

三河牛成年母牛体尺体重性状遗传参数估计

董刚辉¹, 张旭¹, 王雅春^{1*}, 吴宏军², 刘爱荣³, 张毅¹, 王东升²,

崔久辉³, 袁鹏², 姜立鑫², 周磊², 赵健²

(1. 中国农业大学动物科技学院, 北京 100193; 2. 内蒙古海拉尔谢尔塔拉种牛场, 海拉尔 021000;

3. 内蒙古海拉尔农牧场管理局, 海拉尔 021000)

摘要:旨在建立三河牛成年母牛体尺和体重性状遗传分析模型, 估计群体遗传参数, 为确立三河牛育种目标和制定选择指数提供基础参数。本研究以 1997-2010 年采集的内蒙古谢尔塔拉种牛场核心群 4 491 头三河牛 48 946 条体尺体重记录为研究材料, 以体高、体斜长、胸围、管围、体重、腹围、背高、十字部高、胸深、胸宽、腰角宽、坐骨宽、尻长、头长、额宽 15 个成母牛体尺体重性状为研究对象, 使用 DMU 软件的 AI-REML 结合 EM 算法, 配合多性状动物模型, 以母牛月龄为固定效应, 场年季和加性遗传效应为随机效应, 估计各性状方差组分, 计算遗传力和遗传相关, 根据各性状育种值分析其遗传趋势。结果表明, 成年母牛体高、体斜长、胸围、管围、体重、腹围、背高、十字部高、胸深、胸宽、腰角宽、坐骨宽、尻长、头长、额宽的遗传力分别为 0.73 ± 0.02 、 0.58 ± 0.02 、 0.43 ± 0.03 、 0.51 ± 0.02 、 0.41 ± 0.03 、 0.51 ± 0.03 、 0.60 ± 0.03 、 0.69 ± 0.03 、 0.55 ± 0.03 、 0.26 ± 0.02 、 0.28 ± 0.03 、 0.17 ± 0.02 、 0.21 ± 0.02 、 0.69 ± 0.03 、 0.55 ± 0.03 。成年母牛体尺体重性状间遗传相关系数为 $-0.19 \sim 0.92$, 表型相关系数为 $-0.30 \sim 0.93$ 。体高、背高、十字部高 3 个体高性状之间具有较高相关性, 遗传相关系数为 $0.79 \sim 0.88$, 表型相关系数为 $0.76 \sim 0.93$ 。与繁殖性能相关的体尺性状, 如腰角宽、坐骨宽、尻长之间遗传相关较低 ($0.11 \sim 0.34$), 表型相关中等 ($0.50 \sim 0.83$)。三河牛成年母牛体尺体重性状, 总体上属于中高遗传力性状, 与繁殖相关的体尺性状间遗传相关较低; 而体躯结构类性状之间遗传相关较高。应进一步加强三河牛选育体系的建设, 在各经济重要性状的遗传水平上取得稳定进展。

关键词: 三河牛; 体尺体重; 遗传参数; 遗传趋势

中图分类号: S823.2

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2017)10-1843-12

Genetic Parameter Estimation of Body Size and Weight of Adult Sanhe Cows

DONG Gang-hui¹, ZHANG Xu¹, WANG Ya-chun^{1*}, WU Hong-jun², LIU Ai-rong³, ZHANG Yi¹,
WANG Dong-sheng², CUI Jiu-hui³, YUAN Peng², JIANG Li-xin², ZHOU Lei², ZHAO Jian²

(1. College of Animal Science and Technology, China Agricultural

University, Beijing 100193, China;

2. Xieertala Breeding Farm in Inner Mongolia, Hailar 021000, China;

3. Agriculture and Animal Husbandry Administration Bureau of Hailar in Inner
Mongolia Autonomous Region, Hailar 021000, China)

Abstract: This study was conducted to establish model for genetic analyses of adult body size and body weight in Sanhe cattle, and to estimate population genetic parameters, in order to provide foundational parameters for establishing breeding objective and forming selection index for Sanhe cattle. Body size and body weight data of 4 491 adult Sanhe cows were measured from 1997 to

收稿日期: 2017-01-23

基金项目: “十二五”科技支撑计划课题(2011BAD28B02); 现代农业(奶牛)产业技术体系建设专项资金(CARS-37); 国家自然科学基金(31172191); 长江学者和创新团队发展计划(IRT1191)

作者简介: 董刚辉(1989-), 男, 山东曹县人, 硕士生, 主要从事分子数量遗传学研究, E-mail: ganghui89@126.com

* 通信作者: 王雅春, 副教授, E-mail: wangyachun@cau.edu.cn

2010, a total of 48 946 records were collected from Xiertala Cattle Farm of Inner Mongolia, where the nuclear herd for Sanhe cattle were located, and used for genetic analyses. The 15 body size and body weight traits included body height(BOH), body length (BL), chest girth (CG), cannon circumference(CC), body weight (BW), abdomen circumference (AC), back height (BAH), hip cross height(HCH), chest depth (CD), chest width (CW), hip width (HW), pin bone width (PBW), rump length (RL), head length (HL) and forehead width (FW). DMU package was used for genetic evaluation(AI-REML and EM algorithm) combined with multiple traits animal model, considering age of cow as fixed effect, farm-year-season and additive genetic effect as random effects. Heritabilities and genetic correlations were computed based on estimated variance components, and genetic trends of all traits were analyzed based on estimated breeding values. The results showed that the estimated heritabilities of BOH, BL, CG, CC, BW, AC, BAH, HCH, CD, CW, HW, PBW, RL, HL and FW in adult cows were 0.73 ± 0.02 , 0.58 ± 0.02 , 0.43 ± 0.03 , 0.51 ± 0.02 , 0.41 ± 0.03 , 0.51 ± 0.03 , 0.60 ± 0.03 , 0.69 ± 0.03 , 0.55 ± 0.03 , 0.26 ± 0.02 , 0.28 ± 0.03 , 0.17 ± 0.02 , 0.21 ± 0.02 , 0.69 ± 0.03 and 0.55 ± 0.03 , respectively. The genetic correlation coefficient among body size and weight traits for adult cows were from -0.19 to 0.92 , and their phenotypic correlation coefficient were from -0.30 to 0.93 . The genetic correlation coefficient among BOH, BAH and HCH were $0.79-0.88$, and their phenotypic correlation coefficient were $0.76-0.93$. Genetic correlation among HW, PBW and RL were low ($0.11-0.34$), and their phenotypic correlation were medium ($0.50-0.83$). The heritabilities of body size and body weight in adult Sanhe cows are medium to high inheritable traits in general. In which, low genetic correlation exists among traits related to reproduction performance, while higher genetic correlation exists among traits related to body structure. It is suggested that selection system for Sanhe cattle should be strengthened, so that genetic level of economically important traits could be improved steadily.

Key words: Sanhe cattle; body size and weight; genetic parameters; genetic trend

体型外貌是体躯结构的外部表现,也是品种特征。实践证明,具有标准功能体型的牛群生产性能良好,经济效益高。奶牛业机械化、集约化程度的提高,要求有标准体型适应机械化挤奶和高效生产管理。遗传参数在制定育种计划、选择方法及预测选择反应和遗传趋势方面都起着重要的作用^[1]。内蒙古三河牛是中国自主培育的优良兼用牛品种,其生活环境独特,冬季严寒漫长,青草期仅为全年的三分之一。6~9月中旬,充分利用青草期昼夜放牧,其余时间进行舍饲,形成独特的“放牧+舍饲”饲养方式,严酷的生存环境使三河牛具有耐粗饲、宜牧、抗寒、适应性强等特点^[2-4]。遗传参数具有群体特异性,独特的生存环境使三河牛具有独特的生理特点,因此对三河牛进行遗传参数估计很有必要。长期积累的生产性能数据为三河牛经济性状遗传参数评估提供了可行性。马秋萌^[5]、于洋等^[6]、张艳花等^[7]、白堃^[8]、任小丽等^[9]均报道过三河牛的部分体尺体

重性状遗传参数,但是以上研究涉及性状较少,研究结果差异较大,腹围、背高、十字部高、胸深、胸宽、腰角宽、坐骨宽、尻长、头长、额宽更是无人涉及。

本研究运用 SAS9.13、DMU 软件对数据进行处理,剔除异常数据后,采用 AI (Average information)-REML (Residual maximum likelihood) 结合 EM (Expectation maximization) 算法并配合多性状动物模型对各性状影响因素方差组分进行估计,计算各性状遗传力和遗传相关,利用各性状育种值分析其遗传趋势,旨在为三河牛优化育种方案、提高选种准确性提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究于 2013 年开始对内蒙古海拉尔谢尔塔拉牛场 1997-2010 年生产数据进行收集,2014 年在中国农业大学分子数量遗传学实验室进行数据分

析。剔除父号(或母号)记录缺失(或不准确)、表型值记录不合理及在“ $\bar{X} \pm 3\sigma$ ”之外的记录后,共得到 77 头公牛后代的 4 491 头母牛的 48 946 条体尺体重数据。根据当地气候将月份划分为 3 个季节,冷季(11~3 月)、暖季(4 月、10 月)、热季(5~9 月)。

1.2 遗传参数估计模型

遗传参数估计模型: $y_{ijkl} = age_i + hys_j + a_k + e_{ijkl}$, 其中, y_{ijkl} 是体尺体重表型记录; age_i 是成年母牛月龄固定效应; hys_j 是场-年季随机效应; a_k 是加性遗传随机效应; e_{ijkl} 是随机残差效应。 hys_j 服从平均数为 0, 方差为 σ_{hys}^2 的正态分布; a_k 服从平均数为 0, 方差为 $A\sigma_a^2$ 的正态分布; e_{ijkl} 服从平均数为 0, 方差为 σ_e^2 的正态分布。

表 1 三河牛成年母牛体尺体重性状描述性统计量

Table 1 Descriptive statistics of body size and weight traits in adult Sanhe cows

性状 Trait	观察值个数 N	平均值 Mean	标准差 SD	最小值 Minimum	最大值 Maximum
体高/cm Body height(BOH)	5 201	135.21	3.94	123	148
体斜长/cm Body length(BL)	5 228	159.57	7.00	138	181
胸围/cm Chest girth(CG)	5 220	192.49	8.73	165	220
管围/cm Cannon circumference(CC)	5 217	19.50	1.01	17	22
体重/kg Body weight(BW)	5 198	540.63	67.24	336	748
腹围/cm Abdomen circumference(AC)	4 001	238.69	16.79	187	290
背高/cm Back height(BAH)	2 111	135.58	5.02	119	153
十字部高/cm Hip cross height(HCH)	2 086	138.92	4.83	125	154
胸深/cm Chest depth(CD)	2 099	73.70	6.23	53	93
胸宽/cm Chest width(CW)	2 066	40.32	7.08	19	62
腰角宽/cm Hip width(HW)	2 114	51.08	5.54	34	68
坐骨宽/cm Pin bone width(PBW)	2 117	30.72	7.90	12	48
尻长/cm Rump length(RL)	2 095	50.66	5.32	34	64
头长/cm Head length(HL)	2 096	49.65	3.38	38	60
额宽/cm Forehead width(FW)	2 097	22.24	1.57	18	27

2.2 月龄效应估计值

本研究中,成年母牛指年龄大于等于 24 月龄的母牛,三河牛体尺体重在 24 月龄后没有终止生长,因此在模型里将个体月龄作为一个固定效应。从图 1 中个体月龄对成母牛性状效应值变化曲线来看,39 月龄前,各性状的效应值随月龄的增加而增加,其中体高、体斜长、胸围、管围、背高、十字部高、头长 39 月龄前受月龄变化影响较大,体重、腹围、胸深、胸宽、腰角宽、尻长、额宽随月龄变化影响较小,39

2 结果

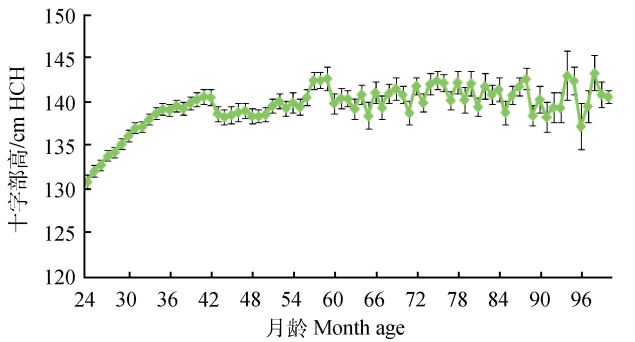
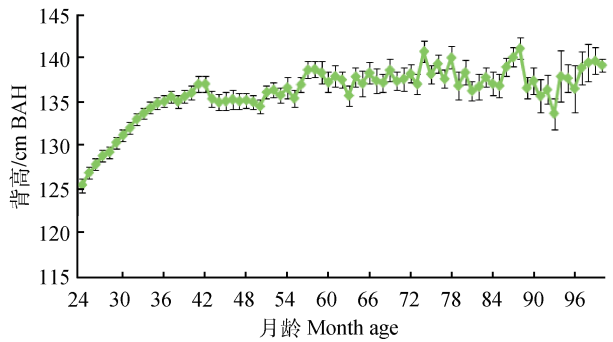
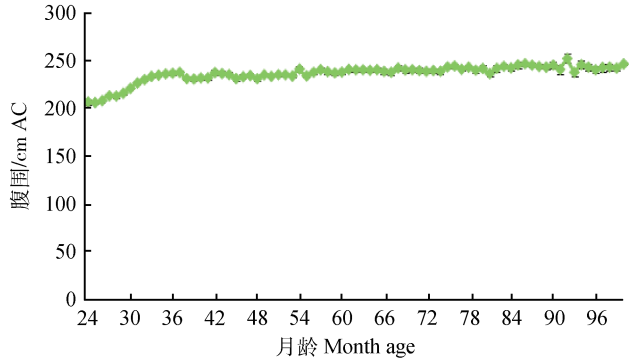
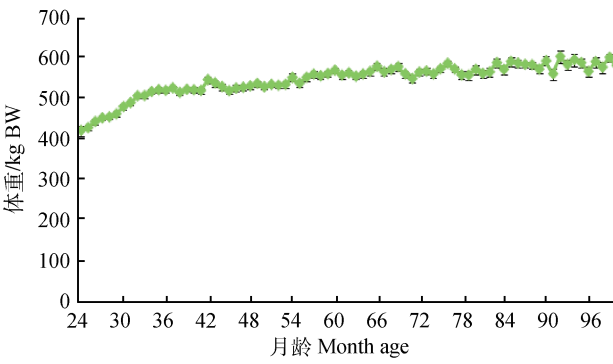
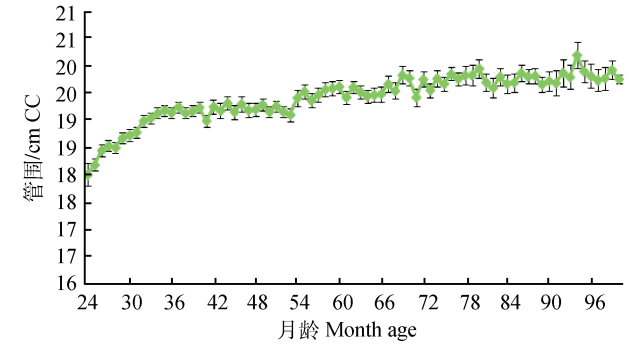
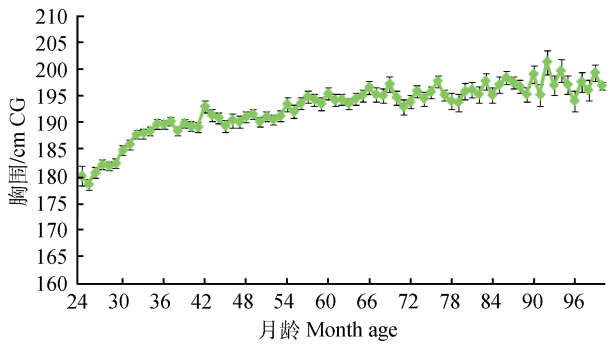
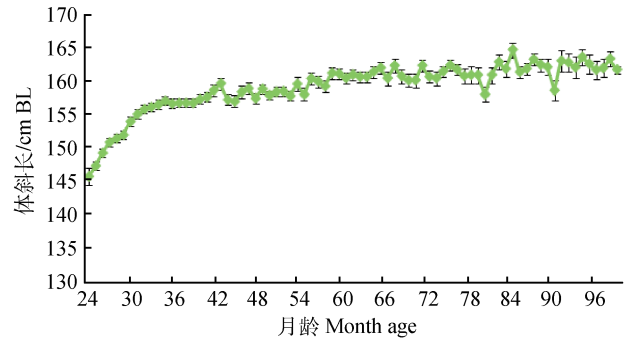
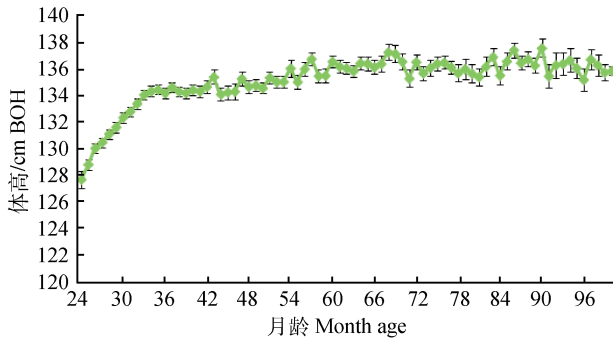
2.1 三河牛成年母牛体尺体重性状描述性统计量

表 1 列出了三河牛成年母牛各性状的观察值个数、平均值、标准差、最大值和最小值等统计量。可以看出,体高、体斜长、胸围、管围、体重的数据量均达到 5 000 条以上,数据量可观。外貌是体躯结构的外部表现,是品种特征。乳肉兼用牛体貌特征中包括髻甲与背腰成一直线,本研究体高(即髻甲高)(135.21 ± 3.94)cm、背高(135.58 ± 5.02)cm、十字部高(138.92 ± 4.83)cm 基本符合这一乳肉兼用特征。

月龄后,月龄对母牛的坐骨宽效应开始下降。39 月龄前曲线波动较小,之后波动较大。

2.3 遗传力

表 2 显示,三河牛成年体尺体重遗传力除胸宽、腰角宽、坐骨宽、尻长遗传力在 0.17~0.28 之间,其余体尺性状遗传力均在 0.30 以上,属于较高遗传力。体高、背高、十字部高、头长遗传力范围 0.60~0.73,遗传力较高。



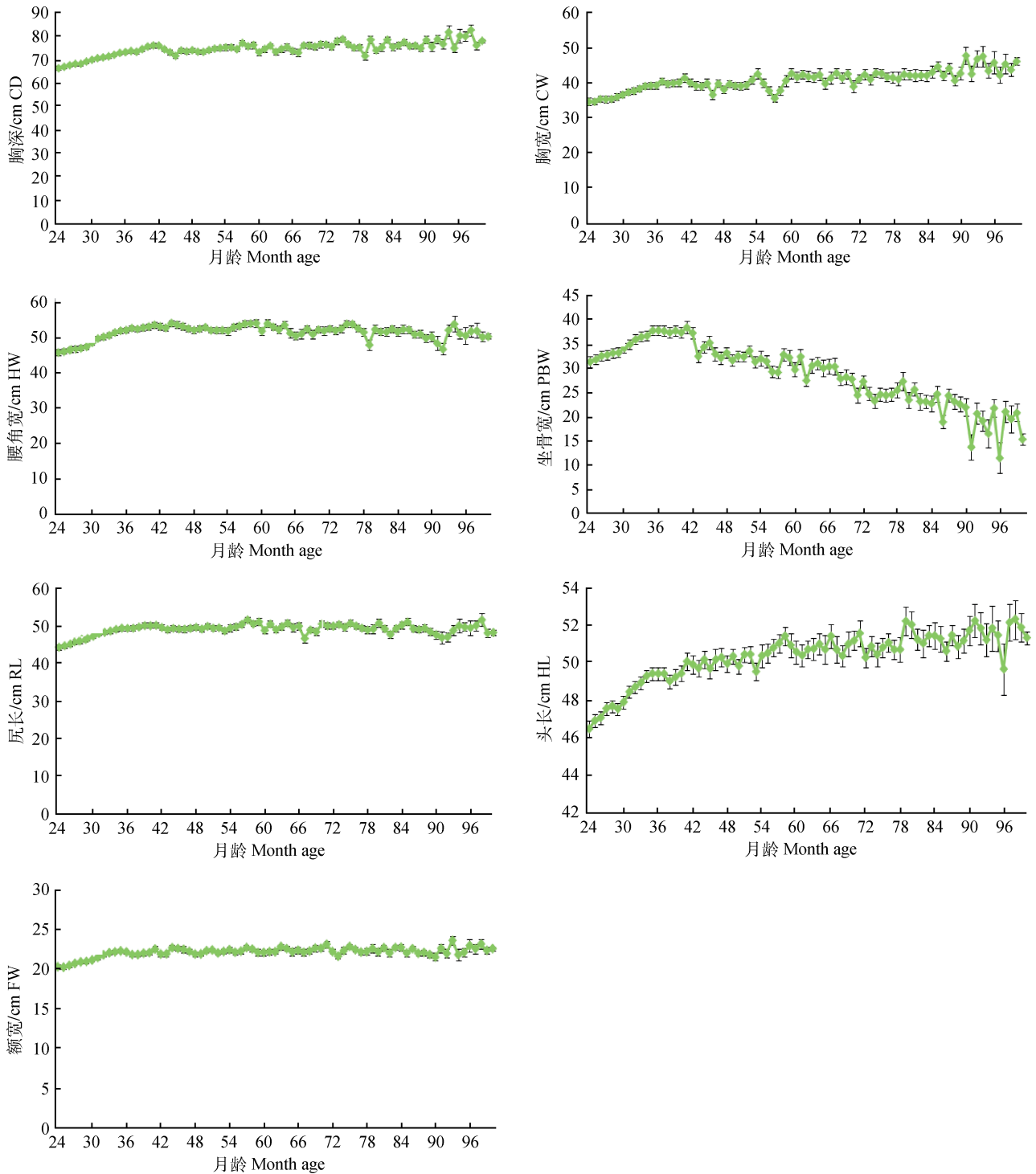


图 1 三河牛成年母牛体尺体重性状月龄固定效应估计值

Fig. 1 Estimates of fixed effects of month age for body size and weight traits in adult Sanhe cows

三河牛成年体尺体重性状间遗传相关、表型相关如表 3 所示,其中体高、背高、十字部高之间遗传相关在 0.79~0.88 之间,表型相关在 0.76~0.93 之间,具有较高相关性。腰角宽、坐骨宽、尻长之间

遗传相关在 0.11~0.34 之间,表型相关在 0.50~0.83 之间,遗传相关与表型相关的一致性稍差。体重与胸围间遗传相关为 0.92,表型相关 0.91,相关程度较高。

表 2 三河牛成年母牛体尺体重性状遗传力估计

Table 2 Heritability estimation for body size and weight traits in adult Sanhe cows

性状 Trait	场年季随机效应 方差 σ_{HYS}^2	加性遗传方差 σ_A^2	随机残差 σ_E^2	表型方差 σ_p^2	遗传力 h^2
体高/cm Body height(BOH)	1.53	13.64	3.38	18.55	0.73±0.02
体斜长/cm Body length(BL)	6.15	28.18	14.19	48.53	0.58±0.02
胸围/cm Chest girth(CG)	13.39	33.56	31.69	78.64	0.43±0.03
管围/cm Cannon circumference(CC)	0.19	0.56	0.35	1.09	0.51±0.02
体重/kg Body weight(BW)	602.42	1 621.46	1 734.19	3 958.07	0.41±0.03
腹围/cm Abdomen circumference(AC)	79.52	144.48	61.58	285.58	0.51±0.03
背高/cm Back height(BAH)	19.75	11.12	1.85	32.73	0.60±0.03
十字部高/cm Hip cross height(HCH)	6.79	19.67	1.96	28.42	0.69±0.03
胸深/cm Chest depth(CD)	16.07	22.39	2.45	40.91	0.55±0.03
胸宽/cm Chest width(CW)	55.71	20.55	3.47	79.73	0.26±0.02
腰角宽/cm Hip width(HW)	26.24	11.41	3.00	40.65	0.28±0.03
坐骨宽/cm Pin bone width(PBW)	94.51	20.28	3.27	118.06	0.17±0.02
尻长/cm Rump length(RL)	27.98	7.64	1.54	37.17	0.21±0.02
头长/cm Head length(HL)	1.60	5.11	0.72	7.42	0.69±0.03
额宽/cm Forehead width(FW)	0.84	1.61	0.49	2.94	0.55±0.03

2.4 遗传趋势

对三河牛各性状育种值进行估计,由此计算出的遗传趋势见图 2。本研究有记录个体最早生于 1989 年,数据由 1997 年开始记录。自 1986 年三河牛品种鉴定以来,人们对其做了大量工作,然而从图 2 的各性状遗传趋势看,三河牛各性状遗传进展无明显趋势,且 20 世纪 90 年代之后个体育种值变异增大。

3 讨论

体型外貌是体躯结构的外部表现,属于品种特征。三河牛成年体重 540.63 kg,体高 135.21 cm,按照 BPI(体重(kg)/体高(cm))分类标准,BPI ≥ 3.9 为标准化肉用牛^[10-11],三河牛 BPI 为 4.0,属于肉用牛,说明其肉用性能良好。三河牛成年母牛胸围为(192.49±8.73)cm,体斜长为(159.57±7)cm。据体重估算公式^[12]:体重(kg)=胸围²(m)×体斜长(m)×90,估算出三河牛成年母牛体重为 532.12 kg,在实际体重((540.63±67.24) kg)范围内,三河牛成年母牛体高为(135.21±3.94) cm,将三河牛成

年母牛体高、体重与中国黄牛(秦川牛、南阳牛)、中国荷斯坦牛、兼用牛(中国西门塔尔牛、西门塔尔牛)、大型肉牛(利木赞牛、夏洛莱牛)进行比较^[13-14],如图 3 所示。三河牛成母牛体重大于中国黄牛(秦川牛、南阳牛),低于大型奶牛(中国荷斯坦牛)、大型肉牛(利木赞牛、夏洛莱牛)、西门塔尔牛,与中国西门塔尔牛相当。成年母牛体高大于中国黄牛(秦川牛、南阳牛)和大型肉牛(利木赞牛、夏洛莱牛),但低于大型奶牛(中国荷斯坦牛)。

从月龄对成年母牛性状影响的变化曲线来看,39 月龄前,各性状的效应值随着月龄的增加而增加,其中体高、体斜长、胸围、管围、背高、十字部高和头长随月龄变化较大,体重、腹围、胸深、胸宽、腰角宽、尻长和额宽受月龄影响较小。说明在当地气候环境下,三河牛大约 3.5 岁成年。39 月龄后,月龄对母牛的坐骨宽效应开始下降,可能是随着月龄的增加,受产犊、繁殖疾病的影响,成母牛坐骨宽变窄,繁殖性能下降,也可能是由于群体特殊结构、研究数据结构等原因造成的,需要进一步研究。39 月龄前效应曲线波动较小,之后波动较大,可能是由 39 月龄前个体较多,39 月龄后个体较少造成的。

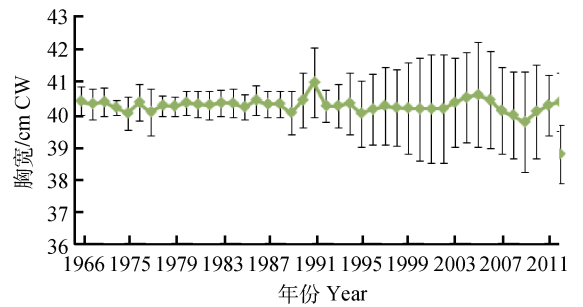
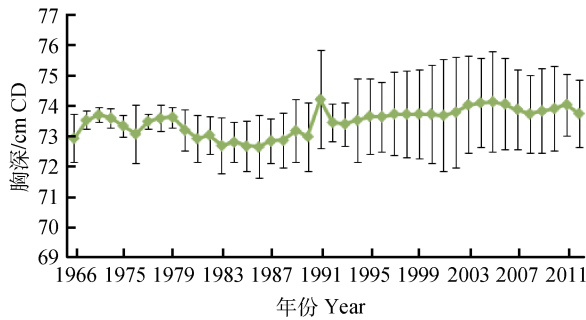
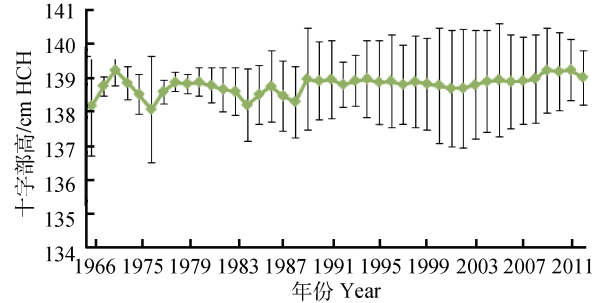
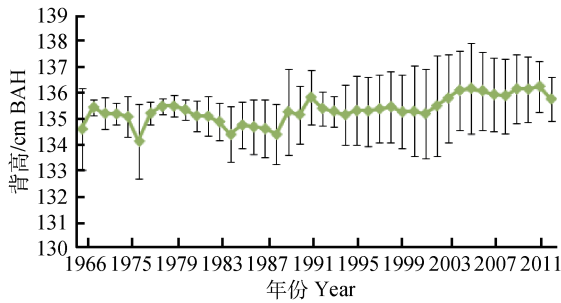
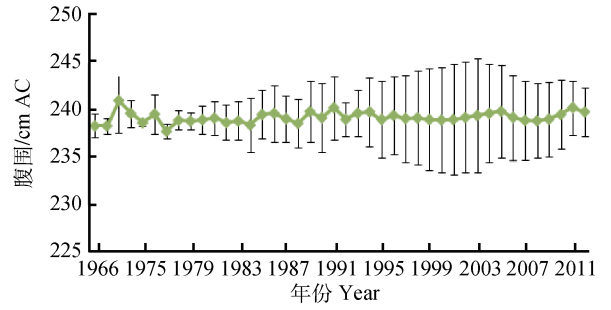
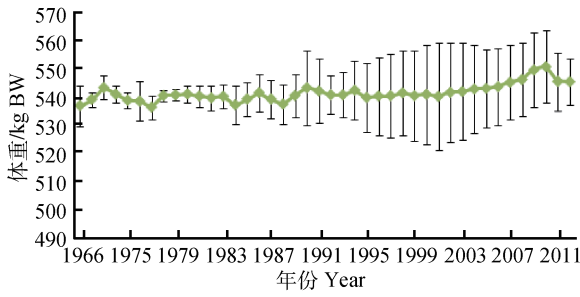
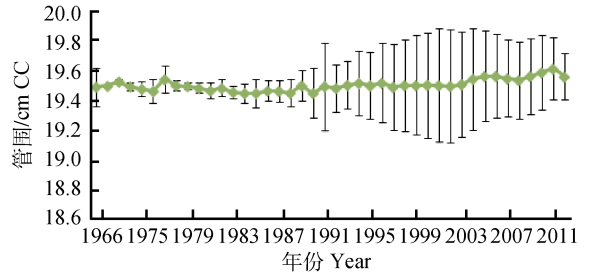
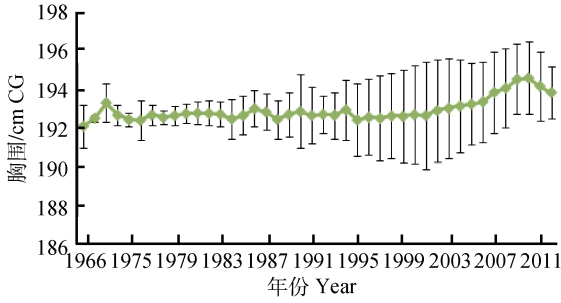
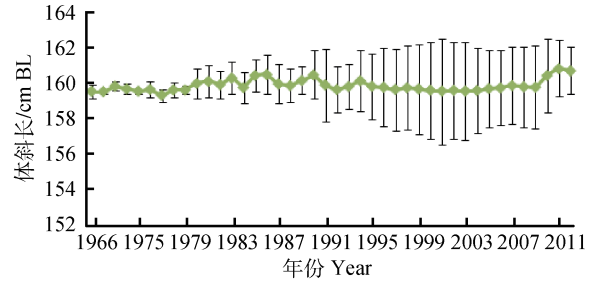
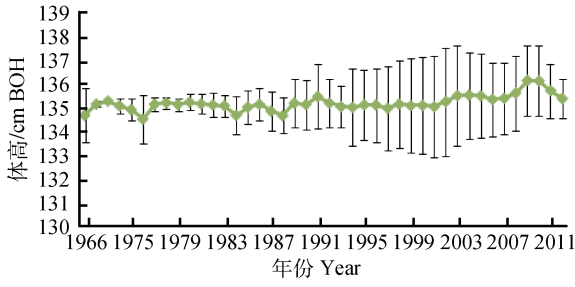
表 3 三河牛成年母牛体尺体重性状间的遗传相关和表型相关估计值

Table 3 Phenotypic and genetic correlations among body size and weight traits in adult Sanhe cows

性状 Trait	体高 BOH	体斜长 BL	胸围 CG	管围 CC	体重 BW	腹围 AC	背高 BAH	十字部高 HCH	胸深 CD	胸宽 CW	腰角宽 HW	坐骨宽 PBW	尻长 RL	头长 HL	额宽 FW
体高 BOH	0.47	—	—	0.28	0.58	—	0.79	0.81	—	—	0.31	-0.04	0.33	0.29	0.15
体斜长 BL	0.49	—	—	0.30	0.73	—	0.39	0.43	0.30	—	0.28	-0.07	0.32	0.22	0.25
胸围 CG	—	—	—	0.32	0.92	0.45	0.42	0.43	0.33	0.07	0.28	0.06	0.27	0.22	0.13
管围 CC	0.36	0.40	0.35	0.37	0.35	0.37	0.40	0.37	0.36	0.01	0.24	0.22	0.30	0.31	0.23
体重 BW	0.53	0.66	0.91	0.38	0.35	0.44	0.47	0.46	0.40	0.17	0.37	-0.15	0.28	0.29	0.13
腹围 AC	—	—	0.53	0.42	0.55	0.27	0.32	0.23	0.27	0.13	—	—	0.08	0.22	0.06
背高 BAH	0.93	0.26	0.26	0.33	0.28	0.27	—	0.88	0.37	0.19	0.34	0.14	0.36	0.36	0.20
十字部高 HCH	0.76	0.30	0.26	0.35	0.30	0.27	0.86	—	0.37	0.19	0.43	0.19	0.43	0.33	0.28
胸深 CD	—	0.20	0.19	0.21	0.23	0.20	0.22	0.21	—	0.21	0.40	0.07	0.26	0.31	0.28
胸宽 CW	—	—	0.05	0.18	0.07	0.08	0.29	0.26	-0.17	—	0.24	-0.19	0.14	0.18	0.21
腰角宽 HW	0.20	0.30	0.23	0.29	0.25	—	0.18	0.33	-0.11	0.31	—	0.21	0.34	0.31	0.33
坐骨宽 PBW	0.06	0.17	0.08	0.15	0.07	—	-0.09	0.22	0.00	-0.30	0.83	—	0.11	—	0.09
尻长 RL	0.23	0.31	0.22	0.35	0.24	0.31	0.20	0.32	0.03	0.28	0.72	0.50	—	0.29	0.26
头长 HL	0.25	0.23	0.21	0.28	0.30	0.29	0.22	0.26	0.13	0.10	0.26	—	0.22	—	0.34
额宽 FW	0.19	0.25	0.08	0.28	0.08	0.19	0.24	0.28	0.14	0.28	0.17	0.13	0.19	0.21	—

上三角为遗传相关,下三角为表型相关

Genetic correlation coefficient is above diagonal, phenotypic correlation coefficient is below diagonal



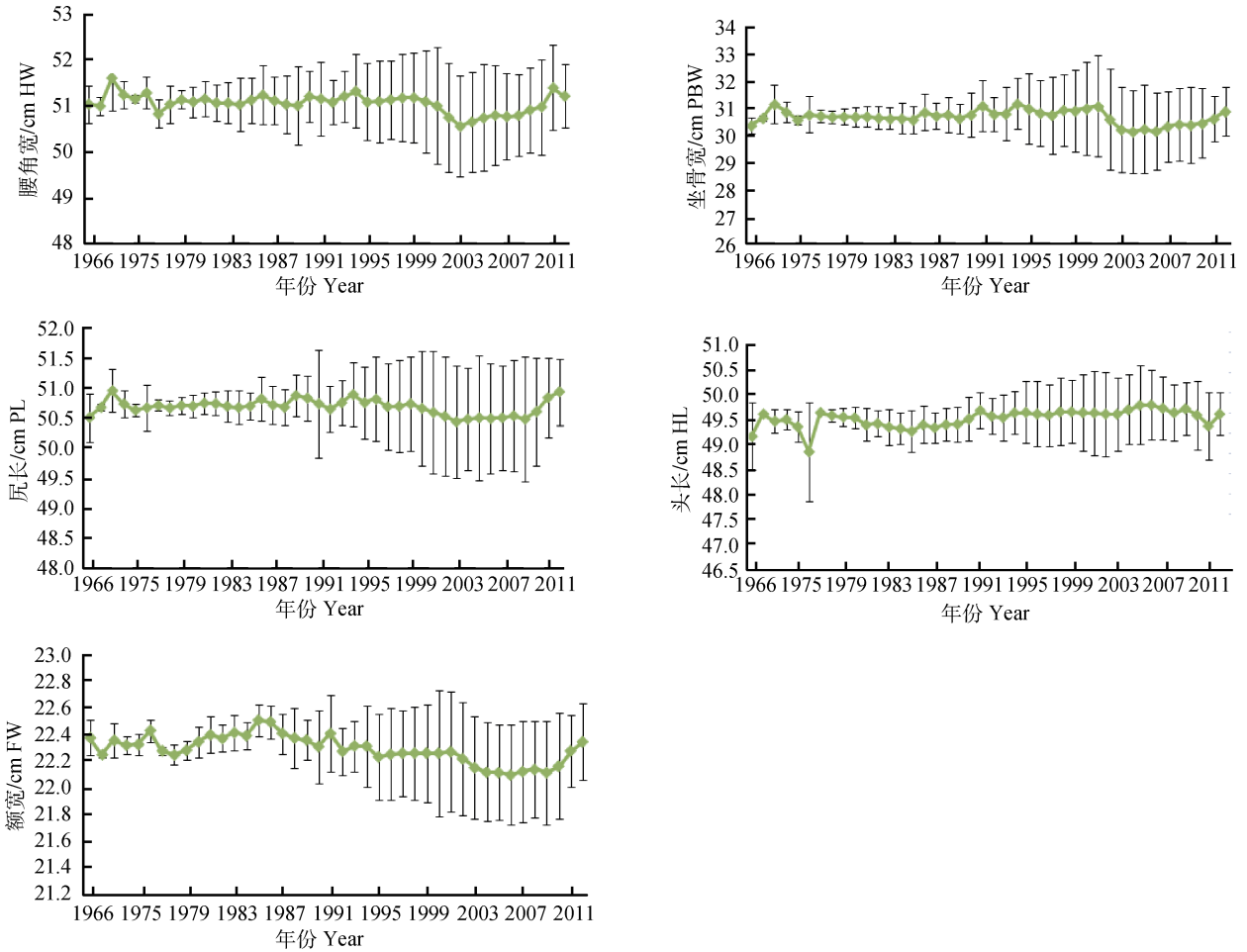


图 2 各性状估计育种值随年份变化趋势

Fig. 2 Trends of estimated breeding values(EBVs) for each traits of Sanhe cows with year

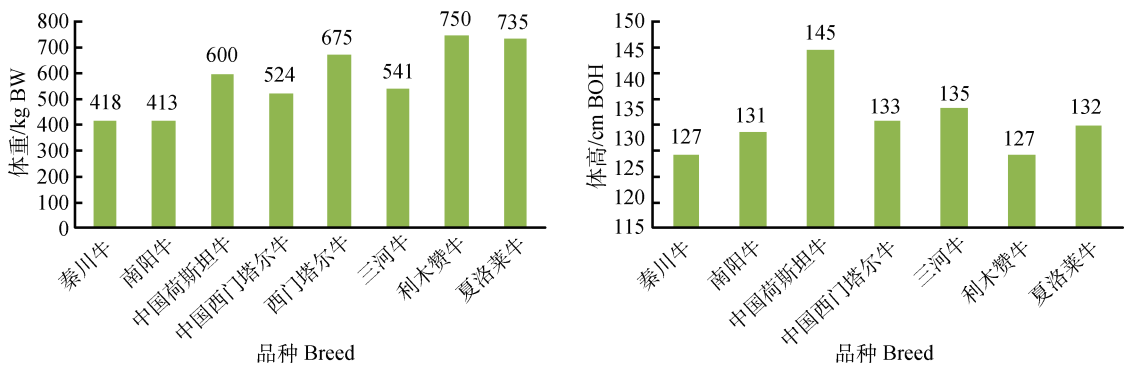


图 3 不同牛品种成年母牛体重、体高比较

Fig. 3 Comparison of body weight and body height in different breeds of adult cow

体尺体重性状遗传力范围为 0.17~0.73,属于中高遗传力。三河牛成年母牛体重遗传力为 0.41,高于荷斯坦牛头胎分娩重的遗传力(0.33)^[15-16],草原红牛、鲁西黄牛 18 月龄体重的遗传力为 0.25^[17-18],皮南牛成年体重的遗传力为 0.29^[19],低于秦川牛 18 月龄体重的遗传力 0.64^[20],中国西门塔尔牛成

母牛体重的遗传力为 0.47^[21]。三河牛体高、胸围、胸深、十字部高遗传力分别为 0.73、0.43、0.55、0.69,高于头胎分娩荷斯坦牛的遗传力分别为 0.43~0.59^[22-23]、0.25~0.39^[22-24]、0.36~0.43^[15,22,24-25]、0.54^[15]。

于洋等^[6]以 1977—2005 年 1 835 头三河牛的

育种记录对成年母牛体高、体斜长、胸围、管围、体重进行报道,遗传力分别为0.38、0.21、0.28、0.20、0.39。张艳花等^[7]以1984、1987、1992、1997、1998年881头三河牛(母牛)的测定记录对相同性状进行报道,遗传力分别为0.84、0.93、0.77、0.24、0.64。以上报道与本研究三河牛属同一群体,研究涉及性状较少,且差异较大,可能与两研究数据量有限,研究时系谱信息不完整有关,而本研究数据量相对较大,系谱记录经过进一步完善,相同性状本研究遗传力分别为0.73、0.58、0.43、0.51、0.41,遗传力值范围介于已报道的这2个研究结果之间。

头部性状遗传参数估计尚属首次,头长、额宽遗传力分别为0.69和0.55,头部性状具有高度遗传性,性状之间遗传相关系数为0.34,表型相关系数为0.21,都较低。

体高在现代奶牛和肉牛的机械化与集约化管理中起到一定的作用,过高与过低的奶牛均不适于规模化管理,因此需要对体高进行选育。本研究中,体高、背高、十字部高遗传力在0.60~0.73之间,遗传力较高。我国牛育种工作一直强调髻甲高,测定时髻甲高为前高、十字部高为后高,很少测定背高,而国外牛育种重视十字部高,本研究结果几个体高之间遗传相关系数在0.79~0.88之间,表型相关系数在0.76~0.93之间,相关程度高。腰角宽、坐骨宽、尻长之间遗传相关系数在0.11~0.34之间,表型相关系数在0.50~0.83之间,结合这几个性状在生理位置上与繁殖活动相关,且其估计遗传力为中低水平,表型相关对遗传相关代表性差,推测这些性状的表达易受环境影响,包括三河牛所处区域冬季常出现极寒天气(例如-40℃)、夏季放牧条件受降雨量影响造成营养水平变化大。体重与胸围间遗传相关系数为0.92,表型相关系数为0.91,相关程度较高,胸围大小又与心肺功能有着密切关系,心肺的好坏对三河牛生长发育影响较大。体躯结构性状遗传力较高,之间的遗传相关也较高。

三河牛成年母牛体尺、体重性状育种值总体无明显变化趋势,可能由于三河牛自育成之后一直秉承家系内选育为主的原则,注重保持品种育成时的家系结构,对于各家系种公牛的选育主要依据表型且未使用综合选择指数。由图2可知,1993年之后,育种值变异增大。本研究表型数据采集时间为1997-2010年,有表型数据的个体出生年分布在1993年之后,前期变异小的原因之一是早期出生个

体主要是由系谱关系估计的系祖个体(例如,1966年出生的个体包括三河牛系谱中有名的系祖0083号公牛),量少且是各家系最优秀的。1991年前后三河牛繁育体系曾经由“乳肉分离”的育种理念主导^[26],引入乳用和肉用类型种公牛,可能是造成后期牛群体尺和体重变异加大的原因之一。另外,三河牛育种群体规模相对较小,核心群每年存栏约1000头^[3],可能也是造成群体内遗传变异较大的原因。

4 结论

综上,三河牛母牛在39月龄后体尺体重性状值趋于稳定;成年母牛体尺体重总体上属于中高遗传力性状(遗传力范围为0.17~0.73),遗传相关系数在-0.19~0.92之间;与繁殖相关的体尺性状遗传力较低,且这些体尺之间的遗传相关也较低;属于体躯结构类性状的遗传力较高,且性状之间的遗传相关也较高。尽管生存环境恶劣,我国自主培育的三河牛仍表现出优秀的兼用牛特征,由于三河牛在生产性能方面未经过高强度系统选育,采集数据的年份内各性状估计育种值无明显变化趋势,应进一步加强三河牛选育体系的建设,以期在各重要经济性状的遗传水平上取得稳定进展。

参考文献(References):

- [1] 张沅. 家畜育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
ZHANG Y. Animal breeding[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2008. (in Chinese)
- [2] 吴宏军, 管延江, 刘春晓, 等. 三河牛品种形成及改良进展[J]. 种业研究, 2007(11): 42-43.
WU H J, GUAN Y J, LIU C X, et al. Sanhe cattle breeding processes and improving progress [J]. *Breeding Research*, 2007(11): 42-43. (in Chinese)
- [3] 吴宏军, 马孝林, 刘爱荣, 等. 内蒙古三河牛培育历程及进展[J]. 中国牛业科学, 2012, 38(4): 49-52.
WU H J, MA X L, LIU A R, et al. Inner Mongolia Sanhe cattle breeding course and progress[J]. *China Cattle Science*, 2012, 38(4): 49-52. (in Chinese)
- [4] 马孝林, 赵建虎, 刘爱荣, 等. 三河牛繁育体系现状与建设对策[J]. 中国畜禽种业, 2008(9): 6-8.
MA X L, ZHAO J H, LIU A R, et al. Sanhe cattle breeding system present situation and the construction countermeasures[J]. *The Chinese Livestock and*

- Poultry Breeding*, 2008(9):6-8. (in Chinese)
- [5] 马秋萌. 三河牛育种目标的确定和育种规划研究[D]. 银川:宁夏大学, 2013.
MA Q M. Research on definition of breeding goal and optimization of breeding program for Sanhe cattle [D]. Yinchuan: Ningxia University, 2013. (in Chinese)
- [6] 于洋, 李俊雅, 高会江, 等. 三河牛部分经济性状的遗传参数估计[J]. 中国畜牧兽医, 2010, 37(7): 106-108.
YU Y, LI J Y, GAO H J, et al. Estimation of genetic parameters for partial economic traits in Sanhe cattle [J]. *China Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2010, 37(7): 106-108. (in Chinese)
- [7] 张艳花, 田可川, 于丽娟, 等. 三河牛母牛产奶量及生长性状遗传参数的估测[J]. 中国奶牛, 2011(22): 38-40.
ZHANG Y H, TIAN K C, YU L J, et al. Estimation of genetic parameters for milk yield and growth traits in Sanhe cow [J]. *China Dairy Cattle*, 2011 (22): 38-40. (in Chinese)
- [8] 白堃. 三河牛生长曲线模拟及遗传参数估计的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2012.
BAI K. The study on simulation of the curve and estimation of the genetic parameters of growth traits for Sanhe cattle [D]. Hohhot: Inner Mongolia University, 2012. (in Chinese)
- [9] 任小丽, 张旭, 王雅春, 等. 三河牛初生体尺和初生重遗传参数的估计[J]. 中国农业科学, 2013, 46(23): 5020-5025.
REN X L, ZHANG X, WANG Y C, et al. Genetic parameter estimation for body measurements and weight at birth in Sanhe cattle [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2013, 46(23): 5020-5025. (in Chinese)
- [10] JENSEN J, MADSEN P. Calculation of standard errors of estimates of genetic and phenotypic parameters in DMU [C]. Danish Institute of Agricultural Sciences, 2005.
- [11] 张英汉. 论牛肉用、役用经济类型划分的意义和方法(BPI指数)[J]. 黄牛杂志, 2001, 27(2): 1-5.
ZHANG Y H. The significance and method for classification beef or draft cattle (BPI Index) [J]. *Journal of Yellow Cattle Science*, 2001, 27(2): 1-5. (in Chinese)
- [12] 王福兆, 孙少华. 乳牛学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2010.
WANG F Z, SUN S H. Dairy Science [M]. Beijing: Scientific and Technical Documentation, 2010. (in Chinese)
- [13] 国家畜禽遗传资源委员会. 牛志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
National Commission for Livestock and Poultry Genetic Resources. Bovine [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2011. (in Chinese)
- [14] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国牛品种志[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.
National Commission for Livestock and Poultry genetic Resources. Bovine breeds Chinese [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1986. (in Chinese)
- [15] KOENEN E P C, GROEN A F. Genetic evaluation of body weight of lactating Holstein heifers using body measurements and conformation traits [J]. *J Dairy Sci*, 1998(81): 1709-1713.
- [16] WELLER J I, EZRA E. Genetic analysis of the growth rate of Israeli Holstein calves [J]. *Animal*, 2008, 2(12): 1717-1723.
- [17] 金海国, 俞美子. 草原红牛主要经济性状的遗传参数估计[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(3): 74-77.
JIN H G, YU M Z. Genetic evaluation of main economic characters in Sanhe cattle [J]. *Journal of Hebei Agricultural University*, 2002, 25(3): 74-77. (in Chinese)
- [18] 周国利, 金海国, 吴玉厚. 鲁西黄牛重要经济性状的数量遗传学分析[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(5): 11-13.
ZHOU G L, JIN H G, WU Y H. Quantitative genetics analysis for important economic traits in Luxi cattle [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2006, 42(5): 11-13. (in Chinese)
- [19] 杨敏. 皮南牛遗传参数估计与遗传评定[D]. 北京: 中国农业大学, 2009.
YAN M. Genetic parameter estimation and genetic evaluation of Pinan cows [D]. Beijing: China Agricultural University, 2009. (in Chinese)
- [20] 胡林勇, 南小红, 张金川, 等. 秦川牛部分体量性状的遗传参数估计[J]. 中国牛业科学, 2006, 32(4): 4-8.
HU L Y, NAN X H, ZHANG J C, et al. Genetic parameter estimation for part of body sizes traits in qinchuan cattle [J]. *China Cattle Science*, 2006, 32(4): 4-8. (in Chinese)
- [21] 汪春乾. 中国西门塔尔牛生长性状的遗传评估和研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2002.
WANG C Q. Genetic estimation and studies on

- growth traits of Chinese simmental [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2002. (in Chinese)
- [22] BERRY D P, BUCKLEY F, DILLON P, et al. Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows[J]. *Irish J Agric Food Res*, 2004(43):161-176.
- [23] PRYCE J E, COFFEY M P, BROOTHERSTONE S. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins[J]. *J Dairy Sci*, 2000. (83):2664-2671.
- [24] ROYAL M D, PRYCE J E, WOOLLIAMS J A, et al. The genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle[J]. *J Dairy Sci*, 2002(85):3071-3080.
- [25] DEGROOT B J, KEOWN J F, VAN L D. et al. Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell scores to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holsteins [J]. *J Dairy Sci*, 2002(85):1578-1585.
- [26] 何 璞. 论三河牛“乳肉分离”的系统工程[J]. *中国奶牛*, 1992(4):23-26.
- HE P. Systematic breeding approach of separating milk and meat performance in Sanhe cattle[J]. *China Dairy*, 1992(4):23-26. (in Chinese)

(编辑 郭云雁)