

# 秸秆还田强度与土壤肥力演变关联机制研究

赵爱霞 王秀卿

托克托县双河镇人民政府 内蒙古 呼和浩特 010200

**摘要：**本文聚焦秸秆还田强度与土壤肥力演变关联机制。先阐述秸秆还田、土壤肥力基础理论及秸秆还田对土壤系统的作用途径。接着指出关联研究存在还田强度梯度设置不合理、肥力监测不全面等问题。随后分析两者在土壤物理、化学、生物性状演变上的关联规律，并从有机质、养分循环、微生物、物理性状改良等方面探讨关联机制，为合理秸秆还田提供理论依据。

**关键词：**秸秆还田；还田强度；土壤肥力；演变特征；关联机制

## 1 秸秆还田与土壤肥力相关基础理论

### 1.1 秸秆还田概述

秸秆还田是把农作物收获后剩余的秸秆，以直接或间接方式归还农田土壤的农业举措，历史悠久，对现代农业可持续发展意义重大。秸秆来源广泛，包含各类粮食、经济作物收获后的茎、叶、穗等。其还田方式多样，直接翻压还田是将粉碎秸秆翻入土壤，能较快提升土壤有机质，但可能因微生物与作物争氮影响前期生长；覆盖还田是把秸秆铺于土壤表面，可减少水分蒸发、抑制杂草，却可能影响地温；堆沤还田是将秸秆与畜禽粪便等混合腐熟后施入，养分更易吸收，但过程复杂耗时。秸秆还田在土壤改良、养分循环、生态环境等方面都有重要意义，可增加土壤有机质、补充养分、减少污染，促进农业生态良性发展。

### 1.2 土壤肥力的内涵与评价指标

土壤肥力是土壤为植物生长提供并协调营养与环境条件的能力，综合反映土壤物理、化学和生物性质，涵盖供水、供养分、供空气和热量及支撑植物扎根等能力，直接影响农作物产量与品质。评价土壤肥力的指标丰富，物理指标中，土壤质地影响保水保肥和通气性；土壤容重反映紧实度，过大影响根系生长与透气性；土壤孔隙度体现孔隙占比，与水分、空气储存交换相关<sup>[1]</sup>。化学指标里，土壤有机质是核心，影响保肥供肥；土壤酸碱度影响养分有效性；土壤养分含量是直接衡量指标。生物指标主要有土壤微生物数量和活性、土壤酶活性等，微生物参与养分循环转化，酶加速生化反应，对土壤肥力形成和维持很关键。

### 1.3 秸秆还田对土壤系统的作用途径

秸秆还田从多方面深刻影响土壤系统。物理上，能改善土壤结构，秸秆分解形成的腐殖质促进土壤团粒结构形成，增加孔隙度，降低容重，增强透水性和透水

性，为作物根系生长营造良好环境。化学方面，为土壤补充丰富养分，秸秆中的大量及中微量元素在分解时释放，增加土壤养分含量；分解产生的有机酸调节土壤酸碱度，改善化学性质；还能提高保肥能力，有机质增加使土壤对养分吸附和保持能力增强，减少流失。生物途径上，为土壤微生物提供碳源和能源，促进其生长繁殖，加速有机物质分解和养分循环转化；微生物分泌的多种酶类推动土壤生化反应，改善生物活性，增强土壤生态系统稳定性。

## 2 秸秆还田强度与土壤肥力演变关联存在的核心问题

### 2.1 还田强度梯度设置不合理

当前在秸秆还田强度相关研究中，强度梯度设置缺乏科学性和系统性。许多研究对还田强度的划分较为随意，没有充分考虑不同地区土壤类型、气候条件、作物种类等因素的差异。这种不合理的强度梯度设置，导致研究结果难以准确反映不同还田强度对土壤肥力演变的真实影响。不同土壤对秸秆的分解能力和养分吸收利用能力不同，相同的还田强度在不同土壤上可能产生截然不同的效果。因此，不合理的梯度设置使得研究结果的可比性和推广应用价值大打折扣，无法为实际农业生产中合理确定秸秆还田强度提供科学依据。

### 2.2 土壤肥力演变监测不全面

土壤肥力是一个复杂的综合体系，涉及物理、化学和生物等多个方面。然而，目前许多研究在监测土壤肥力演变时，往往只关注部分指标，监测内容不够全面。例如，部分研究仅侧重于土壤化学性状中的养分含量变化，而忽视了土壤物理性状如土壤结构、孔隙度等以及生物性状如土壤微生物数量和活性等方面监测。土壤肥力各指标之间相互关联、相互影响，单一指标的变化不能全面反映土壤肥力的演变情况<sup>[2]</sup>。缺乏全面的监测数据，难以准确把握秸秆还田强度对土壤肥力整体的影响。

机制和规律。监测时间和频率的设置也不尽合理,一些研究监测周期过长或过短,无法及时捕捉土壤肥力的动态变化,导致研究结果不能真实反映实际情况。

### 2.3 关联机制分析不深入

尽管已有不少研究关注秸秆还田强度与土壤肥力演变的关系,但对两者之间的关联机制分析仍不够深入。多数研究仅停留在对表面现象的观察和简单描述上,未能深入探讨其内在的生物学、化学和物理学机制。例如,在研究秸秆还田对土壤养分循环的影响时,只是知道秸秆还田增加了土壤养分含量,但对于秸秆中养分如何释放、转化以及与土壤中其他养分的相互作用机制缺乏深入研究。在微生物介导机制方面,虽然认识到秸秆还田影响土壤微生物群落结构,但对于微生物如何参与秸秆分解、养分转化以及与土壤肥力提升的具体作用途径和分子机制了解甚少。这种不深入的机制分析,限制了我们对秸秆还田与土壤肥力关系的全面理解,也难以从理论上指导实际生产中的秸秆还田实践。

### 2.4 区域适用性研究缺乏

我国地域辽阔,不同地区的土壤类型、气候条件、种植制度等存在显著差异。然而,目前关于秸秆还田强度与土壤肥力演变的研究大多集中在局部地区,缺乏对不同区域的系统性研究和比较分析。不同区域土壤对秸秆还田的响应不同,例如,在北方干旱地区,土壤水分是限制秸秆分解和土壤肥力提升的关键因素;而在南方湿润地区,高温多雨的气候条件可能加速秸秆分解,但同时也容易导致养分流失。由于缺乏区域适用性研究,现有的秸秆还田技术和强度推荐往往具有局限性,无法满足不同地区农业生产的实际需求,不利于秸秆还田技术在全国范围内的推广应用。

## 3 秸秆还田强度与土壤肥力各指标演变的关联规律

### 3.1 与土壤物理性状演变的关联

秸秆还田强度对土壤物理性状具有显著影响。随着秸秆还田强度的增加,土壤结构得到明显改善。适量秸秆还田可促进土壤团粒结构的形成,使土壤大颗粒团聚体数量增加,土壤孔隙度增大,土壤容重降低。这是因为秸秆分解产生的腐殖质等物质具有胶结作用,能够将土壤颗粒黏结在一起,形成稳定的团粒结构。不同还田强度下,土壤物理性状的改善程度存在差异。在一定范围内,随着还田强度的增加,土壤结构改善效果愈发明显;但当还田强度过高时,可能会因秸秆分解过程中微生物活动过于旺盛,消耗大量土壤氧气,导致土壤还原性物质积累,反而对土壤结构产生不利影响。秸秆还田强度还影响土壤水分运动,适量的秸秆覆盖可减少土壤

水分蒸发,提高土壤保水能力,但过厚的秸秆覆盖层可能阻碍雨水下渗,影响土壤水分入渗速率。

### 3.2 与土壤化学性状演变的关联

秸秆还田强度与土壤化学性状演变密切相关,在养分含量方面,秸秆还田为土壤补充了丰富的氮、磷、钾等养分。随着还田强度的增加,土壤中这些养分含量总体呈上升趋势。然而,不同养分的变化规律有所不同,土壤酸碱度也会受到秸秆还田强度的影响。秸秆分解过程中产生的有机酸等物质可能使土壤酸度略有增加,但这种影响程度通常较小<sup>[3]</sup>。另外,秸秆还田强度还影响土壤养分的有效性,适量的秸秆还田可提高土壤养分的有效性,促进作物对养分的吸收利用;但过高的还田强度可能导致土壤中碳氮比失衡,微生物与作物争氮现象加剧,反而降低土壤氮素的有效性。

### 3.3 与土壤生物性状演变的关联

秸秆还田强度对土壤生物性状具有重要调控作用。在土壤微生物方面,秸秆还田为微生物提供了丰富的碳源和能源,随着还田强度的增加,土壤微生物数量和活性显著提高。不同还田强度下,土壤微生物群落结构也会发生改变,一些参与秸秆分解和养分循环的功能微生物类群相对丰度增加。土壤酶活性也与秸秆还田强度密切相关。秸秆还田促进了土壤中多种酶的活性,如脲酶、磷酸酶、蔗糖酶等。这些酶在土壤养分循环转化过程中起着关键作用,其活性的提高加速了土壤有机物质的分解和养分释放。不同还田强度对土壤酶活性的影响程度不同,适量的秸秆还田可显著提高土壤酶活性,但过高的还田强度可能因土壤环境条件的改变对酶活性产生抑制作用。

## 4 秸秆还田强度与土壤肥力演变的关联机制

### 4.1 有机质积累与分解机制

秸秆还田是增加土壤有机质的重要途径。秸秆中含有大量的有机物质,还田后进入土壤,在微生物的作用下开始分解过程。秸秆分解分为快速分解和缓慢分解两个阶段,在快速分解阶段,易分解的有机物质如糖类、蛋白质等迅速被微生物利用,释放出二氧化碳和水,同时合成微生物自身细胞物质;在缓慢分解阶段,难分解的有机物质如木质素、纤维素等逐渐被分解,形成腐殖质等相对稳定的有机物质,积累在土壤中。秸秆还田强度影响有机质的积累与分解速率,适量的秸秆还田可为微生物提供充足的碳源,促进微生物生长繁殖,加速有机质分解,同时也有利于腐殖质的形成和积累;但过高的还田强度可能导致土壤中碳源过多,微生物分解活动过于旺盛,消耗大量氧气,产生还原性物质,抑制微生物

物活性, 反而影响有机质的分解和积累。土壤环境条件如温度、湿度、通气性等也通过影响微生物活性, 间接调控秸秆还田后有机质的积累与分解过程。

#### 4.2 养分循环转化机制

秸秆还田参与土壤养分循环转化过程, 对土壤肥力提升具有重要意义。秸秆中的氮、磷、钾等养分在还田后, 通过微生物分解作用逐渐释放到土壤中。在氮素循环方面, 秸秆中的有机氮在微生物作用下先转化为氨氮, 部分氨氮可被微生物固定, 另一部分通过硝化作用转化为硝态氮, 供作物吸收利用。土壤中的氮素也会通过反硝化作用以氮气形式流失, 秸秆还田可通过改善土壤通气性等条件, 影响反硝化作用强度, 减少氮素损失。磷素循环中, 秸秆中的磷主要以有机磷形式存在, 在微生物分泌的磷酸酶作用下, 有机磷逐渐转化为无机磷, 增加土壤有效磷含量。钾素则主要以离子形式存在于秸秆中, 还田后可直接被土壤吸附, 供作物吸收利用。另外, 秸秆还田还影响土壤中其他养分的循环转化, 如钙、镁、硫等中微量元素, 通过促进土壤微生物活动和改善土壤物理化学性质, 提高这些养分的有效性和循环转化效率。

#### 4.3 微生物介导机制

土壤微生物在秸秆还田与土壤肥力演变关联中起着核心介导作用。秸秆还田为微生物提供了丰富的碳源和能源, 改变了土壤微生物群落结构。不同功能微生物类群在秸秆分解和养分循环过程中发挥不同作用, 例如, 纤维素分解菌可分解秸秆中的纤维素, 将其转化为糖类等简单有机物; 固氮菌能将空气中的氮气固定为氨氮, 增加土壤氮素含量; 溶磷菌可分泌有机酸等物质, 溶解土壤中难溶性磷, 提高磷素有效性。微生物之间存在着复杂的相互作用关系, 如共生、竞争、拮抗等。这些相互作用共同调控着秸秆分解和养分循环过程。微生物通过分泌细胞外酶等物质, 直接参与土壤有机物质的分解和养分转化, 同时微生物细胞死亡后释放的细胞物质也是土壤有机质的重要组成部分, 对土壤肥力的形成和维

持具有重要贡献。

#### 4.4 物理性状改良机制

秸秆还田通过多种途径改良土壤物理性状。从土壤结构形成角度看, 秸秆分解产生的腐殖质等物质具有胶结作用, 能够将土壤颗粒黏结在一起, 形成稳定的团粒结构。同时秸秆还田增加了土壤中的有机物质含量, 有机物质在土壤中填充孔隙, 改善土壤孔隙状况, 使土壤孔隙度增大, 大孔隙和小孔隙比例更加合理, 有利于土壤水分和空气的储存与交换<sup>[4]</sup>。在土壤水分调节方面, 秸秆覆盖还田可减少土壤水分蒸发, 降低土壤水分散失速度, 提高土壤保水能力。秸秆还田还可改善土壤耕性, 使土壤变得疏松易耕, 减少耕作阻力, 降低能耗。这些物理性状的改良为作物生长创造了良好的土壤环境, 促进作物根系生长和养分吸收, 进而提高作物产量和品质, 实现土壤肥力的持续提升。

#### 结束语

秸秆还田强度与土壤肥力演变关联机制研究意义重大。当前研究虽取得一定成果, 明确了关联规律与部分机制, 但仍存在诸多不足, 如区域适用性研究缺乏等。未来需进一步优化研究方法, 开展全面系统的研究, 深入剖析关联机制, 制定科学合理的秸秆还田策略, 以实现农业可持续发展, 提升土壤肥力与农作物产量品质。

#### 参考文献

- [1]肖鑫,况帅,王滨,等.玉米秸秆还田形态对棕壤性土壤肥力及烤烟产量品质的影响[J].中国土壤与肥料,2024(2):42-50.
- [2]王嘉豪,李廷亮,吕卓呈,等.秸秆还田对土壤肥力特征影响的研究进展[J].江西农业学报,2022(002):034.
- [3]刘兴斌,马宗海,闫治斌,等.不同秸秆发酵还田对种植玉米田土壤肥力质量和玉米品质的影响[J].干旱地区农业研究,2022,40(05):230-241.
- [4]郭勇军,黄丽萍,黄杏秀,等.秸秆还田和肥料配施对玉米田土壤碳通量的影响[J].农业工程技术,2021,41(23):12-13.