

农业面源污染的环境影响及控制策略

刘娜 刘闯

河南黄淮检测科技有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i8.8790

[摘要] 农业面源污染是当前全球环境问题中的一个重要方面, 其对生态系统和人类健康的影响日益显现。农业活动, 如过度使用化肥、农药, 不合理的农田管理, 以及农业废弃物的处理, 都可能造成大量的污染物进入环境, 形成复杂的面源污染问题。本文将深入探讨农业面源污染的环境影响, 并提出相应的控制策略。

[关键词] 农业面源污染; 环境影响; 控制策略

Environmental impact and control strategies of agricultural non-point source pollution

Liu Na Liu Chuang

Henan Huanghuai Testing Technology Co., Ltd

[Abstract] Agricultural non-point source pollution is an important aspect of current global environmental problems, and its impact on ecosystems and human health is increasingly evident. Agricultural activities, such as excessive use of fertilizers and pesticides, unreasonable farmland management, and disposal of agricultural waste, can all lead to a large amount of pollutants entering the environment, resulting in complex non-point source pollution problems. This article will delve into the environmental impacts of agricultural non-point source pollution and propose corresponding control strategies.

[Keywords] Agricultural non-point source pollution; Environmental impact; control strategy

一、农业面源污染的定义与特征

1.1 农业面源污染的定义

农业面源污染是指农业生产活动中, 如化肥、农药的过量使用, 牲畜粪便的不合理排放, 以及农田径流等非点源形式导致的环境污染。这一问题在全球范围内都引起了广泛关注。美国科罗拉多河就曾因农业污染导致的水体氮磷含量过高, 严重影响了河流生态系统的健康。农业面源污染的复杂性在于其污染源广泛、难以追踪, 且影响过程往往缓慢而持久, 因此, 对环境的破坏是长期且难以逆转的。

1.2 农业面源污染的主要来源

农业面源污染主要来源于不合理的农业活动, 如过度使用化肥和农药、畜禽养殖废弃物的排放以及农田径流等。在美国, 农业活动是水体中硝酸盐污染的主要来源, 占总量的70%以上。此外, 中国农村的大量畜禽养殖业也是农业面源污染的重要源头, 未经处理的粪便和尿液直接排放, 导致水体中氨氮、磷等浓度升高。这些污染源不仅影响农田的可持续生产力, 还对地下水、河流和湖泊生态系统构成严重威胁。

1.3 农业面源污染的特性分析

农业面源污染是指农业生产活动中, 如化肥、农药的过

量使用, 牲畜粪便的不合理排放, 以及农田径流等非点源污染方式, 将营养物质、有毒物质等输入环境, 造成水质恶化、土壤退化等一系列环境问题。这种污染的特性在于其分散性、隐蔽性和难以追踪性, 使得治理工作具有相当的挑战性。理解农业面源污染的特性并据此制定针对性的防治策略至关重要。

二、农业面源污染的环境影响

2.1 水体污染及其生态后果

农业面源污染是全球环境问题的重要组成部分, 尤其在水体污染中占据显著地位。据联合国环境规划署报告, 全球约70%的河流污染可追溯到农业活动。农业中过度使用化肥和农药, 这些物质随雨水径流或地下水渗透进入水体, 导致水体富营养化和有毒物质积累。美国的密西西比河流域, 农田径流携带的氮磷导致了墨西哥湾的“死区”, 面积一度超过8,000平方公里, 严重影响了水生生物的生存。

水体污染的生态后果是多方面的。富营养化会引发藻类过度繁殖, 消耗大量溶解氧, 形成“水华”, 影响水生生物的生存, 如鱼类因缺氧死亡。有毒化学物质如农药残留会通过食物链传递, 影响高等生物, 包括人类的健康。污染的水

体还可能破坏水生生态系统的平衡, 导致生物多样性下降。以中国太湖为例, 由于农业污染导致的蓝藻爆发, 不仅影响了湖泊的生态服务, 还对周边居民的饮水安全构成威胁。

2.2 土壤退化与生物多样性丧失

土壤退化主要由过度使用化肥、农药以及不合理的耕作方式引起, 这些因素导致土壤结构破坏, 肥力下降, 进而影响农作物的生产力。据联合国粮农组织报告, 全球每年因土壤退化失去的农田面积相当于法国和德国的总和, 这不仅影响粮食安全, 还加剧了全球土地资源的紧张状况。

生物多样性丧失则与农业面源污染中的化学物质残留密切相关。农药和化肥的过量使用导致地下水和地表水的污染, 影响水生生物的生存, 同时, 这些化学物质在食物链中积累, 对陆地生物, 包括人类, 构成潜在威胁。以中国长江流域为例, 近年来由于农业污染导致的鱼类种群减少, 直接影响了生物多样性和生态平衡。

此外, 农业面源污染还可能通过改变土壤微生物群落结构, 影响土壤生物多样性。健康的土壤生物群落对于维持土壤肥力和生态功能至关重要, 但过度的农业活动往往破坏这种微妙的平衡。

2.3 气候变化的关联影响

农业生产活动中过度使用化肥和农药, 导致大量营养物质和化学物质进入环境, 这些污染物在土壤中积累或通过径流进入水体, 引发水体富营养化和生物多样性下降。同时, 这些污染物在土壤中的滞留会改变土壤的碳汇功能, 加剧全球气候变化。

农田中的氮肥过量使用会促进土壤中氮的矿化, 释放大量的氧化亚氮, 这是一种强效的温室气体。此外, 农田排水和湿地开垦释放的甲烷也对气候变化有重要影响。这些活动不仅改变了农田的碳平衡, 还可能通过反馈机制影响区域气候, 如增加的温度可能加速土壤有机碳的分解, 形成恶性循环。

2.4 对人类健康的潜在威胁

农田中过量使用的化肥和农药可随雨水冲刷进入水体, 导致水中硝酸盐和有毒重金属含量上升。据世界卫生组织报告, 饮用含有高浓度硝酸盐的水可引起婴儿“蓝婴综合症”, 严重时可危及生命。此外, 农药残留通过食物链进入人体, 长期积累可能引发各种慢性疾病, 如癌症、神经毒性等。中国某些地区因农药污染导致的蔬菜水果中农药残留超标问题, 已经引起了公众对食品安全的广泛关注。

三、农业面源污染的控制策略

3.1 农业生产技术的改进

现代农业技术的发展, 如精准农业和生态农业技术, 有助于减少化肥和农药的过度使用, 从而降低对环境的负面影响。采用精准施肥技术, 根据土壤测试结果和作物需求精确施用肥料, 可以显著减少水体中的氮磷负荷。此外, 引入生物防治和生物农药, 可以减少化学农药的依赖, 保护农田生

物多样性。

新型种植模式如间作和套种也能有效改善农田生态。这种技术通过种植多种作物, 可以优化土壤养分利用, 减少单一作物对化肥的需求。中国南方的稻鱼共生系统, 既提高了稻米产量, 又通过鱼类的活动减少了病虫害, 降低了农药使用。这种传统的生态智慧在现代科学的解读下, 为全球农业可持续发展提供了宝贵经验。

推广农业机械化和自动化技术, 可以提高农业生产效率, 减少因管理不善导致的污染。精准灌溉系统可以根据作物需水情况自动调节灌溉量, 既节约水资源, 又防止过量灌溉引发的地下水污染。

3.2 科学施肥与合理灌溉

传统的过度施肥往往导致农田中氮磷等营养元素的大量流失, 进而污染地下水和地表水体。据研究, 全球约有30%的氮肥并未被作物吸收, 而是以面源污染的形式进入环境。因此, 推广精准施肥技术, 根据土壤测试和作物需求制定施肥计划, 可以显著减少化肥的过量使用, 降低水体富营养化的风险。

合理灌溉也是防止农业面源污染的重要手段。采用滴灌或喷灌等节水灌溉技术, 不仅可以减少水资源的浪费, 还能防止地表径流携带肥料进入水体。在以色列, 通过实施先进的灌溉技术, 他们成功地将农业用水量减少了近70%, 同时减少了化肥的流失。

结合种植绿肥作物和有机肥的使用, 可以改善土壤结构, 增强土壤对养分的保持能力, 减少化肥的依赖。中国某些地区已经实施了“稻-绿肥-稻”轮作模式, 通过种植绿肥作物, 既提高了土壤肥力, 又减少了化肥的使用量, 降低了农业面源污染。

3.3 植被缓冲带与生态修复技术

植被缓冲带是农业面源污染控制策略中的一种有效手段, 它通过在农田与水体之间设立植被区域, 来拦截、吸收和转化农田排放的营养物质, 从而减少对水体的污染。植被缓冲带还能提供生物栖息地, 促进生物多样性。

生态修复技术则更注重对受损生态系统的整体恢复。在农田土壤退化区域, 可以采用种植豆科植物、混种模式或者引入蚯蚓等方式, 以恢复土壤的肥力和结构。中国在黄淮海平原实施的农田土壤修复工程中, 通过种植绿肥作物和合理轮作, 显著改善了土壤的氮磷状况, 同时也减少了对周边水体的污染。

在设计和实施植被缓冲带与生态修复技术时, 需要结合GIS、模型模拟等工具, 进行科学的规划和优化。通过建立营养物质迁移模型, 可以精确计算出缓冲带的最佳宽度和植被类型, 以实现最佳的污染拦截效果。

3.4 环境法规与政策引导

美国的《清洁水法案》就明确规定了农业活动对水体质量的影响, 要求农场主实施最佳管理实践以减少营养物质的

流失。这样的法规为农业污染设定了明确的红线,促使农民采取更环保的耕作方式。此外,中国政府也推出了“农田面源污染治理行动计划”,通过补贴和优惠政策鼓励农民使用有机肥料,减少化肥和农药的过度使用。这些政策的实施,不仅降低了农业面源污染,还促进了农业的可持续发展。

政策引导还可以通过建立经济激励机制来实现。欧洲联盟的“绿色农业支付”计划,对采取环保措施的农民进行经济补偿,如设立生态缓冲带、实施轮作制度等。这种“污染者付费,保护者受益”的原则,激发了农民参与环保的积极性。

四、可持续农业的实践与探索

4.1 绿色农业模式的推广

绿色农业模式强调在农业生产中实现经济效益与环境保护的平衡,通过科学的管理方法和技术创新,降低化肥、农药的使用,减少对环境的负面影响。推广有机农业和生态农业,可以显著降低化学物质的残留,提高土壤质量和生物多样性。引入精准农业技术,如GPS导向的施肥和灌溉,可以精确控制投入,避免资源浪费和环境污染。

案例如荷兰的“精准农业计划”,通过集成传感器数据、无人机监测和GIS分析,农民可以精确知道何时、何地以及需要多少肥料和水,从而减少了农业排放,提高了生产效率。同时,绿色农业模式也鼓励农业废弃物的资源化利用,如稻草还田、家禽粪便的堆肥处理,既减少了废弃物对环境的压力,又为农田提供了天然的有机肥料,形成农业生态循环。

推广绿色农业模式还需要政策支持和公众参与。政府可以设立专项基金,对采用环保农业技术的农民给予补贴,或者提供低息贷款以购买绿色农业设备。同时,加强农业环保教育,提高农民和消费者的环保意识,让他们认识到绿色农业对改善环境和保障食品安全的重要性。如美国的“环保农业认证”制度,通过市场机制鼓励农民转向绿色生产方式,同时也为消费者提供了绿色食品的可靠来源。

4.2 农业循环经济的构建

构建农业循环经济强调在农业生产过程中实现资源的高效利用和废弃物的最小化,通过物质闭路循环和能量多级利用,降低对环境的影响。可以推广使用有机肥料,减少化学肥料的过度施用,同时改善土壤结构,提高土壤的生物活性。此外,农业循环经济也包括发展畜牧业与种植业的耦合系统,如“种植-养殖-沼气-肥”四位一体模式,将动物粪便转化为清洁能源和优质有机肥,既解决了养殖污染问题,又为农田提供了养分,形成良性循环。

中国江苏省的“稻鸭共作”模式就是一个成功的案例。在这种模式下,鸭子可以自然控制稻田中的害虫,其排泄物则作为稻田的有机肥料,减少了化学农药和肥料的使用,降低了水体污染,同时提高了稻米的品质。这种方式可以减少70%的化学肥料和50%的农药使用,显著降低了农业面源污

染。

4.3 农业废弃物资源化利用

全球每年产生数亿吨的农业废弃物,如稻草、畜禽粪便和农产品加工残渣等。这些废弃物如果处理不当,将严重加剧环境污染。然而,通过科学管理和技术转化,它们可以成为宝贵的资源。畜禽粪便可以通过堆肥化处理,转化为有机肥料,既减少了水体富营养化的风险,又可以改善土壤结构,提高农作物的产量。此外,稻草等农作物残余物可以用于生物质能源的生产,如生物乙醇和生物气,这不仅降低了对化石燃料的依赖,还能减少温室气体排放。农业废弃物的资源化利用需要政策支持和技术创新,通过构建完善的废弃物回收利用体系,我们可以实现农业的可持续发展,同时减轻农业面源污染对环境和人类健康的威胁。

4.4 社会参与与公众意识提升

公众是环保行动的最终执行者,通过提高公众对农业面源污染的认识,可以促进环保行为的普及。可以通过教育和宣传活动,让农民了解过度使用化肥、农药对地下水和河流的长期影响,以及土壤生物多样性的丧失如何影响他们的生计。此外,可以借鉴“无废弃物社区”理念,鼓励社区居民参与到农业废弃物的回收和再利用中,将农业废弃物转化为有机肥料,既减少了污染,又节约了资源。

政府和非政府组织也可以通过设立激励机制,比如“绿色农田奖”等,来激励农民采取更环保的农业实践。欧盟的“共同农业政策”就包含了对环境友好农业实践的经济支持。同时,可以引入公众监督机制,比如设立“环保举报平台”,鼓励公众参与农业污染的监督,形成全社会共同防治农业面源污染的格局。

[参考文献]

[1]李栋浩,蔡文沛,李玲,等.农业氮素投入与农业面源污染风险的响应关系——以河南省为例[J/OL].安全与环境学报,1-9[2024-07-02].<https://doi.org/10.13637/j.issn.1009-6094.2024.0464>.

[2]付猛,胡振芳.组合水生态修复技术在环湖农业面源污染治理中的应用[J].能源研究与管理,2024,16(02):37-42.DOI:10.16056/j.2096-7705.2024.02.007.

[3]赖诗琪,安敏,安慧,等.长江经济带地级市农业面源污染来源解析[J/OL].中国农业资源与区划,1-11[2024-07-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20240607.1043.010.html>.

[4]严素定,张敏,刘恋,等.化肥零增长行动成效及化肥面源污染与农业产值的脱钩研究——以黄石市为例[J].湖北师范大学学报(自然科学版),2024,44(02):12-20.

[5]杨梦帆.一场农业面源污染防治的“诊疗术”[N].农民日报,2024-05-28(007).DOI:10.28603/n.cnki.nnmrb.2024.002564.