

奶山羊同期发情与人工授精技术的应用效果及影响因素分析

周娟娟¹, 葛陇利¹, 曹云龙¹, 史晓莉¹, 刘红颖¹, 边会龙¹, 伊晨刚²

(1.陕西省陇县畜牧工作站, 陕西陇县 721200; 2.宁波三生生物科技股份有限公司, 浙江宁波 315000)

摘要: [目的]探究同期发情与人工授精技术对奶山羊受胎率的影响, 为提升奶山羊良种繁育效率和产业标准化发展提供技术支撑。[方法]以陕西省陇县37个奶山羊场的3 805只繁殖母羊为研究对象, 对比两种配种方式: ①自然发情+人工输精; ②同期发情(醋酸氟孕酮阴道海绵联合PMSG、PG激素处理)+人工输精。通过B超孕检统计受胎率, 分析养殖方式、输精部位、配种时间等因素对结果的影响。[结果]同期发情+人工授精组的平均受胎率达71.56%, 显著高于自然发情组(68.56%)。半放牧半舍饲(73.10%)、子宫颈口输精(74.39%)及8月配种(75.49%)的组合模式效果最优。[结论]同期发情技术可显著提高奶山羊受胎率, 其效果受养殖模式、操作规范及季节因素综合影响, 需结合奶山羊场个性化方案推广以促进产业高质量发展。

关键词: 奶山羊; 同期发情; 人工授精; 受胎率; 繁殖效率

文章编号: 1671-4393 (2026) 04-0014-06

DOI:10.12377/1671-4393.26.04.03

Analysis of the Application Effects and Influencing Factors of Estrus Synchronization and Artificial Insemination Technology in Dairy Goats

ZHOU Juanjuan¹, GE Longli¹, CAO Yunlong¹, SHI Xiaoli¹, LIU Hongying¹,
BIAN Huilong¹, YI Chengang²

(1. Animal Husbandry Workstation of Long County, Shaanxi Province, Long Shaanxi 721200; 2. Ningbo Sansheng Biotechnology Co., Ltd., Ningbo Zhejiang 315000)

Abstract: [Objective] To investigate the effects of estrus synchronization and artificial insemination (AI)

作者简介: 周娟娟(1988-), 女, 陕西陇县人, 硕士, 畜牧师, 研究方向为动物遗传育种与繁殖、畜牧技术推广与应用;
葛陇利(1983-), 男, 陕西陇县人, 硕士, 畜牧师, 研究方向为畜牧技术推广与应用;
曹云龙(1982-), 男, 陕西陇县人, 本科, 兽医师, 研究方向为动物疫病防控、畜牧技术推广与应用;
史晓莉(1979-), 女, 陕西陇县人, 大专, 兽医师, 研究方向为奶山羊标准化技术;
刘红颖(1970-), 男, 陕西陇县人, 本科, 高级兽医师, 研究方向为畜牧技术推广与应用;
边会龙(1970-), 男, 陕西陇县人, 本科, 研究员, 研究方向为奶山羊标准化养殖及良种繁育技术推广及应用;
伊晨刚(1986-), 男, 陕西咸阳人, 硕士, 研究方向为羊繁殖技术推广。

technology on the conception rate of dairy goats, providing technical support for improving breeding efficiency and standardized development of the industry.[Method]A total of 3 805 breeding does from 37 dairy goat farms in Longxian County, Shaanxi Province, were studied.Two breeding methods were compared: ①natural estrus+AI; and②estrus synchronization (using intravaginal sponges impregnated with fluorogestone acetate combined with PMSG and PG hormone treatments) +AI.The conception rate was determined via ultrasound pregnancy testing, and the effects of farming methods, insemination sites, breeding timing, and other factors were analyzed.[Result]The average conception rate in the estrus synchronization+AI group was 71.56%, significantly higher than that in the natural estrus group (68.56%) .The optimal combination was semi-grazing and semi-penned farming (73.10%) , cervical insemination (74.39%) , and breeding in August (75.49%) .[Conclusion]Estrus synchronization technology can significantly improve the conception rate of dairy goats, with its effectiveness influenced by farming models, operational protocols, and seasonal factors.Tailored implementation plans are recommended to promote high-quality industry development.

Keywords: dairy goat; estrus synchronization; artificial insemination; conception rate; reproductive efficiency

近年来，随着消费者对羊奶营养价值认知的不断提升，奶山羊产业在乡村振兴战略和县域经济发展中的地位愈发凸显。陇县紧紧抓住产业发展机遇，将奶山羊产业作为支柱产业重点培育，已成功构建起“万只为引领、千只为示范、适度养殖场为主体、家庭牧场为基础、分户扩群为补充”的多元化发展格局^[1]。为积极响应全省奶山羊产业发展需求，深入贯彻全国畜禽遗传改良计划，加快奶山羊品种选育进程，逐步提高核心种源自给率，陇县在全县范围内大力研究推广同期发情+人工授精技术^[2]。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^[3, 4]。该技术不仅可以有效解决传统配种模式中产羔周期长、配种受胎率低、疫病传播难控制等突出问题，还能极大提高优秀种公羊的利用率，有力克服公母羊配种时体重悬殊的难题，有效防止公母羊通过本交传播疾病，快速改良奶山羊种群结构。全面推广应用奶山羊同期发情+人工授精技术，已成为陇县奶山羊产业转型升级的必经之路，更是推动产业持续健康发展的强有力支撑。

1 试剂器材

1.1 器械用具

B型超声检查（B超）仪（RKU10—1915011，徐州市凯信电子设备有限公司）：用于快速检测母羊是否怀孕，判断胎儿数量和发育状态。手术钳：主要用于精准放置和取出阴道海绵栓，确保操作过程中对母羊阴道无过度损伤。手术剪刀：用于修剪阴道海绵栓的引线等，保证操作的规范性。注射器：用于激素的准确注射，需根据激素类型选择合适规格。开腔器：在人工输精过程中，帮助打开母羊阴道，便于输精操作顺利进行。输精管：将稀释后的精液精准输送至母羊生殖道内的关键器械，需保持无菌状态。头灯：为阴道内操作提供充足照明，确保操作的准确性。喷壶：用于盛装消毒液，对母羊阴部进行消毒处理。瓷盘：用于放置各类小型器械和消毒棉球等，保持操作区域的整洁有序。垃圾桶：专门收集操作过程中产生的废弃物，防止环境污染。无菌抽纸：用于清洁母羊阴部周围的污物，避免细菌污染。防护服、手套、口罩、帽子、鞋套：操作人员穿戴，可有效避免人与羊之间的交

叉感染，保证操作环境的卫生安全。

1.2 药品试剂

醋酸氟孕酮阴道海绵（黄体酮阴道缓释剂、PRID），宁波三生生物科技股份有限公司：能够持续释放黄体酮，抑制母羊发情，为后续同期发情处理奠定基础。新洁尔灭：一种高效低毒的消毒剂，用于母羊阴部和操作器械消毒，杀灭表面细菌等微生物。生理盐水：用于稀释消毒液以及清洗器械，维持操作环境的渗透压平衡。大豆油：对PRID进行预处理，起到润滑作用，减少放栓时对母羊阴道的刺激和损伤。孕马血清促性腺激素（PMSG），宁波三生生物科技股份有限公司：具有促进卵泡发育和成熟的作用，能诱导母羊发情。氯前列醇钠（PG），宁波三生生物科技股份有限公司：可溶解黄体，促进母羊发情周期的启动，与PMSG配合使用，增强同期发情效果。

2 操作流程

2.1 放栓

放栓前，将羊只用颈夹妥善固定，防止羊只在操作过程中挣扎造成损伤。用大豆油对阴道海绵栓进行充分预处理，确保海绵栓表面润滑。放栓时，一人轻轻提起羊尾巴，充分暴露母羊阴部；另一人用新洁尔灭与生理盐水按比例配制的消毒液，对母羊阴部进行彻底消毒处理，消毒范围应包括阴门周围及阴道入口处。消毒完成后，操作人员手持手术钳，将PRID轻缓地推入母羊阴道，直至到达子宫颈口无法继续推进为止。最后，将海绵栓的引线剪短至6~7 cm，放栓操作结束（第1天）。在该过程中，操作人员动作务必轻缓，避免因操作不当导致母羊阴道黏膜受损。

2.2 激素注射

放栓后第12天进行肌肉深部注射激素。提前将

羊只用颈夹固定，由一人负责固定羊只身体，防止其晃动影响注射准确性；另一人进行激素注射操作。每只羊分别在左右颈部进行肌肉注射，注射剂量为PMSG 330~400 IU（1 000 IU/盒）和PG 0.1 mg（第12天）。注射时需严格把控激素剂量，确保注射部位准确无误，避免将激素注射至脂肪层或皮下，影响吸收效果。注射完成后，应对注射部位进行轻轻按压，防止激素外渗。

2.3 撤栓

放栓后第13天进行撤栓操作。撤栓时，将羊只用颈夹固定，确保母羊身体稳定。操作人员一手保定母羊，另一手拉住栓后的引线，缓缓用力将海绵栓拉出。若遇到少数羊只看不到引线的情况，操作人员需先对母羊阴部进行再次消毒，然后戴上无菌手套，轻轻地从阴道内将海绵栓取出（第13天）。撤栓过程中同样要注意动作轻柔，避免对母羊阴道造成损伤。若发现阴道有出血等异常情况，应及时采取相应处理措施。

2.4 人工输精

根据每个奶山羊场的实际养殖条件、母羊体质状况等因素，制定奶山羊场个性化的人工输精方案（表1）。输精前，先将羊只保定，由两人将母羊平稳保定在输精架上，确保母羊无法随意移动；另一人再次对羊只阴部进行严格消毒处理，更换无菌手套和器械。准备工作结束后，由经验丰富的输精人员进行输精操作。本次同期发情的母羊采用3次输精，时间间隔控制在10~12 h，每次输精量为0.3~0.4 mL（稀释后精液）。每次操作中，根据天气变化、母羊发情表现等不可抗拒因素对输精时间和输精量进行微调（第14~15天）。输精时，输精管需沿阴道壁缓慢插入，精准到达预定输精部位，避免粗暴操作损伤生殖道。

表 1 奶山羊同期发情 + 人工输精方案

Table 1 Protocol of Estrus Synchronization+Artificial Insemination in Dairy Goats

放栓时间	激素处理时间	撤栓时间	第 1 次输精时间	第 2 次输精时	第 3 次输精时
2024-08-05 09: 00	2024-08-16 09: 00	2024-08-17 09: 00	2024-08-18 19: 00 ~ 21: 00	2024-08-19 07: 00 ~ 09: 00	2024-08-19 17: 00 ~ 19: 00

3 结果分析

2024年7—11月，在陇县37个奶山羊场采用同期发情+人工授精技术进行配种试验，参配奶山羊共计3 805只，经B超孕检确认怀孕母羊2 723只，平均受胎率达到71.56%。通过试验示范发现，在不同条件下，奶山羊人工授精受胎率受多种因素的综合影响。

3.1 养殖方式的影响

本次试验涉及23个舍饲奶山羊场和14个半放牧半舍饲奶山羊场。其中，23个舍饲奶山羊场开展人工授精，参配奶山羊2 545只，经B超孕检怀孕奶山羊1 802只，平均受胎率70.81%；14个半放牧半舍饲奶山羊场开展人工授精，参配奶山羊1 260只，经B超孕检怀孕奶山羊921只，平均受胎率为73.10%。数据表明，半放牧半舍饲条件下奶山羊人工授精受胎率明显高于舍饲养殖（表2）。

表 2 不同养殖方式奶山羊人工授精受胎率统计表				
Table 2 Statistical Table of Conception Rates of Artificial Insemination in Dairy Goats Under Different Breeding Methods				
养殖方式	奶山羊场(个)	参配奶山羊(只)	怀孕奶山羊(只)	受胎率(%)
半放牧半舍饲	14	1 260	921	73.10
舍饲	23	2 545	1 802	70.81
总计	37	3 805	2 723	71.56

3.2 输精部位的影响

37个试验场中，33个奶山羊场对成年母羊采用子宫颈口人工授精方式，参配奶山羊3 323只，经B超孕检怀孕奶山羊2 472只，平均受胎率为74.39%；4个奶山羊场对成年母羊采用阴道人工授精方式，参

表 3 成年母羊和育成母羊人工授精受胎率统计表				
Table 3 Statistical Table of Conception Rates of Artificial Insemination in Adult Ewes and Replacement Ewes				
输精部位	奶山羊场(个)	参配奶山羊(只)	怀孕奶山羊(只)	受胎率(%)
子宫颈口	33	3 323	2 472	74.39
阴道	4	482	251	52.07
总计	37	3 805	2 723	71.56

配奶山羊482只，经B超孕检怀孕母羊251只，人工授精平均受胎率为52.07%。结果清晰表明，子宫颈口输精受胎率显著高于阴道输精受胎率（表3）。

3.3 发情处理方式的影响

本次试验37个奶山羊场采取同期发情+人工授精的方式，参配奶山羊3 805只，B超孕检怀孕奶山羊2 723只，平均受胎率为71.56%；对照4个奶山羊场采取自然发情+人工授精的方式，参配奶山羊194只，经B超孕检怀孕母羊133只，平均受胎率68.56%。数据显示，同期发情+人工授精方式的受胎率高于自然发情+人工授精方式，这充分表明采用同期发情+人工授精是提高奶山羊良种繁育效率的有效途径（表4）。

表 4 不同处理方式奶山羊人工授精受胎率统计表				
Table 4 Statistical Table of Conception Rates of Artificial Insemination in Dairy Goats Under Different Treatment Methods				
不同处理方式	奶山羊场(个)	参配奶山羊(只)	怀孕奶山羊(只)	受胎率(%)
同期发情+人工授精	37	3 805	2 723	71.56
自然发情+人工授精	4	194	133	68.56

3.4 输精月份的影响

2024年陇县奶山羊同期发情人工输精主要集中在8—10月。其中，8月开展人工输精的奶山羊场21个，参配奶山羊1 983只，经B超孕检怀孕奶山羊1 497只，受胎率75.49%；9月开展人工输精的奶山羊场10个，参配奶山羊1 284只，经B超孕检怀孕奶山羊902只，受胎率70.25%；10月开展人工输精的奶山羊场6个，参配奶山羊538只，经B超孕检怀

表 5 不同输精时间奶山羊人工授精受胎率统计表				
Table 5 Statistical Table of Conception Rates of Artificial Insemination in Dairy Goats at Different Insemination Times				
输精时间	奶山羊场(个)	参配奶山羊(只)	怀孕奶山羊(只)	受胎率(%)
8月	21	1 983	1 497	75.49
9月	10	1 284	902	70.25
10月	6	538	324	60.22
总计	37	3 805	2 723	71.56

孕奶山羊324 只，人工输精受胎率60.22%。结果显示，8月同期发情人工输精受胎率最高，10月同期发情人工输精受胎率最低（表5）。

3.5 孕检时间的影响

参配后40 天内进行孕检的奶山羊场2 个，参配奶山羊499 只，B超检查怀孕奶山羊316 只，平均受胎率63.33%；参配后40~50 天孕检的奶山羊场19 个，参配奶山羊1 984 只，经B超检查怀孕奶山羊1 446 只，平均受胎率为72.88%；参配后50 天孕检的奶山羊场16 个，参配奶山羊1 322 只，经B 超检查怀孕奶山羊961 只，平均受胎率72.69%。结果显示，40 天以内孕检受胎率相对较低，而40~50 天和50 天后孕检受胎率较为接近，没有大的变化，这表明在40 天以后进行孕检，结果更为准确，孕检时间对实际受胎率没有本质影响。40 天以内由于胚胎发育尚不完全，B超检查可能无法准确判断是否怀孕，从而导致受胎率统计偏低（表6）。

表 6 不同孕检天数奶山羊人工授精受胎率统计表
Table 6 Statistical Table of Conception Rates of Artificial Insemination in Dairy Goats at Different Pregnancy Examination Days

孕检天数 (天)	奶山羊场 (个)	参配奶山 羊 (只)	怀孕奶山 羊 (只)	受胎率 (%)
< 40	2	499	316	63.33
40~50	19	1 984	1 446	72.88
> 50	16	1 322	961	72.69
总计	37	3 805	2 723	71.56

4 讨论

奶山羊同期发情+人工授精技术的应用效果受到多种因素的综合影响，结合本次陇县37 个奶山羊场的试验数据（平均受胎率71.56%），可从以下层次深入分析技术优化方向。

4.1 养殖方式的影响

数据显示，半放牧半舍饲模式受胎率（73.10%）较舍饲模式（70.81%）高出2.29 个百分点，印证了适度运动对母羊繁殖性能的促进作用，这与曹广芝等^[5]对波尔山羊的试验结果一致，即在半

放牧半舍饲的养殖方式下，母羊能够获得更充足的运动空间，通过自由活动增强体质，提高机体的代谢能力和繁殖机能，更有利受孕。这提示在规模化养殖中，需避免过度限制母羊活动空间，可通过设计半开放式羊舍或增加舍内运动区域，模拟自然放牧的生理刺激。

4.2 输精位置对受精效率的影响

子宫颈口输精（74.39%）与阴道输精（52.07%）的受胎率差异（22.32 个百分点），这是由于子宫颈口输精能够将精液直接输送至靠近受精部位的子宫颈口附近，缩短精子到达输卵管受精距离，减少精子在阴道内的损耗和受环境因素影响，从而提高受精成功率。而阴道输精时精液更易受到不利环境影响，导致受胎率较低。这与张国宇等^[6]关中奶山羊发情周期子宫颈口变化的研究结果高度契合，即奶山羊子宫颈口在发情期明显开张，开张时间维持36~48 h，此阶段子宫颈口腺体分泌增强，黏液呈清亮流体状至乳白色黏稠糊状的动态变化，为精子穿透提供理想通道。此外，输精人员的技术熟练度直接决定操作质量，即能准确识别子宫颈口开张状态，结合阴道黏液性状和细胞角化程度判断最佳输精时机，确保精液精准送达子宫颈口附近，最大限度发挥优质精液的受精潜力。

4.3 激素调控方案的优化空间

同期发情处理组（71.73%）较自然发情组（68.56%）的受胎率优势，验证了PMSG+PG组合方案的合理性，这与孟子琪等^[7]在内蒙古地区奶山羊规模化养殖场的研究结论高度一致。该研究通过对比不同孕酮栓与激素组合发现，PRID+PMSG方案在发情率和成本控制上表现最优，其中使用330 IU PMSG 的处理组发情率达78%，显著高于高剂量组的发情效果波动。本试验中采用的330~400 IU PMSG 剂量区间，与该研究推荐的最优剂量高度吻合，进一步证实了中等剂量PMSG在同期发情中的稳定性。从激素注射时间看，孟子琪等^[7]研究明确了“撤栓前24 h 注射PMSG+撤栓时注射PG”的时序方案，发情同步率较其他时间组合提高15%~20%。本试验中第12天

（撤栓前1天）注射激素的操作流程，恰好遵循这一关键时间窗口，确保激素对卵泡发育精准调控。

4.4 输精月份与孕检时机的把控

不同月份对奶山羊受胎率也有影响。研究显示，奶山羊季节性发情明显，发情旺季集中在9—11月，其中是以10月最集中^[8]。而本试验8月人工授精受胎率最高，结合陇县的气候特点，8月气温适宜，光照充足，饲草资源丰富，母羊在这一时期营养摄入充足，体质状况良好，发情表现明显且排卵正常，为受孕提供有利条件；而随着9、10月气温逐渐降低，光照时间减少，母羊的生理机能受到一定影响，发情和排卵质量下降，导致受胎率降低，因此，建议在配种前30天开展针对性补饲，确保母羊血清孕酮水平和卵泡发育质量达到最佳状态^[9]，以抵消气候影响。

孕检时间数据表明，40天内检测可能造成10%左右的误诊率，建议统一将孕检时间规范在配种后45~50天，此时B超可见孕囊率达98%以上，能为养殖管理提供准确依据^[10]。

5 结论

本研究通过陇县37个奶山羊场的大规模试验（参配母羊3 805只，受胎2 723只），系统验证同期发情+人工授精技术的应用价值。结果显示，该技术平均受胎率达71.56%，较自然发情+人工授精模式提高3.17个百分点，其中半放牧半舍饲（73.10%）、子宫颈口输精（74.39%）和8月配种（75.49%）的组合模式表现最优。关键发现包括：养殖模式影响母羊体质状态，输精部位决定精子获能效率，季节因素关联营养与生理节律，40天后孕检可确保结果准确性。

该技术的成功应用，有效解决传统配种发情分散、良种利用率低等问题，实现产羔周期的精准调控，为陇县奶山羊产业规模化发展提供技术支撑。未来需重点优化三方面工作：一是完善个性化技术方案，根据养殖模式调整操作参数。二是加强技术培训体系建设，提升输精人员输精精准度。三是建立“营养调控-激素处理-精液管理”一体化技术体系，推动产业向高质量发展转型，为乡村振兴背景下的县域特色产业升级提供实践范例。

参考文献

- [1] 宝鸡日报.宝鸡：全力打造“全国羊乳产业基地”[EB/OL].
<https://news.qq.com/rain/a/20210807A09FC100>, 2021-08-07.
- [2] 陕西网.以全产业链谋划羊乳产业推动县域经济高质量发展[EB/OL].<https://www.ishaanxi.com/c/2020/0922/1839072.shtml>, 2020-09-22.
- [3] 张静, 焦熙堯, 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.
- [4] 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.
- [5] 曹广芝, 袁逢新, 王怀友, 等.运动对舍饲波尔山羊繁殖性能的影响[J].当代畜牧, 2003(3): 20-21.
- [6] 张国宇, 冉本康, 康永刚, 等.奶山羊发情周期子宫颈口、阴道细胞及生殖激素变化规律研究[J].畜牧与兽医, 2025, 57(4): 1-7.
- [7] 孟子琪, 杨磊, 张耀支, 等.不同处理方法对奶山羊同期发情效果的影响[J].中国乳业, 2024(8): 31-37.
- [8] 秦其国.提高奶山羊秋配受胎率的措施[J].中国动物保健, 2024, 26(10): 95-96, 112.
- [9] 李苏日古嘎.配种前不同能量水平补饲对放牧母羊繁殖性能的影响[D].呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2024.
- [10] 赖景涛, 肖应盛, 莫柳忠, 等.羊B超早期孕检技术简介[J].中国畜禽种业, 2021, 17(5): 109-110.