

沼液施用对土壤质量的影响综述

彭先进¹, 夏静¹, 石景涛¹, 应晓成², 孙文渊³, 黄晓敏¹, 沈新平^{1,2*}

(1.扬州大学, 江苏 扬州 225009; 2.扬大(常熟)现代农业发展研究院有限公司, 江苏 苏州 215000; 3.常熟市水利技术推广站, 江苏 苏州 215000)

摘要: 沼液作为肥料施用是沼液资源化利用的重要方式, 是构建高效沼液循环利用模式的关键。因此, 研究沼液施用对土壤质量的影响可为沼液资源化安全利用提供科学依据。本文选取土壤体积质量、土壤养分、土壤酸碱度、土壤酶活性、土壤微生物和土壤重金属6个代表性指标, 综述了沼液施用对土壤质量的影响。合理施用沼液有利于降低土壤体积质量, 增强土壤养分累积, 改善土壤酸碱度及提高土壤酶活性。长期沼液施用可能会导致土壤微生物类型由“细菌型”转向“真菌型”, 并带来重金属污染风险。当前的研究难点主要在于沼液的异质性及土壤评价方法不统一, 探究沼液最佳施用量、明确土壤沼液最大承载量、沼液影响土壤质量的机理机制、建立统一的土壤质量评价方法是未来的研究重点。

关键词: 沼液; 土壤质量; 土壤养分; 承载量

中图分类号: S145.2

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2023171

彭先进, 夏静, 石景涛, 等. 沼液施用对土壤质量的影响综述[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(Supp.1): 82-85.

PENG Xianjin, XIA Jing, SHI Jingtao, et al. Effects of Biogas Slurry Application on Soil: A Review[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2023, 42(Supp.1): 82-85.

0 引言

沼液是生物可降解的有机废弃物在沼气工程厌氧条件下制取的液体, 既含有丰富的氮、磷、钾等营养元素及铁、铜、锰、锌等微量元素, 又含有丰富的氨基酸、多种酶以及对病虫害有抑制作用的物质^[1-2]。近年来, 国家大力倡导发展生态农业, 集约化、规模化畜禽养殖业得到迅速发展, 推动了沼气工程的大规模建设与运行^[3]。从自然处理、生化处理及微藻技术等处理方式到作为肥料、生物农药、浸种材料等应用方面都取得了一定的进展, 对推动沼液的高效利用发展发挥了重要作用^[4]。目前, 沼液肥料化施用于农田仍是沼液最主要的利用方式。

土壤资源是人类社会赖以生存、发展、建设的重要基础资源^[5]。土壤质量作为土壤资源的一个重要属性, 其优劣与农产品质量安全、人类生命健康及社会经济发展存在紧密联系^[6]。沼液施用对土壤质量的影响研究也一直受到土壤学、农学、环境科学等科学工作者的重视, 在沼液施用对土壤肥力影响^[7]、沼液施用与作物产量与品质影响^[8-9]、沼液农业利用的生态

环境风险^[10-11]、沼液施用对土壤温室气体排放影响^[12]等方面进行了大量研究。目前, 沼液施用对土壤质量影响的系统性研究及评价较少。为此, 本文概述了沼液施用对土壤质量的影响研究进展, 并对当前沼液施用存在的问题与今后的发展方向进行了讨论。

1 土壤质量

随着人类社会的快速发展, 人口增加与对土地资源的过度开发导致土壤质量严重退化, 给农业可持续发展带来了巨大威胁。为此, 越来越多的学者开始关注土壤质量, 以了解土壤质量的演变机制及其对动植物生命健康的影响。从而为合理利用土地资源提供指导, 促进农业可持续发展^[13]。

1.1 土壤质量的定义

土壤质量的定义是基于土壤功能, 随着科学技术的发展, 其概念与内涵也在逐步丰富^[14]。目前, 土壤质量可认为是由土壤肥力质量、环境质量和健康质量3个方面组成^[15]。土壤质量变化是一个动态过程, 其本身状况受土地利用方式、土壤类型及生态系统类型等多方面因素影响^[16]。

1.2 土壤质量评价

土壤质量评价在土壤质量研究中至关重要。合理的土壤质量评价可以反映土地利用与管理等农艺措施对土壤的影响, 为改善土壤质量与土壤健康利用提供理论依据, 也为科学合理利用土地资源提供技术支

收稿日期: 2023-04-19 修回日期: 2023-04-19

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(32201919); 江苏省自然科学基金青年基金项目(BK20210831)

作者简介: 彭先进(1999-), 男, 江苏宿迁人。硕士研究生, 主要从事农业生态方面研究。E-mail: mx120210724@stu.yzu.edu.cn

通信作者: 沈新平(1965-), 男, 江苏扬州人。副教授, 主要从事农业生态、稻米品质生理生态方面研究。E-mail: xpshen@yzu.edu.cn

©《灌溉排水学报》编辑部, 开放获取 CC BY-NC-ND 协议

撑与指导^[17]。根据研究目的筛选出适宜的评价指标十分重要。选取少量的土壤指标无法充分表达土壤状况^[18]。过量选取土壤指标,使用多个变量可能会导致指标重复^[19]。因此,选取评价指标应遵守主导性、敏感性、实用性、独立性原则^[20]。Bindraban 等^[21]从一系列指标中选取了土壤深度、土壤有机质、土壤酸碱度及速效磷作为评价指标; Huffman 等^[22]从土壤质量与作物生长发育角度出发,选取了土壤基本理化性质、面源污染指标、温室气体排放、生物多样性、管理程度、输出输入效率 6 个方面的相关指标。土壤质量指标可以分为物理指标、化学指标、生物指标与环境指标。以往研究基于大量文献对土壤指标进行整理统计^[23]。沼液成分复杂,沼液施用对土壤质量的影响在物理、化学、生物及环境四大类别指标中均有相关体现。基于沼液施用相关研究^[24-26],本研究选取土壤体积质量、土壤养分、土壤酸碱度、土壤酶活性、土壤微生物和土壤重金属 6 个土壤质量指标,总结施用沼液对土壤质量影响的研究,旨在为沼液合理利用与土壤质量研究提供理论依据和研究思路。

2 沼液还田对土壤质量的影响

2.1 沼液还田对土壤体积质量的影响

土壤体积质量是评价土壤质量的重要参数之一^[27],能够反映土壤透气性、持水能力、溶质迁移特性^[28-29]。沼液中含有大量能够分解土壤有机物的微生物,能产生具有胶结作用的多糖胶、脂肪、蜡等物质,可改善土壤团粒结构,降低土壤体积质量^[30]。王康等^[31]发现施用沼液可以显著降低土壤体积质量。郝燕^[32]研究表明短期施用沼液对土壤体积质量的改良效果不显著,长期施用沼液可显著改良土壤体积质量,改善土壤结构。蔡茂^[33]研究表明,沼液对土壤体积质量的影响随土壤深度增加而减小。各类沼液性质存在差异,对土壤体积质量的影响有一定偏差。总的来说,施用沼液可以降低土壤体积质量,且与沼液施用量及施用年限呈正相关。

2.2 沼液还田对土壤养分的影响

土壤养分是土壤质量评价的重要指标之一^[34]。沼液中富含大量有机物质及无机元素,如氮、磷、钾与微量元素。研究表明,沼液还田可以显著改善土壤养分水平^[35-36]。Amlinger 等^[37]研究表明,作物及黏土可以吸收、挥发并通过硝化作用将沼液中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 转化为土壤硝酸盐。姜云俐^[38]研究发现,施用沼液有利于增加土壤中氮、磷、钾量,活化土壤磷;且沼液所特有的纤维素、木质素在微生物的作用下被分解为土壤有机物,显著提高了土壤有机质量,这与罗伟^[39]研究结果一致。

2.3 沼液还田对土壤酸碱度的影响

土壤 pH 值是衡量土壤酸碱度的基本指标。土壤酸碱度与土壤生物化学反应紧密相关,与土壤肥力、植物生长具有密切联系^[40]。我国陆地生态系统普遍存在土壤酸化现象,且土壤碱化也是土壤环境问题之一^[41]。沼液有较好的缓冲性且呈微碱性,沼液还田可以防止土壤酸化或板结,同时具有一定改良碱性土壤的能力。罗伟^[39]研究表明,施用沼液有利于抑制长期施用化肥导致的土壤酸化。李小宇^[42]也证明了这一观点,指出土壤 pH 值随沼液施用年限的增加而升高。林少华等^[43]研究表明,施用沼液可以显著降低土壤 pH 值,改善碱性土壤。陈永杏^[44]研究发现,中性土壤施用沼液 pH 值基本不变。沼液还田可以改善土壤酸碱度,避免土壤盐碱化板结与酸化。

2.4 沼液还田对土壤酶活性的影响

土壤酶参与土壤生化反应。土壤酶活性与土壤养分具有较好的相关性且可以反映土壤质量,是评价土壤质量的重要指标^[45]。沼液带有大量的外源酶,同时可为土壤微生物新陈代谢创造适宜的环境,可以提高土壤酶活性,促进土壤有机物的分解、转换和养分释放^[32]。李小宇^[42]研究表明,随着沼液施用量增加,土壤蛋白酶、脲酶、蔗糖酶活性逐渐增强。这与杜妍宁^[46]研究结果一致。

2.5 沼液还田对土壤微生物的影响

土壤微生物参与土壤有机质分解、腐殖质生成、养分转化等一系列生化反应,是土壤中物质转化和养分循环的驱动力,是评价土壤质量的重要指标^[47-48]。施用沼液可为土壤微生物提供良好的生长环境,沼液还田可以提高土壤微生物多样性,增加土壤中细菌、放线菌、真菌数量^[49]。钟珍梅等^[48]研究发现,沼液还田能够提高土壤微生物量,且两者呈极显著正相关。郑学博等^[45]研究发现,沼液还田为微生物生长提供了碳源与能源,促进土壤微生物繁殖,从而提升土壤质量。沼液配施化肥可以增强微生物代谢活性,但过量沼液还田会抑制细菌、放线菌、真菌的生长,导致土壤由“细菌型”转向“真菌型”。冯丹妮等^[50]也得出了相同结论。沼液还田有利于提高土壤微生物活性,但也存在破坏土壤微生态平衡的风险,沼液还田需确定土壤微生物状况制定适宜施用量。

2.6 沼液还田对土壤重金属的影响

重金属具有难降解、毒性强等特点^[51]。土壤重金属污染会影响植物生长发育,对人类健康及生态环境产生不利影响^[52]。沼液是沼肥中次要的重金属载体,大部分重金属会保留在沼渣中,短期适宜施用沼液不会导致土壤重金属量超标,但长期不合理沼液还田存在环境污染风险^[53]。赖星等^[54]研究表明,连续施用猪

粪沼液 3 a 后, 土壤中重金属量显著增加, 但仍低于国家相应标准。这与汤逸帆等^[55]研究结果一致。Chen 等^[56]研究表明, 在连续施用沼液 10 a 后, 土壤 Zn 和 Pb 的有效态量显著增加。Bian 等^[57]研究表明, 施用沼液 10 a 后, 稻田土壤 Cu 和 Pb 量超出土壤环境质量标准。

3 沼液还田面临的挑战

3.1 沼液的异质性

沼液没有标准定义, 大抵可以理解为生物可降解的有机物在一定条件下产生沼气及残留物, 残留物中的液体即为沼液, 是一种极其复杂的混合物^[58]。不同条件下生产的沼液质量存在较大差异, 沼液还田对土壤质量的影响无法一概而论, 不同情况的土壤对沼液的最大承载量及不同质量的沼液其最佳施用量均存在差异, 探究沼液还田对土壤质量影响在横向对比过程中存在一定难度。

3.2 土壤质量评价方法尚未统一

土壤质量评价是监测土壤状况的重要方法, 但目前尚没有国际公认的评价标准与方法^[23]。尽管沼液还田对土壤质量的影响研究较多, 但土壤质量评价指标和评价方法并没有统一标准。沼液成分复杂, 其还田对土壤的影响是多方面的, 仅从物理与化学角度无法全面评价沼液还田对土壤质量的影响, 生物及环境指标能更直接的反映沼液还田后土壤的状况^[59]。

我国土壤类型众多, 不同地区利用方式多样存在较大差异^[60]。在建立沼液还田对土壤质量影响评价方法时, 应充分考虑土壤质量的相对性, 不同类型、不同利用方式下的土壤应赋予不同评价标准。且施用沼液的目的性存在差异, 应根据实际情况与目的对土壤质量进行评价。

4 研究展望

1) 集中研究某类沼液还田对具体类型土壤的影响, 减少不同研究者试验间的争议, 得出较为可靠、令人信服的结论, 例如沼液的最佳施用量等。

2) 加强长期沼液还田对土壤质量的影响研究, 尤其在生物及环境指标方面, 明确土壤对沼液的最佳承载量, 为进一步推进沼液还田利用提供理论依据。

3) 加强沼液还田对土壤影响的机理研究, 从而对沼液进行优化改良。

4) 从沼液对土壤影响的特点出发, 选用适宜的评价指标, 建立科学统一的评价方法。

(作者声明本文无实际或潜在利益冲突)

参考文献:

[1] LIU Qingyu, Zhao Zixuan, Xue Zhiping, et al. Comprehensive risk

- assessment of applying biogas slurry in peanut cultivation[J]. *Frontiers in Nutrition*, 2021, 8: 702-096.
- [2] MÖLLER K, MÜLLER T. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review[J]. *Engineering in Life Sciences*, 2012, 12(3): 242-257.
- [3] 陆国弟, 杨扶德, 陈红刚, 等. 沼液应用的研究进展[J]. *中国土壤与肥料*, 2021(1): 339-345.
- [4] 屈安安, 郑鑫, 王阳, 等. 基于文献计量的沼渣沼液处理利用技术研究态势分析[J]. *中国沼气*, 2020, 38(6): 86-94.
- [5] 赵其国, 骆永明. 论我国土壤保护宏观战略[J]. *中国科学院院刊*, 2015, 30(4): 452-458.
- [6] 陈美军, 段增强, 林先贵. 中国土壤质量标准研究现状及展望[J]. *土壤学报*, 2011, 48(5): 1 059-1 071.
- [7] 董越勇, 周雪娥, 叶波, 等. 稻田长期施用沼液对土壤化学性质及碳氮磷生态化学计量比的影响[J]. *浙江农业科学*, 2021, 62(12): 2 398-2 401, 2 404.
- [8] 郗玉环, 张昌爱, 董建军. 沼渣沼液的肥用研究进展[J]. *山东农业科学*, 2011, 43(6): 71-75.
- [9] 袁根, 汤逸帆, 申建华, 等. 生物炭对施用沼液稻田土壤重金属生物有效性的影响[J]. *农业资源与环境学报*, 2022, 39(4): 775-784.
- [10] 潘飞飞, 唐蛟, 孙壮, 等. 沼液替代化肥对冬小麦产量的影响[J]. *作物杂志*, 2022(3): 174-180.
- [11] 李轶, 巩俊璐, 张辉, 等. 施用沼肥对土壤和油菜中重金属 Cd、As 的影响[J]. *土壤通报*, 2018, 49(2): 493-498.
- [12] 陈永根, 彭永红, 宋哲岳, 等. 沼液施用对土壤温室气体排放的影响[J]. *浙江农林大学学报*, 2013, 30(1): 32-37.
- [13] 郑昭佩, 刘作新. 土壤质量及其评价[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(1): 131-134.
- [14] BENNO Warkentin, 孟晓棠. 土壤质量的新概念[J]. *水土保持科技情报*, 1997(4): 25-27.
- [15] 徐用兵. 华北潮土土壤质量演变及不同土地利用方式下的质量评价[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [16] 赵其国, 孙波, 张桃林. 土壤质量与持续环境 I. 土壤质量的定义及评价方法[J]. *土壤*, 1997, 29(3): 113-120.
- [17] 周文涛, 兰天, 潘岳, 等. 土壤质量评价中少量样本最小数据集的构建—以内蒙古杭锦旗黄河南岸灌区典型地块为例[J]. *中国农业大学学报*, 2022, 27(6): 225-235.
- [18] PULIDO M, SCHNABEL S, CONTADOR J F L, et al. Selecting indicators for assessing soil quality and degradation in rangelands of Extremadura (SW Spain)[J]. *Ecological Indicators*, 2017, 74: 49-61.
- [19] BÜNEMANN E K, BONGIORNO G, BAI Z G, et al. Soil quality—A critical review[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2018, 120: 105-125.
- [20] 张嘉宁. 黄土高原典型土地利用类型的土壤质量评价研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [21] BINDRABAN P S, STOORVOGEL J J, JANSEN D M, et al. Land quality indicators for sustainable land management: Proposed method for yield gap and soil nutrient balance[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2000, 81(2): 103-112.
- [22] HUFFMAN E, EILERS R G, PADBURY G, et al. Canadian agri-environmental indicators related to land quality: Integrating census and biophysical data to estimate soil cover, wind erosion and soil salinity[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2000, 81(2): 113-123.
- [23] 李鑫, 张文菊, 鄂磊, 等. 土壤质量评价指标体系的构建及评价方法[J]. *中国农业科学*, 2021, 54(14): 3 043-3 056.
- [24] HUPFAUF S, BACHMANN S, FERNÁNDEZ-DELGADO JUÁREZ M, et al. Biogas digestates affect crop P uptake and soil microbial community composition[J]. *Science of the Total Environment*, 2016, 542: 1 144-1 154.
- [25] HAASE C, WENTZEL S, SCHMIDT R, et al. Changes in P fractions after long-term application of biogas slurry to soils under organic farming[J]. *Organic Agriculture*, 2016, 6(4): 297-306.
- [26] 高刘, 余雪标, 李然, 等. 沼液配方肥对香蕉产量、品质及香蕉园土壤质量的影响[J]. *热带生物学报*, 2017, 8(2): 209-215.
- [27] PALLADINO M, ROMANO N, PASOLLI E, et al. Developing pedotransfer functions for predicting soil bulk density in Campania[J]. *Geoderma*, 2022, 412: 115 726.

- [28] 郑纪勇, 邵明安, 张兴昌. 黄土区坡面表层土壤容重和饱和导水率空间变异特征[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 53-56.
- [29] YANG Xiong, ZHU Yingmo, XU Yunjian, et al. Simulated warming and low O₂ promote N₂O and N₂ emissions in subtropical montane forest soil[J]. *Journal of Soils and Sediments*, 2022, 22(10): 2 706-2 719.
- [30] 郑健, 李欣怡, 马静, 等. 生物炭配施沼液对渗出液电导率、全氮含量及土壤理化性质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2020, 38(3): 134-144.
- [31] 王康, 许玉超, 戴辉, 等. 沼液在土壤改良上的应用研究[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(24): 299-303.
- [32] 郝燕. 沼液对葡萄园土壤质量和葡萄产量品质的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019.
- [33] 蔡茂. 沼液排放对苗圃土壤理化性质的影响研究[D]. 海口: 海南大学, 2014.
- [34] 杨静涵, 刘梦云, 张杰, 等. 黄土高原沟壑区小流域土壤养分空间变异特征及其影响因素[J]. 自然资源学报, 2020, 35(3): 743-754.
- [35] 徐莉, 周伟, 俞元春, 等. 沼液施用对杨树林地土壤性质及林分生长的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2015, 32(2): 204-207.
- [36] XU Ming, XIAN Yang, WU Jun, et al. Effect of biogas slurry addition on soil properties, yields, and bacterial composition in the rice-rape rotation ecosystem over 3 years[J]. *Journal of Soils and Sediments*, 2019, 19(5): 2 534-2 542.
- [37] AMLINGER F, GÖTZ B, DREHER P, et al. Nitrogen in biowaste and yard waste compost: Dynamics of mobilisation and availability: A review[J]. *European Journal of Soil Biology*, 2003, 39(3): 107-116.
- [38] 姜云俐. 沼液和生物炭施用对茶园土壤和茶叶品质的影响[D]. 杭州: 浙江科技学院, 2022.
- [39] 罗伟. 沼液对马铃薯产量、品质及土壤环境质量的影响研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2020.
- [40] 刘强, 穆兴民, 高鹏, 等. 土壤水力侵蚀对土壤质量理化指标影响的研究综述[J]. 水土保持研究, 2020, 27(6): 386-392.
- [41] 张静静. 土壤酸碱度调控对内蒙古草原植被群落及养分特征的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2020.
- [42] 李小宇. 连续三年定位施用沼液对水稻生产及土壤环境质量的影响研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2013.
- [43] 林少华, 凌玮, 孙芹菊, 等. 滨海盐碱地施用沼液对紫甘蓝生长及土壤性状的影响[J]. 中国沼气, 2019, 37(1): 80-87.
- [44] 陈永杏. 猪场沼液农用生态环境效应研究—以北京地区冬小麦/夏玉米轮作农田为例[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [45] 郑学博, 樊剑波, 何园球, 等. 沼液化肥全氮配比对土壤微生物及酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2015, 31(19): 142-150.
- [46] 杜妍宁. 施用沼液和生物炭对杨树人工林土壤氮、磷的影响[D]. 南京: 南京林业大学, 2018.
- [47] NANNIPIERI P, ASCHER J, CECCHERINI M T, et al. Microbial diversity and soil functions[J]. *European Journal of Soil Science*, 2003, 54(4): 655-670.
- [48] 钟珍梅, 宋亚娜, 黄秀声, 等. 沼液对狼尾草地土壤微生物群落的影响[J]. 草地学报, 2016, 24(1): 54-60.
- [49] 张无敌, 尹芳, 徐锐, 等. 沼液对土壤生物学性质的影响[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(10): 2 403-2 407.
- [50] 冯丹妮, 伍钧, 杨刚, 等. 连续定位施用沼液对水旱轮作耕层土壤微生物区系及酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(8): 1 644-1 651.
- [51] VAREDA J P, VALENTE A J M, DURÃES L. Assessment of heavy metal pollution from anthropogenic activities and remediation strategies: A review[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 246: 101-118.
- [52] 李涵. 农田土壤重金属污染的化学与植物修复方法研究[D]. 长春: 吉林大学, 2022.
- [53] 陈志贵. 沼肥对蔬菜产量和安全性及土壤安全承载力的影响[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [54] 赖星, 伍钧, 王静雯, 等. 连续施用沼液对土壤性质的影响及重金属污染风险评价[J]. 水土保持学报, 2018, 32(6): 359-364, 370.
- [55] 汤逸帆, 汪玲玉, 吴旦, 等. 农田施用沼液的重金属污染评价及承载力估算—以江苏滨海稻麦轮作田为例[J]. 中国环境科学, 2019, 39(4): 1 687-1 695.
- [56] CHEN Z M, WANG Q, MA J W, et al. Fungal community composition change and heavy metal accumulation in response to the long-term application of anaerobically digested slurry in a paddy soil[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2020, 196: 110-145.
- [57] BIAN B, WU H S, ZHOU L J. Contamination and risk assessment of heavy metals in soils irrigated with biogas slurry: A case study of Taihu Basin[J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2015, 187(4): 155.
- [58] 韩敏, 刘克锋, 王顺利, 等. 沼液的概念、成分和再利用途径及风险[J]. 农学报, 2014, 4(10): 54-57.
- [59] LEHMANN J, BOSSIO D A, KÖGEL-KNABNER I, et al. The concept and future prospects of soil health[J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2020, 1(10): 544-553.
- [60] 李炬植, 骆永明, 侯德义. 土壤健康评估指标、框架及程序研究进展[J]. 土壤学报, 2022, 59(3): 617-624.

Effects of Biogas Slurry Application on Soil: A Review

PENG Xianjin¹, XIA Jing¹, SHI Jingtao¹, YING Xiaocheng², SUN Wenyuan³, HUANG Xiaomin¹, SHEN Xinpeng^{1,2*}

(1. Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Yangzhou University (Changshu) Modern Agricultural Development Research Institute Co, Suzhou 215000, China; 3. Changshu Water Conservancy Technology Extension Station, Suzhou 215000, China)

Abstract: 【Objective】Biogas liquid application as fertilizer is an important way of using biogas as a resource, and is a key part of building a highly efficient biogas liquid production and utilization cycle. 【Method】Therefore, clarifying the impact of biogas liquid application on the soil can provide a scientific basis for the rational and safe use of biogas liquid resources. 【Result】To this end, six representative soil quality indicators, namely soil bulk, soil nutrients, soil pH, soil enzyme activity, soil microorganisms and soil heavy metals, are selected to review the effects of biogas liquid return to the field on soil quality. Overall, on the basis of a clear definition of the optimum amount of biogas liquid to be applied, the reasonable application of biogas liquid is conducive to a reasonable reduction in soil capacity, enhancement of soil nutrient accumulation capacity, improvement of soil pH values and enhancement of soil enzyme activity. However, long-term application of biogas liquid may lead to a shift in soil microbial type from “bacterial” to “fungal” and pose a certain risk of heavy metal pollution. 【Conclusion】In addition, it was pointed out that the current research difficulties are mainly in the heterogeneity of biogas liquid and the lack of unified soil evaluation methods, and that exploring the optimal amount of biogas liquid application, clarifying the maximum soil biogas liquid carrying capacity, studying the mechanism of biogas liquid affecting soil quality, and establishing a unified soil quality evaluation method are the future research priorities.

Key words: biogas liquid; soil quality; soil nutrient; carrying capacity

责任编辑: 韩洋