

山东省八个猪种繁殖、肉质抗病基因多态性分析

王继英¹, 郭建凤¹, 郝小静², 王 1, 张 1, 蒯海潮¹, 呼红梅¹, 武 1, 诚印英

(1. 山东省农科院 畜牧兽医研究所, 山东 济南 250100; 2. 青岛市畜牧兽医局畜牧兽医研究所, 山东 青岛 266100)

摘要 :利用 PCR/RFLP 等技术检测了山东省 8 个猪种 (莱芜黑猪、大蒲莲黑猪、烟台黑猪、新沂蒙黑猪、里岔黑猪、 β ESR 五莲黑猪、鲁烟白猪和昌潍白猪) 606 个样品的繁殖 (FSH、和 PRLR)、肉质 (Hal_n) 和抗病 (FUT I) 性状的主要功能 β ESR 基因的多态性分布, 结果表明: 山东省猪种上述 5 个基因均具有丰富的多态性, 特别是 FSH、和 PRLR 3 个影响繁殖性状有利基因的基因频率很高, 是其高繁殖性能的基础。 Hal_n 和 FUT I 基因在中外猪种间有不同的分布特征, 通过 Hal_n 和 FUT I 基因在中外猪种间频率的对比, 初步分析了山东省各猪种受国外猪种的影响的程度, 为山东省猪种遗传资源的保护和开发利用提供基础资料和科学依据。

关键词 :繁殖基因; 肉质基因; 抗病基因; 山东省猪种; 多态性

中图分类号 :S828 文献标识码 :A 文章编号 :1000-7091(2009)06-0227-06

Polymorphism Analysis on Genes of Reproduction, Meat Quality and Disease Resistance Traits of Eight Pig Breeds from Shandong Province

WANG Jiying¹, G Jianfeng¹, HAO Xiaojing², WANG Cheng¹, ZHANG Yin¹, LIN Hai2chao¹, UO HU Hong2mei¹, WU Ying¹

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinarian of Shandong Academy of Agriculture Sciences, Jinan 250100, China; 2. Institute of Animal Husbandry and Veterinarian, Bureau of Animal Husbandry and Veterinarian of Qingdao, Qingdao 266100, China)

Abstract :In the research, polymorphism analysis on genes of reproduction (FSH, β ESR and PRLR), meat quality (Hal_n) and disease resistance (FUT I) traits of 606 samples of 8 pig breeds (Laiwu black, Dapulian black, Licha black, Yimeng black, Yantai black, Wulian Black, Changwei white and Luyan white) from Shandong province were detected by the measures of PCR or PCR-RFLP. The result indicated that there were high polymorphisms of the 5 genes measured in the eight pig breeds. Especially, the favorable gene frequencies of reproduction trait were rather high, which were the basis of high reproduction trait. There are different gene distributing characteristics of Hal_n and FUT I in Chinese indigenous pig breeds and exotic pig breeds. Through comparison of gene frequencies of Hal_n and FUT I, impacts of exotic pig breeds on pig breeds of Shandong province were analyzed primarily. It will provide useful scientific data to preservation and utilization of pig resource of Shandong province.

Key words :Genes of reproduction traits; Genes of meat quality; Genes of disease resistance; Pig breeds from Shandong province; Polymorphism

山东省是养猪大省, 历史上当地人民培育出了许多优良地方猪种。然而, 自 20 世纪初期开始, 山东省逐渐引进国外猪种, 并利用引进猪种和当地猪种进行杂交生产, 在提高当地猪的生长速度和瘦肉率的同时也严重影响了山东省猪种的纯度, 使许多地方猪种正

面临灭绝的危险。据《山东省畜禽品种志》记载, 现存的地方猪种有: 莱芜黑猪、大蒲莲黑猪、烟台黑猪、新沂蒙黑猪、里岔黑猪和五莲黑猪, 这几个猪种被毛均为黑色, 基本保持着原来的体型外貌, 但有些品种呈现某些国外猪种的外表特征; 另外还有利用山东地

收稿日期: 2009-09-30

基金项目: 山东省农科院创新基金 (2007 YCX016); 国家“863”项目 (2006AA10Z1E1); 山东省农科院青年基金 (2007QN030)

作者简介: 王继英 (1977-), 女, 山东阳谷人, 助理研究员, 硕士, 主要从事分子遗传育种方面的研究。

通讯作者: 武 (1957-), 女, 山东肥城人, 研究员, 主要从事猪遗传育种和营养方面的研究。英

方猪种和引进猪种培育而成的鲁烟白猪和昌潍白猪，这两个猪种被毛呈白色，体型外貌接近引进猪种长白或大约克。

山东省猪种均具有耐粗饲、抗逆性强、繁殖率高、肉质细嫩香醇等优点，从分子遗传学角度对其优异特

性进行全面研究是十分必要的。本研究收集了山东

品，对影响繁殖（FSH）、和 PRLR）、肉质（Hal_n）和抗病（FUT1）性状的主要功能基因的多态性进行检测和分析，为山东省猪种遗传资源的保护和开发利用提供基础资料和科学依据。

1 材料和方法

1.1 样本采集和基因组提取

山东省各猪种均采自各猪种中心产区保种场或繁育场。根据系谱资料分别采取有代表型的猪的耳

组织，加入 70%酒精，-20℃保存备用。酚-氯仿

β ESR PRL FU 表 2 FSH、R、TI 和 Hal_n 基因的引物序列
βTab.2 Primers of FSH, ESR, PRL, R, FU, TI

基因 Genes	参考资料 Reference	上游引物 (5') Forward primer (5')	下游引物 (5') Reverse primer (5')
Hal _n	自行设计	5' ACCTTCCCGCTTTC23'	5' 2GGTGGTGG
βFSH	Kato Y等 [2]	5' 2TG	5' AGGGTTCTA23'
ESR	Southwood O 等 [3]	5' 2CCTTT	5' 2ACTGGTCTATTCATCCCTCTC 23'
PRLR	Drogemuller C [4]	5' 2CCTGTTTT	5' 2CACTTCG
FUT1	V geli P [5]	5' 2CGTGGCTCCGTTTG	5' 2CTG
		5' AAGAACC23'	5' AGTGCATAAAGCC23'
		2CTTCAGCCAGGGCTCC111	2CTTCCTG
		AAG23'	AACGCTCTATCAAGACC23'

1.2 仪器和材料

Ex Taq™ Polymerase (DRR100), Hha I、Pvu II、Alu I、DL2000 DNA Marker 均购自大连宝生物工程和 (有限公司。Hin6 I ER0481) 购自 Fermentas。

1.3 引物设计

Hal_n、β、FSH、ESR、PRLR、FUT1 基因的引物如和表 2 所示：

1.4 PCR 扩增

Hal_n、β、FSH、ESR、PRLR 和 FUT1 基因采用相同的反应体系和反应条件进行 PCR 扩增。反应体系为：10×Buffer 2.5 μL, 2 μL dNTP, 上游、LL 下游引物各 1 μL (20 μmol/L), 50 ng/μL 模板 1 μL, Taq 酶 1 U, 加双蒸水至 25 μL。反应条件为：94℃ 变性 5 min, 35 次循环 (94℃, 30 s; 55℃, 30 s; 72℃, 1 min), 72℃ 延伸 8 min。

1.5 多态性检测

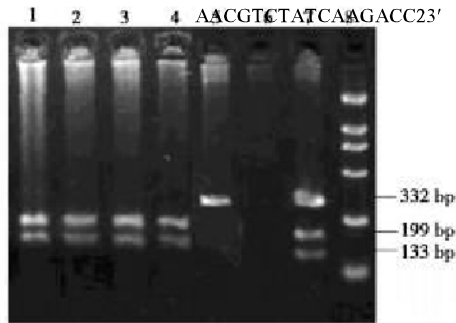
βFSH 等位基因由片段插入造成，琼脂糖电泳检测 PCR 产物即可见多态性。其他 4 个基因均采用 PCR2RFLP 方法进行分析，其中 Hal_n、ESR、PRLR 和 FUT1 采用的内切酶分别为：Hha I、Pvu II、Alu I 和 Hin6 I。

法提取基因组 DNA。具体样本信息见表 1。

表 1 山东省 8 猪种样本信息

Tab. 1 Sample informations of eight pig breeds from Shandong province

Shandong province		
猪种 Breeds	样本数 Number	采集地点 Sampling locations
莱芜黑猪 Laiwu black	206	山东莱芜市莱芜黑猪保种场
大蒲莲猪 Dapulian black	44	山东济宁市大蒲莲猪保种场
里岔黑猪 Licha black	25	山东青岛市里岔黑猪保种场
新沂蒙黑猪 Yimeng black	50	山东临沂市江泉原种猪场
烟台黑猪 Yantai black	37	山东莱州市鲁烟白猪繁育场
鲁烟白猪 Luyan white	185	山东莱州市鲁烟白猪繁育场
五莲黑猪 Wulian black	32	山东日照五莲黑猪保种场
昌潍白猪 Changwei white	27	山东潍坊昌潍白猪保种场



1~4. NN 型; 5. nn 型; 7. Nn 型; 6. 阴性对照; 8. DL2000。
1 - 4. Genotype NN; 5. Genotype nn; 7. Genotype Nn;
8. DNA Marker DL22000.

图 1 Hal_n 基因 PCR2RFLP 分析电泳图
Fig. 1 Genotyping of porcine Hal_n by PCR2RFLP

2 结果与分析

2.1 Hal_n 基因在山东省猪种群体内的多态性

Hal_n 基因采用 PCR2RFLP 方法进行分析，得到 Hal_n 基因的 3 种基因型的特征型电泳带型 (图 1)。泳道 5 只有 1 条 332 bp 带，为应激敏感型纯合子 nn 型；泳道 7 有 332, 199, 133 bp 3 条带，为应激敏感型杂合子 Nn 型；泳道 1, 2, 3, 4 有 199, 133 bp 2 条带，为应激抵抗型猪 NN 型。山东省各猪种 Hal_n 基因多态性

检测结果见表 3 所示。

由表 3 可以看出,除大蒲莲黑猪和新沂蒙黑猪外,山东省其他猪种均含有氟烷应激敏感基因。其中昌潍白猪最高,为 0.288 5,莱芜黑猪最低为 0.006 3。

里岔黑猪、烟台黑猪、鲁烟白猪的氟烷应激敏感基因含量也较高,分别为 0.240 0,0.202 7 和 0.201 1。这些猪种高的氟烷应激敏感基因含量和它们曾利用引进猪种约克夏、长白等进行杂交改良有关。

表3 山东省猪种繁殖、肉质、抗病基因多态性分析

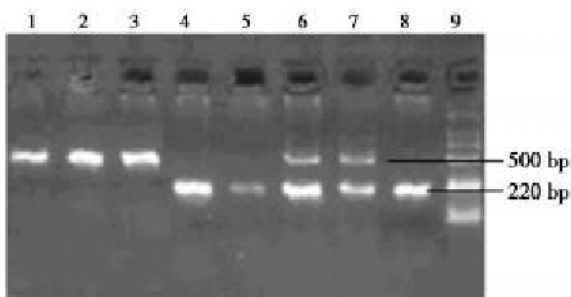
T. 3 Polymorphism of genes of reproduction, meat quality and disease resistance traits of eight pig breeds from Shandong province

		breeds from Shandong province							
基因 Genes	基因型 Genotypes	莱芜黑猪 Laiwu black pigs	大蒲莲猪 Dapulian black pigs	里岔黑猪 Licha black pigs	新沂蒙黑猪 Yimeng black pigs	烟台黑猪 Yantai black pigs	鲁烟白猪 Luyan white pigs	五莲黑猪 Wulian black pigs	昌潍白猪 Changwei white pigs
Hal n	基因型分布 (频率)	NN (0.000 0)	(0.000 0)	00 (0.120 0)	3 (0.000 0)	0 (0.054 1)	2 (0.086 9)	16 (0.000 0)	0 (0.076 9)
	Number (frequencies)	26 (0.012 5)	0 (0.000 0)	6 (0.240 0)	0 (0.000 0)	2 (0.054 1)	42 (0.228 3)	4 (0.125 0)	11 (0.423 1)
	of genotypes	Nn 203 (0.987 5)	44 (1.000 0)	16 (0.640 0)	50 (1.000 0)	11 (0.297 3)	127 (0.684 8)	28 (0.875 0)	13 (0.500 0)
	基因频率	N 0.006 30	0.000 0	0.240 0	0.000 0	0.202 7	0.201 1	0.062 5	0.288 5
	Gene frequency	n 0.993 81	1.000 0	0.760 0	1.000 0	0.797 3	0.798 9	0.937 5	0.711 5
βFSH	基因型分布 (频率)	AA 131 (0.635 9)	18 (0.409 1)	5 (0.200 0)	3 (0.060 0)	0 (0.000 0)	25 (0.135 1)	9 (0.281 2)	3 (0.115 4)
	Number (frequencies)	46 (0.223 3)	16 (0.363 6)		21 (0.420 0)				
	of genotypes	AB		15 (0.600 0)		7 (0.189 2)	66 (0.356 8)	20 (0.625 0)	14 (0.538 5)
	基因频率	BB 29 (0.140 8)	10 (0.227 3)	5 (0.200 0)	26 (0.520 0)	30 (0.810 8)	94 (0.508 1)	3 (0.093 8)	9 (0.346 2)
	Gene frequency	A 0.747 6	0.590 9	0.500 0	0.270 0	0.094 6	0.313 5	0.593 8	0.384 6
ESR	基因型分布 (频率)	B 0.252 4	0.409 1	0.500 0	0.730 0	0.905 4	0.686 5	0.406 3	0.615 4
	Number (frequencies)	AA 118 (0.572 8)	5 (0.113 6)	6 (0.240 0)	24 (0.480 0)	18 (0.486 5)	130 (0.702 7)	1 (0.031 3)	17 (0.653 8)
	of genotypes	AB 73 (0.354 4)	37 (0.840 9)	14 (0.560 0)	21 (0.420 0)	17 (0.459 5)	49 (0.264 9)	13 (0.406 3)	8 (0.307 7)
	基因频率	BB 15 (0.072 8)	2 (0.045 5)	5 (0.200 0)	5 (0.100 0)	2 (0.054 1)	6 (0.032 4)	18 (0.562 5)	1 (0.038 5)
	Gene frequency	A 0.750 0	0.534 1	0.520 0	0.690 0	0.716 2	0.835 1	0.234 4	0.807 7
PRLR	基因型分布 (频率)	B 0.250 0	0.465 9	0.480 0	0.310 0	0.283 8	0.164 9	0.765 6	0.192 3
	Number (frequencies)	AA 20 (0.097 1)	7 (0.159 1)	8 (0.320 0)	10 (0.200 0)	6 (0.162 2)	40 (0.216 2)	1 (0.031 3)	10 (0.384 6)
	of genotypes	AB 108 (0.524 3)	10 (0.227 3)	15 (0.600 0)	22 (0.440 0)	29 (0.783 8)	87 (0.470 3)	10 (0.312 5)	9 (0.346 2)
	基因频率	BB 78 (0.378 6)	27 (0.613 6)	2 (0.080 0)	18 (0.360 0)	2 (0.054 1)	58 (0.313 5)	21 (0.656 3)	7 (0.269 2)
	Gene frequency	A 0.359 2	0.272 7	0.620 0	0.420 0	0.554 1	0.451 4	0.187 5	0.557 7
FUT 1	基因型分布 (频率)	B 0.640 8	0.727 3	0.380 0	0.580 0	0.445 9	0.548 6	0.812 5	0.442 3
	Number (frequencies)	AA 9 (0.043 7)	0 (0.000 0)	4 (0.160 0)	7 (0.140 0)	4 (0.108 1)	8 (0.043 2)	0 (0.000 0)	3 (0.115 4)
	of genotypes	AG 52 (0.252 4)	3 (0.068 2)	10 (0.400 0)	33 (0.660 0)	15 (0.405 4)	71 (0.383 8)	29 (0.906 3)	6 (0.230 8)
	基因频率	GG 145 (0.703 9)	41 (0.931 8)	11 (0.440 0)	10 (0.200 0)	18 (0.486 5)	106 (0.573 0)	3 (0.093 8)	17 (0.653 8)
	Gene frequency	A 0.169 9	0.034 1	0.360 0	0.470 0	0.310 8	0.235 1	0.453 1	0.230 8
		G 0.830 1	0.965 9	0.640 0	0.530 0	0.689 2	0.764 9	0.546 9	0.769 2

2.2 FS Hβ基因在山东省猪种群体内的多态性

FSHβ亚基基因的 PCR 扩增结果出现 3 种情况 (图 2): 500 bp 纯合子 (AA 基因型), 500, 220 bp 杂合子 (AB 基因型), 220 bp 纯合子 (BB 基因型), 基因分型

与 KY 等 [2] 的相关报道相同。山东省各猪种 at FSHβ亚基基因多态性检测结果见表 3 所示。



1~3. AA 型; 6, 7. AB 型; 4, 5, 8. BB 型; 9. DL22000 Marker。

1 - 3. Genotype AA; 6, 7. Genotype AB; 4, 5, 8. Genotype BB;

9. DNA Marker DL22000.

β图 2 FSH 亚基基因 PCR 扩增电泳图

βFig. 2 Genotyping of porcine FSH

by PCR amplification

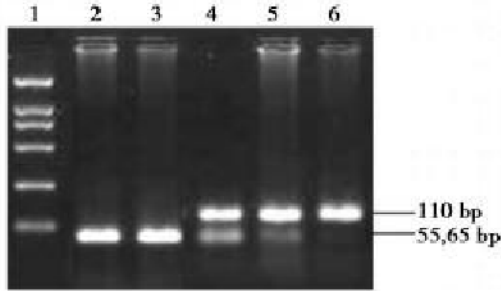
β 从表 3 可以看出, FSH 亚基 A 基因在山东省猪种的含量差异很大, 在莱芜黑猪中的含量高达 β01747 6, 而在烟台黑猪中仅为 01094 6。

AS 基因除在莱芜黑猪中占优势外, 在五莲黑猪、大蒲莲黑猪和里岔黑猪中 FSH 亚基 A 基因频率也很高, 分别为 01593 8, 01590 9, 01500 0, 其他 3 个猪种范围 A 基因的基因频率为 01270 0~01384 6。

2.3 ESR 基因在山东省猪种群体内的多态性

ESR 基因进行 PCR-RFLP 分析, 结果有 3 种情况 (图 3): 121 bp 纯合子 (AA 基因型); 121, 65, 56 bp 杂合子 (AB 基因型); 65, 56 bp 纯合子 (BB 基因型)。基因分型与 Southwood 等 [3] 的相关报道相同。山东省各猪种 ESR 基因多态性检测结果见表 3 所示。

从表 3 可以看出, 五莲黑猪群体内 ESR 基因有利基因 B 的基因频率很高, 达 0.765 6, 其次是里岔黑猪和大蒲莲猪, 分别为 0.480 0 和 0.465 9, 鲁烟白猪最低为 0.164 9, 其他 4 个猪种 B 基因范围为 0.192 3~0.310 0。



6. AA 型 ;4,5. AB 型 ;2,3. BB 型 ;1. DL22000 Marker 。

6. Genotype AA ;4,5. Genotype AB ;2,3. Genotype BB ;1. DNA Marker DL22000.

图 3 ESR 基因 PCR2PFLP 分析电泳图

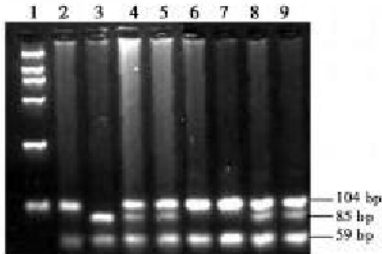
Fig. 3 Genotyping of porcine ESR by PCR2PFLP

2.4 PRLR 基因在鲁烟白猪群体内的多态分布

PRLR 基因进行 PCR2RFLP 分析,结果有 3 种情况 (图 4):85,59,19 bp 纯合子 (AA 基因型),104,85,59,19 bp 杂合子 (AB 基因型),104,59 bp 纯合子 (BB 基因型)。基因分型与 Drogemuller C 等[4] 的相关报

道相同。山东省各猪种 PRLR 基因多态性检测结果见表 3 所示。

从表 3 可以看出:PRLR 基因的有利基因 A 基因的基因频率在里岔黑猪中最高为 0.6200,其次是昌潍白猪和烟台黑猪,分别为 0.5577 和 0.5541,五莲黑猪最低为 0.1875,其他 4 个猪种 A 基因的基因频率范围为 0.2727~0.4514。



3. AA 型 ;4,5,8,9. AB 型 ;2,6,7. BB 型 ;1. DL22000 Marker 。

3. Genotype AA ;4,5,8,9. Genotype AB ;2,6,7. Genotype BB ;1. DNA Marker DL22000 。

图 4 PRLR 基因 PCR2PFLP 分析电泳图

Fig. 4 Genotyping of porcine PRLR by PCR2PFLP

2.5 FUT I 基因在山东省猪种各群体内的多态分布

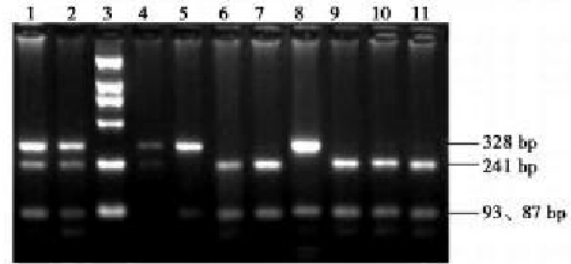
根据 GenBank 上公布的 ECF18R 序列,本研究扩增的 ECF18R 基因片段为 421 bp,第 307 位碱基处多态性酶切位点,当此酶切位点因变异 (由 G 突变成 A) 而消失时,241 bp 和 87 bp 的片段合并产生

328 bp 片段。FUT I 基因进行 PCR2RFLP 分析,结果有 3 种情况 (图 5):328,93 bp 纯合子 (AA 基因型),

328,241,93,87 bp 杂合子 (AG 基因型);241,93,87 bp 纯合子 (GG 基因型);基因分型与 V geli P 等 [5] 的

相关报道相同。山东省各猪种 FUT I 基因多态性检测结果见表 3 所示。

从表 3 可以看出,山东省猪种大蒲莲黑猪和莱芜黑猪 FUT I 基因 A 基因频率最低,只有 0.0341 和 0.1699。其他山东猪种 FUT I 基因 A 基因频率达到中等水平,范围为 0.2308~0.4700。



5,8. AA 型 ;1,2,4. G 型 ;6,7,9,10,11. GG 型 ;3. DL22000 Marker 。

5,8. Genotype AA ;1,2,4. Genotype G ;6,7,9,10,11. GA genotype GG ;3. DL22000.

图 5 FUT I 基因 PCR2PFLP 分析电泳图

Fig. 5 Genotyping of porcine FUT I by PCR2PFLP

3 讨论

3.1 Hal_n 基因在山东省猪种群体内的分布分析

氟烷基因 (Halothane) 又称骨骼肌兰尼定受体 (Rynodine receptor, RYRI) 基因,是导致猪应激综合征 (Porcine stress syndrome, PSS),产生 PSE 肉或 DFD

肉的遗传基础,是影响肉质的一个主效基因。Fujii 等 [6] 对氟烷基因的克隆分析和比较正常猪与应激猪兰尼定受体 cDNA 序列发现,兰尼定受体 cDNA 的 C1843→T1843 突变使受体蛋白第 615 位的精氨酸 (Arg) 变为半胱氨酸 (Cys),引起兰尼定受体蛋白结构和功能的改变。C1843→T1843 突变还改变 Hha I 酶切位点,因而可通过 PCR2RFLP 方法检测 C1843→T1843 突变位点来判断猪对应激的敏感性。

对山东省 8 猪种 606 个样本的检测表明,除大蒲莲黑猪和新沂蒙黑猪外,山东省其他猪种不同程度的含有 Hal_n 基因的 n 隐性有害基因 (既存在 C1843→1843 突变位点),尤其是里岔黑猪、烟台黑猪、鲁烟白猪和昌潍白猪的 Hal_n 基因的基因频率高达 20% 以上。对姜曲海猪、内江猪、桃源猪、香猪、民猪 [7]、猪 [8]、兴黑猪 [9]、利猪 [10]、江藏嘉监内猪 [11]、版纳小耳猪和五指山猪 [12] 等的研究表明中国地方品种猪绝大部分全部为 N 基因,不携带隐性有害 n 基因,但是也有研究表明:部分中国地方猪种也携带 n 隐性有害基因,如枫泾猪 n 等位基因的频率为 0.1000 [7]。20 世纪 90 年代以前引进猪种中不同程度地携带 n 应激敏感基因,在有的品种中的频率还相当高。笔者认为我国地方猪种 Hal_n 基因均为抗应激的 NN 型,而在少数地方猪种中检测到 Nn 和 nn 基因型,说明该猪种曾受到过国外引进猪种的影响。山东省猪种中高的 Hal_n 基因 n 基因频率的存在,从一个方面证实了这些猪种曾经和外来引进

猪种杂交的历史。据山东省品种志记载^[1]：从 1940 年前后开始约克夏、长白等西方猪种开始引进我省和当地猪种进行杂交，以提高当地猪的生长速度和瘦肉率。

大蒲莲黑猪和新沂蒙黑猪均不含 Hal_n 基因的 n 基因，但二者的情况不同。大蒲莲黑猪未查到和引进猪种进行杂交改良的记录，受国外引进猪种的影响很小。新沂蒙黑猪曾与引进猪种进行杂交改良，据山东省畜禽品种志^[1]记载：1935 年前后，猪贩子赴青岛出售并引入巴克夏猪与当地华北类型黑猪杂交，其后代表现良好，为群众所欢迎，经过半个多世纪以来的群选群育，逐步培养成现在的沂蒙黑猪。新沂蒙黑猪是在原沂蒙黑猪的基础上，导入外来猪种杜洛克猪肉用性状基因，采用家系内选择与个体选择相结合的方法，经过多年科学选育而成^[13]。新沂蒙黑猪该群体未含有 Hal_n 基因是对氟烷基因人工选育的结果。

3.2 高繁基因在山东省猪种群体内的多态性分析

柳淑君等^[2]对莱芜黑猪 FSH β 亚基

β 不同基因型与产仔数的研究证明：FSH 基因座位在

莱芜猪种中与控制猪产仔数的主效基因紧密连锁，优势基因 AA 纯合子比 BB 纯合子母猪产仔多。雌激素受体基因 (ESR) 作为产仔数的主效基因曾在国内外很多猪品种上报过^[3,16-19]。B 基因可能与高产仔数密切相关，用这个基因座的优势等位基因进行育种，可以加速猪群的遗传进展。Vincent 等^[20]在 PIC 的 3 个品系的研究发现，PRLR 基因的 Alu I 酶切位点的多态性同母猪产仔数有关，在大白和长白合成系中，AA 基因型母猪的产仔数比 BB 型的多 0.66 ~ 1.00 头。Drogemuller C 等^[4]、Birgitte T T M^[21]、张淑君等^[22]众多研究结果支持 Vincent^[20] 等的 PRLR 基因的 A 基因是产仔数的有利基因。

山东省猪种具有耐粗饲、抗逆性强、繁殖率高、肉质细嫩香醇等优点，高产仔数和仔猪断奶成活率尤为突出。山东省各猪种的 FSH β 亚基、ESR 和 PRLR 的有利基因频率很高。例如莱芜黑猪的 FSH β 亚基 A 基因频率高达 0.747 6，五莲黑猪 ESR B 基因频率高达 0.765 6，里岔黑猪、烟台黑猪和昌潍白猪的 PRLR 基因的 A 基因频率均大于 0.5，分别为：0.620 0、0.554 1 和 0.557 7。山东省猪种在影响繁殖性状的主效基因方面高的有利基因频率是其高繁殖性能的基础。

3.3 FUT I 基因在山东省猪种各群体内的多态分布分析

国外引进猪种 FUT I 基因具有多态性，具有抗

性基因 A，而晏学明等^[23,24]、施启顺等^[25,26]、张引红等^[27]、孙鹏翔等^[28]、姜勋平等^[29] 和何小平等^[30] 对几十个中国地方猪种进行 FUT I 基因 M307 位点的多态性检测结果表明，只有临高猪在该 FUT I 基因位点存在多态性，其他中国地方猪种均表现为极端的单态分布，没有多态性，只有易感的 GG 基因型。大蒲莲黑猪和莱芜黑猪是山东省猪种中受引进猪种影响较小的猪种，其 FUT I 基因的 A 基因频率很低，分别为 0.034 1 和 0.169 9。笔者认为和 Hal_n 基因一样，国内外猪群 FUT I 有不同的分布特征。我国地方猪种 FUT I 基因均为易感的 GG 型，而在少数地方猪种中检测到 AA 和 AG 基因型，说明该猪种曾受到国外引进猪种的影响。由此可以推断：A 基因频率的有无和高低可以在一定程度上判断某猪种受到引进猪种的影响程度。

在我国的养猪生产实践中，地方猪种的仔猪抗水肿病与腹泻能力普遍强于外来猪种，那么地方猪种应该含有较高的 A 基因频率，或者只含有 AA 型，但是在国内地方猪种绝大多数为 GG 基因型，与国内品种实际抗肠毒素型大肠杆菌相矛盾。笔者曾对莱芜黑猪和引进猪种杜洛克和大约克的 FUT I 基因多态性及其与生长性能的关联性进行分析，结果表明，FUT I 基因的 3 种基因型对莱芜黑猪仔猪出生重、奶重和 70 日龄保育重无显著影响 ($P > 0.05$)，对引进猪种杜洛克和大约克出生重、断奶重无显著影响 ($P > 0.05$)，但对其 70 日龄保育重有显著或极显著影响^[31]。为进一步核实 FUT I 基因不同基因型仔猪对 ETEC F18 的易感性，笔者还取莱芜黑猪和大约克 FUT I 不同基因型断奶仔猪的肠黏膜上皮细胞和 ETEC F18 标准株进行黏附试验，结果显示：不同基因型的莱芜黑猪仔猪和大约克仔猪一样，GG 和 G 基因型的仔猪的小肠黏膜上皮细胞均能与 ETEC F18 标准菌株发生黏附作用，而 AA 基因型的仔猪小肠上皮细胞不能与 ETEC F18 标准株发生黏附作用。莱芜黑猪群体内 FUT I 基因以敏感基因型 (GG/AG) 为主，也就是说 ETEC F18 可以黏附于绝大多数莱芜黑猪的小肠黏膜上皮细胞，但是并不发病^[32]。所以除 FUT I 基因外，也许我国本地猪种有其他导致遗传抗性的突变或抗性基因，所以有必要对莱芜黑猪等我国地方猪种所具备的遗传抗性做更深入的研究，寻找、定位其相应的 QT 和抗性基因。L

参考文献：

- [1] 司俊臣. 山东省畜禽品种志 [M]. 深圳：海天出版社，1999：24-36.

- [2] Kato Y, Ezashi T, Hirai T, et al. The gene for common alpha subunit of porcine pituitary glycoprotein hormone [J]. *J Mol Endocrinol*, 1991, 7 (1): 27 - 34.
- [3] Southwood O. Genetic markers for litter size in commercial lines of pig [C]// Proc 6th World Congr on Genet Appl Livest Prod. Armidale, Australia, 1998, 26: 453 - 456.
- [4] Drogemuller C, Hamann H, Distl O. Candidate gene markers for litter size in different German pig lines [J]. *J Anim Sci*, 2001, 79 (10): 2565 - 2570.
- [5] geli P, Meijerink E, Fries R, et al. A molecular test for the V detection of E. coli F18 receptors: a breakthrough in the struggle against edema disease and postweaning diarrhea in swine [J]. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 1997, 139 (11): 479 - 484.
- [6] Fujii J, Otsu K, Zorzato F, et al. Identification of a mutation in the porcine ryanodine receptor that is associated with malignant hyperthermia [J]. *Science*, 1991, 253: 448 - 451.
- [7] 方美英, 姜志华, 刘红林, 等. 不同猪种中氟烷基因频率调查分析 [J]. *浙江农业学报*, 1999, 11 (3): 145 - 147.
- [8] 赵中权, 帅素容, 杨显彬, 等. 藏猪氟烷基因 PCR-RFLP 和序列多态性分析 [J]. *农业生物技术学报*, 2008, 16 (1): 51 - 54.
- [9] 郁 郁, 程旭梅. 嘉兴黑猪氟烷基因频率检测刘锐辉 [J]. *浙江畜牧兽医*, 2007, 4: 1 - 2.
- [10] 刘文举, 何年华, 左本武, 等. 监视猪和大监视猪五个基因的多态性研究 [J]. *养猪*, 2008 (3): 25 - 29.
- [11] 陈蕴颖, 步 宏, 李幼平, 等. 中国内江猪的氟烷基因型 [J]. *华西医科大学学报*, 1999 (2): 5 - 7.
- [12] 刘 戟, 李胜富, 等. 袁峰中国近交系猪的氟步烷基因型研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2000, 5: 311 - 314.
- [13] 沈白泉, 王康龙, 苗云龙, 等. 新沂蒙黑猪的选育及发展前景 [J]. *山东畜牧兽医*, 2004, 3: 7 - 8.
- 分析 [14] 柳淑芳, 闫艳春, 杜立新. FSH 基因的多态性 [J]. *山东农业大学学报 (自然科学版)*, 2002, 33 (4): 403 - 408.
- ESR 基 [15] 王继英, 武 武, 郭建凤, 等. FSH 亚基基因和因的多态性对莱芜猪合成系产仔数的影响 [J]. *中国畜牧杂志*, 2007, 43 (13): 4 - 6.
- [16] Rothschild M F. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs [J]. *Proc Natl Acad Sci*, 1996, 93: 201 - 205.
- [17] 陈克飞, 黄路生, 李 李, 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, 10: 853 - 857.
- [18] 刘婵娟, 曾勇庆, 魏述东, 等. 8 个猪种 ESR 和 FSH 基因多态性与繁殖性状关系的研究 [J]. *畜牧兽医学报*, 2009 (3): 291 - 295.
- [19] 朱志明, 林长光, 李盛霖, 等. 猪 ESR 基因位点多态性与繁殖性状相关分析 [J]. *福建农业学报*, 2007, 3: 227 - 230.
- [20] Vincent A L, Evans G, Short T H, et al. The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs [C]// Proc 6th World Congr on Genet Appl Livest Prod. Armidale, Australia, 1998, 27: 15 - 18.
- [21] Birgitte T T M, Van Rens, Vander Lende T. Litter size and piglet traits of gilts with different prolactin receptor genotypes [J]. *The riogenology*, 2002, 57: 883 - 893.
- [22] 张淑君, 曾凡同, 邱祥聘, 等. EAR 和 PRLR 基因二个位点在二花脸猪中的多态性及其与产仔数相关的初探 [J]. *上海畜牧兽医通讯*, 2000, 6: 14 - 15.
- [23] 晏学明, 任 任, 郭源梅, 等. 猪 $\alpha 1$ 岩藻糖转移酶基因 (FUT I) 在 26 个中外猪种中的遗传变异研究 [J]. *遗传学报*, 2003, 30 (9): 830 - 834.
- [24] 晏学明, 郭源梅, 丁能水, 等. 不同品种猪 $\alpha 1$ 岩藻糖转移酶基因遗传变异初析 [J]. *中国畜牧杂志*, 2004, 40 (3): 8 - 10.
- [25] 施启顺, 谢新民, 柳小春, 等. 猪肠毒素大肠杆菌 ETEC F18 受体基因型检测报告 [J]. *遗传*, 2002, 24 (6): 656 - 658.
- [26] 施启顺, 黄生强, 柳小春, 等. 不同猪种 E. Coli F18 受体基因的多态性 [J]. *遗传学报*, 2003, 30 (3): 221 - 224.
- [27] 张引红, 周忠孝, 曹果清. FUT I 基因多态性及其与产仔性状的关联性研究 [J]. *遗传*, 2007, 29 (1): 52 - 56.
- [28] 孙鹏翔, 吴圣龙, 包文斌, 等. 苏太猪 FUT I 基因多态性及其与生产性能的关联分析 [J]. *中国畜牧杂志*, 2007, 43 (5): 4 - 6.
- [29] 姜勋平, 刘永刚, 熊远著, 等. 猪 FUT I 基因对肉质和胴体性状的影响 [J]. *遗传*, 2005, 27 (4): 566 - 570.
- [30] 何小平, 彭勇波, 樊 樊, 等. 猪 α 岩藻糖转移酶基因多态性检测及与性状关联的研究 [J]. *养猪*, 2006, 26 (3): 26 - 28.
- [31] 王继英, 姜运良, 郭建凤, 等. 猪 FUT I 基因多态性及其与生长性能的关联性分析 [J]. *华北农学报*, 2008, 23 (4): 65 - 68.
- [32] 王继英, 郭建凤, 孙守礼, 等. 莱芜黑猪 $\alpha 1$ 岩藻糖转移酶基因 (FUT I) 不同基因型对大肠杆菌 F18 抵抗力研究 [J]. *华北农学报*, 2009, 24 (5): 64 - 68.