

我国畜牧业粪便废弃物的污染及其治理对策的探讨

孔 源 韩鲁佳

(中国农业大学农业工程研究院)

摘 要 我国集约化养殖业的迅速发展带来的大量畜禽粪便废弃物已经造成了严重的环境污染。对污染现状,及畜禽粪便中的主要污染成分氮、磷、矿物质元素、恶臭物质、生物病原和药物添加剂对环境的危害进行了综述,指出饲料配方不合理是畜禽粪便废弃物中主要污染成分含量过高的主要原因。探讨了污染治理对策,认为应该提高饲料原料质量,合理饲料配方,使用绿色添加剂,并改进饲料制造工艺,以提高饲料中营养物质的利用率,减少畜禽粪便排放量并降低其有害成分含量。应通过技术手段对畜禽粪便进行有效处理并加以综合利用,如经过适当处理后作为肥料、燃料和饲料加以利用,这对于减轻畜禽粪便污染,减少资源浪费,改善生态环境具有重要意义。

关键词 畜禽粪便废弃物; 污染; 对策

中图分类号 X 713

Environmental Contamination From Animal Faeces in China and Control Countermeasures

Kong Yuan, Han Lujia

(Agricultural Engineering Institute, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract Large amount of faeces from intensive stock raising in rapid development of China has caused serious environmental contamination. Status quo of the pollution and harm of the main contaminants in faeces such as N, P, mineral elements, odour materials, biopathogen and drug additives were summarized. It is pointed out that unreasonable prescripts of feed are the main reason of high concentration contaminants in faeces. Countermeasures of pollution control were discussed and it is concluded that to improve feed material quality and feed prescript, to use green additives, improve feed machining techniques can increase utility of feed nutrients and decrease amount of faeces and harmful contents. It is also concluded that faeces should be disposed with new techniques and should be multi-utilized as manure, fuel, feed etc. It will decrease pollution, decrease resource waste and improve environment.

Key words animal faeces wastes; contamination; countermeasure

近年来,我国集约化养殖业迅猛发展,产生了巨大的社会效益和经济效益,同时也产生了大量的畜禽粪便废弃物。这些畜禽粪便废弃物缺乏妥善的处理,必将破坏生态平衡,影响畜禽的安全生产和人们的食品安全情况,恶化人们的生存环境。针对这种情况,人们提出了各种控制畜禽粪便废弃物污染的对策。本文中简要介绍了我国目前畜禽粪便污染情况及其对环境的

收稿日期: 2002-02-25

高等学校博士学科点专项科研基金资助项目

孔 源,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)232 信箱, 100083

危害,并对治理畜禽粪便污染的主要对策和方法进行了讨论。

1 畜牧业的发展和畜禽粪便废弃物的污染现状

改革开放以来,随着菜篮子工程的全面展开,畜禽养殖规模和产值都发生了巨大的变化,肉类、奶类和禽蛋年产量递增率均在10%以上。1986年我国的禽蛋产量首次超过了美国,1991年肉类产量也超过了美国,此后连年保持世界第一^[1]。2000年我国肉类产量达到了6 125.4万t,禽蛋产量达到了2 243.3万t,奶产量达到了919.1万t^[2]。

与此同时,养殖业粪便废弃物的产量迅速增长,已经成为我国面源污染的主要原因之一^[1]。2000年资料显示,全国畜禽粪便年产生量已达到约17.3亿t,是工业废弃物的2.7倍^[1]。其中各种污染成分的年产生量,氮约为1 597万t;磷约为363万t;COD约为6 400万t,已经接近工业废水($\rho(\text{COD})=100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$);BOD约为5 400万t。畜禽粪便进入水体流失率高达25%~30%;COD排放总量、粪便中的氮、磷流失量已经超过化肥。在一些大城市,养殖业畜禽粪便排放量超过了1 000万t,大大超过了这些城市生活污水、工业废水和固体废弃物的总排放量^[3](如北京市养殖业年粪浆排放量超过1 200万t)。

2 畜禽粪便的主要污染成分

畜禽粪便废弃物中含有大量的有机物,且有可能带有病原微生物和各种寄生虫卵,如不及时加以处理和合理利用,将造成严重的有机污染和生物污染,成为环境公害,危害人畜的健康。畜禽粪便的污染主要可以分为氮磷污染、矿物质元素污染、药物添加剂污染、生物病原污染以及恶臭物质污染等5个方面。

2.1 氮、磷污染

由于某些畜禽日粮原料中含有角蛋白等不溶性蛋白质以及胰蛋白酶抑制因子、硫葡萄糖苷等抗营养因子,一些难以消化的含氮物质未经消化吸收就排出体外;此外,如果日粮的氨基酸平衡不好或蛋白质水平偏高,多余或不配套的氨基酸在体内代谢分解后将随尿液排出体外。这些情况导致了粪便的氮污染。

植物性饲料原料中大约有2/3的磷以植酸磷的形式存在,由于单胃动物缺乏分解植酸盐的酶,饲料中的植酸磷难以被机体消化吸收而随粪便排出体外。

这些氮和磷进入土壤后,转化为硝酸盐和磷酸盐。当土壤中的氮蓄积量过高时,不仅会对土壤造成污染,而且会使土壤表面有硝酸盐渗出,通过土壤冲刷和毛细管作用还会对地下水造成污染。硝酸盐如转化为致癌物质污染了作为饮用水源的地下水,将严重威胁人体健康,而这种地下水污染通常需要300年才能自然恢复^[4]。地表水被污染后,除了大量孳生蚊蝇和其他昆虫外,对渔业的危害也相当严重。大量的氮磷物质会造成水体的富营养化,使一些鱼类不能利用的低等浮游生物——藻类和其他水生植物等生物群体大量繁殖,这些生物死亡后产生毒素并使水中溶解氧(DO)大大减少,导致水生动物缺氧死亡,进而,由于死亡生物遗体的腐败,水质进一步恶化。这种受到污染的水,不仅不能饮用,即使作为灌溉水也会使水稻等作物大量减产。粪便中所含的氮挥发到大气中,会成为酸雨形成的影响因素之一。

2.2 矿物质元素污染

为了提高饲喂畜禽的生长速率,增强其抗病能力,现在的畜禽饲料中通常含有一定量的

铜、砷、锌等微量元素添加剂,若不对畜禽粪便采取相应的处理措施,后果是很严重的。

一般认为当土壤中可给态铜和锌分别达到 $100\sim 200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,即可造成土壤污染和植株中毒^[5]。以一个 10 万只肉鸡场为例,若连续使用有机砷促生长剂,15 年后周围土壤中的砷含量就会增加 1 倍。那时当地所产的大多数农产品的砷含量都将超过国家标准,而无法食用。据张子仪测算(1997 年),按 FDA (Food and Drug Administration (美国) 食品及药物管理局) 规定允许使用的砷制剂的用量计算,一个万头猪场 5~8 年就可能排出 1 t 以上的砷^[6]。据刘更另(1994)报道,土壤中的砷含量每升高 $1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,则甘薯块中的砷含量会上升 $0.28\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。据测算,当土壤中砷酸钠加入量为 $40\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,水稻减产 50%;达到 $160\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,水稻不能生长;当灌溉水中砷含量达到 $20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时水稻颗粒无收^[5]。为了增强畜禽的食欲,有时还会在饲料中添加一定数量的食盐,但是过多的添加量不但对动物的生长没有好处,相反还会导致粪便中盐分过高,从而污染土壤,危害农作物的生长。

2.3 恶臭物质污染

恶臭能刺激人的嗅觉神经和三叉神经,对呼吸中枢产生毒害。同时,恶臭也有害于畜禽健康,会引起呼吸道疾病和其他疾病并最终影响畜禽生长,导致生产性能的下降。

粪便恶臭主要来源于饲料中蛋白质的代谢终产物,或粪便中代谢产物和残留养分经细菌分解产生的恶臭物质,包括氨、硫化氢、吡啶、硫醇等。在恶臭物质中,对人畜健康影响最大的主要有氨气(NH_3)和硫化氢(H_2S)。以氨气为例,如果幼猪生活环境中空气里氨的体积分数达到 5×10^{-5} ,幼猪的增重率会下降 12%,达到 10^{-4} 或 5×10^{-4} 则生长率将会下降 30%;鸡舍空气中氨的体积分数达到 2×10^{-5} 时则会引发鸡的角膜炎,并且新城疫的发病率将会大幅度上升,达到 5×10^{-5} 时鸡的呼吸频率就会下降,产蛋量减少^[6]。

2.4 生物病原污染

已患病或隐性带病的家禽会随粪便排出多种病菌和寄生虫卵,如沙门氏菌和鸡金黄色葡萄球菌、大肠杆菌,鸡传染性支气管炎、禽流感和马立克病毒、蛔虫卵、球虫卵等。若不适当处理,就会成为危险的传染源,造成疫病传播,不仅影响畜禽健康,有的病原体也会影响到人类的健康。此外,堆积的大量畜禽粪便如果没有适当的保存措施,会导致蚊蝇等害虫的大量繁殖,招引大量的鼠雀,这也会给人们的正常生活和家禽的正常生产带来诸多的不良影响。

2.5 药物添加剂污染

为了保证畜禽的健康和生产性能,通常在饲料中添加一定量的药物添加剂,但是盲目追求畜禽生长速度而滥用药物添加剂的现象越来越普遍。许多药物添加剂会随畜禽尿液排出,混合在粪便当中。这种粪便废弃物若不经任何有效处理就作为肥料施用,其中的药物添加剂被植物吸收后残留在其组织中,最终会对人畜产生毒副作用。

3 控制畜禽排泄物污染的对策

3.1 控制策略

饲料是排泄物污染源的主要源头,改善饲料品质是控制畜禽场污染的手段之一。在设计饲料配方时,应该从营养平衡的角度出发,最大限度地提高营养物质的消化率和利用率,从而直接减少粪便排放量及其污染成分的含量。改善饲料品质的方法可以归结为以下几点。

- 1) 提高原料质量。高质量的饲料原料中的营养物质含量和生物学效价都比较高,优质原料

的使用可以直接提高畜禽的饲料利用率, 减少粪便排放量。

2) 科学设计配方。根据畜禽所处的不同生长阶段及其生理特点, 对各种营养成分之间的协同和拮抗关系, 以及不同饲养条件下畜禽对不同养分需求量的变化规律加以全面考虑, 科学设计饲料配方, 充分提高各种营养成分的利用率和消化率。如在饲料中添加合成氨基酸以降低日粮粗蛋白含量, 从根本上降低畜禽粪便中的氮排放量, 从而减轻对环境的氮污染。

3) 使用绿色添加剂。选用高效率、无污染的“绿色”饲料添加剂也是治理畜禽排泄物污染的重要措施之一。如酶制剂的使用可以补充动物内源酶的不足, 降低饲料中的营养拮抗因子, 促进营养物质的高效吸收和利用, 不仅可以提高营养物质的利用率, 而且很大程度上减少了粪便排泄量和污染物的含量, 降低了环境压力; 益生菌可以改善畜禽消化道内的微生物环境, 从而减少畜禽患病机会, 促进其生长, 还可以减少恶臭物质的排放。另据最近的报道, 丝兰属植物的提取物中具有活性成分不仅可与消化道中的微生物协同作用帮助消化, 而且可以和主要恶臭物质如氨和硫化氢等结合, 减少臭气的排放。据报道, 该提取物的添加可以使粪便中氮的排放量减少 40%~60% 之多。

4) 改进饲料工艺。改进原料的粉碎程度和混合均匀程度可以提高饲料中营养物质的消化率和利用率, 减少饲料浪费, 从而减轻环境污染并降低饲养成本。此外, 良好的制粒技术可以使畜禽采食平衡, 而膨化技术则改变了主要营养物质(糖类、蛋白质和脂肪)的分子结构, 提高了消化率且降低了大豆等饲料原料的免疫原性, 从而减少了饲料浪费。

3.2 资源化策略

为了提高农业生态系统中草畜肥粮之间物流和能流的转化效率, 减少资源浪费, 减轻环境污染, 必须将畜禽排泄废弃物看作一种可以有效管理和充分利用的资源, 开辟畜禽排泄废弃物再生资源开发利用的途径。总的来说, 畜禽排泄废弃物的资源化利用可以分为以下几种类型。

1) 肥料化。畜禽排泄物中含有大量农作物生长所必需的氮、磷、钾等营养成分和大量的有机质, 将其经过堆肥后施用于农田是一种被广泛使用的利用方式。采用这种方式不仅可以杀死排泄物中大部分的病原微生物, 而且方法简便易行。为了进一步减少恶臭物质的散发, 提高肥效, 许多发达国家还利用现代微生物技术和发酵工艺, 在对禽粪进行快速发酵、杀菌、脱臭后添加适量的复合微肥, 制成复合有机肥。将畜禽粪便施用于农田, 有利于改良土壤结构, 提高土壤肥力和农作物产量。

2) 能源化。能源化手段主要有 2 种。一种是进行厌氧发酵, 生产沼气, 为生产生活提供能源。经测算, 含水率 20% 的鸡粪热值相当于标准煤的 40%, 10 万只鸡的年产粪便转化为沼气热值约等于 232 t 标准煤^[7]。同时沼渣和沼液又是很好的有机饲料和肥料。这样既减少了污染, 又提高了污染物治理的经济效益。另一种是将畜禽粪便直接投入专用炉中焚烧, 供应生产用热。据报道, 英国萨福克郡建立的艾伊鸡粪发电站, 装机容量达 12.5 MW, 每年可以消耗鸡粪 12.5 万 t。

3) 饲料化。试验证明, 畜禽粪便中含有大量未消化的蛋白质、维生素 B、矿物质、粗脂肪和一定数量的糖类物质。如鲜猪粪蛋白质质量分数为 3.5%~4.10%, 牛粪为 1.7%~2.3%, 羊粪为 4.10%~4.70%, 鸡粪为 11.2%~15%。另外, 畜禽粪便中氨基酸品种比较齐全, 且含量丰富。如干鸡粪中含有 17 种氨基酸, 其质量分数达到 8.27%^[8]。目前, 由于饲料短缺, 特别是蛋白饲料的供求矛盾加剧, 为了满足高速发展的畜牧业的饲料供应, 开发新的蛋白饲料来源已

成当务之急。由于较高的蛋白质含量和齐全的氨基酸种类,目前鸡粪已经成为最受关注的一种非常规饲料资源。国内外大量研究结果表明,鸡粪不仅是反刍动物良好的蛋白质补充料,也是单胃动物和鱼类良好的饲料蛋白来源。

4 结束语

合理利用各种资源,改善生态环境,已成为人们关注的一个重要问题。在控制和减少畜禽粪便排放量的同时,必须重新理解和认识畜禽粪便废弃物的资源意义,更加合理、有效地利用畜禽粪便资源。这对减轻畜禽粪便污染,减少资源浪费,改善生态环境有着重要的意义。

参 考 文 献

- 1 李庆康, 吴 雷, 刘海琴, 等. 我国集约化畜禽养殖场粪便处理利用现状及展望. 农业环境保护, 2000, 19(4): 251
- 2 国家统计局. 中国统计年鉴. 2001, 20: 386
- 3 田宁宁, 李宝林, 王凯军, 等. 畜禽养殖业废弃物的环境问题及其治理方法. 环境保护, 2000(12): 10
- 4 刘卫东, 黄炎昆. 鸡场粪污的综合治理. 畜牧兽医杂志, 2000, 19(1): 25
- 5 丁迎伟, 周炎民, 刘文斌. 控制动物排泄物对环境污染的对策. 粮食与饲料工业, 1999(8): 39
- 6 张子仪. 规模化养殖业及饲料工业中的生态文明建设问题. 饲料工业, 1997, 18(9): 1
- 7 农资网([http://www. aw eb. com. cn](http://www.aweb.com.cn)). 鸡粪资源再生利用的途径及技术发展. 2001-06
- 8 孙守琢. 畜禽粪便饲料的开发和利用. 饲料博览, 1995(3): 30
- 9 俞丹宏, 尹兆正. 大中型养鸡场粪便资源化利用途径探讨. 浙江畜牧兽医, 1996(2): 18~ 20
- 10 李丽立, 张 彬. 中国降低畜禽粪便对水源污染的日粮营养调控措施. 中国商办工业, 2000(5): 6~ 10
- 11 文 化. 北京市农业废弃物和畜禽粪便资源化综述. 北京农业科学, 1995, 13(5): 8~ 11, 18