

夏季诱导发情条件下湖羊及其杂交后代 FSH、LH 的分泌动态研究

张金霞¹, 安雪姣², 徐振飞¹, 王海锋², 岳耀敬^{1,2*}

(1. 庆阳市农业科学研究院, 甘肃庆阳 745000; 2. 中国农业科学研究院兰州畜牧与兽药研究所, 甘肃兰州 730000)

摘要: 为探究夏季诱导发情条件下湖羊及其杂交后代生殖激素的变化规律, 本研究选择年龄相近、经产 1 胎的湖羊及其与南丘羊、陶赛特羊杂交 F₁ 代 (南湖、陶湖) 空怀母羊各 7 只, 共 21 只, 按品种分为 3 组。采用阴道硅胶栓 (CIDR) + 孕马血清素 (PMSG) 法进行诱导发情, 记录发情情况, 利用腹腔镜检测排卵数, 分别采集注射 PMSG 后 0、24、48、49、50、51、52、53、54、55 h 的血清, 采用酶联免疫吸附试验法 (ELISA) 测定促卵泡素 (FSH) 和促黄体素 (LH) 含量, 分析其变化规律。结果表明: 湖羊在注射 PMSG 后 72 h 排卵, 南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代均在处理后 56 h 排卵, 湖羊排卵数最多; 0、24 h 时的 FSH、LH 分泌水平在组间差异不显著, 南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代在 48 h 时的 FSH、LH 分泌水平升高, 且在 49 h 的分泌水平平均高于湖羊 ($P < 0.01$), 55 h 时的分泌水平低于湖羊 ($P < 0.01$, $P < 0.05$), 连续 8 h 呈现出先升高后降低的趋势, 而湖羊在此期间仍呈上升趋势; 可见, 夏季诱导发情后南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代均有发情表现, 但 FSH、LH 分泌周期短, 排卵数均低于其母本湖羊, 血清 LH 与 FSH 呈极显著正相关, 湖羊 LH 与 FSH 呈显著正相关, 均波动式分泌。

关键词: 诱导发情; 湖羊; 促卵泡素; 促黄体素

中图分类号: S826.3

文献标识码: A

DOI 编号: 10.19556/j.0258-7033.20241127-04

研究表明, 品种、年龄、季节、营养、光照、处理方法、用药剂量等因素均会影响母羊发情^[1-4]。目前, 在羊上研究并应用最多的同期发情方法主要是前列腺素 (Prostaglandin, PG)、阴道硅胶栓 (Controlled Drug Release Dispenser, CIDR) + 孕马血清素 (Pregnant Mare Serum Gonadotropin, PMSG)、促卵泡素 (Follicle Stimulating Hormone, FSH) 等 3 类, 以上方法可单独使用或组合使用, 其选择需结合季节、品种及成本效益综合考量。大部分绵羊品种呈现典型的季节性繁殖特征, 其排卵活动受季节变化调控, 如繁殖季节垂体分泌的促卵泡素 (Follicle Stimulating Hormone, FSH) 和促黄体素 (Luteinizing Hormone, LH) 血清浓度显著升高, 促进卵泡发育成熟和规律性排卵; 而在非繁殖季节, 促

性腺激素分泌受到抑制, 排卵频率降低、排卵数减少及卵母细胞质量下降^[5]。在肉羊新品种选育中, 选择常年发情且繁殖力高的湖羊为基础母羊, 国外引进品种无角陶赛特、南丘羊等为父本进行杂交改良, 杂交 F₁ 代陶湖、南湖具有生长发育快, 肉用性能突出、营养价值高等特点^[6], 但对其繁殖性能方面的研究很少。

本研究采用阴道栓法对夏季湖羊及其杂交 F₁ 代进行同期发情处理, 观测记录试验羊发情情况、排卵数, 测定生殖激素分泌量, 探讨诱导发情对绵羊杂交子代发情效果及生殖激素分泌变化规律的影响, 为肉羊品种杂交选育工作提供技术支撑, 也为研究绵羊的生殖生理和同期发情处理等动物繁殖生物技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验地点与动物 实验在甘肃环县庆环制种有限公司, 选择年龄相近、经产 1 胎的湖羊及其与南丘羊、陶赛特羊杂交 F₁ 代空怀母羊各 7 只, 所有羊只均为体况相近、膘情中等以上、生殖机能正常的 2~3 岁成年母羊, 按品种分为 3 组, 在相同条件下进行饲养管理。

1.2 实验材料 羊用 CIDR 购于盐城益生牧业有限公司

收稿日期: 2024-11-27; 修回日期: 2025-04-12

资助项目: 甘肃省重大科技专项 (22ZD6NA037); 庆阳市重点研发与计划项目 (QY-STK-2023A-059)

作者简介: 张金霞 (1982-), 女, 甘肃环县人, 硕士研究生, 高级畜牧师, 专业为动物科学, E-mail: 86457522@qq.com

* 通信作者: 岳耀敬 (1980-), 男, 山东人, 博士研究生, 研究员, 主要从事动物遗传育种与繁殖工作, E-mail: yueyaojing@caas.cn

司；PMSG 购于宁波第二激素厂。

1.3 同期发情处理 在发情周期的任意一天（2023 年 6 月 9 日）给实验母羊放入含有孕酮的 CIDR，08:00 开始依次将海绵栓向前上方倾斜 45° 放入阴道，留出一段线头。放栓后第 12 天（2023 年 6 月 21 日）08:00 开始依次撤栓，并肌肉注射 PMSG（330 IU/ 只）。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 繁殖性能 1) 发情鉴定：采用公羊试情法和观察法鉴定发情，撤栓后 24 h 开始试情。每天早晚 2 次，每次 1 h，跟踪观察发情情况。以母羊接受公羊爬跨为发情标准，母羊一般表现为静立不动、回头、愿意等待公羊。同时结合母羊外阴观察结果，即外阴红肿、有黏液流出鉴定为发情，记录发情情况，统计发情率。

2) 排卵数：采集血样后，经腹腔镜观察两侧卵巢，根据双侧卵巢上的红体数确定排卵数。出现以下情况则认为发生排卵：当在 2 个卵巢之一上看到黄体（Corpus Luteum, CL）或黄体出血（Corpus Hemorrhage, CH），将排卵数计为 2 个卵巢上 CL 和 CH 的总和。当没有观察到上述结构时，视为没有排卵^[7]。

1.3.2 血清激素水平测定与血清制备 1) 血液采集及血清制作：分别在注射 PMSG 后 0、24、48、49、50、51、52、53、54、55 h 空腹颈静脉采血，每次 5 mL，4 000 r/min 离心 5 min，析出血清，转移至 1.5 mL 离心管，放置 -20℃ 冰箱保存，待测。

2) 激素水平测定：采用酶联免疫吸附测定（Enzyme Linked Immunosorbent Assay, ELISA）试剂盒检测血清中 FSH、LH 含量。样品采用干冰保存寄至北京华英生物技术研究所测定，测定法按试剂盒说明书进行。

1.4 统计分析 采用 Excel 对试验数据进行整理，SPASS 19.0 统计软件处理分析激素水平的差异显著性，结果均以平均值 ± 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 同期处理后湖羊及其杂交后代的繁殖性能比较 如表 1 所示，湖羊、南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代在注射 PMSG 后 56~72 h 均有发情排卵现象，但个别羊只没有表现出

发情行为。湖羊组排卵时间相对较晚，总排卵数最多，达 17 个；南湖 F₁ 总排卵 11 个；陶湖 F₁ 总排卵 12 个；平均排卵数分别达 2.43、1.57 和 1.71，依次为湖羊 > 陶湖 F₁ 代 > 南湖 F₁ 代。

2.2 夏季诱导发情湖羊及其杂交后代母羊的血清激素变化规律

2.2.1 夏季诱导发情湖羊及其杂交组合母羊血清 FSH 和 LH 变化规律 湖羊及其杂交组合母羊在非繁殖季节利用诱导发情注射 PMSG 48 h 后，血清 FSH 与 LH 浓度的变化规律见图 1、图 2。由图 1 可见，陶湖、南湖 F₁ 代血清 FSH 水平总体变化规律相似，均呈波动式变化，总体呈显出先升后降的趋势。南湖 F₁ 代的 FSH 水平在注射 PMSG 后 49 h 达峰值，随后较快速下降，52 h 降回原值，但后期仍下降；陶湖 F₁ 代的 FSH 水平在注射 PMSG 后 50 h 达最大峰值，随后缓慢下降至低于起点值，期间高峰维持 2~3 h；而湖羊组呈上升 - 略降低 - 上升 - 略降低 - 略上升微波曲线，总体呈上升趋势，湖羊在注射 PMSG 后 55 h 值最高，说明湖羊在注射后 8 h 内 FSH 分泌变化尚未结束。陶湖、南湖 F₁ 的波动频率均略高于湖羊。

由图 2 可见，陶湖、南湖 F₁ 组血清 LH 水平总体变化规律相似，均呈现由低到高、再下降的变化趋势，呈波动式变化，总体呈显出先升后降的趋势，南湖 F₁ 代在注射 PMSG 后 50 h 达峰值，陶湖 F₁ 代在注射 PMSG 后 49 h 达峰值；湖羊组呈上升 - 降低 - 降低 - 上升 - 略降低 - 上升 - 略降低的微波曲线，总体呈上升趋势，可见，湖羊在此期间波动周期未结束。

结合图 1、2 可见，FSH 与 LH 分泌紧密关联，变化趋势相近，经统计学相关性分析，南湖 F₁ 血清 FSH 与 LH 呈极显著正相关，相关系数为 0.922；陶湖血清 FSH 与 LH 呈极显著正相关，相关系数为 0.934；湖羊血清 FSH 与 LH 呈显著正相关，相关系数为 0.819。

2.2.2 湖羊及其杂交组合母羊生殖激素水平比较 由表 2 可以看出，注射 PMSG 后 0、24 h 时湖羊、南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代血清 FSH、LH 分泌水平组间没有显著差异。48 h 南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代的 FSH 水平均极显著高于湖

表 1 同期处理后湖羊及其杂交后代的繁殖性能

项目	观察时间/h	母羊数量/只	黄体出血数/个	黄体数/个	排卵数/个	平均排卵数/个
南湖 F ₁ 代	56	7	6	5	11	1.57
陶湖 F ₁ 代	56	7	9	3	12	1.71
湖羊	72	7	14	3	17	2.43

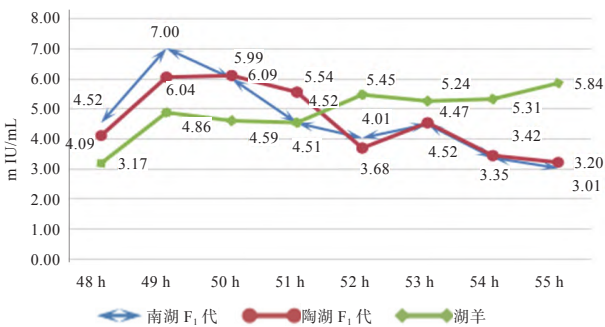


图 1 湖羊及其不同杂交后代母羊夏季同期发情后血清 FSH 分泌规律

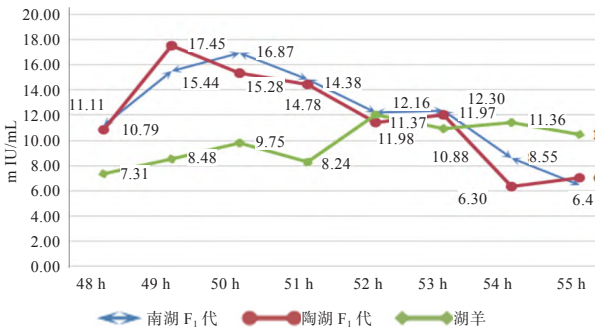


图 2 湖羊及其不同杂交后代母羊夏季同期发情后血清 LH 分泌规律

羊组，南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代间差异不显著；与 FSH 一致，48 h 南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代的 LH 分泌水平极显著高于湖羊组；注射 PMSG 后 55 h 时，FSH 组间呈反向极显著差异，此时湖羊血清 FSH 分泌水平升高，而南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代的分泌水平下降，湖羊的 FSH 高于南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代 ($P<0.01$)，LH 分泌水平与 FSH 变化趋势一致，较为缓慢，组间呈显著差异。注射 PMSG 后 48~55 h 连续 8 h 血清 FSH_{48~55h} 平均含量组间差异不显著，南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代 LH_{48~55h} 含量高于湖羊组 ($P<0.05$)。结合图 1 可见，湖羊及其杂交组合南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代对激素诱导反应时间不同，南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代血清 FSH 浓度上升时间较湖羊的早，

排卵时间也可以看出。

3 讨论

3.1 诱导发情对湖羊及其杂交后代卵泡数量的影响 同期处理植入阴道孕酮硅胶栓 CIDR 可控制黄体期长短，第 12 天撤栓时肌肉注射 PMSG，调控卵巢受体内激素分泌，促进卵巢中卵泡迅速生长发育、成熟、排卵，从而引起母羊同一时期内出现发情表现^[8-9]。卵泡是哺乳动物卵巢上的基本发育单元，大多数卵泡发生闭锁退化，只有少数成熟卵泡排卵。排卵后，卵巢上首先形成血黄体，然后发展为黄体，最后变为白体。黄体期后期，卵泡开始出现退化，卵泡状态是判断发情阶段的依据之一。排卵数是绵羊产羔数的重要影响因素，而排卵数取决于卵子在卵巢中的发育和成熟，通过增加外源性 FSH 或降低卵巢类固醇或抑制素的负反馈效应来使血浆中 FSH 浓度增加，都可以导致绵羊排卵率增加^[10]。本研究中，湖羊及其杂交后代陶湖 F₁ 代、南湖 F₁ 代均有排卵现象，这与郭振刚^[11]在乏情期采用海绵孕酮栓 +PMSG 法处理贵州半细毛羊和威宁绵羊的同期发情均可获得理想效果相类似。Yu 等^[12]比较了 5 种同期发情方案对湖羊繁殖性能的影响，发现使用阴道海绵栓 +PMSG 的方案最经济有效。何冰梅等^[13]表明运用 CIDR 孕酮栓对多玛绵羊进行同期发情处理效果优于 PG。本研究中埋栓后第 12 天撤栓处理，湖羊排卵集中在 56~72 h，这与高峰等^[14]采用 CIDR+ PMSG+PG 法同期处理湖羊，13 d 撤栓，处理后，发情时间集中在 24~48 h 的结果一致。

本实验中陶湖、南湖 F₁ 代的排卵时间与杨志坚等^[15]用进口海绵栓 +PMSG 处理的澳洲（澳洲白公羊与湖羊母羊杂交）同期发情结果一致，澳洲 F₁ 代排卵数较湖羊的少。影响排卵数的因素较多，许鹏举等^[16]研究发现应用加拿大产的 Folltropin-V 与国产 FSH 组合用药

表 2 注射 PMSG 后湖羊及其杂交组合母羊 FSH、LH 分泌水平比较

项目	mIU/mL				
	0 h	24 h	48 h	55 h	48~55 h
FSH					
南湖 F ₁	5.811±1.54	4.047±1.14	7.22±1.46 ^A	3.008±0.47 ^B	4.608±1.32
陶湖 F ₁	5.287±1.00	4.003±0.77	6.04±0.77 ^A	3.201±0.39 ^B	4.573±1.17
湖羊	4.195±1.42	4.926±1.21	3.17±0.64 ^B	5.838±1.45 ^A	4.734±0.78
LH					
南湖 F ₁	13.216±3.97	9.854±0.24	15.96±2.67 ^A	6.418±0.76 ^b	12.205±3.52 ^a
陶湖 F ₁	13.282±2.30	9.651±1.06	17.45±2.92 ^A	6.991±0.98 ^b	11.817±3.88 ^a
湖羊	13.390±1.38	11.123±2.85	6.883±0.05 ^B	11.256±4.72 ^a	9.714±1.76 ^b

注：同列数据肩标大写字母不同表示差异极显著 ($P<0.01$)，小写字母不同表示差异显著 ($P<0.05$)，相同字母和无肩标表示差异不显著 ($P>0.05$)。

对萨福克绵羊同期发情和超数排卵的效果相同；卜三平等^[17]研究孕激素阴道栓法诱导萨福克母羊在非繁殖季节发情，结果表明，处理发情率为100%，但不同剂量PMSG对母羊发情起始时间及发情持续期不同。可见，调整PMSG注射剂量可能会延长南湖F₁代、陶湖F₁代的发情周期，进而提高排卵数，尹修远^[18]研究表明湖羊发情周期集中在15~18 d，平均发情周期为17.3 d；丁心顺^[19]研究表明陶赛特平均发情周期为16.8 d。这说明南湖F₁代、陶湖F₁代的繁殖力可能受其父本影响而有所不同。寸静宇^[20]在绵羊FSH、LH及其受体基因组织表达、多态性及其与产羔性状关联分析中表明，*FSHβ*基因在下丘脑、卵巢、子宫、输卵管、垂体的表达极显著高于单羔群体，*FSHR*基因在卵巢和垂体的表达均极显著高于单羔群体；*LHβ*基因在下丘脑、卵巢、子宫、输卵管、垂体、小脑、大脑表达量均极显著高于单羔群体；*LHR*基因在卵巢、大脑和下丘脑的表达均极显著高于单羔群体。梁琛等^[21]认为*FSHβ*基因可能是控制济宁青山羊多胎性能的一个主效基因或是与之存在紧密遗传连锁的一个标记。由此推断诱导发情过程中促性腺激素作用于不同群体后FSH、LH在不同组织中的表达量应该不同，可考虑从其杂交父本的遗传基因进一步研究。

3.2 夏季诱导发情后湖羊及其杂交后代的血清FSH分泌规律 FSH、LH同属促性腺激素家族，二者从垂体的促性腺细胞中释放，经血流到达卵巢，协同调节体内的雌激素分泌，促进卵泡发育和成熟。FSH可促进卵泡颗粒层细胞增生分化，并促进卵巢长大，对促进卵泡发育成熟发挥重要作用。贺建宁等^[22-23]研究表明，高水平的FSH和LH对开启或维持绵羊发情具有重要作用。研究表明，无论是在各月、各季节或者全年，还是在发情前期、卵泡期，高繁殖力绵羊FSH的分泌水平都显著高于低繁殖力绵羊^[24-25]。本研究中，湖羊及其杂交后代南湖F₁代、陶湖F₁代经激素诱导48 h后，连续8 h内FSH平均分泌水平湖羊高于杂交组合组，但差异不显著，南湖F₁代、陶湖F₁代达到峰值后连续呈波动下降趋势，而湖羊FSH水平仍在波动式上升，高立坤等^[26]指出，FSH和LH的脉冲式分泌频率影响卵泡发育和排卵。FSH分泌峰出现往往代表着卵泡波出现，LH峰出现引起排卵，这与本研究中陶湖、南湖F₁代较湖羊较早排卵结果一致；彭夏雨等^[27]研究表明，不同品种绵羊

的卵泡对FSH和LH的敏感性不同。因此，湖羊在激素诱导后55 h FSH的分泌还在上升阶段，湖羊仍处在发情前期或发情期，本次研究未能检测到其最大峰值。

本研究中诱导发情处理后，湖羊、南湖F₁代、陶湖F₁代血清FSH分泌浓度均有所提高，这与前人研究结果一致。高立坤^[26]研究表明，济宁青山羊和沂蒙黑山羊全年各月血浆中FSH和LH的分泌呈波浪式变化，高繁殖力的济宁青山羊4个季节血浆中FSH浓度均高于低繁殖力的沂蒙黑山羊，但尚未达到显著水平；祁云霞^[28]研究发现，巴美肉羊发情期FSH、LH呈脉冲式分泌。本研究结果显示湖羊及其杂交后代的FSH呈波动式分泌，这可能是测定频率和表达方式不同有关。促性腺激素的分泌频率增加会加速卵泡发育及排卵，缩短发情周期^[29]。本研究结果与之一致，南湖F₁代、陶湖F₁代的波动频率均略大于湖羊，南湖F₁代、陶湖F₁代排卵时间较湖羊早8~16 h，发情周期较湖羊短。

3.3 夏季诱导发情后湖羊及其杂交组合的LH分泌规律 LH由腺垂体嗜碱粒细胞分泌，受下丘脑促性腺释放激素控制，同时受卵巢的正、负反馈调控。LH的释放高峰与卵巢排卵密切相关，LH高峰一经出现，预示24~36 h卵巢排卵。曾国庆等^[30]研究表明，滩羊从发情后的第1天起到下次发情前，血清LH分泌水平变化不大，维持在较低水平5.0 ng/mL，到发情后6~12 h突然上升，高峰值维持时间为2~6 h，遂即急剧下降到原来水平；华恒^[1]对绵羊外周血生殖激素监测结果显示，LH水平在发情后逐渐上升，发情结束前出现高峰，本研究中南湖LH水平在FSH高峰期后形成峰值，达16.874 mIU/mL，这与华恒^[1]的试验结果一致，陶湖F₁代血清LH峰值几乎与FSH同时出现，峰值达17.454 mIU/mL，后期维持时间与南湖F₁代相同，即在54 h时迅速下降。湖羊在本研究测定时间段内呈平稳上升状态，8 h平均值为9.714 mIU/mL，后期应该仍在上升。总的看来，南湖、陶湖F₁代发情期内LH的分泌与上述报道的规律类似。可见湖羊及其杂交后代血清LH随FSH的变化而变化，研究表明FSH、LH协调调节生殖激素的分泌水平中存在明显关联^[31]，童传旺^[32]研究波尔山羊母羊血清中内源性FSH、LH及BDNF水平年龄差异性及相关性，结果表明山羊血清FSH和LH存在极显著相关。本研究结果显示夏季湖羊及其杂交后代诱导发情处理后，血清LH与FSH分泌水平分别呈

显著正相关和极显著正相关。

4 结 论

本实验结果显示, 夏季诱导发情后南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代均有发情表现, 但排卵数低于湖羊; 血清 FSH、LH 分泌水平均呈波动式变化, 与湖羊变化规律相似, 但南湖 F₁ 代、陶湖 F₁ 代变化趋势一致, 升高较快, 峰值出现时间较湖羊的早; 湖羊 LH 与 FSH 分泌呈显著正相关, 陶湖 F₁ 代、南湖 F₁ 代 LH 与 FSH 分泌呈极显著正相关。

参考文献:

- [1] 华恒. 滩羊高效繁殖技术试验研究与生殖激素监测 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2023.
- [2] 吴艳芳, 仲长胜, 陈玉林, 等. 滩羊发情周期内 4 种生殖激素动态变化规律研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(9): 184-187.
- [3] 刘婷婷, 周李生, 狄冉, 等. 长短光照下绵羊垂体远侧部差异表达基因和 miRNA 筛选 [J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60(10): 184-191.
- [4] 张旭刚. 不同处理方法对羊同期发情效果的影响 [J]. 中国草食动物科学, 2015(4): 76-77.
- [5] 张文祥. 绵羊非繁殖季节产羔性状的 QTL 分析 [D]. 石河子: 石河子大学, 2014.
- [6] 张瑞, 安雪姣, 李建辉, 等. 湖羊及其不同杂交组合生长性能、产肉性能及肌肉品质比较分析 [J]. 草业学报, 2024, 33(3): 186-197.
- [7] Ginther O J. Ultrasonographic observation of the corpus luteum and its relationship to ovulation in the mare [J]. Theriogenology, 1984, 21(4): 523-530.
- [8] 鲍志鸿. 肉羊同期发情和人工受精技术的研究与示范 [D]. 吉林: 吉林大学, 2007.
- [9] 朱士恩. 家畜繁殖学 (第 6 版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2015.
- [10] Scaramuzzi R J, Adams N R, Baird D T, et al. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewes [J]. Reprod Fert Dev, 1993, 5: 459-478.
- [11] 郭振刚, 吴琰, 彭华, 等. 孕酮栓 + PMSG 处理对乏情期贵州半细毛羊和威宁绵羊同期发情效果的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(6): 178-180.
- [12] Yu X, Bai Y, Yang J, et al. Comparison of five protocols of estrous synchronization on reproductive performance of Hu sheep [J]. Front Vet Sci, 2022, 9: 843514.
- [13] 何冰梅, 金美多吉, 王品珍, 等. 西藏多玛绵羊同期发情处理及外周血液激素含量变化研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59(7): 159-163.
- [14] 高峰, 李心海, 王岩. 不同处理方法对湖羊同期发情效果的影响 [J]. 山东畜牧兽医, 2021, 42(7): 6-9.
- [15] 杨志坚, 刘黎, 阿布力克木·阿地力. 不同处理方法对澳湖羊同期发情效果研究 [J]. 新疆畜牧业, 2025, 41(1): 12-16.
- [16] 许鹏举, 肖井超, 科瑛, 等. 不同激素组合对萨福克绵羊超数排卵的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2017, 49(10): 17-19.
- [17] 卜三平, 马博, 韩广卿. 孕激素阴道栓法诱导萨福克母羊在非繁殖季节发情效果观察 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015(4): 57-58.
- [18] 尹修远. 湖羊同期发情技术研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2019.
- [19] 丁心顺, 王佳丽, 翟丹云, 等. 无角陶赛特羊和特克塞尔羊繁殖性能及生长性能的研究 [J]. 中国草食动物科学, 2019, 39(3): 6-10.
- [20] 寸静宇. 绵羊 Gn RH、FSH、LH 及其受体基因组织表达、多态性及其与产羔性状关联分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2019.
- [21] 梁琛, 储明星, 张建海, 等. FSH β 基因 PCR-SSCP 多态性及其与济宁青山羊高繁殖力关系的研究 [J]. 遗传, 2006, 28(9): 1071-1077.
- [22] 贺建宁, 王金鑫, 狄冉, 等. 常年发情和季节性发情绵羊在不同季节生殖激素变化规律 [J]. 畜牧兽医学报, 2013, 44(10): 1547-1553.
- [23] Billings J, Viguie C, Karsch F J, et al. Temporal requirements of yroid hormones for seasonal changes in LH secretion [J]. Endocrinology, 2002, 143(7): 2618-2625.
- [24] 张英杰, 刘月琴, 储明星. 小尾寒羊高繁殖力和常年发情内分泌机理的研究 [J]. 畜牧兽医学报, 2001, 32(6): 510-516.
- [25] Bar Tlewski P M, Beard A P, Cook S J, et al. Ovarian antral follicular dynamics and their relationships with endocrine variables throughout the oestrous cycle in breeds of sheep differing in prolificacy [J]. Reprod Fert, 1999, 115(1): 111-124.
- [26] 高立坤, 葛仕豪, 王树迎, 等. 不同繁殖力山羊年周期中 FSH 和 LH 分泌规律的研究 [J]. 畜牧兽医学报, 2008, 39(1): 37-41.
- [27] 彭夏雨, 杨梅, 陈童, 等. 动态添加 FSH 对绵羊卵巢皮质组织体外培养的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2010, 41(11): 1387-1393.
- [28] 祁云霞, 何小龙, 刘晓芳, 等. 巴美肉羊发情期血清 FSH 和 LH 浓度变化规律及其与产羔数关系分析 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(7): 17-20.
- [29] Knight s M, Singh knights D. Use of controlled internal drug releasing (CIDR) devices to control reproduction in goats: A review [J]. Anim Sci J, 2016, 87(9): 1084-1089.
- [30] 曾国庆, 王海云, 徐一树, 等. 宁夏滩羊发情周期血液中促黄体素、孕酮、雌二醇-17 含量的测定 [J]. 畜牧兽医学报, 1980(3): 153-157.
- [31] 赵冰茹, 陈童, 董红, 等. 萨福克羊血清激素与超数排卵效果的相关性研究 [J]. 畜牧与兽医, 2021, 52(8): 15-19.
- [32] 童传旺. 不同年龄组波尔山羊血清 FSH、LH 及 BDNF 水平比较研究 [J]. 绵阳师范学院学报, 2019, 38(11): 57-60.

(责任编辑: 周会会)