



空山黄牛体尺与体重最优回归模型建立

贺芳, 易军, 石溢, 阿果约达, 方东辉, 甘佳, 王巍*

(四川省畜牧科学研究院, 动物遗传育种四川省重点实验室, 成都 610066)

摘要: [目的] 为了分析空山黄牛体重与体尺指标的相关关系, 明确体尺对体重的直接和间接影响, 建立回归方程。 [方法] 研究采集了舍饲条件下 77 头 5~6 岁空山黄牛空怀母牛的体重和体尺指标, 运用 SPSS 19.0 软件进行相关性、通径以及逐步回归分析, 并建立最优线性回归方程。 [结果] 空山黄牛体重与胸围、髻甲高、体斜长、十字部高、管围、腰角宽和尻长指标均呈极显著正相关 ($P < 0.01$); 胸围对体重的直接作用最大 (系数为 0.857); 最优回归方程为 $Y = -772.054 + 4.481 \times X_3 + 2.965 \times X_1$ ($R^2 = 0.779, P < 0.01$), 其中, X_1 为髻甲高, X_3 为胸围。 [结论] 该公式可用于舍饲条件下 5~6 岁空山黄牛空怀母牛体重估算。空山黄牛的选育在重视体重选择的同时, 也要加强胸围、髻甲高、体斜长、管围和腰角宽的选择。

关键词: 空山黄牛; 体重体尺; 回归分析

中图分类号: S823

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2023)01-0001-04

空山黄牛是四川省通江县特有地方黄牛品种, 属役肉兼用型, 近年来逐步向肉用型方向选育提高。2009 年编入《四川省畜禽遗传资源志》^[1], 其具有耐粗饲, 性情温顺, 抗病性强的特点。公牛具有典型的单驼峰特征, 毛色以黄色、枣红色为主, 少数为全黑个体, 外观雄壮; 母牛颈部细长, 无肩峰, 尻欠宽略斜, 乳房发育均匀, 外观清秀。前期研究发现空山黄牛成年公、母牛平均体重可分别达到 420.75 kg、319.37 kg, 体型略大于四川的巴山牛, 具有较好的育肥性能^[2]。

目前, 空山黄牛的养殖管理主要以小规模养殖场及散养户为主, 体重的测定工作仍有一定的难度。2021 年启动的全国第三次畜禽遗传资源普查工作中, 空山黄牛作为新发现资源正在开展有关工作申报, 需要开展大量的体尺和体重测定工作, 体尺指标可依靠测仗和卷尺等工具直接测得, 而体重测定受到测量场地和条件的限制, 较难获得大量群体的准确数据^[3]。当前广泛应用的体重估计公式是依据

体高、体斜长、胸围、管围 4 个体尺性状而制定^[4], 无法避免品种、年龄和选育方向差异造成的误差^[5], 准确性不高。为了方便直接地指导空山黄牛的保种、科学饲养及品种选育等工作, 本文对其体尺、体重间的关系进行研究分析, 运用逐步回归的方法制定估计空山黄牛空怀母牛体重的回归公式, 建立了空山黄牛的体尺指标与体重的关系模型, 以期为空山黄牛母牛的选择和育肥效果评估提供重要方法。

1 材料与方法

1.1 试验动物

数据来源于四川省通江县空山黄牛性能测定过程中采集的体尺与体重实测数据, 数据测定人员相同。试验牛共计 77 头, 均为舍饲条件下 5~6 岁空山黄牛空怀母牛, 测定时间为早晨 7:00—10:00, 空腹测定。

1.2 测定性状

按照家畜体尺测量鉴定的方法^[2], 使用电子秤

收稿日期: 2022-04-02 修回日期: 2022-06-18

基金项目: 四川省科技计划项目 (2021YFYZ0001); 国家现代农业产业技术体系四川肉牛创新团队项目 (SCCXTD-2022-13)

作者简介: 贺芳 (1990—), 女, 汉族, 畜牧师, 硕士, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。

* 通讯作者: 王巍 (1984—), 男, 蒙古族, 副研究员, 博士, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。

测定体重(Y),使用测仗和卷尺测定髻甲高(X_1)、体斜长(X_2)、胸围(X_3)、管围(X_4)、十字部高(X_5)、坐骨端宽(X_6)、后腿半围(X_7)、腰角宽(X_8)和尻长(X_9)。

1.3 统计方法

采用 Excel 软件进行数据初步的统计,然后运用 SPSS 19.0 软件根据统计量、相关矩阵、逐步回归和总体回归后多元回归进行数据分析,建立回归方程。

2 结果与分析

2.1 空山黄牛主要体尺和体重性状的描述性统计

参照李强等^[6]方法,用 SPSS 软件对空山黄牛空怀母牛体重和主要体尺指标基础数据进行平均值、标准偏差和变异系数分析,由表 1 可见。空山黄牛的体重变异系数最大,为 25.70%,体尺中坐骨端宽和尻长的变异系数较大,分别为 11.50% 和 13.50%,其余体尺的变异系数均小于 10%。表明体尺发育比较整齐,而体重这一指标具有一定的提升潜力。

表 1 空山黄牛体尺和体重的表型统计量

性状	平均数	标准差	变异系数/%
体重/kg	314.37	74.41	25.70
髻甲高/cm	115.99	6.41	5.50
体斜长/cm	131.09	8.64	6.70
胸围/cm	165.73	11.83	7.30
管围/cm	17.06	1.32	7.80
十字部高/cm	115.87	5.78	5.30
坐骨端宽/cm	18.07	2.07	11.50
后腿半围/cm	35.42	3.39	9.80
腰角宽/cm	40.68	3.31	8.50
尻长/cm	37.18	5.01	13.50

2.2 空山黄牛主要体尺和体重的相关分析

用 SPSS 软件对空山黄牛体重与主要体尺指标做相关性分析,由表 2 可见。空山黄牛各项体尺中坐骨端宽、后腿半围与体重无显著相关关系,其余指标均与体重呈现极显著关系($P < 0.01$),体尺指标对体重的相关系数由大到小依次为胸围(0.857)、髻甲高(0.660)、体斜长(0.644)、十字部高(0.631)、管围(0.561)、腰角宽(0.442)、尻长(0.305)。

表 2 空山黄牛体重和体尺指标的相关性分析

项目	体重	髻甲高	体斜长	胸围	管围	十字部高	坐骨端宽	后腿半围	腰角宽	尻长
体重	1	0.660**	0.644**	0.857**	0.561**	0.631**	0.122	-0.029	0.442**	0.305**
髻甲高	0.660**	1	0.667**	0.567**	0.494**	0.778**	0.148	0.014	0.375**	0.282*
体斜长	0.664**	0.667**	1	0.572**	0.413**	0.596**	-0.084	0.007	0.240*	0.202
胸围	0.857**	0.567**	0.572**	1	0.511**	0.572**	0.065	0.033	0.412**	0.265*
管围	0.561**	0.494**	0.413**	0.511**	1	0.522**	0.251*	-0.326**	0.495**	0.267*
十字部高	0.631**	0.778**	0.596**	0.572**	0.522**	1	0.034	-0.086	0.300**	0.195
坐骨端宽	0.122	0.148	-0.084	0.065	0.251*	0.034	1	0.272*	0.156	0.227*
后腿半围	-0.029	0.014	0.007	0.033	-0.326**	-0.086	0.272*	1	-0.237*	0.069
腰角宽	0.442**	0.375**	0.240*	0.412**	0.495**	0.300**	0.156	-0.237*	1	0.312**
尻长	0.305**	0.282*	0.202	0.265*	0.267*	0.195	0.227*	0.069	0.312**	1

注:数据肩标 ** 表示相关性极显著($P < 0.01$),肩标 * 表示相关性显著($0.01 < P < 0.05$),无肩标表示相关性不显著($P > 0.05$)。

2.3 空山黄牛主要体尺和体重的逐步回归分析

参照鲁绍雄等^[7]、韩学平^[8]方法,以体重(Y)为依变量,髻甲高(X_1)、体斜长(X_2)、胸围(X_3)、管围(X_4)、十字部高(X_5)、坐骨端宽(X_6)、后腿半围(X_7)、腰角宽(X_8)和尻长(X_9)自变量,采用 SPSS 软件多元线性回归逐步分析法对体重和体尺指标进行拟合,建立多元线性回归方程,分析结果见表 3~5。拟合方程为:1, $Y = -579.216 + 5.392 \times X_3$;2, $Y = -772.054 + 4.481 \times X_3 + 2.965 \times X_1$ 。从分析结果看,选入回归方程的指标为胸围(X_3)和髻甲高

(X_1),其中第一个模型中只选了胸围(X_3);说明胸围(X_3)和髻甲高(X_1)对体重的影响比较大,在其他指标不变时,胸围每增大 1 cm,体重分别增加 5.392 kg 和 4.418 kg,髻甲高每增加 1 cm,体重将增加 2.965 kg。经 F 检验,两个模型 F 值分别为 208.191 ($P < 0.001$)和 130.714 ($P < 0.001$),两个模型拟合度的决定系数分别为 0.735 和 0.779,由此表明,空山黄牛体重与体尺指标的最优回归方程为 $Y = -772.054 + 4.481 \times X_3 + 2.965 \times X_1$,回归方程的适合度占总变异量的 77.90%。

表 3 空山黄牛体尺指标对体重回归模型汇总

模型	R	R^2	调整 R^2	估计标准误差	变更统计资料				
					R^2	F	$df1$	$df2$	显著性
1	0.857	0.735	0.732	38.549	0.735	208.191	1	75	0.000
2	0.883	0.779	0.773	35.420	0.044	14.834	1	74	0.000

表 4 空山黄牛体重和体尺指标总体回归分析后多元回归系数参数估计值

模型	项目	非标准化系数		标准系数	t	显著性
		B	标准误差			
1	常量	-579.216	62.086		-9.329	0.000
	X_3	5.392	0.374	0.857	14.429	0.000
	常量	-772.054	75.902		-10.172	0.000
2	X_3	4.481	0.417	0.713	10.746	0.000
	X_1	2.965	0.770	0.255	3.852	0.000

注: X_1 为髻甲高, X_3 为胸围。

表 5 空山黄牛体重和体尺指标总体回归分析后多元回归方差分析

模型	平方和	df	均方	F	显著性
1	309370.329	1	309370.329	208.191	0.000
2	327981.242	2	163990.621	130.714	0.000

2.4 公式验证

从非试验对象群体中随机选择 80 头 5~6 岁空山黄牛空怀母牛体重的体重进行估测,采用所得回归公式对体重进行估测,并与其实测体重和约翰逊公式估重结果进行比较。由表 6 可知,运用逐步回归模型估测空山黄牛母牛的体重与实测体重平均相差 0.62 kg,误差率为 0.20%,运用约翰逊公式估测的体重比实测体重平均相差 24.42 kg,误差率为 7.91%。表明所得回归公式能基本估测空山黄牛空怀母牛的实际体重,回归模型有较大的现实指导作用,可以作为空山黄牛空怀母牛的辅助选育方法。

表 6 逐步回归公式估测体重与约翰逊公式估测体重比较

项目	实测值	逐步回归方程估重	约翰逊公式估重
平均值/kg	308.68	309.30	333.10
差异值/kg	—	0.62	24.42
误差率/%	—	0.20	7.91

3 讨 论

3.1 变异系数分析

牛的体尺、体重能直观反映牛的生长发育状况,是精细化养殖中牛选育、肉质评价等的重要指标。大量研究表明畜禽表型性状间具备一定的关联性^[9],从空山黄牛成年母牛的体尺体重变异系数来看,其体重变化最大,分析主要原因为目前空山黄牛饲养管理主要以散户及小规模为主,养殖技术水平

差异较大,导致牛只体况膘情不等。体高、体斜长和胸围等体尺指标较为整齐,表明空山黄牛成年母牛个体体尺相对均衡。

3.2 相关性分析

体尺与体重的相关分析,在畜禽选育以及饲养管理方面具有重要意义。王丹等(2017 年)的研究结果显示,新疆褐牛体重与体高、体斜长、胸围、腹围等体尺指标呈极显著正相关($P < 0.01$)^[10]。蔺宏凯等(2010 年)的研究结果表明,新疆褐牛体高与十字部高、体斜长、胸深、髀宽间呈中等及以上相关^[11]。李国泽等(2020 年)通过研究湖羊公羔各阶段体重体尺相关分析发现,湖羊体重与体尺均显著正相关^[12]。另外研究者在杜长大猪^[13]、海南黑山羊^[14]等不同畜种上进行了研究,均表明体尺与体重存在显著的相关性。本研究发现空山黄牛的体重与髻甲高、体斜长、胸围、管围、腰角宽、十字部高和尻长指标均呈极显著正相关($P < 0.01$),与上述研究结果类似。相关分析表明,空山黄牛的胸围与体重的相关系数最大(0.857),髻甲高(0.660)、体斜长(0.644)、十字部高(0.631)与体重的相关系数次于胸围,其他性状对体重贡献力较小,推测胸围、髻甲高为体重提供了主要贡献力。

3.3 多元最优回归模型的建立

通过逐步回归分析得到空山黄牛成年母牛体重估算最优回归方程为 $Y = -772.054 + 4.481 \times X_3 + 2.965 \times X_1$,主要涉及胸围和髻甲高两个因变量,与上述推测结果一直。本方程的 R^2 为 0.779,表明回

归方程的适合度占总变异量的 77.9%。

通过体尺估测体重,克服了由于场地和器材带来的不便,减小了家畜的应激,保证了人员的安全,对于大家畜的育种和生产管理意义重大。蔡治华^[15]、王永奇等^[16]分别开展了黄牛和大额牛最小二乘法及多元回归方程构建应用于体重估测,取得了较好的效果。本研究通过对比制定空山黄牛逐步回归方程和约翰逊公式的误差情况,发现运用逐步回归模型估测空山黄牛母牛的体重与实测体重平均相差 0.62 kg,误差率仅为 0.20%。表明逐步回归模型更加优化,其预测值与实际值拟合程度较好,可满足空山黄牛母牛体重预测的需要,能在实际生产中应用。

4 结 论

本研究发现空山黄牛体重与胸围、髻甲高、体斜长、十字部高、管围、腰角宽和尻长指标均呈极显著正相关($P < 0.01$)。通过逐步回归分析得到体重估算最优回归方程为 $Y = -772.054 + 4.481 \times X_3 + 2.965 \times X_1$,经过检验该方程具有统计学意义,该公式可用于舍饲条件下 5~6 岁龄空山黄牛母牛体重估算。

参考文献:

- [1] 刁云华,傅昌秀,曾仰双,等.四川畜禽遗传资源志[M].成都:四川科学技术出版社,2009:35-37.
- [2] HE F, WANG W, SHI Y, et al. Growth and development analysis of Kongshan cattle[J]. Agricultural Biotechnology, 2022, 11(2): 62-65.
- [2] 何晓群.现代统计分析方法与应用[M].3版.北京:中国人民大学出版社,2012.
- [3] 郭俊清,周靖航,刘丽元,等.新疆褐牛生长发育规律分析[J].畜牧与兽医,2017,49(2):10-14.
- [4] 周振勇,张杨,蔺宏凯,等.基于主成分逐步回归法的新疆褐牛体重预测模型研究[J].中国牛业科学,2012,38(1):1-4.
- [5] SAKAMOTO L S, MERCADANTE M E, BONILHA S F, et al. Prediction of retail beef yield and fat content from live animal and carcass measurements in Nellore cattle[J]. J. Dairy Sci., 2014, 92(11): 5230-5238.
- [6] 李强,傅昌秀,文勇立,等.金川多肋牦牛体尺和屠宰性状测定及其相关性分析[J].中国草食动物科学,2012,32(2):18-20.
- [7] 鲁绍雄,连林生.SPSS 统计分析系统在畜牧科学中的应用[M].昆明:云南科技出版社,2003:139-141.
- [8] 韩学平.欧拉型藏羊体重与体尺指标的回归分析[J].中国畜牧兽医,2009,36(6):199-201.
- [9] 周振勇,张杨,蔺宏凯,等.基于主成分逐步回归法的新疆褐牛体重预测模型研究[J].中国牛业科学,2012,38(1):1-4.
- [10] 王丹,周靖航,刘丽元,等.新疆褐牛体尺体重相关性主成分分析[J].中国畜牧杂志,2017,53(9):38-41.
- [11] 蔺宏凯,张杨,周振勇,等.新疆褐牛体尺性状指标与体重的主成分分析[J].中国畜牧兽医,2010,37(8):130-133.
- [12] 李国泽,张小雪,李发弟,等.育肥期湖羊生长发育特征及生长模型[J].草业科学,2020,37(9):1880-1890.
- [13] 罗文学,段晓红,骆菲,等.杜长大后备种公猪体尺与生长指数相关分析[J].今日畜牧兽医,2020,36(5):11-12.
- [14] 徐铁山,王东劲,刘小林,等.海南黑山羊体尺与体重的通径分析及最优回归模型的建立[J].家畜生态学报,2005(1):49-53.
- [15] 蔡治华.最小二乘法在黄牛体重估测中的应用[J].黄牛杂志,2000,26(5):1-4.
- [16] 王永奇,毛华明.大额牛体重估测研究[J].黑龙江畜牧兽医,2009,52(12):47-48.

Establishment of Optimal Regression Model between Body Size and Body Weight of Kongshan Cattle

HE Fang, YI Jun, SHI Yi, A GUO Yue-da, FANG Dong-hui, GAN Jia, WANG Wei*

(Animal Breeding and Genetics Key Laboratory of Sichuan Province, Sichuan Animal Science Academy, Chengdu 610066)

Abstract: [Objective] To analyze the correlation between body weight and body size index of Kongshan cattle, clarify the direct and indirect effects of body size on body weight, and establish regression equation. [Method] The body weight and body size indexes of 77 5-6-year-old empty pregnant cows of Kongshan cattle were collected under the condition of stall-feeding, and SPSS 19.0 software for correlation, path and stepwise regression analysis, and establish the optimal linear regression equation. [Result] The results showed that the body weight of Kongshan cattle was positively correlated with chest circumference, bun height, body oblique length, cross height, tube circumference, waist angle width and rump length ($P < 0.01$); the direct effect of chest circumference on body weight was the largest (coefficient 0.857); the optimal regression equation was $Y = -772.054 + 4.481 \times X_3 + 2.965 \times X_1$ ($R^2 = 0.779$, $P < 0.01$). The equation was statistically significant after test. [Conclusion] The formula can be used to estimate the weight of empty pregnant cows of 5-6-year-old Kongshan cattle under stall-feeding conditions. The breeding of Kongshan cattle should not only pay attention to the selection of weight, but also strengthen the selection of chest circumference, body oblique length, tube circumference and waist angle width.

Key words: Kongshan cattle; body weight and body size; regressive analysis