

黑土地保护性耕作对玉米生长及土壤肥力影响研究

刘颖辉 李玉华

吉林省松原市宁江区新城乡综合服务中心

DOI:10.12238/as.v8i6.3094

[摘要] 黑土地是一种非常宝贵的土地资源,其土壤肥沃、营养物质丰富,对国家粮食安全具有重要意义。但是土壤侵蚀加剧、有机质含量下降、土壤结构破坏等问题制约着农作物的产量,本文针对这一问题,以东北黑土为研究对象,通过设置不同的保护性耕作措施,对其生长、地力等相关指标进行系统监测,揭示其相互关系,并对其经济效益进行评价。希望本文的研究结果将为我国东北地区黑土资源的可持续利用,对于促进玉米产业健康发展,具有重要的理论意义和应用价值。

[关键词] 黑土地; 保护性耕作; 玉米生长; 土壤肥力; 经济效益

中图分类号: S435.13 **文献标识码:** A

Study on the Effects of Protective Cultivation in Black Soil on Corn Growth and Soil Fertility

Yinghui Liu Yuhua Li

New Urban and Rural Comprehensive Service Center, Ningjiang District, Songyuan City, Jilin Province

[Abstract] Black soil is a very valuable land resource, with fertile soil and abundant nutrients, which is of great significance to national food security. However, issues such as intensified soil erosion, decreased organic matter content, and soil structure damage constrain crop yields. This article focuses on the black soil in Northeast China and systematically monitors its growth, soil fertility, and other related indicators through the implementation of different protective tillage measures, revealing their interrelationships and evaluating their economic benefits. I hope that the research results of this article will have important theoretical significance and practical value for the sustainable utilization of black soil resources in Northeast China, and for promoting the healthy development of the corn industry.

[Key words] black soil; Conservation tillage; Corn growth; Soil fertility; Economic benefits

引言

东北是我国重要的玉米、大豆主产区,其中玉米是我国东北地区最重要的粮食作物,其生长发育与土壤肥力关系十分密切。但由于过度开垦、不合理的耕作方式和气候变化等原因,导致黑土的退化十分严重。保护性耕作是一项能有效降低水土流失,提高土壤质量和提高资源利用率的新型农业耕作方式,已成为国内外研究的热点。该技术包括免耕、少耕和秸秆覆盖等,以最大限度地减少对土壤的干扰,保持农作物秸秆,达到保护土壤和提高地力的作用。为此,开展黑土地保护性耕作对玉米生长发育和地力影响的研究,揭示其内在作用机制,对于推广适宜的保护性耕作技术、实现黑土地资源的永续利用以及提高玉米产量和品质具有重要的理论和实践意义。

1 黑土地保护性耕作对玉米生长的影响

1.1 对玉米农艺性状的影响

免耕对于玉米全生育期株高生长有特殊的影响,苗期无翻耕,耕层较密、根系发育受限并且株高生长较慢,与传统栽培有

明显差别。但是随生育进程的进行,拔节前秸秆覆盖能有效地降低土壤水分蒸发,维持株高平稳;秸秆腐解释放的营养物质,使玉米株高快速生长,至灌浆期株高显著高于传统翻耕。

在茎粗上,还田和少耕对小麦产量的影响较大,其中少耕可减轻农田干扰,但适度翻耕可提高土壤通气透水能力,促进根系生长、营养物质的吸收以及茎秆发育,使得茎径显著增大。在全生育期,还田和少耕的玉米茎秆厚度基本维持在一个很高的水平,有利于玉米的抗倒性的提高。

叶片面积是决定玉米光合速率的重要因子,秸秆覆盖免耕和秸秆覆盖少耕两种措施下,中、后期玉米叶面积指数较传统翻耕高。在夏天,稻草覆盖可以调节地温,使气温下降,避免叶片因高温而早衰,延长了叶片的功能期,从而增加叶面积;而常规耕作由于土壤裸露,受外界环境影响较大,叶片容易衰老,并且叶面积指数下降较快。

1.2 对玉米生物量积累与分配的影响

玉米的生物量积累与分配是其生长发育的重要特征,直接

关系到产量的形成,生物量包括地上生物量(茎、叶、穗等)和地下生物量(根系),其积累动态和在各器官的分配比例受到保护性耕作措施的显著调控。

在总生物量累积方面,还田与免耕相比,玉米生长晚期生物量累积量显著高于传统翻耕。在苗期,保护性耕作对土壤的干扰少,营养物质的释放也比较慢,因此与传统翻耕相比,玉米的生物量积累变化不大。在拔节后,由于秸秆的逐步腐败和分解,大量的氮磷钾营养物质被释放出来,同时土壤的持水性和保肥性也得到提高,有利于玉米的生长和产量的提高^[1]。而在结实期-早熟期,保护性耕作对生物量累积优势更为显著,以免耕还田的生物量累积量最大。

从生物量分布来看,不同的保护性耕作措施存在着差异,在免耕条件下,玉米的地下生物量(根)所占的比重高于对照。这主要是由于免耕后的土壤结构比较稳固,可以使作物根系更深地、更好地吸收水分、营养物质,使根系更加发达。传统耕作方式因翻耕影响了作物根系的生长环境,导致根系埋深,地下生物量所占的比重降低。而地上部生物量分布也有一定的差别,少耕条件下,玉米果穗生物量所占的比重明显高于对照,暗示少耕可能会促进营养物质向生殖器官的转运与分布,从而达到增产的目的,常规耕作由于养分流失相对较多,穗部生物量比例相对较低。

1.3对玉米产量及构成要素的影响

玉米产量是评价耕作措施成效的根本指标,而产量则由穗长、穗粗、穗粒数和千粒重等多个性状所决定。在黑土区实施保护性耕作,提高了玉米的产量和结构。就产量构成因素来看,各保护性耕作对小麦的增产作用各不相同,免耕还田能显著增加玉米每穗实粒数。其中免耕能有效地维持土壤结构及水分条件,使玉米能更好地开花、传粉,减少秃梢,提高每穗粒数;少耕还田有利于提高土壤通气能力,增加营养物质供给,促进籽粒充实,千粒重增加。

两种保护性耕作的穗长、穗粗都好于传统耕作,秸秆还田有利于玉米的生长,有利于穗的发育并且增加穗长和穗粗。传统耕作因地力衰退、供水不稳等原因,导致穗的生长受限,导致穗长、穗粗偏小。

2 黑土地保护性耕作对土壤肥力的影响

2.1对土壤物理性质的影响

土壤的物理特性(容重、孔隙度、团聚体稳定性等)是土壤肥力的一个重要方面,对土壤的通气、透水、持水、养分供给等有直接的影响,因此对黑土进行保护性耕作,可以明显改善土壤的物理性状。

土壤容重是衡量土壤压实度的一个主要指标,传统的耕作方式会引起耕地的剧烈翻耕,使土壤结构发生变化,从而引起土壤容重的增加。同时秸秆覆盖免耕和秸秆覆盖少耕处理相结合,可有效缓解农田干扰,促进团聚体的形成与稳定性,并显著降低土壤容重。

孔隙度随土壤容重的变化而增大,容重减小,土壤总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度在保护性耕作条件下都有不同

程度的增加。其中非毛管孔隙度的增大对提高土壤通气、排水性、降低水分含量有重要作用,秸秆还可有效地吸附、贮水,降低产流,增加入渗速率,使其维持较合适的土壤含水率^[2]。

团聚体的稳定性是评价土壤结构优劣的一个重要标志,维持土壤的良好结构,保护性耕作通过秸秆覆盖和减少土壤扰动,增加了土壤有机质的含量,促进土壤微生物的活动,有利于水稳性团聚体的形成。

2.2对土壤化学性质的影响

	常规耕作	影响机制
土壤有机质	含量相对较低,补充不足	秸秆覆盖免耕和秸秆覆盖少耕处理下,大量秸秆残体归还土壤,经微生物分解不断补充土壤有机质;常规耕作缺乏足够秸秆补充,有机质消耗较快
全氮	含量较低	保护性耕作中秸秆富含丰富氮素,分解时逐渐释放,增加氮素储备,且秸秆覆盖减少地表径流,降低氮素流失;常规耕作氮素易流失,补充不足
碱解氮	含量较低	同全氮影响机制,秸秆分解释放氮素,减少流失,使碱解氮含量提高;常规耕作氮素流失多,碱解氮含量低
有效磷	含量相对较低	保护性耕作改善土壤理化性质,促进难溶性磷转化,且秸秆分解释放部分磷;常规耕作土壤结构等条件不利于磷的转化和保留
速效钾	含量相对较低	秸秆中含一定量钾,分解后释放补充土壤速效钾;常规耕作缺乏秸秆补充,钾素易流失
pH值	可能发生波动	保护性耕作下土壤环境稳定,pH值波动小;常规耕作因土壤侵蚀和养分流失,pH值易波动

2.3对土壤生物学性质的影响

土壤微生物群落结构是影响土壤生物活动的主要因素,秸秆覆盖免耕和秸秆覆盖少耕处理相比,土壤中细菌、真菌和放线菌的数量明显增多。秸秆是微生物的主要来源,而保护性耕作则为土壤温、湿、通气等环境因子的形成提供了有利的土壤环境^[3]。

土壤酶活是反映土壤微生物活动的一个主要指标,它与土壤中营养物质的转化关系十分密切,土壤脲酶、磷酸酶和蔗糖酶在保护性耕作条件下均显著增加。研究表明,脲酶是影响土壤氮转化的主要因素,而磷酸酶是影响磷转化的主要因素。随着酶活力的增加,土壤中的微生物活性也在增加,有利于土壤中养分的释放和转化,提高土壤的供肥能力。

同时,土壤中的微生物群落结构也有明显的变化,保护性耕作对土壤中有机质含量、水分、通气等环境因子的变化,会对土壤中微生物群落结构产生影响。因此在保护性耕作条件下,根际有益菌(包括固氮菌、解磷菌等)在一定程度上提高土壤肥力,增强作物对病虫害的抗性。

3 黑土地保护性耕作下玉米生长与土壤肥力的关系

3.1土壤肥力对玉米生长的影响机制

土壤肥力是玉米生长发育的重要物质基础,各种指标对玉米生长发育具有重要作用,土壤有机质的增加,不但能够改善土

壤的物理结构,也可以增强土壤的持水性和保肥性,为玉米的生长发育提供充足的养分。土壤有机质的分解释放出N、P、K等营养元素,能够满足玉米各生育阶段的养分需要,从而使玉米株高增长,茎粗增大,叶面积增大。

改良土壤理化性状是影响玉米根系生长发育的重要因素,土壤容重减小,孔隙率增大,使玉米根系有较大的扩展空间,使其能更好地吸收水、营养物质。良好的土壤通气性能够满足根系呼吸作用对氧气的需求,促进根系的代谢活动,从而增强玉米的生长势。

土壤中N、P、K等营养元素的增多,对玉米的生长发育有重要的影响。其中氮素作为重要的蛋白质、核酸等物质组成,也是影响玉米生长发育的重要因素;磷是一种能促进植物体内能量和物质合成的物质,在玉米开花、结实及种子发育过程中发挥着关键作用;钾可提高玉米抗倒伏、抗病虫等逆境胁迫能力,并能加快光合产物的转运与分配。

3.2 玉米生长对土壤肥力的反馈作用

在玉米生育期,根系分泌物和残茬还田对土壤养分有一定的反馈效应,玉米根系分泌的各种有机酸、氨基酸等物质具有改良土壤微环境、促进微生物活性与增殖的作用。土壤中微生物的增多与活性的增强,促进土壤有机物质的分解与营养物质的转化,从而使土壤变得更加肥沃。

玉米秸秆和秸秆等残茬在收割后又返回到土壤,是一种重要的有机物质源,在腐解过程中,秸秆还田不断地补充着有机质,提高土壤的物理、化学、生物特性。在此基础上,秸秆腐解释放出的营养物质又能被下一茬作物所吸收和利用,从而实现土壤养分的再循环。

此外,玉米根系的发育与分布对土壤结构有一定的影响,根系在土壤中伸展、穿插,可使土壤疏松、疏松,提高土壤的透气、透水能力。植物根系死后所形成的孔隙是土壤微生物活性及水分渗入的通道,从而提高土壤肥力^[4]。

3.3 保护性耕作下玉米-土壤系统的协同效应

在黑土区实施保护性耕作后,土壤肥力与玉米生长发育存在较好的协同作用,保护性耕作是一项重要的农艺性状改良技术,它能为玉米的生长、产量、品质等提供有利条件。同时在玉米生育期,通过对土壤养分的反馈,使土壤肥力得到提高,从而

构成玉米-土壤的良性循环体系。

此外,免耕、秸秆还田、少耕等保护性耕作可以在一定程度上减轻水土流失,提高地力,使土壤中的营养物质得到持续地补充,从而达到地力提升的目的。同时,在适宜的土壤条件下,玉米根系分泌物及秸秆还田有利于提高土壤肥力,促进玉米生长发育,达到“双丰收”的目的。

在此基础上,提出“三熟”、“四熟”的组合模式,即在改善玉米产量、改善品质、强化土壤生态功能、促进农业可持续发展方面。通过对保护性耕作技术的优化,使二者之间的增效作用得以进一步发挥。

4 结语

综上所述,黑土地保护性耕作是促进玉米生长发育、培肥地力、增加经济效益的一种重要农艺措施。在黑土地上实施秸秆覆盖免耕和秸秆覆盖少耕等保护性耕作措施,对玉米生长具有积极影响,能够改善玉米的农艺性状,促进生物量的积累与合理分配,进而提高玉米产量及构成要素的品质,通过对黑土理化及生物性状的改良,使其地力得到明显提高。而玉米生长发育与地力相互影响,地力增强是玉米生长发育的重要物质基础,同时,作物根系分泌物、秸秆还田等对地力有正向反馈,在保护性耕作下,玉米-土壤体系发挥协同增效作用,达到增效目的。

【参考文献】

[1]李瑞平,谢瑞芝,罗洋,等.典型黑土区不同保护性耕作方式对玉米生长发育及产量形成的影响[J].中国生态农业学报(中英文),2024,32(01):71-82.

[2]齐智娟,宋芳,张忠学,等.保护性耕作对寒地黑土土壤水热效应与玉米产量的影响[J].农业机械学报,2022,53(12):380-389.

[3]柴玉坡,赵贵元,崔婧婧,等.保护性耕作下棉花-春玉米轮作对玉米田土壤性状及水分利用效率的影响[J].节水灌溉,2022,(11):34-41.

[4]崔文倩,赵锦,杨晓光.基于Meta分析的4种保护性耕作措施对东北春玉米生长季农田土壤水热环境影响[J].中国农业大学学报,2022,27(08):24-34.

作者简介:

刘颖辉(1973--),女,汉族,吉林,松原人,大专,中级经济师,研究方向:米生长及土壤肥力影响研究。