

引用格式:

杨又兵, 钱凯凤, 刘永建, 任旭鸽, 周臣, 游祥宾. 猪 *MYOG* 基因遗传多态性与胴体及肉质性状的相关性[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2024, 50(1): 52–57.

YANG Y B, QIAN K F, LIU Y J, REN X G, ZHOU C, YOU X B. Correlation of genetic polymorphisms of *MYOG* gene with carcass and meat quality traits in pigs[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2024, 50(1): 52–57.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



猪 *MYOG* 基因遗传多态性与胴体及肉质性状的相关性

杨又兵, 钱凯凤, 刘永建, 任旭鸽, 周臣, 游祥宾

(河南科技大学动物科技学院, 河南 洛阳 471023)

摘要: 通过测定约 180 日龄的 8 个群体(梅山、大白、长白、大白×梅山 F₁ 代、梅山×大白 F₁ 代、长白×大白 F₁ 代、大白×长白 F₁ 代以及大白×梅山 F₂ 代)459 头猪胴体性状、肉质性状以及肌细胞生成素基因(*MYOG*)多态性, 分析 *MYOG* 在猪群体中的遗传效应。结果表明: *MYOG* 在猪群体中呈现 3 种基因型, 即 AA、AB、BB; 群体瘦肉率的提高与 BB 基因型显著相关, 相较于 AA 与 AB 基因型, 其提高幅度分别为 3.57% 和 3.28%; 在大白×梅山 F₂ 代群体中, *MYOG* 的基因型与背最长肌 pH 值、股二头肌 pH 值呈显著相关; 在大白×梅山 F₁ 代群体中, *MYOG* 基因型与股二头肌大理石纹 MM2 呈显著相关。

关键词: 猪; 肌细胞生成素基因; 多态性; 胴体性状; 肉质性状

中图分类号: S828.131

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2024)01-0052-06

Correlation of genetic polymorphisms of *MYOG* gene with carcass and meat quality traits in pigs

YANG Youbing, QIAN Kaifeng, LIU Yongjian, REN Xuge, ZHOU Chen, YOU Xiangbin

(College of Animal Science, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471023, China)

Abstract: This study investigated the genetic effects of myogenin gene(*MYOG*) polymorphism on carcass traits, meat quality traits, and muscle fiber characteristics by analyzing 459 pigs from eight populations at approximately 180 days of age (Meishan, Yorkshire, Landrace, Yorkshire × Meishan F₁, Meishan × Yorkshire F₁, Landrace × Yorkshire F₁, Yorkshire × Landrace F₁, and Yorkshire × Meishan F₂). Results showed that *MYOG* exhibited 3 genotypes (AA, AB, BB) in the pig populations. An increase in lean meat percentage was significantly associated with the BB genotype, with increases of 3.57% and 3.28% compared to the AA and AB genotypes, respectively. In the Yorkshire × Meishan F₂ population, *MYOG* genotype was significantly correlated with pH values of the eye muscle and biceps femoris muscle; while in the Yorkshire × Meishan F₁ population, the genotype of *MYOG* was significantly correlated with marbling score (MM2) of biceps femoris muscle.

Keywords: porcine; myogenin(*MYOG* gene); polymorphism; carcass traits; meat quality trait

肌细胞生成素基因(*MYOG*)在畜禽肌肉生长发育中与肉质品质以及胴体性状密切相关, 相关研究涵盖了猪^[1]、牛^[2]、羊^[3]、鸡^[4]、鸭^[5]、鹅^[6]等多种

动物。ZHANG 等^[7]的研究表明, *MYOG* 具备诱导非肌细胞分化为肌细胞的潜力。郭云雁等^[8]发现 *MYOG* 不同基因型对肌纤维数量有影响。王健等^[9]

收稿日期: 2023-05-05

修回日期: 2023-11-10

基金项目: 河南省科学技术厅攻关项目(222102110477)

作者简介: 杨又兵(1977—), 男, 湖北黄冈人, 博士, 副教授, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究, yangyoubing@sina.com

采用 PCR-SSCP 方法检测 107 只太湖鹅 *MYOG*, 发现 *MYOG* 的 SNPs 对太湖鹅生长过程中的体质量增加有一定影响。WEI 等^[10]发现 *MYOG* 的多态性影响边鸡的生长, 可能与肌肉纤维数量有关。韩银仓等^[11]采用 PCR-SSCP 方法研究发现 *MYOG* 第 1 外显子 109 位存在 A → C 的碱基突变, 分析得到 3 个藏羊群体中不同基因型个体体尺之间存在显著差异。WEI 等^[12]发现 *MYOG* 多态性与 6 种中国本地牛肉嫩度和保水能力显著相关。刘梅等^[13]用 PCR-RFLP 技术对申农 I 号猪的 *MYOG* 的 2 个多态性位点(3'端和第二内含子内)进行分析, 发现 AA 基因型和 MN 基因型分别为 2 个位点的优势基因型。林万华等^[14]采用 PCR-RFLP 技术对 10 个猪种的 *MYOG* 的多态性位点进行分析, 结果显示在 PCR1 *Msp*I-RFLP 位点上外来品种杜洛克、长白、大约克表现为高频率的等位基因 A, 在 PCR2-RFLP 位点上, 中国地方猪种几乎表现为单一的 M 基因。鉴于 *MYOG* 在畜禽肌肉的生长和增殖过程中有关键性的调控作用, 笔者选择梅山、大白、长白、大白×梅山 F₁ 代、梅山×大白 F₁ 代、长白×大白 F₁ 代、大白×长白 F₁ 代以及大白×梅山 F₂ 代约 180 日龄的 8 个群体 459 头猪为材料, 探讨 *MYOG* 与猪胴体性状和肉质性状的关系, 分析 *MYOG* 在群体中的遗传效应, 以期为猪种的肉质改良和选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

选用湖北武汉某猪场生长发育良好、无畸形、约 180 日龄的 55 头梅山、30 头大白、43 头长白、81 头大白×梅山 F₁ 代、46 头梅山×大白 F₁ 代、35 头长白×大白 F₁ 代、31 头大白×长白 F₁ 代和 138 头大白×梅山 F₂ 代, 共 459 头猪, 作为试验群体。

1.2 方法

1.2.1 猪群体胴体性状及肉质性状测定

根据《种猪测定原理与方法》^[15], 测定猪的胴体性状和肉质性状。胴体性状包括眼肌高度(LH)、眼肌宽度(LW)、眼肌面积(LA)、皮率(SP)、骨率(BP)、肥肉率(FP)、瘦肉率(LMP)、肩部膘厚(SFT)、6~7

肋处膘厚(RFT)、胸腰部膘厚(TFT)、臀部膘厚(BFT)、平均膘厚(AFT)、初生质量(BW); 肉质性状包括背最长肌 pH 值(pH1)、股二头肌 pH 值(pH2)、头半棘肌 pH 值(pH3)、系水力(WHC)、背最长肌肉色色值(MCV1)、股二头肌肉色色值(MCV2)、含水量(WM)、失水率(DLR)、背最长肌大理石纹(MM1)、股二头肌大理石纹(MM2)。

1.2.2 聚合酶链反应-限制性片段长度多态性分析(PCR-RFLP)

分别取猪静脉血约 20 mL, 置于含 5 mL 抗凝剂的离心管中。按照全血基因组 DNA 提取试剂盒(离心柱型, 目录号 DP1802)说明书提取猪基因组 DNA, 根据猪 GenBank 序列发表的 *MYOG* 基因序列(NC_010451)设计引物, 由上海博亚生物技术有限公司合成。*MYOG* 3'端上游引物 5'-GGCACCCTAAGGTCCACAT-3'; 下游引物 5'-CACGGAGCCTCATTCTTCT-3'; *MYOG* 第二内含子上游引物 5'-GCTGCTTCCAAATTCTAACC-3'; 下游引物 5'-ACTCTGGTCCCCTGTTTTAT-3'。

PCR 反应体系: DNA 模版 1.0 μL, 上游引物 1.0 μL、下游引物 1.0 μL, 10×Buffer(Mg²⁺free)2.5 μL, Mg²⁺(25 mmol/L) 2.5 μL, dNTPs 2.0 μL, *Taq* DNA polymerase 1.5 μL, 加去离子水至总体积 25 μL。*MYOG* 3'端 *Msp*I 酶切片段的扩增反应条件为: 94 °C 预变性 4 min; 94 °C 变性 45 s, 64 °C 退火 45 s, 72 °C 延伸 60 s, 35 个循环; 72 °C 延伸 10 min。*MYOG* 第二内含子的扩增反应条件为: 94 °C 预变性 4 min; 94 °C 变性 45 s, 61 °C 退火 45 s, 72 °C 延伸 60 s, 35 个循环; 72 °C 延伸 10 min。在 10 μL 的 *MYOG* PCR 产物中加入 3 U *Msp*I, 37 °C 消化 4 h, 2.5% 琼脂糖凝胶检测, 在紫外灯下观察并记录酶切结果。

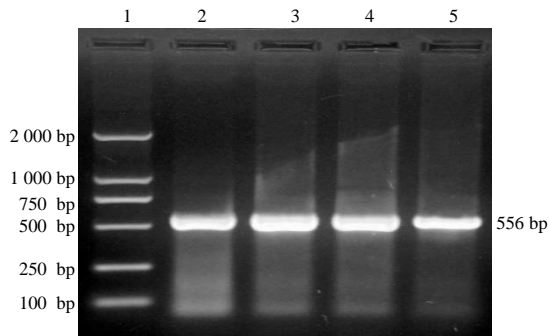
1.3 数据分析

采用 SAS 统计软件(SAS Institute Inc, Version 8 Edition), 运用 GLM 程序模型^[16]计算同基因型胴体性状、肉质性状的最小二乘均数和标准误; 运用 REG 程序模型^[17]计算等位基因对胴体性状、肉质性状的加性效应和显性效应, 并进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 猪群体 *MYOG* 基因的多态性

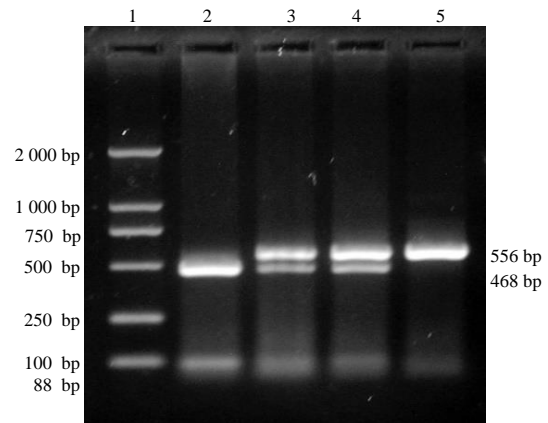
利用 PCR 技术对猪血液中 *MYOG* 的 3'端进行扩增, 扩增产物长度为 556 bp(图 1); *MYOG* 基因 3'端扩增产物经 *Msp* I 限制性内切酶酶切、琼脂糖电泳, 判定为 3 种基因型(图 2); 采用 *Msp*I-PCR-RFLP 分析技术, 对 180 日龄大白猪×梅山 F₂ 代 138 头和 321 头 F₁ 代进行 *MYOG* 第二内含子基因型扫描, 没有发现多态性。



泳道 1 DL2000 Markers; 泳道 2-5 PCR 扩增产物。

图 1 猪 *MYOG* 的扩增产物

Fig. 1 The amplified product of *MYOG*



泳道 1 DL2000 Markers; 泳道 2 BB 基因型, 分别为 468 bp 和 88 bp; 泳道 3、4 AB 基因型, 分别为 556、468、88 bp; 泳道 5 AA 基因型, 556 bp。

图 2 猪 *MYOG* 的 PCR-RFLP 结果

Fig.2 The PCR-RFLP result of *MYOG*

采用 PCR-RFLP 分析技术对 55 头梅山、30 头大白、43 头长白和 81 头大白×梅山 F₁ 代、46 头梅山×大白 F₁ 代、35 头长白×大白 F₁ 代、31 头大白×长白 F₁ 代以及 138 头大白×梅山 F₂ 代群体进行 *MYOG* 基因型扫描, 结果列于表 1。结果表明, 在

表 1 *MYOG Msp* I 多态性的等位基因和基因型及其在不同猪群体中的频率

Table 1 Allele and genotypes of the *Msp* I polymorphism in *MYOG* and their frequencies in different pig breeds

群体	供试猪数/头	基因型频率			等位基因频率	
		AA	AB	BB	A	B
梅山	55	24/55	20/55	11/55	0.62	0.38
大白	30	0/30	19/30	11/30	0.32	0.68
长白	43	0/43	11/43	32/43	0.13	0.87
大白×梅山 F ₁ 代	81	7/81	40/81	34/81	0.33	0.67
梅山×大白 F ₁ 代	46	5/46	22/46	19/46	0.35	0.65
长白×大白 F ₁ 代	35	0/35	19/35	16/35	0.27	0.73
大白×长白 F ₁ 代	31	0/31	16/31	15/31	0.26	0.74
大白×梅山 F ₂ 代	138	34/138	51/138	53/138	0.43	0.57

梅山、大白×梅山 F₁ 代、梅山×大白 F₁ 代、大白×梅山 F₂ 代猪群体中存在 3 种基因型, 即 AA、AB、BB; 而在大白、长白、大白×长白 F₁ 代、长白×大白 F₁ 代猪群体中只有 2 种基因型, 即 AB、BB。8 个群体中, 在梅山中占优势的等位基因 A 的频率为 0.62, 在大白、长白、大白×梅山 F₁ 代、梅山×大白 F₁ 代、长白×大白 F₁ 代、大白×长白 F₁ 代中占优势

的 B 等位基因频率分别为 0.68、0.87、0.67、0.65、0.73、0.74, 大白×梅山 F₂ 代 A、B 等位基因频率较为接近。

利用 *t* 检验分析不同猪群体中的 *MYOG Msp* I-RFLP 位点基因频率分布的差异, 结果(表 2)表明, 这个位点的基因频率在 8 个猪群体中的分布有差异。

表 2 *MYOG* *Msp* I-RFLP 位点基因频率在猪群体中分布的显著性

Table 2 Significance test results for the allele frequency distribution of *Msp* I-RFLP in *MYOG* among different pig populations

	卡方值						
	梅山	大白	长白	大白×梅山F1代	梅山×大白F1代	长白×大白F1代	大白×长白F1代
大白×梅山F ₂ 代	3.319**	1.634	5.119**	2.022*	1.407	2.438*	2.515*
梅山		3.758**	6.944**	4.635**	3.827**	4.538**	4.536**
大白			2.777**	0.234	0.397	0.565	0.715
长白				3.501**	3.425**	2.262*	2.022*
大白×梅山F ₁ 代					0.234	0.931	1.087
梅山×大白F ₁ 代						1.037	1.179
长白×大白F ₁ 代							0.173

、*、****分别表示卡方值显著($P<0.05$ 、 $P<0.01$)。

2.2 *MYOG* 基因型与猪胴体性状的关联

采用 SAS 统计软件, 对 138 头大白×梅山 F₂ 代 *MYOG* 不同基因型个体胴体性状进行显著性检验, 结果(表 3)可以看出, BB 基因型的瘦肉率(LMP)比 AA 基因型的和 AB 基因型的高 3.57% 和 3.27%。

MYOG 的多态性与瘦肉率显著相关, 等位基因 B 在瘦肉率性状中表现为加性效应。*MYOG* 的多态性与膘厚没有显著性相关关系, 可能是 *MYOG* 不在脂肪组织中表达的缘故。

表 3 *MYOG* 不同基因型猪胴体性状的表型值及效应值

Table 3 The phenotype value and effects of carcass traits with different genotype of *MYOG*

性状	表型值			加性效应值	显性效应值
	AA	AB	BB		
LH	9.053±0.133	9.197±0.108	9.021±0.106	-0.016	-0.080
LW	4.737±0.127	4.625±0.103	4.797±0.100	0.030	0.071
LA	29.982±0.869	29.798±0.705	30.315±0.699	0.161	0.173
SP	10.740±0.335	10.290±0.272	10.186±0.266	-0.277	0.086
BP	12.473±0.395	12.870±0.321	12.455±0.314	-0.009	-0.203
FP	19.690±0.803	19.246±0.651	18.212±0.637	-0.739	-0.147
LMP	(56.899±0.645) _a	(57.064±0.523) _a	(58.929±0.512) _b	1.015	0.425
SFT	3.192±0.115	2.969±0.093	3.018±0.091	-0.087	0.068
RFT	2.482±0.105	2.444±0.085	2.419±0.083	-0.032	0.003
TFT	1.814±0.090	1.736±0.073	1.814±0.072	0.000	0.039
BFT	1.574±0.097	1.463±0.079	1.499±0.077	-0.037	0.034
AFT	2.266±0.090	2.160±0.073	2.205±0.072	-0.030	0.038
BW	1.483±0.038	1.451±0.031	1.413±0.030	-0.035	-0.002

同行不同字母表示基因型间的差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.3 *MYOG* 基因型与猪肉质性状的关联

采用 SAS 统计软件分别对 81 头大白×梅山 F₁ 代和 138 头大白×梅山 F₂ 代猪 *MYOG* 不同基因型个体肉质性状进行显著性检验。

由表 4 可以看出, 大白×梅山 F₁ 代 *MYOG* 不同基因型与股二头肌大理石纹 MM2 有显著性相关关系, BB 基因型比 AB 基因型的高 1.40%, 但其加性效应和显性效应均不显著。

从表 5 可以看出, 大白×梅山 F₂ 代 *MYOG* 不同

基因型与背最长肌 pH 值、股二头肌 pH 值有显著性相关关系; 对于背最长肌 pH 值, BB 基因型的比 AA 基因型的高 0.41%, AB 基因型的比 AA 基因型的高 1.60%; 对于股二头肌 pH 值, AA 基因型的比 BB 基因型的高 0.22%, AB 基因型的比 BB 基因型的高 1.06%; 大白×梅山 F₂ 代 *MYOG* 的不同基因型与头半棘肌 pH 值的相关关系接近于显著水平, 表现为显性效应。

表4 大白×梅山 F₁代 MYOG 不同基因型猪的肉质性状的表型值及效应值

性状	表型值			加性效应值	显性效应值
	AA	AB	BB		
pH1	6.431±0.062	6.389±0.026	6.407±0.028	-0.012	0.015
pH2	6.532±0.049	6.503±0.021	6.535±0.023	0.002	0.015
pH3	6.496±0.047	6.463±0.019	6.444±0.021	-0.026	0.004
WHC	92.075±1.009	90.827±0.421	91.379±0.455	-0.348	0.450
MCV1	17.758±0.551	18.135±0.230	17.921±0.249	0.081	-0.148
MCV2	16.880±0.269	17.278±0.112	17.446±0.121	0.283	-0.058
WM	72.992±0.287	73.283±0.120	73.239±0.130	0.123	-0.084
DLR	5.782±0.762	6.733±0.318	6.310±0.344	0.264	-0.344
MM1	3.489±0.066	3.454±0.028	3.527±0.030	0.019	0.027
MM2	(3.994±0.040)ab	(4.002±0.017)a	(4.058±0.018)b	0.032	0.012

同行不同字母表示基因型之间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

表5 大白×梅山 F₂代 MYOG 不同基因型猪的肉质性状的表型值及效应值

性状	表型值			加性效应值	显性效应值
	AA	AB	BB		
pH1	(6.285±0.039)a	(6.385±0.032)b	(6.311±0.031)ab	0.013	-0.044
pH2	(6.407±0.029)ab	(6.461±0.023)a	(6.393±0.023)b	-0.007	-0.031
pH3	6.424±0.027	6.487±0.022	6.433±0.021	0.004	-0.029
WHC	90.986±1.234	91.553±1.001	89.519±0.979	-0.734	-0.650
MCV1	21.816±0.701	22.014±0.569	22.407±0.557	0.296	0.049
MCV2	20.460±0.257	20.759±0.208	20.569±0.204	0.0545	-0.122
WM	2.434±0.112	2.327±0.091	2.445±0.089	0.007	0.057
DLR	73.889±0.137	74.015±0.111	73.791±0.109	-0.049	-0.088
MM1	6.679±0.892	6.254±0.724	7.507±0.708	0.414	0.420
MM2	2.973±0.033	2.979±0.027	2.943±0.026	-0.015	-0.011

同行不同字母表示基因型间的差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

3 结论与讨论

对梅山、大白、长白、大白×梅山 F₁代、梅山×大白 F₁代、长白×大白 F₁代、大白×长白 F₁代以及大白×梅山 F₂代进行 MYOG 的多态性扫描,结合胴体性状和肉质性状进行关联性分析,结果表明: MYOG PCR-RFLP 的多态性与瘦肉率呈显著相关,初步认定 MYOG 可以作为瘦肉率选择的分子标记;在大白×梅山 F₂代群体中, MYOG 的多态性与背最长肌 pH 值、股二头肌 pH 值具有显著的关联;在长白、梅山、大白以及长白×大白 F₁代、大白×梅山 F₁代、梅山×大白 F₁代、大白×长白 F₁代群体中其多态性与股二头肌大理石纹呈显著性相关。

MYOG 的多态性与背膘厚没有显著性相关关系,可能是试验动物不同,且 MYOG 不在脂肪组织

中表达的缘故。

通过对 MYOG 的不同基因型肉质性状进行显著性分析,在梅山、大白、长白和大白×梅山 F₁代、梅山×大白 F₁代、长白×大白 F₁代、大白×长白 F₁代以及大白×梅山 F₂代的群体中发现 MYOG 所引起的性状差异不尽相同。这提示 MYOG 对猪的不同性状可能表现出不同的影响,肉质性状受多基因控制,且基因之间存在复杂的互作关系。

有报道指出,在长白、大白、杜洛克和大河猪^[18]、二花脸猪^[19]中发现 MYOG 3'端的多态性位点。ANTON 等^[20]发现在杜洛克中存在 MYOG 第二内含子的多态性。王伟等^[21]在滇南小耳猪、苏太猪、金华皮特兰杂交猪中发现 MYOG 第二内含子的多态性。而本研究的 8 个群体中没有发现 MYOG 第二内含子的多态性,这可能反映了不同地区和群体的猪

在 *MYOG* 遗传背景上的差异。

参考文献:

- [1] STUPKA R, ČÍTEK J, ŠPRYSL M, et al. Histological characteristics of the musculus longissimus lumborum et thoracis muscle fibres in pigs in relation to selected RYR1, MYOG, MYOD1 and MYF6 genotypes[J]. Acta Veterinaria Brno, 2014, 83(3): 233–237.
- [2] 柴志欣, 信金伟, 王会, 等. MyoG基因多态性与牦牛生长性能的关联分析[J]. 华北农学报, 2018, 33(6): 108–115.
- [3] SUN W, SU R, LI D, et al. Developmental changes in IGF-I and MyoG gene expression and their association with meat traits in sheep[J]. Genetics and Molecular Research, 2014, 13(2): 2772–2783.
- [4] SHEN X X, CUI C, TANG S Y, et al. MyoG-enhanced circGPD2 regulates chicken skeletal muscle development by targeting miR-203a[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2022, 222: 2212–2224.
- [5] LIU H H, WANG J W, LI L, et al. Molecular evolutionary analysis of the duck *MYOD* gene family and its differential expression pattern in breast muscle development[J]. British Poultry Science, 2011, 52(4): 423–431.
- [6] ZHAO X H, LI M Y, XU S S, et al. Expression of myostatin(mstn) and myogenin(myog) genes in zi and rhine goose and their correlation with carcass traits[J]. Brazilian Journal of Poultry Science, 2019, 21(1): 1–6.
- [7] ZHANG Z T, XU F, ZHANG Y N, et al. Cloning and expression of MyoG gene from Hu sheep and identification of its myogenic specificity[J]. Molecular Biology Reports, 2014, 41(2): 1003–1013.
- [8] 郭云雁, 程笃学, 张龙超, 等. MyoG和c-fos基因多态性及其合并基因型与猪肌纤维性状的关联分析[J]. 畜牧兽医学报, 2013, 44(2): 188–196.
- [9] 王健, 董飏, 侯庆永, 等. 太湖鹅MyoG基因多态性与体重的相关性分析[J]. 浙江农业学报, 2015, 27(1): 28–31.
- [10] WEI Y, ZHANG G X, ZHANG T, et al. Myf5 and MyoG gene SNPs associated with Bian chicken growth trait[J]. Genetics and Molecular Research, 2016, 15(3): 1–9.
- [11] 韩银仓, 孙永刚, 陈志. MyoG基因SNP检测及与藏羊体尺性状的关联性分析[J]. 家畜生态学报, 2016, 37(6): 19–23.
- [12] WEI S J. Meat tenderness and water holding capacity are associated with a 959 A G mutation in the MyoG gene of Chinese indigenous cattle[J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10: 5654–5660.
- [13] 刘梅, 高勤学, 王林云, 等. 申农1号猪MyoG基因多态性位点的PCR-RFLP检测[J]. 上海农业学报, 2003, 19(1): 80–83.
- [14] 林万华, 高军, 陈克飞, 等. 猪MyoG基因的PCR-RFLP多态性分析[J]. 遗传, 2003, 25(1): 22–26.
- [15] 熊远著. 种猪测定原理及方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [16] CANARIO L, CANTONI E, LE BIHAN E, et al. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics[J]. Journal of Animal Science, 2006, 84(12): 3185–3196.
- [17] EYO VWUNU D, OMEJE S I, AKPODIETE J O. Effects of genotype on the reproductive traits of the female pigs[J]. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 2016, 9(3): 20–22.
- [18] 王立辛, 苏玉虹, 刘海东, 等. 猪肌肉生长抑制素基因和肌细胞生成素基因多态性对早期生长性状的影响[J]. 畜牧与兽医, 2014, 46(7): 32–36.
- [19] 邵芳, 鲍学凯, 冯宇, 等. 太湖猪(二花脸)GH、MyoG和H-FABP基因遗传多态性分析[J]. 常熟理工学院学报, 2012, 26(8): 55–60.
- [20] ANTON I, FÉSÜS L, ZSOLNAI A. Simultaneous identification of two Msp I polymorphisms of the porcine myogenin gene in Hungarian breeds[J]. Journal of Animal Breeding and Genetics, 2002, 119(4): 280–283.
- [21] 王伟, 魏雪锋, 赵雪, 等. 滇南小耳猪细胞生成素(MyoG)基因多态性的研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2013, 28(4): 482–487.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维