农作物轮作模式对连作障碍的缓解作用探讨

梁铭

陆良县龙海乡农业农村发展服务中心

DOI:10.12238/as.v8i7.3146

[摘要] 本文围绕农作物轮作模式缓解连作障碍展开研究,分析连作障碍成因及对作物生长和产量的影响,用文献综述与实地调研结合的方法,探讨不同轮作模式类型及对土壤养分循环、微生物群落和作物自毒作用的调节机制。研究表明:合理轮作可改善土壤理化性质,促进有益微生物繁殖,减少自毒物质积累,缓解连作障碍对农作物的不利影响。并且结合实际应用,提出了轮作模式优化策略和推广对策,旨在为提升农业生产效益和土壤健康提供科学依据和实践指导。

[关键词] 农作物轮作; 连作障碍; 土壤改良; 微生物调控; 轮作模式优化

中图分类号: S15 文献标识码: A

Discussion on the Alleviating Effect of Crop Rotation Mode on Continuous Cropping Obstacles

Ming Liang

Agricultural and Rural Development Service Center of Longhai Township, Luliang County

[Abstract] This paper focuses on the study of crop rotation patterns in alleviating continuous cropping obstacles, analyzing the causes of continuous cropping obstacles and their impact on crop growth and yield. By combining literature review with field investigation, it explores different types of rotation patterns and their regulatory mechanisms on soil nutrient cycling, microbial communities, and crop autotoxicity. Reasonable crop rotation can improve the physical and chemical properties of the soil, promote the reproduction of beneficial microorganisms, reduce the accumulation of self-toxic substances, and alleviate the adverse effects of continuous cropping obstacles on crops. Based on practical applications, this paper proposes optimization strategies and promotion countermeasures for crop rotation models, providing scientific basis and practical guidance for enhancing agricultural production efficiency and soil health.

[Key words] Crop rotation Continuous cropping obstacles; Soil improvement Microbial regulation Optimization of crop rotation mode

引言

连作障碍是农作物连续种植常见问题,影响土壤健康和作物产量,制约农业可持续发展,农作物轮作模式调节土壤理化性质、优化微生物群落结构、减少作物自毒作用,为缓解连作障碍提供有效途径,不同轮作模式在改善土壤肥力、提升作物抗病能力、促进生态环境恢复方面优势显著。轮作模式推广面临诸多挑战,需结合科学研究与实践探索,优化轮作设计和管理策略,本文围绕农作物轮作模式缓解连作障碍的作用,系统分析机制及应用,为实现农业高效、生态友好发展目标提供理论支持和实践指导。

1 连作障碍概述

1.1 连作障碍的定义与表现

连作障碍是同一种或近缘作物在同一地块持续耕作引发的

生长失常与收成下滑,核心特征是土壤理化性状衰退,像氮磷钾等关键营养成分亏缺、酸碱平衡遭破坏及盐分过量囤积,土壤滋养能力随之降低^[1]。土壤中微生物群体构成失去平衡,有益菌类数量大幅缩减,致病菌群持续扩张,作物病害发生的概率明显上升,作物根系释放的代谢产物与残体降解生成的有毒物质在土壤中逐步聚积,诱发明显的自身毒害效应,直接对生长形成抑制,这些要素相互交织叠加,连作障碍的影响不断加深,对农业生产的稳定推进构成显著制约,已然成为农业持续发展中需要重点关注的土壤生态问题。

1.2 连作障碍对作物生长与产量的影响

连作障碍对作物生长发育的负面影响体现在多个维度,发芽效率明显降低,幼苗生长持续迟滞,植株形态出现矮化,根系发育状况欠佳,土壤养分分配严重失衡,有毒物质在其中不断聚

积,直接限制根系对营养的摄取,弱化光合作用效能与物质代谢进程,造成生长态势持续衰减。同一作物长期连作,生育周期容易发生紊乱,开花授粉正常进行受干扰,进而影响果实发育,导致果实形态出现畸形,病虫害频繁发生削弱植株抗性,破坏生理功能正常运转,整体上弱化群体活力,造成产量大幅缩减,土壤环境持续恶化导致果实与粮食品质下降,蛋白质及糖分含量减少,风味与口感明显变差,严重时还会伴随明显苦味,对市场竞争力与消费者接受度形成显著不利影响。

1.3 连作障碍的形成机理

连作障碍由土壤环境退化和作物生长条件恶化引起,长期种植同种或近缘作物,土壤养分消耗不均衡,肥力呈现逐步下降趋势,植物根系分泌的各类化学物质在土壤中不断积累,慢慢形成自毒作用,直接对作物生长产生抑制,连作破坏土壤微生物群落原有结构,有益微生物数量明显减少,病原菌却大量繁殖,根系病害发生的风险随之增加。土壤理化性质出现异常变化,酸碱度频繁波动和盐分持续积累影响根系正常功能,水分和养分吸收效率因此明显降低,土壤团粒结构遭到严重破坏,通气和排水能力变差,根系健康状态进一步受到不良影响,养分失衡、自毒物质积累、微生物失调和土壤结构恶化,这些因素相互交织作用,共同促使连作障碍形成。

2 农作物轮作模式分类与特性

2.1 主要轮作模式类型

农作物轮作模式多样,包含粮食作物轮作、粮经作物轮作和绿肥作物轮作,粮食作物轮作像小麦—玉米、水稻—小麦组合,调整种植季节和养分需求差异,实现茬口紧密衔接和土壤养分动态平衡,粮经作物轮作引入油菜、大豆这类经济作物,兼顾经济产出和生态维护效益,提升土地全年利用率并减少病虫害滋生^[2]。绿肥作物轮作采用紫云英、毛苕子这类固氮作物,促进土壤有机质持续积累,改善土壤团粒结构和整体生态环境,各类轮作模式依据作物功能特性和生态环境需求设计,在调节土壤养分含量、促进微生物种群多样性和提升作物抗逆能力方面各有明显优势。

2.2 轮作模式对土壤养分循环的影响

表1 不同轮作模式下土壤酸碱度状况

轮作模式	样品数(个)	均值	最大值	最小值	标准差	变异系数
小麦-水稻	14	6.37	7.96	5.01	0.78	0.12
蔬菜-水稻	12	6.04	7.15	5.25	0.63	0.11
蔬菜-玉米	8	6.36	8.14	5.36	1.11	0.17
合计	34	6.25	8.14	5.01	0.81	0.13

轮作模式调整作物种类和种植顺序,促进土壤养分动态循环,实现养分合理利用与再生,不同作物对氮、磷、钾等养分需求有差异,避免单一作物长期种植导致的养分枯竭,减缓失衡风险,豆科作物固氮,增加土壤可用氮素,补充禾本科作物氮源需求,多样化根系分泌物提升微生物活性,促进养分矿化与有机质分解。轮作改善养分分布,减少流失,结合绿肥和覆盖作物增加

有机质,促进养分循环,提升土壤肥力和生产潜力,平衡养分输入输出,维持土壤生态健康稳定,这些效果在不同轮作作物中表现不同,表1中不同作物在轮作模式下的土壤酸碱度值变化,进一步验证轮作对土壤健康与养分平衡的促进作用。

2.3 轮作模式对土壤微生物群落的调节

轮作模式影响土壤微生物群落结构与功能,提升生态系统稳定性和作物健康,不同作物根系分泌多样有机物,为微生物提供碳源和能量,促进有益菌繁殖,豆科作物通过根瘤菌固氮,补充土壤氮素,改善微生物多样性,推动解磷菌等功能菌增殖。轮作破坏病原菌生态优势,减少致病菌积累,根据环境差异促使微生物动态变化,形成复杂互补网络,增强土壤抗逆性,多样微生物参与养分转化和有机质分解,产生拮抗物质抑制病原菌,提升土壤自净能力和作物抗病性,为农业持续发展提供微生物基础。

3 轮作模式缓解连作障碍的作用机制

3.1 改善土壤理化性质

轮作模式依托多样化作物根系分泌物和残体输入,改善土壤有机质含量,促进有机物积累和转化,增强土壤肥力^[3]。不同作物轮作调节土壤酸碱度,缓解长期单一作物种植引发的pH异常,降低盐分累积,改善盐碱地环境,轮作增加土壤生物活性,促进团聚体形成,让土壤结构更稳定,孔隙率和通气透水性提升,改善根系生长环境与养分吸收能力,轮作减少土壤板结,提升持水与保肥能力,促进微量元素有效释放,整体优化土壤理化特性,为作物生长提供更适宜的土壤基础条件。

3.2 调控土壤微生物群落结构

轮作模式调控土壤微生物群落结构,引入不同作物种类,改变根系分泌物的化学成分和数量构成,为多样化微生物群落提供丰富营养来源和生态位空间,不同作物根系分泌的有机酸、酚类物质及碳源,能促进固氮菌、解磷菌及腐生真菌等有益微生物的增殖和活性提升,让土壤养分的生物转化效率明显提高,轮作改变土壤环境条件,对枯萎病菌和根腐病菌等病原菌的数量和活性形成抑制,使病害发生的风险大幅减少。微生物群落结构的多样性和均衡性逐步恢复,形成稳定竞争优势,有效限制有害微生物的扩散范围,不同作物根际微生物的相互作用,推动土壤生态系统保持稳定状态,让土壤的自净能力和生态功能得到提高,土壤健康状况随之改善,通过轮作实现的微生物群落动态调整,不仅让土壤生物活性显著增强,还能促进养分持续供应和作物抗逆性提升,为缓解连作障碍提供扎实的生物学基础支撑。

3.3 减轻作物自毒作用

轮作模式改变作物根系分泌物种类和数量,减少土壤中自毒物质积累,缓解作物自毒作用对生长的不利影响,不同作物生长过程中释放的根系分泌物化学成分不同,轮作改变土壤中这些化合物的组成和浓度,某些有害酚酸类物质得以稀释或转化,降低对同种作物的毒害作用,轮作促进土壤微生物多样性和活性提升,帮助微生物分解和转化这些自毒物质,加速降解过程,减少有害物质累积。具体作物残体在轮作过程中分解速率和代谢路径改变,对自毒物质消减起到积极作用,黄瓜和草莓等易受

自毒影响的作物,轮作打破单一作物根系分泌物持续积累,通过土壤生态系统调整,减轻自毒物质对根系生理功能的抑制,提升作物抗逆能力和生长环境质量。

4 轮作模式的优化策略与实践应用

4.1 合理轮作作物组合设计

合理的轮作作物组合设计依据作物生长习性、养分需求和病虫害谱差异科学搭配,确保不同作物间形成优势互补关系,选择根系结构不同的作物,能改善土壤通气性和水分分布状态,促进养分有效循环流转,避免单一作物过度消耗某种特定养分,轮作中结合豆科植物可明显增加土壤固氮能力,提高土壤氮素实际含量,有效缓解养分供应不足问题^[4]。合理安排不同作物种植顺序,能打破病原菌生存周期规律,减少病害持续积累数量,作物组合需考虑经济效益和生态效益平衡关系,选择可增加农户收益又能维持土壤健康状态的品种组合,依据当地具体气候条件和土壤实际类型,针对性调整作物搭配方式,充分发挥轮作系统最大潜能,促进农业生产实现可持续发展目标。

4.2 轮作管理技术的改进

轮作管理技术改进体现在优化耕作方法、调整种植时间和增强土壤养护措施上,采用深松耕和免耕技术能有效改善土壤结构状态,增加土壤通气空间和水分渗透速率,减少机械作业对土壤的压实程度,有利于根系舒展生长和养分高效吸收,合理安排作物种植周期长度和茬口衔接顺序,确保不同作物的生长阶段自然错开,既能避免养分争夺现象,也有助于中断病虫害生存繁殖周期,减少病害实际发生概率^[6]。科学施肥和有机质投入通过精准配比比例促进土壤肥力逐步恢复,提高养分转化利用效率,避免过度施肥引起的养分流失量和环境污染范围,实施覆盖作物种植规模和轮作绿肥种类选择,可增强土壤有机质积累含量,促进有益微生物活跃活动,进一步改善土壤健康质量,利用现代监测技术对土壤湿度变化、养分具体状况及病虫害发展动态进行实时监控,辅助灵活调节管理措施,提高轮作系统响应灵敏速度和管理精细程度,提升整体管理实际水平。

轮作模式推广面临技术适配与本土化改良挑战,不同区域土壤肥力和气候条件差异显著,统一轮作方案难以满足实际需求,导致作物生长周期不匹配、病虫害防控效果不理想等问题,

如部分耐旱作物在多雨地区轮作常出现根系腐烂,喜湿作物在干旱地块轮作后产量显著下降,应建立区域农业试验站,系统采集土壤样本,分析有机质含量、酸碱度等理化指标,结合历年气象数据,制定科学差异化轮作方案。针对黏土地区保水性强的特点,增加需水作物与耐涝绿肥的轮作比例,缓解水分过剩问题;沙质土壤区域推广豆科作物与耐旱杂粮的轮作组合,增强土壤养分和抗旱能力,配套实施秸秆还田技术,提高土壤有机质含量和保肥能力,促进土壤健康与农业可持续发展,确保轮作模式在不同区域有效推广应用。

5 结语

农作物轮作模式通过改善土壤理化性质、调控微生物群落结构和减轻作物自毒作用,有效缓解了连作障碍,提升了土壤健康和作物产量,不同轮作模式在养分循环和生态效益方面表现出明显差异,合理设计轮作作物组合及优化管理技术是实现可持续农业发展的关键。但轮作推广仍面临农户认知、技术指导和市场机制等多重挑战,亟需加强技术服务和政策支持,推动科学种植与管理,未来,深入研究适应性强、经济生态兼顾的轮作模式,将为提升农业生产效率和生态环境质量提供有力支撑。

[参考文献]

[1]张帆.“稻蒜轮作”模式中硒元素生物转化及增产增效机制研究[J].大众科技,2025,27(01):71-75.

[2]孙博.不同轮作模式对作物产量以及磷肥利用率的影响研究[D].南京农业大学,2019.

[3]尚青竹.小麦-玉米轮作对农田生态系统结构和功能的影响研究[J].粮油与饲料科技,2024,(03):87-89.

[4]陈红军.玉米-红薯轮作模式下红薯高产栽培技术探究[J].新农业,2023,(16):12-13.

[5]李明.水稻大棚番茄高效轮作模式的应用及推广[J].农业工程技术,2023,43(02):81-82.

作者简介:

梁铭(1969—),男,汉族,云南陆良人,大学本科,专业:农学,职称:高级农艺师,研究方向:农业技术推广,单位:陆良县龙海乡农业农村发展服务中心。