阿什旦牦牛引进西藏拉萨地区后血清生化指标的变化

吴 丹[1,2]，王洪壮[1,3]，朱 勇[1,3]，陈晓英[1,3]，陆东祥[1,3]，张成福[1,2]

（1.西藏自治区农牧科学院畜牧兽医研究所，西藏 拉萨 850009；2.省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室，西藏 拉萨 850009；3.农业农村部青藏高原畜禽遗传育种重点实验室，西藏 拉萨 850009）

摘 要：探究阿什旦牦牛引入到西藏拉萨地区后的血清生化指标的变化，从青海省牦牛繁育推广服务中心引入阿什旦牦牛种牛 120 头（公牛 20 头，母牛 100 头），对牦牛血清生化指标进行检测，结果发现：与引进前的阿什旦牦牛相比，引进 1 年后的阿什旦牦牛其血清谷草转氨酶、谷丙转氨酶、碱性磷酸酶活性下降，而尿素氮和肌酐浓度升高。此外，球蛋白和甘油三酯浓度增加。相比本地牦牛，阿什旦牦牛的血清生化指标普遍较高，表明其在高原环境中经历了较为显著的生理适应性调整。说明阿什旦牦牛在环境适应过程中经历了生理压力，但并未造成广泛的生理功能失调。

关键词：阿什旦牦牛；血清生化；代谢

中图分类号：S832.3 **文献标识码**：A

Changes in serum biochemical indicators of Ashidan yaks introduced to Lhasa, Xizang

Wu Dan[1,2], Wang Hongzhuang[1,3], Zhu Yong[1,3], Chen Xiaoying[1,3], Lu Dongxiang[1,3], Zhang Chengfu[1,2]

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Xizang Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa Xizang 850009, China; 2. State Key Laboratory of Hulless Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement, Lhasa Xizang 850009, China; 3. Key Laboratory of Animal Genetics and Breeding on the Qinghai-Xizang Plateau, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Lhasa Xizang 850009, China)

Abstract: This study aimed to investigate serum biochemical changes of Ashidan yaks after introduction to Lhasa, Xizang. A total of 120 breeding Ashidan yaks (20 bulls, 100 cows) were introduced from Qinghai Yak Breeding and Promotion Center for serum index detection. Compared with the source population before introduction, one year after relocation, the activities of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase and alkaline phosphatase decreased, while urea nitrogen and creatinine contents increased; globulin and triglyceride levels also rose. Compared with local plateau yaks, Ashidan yaks had generally higher serum biochemical values, which indicated obvious physiological adaptation to high-altitude environments. The physiological stress induced by habitat transition did not lead to severe organ dysfunction.

Key words: Ashidan yak; serum biochemical indicators; physiological metabolism

牦牛 *Bos grunniens* 是青藏高原特有的反刍动物，长期生活在高寒、缺氧、强辐射的极端生态环境中，形成了独特的生理适应机制和代谢特征[1-2]。在我国西部牧区，牦牛不仅是牧民赖以生存的重要经济动物[3]，也是高原生态系统物质循环与能量传递的重要组成部分[4]。近年来，随着畜牧业结构的调整和优质肉奶产品的需求增加，阿什旦牦牛（Ashidan yak）作为青海培育的

收稿日期：2025-12-25

基金项目：2025 西藏自治区财政预算内项目。

作者简介：吴丹（1995—），女，硕士，研究实习员，主要从事动物微生物研究，E-mail：xkswudan@126.com。

通信作者：张成福（1975—），男，硕士，副研究员，主要从事动物繁殖研究，E-mail：tibetzcf@126.com。

优良品种，以体型大、生长快、肉质好等优势[5]，被引入西藏拉萨进行推广研究。然而，不同海拔、气候及饲养条件的差异，可能导致其机体代谢水平与生理状态发生显著变化。

血清生化指标是反映机体代谢活动、营养状况及健康水平的重要生理参数，在动物应激反应[6]、适应性研究[7]和品种比较[8]中具有广泛应用价值。已有研究表明，海拔升高、温度变化、氧分压降低等环境因素均可影响牦牛的血液理化特性和酶学活性[9-10]。例如，高原型牦牛通常表现出较高的红细胞计数、血红蛋白浓度及抗氧化酶活性，以适应低氧环境。但品种间和地域间差异的血清生化响应规律尚缺乏系统研究，特别是关于阿什旦牦牛在拉萨地区驯化初期的代谢适应过程，尚未见报道。因此，本研究以引进至西藏拉萨地区的阿什旦牦牛为研究对象，系统分析其血清生化指标的变化特征。通过探讨其生理适应机制与代谢调节特征，旨在揭示阿什旦牦牛对拉萨高原生态环境的生理适应规律，为牦牛引种、饲养管理及健康监测提供科学依据，同时为高原家畜适应性育种研究提供数据支持。

1　材料与方法

1.1　试验动物及饲养管理

本次采样动物为2023年7月从青海省牦牛繁育推广服务中心引进到拉萨市林周县的阿什旦牦牛种牛120头，其中公牛20头，母牛100头。引进后进行1个月的隔离观察，隔离结束后进行相关疾病的检测，检测后将120头牦牛进行舍饲化管理，并进行定期驱虫和防疫，自由采食和饮水。

1.2　样品采集

在引进隔离前（2周岁）和引进1年后（3周岁）采集阿什旦牦牛血清，所有备采牛在采样前12 h禁食禁水，并使用一次性负压非抗凝真空采血管收集颈静脉血10 mL，在37 ℃温水中静置30 min后析出血清，然后2 000 r/min离心10 min，获得上层血清，－80 ℃保存。

1.3　血清生化指标测定

血清肝肾功能相关指标：谷草转氨酶（AST）、谷丙转氨酶（ALT）、碱性磷酸酶（ALP）、尿酸（UA）、尿素氮（BUN）、肌酐（Scr）；血清蛋白代谢相关指标：总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、球蛋白（GLB）；血清糖、脂代谢指标：甘油三酯（TG）、胆固醇（CHOL）、葡萄糖（GLU）。以上指标均由武汉赛维尔生物科技有限公司采用全自动生化分析仪检测。

1.4　数据处理

试验数据先用Excel 2021进行初步整理，采用SPSS 25.0软件进行分析，结果用 $x \pm s$ 表示，以 $p<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果与分析

2.1　肝、肾功能指标

本研究对阿什旦牦牛引进至西藏拉萨地区时和1年后血清肝、肾功能指标进行了测定，并与青藏高原地区的牦牛血清指标进行比较，以探讨阿什旦牦牛在拉萨地区的适应性。由表1可知，与引进时2岁阿什旦牦牛相比，引进1年后3岁的阿什旦牦牛血清肝功能相关指标谷丙转氨酶、谷草转氨酶以及碱性磷酸酶活性均有所降低，而尿素氮和肌酐浓度升高。与此同时，3岁阿什旦公牦牛血清中谷草转氨酶和谷丙转氨酶活性高于母牦牛，而碱性磷酸酶、尿素氮和尿酸浓度低于母牦牛。说明阿什旦牦牛引进1年后血清肝、肾功能相关指标出现了波动，牦牛的肝、肾功能可能受到环境适应的影响。与吉拉牦牛和大通牦牛相比，阿什旦牦牛的血清肝、肾功能指标也呈现出差异。3岁阿什旦牦牛血清中谷草转氨酶、谷丙转氨酶、尿素氮、肌酐和尿酸浓度高于3.5～5岁吉拉牦牛，谷草转氨酶、谷丙转氨酶和肌酐浓度高于1.5岁和4.5岁大通牦牛，而碱性磷酸酶活性低于3.5～5岁的吉拉牦牛和1.5岁和4.5岁的大通牦牛。结果表明阿什旦牦牛的血清肝、肾功能指标普遍高于本地牦牛，尤其是在谷丙转氨酶和肌酐水平上表现较为突出，可能间接反映了其在高海拔环境下对代谢和肾脏功能的适应。

引进1年后的阿什旦牦牛在西藏拉萨地区的高海拔环境下，其血清肝、肾功能指标发生了显著变化，特别是在尿素氮和肌酐等肾功能相关指标上有所升高。这一变化可能是由于高海拔环境引发的生理适应性调整，尤其是肾脏功能的适应性变化。与本地牦牛相比，阿什旦牦牛的血清肝、肾功能相关指标普遍升高，说明其可能在引进后的适应过程中存在一定的生理压力，但整

体仍能保持相对较好的健康状态。

2.2 蛋白、糖脂代谢指标

由表 2 可知，与 2 岁阿什旦牦牛相比，3 岁阿什旦牦牛的血清蛋白和糖脂代谢指标发生了显著变化，其中血清中总蛋白、球蛋白、甘油三酯和胆固醇浓度升高，而白蛋白和葡萄糖浓度降低。公牦牛血清中总蛋白、球蛋白和葡萄糖浓度高于母牦牛，而甘油三酯和胆固醇浓度低于母牦牛。与 3.5～5 岁吉拉牦牛相比，3 岁阿什旦牦牛的血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白、葡萄糖、甘油三酯及胆固醇浓度均有所升高。综上所述，引进 1 年后的阿什旦牦牛在西藏拉萨地区的高海拔环境下，其血清蛋白和糖脂代谢指标发生了显著变化，特别是球蛋白和甘油三酯水平增加。与本地牦牛相比，阿什旦牦牛的血清蛋白、糖脂代谢指标普遍升高，说明阿什旦牦牛可能在引进后的适应过程中经历了代谢的重塑，尤其是在免疫功能和能量储备方面的调整。这些变化可能反映了阿什旦牦牛在高海拔环境下对生理压力的适应能力。

表 1 阿什旦牦牛引进西藏拉萨地区后血清肝、肾功能指标的变化

品种	年龄/岁	性别	谷草转氨酶/(U·L^{-1})	谷丙转氨酶/(U·L^{-1})	碱性磷酸酶/(U·L^{-1})	尿素氮/(mg·d^{-1})	肌酐/(μmol·L^{-1})	尿酸/(μmol·L^{-1})	测量地点	参考年
阿什旦牦牛	2	公(n=20)	103.59±4.64	45.41±1.80	17.00±1.72	11.06±0.64	125.92±4.28	30.97±1.83	拉萨市林周县	
		母(n=100)	96.49±2.10	48.42±1.06	21.38±1.10	10.98±0.24	112.37±1.64	34.55±0.73		
		平均(n=120)	97.69±1.92	47.91±0.93	20.63±0.97	10.99±0.23	114.67±1.61	33.94±0.69		
阿什旦牦牛	3	公(n=20)	106.89±3.53	42.40±2.95	4.79±0.58	13.81±0.71	141.06±3.25	27.25±2.82		
		母(n=100)	91.60±1.47	40.38±1.62	6.69±1.20	14.02±0.29	141.06±1.79	34.75±1.24		
		均值(n=120)	94.09±1.45	40.70±1.43	6.39±1.45	13.99±0.27	141.06±1.58	33.53±1.16		
吉拉牦牛	3.5～5	平均(n=60)	58.45±18.72	24.40±7.71	64.68±28.91	3.07±1.54	102.79±35.85	29.90±12.08	日喀则市吉拉乡和隆噶尔乡	2023 年
大通牦牛	1.5	公(n=20)	85.32±8.78	12.85±7.46	30.18±7.48	14.86±2.43	123.76±13.97	—	西宁市大通县大通种牛场	2014 年
		母(n=20)	86.12±12.24	9.82±4.04	29.14±9.12	13.24±3.72	111.38±14.14	—		
	4.5	公(n=20)	80.58±9.18	10.42±3.02	25.57±5.82	13.68±1.45	137.02±24.75	—		
		母(n=20)	74.56±18.56	9.66±3.02	24.67±5.25	13.44±2.48	134.37±12.38	—		

表 2 阿什旦牦牛引进西藏拉萨地区后血清蛋白、糖脂代谢指标的变化

品种	年龄/岁	性别	总蛋白(TP)	白蛋白(ALB)	球蛋白(GLB)	葡萄糖(GLU)	甘油三酯(TG)	胆固醇(CHO)	测量地点	参考年
阿什旦牦牛	2	公(n=20)	62.21±1.17	38.80±0.69	23.41±1.16	4.57±0.15	0.28±0.03	2.42±0.12	拉萨市林周县	
		母(n=100)	60.89±0.54	39.12±0.27	21.77±0.40	4.10±0.04	0.43±0.02	2.60±0.04		
		平均(n=120)	61.12±0.49	39.07±0.25	22.05±0.39	4.17±0.05	0.41±0.02	2.57±0.04		
阿什旦牦牛	3	公(n=20)	67.09±0.64	34.05±0.27a	33.04±0.57	3.19±0.12	0.37±0.04a	2.70±0.09		
		母(n=100)	66.65±0.39	35.04±0.20b	31.61±0.33	2.86±0.09	0.54±0.02	3.03±0.04		
		平均(n=120)	66.72±0.24	34.88±0.17	31.85±0.30	2.92±0.08	0.51±0.01	2.98±0.04		
吉拉牦牛[11]	3.5～5	平均(n=60)	52.75±15.66	22.38±7.24	30.37±9.21	2.84±0.80	0.13±0.09	2.12±0.73	日喀则市吉拉乡和隆噶尔乡	2023 年
大通牦牛[12]	1.5	公(n=20)	7.36±0.82	3.88±1.38	—	—	—	—	西宁市大通县大通种牛场	2014 年
		母(n=20)	6.68±0.70	3.75±0.81	—	—	—	—		
	4.5	公(n=20)	7.28±0.46	4.50±0.65	—	—	—	—		
		母(n=20)	7.18±0.92	3.96±1.22	—	—	—	—		

3 讨论与结论

3.1 讨论

高原环境的主要特征是低氧、低温和强紫外辐射。牦牛作为典型的高原特化物种，其在形态、生理与分子等层面进化出了独特的适应特征，这些适应机制为其在严酷环境中维持稳态提供了基础[13]。本研究结果显示，阿什旦牦牛引入拉萨 1 年后血清肝、肾功能及蛋白和糖脂代谢指标均发生了不同程度的变化，说明阿什旦牦牛在

高原环境下经历了生理适应性过程。与引进时相比，引进 1 年后阿什旦牦牛血清中谷丙转氨酶、谷草转氨酶及碱性磷酸酶活性整体降低，而尿素氮和肌酐水平升高，这表明在高海拔环境刺激下，机体肝脏代谢酶活性可能趋于相对稳定，而蛋白质分解代谢及肾脏排泄负荷有所增强。这可能是阿什旦牦牛由低海拔地区引进到高海拔地区后，氧气浓度降低，细胞线粒体有氧氧化受到抑制，机体依赖糖酵解供能，导致蛋白质分解，含氮部分在肝脏中转化为尿素，导致血液中尿素氮生成增多[14]。此外，高原低氧环境会增加肌肉负荷，导致肌肉代谢产物如肌酐生成增加[15]，肌酐主要由肾小球滤过排出体外，当肾小球过滤能力降低时，肌酐浓度升高[16]。前人研究发现，高原低氧条件会导致肾血管收缩，肾小球滤过率下降，尿素氮和肌酐的清除减少，导致血清尿素氮和肌酐浓度升高[17]。然而这种变化并非单纯的功能性损伤，更可能是阿什旦牦牛通过调节氮代谢与肾脏功能以维持内环境稳态的适应性表现。

引进 1 年后阿什旦牦牛血清中总蛋白、球蛋白及甘油三酯和胆固醇水平升高，而白蛋白和葡萄糖浓度降低。血清总蛋白、球蛋白和白蛋白的含量变化可反映机体蛋白质的吸收情况及健康状态。总蛋白有助于维持血液渗透压平衡，白蛋白参与组织修复和能量供应，球蛋白则在体液免疫中发挥重要作用[18]。正常情况下，血糖浓度保持在一定范围内，这对维持各组织细胞的能量供应和正常功能至关重要[19]。血清球蛋白水平升高可能与高原环境诱导了免疫系统激活或免疫稳态调节有关；而糖脂代谢指标的变化表明机体通过增强脂质动员与利用，以代偿低氧条件下糖代谢效率下降导致的能量供应不足[20]。已有研究显示，缺氧会影响细胞糖代谢过程以及增强脂肪酸氧化，从而改变血脂与能量代谢平衡[21]，这与本研究结果基本一致。

本研究还发现阿什旦牦牛血清生化指标存在性别差异，公牦牛血清中转氨酶活性高于母牦牛，而部分肾功能及脂类代谢指标低于母牦牛，这可能与性激素水平差异、生长速度及肌肉量不同密切相关[22]。公牦牛通常具有更高的基础代谢率和蛋白质合成水平，从而在转氨酶活性上表现出一定的优势，而母牦牛在脂质沉积和能量储备方面的代谢特征更为突出[12]。在评价牦牛高原适应性及健康状态时，有必要充分考虑性别因素对血清代谢指标的影响。与青藏高原吉拉牦牛和大通牦牛相比，阿什旦牦牛血清中谷丙转氨酶、肌酐、蛋白和糖脂代谢指标普遍偏高，而碱性磷酸酶活性相对较低，但各项指标基本处于正常范围内[23]，这表明不同品种牦牛在高原环境下存在显著的代谢应答差异。本地牦牛经过长期的自然选择，已形成较为稳定的高原适应型代谢模式[24]，而阿什旦牦牛作为引入品种，仍处于环境适应的动态调整阶段，其较高的代谢水平可能是生长潜力与环境压力共同作用的结果。这种差异并不意味着适应能力弱，而更可能体现了不同品种在高原条件下的适应策略差异。雷蕾等[25]研究发现，高海拔地区的牦牛血清中谷丙转氨酶、谷草转氨酶、总蛋白、球蛋白、肌酐和尿酸浓度显著高于低海拔牦牛，表明高海拔牦牛在长期低氧寒冷环境下，通过这些指标的变化逐渐形成高原适应性，与本研究结果一致。

3.2　结论

综上表明，阿什旦牦牛引入拉萨 1 年后在肝、肾功能及蛋白和糖脂代谢方面表现出明显的适应性调整：尽管一些指标高于本地牦牛，说明存在一定的生理应激，但并未出现广泛的功能性失调，表明阿什旦牦牛具有较好的高原适应潜力。本研究为理解引入牦牛品种在高海拔地区的生理适应机制提供了实证依据，并为引种后的饲养管理与健康监测提供了数据支持。

参考文献：

[1] Ma J，Zhang T L，Wang W X，et al.Comparative transcriptome analyses of gayal (bos frontalis)，yak (bos grunniens)，and cattle (bos taurus) reveal the high-altitude adaptation [J]. Frontiers in Genetics，2022，12：778788.

[2] Ahmad H I，Mahmood S，Hassan M，et al. Genomic insights into Yak (Bos grunniens) adaptations for nutrient assimilation in high-altitudes [J]. Scientific Reports，2024，14：5650.

[3] Li X T，Zhang J，Kong X L，et al.Yak (Bos grunniens) milk improves bone mass and microarchitecture in mice with osteoporosis [J].Journal of Dairy Science，2022，105(10)：7878-7890.

[4] 张腾腾，张松山，谢鹏，等.牦牛产业助力青海省农业高质量发展探讨 [J].农产品质量与安全，2025(5)：

109-112.
[5] 李生福,马进寿,梁春年,等.舍饲养殖对阿什旦牦牛生长性能及屠宰性能的影响 [J].青海畜牧兽医杂志,2020,50(3):12-15.
[6] 姜敏,张学凯,陈纪薇,等.冷应激对羔羊生长性能、营养物质表观消化率和血液指标的影响 [J].动物营养学报,2025,37(6):3945-3956.
[7] 张强,次旦央吉,巴桑旺堆,等.2 个不同海拔栖息地牦牛群体的血清生化分析 [J].中国畜牧杂志,2021,57(8):127-130.
[8] 钟华配,刘新勇,李辉,等.不同品种河流型水牛血清生化指标的研究 [J].中国畜牧杂志,2021,57(9):70-73.
[9] 刘凤云,胡琳,李愈娴,等.慢性低氧时牦牛和迁饲黄牛血液肝酶指标的变化及其与 ACE/ACE2 的相关性 [J].中国应用生理学杂志,2015,31(3):272-275.
[10] 靳生伟,韩银仓,孙永刚,等.冷季不同饲养方式对牦牛生长性能及血液生理生化指标的影响 [J].草业学报,2025,34(1):215-225.
[11] 张强,鲜莉莉,次旦央吉,等.不同栖息地对吉拉牦牛血清生化指标的影响 [J].现代农业科技,2023(4):167-172,176.
[12] 李春生.大通牦牛生理生化指标的测定 [J].黑龙江畜牧兽医,2014(3):168-170.
[13] Ayalew W,Chu M,Liang C N,et al.Adaptation mechanisms of yak (bos grunniens) to high-altitude environmental stress [J].Animals,2021,11(8):2344.
[14] Chandel N S.Mitochondria as signaling organelles [J].BMC Biology,2014,12(1):34.
[15] 刘辉,李成,耿瑞慧.藏区高原环境对武警执勤官兵肾脏功能的影响 [J].武警医学,2016,27(4):376-378.
[16] 牛化欣,胡宗福,张适,等.饲粮能量水平和养殖环境温湿指数对育肥肉牛生长性能、营养物质表观消化率和血清生化指标的影响 [J].动物营养学报,2020,32(7):3190-3198.
[17] Wang S Y,Gao J,Zhao J H.Effects of high altitude on renal physiology and kidney diseases [J].Frontiers in Physiology,2022,13:969456.
[18] 汪成,王之盛,胡瑞,等.不同类型白酒糟对西杂牛生长性能、养分表观消化率、血清生化指标及瘤胃发酵参数的影响 [J].动物营养学报,2021,33(2):913-922.
[19] 李辉,刁其玉,张乃锋,等.不同蛋白水平对犊牛消化代谢及血清生化指标的影响 [J].中国农业科学,2008,41(4):1219-1226.
[20] 折小娟,和林洁,邢金良,等.高原低压低氧环境下肝脏糖代谢和脂代谢改变的研究进展 [J].中国现代医学杂志,2025,35(12):37-45.
[21] Kong Z W,Li B,Zhou C S,et al.Multi-omics analysis of mammary metabolic changes in dairy cows exposed to hypoxia [J].Frontiers in Veterinary Science,2021,8:764135.
[22] Franco-Acevedo A,Echavarria R,Melo Z.Sex differences in renal function:participation of gonadal hormones and prolactin [J].Endocrines,2021,2(3):185-202.
[23] 赵晓东,李世林,肖敏,等.麦洼牦牛血清生化指标和矿物质元素测定 [J].草学,2018(6):72-74,79.
[24] 杨柏高,郝海生,杜卫华,等.牦牛高原适应研究进展 [J].畜牧兽医学报,2023,54(1):12-23.
[25] 雷蕾,包鹏甲,吴晓云,等.不同海拔地区牦牛血液生化指标的比较研究 [J].中国畜牧兽医,2018,45(11):3160-3166.