

保护性耕作系统下土壤碳库与经济效益研究

黄昕

陕西省土地工程建设集团有限责任公司

DOI:10.12238/as.v7i4.2424

[摘要] 过去几十年来,许多学者已经关注保护性耕作系统对土壤碳库的影响以及与经济效益的关联性。既有研究表明保护性耕作系统可以提高土壤有机碳含量,改善土壤质地,增加作物产量,同时也有研究指出这种系统在经济效益方面的表现。然而,由于各地区土壤类型、气候条件、农业生产方式不同,对保护性耕作系统下土壤碳库与经济效益之间关系的深入研究仍显得尤为必要。本文通过保护性耕作系统下土壤碳库与经济效益的研究分析,旨在为推动农业生产方式的转型提供科学依据和政策建议。

[关键词] 保护性耕作系统; 土壤碳库; 经济效益

中图分类号: S15 文献标识码: A

Research on Soil Carbon Pool and Economic Benefits under Conservation Tillage System

Xin Huang

Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an City

[Abstract] In the past few decades, many scholars have focused on the impact of conservation tillage systems on soil carbon pools and their correlation with economic benefits. Previous studies have shown that conservation tillage systems can increase soil organic carbon content, improve soil texture, and increase crop yield. At the same time, studies have also shown the economic benefits of such systems. However, due to differences in soil types, climate conditions, and agricultural production methods in different regions, in-depth research on the relationship between soil carbon storage and economic benefits under conservation tillage systems remains particularly urgent. This article aims to provide scientific basis and policy recommendations for promoting the transformation of agricultural production methods through in-depth exploration of this issue.

[Key words] Conservation tillage system; Soil carbon pool; economic performance

引言

在当前全球气候变化日趋严重的背景下,土壤碳库的管理被视为一项至关重要的环境保护任务。保护性耕作系统作为一种可持续的农业管理方法,被认为能够在维持土壤健康的同时促进土壤碳库的增长。通过研究保护性耕作系统下土壤碳库的变化及其与经济效益之间的关系,不仅可以为土壤碳汇管理提供科学依据,还有助于推动农业生产方式向更加环保、高效的方向发展。

1 保护性耕作系统的定义和意义

1.1 保护性耕作系统的定义

保护性耕作系统是一种基于生态学原理的农业管理方法,旨在最大限度地减少对土壤的扰动和侵蚀,同时通过保持植被覆盖和提高土壤有机质含量,促进土壤健康和生物多样性。这种系统强调维持土壤结构和生物活性,以及减少化学农药和化肥的使用,从而提高土壤的长期生产力和抗逆性。

1.2 保护性耕作系统的意义

首先,保护性耕作系统有助于保持土壤的长期生产力。通过减少或避免传统耕作中常见的土壤侵蚀和质地退化问题,这种系统能够延长土壤的可持续利用期限,确保农田长期的高产出;其次,保护性耕作系统能够提升土壤的碳库容量。通过增加植被覆盖和优化土壤管理实践,系统可以显著提高土壤中的有机碳含量,从而成为重要的碳汇,有助于减缓全球气候变化的影响;此外,保护性耕作系统还能够改善农业生态系统的稳定性和适应能力。保持土壤生物多样性和土壤结构的稳定性,有助于减少农作物对外界环境变化的敏感性,提高农业生产的可靠性和抗逆性;最后,从经济角度来看,保护性耕作系统能够降低农业生产的长期成本。尽管在初始阶段可能需要投入更多的资源用于改善土壤质量和实施新的管理实践,但随着时间的推移,系统能够降低对化肥和农药的依赖,减少生产成本,并可能提高农产品的市场竞争力和价格稳定性^[1]。

1.3 保护性耕作系统实施方法与技术

1.3.1 无耕播种技术: 通过减少或避免深耕和翻耕,采用直

播、沟播和条播等技术方式,有效减少土壤的破坏和侵蚀风险,保持土壤结构的完整性。同时,保护性耕作系统强调保持植被覆盖,通过保留作物残留物和引入间作与套作等管理方式来防止土壤侵蚀和水土流失,提高土壤质量。

1.3.2 有机质管理: 包括秸秆还田和绿肥种植等方法,旨在增加土壤的有机质含量,改善土壤结构和保水能力,减少对化肥的需求,实现农田生态系统的可持续发展。另外,保护性耕作系统还强调水资源管理,通过精准灌溉技术和水资源优化利用,提高水分利用效率,避免水资源浪费,减缓水资源枯竭和生态系统破坏的风险。

2 保护性耕作系统对土壤碳库的影响

2.1 保护性耕作系统对土壤有机碳的影响

保护性耕作系统通过减少土壤的机械破坏和化学污染,有助于提高土壤的有机质含量。这种系统中常采用无耕作或少耕作的种植方式,有机残留物通常被保留在土壤表面,逐渐分解并为土壤有机碳的积累提供源头。保护性耕作系统下的土壤有机碳含量往往显著高于传统耕作系统。植被覆盖和有机物的持续输入有助于提高土壤生物活性,促进有机质的分解和积累。这些有机碳不仅可以改善土壤的肥力和结构,还能作为碳汇,减缓大气中二氧化碳的积累,对气候变化起到一定的缓解作用^[2]。

2.2 保护性耕作系统对土壤微生物的影响

土壤微生物是土壤生态系统中的重要组成部分,对土壤碳循环和养分转化具有重要作用。保护性耕作系统提供了有利于微生物生长繁殖的环境条件,如土壤湿度、通气性和有机质供应等。这有助于增加土壤微生物的多样性和数量,加速有机物的分解和循环过程。系统下土壤微生物群落结构更加多样化和丰富,有益菌类和真菌等微生物的数量增加,有机物的分解速率也相应提升。这进一步推动了土壤有机碳的积累和稳定性,为土壤碳库的形成提供了重要支撑。

2.3 保护性耕作系统对土壤结构的影响

保护性耕作系统通过保持植被覆盖,减少耕作次数和机械化操作,有助于改善土壤的结构和团粒稳定性。土壤团粒是土壤有机碳的主要贮藏地之一,其稳定性直接影响土壤碳库的形成和长期维持。系统促进土壤团粒的形成和保持,降低了土壤侵蚀和侵蚀带来的碳丢失风险。同时,良好的土壤结构有利于水分的渗透和保持,提高土壤抗旱能力,进一步促进农作物生长和有机碳的积累^[3]。

3 保护性耕作系统对经济效益的影响

3.1 保护性耕作系统对农业生产的影响

3.1.1 保护性耕作系统对土壤保护具有显著的影响。传统的耕作方式往往需要频繁的犁耕和翻耕,导致土壤结构疏松、容易流失和退化。而保护性耕作系统通过减少耕作次数、保留植被覆盖和作物残留物等方式,有效减少了土壤侵蚀和水土流失的风险,保持了土壤的肥力和生产力。这有助于提高土地的可持续利用,减少了土地的退化程度,保护了农田的生态环境。保留作物残茬和减少翻耕有助于提高土壤中的有机质含量。有机质的

增加可以提高土壤的结构、保水和保肥能力,从而提高作物的产量和质量。高产的作物不仅提高了农场的直接收益,而且可能获得更高的市场价格^[4]。

3.1.2 保护性耕作系统对水资源利用起到了重要作用。由于保护性耕作系统可以减少土壤表面的覆盖和保持土壤结构,降低了水分蒸发的速度,提高了土壤中水分的利用效率。这不仅有利于作物的生长发育,减少了灌溉的需求,还有助于减少因灌溉导致的水资源浪费。对于干旱地区的农业生产来说,采用保护性耕作系统能够更好地应对干旱气候,提高农田的抗旱能力。

3.1.3 保护性耕作系统对作物产量和质量也有显著影响。保护性耕作系统能够改善土壤的肥力和结构,有利于作物根系的生长和养分吸收。同时,保留作物残留物有助于提高土壤中的有机质含量,促进土壤微生物的活动,从而改善土壤生态环境,提高土壤的肥力。这些因素共同作用,有助于提高作物的产量和质量,使农民获得更好的经济效益。

3.1.4 保护性耕作系统对农业生产的影响还体现在生态环境保护和生物多样性维护方面。通过减少农药和化肥的使用、保留作物残留物和增加植被覆盖等措施,保护性耕作系统有助于减少农田的化学物质污染,保护农田的生态环境。同时,保护性耕作系统也为土地上的微生物、昆虫和鸟类等提供了更好的生存环境,促进了农田生态系统的稳定和平衡。这种生态环境的改善不仅有助于保护自然资源,还为可持续的农业生产提供了更为可靠的基础。

3.1.5 保护性耕作系统的特点之一是减少了翻耕和耕作次数,这直接导致了机械作业成本的降低。由于减少了机械作业,不仅降低了燃料消耗,而且减少了机械的磨损和维修成本。这为农民节省了大量的生产成本,提高了农场的经济效益。

3.2 保护性耕作系统下的生产成本

首先,引入保护性耕作系统可能需要一定的初期投资,包括购买适合的农机设备、种植覆盖作物所需的种子、技术培训费用等。此外,保护性耕作系统需要保留秸秆和其他植被残留物,这可能需要额外的劳动力和管理成本。相比传统耕作方式,保护性耕作系统通常可以减少化肥和农药的使用量,降低灌溉水量需求,减少犁耕次数等,从而节省了相关的生产成本。

3.3 保护性耕作系统下环境效益与经济效益的关系

从经济角度来看,保护性耕作系统能够通过降低生产成本、提高作物产量和质量,以及提高资源利用效率来实现经济效益。减少化肥和农药的使用不仅降低了生产成本,还减少了产品中有害物质的含量,提升了产品的市场竞争力,尤其是在有机农产品市场的开拓方面具有显著优势。因此,保护性耕作系统的环境效益和经济效益相辅相成,通过综合的影响,这种系统往往能够在长期和全面的时间跨度内实现双赢的局面,既保护了环境资源,又为农业生产者带来了可持续的经济回报^[5]。

综合来看,尽管引入保护性耕作系统需要一定的投入和技术支持,但从长期来看,它能够在经济上实现双赢局面。一方面,通过降低生产成本、提高作物产量和质量以及提高资源利用效

率,保护性耕作系统有效提升了农业生产的经济效益;另一方面,通过减少环境负担、改善土壤生态环境和提升产品质量,也实现了环境效益的显著提升。因此,对农业生产者来说,合理实施保护性耕作系统不仅有助于实现经济效益的最大化,还能为可持续发展目标注入新的动力,为未来的农业生产奠定坚实基础。

4 保护性耕作系统的可持续性

4.1 可持续发展理念与保护性耕作系统的关系

可持续发展理念强调在满足当前需求的同时,不影响未来世代满足其需求的能力。保护性耕作系统作为一种注重保护环境、提高资源利用效率的农业管理方法,与可持续发展理念密切相关。首先,保护性耕作系统强调保护土壤资源和改善生态环境。通过减少土壤翻耕、保持植被覆盖、增加有机物质输入等措施,保护性耕作系统有助于减少土壤侵蚀、水土流失和土壤质量下降,从而保护和改善农田生态系统,符合可持续发展对环境的保护要求。其次,保护性耕作系统注重经济效益与生态效益的平衡。通过降低农业生产对化肥和农药的依赖,提高土壤肥力和水分利用效率,保护性耕作系统不仅有助于提高农产品产量和质量,还能减少生产成本,提高农民收入。这种综合利益考量与可持续发展理念中经济、社会和环境相互协调的核心原则相一致。此外,保护性耕作系统注重多方面的资源整合和可持续利用。通过引入无耕播种技术、植被覆盖管理、有机物质管理和精准灌溉技术等多种技术手段,保护性耕作系统促进了资源的高效利用和循环利用,降低了资源浪费和环境污染的风险,有利于实现资源可持续利用的目标。

4.2 持续经营下的保护性耕作系统对土壤与经济的影响

保护性耕作系统作为可持续农业的重要组成部分,其对土壤与经济的影响是多方面的,通过减少翻耕和保留作物残茬,保护性耕作系统减少了土壤侵蚀,保持了土壤结构的完整性。土壤侵蚀的减少意味着土壤的肥力和水分保持能力得到提升,有利于长期保持土壤健康。通过秸秆还田和绿肥种植,增加了土壤中的有机物质含量,改善了土壤的物理和化学性质,提高了土壤的肥力。保护性耕作系统促进了土壤生物多样性的发展,增强了土壤生态系统的稳定性和自愈能力。

保护性耕作系统通过节约生产成本、提高农产品产量和质量,以及增加农民收入等多方面经济效益,促进了农业经济的健康发展。综上所述,保护性耕作系统不仅在保护和改善土壤方面发挥了重要作用,也为农业经济的可持续增长奠定了坚实基础。此外,实施保护性耕作系统还可以获得政府补贴和社会认可,增

加了农民的经济收入和社会地位。然而,保护性耕作系统在实施过程中需要一定的技术和资金支持,农民可能需要接受培训和教育以掌握相关技术,同时可能需要投入初期资金购买或改造适合保护性耕作的技术设备。

随着科技的不断发展,保护性耕作系统将更多地依赖智能化设备和先进技术,以提高生产效率和资源利用效率。政府和国际组织可能会通过政策支持和补贴措施促进其发展,消费者对环境友好型产品的偏好增强,这将促使农业生产者更多地采用保护性耕作系统,以提升产品的市场竞争力和附加值。然而,保护性耕作系统的普及和实施依然面临诸多挑战,包括技术转移、经济可行性、社会接受度和环境变化的不确定性。全球环境变化也可能对农业生产带来不可预知的影响,这需要保护性耕作系统具备足够的适应性和灵活性,以应对不断变化的环境挑战。

5 结语

综上所述,保护性耕作系统下对土壤碳库与经济效益具有重要影响。尽管保护性耕作系统在可持续农业发展中扮演着重要角色,但其未来发展面临诸多挑战和机遇,需要各方共同努力,不断创新和改进,以实现更加健康、环保和高效的农业生产模式。

[基金项目]

陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2024-42);
陕西省土地工程建设集团渭南分公司2024年度“揭榜挂帅”内部重点科研项目(WNNY-2024-01)。

[参考文献]

- [1]高焕文,李问盈,李洪文.中国特色保护性耕作技术[J].农业工程学报,2003,19(3):1-4.
- [2]王长生,王遵义,苏成贵,等.保护性耕作技术的发展现状[J].农业机械学报,2004,35(1):167-169.
- [3]张永斌.陕西旱地保护性耕作技术模式研究[D].杨凌:西北农林科技大学(硕士学位论文),2010.
- [4]鲁向晖,隋艳艳,王飞,等.保护性耕作技术对农田环境的影响研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(3):66-72.
- [5]农业农村部农业机械化推广司.2021年全国农业机械化统计年报[R].北京:农业农村部农业机械化推广司,2022.

作者简介:

黄昕(1989-),男,汉族,陕西西安人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:高标准农田建设,土地整治。