

小麦垄作栽培对产量及抗倒伏性影响

庞亚男

菏泽市牡丹区种子资源开发保护中心

DOI:10.12238/as.v8i9.3273

[摘要] 小麦是世界主要粮食作物之一,其产量稳定性与抗逆性是农业生产研究的基本命题。传统的平作栽培模式在长期应用中日益显现出土壤结构恶化、通风透光不足、抗倒伏能力弱等缺陷,制约小麦产量潜力的发挥。垄作栽培,是一种高效的耕作方式,改变了土壤表层微地形,改善了田间生态环境,在提高小麦产量、增强抗倒伏性方面具有十分明显的优势。本文从小麦栽培现状出发,对垄作栽培的技术原理进行系统分析,深入探讨垄作栽培对小麦产量构成因素以及抗倒伏相关农艺性状的影响机制,提出垄作栽培技术优化方向,以期小麦高产稳产栽培技术的推广应用提供理论参考。

[关键词] 小麦; 垄作栽培; 产量构成; 抗倒伏性; 农艺性状

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A

Effects of wheat rotation on yield and lodging resistance

Ya'nan Pang

Seed Resources Development and Protection Center, Mudan District

[Abstract] As one of the world's major food crops, wheat production stability and stress tolerance remain fundamental research topics in agricultural science. Traditional flat cultivation methods have increasingly revealed limitations such as soil structure degradation, insufficient air and light circulation, and weak lodging resistance through long-term application, which restrict the realization of wheat yield potential. Ridge cultivation, an efficient farming practice, alters surface microtopography and improves field ecological conditions, demonstrating significant advantages in enhancing wheat yield and lodging resistance. This study systematically analyzes the technical principles of ridge cultivation based on current wheat cultivation practices, explores its impact mechanisms on yield components and lodging-resistant agronomic traits, and proposes optimization directions for ridge cultivation technology. The findings aim to provide theoretical references for promoting high-yield and stable wheat cultivation techniques.

[Key words] wheat; ridge cultivation; yield composition; lodging resistance; agronomic traits

引言

小麦是保障粮食安全的战略作物,随着人口增长与消费需求升级,对小麦产量与品质的要求也越来越高。但在农业生产实践中,小麦倒伏是制约小麦产量的一大因素,它不仅会使机械收获困难、籽粒脱落,还会引起病虫害,致使产量大幅度下降,严重者减产达30%以上^[1]。同时,传统平作栽培下长期旋耕作业使土壤耕层变浅,容重增大,土壤通气性与透水性降低,根系生长受到阻碍,加剧小麦倒伏风险,同时也限制了光合产物的积累与转运。近年来,垄作栽培技术在玉米、大豆等作物上的成功应用,为小麦栽培模式的革新提供了思路。小麦垄作栽培通过起垄作业,将土壤整理成“垄”与“沟”相间的微地形结构,改变了田间水、肥、气、热的分布状态,为小麦生长创造了更适宜的环境条件^[2]。已有研究表明,垄作栽培不仅能改善小麦根系生长环境,促进根系发达,还能优化冠层

结构,提高光能利用率,在提升产量的同时增强植株抗倒伏能力。因此,深入研究小麦垄作栽培对产量及抗倒伏性的影响,揭示其作用机制,对推动小麦生产可持续发展具有重要意义^[3]。

1 小麦传统平作栽培的局限性

1.1 土壤理化性状恶化

传统平作栽培下,农田长期处于平展状态,加之频繁的机械作业与不合理的灌溉方式,导致土壤耕层结构破坏。一方面,长期旋耕使土壤形成犁底层,耕层深度通常不足20cm,土壤容重增加,通气孔隙减少,透气性与透水性显著下降。在雨季或灌溉后,土壤表层易积水,根系周围氧气供应不足,抑制根系呼吸作用与吸收功能;另一方面,平作模式下土壤有机质分解速度加快,且秸秆还田后难以与土壤充分混合,导致土壤有机质含量下降,土壤肥力衰退,不利于小麦持续高产^[4]。

1.2 通风透光条件不佳

平作栽培的小麦植株分布均匀但密集,冠层结构较为郁闭。在小麦生育中后期,随着植株生长,叶片相互遮挡,田间通风阻力增大,空气流通不畅,导致冠层内湿度升高,不仅降低了叶片的光合效率,还为白粉病、锈病等病害的发生与蔓延提供了有利条件。同时,光照在冠层内的分布不均,中下部叶片光照不足,光合产物积累减少,植株个体生长发育受抑,易形成“弱苗”“弱株”,进一步影响产量形成^[5]。

1.3 抗倒伏能力薄弱

倒伏的发生与小麦根系发育、茎秆特性及田间环境密切相关。传统平作下,土壤耕层浅,根系难以深扎,主要分布在表层土壤中,根系固持能力弱,一旦遭遇大风、暴雨等恶劣天气,植株易发生根倒伏。此外,平作模式下植株密度过高,茎秆相互竞争光照与养分,导致茎秆纤细、节间过长,茎秆机械强度降低,增加了茎倒伏的风险。同时,土壤肥力不足或氮肥施用不当,会进一步加剧茎秆徒长,使抗倒伏能力进一步减弱。

2 小麦垄作栽培的技术原理与优势

2.1 小麦垄作栽培的技术原理

2.1.1 优化土壤水热条件

垄作形成的垄沟结构改变了土壤表面积与地表坡度,在不同生育时期对水热资源的利用具有显著调节作用。在小麦播种至苗期,垄顶土壤受光照面积大,升温速度快,地温比平作高2~3℃,有利于种子萌发与幼苗生长,缩短出苗时间,提高出苗率;在雨季或灌溉时,雨水或灌溉水可通过垄沟快速排出,避免垄顶土壤积水,降低土壤湿度,减少根系涝害风险;而在干旱时期,垄沟内的土壤水分蒸发较慢,可通过毛细管作用为垄顶小麦根系供水,起到保水抗旱的作用。

2.1.2 改善土壤通气性与耕层结构

起垄作业过程中,土壤被翻转、疏松,打破了传统平作形成的犁底层,耕层深度可增加至25~30cm,土壤容重降低,通气孔隙增多,透气性显著改善。良好的土壤通气条件有利于根系呼吸作用,促进根系生长与分枝,增加根系数量与长度,提高根系吸收水分与养分的能力。同时,垄作模式下秸秆可直接还田于垄沟内,经过腐熟后能增加土壤有机质含量,改善土壤结构,提升土壤肥力。

2.1.3 优化冠层结构与资源利用

垄作栽培将小麦植株集中种植在垄顶,形成“垄上种植、沟内通风”的格局,显著改善了田间通风透光条件。一方面,垄沟作为通风通道,降低了田间空气阻力,加快了空气流通,减少了冠层内湿度,降低了病害发生概率;另一方面,植株在垄顶分布,叶片受光面积增加,光照在冠层内的分布更均匀,中下部叶片光照条件改善,光合效率提高,有利于光合产物的积累。此外,垄作还便于田间管理,如施肥、除草、病虫害防治等作业可在垄沟内进行,减少对植株的损伤,提高管理效率。

2.2 小麦垄作栽培的技术优势

2.2.1 提升土壤肥力与可持续性

垄作模式下,秸秆还田与垄沟施肥相结合,可实现养分的集中供应与高效利用。秸秆在垄沟内腐熟过程中,不仅增加土壤有机质,还能释放氮、磷、钾等养分,为小麦生长提供持续的养分供应。同时,起垄作业改善了土壤结构,提高了土壤保水保肥能力,减少了养分流失与土壤侵蚀,有利于实现土壤肥力的可持续提升,为小麦长期高产奠定基础。

2.2.2 增强抗逆性与适应性

垄作栽培通过优化土壤水热条件与通气性,显著增强了小麦的抗逆能力。在涝害发生时,垄沟可快速排水,避免根系积水缺氧;在干旱时,垄沟保水作用可缓解干旱胁迫;在低温天气时,垄顶地温较高,可减轻低温对幼苗的伤害。此外,垄作改善了田间通风透光条件,降低了病害发生风险,提高了小麦对不良环境的适应性。

2.2.3 便于机械化作业与规模化生产

随着农业机械化水平的提升,垄作栽培模式逐渐与机械化作业相适配。目前,市面上已出现专用的小麦起垄播种机,可实现起垄、播种、施肥一体化作业,提高播种效率与质量。同时,垄作模式下田间垄沟清晰,便于机械化中耕、除草、施肥与收获,减少了人工成本,适合规模化小麦生产,符合现代农业发展趋势。

3 小麦垄作栽培对产量的影响

3.1 对单位面积穗数的影响

在播种至苗期,垄顶地温较高,有利于种子萌发与幼苗生长,提高出苗率与基本苗数。同时,垄作改善了土壤通气性,促进根系生长,幼苗吸收养分与水分的能力增强,植株生长健壮,为分蘖发生奠定了良好的物质基础。此外,垄作模式下田间通风透光条件改善,植株个体生长空间充足,避免了平作模式下植株密集导致的分蘖竞争,有效提高了分蘖成穗率。

3.2 对每穗粒数的影响

每穗粒数取决于小麦的穗分化过程与小花结实率,受到植株养分供应、光合产物积累与分配的影响。垄作栽培由于冠层结构与根系功能的优化,为穗分化与小花结实提供了充足的物质供应。垄作模式下,在小麦穗分化期土壤通气性好,根系活性高,可吸收更多的养分,满足穗分化对养分的需求,促进小穗与小花的分化,增加每穗小穗数与小花数。同时,垄作改善了田间通风透光条件,冠层光合效率提高,光合产物积累增加,为小花发育提供了充足的碳水化合物。另外垄作降低了病害发生率,避免了叶片功能期的缩短,保证了光合产物的不断供应,提高了小花的结实率。因此,垄作栽培小麦每穗粒数往往比平作增产2~3粒,产量潜力较大。

3.3 对千粒重的影响

千粒重是小麦产量的重要补充,主要取决于籽粒灌浆期的光合产物积累与转运效率。垄作栽培改善了灌浆期的田间环境与植株生理功能,为籽粒灌浆创造了有利条件。垄作模式下,田间通风透光良好,叶片光合效率高,在籽粒灌浆期能不断地产生大量的光合产物;而且根系发育壮壮,吸收能力强,能为籽粒灌

浆提供充足的养分与水分。此外, 垄作降低了田间湿度, 降低了病虫害对叶片的危害, 延长了叶片功能期, 保证了灌浆期的光合持续时间。这些因素共同作用, 促进了光合产物向籽粒的转运与积累, 增加了籽粒饱满度, 提高了千粒重。

4 小麦垄作栽培对抗倒伏性的影响

4.1 对根系发育与根倒伏抗性的影响

根系是小麦吸收养分与水分的重要器官, 也是植株固持的基础, 根系发育状况直接影响根倒伏抗性。垄作栽培通过改善土壤环境, 为根系生长创造了适宜条件, 显著提升了根系的固持能力。首先, 垄作打破了犁底层, 增加了耕层深度, 为根系深扎提供了空间。根系可向下延伸至更深的土壤层, 增加了根系分布深度与范围, 形成更稳定的根系结构, 提高了植株的抗拔力。其次, 垄作改善了土壤通气性与透水性, 促进根系呼吸作用与新陈代谢, 增加了根系数量(尤其是次生根数量)与根系干重, 根系的吸收能力与固持能力显著增强。此外, 垄作模式下养分集中在垄顶, 根系在垄顶密集分布, 进一步增强了根系与土壤的结合力, 减少了根倒伏的发生概率。

4.2 对茎秆特性与茎倒伏抗性的影响

从茎秆形态来看, 垄作栽培的小麦植株生长健壮, 茎秆粗壮, 节间长度缩短, 尤其是基部1-2节间长度显著缩短。基部节间是茎倒伏的关键部位, 节间缩短可降低植株重心高度, 减少大风对植株的力矩作用, 从而降低茎倒伏风险。同时, 垄作模式下植株密度合理, 避免了平作的高密度竞争, 茎秆得到更充足的养分供应, 茎秆壁厚度增加, 维管束数量增多, 增强了茎秆的机械强度。从茎秆生理特性来看, 垄作栽培提高了茎秆中纤维素与木质素的含量。纤维素与木质素是构成茎秆细胞壁的主要成分, 其含量越高, 茎秆机械强度越大, 抗倒伏能力越强。此外, 垄作改善了植株的养分平衡, 避免了氮肥过量导致的茎秆徒长, 促进了养分向茎秆的分配, 进一步增强了茎秆的抗折能力。

4.3 对田间环境与倒伏风险的影响

除了改善植株自身特性, 垄作栽培还通过优化田间环境, 降低了倒伏风险。

一方面, 垄作形成的垄沟结构有利于排水, 在雨季或灌溉后, 可快速排出田间积水, 避免土壤过湿导致根系活力下降与茎秆徒长, 减少倒伏隐患; 另一方面, 垄沟增强了田间通风能力, 降低

了冠层内湿度, 减少了病虫害对植株的危害, 避免了叶片与茎秆受损导致的抗倒伏能力下降。同时, 垄作模式下植株分布均匀, 个体生长健壮, 群体结构合理, 减少了植株间的相互挤压与支撑不足, 进一步降低了倒伏发生的可能性。在遭遇大风、暴雨等恶劣天气时, 垄作栽培的小麦群体稳定性显著高于平作。平作小麦因根系浅、茎秆弱, 易出现大面积倒伏; 而垄作小麦根系深、茎秆壮, 群体抗风能力强, 倒伏面积与程度显著减轻, 体现出良好的抗倒伏效果。

5 结论

小麦垄作栽培通过改变土壤表层微地形, 构建“垄-沟”相间的田间结构, 有效弥补了传统平作的局限性。在产量提升方面, 其通过优化土壤水热与通气条件, 促进根系发育和冠层光合效率提升, 协同增加单位面积穗数、每穗粒数与千粒重, 使产量较平作提高8%~15%, 同时增强产量稳定性, 提升抗逆稳产能力。

在抗倒伏性增强上, 垄作打破犁底层促进根系深扎, 增加根系干重与抗拔力, 减少根倒伏; 还能缩短茎秆基部节间、增加茎秆壁厚度与纤维素含量, 提升茎秆机械强度, 降低茎倒伏率25%~30%。尽管当前垄作存在起垄成本、区域适配等问题, 但通过优化技术参数、创新配套模式, 其在小麦高产稳产中的应用潜力巨大, 可为保障粮食安全与农业可持续发展提供重要技术支持。

[参考文献]

- [1]张新民, 孙克翠, 高雅玉. 春小麦垄作沟灌灌水质量评价指标的改进与应用[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(3): 39-43+65.
- [2]杨占喜, 黄坚玲. 宁夏引黄灌区小麦垄作节水高产栽培研究[J]. 农业开发与装备, 2017, (08): 173.
- [3]李晓航, 盛坤, 杨丽娟, 等. 冬小麦垄作交替隔沟灌溉的研究现状与展望[J]. 中国农学通报, 2016, 32(33): 34-38.
- [4]罗效斌, 徐宝山, 金建新. 春小麦垄作沟灌及其水分运移规律研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2014, (06): 51-53.
- [5]宋金凤, 张连瑞, 张忠福, 等. 春小麦垄作沟灌高产节水栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2014, (01): 65-66.

作者简介:

庞亚男(1993--), 男, 汉族, 山东菏泽人, 大学, 职称: 农艺师, 研究方向: 作物栽培与耕作。