

减少家畜 NH₃ 排放量的外源性吸附剂研究进展

刘应进¹ 安志扬² 周辉² 侯良忠³ 郭同军^{4*}

1.新疆畜牧科学院,乌鲁木齐 830011;2.新疆呼图壁县农业农村局,新疆呼图壁 831200;3.新疆畜牧科学院饲料研究所,乌鲁木齐 830011;4.新疆畜牧科学院奶业研究所,乌鲁木齐 830011

摘要 NH₃ 排放总量的 18%来自家畜,减少氨排放已然成为世界各国热议的话题。现阶段降低家畜减排 NH₃ 的方法以内源性减排为主,但都存在弊端,外源性吸附剂在减少家畜 NH₃ 的排放量时对家畜的生产性能无影响。吸收 NH₃ 的外源性吸附剂可通过物理和化学方法降低 NH₃ 浓度,目前常用的外源性吸附剂有过磷酸钙、分子筛、膨润土等。

关键词 吸附剂;NH₃;家畜

家畜圈舍中高浓度 NH₃(氨气)可刺激皮肤和鼻粘膜,灼烧呼吸道,NH₃ 还可与空气中水分子结合形成氨水,缓慢腐蚀圈舍钢铁和精密仪器,因此控制圈舍中氨气的浓度意义重大。NH₃ 排放总量的 18%来自家畜,减少氨排放已然成为世界各国热议的话题。

1 动物源 NH₃ 的排放量

文献统计欧洲部分国家各行业中 NH₃ 排放比例,其中畜牧业 NH₃ 排放比例大于 75%,如果将畜牧业氨气看作 100%,那么其中 80%来自动物粪、尿发酵和尸体降解,其余来自动物饲料发酵降解^[1]。国内文献报道河北省在 2004 年家畜粪、尿发酵产生 NH₃ 量为 2 850 t,且散养模式下粪、尿发酵产生的 NH₃ 量是集约化养殖的 3 倍^[2-4]。

2 日粮调控家畜 NH₃ 排放量的弊端

家畜粪氮排泄量相当稳定,约占干物质采食量的 0.6%,氮摄入量与粪氮、尿氮及总氮排泄量呈正相

关关系。通过日粮调控减少排泄物中含氮有机物的含量是减少氨排放方法之一,但具有一定的缺点,例如增加精料比会增加饲养成本,导致酸中毒、蹄叶炎、过肥等问题;沼气池可以减少粪尿中氮的排放量,但成本高,并且存在技术推广服务、设施维护保养、北方冬季产气率低等诸多现实问题。因此,外源性吸附剂的应用成为减少 NH₃ 排放量的突破点。

3 常用外源性吸附剂的研究进展

现阶段研究发现,对 NH₃ 有吸附特性的常用的外源性吸附剂有过磷酸钙、分子筛、膨润土等 3 种。

3.1 过磷酸钙

过磷酸钙又被称为普钙(Ca(H₂PO₄)₂·H₂O),是水溶性磷肥。过磷酸钙因呈酸性限制使用量,但对 NH₃ 具有一定的吸附能力,且吸附氨气可以中和酸性,同时提高过磷酸钙含氮量,在提高肥力基础上减少副作用。1 kg 过磷酸钙可吸附 NH₃ 重量为 20.65 g。过磷酸钙对 NH₃ 的吸附有 4 种途径:

收稿日期:2020-05-26

基金项目:新疆维吾尔自治区畜牧厅资助项目;新疆维吾尔自治区科研院所基本科研业务经费资助项目(KY2019127);国家现代肉羊产业技术体系专项(CARS-38)

* 通讯作者

刘应进,男,1976 年生,畜牧师。

1)氨气可溶于水分子形成一水合氨, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 有很强的吸水性,每千克 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可吸收水分 431 g^[5]。

2)普钙中含有部分游离 H_3PO_4 和游离 H_2SO_4 , 均可与 NH_3 发生中和反应^[6]。

3) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 与 NH_3 的反应,过磷酸钙中主要成分为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 与 NH_3 发生化学反应生成 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 和 CaHPO_4 , 随着反应物 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 不断减少, 生成的 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 和 CaHPO_4 不断增加, 过磷酸钙中含氮量不断升高, 当接近 2% 时, 开始生成 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

4) CaSO_4 可与 NH_3 和 CO_2 结合生成稳定的碳酸钙白色沉淀^[7]; 由范德华力的物理吸附, 但这种吸附作用较弱。

3.2 分子筛

分子筛的实质为硅铝酸盐, 市面上的分子筛多为 3A、4A、5A 和 13X 这 4 种类型, 如黄豆颗粒般大小, 阿里巴巴上价格为 800 元/t 左右。分子筛坚硬表面和内部均有许多致密的小孔, 可根据气体分子的直径和极性呈现不同吸附选择性, 其对气体分子的吸附与膨润土相似, 均为物理吸附。

据报道^[8], 1 kg 孔径为 4A、5A、13X 的分子筛可吸附 4 种家畜圈舍中常见气体重量如表 1 所示。

3.3 膨润土

膨润土的矿物质称为蒙脱石, 内含许多细密的孔道, NH_3 和 H_2S 等有害气体通过细密小孔时停留在小孔内, 从而达到吸附过滤作用。有研究报道^[9], 将膨润土置于泌乳牛舍测定 NH_3 的吸收重量, 试验发

表 1 吸附剂吸附气体重量

直径	吸附气体	CO_2	CH_4	NH_3	H_2S
4A/kg		59.14	8.02	1.33	1.72
5A/kg		62.48	8.31	1.54	1.81
13X/kg		70.47	9.23	1.67	2.09

现每千克膨润土能吸收 NH_3 重量为 0.87 g, 此试验中膨润土对氨气的吸附能力应大于实测值, 因膨润土放在了地面, 与地面接触位置细孔无法吸收氨气, 推测每千克膨润土吸收氨气重量应高于 0.87 g。

4 结 语

外源性吸附可对家畜附剂且不会对动物的生产性能造成影响, 一些吸附剂吸附这些气体后还可以进行解吸重复利用或留作他用, 具有很高的可实用性, 因此, 利用外源性的吸附材料对家畜产生的 NH_3 吸附具有可行性。

参 考 文 献

[1] MOLLER D, SCHIEFERDECKER H. Ammonia emission and deposition of NH_x in the G.D.R [J]. Atmospheric environment,

1989, 23(6): 1187-1193.

[3] 刘东, 马林, 王方浩, 等. 河北省猪粪尿氮产生量及氨挥发量的研究[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(6): 5-10.
 [4] 何士林, 薛亮. 浅谈普通过磷酸钙的效用[J]. 化肥工业, 1997(3): 8-9, 23.
 [5] 赵海梅. 低浓度氨作业对工人呼吸系统的影响[J]. 职业卫生与应急救援, 2001, 19(3): 153-154.
 [6] 徐绍岑, 尹建国, 缪文瑞, 等. 碳酸氢铵和普通过磷酸钙反应制取氮磷复合肥料-铵化钙[J]. 云南大学学报(自然科学版), 1982(2): 64, 77.
 [7] 吕丹丹, 种云霄, 吴启堂, 等. 过磷酸钙对氨气的吸附解吸特性研究[J]. 环境科学学报, 2011, 31(11): 2506-2510.
 [8] 侯良忠, 张小飞, 邵伟, 等. 春季牛舍中 3 种吸附剂对 CO_2 、 CH_4 、 NH_3 和 H_2S 的吸附探究[J]. 中国畜牧杂志, 2016, 52(13): 81-86.
 [9] 龚飞飞. 4 种吸附(收)剂在不同季节对牛舍中 CH_4 、 CO_2 和 NH_3 吸附(收)性能的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.

【责任编辑: 刘少雷】