

朱栋栋, 孟宪煜, 韩高慧, 等. 不同同期发情方法对小尾寒羊发情效果的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2025, 57 (4): 20–25.

ZHU D D, MENG X Y, HAN G H, et al. Influence of different simultaneous estrus methods on the effect of estrus in Small-tailed Han sheep [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2025, 57 (4): 20–25.

## 不同同期发情方法对小尾寒羊发情效果的影响

朱栋栋<sup>1,2</sup>, 孟宪煜<sup>3</sup>, 韩高慧<sup>4</sup>, 张永龙<sup>5</sup>, 吕琛<sup>1,2</sup>, 李生平<sup>1,2</sup>,  
宋晨<sup>1,2</sup>, 刘柯江<sup>1,2</sup>, 赵兴绪<sup>1,2\*</sup>, 张勇<sup>1,2\*</sup>

(1. 甘肃农业大学动物医学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 甘肃省动物生殖生理及繁殖调控重点实验室, 甘肃 兰州 730070;

3. 东乡县畜牧业发展中心, 甘肃 临夏 731400;

4. 东乡县动物疫病预防控制中心, 甘肃 临夏 731400;

5. 东乡县畜牧业发展中心汪集畜牧兽医站, 甘肃 临夏 731404)

**摘要:** 为了筛选适宜的同期发情处理方法, 提高母羊的繁殖效率, 本试验用 5 种方法对小尾寒羊进行同期发情处理, 分组如下: I 组 ( $n=50$ ) 采用硅胶阴道栓 (CIDR) + 氯前列醇钠 (PG) 法, II 组 ( $n=50$ ) 采用 CIDR + 孕马血清激素 (PMSG) 法, III 组 ( $n=53$ ) 采用海绵阴道栓 (PRID) + PG 法, IV 组 ( $n=53$ ) 采用 PRID + PMSG 法, V 组 ( $n=51$ ) 采用 2 次 PG 法, 统计同期发情处理后的母羊发情率和受胎率, 监测母羊外周血中促卵泡素 (FSH)、雌二醇 ( $E_2$ )、促黄体素 (LH) 和孕酮 ( $P_4$ ) 水平。结果: 不同处理组母羊总发情率表现为 II 组 (92.00%) > I 组 (90.00%) > III 组 (84.91%) > IV 组 (83.02%) > V 组 (76.47%), I、II 组总发情率显著高于 III、IV 组 ( $P < 0.05$ ), 极显著高于 V 组 ( $P < 0.01$ ), 同期发情处理后母羊的发情时间集中在 24~48 h; 母羊受胎率表现为 II 组 (82.61%) > I 组 (77.78%) > IV 组 (77.72%) > III 组 (64.44%) > V 组 (53.85%), I、II、IV 组母羊受胎率极显著高于 III、V 组 ( $P < 0.01$ ); 同期发情处理过程中, 母羊血清中 FSH 浓度在 6 d 和 14 d 出现峰值, LH、 $P_4$  和  $E_2$  浓度变化趋势基本一致, 且在 4 d 和 12 d 出现峰值。综上, CIDR + PMSG 同期发情法处理可以有效提高小尾寒羊的发情率和繁殖效率, 小尾寒羊在撤栓后 48 h 处于发情高峰, 此时为进行人工授精的最佳时期。

**关键词:** 小尾寒羊; 同期发情; 人工授精; 生殖激素

中图分类号: S826.8 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2025)04-0020-06

## Influence of different simultaneous estrus methods on the effect of estrus in Small-tailed Han sheep

ZHU Dongdong<sup>1,2</sup>, MENG Xianyu<sup>3</sup>, HAN Gaohui<sup>4</sup>, ZHANG Yonglong<sup>5</sup>, LYU Chen<sup>1,2</sup>, LI Shengping<sup>1,2</sup>,  
SONG Chen<sup>1,2</sup>, LIU Kejiang<sup>1,2</sup>, ZHAO Xingxu<sup>1,2\*</sup>, ZHANG Yong<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Veterinary Medicine, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Gansu Province Key Laboratory of Animal Reproductive Physiology and Reproductive Regulation, Lanzhou 730070, China;

3. Dongxiang Animal Husbandry Development Center, Linxia 731400, China;

4. Dongxiang Animal Disease Control and Prevention Center, Linxia 731400, China;

5. Wangji Veterinary Station, Dongxiang Animal Husbandry Development Center, Linxia 731404, China)

**Abstract:** In order to screen out appropriate simultaneous estrus treatments and improve the reproductive efficiency of ewes, this experiment used five methods for simultaneous estrus treatments in Small-tailed Han sheep: Group I ( $n=50$ ): treated with silicone vaginal suppository (controlled internal drug release, CIDR) + sodium chloroprostane (prostaglandin, PG); Group II ( $n=50$ ): with CIDR + pregnant mare serum gonadotrophin (PMSG); Group III ( $n=53$ ): with progesterone releasing intravaginal device (PRID) + PG; Group IV

收稿日期: 2024-04-13; 修回日期: 2025-01-21

基金项目: 甘肃省动物生殖生理及繁殖调控重点实验室项目 (20JR10RA563)

第一作者: 朱栋栋, 男, 硕士研究生

\* 通信作者: 赵兴绪, 教授, 博士生导师, 研究方向为动物生殖生理、动物繁殖技术, E-mail: zhaoxx@gsau.edu.cn; 张勇, 教授, 博士生导师, 研究方向为动物生殖生理, E-mail: zhychy@163.com。

( $n=53$ ): with PRID + PMSG; Group V ( $n=51$ ): with 2 times PG method. Then, the estrus and conception rate of ewes after simultaneous estrus treatment was recorded, and the follicle stimulating hormone (FSH), estradiol ( $E_2$ ), luteinizing hormone (LH), and progesterone ( $P_4$ ) levels in the peripheral blood of ewes were monitored. The results showed that the estrus rate of the ewes in different treatment groups was as follows: Group II (92.00%) > Group I (90.00%) > Group III (84.91%) > Group IV (83.02%) > Group V (76.47%). The total estrus rates of the ewes in Groups I and II were significantly higher than that of Group III and IV ( $P<0.05$ ), and significantly higher than that of Group V ( $P<0.01$ ). The time of estrus of the ewes after the simultaneous estrus treatment was within the period of 24–48 h; and the conception rates of the ewes in different groups were in the order of Group II (82.61%) > Group I (77.78%) > Group IV (77.72%) > Group III (64.44%) > Group V (53.85%), with the conception rates of Groups I and II being extremely significantly higher than those of Groups III and V ( $P<0.01$ ), and the conception rate of Group IV being extremely significantly higher than that of Group III. During the simultaneous estrus treatment, the FSH concentration in the serum of the ewes peaked at 6 d and 14 d, and the trend of LH,  $P_4$  and  $E_2$  concentration was basically the same, peaking at 4 d and 12 d. Therefore, the simultaneous estrus treatment with CIDR + PMSG most effectively improved the estrus rate and reproductive efficiency in Small-tailed Han sheep, with the peak of estrus being at 48 h after withdrawal of the bolus, which is the best time to carry out artificial insemination.

**Keywords:** Small-tailed Han sheep; simultaneous estrus; artificial insemination; reproductive hormone

小尾寒羊为肉裘兼用型绵羊, 具备适应性强、生长周期短、性成熟较早、遗传性稳定和繁殖能力强等优势<sup>[1]</sup>。近些年, 我国的肉羊养殖业已成为助力农民摆脱贫困、实现富裕的重要途径。但长期以来, 由于传统观念的束缚和科技手段的限制, 养殖过程中存在着母羊受胎率低、产羔不集中和生产周期长等问题, 严重制约了养羊产业的发展<sup>[2]</sup>。因此, 传统的自然交配方式已无法满足不断扩大的绵羊养殖规模和对优良品种扩繁的需求。目前, 采用同期发情技术是实现高效繁殖的常用手段, 它在提高产羔数量和品种改良等方面起到了关键作用<sup>[3-4]</sup>。

同期发情-人工授精技术是通过使用外源性激素有计划地调控母羊的发情周期, 使母羊群体在规定时间内同步发情和排卵, 并进行人工授精的一种高效繁殖技术<sup>[5-6]</sup>。随着生殖生理学和生物技术的发展, 同期发情技术的应用也取得了显著进展。例如, 利用硅胶阴道栓 (CIDR) 和孕马血清激素 (PMSG) 的组合, 可以更有效地控制母羊的发情时间, 提高发情率和受胎率。此外, 通过监测母羊外周血中的生殖激素水平, 如促卵泡素 (FSH)、雌二醇 ( $E_2$ )、促黄体素 (LH) 和孕酮 ( $P_4$ ), 可以更准确地判断发情期, 从而提高人工授精的成功率<sup>[7]</sup>。同期发情-人工授精技术的应用, 在提高羊繁殖效率方面起着至关重要的作用, 不仅使母羊的妊娠和产羔时间更加集中, 便于管理和补充饲料, 而且能够有效缩短母羊的生产周期, 提升羊群的受胎率, 从而增强母羊的生产性能, 显著提高养殖企业的经济效益。本研究采用5种不同的方法对小尾寒羊进行同期发情处理, 对其发情率及受胎率进行比较, 并检测同期发情处理后小尾寒羊血清中生殖激素浓度的变化规律, 旨在探讨不同同期发情方法对小尾寒羊繁殖性能的影响, 筛选出适合小尾寒羊的同期发情方法, 以期进一步提升小尾寒羊群体

的生产效率, 从而推动肉羊产业的发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验器材

CIDR、海绵阴道栓 (PRID)、孕马血清激素 (PMSG)、氯前列醇钠 (PG), 购自宁波第二激素厂; 羊用长效精液稀释液, 购自河北爱牧多农牧专用设备有限公司; 采血管, 购自河北康卫仕医疗科技有限公司; 离心机, 购自鹤壁精中科技有限公司。

### 1.2 试验用羊

2023年4—9月于甘肃省东乡县李家沟畜牧产业农民专业合作社进行试验。挑选年龄、体况、胎次相近、无生殖道疾病的小尾寒羊母羊257只。试验公羊选择体质健康、性欲旺盛、年龄2~5岁的黑头杜泊种公羊6只。公、母羊分圈饲养, 自由采食。

### 1.3 同期发情处理

将257只母羊随机分为5组, 其中: I组 ( $n=50$ ) 埋置CIDR, 埋置阴道栓12 d后撤除, 同时注射PG 0.1 mg/只; II组 ( $n=50$ ) 埋置CIDR, 埋置阴道栓12 d后撤除, 同时注射PMSG 330 IU/只; III组 ( $n=53$ ) 埋置PRID, 埋置阴道栓12 d后撤除, 同时注射PG 0.1 mg/只; IV组 ( $n=53$ ) 埋置PRID, 埋置阴道栓12 d后撤除, 同时注射PMSG 330 IU/只; V组 ( $n=51$ ) 注射PG 0.1 mg, 12 d后再次注射PG 0.1 mg/只。阴道有脓性分泌物的母羊用适量青霉素混合生理盐水冲洗阴道。

### 1.4 发情鉴定

挑选性欲好、精力旺盛的公羊, 同期发情处理后24~72 h采用试情法对母羊进行发情鉴定。试情前给种公羊佩戴试情布, 防止母羊与试情公羊交配, 如果母羊被公羊爬跨后, 出现身体站立不动、接受爬跨、外阴部红肿、有黏液流出等现象即认定为发情。统计

母羊发情率, 公式为: 发情率 = 72 h 内发情母羊数 / 接受同期发情处理的总羊数 × 100%。

### 1.5 人工授精

对发情的母羊用 75% 酒精消毒液擦洗母羊外阴, 进行第一次输精, 用开腔器将阴道扩大, 借助头灯寻找子宫颈外口, 然后将输精枪插入子宫颈口内 0.5 ~ 1 cm 深处输入稀释精液 0.2 mL, 间隔 8 ~ 10 h 再复配, 每只发情母羊各输配 2 次。在配种 35 d 后, 通过 B 超进行妊娠诊断受胎情况, 统计母羊受胎率。受胎率 = 妊娠母羊数 / 配种母羊数 × 100%。

### 1.6 生殖激素浓度测定

每组选择体重、年龄差异较小的 10 只母羊, 在早上饲喂前颈静脉采血, 埋植阴道栓当日记为 0 d, 在 0、2、4、6、8、10、12、14 和 16 d 对每只母羊采血 5 mL, 3 500 r/min 离心 10 min 分离血清, 于 -20 °C 保存。血清样本送至甘肃鸿奥德斯生物科技有限公司使用酶联免疫法进行外周血生殖激素水平检测, 其中: FSH 最低检测浓度小于 1.0 mIU/mL, E<sub>2</sub> 最低检测浓度小于 1.0 pmol/L, LH 最低检测浓度小于 0.1 mIU/mL, P<sub>4</sub> 最低检测浓度小于 1.0 ng/mL。

### 1.7 数据统计和分析

所测数据经 Excel 整理后, 利用 SPSS 23.0 软件对试验数据进行卡方检验, 组间 LSD 多重比较, GraphPad Prism 8.0.1 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理方法对母羊发情率的影响

同期发情处理后 I ~ V 组母羊的总发情率分别是 90.00% (45/50)、92.00% (46/50)、84.91% (45/53)、83.02% (44/53) 和 76.47% (39/51) (见表 1), 其中 II 组的总发情率最高。I、II 组总发情率极显著高于 V 组 ( $P < 0.01$ ); I、II 组总发情率显著高于 III、IV 组 ( $P < 0.05$ ); III、IV 组总发情率显著高于 V 组 ( $P < 0.05$ )。相同的阴道栓注射不同激素后发情率也存在差异, II 组总发情率高于 I 组, III 组总发情率高于 IV 组, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ )。不同方案处理的母羊发情时间均集中在 24 ~ 48 h, 0 ~ 24 h II 组和 IV 组发情率显著高于 I、III 和 V 组 ( $P < 0.05$ ), I、III 组发情率显著高于 V 组 ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 不同处理方法对母羊受胎率的影响

人工授精后 I ~ V 组的受胎率分别是 77.78%、

82.61%、64.44%、77.72% 和 53.85% (见表 2), 其中 II 组的受胎率最高。II 组的受胎率与 I 组差异不显著 ( $P > 0.05$ ); I、II、IV 组受胎率极显著高于 III、V 组 ( $P < 0.01$ )。II、IV 组双胎率极显著高于 V 组 ( $P < 0.01$ ); IV 组双胎率极显著高于 III 组 ( $P < 0.01$ ); II 组双胎率显著高于 I 组 ( $P < 0.05$ )。

表 1 不同方法处理的小尾寒羊发情率 %

组别	发情时间			总发情率
	0~24 h	24~48 h	48~72 h	
I	20.00 <sup>b</sup>	58.00	12.00	90.00 <sup>Aa</sup>
II	32.00 <sup>a</sup>	52.00	8.00	92.00 <sup>Aa</sup>
III	20.75 <sup>b</sup>	50.94	13.21	84.91 <sup>ABb</sup>
IV	33.96 <sup>a</sup>	43.40	5.66	83.02 <sup>ABb</sup>
V	5.88 <sup>c</sup>	50.94	17.65	76.47 <sup>Bc</sup>

注: 同列比较, 无字母或小写字母相同表示差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ ); 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )。下同。

表 2 不同处理方法的小尾寒羊受胎率

组别	配种数	受胎数	受胎率/%	单胎率/%	双胎率/%	多胎率/%
I	45	35	77.78 <sup>Aa</sup>	45.71 <sup>a</sup>	54.29 <sup>Ab</sup>	0
II	46	38	82.61 <sup>Aa</sup>	26.32 <sup>b</sup>	65.79 <sup>Aa</sup>	7.89
III	45	29	64.44 <sup>Bb</sup>	48.28 <sup>a</sup>	44.83 <sup>Bc</sup>	6.90
IV	44	34	77.72 <sup>Aa</sup>	29.41 <sup>b</sup>	64.71 <sup>Aa</sup>	5.89
V	39	21	53.85 <sup>Cc</sup>	57.14 <sup>a</sup>	42.86 <sup>Bb</sup>	0

### 2.3 CIDR+PMSG 处理对母羊血清生殖激素水平的影响

通过对不同同期发情处理组母羊发情率与受胎率的比较可知, II 组的总发情率和受胎率都显著高于其他处理组, 故对 CIDR+PMSG 处理组母羊外周血中 FSH、E<sub>2</sub>、P<sub>4</sub> 和 LH 的浓度变化进行分析, 结果如图 1 所示。CIDR+PMSG 处理期间母羊血清中 FSH 浓度呈脉冲式变化, FSH 浓度在 4 d 和 12 d 达到谷值, 4 ~ 6 d 和 12 ~ 14 d FSH 浓度呈上升趋势; 同期发情处理后血清中 FSH 浓度在 6 d 和 14 d 达到峰值。母羊外周血中 LH、P<sub>4</sub>、E<sub>2</sub> 的变化趋势一致, 均在埋栓后呈上升趋势, 在 4 d 和 12 d 达到峰值; LH 和 E<sub>2</sub> 浓度在 4 ~ 6 d 和 12 ~ 16 d 呈下降趋势, P<sub>4</sub> 浓度的下降出现在 4 ~ 6 d、8 ~ 10 d 和 12 ~ 16 d。

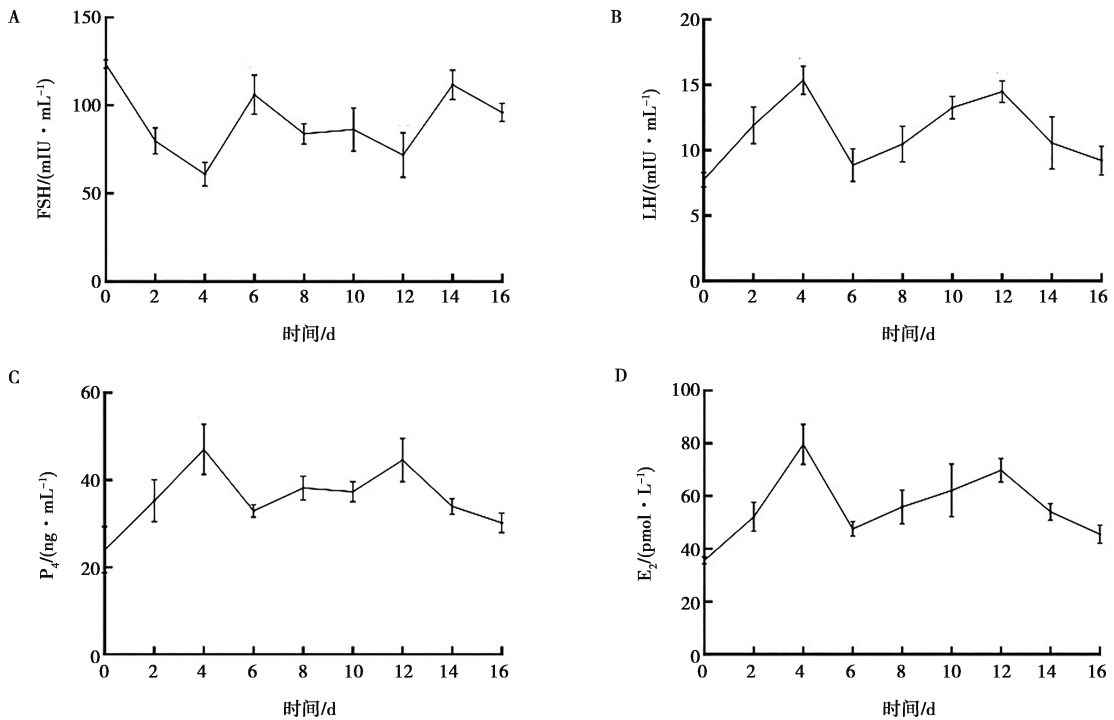


图1 CIDR+PMSG 处理对母羊血清中4种生殖激素水平的影响

### 3 讨论

#### 3.1 不同处理方法对母羊同期发情效果的影响

目前, 绵羊同期发情的方法主要分为两种: 一种是使用前列腺素类制剂促使黄体溶解以缩短卵泡黄体期, 促进卵泡生长发育, 从而使母羊发情排卵; 另一种方法是使用孕激素类制剂维持母羊孕激素水平, 抑制母羊卵泡的生长发育, 从而延长母羊黄体期, 撤除孕激素类制剂后, 解除高水平孕激素对卵泡的抑制作用, 从而达到母羊同期发情的效果<sup>[8]</sup>。绵羊同期发情的效果不仅与母羊的身体条件有关, 也与使用激素处理的时间和激素间的搭配密切相关<sup>[9]</sup>, PRID 和 CIDR 是目前羊同期发情的 2 种主要栓剂。华蕊等<sup>[10]</sup>用 CIDR+PG 法和 PRID+PG 法对海南黑山羊进行同期发情处理后, 母羊的发情率为 88% 和 60%; 徐辉等<sup>[11]</sup>用 CIDR+PG 法和 PRID+PMSG 法诱导巴音布鲁克母羊同期发情, 结果母羊的发情率为 98% 和 94%。本试验中, CIDR+PG 组母羊总发情率高于 PRID+PG 组, CIDR+PMSG 组母羊总发情率高于 PRID+PMSG 组, 这与以上研究结果一致, 说明 CIDR 诱导小尾寒羊同期发情的效果优于 PRID。Quereda 等<sup>[12]</sup>研究发现, PRID 会引起母羊局部阴道菌群改变, 从而引发阴道炎。阴道炎在妊娠初期对胎儿影响不大, 但在羔羊出生时可能会因阴道细菌的存在而引起羔羊感染。严重的阴道炎还有可能引起慢性子宫内膜炎, 并对母羊的繁殖能力产生负面影响<sup>[13]</sup>。本试验中虽然使

用青霉素处理了海绵栓, 但仍有部分母羊阴道内有脓性和出血性分泌物, 有部分母羊流产, 可能与阴道炎有关。董俊等<sup>[14]</sup>通过对绵羊的同期发情效果研究发现, 在相同条件下 CIDR 处理组母羊发情率高于 PG 组; 江斌等<sup>[15]</sup>用 CIDR+PMSG 和 2 次 PG 法对绵羊进行同期发情处理后发情率分别为 98.5%、84.6%, 本试验中 CIDR 法和 PRID 法处理的母羊发情率显著高于 2 次 PG 法处理的母羊, 其原因可能是阴道有着丰富的毛细血管, 且吸收外源激素的环境相对封闭, 从而使孕激素更易被机体吸收。有研究报告, 母羊发情时间主要集中在同期发情处理后 34~56 h<sup>[16-17]</sup>; 本试验中母羊发情时间主要集中在同期发情后 24~48 h, 这与以上研究结果相似; 同期发情处理 0~24 h, II、IV 组母羊的发情率显著高于 I、III 组, 这与吴贤锋等<sup>[18]</sup>对福清山羊同期发情处理的结果相似, 可能是注射 PG 推迟了母羊的发情时间。本试验中相同时间段内 I 组和 III 组、II 组和 IV 组母羊发情率无显著差异, 说明栓剂对母羊的发情时间没有影响, 这与赵晓锬等<sup>[19]</sup>用 PRID 和 CIDR 处理湖羊后相同时间段内组间发情率差异不显著这一研究结果相一致; 而与陆晓雨等<sup>[20]</sup>通过 CIDR 和 PRID 对哈萨克羊进行同期发情处理试验中, CIDR 组 24 h 发情率显著高于 PRID 组, 使用 CIDR 栓的发情时间较早这一结果相反。哈萨克羊属于季节发情动物, 而小尾寒羊和湖羊全年均可发情, 可能是绵羊品种的不同引起的母羊发情时间段的差异。

### 3.2 不同处理方法对母羊繁殖性能的影响

受胎率是衡量同期发情-人工授精效果的重要指标,提升受胎率可以有效提高养羊业经济效益。Barrett 等<sup>[21]</sup>研究表明,较高的 PMSG 剂量可以通过提高有腔卵泡的生长速度和改变卵泡大小等级来增加母羊的排卵率。Quintero-Elisea 等<sup>[22]</sup>研究也表明,随着 PMSG 剂量的增加母羊排卵率也随之上升;本试验中, CIDR+PMSG 组母羊受胎率高于 CIDR+PG 组, PRID+PMSG 组母羊受胎率高于 PRID+PG 组,这与以上研究结果相似,说明 PMSG 能够更好地促使母羊排卵。张年等<sup>[7]</sup>用 PIDR+PMSG 处理楚宝黑头羊,结果表明高浓度 PMSG 组母羊产多羔率优于低浓度组;张振良等<sup>[23]</sup>采用 PRID+PMSG 法对巴什拜羊进行同期发情处理后,随着 PMSG 剂量的增加母羊产羔率也有所提高;李成等<sup>[24]</sup>在放栓后第 12 天给母羊注射不同剂量的 PMSG,母羊产羔率随着 PMSG 剂量的增加呈现增加的趋势;本试验中,注射 PMSG 的母羊双胞胎率显著高于注射 PG 的母羊,这与以上研究结果相似。也有研究表明, PMSG 是一种糖蛋白激素,其在血液中的半衰期较长,因此过量使用 PMSG 可导致母羊卵巢黄体与卵泡共存,甚至导致母羊卵巢囊肿,因此同期发情处理时 PMSG 浓度不宜过高<sup>[25]</sup>。

### 3.3 CIDR+PMSG 处理对母羊血清生殖激素水平的影响

FSH 又称卵泡刺激素,是一种由腺垂体嗜碱性细胞分泌的糖蛋白激素,能够刺激卵巢使其加快卵泡的生长发育,同时也能促进雌激素的合成和分泌,从而引起动物发情<sup>[26]</sup>。LH 又称促间质细胞素,是一种由垂体嗜碱性细胞分泌的糖蛋白激素,在 FSH 协同作用下可以促进雌性动物卵泡成熟和排卵,以及促使颗粒细胞黄体化<sup>[27]</sup>。Adams 等<sup>[28]</sup>对母牛发情周期中的 FSH 波峰与卵泡波的关系进行了相关性研究,发现随着卵泡波的出现,母牛血清中 FSH 浓度会显著提高,说明 FSH 分泌波与卵泡波存在一定的相关性,FSH 浓度升高会引发卵泡波;也有研究发现,哺乳动物卵泡发育受系统的内分泌调控,而且以卵泡波的方式进行,每个卵泡波发生之前会伴随着 FSH 浓度的增加<sup>[29]</sup>,因此每个 FSH 分泌峰的出现都代表着 1 个卵泡波出现<sup>[30-31]</sup>。吴艳芳等<sup>[32]</sup>在对滩羊发情周期内生殖激素的研究中,发现大多数滩羊在 1 个情期内出现 2~4 个 FSH 峰值; Bartlewski 等<sup>[33]</sup>发现,繁殖季节绵羊每个发情周期通常有 3 个 FSH 峰值;本试验中同期发情处理后小尾寒羊血清中 FSH 在 6 d 和 14 d 出现 2 个明显的峰值,这也与 Menchaca 等<sup>[34]</sup>对绵羊卵泡波动态发育的研究一致。有研究表明,在哺乳动物的发情周期中, LH 呈一般脉冲式分泌,排卵

前 LH 水平会迅速上升,高水平的 LH 会增强蛋白水解酶的活性,蛋白水解酶促使卵泡壁溶解破裂从而发生排卵<sup>[35-36]</sup>。本试验中,同期发情处理后,小尾寒羊血清中 LH 浓度呈脉冲式变化,且在发情前 2 d 达到峰值,这与以上研究结果相似。E<sub>2</sub> 是一种雌激素,主要是由卵巢和胎盘分泌,其在卵泡发育、刺激阴道腺上皮增生和分娩等生殖活动方面发挥着重要作用<sup>[37-38]</sup>。P<sub>4</sub> 又称黄体酮,是一种由黄体和胎盘产生的类固醇类激素<sup>[39]</sup>,高水平的 P<sub>4</sub> 能够抑制发情和排卵,降低子宫兴奋性,在妊娠过程中有着重要作用。P<sub>4</sub> 与 E<sub>2</sub> 协同作用可以促使母羊表现出性欲,同时也能促进生殖道的发育<sup>[40]</sup>。有研究表明,发情前 E<sub>2</sub> 水平升高,可以更好地引起发情行为的出现和促进卵母细胞成熟,且哺乳动物一般在发情前会出现一次 E<sub>2</sub> 峰<sup>[41-42]</sup>,这与本试验结果一致。宋志攀等<sup>[39]</sup>报道,对母羊同期发情处理后 E<sub>2</sub> 的浓度变化与 LH 变化一致;阿尔曼·海热等<sup>[27]</sup>对不同季节吐鲁番黑羊血清中生殖激素的变化规律研究发现母羊血清中 P<sub>4</sub> 和 E<sub>2</sub> 浓度变化趋势基本一致,本试验结果与以上研究结果相似。

## 4 结论

本研究表明,使用 CIDR+PMSG 同期发情法可以有效提升小尾寒羊的繁殖效率,小尾寒羊在撤栓后 48 h 处于发情和排卵高峰,此时为进行人工授精的最佳时间。

## 参考文献:

- [1] 于小杰,王净,白园园,等. 放牧与舍饲饲养方式对小尾寒羊肉品质的影响 [J]. 2021, 52 (8): 2223-2232.
- [2] 周洪刚,马成涛. 湖羊同期发情与人工授精技术 [J]. 中农农业科技, 2022, 43 (3): 33-40.
- [3] 邓林涛. 肉羊同期发情与人工授精浅析 [J]. 中国畜牧兽医文摘, 2016, 32 (12): 61.
- [4] 徐志伟,花卫华,王公金,等. 湖羊同期发情与杜泊绵羊人工授精技术 [J]. 畜禽业, 2010 (12): 22-23.
- [5] 张静,焦熙亮,高晓茜,等. 不同时间单次定时输精对绵羊受胎率的影响 [J]. 中国兽医学报, 2020, 40 (8): 1647-1651.
- [6] 李丽峰. 肉羊同期发情人工授精关键技术应用试验 [J]. 现代农业, 2019 (7): 71-72.
- [7] 张年,韩世昌,索效军,等. 不同处理方法对楚宝黑头羊同期发情-定时输精效果研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59 (10): 245-249.
- [8] 郭振刚,吴瑛,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.
- [9] 依斯拉穆·麦麦提吐尔逊,买尔旦·依米提,布萨热古丽·艾尔肯,等. 3 种处理方法诱导柯尔克孜羊同期发情的效果 [J].

- 黑龙江畜牧兽医, 2016 (17): 98-100.
- [10] 华蕊, 韩奥婷, 蔡克奇, 等. 不同处理方法对海南黑山羊同期发情效果的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018 (16): 73-75.
- [11] 徐辉, 张永安, 陈荣, 等. 不同孕酮阴道栓诱导巴音布鲁克母羊同期发情试验 [J]. 新疆农垦科技, 2014, 37 (6): 35-36.
- [12] QUEREDA J J, GARCÍA-ROSELLÓ E, BARBA M, et al. Use of probiotics in intravaginal sponges in sheep: a pilot study [J]. *Animals*, 2020, 10 (4): 719.
- [13] YU J X, WANG J, BAI Y Y. Estrous synchronization in ewes; the use of progestogens and prostaglandins [J]. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*, 2018, 68 (4): 219-230.
- [14] 董俊, 张力, 何振富, 等. 不同体况绵羊同期发情处理试验研究 [J]. 畜牧兽医杂志, 2009, 28 (6): 1-4.
- [15] 江斌, 傅文栋, 蒲文斌. 不同激素处理绵羊的同期发情效果对比 [J]. 黑龙江动物繁殖, 2014, 22 (3): 51-53.
- [16] MEKURIAW Z, ASSEFA H, TEGEGNE A, et al. Estrus response and fertility of Menz and crossbred ewes to single prostaglandin injection protocol [J]. *Tropical Animal Health and Production*, 2016, 48 (1): 53-57.
- [17] BIEHL M V, DE FERRAZ JUNIOR M V C, BARROSO J P R, et al. The reused progesterone device has the same effect on short or long estrus synchronization protocols in tropical sheep [J]. *Tropical Animal Health and Production*, 2019, 51 (6): 1545-1549.
- [18] 吴贤锋, 刘远, 张晓佩, 等. 不同处理方法对福清山羊同期发情效果的影响 [J]. 中国草食动物科学, 2017, 37 (6): 77-78.
- [19] 赵晓锷, 杨江峰, 白园园, 等. 不同材质阴道栓结合 PMSG 诱导湖羊同期发情的效果观察 [J]. 中国草食动物科学, 2021, 41 (3): 69-76.
- [20] 陆晓雨, 刘宜勇, 张静, 等. 4种同期发情处理对哈萨克羊繁殖性能的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2022, 54 (3): 11-15.
- [21] BARRETT D M W, BARTLEWSKI P M, BATISTA-ARTEAGA M, et al. Ultrasound and endocrine evaluation of the ovarian response to a single dose of 500 IU of eCG following a 12-day treatment with progestogen-releasing intravaginal sponges in the breeding and non-breeding seasons in ewes [J]. *Theriogenology*, 2004, 61 (2/3): 311-327.
- [22] QUINTERO-ELISEA J A, MACÍAS-CRUZ U, ÁLVAREZ-VALENZUELA F D, et al. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes [J]. *Trop Anim Health Prod*, 2011, 43 (8): 1567-1573.
- [23] 张振良, 梁小鹏, 阿曼开迪·莫哈麦提汗, 等. 不同剂量 PMSG 对巴什拜羊同期发情的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019 (23): 50-52.
- [24] 李成, 张利平, 吴建平, 等. PMSG 对甘肃高山细毛羊同期发情和繁殖率的影响 [J]. 草业科学, 2015, 32 (11): 1907-1912.
- [25] 艾克拜尔·艾合麦提, 艾日夏提·地里夏提, 库德热提·努热合买提, 等. 不同处理方法对疆南绒山羊同期发情效果和繁殖性能的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59 (12): 233-237.
- [26] 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.
- [27] 阿尔曼·海热, 艾克拜尔·艾合麦提, 古丽沙热·吾甫尔, 等. 不同季节吐鲁番黑羊血清中生殖激素的变化规律研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60 (1): 255-259.
- [28] ADAMS G P, MATTERI R L, KASTELIC J P, et al. Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers [J]. *J Reprod Fertil*, 1992, 94 (1): 177-188.
- [29] COX J F, NAVARRETE F, CARRASCO A, et al. Effect of bST administration on plasma concentrations of IGF-I and follicular dynamics and ovulation during the interovulatory cycle of sheep and goats [J]. *Theriogenology*, 2019, 123: 159-166.
- [30] BARTLEWSKI P M, SOHAL J, PARAVINJA V, et al. Is progesterone the key regulatory factor behind ovulation rate in sheep? [J]. *Domestic Animal Endocrinology*, 2017, 58: 30-38.
- [31] MEDAN M S, WATANABE G, SASAKI K, et al. Follicular and hormonal dynamics during the estrous cycle in goats [J]. *J Reprod Dev*, 2005, 51 (4): 455-463.
- [32] 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.
- [33] BARTLEWSKI P M, BABY T E, GIFFIN J L. Reproductive cycles in sheep [J]. *Anim Reprod Sci*, 2011, 124 (3/4): 259-268.
- [34] MENCHACA A, RUBIANES E. Relation between progesterone concentrations during the early luteal phase and follicular dynamics in goats [J]. *Theriogenology*, 2002, 57 (5): 1411-1419.
- [35] BARRETT D M W, DUGGAVATHI R, DAVIES K L, et al. Differential effects of various estradiol-17 $\beta$  treatments on follicle-stimulating hormone peaks, luteinizing hormone pulses, basal gonadotropin concentrations, and antral follicle and luteal development in cyclic ewes [J]. *Biology of Reproduction*, 2007, 77 (2): 252-262.
- [36] DOSOUTO C, HAAHR T, HUMAIDAN P. Advances in ovulation trigger strategies [J]. *Panminerva Med*, 2019, 61 (1): 42-51.
- [37] LI M, ZU N, ZHANG C S, et al. Orexin A promotes granulosa cell secretion of progesterone in sheep [J]. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 2019, 20 (2): 136-142.
- [38] SANCHEZ A M, GIORGIONE V, VIGANÒ P, et al. Treatment with anticancer agents induces dysregulation of specific Wnt signaling pathways in human ovarian luteinized granulosa cells *in vitro* [J]. *Toxicological Sciences*, 2013, 136 (1): 183-192.
- [39] 宋志攀, 段春辉, 李宇, 等. P<sub>4</sub> 及 FSH 处理对育成母羊卵泡发育和生殖激素分泌的影响 [J]. 中国兽医学报, 2022, 42 (7): 1481-1488.
- [40] BARTLEWSKI P M, SEATON P, FRANCO OLIVEIRA M E, et al. Intrinsic determinants and predictors of superovulatory yields in sheep: circulating concentrations of reproductive hormones, ovarian status, and antral follicular blood flow [J]. *Theriogenology*, 2016, 86 (1): 130-143.
- [41] 祁云霞, 乌恩旗, 索峰, 等. 巴美肉羊发情期外周血 E<sub>2</sub> 和 P<sub>4</sub> 浓度变化规律与排卵数关系研究 [J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39 (11): 154-157.
- [42] 吴昊, 姚松阳, 宋玉坤, 等. 褪黑素对荷斯坦奶牛妊娠率及生殖激素的影响 [J]. 中国畜牧兽医, 2021, 48 (7): 2523-2529.