

张亮,蒋雨,邱进杰,等.北美母猪的营养及繁殖管理研究进展[J].江苏农业科学,2018,46(4):153-158.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.04.039

# 北美母猪的营养及繁殖管理研究进展

张亮<sup>1</sup>,蒋雨<sup>1</sup>,邱进杰<sup>1</sup>,王东堂<sup>2</sup>

(1.重庆市畜牧科学院,重庆 402460; 2.重庆市璧山区河边畜牧兽医站,重庆 402760)

**摘要:**20 世纪 50 年代以来,猪的遗传、营养、猪舍环境以及疾病控制都有较大进步,国外形成了一些高产母猪品系和高效的养猪技术集成。根据各阶段猪对营养的不同需求,对日粮配方进行持续的优化和改进;另外在繁殖生产管理方面对后备母猪培育、夏季不孕、产房监管等问题进行较好的管理实践。这些方面的改进能够使生产者更有效地组织劳动力和物资投入,在提高生产效率和产量的同时,实现人员的休假制度。北美部分农场通过集成这些繁殖技术和各方面进展,在进行诸多养猪实践后形成一整套管理体系,值得我国的养猪管理者和研究者学习和借鉴。

**关键词:**母猪营养;繁殖管理;诱导分娩;夏季不孕

**中图分类号:** S828.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)04-0153-05

通过综合应用动物营养学、遗传学、行为学以及圈舍设计学等研究成果,在过去的 40 年里人们发展了许多高产母猪管理实践技术,显著地提高了母猪群体的繁殖效率。即便如此,排卵率在 20% 左右,受胎率低于 60% 的母猪群体依然存在<sup>[1]</sup>。如果假设母猪的妊娠长度为 115 d,哺乳期为 21 d,断奶至发情间隔 (weaning to estrus interval, 简称 WEI) 为 5 d,100% 情期受胎率,零胚胎和断奶死亡率,那么母猪每年将产 2.6 胎,并生产 52 头断奶仔猪。但实际的生产过程受到许多诸如季节、营养、疾病、受孕前 30 d 胚胎死亡以及哺乳过程中仔猪死亡等因素的影响,母猪每年生产 52 头断奶仔猪的理想目标根本无法实现。2012 年,北美地区母猪平均每年产 2.3 胎,活产仔数为 11.8~12.3 头/胎,断奶仔猪数为 10.3~10.5 头/胎,1 头母猪年提供断奶仔猪数平均为 24 头<sup>[2-3]</sup>。另有数据表明,2012 年加拿大母猪平均分娩率和总产子数分别为 86.6% 和 14.0 头,而美国分别为 83.6% 和 13.4 头;与 2011 年加拿大、美国母猪平均分娩率和总产子数 74.9% 和 11.5 头、69.0% 和 11.3 头相比,分娩率增长约 10 个百分点,总产子数提高 1.5 头左右<sup>[2]</sup>。Ketchum 对 2014 年北美地区母猪产仔数据的分析表明,生产效率最高的母猪(占总体样本的 10%)、达到平均水平的母猪、以及最低的母猪(占总体样本的 30%)年提供断奶仔猪数量分别为 30.1、25.3、21.9 头,年总产子数分别为 36.3、32.7、29.6 头;由此可知,生产效率高的母猪群每头母猪比生产效率低的母猪群每年多提供 8 头断奶仔猪,另外生产水平低的母猪群每头母猪产仔后仔猪死亡率较高,达 26%<sup>[4]</sup>。

## 1 母猪的管理

收稿日期:2017-06-14

基金项目:国家生猪产业技术体系专项(编号:CARS-36)。

作者简介:张亮(1982—),男,重庆合川人,硕士,副研究员,主要从事动物繁殖技术的研究。Tel:(023)46790212;E-mail:zhang\_liang1982@163.com。

通信作者:蒋雨,高级畜牧师,主要从事畜牧技术推广工作。Tel:(023)46796116;E-mail:jy16082@sina.com。

### 1.1 青年后备母猪培育与管理

2012 年北美地区母猪的更新率在 45% 左右<sup>[2]</sup>。维持这种较高更新率的部分原因是育种要求,另一部分可归因于母猪产后发情配种失败以及趾蹄病的发生<sup>[5-7]</sup>。繁育和选择母系青年母猪通常是在考虑母猪体况、疾病状态、性成熟以及生殖疾病史等综合信息后作出的。青年母猪正常发情并在妊娠分娩后进入发情周期的能力是选择后备母猪的一个重要指标。

Sterning 等的研究表明,母猪在初情期或断奶后 10 d 以内表现发情排卵的遗传力为 0.31,即如果青年母猪在初情期并未表现出发情排卵,那么将有较大的可能在其断奶后 10 d 内出现不发情的现象<sup>[8]</sup>。

由于现代母猪的产仔数较大(往往多于母猪乳头数),因此具有更多发育正常且具有泌乳能力的乳头对于仔猪的生存就显得尤为重要了。人们期望每头母猪不仅每年能够多产 2 头仔猪,而且能够顺利的在水泥或漏缝地板上起卧以哺育更多的仔猪,所以母猪趾蹄的健康也是应该重视的一个方面<sup>[9]</sup>。母猪趾蹄发育不良或跛行会使得母猪无法在产仔栏内正常起身,这将极大地减少其哺乳期的采食量<sup>[10]</sup>。

通常情况下,母猪在 150~180 日龄会被从生长舍转至后备舍,这样青年母猪将有机会每天与公猪保持接触,有利于其初情期的到来。有研究表明,在母猪体质量达 120 kg、日龄达 150 d 之后,每天保持与公猪接触 10~20 min,将有利于母猪初情期的出现;而诱情公猪最好是选择性欲好、唾液多有配种经验的公猪<sup>[11]</sup>。目前多数猪场是将公猪驱赶至母猪限位栏,让其与母猪在视觉、听觉和嗅觉上接触,尽管有人认为,公猪、母猪的直接接触最好,但目前并没有直接的数据支持。然而,青年母猪过多的与公猪接触也可能导致母猪在诱情时出现敏感性降低的问题,但这并不影响青年母猪的性成熟。随后表现发情的母猪将被转移至配怀舍进行输精配种,而未表现发情的青年母猪将继续每天与公猪的接触 10~15 min。然而如果过早将青年母猪与公猪接触将延迟母猪初情期的到来<sup>[12-13]</sup>。目前与公猪接触诱导青年母猪发情,并在此后的 2~3 个情期进行配种的操作流程在北美已经基本建立。

当青年母猪进入繁殖周期后将被转至配怀舍,以适应新的环境和管理。母猪在有了第 1 次发情记录后将被转至限位栏,以适应妊娠期的环境。在此期间为保证母猪在配种前有较好的营养储备,可通过体况评分或背膘测定来调整各母猪的饲喂量。母猪在背膘为 10~18 mm 时配种可使其在产仔后维持较好的泌乳能力和较短的断奶发情间隔。从提高后期母猪繁殖力和动物福利的角度出发,建议对后备母猪进行小群饲养,维持 10 头母猪 1 群,每头母猪的占地面积不低于  $1.4 \text{ m}^2$  [14~15]。

### 1.2 经产母猪的管理

母猪的利用年限是指母猪第 1 次分娩至其被淘汰离开生产序列的时间,母猪的利用年限是生产中的一个重要指标 [13]。一般在 4~5 胎前母猪的产仔数和仔猪初生质量会逐渐升高,而 6~7 胎后母猪年提供断奶仔猪数开始下降,所以此时是用后备母猪替代高胎次母猪较好的时机 [16~17]。许多研究表明,母猪的生产年限受诸多因素影响,如遗传、营养、圈舍条件、第 1 次配种年龄、分娩过程的护理、母猪的泌乳期、繁殖或趾蹄疾病等。另外特殊的社会心理和消费者习惯也会影响母猪的生产管理 [14,18]。如是否使用前列腺素诱导母猪分娩、限制使用抗生素、母猪配种后是否将其使用限位栏等。

有文献报道,母猪断奶—发情间隔与其哺乳期的长短有关 [19]。Edgerton 的研究表明,多数哺乳期为 3 周的母猪其断奶—发情间隔为 4~5 d;而哺乳期超过 3 周的母猪其断奶—发情间隔将会延长,从而增加母猪的非生产天数,使得母猪年提供仔猪数减少 [20]。Mabry 等对美国 1985—1995 年共计 178 519 窝父母代母猪生产记录进行分析发现,当母猪哺乳期为 22~27 d 时,其断奶—发情间隔最短;当母猪哺乳期低于 22 d 或高于 27 d 时,其断奶—发情间隔都显著提高 [21]。Knox 等指出,在北美地区大多数母猪的断奶—发情间隔为 5 d,在 88% 的猪场可观察到,80% 的母猪在断奶后 7 d 内发情配种 [22]。Soede 等在总结文献资料后指出,多数哺乳期少于 3 周的母猪其繁殖表现依然低于正常水平 [19]。目前美国和加拿大母猪的哺乳期通常为 20.5~22.0 d,在此期间母猪泌乳量最高,仔猪体质量增加得也最多 [23]。

母猪断奶时会经历仔猪移除、场地变化带来的应激,产生乳腺组织干燥以及卵泡发育等一系列的生理变化,而这些变化都需要较高水平的能量物质提供营养。断奶后在保证自由采食和充足饮水的情况下,应该保持与每天公猪接触 5~10 min,可使其在 3~5 d 内发情。

## 2 母猪营养

与 20 年前相比,现代高产母猪的营养需求更高,不断地研究其营养需求和管理技术是获得较高生产成绩的关键 [24]。除应考虑圈舍中温度、湿度等环境因素外,在母猪泌乳期间如何提高其采食量也是须要考虑的 [25~27]。

### 2.1 青年后备母猪的营养

在现代的育种体系中,母系猪也期望具有较高的瘦肉率。通过几十年的持续选育,现代母猪的食欲和采食量都有所降低,所以对母猪饲粮营养水平进行良好的管理变得尤为重要 [28]。与育肥猪的饲粮不同,为避免多余脂肪的沉积,须对自由采食的后备母猪饲喂较低能量的饲粮;在这种饲粮条件

下,后备母猪的生长速度稍有降低、达体成熟的年龄延长。而此时对母猪生长潜力进行的评估可作为其遗传评估的重要参数。与育肥猪相比,后备母猪的营养须要较高浓度的维生素 A、维生素 E、钙、磷、硒、铬、锌等微量元素,因为后备母猪不仅要保证生殖器官的正常发育,还要为妊娠储存蛋白和脂肪。高浓度的钙和磷不仅要满足自身骨骼发育的需求,还要保证胎儿发育和哺乳的需要。如果缺乏蛋白质和氨基酸,将使得其初情期延迟。较早的研究表明,应选择体质量在 100~104 kg 时开始出现初情期或者配种前 1 周体质量不超过 130 kg 的母猪作为后备母猪。然而对于目前瘦肉型母猪来说,由于前期脂肪沉积较少,因此可通过调控饲粮营养成分来达到储存脂肪的目的,这样更有利于后期母猪的发情和配种。所以,建议在第 1 次配种前将后备母猪的体况控制在 3 分(体况评分)是比较合理的营养储备。

### 2.2 经产母猪的营养

2.2.1 妊娠母猪 在母猪第 1 次配种前 10~14 d 开始增加 50%~100% 的饲喂量或者在饲粮中添加高能量饲粮如葡萄糖等,可以提高母猪的排卵数和产仔数。然而在母猪配种后 3 周是母猪胚胎着床的关键时期,应降低母猪的饲喂量以减少这个时期胚胎的损失 [29]。此外在妊娠后期太肥的母猪通常会出现产程过长、压死仔猪、泌乳量少以及断奶—发情间隔延长等问题。有研究表明,分娩前母猪背膘厚在 23 mm 以上时,其泌乳期的采食量会显著降低 [18]。所有高产母猪饲养管理的共有特征为:一方面妊娠前期降低饲喂量以减少胚胎损失,另一方面在分娩前期减少饲喂量以防止母猪过肥和胎儿过大。

通过上述内容可知,母猪在不同的妊娠时期有不同的营养需求,因此日粮配方和饲喂策略应适应这种生理变化 [30]。目前主要是通过 3 阶段饲喂方案来满足这种变化,即妊娠早期(0~30 d),主要是提高胚胎存活率和着床;妊娠中期(30~75 d),青年母猪生长发育、泌乳期能量恢复和储备;妊娠后期(75 d 至分娩),胎儿和乳腺发育。在妊娠最后 45 d 内,胎儿体质量和蛋白含量、乳腺发育所需的营养迅速增加,在此过程中胎儿体质量、蛋白质含量、乳腺蛋白质含量分别增加 5、18、27 倍。在母猪妊娠 68 d 后,胎儿蛋白质含量的增加将取代母体体质量的增加,而成为营养需要的首位。母猪妊娠后期对氨基酸和能量的需求都高于妊娠前期,其中后期对氨基酸的需求更高。所以在妊娠后期饲喂与前期相同的饲料,虽然能满足其对氨基酸的需求但能量太多,将导致母猪过肥、胎儿过大,使其在后面的分娩过程中出现难产等问题。为满足这种营养需求,Moehn 等推荐一种日粮搭配策略,首先准备 2 种氨基酸水平的日粮来满足母猪妊娠至分娩过程中一高一低的氨基酸需求,然后将 2 种氨基酸按照一定比例混合来适应妊娠早期到后期氨基酸需求量的变化 [31]。在养猪实际操作中,妊娠母猪的饲喂量被严格限制以控制母猪体况,避免母猪过肥、胎儿过大。母猪在发育的不同阶段对能量的需求不尽相同,所以对能量饲料的管理在母猪饲喂制度中也是比较重要的。一些猪场对性成熟母猪实施分离饲喂,因为它们对能量的需求较低,而那些处于生长期的后备猪则对能量的需求较高。

母猪饲喂量的调节通常依据其年龄、体质量、体况等指

标,最好是通过测定其背膘厚度,来判断母猪的营养储备状况<sup>[32]</sup>。在经过妊娠中期的限制饲喂后,母猪体况得到比较好的控制。目前多数管理者认为在分娩前的 2~3 周减少饲喂量,可降低胎儿初生质量过大而发生难产的几率。而在哺乳期为避免母猪能量负平衡的发生,应提高饲喂量或进行自由采食以保证母猪泌乳的营养需求。Peltoniemi 等研究发现,在母猪分娩前 2~3 周限制饲喂低能量高纤维日粮能够改善其肠道功能,且能够较好地引起母猪泌乳<sup>[33]</sup>。目前多数研究认为,产前对母猪限制饲喂能够显著降低母猪出现产后泌乳障碍综合征的发病概率。

**2.2.2 泌乳期母猪** 在最近的 40 年内母猪的每胎产仔数提高了 3 头左右,使得在目前的猪肉生产中高产母猪生产大量瘦肉率高、生长速度快的商品后代<sup>[34]</sup>。由于母猪分娩后往往出现食欲不振的现象,所以泌乳早期主要靠调动母猪营养储备来提高乳汁产量。而母体营养的大量消耗会使得母猪质量减少过多,这将导致仔猪质量增加量减少和母猪断奶后繁殖障碍的出现。因此,母猪在泌乳的 7~10 d 内获得较高的采食量对于补偿身体消耗以及断奶后重建内分泌平衡都是尤为重要的。大量研究表明,夏季较高的环境温度对于哺乳期母猪的采食和泌乳都有极其不利的影响<sup>[35-39]</sup>。泌乳期间限制母猪采食将引起母猪断奶—发情间隔延长和下胎产仔数下降等不利后果。制定适合哺乳母猪的饲喂策略变得越来越重要,已受到人们的关注。

目前在哺乳母猪的日粮中添加脂肪的做法仍然存在争议。通常脂肪是作为一种高密度的能量饲料来添加的,它能够显著提高母猪泌乳量<sup>[40]</sup>。给哺乳母猪饲喂高脂日粮能够提高仔猪的质量增加量,但同时也会使得促黄体生成素(luteinizing hormone,简称 LH)的血浆水平下降,从而影响母猪断奶后的发情<sup>[41]</sup>。将脂肪作为高能量饲料在炎热季节添加到哺乳母猪的日粮中,可补偿其因采食量不足所造成的能量损失。

使用高质量的水饲喂哺乳母猪非常重要,因为母猪乳汁中最大的成分就是水<sup>[42-43]</sup>。即便提供充足的饲料,母猪饮水不足也将大大降低其乳汁的产量。母猪在采食饲料时往往也会饮水,所以应该使饮水器的水流流量在 1 L/min 左右,从而保证母猪的饮水量。哺乳期饮水量在 40 L/d 以上的母猪,往往会有较高的仔猪质量增加量和正常的断奶—发情间隔。

### 3 产房管理、母猪诱导分娩和产后监管

目前高产母系猪活产仔数通常为 14~16 头/胎,仔猪在出生后前 5 d 的死亡率较大,通常为 11%~24%,所以在安排接生和值勤人数上都有新的变化<sup>[44]</sup>。众所周知,母猪产仔的死胎率随着母猪分娩时间的延长而增加,而 Baxter 等认为,母猪分娩过程中死胎的发生是母猪总产子数、母猪体况、分娩监管以及助产措施等多因素共同作用的结果<sup>[45-46]</sup>。总的来看,分娩监管和助产措施包括:(1)避免母猪乱咬仔猪;(2)当产程超过 30 min 时才能人工助产;(3)将裹在胎儿周围的胎膜清除,特别是呼吸道上的胎膜,以防止其窒息而死;(4)结扎仔猪脐带应注意消毒;(5)用毛巾擦干仔猪身上的羊水,并立即将其放置在保温灯下,以避免仔猪受冷;(6)将体质量较轻、活力较弱的仔猪放在较热的区域,并且最好远离母猪;

(7)尽量将活力较低的仔猪固定到奶水多的乳头,以保证其喝到更多的初乳;(8)合理寄养,保证产仔数较多的仔猪吃到足够量的初乳;(9)通过口服或皮下注射的方式对脱水的仔猪补充体液。在北美许多农场主都是 McREBEL 管理方法的实践者,这种方法倾向于最大限度减少仔猪寄养,而重视对仔猪进行适当医疗处理<sup>[47-48]</sup>。影响仔猪存活的最重要因素是保证其在出生后立即吃到足够多的初乳,由于母猪在产后 24 h 以内初乳的质量较高,所以保证这一点显得尤为重要<sup>[49]</sup>。

通过一些控制试验的开展可了解到哪些助产措施比较有效。Holyoake 对母猪进行 2 因素 2 水平的试验设计:(1)诱导分娩+人工助产;(2)自然分娩+人工助产;(3)诱导分娩+无人工助产;(4)自然分娩+无人工助产;1 头断奶母猪使用 250 µg PGF Prostaglandinum 进行诱导分娩;每组人工助产组将在预计分娩前 3 h 进行人工监视指导改组中最晚出生的仔猪达 3 日龄,而在该组中最早出生的仔猪人工监视时间将超过 3 d。结果表明,无人工助产组的死胎数(0.68±0.08 头)、哺乳期死亡数(1.29±0.13 头)均显著的高于人工监视组(0.26±0.08,0.86±0.13 头),而且无人助产组的断奶仔猪数(9.44±0.19 头)也显著的低于人工助产组(10.17±0.20 头);在 4 组母猪哺乳期间,共死亡 274 头仔猪,其中 47% 的仔猪死亡发生在出生后 3 d 内,62% 的仔猪死亡发生在出生后 4 d 内<sup>[50]</sup>。Nguyen 等将经产母猪分为组 1(诱导分娩+人工助产)和组 2(自然分娩+无人工助产)等 2 组,结果表明,组 1 每头仔猪死胎率为(0.4±0.09)%,极显著低于组 2[(1.0±0.17)%];因此 Nguyen 等认为,在母猪分娩过程中进行人工助产,仔猪出生后 3 d 内给予及时的护理将使得仔猪的死胎数和仔猪死亡率极显著降低<sup>[51]</sup>。

### 4 发情鉴定和繁殖管理

青年母猪的发情表现通常持续 24~48 h,而经产母猪有的会持续 72 h。大约 90% 的母猪会在断奶后 3~6 d 以内表现发情,与断奶 6 d 后配种相比,在断奶 3~6 d 内配种的母猪有较高的分娩率和产仔数<sup>[52]</sup>。通常情况下,母猪在发情后 38~48 h 内排卵,而这个时间段往往处于母猪整个发情期的 2/3<sup>[53-55]</sup>。由于母猪排卵时间的确定依赖于母猪发情的起始时间,因此其排卵时间判断的准确性随着对母猪发情鉴定频率的提高而增加<sup>[56-57]</sup>。由于精子在母猪生殖道中的 24 h 内具备较高的受精能力,而卵子在排卵后 12 h 内的受精能力较高,所以如果在母猪排卵 24 h 之前进行输精操作,母猪的分娩率和产仔数都将下降<sup>[58]</sup>。目前预测母猪排卵时间最好的方法是提高发情鉴定的频率。通常情况下母猪受胎率和产仔数不理想都是由配种时间过早或过晚造成的。考虑到人力资源成本,美国多数猪场的配种策略是在母猪检查到发情时立即输精,然后在第 2 天早晨进行复配。

母猪发情鉴定不准对母猪分娩率和产仔数都会产生较大影响。与将母猪赶至公猪栏进行发情鉴定相比,驱赶公猪对限位栏和群养栏中的母猪进行发情鉴定的效率均显著降低。与其他方法相比,将母猪驱赶至公猪栏进行发情鉴定具有较短的诱导静立反射时间以及较高的发情母猪检出比例。在此过程中,一般选择达性成熟(至少 10 月龄以上)并且性欲好、

唾液多的公猪。北美母猪发情鉴定通常须要遵循的以下原则:在喂料之后进行发情鉴定,移除区域内使公母猪分心的器物,每次最好在相同的时间以相同的方式进行发情鉴定,保证公猪和母猪有充足的时间进行充分接触。

## 5 季节性不孕

季节对于母猪繁殖的影响主要是通过温度和光照周期实现的<sup>[59-63]</sup>。夏季会出现青年母猪初情期延迟,断奶母猪断奶—发情间隔延长以及排卵比例下降等情况。人工光照时间发生急剧变化时会影响母猪断奶—发情间隔、受胎率、分娩率以及产仔数等指标<sup>[64-65]</sup>。Kraeling 等的试验表明,将哺乳母猪和卵巢切除的母猪置于 8 h—16 h 或 16 h—8 h 的黑暗—光照环境下,其促乳素、促黄体生成素和生长激素的分泌将受到影响。且有研究表明,当哺乳母猪处于 16 h—8 h 的光照—黑暗环境时,其哺乳频率增加,从而提高其泌乳量、仔猪存活率以及断奶质量等<sup>[66]</sup>。Auvigne 等对法国 4 个地区猪场母猪的超声诊断数据进行连续 5 年(2003—2007 年)的跟踪,分析结果表明,仅在 2003 年夏季这种季节性的不孕最为明显,并且在 4 个不同地区猪场间的季节性不孕差异不明显,因此认为在季节效应中热应激对母猪的影响是主要的,而光照时间变化对母猪的影响并不明显<sup>[67]</sup>。

较高的环境温度将使得哺乳母猪采食量下降、泌乳频率降低,断奶母猪乏情、母猪排卵比例降低,妊娠母猪胚胎死亡数增加、青年母猪初情期延迟等,从而影响诸多重要生产指标。热应激被认为是妊娠前 30 d 导致胚胎死亡数和妊娠后 30 d 引起死胎数增多的最有害因素。而合理的日粮搭配和管理措施决定母猪受热应激影响的程度。减少热应激较为有效的措施有:采用高能量水平、低纤维和蛋白质的日粮配比;采取多次饲喂和晚上饲喂的饲喂方式;采用空调或水帘降温设备降低环境温度;降低妊娠母猪的群体密度,尽量避免打斗的发生。

目前多数研究认为,母猪的夏季不孕主要是由热应激引起的,而光照时间的缩短在短期内对母猪的影响较小,这可能也是野猪不选择在夏季繁殖和交配的原因<sup>[60,63]</sup>。因此在夏季如何最大限度地降低母猪的热应激以及使母猪尽快适应较长的光照时间是管理工作的重点。

## 参考文献:

- [1] Foxcroft G R, Dixon W T, Novak S, et al. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 2006, 84 (SI): 105 - 112.
- [2] PigChamp. USA2012 - yearend summary[M]. Ames: Farms. com Media and Pig CHAMP, 2013.
- [3] Stalder K J. Pork industry productivity analysis, research grant report [M]. Des Moines: National Pork Board, 2014: 1 - 13.
- [4] Ketchem R, Rix M. SMS database revision reveals intriguing production trends [M]. Fremont: Swine Management Services LLC, 2014.
- [5] Engblom L, Lundeheim N, Strandberg E, et al. Factors affecting length of productive life in Swedish commercial sows[J]. *Journal of Animal Science*, 2008, 86 (2): 432 - 441.
- [6] Gill P, Murphy J M. Nutritional management of the gilt for lifetime productivity - feeding for fitness or fatness? [C]//7th London Swine Conference Proceedings - Today's challenges, Tomorrow's Opportunities. London, 2007: 83 - 99.
- [7] Lucia T, Dial G D, Marsh W E. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal [J]. *Livestock Production Science*, 2000, 63 (3): 213 - 222.
- [8] Sterning M, Rydhmer L, Eliasson - Selling L. Relationships between age at puberty and interval from weaning to estrus and between estrus signs at puberty and after the first weaning in pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 1998, 76 (2): 353 - 359.
- [9] Stalder K J, Johnson C, Miller D P, et al. Replacement gilt evaluation guide: for the evaluation of structural, feet, leg and reproductive soundness in replacement gilts [M]. Des Moines: National Pork Board, 2009.
- [10] Wilson M E, Ward T L, Smith J H. Impact of lameness on productive potential of the sow [C]//12th London Swine Conference Proceedings - A time for change. London, 2012: 27 - 33.
- [11] Amaral Filha W S, Bernardi M L, Wentz I, et al. Growth rate and age at boar exposure as factors influencing gilt puberty [J]. *Livestock Science*, 2009, 120 (1/2): 51 - 57.
- [12] Rozeboom D W, Pettigrew J E, Moser R L, et al. Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity[J]. *Journal of Animal Science*, 1996, 74 (1): 138 - 150.
- [13] Hoge M D, Bates R O. Developmental factors that influence sow longevity [J]. *Journal of Animal Science*, 2011, 89 (4): 1238 - 1245.
- [14] Wiedmann R. Advances in sow and gilt management [C]//London Swine Conference Proceedings - Focus on the Future. London, 2010: 53 - 59.
- [15] Gonyou H, Rioja - Lang F, Seddon Y. Group housing systems: floor space allowance and group size [M]. Des Moines: National Pork Board, 2013.
- [16] Rodriguez - Zas S L, Davis C B, Ellinger P N, et al. Impact of biological and economic variables on optimal parity for replacement in swine breed - to - wean herds [J]. *Journal of Animal Science*, 2006, 84 (9): 2555 - 2565.
- [17] Stalder K J, Lacy R C, Cross T L, et al. Financial impact of average parity of culled females in a breed - to - wean swine operation using replacement gilt net present value analysis [J]. *Journal of Swine Health and Production*, 2003, 11 (2): 69 - 74.
- [18] Martineau G P, Badouard B. Managing highly prolific sows [C]//London Swine Conference Proceedings - Tools of the Trade. London, 2009: 3 - 19.
- [19] Soede N M, Hazeleger W, Gerritsen R, et al. Ovarian responses to lactation management strategies [J]. *Society of Reproduction and Fertility Supplement*, 2009, 66 (66): 177 - 186.
- [20] Edgerton L A. Effect of lactation upon the postpartum interval [J]. *Journal of Animal Science*, 1980, 51 (S2): 40 - 52.
- [21] Mabry J W, Culbertson M S, Reeves D. Effects of lactation length on weaning - to - first service interval, first - service farrowing rate, and subsequent litter size [J]. *Journal of Swine Health and Production*, 1996, 4: 185 - 188.
- [22] Knox R V, Rodriguez Z S L, Slotter N L, et al. An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management

- practices of North American sow farms[J]. *Journal of Animal Science*,2013,91(1):433–445.
- [23] Neill C, Williams N, Neill C, et al. Milk production and nutritional requirements of modern sows[J]. *Animal Science Abroad*,2010.
- [24] Ball R O, Samuel R S, Moehn S. Nutrient requirements of prolific sows[J]. *Advances in Pork Production*,2008,19:223–236.
- [25] Campos P H, Silva B A, Donzele J L, et al. Effects of sow nutrition during gestation on within – litter birth weight variation; a review [J]. *Animal*,2012,6(5):797–806.
- [26] Kim S W, Weaver A C, Shen Y B, et al. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health[J]. *Journal of Animal Science and Biotechnology*,2013,4(1):26.
- [27] Theil P K, Lauridsen C, Quesnel H. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk [J]. *Animal*,2014,8(7):1021–1030.
- [28] Southern L L, Olayiwola A, Delange C, et al. Nutrient requirements of swine[M]. Washington: National Academic Press,2012.
- [29] Vignola M, Murphy J M. Sow feeding management during lactation [C]//London Swine Conference Proceedings – Tools of the Trade. London,2009:107–117.
- [30] Johnston L. Gestating swine nutrient recommendations and feeding management[M]. Clive: Pork Center of Excellence,2010.
- [31] Moehn S, Ball R O. Managing for production [C]//London Swine Conference – Tools of the Trade Proceedings. London,2013:55–63.
- [32] Young M G, Tokach M D, Aherne F X, et al. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance [J]. *Journal of Animal Science*,2004,82(10):3058–3070.
- [33] Peltoniemi O A, Oliviero C, Hälli O, et al. Feeding affects reproductive performance and reproductive endocrinology in the gilt and sow[J]. *Acta Veterinaria Scandinavica*,2007,49(S1):S6.
- [34] National agricultural statistic service NASS. Quarterly Hogs and Pigs [M]. Washington: Agricultural Statistics Board,2011.
- [35] Prunier A, Quesnel H, de Braganca M M, et al. Environmental and seasonal influences on the return – to – oestrus after weaning in primiparous sows; a review[J]. *Livestock Production Science*,1996,45(2/3):103–110.
- [36] Prunier A, de Braganca M M, Le Dividich J. Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows [J]. *Livestock Production Science*,1997,52(2):123–133.
- [37] Quiniou N, Noblet J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows[J]. *Journal of Animal Science*,1999,77(8):2124–2134.
- [38] Renaudeau D, Noblet J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets [J]. *Journal of Animal Science*,2001,79(6):1540–1548.
- [39] Silva B A N, Noblet J, Donzele J L, et al. Effects of dietary protein level and amino acid supplementation on performance of mixed – parity lactating sows in a tropical humid climate [J]. *Journal of Animal Science*,2009,87(12):4003–4012.
- [40] van den Brand H, Kemp B. Dietary fat and reproduction in the post partum sow[J]. *Society of Reproduction and Fertility Supplement*,2006,62:177–189.
- [41] Kemp B, Soede N M, Helmond F A, et al. Effects of energy source in the diet on reproductive hormones and insulin during lactation and subsequent estrus in multiparous sows [J]. *Journal of Animal Science*,1995,73(10):3022–3029.
- [42] Leibbrandt V D, Johnston L J, Shurson G C, et al. Effect of nipple drinker water flow rate and season on performance of lactating swine [J]. *Journal of Animal Science*,2001,79(11):2770–2775.
- [43] Mroz Z, Jongbloed A W, Lenis N P, et al. Water in pig nutrition: physiology, allowances and environmental implications[J]. *Nutrition Research Reviews*,1995,8(1):137–164.
- [44] Rodriguez – Martinez H, Soede N M, Flowers W L. Control of pig reproduction IX – Management to improve neonate piglet survival [M]. Leicestershire: Context Products Ltd,2013:203–210.
- [45] Baxter E M, Rutherford K M D, D’Eath R B, et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors[J]. *Animal welfare*,2013,22(2):219–238.
- [46] Vanderhaeghe C, Dewulf J, de Kruif A, et al. Non – infectious factors associated with stillbirth in pigs; a review[J]. *Animal Reproduction Science*,2013,139(1/4):76–88.
- [47] McCaw M B. McREBELTM PRRS; management procedures for PRRS control in large herd nurseries [C]//Allen D. Leman Swine Conference Proceedings. Minnesota,1995:161–162.
- [48] Mccaw M B. Effect of reducing crossfostering at birth on piglet mortality and performance during an acute outbreak of porcine reproductive and respiratory syndrome[J]. *Journal of Swine Health and Production*,2000,8(1):15–21.
- [49] Quesnel H, Gondret F, Merlot E, et al. Sow influence on neonatal survival; a special focus on colostrum [J]. *Journal of Reproduction and Infertility*,2013,68:117–128.
- [50] Holyoake P K, Dial G D, Trigg T, et al. Reducing pig mortality through supervision during the perinatal period [J]. *Journal of Animal Science*,1995,73(12):3543–3551.
- [51] Nguyen K, Casser G, Friendship R M, et al. Stillbirth and preweaning mortality in litters of sows induced to farrow with supervision compared to litters of naturally farrowing sows with minimal supervision[J]. *Journal of Swine Health and Production*,2011;19:214–217.
- [52] Soede N M, Langendijk P, Kemp B. Reproductive cycles in pigs [J]. *Animal Reproduction Science*,2011,124(3/4):251–258.
- [53] Soede N M, Kemp B. Expression of oestrus and timing of ovulation in pigs [J]. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*,1997,52:91–103.
- [54] Knox R V, Rodriguez – Zas S L, Miller G M, et al. Administration of p. g. 600 to sows at weaning and the time of ovulation as determined by transrectal ultrasound[J]. *Journal of Animal Science*,2001,79(4):796–802.
- [55] Soede N M, Wetzels C C, Zondag W, et al. Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertilization rate and accessory sperm count in sows[J]. *Journal of Reproduction and Fertility*,1995,104(1):99–106.
- [56] Almeida F R, Novak S, Foxcroft G R. The time of ovulation in relation to estrus duration in gilts [J]. *Theriogenology*,2000,53(7):1389–1396.
- [57] Kemp B, Soede N M. Consequences of variation in interval from

李基棕,李文良,毛立,等. 伪结核棒状杆菌的分离鉴定及病原性研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(4):158-162.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.04.040

# 伪结核棒状杆菌的分离鉴定及病原性研究

李基棕,李文良,毛立,郝飞,杨蕾蕾,张纹纹,江杰元

(江苏省农业科学院兽医研究所/农业部兽用生物制品工程技术重点实验室/国家兽用生物制品工程技术研究中心,江苏南京 210014)

**摘要:**从疑似羊干酪性淋巴结炎的肩前淋巴结脓肿中分离到 1 株细菌,经革兰氏染色为无芽孢的阳性棒状杆菌;伪结核棒状杆菌特异性引物进行 PCR 扩增测序表明,该细菌的序列与伪结核棒状杆菌同源性达 99.0% 以上,确定其为伪结核棒状杆菌。用 15 种常用抗生素纸片进行药敏试验,结果显示,该菌对青霉素、头孢曲松、左氧氟沙星和氟苯尼考高度敏感;对链霉素、丁胺卡那霉素、环丙沙星、林可霉素和大观霉素耐药。致病性试验发现,腹腔注射小白鼠的半数致死量为  $1 \times 10^{-6.0}$  CFU/mL;皮下注射小白鼠 2 d 后出现大小不等的脓肿;分别用  $2 \times 10^8$ 、 $2 \times 10^6$  CFU/mL 2 种剂量皮下注射羊后出现体温持续升高,接种部位和周边的浅表淋巴结出现脓肿,切开后有干酪样脓汁,并从病变器官和脓汁中分离到细菌。组织病理学观察显示,皮肤和肌肉层有坏死灶及肉芽肿形成,肌纤维断裂坏死,淋巴细胞浸润,淋巴结出现化脓灶,并有大量上皮样细胞和成纤维细胞增生。本研究为伪结核棒状杆菌疫苗研制及致病机理研究奠定了基础。

**关键词:**羊;伪结核棒状杆菌;分离鉴定;病源学特征;药敏试验;致病性试验;组织病理学观察

**中图分类号:** S858.265.1<sup>+</sup>2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)04-0158-05

羊伪结核(pseudotuberculosis)又称干酪性淋巴结炎(caseous lymphadenitis),是由伪结核棒状杆菌(*Corynebacterium pseudotuberculosis*)引起的一种人兽共患慢性传染病<sup>[1]</sup>。该病主要多发于山羊和绵羊,但也可感染骆驼、马、牛和兔等多种动物<sup>[2]</sup>。病原体可通过破损的皮肤、污染的饲料及破溃的脓汁在羊群中直接接触传播,发病羊体温升高、

食欲减退、生产性能下降、皮下及淋巴结出现化脓性病变,呈脓性干酪样坏死,孕畜出现死胎、畸胎,严重者导致死亡<sup>[3]</sup>。由于该病发病较慢,致死率不高,常被人们忽视。然而病原菌一旦入侵畜群,将很难被清除,常给养殖户带来较大的经济损失,因此被农业部列为三类动物疫病<sup>[4]</sup>。安徽省某羊场发病羊皮下和周边淋巴结出现局灶性脓肿,患病羊精神食欲较差、消瘦、被毛粗乱。切开肿块,流出或可挤出黄白色脓汁,本研究从脓汁中分离鉴定 1 株伪结核棒状杆菌,同时进行了耐药谱分析和致病性研究,以期为该病的防治提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 主要试剂

绵羊鲜血琼脂培养基、微量生化反应管、抗菌药物药敏纸

收稿日期:2016-09-25

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1007]。

作者简介:李基棕(1986—),男,湖南怀化人,博士,助理研究员,主要从事动物传染病防治和诊断技术研究。E-mail:lijizong22@sina.com。

通信作者:江杰元,博士,研究员,主要从事动物疫病诊断技术研究。E-mail:1776556843@qq.com。

- insemination to ovulation on fertilization in pigs[J]. Journal of Reproduction and Fertility,1997,52:79-89.
- [58] Rozeboom K J, Troedsson M H, Shurson G C, et al. Late estrus or metestrus insemination after estrual inseminations decreases farrowing rate and litter size in swine[J]. Journal of Animal Science,1997,75(9):2323-2327.
- [59] Britt J H, Szarek V E, Levis D G. Characterization of summer infertility of sows in large confinement units[J]. Theriogenology, 1983,20(1):133-140.
- [60] Claus R, Weiler U. Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy[J]. Journal of Reproduction and Fertility. Supplement, 1985,33:185-197.
- [61] Love R J. Seasonal infertility in pigs[J]. Veterinary Record,1981, 109(18):407-409.
- [62] Love R J, Evans G, Klupiec C. Seasonal effects on fertility in gilts and sows[J]. Journal of Reproduction and Fertility. Supplement, 1993,48:191-206.
- [63] Peltoniemi O A T, Virolainen J V. Seasonality of reproduction in gilts and sows[J]. Society of Reproduction and Fertility. Supplement,2006,62:205-218.
- [64] Wettemann R P, Bazer F W. Influence of environmental temperature on prolificacy of pigs[J]. Journal of Reproduction and Fertility. Supplement,1985,33:199-208.
- [65] Mabry J W, Cunningham F L, Kraeling R R, et al. The effect of artificially extended photoperiod during lactation on maternal performance of the sow[J]. Journal of Animal Science,1982,54: 918-21.
- [66] Kraeling R R, Rampacek G B, Mabry J W, et al. Serum concentrations of pituitary and adrenal hormones in female pigs exposed to two photoperiods[J]. Journal of Animal Science,1983, 57(5):1243-1250.
- [67] Auvigne V, Leneveu P, Jehannin C, et al. Seasonal infertility in sows: a five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod[J]. Theriogenology,2010,74(1):60-66.