

新疆西荷杂交牛体重与体尺指标的相关及回归分析

赵洪坤¹, 梁小云¹, 毕经栋¹, 李乐天¹, 刘晓君², 陈秋明^{1*}, 胥磊^{1*}

(1. 新疆农业大学动物科技学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆呼图壁种牛场, 新疆昌吉 831203)

摘要: 试验旨在对西门塔尔公牛与荷斯坦母牛杂交所产后代西荷杂交母牛体重与体尺指标进行相关性分析、通径分析以及多元回归分析, 以探索西荷杂交母牛体尺体重内在联系, 为西荷杂交牛的选育工作提供依据。研究测定 222 只西荷杂交母牛的初生时 (70 只)、6 月龄 (61 只)、12 月龄 (41 只)、18 月龄 (30 只)、24 月龄 (20 只) 体重及体高、十字部高、体斜长、胸围、腹围、管围指标, 采用相关性分析、通径分析并通过多元线性回归建立最优回归模型。结果表明: 初生时~12 月龄西荷杂交母牛体高、十字部高、体斜长、胸围、腹围、管围都与体重呈显著正相关, 尤其是胸围和体重的相关程度最高; 初生时和 18 月龄西荷杂交母牛对体重影响最大的是胸围, 通径系数达 0.307、0.698, 独立效应为 0.473、0.255, 6 月龄、12 月龄和 24 月龄西荷杂交母牛对体重影响最大的分别是管围、腹围、体斜长, 通径系数为 0.384、0.368、0.600, 独立效应为 0.762、0.726、0.412; 西荷杂交母牛初生时的体重与体尺指标的最优回归方程为: $Y_{初生}=0.453X_1+0.308X_2+0.340X_3-64.401$ ($P<0.01$, $R^2=0.625$); 6 月龄为: $Y_6=0.090X_1-0.020X_2+0.780X_3+19.789X_4-474.874$ ($P<0.01$, $R^2=0.873$); 12 月龄为: $Y_{12}=-0.791X_1+0.632X_2-0.510X_3+1.633X_4-904.254$ ($P<0.01$, $R^2=0.859$); 18 月龄为: $Y_{18}=-0.693X_1+2.409X_2-0.299X_3+2.891X_4-563.94$ ($P<0.01$, $R^2=0.491$); 24 月龄为: $Y_{24}=7.505X_1+4.387X_2+3.084X_3-2.751X_4-1509.06$ ($P<0.01$, $R^2=0.759$)。本文研究结果适用于实际生产过程中西荷杂交母牛体尺指标对体重的评测参考, 并为后期西荷杂交牛品种选育工作提供了依据。

关键词: 西荷杂交牛; 体重; 体尺; 相关分析; 回归方程

中图分类号: S823.2

文献标识码: A

DOI 编号: 10.19556/j.0258-7033.20250402-01

新疆昌吉地区是我国重要的奶牛养殖和牛肉生产区域。西荷杂交牛 (西门塔尔 × 荷斯坦杂交后代) 作为该地区优势乳肉兼用品种, 兼具西门塔尔牛肌肉发育优势与荷斯坦牛泌乳性能优势, 在抗粗饲、耐寒性、抗病力及饲料转化效率方面表现突出^[1]。常瑶等^[2]、张巧娥等^[3]、刘萍等^[4]、韩萍萍等^[5]、何淑静等^[6]和傅春泉等^[7]通过多项研究分析发现, 西荷杂交牛乳质特性 (平均乳脂率 4.15%, 乳蛋白率 3.53%) 和屠宰率 (达 58%~62%) 显著优于传统品种, 已成为昌吉地区畜牧业转型升级的核心畜种。西荷杂交牛通过基因互补优势,

实现乳肉双高产特性, 单头牛年均产奶量可达 7~9 t, 同时 18 月龄育肥体重达 491 kg, 较纯种荷斯坦牛提高 5%~10%。同时有研究显示, 近 5 年该品种胸围变异系数增加至 7.74%^[6], 表明其遗传多样性可能正在下降。因此, 西荷杂交牛的选育工作具有重要意义。体尺数据可以有效反映畜体的生长发育状况以及不同部位之间的相对发育关系, 而体重则被视为检验饲养管理质量的主要依据^[8]。多元回归分析能综合评估牛的体重与体尺指标, 在育种与生产实践中发挥着关键作用。它有助于探索不同品种牛的生长发育规律, 从而为针对不同品种和月龄的牛制定选育方案奠定坚实的理论基础。本研究选取 222 头初生时、6 月龄、12 月龄、18 月龄、24 月龄西荷杂交母牛为研究对象, 测定其体重和体尺指标, 通过相关性分析探讨了体尺指标和体重的联系, 并进行通径分析以及多元回归分析, 揭示各月龄体尺与体重的关联规律, 研究结果可为优化饲养管理、建立科学选育体

收稿日期: 2025-04-02; 修回日期: 2025-10-20

作者简介: 赵洪坤 (1998-), 男, 硕士研究生, 研究方向为动物遗传育种, E-mail: 2915586812@qq.com

*通信作者: 陈秋明 (1986-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为动物遗传育种, E-mail: cqm19860612@126.com; 胥磊 (1994-), 男, 博士, 讲师, 研究方向为动物遗传育种, E-mail: 609468041@qq.com

系提供理论支撑，对改善品种选育现状具有实践价值。

1 材料与方法

1.1 试验动物 选取新疆昌吉地区呼图壁种牛场有限公司（三场）西荷杂交母牛 222 只作为试验动物，其中初生时 70 只、6 月龄 61 只、12 月龄 41 只、18 月龄 30 只、24 月龄 20 只，所有测定牛只均发育良好、健康无病。

1.2 测定方法 按照常规方法对西荷杂交母牛的体重、体高、十字部高、体斜长、胸围、腹围、管围 7 个指标进行测定。

1.3 数据统计与分析利用 试验数据经 WPS 7.2.1 软件初步整理，采用拉依达准则（平均值±3 倍标准差）将各指标异常值进行剔除。采用 RStudio 4.2.3 软件进行描述性统计，以各体尺指标为自变量、体重为因变量进行相关性分析，通径分析计算各月龄各体尺性状对体重的直接和间接作用，决定程度分析计算各性状对于体重的决定系数并采用多元回归分析中的逐步回归法建立西荷杂交母牛体重和体尺指标的最优回归方程。

2 结果与分析

2.1 西荷杂交母牛体重与体尺指标测定 对西荷杂交母牛体重与体尺的 7 个指标进行测定，结果见表 1。结果显示，西荷杂交母牛各月龄体重变异系数均为最大，分别为 16.67%、14.44%、14.55%、8.05%、7.74%，表明西荷杂交母牛体重受多因素影响显著。此外，初生时胸围变异系数最大（6.91%），体高与体斜长最小（4.18%）；6 月龄胸围（7.34%）与十字部高（3.67%）分别为最大值和最小值；12 月龄胸围（7.43%）与管围（4.28%）差异显著；至 18 月龄，管围变异系数升至 7.07%，体斜长降至 0.43%；24 月龄时体斜长变异系数达 4.30%，管围则降至最低值 1.87%。研究结果表明，在体尺指标中，胸围在早期（初生时~12 月龄）变异最突出，后期（18~24 月龄）转为管围和体斜长变异显著，

反映出不同生长阶段体型发育重点的时序性转变。

2.2 西荷杂交母牛体重与体尺指标的相关性分析 由表 2 可知，西荷杂交牛各月龄体重与体尺性状大部分均呈极显著相关，相关系数范围为 -0.119~0.980。其中，初生体重与腹围相关性最强（0.980），6 月龄体重与管围相关性最强（0.873），18 月龄胸围与腹围相关系数达 0.812。12 月龄和 24 月龄体高与十字部高相关系数分别为 0.877 和 0.644。值得注意的是，初生时胸围与腹围极显著相关，但胸围与十字部高无显著关联；6 月龄和 12 月龄各体尺间均呈极显著相关。18 月龄体斜长与胸围、腹围、管围呈负相关（-0.192~-0.220），体高与管围呈负相关（-0.378）；24 月龄管围与十字部高相关系数为 -0.070 和 -0.081。研究结果显示，胸围、腹围和体高是影响体重的主导体尺指标。

2.3 西荷杂交母牛各月龄体重与体尺性状的通径分析 由表 3 可知，胸围和腹围对西荷杂交母牛体重的影响在不同生长月龄表现出显著的相关性。在初生时和 18 月龄，胸围对体重的直接作用最大，分别为 0.307 和 0.698；而在 6 月龄，管围对体重的直接作用最大（0.384）；12 月龄时，母牛腹围对体重的直接作用最大（0.368），而 24 月龄时，母牛体斜长对体重的直接作用最大（0.600）。此外，胸围在初生时和 6 月龄对体重的间接作用最大，分别为 0.401 和 0.696；体高在 12 月龄和 18 月龄对体重的间接作用最大，分别为 0.882 和 0.524；腹围在 24 月龄对体重的间接作用最大（0.635）。综上所述，西荷杂交母牛各生长月龄的体重均显著受体尺指标影响，其中体高、胸围、腹围等关键性状与体重呈现密切关联。

2.4 西荷杂交母牛各月龄体重与体尺性状的决定程度分析 独立效应能够反映某一特定体尺指标对体重的直接贡献，其数值大小（0~1）表示该性状对体重的独立影响程度，数值越高，说明该性状在相应生长阶段对体重的影响越关键。由表 4 可知，独立效应分析显示，初

表 1 各月龄西荷杂交牛母牛体重、体尺指标测定结果

月龄	体重,kg		体高,cm		体斜长,cm		十字部高,cm		胸围,cm		腹围,cm		管围,cm	
	均值±标准差	变异系数,%	均值±标准差	变异系数,%	均值±标准差	变异系数,%	均值±标准差	变异系数,%	均值±标准差	变异系数,%	均值±标准差	变异系数,%	均值±标准差	变异系数,%
初生	43.17±7.19	16.67	75.74±3.17	4.18	76.77±4.00	4.18	80.33±3.46	4.31	78.60±5.43	6.91	80.92±5.35	6.62	11.24±0.55	4.89
6	189.39±27.34	14.44	104.08±4.33	4.16	119.72±6.90	5.77	110.96±4.08	3.67	135.60±9.95	7.34	164.89±9.12	5.53	14.36±0.55	3.82
12	389.92±56.73	14.55	121.35±5.95	4.90	152.65±8.46	5.54	129.68±5.69	4.39	173.14±12.87	7.43	214.11±13.64	6.37	16.73±0.72	4.28
18	590.50±50.20	8.50	131.50±2.12	1.61	163.50±0.71	0.43	144.50±3.54	2.45	200.50±10.61	5.29	245.00±15.56	6.35	19.20±1.36	7.07
24	683.50±52.92	7.74	135.30±3.79	2.80	174.05±7.48	4.30	142.00±3.32	2.34	208.75±8.12	3.89	240.05±7.03	2.93	21.61±0.40	1.87

表 2 西荷杂交牛母牛各性状间 Person 相关系数

月龄	指标	体重	体高	体斜长	十字部高	胸围	腹围	管围
初生 /6 月龄	体重	1	0.841**	0.940**	0.952**	0.885**	0.980**	0.942**
	体高	0.716**	1	0.257**	0.859**	0.242**	0.474**	0.194*
	体斜长	0.739**	0.596**	1	0.488**	0.299**	0.427**	0.392**
	十字部高	0.779**	0.858**	0.609**	1	0.065	0.308**	0.327**
	胸围	0.684**	0.614**	0.581**	0.618**	1	0.840**	0.391**
	腹围	0.814**	0.514**	0.630**	0.576**	0.718**	1	0.473**
	管围	0.873**	0.653**	0.657**	0.677**	0.600**	0.731**	1
12 月龄 /18 月龄	体重	1	0.678**	0.685**	0.780**	0.657**	0.763**	0.852**
	体高	0.442**	1	0.459**	0.877**	0.593**	0.580**	0.526**
	体斜长	0.413**	0.596**	1	0.550**	0.552**	0.534**	0.664**
	十字部高	0.461**	0.791**	0.625**	1	0.600**	0.558**	0.635**
	胸围	0.397**	0.070	-0.192	0.042	1	0.849**	0.497**
	腹围	0.505**	0.015	-0.207	-0.055	0.812**	1	0.618**
	管围	-0.119	-0.378*	-0.220	-0.284	0.238*	0.272*	1
24 月龄	体重	1	0.425**	0.642**	0.459**	0.463**	0.288**	0.380**
	体高	-	1	0.012	0.644**	0.143	0.288**	0.380**
	体斜长	-	-	1	0.201*	0.002	0.222*	0.425**
	十字部高	-	-	-	1	0.039	0.232*	-0.070
	胸围	-	-	-	-	1	0.284**	0.157
	腹围	-	-	-	-	-	1	-0.081
	管围	-	-	-	-	-	-	1

注: 上三角为初生、12、24 月龄, 下三角为 6、18 月龄, 表中均为西荷杂交母牛体重与体尺指标的相关性分析结果, * 表示相关性显著 ($P<0.05$), ** 表示相关性极显著 ($P<0.01$), 下同。

表 3 各月龄西荷杂交母牛体尺性状对体重的影响

月龄	性状	简单相关系数	直接作用	间接作用					合计
				体高	体斜长	十字部高	胸围	腹围	
初生	体高	0.841	0.294	-	0.038	0.028	0.105	0.120	0.306
	胸围	0.885	0.269	0.114	0.035	0.013	-	0.215	0.401
	腹围	0.980	0.307	0.114	0.035	0.014	0.188	-	0.383
6 月龄	体高	0.716	0.044	-	0.085	0.202	-0.010	0.150	0.676
	胸围	0.684	-0.016	0.027	0.082	0.145	-	0.212	0.696
	腹围	0.814	0.294	0.022	0.089	0.136	-0.012	-	0.516
	管围	0.873	0.384	0.029	0.093	0.159	-0.010	0.215	0.486
12 月龄	体高	0.678	-0.092	-	0.041	0.361	0.055	0.213	0.882
	体斜长	0.685	0.089	-0.042	-	0.225	-0.051	0.195	0.591
	胸围	0.657	-0.093	-0.054	0.049	0.246	-	0.313	0.753
	腹围	0.763	0.368	-0.053	0.047	0.229	-0.079	-	0.392
18 月龄	体高	0.442	-0.084	-	0.233	0.219	-0.004	0.014	0.524
	十字部高	0.461	0.277	-0.066	0.241	-	-0.002	-0.035	0.183
	胸围	0.397	-0.057	-0.006	-0.074	0.011	-	0.565	0.457
	腹围	0.505	0.698	-0.002	-0.082	-0.014	-0.046	-	-0.188
24 月龄	体高	0.425	0.509	-	0.006	0.053	0.065	-0.217	-0.089
	体斜长	0.642	0.600	0.005	-	0.017	0.000	-0.076	-0.130
	胸围	0.463	0.467	0.071	0.000	0.003	-	-0.097	-0.007
	腹围	0.288	-0.345	0.320	0.132	0.019	0.131	-	0.635

生时腹围（0.473）对体重影响最大，表明初生期腹部发育起主导作用；6 月龄和 12 月龄管围效应值最高，分别为 0.762 和 0.726，反映骨骼发育成为关键因素；24 月龄体斜长效应值为 0.412，对体重影响最显著，标志着此时影响体重的核心已转变为决定体躯容积的框架性状，符合成年牛体型发育特征。而互作效应则反映多个性状的协同作用对体重的贡献，数值越高，说明性状间的联合效应对体重的影响越强。本研究结果显示：初生时体高×腹围（0.580）体现初生匀称度的重要性，6 月龄腹围×胸围/管围（0.825）显示心肺与骨骼协同作用，12 月龄胸围×腹围（0.851）表明消化与呼吸系统联合主导，24 月龄体高×体斜长（0.661）凸显体型结构协调性的决定作用。该结果为建立阶段化选育标准提供了理论依据。

2.5 西荷杂交母牛各月龄体重与体尺性状的多元逐步回归分析 由表 5 可知，西荷杂交母牛初生的体重与体尺指标的最优回归方程为： $Y_{初生}=0.453X_1+0.308X_2+0.340X_3-64.401$ （ $R^2=0.625$ ）；西荷杂交母牛 6 月龄的体重与体尺指标的最优回归方程为： $Y_6=0.090X_1-0.020X_2+0.780X_3+19.789X_4-474.874$ （ $R^2=0.873$ ）；西荷杂交母牛 12 月龄的体重与体尺指标的最优回归方程为： $Y_{12}=-0.791X_1+0.632X_2-0.510X_3+1.633X_4-904.254$ （ $R^2=$

0.859）；西荷杂交母牛 18 月龄的体重与体尺指标的最优回归方程为： $Y_{18}=-0.693X_1+2.409X_2-0.299X_3+2.891X_4-563.94$ （ $R^2=0.491$ ）；西荷杂交母牛 24 月龄的体重与体尺指标的最优回归方程为： $Y_{24}=7.505X_1+4.387X_2+3.084X_3-2.751X_4-1509.06$ （ $R^2=0.759$ ）。根据研究结果，可以通过标准化系数确定各阶段核心指标（初生时和 18 月龄腹围、6 月龄和 12 月龄管围、24 月龄体斜长）；其次，6 月龄（ $R^2=0.873$ ）和 12 月龄（ $R^2=0.859$ ）为最佳选育期，可建立管围≥15.2 cm（对应体重≥200 kg）等量化标准；同时依据预测偏差评估遗传进展，并根据指标更替（腹围→管围→体斜长）优化饲养方案。

3 讨 论

3.1 体重与体尺指标的相关性分析 体重和体尺指标是评估家畜生产性能的关键参数，对遗传育种研究和实践具有重要意义^[9-10]。研究结果表明，体重是表型变异的主导性状，虽各月龄体重变异系数均为各指标中最大（7.74%~16.67%），但随月龄增长变异系数递减，表明环境调控可使表型趋于稳定。同时说明，体重是受多基因调控的综合性状，对环境因素（饲养管理、营养水平等）敏感度高。这不仅与于志等^[11]的研究结果一致，还表明该杂交群体体重具有较大选育潜力。在体尺方面，

表 4 西荷杂交母牛各月龄体尺指标对体重的决定系数

月龄	性状	体高	体斜长	十字部高	胸围	腹围	管围
初生	体高	0.356	-	-	-	-	-
	胸围	0.566	-	-	0.452	-	-
	腹围	0.580	-	-	0.463	0.473	-
6 月龄	体高	0.513	-	-	-	-	-
	胸围	0.593	-	-	0.468	-	-
	腹围	0.772	-	-	0.825	0.663	-
	管围	0.789	-	-	0.668	0.825	0.762
12 月龄	体高	0.459	-	-	-	-	-
	体斜长	0.638	0.469	-	-	-	-
	胸围	0.555	0.551	-	0.432	-	-
	腹围	0.663	0.669	-	0.851	0.582	-
18 月龄	体高	0.195	-	-	-	-	-
	十字部高	0.140	-	0.213	-	-	-
	胸围	0.303	-	0.414	0.158	-	-
	腹围	0.381	-	0.497	0.270	0.255	-
24 月龄	体高	0.181	-	-	-	-	-
	体斜长	0.661	0.412	-	-	-	-
	胸围	0.553	0.556	-	0.215	-	-
	腹围	0.106	0.370	-	0.186	0.083	-

表 5 各月龄西荷杂交母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

月龄	性状	R ²	矫正 R ²	非标准化系数		标准系数	t	P
				B	标准差			
初生	常量	0.658	0.625	-64.401	10.979		-5.866	0.000
	体高	-	-	0.453	0.158	0.289	2.867	0.006
	胸围	-	-	0.308	0.116	0.280	2.650	0.010
	腹围	-	-	0.340	0.126	0.299	2.700	0.009
6 月龄	常量	0.886	0.873	-474.874	37.333		-12.720	0.000
	体高	-	-	0.090	0.581	0.015	0.155	0.878
	胸围	-	-	-0.020	0.204	-0.007	-0.098	0.923
	腹围	-	-	0.780	0.217	0.292	3.592	0.001
12 月龄	管围	-	-	19.789	4.007	0.392	4.939	0.000
	常量	0.880	0.859	-904.254	86.039		-10.510	0.000
	体高	-	-	-0.791	1.219	-0.084	-0.649	0.521
	体斜长	-	-	0.632	0.558	0.097	1.132	0.266
18 月龄	胸围	-	-	-0.510	0.558	-0.114	-0.913	0.367
	腹围	-	-	1.633	0.540	0.390	3.026	0.005
	常量	0.597	0.491	-563.94	266.225		-2.118	0.045
	体高	-	-	-0.693	2.515	-0.065	-0.276	0.785
24 月龄	十字部高	-	-	2.409	2.038	0.273	1.182	0.249
	胸围	-	-	-0.299	1.128	-0.062	-0.265	0.793
	腹围	-	-	2.891	0.970	0.692	2.981	0.007
	常量	0.835	0.759	-1509.062	407.004		-3.708	0.003
	体高	-	-	7.505	2.969	0.537	2.527	0.025
	体斜长	-	-	4.387	1.189	0.620	3.690	0.003
	胸围	-	-	3.084	0.776	0.473	3.975	0.002
	腹围	-	-	-2.751	1.279	-0.365	-2.151	0.051

各体尺指标变异系数的时序变化，则清晰地说明了生长发育重心的转移。西荷杂交牛初生时，胸围变异最大（6.91%），提示胸腔发育存在显著个体差异；6~12 月龄时，胸围持续高变异（7.34%~7.43%），反映快速生长期心肺功能发育的不均衡性^[12]；18 月龄，管围变异突增（7.07%）与体斜长变异锐减（0.43%）形成对比，标志骨骼发育从轴向生长转向四肢强度分化^[13]；24 月龄时，体斜长变异回升（4.30%）表明成年体型分化主要体现为体长差异^[14]。其次，相关性是量化不同因素间变动状况一致程度的重要指标^[15]。本研究显示，西荷杂交母牛在初生时~6 月龄快速生长期体重与各性状均呈高度正相关^[16]（0.841~0.980），体现整体发育的协同性；12~18 月龄转型期，体重与管围的相关性跃升（0.852），而胸围与体斜长出现负相关（-0.192），反映发育重心转向四肢且体型开始分化^[13]；至 24 月龄体成熟期，各性状相关性普遍减弱，仅体高与十字部高保持稳定相关^[17]（0.644），表明性状发育趋于独立。值得注意的是，胸围与体重存在稳定的显著相关性，可作

为西荷杂交母牛选育的首要指标。

3.2 体重与体尺指标的通径分析和决定程度分析 通径分析是回归分析的扩展方法，能解析多变量间的复杂线性关系，有效揭示表型性状的互作机制^[6]。首先，本研究显示，在初生阶段，腹围对体重具有最大的直接影响^[18]（直接通径系数 0.307）和显著的间接作用（通过胸围 0.215），表明新生犊牛体重增长主要依赖腹腔发育，这与贾知锋等^[19]的研究不谋而合；6 月龄时管围的直接作用（0.384）和间接影响（通过腹围 0.215）最为突出，显示四肢发育的重要性提升^[20]；12~18 月龄出现性状作用的转折期，表现为体高和胸围的直接作用转为负值，但通过其他性状的间接补偿维持了正向总效应^[21]；至 24 月龄，体斜长的直接作用（0.600）占据主导^[14]，而腹围作用转为负值（-0.345），反映成年牛体型结构的定型特征。因此，在制定西荷杂交牛育种规划时，应早期选育侧重腹围，中期关注管围，后期重视体斜长，对制定平衡育种策略具有重要指导价值。

除此之外，独立效应能够反映某一特定体尺指标对

体重的直接贡献,因此,独立效应值越高,意味着该性状在相应生长阶段对体重的影响越关键。本文显示,初生时腹围(0.473)对体重影响最大^[11],表明初生期腹部发育起主导作用,而体高×腹围(0.580)则体现初生匀称度的重要性;6月龄和12月龄管围效应值最高,分别为0.762和0.726,其中,6月龄腹围×胸围/管围(0.825)显示心肺与骨骼协同作用,而12月龄胸围×腹围(0.851)表明消化与呼吸系统联合主导,反映出骨骼发育成为关键因素^[12-13];此外,24月龄体斜长(0.412)影响最显著,体高×体斜长(0.661)凸显体型结构的协调性,符合成年牛体型发育特征^[14]。

3.3 体重与体尺指标的逐步回归分析 逐步回归是一种自动筛选重要变量的回归分析方法,可从候选变量中构建最优模型^[8]。本研究中,西荷杂交母牛初生时,体高($\beta=0.289$)、胸围($\beta=0.280$)和腹围($\beta=0.299$)共同解释65.8%的体重变异($R^2=0.658$),呈现多系统协同发育特征^[22-23];6月龄时管围($\beta=0.392$)和腹围($\beta=0.292$)成为主要预测因子^[13],模型解释率提升至88.6%,显示四肢与腹腔发育的关键作用;而生长发育转折期(12~18月龄)表现为腹围主导模式^[22]($\beta=0.390\sim0.692$),但模型解释力波动下降(R^2 从0.880降至0.597);24月龄时体斜长($\beta=0.620$)和胸围($\beta=0.473$)取代腹围成为核心预测指标^[22,24],解释率回升至83.5%,而腹围作用发生显著逆转($\beta=-0.365$),标志着生长发育完成向体型结构定型的转变。

4 结论

本研究基于西荷杂交母牛5个月龄系统分析可知,不同月龄的选择指标有所差异。建议将胸围、腹围和体高列为核心表型指标可作为动态育种策略中的优先选择参数。此外,在分析间接作用时,可参考其余性状间的相关性。本研究结果将有助于制定针对西荷杂交牛不同关键生长阶段的育种方案,也对推动新疆昌吉地区该品种的特色化发展经济效益提升具有积极意义。

参考文献:

- [1] 范婷婷,王文翔,马毅,等.西门塔尔牛、和牛与荷斯坦牛杂种优势预测及实际杂交效果分析[J].畜牧兽医学报,2022,53(8):2568-2577.
- [2] 常瑶,朱莹琳,施佳庆,等.西荷杂交牛与荷斯坦牛重要经济性状对比[J].畜牧兽医学报,2018,49(2):270-281.
- [3] 张巧娥,罗晓瑜,洪龙,等.不同蛋白质水平对西杂牛生产性能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2016(9):136-138.
- [4] 刘萍,赵敏霖,许娅虹,等.德系西门塔尔×荷斯坦公牛的屠宰性能和肉质性状分析[J].中国畜牧杂志,2023,59(5):110-116.
- [5] 韩萍萍,胡辨红,蔡亚非,等.乳肉兼用西荷杂交牛饲养规程[J].黑龙江畜牧兽医,2019(14):34-37.
- [6] 何淑静,孙少华,朱波,等.蒙荷杂交牛与荷斯坦母牛生长发育及体型特征的对比研究[J].中国畜牧杂志,2014,50(13):27-31.
- [7] 傅春泉,姜俊芳,周文仙,等.德系西门塔尔牛在散栏式牛场的杂交利用研究[J].中国奶牛,2016(3):21-24.
- [8] 张昕宁,杨存明,刘黎,等.西荷杂交牛体重与体尺指标的相关及回归分析[J].中国畜牧杂志,2024,60(10):142-146.
- [9] 许鑫.不同品种绵羊体重与体尺指标的相关回归分析[D].兰州:甘肃农业大学,2017.
- [10] Milan P P, Dragana R M, Violeta C P, et al. Influence of environmental factors on birth weight variability of indigenous Serbian breeds of sheep[J]. AJB, 2011, 10 (22): 4673-4676.
- [11] 于志,高艳霞,曹玉凤,等.中国荷斯坦犏牛和育成牛生长发育规律的研究[J].中国畜牧兽医,2014,41(6):121-125.
- [12] 马凯伦,张晓雪,李雪,等.新疆昌吉地区中国西门塔尔牛体重性状遗传参数估计[J].中国畜牧杂志,2024,60(11):232-238.
- [13] 王梓蓓,戴思凡,赵树生,等.邓川牛体重与体尺指标的主成分分析[J].中国畜牧杂志,2024,60(7):106-113.
- [14] 王丹,周靖航,刘丽元,等.新疆褐牛体尺体重相关性及其主成分分析[J].中国畜牧杂志,2017,53(9):38-41.
- [15] 郭锁鑫,王琼,刘玲玲,等.多浪羊与多湖F₂代体重与体尺指标的相关关系分析[J].黑龙江畜牧兽医,2021(15):56-60.
- [16] 张晓雪,李云霞,赵俊亮,等.新疆地区西门塔尔犏牛牛生长发育规律分析[J].中国畜牧杂志,2018,54(8):35-39.
- [17] 赵婷婷,张继才,杨凯,等.文山牛母牛生长发育规律分析[J].中国牛业科学,2023,49(4):9-15.
- [18] 李志娟,金显栋,高春国,等.犏牛早期(3月龄)断奶生长发育情况分析[J].中国牛业科学,2023,49(5):1-4.
- [19] 贾知锋,王纯洁,高瑞娟,等.三河牛生长发育规律分析[J].黑龙江畜牧兽医,2016(23):97-98,102.
- [20] 邓茗月,吴东旺,孙丽媛,等.不同月龄中甸牦牛体重和体尺指标的相关性和主成分分析[J].黑龙江畜牧兽医,2020(6):136-140.
- [21] 周玉青,马存寿,米兴亮,等.青海门源地区杂种荷斯坦后备牛生长发育分析[J].中国牛业科学,2010,36(2):16-18,45.
- [22] 陈长博,路平乐,苏涛龙,等.早胜牛母牛体重与体尺性状相关回归分析[J].黑龙江畜牧兽医,2024(8):31-36.
- [23] 刘佳楠,陈园,杨杰,等.西门塔尔牛母牛体重与体尺性状的相关回归分析[J].现代畜牧科技,2025(7):24-26.
- [24] 索效军,张年,杨前平,等.郧巴黄牛体重和体尺性状的相关及回归分析[J].黑龙江畜牧兽医,2018(15):94-97.

(责任编辑:赵楠)