

王高富,刘良佳,任航行,等.成年酉州乌羊体尺长与体质量的关系[J].江苏农业科学,2017,45(21):165-168.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.046

成年酉州乌羊体尺长与体质量的关系

王高富¹,刘良佳¹,任航行¹,蒋婧¹,余琴²,黎年富³,夏元友³,周鹏¹

(1.重庆市畜牧科学院/重庆市山羊工程技术研究中心,重庆 402460; 2.重庆市荣昌区昌州街道畜牧兽医站,重庆 402460;

3.重庆市酉阳县畜牧兽医局,重庆酉阳 409800)

摘要:为研究成年酉州乌羊体尺长与体质量的关系,测定 16 只酉州乌羊成年公羊和 74 只成年母羊的体斜长、体高、胸围、管围和体质量等指标,运用 SPSS 软件分别分析公母羊体尺长与体质量间的相关系数、体尺长对体质量的直接和间接影响以及对体质量的决策程度,分别建立公羊和母羊体尺长与体质量的最优回归模型。结果表明,胸围和体斜长是酉州乌羊母羊体质量的最主要决策变量,胸围是公羊体质量的最主要决策变量。母羊和公羊体尺对体质量的最优回归模型分别是 $Y = -37.569 + 0.262X_1 + 0.702X_3$, $Y = -44.157 + 1.035X_3$,其中 X_1 表示体斜长, X_3 表示胸围。

关键词:酉州乌羊;体斜长;胸围;体质量;回归分析

中图分类号: S826.8⁺92 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)21-0165-03

酉州乌羊主要分布于武陵山区腹地的酉阳土家族苗族自治县,是重庆市特有的本地山羊品种,2009 年正式被评定为国家级遗传资源^[1],该羊肉质细嫩,全身皮肤、眼、鼻、嘴、肛门、阴门等可视黏膜均为乌色^[2],肉、骨、内脏均可入药^[3-4],被当地群众称为“药羊”^[3]。但酉州乌羊群体数量小,现存栏数量不足 5 000 只,生长速度慢,成年个体体质量小,对其进行选育提高已经迫在眉睫。

体质量性状是肉羊的重要经济性状,是肉羊育种过程中主要选择性状之一。而体尺性状反映肉羊体格大小、体躯结构和组织器官发育情况,它与肉羊的繁殖、生长、抗病力以及对外界生活条件的适应能力等均有一定的相关性。因为体尺性状数量较多,研究这些性状与体质量的关系,找出较为主要的体尺性状作为育种指标具有一定的实用价值。为了使酉州乌羊的保种选育工作更加高效快捷,本研究拟测定成年酉州乌羊的 4 个体尺和体质量性状,分析它们之间的关系,以期建立体质量与体尺之间的回归模型。

1 材料与与方法

1.1 试验对象、测定指标及方法

试验在重庆市酉州乌羊资源保护场进行,随机选择常规饲养条件下的成年公羊 16 只,成年母羊 74 只进行体尺和体质量测定,试验羊体况中上等,健康无病。测定指标包括体斜长(X_1)、体高(X_2)、胸围(X_3)、管围(X_4)和成年体质量(Y);测定方法按照《畜禽遗传资源调查技术手册》执行^[5],主要测定工具是测杖、卷尺、电子秤等。

1.2 统计方法

试验数据录入 Excel 数据库中,用 SPSS 统计软件分析体质量与体尺间的相关系数、通径系数、体尺对体质量的决策程度,并建立体质量与体尺的最优回归模型^[6]。

2 结果与分析

2.1 各性状的表型参数

由表 1 所测各性状的平均数、标准差及变异系数可知,酉州乌羊成年公母羊体质量的变异系数在各性状中是最大的,分别达到 31.53% 和 24.03%,这表明酉州乌羊的体质量变化较大,具有较大的选育提高空间。另外,成年公羊的体斜长、体高、胸围和管围等体尺指标的变异系数均大于成年母羊,并且变异系数均较大,说明酉州乌羊体尺性状也有较大的选育提高空间。

表 1 各性状的平均数、标准差及变异系数

羊的性别	类别	体斜长 (cm)	体高 (cm)	胸围 (cm)	管围 (cm)	体质量 (kg)
公	平均数	58.29	45.02	70.01	8.09	28.26
	标准差	6.09	5.03	8.37	0.72	8.91
	变异系数	10.45%	11.18%	11.96%	8.90%	31.53%
母	平均数	52.19	40.11	64.82	7.23	21.60
	标准差	4.44	3.73	5.40	0.64	5.19
	变异系数	8.51%	9.30%	8.33%	8.86%	24.03%

2.2 体尺、体质量表型相关分析

由表 2、表 3 可以看出,成年公母羊体尺与体质量都呈极显著正相关($P < 0.01$),且公羊各性状间的相关系数均大于母羊。其中公羊胸围与体质量的相关系数最大,达到 0.972,体斜长次之,为 0.920,其他依次为管围和体高;母羊胸围与体质量的相关系数最大,为 0.893,其他依次为体斜长、体高和管围。而公母羊在各体尺之间亦有较强的正相关,除母羊体斜长与管围呈显著正相关($P < 0.05$),其他性状间都达到了极显著相关($P < 0.01$),这说明成年酉州乌羊的体尺、体质量是相互依存的不同性状,对其中任何性状进行选择都应该

收稿日期:2016-06-15

基金项目:重庆市农发资金项目(编号:15404);重庆市基本科研业务费计划项目(编号:15435)。

作者简介:王高富(1980—),男,重庆人,硕士,副研究员,研究方向为羊遗传育种。E-mail:wanggaofs20031216@163.com。

通信作者:周鹏,高级畜牧师,研究方向为动物遗传育种。

E-mail:cqzp2006@163.com。

表 2 成年酉州乌羊母羊各性状之间的相关系数

性状	X_1	X_2	X_3	X_4	Y
X_1	1.000				
X_2	0.563 **	1.000			
X_3	0.728 **	0.626 **	1.000		
X_4	0.240 *	0.329 **	0.503 **	1.000	
Y	0.755 **	0.624 **	0.893 **	0.402 **	1.000

注：“*”表示相关性达到显著水平($P<0.05$)；“**”表示相关性达到极显著水平($P<0.01$)。表 3 同。

表 3 成年酉州乌羊公羊各性状之间的相关系数

性状	X_1	X_2	X_3	X_4	Y
X_1	1.000				
X_2	0.871 **	1.000			
X_3	0.928 **	0.873 **	1.000		
X_4	0.866 **	0.824 **	0.890 **	1.000	
Y	0.920 **	0.874 **	0.972 **	0.912 **	1.000

综合考虑。

2.3 不同性别酉州乌羊体质量的正态性检验

SPSS 对一组数据进行正态性检验有 2 种方法,即 Kolmogorov – Smirnov Test 和 Shapiro – Wilk Test。Kolmogorov – Smirnov Test 检验结果较精确,适用于大样本的检测。而 Shapiro – Wilk Test 适用于小样本的检验。本研究母羊样本数量 73 只,公羊样本数量 16 只,均属于小样本,因此对因变量 Y 进行正态性检验后利用 Shapiro – Wilk Test 的输出结果。母羊 Shapiro – Wilk 统计量 0.968, P 值 = 0.061 > 0.05 (表 4),公羊统计量 0.953, P 值 = 0.535 > 0.05 (表 5),所以公母羊体质量均服从正态分布,可以进行回归分析。

表 4 母羊体质量正态性检验结果

Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wilk		
统计量	df	P 值	统计量	df	P 值
0.076	73	0.200	0.968	73	0.061

表 5 公羊体质量正态性检验结果

Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wilk		
统计量	df	P 值	统计量	df	P 值
0.114	16	0.200	0.953	16	0.535

2.4 通径分析

各体尺性状对体质量的相关仅反映两性状间的表型相关,而不能反映各体尺性状与体质量的直接关系大小。因此,必须深入分析各因变量(体尺)对自变量(体质量)的直接影响,即通径分析,进一步揭示各性状间的相关原因。根据通径分析原理,利用各性状间的表型相关系数建立体尺对体质量的通径系数正规方程组。

表 6 母羊各体尺性状对体质量的影响

自变量	与 y 的相关系数 r_{iy}	通径系数(直接作用) P_{iy}	间接通径系数(间接作用)				合计
			X_1	X_2	X_3	X_4	
X_1	0.755 0	0.170 0		0.047 9	0.516 2	-0.006 0	0.558 1
X_2	0.624 0	0.085 0	0.095 7		0.443 8	-0.008 2	0.531 3
X_3	0.893 0	0.709 0	0.123 8	0.053 2		-0.012 6	0.164 4
X_4	0.402 0	-0.025 0	0.040 8	0.028 0	0.356 6		0.425 4

2.4.1 母羊正规方程组 方程组如下:

$$\begin{aligned} P_1 + 0.563P_2 + 0.728P_3 + 0.240P_4 &= 0.755; \\ 0.563P_1 + P_2 + 0.626P_3 + 0.329P_4 &= 0.624; \\ 0.728P_1 + 0.626P_2 + P_3 + 0.503P_4 &= 0.893; \\ 0.240P_1 + 0.329P_2 + 0.503P_3 + P_4 &= 0.402。 \end{aligned}$$

解方程得: $P_1 = 0.17$; $P_2 = 0.085$; $P_3 = 0.709$; $P_4 = -0.025$ 。

通过对通径系数进行显著性检验可知: P_3 达到了极显著的水平($P<0.01$), P_1 达到显著水平($P<0.05$), P_2 、 P_4 均未达到显著水平,表明胸围和体斜长对母羊体质量的直接影响较大,其中以胸围对母羊体质量的直接影响作用最大($P_3 = 0.709$),其次是胸体斜长($P_1 = 0.17$),体高和管围对体质量的直接影响较小,这与表型相关的分析结果一致。

2.4.2 公羊正规方程组 方程组如下:

$$\begin{aligned} P_1 + 0.871P_2 + 0.928P_3 + 0.866P_4 &= 0.920; \\ 0.871P_1 + P_2 + 0.873P_3 + 0.824P_4 &= 0.874; \\ 0.928P_1 + 0.873P_2 + P_3 + 0.890P_4 &= 0.972; \\ 0.866P_1 + 0.824P_2 + 0.890P_3 + P_4 &= 0.912。 \end{aligned}$$

解方程得: $P_1 = 0.046$; $P_2 = 0.055$; $P_3 = 0.697$; $P_4 = -0.206$ 。

通过对通径系数进行显著性检验可知: P_3 达到了极显著的水平($P<0.01$), P_1 、 P_2 、 P_4 均未达到显著水平,表明胸围对公羊体质量的直接影响较大,体斜长、体高和管围对体质量的直接影响较小。

2.5 相关系数分解

通径分析在多元回归的基础上将相关系数 r_{iy} 分解为直接通径系数(某一自变量对因变量的直接作用)和间接通径系数(该自变量通过其他自变量对因变量的间接作用)。通径分析的理论已证明,任一自变量(x)与因变量(y)之间的简单相关系数(r_{iy}) = x_i 与 y 之间的直接通径系数(P_{iy}) 和所有 x_i 与 Y 的间接通径系数,任一自变量 x_i 对 y 的间接通径系数 = 相关系数(r_{iy}) × 通径系数(P_{iy})。

2.5.1 母羊各体尺对体质量的相关系数分解 由表 6 可知,在 4 个自变量对体质量的直接影响方面,胸围(X_3)的直接作用最大,体斜长次之,管围直接作用最小。通过分析各个间接通径系数发现,体斜长通过胸围对体质量的间接作用最大,其间接通径系数达到 0.516 2,其次是体高和管围通过胸围对体质量的间接作用,其间接通径系数分别达到了 0.443 8 和 0.356 6,而体高和管围对体质量的直接影响却较小。由此可见,体高(X_2)和管围(X_4)对体质量的影响主要取决于间接作用;胸围(X_3)对体质量不但有较强的直接影响,而且辅助其他性状对体质量产生较大的间接作用。因此,胸围和体斜长对酉州乌羊母羊体质量的增加具有重要作用,而体高和管围对体质量改变影响不大,在选育时可以不必过多考虑。

2.5.2 公羊各体尺对体质量的相关系数分解 由表 7 可知, 4 个自变量对体质量的直接影响中, 胸围 X_3 的直接作用最大。通过分析各个间接通径系数发现, 体斜长通过胸围对体质量的间接作用最大, 其间接通径系数达到 0.646 8, 其次是管围和体高通过胸围对体质量的间接作用, 其间接通径系数分别达到了 0.620 3 和 0.608 5, 而体斜长、体高和管围对体

质量的直接影响却较小。由此可见, 体斜长(X_1)、体高(X_2)和管围(X_4)对体质量的影响主要取决于间接作用; 胸围(X_3)对体质量不但有较强的直接影响, 而且还辅助其他性状对体质量产生较大的间接作用。因此, 胸围对西州乌羊公羊体质量的增加具有重要作用。

表 7 公羊各体尺性状对体质量的影响

自变量	与 Y 的相关系数 r_{iy}	通径系数(直接作用) P_{iy}	间接通径系数(间接作用)			
			X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	0.920 0	0.046 0		0.047 9	0.646 8	-0.178 4
X_2	0.874 0	0.055 0	0.040 1		0.608 5	-0.169 7
X_3	0.972 0	0.697 0	0.042 7	0.048 0		-0.183 3
X_4	0.912 0	-0.206 0	0.039 8	0.045 3	0.620 3	

2.6 决策程度分析

袁志发等提出决策系数的概念, 指出在复杂的路径信息中, 选择什么样的路径对因变量 Y 最好, 可由决策系数来决定^[7]。决策系数计算公式为 $R^2_{(i)} = 2P_i r_{iy} - P_i^2$ 。

由决策系数公式计算出西州乌羊母羊各变量决策系数:

$R^2_{(1)} = 2 \times 0.17 \times 0.755 - 0.172 = 0.227\ 8;$
 $R^2_{(2)} = 2 \times 0.085 \times 0.624 - 0.0852 = 0.098\ 9;$
 $R^2_{(3)} = 2 \times 0.709 \times 0.893 - 0.7092 = 0.763\ 6;$

$R^2_{(4)} = 2 \times (-0.025) \times 0.402 - (-0.025)2 = -0.207\ 3。$

决策系数排序为 $R^2_{(3)} > R^2_{(1)} > R^2_{(2)} > R^2_{(4)}$, 且 $R^2_{(4)} < 0$ 。由决策系数可知, 西州乌羊母羊胸围(X_3)和体斜长(X_1)是体质量的最主要决策变量, 其次是体高(X_2)和管围(X_4)。

由决策系数公式计算出西州乌羊公羊各变量决策系数:

$R^2_{(1)} = 2 \times 0.046 \times 0.920 - 0.046\ 2 = 0.082\ 5;$
 $R^2_{(2)} = 2 \times 0.055 \times 0.874 - 0.055\ 2 = 0.093\ 1;$
 $R^2_{(3)} = 2 \times 0.697 \times 0.972 - 0.697\ 2 = 0.869\ 2;$

$R^2_{(4)} = 2 \times (-0.206) \times 0.912 - (-0.206)2 = -0.418\ 2。$

决策系数排序为 $R^2_{(3)} > R^2_{(2)} > R^2_{(1)} > R^2_{(4)}$, 且 $R^2_{(4)} < 0$ 。由决策系数可知, 西州乌羊公羊胸围(X_3)是体质量的最主要决策变量, 其次是体斜长(X_1)、体高(X_2)和管围(X_4)。

2.7 最优线性回归方程的建立

根据逐步线性回归原理, 从所有可供选择的自变量中逐步选择加入或删除某个自变量, 直到建立最优的回归方程。运用 SPSS 分析程序分别获得西州乌羊母羊和公羊体质量和体尺之间的最优线性回归方程, 回归系数等见表 8。

表 8 母羊回归系数及其显著性检验结果

编号	模型变量/常量	非标准化系数		标准系数	t 值	P 值
		B	标准误差			
1	常量	-34.052	3.311		-10.283	0.000
	胸围	0.859	0.051	0.893	16.862	0.000
2	常量	-37.569	3.339		-11.252	0.000
	胸围	0.702	0.70	0.731	9.995	0.000
	体斜长	0.262	0.086	0.224	3.059	0.003

注: B 表示回归模型偏回归系数。表 9 同。

由表 8 可知母羊各自变量的偏回归系数、方程截距、标准回归系数(即通径系数)、标准误差以及相对应的显著性检验结果, 从而可得线性回归方程:

$Y = -37.569 + 0.262\ X_1 + 0.702\ X_3。$

对成年母羊回归模型的截距(a)和 2 个偏回归系数(b_1 , b_3)进行显著性检验, 均达到极显著的水平($P < 0.01$); 同时, 入选的 2 个体尺性状对体质量的决定系数 $R^2 = 0.821$ 。说明回归方程极也显著存在且所选性状对体质量有较大的决定作用, 拟合的方程也具有较强的参考价值。

由表 9 可知, 公羊各自变量的偏回归系数、方程截距、标准回归系数(即通径系数)、标准误差以及相对应的显著性检验结果, 从而可得线性回归方程如下:

$Y = -44.157 + 1.035X_3。$

表 9 公羊回归系数及其显著性检验结果

模型变量/常量	非标准化系数		标准系数	t 值	P 值.
	B	标准误差			
常量	-44.157	4.716		-9.364	0.000
胸围	1.035	0.067	0.972	15.461	0.000

对成年公羊回归模型的截距(a)和一个偏回归系数(b_3)进行显著性检验, 表明达到了极显著的水平($P < 0.01$); 同时, 入选的此体尺性状对体质量的决定系数 $R^2 = 0.945$ 。说明回归方程极显著存在且所选性状对体质量有较大的决定作用, 拟合的方程具有较强的参考价值。

3 讨论

3.1 主要选育指标的确定

本研究选择了西州乌羊的 4 个成年体尺指标作为研究对象, 从相关分析、通径分析及决定程度分析表明, 无论是成年公羊还是母羊, 其胸围均是影响体质量的一个主要指标, 与湖北乌羊和大足黑山羊等研究结果^[8-9] 有所不同, 湖北乌羊公羊体质量最主要影响因素是体长, 大足黑山羊体质量最主要影响因素是胸宽和管围, 这可能是由于品种和生长环境不同所造成的。因此, 在西州乌羊本品种选育过程中应该以胸围为主并兼顾体斜长和管围作为主要选择指标。

3.2 体质量与体尺性状的作用关系

由相关系数剖分可知, 不管母羊或者公羊的体质量和胸围的相关主要由两者直接作用而形成的, 间接作用影响较小。而与体质量的相关性次之的为体斜长、体高和管围, 对体质量的影响主要通过间接作用产生, 直接效应较小。这表明畜体是一个交互作用的有机整体, 选择时应综合考虑才能取得较好的效果。

陈朝军,李俊,王辉,等. 花椒麻素和辣椒素对大鼠体内脂质的调节作用[J]. 江苏农业科学,2017,45(21):168-172.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.047

花椒麻素和辣椒素对大鼠体内脂质的调节作用

陈朝军¹, 李俊¹, 王辉¹, 吕都¹, 刘辉¹, 刘永翔¹, 刘庆庆², 刘雄²

(1. 贵州省生物技术研究所, 贵州贵阳 550006; 2. 西南大学食品科学学院, 重庆 400715)

摘要:拟研究花椒麻素与辣椒素对试验性高血脂症大鼠血脂水平的共同调节作用。将40只SD雌性大鼠按体重分为5组,即普通饲料空白组、模型对照组、花椒麻素组[3 mg/(kg·d)]、花椒麻素和辣椒素的混合组[2 mg/(kg·d)花椒麻素+7 mg/(kg·d)辣椒素]、辣椒素组[9 mg/(kg·d)],研究花椒麻素和辣椒素以及两者混合时的降血脂作用。所有大鼠饲喂基础饲料,自由采食和饮水,每天测量大鼠体质量和采食量,灌胃4周后处死,解剖测定大鼠血清总胆固醇(total cholesterol,简称TC)、甘油三酯(triglyceride,简称TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol,简称HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,简称LDL-C)含量和肝脏总脂肪、总胆固醇、总甘油三酯含量,观察大鼠肝脏的切片。结果表明,灌胃花椒麻素、辣椒素能延缓大鼠的体质量增加,降低大鼠的血脂和肝脂水平,减轻大鼠的脂肪肝症状,对胆固醇代谢循环有较好效果,且不影响大鼠肝脏的正常发育,增加大鼠粪便中的胆固醇、甘油三酯含量以及小肠内容物和粪便中总胆汁酸的含量,其中混合组降血脂的效果最好。由研究结果可知,花椒麻素与辣椒素混合时,对胆固醇的调节效果优于单一组分。

关键词:花椒麻素;辣椒素;联合作用;降血脂;体质量;饲料效率

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)21-0168-05

花椒为芸香科(rutaceae)花椒属植物,别称汉椒、蜀椒、秦椒等^[1]。麻味物质是花椒中最特有的成分,最早从日本产花椒的醚溶性浸提物中分出麻辣味成分,命名为山椒素(sanshool),进一步研究证明它是一类链状不饱和脂肪酸酰胺的混合物,在此统称为花椒麻素^[2]。近年来国内外对花椒麻素生理活性^[3-4]、临床应用和药理作用的研究非常多。吕娇发现,花椒精可以降低去势大鼠的体质量增加量和饲料效率、提高大鼠采食量以及降低血浆中总胆固醇(total

cholesterol,简称TC)、甘油三酯(triglyceride,简称TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,简称LDL-C)、非高密度脂蛋白胆固醇(non-high-density lipoprotein cholesterol,简称非HDL-C)的浓度,提高高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol,简称HDL-C)的浓度^[5]。

辣椒素(capsaicin,简称CAP)是存在于辣椒果实中的一类香草酰胺类生物碱,近年来学者对辣椒素的作用机制进行了大量研究,主要与瞬时受体电位香草酸亚型1(transient receptor potential vanilloid 1,简称TRPV1)有关^[6-8]。辣椒素通过促进神经传导物质乙酰胆碱和去甲肾上腺素的分泌^[9-11]、增加耗氧量和静息时能量消耗^[12-13]、促进体内脂肪氧化^[14-15]、增强能量释放^[16-17],从而降低血脂和体内脂肪的贮存、改善肥胖患者的体重指数(body mass index,简称BMI)、抑制细胞分化和脂肪酸的合成、促进能量消耗^[18]、降

收稿日期:2016-06-07

基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:31171679);贵州省科技厅重大科技专项计划(编号:[2014]6016)。

作者简介:陈朝军(1988—),男,山东烟台人,硕士研究生,研究方向为食品质量与安全。E-mail:chenzhaojun8811@163.com。

通信作者:刘雄,博士,教授,主要从事碳水化合物功能与利用、食品营养学研究。E-mail:liuxiong848@hotmail.com。

3.3 需要进一步研究的问题

本研究只选择了几个重要的体尺性状,其他体尺性状如胸深、胸宽和腰角宽等是否存在与体质量更强的相关性,还有待进一步探讨。此外,由于本研究公羊样本量较小,变异系数较大,在以后的研究中要扩大公羊样本量,进一步研究体尺与体质量的相关关系。

参考文献:

- [1] 赵金红,王高富,陈静,等. 西州乌羊胚胎移植效果初报[J]. 上海畜牧兽医通讯,2012(1):014.
- [2] 周鹏,王高富,任航行,等. 西州乌羊遗传资源的保护对策[J]. 上海畜牧兽医通讯,2013(5):75-75.
- [3] 夏元友,彭春江,郑义. 西州乌羊品种特性及生产性能初探

- [J]. 畜禽业,2005(7):44-45.
- [4] 周鹏,黄勇富,王高富,等. 西州乌羊生理生化指标的研究[J]. 上海畜牧兽医通讯,2012(4):32-33.
- [5] 陈伟生,徐桂芳. 中国家畜地方品种资源图谱(下)[M]. 北京:中国农业出版社,2004.
- [6] 杜家菊,陈志伟. 使用SPSS线性回归实现通径分析的方法[J]. 生物学通报,2010,45(2):4-6.
- [7] 袁志发,周静芋,郭满才,等. 决策系数——通径分析中的决策指标[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2001,29(5):131-133.
- [8] 韩燕国,王党伟,何春波,等. 湖北乌羊体尺与体重的关系研究[J]. 中国草食动物科学,2012(专辑):366-369.
- [9] 陈永军,赵中权,张家骅,等. 成年大足黑山羊体重与体尺通径分析及最优回归模型的建立[J]. 草食家畜,2008(3):71-74.