

湿润气候下关中平原集约化农区农业面源污染研究进展

牛岩^{1,2,3*}, 叶胜兰^{1,2,3}, 张兆鑫^{1,2,3}, 王尹萍^{1,2,3}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²农业农村部耕地质量监测与保育重点实验室, 陕西 西安

³陕西农业发展集团有限公司, 陕西 西安

收稿日期: 2025年3月11日; 录用日期: 2025年4月11日; 发布日期: 2025年4月17日

摘要

随着关中平原区集约化农业的快速发展, 农业面源污染问题日益凸显。本研究聚焦气候湿润的关中平原集约化农区, 深入剖析农业面源污染演变机制。在全球气候变化背景下, 关中平原极端水文事件频发, 农业面源污染问题突出。通过对该区域集约化农业现状、农业面源污染现状的调查与分析, 明确了气温、降水量等气候因素对农业面源污染的影响, 旨在为该地区水资源规划管理、农业可持续发展以及生态环境保护提供科学依据与决策支持。

关键词

关中平原, 集约化农业, 农业面源污染, 气候变化

Research Progress on Agricultural Non-Point Source Pollution in Intensive Agricultural Areas of Guanzhong Plain under Humid Climate

Yan Niu^{1,2,3*}, Shenglan Ye^{1,2,3}, Zhaoxin Zhang^{1,2,3}, Yiping Wang^{1,2,3}

¹Institute of Land Engineering and Technology Co., Ltd., Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group, Xi'an Shaanxi

²Key Laboratory of Cultivated Land Quality Monitoring and Conservation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Xi'an Shaanxi

³Shaanxi Agricultural Development Group Co. Ltd., Xi'an Shaanxi

*通讯作者。

文章引用: 牛岩, 叶胜兰, 张兆鑫, 王尹萍. 湿润气候下关中平原集约化农区农业面源污染研究进展[J]. 农业科学, 2025, 15(4): 425-429. DOI: 10.12677/hjas.2025.154051

Abstract

With the rapid development of intensive agriculture in the Guanzhong Plain, the problem of agricultural non-point source pollution is becoming increasingly prominent. This study focuses on the intensive agricultural areas in the humid climate of the Guanzhong Plain, and deeply analyzes the evolution mechanism of agricultural non-point source pollution. In the context of global climate change, extreme hydrological events occur frequently in the Guanzhong Plain, and agricultural non-point source pollution problems are prominent. Through investigation and analysis of the current situation of intensive agriculture and agricultural non-point source pollution in the region, the impact of climate factors such as temperature and precipitation on agricultural non-point source pollution has been clarified. The aim is to provide scientific basis and decision support for water resource planning and management, sustainable agricultural development, and ecological environment protection in the region.

Keywords

Guanzhong Plain, Intensive Agriculture, Agricultural Non-Point Source Pollution, Climate Change

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次报告指出,全球平均地表温度升高使得中纬度地区和湿润热带地区极端降水事件的强度和频率呈增加趋势。IPCC 第六次评估报告进一步强调,在全球气候变暖的大环境下,中国高温、干旱、暴雨等气象灾害频繁发生,这些极端事件与社会经济系统相互作用,引发了严重的生态环境风险[1]。全球变化加速了水循环,致使极端水文事件的发生频率和强度急剧上升,在关中平原这样的典型集约化农区表现得尤为突出[2]。

对于陕西省关中地区的农业产业而言,当前大部分农业集约区的生产功能布局较为合理,但生态功能存在不合理之处。平原集约化粮食和蔬菜种植区化肥投入强度大,氮磷面源污染等问题严重,生态功能布局亟待调整。深入研究气候变化对于干旱区极端径流演变的影响,对水资源规划管理和防灾减灾具有重要意义。在农业集约化进程不断推进的背景下,全球气候变化引发的气温上升、降水量增加等现象频繁出现。因此,围绕关中平原区农业集约化现状及农业面源污染现状,分析气温、降水量等影响因素对农业面源污染的影响十分必要。

2. 关中平原区集约化农业现状

关中平原,地处陕西省中部,自古以来就是中国农业的核心区域之一,有着悠久的农耕历史和深厚的农业文化底蕴。优越的自然条件,如肥沃的土壤、充足的水源和适宜的气候,为农业发展提供了得天独厚的基础。随着社会经济的发展和科技的进步,关中平原区的农业生产逐渐向集约化方向转变。

从市场份额来看,集约化农业在关中平原区占据了重要地位。在粮食生产方面,以小麦和玉米为主的集约化种植模式广泛应用,规模化的种植大户和家庭农场不断涌现。这些经营主体通过采用先进的农

业技术和管理经验,提高了粮食产量和质量,在区域粮食市场乃至全国粮食市场上都具有一定的竞争力。据统计,关中平原区集约化种植的小麦和玉米产量分别占全区粮食总产量的 34.56%和 50%,其产品不仅满足了本地的粮食需求,还大量外销至其他地区。

在蔬菜种植领域,集约化程度同样较高。设施蔬菜栽培面积不断扩大,通过建设温室、大棚等设施,实现了蔬菜的反季节生产和周年供应。关中平原区已成为周边城市重要的蔬菜供应基地,其蔬菜在周边城市蔬菜市场的占有率达到 50%以上[3]。集约化蔬菜种植采用了精准灌溉、配方施肥、病虫害绿色防控等技术,提高了蔬菜的产量和品质,增加了经济效益。

此外,关中平原区的集约化农业还体现在养殖行业。规模化养殖场数量逐年增加,养殖方式从传统的散养向集约化、标准化养殖转变。这些养殖场通过引进优良品种、采用科学的养殖技术和管理模式,提高了畜禽养殖的生产效率和产品质量。规模化养猪场的生猪出栏量占全区生猪总出栏量的 60% [4],规模化养鸡场的鸡蛋产量占全区鸡蛋总产量的 70%。

农业机械化和信息化的发展也是关中平原区集约化农业的重要特征。大型农业机械如拖拉机、收割机、播种机等在农业生产中得到广泛应用,大大提高了农业生产效率,降低了劳动强度。同时,信息化技术在农业生产中的应用不断深入,通过物联网、大数据等技术实现了对农作物生长环境和畜禽养殖过程的实时监测和精准调控,进一步提升了农业生产的智能化水平。

3. 关中平原区农业面源污染现状

据相关研究和监测数据显示,关中平原区农业面源污染排放负荷总量较大。在氮、磷污染方面,由于化肥和畜禽粪便的大量使用,氮、磷排放总量居高不下。以氮素为例,全区每年通过农业生产活动排放到环境中的氮素总量约为 6.42 万吨,其中化肥氮素流失量占 40%~60%,畜禽粪便氮素流失量占 30%~50% [5]。磷素排放总量约为 1.02 万吨,化肥磷素流失和畜禽粪便磷素流失分别占 60%~80%和 20%~40% [6]。

农药和兽药的使用也是农业面源污染的重要来源。关中平原区每年农药使用量约为 3000 多吨,其中有机磷农药、拟除虫菊酯类农药等是主要的使用品种。部分农药由于其化学性质稳定,在环境中难以降解,容易造成土壤和水体污染。兽药方面,规模化养殖场在畜禽养殖过程中使用的抗生素、消毒剂等兽药,随着畜禽粪便的排放进入环境,对土壤微生物群落和水体生态系统产生潜在威胁。

从空间分布来看,关中平原区农业面源污染呈现出明显的区域差异。在集约化程度较高的粮食和蔬菜种植区,化肥和农药的使用量较大,氮、磷污染和农药污染较为严重。例如,在西安、咸阳等地的部分蔬菜种植基地,由于长期大量使用化肥和农药,土壤中氮、磷含量超标,地下水受到一定程度的污染,水体中硝酸盐氮和农药残留量高于国家标准。

在畜禽养殖集中的区域,畜禽粪便污染问题突出。一些养殖场由于环保设施不完善,畜禽粪便未经有效处理直接排放,导致周边土壤和水体受到污染。如在渭南等地的部分养殖密集区,河流和池塘水体富营养化现象严重,散发着刺鼻的气味,影响了周边居民的生活环境和身体健康。

4. 气候变化对关中平原区农业面源污染的影响

4.1. 气温变化的影响

气温升高会影响农作物的生长发育和生理过程,进而间接影响农业面源污染。一方面,气温升高会加快农作物的生长速度,使其对养分的需求增加。为了满足农作物的生长需求,农民可能会增加化肥的施用量,从而导致更多的氮、磷等营养物质进入环境,加重农业面源污染。当气温升高 2℃时,小麦对氮肥的需求量增加了 10%左右,如果施肥量不能科学调整,多余的氮肥就会通过地表径流和淋溶等方式进

入水体和土壤，造成污染[7]。

另一方面，气温升高会影响土壤微生物的活性和群落结构。土壤微生物在土壤养分转化和污染物降解过程中起着重要作用。当气温升高时，一些土壤微生物的活性增强，可能会加速土壤中有机物质的分解，导致更多的氮、磷等营养物质释放到土壤中，增加了养分流失的风险。同时，气温升高还可能使一些病原菌和害虫的繁殖速度加快，为了防治病虫害，农民可能会增加农药的使用量，进一步加重农业面源污染。

4.2. 降水量变化的影响

降水量的增加或减少对农业面源污染有着直接和间接的影响。在降水量增加的情况下，一方面，大量的降水会导致地表径流增加，携带农田中的化肥、农药和畜禽粪便等污染物进入水体，造成水体污染。例如，在暴雨过后，关中平原区的一些河流和湖泊中，氮、磷等污染物的浓度会明显升高，水体富营养化加剧。一场降水量超过 50 毫米的暴雨，可使农田氮素流失量增加 40%~60%以上。另一方面，过多的降水还会影响土壤的理化性质，导致土壤结构破坏，增加土壤侵蚀的风险。土壤侵蚀会使土壤中的养分和污染物随泥沙一起进入水体，进一步加重农业面源污染。同时，降水过多还可能导致农田积水，影响农作物的生长，农民可能会采取排水措施，将含有污染物的农田水排入周边水体。

相反，降水量减少会导致土壤干旱，影响农作物的生长和发育。为了保证农作物的产量，农民可能会增加灌溉水量。如果灌溉水源受到污染，或者在灌溉过程中使用了含有大量氮、磷等营养物质的污水，就会将污染物带入农田，造成土壤和水体污染。此外，干旱还会使土壤中污染物的浓度相对升高，增加了污染物通过扬尘等方式进入大气环境的风险。

4.3. 极端气候事件的影响

极端气候事件，如暴雨、干旱、高温热浪等，对农业面源污染的影响更为显著。暴雨会引发洪涝灾害，大量的农田被淹没，农作物受损，同时大量的污染物会随着洪水迅速扩散，对周边的水体、土壤和生态系统造成严重破坏。例如，在某次暴雨洪涝灾害中，关中平原区部分农田的化肥和农药被洪水冲刷进入河流，导致河流中污染物浓度急剧上升，水质恶化，对水生生物造成了严重威胁。

干旱会导致土壤水分严重不足，农作物生长受阻，为了维持农作物的生长，农民往往会加大灌溉力度，这可能会导致地下水位下降，同时增加了污水灌溉的风险，进一步加重农业面源污染。高温热浪会使农作物遭受热害，影响其生长和产量，同时也会加速土壤中有机物质的分解和挥发，增加污染物的排放。此外，极端气候事件还会影响农业生产的稳定性，导致农民在生产过程中采取一些应急措施，如过度施肥、大量使用农药等，这些措施都会加重农业面源污染。

5. 结论

本研究通过对关中平原区集约化农业现状和农业面源污染现状的分析，探讨了气候变化对该地区农业面源污染的影响。结果表明，关中平原区集约化农业发展迅速，但农业面源污染问题较为严重，排放负荷总量较大，且在空间分布上存在明显差异。气温升高、降水量变化以及极端气候事件等气候变化因素通过影响农作物生长、土壤微生物活性、地表径流和土壤侵蚀等过程，对农业面源污染产生了重要影响。未来的研究可以进一步深入探讨气候变化与农业面源污染之间的复杂关系，建立更加完善的模型，预测气候变化对农业面源污染的长期影响。同时，加强对农业面源污染治理技术和措施的研究与推广，为解决农业面源污染问题提供更多的技术支持。

基金项目

陕西省科协企业创新争先青年人才托举计划(20230612); 陕西省农业科技创新驱动项目(NYKJ-2024-(XA)02); 陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2024-22)。

参考文献

- [1] 周波涛, 钱进. IPCC AR6 报告解读: 极端天气气候事件变化[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(6): 713-718.
- [2] 陈亚宁, 王怀军, 王志成, 等. 西北干旱区极端气候水文事件特征分析[J]. 干旱区地理, 2017, 40(1): 1-9.
- [3] 陈佳俊, 史晓亮, 丁皓, 等. 基于 DSSAT 模型的关中地区冬小麦单产模拟及其影响因子[J]. 中国农业气象, 2023, 44(9): 805-819.
- [4] 安志装, 索琳娜, 刘宝存. 我国农业面源污染研究与展望[J]. 植物营养与肥料学报, 2024, 30(7): 1422-1436.
- [5] 罗仪宁, 冯爱萍, 王雪蕾, 等. 基于 DPeRS 模型的陕西省总氮面源污染时空特征解析[J]. 农业环境科学学报, 2024, 43(12): 2805-2816.
- [6] 冯爱萍, 王琦, 罗仪宁, 等. 渭河流域(陕西段)面源污染总磷时空特征评估[J]. 农业环境科学学报, 2024, 43(12): 2776-2785.
- [7] 傅春, 黄慧敏, 陈毓迪, 等. 基于改进输出系数模型的江西省农业氮磷面源污染分析[J]. 长江流域资源与环境, 2024, 33(10): 2219-2235.