

黑龙江省农业面源污染特征与生态环境损害评估研究

刘意仁^{1,2}, 邢凯^{1,2}, 公成成^{1,2}, 沈建华^{1,2}, 赵剑^{1,2*}

1. 中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心, 黑龙江 哈尔滨 150086

2. 自然资源部哈尔滨黑土地地球关键带野外科学观测研究站, 黑龙江 哈尔滨 150086

DOI: 10.61369/EAE.2025010002

摘要 : 黑龙江省, 我国农业重地, 面临着农业面源污染的挑战。本文深入探讨了该省农业面源污染的多个方面, 涵盖了农药和化肥的过量使用、畜禽粪便的排放问题、农田废弃物的处理失误、坡耕地在暴雨径流作用下的污染, 以及水田集约化生产对环境造成的压力。此外, 本文还评估了这些污染因素对生态环境的破坏, 尤其是水体富营养化和土壤质量退化。文章结尾处, 提出了旨在加强农业面源污染防治的政策法规建议和技术解决方案。

关键词 : 农业面源污染; 黑龙江省; 生态环境损害; 污染防治措施

Research on Characteristics of Agricultural Non-point Source Pollution and Assessment of Ecological Environmental Damage in Heilongjiang Province

Liu Yiren^{1,2}, Xing Kai^{1,2}, Gong Chengcheng^{1,2}, Shen Jianhua^{1,2}, Zhao Jian^{1,2*}

1. Harbin Natural Resources Comprehensive Survey Center of China Geological Survey, Harbin, Heilongjiang 150086

2. Harbin Black Soil Earth Critical Zone Field Scientific Observation and Research Station of the Ministry of Natural Resources, Harbin, Heilongjiang 150086

Abstract : Heilongjiang Province, a key agricultural region in China, faces challenges from agricultural non-point source pollution. This article delves into multiple aspects of agricultural non-point source pollution in the province, including excessive use of pesticides and fertilizers, issues related to livestock and poultry manure emissions, mishandling of farmland waste, pollution caused by slope farmland under the influence of storm runoff, and environmental pressures resulting from intensive paddy field production. Furthermore, this paper assesses the damage these pollutants cause to the ecological environment, particularly eutrophication of water bodies and degradation of soil quality. Concluding remarks offer policy and regulatory recommendations aimed at strengthening agricultural non-point source pollution prevention and control, along with technical solutions.

Keywords : agricultural non-point source pollution; Heilongjiang Province; ecological environmental damage; pollution prevention and control measures

引言

黑龙江省, 作为我国粮食生产的重要基地, 拥有丰富的农业资源。然而, 随着农业的迅猛发展, 存在着农业面源污染问题。这种污染以其分散性、累积性、隐蔽性和滞后性而著称, 主要源自农药和化肥的过量使用、畜禽粪便的随意排放以及农田废弃物的处理不当。这些污染物通过地表径流和土壤侵蚀的途径, 不仅引发了水体富营养化, 还导致了土壤质量的恶化, 可能对生态环境造成一定的影响。

一、黑龙江省农业面源污染特征分析

(一) 农药化肥的不合理使用

黑龙江省作为我国的农业大省, 在农药化肥的使用上呈现出逐年减少的趋势, 但总量仍不容忽视。以黑龙江省讷河市为例, 年度统计数据显示, 2019 年讷河市施用各类化肥总量为 123057.79 吨, 2020 年讷河市施用各类化肥总量为 116724.79

吨, 2020 年比 2019 年减少 6333 吨, 同比减少 5.15%。2021 年全市化肥施用总量 113106.32 吨, 比 2020 年减 3618.47 吨, 同比减少 3.10%。数据显示, 每年化肥使用量有所下降, 但化肥使用总量仍然比较大, 并且工业化肥被农作物吸收利用的养分较少, 对水体、大气可能造成污染, 尤其是对土壤影响较大^[1]。

然而, 不合理使用农药化肥可能会给土壤和水体带来一定污染问题。过量施用的化肥和农药无法被作物完全吸收, 残留物质

通讯作者: 赵剑 570006630@qq.com

通过地表径流和土壤侵蚀进入水体，引起富营养化。此外，这些有害物质还会损害土壤质量，导致土壤板结和酸化等问题。黑土区坡耕地产流、产沙特征的研究报告指出，不同农田植被条件下，土壤侵蚀强度、径流系数以及产流、产沙量存在显著差异，尤其在植被条件不利时，这些问题更为突出。因此，合理使用农药化肥，防止其流失，对于保护土壤和水资源至关重要。

（二）畜禽粪便排放

黑龙江省作为我国畜牧业的重要发展地区，拥有较大的畜禽养殖规模，每年产生的畜禽粪污量约为1.03亿吨。这些粪便如果未能得到及时有效的处理，将会直接排放到环境中，会对水体和土壤造成相对污染。粪便中的氮、磷等营养物质一旦进入水体，就会引发富营养化问题，同时粪便中的病原体 and 寄生虫也会对环境 and 人类健康构成威胁^[2]。以畜牧养殖大县集贤县为例，该县生猪、肉牛、羊的年存栏量达21万头/只，每年产生的畜禽粪污高达48万吨。为解决这一问题，集贤县通过建设粪污处理厂，将畜牧粪污经过发酵处理转化为有机肥料，这些肥料随后被用于绿色农业种植，从而形成了无害养殖与绿色种植相结合的农业循环产业链，既保护了环境，又促进了农业的可持续发展。

（三）农田废弃物

黑龙江省作为我国的农业大省，拥有广阔的农作物种植面积，因此产生的农田废弃物数量相当可观，主要包括农作物秸秆和农药包装废弃物等。这些农田废弃物的处理不当，如直接丢弃在田间地头，将对环境造成污染。特别是农作物秸秆，如果选择直接焚烧，不仅会导致大气污染，还会造成资源的浪费。而农药包装废弃物的随意丢弃，则可能污染土壤和水体。以黑龙江省为例，每年产生的农作物秸秆约占全国总量的十分之一，尤其在每年4月份的整地备耕阶段，秸秆根茬及残余物的焚烧现象非常普遍，对环境空气质量的影响尤为明显，秸秆根茬焚烧对区域PM2.5浓度的贡献可达到50%以上^[3]。因此，农田废弃物的合理处置对于环境保护至关重要。

（四）暴雨径流对坡耕地污染物的输出

黑龙江省西北部的丘陵漫岗平原地区，坡耕地普遍面临着水土流失的问题。由于坡度的存在和耕地保护措施的忽视，黑土层逐渐变薄。在这些坡耕地上，不同农田植被条件下的产流情况存在显著差异，其中荒地和玉米地的产流量最高，小麦地次之，大豆地最低。径流过程相对于降雨过程表现出明显的滞后性，且随着雨强的变化而变化，而采用水土保持技术模式较好的处理方式，其径流过程的滞后性更为明显，对雨强变化的敏感性较低。

在暴雨径流的作用下，土壤中的氮、磷等污染物通过地表径流和土壤侵蚀被输移至水体和土壤中。以黑龙江省西部丘陵漫岗区的坡耕地为例，不同处理的产沙过程与径流过程呈现出相同的波动变化趋势，但产沙过程受降雨强度变化的影响更为显著^[4]。土壤侵蚀量的季节分布不均，主要集中在降雨量较多的7月和8月。同时，土壤中的有机质、氮、磷、钾等养分也会随着径流和侵蚀而流失，其中有机质的流失量最大，其次是全量养分的流失，而速效养分的流失相对较少。这些现象表明，坡耕地上的水土流失不仅影响了土壤的结构和质量，还对水体环境造成了潜在

的污染风险。

（五）水田集约化生产对环境的影响

在黑龙江省，水稻种植中采用的优化施肥方法包括三次追肥法和四次追肥法，涉及尿素、二铵、氯化钾等多种化肥的使用。此外，为了防治病虫害，水田也会使用农药。水田的排水主要包括人为排水和暴雨径流，这些排水中可能含有化肥和农药的残留物以及其他污染物。这些排水活动对出境河流和界湖的水质产生了影响。排水中的氮、磷等营养物质会导致水体富营养化，这不仅影响了水生生物的生存，也破坏了生态系统的平衡。同时，农药残留对水体造成的污染，对水生生物和人类健康构成了潜在威胁^[5]。以松花江流域为例，农业面源污染的主要污染物为有机污染物和氮磷化合物，这些污染物通过土壤侵蚀、径流和渗透作用进入河流和湖泊，引起水体富营养化，从而严重损害了水质。

二、黑龙江省农业面源污染对生态环境的损害评估

（一）水体富营养化

黑龙江省作为我国的农业大省，由于农药化肥的使用、畜禽粪便排放以及农田废弃物的处理不当，导致大量氮、磷等营养物质通过地表径流和土壤侵蚀等途径进入水体，使得水体中氮、磷含量不断上升。1990年至2004年间，黑龙江省农用化肥的氮、磷施用量和施用密度呈现逐年增长的趋势，同时，全省每年产生的畜禽粪污约1.03亿吨，也含有大量的氮、磷。这些污染物可能导致松花江、辽河等流域水体富营养化问题，水体富营养化会引起藻类及其他浮游生物的过度繁殖，导致水体溶解氧量下降，水质变差，鱼类及其他生物死亡的现象，同时破坏水生生态系统的平衡，影响水资源的利用^[6]。

目前，黑龙江省的松花江、辽河等流域水质现状并不乐观。据2022年全国地表水环境质量状况显示，海河流域和松花江流域可能存在着污染状态。尽管松花江干流水质有所改善，但支流水质形势依然不能忽视。工业和生活废水排放量的快速增长，以及化学耗氧量COD和氨氮排放量的超标，尤其是农业面源污染的加剧，对松花江水域的威胁进一步增大。农业面源污染在黑龙江省水质断面中的贡献占比重大，化肥和农药的流失、畜禽粪便的排放以及农田废弃物的处理不当，都是导致水质恶化的主要原因。这些问题的存在，不仅影响了水体的自净能力，也加剧了流域水污染的严重程度。

（二）土壤质量下降

黑龙江省作为我国的农业大省，农药化肥的不合理使用对土壤肥力产生了显著影响。1990年至2004年间，农用化肥的氮、磷施用量和施用密度逐年增加，过量施用的化肥和农药不仅未能被农作物完全吸收，反而残留在土壤中，改变了土壤的有机质和养分含量。化肥中的氮、磷等营养元素在土壤中积累，造成养分比例失衡，而农药残留则抑制了土壤微生物的活动，影响了有机质的分解和转化，导致土壤中有机质含量减少^[7]。这些问题进一步引发了土壤板结、酸化等现象，影响了土壤的耕作质量和肥料利用率，增加了土壤和肥料养分流失的风险，也会导致地表水和地

下水发生污染。

此外，农业废弃物如农田残膜和畜禽粪便也会对土壤造成了污染。农田残膜影响了土壤的物理性状，阻碍了水肥的运移，降低了土壤的通气性和透水性，影响了土壤微生物的活动和土壤结构的形成，从而降低了土壤肥力。畜禽粪便的随意排放导致氮、磷等营养物质进入土壤，造成土壤养分过剩，影响农作物的正常生长，同时粪便中的病原体 and 寄生虫也对土壤环境和人类健康构成威胁。

土壤重金属污染也是黑龙江省面临的一个问题。化肥中可能含有的重金属元素，以及工业活动和交通排放，都可能导致土壤重金属污染。长期使用含重金属的化肥和环境污染物的积累，使得土壤中重金属含量增加，导致土壤质量下降。土壤中农药的残留还可能促使重金属离子活性增加，进一步加重土壤重金属污染^[8]。这些问题对黑龙江省在农业生产中化肥施用总量增长迅速、利用效率低、施肥方式传统等问题，需要采取有效措施加以改善。

三、黑龙江省农业面源污染防治措施

（一）政策法规层面

《黑龙江省人民政府办公厅关于强化农业面源污染防治的实施意见》旨在坚决打好农业面源污染治理攻坚战，秉持生态优先、绿色发展的理念，力争有效控制污染恶化势头，达成“一控、三减、三基本”的既定目标。政府启动了秸秆综合利用、化肥农药减量使用、畜禽废弃物资源化处理、农膜回收利用、耕地重金属污染防控等八大行动计划，并制定了相应的五大保障措施。在推进绿色龙江建设的进程中，农业面源污染防治成为促进农业资源可持续利用和生态环境整体改善的关键环节^[9]。政策强调，监管工作需要与“金山银山”并重，通过优化产业布局和提升产品品质，实现经济发展与环境保护的双赢。黑龙江省制定了一系列法规政策，建立了农业面源污染监测网络 and 标准体系，对生态环境损害进行量化评估，确保污染得到有效治理和控制。

（二）技术措施层面

黑龙江省致力于推进绿色农业技术，以提升土壤肥力和病虫

害防治效果，同时减少对环境的负担。为此，省内在推广测土配方施肥技术方面做出了努力，通过合作社和直供模式实现精准施肥，并结合农药风险监测与病虫害疫情预警，提供专业化防治与绿色防控的一体化服务。同时，财政专项资金正支持新型有机肥、生物肥和低毒环保型农药的研发与应用，科技企业通过创新平台推动农药市场向绿色转型，以此降低化学农药和化肥的过量施用，保障土壤健康和生态环境的平衡。

在畜禽养殖废弃物利用方面，省内建置了沼气池和有机肥加工厂，如华泽农牧在宾县常安镇的处理中心，将粪污转化为有机肥料和水肥资源，推动种养循环发展，哈尔滨市等地也在提升畜禽粪污的综合利用效率^[10]。此外，省内在农膜回收上实行“五化”利用机制，减少地膜污染，并推动废弃食用菌糠和菌袋的资源化利用，同时建立了农药包装废弃物的强制回收和集中处置体系，推动农药残液的无害化处理。

为了进一步提升农业面源污染防治的效果，亟需提升农民的环保意识，通过教育培训和宣传引导，让农民认识到农业面源污染的危害，并主动参与到环保行动中。加强农村环境综合整治，完善环保基础设施，实施垃圾分类、污水处理等措施，从源头上有效控制农业面源污染，为构建美丽乡村、实现乡村振兴战略目标奠定坚实的基础。这些举措共同构成了黑龙江省农业面源污染防治的全面策略，旨在促进农业的可持续发展。

四、结束语

总而言之，黑龙江省作为我国的农业大省，在农业面源污染方面面临着诸多挑战。通过对农药化肥的不合理使用、畜禽粪便排放、农田废弃物处理不当、暴雨径流对坡耕地污染物的输出以及水田集约化生产对环境的影响等问题的深入分析，揭示了农业面源污染对生态环境的损害。在此基础上，本文提出了从政策法规层面和技术措施层面加强农业面源污染防治的措施。通过实施一系列有效的防治措施，黑龙江省的农业面源污染问题将得到有效控制，实现农业与生态环境的和谐共生，为我国农业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 李文超. 讷河市农业面源污染评估及治理措施研究 [D]. 东北农业大学, 2023. DOI: 10.27010/d.cnki.gdbnu.2023.000896.
- [2] 范长城. 黑龙江省农业面源污染时空特征及影响因素分析 [D]. 东北农业大学, 2023. DOI: 10.27010/d.cnki.gdbnu.2023.000861.
- [3] 葛梦婕. 农业 FDI 对我国农业面源污染的影响研究 [D]. 山东师范大学, 2023. DOI: 10.27280/d.cnki.gsdsu.2023.000863.
- [4] 唐烁. 农业面源污染多维度影响及其治理机制优化研究 [D]. 东北林业大学, 2023. DOI: 10.27009/d.cnki.gdblu.2023.000115.
- [5] 张玖弘. 环境规制对农业面源污染的影响研究 [D]. 西南科技大学, 2022. DOI: 10.27415/d.cnki.gxngc.2022.000773.
- [6] 尚杰, 石锐, 张滨. 农业面源污染与农业经济增长关系的演化特征与动态解析 [J]. 农村经济, 2019, (09): 132–139.
- [7] 梁琪. 广西西江流域农业面源污染综合防控研究 [D]. 广西大学, 2019.
- [8] 杨永健, 孟雪婧. 黑龙江省农业面源污染负荷排放特征研究 [J]. 生态经济, 2018, 34(12): 184–190.
- [9] 易晨欣. 我国农业面源污染防治法律体系的完善 [J]. 法制与经济, 2022, 31(06): 65–69.
- [10] 朱坚, 邵颖, 彭华, 等. 湖南省农业面源污染形势与综合管理对策 [J]. 湖南农业科学, 2022, (10): 49–53. DOI: 10.16498/j.cnki.hnnykx.2022.010.013.