44±2.85	6	9.78±2.53	9	9.86±1.63	8	
		AB	9.53±2.74	8	11.38±1.43	5	11.52±2.13	5	9.31±2.42	7	10.04±2.19	8	10.61±2.78	6	
		BB	11.64±2.67*	1	12.78±2.30*	1	12.91±3.15*	1	10.57±2.54*	2	12.32±1.96*	1	12.71±2.14*	1	
ESRB		AA	10.99±2.22*	4	11.47±2.84*	3	12.85±2.41*	2	9.67±2.41	5	11.08±2.74*	5	12.41±1.83*	2	
		AB	10.37±3.15	6	10.69±2.59	7	10.55±2.38	8	9.25±3.03	9	10.37±2.40	7	9.45±2.66	10	
		BB	9.32±2.72	10	10.11±3.05	10	9.85±2.08	11	9.06±2.28	11	9.57±3.00	11	9.33±2.41	12	
PRLR		AA	11.12±2.96*	2	11.42±3.06*	4	12.30±3.04*	4	10.00±2.46	4	11.20±3.35*	3	12.00±2.49*	4	
		AB	10.89±3.07	5	11.10±3.33	6	11.27±2.60	6	9.59±2.56	8	10.43±3.62	6	10.75±2.37	5	
		BB	10.24±3.21	7	10.53±3.05	8	10.66±2.32	7	9.21±2.64	10	9.69±2.88	10	9.38±2.36	11	
FSHRB	AA	9.19±2.13	11	9.23±1.77	12	9.52±1.63	12	9.00±2.14	12	9.18±1.09	12	9.50±1.47	9		
	AB	10.11±2.17	8	10.21±2.05	9	10.48±1.00	10	10.08±2.14	3	10.20±2.10	4	10.26±0.99	7		
	BB	11.56±1.89*	3	11.91±0.98*	2	12.56±2.10*	3	11.50±1.44*	1	11.90±1.11*	2	12.36±2.13*	3		

* : 与排在最后 4 位的基因型间差异达到显著水平, $P < 0.05$, TNB: total number born; NBA: number born alive; PIC: position in the comparison

($P < 0.01$)。

二花脸母猪经胎总产仔数、大白母猪经胎总产仔数、二花脸和大白母猪总产仔数平均数, 这 3 个总产仔数在不同基因型间排列位次具有较好的一致性, 它们的排位如下: ESR 位点的基因型 BB、FSHRB 位点的基因型 BB、位点 ESRB 的基因型 AA 和位点 PRLR 的基因型 AA 排在前 4 位。

2.3 猪产仔数分子标记的基因效应比较 由表 2 可见, 大白猪头胎、二胎和经产胎的总产仔数以 FSHRB 位点基因 B 的效应较高; 基因 ESR 位点基因 B 和位点 ESRB 基因 A 的效应次之, 位点 PRLR 基因 A 的较低。产活仔数以 FSHRB 位点基因 B 和基因 ESR 位点基因 B 的效应较高; 位点 PRLR 基因 A 和位点 ESRB 基因 A 的效应较低。

二花脸母猪中, 因缺少一种基因型, 假设基因型

显性率 $D = 0.5$, 推测其基因效应是。同样位点 ESR、FSHRB 位点的 B 基因效应较高, ESRB、PRLR 位点的基因 A 效应较低。

2.4 基因间互作 通过多因子方差分析表明, 3 个基因间相互作用不显著。如果增加基因位点数或增加母猪数量有可能找到基因间的相互作用。

3 讨论

Kistiing Aittomiaki(1995)^[3]研究认为 FSHR 突变引起(ODG: hypergonadotropic ovarian failure dysgenesis)促性腺细胞功能亢进性卵巢机能退化症。2 号染色体 FSHR 第 7 外显子中, cDNA 第 566 处碱基由 C 突变为 T 时, 即由基因 B 改变为 A 基因, 肽链的第 189 处由 Ala 改变为 Val, 导致 FSHR 与 FSH 结合力降低和第二信息 CAMP 减少, 血浆中 FSH

浓度升高, 负反馈调节丘脑下部, 引起性激素调节及分泌出现紊乱, 从而导致生育能力降低或生育能力丧失, 即基因 A 出现, 导致降低人类生育能力。本试验猪的 FSHRB 位点存在 3 种基因型 AA、AB、BB, 母猪总产仔数和产活仔数均以基因型 AA 最

低, AB 的较高, BB 的最高。这个结果暗示, 位点 FSHRB 对母猪总产仔数、产活仔数存在显著影响, 即 A 基因有不利于提高母猪总产仔数和产活仔数, 即降低母猪的产仔性能。这与 Kistiing Aittomiaki (1995) 研究极为相似。

表 2 二花脸和大白母猪产仔数基因效应

Table 2 Additive effect of litter size in Erhualian and Large white

品种 Breed	基因 位点 Gene locus	基因 效应 Gene effect	头胎		第二胎		经胎		基因加性效应: a			
			First parity		Second parity		Multi parities		Additive effect of gene: a			
			TNB	NBA	TNB	NBA	TNB	NBA	TNB 位次	NB 位次		
二花脸 Erhualian	ESR	a	1.86	1.29	6.88	7.16	6.78	7.02	5.17	1	5.16	1
		d	0.93	0.65	3.44	3.58	3.39	3.51	*			
		D	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50				
	ESRB	a	0.38	-0.08	-2.20	-1.51	-2.13	-1.55	1.57	3	-1.05	4
		d	-0.19	-0.04	-4.40	-0.77	-4.27	-0.78				
		D	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50				
	PRLR	a	-1.5	-1.04	-1.62	-2.14	-1.79	-1.28	-0.64	4	-1.47	3
		d	-1.28	1.32	-0.44	1	0.57	0.82				
		D	0.85	-1.27	0.27	-0.47	-0.32	0.64				
	FSHRB	a	0.76	0.10	2.08	2.70	2.34	2.08	1.73	2	2.44	2
		d	0.38	1.05	1.04	1.35	1.17	1.04				
		D	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50				
大白 Large White	ESR	a	1.28	0.57	1.62	1.27	1.15	1.43	1.35	2	1.09	2
		d	-0.84	-0.70	0.22	-1.01	0.06	-0.68				
		D	-0.67	-1.23	0.13	-0.80	0.04	-0.47				
	ESRB	a	-0.84	-0.31	-0.68	-0.76	-1.5	-1.54	-1.01	3	-0.87	4
		d	-0.22	-0.12	-0.1	0.05	-0.8	-1.42				
		D	0.26	0.38	0.15	-0.06	0.53	0.92				
	PRLR	a	-0.44	-0.40	-0.45	-0.76	-0.82	-1.31	-0.57	4	-0.82	3
		d	0.21	-0.02	0.13	-0.02	-0.21	0.06				
		D	-0.48	0.38	-0.28	0.02	0.26	-0.05				
	FSHRB	a	0.94	1.25	1.34	1.36	1.52	1.43	1.90	1	2.02	1
		d	-0.02	-0.17	-0.36	-0.34	-0.56	-0.67				
		D	-0.02	-0.14	-0.27	-0.25	-0.37	-0.47				

* : 因缺少一种基因型, 假设基因显性率为 0.5; a= 1/2(BB- AA) d= AB- 1/2(AA+ BB) D= d/a

雌激素受体基因(ESR)的基因产物是母猪正常生殖周期所必需的物质, 它与雌激素共同作用, 在卵泡生长发育、成熟、排卵、着床等方面起重要的促进作用。如果 ESR 基因中, 编码氨基酸的碱基序列发生突变就有可能引起繁殖性能的改变。ESRB 位点是在 ESR 基因编码氨基酸的第 8 外显子中, ESRB 位点的 PCR-RFLPs 出现 A、B 2 种基因, 存在 AA、AB、BB 3 种基因型, 即在 ESRB 位点上碱基序列发生了突变, 这种碱基的改变会不会导致氨基酸改变, 从而引起繁殖性能发生变化, 以致不同的基因型对产仔性能存在不同的影响。

本试验基因 ESR 位点的结论与 Rosthchild 的结果^[1]相一致, 基因 PRLR 位点对猪产仔数影响与 Vicent^[2]的相类似。

以上几个基因位点对猪产仔数相关都产生显著的影响, 而且各位点对产仔数也存在不同程度的影响。这些基因均为生殖激素受体基因, 是生殖过程中不可缺少的关键基因, 它们的碱基序列发生改变, 可能导致激素与其相应的受体结合能力发生改变, 影响激素对繁殖机能的调节作用, 表现为产仔数的变化; 而不同的受体基因位点突变, 对激素及受体结合能力可能存在不同程度的影响, 从而对产仔数影

响具有不同的效应。

4 结 论

4.1 在大白母猪和二花脸母猪中, 基因位点 ESR 基因型 BB 的总产仔数, 产活仔数最多, FSHRB 位点基因型 BB、位点 ESRB 基因型 AA, 位点 PRLR 基因型 AA 排位其次。根据这些基因型可以选留初生仔猪或成年母猪。

4.2 基因位点 ESR 基因型 AA、FSHRB 位点基因型 AA、ESRB 位点基因型 BB 和 PRLR 基因型 BB 产仔性能较低时, 可以据此淘汰初生母猪或成年母猪。

4.3 ESR、PRLR、FSHR 3 个基因间互作不显著。

参考文献:

- [1] Rothschild M, Facobson C. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs [J]. Natl Acad Sci, USA. 1996, 93: 201~ 205.
- [2] Vincent A1, G. evans A1, Short T H, et al. The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pig [A]. Proc. 6th world Congr. gene appl. prod[C]. 1998, 27:

15~ 18.

- [3] Aittomaki K. Mutation in the follicle-stimulating hormone receptor gene causes hereditary hypergonadotropic ovarian failure[J]. Cell, 1995, 82: 959~ 968.
- [4] Fujii J, Otsu K. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia[J]. Science, 1991, 253: 448~ 451.
- [5] Zhang Shujun, Xiong Yuanzhu, Zen Fantong, et al. Polymorphism analysis of four locus PRLR and ESR gene in Landrace × Large White, Erhualian and Large White sow[J]. Animal Biotechnology Bulletin 2000, 10: 101~ 103.
- [6] Zhang Shujun, Xiong Yuanzhu, Zen Fantong, et al. Study on the polymorphisms of ESR、PRLR and the relationship between polymorphisms and litter size in Landrace × Large White、Erhualian and Large White sows[A]. Symposium of animal science and medicine of 21 century[C]. 2000, 8: 122~ 126
- [7] 张淑君, 熊远著, 邓昌彦, 等. ESR 和 PRLR 多态性及其与大白母猪产仔数相关性的研究[J]. 华中农业大学学报, 2001(1): 11~ 14.
- [8] 张淑君, 曾凡同, 熊远著, 等. 母猪的二个基因位点的多态性及其与产仔数连锁关系分析[J]. 四川农业大学学报, 2001(2): 73~ 76.

Comparison on Effect of Molecular Markers of Litter Size of Sow and Study on Interaction Among Genes

ZHANG Shu-jun¹, XIONG Yuan-zhu¹, ZENG Fan-tong³, QIU Xiang-pin³, DENG Chang-yan¹,
GONG Yan-zhang¹, XIAO Sen-mu², XIA Yu², ZHANG Jin-long¹, LIU Xiao-hua²

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070;

2. Wuhan Institute of Animal and Veterinary Science, Wuhan 430065;

3. College of Animal Science and Technology, Sichuan Agricultural University, Yaan 625014)

Abstract: Four molecular markers of litter size in the pig and its effect were compared, interaction among genes were also analyzed. Advantageous and disadvantageous molecular markers of litter size in the pig were selected: Advantageous genetic molecular markers which could increase litter size included the genotype BB on the loci of ESR and FSHRB and the genotype AA on the loci of ESRB and PRLR; Disadvantageous genetic markers were genotype AA on the loci of ESR and FSHRB, BB on the loci of PRLR and ESRB. There was no significant interaction among genes.

Key words: Effect on molecular markers; Interaction among genes; Litter size in pig