

草食家畜

CAO SHI JIA CHU

ISSN 1003-6377
CN 65-1108/S

GRASS-FEEDING LIVESTOCK

草食家畜 (双月刊)

2025年第6期 (总第235期)

- 中国农林核心期刊
- 《CAJ-CD规范》执行优秀期刊
- 中国期刊网全文收录
- 中国学术期刊综合评价数据库 (CAJCED) 统计源期刊
- 中国学术期刊 (光盘版) 全文收录
- 中国核心期刊 (遴选) 数据库全文收录
- 维普资讯网全文收录
- 万方数字化期刊数据库全文收录

ISSN 1003-6377



9 771003 637258

新疆畜牧科学院 主管
主办

2025

6

总第235期

《草食家畜》期刊简介

《草食家畜》(原《国外畜牧学-草食家畜》)创刊于1980年元月,国内统一连续出版物号:CN 65-1108/S,国际标准连续出版物号:ISSN 1003-6377,双月刊,大16开本,是由新疆畜牧科学院主管、主办的全国公开发行的畜牧兽医类学术期刊,为中国农林核心期刊。

《草食家畜》办刊宗旨:宣传党和国家有关发展畜牧业生产的方针政策和法律法规,突出展示我国畜牧业生产业绩、科研成果和先进技术,为发展我国畜牧科研、教学和生产服务,为“三农”服务,为社会发展服务,为国内外畜牧经济与信息交流提供平台。

《草食家畜》刊登内容:以草食家畜为主,兼顾其他动物的遗传育种、生物技术、动物繁殖、饲料营养、饲养管理、家畜生理、疫病防治、畜产品生产、畜产品质量标准、草原牧草、畜牧经济等方面的综述、技术试验、科研成果和研究报告。

《草食家畜》被收录数据库:本刊被中国知网、维普资讯网、万方数字化期刊网、日本科学技术振兴机构数据库(JST)、中国期刊网、中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)统计源期刊、中国学术期刊网(光盘版)、中国期刊全文数据库(CJFD)、中国核心期刊(遴选)数据库、博看网、中邮阅读网、超星期刊网、中教数据库、农业科技书刊网等国内外14家数据库收录。截至2022年,国内机构用户有5006个,国外机构用户114个,分布在北美、澳洲、西欧、东亚、中东等地区。

《草食家畜》获奖情况:1992年获《CAJ-CD》执行优秀期刊;1992年、1996年进入中文核心期刊;2006—2007年获新疆优秀科技期刊二等奖、第六届全国畜牧兽医优秀期刊二等奖;2008—2009年获新疆优秀科技期刊二等奖;2014年进入中国农业核心期刊;2017年被中国畜牧兽医学会期刊编辑学会评为精品期刊;2020年进入中国农林核心期刊;2021年被中国畜牧兽医学会期刊编辑学分会评为优秀期刊;2022年被第十届中国畜牧兽医科技期刊评审会评为技术类优秀期刊;2024年被西部科技期刊发展论坛评为优秀中文科技期刊。

创刊以来,《草食家畜》期刊为我国畜牧科技事业提供了大量有价值的科技资料和信息,对促进我国畜牧科技进步和产业发展起到了积极作用,是新疆乃至全国各级从事畜牧科研、教学和生产管理等专业人员的必读刊物。



目次

畜牧科学

- 皮山红羊与巴什拜羊杂交羔羊生长优势分析…………… 王旭,祖涛涛,阿依登·沙拉西,等(1)
- 西门塔尔牛体内胚胎玻璃化与程序化冷冻效果研究…………… 李琳琳,候永祥,蒋超翔,等(7)
- 高精料日粮添加维生素 B₁₂对肉羊采食行为、血液常规指标的影响……………
…………… 张驰,何超英,师旭明,等(16)
- 多胎细毛母羊生长发育规律及其与体尺相关性的分析……………
…………… 阿卜来提·阿力木,哈尼克孜·吐拉甫,黄俊成,等(22)

动物医学

- 凉山牛体内寄生虫的感染情况调查…………… 孙艳,陈鲁喜,周国燕,等(30)
- 绵羊脑多头蚴病病理诊断及分子基因分析…………… 董雨薇,苏贵成,滕文,等(37)

草业科学

- 博乐市退化蒿类荒漠补播修复后草地植被种群和群落特征的月际动态研究……………
…………… 管廷贤,刘兴义,侯钰荣,等(45)
- 基于 CiteSpace 可视化分析国内小黑麦领域研究进展…………… 苟仲源,田聪,杨向东,等(56)

综述专论

- 中国畜牧科技推广效能提升路径研究——基于“三性”与规模异质性的分析……………
…………… 鲁云峰,赵宇安,蒋晓梅,等(64)
- 新疆地方绵羊品种杂交利用现状问题及对策分析…………… 杨全法,贺小云,肖国亮,等(71)

期刊基本参数: CN 65-1108/S*1980*b*A4*78*zh*P*12.00*1000*10*2025*06

本刊声明

1. 本刊发表文章所阐述观点,除有特别注明外,均为作者个人看法,不代表主管部门、主办单位和本刊意见。
2. 凡被本刊刊发稿件,均已向国内外用户提供网络信息服务,其所属文章著作权使用费包含在本刊支付的稿酬中,特此声明。

MAIN CONTENTS

- Analysis on Growth Advantages of Hybrid Lambs from the Crossbreeding of Pishan Red Sheep and Bashbay Sheep WANG Xu, ZU Taotao, AYIDENG·Shalaxi, et al(1)
- A Comparative Study on the Effects of Vitrification versus Programmed Cryopreservation of In Vivo Embryos of Simmental Cattle..... LI Linlin, HOU Yongxiang, JIANG Chaoxiang, et al(7)
- Effect of Vitamin B₁₂ Supplementation in a High-Concentrate Diet on Feeding Behavior and Blood Routine Indexes of Mutton Sheep ZHANG Chi, HE Chaoying, SHI Xuming, et al(16)
- Analysis on the Growth and Development Law of Multiparous Fine-Wool Ewes and Its Correlation with Body Measurements ABULAITI ·Alimu, HANIKEZI ·Tulapu ,HUANG Juncheng, et al(22)
- Investigation on the Infection Status of Internal Parasites in Liangshan Cattle.....
..... SUN Yan, CHEN Luxi, ZHOU Guoyan, et al(30)
- Pathological Diagnosis and Molecular Genetic Analysis of Cerebral Coenurosis in Sheep.....
..... DONG Yuwei, SU Guicheng, TENG Wen, et al(37)
- Monthly Dynamic Changes of Plant Population and Community Characteristics in the Degraded Artemisia Desert Steppe after Reseeding Restoration in Bole City GUAN Tingxian, LIU Xingyi, HOU Yurong, et al(45)
- Domestic Research Progress on the Triticale: a Visualization Analysis Based on CiteSpace.....
..... GOU Zhongyuan, TIAN Cong, YANG Xiangdong, et al(56)
- Research on Pathways to Improve the Efficiency of Livestock Technology Extension in China.....
——An Analysis Based on the "Three Attributes" and Scale Heterogeneity
..... LU Yunfeng, ZHAO Yuan, JIANG Xiaomei, et al(64)
- Current Status and Challenges of the Crossbreeding Utilization of Local Sheep Breeds in Xinjiang.....
..... YANG Quanfa, HE Xiaoyun, XIAO Guoliang, et al(71)

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.001

皮山红羊与巴什拜羊杂交羔羊生长优势分析

王旭¹,祖涛涛¹,阿依登·沙拉西²,孜阿俄哈尔·达木汗²,杨心怡²,决肯·阿尼瓦什^{1*}

(1.新疆农业大学动物科学学院,新疆乌鲁木齐 830052;

2.民扬巴什拜畜牧有限责任公司,新疆裕民 834800)

摘要:【目的】旨在通过皮山红羊与巴什拜羊的杂交研究,培育兼具高繁殖性能和优良肉质的新型杂交羔羊,提升巴什拜羊的生产效率和经济价值。【方法】对2023—2024年皮山红羊与巴什拜羊杂交获得的羔羊,从初生至180 d,定期测量其体重、体高、体长、胸围和管围等数据指标,记录并分析其生长发育规律,对杂交效果进行评估。【结果】杂交羔羊在体高、体长、体重等关键指标上极显著高于巴什拜羊($P<0.01$),杂交优势明显。【结论】皮山红羊与巴什拜羊杂交优势明显,杂交羔羊的体尺、体重都有显著提高。

关键词:皮山红羊;巴什拜羊;生长发育规律;杂交优势

中图分类号:S826

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0001-06

皮山红羊,又称和田多胎红羊,是2017年于新疆维吾尔自治区和田地区皮山县乔达乡首次发现的遗传资源新品种^[1]。皮山红羊性格温顺,体形硕大,公、母羊均无角,鼻梁隆起。皮山红羊成年之前被毛均为红棕色,成年之后被毛毛尖逐渐泛白,嘴唇周围多有白色毛发^[2]。皮山红羊的高繁殖性是其显著特征,一年两产,一次可产1~4只羔羊,产羔率可达160.00%^[3]。巴什拜羊,原产于新疆维吾尔自治区塔城地区裕民县,是20世纪40年代著名爱国主义人士巴什拜由哈萨克羊培育而来的肉用绵羊品种,是哈萨克羊的一个重要分支。现有研究证实,巴什拜羊作为一种用于生产羔羊肉的肉用绵羊品种,在完全放牧的条件下,其生长和发育速度较快,产肉性能优秀,具有早熟特性,抗病力强,适应环境能力出色,且能有效抵抗寒冷和干旱。巴什拜羊在断奶后(约120—135 d时)的羔羊肉中胆固醇含量较低,屠宰率、胴体重、净肉率以及骨肉比4项产肉指标均居于中国肉用绵羊品种之首^[4,5]。在自然放牧的环境下,成年巴什拜公羊的平均体重可达到88 kg,而成年巴什拜母羊的平均体重则为55 kg。此外,巴什拜羊的受胎率高达97.00%,产羔率可达105.00%,羔羊的存活率也可达97.00%^[6,7]。

本研究旨在通过杂交育种技术,将皮山红羊作为父本,巴什拜羊作为母本,利用巴什拜羊的优良生长特性,并充分发挥皮山红羊的繁殖特点,以期结合两者的优势,培育新型杂交品种。通过记录和分析杂交羔羊的体重和体尺指标,对杂交效果进行评估。

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2224XMYSC)

作者简介:王旭(1997—),男,硕士,研究方向为动物繁殖。E-mail:1070832587@qq.com

通信作者:决肯·阿尼瓦什(1962—),男,博士,教授,研究方向为动物繁殖。E-mail:jueken62@163.com

收稿日期:2025-06-06,修回日期:2025-08-16

1 材料与方法

1.1 试验材料

2023年11月,从新疆维吾尔自治区皮山县西域沐羊人农牧科技有限公司引进9只皮山红羊种公羊,在新疆维吾尔自治区裕民县民扬巴什拜畜牧有限责任公司使用假阴道法对引进的9只皮山红羊种公羊进行人工取精,随后对200只巴什拜母羊进行人工授精。至2024年4月,授精成功的巴什拜母羊共产羔羊179只,其中公羔97只,母羔82只,30 d存活羔羊172只。

1.2 试验方法

自2024年4月产羔起,对60只巴什拜羔羊以及所有杂交羔羊在完全放牧的条件下进行性状测定。分别在初生、15 d、30 d、45 d、60 d、90 d、120 d、150 d和180 d对所有羔羊进行体重测量。在羔羊自然站立状态下,依次进行体尺指标测量。首先,测定自脊椎最高点至地面的垂直高度,记录体高;其次,测量从肩端至坐骨结节后端的直线长度,记录体长;接着,量取自肩胛后端绕胸部一周的周长,记录胸围;最后,量取管骨上1/3处的周长,记录管围。对以上体重、体高、体长、胸围、管围进行系统的观察与记录,收集不同生长阶段的完整数据并进行分析。

2 结果与分析

2.1 杂交羔羊早期体重、体尺生长发育情况分析

初生时,杂交羔羊在体高方面极显著优于巴什拜羔羊($P<0.01$),体重及其他体尺性状差异不显著($P>0.05$),表明杂交羔羊在胚胎发育阶段四肢生长领先于巴什拜羔羊;30 d时,杂交羔羊在体长、体高方面极显著优于巴什拜羔羊($P<0.01$),而体重方面巴什拜羔羊显著优于杂交羔羊($P<0.05$),其他体尺性状差异不显著($P>0.05$),表明杂交羔羊优先发育四肢随后发育躯干;60 d时,杂交羔羊在体长、体高、胸围方面显著优于巴什拜羔羊($P<0.05$),而体重与管围数据较巴什拜羔羊差异不显著($P>0.05$),表明杂交羔羊的躯干发育进一步完善;180 d时,随着躯干与四肢的进一步成熟,体重持续增长,此时杂交羔羊在体重、体长、体高、胸围方面均显著高于巴什拜羔羊($P<0.05$),杂交优势明显。见表1。

表1 杂交羔羊与巴什拜羔羊早期生长测定结果的对比分析

羊种	年龄	体重/kg	体长/cm	体高/cm	胸围/cm	管围/cm
巴什拜羔羊(n=60)	初生	4.52±0.40	32.87±2.87	38.60±2.78	35.45±1.73	5.51±0.37
杂交羔羊(n=179)		4.42±0.41	32.06±2.73	41.47±2.52**	35.03±2.30	5.39±0.43
巴什拜羔羊(n=60)	15 d	9.15±1.55	39.70±3.81	40.88±3.79	43.47±3.10	5.78±0.33
杂交羔羊(n=176)		8.44±0.49	41.97±3.61	43.72±3.40	44.65±3.03	5.53±0.38
巴什拜羔羊(n=60)	30 d	14.10±1.65*	43.35±2.47	46.57±2.50	52.48±2.44	6.13±0.34
杂交羔羊(n=172)		13.32±1.75	47.86±2.55**	49.01±2.44**	53.24±2.09	5.93±0.37
巴什拜羔羊(n=60)	45 d	17.18±2.71	46.43±3.05	49.37±3.19	54.58±3.31	6.26±0.51
杂交羔羊(n=172)		17.52±0.43	51.84±2.54**	54.22±2.32**	59.38±2.58	6.25±0.46
巴什拜羔羊(n=60)	60 d	22.63±2.67	52.28±2.84	54.40±2.78	61.18±2.96	6.63±0.51
杂交羔羊(n=172)		23.53±2.73	55.92±4.18**	58.46±2.47**	62.76±3.18*	6.39±0.44
巴什拜羔羊(n=60)	90 d	28.12±1.73	56.38±2.71	57.53±3.31	65.18±2.85	7.18±0.37
杂交羔羊(n=172)		28.15±2.65	59.18±3.74**	62.09±3.43**	71.72±3.57**	7.08±0.46

续表

羊种	年龄	体重/kg	体长/cm	体高/cm	胸围/cm	管围/cm
巴什拜羔羊(n=60)	120 d	31.70±2.42	58.63±3.32	60.52±3.38	69.50±3.30	7.48±0.51
杂交羔羊(n=172)		32.44±2.57	62.12±3.68**	64.09±3.43**	74.72±3.57**	7.87±0.47
巴什拜羔羊(n=60)	150 d	35.18±3.69	63.65±3.73	64.73±4.44	77.88±4.01	7.83±0.61
杂交羔羊(n=172)		35.67±3.83	65.31±3.96**	68.74±3.58**	78.45±4.17**	7.87±0.67
巴什拜羔羊(n=60)	180 d	39.30±4.19	66.07±4.06	67.18±3.18	77.15±4.09	7.84±0.45
杂交羔羊(n=172)		40.84±3.49 [△]	68.07±4.05**	72.45±3.02**	82.59±3.63**	7.90±0.43

注:巴什拜羔羊与杂交羔羊比较,“*”表示差异显著($P<0.05$),“**”表示差异极显著($P<0.01$)。

2.2 杂交羔羊生长发育特点及其与成年巴什拜羊的比较分析

杂交羔羊的初生体尺、体重数据在成年巴什拜羊的比值方面,初生杂交羔羊的体高占比最高,为58.41%;其次是管围,占比54.44%;再次是体长,占比42.75%;胸围占比35.38%在体尺性状中占比最低。另外体重则仅占6.23%。说明杂交羔羊在胚胎发育期间继承了巴什拜羊的遗传特点,四肢生长发育最快,躯干发育较慢。杂交羔羊自初生至180 d,体尺、体重各项指标的生长发育速度均较快。与成年巴什拜羊的体尺、体重相比杂交羔羊180 d时体长占90.76%,体高占102.14%,胸围占83.42%,管围占79.80%,体重占57.52%。前60 d杂交羔羊体重净增长19.11 kg,平均日增重达318.5 g,此数据体现了杂交羔羊早期的生长发育特点。见表2。

表2 杂交羔羊在不同时期体尺、体重指标占成年巴什拜羊的比值

项目	类别	初生	15 d	30 d	45 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
体长	平均值/cm	32.06	41.97	47.86	51.84	55.92	59.17	62.12	65.31	68.07
	占成年羊/%	42.75	55.96	63.81	69.12	74.56	78.89	82.83	87.08	90.76
体高	平均值/cm	41.47	43.72	49.01	54.22	58.46	62.08	64.09	68.74	72.45
	占成年羊/%	58.41	61.58	69.03	76.37	82.34	87.44	90.27	96.82	102.14
胸围	平均值/cm	35.03	44.65	53.24	59.38	62.76	71.70	74.72	78.45	82.59
	占成年羊/%	35.38	45.10	53.38	59.98	63.39	72.42	75.47	79.24	83.42
管围	平均值/cm	5.39	5.53	5.93	6.25	6.39	7.08	7.87	7.87	7.90
	占成年羊/%	54.44	55.86	59.90	63.13	64.55	71.52	79.49	79.49	79.80
体重	平均值/kg	4.42	8.44	13.32	17.52	23.53	28.14	31.44	35.67	40.84
	占成年羊/%	6.23	11.89	18.76	24.68	33.14	39.63	44.28	50.24	57.52

注:成年羊的数据为与杂交羔羊同群羊中的成年巴什拜羊体尺、体重的均值。

2.3 杂交羔羊与巴什拜羊生长曲线分析

杂交羔羊的体重变化趋势与早期动物生长发育规律相吻合,其体重增长曲线呈现出平缓上升的特征。杂交羔羊在初生至45 d阶段,其体重增长较快;在45 d至60 d阶段,其体重进一步快速增长;在60 d至120 d阶段,其体重增长速度逐渐下降;直至120 d后,其体重增长速度再次呈现缓慢上升趋势。这一现象揭示了杂交羔羊在早期具有较快的生长发育速率,特别是在初生至60 d期间,生长速度达到峰值。从60 d至120 d,生长发育速度有所减缓,但在120 d之后,生长速度又逐渐增加。该生长模式与杂交羔羊继承的皮山红羊的遗传生长特性密切相关。杂交羔羊在体重增长方面继承了巴什拜羊的发育特点,同时在体高、体长方面表现出与皮山红羊相同的生长优势,展现出了一定的杂交优势。杂交羔羊的体长和胸围生长特征符合动物哺乳期的生长发育规律,从15 d至60 d期间,其生

长稍有放缓迹象。见图1、表3。

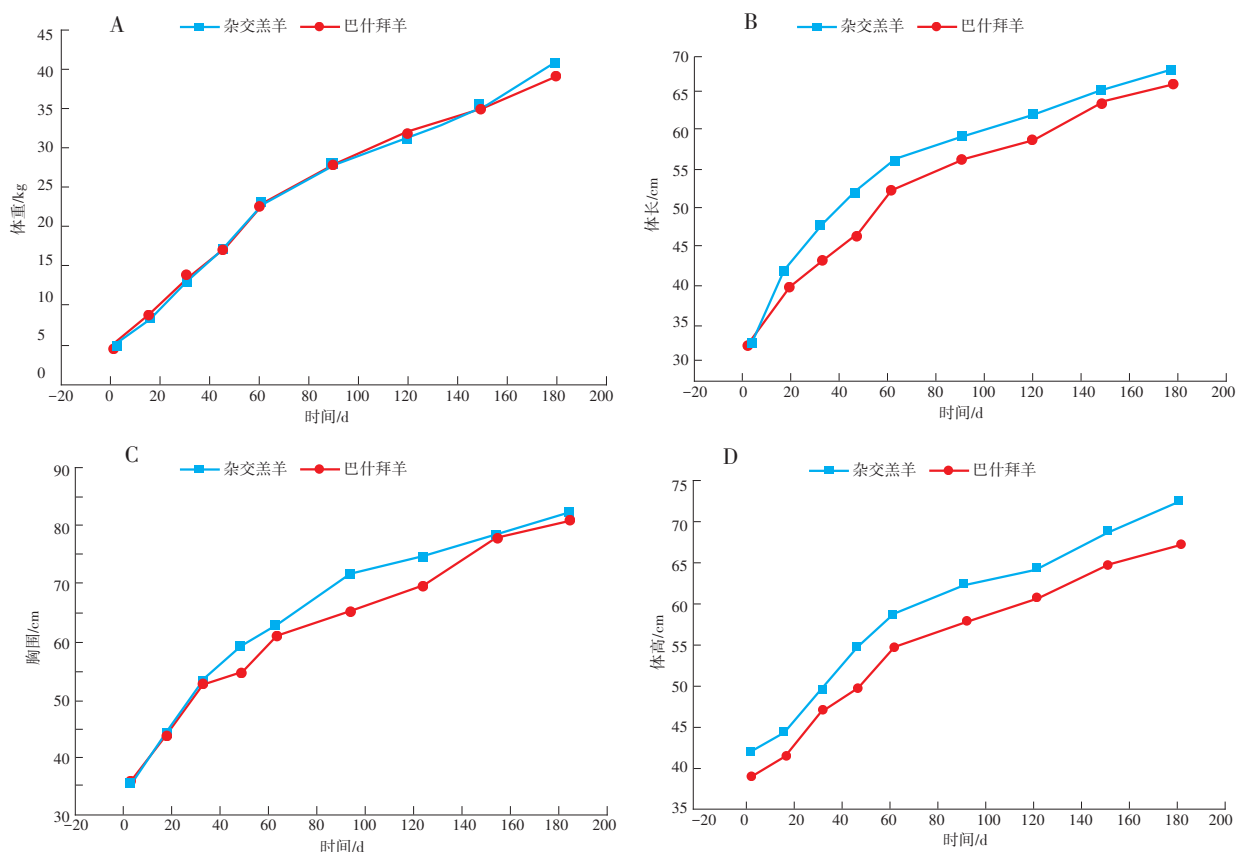


图1 杂交羔羊与巴什拜羊生长曲线

表3 杂交羔羊不同时期体重和体尺性状的生长状况

项目	类别	初生	15 d	30 d	45 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d
体长	累积/cm	32.06	41.79	47.86	51.84	55.92	59.17	62.12	65.31	68.07
	BL 绝对/cm	32.06	9.73	6.07	3.98	4.08	3.25	2.95	3.19	2.76
体高	累积/cm	41.47	43.72	49.01	54.22	58.46	62.08	64.09	68.74	72.45
	BH 绝对/cm	41.47	2.25	5.29	5.21	4.24	3.62	2.01	4.65	3.71
胸围	累积/cm	35.03	44.65	53.24	59.38	62.76	71.70	74.72	78.45	82.59
	CL 绝对/cm	35.03	9.62	8.59	6.14	3.38	8.94	3.02	3.73	4.14
管围	累积/cm	5.39	5.53	5.93	6.25	6.39	7.08	7.87	7.87	7.90
	LL 绝对/cm	5.39	0.14	0.40	0.32	0.14	0.69	0.79	0.00	0.03
体重	累积/kg	4.42	8.44	13.32	17.52	23.53	28.14	31.44	35.67	40.84
	BW 绝对/kg	4.42	4.02	4.88	4.20	6.01	4.61	3.30	4.23	5.17

3 讨论

随着社会的持续发展以及人民生活水平的日益提高,人们的饮食习惯不断变化,市场对低脂高蛋白羊肉的需求逐步攀升^[8]。然而,巴什拜羊作为羔羊肉型绵羊,具有“一年一胎,一胎一羔”的生产特性,这使其养殖规模难以扩大。鉴于此,肉羊培育方向需向多胎型肉羊转变。我国大部分的绵羊

品种都不具备多胎的特性,且随着羊肉消费需求日益增加,现有养殖规模难以满足市场需求。新疆维吾尔自治区先后引进湖羊、萨福克羊、夏洛莱羊、美利奴羊等多个具有多胎特性的国内外绵羊品种,并通过与新疆本地绵羊品种杂交,取得了显著的改良效果。然而,这些经过改良的杂交羊仅在圈养或半圈养的环境下才能更好地繁衍^[9],因此很难在牧区进行推广。鉴于上述问题,为寻求更适应牧区养殖的肉羊品种,本研究开展了巴什拜羊与皮山红羊的杂交试验,结果显示,杂交羔羊的生长速度显著提高,有望培育成适应于牧区养殖的多胎肉羊品种。

3.1 杂交羔羊初生期生长发育分析

从皮山红羊与巴什拜羊杂交羔羊初生时的体重、体尺数据来看,杂交羔羊表现出明显的杂交优势。杂交羔羊在胚胎发育阶段即表现出显著的四肢生长优势。初生时杂交羔羊体高极显著高于巴什拜羔羊($P<0.01$),占成年巴什拜羊体高的58.41%,而体重占比仅为6.23%,表明杂交羔羊在胚胎期优先调控骨骼系统的发育。杨远庭等^[10]通过努比亚山羊与雷州山羊杂交试验发现,雷努杂交羔羊初生时体高显著高于纯种雷州山羊($P<0.05$)。董伟等^[11]通过乌骨羊与湖羊杂交试验发现,乌湖杂交羔羊的初生体高同样显著高于纯种乌骨羊($P<0.05$),以上试验结果与本试验结果一致。这一现象可能是杂交羔羊继承了巴什拜羊为了长期适应山地环境的生存压力,从而优先发育四肢的遗传特点,进而在杂交后代中呈现该遗传效应^[12]。同时,管围占比达54.44%仅次于体长,进一步验证了胚胎期骨骼发育的优先级,这种四肢先行的发育策略符合草食动物自然选择规律,即强健的四肢可提升新生个体逃避天敌和觅食的能力,为其哺乳期快速生长奠定基础^[13]。

3.2 杂交羔羊哺乳期生长发育分析

随着初生期向哺乳期过渡,皮山红羊与巴什拜羊杂交羔羊的生长优势逐渐由四肢向躯干转移。30 d时开始出现杂交羔羊与巴什拜羔羊在体重差异不显著的情况下,杂交羔羊的体长、体高极显著优于巴什拜羔羊($P<0.01$),至60 d时杂交羔羊胸围亦呈现显著优势($P<0.05$)。这可能与杂交羔羊与巴什拜羔羊在发育速度上存在差异有关^[14],杂交羔羊在早期发育阶段可能会优先发育体尺,从而拥有较大的体尺,但体重较轻可能意味着其肌肉量、脂肪含量、骨骼密度较低,而体重的快速增长可能在其后期发育阶段才会显现。这与决肯·阿尼瓦什^[4]在野生盘羊与巴什拜羊杂交的试验中的结果一致。巴什拜羊作为一种用于生产羔羊肉的肉用绵羊品种,其早期体重增长优势显著。然而,由于地理差异,皮山红羊并不适应新疆北疆地区的放牧环境,这导致在放牧条件下,杂交羔羊因环境不适应而出现应激反应,进而影响了其肌肉和脂肪的生长速率。

3.3 杂交羔羊幼龄期生长发育分析

在90 d至180 d阶段,杂交羔羊的生长优势全面向产肉性能方向转化。杂交羔羊180 d时体重显著高于巴什拜羔羊($P<0.05$),杂交羔羊体长、体高、胸围等产肉相关体尺指标与巴什拜羔羊相比均有极显著差异($P<0.01$)。张菊等^[15]在杜泊羊与湖羊级进杂交试验中,180 d杜湖杂交羔羊体长、体高、胸围均高于湖羊,这与本试验中皮山红羊和巴什拜羊杂交的结果基本一致。这一现象可能与杂交羔羊前期建立的优质骨骼框架为肌肉附着提供更大的表面积有关。

3.4 杂交羔羊与巴什拜羊生长曲线分析

本试验中杂交羔羊与巴什拜羊的生长曲线略有不同,这与杂交羔羊初生后的生长环境、饲养管理、疾病防治等有着重要的关系。因此,为充分发挥杂交羔羊的遗传潜力,在对其进行基因改良的同时,还需不断优化其生长环境。基因与环境因素相互作用^[16,17],共同影响着杂交羔羊的生长发育。若无法兼顾这两方面,便难以达到预期的改良效果。

4 结 论

本研究以皮山红羊为父本、巴什拜羊为母本开展杂交试验,系统分析了杂交羔羊从初生至

180 d的生长性能变化。结果表明,该杂交组合显著提升了杂交羔羊的早期生长效率与产肉潜力。基于杂交羔羊和巴什拜羊的生长发育数据绘制的杂交羔羊与巴什拜羊的生长发育曲线,为科学评价杂交羔羊的生长发育情况提供参考依据。

参考文献

- [1] 艾克拜尔·米吉提. 脱贫致富路——抢救乔达多胎红羊[J]. 中国机关后勤, 2020(11): 39-41.
- [2] 陈军, 刘黎, 迪力夏提·买买提, 等. 和田地区“皮山红羊”遗传资源调查[J]. 新疆畜牧业, 2021(4): 41-43.
- [3] 何宗龙. 和田多胎红羊生产性能的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2021.
- [4] 决肯·阿尼瓦什, 克木尼斯汗, 杜曼, 等. 野生盘羊与巴什拜羊杂交效果分析[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42(8): 40-43.
- [5] 决肯·阿尼瓦什. 巴什拜羊生物学特性及其遗传多样性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2010.
- [6] 张沅. 家畜育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [7] 赵有璋. 羊生产学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [8] 蔡惠芬, 陈志, 罗卫星, 等. 黔北麻羊体尺与体重的相关分析[J]. 畜牧与兽医, 2012, 44(7): 53-55.
- [9] 梁小鹏, 张振良, 阿曼开迪·莫哈麦提汗, 等. 新疆也木勒白羊公羊体尺指标对体重影响力的分析[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(4): 740-748.
- [10] 杨远廷, 吴群, 周汉林, 等. 雷州山羊与努比亚山羊杂交对F1代生长性能的影响研究[J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60(2): 183-187.
- [11] 董伟, 魏晓燕, 杨清, 等. 乌骨羊与湖羊杂交效果研究[J]. 中国草食动物科学, 2020, 40(1): 64-67.
- [12] 李彦莹. 骨分泌蛋白SOST和DKK1对鸭成肌细胞增殖和分化的影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2020.
- [13] 李斐然, 王永奇. 圈养花面狸胚体期和生后期生长发育规律及生长模型构建[J]. 西北农业学报, 2020, 29(12): 1776-1785.
- [14] 冯川, 袁慧珍, 王玉亭. 羊养殖效益低的原因及解决对策[J]. 吉林畜牧兽医, 2022, 43(10): 75-76.
- [15] 张菊, 李春莉, 亓鹏, 等. 杜泊羊与湖羊级进杂交试验中繁殖性能、生产性能、免疫性能及肉品质的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2023(12): 45-52.
- [16] 刘梦. 补饲对不同年龄欧拉羊生产性能及肌肉基因表达的影响[D]. 西宁: 青海大学, 2023.
- [17] 翁智, 刘海鑫, 郑志强. 基于无人机图像的密集小目标羊只检测模型[J]. 智慧农业(中英文), 2024, 6(4): 42-52.

Analysis on Growth Advantages of Hybrid Lambs from the Crossbreeding of Pishan Red Sheep and Bashbay Sheep

WANG Xu¹, ZU Taotao¹, AYIDENG·Shalaxi², ZIAEHAER·Damuhan², YANG Xinyi², JUEKEN·Aniwashi^{1*}

(1. College of Animal Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Minyang Bashbay Animal Husbandry Co., Ltd, Yumin, Xinjiang 834800, China)

Abstract: [Objective] This study aimed to conduct research on crossbreeding of Pishan red sheep and Bashbay sheep to develop a new breed of hybrid lamb with high reproductive performance and excellent meat quality, thereby enhancing the production efficiency and economic value of Bashbay sheep. [Methods] For hybrid lambs obtained from 2023 to 2024, regular measurements of body weight, height, length, chest circumference, and cannon bone circumference were conducted from birth to 180 days of age. The growth and development patterns of the hybrid lambs were recorded and analyzed to evaluate the crossbreeding effects. [Results] The hybrid lambs showed extremely significant increases in key indicators such as body height, length and weight compared with Bashbay sheep ($P<0.01$), indicating a clear heterosis. [Conclusion] The crossbreeding of Pishan red sheep and Bashbay Sheep yielded obvious effects, with significant improvements in body size and weight of the hybrid lambs.

Key words: Pishan red sheep; Bashbay sheep; growth and development pattern; heterosis

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.002

西门塔尔牛体内胚胎玻璃化与程序化冷冻效果研究

李琳琳^{1,2}, 侯永祥³, 蒋超翔³, 渠会敏^{1,2}, 邵俊杰^{1,2}, 黄 飞^{1,2},
牛 鹏^{1,2}, 方 翟^{1,2}, 高庆华^{1,2*}

(1.塔里木大学动物科学与技术学院,新疆阿拉尔 843300;

2.塔里木畜牧科技兵团重点实验室,新疆阿拉尔 843300;

3.巴音郭楞蒙古自治州畜牧工作站,新疆库尔勒 841009)

摘要:【目的】旨在比较玻璃化冷冻与程序化冷冻对西门塔尔牛体内胚胎冷冻效果的差异。【方法】选取25头3~4岁的西门塔尔母牛为供体牛,对供体牛超排处理后的数据进行分析,统计供体牛所回收的胚胎总数、可用胚胎数及可冷冻胚胎数。将同一等级的胚胎随机分为两组,分别实施玻璃化冷冻和程序化冷冻。解冻后进行胚胎内细胞凋亡染色(TUNEL)及凋亡标记基因表达量检测,对比两种冷冻技术对胚胎内细胞的损伤情况,最后进行胚胎移植,比较两种冷冻胚胎技术对胚胎移植妊娠率的影响。【结果】玻璃化冷冻的胚胎内凋亡细胞数为 5.50 ± 1.04 个/枚,显著低于程序化冷冻的胚胎内凋亡细胞数为 7.66 ± 0.81 个/枚($P < 0.05$)。玻璃化冷冻胚胎的细胞凋亡过程中最关键的终末执行蛋白酶基因(*Caspase3*)相对表达量为 0.77 ± 0.21 ,促凋亡蛋白基因(*Bax*)相对表达量为 0.79 ± 0.20 ,均显著低于程序化冷冻*Caspase3*基因相对表达量为 1.05 ± 0.17 和*Bax*基因相对表达量为 1.08 ± 0.15 ($P < 0.05$)。玻璃化冷冻的胚胎移植妊娠率55%,显著高于程序化冷冻的胚胎移植妊娠率50%($P < 0.05$)。【结论】在西门塔尔牛体内胚胎冷冻保存过程中,玻璃化冷冻在降低胚胎细胞损伤和提高胚胎移植妊娠率方面优于程序化冷冻,为西门塔尔牛体内胚胎冷冻保存提供了新的试验证据。

关键词:西门塔尔牛;玻璃化冷冻;程序化冷冻;体内胚胎;胚胎移植

中图分类号:S823

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0007-09

胚胎冷冻技术是指将动物的早期胚胎置于含有防冻液的介质中,通过分阶段降温处理,使胚胎在液氮中长期保存,从而暂停其生长进程。这种保存技术可以使胚胎在需要时被重新唤醒并继续发育,实现长期保存胚胎的目标^[1]。早期牛胚胎在冷冻过程中受多种因素影响,如冷冻时间、冷冻温度、胚胎所处发育时期及胚胎状态等,均会对胚胎冷冻效果产生影响。胚胎冷冻技术主要包括玻璃化冷冻和程序化冷冻^[2]。冰晶的形成对胚胎冷冻具有极大的负面影响,玻璃化冷冻能有效避免冰晶的产生。

基金项目:新疆维吾尔自治区现代农业产业技术体系项目“牛高效繁殖体系建立与示范推广”(2023A02011-1-1)

作者简介:李琳琳(1998—),女,硕士,研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail:15841835168@163.com

通信作者:高庆华(1970—),男,博士,教授,研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail:gqhdky@126.com

收稿日期:2025-06-16,修回日期:2025-08-17

玻璃化冷冻技术通过使用高浓度冷冻保护剂迅速去除胚胎中的水分,随后将胚胎直接置于液氮中进行保存。这种技术操作简便,无需依赖价格昂贵的仪器设备,可有效避免胚胎在慢速冷冻状态下的冷敏感性,进而提高胚胎存活率^[3]。在玻璃化冷冻过程中,冷冻保护剂在低温环境中变为玻璃状结构,能够有效抑制冰晶的形成,从而降低冰晶对细胞可能造成的损伤^[4]。程序化冷冻技术运用程序化冷冻仪对胚胎进行处理,操作相对复杂,主要体现在前期对胚胎装管环节,但该技术在冷冻胚胎时降温均匀、温度稳定^[5]。玻璃化冷冻技术利用冷冻液使胚胎快速脱水,继而进行快速冷冻,以此避免冰晶形成^[6,7];而程序化冷冻技术则是借助温度稳定、降温均匀的程序化冷冻仪来进行胚胎冷冻^[8]。两种胚胎冷冻技术存在差异,对胚胎的冷冻效果亦有不同^[9]。

本试验以西门塔尔母牛为供体牛,对供体牛进行超排操作,获取体内胚胎。通过不同技术对供体牛体内胚胎进行冷冻,解冻后对其胚胎进行TUNEL染色,比较两种冷冻技术所导致的胚胎内细胞凋亡数量,并进行胚胎移植,对比两种冷冻技术的胚胎移植妊娠率,最终确定玻璃化冷冻体内胚胎和程序化冷冻体内胚胎的冷冻效果^[10]。通过检测凋亡细胞数量和凋亡相关基因表达量,揭示冷冻技术对胚胎细胞损伤的分子机制,为未来进一步优化冷冻保护剂和冷冻程序提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物和试验地点

1.1.1 试验动物

选取25头西门塔尔母牛为供体牛,40头西门塔尔母牛为受体牛,年龄3~4岁。直肠探查结果显示,试验牛生殖器官状况良好,子宫颈形态正常,无异常弯曲,子宫角呈现对称性,卵巢功能正常,未发现繁殖系统相关疾病。在试验期间,供体牛采用全混合日粮(TMR)饲养,其中粗饲料以秸秆为主要成分。每天在10:00和17:00进行两次喂食,并提供充足的清洁水源。饲草、饲料及饲养流程均维持相对稳定状态。

1.1.2 试验时间及地点

试验时间为2024年4—9月,试验地点为新疆库车市塔里木镇和库尔勒市七颗星镇。

1.1.3 试验药品及仪器

药品:国产促卵泡激素(FSH,500 IU/瓶,宁波三生生物科技有限公司);孕酮阴道栓(CIDR,1.56 g孕酮/支,燕瑞生物科技有限公司);氨基丁三醇前列腺素F2 α 注射液(PGF2 α ,10 mL/支,宁波三生生物科技有限公司);促性腺激素释放激素(GnRH,200 μ g/支,宁波三生生物科技有限公司);盐酸普鲁卡因(每支10 mL,含药0.3g,西乡长江动物药品有限责任公司);冲胚液(PBS,自配);玻璃化胚胎冻存液(冷冻液I、冷冻液II,华粤行医疗科技有限公司);玻璃化胚胎解冻液(解冻液I、解冻液II、解冻液III、解冻液IV,华粤行医疗科技有限公司);程序化胚胎冻存液;免疫染色通透液(Triton X-100,上海碧云天生物技术有限公司);染色液(DAPI,上海碧云天生物技术有限公司)。

仪器:体视显微镜;输精枪;两通路冲卵管(规格:18#);扩张棒;三通硅胶管和吊瓶;过滤式集卵皿;塑料平皿(直径90 mm);培养皿(直径35 mm);5、10、20和50 mL一次性注射器;程序化冷冻仪;冷冻胚胎载杆。

1.2 试验设计

供体牛超排方案。见图1。

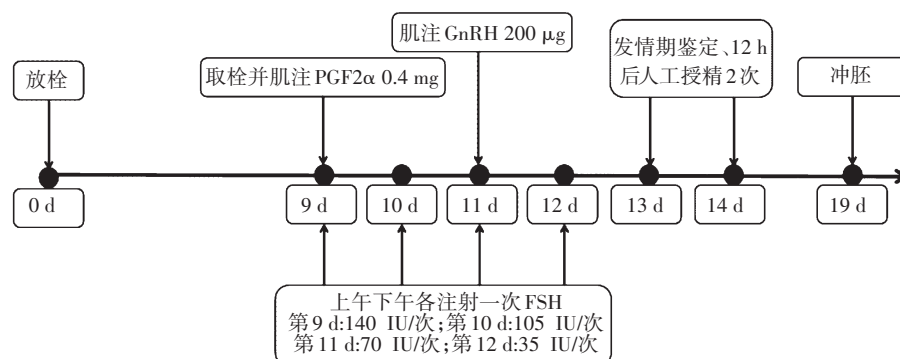


图1 供体牛超排方案

试验 I :将非手术法冲出的胚胎进行分级及玻璃化冷冻并做好记录。

试验 II :将非手术法冲出的胚胎进行分级及程序化冷冻并做好记录。

1.3 供体牛体内胚胎的采集与质量鉴定

将供体牛保定之后,经尾椎硬膜外腔注射3~5 mL的盐酸普鲁卡因进行局部麻醉,使用高锰酸钾溶液对供体牛的外阴部进行清洁,随后用消毒纸巾擦拭干净,再以75%的酒精进行消毒,并用生理盐水冲洗2次。选用澳大利亚产的冲胚管回收胚胎。首次冲胚时,抽取30 mL的冲胚液,从冲胚管口注入子宫角,但不能完全注入,保留约10 mL冲胚液,使用注射器将剩余冲胚液全部吸出。后续每次注入50 mL的冲胚液,并多次重复该操作过程,通过注射器导入胚胎滤器,每侧子宫角的冲洗液总量设定为500 mL。待两侧子宫角冲胚操作完成后,将冲胚管抽至子宫体,并注入10 mL含有160万IU青霉素和100万IU链霉素的生理盐水。冲胚过程结束后,肌肉注射5 mL PGF2α。

胚胎通过胚胎滤器收集,并使用体视显微镜进行观察检胚。在40~60倍的高倍镜放大条件下观察胚胎,根据胚胎的形态、发育阶段(包括未受精卵母细胞、早期桑葚胚、紧密桑葚胚、胚泡、扩张胚泡、孵出胚泡等)及质量(分为优秀、良好、一般、差劣、变质)对胚胎进行评估与分类。依据《牛胚胎》(GB/T 25881—2010)的形态学鉴定标准,A级胚胎形态完整、卵裂球大小均匀、轮廓清晰、结构紧密、细胞密度高、色调和透明度适中、无附着细胞和液泡;B级胚胎形态完整、轮廓清晰、细胞结合稍微松散、密度较大、有少量附着细胞和液泡、变性细胞的比例为10%~20%;C级胚胎轮廓不清楚、卵裂球大小不均匀、色泽太明或太暗、细胞密度小、游离的细胞或液体较多、变性细胞占比达30%~40%;D级胚胎为未受精卵或发育延迟2 d以上、细胞团破损、变性细胞比例超过50%、已死亡退化的胚胎。A、B、C级胚胎被认定为可用胚胎,其中A、B级适合进行鲜胚移植或冷冻保存,C级胚胎仅限于鲜胚移植,D级胚胎则不可使用。

1.4 胚胎冷冻与解冻

玻璃化冷冻胚胎:对冲出的胚胎分级处理后,在预孵液中孵育2 min,转移至冷冻液 I 中孵育2 min,再转移至冷冻液 II 中孵育30 s。随后,将胚胎转移至冷冻载杆上,尽可能减少冷冻液 II 的存留量,快速将载杆放入液氮中,玻璃化冷冻操作完成,全程均在室温条件下进行。

程序化冷冻胚胎:将冲出的胚胎分级后,用胚胎保存液清洗3~5次,再用冷冻液洗1次。接着,将胚胎移入冷冻液中平衡5~10 min,随后按5段法将其装入0.25 mL的塑料细管中,使胚胎位于中间的冷冻液段,封口后将其放入程序化冷冻仪。程序化冷冻仪的降温程序设定为,先在20 °C平衡10 min,然后1 °C/min降至-6 °C,在-6 °C平衡10 min,再以0.33 °C/min降至-36 °C,程序结束后,将带有胚胎的塑料细管快速移至液氮中,程序化冷冻操作完成。

玻璃化冷冻胚胎的解冻:首先,将附有冷冻胚胎的载杆置于37 °C的环境中进行快速解冻。解冻完成后,将胚胎依次置于解冻液 I 中培养3 min、解冻液 II 中培养2 min、解冻液 III 中培养2 min、解冻液 IV 中培养1 min,全程均在37 °C下进行,最后将胚胎转移至PBS中,以备后续试验使用。

程序化冷冻胚胎的解冻:从液氮中取出胚胎细管,使其在空气中停留5~10 s,然后将细管插入37 °C水浴中,停留20~30 s后取出。接着,将细管中的冷冻液及胚胎推出到培养皿中,在体视显微镜下找到胚胎,将解冻后的胚胎转移到PBS中清洗3遍,以备后续试验使用。

1.5 胚胎凋亡检测

为检测胚胎细胞凋亡水平,将胚胎置于PBS缓冲液中洗涤3次,随后在4%多聚甲醛溶液中固定30 min。之后,再次将胚胎置于PBS中洗涤3次,用0.5%酸性台式液处理胚胎5 min,将胚胎转移到PBS中洗涤3次,再转移到0.5% Triton X-100中孵育30 min,最后在PBS中洗涤3次。将透化处理后的胚胎与TUNEL溶液在37 °C黑暗环境下孵育1 h(或在4 °C过夜)。随后,洗涤染色的胚胎,并与DAPI共同孵育5 min。在PBS中洗涤3次后,挑选单个胚胎,将其放置在含有2 μL抗荧光淬灭剂液滴的载玻片上。在激光共聚焦扫描显微镜(FV 1000, Olympus Fluoview 系统)下拍摄。通过计算TUNEL阳性细胞核数量占细胞总数(经DAPI染色)的比例,确定胚胎中TUNEL阳性细胞核的平均百分比。

1.6 胚胎RNA提取和荧光定量PCR

通过SMART扩增从单个胚胎中分离总RNA。运用实时PCR技术分析所有基因的相对mRNA转录本。使用内参基因(*GAPDH*)的阈值(*C_t*值)对所有测试基因的*C_t*值进行标准化处理。PCR扩增条件如下,94 °C下预变性5 min,然后在94 °C下30 s,在58 °C下30 s,在72 °C下30 s,40个循环。为分析基因表达情况,进行了3个独立试验,重复3次。见表1。

表1 基因qRT-PCR引物

基因名称	序列
<i>Caspase3</i>	F: AGCGTCGTAGCTGAACGTA
	R: CTGCATCCACGTCTGTACCA
<i>Bax</i>	F: ACAGGGGCCCTTTTGCTTCA
	R: TCTCGGGGAGAGTCTGTGTC

1.7 同期发情

在试验受体牛发情周期的任意一天(记作第0 d)埋植CIDR,在第9 d取栓并肌注0.4 mg PGF2α,第11 d肌注200 μg GnRH。在受体牛的尾部用蜡笔做标记,以便在当天监测发情状况,准确记录发

情时间,并在发情后第7 d进行胚胎移植。

1.8 胚胎移植

受体牛发情后的第7 d早晨(发情记为第0 d),通过直肠检查确定黄体质量与位置,选取黄体触感好、弹性足(A级和B级)的受体牛进行保定,在第2~3尾椎硬膜外腔注射5 mL盐酸普鲁卡因实施麻醉,胚胎移植采用非手术法。移植前,首先对受体牛保定并清除直肠内粪便,使用清水、消毒毛巾或消毒卫生纸擦拭外阴部,再用75%酒精或者高锰酸钾溶液对外阴进行消毒。在胚胎移植过程中,首先将解冻后的优质胚胎装入带有塑料外膜的输胚枪中。随后,移植人员在助手协助下,轻柔地将输胚枪经受体牛阴门,依次经过子宫颈外口、子宫颈体,直至黄体侧的子宫角。在确保输胚枪前端抵达子宫角前端的合适位置后,缓慢推动输胚枪内的钢芯,将胚胎精准推送至预定的移植部位。在整个操作过程中,助手采用直肠把握法固定胚胎子宫颈,并在输胚枪进入子宫颈口前刺破塑料外膜,以确保胚胎顺利通过。当输胚枪送至子宫角大弯前或小弯处时,助手在直肠内用手托起输胚枪,协助推入钢芯,完成胚胎输入。最后,缓慢抽出输胚枪,胚胎移植即完成。整个操作过程中需保持轻柔细致,避免对受体牛的生殖道造成侵入性损伤。

1.9 统计分析

运用SPSS软件进行统计分析。本试验中的全部百分比数据均以“平均值±标准误(SEM)”表示。所有图像数据重复3次,将单个胚胎图像作为单个组的代表性图像,所有图像数据表示为“平均值±标准误(SEM)”。试验中呈现的全部平均荧光强度通过每组胚胎进行量化,荧光强度的直方图值通过Image J软件进行测量。针对基因表达水平或荧光强度比较所得的结果,采用方差分析、Sidak多重比较检验或*t*检验进行分析;胚胎移植妊娠率采用卡方检验进行分析。 $P < 0.05$ 时,表示差异具有显著性。

2 结果与分析

2.1 供体牛超排结果分析

试验对25头供体牛进行了超排处理,超排有效率为92%,回收胚胎数为151枚,可用胚胎数(含A、B、C三级胚胎)为107枚,可冷冻胚胎数(含A、B二级胚胎)为75枚。见表2。

表2 供体牛超排情况

供体牛数/头	有效超排供体牛数/头	超排有效率/%	回收胚胎数/枚	可用胚胎数/枚	可冷冻胚胎数/枚	平均可用胚胎数/枚
25	23	92	151	107	75	4.65

2.2 不同冷冻技术解冻后胚胎TUNEL染色结果分析

玻璃化冷冻的胚胎内凋亡细胞数为 5.50 ± 1.04 个/枚,显著低于程序化冷冻的胚胎内凋亡细胞数为 7.66 ± 0.81 个/枚($P < 0.05$)。玻璃化冷冻胚胎内细胞凋亡的平均荧光强度 10.56 ± 1.22 ,显著低于程序化冷冻胚胎内细胞凋亡的平均荧光强度 12.97 ± 0.79 ($P < 0.05$)。见表3。

表3 解冻后胚胎TUNEL染色结果

冷冻技术	冷冻胚胎数/枚	胚胎内凋亡细胞数/个·枚 ⁻¹	平均荧光强度
玻璃化冷冻	37	5.50±1.04 ^b	10.56±1.22 ^b
程序化冷冻	38	7.66±0.81 ^a	12.97±0.79 ^a

注:同列数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$),不同字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

对玻璃化和程序化冷冻的胚胎解冻后进行DAPI和TUNEL凋亡染色并形成染色胚胎图,其中蓝色为胚胎中的正常细胞,绿色为胚胎中的已凋亡细胞。见图2。

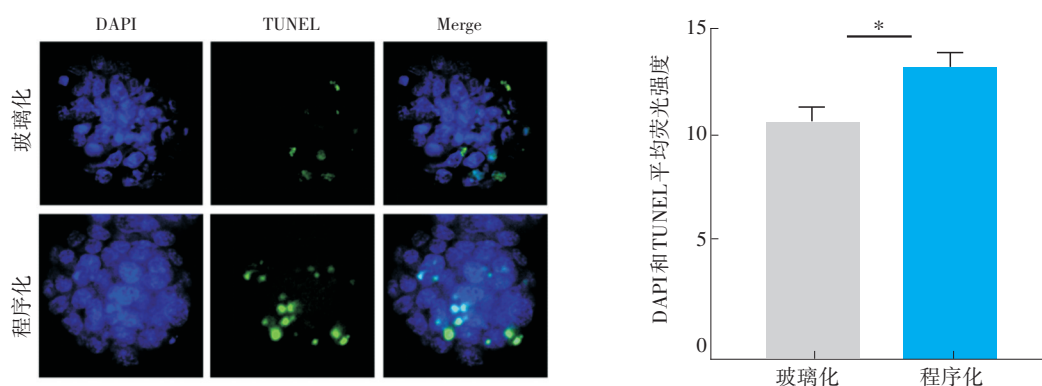


图2 不同冷冻技术解冻后胚胎内细胞凋亡情况及平均荧光强度比较

2.3 不同冷冻技术解冻后胚胎凋亡标记基因检测

玻璃化冷冻胚胎的 *Caspase3* 基因相对表达量为 0.77 ± 0.21 , *Bax* 基因相对表达量为 0.79 ± 0.20 , 均显著低于程序化冷冻 *Caspase3* 基因相对表达量为 1.05 ± 0.17 和 *Bax* 基因相对表达量为 1.08 ± 0.15 ($P<0.05$)。见图3。

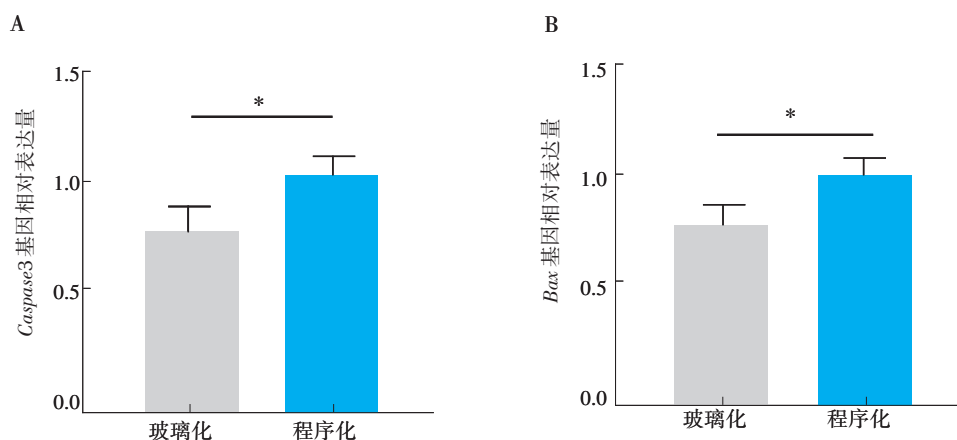


图3 不同冷冻技术解冻后胚胎凋亡标记基因检测结果

2.4 不同冷冻技术解冻后胚胎移植妊娠率结果分析

试验对40头受体牛进行胚胎移植,其中玻璃化冷冻胚胎移植20头,程序化冷冻胚胎移植20头。玻璃化冷冻胚胎移植妊娠数为11头,程序化冷冻胚胎移植妊娠数为10头。玻璃化冷冻胚胎移植妊娠率55%,显著高于程序化冷冻胚胎移植妊娠率50%($P<0.05$)。见表4。

表4 解冻后胚胎移植妊娠率结果

冷冻技术	胚胎移植受体牛数/头	移植妊娠受体牛数/头	移植妊娠率/%
玻璃化冷冻	20	11	55 ^a
程序化冷冻	20	10	50 ^b

3 讨论

西门塔尔牛是全国重要的乳肉兼用牛种,在我国肉牛改良和杂交育种领域占据关键地位。目前,内蒙古、新疆等地已开展胚胎移植试点工作,但商业化程度较低。玻璃化冷冻在荷斯坦奶牛繁殖育种领域应用较为广泛,然而在肉牛,尤其是西门塔尔牛繁殖育种领域的普及率不高。德国、奥地利等西门塔尔牛原产地已实现胚胎玻璃化冷冻商业化,并结合基因组选择(GS)对育种进行优化。美国ABS Global等企业提供“冻胚+性别控制”一体化服务,有效提高了养殖效益。在南美热带气候适应性育种中,冻胚技术得到广泛应用,降低了活牛运输成本^[11]。我国西门塔尔牛主要依赖进口,冻胚引进成本较高,自主胚胎保存技术的发展可降低对进口的依赖。玻璃化冷冻技术能够高效保存西门塔尔牛优质胚胎,推动良种扩繁,其产业化应用前景十分广阔。

本研究对西门塔尔牛体内胚胎的玻璃化冷冻和程序化冷冻效果进行对比,通过对25头西门塔尔供体牛超排处理获取胚胎,并对胚胎进行分级,采用不同技术进行冷冻^[12]。解冻后,运用TUNEL技术,比较玻璃化冷冻和程序化冷冻对胚胎内细胞的损伤程度。最后进行胚胎移植,比较两种冷冻胚胎技术对胚胎妊娠率的影响^[13,14]。

超排是胚胎移植技术的关键环节,其原理是通过使用外源激素刺激供体牛的卵巢,使其在一个发情周期内排出比自然情况下更多的卵子,从而获得更多用于移植或冷冻保存的胚胎^[15]。为深入探究超排过程中激素注射与胚胎产量之间的关系,本研究采用的超排处理流程如图1所示,详细呈现了不同时间点的处理步骤,包括FSH、GnRH和PGF2 α 的注射、发情鉴定、人工授精及冲胚的具体时间安排,为试验设计提供了清晰的时间框架^[16]。

经超排处理,25头西门塔尔供体牛的超排有效率达92%,回收胚胎数为151枚,平均可用胚胎数为4.65枚。这一结果表明,超排技术应用于西门塔尔牛时效率较高,能够为胚胎冷冻和移植提供充足的胚胎资源。超排的成功率和胚胎质量受多种因素影响,包括供体牛的年龄、品种、营养状况及超排方案的合理性等。在实际操作中,需要根据供体牛的具体情况优化超排方案,以提高胚胎的质量和回收率。

本试验结果显示,无论是解冻胚胎内未凋亡细胞数,还是解冻胚胎移植妊娠率,玻璃化冷冻牛体内胚胎效果均优于程序化冷冻牛体内胚胎效果,玻璃化冷冻能有效提高胚胎的成活率^[17]。胚胎在冷冻过程中会产生冰晶,冰晶的形成可能会对胚胎细胞造成机械性损伤,同时还可能引发其他类型的损伤,例如脂质过氧化、线粒体结构的变化、核膜和质膜完整性的破坏、透明带变薄甚至断裂、细胞器的解体及细胞骨架的损伤等。这些损伤都可能导致胚胎质量下降,并触发胚胎凋亡^[18]。玻璃化冷冻技术中所使用的胚胎冷冻保护剂虽具有高渗透性,但存在一定毒性,可能对胚胎造成毒性损伤,导致胚胎渗透性休克,降低胚胎存活率^[19]。程序化冷冻虽然避免了冷冻保护剂的毒性伤害,但会产生大

量冰晶,致使胚胎内细胞凋亡增多,最终导致胚胎的死亡。本试验对不同冷冻技术解冻后的胚胎进行凋亡染色,结果验证了这一结论。综上所述,玻璃化冷冻技术具有操作简单、成本低、效率高等优点,在生产中应用较多,玻璃化冷冻技术在西门塔尔牛胚胎保存中具有显著优势和广阔前景。

4 结 论

本试验比较了玻璃化冷冻和程序化冷冻对西门塔尔牛体内胚胎的冷冻效果,结果显示,玻璃化冷冻胚胎的细胞凋亡率显著低于程序化冷冻胚胎的细胞凋亡率,且经胚胎移植后,前者的妊娠率显著高于后者。

参考文献

- [1] 翟亚莹, 张子敬, 吕世杰, 等. 牛胚胎冷冻技术及冷冻保护剂研究进展[J]. 中国畜禽种业, 2022, 18(10): 34-37.
- [2] CUI M, DONG X, LYU S, et al. The Impact of Embryo Storage Time on Pregnancy and Perinatal Outcomes and the Time Limit of Vitrification: A Retrospective Cohort Study[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021(12):724853.
- [3] LI S, LIU L, MENG T, et al. Impact of Luteinized Unruptured Follicles on Clinical Outcomes of Natural Cycles for Frozen/Thawed Blastocyst Transfer[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021(12):738005.
- [4] LI J Y, XIONG S, ZHAO Y H, et al. Effect of the re-vitrification of embryos at different stages on embryonic developmental potential[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2021(12): 653310.
- [5] 金良. 人类卵子改良程序化冷冻和玻璃化冷冻比较研究[J]. 浙江中西医结合杂志, 2015, 25(9): 863-865.
- [6] 石玉华, 潘焯, 谢燕秋, 等. 胚胎冷冻保存技术及进展[J]. 山东大学学报(医学版), 2022, 60(9): 12-18.
- [7] 张培培, 郝海生, 杜卫华, 等. 牛胚胎玻璃化冷冻技术研究进展[J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56(3): 19-25.
- [8] 刘静静, 刘月琴. 羊胚胎冷冻保存研究进展[J]. 中国草食动物科学, 2014, 34(增刊1): 21-23.
- [9] 康熙, 刘刚, 初梦苑, 等. 基于计算机视觉的奶牛生理参数监测与疾病诊断研究进展及挑战[J]. 智慧农业(中英文), 2022(2): 1-18.
- [10] GIORGIO V, BURCHELL V, SCHIAVONE M, et al. Ca^{2+} binding to F-ATP synthase β subunit triggers the mitochondrial permeability transition[J]. *EMBO Reports*, 2017, 18(7): 1065-1076.
- [11] CESARANI A, GARCIA A, HIDALGO J, et al. Genomic information allows for more accurate breeding values for milkability in dual-purpose Italian Simmental cattle[J]. *Journal of Dairy Science*, 2021, 104(5): 5719-5727.
- [12] 孙敬宇, 史佳斌, 鄂志强, 等. 延边黄牛活体采卵体外受精胚胎程序化冷冻保存的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2021(14): 54-59.
- [13] 王珂. 奶牛卵母细胞玻璃化冷冻方法及胚胎程序化冷冻研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2008.
- [14] 许文兵. 转基因克隆牛胚胎的玻璃化冷冻[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [15] MULTIPLE OVULATION AND EMBRYO TRANSFER IN CATTLE. *International journal of veterinary science*[J]. 2022 (Volume 1):168-174.
- [16] XU Q Z, WANG C W, WANG L Q, et al. Correlation analysis of serum reproductive hormones and metabolites during multiple ovulation in sheep[J]. *BMC Veterinary Research*, 2022, 18(1): 290.
- [17] 布赫, 乌兰, 麇洪武, 等. 无血清培养的牛体外受精胚胎超快速玻璃化冷冻[J]. 高技术通讯, 2003, 13(4): 24-27, 48.
- [18] 王士勇, 杨月春, 李晓霞, 等. 哺乳动物卵母细胞冷冻保存技术研究进展[J]. 特产研究, 2015, 37(4): 60-63.
- [19] 冯肖艺, 徐茜, 张航, 等. 牛体外胚胎冷冻保存的研究进展[J]. 畜牧兽医学报, 2023, 54(2): 451-462.

A Comparative Study on the Effects of Vitrification versus Programmed Cryopreservation of In Vivo Embryos of Simmental Cattle

LI Linlin^{1,2}, HOU Yongxiang³, JIANG Chaoxiang³, QU Huimin^{1,2}, SHAO Junjie^{1,2}, HUANG Fei^{1,2},
NIU Peng^{1,2}, FANG Zhai^{1,2}, GAO Qinghua^{1,2*}

(1. College of Animal Science and Technology, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300, China;

2. Key Laboratory of Animal Husbandry Science and Technology of Tarim Corps, Alar, Xinjiang 843300, China;

3. Animal Husbandry Workstation, Bayinguoleng Mongol Autonomous Prefecture, Korla, Xinjiang 841009, China)

Abstract: **[Objective]** This study aimed to compare the effects of vitrification and conventional programmed cryopreservation for Simmental cattle in vivo embryos. **[Methods]** 25 Simmental cattle (aged 3 to 4 years) were selected, and data from superovulation treatments were analyzed. The total number of recovered embryos, along with those suitable for cryopreservation and those deemed usable, was recorded. Embryos of the same grade were randomly divided into two groups and subjected to either vitrification or conventional programmed cryopreservation. After thawing, TUNEL staining was performed to detect apoptosis in embryonic cells and the expression levels of apoptosis-related marker genes were measured, to compare the extent of cellular damage in embryos from the two cryopreservation methods. Finally, embryo transplantation was carried out to compare the impact of the two methods on conception rates. **[Results]** The number of apoptotic cells in vitrified frozen embryos was 5.50 ± 1.04 Pieces per unit, which was significantly lower than that in programmed frozen embryos was 7.66 ± 0.81 pieces per unit ($P < 0.05$). The relative expression levels of *Caspase3* and *Bax* in vitrified frozen embryos were 0.77 ± 0.21 and 0.79 ± 0.20 , respectively, both significantly lower than those in programmed frozen embryos, which were 1.05 ± 0.17 and 1.08 ± 0.15 , respectively ($P < 0.05$). The conception rate of vitrified embryos after transplantation was 55%, significantly higher than that of programmed frozen embryos (50%, $P < 0.05$). **[Conclusion]** In the cryopreservation of Simmental cattle in vivo embryos, vitrification method outperformed conventional programmed cryopreservation in reducing embryonic cell damage and improving conception rate after embryo transplantation. New experimental evidence for bovine embryo cryopreservation was provided by this study.

Key words: Simmental cattle; vitrification cryopreservation; programmed cryopreservation; in vivo embryo; embryo cryopreservation

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.003

高精料日粮添加维生素B₁₂对肉羊采食行为、血液常规指标的影响

张驰^{1,2},何超英^{1,2},师旭明³,张豪威¹,哈得尔亚木·阿不都沙拉木¹,孙梦娇^{1,2},
林芯^{1,2},赵芸君^{1,2*}

(1.新疆农业大学动物科学学院,新疆乌鲁木齐 830091;

2.新疆畜牧科学院饲料研究所,新疆乌鲁木齐 830000;

3.新疆农业科学院综合试验场,新疆乌鲁木齐 830013)

摘要:【目的】旨在研究高精料日粮中添加维生素B₁₂(VB₁₂)对肉羊采食行为及血液常规指标的影响。【方法】选取年龄、体重(34.23±3.89 kg)相近且健康的肉羊(哈萨克公羊)36只,随机分为4组,每组9只。对照组饲喂精粗比为6:4的基础日粮,I、II、III组分别在干物质(DM)基础日粮中添加0.5、1和2 mg/kg的VB₁₂。【结果】与对照组相比,I、II组的干物质采食量(DMI)有所增加,且I组的饮水量亦见上升;各组的排尿次数、反刍行为、静卧及游走时间均表现正常。III组的血小板压积显著高于对照组及II组($P<0.05$);对照组、I、II、III组的中性粒细胞百分比呈三次曲线变化趋势($0.05<P<0.1$)。【结论】日粮添加VB₁₂(0.5~2.0 mg/kg DM)肉羊采食行为无异常表现,日粮中添加VB₁₂(0.5 mg/kg DM)可提升肉羊的DMI及饮水量;日粮中添加VB₁₂(0.5~2.0 mg/kg DM)能够增强肉羊的造血、止血、凝血功能,从而改善其机体健康状况。

关键词:高精料日粮;维生素B₁₂;肉羊;采食行为;血液常规指标

中图分类号:S826

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0016-06

经典理论提出反刍动物瘤胃内合成的维生素B₁₂(VB₁₂)能满足其自身需求,因此无需在日粮中额外添加^[1]。然而,随着生产水平的提高、饲养方式的转变、日粮结构的调整及动物源性饲料在反刍动物饲养中的禁用,瘤胃中合成的VB₁₂能满足反刍动物的营养需求的观点受到质疑^[2]。目前,诸多研究发现,在日粮中添加VB₁₂对反刍动物的生产性能、机体健康、免疫功能和繁殖性能等方面具有积极影响^[3]。在反刍动物丙酸代谢过程中,VB₁₂作为甲基丙二酰辅酶A异构酶的辅助因子^[4],扮演着关键角色。然而,目前关于在高精料日粮中添加VB₁₂对肉羊影响的研究却鲜见报道。本研究旨在通过在高精料日粮中添加不同水平的VB₁₂,探究其对肉羊采食行为及血液常规指标的影响,以期VB₁₂在肉羊育肥生产中的合理应用提供借鉴与参考。

基金项目:新疆维吾尔自治区自然基金项目(2023D01A77)

作者简介:张驰(1998—),男,硕士,研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: 704166417@qq.com

通信作者:赵芸君(1973—),女,博士,研究员,硕士生导师,研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail:somebody_@163.com

收稿日期:2025-06-18,修回日期:2025-09-13

1 材料与方法

1.1 试验设计与试验材料

选取年龄及体重(34.23 ± 3.89 kg)相近的肉羊(哈萨克公羊)36只,随机分为4组,每组9只。对照组饲喂精粗比为6:4的基础日粮,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组分别在基础日粮中添加 VB_{12} ,其添加水平分别为0.5、1、2 mg/kg DM。 VB_{12} 的添加量参考DEZFOULIAN^[5]及黄实^[6]的研究。试验共47 d,其中预试期7 d,正试期40 d。本试验使用的 VB_{12} (饲料级,1%)购于陕西盛美牧业科技有限公司。

1.2 饲养管理及日粮组成

试验前,所有试验动物统一进行驱虫、药浴及打耳标。同时,对圈舍进行消毒。试验动物可自由采食与饮水,并确保圈舍具备适宜的光照、干燥度及通风条件。每日分别于9:30和17:30进行饲喂,饲喂量根据动物前一日的采食量进行调整,以确保每日剩余饲料量维持在饲喂量的2%~4%。基础日粮参照《肉羊饲养标准》(NY/T 816—2021)配制。基础日粮及其营养水平。见表1。

表1 基础日粮及营养水平(干物质基础)

原料	含量/%	营养成分	含量/%
玉米 Corn	42.38	粗蛋白 CP	15.39
豆粕 Soybean meal	10.26	粗脂肪 EE	2.79
棉粕 Cottonseed meal	4.29	粗灰分 Ash	7.52
预混料 Premix	3.07	中性洗涤纤维 NDF	24.65
玉米青贮 Corn silage	10.76	酸性洗涤纤维 ADF	12.33
苜蓿 Alfalfa	14.41	钙 Ca	0.98
麦草 Straw	14.82	磷 P	0.20
合计	100.00	代谢能 ME/MJ·kg ⁻¹	10.48

注:1.每千克预混料为饲料提供维生素A 150 000 IU,维生素D₃ 40 000 IU,维生素E 500 IU,铁1 000 mg,铜200~700 mg,锌1 000~3 000 mg,锰200 mg,硒10 mg,碘10 mg。2.表中营养水平代谢能为计算值,其余数值均为实测值。

1.3 样本采集

1.3.1 采食行为的观测

采食行为观测方法参考朝鲁孟其其格^[7](2010)进行。正试期内,每日观察并记录肉羊采食与饮水情况;停止采食后,观察其排尿次数、反刍行为、静卧及行走时间有无异常。

1.3.2 血液采集

正试期第30 d,饲喂前,使用乙二胺四乙酸(EDTA)采血管采集肉羊颈静脉血液3 mL,用于血液常规指标测定。

1.4 样本测定

血液常规指标送至新疆农业大学动物医学学院检测。

1.5 数据统计分析

使用Excel 2020对试验数据进行初步整理后,采用SPSS 26.0统计软件进行单因素方差分析,邓肯新复极差法(Duncan氏法)进行多重比较。同时对 VB_{12} 添加水平的线性、二次及三次效应进行分析。试验结果用平均值表示,各组的变异程度用标准误(SEM)表示。 $P < 0.01$ 表示差异极显著,

$P < 0.05$ 表示差异显著, $P > 0.05$ 表示差异不显著, $0.05 < P < 0.1$ 表示差异有显著趋势。

2 结果与分析

2.1 高精料日粮添加 VB_{12} 对肉羊采食行为的影响

与对照组相比, I 组 DMI 及饮水量有所增加, II 组 DMI 增加。对照组、I、II、III 组的排尿次数、反刍行为、静卧及游走时间均表现正常。见表 2。

表 2 高精料日粮添加 VB_{12} 对肉羊采食行为的影响 (n=9)

项目	对照组	I 组	II 组	III 组
干物质采食量(DMI)	正常	较对照组有所增加	较对照组有所增加	正常
饮水量	正常	较对照组有所增加	正常	正常
排尿次数	正常	正常	正常	正常
反刍行为	正常	正常	正常	正常
静卧及游走时间	正常	正常	正常	正常

2.2 高精料日粮添加 VB_{12} 对肉羊血液常规指标的影响

日粮添加 VB_{12} , III 组血小板压积显著高于对照组、II 组 ($P < 0.05$), 对照组、I、II 组间无显著差异 ($P > 0.05$)。随着 VB_{12} 添加水平的增加, 对照组、I、II、III 组中性粒细胞百分比呈三次曲线变化趋势 ($0.05 < P < 0.1$)。表中除血小板压积及中性粒细胞百分比外, 其余各项目均无显著差异 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 高精料日粮添加 VB_{12} 对肉羊血液常规指标的影响 (n=9)

项目	对照组	I 组	II 组	III 组	标准误	P 值			
						总体	线性	二次	三次
白细胞数目 WBC ($\times 10^9/L$)	11.78	10.73	10.32	11.19	0.57	0.842	0.684	0.428	0.904
中性粒细胞数目 Neu ($\times 10^9/L$)	7.21	5.85	6.47	6.69	0.45	0.777	0.821	0.401	0.572
淋巴细胞数目 Lym ($\times 10^9/L$)	3.13	3.28	2.75	3.43	0.14	0.383	0.772	0.367	0.145
单核细胞数目 Mon ($\times 10^9/L$)	0.73	0.94	0.68	0.76	0.08	0.689	0.815	0.690	0.269
嗜酸性粒细胞数目 Eos ($\times 10^9/L$)	0.70	0.66	0.42	0.30	0.12	0.594	0.188	0.863	0.774
嗜碱性粒细胞数目 Bas ($\times 10^9/L$)	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.429	0.294	0.242	0.597
中性粒细胞百分比 Neu/%	60.36 ^{ab}	54.29 ^b	61.31 ^a	58.36 ^{ab}	1.38	0.291	0.934	0.573	0.068
淋巴细胞百分比 Lym/%	27.79	31.46	27.62	32.24	1.25	0.440	0.402	0.850	0.165
单核细胞百分比 Mon/%	6.31	8.80	6.72	6.58	0.54	0.354	0.793	0.232	0.188
嗜酸性粒细胞百分比 Eos/%	5.46	5.38	4.27	2.74	0.79	0.603	0.205	0.655	0.931
嗜碱性粒细胞百分比 Bas/%	0.09	0.08	0.08	0.08	0.01	0.949	0.648	0.734	0.879
红细胞数目 RBC ($\times 10^{12}/L$)	10.02	10.26	10.31	10.05	0.14	0.836	0.909	0.369	0.911
血红蛋白浓度 HGB/ $g \cdot L^{-1}$	114.22	116.67	119.00	114.89	2.98	0.948	0.877	0.600	0.821
红细胞压积 HCT /%	33.17	34.08	34.33	32.24	0.68	0.705	0.688	0.287	0.787

续表

项目	对照组	I组	II组	III组	标准误	P值			
						总体	线性	二次	三次
平均红细胞体积MCV /fL	33.02	33.19	33.14	32.04	0.26	0.370	0.210	0.233	0.719
平均红细胞血红蛋白含量MCH/pg	11.33	11.33	11.47	11.39	0.13	0.985	0.812	0.890	0.785
平均红细胞血红蛋白浓度MCHC /g·L ⁻¹	343.11	342.00	346.11	354.89	2.78	0.360	0.121	0.379	0.982
红细胞分布宽度变异系数RDW-CV/%	18.46	18.49	19.64	19.68	0.70	0.878	0.461	1.000	0.731
红细胞分布宽度标准差RDW-SD/fL	21.93	22.00	23.54	22.57	1.01	0.945	0.717	0.806	0.674
平均血小板体积MPV /fL	5.97	5.99	5.99	6.19	0.10	0.860	0.479	0.672	0.813
血小板分布宽度PDW /fL	9.42	9.21	8.20	8.51	0.27	0.355	0.133	0.634	0.389
血小板压积PCT /%	0.22 ^b	0.24 ^{ab}	0.23 ^b	0.28 ^a	0.01	0.090	0.044	0.233	0.278

注:同行数据肩标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),肩标相同字母或无字母标注表示差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 高精料日粮添加VB₁₂对肉羊采食行为的影响

动物进化过程中,逐步形成不同的采食方式,即采食行为。肉羊的日常活动表现了一定的规律性,其行为模式可概括为“游走-采食-站立-卧息-反刍”,其中采食与卧息为主要行为^[8]。影响采食行为的因素众多,包括环境温度、动物的营养需求、生理阶段、瘤胃微生态环境及品种等^[7]。在本研究中,I、II组的DMI较对照组有所增加。前人研究表明,围产期奶牛肌肉注射VB₁₂(10 mg/周),DMI会有所增加^[9]。在添加包被VB₁₂后,奶牛的DMI未见显著变化,但有所上升^[10]。随着包被VB₁₂添加水平的提升(6~18 mg/d),奶牛的DMI呈线性下降趋势,当添加包被VB₁₂提升至18 mg/d时,与对照组相比,DMI显著降低^[6]。

诸多试验结果表明,在日粮中添加适量的VB₁₂能够促进DMI增长^[10],然而过量添加VB₁₂无明显变化^[11],甚至产生消极影响^[6]。导致结果差异的原因可能与VB₁₂的添加方式及添加量有关。本试验结果表明,与对照组相比,在高精料日粮中以0.5 mg/kg DM水平添加VB₁₂的I组饮水量有所增加。这一发现与前人的研究结果一致,即在适宜的饲养管理条件且不限饮水的情况下,饮水量与采食量呈正相关关系^[12]。本试验中,不同处理组的肉羊在排尿次数、反刍行为及静卧和游走时间上未见差异。因此,本研究结果表明,在高精料日粮中以0.5~2 mg/kg DM水平添加VB₁₂对肉羊生产是安全的。

3.2 高精料日粮添加VB₁₂对肉羊血液常规指标的影响

血常规指标可反映机体内环境平衡、生产性能和评估动物基本健康状况^[13]。白细胞在抵抗外来微生物对机体的损伤方面发挥着关键的保护作用^[14]。中性粒细胞在细菌或寄生虫感染引发的免疫反应中扮演主要角色,单核细胞则负责吞噬并清除受损及衰老的细胞^[15]。淋巴细胞数量众多,对免疫系统的功能具有重要作用。红细胞的主要功能在于运输二氧化碳和氧气,并对机体产生的酸碱物质发挥缓冲作用^[16]。平均血小板体积与血小板压积之间存在显著的正相关,同时血小板压积作为观

察血小板体积大小的参数,能够在一定程度上反映骨髓中血小板的酶活性。血小板压积的变化与血小板数量的变化保持一致,而血小板分布宽度则反映了血小板体积的差异程度^[17]。

AL-HABSI等^[18]研究发现,与对照组相比,山羊每2个月皮下注射VB₁₂(2 mg/mL),10个月后,其红细胞数量、血红蛋白浓度、红细胞压积、平均红细胞体积、平均红细胞血红蛋白含量和平均红细胞血红蛋白浓度均显著提高。钴通过钴蛋白、无机盐和VB₁₂的形式被机体所吸收,其中VB₁₂是钴在体内发挥生理功能的主要形式^[19]。在奶牛日粮中添加碳酸钴(0.15~1.5 mg/kg DM),其血液中的红细胞数量、血红蛋白含量和红细胞压积会随着日粮中碳酸钴水平的升高而升高,且呈二次曲线变化^[20]。

本试验结果表明,在高精料肉羊日粮中适量添加VB₁₂,可使平均血小板体积、血小板压积呈上升趋势,使血小板分布宽度呈下降趋势。这表明,VB₁₂的添加能够提高肉羊血小板的生成效率,进而提升其止血、凝血功能,对肉羊的健康具有积极影响。此外,VB₁₂的添加,还能使肉羊血液中红细胞数目、血红蛋白浓度及红细胞压积呈上升趋势,这与前人的研究结果一致。其原因可能与VB₁₂作为造血性维生素,能促进红细胞发育、再生及血红蛋白的合成,从而增强机体的造血功能^[21]。

4 结 论

在本试验条件下,日粮中添加VB₁₂(0.5 mg/kg DM)时可提高肉羊DMI及饮水量,添加VB₁₂(0.5~2.0 mg/kg DM)可增强肉羊造血、止血、凝血功能进而改善肉羊机体健康。

参考文献

- [1] ZINN R A, OWENS F N, STUART R L, et al. B-vitamin supplementation of diets for feedlot calves[J]. *Journal of Animal Science*, 1987, 65(1): 267-277.
- [2] 李宁, 李梦雅, 彭全辉, 等. B族维生素在反刍动物营养中的研究进展[J]. *动物营养学报*, 2021, 33(9): 4909-4919.
- [3] 张驰, 何超英, 刘腾阳, 等. 维生素B₁₂对反刍动物生理功能及其在生鲜乳中含量影响的研究进展[J]. *现代畜牧科技*, 2025(3): 29-33.
- [4] ZHANG R, CHENG Z Q, ZANG C J, et al. Supplementation of 5, 6-dimethylbenzimidazole and cobalt in high-concentrate diet improves the ruminal vitamin B₁₂ synthesis and fermentation of sheep[J]. *Fermentation*, 2023, 9(11): 956.
- [5] DEZFOULIAN A H, ALIARABI H. A comparison between different concentrations and sources of cobalt in goat kid nutrition [J]. *Animal*, 2017, 11(4): 600-607.
- [6] 黄实, 闫国骏, 崔航, 等. 饲料添加钴胺素对荷斯坦奶牛泌乳性能、瘤胃发酵和肝脏糖异生的影响[J]. *动物营养学报*, 2024, 36(2): 1020-1028.
- [7] 朝鲁孟其其格. 混合草颗粒制粒技术及饲用价值评价的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.
- [8] 刘继芳, 周向阳, 李敏, 等. 人工智能驱动畜牧新质生产力高质量发展: 制约因素、生成逻辑与推进路径[J]. *智慧农业(中英文)*, 2025, 7(1): 165-177.
- [9] WANG D M, ZHANG B X, WANG J K, et al. Effect of dietary supplements of biotin, intramuscular injections of vitamin B₁₂, or both on postpartum lactation performance in multiparous dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2018, 101(9): 7851-7856.
- [10] 杨巧丽, 李福岗, 闫国骏, 等. 叶酸和钴胺素对围产期奶牛泌乳性能、养分消化和肝脂质含量的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2024, 55(11): 5114-5123.
- [11] GRAULET B, MATTE J J, DESROCHERS A, et al. Effects of dietary supplements of folic acid and vitamin B₁₂ on metabolism of dairy cows in early lactation 1[J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90(7): 3442-3455.

- [12] 高娜, 张震, 闫磊, 等. 浅析饮用水水质对奶牛生产性能的影响[J]. 中国奶牛, 2024(11): 8-12.
- [13] 王华, 周华林, 陈洪博, 等. 微贮笋壳对湖羊生长性能、肉质及血液生理生化指标的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(1): 153-157.
- [14] 段俊红, 杨帆, 侯芳, 等. 日粮精粗比对思南杂交肉牛体尺性状和血液常规指标的影响[J]. 中国饲料, 2021(9): 22-26.
- [15] 杨兴林, 丁常根, 李金昕, 等. N-氨甲酰谷氨酸对不同生理阶段湖羊母羊生长性能、血常规指标及血浆抗氧化、免疫指标的影响[J]. 动物营养学报, 2024, 36(7): 4473-4485.
- [16] 武伟成, 钟港, 陈东, 等. 金针菇菌糠替代酒糟对育肥牛生长性能、血液常规和血液生化指标的影响[J]. 中国饲料, 2023(1): 142-147.
- [17] 肖明锋, 刘基铎, 吴培洁, 等. 血小板参数在血小板减少性疾病中的应用[J]. 国际检验医学杂志, 2013, 34(4): 418-420.
- [18] AL-HABSI K, JOHNSON E H, KADIM I T, et al. Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B₁₂ and biochemistry of Omani goats[J]. The Veterinary Journal, 2007, 173(1): 131-137.
- [19] 程楷峰. 钴与叶酸对奶公犊生长性能、消化代谢和瘤胃发酵的影响[D]. 太谷: 山西农业大学, 2021.
- [20] 林森, 隋雁南, 安雨洁, 等. 日粮不同钴水平对奶牛泌乳性能、营养物质消化率和血液生化指标的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2020, 51(8): 1895-1902.
- [21] 刘雅婷, 殷运菊, 郑梦莉, 等. 维生素B₁₂在畜禽生产中应用研究进展[J]. 饲料工业, 2023(16): 51-56.

Effect of Vitamin B₁₂ Supplementation in a High-Concentrate Diet on Feeding Behavior and Blood Routine Indexes of Mutton Sheep

ZHANG Chi^{1,2}, HE Chaoying^{1,2}, SHI Xuming³, ZHANG Haowei¹,

HADEERYAMU·Abudoushalamu¹, SUN Mengjiao^{1,2}, LIN Xin^{1,2}, ZHAO Yunjun^{1,2*}

(1. College of Animal Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830091, China;

2. Feed Research Institute, Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

3. Comprehensive Experimental Farm, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830013, China)

Abstract: **[Objective]** The purpose of this experiment was to study the effect of vitamin B₁₂ (VB₁₂) supplementation in a high-concentrate diet on feeding behavior and blood routine indexes of mutton sheep. **[Methods]** Thirty-six healthy Kazakh rams of similar age and body weight (34.23±3.89 kg) were selected and divided into 4 groups of 9 rams each. Rams in the control group were fed a basic diet with a concentrate-to-forage ratio of 6:4, while those in groups I, II, and III were supplemented with VB₁₂ at 0.5, 1, and 2 mg/kg of the basic diet on a dry matter (DM) basis, respectively. **[Results]** The results showed that dry matter intake (DMI) increased in groups I and II compared with the control group, and the amount of water consumed in group I also increased. Rams in all groups showed normal performance in terms of urination frequency, ruminating behavior, resting and wandering time. The plateletcrit of rams in group III was significantly higher than that in the control group and group II ($P<0.05$). The neutrophil percentage of rams in the control group as well as group I, II and III showed a trend of cubic curve ($0.05<P<0.01$). **[Conclusion]** There was no abnormal behavior in mutton sheep with dietary supplementation of VB₁₂ (0.5~2.0 mg/kg DM), and supplementation with VB₁₂ (0.5 mg/kg DM) improved DMI and water intake of mutton sheep. Furthermore, VB₁₂ supplementation (0.5~2.0 mg/kg DM) enhanced hematopoietic, hemostatic, and coagulation functions as well as improved the body health of mutton sheep.

Key words: high-concentrate diet; vitamin B₁₂; mutton sheep; feeding behavior; blood routine indexes

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.004

多胎细毛母羊生长发育规律及其与体尺相关性的分析

阿卜来提·阿力木¹,哈尼克孜·吐拉甫^{2*},黄俊成²,马艳萍²,薛正芬²,
依明·苏来曼¹,吴伟伟^{2*}

(1.新疆农业大学动物科学学院,新疆乌鲁木齐 830052;

2.新疆维吾尔自治区畜牧科学院畜牧研究所,新疆乌鲁木齐 830000)

摘要:【目的】旨在探讨多胎细毛母羊生长发育规律及其与体尺的相关性。【方法】随机选取965只多胎细毛母羊,在相同饲养条件下饲养,分别于0月龄(初生)、3月龄、4月龄、6月龄、8月龄、10月龄和12月龄测定其体重与体尺指标(0月龄仅测定体重),采用Logistic、Gompertz和Von Bertalanffy 3种模型对其生长曲线进行拟合分析。【结果】结果显示,0—6月龄多胎细毛母羊处于生长高峰,增重明显,而体尺发育呈阶段性特征,各时期增长幅度不一致。多胎细毛母羊4月龄、6月龄、8月龄时体重、体尺性状间均存在极显著相关性($P<0.01$),胸围与体重的相关性最高。经拟合分析,3种模型拟合效果均较好 R^2 均 >0.970 ,其中Von Bertalanffy模型的 R^2 最高为0.992,且预测值与实测值最接近,因此是预测多胎细毛母羊生长发育规律的最优模型。【结论】研究表明,多胎细毛母羊体重生长曲线呈上升趋势,且0—6月龄为生长高峰,符合该羊种生长发育的基本规律;多胎细毛母羊体重与体尺指标呈显著正相关,其中体重与胸围的相关系数最高;Von Bertalanffy模型是多胎细毛母羊体重预测的最优选择。

关键词:多胎细毛母羊;生长发育规律;生长模型

中图分类号:S826

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0022-08

随着生活条件持续改善,人们对肉类的的需求日趋多元,羊肉作为广受欢迎的肉类,消费量不断增加,肉羊市场也随之迎来发展机遇。美利奴羊是世界上繁殖力最强的4个绵羊品种之一,其母羊在幼年时期及发情周期早期呈现出独特的生殖生理特性^[1]。其中,美利奴羊(军垦型)为新疆维吾尔自治区自主培育的绵羊新品种,其肉用性能和毛用性能均表现优良^[2]。在绵羊品种改良与选育中,体重与体尺性状常作为关键指标,多项研究表明,二者存在一定相关性^[3],孙胜祥等^[4]对湖羊的研究也发现,湖羊在不同年龄阶段,体重和体尺指标之间存在一定程度的正相关。家畜生长规律的改变

基金项目:新疆维吾尔自治区“三农”骨干人才培养项目(2023SNGGNT049);新疆维吾尔自治区肉毛兼用绒毛用羊品种选育提升计划项目(2025XJRMY-12)

作者简介:阿卜来提·阿力木(1999—),男,硕士,研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail:3596654774@qq.com

通信作者:哈尼克孜·吐拉甫(1974—),女,硕士,推广研究员,研究方向为动物遗传育种。E-mail:hmkz2023@foxmail.com

吴伟伟(1981—),女,博士,研究员,研究方向为动物育种与繁殖、分子生物育种。E-mail:wuweiweigp@foxmail.com

收稿日期:2025-07-13,修回日期:2025-09-13

一般与品种、生长环境、放牧条件及饲养管理水平等因素相关^[5],对绵羊而言,其生长发育同样受上述因素的调控。基于家畜不同阶段的体重数据,通过生长曲线模拟可估测其生长发育状况,进而为饲养管理提供指导^[6]。目前常用 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 3 种模型对生长曲线进行拟合^[7]。例如,LI J R 等^[8]通过不同模型对美利奴羊进行生长曲线拟合,发现 Von Bertalanffy 模型的拟合效果最优;FOROUTANIFAR S 等^[9]在 Lori-Bakhtiari 羊生长发育规律研究中发现,Gompertz 模型的拟合效果最佳。本研究通过分析多胎细毛母羊体重与体尺的相关性及生长曲线特征,探究其在不同月龄阶段的生长发育规律,构建最优生长曲线拟合模型,为该羊种的品种改良提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物

本试验在新疆维吾尔自治区阿克苏拜城县兴科农牧有限公司种羊场开展,随机选取 965 只系谱信息完整可溯、年龄相近且健康状况良好的多胎细毛母羊作为试验对象,所有待定羊只发育良好,饲养环境条件一致。

1.2 试验方法

初生体重为出生 1 h 内未吸吮初乳时的称量值,其余月龄体重为晨饲前空腹状态的测定值。3 月龄体重为断奶体重,自 4 月龄起,每两个月测定一次,共测定羊只的 0 月龄(初生)、3 月龄、4 月龄、6 月龄、8 月龄、10 月龄及 12 月龄的体重、体高、体长、胸围、胸宽(0 月龄仅测定体重),整个试验共完成 7 次测定。

1.3 生长曲线模型

本研究采用 Logistic、Gompertz 及 Von Bertalanffy 3 种生长模型对多胎细毛母羊的初生重、3、4、6、8 及 12 月龄体重进行回归分析。生长曲线模型及特征参数值,见表 1。

表 1 生长曲线模型及其特征参数

模型	公式	拐点月龄/月	拐点体重/kg	最大日增重/kg
Logistic	$Y=A/(1+Be^{-Kt})$	$\ln(B/K)$	$A/2$	$Kw/2$
Gompertz	$Y=Ae-Be^{-(-Kt)}$	$\ln(B/K)$	A/e	Kw
Von Bertalanffy	$Y=A(1-Be^{-Kt})^3$	$\ln(3B/K)$	$8A/27$	$3Kw/2$

注:Y 为体重实测值,A 为成熟体重,B 为生物学常数,K 为生长速率参数,w 为拐点体重,e 为自然常数,t 为月龄。

1.4 数据统计与分析

使用 Excel 2010 对原始数据进行整理,同时去除数据中的异常值。计算采用 SPSS 26.0 软件对不同月龄体重数据拟合算出模型参数的最优估计值 A、B、K 建立生长模型,计算拐点体重、拐点月龄、根据 R^2 评价其生长模型拟合效果。通过 Person 法探究羊只初生体重与体尺性状的相关性, $P<0.05$ 为显著, $P<0.01$ 为极显著,结果以“平均值±标准差”形式呈现。

2 结果与分析

2.1 多胎细毛母羊体重、体尺

多胎细毛母羊在 0—12 月龄期间体重逐渐增加,其中 0—3 月龄的日增重最大,而其 0—12 月龄体重的变异系数在 16.94%~4.82% 之间,表明多胎细毛母羊体重在个体间存在较大变异,具有较大的选择潜力。多胎细毛母羊在 3—12 月龄阶段,体尺随月龄增加呈上升趋势。多胎细毛母羊的生长

发育具有阶段性特征,其体尺指标随月龄增长呈非匀速上升趋势,表明其生长过程并非线性模式。同时,随着月龄增加,个体间的体尺差异波动幅度逐渐减小,见表2、表3。

表2 0—12月龄多胎细毛母羊体重变化

月龄	体重/kg	日增重/kg	变异系数/%
0	3.60±0.61	0	16.94
3	23.22±2.32	0.22±0.02	10.00
4	28.56±3.59	0.21±0.03	12.58
6	34.08±3.06	0.17±0.02	8.98
8	37.95±3.22	0.14±0.01	8.49
10	41.85±2.73	0.13±0.01	6.52
12	45.27±2.18	0.12±0.01	4.82

表3 3—12月龄多胎细毛母羊体尺变化

项目	指标	月龄					
		3	4	6	8	10	12
体高	测量值	57.77±2.95	61.60±2.81	64.39±2.84	66.91±2.70	69.90±2.62	71.54±2.53
	变异系数/%	5.11	4.55	4.41	4.04	3.74	3.54
体长	测量值/cm	57.60±2.88	62.95±2.20	65.97±2.15	68.03±2.12	69.88±1.90	71.38±1.87
	变异系数/%	5.00	3.49	3.25	3.11	2.72	2.62
胸围	测量值/cm	61.54±3.61	66.42±3.68	70.23±3.43	72.49±3.33	74.54±3.21	76.55±3.24
	变异系数/%	5.87	5.55	4.89	4.59	4.31	4.23
胸宽	测量值/cm	17.83±1.29	19.61±1.21	20.78±1.18	22.88±1.16	24.75±1.13	26.72±1.11
	变异系数/%	7.24	6.17	5.68	5.07	4.57	4.15

2.2 多胎细毛母羊体重与体尺性状相关性分析

采用Pearson法对3—12月龄多胎细毛母羊体重与体尺性状之间的相关性进行分析,4、6、8月龄母羊的体长、体高、胸围、胸宽与体重极显著相关($P < 0.01$),其中体重与胸围的相关性最显著。除3月龄胸宽与体长,8月龄体高与胸围、体高与体长,10月龄体高与体长、体高与胸宽及12月龄体高与胸宽之间相关性不显著($P > 0.05$),其余各月龄多胎细毛母羊体尺之间互相存在显著相关性($P < 0.05$),见表4。

表4 3—12月龄多胎细毛母羊体重与体尺相关性分析

月龄	指标	体重	体长	体高	胸围	胸宽
3	体重	1				
	体长	0.357*	1			
	体高	0.486**	0.383*	1		
	胸围	0.775**	0.422**	0.566**	1	
	胸宽	0.407**	0.300	0.496**	0.414**	1

续表

月龄	指标	体重	体长	体高	胸围	胸宽
4	体重	1				
	体长	0.674**	1			
	体高	0.624**	0.489**	1		
	胸围	0.778**	0.522**	0.443**	1	
	胸宽	0.581**	0.373*	0.449**	0.515**	1
6	体重	1				
	体长	0.536**	1			
	体高	0.561**	0.510**	1		
	胸围	0.716**	0.553**	0.463**	1	
	胸宽	0.601**	0.377*	0.475**	0.549**	1
8	体重	1				
	体长	0.529**	1			
	体高	0.443**	0.312	1		
	胸围	0.676**	0.439**	0.301	1	
	胸宽	0.583**	0.398*	0.318*	0.460**	1
10	体重	1				
	体长	0.348*	1			
	体高	0.507**	0.225	1		
	胸围	0.701**	0.433**	0.341*	1	
	胸宽	0.498**	0.343*	0.242	0.519**	1
12	体重	1				
	体长	0.394*	1			
	体高	0.532**	0.359*	1		
	胸围	0.736**	0.539**	0.327*	1	
	胸宽	0.386*	0.520**	0.165	0.514**	1

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

2.3 3种生长曲线模型对多胎细毛母羊生长发育状况各参数的拟合估计值

Logistic、Gompertz及Von Bertalanffy 3种生长模型对多胎细毛母羊生长曲线的拟合效果均表现优良, R^2 均超过0.970。其中,Logistic模型的拟合度低于Gompertz和Von Bertalanffy模型,Von Bertalanffy模型拟合度最高, R^2 达0.992,其拐点月龄为1.52月,拐点体重为13.41 kg,最大月增重为6.34 kg,见表5。

表5 3种生长曲线拟合估计值和拟合度

模型	估计值			拟合度/ R^2	拐点月龄/月	拐点体重/kg	最大月增重/kg
	A	B	K				
Logistic	42.51	5.75	0.59	0.973	2.98	21.26	6.23
Gompertz	44.19	2.19	0.38	0.988	2.05	16.26	6.21
Von Bertalanffy	45.25	0.54	0.32	0.992	1.52	13.41	6.34

通过将3种模型的多胎细毛母羊体重拟合估计值与实测值进行对比可知,在0—12月龄多胎细毛母羊的生长发育过程中,Logistic模型在初生、6月龄和8月龄的拟合估计值高于实测值,3月龄、4月龄和12月龄拟合估计值均低于实测值,仅10月龄与实测值高度吻合,Gompertz模型与Von Bertalanffy模型的拟合估计值整体更接近实测值,Von Bertalanffy模型的拟合估计值与实测值吻合度最高,见表6。

表6 3种模型生长曲线拟合估计值与实测值的比较

项目	初生重/kg	3月龄重/kg	4月龄重/kg	6月龄重/kg	8月龄重/kg	10月龄重/kg	12月龄重/kg
实测值	3.60	23.21	28.55	34.07	37.95	41.84	45.27
Logistic模型拟合估计值	6.30	21.36	27.41	36.32	40.38	41.83	42.30
Gompertz模型拟合估计值	4.95	22.04	27.49	35.43	39.87	42.13	43.22
Von Bertalanffy模型拟合估计值	4.47	22.37	27.52	35.08	39.62	42.19	43.60

3种模型拟合的生长曲线与实际生长曲线重合度较高。综合来看,Gompertz模型 R^2 为0.988与Von Bertalanffy模型 R^2 为0.992的拟合效果更优,其中Von Bertalanffy模型的生长曲线与实际生长曲线最为接近,拟合表现最佳,见图1。

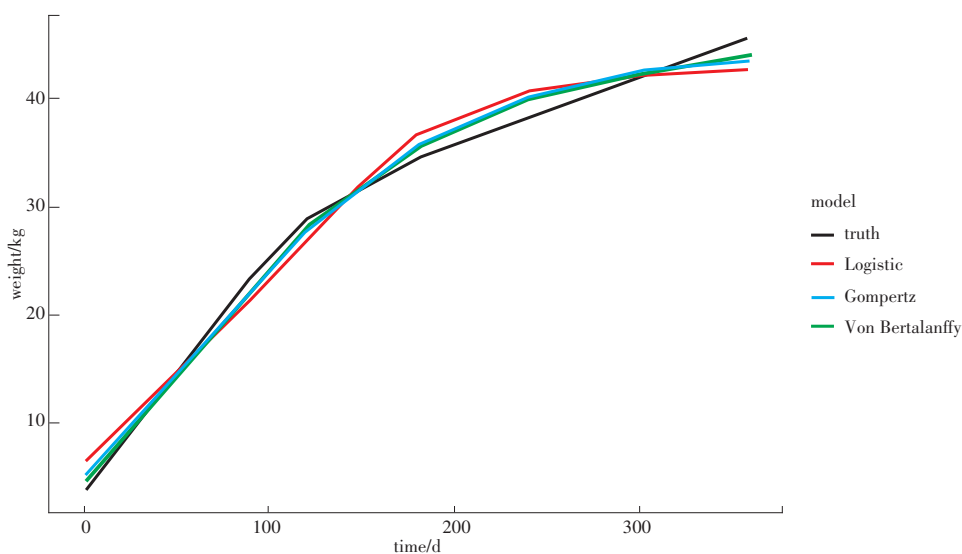


图1 多胎细毛母羊实际生长曲线与3种拟合生长曲线比较

3 讨论

3.1 多胎细毛母羊体重与体尺分析

体重是绵羊生长发育的一个关键指标^[10]。本研究中,多胎细毛母羊0—3月龄体重增长较快,6

月龄后增速明显减缓,累积生长曲线呈平缓上升趋势。多胎细毛母羊体重变异系数在16.94%~4.82%之间,变异系数相对较大,表明其体重可作为潜力较大的选择指标。李国泽等^[5]在研究湖羊发育规律时发现其体重的变异系数最大,与本试验结果一致。俄木曲者等^[11]对凉山黑绵羊的研究发现,其体重、体高、体长和胸围增长速率较快。同样,王博等^[12]研究表明澳洲白羊与杜湖羊三元杂交F1代澳杜湖公羔的体重、体高、体长和胸围增长速率较快,与本试验结果一致。

3.2 多胎细毛母羊体重与体尺性状相关性分析

本研究对多胎细毛母羊体重与体尺性状之间的相关性进行分析。结果表明,不同阶段体重与体尺指标之间均存在显著正相关。多项研究表明^[13,14],家畜体重与体尺指标呈正相关。CASTILLO等^[15]对索科罗岛美利奴羔羊的研究发现,其体重与体尺指标间均呈显著正相关。李彦飞等^[16]的研究表明,阿勒泰羊体重与体尺整体呈显著正相关。本研究中,胸围与体重的相关系数最大,DAKHLAN等^[17]对山羊的研究表明,胸围与体重的相关性最显著。同样,罗春彦等^[18]对柯尔克孜羊体重与体尺指标的相关性研究发现,其胸围与体重的相关性最显著,与本研究结果一致。

3.3 多胎细毛母羊的生长发育曲线

本研究采用的 Logistic、Gompertz 和 Von Bertalanffy 模型,均能较好地拟合多胎细毛母羊0—12月龄的生长发育规律,3种模型的 R^2 均超过0.970,其中 Von Bertalanffy 模型的拟合效果最佳。努尔阿卜杜拉·吾吉外力等^[19]对皮山红羊发育规律的研究发现, Von Bertalanffy 模型拟合效果最好; MACEDO 等^[20]采用 Logistic、Gompertz 及 Von Bertalanffy 3种生长模型拟合佩利布埃母羊发现 Von Bertalanffy 模型拟合效果最佳;陈宏福等^[21]对兰州大尾羊生长发育规律的研究发现,3种模型的 R^2 均超过0.970,且其中 Von Bertalanffy 模型的拟合效果最佳。MOKHTARI 等^[22]对克尔曼羊的研究表明 Von Bertalanffy 模型拟合效果最佳,上述研究结论与本文结果基本吻合。赵明明等^[23]、李丽娟等^[24]的研究则表明, Logistic 模型对巴音布鲁克羊和贵州黑山羊的拟合效果最佳,这与本研究结论不一致,推测可能与绵羊品种、性别及饲养管理条件的差异有关。通过生长曲线拐点可了解羊只生长发育状况,利用拐点参数还能对实际生产进行合理评估与指导^[25]。综合本研究结果,3种模型均具备良好的拟合效果, $R^2 > 0.970$,其中 Von Bertalanffy 模型拟合效果最优,可作为多胎细毛母羊体重的适宜预测模型。

4 结 论

本研究表明,0—6月龄多胎细毛母羊处于生长高峰,增重明显;其体尺发育则表现出阶段性差异,各时期增长幅度不一致。此外,0—12月龄多胎细毛母羊体重与胸围相关性最高,且体重与所有体尺指标均呈显著正相关。为进一步验证生长曲线模型的适用性,本研究同时采用 Logistic、Gompertz、Von Bertalanffy 3种模型对多胎细毛母羊0—12月龄生长发育过程进行拟合,综合比较后表明, Von Bertalanffy 模型的生长曲线对多胎细毛母羊生长发育规律的拟合效果最佳。

参考文献

- [1] BINDON B M. Reproductive biology of the booroola merino sheep[J]. Australian Journal of Biological Sciences, 1984, 37(3): 163-189.
- [2] ZHANG X X, LI C, SHAHZAD K, et al. Seasonal differences in fecal microbial community structure and metabolism of house-feeding Chinese merino fine-wool sheep[J]. Frontiers in Veterinary Science, 2022(9): 875729.

- [3] 谢晓薇. 多浪羊的脂尾特征及其对肉用性状的相关性[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2021.
- [4] 孙胜祥, 张建明, 江小帆, 等. 不同生长阶段湖羊体重与体尺指标相关性研究[J]. 山东畜牧兽医, 2024, 45(4): 4-6.
- [5] 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.
- [6] 叶涛, 李辉, 李兴才, 等. 香炉山鸡体重生长曲线的拟合研究与体尺测定[J]. 畜牧与兽医, 2022, 54(10): 26-30.
- [7] NARINÇ D, NARINÇ N Ö, AYCÜN A. Growth curve analyses in poultry science[J]. World's Poultry Science Journal, 2017, 73(2): 395-408.
- [8] LI J R, SHAN X S, CHEN Y, et al. Fitting of growth curves and estimation of genetic relationship between growth parameters of Qianhua mutton merino[J]. Genes, 2024, 15(3): 390.
- [9] FOROUTANIFAR S, KHALDARI M. The comparisons of non-linear models to describe the growth performance of Lori-Bakhtiari sheep[J]. Veterinary Medicine and Science, 2024, 10(5): 1527.
- [10] HASLIN E, CORNER-THOMAS R A, KENYON P R, et al. Breeding heavier ewe lambs at seven months of age did not impact their subsequent two and three-year-old ewe live weight and reproductive performance[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2022, 65(2/3): 129-144.
- [11] 俄木曲者, 王晋康, 平措, 等. 凉山黑绵羊不同生长阶段的体重、体尺和采食量测定研究[J]. 四川畜牧兽医, 2024, 51(6): 24-26.
- [12] 王博, 哈尼克孜·吐拉甫, 黄俊成, 等. 澳洲白羊与杜湖羊三元杂交F1代澳杜湖公羔育肥期生长发育与饲料效率的研究[J]. 畜牧与兽医, 2025, 57(5): 9-14.
- [13] 刘贤, 张花菊, 吴胜军, 等. 郟县红牛成年母牛体尺指标与体重的相关性分析[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(2): 75-76, 94.
- [14] 斯琴其木格, 倪娜, 乌云娜, 等. 不同月龄苏尼特羊体重及体尺与尾部性状指标的相关性、通径与回归分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2024(14): 41-48.
- [15] CASTILLO P E, MACEDO R J, ARREDONDO V, et al. Morphological description and live weight prediction from body measurements of Socorro Island merino lambs[J]. Animals, 2023, 13(12): 1978.
- [16] 李彦飞, 梁慧慧. 阿勒泰羊体重与体尺指标的相关及回归分析[J]. 新疆畜牧业, 2024(3): 12-16, 11.
- [17] DAKHLAN A, SAPUTRA A, HAMDANI M D I, et al. Regression models and correlation analysis for predicting body weight of female ettawa grade goat using its body measurements[J]. Advances in Animal and Veterinary Sciences, 2020, 8(11): 1938-1952.
- [18] 罗春彦, 周喜荣, 阿米妮古丽·阿不来孜, 等. 不同生长阶段柯尔克孜羊体重与体尺指标相关性研究[J]. 中国畜牧杂志, 2025, 61(3): 147-153.
- [19] 努尔阿卜杜拉·吾吉外力, 比吉古丽·萨塔尔, 樊琛, 等. 皮山红羊与湖羊体重与体尺性状的相关性分析及生长曲线拟合[J]. 饲料研究, 2025, 48(12): 99-105.
- [20] MACEDO-BARRAGÁN R, ARREDONDO-RUIZ V, HAUBI-SEGURA C, et al. Comparison of linear and nonlinear models to estimate body weight of Pelibuey ewes from body measurements[J]. Tropical Animal Health and Production, 2021, 53(1): 56.
- [21] 陈宏福, 韦体, 张俊松, 等. 兰州大尾羊体重和体尺性状适宜预测模型[J]. 草业科学, 2023, 40(6): 1648-1655.
- [22] MOKHTARI M S, BORZI N K, FOZI M A, et al. Evaluation of non-linear models for genetic parameters estimation of growth curve traits in Kermani sheep[J]. Tropical Animal Health and Production, 2019, 51(8): 2203-2212.
- [23] 赵明明, 唐莉娟. 不同性别巴音布鲁克羊生长曲线的拟合研究[J]. 畜禽业, 2022, 33(7): 11-14.
- [24] 李丽娟, 周大荣, 彭华, 等. 贵州黑山羊生长曲线的拟合与分析[J]. 贵州工程应用技术学院学报, 2019, 37(3): 84-89.
- [25] 张梅, 李涛, 刘宜勇, 等. 哈萨克羊群体生长曲线拟合及回归分析[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(6): 160-163.

Analysis on the Growth and Development Law of Multiparous Fine-Wool Ewes and Its Correlation with Body Measurements

ABULAITI · Alimu¹, HANIKEZI · Tulapu^{2*}, HUANG Juncheng², MA Yanping²,
XUE Zhengfen², YIMING · Sulaiman¹, WU Weiwei^{2*}

(1. College of Animal Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Institute of Animal Husbandry, Xinjiang Academy of Animal Husbandry Sciences, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

Abstract: 【Objective】This study aimed to explore the growth and development pattern of multiparous fine-wool ewes and its correlation with body measurements. 【Method】A total of 965 multiparous fine-wool ewe lambs were randomly selected and reared under the same feeding conditions. Their body weight and body measurement indicators were determined at 0, 3, 4, 6, 8, 10, and 12 months of age, respectively. Three models (Logistic, Gompertz, and Von Bertalanffy) were used for fitting and analyzing their growth curves. 【Result】The results showed that the multiparous fine-wool ewe lambs were in a growth peak from 0 to 6 months of age with significant weight gain, while the development of body measurements presented phased characteristics with inconsistent growth ranges in different periods. There were extremely significant correlations ($P < 0.01$) between body weight and body measurement traits of multiparous fine-wool ewes at 4, 6, and 8 months of age, among which the correlation between chest circumference and body weight was the strongest. All three models achieved good fitting effects ($R^2 > 0.97$), and the Von Bertalanffy model had the highest $R^2 = 0.992$ with predicted values closest to the measured values, making it the optimal model for predicting the growth and development pattern of multiparous fine-wool ewes. 【Conclusion】The study indicated that the body weight growth curve of multiparous fine-wool ewes showed an upward trend, with the growth peak from 0 to 6 months of age, which conforms to the basic growth and development law of this sheep breed. Body weight of multiparous fine-wool ewes had a significant positive correlation with body measurement indicators, and the correlation coefficient between body weight and chest circumference was the highest. The Von Bertalanffy model is the optimal choice for body weight prediction of multiparous fine-wool ewes.

Key words: multiparous fine-wool ewes ; growth and development law ; growth model

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.005

凉山牛体内寄生虫的感染情况调查

孙 艳,陈鲁喜,周国燕,安拉扎,王 强,黄剑锋,陈 刚,董宜萱,张 涛*

(凉山州农业科学院,四川西昌 615000)

摘要:【目的】旨在探明凉山牛体内寄生虫的感染现状,为凉山牛寄生虫病的防控提供有效技术支持,进而提升养殖牛的健康水平与养殖户的经济效益。【方法】从凉山彝族自治州17县(市)采集572份新鲜粪便样本,运用麦氏漂浮法和改良沉淀法对4类常见体内寄生虫虫卵进行检测。【结果】共计420份粪样虫卵检测呈阳性,感染率为73.43%(420/572)。分别检测出球虫、线虫、吸虫、绦虫,其感染率依次为51.22%(293/572)、35.49%(203/572)、15.21%(87/572)、5.59%(32/572),混合感染率为34.97%(200/572)。不同县(市)、不同性别的凉山牛寄生虫感染率差异极显著($P<0.01$),不同海拔、不同季节的凉山牛寄生虫感染率差异显著($P<0.05$),而不同年龄的凉山牛寄生虫感染率差异不显著($P>0.05$)。【结论】凉山牛寄生虫感染较为突出,以球虫和线虫感染为主,相关部门应强化综合防治工作。首次在凉山州17县(市)开展大规模凉山牛寄生虫感染调查,填补了凉山牛体内寄生虫研究的空白,丰富了凉山牛寄生虫病的流行病学数据,为凉山牛寄生虫病的防控提供了理论依据和数据支撑。

关键词: 凉山牛;体内寄生虫;感染;防治

中图分类号:S858.23

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0030-07

凉山牛是凉山彝族自治州(简称凉山州)饲养的主要牛品种,属小型役(肉)用地方品种,亦是华南黄牛型川南山地黄牛的一个地方品种^[1]。该品种具有耐粗饲、耐寒、耐劳、性情温顺、抗病力强等特性^[2]。该州凉山牛现存栏25万头,在全州各县(市)均有分布,主要集中在饲养于高二半山区^[3]。随着畜牧业现代化和养殖规模化进程的不断推进,各种疫病一定程度上对肉牛产业的发展形成制约,其中寄生虫病的防治问题愈发凸显。目前,已有关于云岭牛、云南牛、奶牛、中甸牦牛、西门塔尔牛等肠道寄生虫的感染情况的报道^[4],然而关于凉山牛体内寄生虫感染情况的研究未见报道。因此,为深入了解凉山牛寄生虫病流行状况,本研究采用虫卵检测法对凉山州17县(市)凉山牛常见体内寄生虫的感染情况展开调查,以获取寄生虫感染的第一手资料,及时掌握疫情动态,为凉山牛寄生虫病的防控提供依据和参考。

1 材料与方

1.1 试验材料

2023年2月—2024年11月期间,在凉山州17县(市)通过直肠采集和地面直接采集的方式,

基金项目:四川肉牛创新团队-彝区岗位项目(scmextd-2025-13);凉山彝族自治州科技计划项目(22ZDYF0137)

作者简介:孙艳(1981—),女,硕士,正高级兽医师,主要从事动物健康养殖、实验室检测诊断及兽医药理和毒理学研究工作。E-mail:147407694@qq.com

通信作者:张涛(1969—),男,本科,正高级兽医师,主要从事牛疾病防治研究及推广工作。E-mail:2607064317@qq.com

收稿日期:2025-07-28,修回日期:2025-09-13

获取不同年龄段凉山牛的新鲜粪便,将20~30 g粪便装入一次性采样盒,记录采样信息并编号,随后放入加有冰袋的采样箱进行保存,最后带回实验室进行检测。采集粪样572份,粪样源自不同县(市)、不同自然条件及不同养殖规模的半放牧养殖群体。其中公牛粪样304份、母牛粪样268份;成年牛粪样343份、犊牛粪样229份;春季采集粪样221份、夏季采集粪样176份、秋季采集粪样94份、冬季采集粪样81份;坝区采集粪样122份、二半山区采集粪样112份、高山区采集粪样338份。

1.2 试验方法

参照麦氏漂浮法和改良沉淀法^[5,6]处理样本。

1.3 统计处理

使用Excel对原始数据进行转换及基础数据处理。使用SPSS 18.0对所得数据进行差异分析和多重比较,探究凉山牛体内寄生虫感染率与县(市)、年龄、性别、季节等因素的关联性。 $P<0.01$ 为差异极显著; $P<0.05$ 为差异显著; $P>0.05$ 为差异不显著。

2 结果与分析

2.1 寄生虫虫卵形态观察结果

在不同凉山牛的粪样中,均发现线虫、绦虫、吸虫虫卵及球虫卵囊。通过形态学特征对其进行鉴别分类^[7]。

2.2 凉山牛体内寄生虫感染情况

通过麦氏漂浮法和改良沉淀法,从所收集的572份凉山牛粪样中检测出420份粪样存在寄生虫感染。虫卵及卵囊包括4类,分别为线虫、绦虫、吸虫和球虫。凉山牛寄生虫感染率为73.43%,其中球虫感染率最高为51.22%、线虫感染率次之为35.49%,吸虫和绦虫感染率分别为15.21%和5.59%。全州不同县(市)间凉山牛寄生虫感染率存在极显著差异($P<0.01$),其中球虫感染率极显著高于其他所有类型($P<0.01$),线虫感染率显著高于绦虫、前后盘吸虫和肝片吸虫($P<0.05$),绦虫与肝片吸虫的感染率差异不显著($P>0.05$),但绦虫与前后盘吸虫感染率呈显著正相关。全州17个县(市)凉山牛寄生虫感染情况不一,其中凉山牛寄生虫感染率排名前三的是宁南县、普格县和美姑县,分别为100%、91.49%和90.24%,凉山牛寄生虫感染率最低的县(市)是冕宁县为35.14%。4类寄生虫在不同县(市)的感染情况亦存在明显差异,线虫感染率较高的县(市)为宁南县为83.33%、普格县为68.09%和昭觉县为53.85%;绦虫感染率较高的县(市)是美姑县为24.39%、越西县为19.05%,9个县(市)感染率为0;前后盘吸虫感染率较高的县(市)是普格县为34.04%、宁南县为25.00%,4个县(市)感染率为0;肝片吸虫感染率较高的县(市)是宁南县为33.33%、普格县为12.77%,8个县(市)感染率为0;球虫感染率较高的县(市)是金阳县为78.05%、喜德县为72.73%、美姑县为63.41%。采用K-means聚类方法,将17个县(市)按感染特征划分为3类,高感染组包括宁南县为100%、普格县为91.49%、美姑县为90.24%、金阳县为87.80%、越西县为83.33%、昭觉县为82.05%,其特征为4种寄生虫感染率均较高;中感染组包括雷波县为81.82%、甘洛县为75.00%、喜德县为75.00%、木里藏族自治县(简称木里县)为68.42%、盐源县为65.63%、西昌市为62.16%、会东县为60.47%、布拖县为60.00%、会理市为54.55%,其特征是球虫感染为主,其他寄生虫感染程度中等;低感染组包括德昌县为50.00%、冕宁县为35.10%,其特征是各类寄生虫感染率普遍较低,见表1、表2。

表1 不同采样县(市)寄生虫感染检测分析

序号	采样县(市)	检测数/份	阳性数/份	感染率/%
1	昭觉	78	64	82.05
2	普格	47	43	91.49
3	宁南	12	12	100.00
4	盐源	32	21	65.63
5	雷波	11	9	81.82
6	金阳	41	36	87.80
7	会理	33	18	54.55
8	会东	43	26	60.47
9	木里	19	13	68.42
10	甘洛	32	24	75.00
11	越西	42	35	83.33
12	美姑	41	37	90.24
13	布拖	15	9	60.00
14	西昌	37	23	62.16
15	冕宁	37	13	35.14
16	喜德	44	33	75.00
17	德昌	8	4	50.00
18	总数	572	420	73.43

表2 不同采样县(市)不同寄生虫感染情况分析

序号	采样县(市)	不同寄生虫感染情况(阳性数/份、感染率/%)									
		线虫		绦虫		前后盘吸虫		肝片吸虫		球虫	
1	昭觉	42	53.85	2	2.56	12	15.38	6	7.69	35	44.87
2	普格	32	68.09	4	8.51	16	34.04	6	12.77	28	59.57
3	宁南	10	83.33	0	0.00	3	25.00	4	33.33	7	58.33
4	盐源	7	21.88	0	0.00	0	0.00	3	9.38	18	56.25
5	雷波	3	27.27	0	0.00	1	9.09	0	0.00	6	54.55
6	金阳	18	43.90	2	4.88	4	9.76	4	9.76	32	78.05
7	会理	7	21.21	0	0.00	0	0.00	0	0.00	17	51.52
8	会东	6	13.95	0	0.00	1	2.33	0	0.00	18	41.86
9	木里	9	47.37	1	5.26	1	5.26	0	0.00	8	42.11
10	甘洛	5	15.63	0	0.00	3	9.38	2	6.25	14	43.75
11	越西	18	42.86	8	19.05	5	11.90	2	4.76	23	54.76
12	美姑	18	43.90	10	24.39	9	21.95	1	2.44	26	63.41

续表

序号	采样县(市)	不同寄生虫感染情况(阳性数/份、感染率/%)									
		线虫		绦虫		前后盘吸虫		肝片吸虫		球虫	
13	布拖	1	6.67	0	0.00	1	6.67	0	0.00	6	40.00
14	西昌	15	40.54	1	2.70	1	2.70	1	2.70	14	37.84
15	冕宁	6	16.22	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	13.51
16	喜德	6	13.64	4	9.09	1	2.27	0	0.00	32	72.73
17	德昌	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	50.00
18	总数	203	35.49	32	5.59	58	10.14	29	5.07	293	51.22

420份寄生虫阳性粪样混合感染率达34.97%(200/572),混合感染梯度分布显著,其中二重感染率为26.92%,三重感染率为6.64%,四重感染率为1.40%。混合感染较为严重的县(市)主要有宁南县为66.67%、普格县为65.96%、美姑县为53.66%、金阳县为51.22%,其中宁南县是唯一的全感染县(市),昭觉县混合感染数值最大,美姑县和普格县三重感染率最高,金阳县二重感染率最高,见表3。

表3 不同采样县(市)混合感染梯度分析

序号	采样县(市)	阳性数/份、感染率/%											
		无感染		单一感染		二重感染		三重感染		四重感染		混合感染	
1	昭觉	14	17.95	30	38.46	23	29.49	10	12.82	1	1.28	34	43.59
2	普格	4	8.51	12	25.53	20	42.55	9	19.15	2	4.26	31	65.96
3	宁南	0	0.00	4	33.33	5	41.67	2	16.67	1	8.33	8	66.67
4	盐源	11	34.38	14	43.75	6	18.75	1	3.13	0	0.00	7	21.88
5	雷波	2	18.18	4	36.36	4	36.36	1	9.09	0	0.00	5	45.45
6	金阳	5	12.20	15	36.59	18	43.90	3	7.32	0	0.00	21	51.22
7	会理	15	45.45	10	30.30	8	24.24	0	0.00	0	0.00	8	24.24
8	会东	17	39.53	17	39.53	9	20.93	0	0.00	0	0.00	9	20.93
9	木里	6	31.58	9	47.37	3	15.79	0	0.00	1	5.26	4	21.05
10	甘洛	8	25.00	17	53.13	7	21.88	0	0.00	0	0.00	7	21.88
11	越西	7	16.67	18	42.86	13	30.95	2	4.76	2	4.76	17	40.48
12	美姑	4	9.76	15	36.59	13	31.71	8	19.51	1	2.44	22	53.66
13	布拖	6	40.00	8	53.33	2	13.33	0	0.00	0	0.00	2	13.33
14	西昌	14	37.84	13	35.14	10	27.03	0	0.00	0	0.00	10	27.03
15	冕宁	24	64.86	8	21.62	5	13.51	0	0.00	0	0.00	5	13.51
16	喜德	11	25.00	23	52.27	8	18.18	2	4.55	0	0.00	10	22.73
17	德昌	4	50.00	4	50.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
18	总数	152	26.57	221	38.64	154	26.92	38	6.64	8	1.40	200	34.97

2.3 不同年龄对凉山牛寄生虫感染率的影响

成年牛和犊牛寄生虫感染率分别为74.64%和71.62%,成年牛的感染率较高,是犊牛的1.04倍,但不同年龄的凉山牛寄生虫感染率差异不显著($P>0.05$)。因此,不同年龄组间寄生虫感染情况与动物免疫状况、饲养条件及饲养方式等相关^[4],见表4。

表4 成年牛和犊牛寄生虫感染情况

年龄	检测数/份	阳性数/份	感染率/%
成年牛	343	256	74.64
犊牛	229	164	71.62

注:同列数据肩标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$),下表同。

2.4 不同性别对凉山牛寄生虫感染率的影响

公牛、母牛寄生虫感染率分别为63.82%和84.33%,不同性别的凉山牛寄生虫感染率差异极显著($P<0.01$),母牛感染率是公牛的1.32倍,见表5。

表5 不同性别的凉山牛寄生虫感染情况

性别	检测数/份	阳性数/份	感染率/%
公牛	304	194	63.82 ^b
母牛	268	226	84.33 ^a

2.5 不同海拔地区对凉山牛寄生虫感染率的影响

凉山州地貌复杂多样,一般分为坝区、二半山区以及高山区^[8]。这3个地区凉山牛寄生虫感染率分别为72.95%、83.93%和70.12%。不同海拔的凉山牛寄生虫感染率存在显著差异($P<0.05$),二半山区显著高于其他地区,感染率呈现“中间高、两头低”的海拔分布态势,二半山区感染风险是高山区的1.20倍,见表6。

表6 不同海拔凉山牛寄生虫感染情况

地区	检测数/份	阳性数/份	感染率/%
坝区	122	89	72.95 ^b
二半山区	112	94	83.93 ^a
高山区	338	237	70.12 ^b

2.6 不同季节对凉山牛寄生虫感染率的影响

凉山牛寄生虫感染率季节性差异显著($P<0.05$),春季感染率显著低于其他季节。春季感染率为67.87%,并随时间推移逐步上升,呈现“双峰型”流行曲线,夏季感染率为76.14%,冬季感染率为81.48%,见表7。

表7 不同季节凉山牛寄生虫感染情况

季节	检测数/份	阳性数/份	感染率/%
春	221	150	67.87 ^a
夏	176	134	76.14 ^b
秋	94	70	74.47 ^b
冬	81	66	81.48 ^b

3 讨论

在本次采集的572份粪样中,检出420份粪样存在寄生虫感染情况,总感染率为73.43%,与其他省份报道相比较,该感染率低于史利兵^[9]所调查的甘肃省碌曲县牛肠道寄生虫感染率为85.50%及庞生磊^[10]所调查的甘肃省夏河县牦牛消化道寄生虫感染率为80.70%,但高于徐翠蓉^[10]对云南省德宏州芒市牛肠道寄生虫感染率为64.92%的调查结果和赵霞^[13]对安徽省牛肠道寄生虫感染率为17.28%的调查结果,且略高于徐聪^[14]对云南省元江哈尼族彝族傣族自治县(简称元江县)本地黄牛肠道寄生虫感染率为70.00%的调查结果。这些调查中,优势虫种均为球虫和线虫。与四川省内报道相比,该感染率高于成传述^[11]对宣汉县蜀宣花牛寄生虫感染率为52.30%的调查结果,低于李友英^[15]对甘孜州五大牧区县牦牛肠道寄生虫感染率为79.70%的调查结果。凉山牛母牛体内寄生虫感染率为84.33%高于公牛感染率为63.82%,此结果与普丽花^[4]、徐翠蓉^[10]和MARSKOLE P^[12]的调查结果不一致,这可能是由于母牛妊娠或哺乳期免疫力下降,泌乳期营养消耗致使抵抗力降低,以及激素水平影响寄生虫易感性所致。然而,不同年龄牛体内寄生虫感染率差异不显著($P>0.05$),该结果与普丽花^[4]、徐翠蓉^[10]和MARSKOLE P^[12]的调查结果相符。不同海拔的凉山牛寄生虫感染率存在显著差异($P<0.05$),二半山区高感染率的原因可能是该海拔气候适宜寄生虫中间宿主生存,温湿度条件利于虫卵发育;此外,该区农户粪便无害化处理欠佳,可能也是导致寄生虫感染率高的因素之一。不同季节凉山牛寄生虫感染存在显著差异($P<0.05$),春季感染率显著低于其他季节。

4 结论

本次调查初步探明凉山牛寄生虫感染的种类、分布及优势虫种。球虫和线虫是主要感染类型,应作为重点防控对象,结合季节与海拔差异调整驱虫频率;绦虫与前后盘吸虫存在协同感染,需联合防控。不同县(市)感染情况差异明显,高感染县(市)如宁南、普格应重点防控,针对主要寄生虫制定专项措施并建立防控带;特定高感染区需针对性干预,低感染区持续监测。全州感染呈现海拔梯度特征,二半山区为高风险带,应构建“海拔-环境-寄生虫”防控体系,采取分级防控策略,不同海拔地区差异化驱虫。感染还具有季节性流行特征,应构建“监测-预警-干预-评估”全周期管理体系,依据季节规律精准防控。此外,要加强饲养管理,全群防控,尤其注重牛不同生长阶段的差异化管理,同时加强宣传培训,推广“定期监测、按需驱虫、及时评估”的综合防控措施^[17]。

参考文献

- [1] 黄梅昌. 凉山黄牛[J]. 黄牛杂志, 1991, 17(1): 73-75.
- [2] 孙艳, 张涛, 安拉扎, 等. 凉山黄牛肉质检测初报[J]. 中国牛业科学, 2018, 44(5): 39-40.
- [3] 孙艳, 符俊, 王强, 等. 四川省凉山州畜禽种质资源保护与利用现状及对策[J]. 中国牛业科学, 2024, 50(5): 41-46.
- [4] 普丽花, 杨建发, 金显栋, 等. 云岭牛肠道寄生虫的感染情况调查[J]. 中国牛业科学, 2020, 46(5): 40-43, 48.
- [5] 陈晓晖, 叶勇刚, 陶璇, 等. 不同饲养方式下川藏黑猪寄生虫病流行情况比较[J]. 四川畜牧兽医, 2015, 42(5): 28-29, 32.
- [6] 廖党金. 诊断畜禽寄生虫病的一种新技术[J]. 中国兽医寄生虫病, 2005, 13(1): 8-9.
- [7] ANNE M.Z, GARY A.C 编著. 兽医临床寄生虫学[M]. 殷宏等译. 北京: 中国农业科技出版社.
- [8] 孙艳, 张涛, 杨世忠, 等. 四川省凉山州牛羊产业发展现状及对策[J]. 中国草食动物科学, 2020, 40(5): 65-67.
- [9] 史利兵, 高军军, 史万贵, 等. 碌曲县牛羊寄生虫感染情况调查与防控建议[J]. 甘肃畜牧兽医, 2024, 54(2): 129-132.
- [10] 徐翠蓉, 曹富琼, 张誉方, 等. 德宏州芒市肉牛肠道寄生虫的感染情况调查[J]. 中国牛业科学, 2023, 49(1): 76-79.

- [11] 成传述, 石长庚, 赵仕义. 宣汉县蜀宣花牛体内寄生虫感染情况调查[J]. 四川畜牧兽医, 2016, 43(2): 24–26.
- [12] MARSKOLE P, VERMA Y, DIXIT A K, et al. Prevalence and burden of gastrointestinal parasites in cattle and buffaloes in Jabalpur, India[J]. Veterinary World, 2016, 9(11): 1214–1217.
- [13] 赵霞, 唐莉, 刘欣超, 等. 安徽省牛肠道寄生虫感染情况调查[J]. 安徽科技学院学报, 2019, 33(5): 27–33.
- [14] 徐聪, 李晶, 杨程, 等. 元江县本地黄牛肠道寄生虫感染情况调查[J]. 云南畜牧兽医, 2022(3): 34–35.
- [15] 李友英, 蓝岚, 程川, 等. 甘孜州五大牧区县牦牛肠道寄生虫感染情况调查[J]. 四川畜牧兽医, 2019, 46(7): 24–25, 28.
- [16] 庞生磊, 樊江峰. 夏河县牦牛消化道寄生虫感染情况调查[J]. 甘肃畜牧兽医, 2018, 48(11): 67–69.
- [17] GITHIGIA S M, THAMSBORG S M, LARSEN M. Effectiveness of grazing management in controlling gastrointestinal nematodes in weaner lambs on pasture in Denmark[J]. Veterinary Parasitology, 2001, 99(1): 15–27.

Investigation on the Infection Status of Internal Parasites in Liangshan Cattle

SUN Yan, CHEN Luxi, ZHOU Guoyan, ANlazha, WANG Qiang, HUANG Jianfeng,
CHEN Gang, DONG Yixuan, ZHANG Tao*

(Liangshan Academy of Agricultural Sciences, Xichang, Sichuan 615000, China)

Abstract: **[Objective]** This study aimed to investigate the infection status of parasites in Liangshan cattle, thereby providing effective technical support for control of parasitic diseases, and ultimately improving herd health and economic returns. **[Methods]** A total of 572 fresh fecal samples were collected from 17 counties (cities) in Liangshan Prefecture. McMaster flotation and modified sedimentation methods were used to detect eggs of four common internal parasites. **[Results]** A total of 420 fecal samples were tested positive for parasite eggs, with an infection rate of 73.43% (420/572). Coccidia, nematodes, trematodes and cestodes were detected, with infection rates of 51.22% (293/572), 35.49% (203/572), 15.21% (87/572), and 5.59% (32/572), respectively, and the mixed infection rate was 34.79% (200/572). Extremely significant differences in parasite infection rates were observed among Liangshan cattle from different counties (cities) and between genders ($P < 0.01$), and significant differences were found across different altitudes and seasons ($P < 0.05$), but not among different age groups ($P > 0.05$). **[Conclusion]** Parasite infection in Liangshan cattle was prominent, with a predominance of coccidia and nematodes, necessitating comprehensive prevention and control measures. A large-scale investigation on parasite infection was conducted for the first time in Liangshan cattle across all 17 counties (cities) of Liangshan Prefecture, which filled a research gap on internal parasites in Liangshan cattle, enriched the epidemiological data, and provided a scientific basis and data support for the prevention and control of these parasitic diseases in the region.

Key words: Liangshan cattle; internal parasite; infection; prevention and control

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.006

绵羊脑多头蚴病病理诊断及分子基因分析

董雨薇¹, 苏贵成³, 滕文², 王成川², 肉孜汗·五加合麦提², 买斯吐尔古丽·阿布力提甫²,
翟家豪¹, 魏小莹¹, 张旭^{3*}, 翟少华^{1*}

(1. 新疆农业大学动物医学学院, 新疆乌鲁木齐 830052;

2. 托克逊县风城国营牧业有限公司, 新疆吐鲁番 838100;

3. 新疆生产建设兵团畜牧兽医工作站, 新疆乌鲁木齐 830063)

摘要:【目的】2024年9月, 新疆某羊场部分羊只出现低头转圈、冲撞等异常行为, 疑似感染羊脑多头蚴。旨在明确该羊场病羊的病原种类, 解析虫体的分子基因型特征, 建立精准、高效的绵羊脑多头蚴病诊断技术。【方法】采集病羊脑组织、包囊液及其他脏器组织, 运用组织形态学、病理学组织和分子生物学方法进行诊断分析。再结合脑部虫体的形态学观察、脑组织切片的病理变化及分子基因型鉴定, 建立绵羊脑多头蚴病病理学和分子生物学诊断方法。提取虫体核酸, 进行聚合酶链式反应扩增, 将虫体线粒体细胞色素C氧化酶亚基1(*cox1*)目的基因序列进行NCBI-Blast在线比对, 利用MEGA 11.0构建遗传系统进化树。【结果】在病羊脑组织中发现虫体, 伴有显著的病理变化和炎性病变。PCR扩增目的基因长度为446 bp, 系统进化分析表明, 分离株与多头带绦虫位于同一分支, 与多头带绦虫同源性达100.00%, 形态学分离和基因型鉴定的多头蚴株属于多头带绦虫幼虫——脑多头蚴。【结论】*cox1*基因可作为鉴定多头带绦虫引起的绵羊脑多头蚴病的有效分子标记。

关键词:组织病理学; 形态学; 脑多头蚴; *cox1*基因; 鉴定

中图分类号: S858.26

文献标识码: A

文章编号: 1003-6377(2025)06-0037-08

羊脑多头蚴又称“羊脑包虫病”, 属于绦虫纲、圆叶目、带科、多头属。脑多头蚴病是由多头带绦虫的中绦期幼虫——脑多头蚴, 寄生在牛、羊等食草动物的大脑和脊髓中所引起的一种严重的人畜共患寄生虫病, 其成虫则寄生于犬、狼、狐等犬科动物的小肠内。当羊误食被多头蚴虫卵污染的牧草或饮用受其污染的水源后, 虫卵将进入其体内, 卵随血液移行至大脑、延髓、脊髓, 发育成包囊^[1]。幼虫以吸食羊脑为生, 约2~3个月后发育成多头蚴, 继续侵害脑部组织, 引发脑膜炎等神经症状^[2]。脑多头蚴病在云南、四川、贵州、青海、甘肃、西藏、宁夏和新疆等省(区)均有报道, 在牧区尤为常见, 局部呈地方性流行趋势^[3-6]。

线粒体的基因展现出结构简洁、遗传稳定、进化迅速的特性, 在生物学、医学和遗传学等领域具有广泛的应用价值。线粒体脱氧核糖核酸的突变速率是细胞核脱氧核糖核酸的10倍, 用于物种鉴别更为准确。线粒体的遗传方式属于母性遗传, 基因组序列的研究已被广泛应用于寄生虫分子分类、群体遗传的研究^[7]。在细胞的线粒体内部, 存在着一个名为“细胞色素C氧化酶亚基1”的基因, 通常简称为“*cox1*基因”。由于*cox1*基因在进化过程中保持了较高的保守性, 它便成为研究寄生虫分类和系统发育关系的理

基金项目: 新疆维吾尔自治区科技特派员农村科技创业行动项目(2024KZ010); 兵团英才支持计划青年项目

作者简介: 董雨薇(2003—), 女, 本科, 研究方向为动物分子与免疫病理学。E-mail: 3265696869@qq.com

通信作者: 张旭(1984—), 男, 硕士, 高级兽医师, 研究方向为动物疫病防控。E-mail: 59951178@qq.com

翟少华(1981—), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为动物分子与免疫病理学。E-mail: 122160075@qq.com

收稿日期: 2025-08-21, **修回日期:** 2025-09-19

想选择^[8-10]。

新疆是我国的养羊大区,也是棘球蚴病高发区之一。在该地区,关于羊细粒棘球蚴的病例较多,而关于绵羊脑多头蚴的病例报道则相对较少。目前,后者的研究主要依靠流行病学调查、临床诊断及镜检观察等手段,分子诊断技术的应用尚浅,基因型鉴定缺少数据支撑。为准确诊断绵羊脑多头蚴病,从分子基因型鉴定方面入手显得十分重要。本研究围绕新疆某羊场患病绵羊的临床症状、流行病学史、实验室病理学、形态学观察、绵羊脑多头蚴的基因 *cox1* 型的扩增和鉴定等方法,综合分析绵羊脑多头蚴与其他科多头属之间的遗传进化关系。试验不仅为新疆绵羊脑多头蚴的研究建立分子病理学诊断方法,还揭示了 *cox1* 基因在多头带绦虫分类和系统发育分析中的潜在价值。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 样品来源

2024年9月,新疆某羊场发现部分绵羊有低头转圈、冲撞行为,还有抬头后退,站立不稳等典型神经症状。经调查,该羊场自1982年建场以来,已连续多年都有类似的临床病例且近年来情况愈发严重。为探究其病因,研究人员采集有临床特征表现病羊的脑、心、肝、脾、肺、肾、肌肉等组织开展试验。

1.1.2 主要试剂

2×Taq PCR MasterMix II、TIANamp Genomic DNA Kit、无内毒素质粒小提中量试剂盒及普通琼脂糖凝胶DNA回收试剂盒;Trans15K DNA Marker、1Kb DNA Ladder;磷酸盐缓冲液(PBS);甘氨酸-盐酸缓冲液(GA);蛋白酶K。

1.1.3 主要仪器设备

TG16-W 微量高速台式离心机;Mycycler TM Thermal Cycler PCR 扩增仪、凝胶成像系统;电泳仪电源、电泳槽;显微镜;数字切片扫描与应用系统;DHP-9162型电热恒温培养箱;XH-C 漩涡振荡器。

1.2 试验方法

1.2.1 脑多头蚴采集和形态学观察

用注射器抽出绵羊脑部包囊原液,静置30 min,弃去上清液得到虫体,用PBS清洗后放入细胞培养瓶中,置于显微镜下观察形态。

1.2.2 病理组织的采集和固定

剖检后取病羊各脏器组织,将各脏器组织取出后清洗拍照记录,再修剪为合适大小后放入10%的中性甲醛中固定,备用。

1.2.3 石蜡切片的制备

从固定液中提取组织样品,将其切割成1 cm×1 cm×1 cm的小块。随后,将修剪好的组织块放入包埋盒,并附上标签。将包埋盒置于流水下冲洗6 h,取出后擦拭组织表面水分。接着,将组织块放入全自动脱水机中进行脱水处理。脱水结束后,将组织块放入预热60℃的包埋机,用熔化的石蜡将组织进行包埋。

将包埋后的蜡块放在4℃冰箱中过夜以进行固化处理。使用石蜡切片机进行切片,切片厚度为6 μm,摊片机温度设置为48℃,放入摊片机水浴池中,展片40 s,用载玻片捞片,放置于烤片台上55℃烤片30 min。然后将样品放在60℃烘箱中烘干过夜。烘干完成后,样品在4℃条件下保存,以备后续使用。

1.2.4 苏木精-伊红染色

苏木精-伊红染色完成后滴加中性树胶使用盖玻片封片处理,常温过夜干燥后使用数字切片扫描与应用系统扫描病理切片,进行病理组织学分析。

1.2.5 DNA提取

取1份病羊脑包囊原液,提取脑多头蚴核酸。用PBS反复冲洗干净,将PBS吸干后把源头蚴用超纯水冲洗,将200 μL 缓冲液GA和20 μL 蛋白酶K混合后,置于57 $^{\circ}\text{C}$ 水浴锅中过夜消化。依照DNA提取试剂盒的指南,提取并命名样品DNA为XJ-TKX,随后存放在-20 $^{\circ}\text{C}$ 的冰箱中,以备后续使用。

1.2.6 PCR扩增

用于PCR扩增 *cox1* 基因的引物是A1和B1,引物的序列如下:上游引物A1为5'-TTTTTTTGGGCATCCTGAGGTTTAT-3'(24个碱基对),下游引物B1为5'-TAAAGAAAGAACATAATGAA AATG-3'(24个碱基对)。扩增出的片段大约为450 bp。

25 μL 的反应扩增体系包括:上下游引物各0.5 μL (浓度为50 pmol/ μL),酶混合物12.5 μL ,模板DNA 2 μL ,剩余的体积补充超纯水9.5 μL 。扩增程序设定为:首先在95 $^{\circ}\text{C}$ 下预变性300 s;接着进行45个循环,每个循环包括95 $^{\circ}\text{C}$ 下40 s,45 $^{\circ}\text{C}$ 下40 s,以及72 $^{\circ}\text{C}$ 下40 s;最后在72 $^{\circ}\text{C}$ 下延伸300 s,并以15 $^{\circ}\text{C}$ 结束反应。取2 μL 的PCR产物,在10 g/L的琼脂糖凝胶电泳仪上进行电泳分析。

1.2.7 *cox1* 基因序列测定及其进化分析

将PCR产物进行测序,对目的基因片段进行Blast比对(<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>),鉴定绵羊感染的多头属绦虫虫种。选取GenBank中的部分不同种多头属绦虫 *cox1* 基因序列,应用Lasergene 7.0软件,采用Clustal W方法,将本研究获得的序列(*T. multiceps* XJ-TKX Sheep China)与GenBank登录的序列进行同源性比对。应用MEGA 11.0软件,采用邻接法(Neighbor Joining, NJ),构建基于 *cox1* 基因序列的系统进化树,进一步分析绵羊感染的绦虫虫种。

2 结果与分析

2.1 脑包虫形态学观察

包囊液在显微镜下可见近乎透明椭圆形的原头节,头部有顶突,结合其寄生部位在绵羊脑中,形态学观察初步判定为绵羊脑多头蚴,见图1。

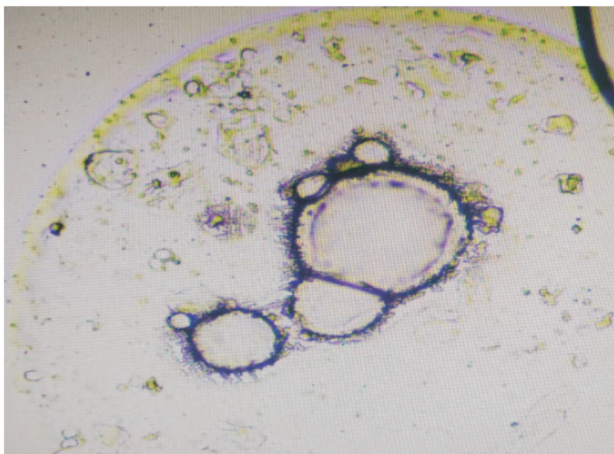


图1 脑多头蚴(40 \times)

2.2 剖检观察

病羊开颅后发现占位性病变,且伴有脑部积水、水肿,有灰白色铃铛样包囊,包囊引起的囊肿占据脑实质,囊泡长期的压迫或炎症造成脑神经组织损伤,甚至导致大脑皮质变薄;可见充满大量白色液体的寄生虫包囊,脑脊液呈现白色浑浊;完整包囊内部含有大小不一、类似葡萄状的白色原头节,见图2A、图2B、图2C。

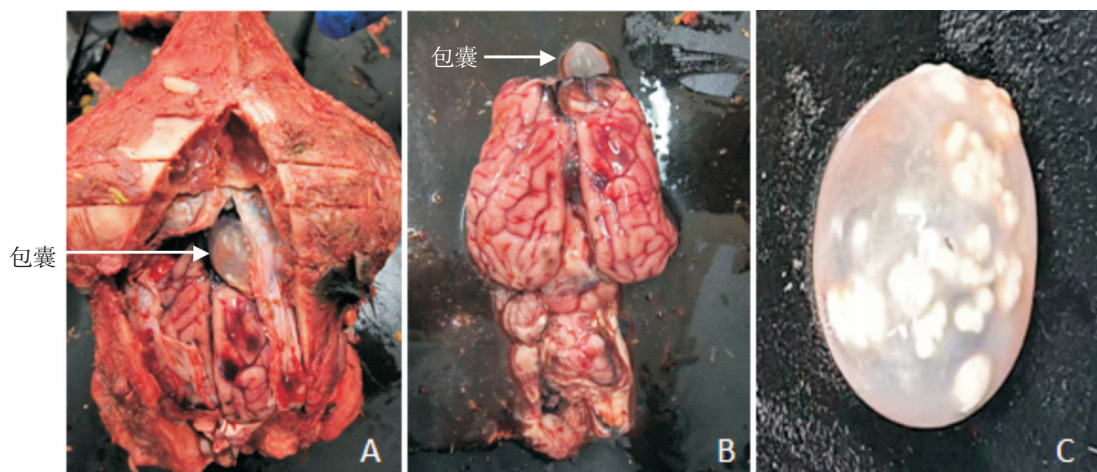
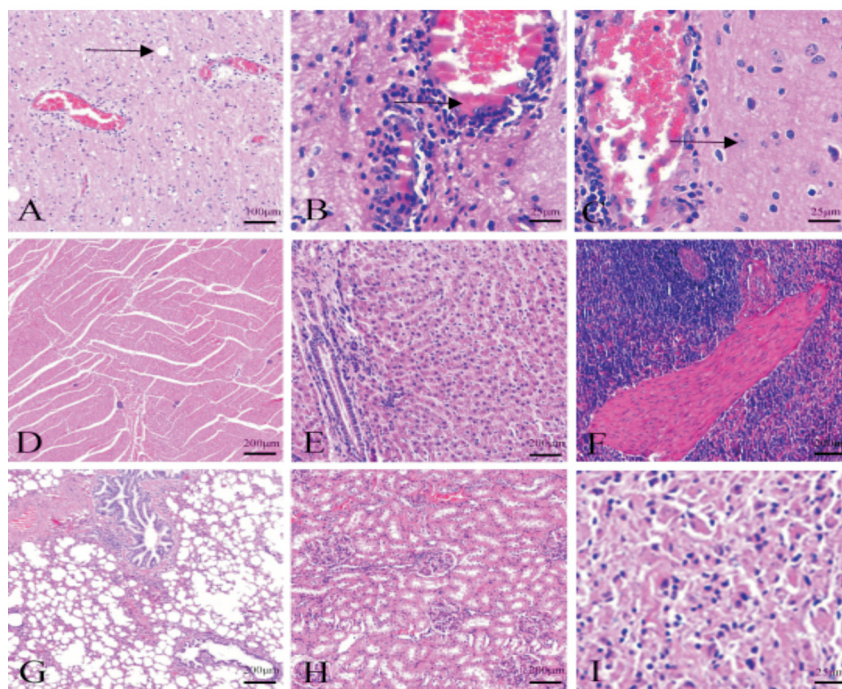


图2 患病绵羊脑部剖检

2.3 病理组织学观察

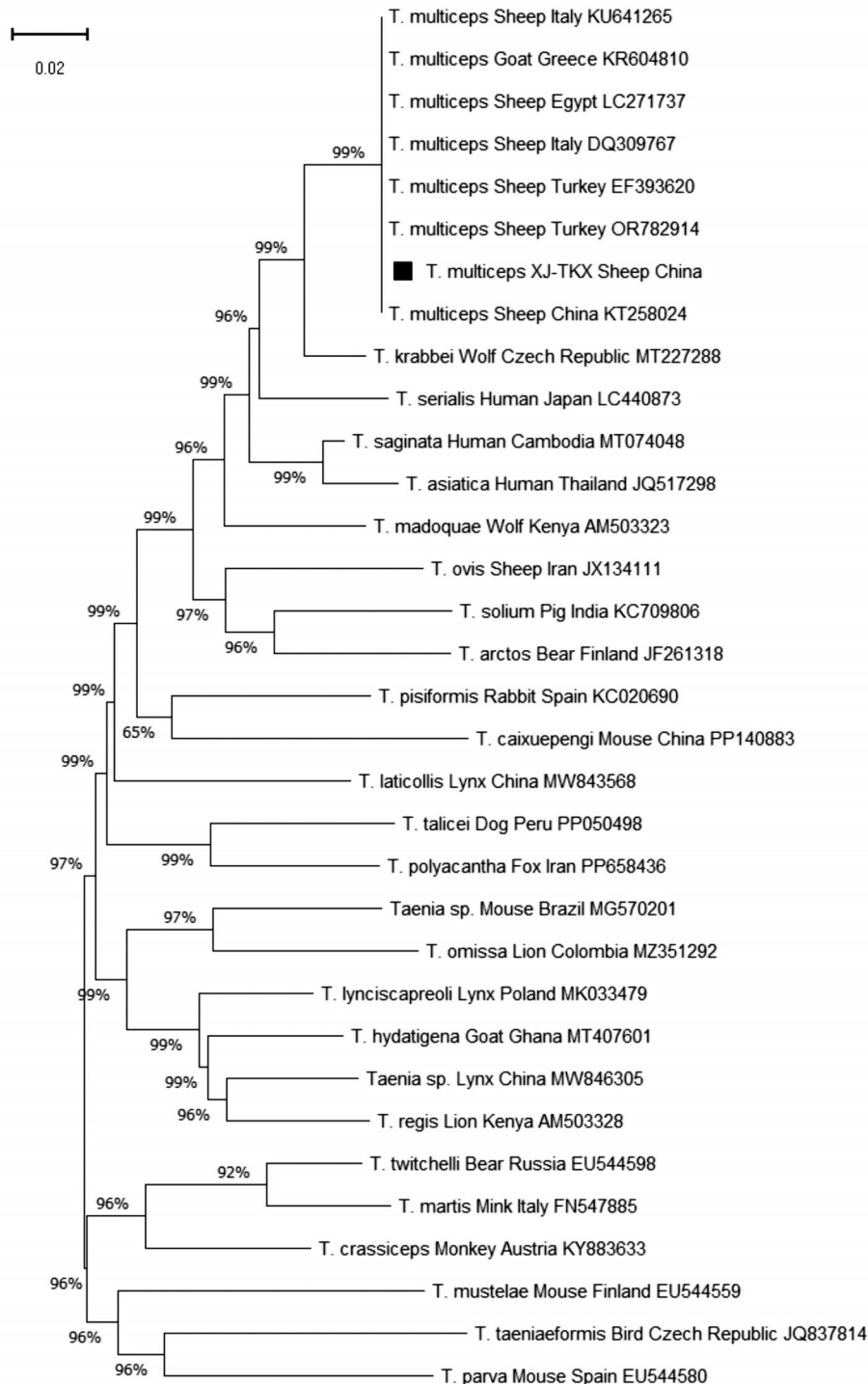
脑组织切片出现较为明显的病理变化,大脑细胞质内出现大小不等的空泡,见图3A。脑血管有局灶性充血,见图3B。大脑细胞核溶解消失,细胞轮廓模糊,见图3C。心脏心肌纤维排列整齐,细胞分界清晰,明、暗处相间,间质未见异常,见图3D。肝脏门静脉周围未见淤血,细胞核染色质正常,肝小叶间门管区无异常,见图3E。脾脏白髓形态规则,未见白髓粘连,红髓在被膜下、脾小梁周围、髓边缘区外侧的脾索和脾血窦分布均匀,见图3F。肺脏实质中,未见支气管上皮细胞有脱落坏死的情况发生,肺泡壁正常无明显增厚,见图3G。肾脏肾小球分布均匀、形态规则,肾小管上皮细胞良好,没有增生或炎症发生,见图3H。肌肉肌纤维呈多边形,肌膜染色呈深红色,形态排列规则,不存在损伤,见图3I。大脑病理切片存在脑膜炎的变化,其他脏器均无明显病变。发现脑多头蚴通过在绵羊脑中不断生长,对大脑的形态结构造成损伤,血管周围间隙呈现细胞反应,有淋巴细胞和胶质细胞集聚。



注: A. 大脑(HE 100 \times); B、C. 大脑(HE 400 \times); D. 心脏(HE 40 \times); E. 肝脏(HE 40 \times); F. 脾脏(HE 40 \times); G. 肺脏(HE 40 \times); H. 肾脏(HE 40 \times); I. 肌肉(HE 40 \times)。

图3 病理组织学观察

应用MEGA 11.0软件,对本研究获得的序列(*T. multiceps* XJ-TKX Sheep China, 序号18)及GenBank下载的多头属不同种绦虫的*cox1*基因序列进行系统进化树构建。结果表明,本研究所获得的序列与GenBank登录的不同国家分离的羊源(绵羊、山羊)*T. multiceps*序列在同一个分支上,见图6。



注:“■”为本研究所获得的序列(*T. multiceps* XJ-TKX Sheep China)

图6 基于*cox1*基因的不同种绦虫系统进化分析

3 讨论

羊多头蚴病是一种严重的人畜共患病,由多头带绦虫中绦期幼虫感染引起,对羊的健康构成极大威

肺^[11]。在很多国家和地区已报道羊感染脑多头蚴病。于合宅^[12]研究显示,在河北省某些区域,山羊感染多头蚴的比例为2.38%。与此同时,该地区犬类的多头带绦虫感染率高达15.33%。李连芳^[13]研究发现,青海省多个地区羊多头蚴病的平均发病率达到1.44%,而病死率则为47.65%。尤其在海晏地区,该病的病死率甚至攀升至89.50%。据孙丽仙等^[14]报道,在云南会泽一带,19只黑山羊遭受了多头蚴的侵袭,这揭示了当时该地区山羊脑部多头蚴感染和分布的实际情况。

多头蚴在绵羊脑部寄生后,随着其生长发育,患病羊脑部发生明显的损伤病变,常伴有脑膜炎、脑积水等生理反应。通过观察绵羊脑组织切片,可发现脑组织细胞中有大量的嗜酸性细胞,出现细胞体积缩小、核固缩甚至溶解,细胞结构被完全破坏,细胞轮廓模糊,细胞质内见大小不等的空泡,血管出现充血等病变。这些病变可能与脑炎的发病机制有关。

本研究通过组织形态学、病理组织学以及分子生物学方法,对绵羊脑多头蚴的致病机理和病理、分子等诊断方法进行探讨,具有重要的实践和理论意义。通过显微镜观察虫体的形态特征,初步确定为绵羊脑多头蚴,切片显示有特征性脑炎病变,其他脏器未发现明显病变。从流行病史、临床症状、病理变化等方面分析,可以综合判断其为脑多头蚴造成的脑炎。以上方法为绵羊脑多头蚴病的诊断提供了科学依据。

分子生物学在寄生虫病诊断中的应用发挥了其独特的优势。结果表明,样品XJ-TKX *cox1* 基因片段长度是446 bp,与Genbank收录的多头带绦虫分离株(登录号:LC271737.1)的同源性为100.00%。瓦尔卡西亚 A 等研究表明^[15],线粒体基因组中有多个区域,*cox1* 基因序列比较保守,常被用于寄生虫分类鉴定和遗传多样性分析,*cox1* 基因作为分子标记,在鉴定多头带绦虫和分类带科绦虫研究中具有显著效果。通过*cox1* 基因序列进行测序和分析,可以揭示不同绦虫之间的遗传差异和亲缘关系。

多头蚴感染可导致患病动物脏器功能受损,生长发育减缓,繁殖性能下降,畜产品的品质和经济价值降低,出口和品牌效应受到负面影响。因此,有效降低动物多头蚴的流行率,对降低人群感染风险具有重要的公共卫生意义。

4 结 论

通过组织形态学、病理组织学和分子生物学的方法,对绵羊脑多头蚴临床病例进行深入研究。结果发现,在常规诊断基础上,利用*cox1* 基因可以确诊羊场发生绵羊脑多头蚴病,并确定新疆部分地区存在绵羊脑多头蚴病的流行。此研究方法不仅有助于提高羊脑多头蚴病诊断的准确性,也为畜牧业的健康发展提供科学依据。

通过遗传进化树分析,目的基因XJ-TKX与Genbank收录的多头带绦虫分离株(登录号:LC271737.1)属同一分支,其同源性为100.00%。在本项研究中,发现脑多头蚴分离株XJ-TKX的*cox1* 基因序列存在变异,这暗示了遗传上的差异或不同基因型的存在。研究结果显示,脑多头蚴在*cox1* 基因区域经历了遗传变异。多头带绦虫与其他带科多头属绦虫在进化树上形成独立的分支,这表明*cox1* 基因能够作为鉴定多头带绦虫和分类带科绦虫的有效分子标记。

参考文献

- [1] 李宜良. 羊脑包虫病的症状、诊断与防治措施[J]. 中国动物保健, 2022, 24(5): 56-57.
- [2] 帕格阿姆 A. 寄生虫病与神经损伤神经寄生虫感染[J]. 法语实验室评论, 2008(399): 41-53.
- [3] 聂贞燕. 羊脑多头蚴病流行调查与防控[J]. 畜牧兽医科学, 2021(5): 13-14.
- [4] 寸金全, 王芸. 一例羊脑多头蚴病的诊断和治疗[J]. 云南畜牧兽医, 2022(3): 23-24.
- [5] 邓威, 姚大伟, 张壮志, 等. 羊脑包虫病CT、MRI影像特征[J]. 畜牧兽医学报, 2021, 52(6): 1727-1733.

- [6] 李文卉, 付宝权. 脑多头蚴病研究进展[J]. 动物医学进展, 2010, 31(10): 87-91.
- [7] 王旭, 贾海燕, 米荣升, 等. 异尖科线虫线粒体基因组序列的生物信息学分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2018, 13(12): 1338-1343.
- [8] 郝桂英, 王赵伟. 羊毛尾线虫凉山州分离株的线粒体 *cox1* 和 *Cyt b* 基因的序列测定及种系发育分析[J]. 中国兽医学报, 2018, 38(12): 2327-2333.
- [9] 张学勇, 简莹娜, 朵红, 等. 青海牦牛脑多头蚴的线粒体 *cytb* 和 *nad4* 基因的序列测定及种系发育分析[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2020, 50(4): 7-13.
- [10] 段博芳, 程文杰, 杨勇, 等. 山羊脑多头蚴形态学与 *cox1* 基因鉴定[J]. 动物医学进展, 2021, 42(9): 42-46.
- [11] 牟静, 杨应东, 韦雷飞, 等. 动物脑多头蚴病研究进展[J]. 动物医学进展, 2010, 31(2): 96-99.
- [12] 于合宅. 河北保定地区羊多头蚴和犬多头带绦虫的调查与鉴定[J]. 中国兽医杂志, 2017, 53(6): 18-20.
- [13] 李连芳. 青海省牛羊多头蚴病流行情况调查[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2011, 41(1): 25-26.
- [14] 孙丽仙, 付丽, 黄荣林, 等. 黑山羊多头蚴的流行病学调查报告[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2016, 32(12): 111.
- [15] 瓦尔卡西亚 A, 莱特沃勒斯 M W, 卡特利 G 等. 撒丁岛(意大利)西地中海寄生虫研究[J]. 意大利实验室评论, 2006, 9(5): 622-626.

Pathological Diagnosis and Molecular Genetic Analysis of Cerebral Coenurosis in Sheep

DONG Yuwei¹, SU Guicheng³, TENG Wen², WANG Chengchuan², ROUZHAN·Wujiahemaiti²,

MAISITUERGULI·Abulitifu², ZHAI Jiahao¹, WEI Xiaoying¹, ZHANG Xu³, ZHAI Shaohua^{1*}

(1. College of Veterinary Medicine, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Toksun County Fengcheng State-owned Animal Husbandry Co., Ltd., Turpan, Xinjiang 838100, China;

3. Animal Husbandry and Veterinary Work Station of Xinjiang Production and Construction Corps,

Urumqi, Xinjiang 830063, China)

Abstracts: 【Objective】 In September 2024, some sheep in a farm in Xinjiang exhibited abnormal behaviors such as circling with its head lowered, and collisions, suspected to be infected with *Coenurus cerebralis*. The purpose of this study was to identify the pathogen species, analyze the molecular genotype characteristics of the parasite, and to develop accurate and efficient diagnostic techniques for sheep cerebral coenurosis. 【Methods】 Brain tissues, cyst fluids and other organ tissues from diseased sheep were collected for laboratory diagnosis using pathological anatomy, histopathology and molecular biology methods. Then pathology and molecular biology diagnostic methods for coenurosis were established by combining morphological observation of cerebral parasites, pathological changes in brain tissue sections, as well as molecular genotyping. Parasite nucleic acids were extracted, PCR amplification was performed, and the sequence of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit 1 (*cox1*) gene was compared using NCBI-Blast. A phylogenetic tree was constructed using MEGA 11.0 software. 【Results】 Parasites were detected in the brain tissues of diseased sheep, and obvious pathological changes and inflammatory lesions were observed. The target gene amplified by PCR was 446 bp in length. Phylogenetic analysis indicated that the isolate clustered in the same branch as *Taenia multiceps*, sharing 100% sequence identity in the aligned region. According to morphological and genotypic identification, the isolate was confirmed as the larval stage of *Taenia multiceps*, namely *Coenurus cerebralis*. 【Conclusion】 The *cox1* gene can serve as an effective molecular marker for the identification of *Taenia multiceps*.

Key words: histopathology; morphology; *Coenurus cerebralis*; *cox1* gene; Identification

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.007

博乐市退化蒿类荒漠补播修复后草地植被种群和群落特征的月际动态研究

管廷贤¹,刘兴义^{1*},侯钰荣²,董乙强³,吴悦³,吴凯³,宋永康³

(1.新疆博乐市草原工作站,新疆博乐 833400;

2.新疆畜牧科学院草业研究所,新疆乌鲁木齐 830000;

3.新疆农业大学草业学院,新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:【目的】探究补播后博洛塔绢蒿荒漠植物群落特征的月际动态变化,对深入探索蒿类荒漠草地在补播施肥条件下的改良效果具有深远意义。【方法】以新疆博乐市退化温性荒漠草地为研究对象,采用野外调查和室内分析相结合的方法,选取博乐市达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场和小营盘镇科克赛春秋草场为试验区,筛选乡土适生植物博洛塔绢蒿、木地肤和大籽蒿进行补播处理,并对草地植被数量特征进行月际监测。【结果】植物群落数量特征呈现显著的季节性变化。补播区植物群落高度呈现单峰曲线变化,达勒特镇和小营盘镇样地植物群落高度分别在8月和7月达到峰值,分别为12.32 cm和15.16 cm。生物量积累呈现显著的后延效应,两样地生物量积累均在10月达到最大值,分别为79.96 g/m²和244.83 g/m²,较最小值分别增长217.00%和519.00%。补播显著改变了群落组成结构。博洛塔绢蒿表现出极强的竞争优势,其重要值在生长季末期显著提升,小营盘镇样地10月达到0.81,成为绝对优势种。多样性指数总体呈下降趋势,达勒特镇样地从5月1.85降至10月1.38。多样性峰值出现时间存在样地差异,小营盘镇样地在8月达到最大值为1.71,较达勒特镇样地推迟3个月。【结论】补播措施有助于退化荒漠草地植被群落的恢复,可维持植物多样性,且不同草地型草地对补播的响应存在差异。

关键词:补播;博洛塔绢蒿;荒漠;种群特征

中图分类号:S812

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0045-11

作为陆地生态系统中最大的碳汇库及生物多样性的重要承载地,草地在维持生态平衡、保护水土资源、调节气候及支持畜牧业发展等方面发挥着至关重要的作用。然而,当前全球有49%的草地已遭受不同程度的退化,这直接导致其生态服务功能显著下降^[1]。在我国,草地占国土总面积的41%,但退化现象尤为严重,退化比例已超过70%,主要表现为沙化和盐渍化^[1]。草地退化的驱动因素复杂多样,包括气候变化、过度放牧、土地利用方式改变及土壤侵蚀等^[2]。当前,在生态学与草地科学领域,如何借助科学方法恢复草地的生产力与生态功能,已然成为国际研究的热点。补播作为

基金项目:新疆维吾尔自治区“天山英才”培养计划“三农”骨干人才培养项目(2023SNGGNT1087)

作者简介:管廷贤(1969—),男,本科,高级畜牧师。研究方向为退化草原修复与植物驯化。E-mail:1611848441@qq.com

通信作者:刘兴义(1973—),男,本科,农业技术推广研究员。研究方向为退化草原修复与种质资源调查研究。E-mail:284751536@qq.com

收稿日期:2025-07-15,修回日期:2025-09-25

草地改良的关键手段,其核心在于保持天然草地原生植被完整性的同时,科学地引入适应当地气候特征且具有高营养价值的优质牧草品种,从而系统地提升草地生态系统的物种多样性、群落稳定性及生产性能^[3]。晏和飘等^[4]的研究表明,补播技术不仅能够促进草地生产力的恢复,还能增加草地植物群落的丰富度。安渊等^[5]在库布齐沙地草场补播改良技术的研究中发现,经过补播改良的草地,其生态环境得到了明显改善,草地的产草量、植物群落盖度及土壤养分的累积均有所提高。目前,关于补播对草地生态系统的研究主要集中在植物盖度、物种多样性、地上生物量及土壤理化性质等方面^[6-8],并且主要集中在草原和草甸草地^[9,10]。然而,在年降水量200 mm左右的荒漠草地生态系统中,补播技术的应用相对较少,同时对补播后草地群落特征的动态变化规律研究缺乏月际监测数据。因此,开展无灌溉条件下补播后蒿类荒漠植物群落特征的月际动态监测研究迫在眉睫。

蒿类荒漠草地在新疆畜牧业发展中占据着至关重要的战略地位,是当地主要的优质春秋牧场,其生态价值不容忽视。然而,由于气候的极端干旱及草地生态环境的脆弱,加之人类活动的干扰,蒿类荒漠草地正面临着严重的退化问题^[11]。基于此,本研究旨在探究补播后荒漠植物群落特征的月际动态变化规律,为退化荒漠草地的生态修复与改良提供理论支撑,并促进其科学合理地利用。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验区位于新疆维吾尔自治区博乐市达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场(E 81°45′52.763 6″, N 44°52′13.763 892″)、小营盘镇科克赛春秋草场(E 81°36′42.865 1″, N 44°52′50.765 7″),海拔为800~1 000 m,该区域位于欧亚大陆腹地,夏季高温少雨,冬季寒冷漫长,属于典型温带大陆性干旱气候。年均降水量为208.5 mm,年均温度为8.7℃,日照时间长,昼夜温差大^[12]。香班哈日根库索尔春秋草场草地类型为锦鸡儿、木地肤及一年生草本型;科克赛春秋草场草地型为博洛塔绢蒿型。

为修复退化草地,本试验区自2023年起实施了围栏封育措施,并设立了禁牧标识,同时聘用专门的管护人员负责巡查,以排除放牧等人为干扰因素。2023年12月,针对退化荒漠地区采取了补播改良措施,补播草种包括博洛塔绢蒿、木地肤、大籽蒿。在达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场的620.00 hm²草地采用飞播技术进行播种,共使用了12 705.01 kg草种,其中博洛塔绢蒿2 723.97 kg,木地肤9 300.00 kg,大籽蒿681.04 kg,每公顷播种博乐绢蒿4.39 kg,木地肤15.00 kg,大籽蒿1.10 kg。在小营盘镇科克赛春秋草场576 hm²草地上,采用精量穴播机进行播种,穴播深度控制在1.00 cm以内,共使用了9 720.00 kg草种,包括博洛塔864.00 kg,木地肤8 640.00 kg,大籽蒿216.00 kg,每公顷播种博乐绢蒿1.50 kg,木地肤15.00 kg,大籽蒿0.38 kg。平均行距为50.00 cm,株距为15.56 cm。采用临冬播种,当年冬季积雪厚度7.00~14.00 cm。鉴于该区土壤肥力及环境条件较差,补播前施用有机肥,施用量为200.00 kg/hm²。

1.2 试验设计

在研究区域选择1个面积为50 m×50 m的典型样地。在样地内,按照“5点取样法”设置5个1 m×1 m的样方,其中3个为固定监测样方,2个为随机监测样方。用70.00 cm长的木楔钉固定样方的4个角,利用人工计数法结合尺子、标本铲、十字镐等工具,对人工种草的出苗株数、保苗株数、株高及成活率等指标进行测定。此外,选取合适的时间在样地内设置2个随机样方,测定植物群落株高、地上生物量、地下生物量等基本数据。

1.3 植物群落特征调查

2024年4—10月中旬(4月19日、5月18日、6月16日、7月16日、8月19日、9月15日、10月18日),对补播区进行野外植被测样工作,测定时,记录各样方中的物种种类,并对各物种的分种进行盖度、高度、密度及生物量的测定。其中,物种盖度(%)采用针刺法测定;高度(cm)采用常规测量方法测定;密度(株·m⁻²)为直接计数法记录株丛数;生物量(g·m⁻²)的测定采用齐地刈割法,将采集的样本带回实验室,置于烘箱105℃下杀青30 min,后80℃烘至恒重(24 h)后称重。

1.4 数据处理与分析

1.4.1 植物多样性的计算

植物物种多样性采用Patrick丰富度指数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数来表征。计算公式如下^[13]:

Important value 重要值: $IV = (\text{相对高度} + \text{相对盖度} + \text{相对密度} + \text{相对生物量}) / 4$

Patrick 丰富度指数: $P = S$

Shannon-Wiener 多样性指数: $H = -\sum P_i \ln P_i$

Pielou 均匀度指数: $E = H / \ln S$

Simpson 优势度指数: $D = 1 - \sum P_i^2$

式中: S 为样地总物种数; P_i 为第 i 个物种重要值。

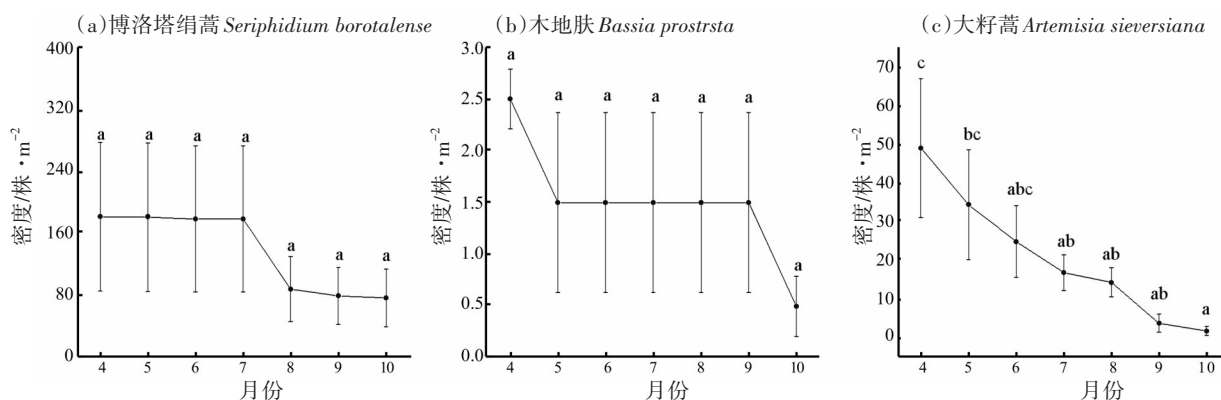
1.4.2 数据处理

本研究中,所有数据均在Excel 2010进行预处理和初步分析。随后,利用SPSS 20.0软件对补播区和放牧区的植物重要值、群落数量特征及植物多样性进行方差分析。使用Origin 2021制图软件进行图形的绘制,数据结果采用“均值±标准误”的形式表示。

2 结果与分析

2.1 补播草种种群特征的动态变化规律

达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场的博洛塔绢蒿的密度随月份的升高呈下降趋势,10月达到最小值为76.00株·m⁻²;木地肤的密度4月到5月下降,5月到9月趋于稳定,9月到10月下降,10月达到最小值为0.50株·m⁻²;大籽蒿的密度随月份的升高呈逐渐下降趋势,在4月达到最大值为49.00株·m⁻²,并且4月与7月、8月、9月和10月之间存在显著差异($P < 0.05$),见图1。



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。

图1 达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场补播草种密度的月际动态变化

小营盘镇科克赛春秋草场的博洛塔绢蒿的密度随月份的升高呈下降趋势,9月达到最小值为113.00株·m⁻²;木地肤的密度4月到6月呈逐渐下降趋势,6月到10月趋于稳定,在4月达到最大值为8.50株·m⁻²;大籽蒿的密度4月到8月呈逐渐下降趋势,8月到10月趋于稳定,在4月达到最大值为54.00株·m⁻²,并且4月与6月、7月、8月、9月和10月之间存在显著差异($P<0.05$),见图2。

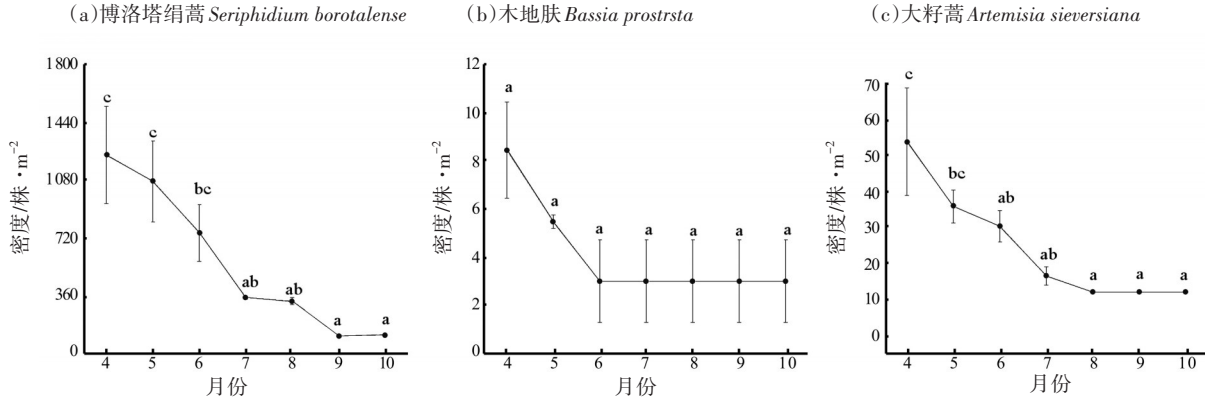


图2 小营盘镇科克赛春秋草场补播草种密度的月际动态变化

2.2 补播区草地植物群落特征的动态变化规律

达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场植物群落高度随月份升高呈先升后降的变化趋势,在8月达到峰值为12.32 cm,并且该月份与其他月份之间存在显著差异($P<0.05$);植物群落的盖度在6月达到最大为33.50%,在5月达到最小值为12.50%;植物群落密度随月份的升高呈先升后降趋势,在7月达到最大值为36.21株·m⁻²,并且该月与5月、6月、9月和10月之间存在显著差异($P<0.05$);植物群落的生物量随月份的升高呈缓慢上升趋势,在10月达到最大值为79.96 g·m⁻²,并且该月份与其他月份之间存在显著差异($P<0.05$),见图3。

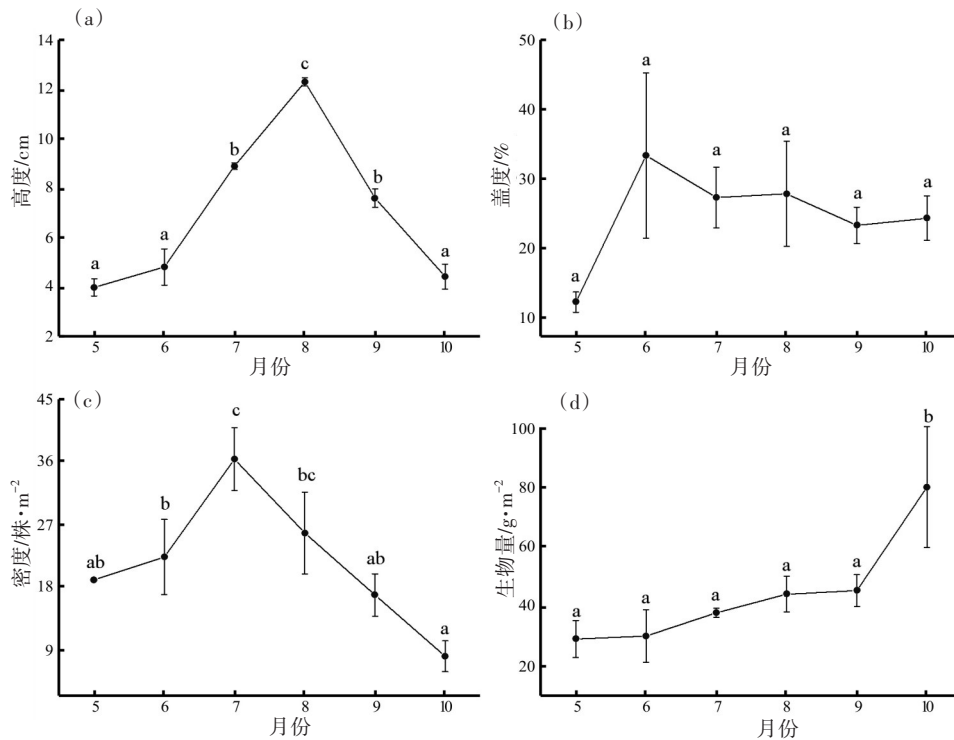


图3 达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场草地植物群落特征的月际动态变化

小营盘镇科克赛春秋草场植物群落高度的月际动态呈波动变化趋势,其峰值出现在7月,达到

最大值为15.16 cm,7月与5月、6月、9月和10月之间存在显著差异($P<0.05$);植物群落盖度的月际动态同样呈波动变化趋势,其峰值出现在8月为55.00%,而7月达到最小值为30.50%,并且7月与8月之间存在显著差异($P<0.05$);植物群落密度随月份的升高呈“M”型趋势,在6月达到最大值为38.52株·m⁻²;植物群落生物量随月份的升高呈先降后升趋势,在10月达到最大值为244.83 g·m⁻²,7月达到最小值为39.54 g·m⁻²,并且10月与7月之间存在显著差异($P<0.05$),见图4。

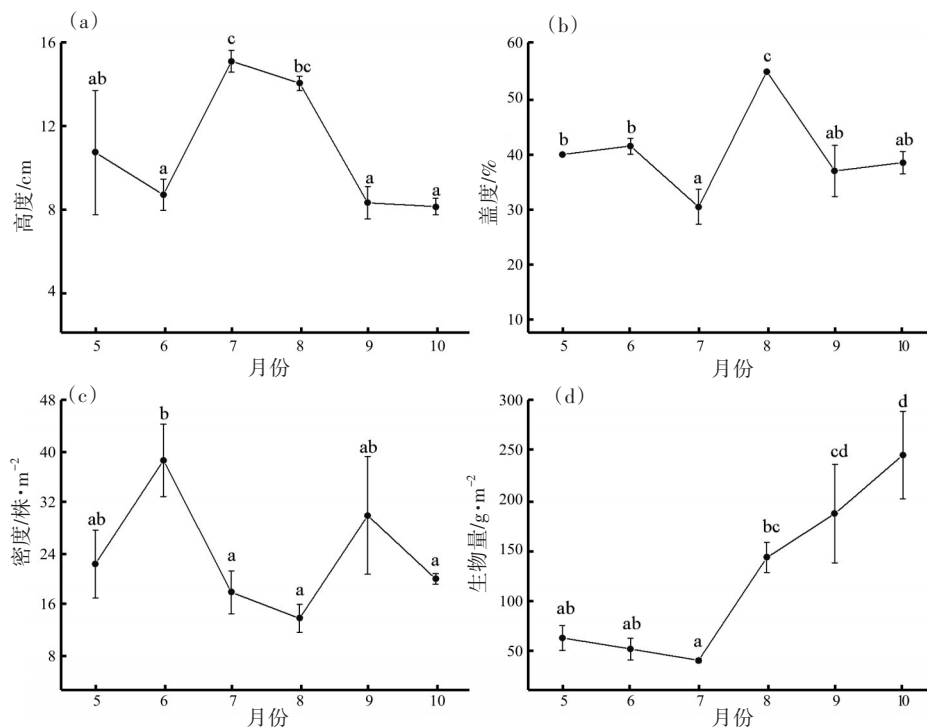


图4 小营盘镇科克赛春秋草场草地植物群落特征的月际动态变化

2.3 补播区草地植物重要值的动态变化规律

达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场补播的博洛塔绢蒿在5—10月重要值均较高,尤其在10月达到峰值为0.42。角果藜在5—9月的重要值较高为0.08~0.20,但在10月消失;狗尾草在夏秋季节6—10月的重要值维持在较高水平为0.24~0.40;絮菊在5—8月的重要值较高为0.06~0.16,9月后消失;新疆篇蓄在5月的重要值最高为0.21,随后震荡降低。植物群落呈现明显的季节性演替,如春季以新疆篇蓄、絮菊为主,夏秋季以狗尾草、博洛塔绢蒿为主,表明补播区生态系统具有较高的动态变化特征,见表1。

表1 达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场草地植物重要值的动态变化

植物名称	5月	6月	7月	8月	9月	10月
白皮锦鸡儿 <i>Caragana leucophloea</i>	0.06	—	—	—	—	—
白羊草 <i>Bothriochloa ischaemum</i>	—	—	0.06	—	—	—
北艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	—	—	—	—	0.03	0.05
博洛塔绢蒿 <i>Seriphidium borotalense</i>	0.04	0.16	0.03	0.15	0.11	0.42
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	—	0.01	—	0.02	0.04	—
大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	0.04	—	—	—	0.03	0.06

续表

植物名称	5月	6月	7月	8月	9月	10月
地锦 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	—	0.01	0.01	—	0.01	0.01
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	—	0.25	0.36	0.31	0.40	0.24
弯果胡卢巴 <i>Trigonella arcuata</i>	0.02	—	—	—	—	—
黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i>	—	0.05	—	—	0.02	0.02
灰绿藜 <i>Oxybasis glauca</i>	0.02	0.05	—	—	—	—
角果藜 <i>Ceratocarpus arenarius</i>	0.20	0.18	0.19	0.08	0.11	—
角果毛茛 <i>Ceratocephala testiculata</i>	0.02	—	—	—	—	—
木地肤 <i>Bassia prostrata</i>	—	—	0.01	0.01	0.01	0.05
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i> Hand.	0.13	0.00	—	—	0.00	0.09
三芒草 <i>Aristida adscensionis</i>	0.11	0.12	0.10	0.29	0.19	—
椭圆叶天芥菜 <i>Heliotropium ellipticum</i>	—	—	—	0.05	—	—
无芒隐子草 <i>Cleistogenes songorica</i>	—	—	—	—	0.01	—
小画眉草 <i>Eragrostis minor</i> Host	—	—	0.10	0.02	0.00	0.03
新疆篇蓄 <i>Polygonum schischkinii</i>	0.21	0.06	0.07	0.02	0.04	0.03
絮菊 <i>Filago arvensis</i>	0.16	0.11	0.07	0.06	—	—

注：“—”表示没有该物种数据。

小营盘镇科克赛春秋草场补播的博洛塔绢蒿5—10月重要值均很高,10月达到峰值为0.81,是绝对优势种。角果藜在5—9月的重要值较高为0.17~0.38,10月消失;新麦草在6—8月的重要值较高为0.02~0.26,9月开始急剧下降。博洛塔绢蒿5—10月占据主导地位,其他物种的季节性变化不明显,表明该补播区群落具有较高的稳定性,但生态位竞争可能较为激烈,见表2。

表2 小营盘镇科克赛春秋草场草地植物重要值的动态变化

植物名称	5月	6月	7月	8月	9月	10月
新疆篇蓄 <i>Polygonum schischkinii</i>	—	—	0.02	—	—	—
博洛塔绢蒿 <i>Seriphidium borotalense</i>	0.60	0.33	0.24	0.27	0.60	0.81
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.04	—	—	0.04	0.07	—
叉毛蓬 <i>Petrosimonia sibirica</i>	—	0.01	0.08	0.03	—	—
大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	—	—	—	0.05	0.02	0.13
多节草 <i>Polycnemum arvense</i>	—	—	—	0.01	—	—
旱雀麦 <i>Bromus tectorum</i>	0.14	—	—	—	—	—
黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i>	—	—	—	0.04	—	—
灰绿藜 <i>Oxybasis glauca</i>	—	0.01	0.01	0.02	0.05	—
白垩假木贼 <i>Anabasis cretacea</i>	—	0.05	—	—	0.02	—

续表

植物名称	5月	6月	7月	8月	9月	10月
碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	—	—	—	0.02	—	—
角果藜 <i>Ceratocarpus arenarius</i>	0.17	0.38	0.30	0.37	0.20	—
木地肤 <i>Bassia prostrata</i>	—	0.02	0.07	—	0.00	0.05
丝叶韭 <i>Allium setifolium</i>	—	0.02	—	—	0.01	—
无芒隐子草 <i>Cleistogenes songorica</i>	—	0.06	0.01	—	—	—
小画眉草 <i>Eragrostis minor Host</i>	—	—	—	0.01	—	—
小蓬 <i>Nanophyton erinaceum</i>	0.05	—	0.01	0.02	—	—
新麦草 <i>Psathyrostachys juncea</i>	—	0.11	0.26	0.13	0.02	—
盐生草 <i>Halogeton glomeratus</i>	—	0.02	—	0.02	0.01	—
野葱 <i>Allium chrysanthum</i>	—	—	—	—	—	0.01

2.4 补播区草地植物多样性的动态变化规律

达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场丰富度指数呈“M”型趋势,在9月达到峰值,并且该月份与其他月份之间存在显著差异($P<0.05$);多样性指数的月际动态呈波动变化趋势,5月达到峰值,且5月、6月与7月、10月之间存在显著差异($P<0.05$);均匀度指数的月际动态呈波动趋势,9月达到最小值,并且该月与5月、6月之间存在显著差异($P<0.05$);优势度指数呈“M”型趋势,7月和10月较小,并且这两个月与5月、6月之间存在显著差异($P<0.05$),见图5。

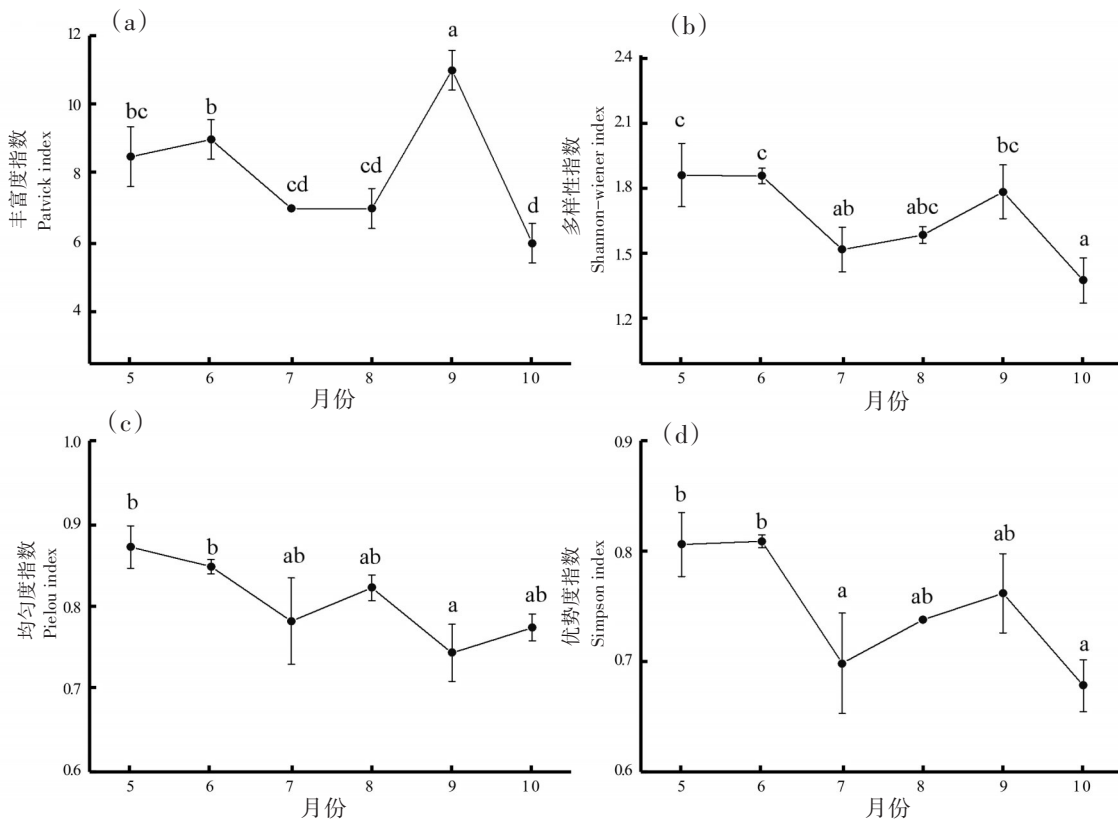


图5 达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场草地植物多样性的月际动态变化

小营盘镇科克赛春秋草场丰富度指数呈“M”型趋势,并在8月份达到峰值,与5月、7月和10月之间存在显著差异($P<0.05$);多样性指数随月份的升高呈先升后降的变化趋势,在8月达到最大值,且该月份与5月、9月和10月之间存在显著差异($P<0.05$);均匀度指数5月到6月趋于稳定,自6月开始上升,7月达到最大值后逐渐下降,该月份与9月、10月之间存在显著差异($P<0.05$);优势度指数随月份的升高呈先升后降趋势,在10月达到最小值,且该月份与6月、7月、8月和9月之间存在显著差异($P<0.05$),见图6。

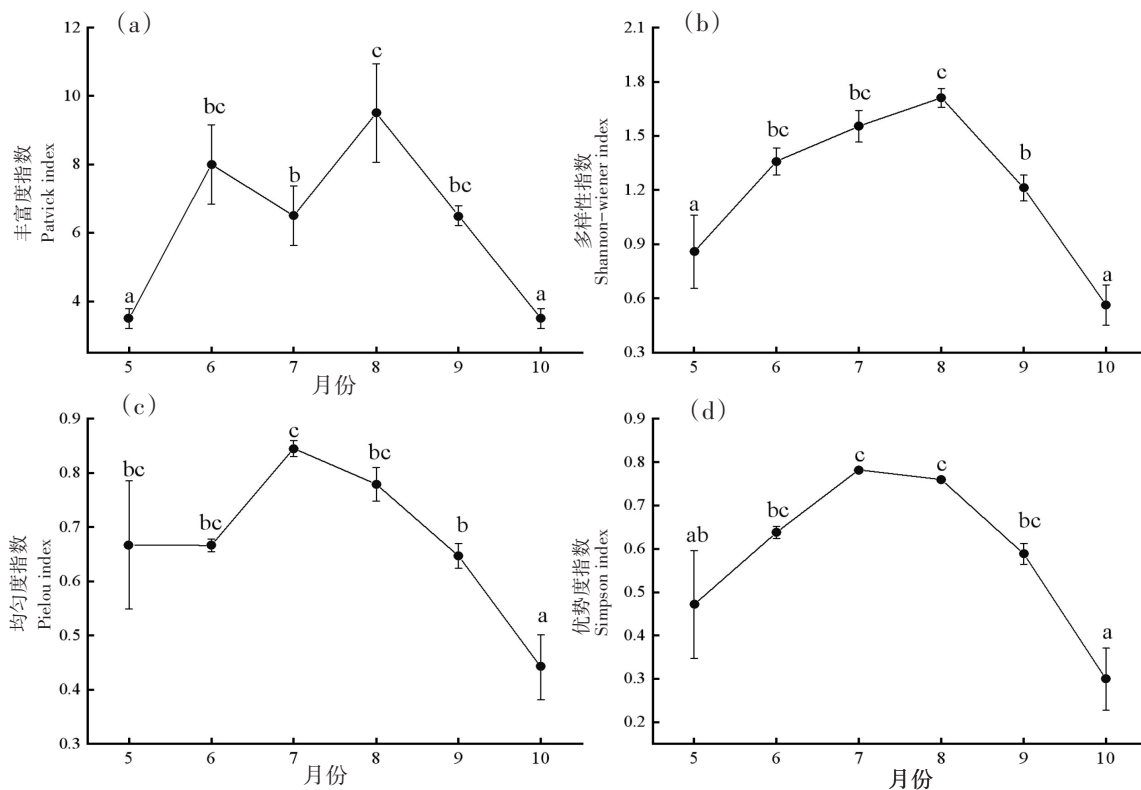


图6 小营盘镇科克赛春秋草场草地植物多样性的月际动态变化

3 讨论

3.1 补播对植物群落数量特征的影响

植物群落特征指数作为草地生态系统状态变化的生物指示因子,其动态变化规律为植被恢复效果评估提供了科学依据^[14-17]。本研究通过观察不同月份的植物群落特征,揭示了退化蒿类荒漠草地植被恢复过程中的动态变化规律。研究发现,植物群落的高度、盖度及密度均表现出明显的季节性变化,其中高度在生长季中期7—8月达到峰值,这与聂婷婷等^[18]的研究结果一致。值得注意的是,不同样地(达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场和小营盘镇科克赛春秋草场)的群落指数变化趋势存在差异,这可能反映了环境条件和补播措施对植物生长的差异化影响。补播试验结果显示,博洛塔绢蒿、木地肤和大籽蒿的种群动态呈现不同趋势,特别是大籽蒿的持续下降趋势值得关注,这可能与其竞争能力较弱或对后期环境条件适应性较差有关。此外,一年生植物逐渐减少,而适口性更优的多年生植物在群落中的占比增加,植物群落生物量逐渐增加,这与吴婉萍等^[19]及杨增增等^[20]的研究结果一致,且生物量在生长季末期9—10月的急剧增加是一个重要发现,究其原因可能源自植物在

生长末期将资源集中分配至地上部分的生存策略。

3.2 补播对植物群落物种多样性的影响

Patrick 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 优势度指数、Pielou 均匀度指数是生态学上常用于表征物种多样性的指标,可以体现草地生态系统群落结构的变化情况。本研究揭示了达勒特镇香班哈日根库索尔春秋草场和小营盘镇科克赛春秋草场在补播后,多样性指数和优势度指数随月份变化总体均呈降低趋势,与包雨凡等^[9]的研究结果一致,表明补播降低了多样性指数和优势度指数。丰富度指数是描述生态系统多功能性的关键指标^[21],研究发现补播会增加植物群落的丰富度指数^[22,23],也有学者发现补播对植被物种丰富度的影响并不明显甚至导致下降^[24]。

本研究中的丰富度指数呈波动趋势,10月与5月相比表现为无差异或显著下降($P<0.05$),这可能与以下因素有关。一是本研究区属于温性荒漠草地生态系统,主要植物种类为一年生植物,降水稀少且试验在无灌溉条件下进行,植物生长期受到水分胁迫而难以生存甚至自然死亡。二是翻耕措施对原有物种的破坏加之补播物种对土壤水分、养分的竞争作用抑制了原有植物的生长发育^[24]。三是补播主要是增加特定物种的数量,并非显著增加物种的种类^[25]。四是短期观测周期(1个生长季)未能充分体现多年生植物的建群效应^[26]。建议后续研究应着重开展以下工作,建立补播后连续2~3年的定位监测体系,重点追踪关键物种的种群动态和群落结构演变。

4 结 论

本研究通过对达勒特镇和小营盘镇退化蒿类荒漠草地为期一个生长季的定位观测,揭示了补播措施下植物群落的动态响应规律,主要得出以下结论。一是植物群落数量特征呈现显著的季节性变化。补播区植物群落高度呈现单峰曲线变化,达勒特镇和小营盘镇样地植物群落高度分别在8月和7月达到峰值,分别为12.32 cm和15.16 cm。生物量积累呈现显著的后延效应,两样地均在10月达到最大值,分别为79.96 g·m⁻²和244.83 g·m⁻²,较最小值分别增长217.00%和519.00%。二是补播显著改变了群落组成结构。博洛塔绢蒿表现出极强的竞争优势,其重要值在生长季末期显著提升,小营盘镇样地10月达到0.81,成为绝对优势种。三是多样性指数总体呈下降趋势,达勒特镇样地从5月1.85降至10月1.38。多样性峰值出现时间存在样地差异,小营盘镇样地在8月达到最大值为1.71,较达勒特镇样地推迟3个月。

综上所述,退化蒿类荒漠补播修复后草地植被种群和群落特征有明显改善,且不同草地型草地对补播的响应存在差异。

参考文献

- [1] 王笛,李达,孙萍萍,等.退化草地生态修复研究现状及其存在的问题[J].农业与技术,2025,45(9):102-105.
- [2] 李祎,李亚晓,亓雯雯,等.全球草地退化的成因、修复技术及恢复效果评估研究进展[J].中国草地学报,2024,46(11):110-129.
- [3] 白永飞,黄建辉,郑淑霞,等.草地和荒漠生态系统服务功能的形成与调控机制[J].植物生态学报,2014,38(2):93-102.

- [4] 晏和飘,李文龙,梁天刚,等. 青藏高原退化高寒草地恢复对不同措施响应的 Meta 分析[J]. 草地学报, 2021, 29(增刊1): 190-198.
- [5] 安渊,鲁颖,石海娟. 补播技术在库布齐沙地草场中的应用[J]. 中国沙漠, 1997, 17(3): 308-312.
- [6] 段成伟,李希来,柴瑜,等. 不同修复措施对黄河源退化高寒草甸植物群落与土壤养分的影响[J]. 生态学报, 2022, 42(18): 7652-7662.
- [7] 汪海波,宋词,王芳萍,等. 单混播和免耕补播技术对退化高寒草地土壤养分含量的影响[J]. 青海科技, 2021, 28(6): 22-26.
- [8] 孙磊,格桑拉姆,王向涛,等. 藏北高寒退化草地免耕补播效果研究[J]. 高原农业, 2018, 2(2): 162-166, 117.
- [9] 包雨凡,罗玉红,李乐,等. 基于 Meta 分析的补播对退化草原恢复的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2025, 46(5): 248-256.
- [10] 郭楠,杜鹤辰,纪守坤,等. 施肥和补播对山地草甸牧草营养及瘤胃发酵的影响[J]. 草业学报, 2025, 34(4): 150-163.
- [11] 周时杰,董乙强,阿斯太肯·居力海提,等. 天山北坡蒿类荒漠植物群落数量特征及其多样性[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(9): 2298-2305.
- [12] 管廷贤,刘兴义,艾勒木别克,等. 补播对退化博洛塔绢蒿荒漠植物群落特征的影响[J]. 草食家畜, 2024(3): 22-27.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] 阿斯太肯·居力海提,董乙强,李靖,等. 禁牧对不同气候区蒿类荒漠植被和土壤养分及化学计量特征的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(11): 157-164.
- [15] 姚敏. 补播和施肥对荒漠草原牧草品质及土壤养分的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2024.
- [16] 殷国梅,谭建国,王晓栋,等. 不同修复措施在退化荒漠草原生态修复中的效果研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2021, 42(3): 81-85.
- [17] SPEHN E M, SCHERER-LORENZEN M, SCHMID B, et al. The role of legumes as a component of biodiversity in a cross-European study of grassland biomass nitrogen[J]. *Oikos*, 2002, 98(2): 205-218.
- [18] 聂婷婷,董乙强,苏清荷,等. 施氮和牛粪添加对煤矿补播区植被恢复效果的研究[J]. 中国农业科技导报(中英文), 2025, 27(2): 218-227.
- [19] 吴宛萍,马红彬,陆琪,等. 补播对宁夏荒漠草原植物群落及土壤理化性状的影响[J]. 草业科学, 2020, 37(10): 1959-1969.
- [20] 杨增增,张春平,董全民,等. 补播对中度退化高寒草地群落特征和多样性的影响[J]. 草地学报, 2018, 26(5): 1071-1077.
- [21] 张睿. 施肥和补播对甘南高寒退化草地的生态恢复效应[D]. 兰州: 兰州大学, 2024.
- [22] 李永康,许冬梅,撒春宁,等. 乡土物种对退化荒漠草原的改良效果研究[J]. 中国草地学报, 2022, 44(6): 36-45.
- [23] 刘海强,李世雄,赵文,等. 免耕补播对中度退化草地植被及土壤细菌群落特征的影响[J]. 草地学报, 2025, 33(10): 3280-3290.
- [24] 南万璐,谢应忠,彭文栋,等. 补播与围封对不同退化程度荒漠草地植被的恢复效果[J]. 草业科学, 2024, 41(5): 1068-1077.
- [25] RESCH M C, SCHÜTZ M, BUCHMANN N, et al. Evaluating long-term success in grassland restoration: an ecosystem multifunctionality approach[J]. *Ecological Applications*, 2021, 31(3): 2271.
- [26] ZHANG Y S, MEINERS S J, MENG Y N, et al. Temporal dynamics of Grime's CSR strategies in plant communities during 60 years of succession[J]. *Ecology Letters*, 2024, 27(6): 14446.

Monthly Dynamic Changes of Plant Population and Community Characteristics in the Degraded Artemisia Desert Steppe after Reseeding Restoration in Bole City

GUAN Tingxian¹, LIU Xingyi^{1*}, HOU Yurong², DONG Yiqiang³, WU Yue³, WU Kai³, SONG Yongkang³

(1. Grassland Workstation of Bole City, Bole, Xinjiang 833400, China;

2. Grassland Research Institute of Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830000, China;

3. College of Grassland Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

Abstracts:【Objective】 This study was conducted to explore the monthly dynamic changes of the plant community characteristics of *Seriphidium borotalense* desert steppe after reseeded, providing insights into the restoration effects of Artemisia desert grassland under reseeded and fertilization. 【Methods】 Taking the degraded temperate desert steppe in Bole City of Xinjiang as the research object, field survey and laboratory analysis were adopted, and the experimental areas were selected as follows: Kusol spring–autumn pasture (Dalit Township) and Kokesai spring–autumn pasture (Xiaoyingpan Township), where native adaptive plant species such as *Seriphidium borotalense*, *Kochia prostrata*, and *Artemisia sieversiana* were subject to reseeded treatments. Monthly monitoring of vegetation quantitative characteristics was performed. 【Results】 The quantity of plant communities showed significant seasonal changes. The height of plant communities in the reseeded area showed a unimodal curve, peaking in August (12.32 cm) in sampling site of Dalit Township and July (15.16 cm) in Xiaoyingpan Township, respectively. A significant delayed effect was observed in biomass accumulation, with peak values of 79.96 g/m² and 244.83 g/m² recorded at the two sites in October, representing increases of 217.00% and 519.00%, respectively, compared to the early growth stage. Community composition was altered significantly by reseeded. *Seriphidium borotalense* showed strong competitive advantage, and its importance value increased significantly at the end of the growing season, reaching 0.81 in October in the sampling site of Xiaoyingpan Township, becoming an absolute dominant species. Diversity indices generally declined. Dropping from 1.85 in May to 1.38 in October in Dalit Township, and the timing of peak diversity differed between sites, with Xiaoyingpan Township reaching its maximum (1.71) in August, three months later than Dalit Township. 【Conclusion】 Reseeded was conducive to the restoration of vegetation communities in degraded desert steppes, effectively maintained plant diversity. Meanwhile, responses to reseeded varied among different grassland types.

Key words: reseeded; *Seriphidium borotalense*; desert; population characteristic

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.008

基于 CiteSpace 可视化分析国内 小黑麦领域研究进展

苟仲源¹, 田 聪^{1*}, 杨向东², 玉山江³, 柯 梅¹, 帕热克·爱尼娃尔⁴,许承云⁴, 周喜荣⁴, 李 莉¹, 蔡永燕¹, 王绣婷¹, 刘子剑⁴

(1. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所, 新疆乌鲁木齐 830011;

2. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院, 新疆乌鲁木齐 830011;

3. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院畜牧研究所, 新疆乌鲁木齐 830011;

4. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院畜牧业经济与信息研究所, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要:【目的】深入了解小黑麦领域研究现状和发展趋势,快速获悉近年来该领域研究的热点与方向。【方法】基于中国知网(CNKI)数据集,利用 CiteSpace 对 2000—2025 年间小黑麦领域文献进行可视化分析。【结果】该时间段内共收录相关学术论文 961 篇,年发文量总体呈先下降后上升趋势。关键词共现分析表明,研究热点主要聚焦营养品质、生产性能、综合评价和复种模式等方面。从时间线图分析,该领域由“引种试种和推广、农艺性状表现和不同生境适应性”的研究,向“提高生产性能、营养品质、饲草品质以及探索复种模式”转变。作者合作和研究机构合作网络分析表明,杜文华、田新会、孔广超、曹连莆及宋谦等多名作者之间合作关系密切,甘肃农业大学、石河子大学等机构具有较强影响力。【结论】纵观小黑麦相关研究领域,营养品质、生产性能以及复种模式为现阶段的研究热点和趋势,而现有的作者合作网络也为即将投身该领域的研究团队提供了可借鉴的合作范例与资源整合方向。

关键词: 小黑麦; CiteSpace; 可视化分析; 知识图谱

中图分类号: S544.9

文献标识码: A

文章编号: 1003-6377(2025)06-0056-08

小黑麦是小麦属与黑麦属经过属间杂交和遗传改良手段创制的新作物,其杂种优势显著,蛋白质、氨基酸以及微量元素的含量相对较高,同时具备较高的生态适应性^[1]。小黑麦营养价值丰富,适口性好,马、牛、羊等家畜喜食,其利用方式多样,涵盖青刈、割制干草、青贮以及放牧等。特别是在扬花期进行刈割,能够收获大量优质青草。这对于缓解部分地区养殖业在粗饲料、青饲料以及精饲料方面的短缺问题,具有积极意义^[2,3]。研究显示,饲用小黑麦茎叶多汁,含糖量高,其蛋白质含量可达 24%~27%,高于小麦、玉米和高粱。将小黑麦晾晒制成干草用于饲喂家畜,不仅有助于提高家畜的产奶量,还能提升奶品质。而且,小黑麦干草的消化率与适口性均优于燕麦草^[3,5,6]。由于小

基金项目:新疆维吾尔自治区公益性科研院所基本科研业务项目(KY202456);新疆维吾尔自治区奶产业技术体系资助项目(XJARS-11);新疆维吾尔自治区重大科技专项项目(2024A02003-5)

作者简介:苟仲源(1995—),男,硕士,研究实习员,研究方向为作物遗传育种。E-mail:g823125157@163.com

通信作者:田聪(1982—),男,硕士,正高级畜牧师,研究方向为牧草栽培与遗传育种。E-mail:50388547@qq.com

收稿日期:2025-08-02,修回日期:2025-10-09

麦种植具有成本低、收益高的特点,目前已在我国安徽、新疆、甘肃、黑龙江、河北和四川等省(区)推广种植。除为畜禽提供饲料外,小黑麦还具备一定的生态修复功能,在盐碱地修复方面表现突出^[7]。在新疆致力于向现代畜牧业转型发展的大背景下,小黑麦的开发利用具有重要意义。一方面,它有望为农区集约化养殖提供关键的饲料支持;另一方面,其或许能为边际土地的开发利用提供一种全新的思路。“冬性小黑麦+青贮玉米或甜高粱、高丹草”等复种模式可充分利用全年光热资源,已在全国部分地区推广,新疆南疆地区亦有推广试种。根据甘肃农业大学多年测定结果,“饲用小黑麦+青贮玉米”一年两作饲草生产技术年产鲜草 112.5 ~ 127.5 t/hm²,较单种青贮玉米增产 33% ~ 50%,经济效益极其显著^[8]。为更全面、深入地了解该领域的研究现状和发展趋势,快速获悉近年来小黑麦研究的热点与方向,本文结合 CiteSpace 知识可视化软件,全面分析总结该领域的研究热点、关键作者、核心机构以及知识演进脉络等信息,进而探究小黑麦在生产应用中的新视角和方法,为小黑麦的开发利用推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据获取及标准化处理

本文以中国知网(CNKI)为数据来源库,选择“主题”搜索关键词“小黑麦”,检索时限为2000年1月1日至2025年5月31日,保留中文文献,共检索出相关文献1 296篇,剔除硕博学位论文、国内会议论文、报纸文献,最终获得收录期刊论文961篇。检索结果以 Refworks 格式导出,保存为 TXT 格式文件。

1.2 数据统计与分析

本文使用 CiteSpace 对筛选的文献进行计量分析。从 CNKI 直接下载的数据需要进行格式转换,在 CiteSpace 软件初始界面选择“data”功能转换数据,共剔除重复和空白数据后得到文献931篇。

利用 CiteSpace 软件分析小黑麦研究领域近 25 年内文献发文量、关键词突现性、机构合作网络及作者合作网络等。在 CiteSpace 的初始页面添加转换成功的数据集,时间线确定到2000年1月1日至2025年5月31日,将 G-index 的参数 k 调整为 25,其他参数选择默认值,点击“GO”运行,得到小黑麦领域关键词图谱、作者合作网络和机构合作网络图。基于关键词突现图谱选择“keywords Sources Labes”得到关键词聚类图谱,保留前 10 个聚类,选择“Bustness”板块调整 γ 参数为 0.1,其余保持默认值获取关键词突现强度图谱。节点大小代表发文量多少,节点越大,发文量越多^[9]。

2 结果与分析

2.1 发文量年际变化

发文量是最基础的文献计量指标,包括年发文量和累积发文量,年发文量的变化趋势可直观地反映出该领域所处的研究阶段^[9,10]。因 2025 年仅有 5 个月的数据,故本研究对 2000—2024 年小黑麦研究领域的发文情况进行统计分析。结果表明,在 2000—2011 年,该领域发文量波动较小,每年保持在 28 篇以上。此阶段发文主要集中在小黑麦的农艺性状和不同地区引种试种,以及对生态胁迫的关注也相对较高。2012—2014 年,发文量直线下降,但 2014 年以后发文量大幅递增,其中仅 2016 年、2020 年、2021 年相较前一年略有下降,2024 年发文量达到近 20 年来的峰值。说明在党中央、国务院高度重视国家粮食安全、促进农民增收和推进农业供给侧结构性改革的大背景下,自 2015 年“粮改饲”政策开始试点并扩大试点范围,作为粮饲兼用型农作物小黑麦的关注度正在逐渐增加,该研究领域或迎来更强劲的发展趋势,见图 1。

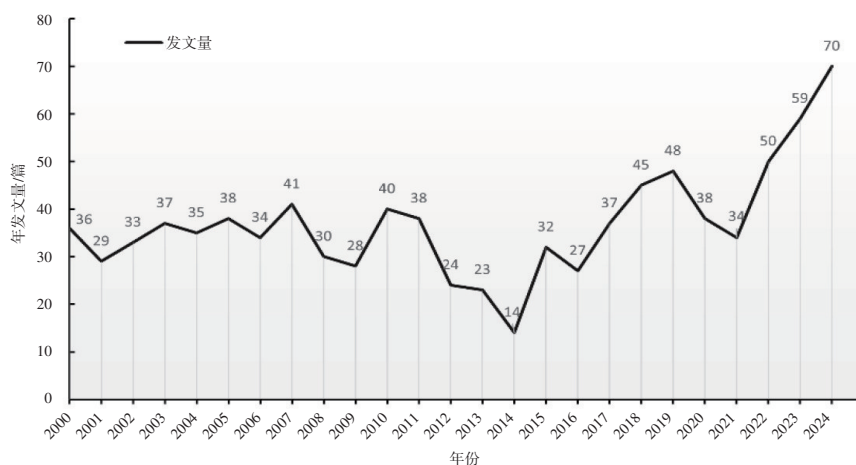


图1 小黑麦研究领域年发文量变化图

2.2 关键词网络分析

2.2.1 关键词共现网络和聚类分析

关键词共现分析得到的结果非常直观,可直接对所研究领域研究热点和趋势进行解释^[10]。通过对594个关键词共现分析结果表明,“小黑麦”“小麦”“产量”“生产性能”“黑麦”“营养品质”“农艺性状”“品质”“饲草”“综合评价”“营养价值”“草产量”及“干旱胁迫”等关键词引用频次较高,并且从网络线中可以看出这些关键词联系紧密。聚类平均轮廓值 $S=0.9062$, $S>0.7$,说明聚类结果可信;聚类模块值 $Q=0.6529$, $Q>0.3$,表明聚类结构清晰显著。通过对该领域关键词的聚类分析,得到以下聚类,#0小黑麦、#1复种、#2营养品质、#3小麦、#4黑麦、#5发芽率、#6产草量、#7冬小麦、#8牧草、#9籽粒产量。聚类分型结果显示,第一集合#0体现了该领域的研究主体。第二集合#1反映“复种”为研究热点,对农艺性状、复种模式和饲草等有较高的关注度。第三集合#2、#6反映“营养品质”为重要研究方向,例如营养价值、生产性能、草产量等。集合#3、#4、#7体现出小黑麦近缘关系和遗传背景,集合#5重点关注小黑麦对逆境的适应性。这些关键词共同反映了该领域从遗传背景到引种试种、从产量到生产模式再到营养品质的深度解析,以及不同生境适应性的探索现状,为快速掌握该领域的研究核心内容和主流发展趋势提供重要的参考价值,见图2、图3。

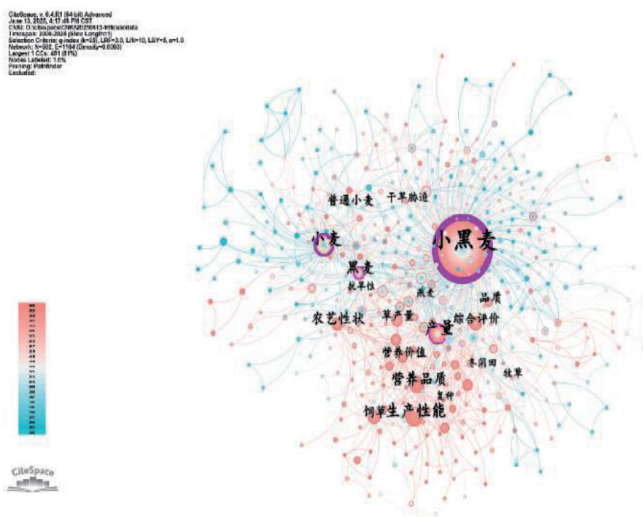


图2 小黑麦领域关键词共现网络图

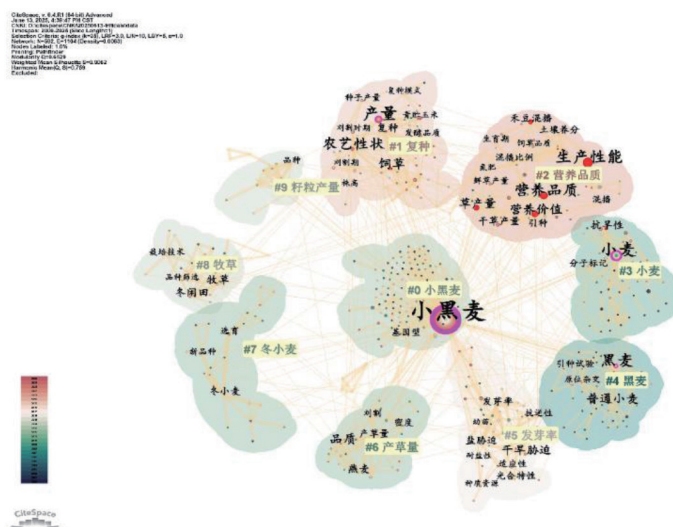


图3 小黑麦领域关键词聚类图

2.2.2 关键词时间线图分析

通过时空排列的方式,以文献发表时间为横坐标,聚类号为纵坐标,可直观反映研究期间关键词高频出现的时间及该领域内研究热点的演变趋势^[9]。2000—2010年,该领域高频出现“农艺性状”“饲草”“产量”“引种”和“抗性”等关键词,说明此阶段研究者较多关注小黑麦的引种试种和推广、农艺性状表现和不同生境适应性的探索。2010年以后,该领域高频出现“生产性能、营养品质、复种和饲草品质”等关键词,说明该领域研究方向由“能不能种”向“怎样种好”演变,此阶段更多关注的是提升品质和提高生产性能,对复种模式有更多的探索,表明小黑麦复种模式创新已成为该时期的研究热点,见图4。

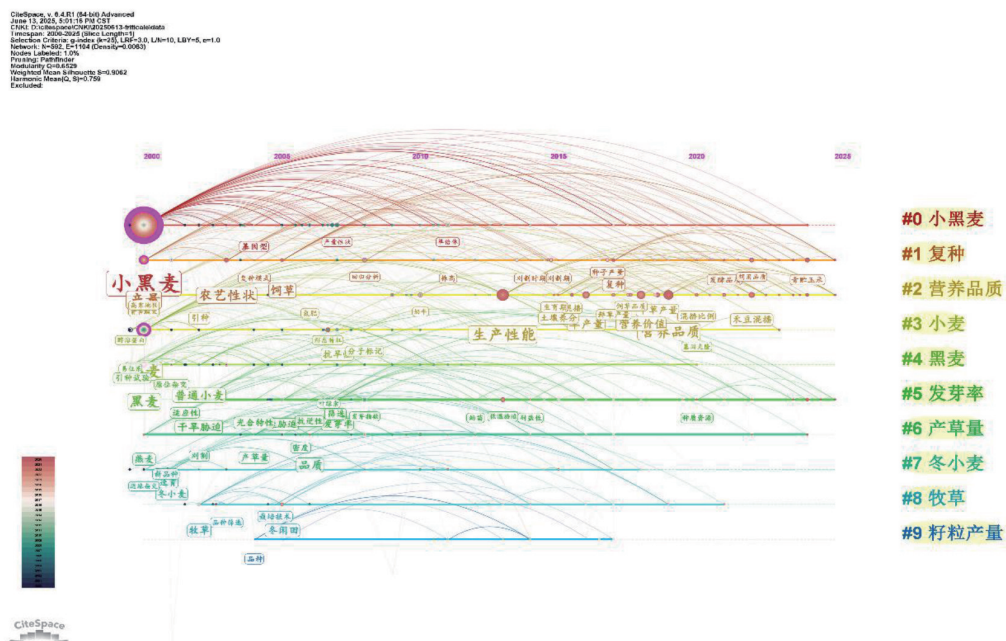


图4 小黑麦领域关键词时间线图

2.2.3 关键词突发性检测

关键词突发性检测对探讨研究热点具有重要意义。它能反映出短时间内文献中高频出现的关

关键词,进而探讨学科研究前沿与发展动向。研究发现,在小黑麦研究领域,自2019年起的6年间,“营养品质”这一关键词被高频引用,其突发强度为11.93。同时,“生产性能”和“营养价值”均被频繁引用,突发强度分别达到11.47和5.61,结合年份分布情况,可得“营养品质”“生产性能”“混播”“复种”“综合评价”为近几年该领域的主要研究热点,见表1。

表1 关键词突发强度与突发年份分布统计表

序号	关键词	年份	突发强度	起始	截至	年份分布(2000—2025年)
1	营养品质	2019	11.93	2019	2025	
2	生产性能	2013	11.47	2022	2025	
3	营养价值	2018	5.61	2021	2025	
4	综合评价	2009	5.27	2023	2025	
5	禾豆混播	2022	4.00	2022	2025	
6	饲草	2005	3.92	2021	2025	
7	草产量	2016	3.45	2021	2022	
8	密度	2006	3.28	2006	2011	
9	小麦	2000	3.03	2007	2010	
10	牧草	2002	2.95	2012	2015	
11	营养成分	2016	2.95	2016	2017	
12	混播	2016	2.64	2022	2025	
13	醇溶蛋白	2000	2.54	2000	2001	
14	土壤养分	2015	2.53	2021	2025	
15	复种	2017	2.36	2022	2025	
16	普通小麦	2002	2.32	2008	2009	
17	发酵品质	2021	2.30	2023	2025	
18	种子产量	2017	2.30	2017	2018	
19	筛选	2007	2.25	2015	2016	
20	混播比例	2020	2.22	2020	2021	

注:“”短线不同颜色表示关键词在该年份的突发性强弱。

2.3 作者合作网络分析

作者合作网络图充分展示2000—2025年在小黑麦领域发文作者和作者合作关系网,有助于了解国内小黑麦研究领域当前阶段具有主导地位 and 核心影响力的作者。本研究将G-index的参数k调整为50,以增强各个作者之间的网络关系。结果表明,甘肃农业大学杜文华教授在该领域贡献突出,共被引频次为90次,位居榜首;紧随其后的是同校的田新会副教授,共被引频次为56次;石河子大学孔广超教授则位列第3,共被引频次为47次。杜文华、田新会、孔广超、曹连蕾、宋谦、赵方媛与多名作者合作关系密切,且作者主要集中在甘肃农业大学、石河子大学等机构,表明这些机构在该领域具有重要的贡献、坚实的研究基础以及显著的学术影响力,见图5。

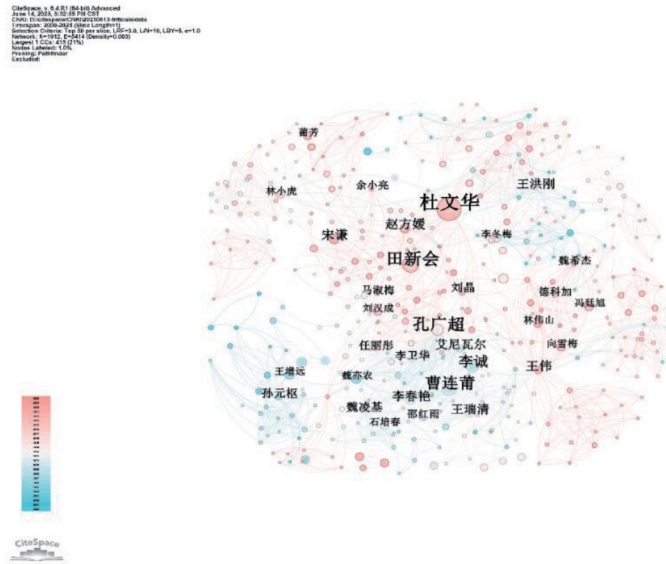


图5 小黑麦领域作者合作网络图

2.4 研究机构合作网络分析

利用CiteSpace机构合作网络分析功能,制作了近25年发文研究机构合作网络图。图中每个圆圈代表一个机构,圆圈大小反映发文量的多少,圆圈年轮颜色由“蓝”到“黄”反映机构被引年份。CNKI中近25年内有762个机构开展小黑麦领域研究与合作。其中,甘肃农业大学草业学院总被引频次为38次,相对集中在近5年;紧随其后的是石河子大学农学院,总被引频次为24次,相对集中在较早年份。甘肃农业大学草业学院/草业生态系统教育部重点实验室/甘肃省草业工程实验室/中-美草地畜牧业可持续发展研究中心、宁夏大学林业与草业学院,以及中国科学院大学等机构的被引频次排名靠前,且与多家科研机构存在较活跃的合作关系。总体来看,不同机构间的合作深度尚有提升空间,甘肃农业大学与石河子大学是小黑麦领域关注度较高的机构,见图6。



图6 小黑麦领域研究机构合作网络图

3 讨论

国内小黑麦的研究初期是由鲍文奎院士通过小麦与黑麦有性杂交育成,主要形成异源八倍体或异源六倍体两种类型。科研及技术推广部门积极从国内外引进优良小黑麦品种,并在不同地区开展试种与推广,这些品种表现出优良的生态适应性^[1]。根据小黑麦的生长特性,可将其分为饲草型和粮饲兼用型两大类。其中,六倍体小黑麦多用作饲草型,例如冀饲2号、中饲1890、中饲828等;粮饲兼

用型品种如中饲1048、黔中一号、小黑麦鉴3等^[11-13]。

本研究通过分析小黑麦领域的文献发表情况,发现自2000年起,该领域的研究重心仍然以农艺性状表现、引种试种及推广、产量和探讨不同生态适应性为主。尽管该阶段的发文量表现出下降趋势,但仍有如甘肃农业大学杜文华教授、田新会副教授,石河子农学院原副院长曹连莆,石河子大学孔广超教授等杰出专家及其研究团队从事小黑麦的相关研究。

在党中央、国务院高度重视国家粮食安全、促进农民增收和推进农业供给侧结构性改革的大背景下,自2015年“粮改饲”政策开始试点以来,该领域的关注度逐渐提升。近年来,该领域的关注度在逐渐增加,高频出现“生产性能”“营养品质”“复种”“饲草品质”等关键词,研究方向逐渐由“能不能种”向“怎样种好”转变。在这一领域,对复种模式的探索与创新正逐渐成为热门话题。围绕“冬性小黑麦+青贮玉米或甜高粱、高丹草”组成的一年两作模式,以及饲用小黑麦与苜蓿的混播技术,相关创新工作大量涌现^[14-17]。这些种植模式不仅能够有效利用冬季和早春光热水资源,而且实现了土地一年两季高效利用,极大提高了土地利用效率,特别是饲用“小黑麦+青贮玉米”复种模式还能够产出大量的优质饲草。当前,为进一步推动小黑麦产业实现持续且快速地发展,各科研机构之间仍需强化合作。具体而言,需在小黑麦新品种的繁育以及高效生产模式的开发方面持续发力,从而使新疆南疆地区农牧业过渡生态区的土地资源得以充分利用。

4 结 论

本文利用CNKI数据库,对2000—2025年小黑麦领域收录的相关文献进行可视化分析。结果表明,该领域年发文量总体呈先下降后上升趋势,在个别年份具有波动性。关键词共现分析结果显示,研究热点相对集中在“营养品质、生产性能、综合评价、复种模式”等方面,且突发强度高。从时间线图分析,小黑麦领域由“引种试种和推广、农艺性状表现和不同生境适应性的研究”,向“提高生产性能、营养品质、饲草品质以及探索复种模式”转变。作者合作和科研机构合作网络反映杜文华、田新会、孔广超、曹连莆及宋谦等多名作者合作关系密切,在国内形成以杜文华、田新会为首的核心专家团队。同时,甘肃农业大学、石河子大学等机构在该领域具有显著影响力,但各机构之间的合作深度有待加强。

参考文献

- [1] 田聪,陈强,韩青,等. 饲用小黑麦在新疆的产业化现状与前景分析[J]. 现代畜牧科技, 2024(11): 117-120.
- [2] 孔广超,曹连莆,艾尼瓦尔,等. 高产优质饲草型小黑麦新小黑麦2号的选育与应用[J]. 种子, 2005, 24(11): 72-73.
- [3] 刁玉虹,姚晓华,谢德庆,等. 饲用小黑麦品种(系)生产性能和饲用品质的综合评价[J]. 分子植物育种, 2024, 22(14): 4657-4670.
- [4] 郭莹,杨芳萍. 六倍体小黑麦饲用特性及应用前景[J]. 草业科学, 2018, 35(3): 635-644.
- [5] 孙浩彬,薛玉洋,牛玉杰,等. 全株小黑麦干草对育成牛营养物质表观消化率、血清生化指标及瘤胃发酵的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2023, 50(1): 106-114.
- [6] DE ZUTTER A, LANDSCHOOT S, VERMEIR P, et al. Variation in potential feeding value of Triticale forage among plant fraction, maturity stage, growing season and genotype[J]. Heliyon, 2023, 9(1): 12760.
- [7] 张银霞,褚红丽,赵方媛,等. 饲草型小黑麦品种(系)的抗寒生理生化指标评价[J]. 西北农业学报, 2024, 33(12): 2231-2243.
- [8] 张林萍. 将饲用小黑麦纳入国家粮改饲项目补贴,与青贮玉米倒茬轮作[N]. 中国畜牧兽医报, 2024-03-10(1).

- [9] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化[M]. 3版. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2022.
- [10] 张媛, 李小龙. 我国林下经济研究热点及未来趋势——基于 CiteSpace 软件可视化分析[J]. 农业与技术, 2023, 43(24): 162-166.
- [11] 王增远, 孙元枢, 陈秀珍, 等. 优质饲草小黑麦中饲 828 的选育与应用[J]. 作物杂志, 2003(6): 49.
- [12] 董永琴. 异源八倍体小黑麦黔中一号选育研究[J]. 贵州农业科学, 1994, 22(3): 1-5.
- [13] 孙玉, 闫文泽, 杨峰, 等. 优质饲粮兼用品种小黑麦鉴 3 的选育及品质分析[C]//中国作物学会. 2014 年中国作物学会学术年会论文集. 南京, 2014: 91.
- [14] 赵方媛, 曲广鹏, 田新会, 等. 饲料型小黑麦品系籽粒产量及其营养价值研究[J]. 草地学报, 2018, 26(6): 1374-1381.
- [15] 徐强, 田新会, 杜文华. 高寒牧区小黑麦与 3 种豆科牧草混播草地的土壤肥力特征[J]. 草原与草坪, 2023, 43(2): 107-115.
- [16] 武瑞鑫, 石霞, 贾文娟, 等. 华北平原区饲用小黑麦与褐色中脉高丹草复种模式研究[J]. 草地学报, 2023, 31(5): 1571-1577.
- [17] 张晓娟, 孙权, 陈永伟, 等. 宁夏引黄灌区饲用小黑麦复种青贮玉米高效栽培技术[J]. 饲料工业, 2024, 45(06): 125-129.

Domestic Research Progress on the Triticale: a Visualization Analysis Based on CiteSpace

GOU Zhongyuan¹, TIAN Cong^{1*}, YANG Xiangdong², Yushanjiang³, KE Mei¹, PAREKE·Ainiwaer⁴,

XU Chengyun⁴, ZHOU Xirong⁴, LI Li¹, CAI Yongyan¹, WANG Xiuting¹, LIU Zijian⁴

(1. Grassland Research Institute, Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

3. Institute of Animal Husbandry, Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

4. Institute of Animal Husbandry Economy and Information, Xinjiang Academy of Animal Science,

Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: **[Objective]** This study aimed to deeply understand the research status and development trend in the field of triticale in China, and to quickly obtain the research hotspots and directions in the field in recent years. **[Methods]** Based on the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) database, a visual analysis on literature in the triticale field from 2000 to 2025 was conducted using CiteSpace. **[Results]** The results showed that 961 related academic papers were included during this period, and the annual number of published papers generally showed a trend of initial decline followed by an increase. Keyword co-occurrence analysis indicated that research hotspots mainly focused on nutritional quality, production performance, comprehensive evaluation, multiple cropping patterns, etc. According to the analysis of timeline chart, researches in this field had shifted from "introduction, trial planting and promotion, agronomic trait performance, and adaptability to different habitats" to "improving production performance, nutritional quality, forage quality, and exploring multiple cropping patterns". The cooperation network of authors and research institutions reflected that many authors such as Du Wenhua, Tian Xinhui, Kong Guangchao, Cao Lianpu and Song Qian had close cooperation relationships, and institutions like Gansu Agricultural University and Shihezi University exhibited strong influence. **[Conclusion]** Throughout the triticale research field, nutritional quality, production performance and multiple cropping patterns were the current research hotspots and trends, and referable collaboration models and resource integration pathways were provided for future research teams entering this field by the existing author cooperation network.

Key words: triticale; CiteSpace; visualization analysis; knowledge graph

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.009

中国畜牧科技推广效能提升路径研究

——基于“三性”与规模异质性的分析

鲁云峰¹, 赵宇安², 蒋晓梅², 丁珊珊², 刘 燊^{2*}

(1. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院畜牧业经济与信息研究所, 新疆乌鲁木齐 830011;

2. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院科管部, 新疆乌鲁木齐 8830011)

摘要:【目的】旨在探讨分析中国畜牧科技推广效率低下的成因。【方法】系统阐释畜牧科技的先进性、经济性与适用性(以下简称“三性”)与推广活动之间的互动关系,剖析不同规模养殖主体对“三性”偏好的异质性。建立“三性”量化评价体系,对畜牧科技进行分类,提出分类推广的路径。【结果】先进性是畜牧科技推广的根本动力,经济性是其市场尺度,适用性是其场景锚点,“三性”共同构成了一个闭环循环、持续增强的推广生态系统;不同庭院散户、专业户(家庭农场)、规模化养殖场(企业)在畜牧科技“三性”偏好上存在显著差异,依次表现为“适用性主导”“经济性优先”和“先进性引领”的决策逻辑;构建以“三性”为核心的评价体系,将畜牧科技根据规模分为三类。【结论】针对三类养殖主体分别采取“普惠简便”“节本增效”和“前沿集成”的分类推广策略,为提升畜牧科技推广效能提供理论基础与实践指导。

关键词: 畜牧科技推广; 先进性; 经济性; 适用性; 规模异质性

中图分类号: S8-9

文献标识码: A

文章编号: 1003-6377(2025)06-0064-07

畜牧业现代化是实现农业现代化、全面推进乡村振兴的关键组成部分。目前,中国畜牧业正经历从传统粗放式经营向集约化、智能化、绿色化转型的关键时期。在此过程中,科技创新被视为驱动产业转型升级的核心引擎^[1]。中国各级政府也在不断加大对畜牧科技研发的投入,催生了众多具有国际先进水平的科研成果,在遗传育种、营养饲料、疫病防控、环境控制等领域进展显著^[2]。然而,一个值得关注的问题是,中国畜牧科技成果转化率仅为40%,远低于欧美国家70%以上的水平。许多畜牧科技成果在实验室中表现优异,却在推广的“最后一公里”严重受阻^[3,4]。这充分说明,畜牧科技能否得到有效推广,“先进性”并非唯一的决定因素,推广效能还受其自身多种属性的影响。当前,学术界围绕中国畜牧科技推广已开展多视角的研究。现有研究主要从两个层面展开探讨,一是从畜牧科技推广体系内部结构出发,对比分析不同推广主体主导下的推广模式及其效率。研究对比分析了政府主导型、市场驱动型、合作社参与型等多元畜牧科技推广模式的结构特征与运

基金项目:新疆维吾尔自治区科研院所基本科研业务费项目(KY2024078)

作者简介:鲁云峰(1988—),男,硕士,高级畜牧师,研究方向为畜牧产业经济。E-mail:775618716@qq.com

通信作者:刘燊(1984—),男,博士,副教授,研究方向为科技项目管理和畜牧产业经济。E-mail:190641935@qq.com

收稿日期:2025-08-20,修回日期:2025-10-15

行效果^[5-8]。结果表明,政府主导模式在公益性技术推广方面具有显著作用,市场化和合作社模式则更易满足养殖户的实际需求、获得更高的技术采纳率。值得注意的是,减轻政府行政压力、增强农户在推广中的主体地位、推动服务供给市场化,已成为畜牧科技推广体系改革的共识^[9]。二是聚焦畜牧技术应用端,从微观层面深入探讨养殖主体的技术采纳行为及其影响因素。从个体特征、风险偏好、社会资本和认知水平等多个维度开展实证分析,结果表明养殖主体的受教育程度、经营规模、社会网络及对技术的信任程度显著影响其采纳决策^[10-12]。因此,针对畜牧科技推广的障碍因素,需从提升认知水平、优化服务供给和降低采纳风险等方面设计更具针对性的推广策略,从而提高技术推广效能^[13]。尽管既有研究从外部视角提供了有益洞见,但缺乏对技术属性与养殖主体需求匹配性的系统分析,未能从本质上厘清畜牧科技属性与不同规模养殖主体需求之间的匹配关系,导致在制定推广效能提升策略时,容易陷入“一刀切”的困境。尽管已有研究零星提及畜牧科技推广成本、收益、适用性等因素^[14,15],但尚未构建起一个能够系统整合畜牧科技属性的分析框架。不仅如此,对于畜牧科技属性与推广之间内在联动机制的深入探讨也极为匮乏。

基于此,本研究以畜牧科技的固有属性,即先进性、经济性与适用性(以下简称“三性”)为出发点,深入剖析其与畜牧科技推广之间的逻辑关系,并探讨不同规模养殖主体在技术“三性”偏好上的差异。尝试构建以“三性”为核心的畜牧科技评价体系,并提出提升畜牧科技分类推广效能的策略路径。以期能为破解畜牧科技推广效能不足的难题提供理论指导,并为优化科研立项与推广政策提供方向指引。

1 畜牧科技“三性”与推广的互动关系

畜牧科技推广并非简单的技术转移,而是一个由技术内在属性、养殖主体需求与外部环境相互作用形成的复杂系统工程。畜牧科技“三性”是决定其推广成效的核心属性,三者之间相互关联、彼此制约,共同嵌入“技术-需求-应用”的反馈循环中,构成一个动态增强的闭环系统,见图1。

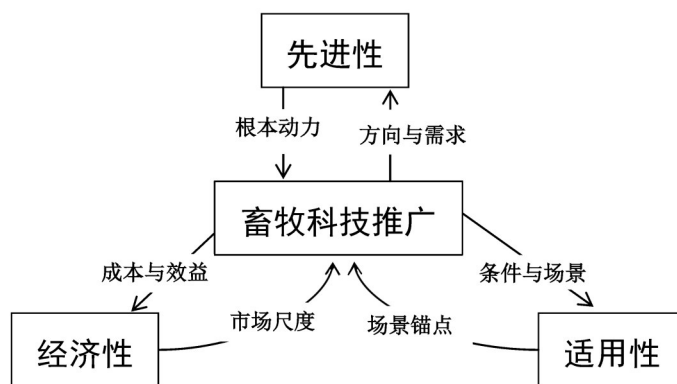


图1 畜牧科技“三性”与推广的循环互动关系

1.1 先进性是畜牧科技推广的根本动力

先进性是技术扩散的价值源头^[16]。通过创造“技术势能差”,畜牧科技能够为养殖中的痛点问题提供新型解决方案,从而激发养殖主体的应用意愿,遵循“创新引致需求”的内在逻辑。例如,基因编辑育种技术可培育出抗病性强、饲料转化率高的优良品种,其显著的性能优势构成了该技术从实验室迈向市场的内在推动力^[17];精准饲喂与智能化环境控制等技术可显著节约劳动成本、降低资源

消耗与环境污染的特性,成为规模化养殖场应用该类技术的重要依据^[18]。同时,推广也将实际技术需求反馈至研发端,引导科技的创新方向,体现了“需求引致创新”的反向作用。例如,地方猪种存在肉质优良但生长缓慢的问题,这一状况促使科研机构将育种技术创新的方向确定为兼顾生长效率与肉质风味^[19]。由此可见,畜牧科技的“三性”与推广通过“创新引致需求”与“需求引致创新”双向互动机制,实现了技术与实践的紧密结合。

1.2 经济性是畜牧科技推广的市场尺度

经济性是畜牧科技应用的初始筛选标准,也是实现可持续扩散的市场尺度。养殖主体对畜牧科技应用的决策本质上是一种基于成本收益评估的投资行为,尤其关注初始投入与长期收益之间的平衡^[20]。另一方面,经济性也是畜牧科技推广调节机制的重要指标。技术应用产生的实际效益与成本变化将形成强烈的市场信号,反馈至研发与畜牧科技供给方,推动其不断优化技术经济属性。例如,当推广主体面临因设备成本过高而产生的推广障碍时,会采取“技术降维”与模块化设计的方式来降低应用门槛。这种做法,实际上是对经济性约束的直接响应^[21]。因此,经济性的体现并非仅局限于技术推广前的静态可行性,它还通过动态反馈,持续对技术的演进路径以及推广策略产生影响。

1.3 适用性是畜牧科技推广的场景锚点

适用性是畜牧科技在实际生产中实现其价值的决定性因素,反映了技术与当地资源禀赋、设施条件、劳动力素质及社会环境的匹配程度。畜牧科技的推广效能,更多地取决于是否适合应用场景,是否能够“用得上、用得好”。例如,全混合日粮(TMR)技术虽然在大型牧场中表现出色,但在饲料资源分散、劳动力素质不均衡的中小牧场中,却面临适应障碍,需根据实际条件进行本地化适配调整^[22]。同时,适用性也在推广过程中被持续检验,进而驱动其迭代与再创新。以智能饲喂设备为例,其最初主要适用于大型猪场,经过轻简化、低成本改造后,才逐步适应散养户的需求^[23]。因此,适用性不仅关乎技术本身的特性,更是一个在应用中动态调适、与具体场景共同演化的属性。

1.4 推广是“三性”协同的检验反馈枢纽

推广并非技术扩散的终点,而是对“三性”组合效果的终极检验,并为技术优化提供核心反馈。一方面,推广直接验证技术的“三性”水平,先进性是否提升效率,经济性是否得以实现,适用性是否匹配生产场景。例如,在推广过程中,智能畜牧装备须持续应对设施兼容性、操作复杂性和维修便捷性等适用性挑战,其反馈直接推动产品功能优化与服务模式创新^[24]。另一方面,不同规模养殖主体在技术应用中提出的差异化的需求与评价,反向传导并驱动技术定向优化与迭代升级。例如,肉牛养殖技术在经济性与资源匹配度方面的反馈,是其本地化创新与适用性拓展的重要依据^[25]。综上所述,先进性驱动应用,经济性调节推广,适用性锚定场景,而推广则检验三者的效能并提供反馈以促进优化。

2 畜牧科技“三性”与养殖主体需求偏好

养殖规模是影响技术需求偏好、决策逻辑以及推广效能的关键因素^[26]。不同规模的养殖主体在资源禀赋、经营目标、风险承受能力及管理水平等方面存在系统性差异,导致其对技术先进性、经济性和适用性的评价权重与需求序列呈现显著分化特征。按照养殖规模,可将中国养殖主体分为庭院养殖散户、专业户(家庭农场)、规模养殖场(企业)三个类别^[27]。它们在典型特征、技术需求的“三性”偏好,及应用决策逻辑方面各有偏重,见表1。

表1 不同规模养殖主体的科技需求偏好与应用决策逻辑

养殖主体	典型特征	科技需求的“三性”偏好	应用决策逻辑
庭院散养户	少量散养,资金少,靠个人经验,劳动力自有,兼业经营。	适用性:操作简单、免维护 经济性:投入小、回报高 先进性:解决眼前具体问题	1. 是否费力? 2. 是否费钱? 3. 是否麻烦?
专业户(家庭农场)	规模以下,有资金,有技术,经验丰富,忙时雇工,主业经营。	经济性:投入小、见效快 适用性:适用现有基础条件 先进性:解决某一方面问题	1. 是否投钱? 2. 是否改建? 3. 是否有效?
规模化养殖场(企业)	规模以上,资金雄厚、应用常规技术,雇佣技术人员,专业经营。	先进性:提升养殖效率 经济性:考虑长远成本效益 适用性:可以进行改建	1. 是否有效? 2. 是否有利? 3. 是否改建?

2.1 庭院散养户:适用性主导的科技需求逻辑

庭院散养户往往采取小规模散养方式,资金投入有限,主要依赖家庭内部劳动力,多数情况下为兼业经营。该类主体对技术需求高度务实,遵循“适用性优先”的决策原则,高度注重技术的易操作性以及与现有简陋设施的兼容性。在经济性上,对初始投入极为敏感,强烈偏好成本低、见效快、风险小的微改良技术。对先进性要求最低,仅关注能否解决眼前具体生产问题。应用决策逻辑依次表现为:是否操作简单、免维护(是否费力)? 是否投入小、回报高(是否费钱)? 是否能解决眼前具体问题(是否麻烦)?

2.2 专业户(家庭农场):经济性驱动的科技需求逻辑

专业户(家庭农场)通常具备一定的养殖规模,有一定的资金实力,经验丰富。在繁忙季节,他们倾向雇佣劳动力,多将养殖作为家庭主业。该类主体表现出明显的经济理性特征,技术应用以“经济性”为核心驱动力,极度关注投入产出比和回本周期,追求性价比最优、见效快的技术。在适用性上,仍要求技术匹配现有设施,拒绝过于复杂或重大的改建。对先进性持开放但谨慎的态度,偏好已验证、能显著提升关键环节效益的改良型技术。应用决策逻辑依次表现为:是否投入小、见效快(是否投钱)? 是否适用现有基础条件(是否改建)? 是否能解决某一方面问题(是否有效)?

2.3 规模化养殖场(企业):先进性引领的科技需求逻辑

规模化养殖场(企业)一般资金雄厚,实行专业化管理,雇用专业技术团队,拥有坚实的技术应用基础。该类主体立足行业前沿,其技术需求以“先进性优先”为显著特征,积极寻求具备代际优势的创新技术以构筑竞争壁垒并实现效率突破。该类主体同样重视经济性,但侧重长期综合收益与战略效益,可接受高投入以换取持续领先。适用性层面因具备强大改造能力,关注点转向技术能否契合环保及政策等外部要求。应用决策逻辑依次表现为:技术是否提升养殖效率(是否有效)? 是否带来长远的经济效益(是否有利)? 技术应用落地是否可以改建(是否改建)?

3 推广应用主体对畜牧科技的评价分类

3.1 基于“三性”的畜牧科技评价指标体系

为提升畜牧科技推广效能,需重点关注两个核心问题,一是不同规模养殖主体如何有效筛选与采纳适用技术;二是推广主体如何针对不同规模的养殖主体实施精准推广。然而,当前推广应用主

体在畜牧科技评价分类方面仍缺乏一套系统化的依据与方法。为此,本研究基于畜牧科技的“三性”,结合不同规模养殖主体的实际技术需求偏好,尝试构建了一套畜牧科技分类评价指标体系。该体系将“三性”细化为9个具体指标,并增设1项总体评价指标,从而构成了包含10个评价指标的完整体系。指标均采用10分制,根据权重测算最终得分,见表2。

表2 不同规模养殖主体畜牧科技分类评价指标

评估维度	核心指标	权重/%	庭院散养户/%	专业户(家庭农场)/%	规模化养殖场(企业)/%
先进性	技术迭代代差	40			
	关键性能提升	40	20	20	40
	技术的成熟度	20			
经济性	边际成本收益	40			
	投入成本高低	40	30	40	30
	投入回本周期	20			
适用性	基础设施要求	30			
	人员技能要求	30	40	30	20
	环境的兼容性	40			
综合性	总体评价	100	10	10	10

注:本评价体系尚未进行大规模实证验证,尚需通过问卷调查或案例研究对其进行效度与信度检验。

3.2 推广应用主体对畜牧科技的评价分类

畜牧科技推广和应用主体可通过德尔菲法、层次分析法等对评价指标进行评分。根据不同规模的养殖主体对“三性”的权重赋值,计算得出某项畜牧科技的最终得分。基于此评分,可将畜牧科技划分为三类。

庭院散养户类:经济性、适用性得分均 ≥ 6 分,先进性得分 ≤ 3 分。此类畜牧技术多为操作简便、无需专业设备或技术人员的传统技术升级版,适用推广对象为庭院散养户。

专业户(家庭农场)类:经济性、适用性得分均 ≥ 6 分, $3 \leq$ 先进性得分 ≤ 6 。此类畜牧技术多为技术先进性适中(多为成熟改良型),经济性突出(投入产出比高),适用性较广,适用推广对象为专业户(家庭农场)。

规模化养殖场(企业)类:先进性、经济性得分均 ≥ 6 分,适用性得分 ≥ 3 分。此类畜牧技术具备显著的先进性(如代际领先),以及较高的经济回报潜力,但对基础设施和人员专业能力要求高,适用推广对象为规模化养殖场(企业)。

4 提升畜牧科技推广效能的分类推广策略

4.1 面向庭院散养户的推广策略

推广应当以“普惠、简便、低风险”为核心原则。重点推广操作简单、无需复杂培训、初始投入低的改良型技术。例如,经济型疫病防控方案、低成本饲料配制技术、简易棚舍改造技术及节水设备等。推广方式应依托基层技术服务体系,通过现场示范、无偿或补贴推广、发放简易操作图册等手段进行。可谨慎引入一些功能单一、效果明确、风险极低的轻简技术作为提升点。避免推广那些需要

较高投入、操作复杂或重大设施改造的技术,防止为推广对象带来难以承受的经济和管理负担。

4.2 面向专业户(家庭农场)的推广策略

推广应聚焦“节本、增效、稳产”,主推那些投入适中、回报周期短、能有效提升关键生产环节效率的成熟技术。例如,自动化饲喂设备、程序化免疫技术、中型粪污处理设施及全价配合饲料应用技术等。在推广过程中,应结合小额信贷、设备租赁和效果展示等配套服务,降低应用门槛,增强采纳者的信心。对条件较好、接受能力较强的主体,可适度推广环境控制、精准管理等对设施有一定要求但能显著提升效益的技术。不宜主动推广前沿性、高成本或需全面技术革新的技术。

4.3 面向规模化养殖场(企业)的推广策略

推广以“前沿、集成、引领”为核心方针,重点推广具有明显代际优势、能够全面提升生产效率与管理水平的先进技术。例如,基因育种技术、智能环控系统、基于大数据的精准饲喂模型、低碳养殖技术及全程可追溯系统等。应支持其与科研单位合作承担示范项目,参与行业标准制定,建设成为标杆生产基地,充分发挥其产业引领作用。同时,全面推广成熟的自动化生产技术、生物安全防控技术及粪污资源化利用技术,将其作为标准化生产体系的坚实支撑。鼓励对现有技术进行集成优化与持续改进,不断挖掘产能潜力,推动行业整体技术进步。

参考文献

- [1] 李政. 中国式现代化背景下畜牧业产业链韧性提升策略[J]. 饲料研究, 2023, 46(22): 194-197.
- [2] 刘继芳, 周向阳, 李敏, 等. 人工智能驱动畜牧新质生产力高质量发展: 制约因素、生成逻辑与推进路径[J]. 智慧农业(中英文), 2025, 7(1): 165-177.
- [3] 鲁云峰, 韩雪松, 许承云, 等. 新疆畜牧业科技服务体系创新研究[J]. 草食家畜, 2020(1): 53-58.
- [4] 于法稳, 黄鑫, 王广梁, 等. 畜牧业高质量发展: 理论阐释与实现路径[J]. 中国农村经济, 2021(4): 85-99.
- [5] 陈义媛. 中国农技推广体系变迁、农业转型与技术政治[J]. 开放时代, 2021(3): 60-74, 7.
- [6] 许瑞东, 陈梦凡. 提升基层畜牧兽医技术服务水平推进畜牧兽医事业发展[J]. 吉林畜牧兽医, 2023, 44(11): 159-160.
- [7] 肖德福. 瓮安县畜牧兽医技术服务专业合作社运行情况调查[J]. 贵州畜牧兽医, 2016, 40(2): 31-32.
- [8] 梁远, 张越杰. 产业组织模式对养殖户生产技术效率的影响——基于肉牛优势产区的调研[J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59(7): 344-350.
- [9] 邱佳雄, 高峰, 李琳玉, 等. 数字经济下中国农业技术推广的现实约束与国际启示[J]. 世界农业, 2024(6): 51-62.
- [10] 陈彦, 杨春. 探究规模化对畜牧业技术效率的影响——基于随机前沿模型[J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60(11): 382-388.
- [11] 郭巧苓, 马骥. 互联网应用对农户精准农业技术采纳的影响——基于907个蛋鸡养殖户的实证分析[J]. 农业技术经济, 2024(12): 25-45.
- [12] 谭永风, 张淑霞, 陆迁. 环境规制、技术选择与养殖户绿色生产转型——基于内生转换回归模型的实证分析[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(10): 69-76.
- [13] 宾慕容, 文孔亮. 基于农户满意度的循环农业技术采纳的绩效研究——以畜禽养殖废弃物利用为例[J]. 江西社会科学, 2017, 37(9): 93-99.
- [14] 傅德坤, 宋文吉, 陈明彪, 等. 冰源热泵系统在设施水产养殖中的技术经济性研究[J]. 新能源进展, 2021, 9(2): 151-157.
- [15] 杨增玲, 楚天舒, 韩鲁佳, 等. 秸秆饲料化集成技术模式及其区域适用性评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(23): 186-193.
- [16] ROGERS E M. Diffusion of innovations[M]. New York: Free Press, 2003.
- [17] VAN EENENNAAM A L, YOUNG A E. Public perception of animal biotechnology[M]//Animal biotechnology 2. Cham: Springer International Publishing, 2018: 275-303.
- [18] 钟甫宁, 王亚楠, 赵文治. 农业技术经济学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.

- [19] 王立贤, 张龙超, 颜华, 等. 我国生猪遗传改良现状与展望[J]. 中国农业科学, 2019, 52(18): 3228-3240.
- [20] 张晖, 孔繁涛, 吴建寨, 等. 畜禽养殖户智慧技术采纳意愿与影响因素分析——基于持续使用视角[J]. 农业技术经济, 2023(02): 56-69.
- [21] 赵一广, 杨亮, 郑姗姗, 等. 家畜智能养殖设备和饲喂技术应用研究现状与发展趋势[J]. 智慧农业, 2019(1): 20-31.
- [22] 李胜利, 曹志军, 刘玉满, 等. 不同规模奶牛场全混合日粮(TMR)技术应用效果及影响因素分析[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(5): 239-244.
- [23] 朱浩, 熊涛, 陈祺, 等. 养殖规模差异下畜牧业技术应用效果研究——以生猪精准饲喂技术为例[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(08): 269-274.
- [24] 王俊勋, 李俊雅, 张路培, 等. 智能畜牧装备技术推广中的问题与对策——基于规模化牧场的实证分析[J]. 中国农业科技导报, 2023, 25(4): 45-53.
- [25] 张越杰, 田露, 杨利峰. 中国肉牛主产区技术推广效率与影响因素分析[J]. 农业技术经济, 2022(11): 112-125.
- [26] 郭阳阳, 杜书增, 乔永亮, 等. 深度学习在家畜智慧养殖中研究应用进展[J]. 智慧农业(中英文), 2023(1): 52-65.
- [27] 杜富林, 张亚茜, 宋良媛. 草原畜牧业经营主体生产效率的比较研究——基于锡林郭勒盟入户调查数据[J]. 中央民族大学学报(哲学社会科学版), 2019, 46(4): 88-96.

Research on Pathways to Improve the Efficiency of Livestock Technology Extension in China

——An Analysis Based on the "Three Attributes" and Scale Heterogeneity

LU Yunfeng¹, ZHAO Yuan², JIANG Xiaomei², DING Shanshan², LIU Shen^{2*}

(1. Institute of Animal Husbandry Economics and Information, Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830011, China; 2. Department of Science Management, Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstracts: **[Objective]** The aim of this study was to analyze the issue of insufficient efficiency in livestock technology extension in China. **[Methods]** The interaction between the advancement, economic viability, and applicability (hereinafter referred to as the "three attributes") of livestock technologies, and extension activities was systematically elucidated, and the heterogeneity in preferences for the "three attributes" among livestock producers of different scales was examined. Then a quantitative evaluation system of the "three attributes" was established to classify livestock technologies, and pathways for categorized extension were proposed. **[Results]** The advancement served as the core driver of livestock technology extension, economic viability acted as the value measure, and applicability was the scenario anchor. Together, the "three attributes" formed a closed-loop, self-reinforcing ecosystem for livestock technology extension. Backyard farmers, specialized households/family farms, and large-scale farms/enterprises exhibited significant differences in their preference for the "three attributes", displaying decision-making logics characterized respectively by "applicability-dominance", "economic viability-priority", and "advancement-guidance". An evaluation system centered on the "three attributes" was constructed, and livestock technologies were classified into three categories according to scale. **[Conclusion]** Targeted extension strategies of "inclusive and simplified," "cost-saving and efficiency-enhancing," and "cutting-edge and integrated" were proposed for the three types of producers, providing a theoretical foundation and practical guidance for enhancing the efficiency of livestock technology extension.

Key words: livestock technology extension; advancement; economic viability; applicability; scale heterogeneity

10.16863/j.cnki.1003-6377.2025.06.010

新疆地方绵羊品种杂交利用现状问题及对策分析

杨全法^{1,2},贺小云¹,肖国亮^{2*},储明星^{1*}

(1.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所,北京 100193;

2.喀什地区畜牧工作站,新疆喀什 844000)

摘要:【目的】新疆作为我国第二大牧区,具备丰富的绵羊品种资源。全面深入地认识各品种的生产特性以及开发利用现状,对于养殖者依据当地实际情况科学选种,进而挖掘生产潜力、提升养殖效益,有着至关重要的意义。【方法】对新疆13个地方品种绵羊资源的生产特性、开发利用现状进行归纳总结。【结果】对新疆地方绵羊杂交利用调查中发现,杂交利用可以充分发挥杂种优势,提高后代繁殖、产肉和生长发育性能。然而,在杂交选育过程中,部分杂交后代群体的性能出现下降趋势。针对这一趋势,对新疆绵羊养殖过程中的问题给出具体建议。【结论】充分了解现有品种资源的优势和短板,优化绵羊饲养管理模式,强化技术推广力度,为新疆绵羊品种(系)遗传改良和生产性能的提升提供理论依据,进而推动新疆畜牧业蓬勃发展。

关键词:新疆;绵羊;杂交利用;新品种

中图分类号:S826

文献标识码:A

文章编号:1003-6377(2025)06-0071-08

新疆作为我国第二大牧区,其面积约占全国陆地面积的1/6,拥有广阔的草原资源与悠久的绵羊养殖历史^[1]。绵羊养殖业是畜牧业的重要组成部分,同时也是牧民主要的经济收入来源。在国家各项政策的积极推动下,新疆畜牧业取得长足发展,产区逐步由牧区向农区转移,养殖模式也由传统的放牧转为舍饲和半舍饲^[2]。绵羊养殖业凭借其独特的优势,成为推动新疆畜牧业蓬勃发展的重要产业,为当地经济注入源源不断的活力,显著提升了新疆人民的生活品质与经济收入水平。随着人民生活水平的持续提升,人们对于羊肉的消费需求日益增长。羊肉作为重要的蛋白质来源,深受新疆人民喜爱^[3,4]。优质的地方绵羊肉产品,凭借其独特的风味和营养价值,深受市场欢迎。然而,随着羊肉市场需求的快速增长与羊肉消费结构的升级,使新疆绵羊养殖业面临品种结构优化与生产性能提升的双重挑战。为此,本研究旨在对新疆地方绵羊品种的杂交利用现状进行综述,深入剖析当前面临的主要问题,从而为绵羊品种改良提供科学依据,推动新疆绵羊养殖业实现可持续发展。同时,本研究也期望为新疆地区绵羊产业的进一步发展提供数据支持,助力畜牧业的长远发展。

基金项目:新疆维吾尔自治区乡村振兴产业发展科技行动项目(2022NC116);新疆喀什地区教授(专家)工作站项目(KSRC-2023024)

作者简介:杨全法(1999—),男,硕士,研究方向为动物遗传育种与繁殖。E-mail:1614347483@qq.com

通信作者:肖国亮(1981—),男,硕士,正高级畜牧师,研究方向为肉羊遗传育种。E-mail:359362867@qq.com

储明星(1968—),男,博士,研究员,研究方向为羊优异繁殖性状分子机理。E-mail:mxchu@263.net

收稿日期:2025-08-15,修回日期:2025-10-19

1 新疆地方绵羊品种及杂交利用现状

1.1 新疆地方绵羊品种概况

新疆地域广阔,绵羊分布范围广泛,各品种在外形特征上呈现出显著差异,不同地区均拥有各自独特的绵羊品种。本研究通过阅读文献与查阅资料等方法,梳理了新疆地方绵羊品种的主要分布情况。结果表明,新疆共有13个地方绵羊品种,分别为哈萨克羊、巴音布鲁克羊、阿勒泰羊、多浪羊、巴尔楚克羊、叶城羊、柯尔克孜羊、巴什拜羊、策勒黑羊、吐鲁番黑羊、和田羊、罗布羊和塔什库尔干羊^[5]。其中,喀什地区日照充足、昼夜温差较大,盛产多浪羊,该品种被毛以灰白色为主,头与四肢为深灰色,颈为黄褐色^[6];吐鲁番市高温干燥、多风,盛产吐鲁番黑羊,其毛为纯黑色,个别羊呈黑棕色,头部白色者极少,羔羊毛色纯黑,随着年龄增长毛色逐渐变浅^[7]。新疆地方绵羊品种普遍具有性成熟早、适应性强、耐粗饲、体格健壮、生长发育快及产肉性能好等优良特性,但多数品种繁殖率偏低。见表1。

表1 新疆地方绵羊品种的主要分布情况

品种	繁殖率/%	分布
巴尔楚克羊	110	新疆塔里木盆地与塔克拉玛干沙漠西北部的巴尔楚克城
巴音布鲁克羊	105~110	新疆和静县巴音郭楞乡、和静县巴音乌鲁乡和巴音布鲁克牧场
叶城羊	108~110	新疆叶城县山区的西哈休、柯克亚、乌夏巴什、棋盘、宗朗等乡和普萨牧场及部分平原乡镇
哈萨克羊	99	新疆天山北麓和阿尔泰山南麓及其与甘肃、青海毗邻的地区
阿勒泰羊	111	新疆阿勒泰地区的福海、富蕴、青河、哈巴河等县及阿勒泰市等
柯尔克孜羊	87	新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州的乌恰县和阿图什市牧区
巴什拜羊	105	新疆塔城地区裕民县巴尔鲁克山区
策勒黑羊	215	新疆策勒县托万加依村、吾格日克村等地
吐鲁番黑羊	101	新疆吐鲁番盆地的吐鲁番市
多浪羊	113~130	新疆喀什地区以麦盖提县为中心的沿叶尔羌河流域,包括莎车县的荒地、阿扎特巴格、伯什坎然木等乡镇
和田羊	98~103	新疆洛浦、策勒、于田、民丰及和田等县,山区型品种分布在于田县的阿羌乡、奥依托拉克乡和策勒县的恰恰乡
罗布羊	93	新疆尉犁县的塔里木、墩阔坦、兴平、古勒巴格乡及沿塔里木河流域的尉犁县辖区
塔什库尔干羊	105	新疆帕米尔高原东部山区和塔什库尔干塔吉克自治县的达布达尔乡

1.2 新疆地方绵羊品种杂交利用现状

为满足人们对新疆羊肉产品日益增长的需求,杂交技术的应用已成为提升肉羊生产效率的关键策略。通过引进国外优良品种与本地绵羊开展杂交扩繁,利用杂交育种技术,可以充分发挥杂交优势,从而有针对性地提升杂交绵羊子代的生长发育、繁殖及产肉性能。

在巴音布鲁克羊的杂交改良过程中,引入青海半细毛羊品种后,杂交后代母羊的繁殖性能得到显著提升,但杂交后代羔羊的生长发育性能却受到一定程度的抑制。相比之下,将其与杜泊羊进行

品种改良后,杂交后代的日增重提高了25.70%。因此,在巴音布鲁克羊的选育过程中,引入杜泊羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表2。

表2 巴音布鲁克羊杂交利用统计

参配品种	繁殖性能	生长性能	产肉性能
青海半细毛羊	+10.89%	初生重-0.19 kg、断奶重-2.09 kg	—
次盖半细毛羊	-3.78%	初生重+0.85 kg、断奶重-2.48 kg	—
德国美利奴羊	—	日增重+100 g	胴体重+4.65%、屠宰率+3.45%
杜泊羊	—	日增重+25.70%	胴体重+2.12%

注:“—”表示未找到数据,下表同。

在哈萨克羊的杂交改良过程中,湖羊的引入导致杂交后代在生长发育性能上出现一定程度的抑制效应,而将其与杜泊羊进行品种改良则显示出显著的正向效果,杂交后代羔羊的初生重增加0.84 kg、胴体重增加6.88 kg。因此,在哈萨克羊选育过程中,引入杜泊羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表3。

表3 哈萨克羊杂交利用统计

参配品种	生长性能	产肉性能
萨福克羊	—	胴体重+5.72 kg、净肉重+4.81 kg
小尾寒羊	—	胴体重-2.32 kg、净肉重+2.30 kg
无角陶赛特羊	初生重+0.69 kg、4月龄重+3.71 kg	—
特克赛尔羊	初生重+0.61 kg、12月龄重+7.83 kg	—
湖羊	初生重+0.13 kg、6月龄重-1.05 kg	—
杜泊羊	初生重+0.84 kg	胴体重+6.88 kg
黑头萨福克	5月龄体重+29.40%	—

在阿勒泰羊杂交利用过程中,引入萨福克羊进行杂交,杂交后代的日增重效果最低,仅增加0.04 kg。相比之下,将其与特克赛尔羊进行品种改良的效果显著提升,杂交后代羔羊的初生重增加1.39 kg。因此,在阿勒泰羊选育过程中,引入特克赛尔羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表4。

表4 阿勒泰羊杂交利用统计

参配品种	生长性能	产肉性能
道赛特羊	日增重+0.05 kg	—
萨福克羊	日增重+0.04 kg	—
陶赛特羊	—	胴体重+13.31%、屠宰率+13.58%
特克赛尔羊	初生重+1.39 kg	—
德国美利奴羊	—	净肉率+16.47%

在柯尔克孜羊杂交利用过程中,引入多浪羊进行杂交,杂交后代的初生重效果最低,仅增加0.39 kg。相比之下,将其与萨福克羊进行品种改良的效果显著提升,杂交后代羔羊的初生重增加

0.42 kg,断奶重增加 3.48 kg。因此,在柯尔克孜羊选育过程中,引入萨福克羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表5。

表5 柯尔克孜羊杂交利用统计

参配品种	生长性能
巴特肯羊	5月龄重+3.31 kg
多浪羊	初生重+0.39 kg、断奶重+2.47 kg
萨福克羊	初生重+0.42 kg、断奶重+3.48 kg

在巴什拜羊杂交利用过程中,引入野生盘羊进行杂交,杂交后代母羊的繁殖性能和杂交后代的生长发育性能受到抑制。相比之下,将其与萨福克羊进行品种改良效果显著提升,杂交后代羔羊的初生重增加 0.07 kg,胴体重和净肉率分别提高 19.34% 和 5.55%。因此,在巴什拜羊选育过程中,引入萨福克羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表6。

表6 巴什拜羊杂交利用统计

参配品种	繁殖性能	生长性能	产肉性能
萨福克羊	—	初生重+0.07 kg	胴体重+19.34%、净肉率+5.55%
野生盘羊	-15.80%	初生重-0.60 kg	—

在策勒黑羊杂交利用过程中,引入陶赛特羊进行杂交,杂交后代羔羊的初生重提高 39.00%。因此,在策勒黑羊选育过程中,引入陶赛特羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表7。

表7 策勒黑羊杂交利用统计

参配品种	生长性能
陶赛特羊	初生重+39.00%

在吐鲁番黑羊杂交利用过程中,引入萨福克羊进行杂交,杂交后代羔羊的初生重仅增加 0.32 kg。相比之下,将其与小尾寒羊进行品种改良的效果显著提升,杂交后代母羊的繁殖率提高 39.00%,杂交后代羔羊的初生重增加 0.41 kg。因此,在吐鲁番黑羊选育过程中,引入小尾寒羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表8。

表8 吐鲁番黑羊杂交利用统计

参配品种	繁殖性能	生长性能	产肉性能
萨福克羊	—	初生重+0.32 kg	胴体重+5.20 kg、净肉重+4.35 kg
多浪羊	+29.00%	初生重+0.50 kg	—
小尾寒羊	+39.00%	初生重+0.41 kg	—

在多浪羊杂交利用过程中,引入杜泊羊进行杂交,杂交后代羔羊的初生重受到抑制。相比之下,将其与无角陶赛特羊进行品种改良效果显著提升,杂交后代羔羊的初生重提高 29.24%。因此,在多浪羊选育过程中,引入无角陶赛特羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表9。

表9 多浪羊杂交利用统计

参配品种	繁殖性能	生长性能	产肉性能
林肯羊	—	周岁体重+5.05%	屠宰率+4.48%
萨福克羊	—	周岁体重+9.58%	—
无角陶赛特羊	—	初生重+29.24%	胴体重+9.29 kg、净肉重+8.09 kg
特克赛尔羊	+8.00%	初生重+0.57 kg	—
杜泊羊	—	初生重-0.05 kg	—

在和田羊杂交利用过程中。引入阿莱羊进行杂交,杂交后代的日增重仅增加0.54 kg。相比之下,将其与林肯羊进行品种改良效果显著提升,杂交后代的周岁重增加13.48 kg。因此,在和田羊选育过程中,引入林肯羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表10。

表10 和田羊杂交利用统计

参配品种	生长性能	产肉性能
林肯羊	周岁重+13.48 kg	—
阿莱羊	初生重+0.54 kg	—
阿勒泰羊	初生重+1.60 kg	屠宰率+13.00%

在塔什库尔干羊杂交利用过程中,引入多浪羊进行杂交,杂交后代母羊的繁殖性能提升13.00%,杂交后代羔羊的初生重增加0.87 kg。因此,在塔什库尔干羊选育过程中,引入多浪羊进行品种改良具有显著优势,并具有重要的应用价值和推广意义。见表11。

表11 塔什库尔干羊杂交利用统计

参配品种	繁殖性能	生长性能
多浪羊	+13.00%	初生重+0.87 kg

2 新疆绵羊养殖面临的问题

近年来,新疆绵羊养殖面临着一系列严峻挑战。在养殖规模与供需关系上,2023年新疆羊出栏和存栏比仅为74.90%,不仅与全国平均水平的107.00%存在较大差距,相较于全国排名第一的安徽省(259.00%)更是悬殊,这种结构失衡严重影响了羊肉市场供应,致使新疆每年都需从内地省(区)引进一定数量的羊来缓解供应压力^[8]。

从生产方式与效率来看,当前新疆农牧融合程度欠佳,传统生产方式转型缓慢,直接导致肉羊出产率较低^[9]。尽管新疆饲料转化率较高,但面临绵羊品种结构不合理的问题,缺乏繁殖成活率高、适应性强且肉质优良的高产绵羊品种^[10]。此外,地方品种养殖数量较多,区域性优势品种养殖未形成规模,导致新疆绵羊品种良种化率较低,进一步推高了养殖成本。

在市场价格方面,李彦飞^[11]等人的研究统计表明,2021—2023年间新疆羊肉价格持续下跌,到2023年已跌至64.97元/kg。然而,2023年玉米、豆粕、小麦麸等饲料价格却分别达到2012年的1.30倍、1.15倍和1.45倍。羊肉价格与饲料价格的反向变动,无疑给新疆绵羊养殖产业带来了更大的成本压力与市场挑战。

3 新疆绵羊养殖建议

以规模化养殖场的养殖现状为研究对象,从饲草料的科学配比、妊娠母羊管理、羔羊管理、断奶管理、育肥羊管理、羊舍环境管理以及绵羊养殖技术推广等多个方面进行探讨,对养殖各环节进行精细化管控,以期为规模化养殖场实现高效饲养管理和降本增效提供科学依据与参考建议。

3.1 饲草料的科学配比

饲草料作为养殖业发展的基石,新疆却面临着饲草料资源相对匮乏,尤其是优质饲草料供应不足的问题^[12];此外,新疆饲草料加工技术较为落后,大量饲草料依赖长途调运,导致饲养成本显著增加^[10]。为解决这一问题,建议通过政策引导,鼓励本地优秀企业加强畜牧业与种植业的协同合作,形成“种植-养殖-加工”一体化产业链,实现资源的循环利用和经济效益最大化,从而有效降低饲养成本^[13]。同时,饲料营养搭配不均衡也是制约饲草料利用效率的重要因素,通过科学合理地优化饲料营养配比与饲喂量,不仅能够促进绵羊的生长发育,还能显著降低饲养成本,提升养殖效益。

3.2 妊娠母羊管理

在母羊的整个妊娠期,饲养管理不当可能导致母羊营养不良,进而影响胎儿的正常发育,严重时甚至引发流产等不良后果^[14]。妊娠早期,由于胎儿生长发育较为缓慢,母羊对营养的需求较低,因此不宜过度饲喂,应以维持母羊正常膘情为目标;同时,需合理控制圈舍饲养密度,确保母羊有良好的饲养环境及充足的活动空间。随着妊娠进程的不断推进,胎儿发育速度加快,母羊对营养物质的需求逐渐增加,此时应逐步提高精料的饲喂量,并注重维生素和矿物质的均衡补充,以满足胎儿的生长发育需求。进入妊娠后期,可适当增加粗饲料的投喂比例,以促进母羊乳腺发育,为产后泌乳奠定基础^[15]。

3.3 羔羊管理

在绵羊养殖过程中,羔羊的饲养管理是决定其生长发育和健康状况的关键环节^[16]。由于羔羊自身抵抗力较弱,易受疾病侵袭,须采取科学的饲养管理措施。首先,确保羔羊出生后2 h内及时摄取初乳,因为初乳富含免疫球蛋白和营养物质,能够有效提升羔羊的免疫力;此外,还需加强免疫接种、疫病防控以及益生菌调理等工作,为羔羊的健康生长提供保障。王玺年等^[17]研究表明,在羔羊饲料中同时补充益生菌和饲草纤维,能够显著提高其生长性能,改善血清生化指标,并增强免疫机能和机体抵抗力。这些措施不仅有助于降低羔羊的发病率,还能促进其在早期生长阶段的健康与快速发育。

3.4 断奶管理

优化早期断奶环节是提升羊只生长速度和养殖效益的重要措施。杜海东^[18]等研究发现,中卫山羊羔羊在早期断奶后体重增长更为显著,其日增重达到0.15 kg,较常规断奶组提高11.40%。此外,景爱强^[19]的研究进一步证实,早期断奶不仅能够提高羔羊的屠宰性能,还能促进其消化器官和内脏器官的发育。研究指出,对羔羊实施30 d早期断奶是一种可行有效的管理策略。这些研究结果表明,早期断奶不仅能够加快羔羊的生长速度,还能提升其整体生产性能,从而对养殖经济效益产生积极影响。

3.5 育肥羊管理

在育肥羊的管理过程中,科学的分群策略和饲养密度控制是确保羊只健康生长的关键措施。应根据羊只的体重进行合理分群,并严格控制饲养密度,以减少因争夺食物而引发的争斗和伤害。

入栏时,饲养员需对每只羊的精神状态、食欲及粪便情况进行细致观察,并及时实施驱虫和免疫处理,以增强羊只的免疫力^[20]。在饲喂策略上,建议采用少量多次的饲喂方式,这种方式不仅能有效降低饲料浪费,还能确保每只羊获得充足的采食量,从而避免因过度饱腹或饲料不足而导致的生长迟缓或健康问题^[21]。这种科学化的管理方式不仅能够显著提升羊只的育肥效果,还能促进其健康生长,最终提高养殖效益。

3.6 羊舍环境管理

羊舍环境管理必须严格执行消毒制度,定期对羊舍进行全面清洁和消毒,以有效减少病原微生物的传播,从而显著降低绵羊的发病率和死亡率^[22]。此外,环境因素,例如温度、光照等,对羊只的生长发育具有直接影响。娜仁花等^[23]研究表明,适宜的光照强度和光照时间能够增强机体的代谢机能和氧化过程,促进蛋白质和矿物质的沉积,进而加速生长发育,并提高繁殖性能和抗病能力。郭春华^[24]在猪的研究中指出,采食量随环境温度的变化会呈现不同的响应模式,在高温条件下,采食量随温度升高呈二次函数下降;而在低温条件下,采食量随温度降低呈线性增加。这一结论同样适用于羊只的羊舍环境管理。通过合理调整羊舍温度,可以确保羊只保持良好的食欲和健康状态,从而优化其生长性能。

3.7 绵羊养殖技术推广工作

充分挖掘本地绵羊优势品种的遗传潜力,结合杂交育种等技术推广措施,可以有效提高绵羊养殖的经济效益。此外,开展技术宣讲活动可以进一步提高规模化养殖场的科学管理水平,为绵羊养殖行业带来更高的经济效益和可持续发展的动力。

4 结 论

通过优化绵羊饲养管理技术,结合杂交育种等有效的技术推广措施,可以显著提升新疆绵羊品种(系)的遗传改良和生产性能。这不仅为推动新疆绵羊养殖业的可持续发展提供了理论依据,也为实现畜牧业的高效、绿色发展奠定了实践基础。通过持续的技术创新和科学管理,助力新疆畜牧业蓬勃发展。

参考文献

- [1] 王钱伟, 谢宜飞, 李先东. 新疆畜牧业发展趋势报告[J]. 畜牧产业, 2025(1): 52-60.
- [2] 王敏. 放牧与舍饲对肉牛生产性能和肉品质影响的比较研究[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [3] ZHANG C L, WANG G Z, WANG J M, et al. Analysis of differential gene expression and novel transcript units of ovine muscle transcriptomes[J]. PLoS One, 2014, 9(2): 89817.
- [4] 热米拉·阿帕儿, 邢巍婷, 叶小芳, 等. 不同年龄新疆山羊肉品质、脂肪酸和挥发性风味物质比较分析[J]. 草食家畜, 2025(1): 37-46.
- [5] 魏佩玲. 新疆四个地方品种绵羊毛绒特性分析与遗传多样性研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2016.
- [6] 杨玉霞, 吴荷群. 新疆多浪羊的研究进展及产业发展思考[J]. 现代畜牧兽医, 2022(3): 90-93.
- [7] 克木尼斯汉·加汉. 优良地方绵羊品种巴什拜羊[J]. 农村百事通, 2019(24): 36.
- [8] 刘娜娜, 森巴提·叶尔兰, 杨会国, 等. 新疆肉羊产业2023年度发展分析及2024年度发展趋势预测[J]. 草食家畜, 2024(2): 60-70.
- [9] 韩玉龙. 新疆肉羊产业发展现状及路径探析[J]. 农村经济与科技, 2016, 27(19): 87-88.
- [10] 赵文娟, 张星星, 杨庆勇, 等. 新疆肉羊产业发展现状及未来养殖模式展望[J]. 现代畜牧科技, 2024(3): 112-115.

- [11] 李彦飞, 牛青青. 新疆肉羊产业发展现状分析与思考[J]. 新疆畜牧业, 2024, 39(4): 29-31.
- [12] 张晶, 李晓敏. 新疆北疆农区畜牧业饲草料供给存在的问题及发展潜力[J]. 草食家畜, 2019(5): 48-53.
- [13] 般丽丽. 内蒙古地区肉羊养殖成本与利润变动及发展对策研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(18): 20-22.
- [14] 王峰, 李秀娟. 母羊妊娠期和哺乳期的饲养管理[J]. 今日畜牧兽医, 2024, 40(10): 53-55.
- [15] 张民. 怀孕母羊饲养管理技术[J]. 中国动物保健, 2024, 26(1): 99-100.
- [16] 王振涛, 刘士刚, 祝福勇, 等. 人工授精与羔羊早期断奶技术的应用[J]. 中国动物保健, 2024, 26(10): 101-102.
- [17] 王玺年, 安小娅, 魏占虎, 等. 补饲益生菌对湖羊羔羊生长性能、免疫功能及血液生化指标的影响[J]. 畜牧兽医杂志, 2025, 44(1): 17-20.
- [18] 杜海东, 俞春山, 张兵. 早期断奶对中卫山羊羔羊生长性能的影响[J]. 北方牧业, 2024(22): 18.
- [19] 景爱强, 王志武. 早期断奶对羔羊器官发育和营养物质代谢的影响[J]. 饲料工业, 2023, 44(21): 68-73.
- [20] 张发明. 育肥羊养殖关键技术探讨[J]. 畜牧业环境, 2024(9): 140-141.
- [21] 常志宏, 王兴伟. 规模场育肥羊饲养管理[J]. 畜牧兽医科技信息, 2023(7): 134-136.
- [22] 张永良. 规模化养羊场综合防疫措施[J]. 现代农村科技, 2024(8): 93.
- [23] 娜仁花, 红蕾. 光照对畜禽生产性能的影响[J]. 畜牧与饲料科学, 2005, 26(1): 36-38.
- [24] 郭春华, 柴映青, 王康宁. 高温和低温对生长育肥猪生产性能影响模式的研究[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2006, 22(4): 49.
- [25] 徐启霞. 绿色畜牧养殖技术的有效推广[J]. 新农民, 2024(17): 105-107.

Current Status and Challenges of the Crossbreeding Utilization of Local Sheep Breeds in Xinjiang

YANG Quanfa^{1,2}, HE Xiaoyun¹, XIAO Guoliang^{2*}, CHU Mingxing^{1*}

(1. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

2. Kashgar Livestock Work Station, Kashgar, Xinjiang 844000, China)

Abstract: **[Objective]** As the second largest pastoral area in China, Xinjiang possesses rich resources of sheep breeds. Fully understanding the production characteristics and utilization status of these breeds is helpful for farmers to select breeds according to local conditions, thereby releasing production potential and improving breeding efficiency. **[Methods]** The production characteristics, development and utilization status of 13 local sheep breeds in Xinjiang were summarized. **[Results]** In the investigation of crossbreeding utilization of Xinjiang local sheep breeds, it was found that crossbreeding utilization could give full play to heterosis and improve the reproduction, meat production and growth and development performance of offspring. However, a decline in performance had been observed in some crossbred offspring during selective breeding. In response to this trend, specific recommendations were proposed to address challenges in sheep farming in Xinjiang. **[Conclusion]** By fully understanding the advantages and disadvantages of the existing breed resources, and improving the sheep breeding management and technology promotion, theoretical basis was provided for the genetic improvement and production performance enhancement of Xinjiang sheep breeds, thereby fostering the vigorous development of the local livestock industry.

Key words: Xinjiang; sheep; crossbreeding utilization; new breed

2025年《草食家畜》1-6期总目次

第一期(总第230期)

- 影响吐鲁番黑羊初生重的非遗传因素及遗传力估计··· 白 锋,滕 文,阿米妮古丽·阿不来孜,等(1)
- 颗粒日粮中添加玫瑰花渣对湖羊血清生化指标的影响····· 田瑞瑞,马国斌,郭同军,等(8)
- 长期高铜饲喂对绵羊胰腺损伤的影响····· 康馨月,吴君仰,平 悦,等(15)
- 一例牛源产气荚膜梭菌的分离鉴定和药敏试验····· 宫 震,付修龙,金映红,等(23)
- 新疆哈密市畜间包虫病感染情况调查及影响因素分析····· 张国新,张晓晓,买吾兰·孜克牙,等(29)
- 不同年龄新疆山羊肉品质、脂肪酸和挥发性风味物质比较分析·····
····· 热米拉·阿帕儿,邢巍婷,叶小芳,等(37)
- 和田羊毛绒资源品质分析····· 关鸣轩,魏佩玲,种丽伟,等(47)
- 新疆奶牛产业的现状与前瞻:从挑战到机遇····· 王 娇,马永仁,刘子剑,等(55)
- 新疆数字畜牧业资源有效利用的挑战与对策分析····· 石 昆,刘娜娜,森巴提·叶尔兰(61)

第二期(总第231期)

- 新疆和田地区成年湖羊体重与体尺的多元回归分析·····
····· 比吉古丽·萨塔尔,努尔阿卜杜拉·吾吉外力,杨会国,等(1)
- 不同激素处理方法对湖羊同期发情及腹腔镜受孕率的影响·····
····· 莫合塔尔·夏甫开提,木沙·托合提,阿布力皮孜·买买提,等(7)
- 不同蛋白水平全价颗粒饲料对湖羊公羔育肥效果的对比分析····· 解凤梅,杨会国,郭佳霖,等(12)
- 一株精氨酸支原体的分离培养及分子生物学鉴定····· 杨 康,马春江,李海利,等(20)
- 新疆生产建设兵团第四师小反刍兽疫活疫苗免疫效果评价····· 蒋 龙,何玉娇,李 胜,等(28)
- 牛羊肉及奶制品安全防线的创新:胶体金检测试纸卡的优化设计·····
····· 魏佩玲,艾斯卡尔·吐尔逊,关鸣轩,等(33)
- 2024年新疆羊产业发展分析及2025年预测····· 森巴提·叶尔兰,杨会国,刘娜娜(39)
- 新疆畜产品品牌发展现状与优化路径研究··· 沙旦提·阿不都外力,刘子剑,森巴提·叶尔兰,等(48)
- 新疆肉牛规模养殖场粪便罐式反应器好氧发酵处理应用实例分析····· 许 栋(54)
- 天山北坡农户庭院多胎羊养殖现状分析及对策建议····· 傅文栋,张想峰,杨海峰,等(61)

第三期(总第232期)

- 影响疆岳驴人工授精情期受孕率的因素分析····· 张国庭,王 琼,托乎提·阿及德,等(1)
- 奶牛日粮豆粕减量替代技术的研究进展····· 聂 力,张明慧,度 勇,等(6)
- 内蒙古不同品种细毛羊纤维平均直径比较分析····· 鲍红梅,宋 倩,阿娜尔,等(14)
- 细毛羊与绒山羊皮肤毛囊对绒毛性状的影响研究·····
····· 魏佩玲,苏热阿提·艾尔米坦,艾斯卡尔·吐尔逊,等(22)
- 克孜勒苏柯尔克孜自治州2024年上半年重大动物疫病集中免疫抗体检测与分析·····
····· 图尔荪·萨迪尔,阿布都卡迪尔·米吉提,瓦热斯·吐尔松,等(28)
- 哈密市羊巴氏杆菌与支原体感染情况调查与分析····· 杨 康,马春江,李海利,等(36)
- 新疆和田垦区3个青贮玉米品种生产性能比较····· 高 攀,叶热克·吾热力汗,林正辉,等(43)
- 灌溉方式对紫花苜蓿生产性能及田间杂草的影响····· 岳海燕,严保卫,张树振,等(49)
- 新疆奶业区域发展与技术驱动策略研究····· 薛晓波,马永仁,王 娇,等(56)
- 新疆蒿属牧草种质资源利用现状与展望····· 巴音巴特,张俊瑜,赛里克·都曼(62)

第四期(总第233期)

- TRIS和HEPES缓冲体系对驴精液冻融前后效果的影响……郭佳丽, 阿依努尔·亚森, 罗永明, 等(1)
- 多浪羊与湖羊级进杂交不同世代多湖杂交母羊生产性状的差异研究……侯云飞, 史香云, 陈斌, 等(10)
- 家兔肾阳虚证的治疗及血液学指标的检测……霍伟, 闫先峰(18)
- 一例肠梗阻引起马死亡的报道……杨洋, 李佳欣, 张致远, 等(25)
- 哈密市村级动物防疫员布病“知信行”调查……张国新, 张斐, 杨夷平, 等(30)
- 昌吉回族自治州饲用燕麦不同种植模式初探……张荟荟, 朱昊, 常静, 等(39)
- 富蕴县夏牧场牧草营养成分、产草量及载畜量的研究……赵芸君, 巴音巴特, 孙梦娇, 等(45)
- 新源县人工饲草料种植现状和发展对策分析……常静, 赵德良, 李婧, 等(51)
- 新疆2024年饲草料市场价格分析及2025年价格趋势预测……韩旭彪, 张俊瑜(56)
- 哈萨克斯坦草原畜牧业发展现状与对策分析……魏佩玲, 艾斯卡尔·吐尔逊, 苏热阿提·艾尔米坦, 等(62)

第五期(总第234)

- 中国美利奴母羊初生重及羊毛产量相关性状遗传参数估计……王嘉俊, 岳成广, 唐丽苹, 等(1)
- 周岁吐鲁番黑羊产肉性能分析……张云云, 滕文, 宋楠楠, 等(9)
- 德新肉用细毛羊种质特性研究……刘建新, 全凯丽, 吕雪峰, 等(15)
- 基于转录组分析技术筛选骆驼产奶性状相关基因……刘莉, 李永青, 操礼军, 等(22)
- 牛结核病及牛分枝杆菌疫苗研究进展……罗鹏飞, 吕双燕, 李鑫, 等(31)
- 三种布鲁氏菌病检测技术在骆驼群体中的适用性比较研究……车凤琴, 丁克奇, 任明, 等(38)
- 哈密市羊布鲁氏菌病群间传播风险因素病例对照研究……范冰冰, 张国新, 艾日登才次克, 等(44)
- 哈密市某区县羊布鲁氏菌病群体血清流行率横断面调查……张晓晓, 张国新, 张志新, 等(50)
- 2025年上半年新疆羊产业形势分析及下半年预测……刘娜娜, 森巴提·叶尔兰, 刘燊, 等(58)
- 文化产业高质量发展视域下畜牧文化资源活化利用的路径分析……陈俊科, 李敬, 王娇, 等(65)

第六期(总第235期)

- 皮山红羊与巴什拜羊杂交羔羊生长优势分析……王旭, 祖涛涛, 阿依登·沙拉西, 等(1)
- 西门塔尔牛体内胚胎玻璃化与程序化冷冻效果研究……李琳琳, 侯永祥, 蒋超翔, 等(7)
- 高精料日粮添加维生素B₁₂对肉羊采食行为、血液常规指标的影响……张驰, 何超英, 师旭明, 等(16)
- 多胎细毛母羊生长发育规律及其与体尺相关性的分析……阿卜来提·阿力木, 哈尼克孜·吐拉甫, 黄俊成, 等(22)
- 凉山牛体内寄生虫的感染情况调查……孙艳, 陈鲁喜, 周国燕, 等(30)
- 绵羊脑多头蚴病病理诊断及分子基因分析……董雨薇, 苏贵成, 滕文, 等(37)
- 博乐市退化蒿类荒漠补播修复后草地植被种群和群落特征的月际动态研究……管廷贤, 刘兴义, 侯钰荣, 等(45)
- 基于CiteSpace可视化分析国内小黑麦领域研究进展……苟仲源, 田聪, 杨向东, 等(56)
- 中国畜牧科技推广效能提升路径研究——基于“三性”与规模异质性的分析……鲁云峰, 赵宇安, 蒋晓梅, 等(64)
- 新疆地方绵羊品种杂交利用现状问题及对策分析……杨全法, 贺小云, 肖国亮, 等(71)

MAIN CONTENTS

No.1 2025(Sum No.230)

- Analysis of Factors Affecting Birth Weight of Turpan Black Sheep and Estimation of Their Heritability..... BAI Feng, TENG Wen, AMINIGULI·Abulaizi, et al(1)
- Effects of Adding Rose Residue to Pelleted Diet on Serum Biochemical Indexes of Hu Sheep..... TIAN Ruirui, MA Guobin, GUO Tongjun, et al(8)
- Long-term High Copper Feeding Causes Pancreatic Injury in Sheep Through Pyroptosis..... KANG Xinyue, WU Junyang, PING Yue, et al(15)
- Isolation and Identification of a Strain of Bovine Clostridium Perfringens and Drug Sensitivity Test..... GONG Zhen, FU Xiulong, JIN Yinghong, et al(23)
- Investigation on *Echinococcus* Infection Among Livestock in Hami City, Xinjiang and Analysis of Risk Factors..... ZHANG Guoxin, ZHANG Xiaoxiao, MAIWULAN·Zikeya, et al(29)
- Comparative Analysis of Meat Quality, Fatty Acids and Volatile Flavor Compounds of Xinjiang Goats at Different Ages..... REMILA·Apaer, XING Weiting, YE Xiaofang, et al(37)
- Quality Analysis of Hetian Sheep Cashmere Resources GUAN Mingxuan, WEI Peiling, ZHONG Liwei, et al(47)
- The Current Status and Prospects of Xinjiang's Dairy Industry: From Challenges to Opportunities..... WANG Jiao, MA Yongren, LIU Zijian, et al(55)
- Analysis of the Challenges and Countermeasures for the Effective Utilization of Digital Livestock Husbandry Resources in Xinjiang..... SHI Kun, LIU Nana, SENBATI·Yerlan(61)

No.2 2025(Sum No.231)

- Multiple Regression Analysis of Body Weight and Body Size of Adult Hu Sheep in Hotan Area of Xinjiang..... BJIGULI·Sataer, NUERABUDULA·Wujiwaili, YANG Huiguo, et al(1)
- Influence of Different Hormone Treatment Methods on Estrus Synchronization of Hu sheep and Conception Rate by Laparoscopic Insemination MOHETAER·Xiafukaiti, MUSHA·Tuohuti, ABULIPIZI·Maimaiti, et al(7)
- Comparative Analysis of the Effect of Different Protein Levels of Complete Pellet Feed on Fattening Male Lambs of Hu Sheep..... XIE Fengmei, YANG Huiguo, GUO Jialin, et al(12)
- Isolation, Cultivation and Molecular Identification of a Strain of *Mycoplasma arginine*..... YANG Kang, MA Chunjiang, LI Haili, et al(20)
- Evaluation on the Immune Effect of PPR Live Vaccine in the 4th Division of the Xinjiang Production and Construction Corps..... JIANG Long, HE Yujiao, LI Sheng, et al(28)
- Optimization and Innovation of Colloidal Gold Test Strip for Beef, Mutton and Dairy Products..... WEI Peiling, AISIKAER·Tuerxun, GUAN Mingxuan, et al(33)
- Analysis on the Development of Xinjiang Sheep Industry in 2024 and forecast in 2025..... SENBATI·Yeerlan, YANG Huiguo, LIU Nana(39)
- Research on the Current Situation and Optimization Path of Brand Development of Xinjiang Livestock Products..... SHADANTI·Abduweli, LIU Zijian, SENBATI·Yierlan, et al(48)
- Application Example Analysis of Aerobic Fermentation Treatment of Feces Using Tank Reactors in Large-scale Beef Cattle Farms in Xinjiang XU Dong(54)
- Production Status of Mutton Sheep with Multiple Births in Courtyards of Households in North Slope of Tianshan Mountain..... FU Wendong, ZHANG Xiangfeng, YANG Haifeng, et al(61)

No.3 2025(Sum No.232)

- Analysis of Factors Influencing the Cycle Conception Rate of Artificial Insemination in Jiang-Yue Donkeys..... ZHANG Guoting, WANG Qiong, TUOHUTI·Ajide, et al(1)
- Research Progress on the Reduction and Substitution Technology of Soybean Meal in Dairy Cow Diets..... NIE Li, ZHANG Minghui, TUO Yong, et al(6)
- Comparative Analysis of Average Fiber Diameters of Different Breeds of Fine Wool Sheep in Inner Mongolia..... BAO Hongmei, SONG Qian, ANAer, et al(14)
- Influence of Skin Hair Follicles of Fine Wool Sheep and Cashmere Goats on Wool Traits..... WEI Peiling, SUREATI·Aiermitan, AISIKAER·Tuerxun, et al(22)
- Antibody Detection and Analysis of Centralized Immunization Against Major Animal Diseases in the First Half of 2024 in Kizilsu Kyrgyz Autonomous Prefecture..... TUERSUN·Sadier, ABUDUKADIR·Mijiti, VARESI·Tuersun, et al(28)
- Investigation and Analysis on the Infection of *Pasteurella* and *Mycoplasma* in Sheep in Hami City..... YANG Kang, MA Chunjiang, LI Haili, et al(36)
- Comparison of Production Performance of Three Silage Corn Varieties in Hetan, Xinjiang..... GAO Pan, YEREKE·Wurelihan, LIN Zhenghui, et al(43)
- The Influence of Irrigation Methods on the Production Performance of *Medicago sativa* L. and the Field Weeds..... YUE Haiyan, YAN Baowei, ZHANG Shuzhen, et al(49)
- Research on the Regional Development and Technology-Driven Strategies for Dairy Industry in Xinjiang..... XUE Xiaobo, MA Yongren, WANG Jiao, et al(58)
- Utilization Status and Prospect of *Artemisia* L. Germplasm Resources in Xinjiang..... BAYINBATE, ZHANG Junyu, SAILIKE·Douman(62)

No.4 2025(Sum No.233)

- The Effect of TRIS and HEPES Buffer Systems on Donkey Semen Before and after Freezing and Thawing..... GUO Jiali, AYINUER·Yasen, LUO Yongming, et al(1)
- Study on the Differences in Production Traits in Different Generations of Duolang and Hu Sheep Grading Crossing..... HOU Yunfei, SHI Xiangyun, CHEN Bin, et al(10)
- Treatment of Kidney-yang Deficiency Syndrome in Domestic Rabbits and Detection of Hematological Indicators..... HUO Wei, YAN Xianfeng(18)
- A Case Report of Horse Death Caused by Intestinal Obstruction YANG Yang, LI Jiabin, ZHANG Zhiyuan, et al(25)
- KAP Survey on Brucellosis Among Village-level Animal Disease Preventers in Hami City of Xinjiang..... ZHANG Guoxin, ZHANG Fei, YANG Yiping, et al(30)
- Preliminary Study on Different Planting Patterns of Forage Oats in Changji Hui Autonomous Prefecture, Xinjiang..... ZHANG Huihui, ZHU Hao, CHANG Jing, et al(39)
- Study on Nutritional Component, Yield of Herbage and Carrying Capacity of Summer Pasture in Fuyun County of Xinjiang..... ZHAO Yunjun, BAYINBAT, SUN Mengjiao, et al(45)
- Analysis on the Current Situation and Development Strategies of Artificial Forage Planting in Xinyuan County, Xinjiang..... CHANG Jing, ZHAO Deliang, LI Jing, et al(51)
- Analysis of Forage Market Prices in Xinjiang in 2024 and Price Trend Prediction for 2025 HAN Xubiao, ZHANG Junyu(56)
- Development Status and Countermeasures of Grassland-based Animal Husbandry in Kazakhstan..... WEI Peiling, AISIKAER·Tuexun, SUREATI·Aiermitan, et al(62)

No.5 2025(Sum No.234)

- Estimation of Genetic Parameters of Traits Related to Birth Weight and Wool Production of Chinese Merino Sheep..... WANG Jiajun, YUE Chengguang, TANG Liping, et al(1)
- Analysis of Meat Production Performance of One-year-old Turpan Black Sheep..... ZHANG Yunyun, TENG Wen, SONG Nannan, et al(9)
- Germplasm Characteristics of German-Xinjiang Meat Fine-wool Sheep LIU Jianxin, QUAN Kaili, LV Xuefeng, et al(15)
- Screening of Camel Milk Production-Related Genes Based on Transcriptome Sequencing..... LIU Li, LI Yongqing, CAO Lijun, et al(22)
- Research Progress on Bovine Tuberculosis and Mycobacterium bovis Vaccines LUO Pengfei, LV Shuangyan, LI Xin, et al(31)
- Comparative Analysis on Three Detection Techniques for Brucellosis in Camel Populations..... CHE Fengqin, DING Keqi, REN Ming, et al(38)
- Case-Control Study on Risk Factors for Inter-Herd Transmission of Ovine Brucellosis in Hami City, Xinjiang..... FAN Bingjie, ZHANG Guoxin, AIRDENGCAI, et al(44)
- Cross-Sectional Survey on the Seroprevalence of Brucellosis in Sheep Flocks in a District/County of Hami City..... ZHANG Xiaoxiao, ZHANG Guoxin, ZHANG Zhixin, et al(50)
- Analysis of the Sheep Industry Situation in Xinjiang for the First Half of 2025 and Predictions for the Second Half..... LIU Nana, SENBATE·Yerlan, LIU Shen, et al(58)
- Path Analysis for the Vitalized Utilization of Animal Husbandry Cultural Resources under the Perspective of High-Quality Development of the Cultural Industry CHEN Junke, LI Jing, WANG Jiao, et al(65)

No.6 2025(Sum No.235)

- Analysis on Growth Advantages of Hybrid Lambs from the Crossbreeding of Pishan Red Sheep and Bashbay Sheep..... WANG Xu, ZU Taotao, AYIDENG·Shalaxi, et al(1)
- A Comparative Study on the Effects of Vitrification versus Programmed Cryopreservation of In Vivo Embryos of Simmental Cattle..... LI Linlin, HOU Yongxiang, JIANG Chaoxiang, et al(7)
- Effect of Vitamin B₁₂ Supplementation in a High-Concentrate Diet on Feeding Behavior and Blood Routine Indexes of Mutton Sheep..... ZHANG Chi, HE Chaoying, SHI Xuming, et al(16)
- Analysis on the Growth and Development Law of Multiparous Fine-Wool Ewes and Its Correlation with Body Measurements..... ABULAITI·Alimu, HANIKEZI·Tulapu, HUANG Juncheng, et al(22)
- Investigation on the Infection Status of Internal Parasites in Liangshan Cattle..... SUN Yan, CHEN Luxi, ZHOU Guoyan, et al(30)
- Pathological Diagnosis and Molecular Genetic Analysis of Cerebral Coenurosis in Sheep..... DONG Yuwei, SU Guicheng, TENG Wen, et al(37)
- Monthly Dynamic Changes of Plant Population and Community Characteristics in the Degraded Artemisia Desert Steppe after Reseeding Restoration in Bole City..... GUAN Tingxian, LIU Xingyi, HOU Yurong, et al(45)
- Domestic Research Progress on the Triticale: a Visualization Analysis Based on CiteSpace..... GOU Zhongyuan, TIAN Cong, YANG Xiangdong, et al(56)
- Research on Pathways to Improve the Efficiency of Livestock Technology Extension in China.....
——An Analysis Based on the "Three Attributes" and Scale Heterogeneity..... LU Yunfeng, ZHAO Yuan, JIANG Xiaomei, et al(64)
- Current Status and Challenges of the Crossbreeding Utilization of Local Sheep Breeds in Xinjiang..... YANG Quanfa, HE Xiaoyun, XIAO Guoliang, et al(71)

《草食家畜》征稿简则

1. 本刊为中国农林核心期刊。由《中国期刊网》《中国学术期刊(光盘版)》全文收录,同时作为《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊全文收录。本刊主要介绍国内外有关草食家畜研究领域的新成果、新理论、新技术、生产管理经验、新信息和发展动态等。刊登内容为牛、羊、马、骆驼、家兔、鹿等草食家畜的遗传育种、生物技术、动物繁殖、饲料营养、家畜生理、疾病防治、畜产品生产、畜产品质量标准、草原牧草、畜牧经济等方面的综述、技术试验、科研成果和研究报告。热忱欢迎畜牧界的广大同仁赐稿。

2. 文稿要符合本刊选题,要求观点明确、重点突出、数据准确、文字精炼,具有科学性、先进性和实用性。字数一般控制在 5000 ~ 8000 字。

3. 文稿包括(按顺序):题名、作者姓名、工作单位、地址、邮编、中文摘要、关键词、正文、参考文献,以及英文题名、英文作者姓名、英文工作单位、英文摘要和英文关键词(内容与中文一致)。在首页地脚还请标出第一作者和通信作者简介,简介包括姓名(出生年)、性别、学历、职称、研究方向、电子信箱等。

4. 来稿请注明科研项目来源、项目名称、项目编号。例如:国家自然科学基金项目、国家“863”项目、国家科技支撑项目等。

5. 科学术语应采用国家正式公布或公认的,数字一般用阿拉伯数字表示,计量单位的使用要符合国家标准。如“米(m)”、“厘米(cm)”、“毫米(mm)”、“微米(μm)”、“吨(t)”、“千克(kg)”、“克(g)”、“毫克(mg)”、“公顷(hm^2)”、“平方公里(km^2)”、“升(L)”、“毫升(mL)”、“立方米(m^3)”、“秒(s)”、“分(min)”、“小时(h)”、“天(d)”等。

6. 正文各级标题一律采用阿拉伯数字连续编号,同级标题不同层次的数字之间用下圆点相隔,最末一位数字后不加标点。如“1”、“1.1”、“1.1.1”、“1.1.1.1”,标题层次以 4 节为限,一律左顶格书写题号,后空格书写标题。

7. 参考文献要求按照中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范进行书写,著录格式如下:①连续出版物的著录格式:标引项顺序号 作者.题名[J].刊名,出版年份,卷号(期号):起止页码。②专著的著录格式:标引项顺序号 作者.书名[M].版本(第一版不标注).出版地:出版者,出版年:起止页码。③论文集的著录格式:标引项顺序号 作者.题名[C].论文集名.出版地:出版者,出版年:起止页码。④学位论文的著录格式:标引项顺序号 作者.题名[D].保存地点:保存单位,年份。⑤专利的著录格式:标引项顺序号 专利申请者.题名[P].国别,专利文专利号,发布日期。⑥技术标准的著录格式:标引项顺序号 起草责任者.标准代号[S].标准顺序号—发布年,标准名称.出版地:出版者,出版年。⑦报告的著录格式:标引项顺序号 报告人.题名[R].会议名称,会址,年份。

8. 来稿文责自负,本刊有权删改。稿件刊用后,即付稿酬,并赠送刊物。请勿一稿多投。

9. 来稿请注明作者真实姓名、通信地址及邮政编码、联系电话等,以便联系。

10. 来稿请寄:新疆乌鲁木齐市经济技术开发区阿里山街 468 号新疆畜牧科学院《草食家畜》

编辑部 邮编:830011 联系电话:0991-3075315 电子信箱:caoshijiachu@sina.cn



《草食家畜》编辑委员会

顾问: 王力俭 郭志勤 李柱 周清波 袁龙江

主任: 冯东河

副主任: 郑文新 曹宏斌 巴哈提别克·阿哈泰

委员: (按姓氏笔画为序)

刁其玉 马文戈 马春晖 王川 王琼 王力俭 王文奇 王锡波 石国庆
巴哈提别克·阿哈泰 田聪 田可川 冯东河 托乎提·阿及德 朱琴 刘武军
刘明军 刘娜娜 刘艳丰 李捷 李文蓉 李红波 李柱 李胜利 李晓敏
杨开伦 杨向东 肖海龙 谷新利 狄江 张扬 张壮志 张迎忠 张学根
张雪梅 张富春 阿岩·米尔卡马力 阿斯亚·曼力克 陈世军 陈新文 武坚
季跃光 周平 郑文新 赵芸君 赵瑞雪 黄炯 哈尔阿力·沙布尔 钟旗
官平 姚新奎 高维明 郭同军 桑断疾 黄俊成 曹宏斌 董晓霞 韩雪松
曾玉荣 赛力克·都曼 穆合塔尔·买买提 戴健 戴俊生 魏虹

草食家畜

Grass-Feeding Livestock

2025年 第6期 (总第235期)

No.6 2025 (Sum No. 235)

1980年元月创刊

Founded in Jan 1980

2025年11月10日出版

(Published on the 10th of Nov. 2025)

(双月刊)

(Bimonthly)

主管单位: 新疆畜牧科学院

Supervised by Xinjiang Academy of Animal Science

主办单位: 新疆畜牧科学院

Sponsored by Xinjiang Academy of Animal Science

主 编: 黄 炯

Editor in chief HUANG Jiong

副 主 编: 高维明 阿岩·米尔卡马力

Associate editor in chief GAO Weiming AYAN·Mierkamali

责任编辑: 杨 志

Executive editors WANG Hui

编 辑: 刘子剑

Editors YANG Zhi

校 对: 薛晓波

Proofreader XUE Xiaobo

英文审校: 高向向

English auditor GAO Xiangxiang

编辑出版: 《草食家畜》编辑部

Edited and published by Editorial Office of Grass-Feeding Livestock

地 址: 乌鲁木齐市经济技术开发区阿里山街468号

Address 468 Alishan Street, Urumqi, China

邮 编: 830011

Postcode 830011

电 话: 0991-3075315

Tel 0991-3075315

电子邮件: caoshijiachu@sina.cn

E-mail caoshijiachu@sina.cn

印刷单位: 乌鲁木齐隆益达印务有限公司

Printed by Urumqi Longyida Printing Co., Ltd

国内发行: 乌鲁木齐市邮政局

Distributor Urumqi Post Office



ISSN 1003-6377
CN 65-1108/S

邮发代号: 58-71 国内定价: 12.00元/期