

家畜精液冷冻保存技术研究及应用进展探讨

齐斌

文山州畜牧站

DOI:10.32629/as.v9i5.3981

[摘要] 现代家畜养殖产业中,做好精液冷冻保存技术可以有效保障家畜精液品质,提升人工授精效果,具有提高繁殖率、降低生产成本的重要优势。目前,家畜精液冷冻保存技术在实际应用中获取了较好的成效,但仍存在一些风险,导致家畜精液冷冻保存效果不理想。基于此,本文对家畜精液冷冻保存技术的原理与机制进行简单的分析,并对该技术实施过程记录分析,包含家畜精液采集、品质的检测、稀释液成分与稀释方法、冷冻流程、解冻流程等关键环节,综合分析家畜精液冷冻技术的高效应用方法,旨在提升家畜养殖繁殖性能。

[关键词] 家畜; 精液冷冻; 保存技术; 研究与进展

中图分类号: S82 文献标识码: A

Research and Application Progress of Cryopreservation Technology for Livestock Semen

Bin Qi

Wenshan Livestock Station

[Abstract] In the modern livestock breeding industry, good semen cryopreservation technology can effectively ensure the quality of livestock semen, improve the effectiveness of artificial insemination, and have important advantages in increasing reproductive rates and reducing production costs. At present, the technology of cryopreservation of livestock semen has achieved good results in practical applications, but there are still some risks that lead to unsatisfactory results in the cryopreservation of livestock semen. Based on this, this article provides a simple analysis of the principles and mechanisms of livestock semen cryopreservation technology, and records and analyzes the implementation process of this technology, including key links such as livestock semen collection, quality detection, diluent composition and dilution methods, freezing process, thawing process, etc. It comprehensively analyzes the efficient application methods of livestock semen cryopreservation technology, aiming to improve the reproductive performance of livestock breeding.

[Key words] livestock; Semen freezing; Preservation technology; Research and Progress

我国家禽养殖业品种丰富、规模大,受不同养殖区域的影响,存在诸多地方性优良畜禽种类,例如云南保山黑猪、小尾寒羊、文山牛等,做好优良畜禽遗传资源的稳定与维护,对促进我国畜禽养殖行业良好发展具有关键作用。为满足社会生产需求,存在大量引进家畜新品种的情况,造成地方性家畜品种特性出现混杂、养殖规模下降等现象,严重制约地方性优良品种资源的延续。因此,为保障优质家畜遗传资源,可以通过应用精液冷冻保存技术,对优质地方性家畜品种资源进行保存。精液冷冻保存技术是指通过对家畜精液进行超低温处理,使其得以长期保存,且解冻后不影响基本遗传性状及使用功能的一种方法。该技术不仅在畜禽遗传资源保存上得以推广应用,在家禽养殖期间生产繁殖方面应用也较为广泛。基于此,本文对家畜精液冷冻保存技术研究及应用进展进行探讨分析,以期能为动物养殖生产行业提供优质繁殖路径。

1 精液冷冻技术的发展历程

1949年间,技术人员将牛精液置于-80℃低温条件下短暂冷冻保存,并加入20%甘油保护精子活性,在解冻后,被解冻的牛精液仍然可以恢复活性,从而精液冷冻技术得以诞生。在后续生产中,越来越多的研究人员开始在牛、猪、马、羊等诸多家畜中应用该项技术,并展开广泛的实验研究。通过实验研究,探讨分析精液冷冻时最佳稀释液成分、保护剂种类及使用剂量、稀释方法、冷冻温度及方法、降温速度及解冻方式等信息,并将其应用在生产实践中。探讨分析精液冷冻过程中,冷冻详细步骤与最佳冷冻方式等信息,并通过大量的实际试验生产,将其应用在家畜精液冷冻生产中,获取较好的精液冷冻品质。随着现代信息技术的发展,精液冷冻技术在家畜养殖生产及地方性家畜优质品种资源保护中应用广泛,且成效显著。

2 精液冷冻保存技术的机理与损伤机制

家畜精液冷冻保存技术实施过程中, 先将收集的家畜精液置于超低温条件下, 受低温的影响, 精子活动进程及新陈代谢速度快速减缓直至停止生命活动, 从而达到保存的效果; 后续使用过程中, 采取解冻技术, 将精子进行解冻, 恢复生命活动。在经过冷冻处理后的精子, 其活力水平及多项数据均相对新鲜精液中的精子较低, 因此, 如何减少冷冻造成的精子性能损伤十分关键。部分研究学者认为, 精液低温冷冻期间造成的损伤, 主要是由于溶液浓度改变(化学损伤)及胞内冰损伤(物理损伤)两种原因。

对比精液冷冻过程, 可以发现, 在精液降温处理过程中, 精子细胞的损伤最为严重。当精子温度下降至一定标准时, 精液中的溶液会出现结冰。结冰后精液细胞外液电解质浓度及渗透压得以提升, 出现细胞内水分向外不断渗出的情况, 出现精子失水, 品质下降。而随着温度的不断下降, 结冰量逐渐提升, 细胞外液始终处于高渗的状态, 细胞出现收缩, 精子损伤不断加强, 造成溶液损伤, 又名化学损伤。当温度下降速度过快时, 细胞内的水分快速进入结冰状态, 但是无法出现外渗, 细胞内冰状物增多, 直接刺伤精子结构, 属于细胞内冰损伤, 又名物理损伤。无论是化学损伤还是物理损伤, 最终均会造成精子出现死亡。因此, 为避免此种现象的发生, 需控制好两种损伤之间的平衡点, 从而保障精子冷冻保存的质量。

3 家畜精液冷冻关键技术的应用进展

3.1 精液采集

家畜精液采集品质是保障家畜精液冷冻效果的首要步骤, 对后续的冷冻成功影响较大。目前, 家畜养殖中常见的精液采集方法包括手握法、按摩刺激法、假阴道取精法及电刺激法。在家畜养殖期间, 不同家畜种类适用的取精法具有差异性。在开展猪精液采集时, 较为常见的为手握取精法。采集精液过程中, 为保障精液的品质, 首先明确采精对象的机体健康、有无发病情况。其次做好精液采集流程, 避免出现精液污染。最后, 采集精液时, 以中段精液品质最佳。

采精完成后, 对精液的品质进行简单的观察, 对比其外观、气味等, 明确其活力水平、密度等数据。优质的家畜精液外观为乳白色或浅灰色, 有轻微腥味, 质地均匀且无水乳分离。通常来说, 猪一次的射精量最佳标准为200~400mL; 奶牛的一次射精量最佳标准为5~10mL; 水牛的一次射精量最佳标准为3~6mL; 绵羊的一次射精量最佳标准为0.8~1.2mL。精液内无任何脓性分泌物质、污染物, 采精对象无发病或隐性携带疾病的情况。显微镜检查时, 精液精子密度不低于2亿/mL、活率不低于90%、活力水平不低于80%、畸形率不超过10%为宜。

3.2 精液冷冻技术

3.2.1 稀释液成分的选择

家畜精液冷冻稀释液的主要作用是保护精子在低温环境下逐渐冷冻过程中, 避免精子内外的冰晶形成造成细胞内渗透压的变化, 避免精子出现化学或物理损伤, 主要包含多种冷冻保护

剂、缓冲液、添加剂、抗氧化剂、抗生素等。冷冻稀释液的使用, 可以有效改变精子细胞渗透压, 避免细胞在长时间冷冻造成的脱水影响, 从而减缓细胞的收缩。除此之外, 可以对精液内精子细胞的渗透压改变, 避免在冷冻过程中出现化学或物理损伤, 控制细胞的收缩速度。除此之外, 冷冻稀释液还可以中和精液的冷冻临界温度值, 减缓冰晶形成速度, 从而实现保护精子的效果。结合不同稀释液的化学结构特征, 将其分为醇类、糖类、蛋白质、无机盐、酰胺类等; 依据作用机理又分为渗透性及非渗透性保护剂。

甘油作为一种精液冷冻保护剂, 具有实践应用经验丰富、应用方面广泛的一类渗透性的保护剂。特定浓度甘油混合至精液内后, 可以直接渗透至精子细胞内, 控制精子冷冻期间水分在细胞内的自由渗透量, 减少渗透液差值, 从而避免精子细胞冷冻的损伤。除此之外, 甘油的黏度水平较高, 应用后可以控制结冰量, 优化精液冷冻保护剂的性能, 减少精液物理损伤影响。但是在家畜精液冷冻期间, 应用高浓度的甘油作为保护剂使用, 会对精子造成毒害影响, 受胎率下降。因此, 需要结合不同家畜品种及精液的最佳甘油使用冷冻。以猪、牛精液冷冻保存为例, 建议甘油作为冷冻保护剂的加入浓度控制在4%左右; 在山羊精液冷冻保护中, 可以采用海藻糖、甘油进行混合使用, 甘油浓度控制在1%左右为宜; 在绵羊的精液冷冻中, 甘油的最佳添加浓度为3%左右为宜。

除了甘油之外, 糖类也是一种应用在家畜精液冷冻稀释液中较好的非渗透性冷冻保护剂, 与甘油搭配同时使用, 可以有效控制精液冷冻时出现的损伤。目前, 糖类家畜精液冷冻剂应用时, 以葡萄糖、乳糖、果糖、甘露醇、海藻糖等较为常见。以海藻糖为例, 将海藻糖添加至牛冷冻精液中进行保存, 以添加量为0.06mg/mL条件下, 精子冷冻效果最佳。

卵黄在家畜精液冷冻保存期间应用也具有较好的保护效果, 其添加至精液中后, 卵黄中低密度的脂蛋白会直接依附至精子的细胞膜上, 形成一道凝胶化状态保护膜, 可以保护精子细胞膜的完整性, 避免出现损伤。不同家畜精液冷冻时卵黄添加浓度具有差异性, 其中牛精液冷冻时, 卵黄添加量多控制在20%左右最佳。

3.2.2 稀释方法

家畜精液冷冻过程中, 精液稀释方法也十分关键。通常来说, 稀释法包含一次稀释法和二次稀释法。以甘油稀释液为例, 一次稀释法是指将精液与甘油稀释液依据特定比例进行一次性混合稀释, 结束后直接进行冷冻; 二次稀释法则是将精液与稀释液1依据比例进行混合, 通常在常温条件下。当温度缓慢下降时, 再与稀释液2依据比例进行混合, 通常稀释液2含甘油, 并将其置于5℃的环境温度下稳定5min, 促使稀释液2混合均匀。二次稀释法过程中, 可以有效减轻甘油对精子的毒害作用。

除了稀释精液之外, 还需对精液进行保存, 通常包含安瓿法、细管法、塑料袋法及颗粒法。通常来说, 细管法、塑料袋法多应用在二次稀释法中。在家畜精液冷冻保存中, 细管法属于较

为常见的方法,具有冷却速度快、密闭性好、不易被污染、操作简便等优势。

3.2.3精液冷冻方法

家畜精液冷冻方法主要使用程序冷冻法和液氮熏蒸法。其中,程序冷冻化是通过对程序化操作对液氮的喷入量进行合理调控,达到控制降温速率的作用。该方法应用期间,对操作仪器设备条件要求较高,并且可以实时监测温度的下降速度,并合理调控,确保降温过程中对精子的损伤降至最低。而液氮熏蒸法具有操作简便、快捷等优势,对专业仪器设备条件要求较低,但是在实际生产中,无法对冷冻降温的速率实现高效控制,通常采取自制泡沫箱或冷冻仪装置液氮,将细管装入泡沫箱或冷冻仪装置内实现降温。通过实践生产对照发现,程序冷冻法的精液冷冻效果明显优于液氮熏蒸法。

3.3精液解冻

家畜精液解冻途径多样化,主要包含干解与湿解法。干解法是指将解冻液与冷冻家畜精液依据一定的比例充分混合,然后再放入预设的水浴锅内,逐渐增温解冻,多用于细管保存的冷冻精液解冻中;而湿解法则是把冷冻后的精液直接放入预热后的解冻液中,实现解冻,此类方法多用于颗粒法保存的家畜精液中。

家畜冷冻精液解冻过程中,需要对解冻的温度、时间以及解冻后的精子活性水平等进行调整,从而提升解冻后精子的质量。精子在解冻过程中,当环境温度在 -25°C ~ -5°C 之间,易出现解冻损伤。在此过程中,为避免精子解冻时出现损伤,需缩短此温度范围内的持续时间。冷冻精液解冻时,通过温度的调控可以有效提升精子解冻后的活力水平,从而提升精子存活率。例如,在对猪冷冻精液解冻时,在 50°C 的环境下持续解冻16s,再将其转移至 30°C 的环境下静置解冻40s或置于 38°C 环境下静置解冻30s,猪精子活力水平高,且具有较好的顶体完整率。在对肉牛冷冻精液进行解冻时发现,肉牛冷冻解冻以 39.5°C 条件下持续解冻30s左右,肉牛精子的活力水平最佳。

4 结语

综上所述,通过近年来诸多学者对家畜精液冷冻技术的不断试验研究,该技术得以快速发展,并且在家畜养殖中,特别是

人工授精技术中应用广泛。虽然家畜精液冷冻技术的实施规避了精液采集后易失活、无法长期保存及运输等诸多问题,但是,精液冷冻及解冻期间仍旧存在精子品质下降的问题,因此,在家畜精液冷冻期间,积极探索如何合理控制精子在冷冻期间出现的化学、物理损伤程度;如何有效保障较高的精子活性水平及顶体、质膜的完整性等,对家畜精液冷冻保存技术的发展十分关键。家畜精液冷冻过程中,造成精子品质下降的原因较多,在冷冻期间任何流程操作不当,均会出现严重的精子品质损伤,技术人员在实操中注意管理。除此之外,在当下技术发展中,家畜冷冻精液技术相关的研究机理、变化规律等数据尚未得到清晰数据的认定,还需相关技术人员进一步展开探索研究。

家畜精液冷冻技术的实施,对开展现代家畜养殖产业、繁殖性能的提升及优化地方性家畜品种资源的保护与充分利用等具有重要影响。通过开展该项技术的研究,做好相应的精液采集、保护剂的使用、冷冻程序管理、解冻程序管理等生产环节,控制精液在冷冻期间造成的不良损伤,从而达到预计的精液冷冻优质效果,优化该技术的应用效果。通过高效利用与优化家畜精液冷冻技术,有利于畜禽养殖生产人工授精技术的完善与标准化执行,促进畜禽养殖产业健康稳定发展,并保障我国地方优良畜禽种质资源的利用与保存。

[参考文献]

- [1]张树山,韩雪峻,张德福.猪冷冻精液产业化发展现状、存在问题及对策[J].中国畜牧杂志,2026,62(02):6-9.
- [2]张树山,韩雪峻,李步社.猪精液冷冻保存技术在商品化种猪生产中的应用实践[J].上海畜牧兽医通讯,2025,(06):1-4.
- [3]赵程禹,杜鹏举,高琴.家畜精液冷冻保存技术研究[J].黑龙江动物繁殖,2025,33(05):20-25+105.
- [4]王冠军.牛冷冻精液人工授精技术要点[J].福建畜牧兽医,2025,47(03):51-53.
- [5]王浩磊,李新红.家畜精液冷冻保存技术研究及应用进展[J].中国畜禽种业,2025,21(04):24-35.

作者简介:

齐斌(1986—),男,汉族,四川宝兴人,本科,专技十一级,研究方向为畜牧技术推广。