

清远麻鸡 *VIPR-1* 基因 C1704887T、C1715301T 位点与繁殖性状的关联性分析

周敏¹ 沈栩^{2,3} 李莹^{2,3} 许佳俊^{2,3},
李晓鹏^{2,3} 梁少东^{2,3} 何丹林^{2,3} 聂庆华^{2,3*}

(1. 江西教育学院 生物技术研究所, 江西 南昌 330029; 2. 华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642;
3. 广东省农业动物基因组学与分子育种重点实验室, 广东 广州 510642)

摘要: 家禽繁殖内分泌调控机制和血管活性肠肽 I 型受体(vasoactive intestinal peptide receptor - 1, *VIPR-1*) 基因的体内体外表达实验证明, *VIPR-1* 基因参与了繁殖行为的调控。研究以鸡 *VIPR-1* 基因的 C1704887T 与 C1715301T 位点作为繁殖性状的候选标记, 对 512 只清远麻鸡进行基因型检测并分析其与繁殖性状的相关性。研究表明: 位于内含子 6 的位点 C1704887T 与 40 周龄、43 周龄以及 54 周龄的总产蛋数和总正常蛋数显著相关 ($P < 0.05$), 等位基因 C 有利于产蛋; 位于内含子 8 的位点 C1715301T 与 30 周总畸形蛋数显著相关 ($P < 0.05$); 这 2 个位点组成的二倍型与开产日龄呈显著的相关性 ($P < 0.05$), 但这 2 个位点与开产性状无显著相关。研究结果提示: 位点 C1704887T 可作为产蛋量的标记辅助选择的潜在分子标记。

关键词: 清远麻鸡; *VIPR-1* 基因; C1704887T 位点; C1715301T 位点; 繁殖性状

中图分类号: S831.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2286(2011)01-00117-06

Analysis on Association of C1704887T and C1715301T Sites of *VIPR-1* Gene with Reproduction Traits in Qingyuan Partridge Chicken

ZHOU Min¹, SHEN Xu^{2,3}, LI Ying^{2,3}, XU Jia-jun^{2,3},
LI Xiao-peng^{2,3}, LIANG Shao-dong^{2,3}, HE Dan-lin^{2,3}, NIE Qing-hua^{2,3*}

(1. Department of Biological Technology, Jiangxi Institute of Education, Nanchang 330029, China; 2. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. Guangdong Provincial Key Lab of Agro-animal Genomics and Molecular Breeding, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Vasoactive intestinal peptide receptor - 1 (*VIPR-1*) was proved to be involved in the regulation of reproduction behavior in chickens with evidence of endocrine mechanism and expression in vivo and in vitro. In this study, C1704887T and C1715301T of *VIPR-1* gene were used as candidate markers to analyze their associations with reproduction traits in 512 Qingyuan partridge chickens. The markers-trait association analyses showed that, C1704887T in intron 6 was significantly associated with the total number of eggs and total numbers of qualified eggs at 40 w ($P < 0.05$), 43 w ($P < 0.05$), as well as 54 w age ($P < 0.05$), and allele C was positive to egg production. Significant association ($P < 0.05$) was found between C1715301T in

收稿日期: 2010-07-06 修回日期: 2010-09-27

基金项目: 国家高技术计划项目重大专项(2006AA10A120)、江西省教育厅科学技术研究资助项目(GJJ09383)和江西省自然科学基金项目(2008GZN0043)

作者简介: 周敏(1972—)女, 副教授, 博士, 主要从事分子遗传与动物育种研究, E-mail: zhomin904@126.com; *

通讯作者: 聂庆华, 副教授, 硕士生导师。

intron 8 and the total number of oafish eggs at 30 w age ($P < 0.05$). The haplotype block composed of C1704887T and C1715301T was significantly associated with the age of the first egg ($P < 0.05$). All the results indicated that C1704887T might be used as a potential molecular marker of the MAS program for egg production.

Key words: Qingyuan partridge chicken; *VIPR-1* gene; C1704887T; C1715301T; reproduction traits

禽类繁殖性状可根据实际育种需要进行适当的细分,如开产日龄、开产体重、总产蛋数、就巢率和就巢持续天数等,而总产蛋数又可进一步细分为总的合格蛋数、双黄蛋数、畸形蛋数等。血管活性肠肽(vasoactive intestinal peptide, VIP)在禽类下丘脑神经系统中广泛存在,与家鸡的繁殖性能密切相关。用VIP主动或被动免疫家禽,可使就巢行为中断,产蛋量增加^[1-3]。VIP通过位于细胞膜上的受体发挥生理功能,已经证明禽类腺垂体催乳素细胞的细胞膜上有血管活性肠肽1型受体(vasoactive intestinal peptide receptor-1, *VIPR-1*)^[4-5]。鸡的*VIPR-1*基因定位于2号染色体短臂(2p3.2),全长67 906 bp,包括13个外显子,12个内含子^[4]。周敏等^[6-8]在以宁都三黄鸡为试验材料研究*VIPR-1*基因与繁殖性状相关性时发现:位于内含子6的位点C+42913T(即本研究中的C1704887T位点)与300日龄总产蛋数和300日龄的总正常蛋数显著相关($P < 0.05$),内含子8的位点C+53327T(即本研究中的C1715301T位点)与开产日龄极显著相关($P < 0.01$)、与300日龄就巢持续天数呈显著相关($P < 0.05$)以及与77日龄体重和91日龄体重呈极显著相关($P < 0.01$)。

虽然位点C1704887T与C1715301T在宁都三黄鸡中被发现与开产性状、产蛋性状以及就巢性状显著相关,但是这些结果是在特定的群体中得到的,这两个位点在别的群体中是否还与这些性状有关?这两个位点是否可以作为繁殖性状的分子标记用于其它群体的育种选择中?为了进一步验证这两个位点基因突变的效应,有必要在较大规模的其它群体中进行深入研究。本研究以*VIPR-1*基因的C1704887T和C1715301T位点作为繁殖性状的候选标记,选取了广东著名地方肉用鸡种清远麻鸡为研究材料,对这两个位点与清远麻鸡开产性状、产蛋性状以及就巢性的关系进行了分析,探讨*VIPR-1*基因这两个多态位点在家鸡育种中作为遗传标记的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验鸡群

清远麻鸡为广东省著名的小型地方肉用鸡种,因母鸡背羽上有无数芝麻样的斑点而得名,其外貌特征为“一楔、二细、三麻身”,素以皮色金黄,肉质滑嫩,皮脆爽,骨软,风味独特而驰名粤港澳市场。清远麻鸡对本地自然条件和饲养管理适应性强,但也存在着生长速度较慢,个体间生长发育不整齐,产蛋量较低、就巢性较强的特点。成年体质量公鸡为2 180 g,母鸡为1 750 g,平均开产日龄180日龄,年产蛋量70~80枚。

本实验材料选自清远市某种鸡场清远麻鸡F₃代512只母鸡,全程笼养。采取翅静脉采血1.5 mL,加EDTA抗凝,-20℃保存,用于提取基因组DNA。

1.2 性状分析

本研究中分析的性状包括:开产性状(开产体重、开产胫长、开产日龄)3个参数、产蛋性状(30 w总产蛋数、30 w总正常蛋数、30 w总畸形蛋数,40 w产蛋数、40 w总正常蛋数、40 w总畸形蛋数,43 w产蛋数,43 w总正常蛋数、43 w总畸形蛋数,54 w产蛋数,54 w总正常蛋数、54 w总畸形蛋数)12个参数以及就巢性状(30 w就巢起始日龄、30 w就巢持续天数、30 w就巢率,40 w就巢起始日龄、40 w就巢持续天数、40 w就巢率,43 w就巢起始日龄、43 w就巢持续天数、43 w就巢率,54 w就巢起始日龄、54 w就巢持续天数、54 w就巢率)12个参数。

开产体重的测定是采用电子秤称量鸡断食12 h后的体重,单位克;开产胫长的测定是用游标卡尺测定从胫部上关节到第三、四趾间的直线距离(cm);开产日龄为个体第1次产蛋时的日龄(d)。

总产蛋数是指母鸡转入产蛋鸡舍单笼饲养时(90日龄)开始,对每只母鸡的产蛋数进行逐日记录,直至测定周龄,单位为枚;总正常蛋数是指每只鸡从开产测定周龄期间生产的合格蛋数,单位为枚;总畸

形蛋数是指每只鸡从开产测定周龄期间,生产的畸形蛋数包括双黄蛋、软壳蛋、沙壳蛋、过大或过小的蛋等,即所有不符合种蛋标准的蛋,单位为枚。

就巢起始日龄指个体第 1 次就巢时的日龄(d);就巢持续时间指就巢母鸡在整个观察期间(开产至测定周龄期间)发生就巢行为的天数(d);就巢率(%)指在测定周龄期间某种基因型中就巢母鸡数占该基因型母鸡总数的百分比。

1.3 样品基因组的提取与纯化

基因组 DNA 利用常规的苯酚/氯仿抽提制备。

1.4 引物与 PCR 扩增

根据 Zhou M et al^[6]中的结果,合成 2 对引物检测清远麻鸡 *VIPR-1* 基因这 2 个多态位点在 512 个个体中的变异情况。引物序列、扩增长度以及用来检测的位点和检测方法如表 1。全部引物由上海生物技术公司合成。

PCR 反应程序:94 °C 预变性 3 min;94 °C 变性 30 s;58.2 °C 退火 30 s(各引物的退火温度见表 1),72 °C 延伸 30 s;32 个循环;72 °C 后延伸 5 min;10 °C 保存。PCR 产物用 10 g/L 琼脂糖凝胶电泳检测。

表 1 用于基因型检测的引物序列

Tab. 1 Details of 2 primer pairs for genotyping of chicken *VIPR-1* gene

引物名称 Name	引物序列(5'→3') Primer sequence (5'→3')	扩增长度/bp Length	位置 Located	位点 Sites	检测方法 Method	退火温度/°C AT1
I6-6	F: CCCCGTTAAACTCAGCAGAC R: CCCAAAGTCCCACAAGGTAA	434	Intron 6	C1704887T	<i>Hha</i> I	58.2
I8-1	F: CTCCTCAGGCAGACCATCATG R: CTTGCACGTATCCTTGGGTAGC	486	Intron 8	C1715301T	<i>Taq</i> I	58.2

1AT: 退火温度;位点:根据在染色体上的位置计。

1AT referred to annealing temperature; sites were based on the location of chromosome.

1.5 基因型判断

使用 PCR-RFLP 分型。酶切反应体系为:PCR 产物 6.5 μL,内切酶 1.5 μL,10 × buffer 缓冲液 1.0 μL。*Hha* I 酶 37 °C、*Taq* I 酶 65 °C 恒温箱放置过夜。(20~30) g/L 的琼脂糖凝胶电泳检测酶切产物。凝胶成像系统拍照,根据带型判定基因型。

1.6 数据处理

1.6.1 *VIPR-1* 基因多态位点与清远麻鸡繁殖性状相关性分析 由于所观察群体均为产蛋母鸡,且在饲养标准相同条件下单笼饲养,所以标记、单倍型组合与各性状间的关联分析采用 SAS 8.1 GLM 程序进行统计分析。根据性状及供试鸡群的特点,构建混合线性方差分析模型如下: $Y_{ijk} = \mu + S_i + B_j + G_k + e_{ijk}$ 。 Y_{ijk} 表示性状表型值, μ 表示群体均值, S_i 表示系别效应, B_j 表示孵化批次效应, G_k 表示基因型效应, e_{ijk} 表示残差。

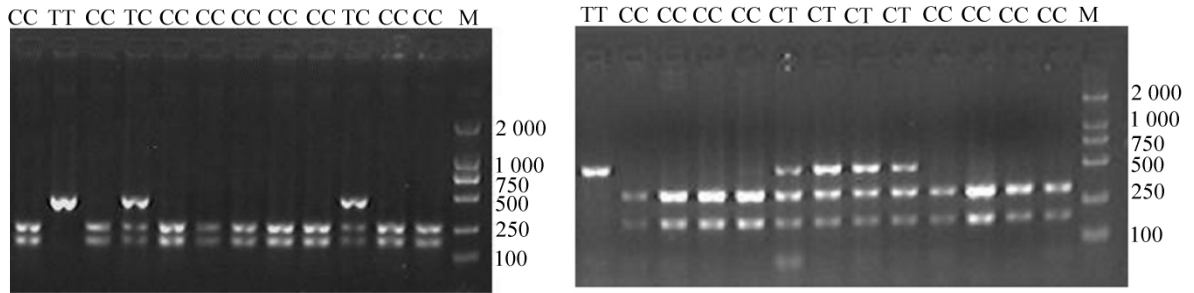
分析位点不同基因型间就巢率的差异,采用卡方检验(χ^2 -test)。利用 Phase V 2.1 软件构建与性状有显著性效应的位点在广东清远麻鸡母系 512 个个体中的单倍型情况。

1.6.2 基因效应分析 加性效应(additive effect, A), $A = (AA - BB) / 2$;显性效应(dominance effect, D), $D = AB - (AA + BB) / 2$ 。

2 结果与分析

2.1 *VIPR-1* 基因 2 个位点 PCR-RFLP 检测结果

C1704887T 位点的 PCR 产物经限制性内切酶 *Hha* I 酶切后,在不同个体间出现了 3 种不同的基因型:TT 型(434 bp)、CT 型(434 + 253 + 181) bp 和 CC 型(253 + 181) bp;C1715301T 位点的 PCR 产物分别经限制性内切酶 *Taq* I 酶切后在不同个体间均产生 3 种基因型:TT(486 bp)、CT 型(486 + 175 + 311) bp 和 CC 型(175 + 311) bp(图 1)。



C1704887T 位点 C170487T site
 C1715301T 位点 C1715301T site
 图 1 *VIPR-1* 基因 C1715301T 与 C1704887T 位点的 PCR-RFLP 基因型判定结果

Fig. 1 The genotypes of C1715301T and C1704887T sites of *VIPR-1* defined by PCR-RFLP

2.2 位点 C1704887T 与清远麻鸡繁殖性状的相关性

分析位点 C1704887T 不同基因型与清远麻鸡繁殖性状的相关性,并估计其加性和显性效应值。从表 2 可以看出,位点 C1704887T 与 40、43 和 54 周龄总产蛋数以及 40、43 和 54 周龄总正常蛋数相关 ($P < 0.05$),TT 型的个体 40 周龄、43 周龄和 54 周龄平均总产蛋数、平均总正常蛋数极显著少于 CC 型和 CT 型个体。从该位点对不同周龄产蛋数的作用方式看,该位点对产蛋数主要是以加性效应起作用,等位基因 C 有利于增加产蛋数。该位点还与开产日龄呈一定的相关趋势 ($0.05 < P = 0.0580 < 0.1$),TT 基因型个体平均开产日龄显著晚于 CC 型和 CT 型个体。与其它繁殖性状不相关 ($P > 0.05$)。

表 2 位点 C1704887T 基因型与笼养清远麻鸡繁殖性状的相关性

Tab. 2 Association of C1704887T genotypes on reproduction traits in Qingyuan partridge chicken under cage condition

性状 Traits	P 值 P value	CC ¹ (345)	CT ¹ (154)	TT ¹ (13)	A ²	D ³
开产日龄/d AFE (d)	0.0580	171.32 ± 0.23 ^a	171.35 ± 0.34 ^a	175.10 ± 1.56 ^b	-1.888 2	-1.857 6
40 周龄总产蛋数/枚 EN40	0.0143 [*]	66.61 ± 0.91 ^A	65.89 ± 1.32 ^A	48.45 ± 6.16 ^B	9.081 2	8.363 7
40 周龄总正常蛋数/枚 QEN40	0.0143 [*]	65.95 ± 0.91 ^A	65.35 ± 1.32 ^A	47.72 ± 6.17 ^B	9.112 7	8.510 5
43 周龄总产蛋数/枚 EN43	0.0141 [*]	76.40 ± 1.08 ^A	74.86 ± 1.57 ^A	55.20 ± 7.31 ^B	10.602 9	9.058 3
43 周龄总正常蛋数/枚 QEN43	0.0143 [*]	75.68 ± 1.08 ^A	74.24 ± 1.57 ^A	54.48 ± 7.32 ^B	10.600 8	9.165 3
54 周龄总产蛋数/枚 EN54	0.0219 [*]	110.71 ± 1.59 ^A	108.98 ± 2.30 ^A	80.95 ± 10.73 ^B	14.879 7	13.152 6
54 周龄总正常蛋数/枚 QEN54	0.0214 [*]	109.89 ± 1.59 ^A	108.31 ± 2.30 ^A	79.94 ± 10.73 ^B	14.975 8	13.396 3

1: 最小二乘均值 ± 标准误; 表中相同字母表示差异不显著,不同字母表示差异显著,大写字母表示差异极显著; () 内数字表示基因型的个体数; 2: 加性效应 = (CC - TT) / 2; 3: 显性效应 = CT - (CC + TT) / 2; * 表示显著相关 ($P < 0.05$)。

1: Least-square Means ± SE. ab Values within a row with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$) or highly significantly ($P < 0.01$). Number in brackets show the numbers of tested individuals of each genotype. 2: additive effect ± SE; 3: dominance ± SE. * indicated $P < 0.05$. AFE: age at first egg; EN40: total number of eggs from AFE to 40 week of age; QEN40: total number of qualified eggs from AFE to 40 week of age; EN43: total number of eggs from AFE to 43 week of age; QEN43: total number of qualified eggs from AFE to 43 week of age; EN54: total number of eggs from AFE to 54 week of age; QEN54: total number of qualified eggs from AFE to 54 week of age.

2.3 位点 C1715301T 与清远麻鸡繁殖性状的相关性

分析位点 C1715301T 不同基因型与清远麻鸡繁殖性状的相关性,并估计其加性和显性效应值。结果见表 3。位点 C1715301T 与 30 周龄总畸形蛋数显著相关 ($P < 0.05$) 与其它繁殖性状不相关 ($P > 0.05$)。多重比较分析发现,杂合子 CT 型个体的 30 周龄平均总畸形蛋数显著的多于两种纯合子个体 ($P < 0.05$)。从该位点对不同周龄总畸形蛋数的作用方式看,该位点对不同周龄总畸形蛋数主要是以显性效应起作用,表现超显性现象,杂合子有利于这个性状。该位点还与开产日龄 ($0.05 < P = 0.0819 < 0.1$)、54 周龄就巢起始日龄 ($0.05 < P = 0.0982 < 0.1$) 呈一定的相关趋势,CC 基因型个体平均开产日龄显著晚于 TT 型个体,TT 型个体的 54 周龄平均就巢起始日龄显著的早于 CC 型和 CT 型个体。

表 3 位点 C1715301T 基因型与笼养清远麻鸡繁殖性状的相关性

Tab. 3 Association of C1715301T genotypes on reproduction traits in Qingyuan partridge chicken under cage condition

性状 Traits	P 值 P value	CC ¹ (369)	CT ¹ (92)	TT ¹ (51)	A ²	D ³
开产日龄/d AFE	0.081 9	171.61 ± 0.22 ^a	171.07 ± 0.44 ^{ab}	170.30 ± 0.59 ^b	0.657 0	0.114 5
30 周龄总畸形蛋数/枚 OEN30	0.027 4*	0.29 ± 0.04 ^a	0.51 ± 0.08 ^b	0.23 ± 0.11 ^a	0.027 0	0.252 7
54 周龄就巢起始日龄/d AB54	0.098 2	80.26 ± 6.93 ^a	82.68 ± 13.85 ^a	39.20 ± 18.41 ^b	20.529 3	22.953 3

1: 最小二乘均值 ± 标准误; 表中相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著, 大写字母表示差异极显著; () 内数字表示基因型的个体数; 2: 加性效应 = (CC - TT) / 2; 3: 显性效应 = CT - (CC + TT) / 2; * 表示显著相关 (P < 0.05)。

1: Least - square Means ± SE. ab Values within a row with no common superscript differ significantly (P < 0.05) or highly significantly (P < 0.01). Number in brackets show the numbers of tested individuals of each genotype. 2: additive effect ± SE; 3: dominance ± SE. * indicated P < 0.05. AFE: age at first egg; OEN30: total number of oafish egg from AFE to 30 week of age; AB54: age of broodiness from AFE to 54 week.

2.4 位点 C1704887T 和 C1715301T 构建的单倍型块与清远麻鸡繁殖性状的相关性

利用 PHASE V2.1 分析位点 C1704887T 和 C1715301T 在清远麻鸡 512 个个体中的单倍型情况, 这 2 个位点在清远麻鸡中构建的单倍型有 4 种, 单倍型组合 8 种。单倍型组合与繁殖性状的相关性见表 4。位点 C1704887T 和 C1715301T 组成的单倍型块与开产日龄呈显著相关 (P < 0.05), 不同二倍型个体间差异显著或极显著, 与 30 周龄就巢起始日龄呈一定的相关趋势 (0.05 < P = 0.066 2 < 0.1)。TC/TC 二倍型个体的平均开产日龄明显要晚于其它 6 种二倍型个体的开产日龄。

表 4 位点 C1704887T 与 C1715301T 构成的二倍型与笼养清远麻鸡繁殖性状的相关性

Tab. 4 Association of C1704887T and C1715301T biotypes on reproduction traits in Qingyuan partridge chicken under cage condition

性状 Traits	P 值 P value	CC/CC ¹ (240)	CC/CT ¹ (70)	CC/TC ¹ (119)	CT/CT ¹ (35)	CT/TC ¹ (19)	CT/TT ¹ (16)	TC/TC ¹ (10)	TC/TT ¹ (3)
开产日龄/d AFE	0.033 6*	171.40 ± 0.27 ^A	171.31 ± 0.50 ^A	171.82 ± 0.38 ^a	170.78 ± 0.71 ^A	170.22 ± 0.95 ^A	169.26 ± 1.03 ^A	175.97 ± 1.68 ^B	169.90 ± 4.13 ^{ab}
30 周龄就巢 起始日龄/d AB30	0.066 2	21.09 ± 3.93 ^A	25.08 ± 7.26 ^A	23.44 ± 5.50 ^A	10.71 ± 10.31 ^A	0.95 ± 13.71 ^A	12.74 ± 14.94 ^A	1.77 ± 24.39 ^A	198.41 ± 59.84 ^B

1: 最小二乘均值 ± 标准误; 表中相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著, 大写字母表示差异极显著; () 内数字表示基因型的个体数; * 表示显著相关 (P < 0.05)。

1: Least - square Means ± SE. ab values within a row with no common superscript differ significantly (P < 0.05) or highly significantly (P < 0.01). Number in brackets show the numbers of tested individuals of each genotype. * indicated P < 0.05. AFE: age at first egg; AB30: age of broodiness from AFE to 30 week.

3 讨 论

清远麻鸡作为优质型的地方品种, 具有体型小、肉质鲜美等特点。尽管清远麻鸡适应性好, 抗病力强, 肌肉风味品质优越, 但至今还是一个未经系统选育的地方良种。虽然该群体经过了 3 个世代的选育和整理, 体型外貌等性状一致性较好, 但从本研究测定的情况看, 其开产日龄、产蛋量、就巢行为等性状均表现出较大的差异。从清远麻鸡 F₃ 代 512 个个体的检测结果可以看出, C1704887T 位点表现出丰富的多态性。与 Zhou et al^[6] 中的结果相比发现, 该位点在红色原鸡、杏花鸡、宁都三黄鸡、白耳黄鸡以及白来航鸡中仅有 CC 和 CT 两种基因型, 而在清远麻鸡中有 3 种基因型, 多态性分布广泛, 与周敏等^[9] 在基础群 (F₁ 代) 结果一致, 暗示该群体选育程度低, 可用做进一步的遗传改良。

鸡的繁殖性状是受多种因素控制的复杂性状, 这些因素间存在高度相关, 或者互相促进, 或者彼此制约。本次研究结果表明: 鸡 *VIPR-1* 基因 C1704887T 位点与清远麻鸡 40 周龄、43 周龄以及 54 周龄的总产蛋数、总正常蛋数有较强的相关。TT 基因型个体的总产蛋数、总正常蛋数极显著的低于 CC 和 CT 型个体的产蛋数, C 等位基因有促进产蛋的趋势。这个结果与周敏等^[7] 在宁都三黄鸡中的结果一

致。进一步验证了该候选位点是一个理想的提高产蛋量的分子标记。在育种中应用时,应着力提高种群 C 等位基因的频率。周敏等^[7-8]以宁都三黄鸡为实验材料,选择了 C1715301T 为候选位点研究该位点与早期产蛋性状发现该位点与开产日龄呈极显著相关($P < 0.01$),与 77 日龄和 91 日龄体重显著相关($P < 0.05$),等位基因 C 有利于开产日龄提前和增加体重。但在本研究中,该位点与开产日龄呈一定的相关趋势,与开产体重并不相关,而且等位基因 C 的效应恰恰跟宁都三黄鸡中的相反。影响开产性状的因素很多,但最主要与品种有关。宁都三黄鸡是江西省重要的具有突出早熟性的地方肉用鸡种,平均开产日龄 100 ~ 120 日龄,而清远麻鸡是广东省著名的肉用鸡种,平均开产日龄 180 日龄。Zhou M et al^[6]以宁都三黄鸡为材料研究该位点与就巢行为的相关性,发现该位点与 300 日龄就巢持续时间显著相关($P < 0.05$),与本研究的结果不一致。从本研究的结果来看,位点 C1715301T 在清远麻鸡中与开产性状、就巢行为都不相关,进一步说明该位点不能作为通用的遗传标记,只能在特定群体中作为遗传标记用于家禽育种选择中。目前利用相邻多态位点构建单倍型块,已成为研究复杂性状相关基因的有效策略^[10-11]。本研究在位点的单个效应分析中发现 C1704887T 和 C1715301T 位点与开产日龄呈一定的相关趋势,而由这两个位点组成的单倍型块与开产日龄显著相关($P < 0.05$),且不同的单倍型组合与产蛋性状存在不同程度的差异,说明这两个位点之间可能存在一定程度的互作。

本文通过对 *VIPR-1* 基因 C1704887T 和 C1715301T 多态位点与优质肉鸡清远麻鸡鸡群开产性状、产蛋性状以及就巢性的相关分析,发现位点 C1704887T 对总产蛋数与总正常蛋数存在显著影响,可以作为提高产蛋量的分子标记。

参考文献:

- [1] Sharp P J, Sterling R J, Talbot R T, et al. The role of hypothalamic vasoactive intestinal polypeptide in the maintenance of prolactin secretion in incubating bantam hens: Observations using passive immunization, radioimmunoassay and immunohistochemistry [J]. *J Endocrinol*, 1989, 122(1): 5 - 13.
- [2] El Halawani M E, Silsby J L, Rozenboim I, et al. Increased egg production by active immunization against vasoactive intestinal peptide in the turkey (*Meleagris gallopavo*) [J]. *Biol Reprod*, 1995, 52(1): 179 - 183.
- [3] El Halawani M E, Whiting S E, Silsby J L, et al. Active immunization with vasoactive intestinal peptide in turkey hens [J]. *Poult Sci*, 2000, 79(3): 349 - 354.
- [4] Kansaku N, Shimada K, Ohkubo T, et al. Molecular cloning of chicken vasoactive intestinal polypeptide receptor complementary DNA, tissue distribution and chromosomal localization [J]. *Biol Reprod*, 2001, 64(5): 1575 - 1581.
- [5] You S, Hsu C C, Kim H, et al. Molecular cloning and expression analysis of the turkey vasoactive intestinal peptide receptor [J]. *Gen Comp Endocrinol*, 2001, 124(1): 53 - 65.
- [6] Zhou M, Lei M, Rao Y, et al. Polymorphisms of vasoactive intestinal peptide receptor - 1 gene and their genetic effects on broodiness in chickens [J]. *Poult Sci*, 2008, 87(5): 893 - 903.
- [7] 周敏, 梁菲菲, 饶友生, 等. *VIPR-1* 基因 12 个多态位点与鸡早期产蛋性状的相关性 [J]. *畜牧兽医学报*, 2008, 39(9): 1147 - 1152.
- [8] 周敏, 刘满清, 徐海平, 等. 血管活性肠肽 I 型受体基因多态性位点与鸡冠高度和体重的相关性 [J]. *中国家禽*, 2009, 31(20): 17 - 20.
- [9] 周敏, 何丹林, 刘满清, 等. 清远麻鸡 *VIPR-1* 基因多态性及与生长性状的关联分析 [J]. *养禽与禽病防治*, 2009(7): 2 - 4.
- [10] Zhang K, Calabrese P, Nordborg M, et al. Haplotype block structure and its applications to association studies: Power and study designs [J]. *Am J Hum Genet*, 2002, 71(6): 1386 - 1394.
- [11] Hoehe M R. Haplotypes and the systematic analysis of genetic variation in genes and genomes [J]. *Pharmacogenomics*, 2003, 4(5): 547 - 570.