



家畜 *DGAT1* 基因的生物学功能及其在遗传育种中的应用研究

宋 天¹, 王大会², 刘 贤³, 安清明², 王献伟³,
茹宝瑞³, 徐泽君³, 雷初朝¹, 陈 宏¹, 黄永震^{1*}

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 铜仁学院农林工程与
规划学院, 贵州 铜仁 554300; 3. 河南省畜牧总站, 郑州 450008)

摘 要: *DGAT1* 基因属于酰基辅酶 A 胆固醇酰基转移酶 (acyl CoA: cholesterol acyltransferase, ACAT) 基因家族, *DGAT1* 基因催化反应的底物为二酰甘油和乙酰辅酶 A (fatty acyl CoAs), 该基因一方面参与脂肪的合成, 在细胞中起到重要的中心代谢作用, 另一方面作为影响家畜泌乳性状和脂肪沉积的重要候选基因, 被认为对乳脂合成、脂肪含量和食用价值均有显著影响。本文通过对 *DGAT1* 基因的生物学功能、分子结构以及该基因多态性与各类家畜经济性状的关联性进行综述, 阐明该基因在家畜发育中的遗传表达规律, 并对 *DGAT1* 基因在家畜育种方面的研究前景做出展望。

关键词: 家畜; *DGAT1*; 生物学功能; 基因多态性; 遗传育种

中图分类号: Q953

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2020)04-0052-05

三酰甘油 (triacylglycerol, TAG) 是一种高还原性碳分子, 在细胞液中形成不溶于水的脂滴, 并提供高能量的还原碳储存。TAG 作为脂质的组成成分之一, 是真核细胞生物体代谢能储存的主要形式^[1]。三酰甘油主要由肝脏、乳腺、小肠黏膜及其它脂肪组织储存或分泌, 若在脂肪组织中过量储存会导致肥胖, 在非脂肪型组织中, 三酰甘油则与组织功能障碍有关。TAG 参与脂蛋白运输和细胞膜合成, 且当机体营养物质缺少或者处于应激状态时, TAG 作为储能的主要分子以提供机体所必需的能量。

酰基辅酶 A: 二酰甘油酰基转移酶 (acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase, *DGAT*) 是催化三酰甘油合成最后一步反应的关键酶和微粒体酶, 对乳用动物乳脂含量的高低有显著影响, 同时也影响脂肪在相关组织的沉积量、肠道中的脂肪吸收、血浆中三酰甘油浓度的调节、体内物质能量代谢、禽蛋和其卵母

细胞的合成等过程; 除此以外, *DGAT1* 也催化甘油二酯、蜡和视黄酯的形成。

脂酰基部分酯化成二酰基甘油, 以形成三酰基甘油 (TAG), 并由两种二酰基甘油酰基转移酶 (*DGAT*) 催化, 且两种酶被 2 个不同基因家族的基因所编码, 分别称为二酰基甘油 O-酰基转移酶 1 (diacylglycerol O-acyltransferase 1, *DGAT1*) 和二酰基甘油 O-酰基转移酶 2 (diacylglycerol O-acyltransferase 2, *DGAT2*), 这两种蛋白都是位于内质网的跨膜蛋白, 二者各自的膜拓扑结构存在显著的不同^[2], 但在哺乳动物全身组织内均广泛表达, 并发挥着各自的作用^[3]。其中 *DGAT1* 催化的反应底物为二酰甘油和乙酰辅酶 A (fatty acyl CoAs), 该基因一方面参与脂肪合成、储存及脂蛋白组装等过程^[4], 在细胞中起到重要的中心代谢作用, 另一方面作为影响家畜泌乳性状和脂肪沉积等其他性状的重要候选基因, 且被认为对家畜乳脂合成、脂肪含量

收稿日期: 2020-02-21 修回日期: 2020-03-06

基金项目: 国家肉牛牦牛产业技术体系专项 (CARS-37); 贵州省科技计划项目 (黔科合支撑 2018-2277 和 2018-1161); 河南省科技攻关计划项目 (2021021102433); 河南省肉牛产业技术体系项目 (S2013-08)

作者简介: 宋天 (1997—), 女, 陕西西安人, 本科生, 主要从事动物遗传与育种研究。E-mail: stsky1012@163.com

* 通讯作者: 黄永震 (1982—), 男, 河南南阳人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事动物遗传与育种研究。E-mail: hyszci@nwafu.edu.cn

和食用价值均有显著影响^[5]。本文通过对 *DGAT1* 的分子结构和定位、生物学功能、其遗传多态性对多种家畜各方面性状的影响进行综述,并对 *DGAT1* 基因在家畜育种研究方面的应用前景做出展望。

1 家畜 *DGAT1* 基因分子结构和定位

人的 *DGAT1* 基因定位于 8q24.3, 含有 18 个外显子;家鼠的 *DGAT1* 基因位于第 15 号染色体 D3 区, 共计含 18 个外显子;牛 *DGAT1* 基因位于第 14 号染色体 19 cm 处, 共计含有 15 个外显子;绵羊的 *DGAT1* 基因位于第 9 号染色体上, 共计 16 个外显子;Nonneman 等^[6] 研究发现等猪 *DGAT1* 基因定位于 SSC4p15, 与微卫星 SW2404 紧密连锁, cDNA 全长 1 935 bp, 共计 16 个外显子;猕猴的 *DGAT1* 基因定位于第 8 号染色体上。

2 *DGAT1* 基因的生物学功能

2.1 *DGAT1* 基因对脂肪代谢的影响

DGAT1 基因参与哺乳动物体组织中三酰甘油的合成, 参与调节机体的能量代谢, 但对生命并非必需, *DGAT1* 缺失的小鼠在长期喂食高脂肪食物后, 吸收后乳糜微粒血症有所减缓, 并在肠细胞细胞质中积累中性脂滴, 此种现象表明 *DGAT1* 基因缺失的小鼠对三酰甘油的吸收率降低^[7]; 研究发现, 缺少 *DGAT1* 的小鼠可通过降低脂肪中贮存的三酰甘油含量而存活, 而敲除 *DGAT2* 基因的小鼠出生后即死亡, 其体内三酰甘油含量降低了 90% 以上, 这表明 *DGAT2* 是主要的三酰甘油储存酶。进一步研究得出, 脂肪细胞中缺少 *DGAT2* 的小鼠在常规或高脂饮食中三酰甘油储存和葡萄糖代谢均正常, 说明 *DGAT2* 对脂肪的储存并非必需。相比之下, 脂肪细胞中缺少 *DGAT1* 的老鼠在进食鼠粮时体内的三酰甘油储存正常, 但在进食高脂肪食物时, 体内脂肪会适度减少, 并伴有葡萄糖的不良耐受。后者的变化与内质网应激通路的激活有关。由此得出结论, *DGAT1* 和 *DGAT2* 可在很大程度上补偿三酰甘油在体内的储存, 且 *DGAT1* 基因在保护内质网免受高脂肪饮食的脂毒侵害方面具有更重要作用^[1]。另有研究发现, 敲除小鼠 *DGAT1* 基因后, 皮脂腺功能发生紊乱, 导致皮毛受损, 皮肤含水量下降, 乳腺中的三酰甘油合成量有所减少, 泌乳量也随之降低^[9]。

2.2 *DGAT1* 基因对胰岛素和瘦素的影响

作为催化哺乳动物三酰甘油合成最后一步的关键酶之一, *DGAT1* 基因缺乏的小鼠能通过增加能量

消耗的机制, 而对饮食引起的肥胖具有一定的抵抗力^[10]。Yu 等^[11] 研究报道了 *DGAT1* 敲除小鼠可存活, 餐后血浆三酰甘油升高的程度有所降低, 胰岛素和瘦素敏感性增加。

DGAT1 缺乏症对严重瘦素抵抗小鼠的胰岛素抵抗和肥胖具有保护作用。相比之下, *DGAT1* 缺乏并不影响瘦素缺乏小鼠的能量和葡萄糖代谢, 造成这类情况的部分原因可能是在瘦素缺乏的情况下, *DGAT2* 表达代偿性上调。在此得出初步结论, 随着相关研究的深入, 抑制 *DGAT1* 基因表达有可能有助于治疗人类肥胖患者的胰岛素抵抗和瘦素抵抗^[10]。

Meegalla 等^[12] 研究发现, 葡萄糖和胰岛素是一种合成代谢信号, 它能上调一系列脂肪生成酶的转录, 将多余的碳水化合物转化为三酰甘油, 从而有效地储存能量。其中葡萄糖优先增强 *DGAT1* 基因 mRNA 的表达, 而胰岛素则特异性地增加 *DGAT2* mRNA 的表达。葡萄糖和胰岛素同时作用于脂肪细胞, 脂肪细胞的细胞膜中 *DGAT* 活性高于分别单独作用于葡萄糖和胰岛素的脂肪细胞, 说明葡萄糖和胰岛素对 *DGAT* 的活化具有加性作用。由于肝脏中 *DGAT1* mRNA 的含量较少, 可初步认为 *DGAT1* 更多地参与了肠道脂肪吸收和脂肪组织中三酰甘油的基础水平合成, 而在脂肪组织中, *DGAT1* 表达较高。

3 *DGAT1* 基因遗传多态性与家畜遗传育种应用

3.1 *DGAT1* 基因多态性对牛相关性状的影响

编码 *DGAT1* 的基因处于牛第 14 号染色体上, 被认为是影响乳脂含量的重要位置和功能候选基因。Thaller 等^[13] 研究利用德国法兰克福牛和荷斯坦牛两种奶牛品种, 研究了 *DGAT1* 中非保守赖氨酸 (K232A) 取代丙氨酸 (K2326A) 对牛奶生产性状的影响。通过多种数量性状基因座 (quantitative trait locus, QTL) 定位试验, 在牛第 14 号染色体的着丝粒区域检测到 1 个 QTL, 该 QTL 对牛奶的脂肪含量有着重要影响。通过对 *DGAT1* K232A 突变中 K 与 A 两种等位基因的对比研究分析可得出, 德国法兰克福牛和荷斯坦牛的乳脂率、蛋白质含量、1~3 泌乳期乳脂总量均有所提高, 泌乳量和乳蛋白总量则有所减少。Dokso 等^[8] 研究了 *DGAT1* K232A 多态性位点及等位基因 K 和 A 变异对克罗地亚荷斯坦、西门塔尔和瑞士褐牛泌乳性状的影响, 从 371 头奶牛的毛发中提取 DNA, 并对 K232A 位点进行扩增, 结果显示, 荷斯坦和瑞士褐牛的 KK 基因型对泌乳量

存在显著影响,而在西门塔尔品种中 KA 和 AA 基因型呈阴性。在乳脂含量方面,荷斯坦品种 KK 基因型、西门塔尔牛的 KA 基因型和瑞士褐牛的 AA 基因型影响较为显著,且 3 个品种的 AA 基因型奶牛所分泌牛乳均具有较高的乳蛋白含量。但 *DGAT1* 基因对泌乳量和乳品质影响不显著 ($P > 0.05$),且 *DGAT1* 多态性对牛奶脂肪酸和矿物质组成存在实质性的影响,与牛奶质量有关^[14]。Vanbergue 等^[15]研究了 *DGAT1* K232A 多态性与随泌乳频率变化而产生的自发脂解作用 (spontaneous lipolysis, SL) 的相关性,认为 *DGAT1* 基因型与牛奶中三酰甘油的 SL 之间存在相关性,并与环境因素 (挤奶频率) 相互作用,但目前尚未阐明这一阶段的致病机制。另有研究认为,瘤胃微生物群、奶牛遗传和饮食结构之间可能存在复杂的相互作用。Van 等^[16]研究了亚麻籽油、*DGAT1* 基因 K232A 多态性以及亚麻籽油与 *DGAT1* 之间的相互作用,是否对瘤胃气体排放、能量和氮代谢、以及泌乳性能等产生影响。采用交叉设计方法,对 24 头泌乳期荷斯坦—弗里斯奶牛分别饲喂两种饲料:对照饲料和亚麻籽油饲料,并在测定相关数值后采用胃管法采集瘤胃液样本。结果表明,*DGAT1* 对瘤胃气体排放、能量代谢、奶牛产奶量和组成等均无影响。但 *DGAT1* KK 基因型的代谢率较低,且与 *DGAT1* AA 基因型相比,牛奶氮效率有降低趋势。此外,*DGAT1* 基因不影响肠内甲烷的排放和生产途径,但影响泌乳性状以外的其他性状,包括代谢情况、氮循环效率和双歧杆菌的相对丰度。且本研究中的亚麻仁油在不依赖于 *DGAT1* 的前提下会降低甲烷排放,并影响瘤胃微生物群及其发酵活性。

3.2 *DGAT1* 基因对羊相关性状的影响

余刚等^[17]对陕北白绒山羊 *DGAT1* 基因的第 14 外显子进行 PCR 扩增,结果显示,在该位点存在由鸟嘌呤到腺嘌呤的突变位点,导致甘氨酸突变为谷氨酸,该位点存在 1 对等位基因 A 和 B,并存在 AA、BB、AB 3 种基因型。经分析,在初生重、断奶重、体高、管围等多个性状上,BB 基因型均优于其他 2 个基因型。Mohammadi 等^[18]研究了洛瑞—巴赫蒂亚羊和泽尔羊 *DGAT1* 基因 16~17 外显子的单核苷酸多态性 (SNPs),为研究 *DGAT1* 基因与部分胴体性状的关系及 2 个绵羊品种间的亲缘关系提供了基础。共屠宰 309 只绵羊,测定胴体重、背膘厚、肥尾重、肥尾百分率、屠宰百分率和调整后的肥尾百分率。PCR-RFLP 分析结果表明,SNP 有 TT(272,37

bp)、TC(309,272,37 bp)、CC(309 bp) 3 种基因型,其中 TT 为优势基因型,T 等位基因为优势等位基因。在 *DGAT1* 位点,CC 羊的脂肪尾重 ($P < 0.05$) 和背膘厚 ($P < 0.01$) 显著增加。本研究结果表明,C 等位基因对肥尾羊的脂肪尾重和背膘厚有显著影响。Sun 等^[19]研究了短链脂肪酸 (SCFAs) 在反刍动物乳脂代谢中的作用,以山羊乳腺上皮细胞 (GMECs) 为研究对象,分别用 3 mmol/L 乙酸盐、丙酸盐和丁酸盐处理 24 h,观察其对脂肪生成的影响。数据显示,丙酸酯和丁酸酯对三酰甘油 (TAG) 的含量和脂滴的形成有明显的促进作用,且丙酸和丁酸盐处理均可上调 *DGAT1* 等其他 6 种基因的表达。可进一步推测,*DGAT1* 的表达量提高,可促使山羊乳脂中的三酰甘油和脂滴合成量增加。Armstrong 等^[20]报道了纯种特克塞尔羔羊的几种与脂质代谢、生长相关的基因中存在的 SNP 与几种胴体性状之间的关系,经检测分析得出,*DGAT1* 基因对羔羊的活重、脂肪厚度、肋眼面积和肩重均有一定的相关性。

3.3 *DGAT1* 基因对猪的影响

猪的脂肪沉积是一个重要的经济性状,与猪背膘厚和肌间脂质量关系密切。当猪从日粮中摄取营养成分以满足机体的生长需求时,若能量供给大于机体所消耗能量,余下的能量则以三酰甘油的形式富集在体内,导致猪背膘厚及体内其他组织的脂肪含量增加。因此,限制三酰甘油的合成量可降低猪背膘的形成。肌内脂肪含量 (IMF) 和背膘厚 (BFT) 则是影响猪肉品质的重要因素。Cui 等^[21]研究 *DGAT* mRNA 表达与肌内脂肪、背膘厚度的关系,利用实时荧光定量 PCR 对 3 个猪品种 (莱芜猪、鲁莱黑猪和大白猪) 共 36 头去势公猪 (114 ± 2 kg) 进行检测,样本分别取自背长肌、背脂肪和肝脏。结果表明,莱芜猪组 *DGAT* mRNA 水平最高,大白猪组最低。进一步得出结论,*DGAT1* 基因表达与 BFT 呈正相关,与 IMF 无关。

3.4 *DGAT1* 基因对兔的影响

对齐兴肉兔 *DGAT1* 部分基因片段进行克隆,并对不同组织中的表达谱进行检测和分析。结果得到 *DGAT1* 基因为长 960 bp 的编码序列,共编码 320 个氨基酸。进行序列比对分析后,发现家兔 *DGAT1* 基因与其他物种的相似性在 80% 以上;且家兔与人的亲缘关系最近,与牛的最远。组织表达谱分析表明,*DGAT1* 基因在心脏、肝脏、背最长肌、皮下脂肪等多种组织中均有表达,且在皮下脂肪中表达量最高,肺

脏组织中表达量最低。该研究为 *DGAT1* 基因对家兔的多方面性状改良、促进生理代谢提供试验依据和理论基础^[22]。

4 展 望

脂肪组织中的三酰甘油是哺乳动物能量代谢的主要贮存体。脂肪分解过程中,脂肪酸从脂肪细胞三酰甘油储存中水解出来,运送到其他组织中作为能耗。*DGAT1* 合成三酰甘油的过程中,可以保护脂肪细胞在脂肪分解过程中免受脂质诱导的内质网络应激。且 *DGAT1* 依赖性脂滴生物在饥饿所诱导的自噬过程中,能够在一定程度保护线粒体。*DGAT1* 缺乏症患者患有先天性腹泻,患者的肠功能衰竭及脂质代谢会发生异常,以顽固性腹泻和营养吸收不良为特征,有时甚至危及生命,其中一部分与 *DGAT1* 的突变有关。引起人类肥胖及与之相关的代谢疾病,如二型糖尿病、高血脂症等严重威胁人类健康。由于机体内白色脂肪组织异常肥大和增生,若三酰甘油的代谢发生不良变化,导致血浆中脂肪酸含量未经酯化而升高,三酰甘油在多种脂肪组织中蓄积量发生异常,从而导致多种代谢相关疾病。*DGAT1* 作为脂肪细胞中控制 TAG 合成的关键酶,在细胞甘油脂类的代谢中起重要作用,为此研究 *DGAT1* 的药理学抑制作用,可用于研制治疗人类肥胖和脂肪代谢异常相关疾病的靶向药物。*DGAT1* 基因在哺乳动物中同样有着至关重要的作用,根据相关报道可知,*DGAT1* 基因多态性在牛、羊、猪、兔等家畜育种方面均有不同程度的贡献。在牛上,*DGAT1* 基因第 8 外显子的 K232A 突变显著影响牛的泌乳性状^[3,8],且对胴体性状和肉质嫩度均有显著影响^[23],可望利用该突变在牛的育种改良方向上取得新的突破。在羊上,*DGAT1* 基因第 14 外显子存在由鸟嘌呤到腺嘌呤的突变位点,其优势基因型在多个性状上均有显著表现,有望对羊的生长和胴体性状方面做出进一步的改进。*DGAT1* 基因同样影响猪的脂肪沉积,有望用于改善猪的肉质性状。目前,国内外针对牛 *DGAT1* 基因与多个性状的关联性研究较多,禽类方面研究较少,而综上述 *DGAT1* 基因对家畜的影响来看,针对该基因开展后续分子标记辅助育种是十分有必要的。

参考文献:

- [1] CHITRAJU C, WALTHER T C, FARESE R V, et al. The triglyceride synthesis enzymes DGAT1 and DGAT2 have distinct and overlapping functions in adipocytes [J]. *Lipid. Res.*, 2019, 60 (6):1112-1120.
- [2] BHATT-WESSEL B, JORDAN T W, MILLER J H, et al. Role of DGAT enzymes in triacylglycerol metabolism[J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2018, 655:1-11.
- [3] 王彦,许恒勇,朱庆,等. 哺乳动物 *DGAT* 基因及其生物学功能研究进展[J]. *遗传*, 2007, 29(10):1167-1172.
- [4] 田璐,岳文斌,黄萌,等. 不同肉牛品种中乙酰辅酶 A: 二酰甘油酰基转移酶基因 (*DGAT1*) 遗传多态性及对胴体性状的影响 [J]. *农业生物技术学报*, 2010, 18(6):1108-1114.
- [5] 张磊,宋雪梅,石放雄,等. 奶牛乳质性状相关基因及其单核苷酸多态性的研究进展 [J]. *中国畜牧兽医*, 2011, 38(1):161-164.
- [6] NONNEMAN D, ROHRER G A. Linkage mapping of porcine DGAT1 to a region of chromosome 4 that contains QTL for growth and fatness[J]. *Anim. Genet.*, 2002, 33(6):472-473.
- [7] BUHMAN K K, SMITH S J, STONE S J, et al. DGAT1 is not essential for intestinal triacylglycerol absorption or chylomicron synthesis[J]. *The Journal of Biological Chemistry*, 2002, 277(28):25474-25479.
- [8] DOKSO A, IVANKOVIĆ A, ZECEVIC E, et al. Effect of *DGAT1* gene variants on milk quantity and quality in Holstein, Simmental and Brown Swiss cattle breeds in Croatia [J]. *Mljekarstv Dairy*, 2015, 65(4):238-242.
- [9] YU Y H, GINSBERG H N. The role of acyl-CoA: Diacylglycerol acyltransferase (DGAT) in energy metabolism [J]. *Ann. Med.*, 2004, 36(4):252-261.
- [10] CHEN H C, SMITH S J, LADHA Z, et al. Increased insulin and leptin sensitivity in mice lacking acyl CoA: Diacylglycerol acyltransferase 1 [J]. *Clinical Investigation*, 2002, 109(8):1049-1055.
- [11] YU T, WU C, SHI H N, et al. Discovery of dimethyl pent-4-ynoic acid derivatives, as potent and orally bioavailable DGAT1 inhibitors that suppress body weight in diet-induced mouse obesity model [J]. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2018, 28(10):1686-1692.
- [12] MEEGALLA R L, BILLHEIMER J T, CHENG D, et al. Concerted elevation of acyl-coenzyme A: Diacylglycerol acyltransferase (DGAT) activity through independent stimulation of mRNA expression of DGAT1 and DGAT2 by carbohydrate and insulin [J]. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2002, 298(3):317-323.
- [13] THALLER G, KRÄMER W, WINTER A, et al. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in German cattle breeds [J]. *Anim. Sci.*, 2003, 81(8):1911-1918.
- [14] BOVENHUIS H, VISKER M H P W, POULSEN N A, et al. Effects of the diacylglycerol o-acyltransferase 1 (DGAT1) K232A polymorphism on fatty acid, protein, and mineral composition of dairy cattle milk [J]. *J. Dairy Sci.*, 2016, 99(4):3113-3123.
- [15] VANBERGUE E, PEYRAUD J L, GUINARD-FLAMENT J, et al. Effects of DGAT1 K232A polymorphism and milking frequency on milk composition and spontaneous lipolysis in dairy cows [J]. *Dairy Sci.*, 2016, 99(7):5739-5749.

- [16] VAN G S, VISKER M H P W, EDWARDS J E, et al. Linseed oil and DGAT1 K232A polymorphism: Effects on methane emission, energy and nitrogen metabolism, lactation performance, ruminal fermentation, and rumen microbial composition of Holstein-Friesian cows[J]. Dairy Sci., 2017,100(11):8939-8957.
- [17] 余刚,罗军,刘俊霞,等. 陕北白绒山羊 *DGAT1* 基因外显子 14 多态性及其与部分生长和胴体性状的关系[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008,36(5):1-6.
- [18] MOHAMMADI H, SHAHREBABA M M, SADEGHI M, et al. Association between single nucleotide polymorphism in the ovine *DGAT1* gene and carcass traits in two Iranian sheep breeds[J]. Anim. Biotechnol., 2013,24(3):159-167.
- [19] SUN Y, LUO J, ZHU J, et al. Effect of short-chain fatty acids on triacylglycerol accumulation, lipid droplet formation and lipogenic gene expression in goat mammary epithelial cells[J]. Anim. Sci. J., 2016,87(2):242-249.
- [20] ARMSTRONG E, CIAPPESONI G, IRIARTE W, et al. Novel genetic polymorphisms associated with carcass traits in grazing Texel sheep[J]. Meat Science, 2018,145:202-208.
- [21] CUI J X, ZENG Y Q, WANG H, et al. The effects of *DGAT1* and *DGAT2* mRNA expression on fat deposition in fatty and lean breeds of pig[J]. Livestock Science 2011,140(1/3):292-296.
- [22] 邝良德,任永军,谢晓红,等. 家兔 *DGAT1* 基因的克隆及其组织表达谱分析[J]. 江苏农业科学, 2015(10):41-44.
- [23] FORTES M R, CURI R A, CHARDULO L A, et al. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness[J]. Genetics and Molecular Biology, 2009,32(1):75-82.

Biological Function of *DGAT1* Gene and Its Application in Genetic Breeding in Livestock

SONG Tian¹, WANG Da-hui², LIU Xian³, AN Qing-ming², WANG Xian-wei³,
RU Bao-rui³, XU Ze-jun³, LEI Chu-zhao¹, CHEN Hong¹, HUANG Yong-zhen^{1*}

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi, 712100; 2. College of Agriculture and Forestry Engineering, Tongren University, Tongren, Guizhou 554300; 3. Henan Provincial Animal Husbandry General Station, Zhengzhou 450008)

Abstract: *DGAT1* gene belonged to the acyl coenzyme A cholesterol acyltransferase (acyl CoA: cholesterol acyltransferase, ACAT) gene family, whose catalytic reaction substrates were diacylglycerol and acetyl-CoA (fatty acyl CoAs). On the one hand, this gene involved in the synthesis of fat, and played an important role in the center metabolism of the cells. On the other hand, as the important candidate genes that affected the lactation traits and fat deposition of livestock, it was considered to have significant impact on the milk fat synthesis, fat and edible value. So, through reviewing the biological function and molecular structure of *DGAT1* gene as well as the relationship between the polymorphism of *DGAT1* gene and various economic traits of livestock, this paper clarified the genetic expression of *DGAT1* gene in the development of livestock and made the research prospects of *DGAT1* gene in livestock breeding.

Key words: livestock; *DGAT1*; biological function; genetic polymorphism; genetic breeding