

# 牛粪垫料的生产与应用

王均良 毛宏伟

陕西省畜牧技术推广总站, 西安 710016

**摘要** 随着环保压力的加大, 奶牛粪污处理已成为养殖业主必须面对的问题。牛粪垫料可实现粪污的资源化循环利用, 而且相比于其他垫料会提高奶牛卧卧时间和乳产量, 减少蹄病的发生, 增加奶牛使用寿命。本文介绍了其生产方式和用于卧床的管理及今后的发展前景, 希望更多的牧场根据自身实际, 选择合适的方式生产并在实践中运用, 推动奶牛养殖经济、生态、社会效益协调发展。

**关键词** 牛粪垫料; 生产; 应用

奶牛粪污经过固液分离、有氧或厌氧发酵再晾晒或烘干处理后在水分为 40%~50% 时粪污中病原菌、寄生虫卵等一般有害物都被杀死。这时作为牛床垫料具有干燥、无味、无害、松散柔软、湿度适宜、类似于天然草地最理想的卧床特点, 奶牛在牛粪垫料卧床上卧卧时间比在沙土、秸秆和橡胶垫料增加 10%~15%、站立时间减少 5%~10%、躯体卫生状况良好、蹄病发病率下降<sup>[1]</sup>, 卧卧时间可达到 11 h 以上<sup>[2]</sup>。牛在卧床休息和反刍期间, 流经乳腺的血流量增加 20%~25%, 从而增加奶牛营养效率和产奶量。而不良的卧床易使奶牛蹄病和乳房炎发病率提高<sup>[3]</sup>, 影响其健康、生产性能、使用寿命和乳品质。

## 1 牛粪垫料的优势

目前, 用作垫料的主要有沙子、沙土、稻壳、锯末、秸秆、橡胶垫、牛粪等。沙子是牧场最常用的垫料, 其渗水性好、干燥、不板结, 但较大的沙粒易于被牛带到卧床外造成蹄损伤。牛在沙床上常把沙床刨成一个大坑, 造成起卧困难, 沙子也易与粪污粘连, 常沉积于集粪池底, 不利于后续粪污处理, 处理时易堵塞输送管道, 磨损甚至损坏处理设备, 且用作垫料成本高(50~70 元/m<sup>3</sup>); 沙土也干燥卫生, 但易板结, 也易损伤蹄, 每头奶牛每天约用沙土 20 kg, 也不便后续处理粪污, 若使用时间较长、消毒不严格, 容易产生细菌和真菌等微生物, 成本略低于沙

子; 稻壳锯末秸秆都为有机物, 利于微生物繁殖、对奶牛健康不利, 稻壳还具有区域性特征、且和锯末用于猪等发酵床, 存在和牛互争资源的特点, 价格 400~600 元/t, 用作牛床垫料成本较高<sup>[4]</sup>, 价格受到市场影响波动较大; 橡胶垫使用方便、维护简单、抗菌、易于清洗, 但也会磨损蹄、且造价昂贵<sup>[5]</sup>。牛粪作为垫料, 虽为有机物质, 但牧场可就地取材、自我生产、不用购买垫料, 能减轻牧场源源不断产生的粪污处理压力、防止沙子给粪污处理设备带来的危害、不会造成奶牛蹄伤害, 利于奶牛健康。从成本看, 牛粪作为垫料成本仅为沙子的 33%、橡胶垫的 15%<sup>[6]</sup>; 从生物安全角度讲, BAUER 公司和美国康奈尔大学研究认为牛床再生垫料安全性有保障, 王盼柳等<sup>[6]</sup>对 BRU 公司的牛床再生垫料研究认为其有害菌含量在可控范围内、安全性是可保证的。因此, 牛粪作为垫料既安全方便、成本低廉, 又有利于环保, 符合粪污资源化、无害化、循环利用的方向, 可推动奶业持续发展, 生态、经济和社会效益明显。

## 2 牛粪垫料的应用

基于上述特点, 牛粪垫料在国外很早就得到应用, 在欧洲, 其作为垫料已成为共识, 新建牛场几乎全部采用这种方式。以色列用发酵牛粪做“大通铺”, 奶牛平均单产达到 11.7 t, 居世界第 1 位<sup>[7]</sup>。在我国, 许多牧场近年来从奥地利、美国、意大利进口

成套的牛床再生垫料设备,应用效果良好,但每套设备需 250 万~300 万元,价格昂贵<sup>⑥</sup>,但若用于存栏 2 000 头的牛场每年可节省垫料购买费用 100 万元,2~3 年就可收回成本。这套设备可使用至少 10 年,因此近年来我国有近百家牛场使用这类成套进口设备,但一般没有实力的牛场还难以承受。为了降低成本,具有军工背景的哈尔滨华美亿丰复合材料有限公司使用玻璃钢材料制造了黑龙江首套奶牛粪便发酵设备,进行产业化推广,有效解决了奶牛卧床垫料的生产<sup>⑦</sup>,每套设备 100 万~150 万元,价格明显降低,存栏千头牛场一般都可接受,促进了牛粪垫料在我国的应用。目前,牛粪或沼渣做垫料的牧场越来越多<sup>⑧</sup>,在我国已有许多成功的案例。

### 3 牛粪垫料的生产

#### 3.1 工艺流程

将吸粪车、刮板清粪或水冲粪收集的粪污在集污池匀质后,通过暗管输送至固液分离设备,分离后液体部分回冲牛场粪沟或粪污输送暗管循环利用或厌氧发酵生产沼气或进入氧化塘贮存一定时间后灌溉农田或再回牛场循环利用,这时固体部分一般含水率在 65%~70%,需要好氧发酵或厌氧发酵后再晾晒或烘干即生产出含水量 50%以下的牛床垫料。

#### 3.2 设备设施

粪便集中池、搅拌机、粪便浓浆齿轮泵、固液分离机、固体粪便暂存处、固体粪便发酵装置、液体部分储存池、液体部分环保处理装置、可利用水储存池。

#### 3.3 固液分离技术工艺

目前,固液分离机主要有斜板筛挤压分离机、螺旋挤压固液分离机 2 种,其中后者经过不断改进已成为各国牧场使用的主要设备,其工作过程为将匀质的粪污泵送至固液分离机,通过设置运转速度和排出水量,液体部分从耐压的筛网中排出,固体部分随螺旋蛟龙向前推动即可实现固液分离。

#### 3.4 垫料生产模式

1)直接利用模式。固液分离后固体物料水分含量不超过 65%,然后将物料通过传送带送至高处降落,利用空气中的气流风干水分,但易对周边环境造成粉尘污染,或者固液分离后晾晒降低水分,但这种产品中含有大量的病原菌和寄生虫卵,优点是设备简单、主要为固液分离机,缺点是含水率高、有

安全隐患。适用于 100~500 头的小型牧场。

2)厌氧发酵模式。收集的粪污进行沼气发酵。在厌氧菌作用下,有机物分解发酵的若用高温发酵最高温度可达 65℃左右,发酵完成后固液分离出沼渣,若水分含量超过 50%需要晾晒或烘干后使用。设备有沼气发酵设备(沼气罐、搅拌机、发电机等),优点是可产生清洁能源,粪污可实现资源化利用。缺点是工艺复杂、操作技术要求高、投资大,一般需要国家投资补贴,单独建设一般企业积极性不高,许多建设后因易出故障、社会化服务差成为摆设,所产沼渣由于有机物降解后粒度过细,易粘接在乳房上影响乳房健康。适合于 500 头以上的大中型牧场。

3)好氧发酵模式。固液分离后的固体部分经过好氧菌自然发酵或通过充氧的方式加速发酵,促进物料熟化、水分降低,产生的热量可使内部温度保持在 55~60℃<sup>⑨</sup>,使有害物质杀灭成为垫料。

①自然堆积发酵。在自然状态下将固体牛粪堆积,利用好氧菌作用进行自然发酵,一般需 6 周左右,然后再经晾晒后使含水率降到 50%以下即可,主要用于小型牛场。

②条垛式好氧发酵。将固体牛粪堆成 4~6 m 宽、1.5 m 高条垛,通过人工或机械 2~3 d 对牛粪翻堆 1 次供氧,温度超过 70℃增加翻堆次数,也可在垛底设置穿孔通风管不定期鼓风强制通氧,通风中不用翻堆,促进物料升温腐熟、水分蒸发,强制好氧发酵 10~12 d 后摊开晾晒 2 d,使水分降至 50%以下,较翻堆时间要短,适合于大中型牛场。

③槽式好氧发酵。将固体牛粪堆放于宽 5~6 m、深 1.6~1.8 m、长度根据需要量而定的发酵槽内,槽顶两边安装轨道用于翻抛机定期运行增氧或在槽两侧及底部安装有空通风管通风增氧,加快发酵,可平行建立多条发酵槽,一般需 20~30 d,适用于大中型牛场。

④滚筒式好氧发酵。使用水平滚筒来混合、通风的发酵系统。通过滚筒不断地旋转加速物料与氧气的接触混合,促进腐熟。内部温度可达 65~70℃,经过 5~6 d 后牛粪腐熟,再摊开晾晒一定时间,使含水率降至 50%以下,适用于中小型牛场。

⑤塔式分层式发酵法。发酵体为立体圆柱形、内部分层并逐层通风,物料从上部输入,在每层停留并被通风,分层定期翻板翻动,物料自上而下完

成发酵,从底部输出。体积和层数可根据物料多少需要而定,也可多个发酵塔组合一体进行,时间一般为 5~7 d,可回收臭气,适用于大中型牛场。

好氧发酵也可按牛粪和益生菌、秸秆 10:1,调节碳氮比(25~35):1 有利于物料腐熟、水分可降低 35%~40%,省去后面的晾晒环节、使用后牛床更干燥,延长垫料使用期<sup>[1]</sup>,而且加益生菌牛床周围硫化氢和氨气分别降低 3 倍和近 1 倍,益生菌进入机体后可提高消化和免疫力<sup>[10]</sup>。好氧发酵设备有固液分离机、翻抛机、滚筒、发酵槽、发酵塔。优点是生物安全性好、操作简单、机械化程度高、生产效率高,缺点是设备成本高、发酵过程不稳定、能耗大。好氧发酵最好在阳光房内进行,有利于升温、生物回收臭气,资金短缺时至少得搭建顶棚,环境温度需在 15℃ 以上。

4) 垫料生产的关键环节。利用好氧发酵生产垫料时,一是初始固体牛粪的水分控制在 65%~70%,否则不利于后面水分降低;二是一般的病原菌 18 h 内 60~65℃ 即可杀灭,但如果有布氏杆菌、口蹄疫病毒,则分别需要 55℃、60 d,60℃、30 d 才可以将其杀灭。如果养殖场内有此病的话就需要考虑垫料是否可用,因为一般此温度持续不了很长时间。如果用厌氧发酵的沼渣作为垫料,因厌氧发酵主要以产生清洁能源为主,一般采用 20~45℃ 的中温发酵,其中最适温度是 35℃,超过 65℃ 或低于 10℃ 则发酵微生物显著受到抑制,因此,利用沼气生产牛床再生垫料杀菌并不能达到理想效果<sup>[6]</sup>,加之沼渣颗粒较细,易于粘连在乳房上,易引发乳房炎。因此,垫料应以好氧发酵模式为主。

## 4 牛粪垫料的管理

首先,合理设计卧床。既对牛能进行限制,防止将粪尿排在卧床上,又要利于奶牛起卧,不会碰伤奶牛。因此,卧床的长度、宽度、颈轨高低、离卧床后缘距离、离卧床后缘斜长、胸挡距垫料高度、卧床后缘高度都要考虑奶牛体重。如成母牛 650 kg 卧床宽度为 122 cm,而干奶时体重达 700~800 kg,则卧床宽度需要 127 cm、甚至 134 cm,其他指标也相应增加<sup>[9]</sup>,卧床间隔栏高约 1.2 m,后端为悬空圆弧形,长度不宜过长,不需和卧床长度一致,卧床前 0.5 m 处设一活动颈杆,迫使奶牛站立时后臀部能位于卧床的后沿部。卧床设计为凹槽型、深 15~20 cm、后

沿应比走道和粪道高 15~20 cm、且前高后低呈 4% 坡度,铺上垫料应保持 3%~5% 的坡度,卧床后沿应设排水口,利于卧床积存液体排出。二是做好牛床垫料管理。每天利用奶牛挤奶不在牛舍及运动场的时间维护牛床,清理床上的新鲜粪便和湿的垫料,避免粪尿过多、湿滑牛摔倒,损伤蹄蹄,保持牛床平整、干燥度和 20 cm 垫料厚度。牛粪作为牛床垫料一般为 9 kg/(d·头),牛粪垫料的更换频率控制在每周 1 次。消毒采用喷淋方式,结合环境温度决定频次,-15~10℃,每 6 d 消毒 1 次,10~22℃,每 6 d 消毒 1 次,22~35℃,每 3 d 消毒 1 次,消毒剂选用 84、戊二醛、聚维酮碘等。三是防止垫料有害变质。有条件的牛场适当增加粪便好氧发酵的时间,充分杀死其中有害物<sup>[9]</sup>。控制好垫料的水分为 40%~50%。牛粪作为有机垫料易于滋生细菌,在其中添加 8% 的熟石灰,可减少乳房炎的发生<sup>[11]</sup>。生产出垫料应在 12 h 内使用。四是做好大通铺牛床管理。对于牛粪大通铺卧床,在卧床与采食通道间设立单面饮水槽,减少水槽周围卧床的湿度,采食围栏不设颈夹,实行自由采食。每天只需收集采食通道的粪尿,卧床上的新鲜粪尿每天用旋耕机旋耕 1 次埋在下面,卧床上安装风扇定期通风降温蒸发水分,屋面为活动屋面,天晴时打开照晒卧床,下雨或恶劣天气合上遮雨保温。

## 5 牛粪垫料的前景

随着国家对畜禽场环保要求的严格,粪污处理是养殖场持续发展必须面对的问题。奶牛是养殖畜禽中排泄量最大的家畜,粪污处理的压力巨大。牛粪作为垫料,可就地加工,牛场可根据实力选择方法制作,不用购买垫料,不受市场垫料价格波动影响,减轻后续粪污处理压力,实现粪污资源化循环利用。特别是大通铺卧床,既可以躺卧,又是运动场,每天只需收集处理采食通道的粪污,若采用漏缝地板干清粪,提前实现粪尿分离,则污水产生量更小、其中固形物含量更低。牛排在卧床上的粪尿不用清理、旋耕埋下发酵,采食通道上的粪便收集后加工成垫料又可回填牛床,3~4 年甚至更长时间才需彻底清理 1 次牛床,平时只需对牛场产生的污水进行处理,处理压力大大减轻,大部分牛粪都作为垫料使用,但这种牛场需要一次性先期投资覆盖卧床的活动屋面、风扇等,投资较大,建议国家给予