

Physiological mechanism and cultivation technology of wheat drought resistance

Pingkun Tian

Puyang County Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Puyang, Henan, 457100, China

Abstract

Wheat drought tolerance is a key factor influencing its productivity, especially in arid and semi-arid regions, where its drought resistance physiological mechanisms and cultivation techniques play an important role in improving yield and quality. Wheat drought tolerance is closely related to its physiological response under water stress, which is mainly reflected in aspects such as water absorption, root growth, and leaf transpiration. Through genetic breeding and molecular biology techniques, the development of drought-resistant varieties has become an effective approach to enhancing wheat drought tolerance. The comprehensive use of physiological, genetic, and cultivation technologies can improve wheat's drought tolerance to a certain extent, providing a safeguard for global food security.

Keywords

wheat; drought resistance physiological mechanisms; cultivation techniques; drought-resistant genes; water management

小麦抗旱生理机制及栽培技术研究

田平坤

濮阳县农业农村局, 中国·河南 濮阳 457100

摘要

小麦抗旱性是影响其生产力的重要因子,尤其在干旱和半干旱地区,其抗旱生理机制和栽培技术对提高产量和质量具有重要作用。小麦抗旱性与水分胁迫下的生理响应密切相关,主要表现在水分吸收、根系生长、叶片蒸腾等方面。通过遗传育种和分子生物学技术,选育抗旱品种成为提升小麦抗旱能力的有效途径。综合运用生理、遗传和栽培技术,能够在一定程度上提高小麦的抗旱能力,为全球粮食安全提供保障。

关键词

小麦;抗旱生理机制;栽培技术;抗旱基因;水分管理

1 引言

小麦是全球最重要的粮食作物之一,其抗旱性直接关系到全球粮食生产和安全。随着全球气候变化的加剧,干旱事件的发生频率逐渐增加,造成了大量农业减产。特别是对于小麦这种水分敏感型作物来说,水分不足将直接影响其生长发育,进而影响产量。近年来,抗旱生理机制的研究取得了显著进展,揭示了小麦在遭遇干旱胁迫时,通过调整根系吸水、调节气孔导度等方式来抵御水分缺乏。与此同时,栽培技术的创新也在提升小麦抗旱性的方面发挥着重要作用。例如,合理的灌溉方式、适时的播种和精细化的土壤管理都为小麦抗旱提供了技术支撑。未来,结合分子育种、精准农业和智能气候监控系统,将可能进一步推动小麦抗旱能力的提升,实现可持续的农业生产。

【作者简介】田平坤(1974—),男,本科,高级农艺师,从事农业在种植业中重点推广测土配方施肥技术研究。

2 小麦抗旱生理机制概述

2.1 抗旱的遗传基础

小麦的抗旱性是由多个基因控制的复杂性状,其中涉及的基因包括那些影响水分利用效率、根系生长以及叶片气孔调节等功能的基因。这些基因的表达通常受到环境因素的调控,尤其是在干旱胁迫下,某些基因能够通过调节植物的水分吸收、保水能力和抗逆性等方面来增强小麦的抗旱能力。研究发现,小麦品种的抗旱性不仅与其基因组中的特定基因有关,还与基因的互作效应和表观遗传调控密切相关。通过现代分子标记技术,可以筛选出与抗旱性密切相关的基因,为抗旱育种提供理论依据和实践指导。此外,小麦的抗旱性常常是多基因作用的结果,因此,基因的选择性培育和遗传改良是提高抗旱性的重要途径。

2.2 水分胁迫对小麦生长的影响

水分胁迫会显著影响小麦的生长和发育,尤其在不同生长阶段对水分的需求不同,缺水会导致小麦的生理功能失

衡。干旱条件下,小麦的根系生长受到限制,水分吸收能力下降,叶片气孔关闭减少水分蒸发,进而影响光合作用效率。在生殖生长阶段,缺水还会影响小麦的灌浆过程,降低籽粒的产量和质量。水分胁迫还会引起氧化应激反应,产生过量的活性氧自由基,进而破坏细胞膜结构和生物分子,导致植物组织的损伤。长期的水分缺乏会加剧这一过程,使小麦的生长速率显著减缓,甚至出现死亡。因此,水分胁迫不仅对小麦的生长过程产生直接影响,还可能引发一系列生理反应,影响其抗旱性和最终的产量。

3 小麦抗旱相关基因的研究进展

3.1 抗旱基因的筛选与定位

近年来,随着分子标记技术的发展,抗旱基因的筛选和定位已经成为小麦抗旱研究的重要方向。通过全基因组关联分析(GWAS)、QTL定位等技术,科学家已经成功定位了一些与抗旱性相关的基因。这些基因主要涉及水分利用、气孔调节、渗透调节等方面。通过筛选抗旱小麦品种和高产抗旱品种,研究人员能够在基因组中找到与抗旱相关的候选基因。此外,转基因技术和基因编辑技术的应用进一步加速了抗旱基因的筛选进程。这些基因的筛选与定位为小麦的抗旱育种提供了重要的分子标记,可以用来指导品种改良和优化栽培技术。

3.2 抗旱基因在不同小麦品种中的表达

抗旱基因的表达模式在不同小麦品种中存在差异。通过对不同抗旱小麦品种的基因组分析,研究发现某些品种具有较强的抗旱基因表达,这与其优异的抗旱性能密切相关。抗旱基因在不同环境条件下的调控作用也有所不同。在干旱条件下,一些基因的表达量显著提高,帮助小麦应对水分胁迫;而在正常生长环境下,这些基因的表达较为低下。此外,抗旱基因在不同生长阶段的表达差异也影响着小麦的抗旱能力。通过深入分析不同小麦品种抗旱基因的表达特征,科学家可以更加精准地选择抗旱优良基因,为抗旱品种的选育提供数据支持。

3.3 基因编辑技术在小麦抗旱育种中的应用

基因编辑技术,特别是CRISPR/Cas9技术,在小麦抗旱育种中展现出了广阔的应用前景。通过精确编辑小麦基因组中的特定基因,研究人员能够调控与抗旱相关的基因表达,进而增强小麦的抗旱性。例如,通过编辑小麦中的水分利用基因或渗透调节基因,可以提高小麦在干旱环境下的水分保持能力和抗逆性。此外,基因编辑技术还能够通过改变小麦的根系生长特性,提高其在干旱条件下的水分吸收能力。基因编辑技术的应用使得小麦抗旱育种不再依赖传统的杂交育种方法,而是可以更加精准和高效地培育出抗旱性能优良的新品种,为应对全球气候变化带来的干旱挑战提供了技术保障。

4 小麦抗旱栽培技术

4.1 土壤水分管理与灌溉技术

土壤水分管理和灌溉技术是影响小麦抗旱表现的重要因素,科学的管理能够提高水分利用效率,减少水分浪费。在干旱条件下,土壤水分的合理保持能够保证作物的正常生长。例如,在黄淮海地区,土壤水分管理采用土壤水分传感器与气象数据结合,自动调节灌溉系统,在干旱期减少水分蒸发,提升作物水分利用率。试验数据表明,灌溉后小麦单位水分消耗量下降了17.8%,且每次灌溉的用水量减少20%。此外,通过合理调整播种深度,能够提高土壤水分的有效利用,增加根系的吸水能力。土壤覆盖技术的应用,使得蒸发量减少约 $13\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$,从而提高了土壤水分的保持率。此外,利用智能化灌溉系统,可根据作物的需水量与天气预报自动调节灌溉时间与量,显著提升水分使用效率。在极端干旱条件下,喷灌系统与滴灌技术的结合被证明能提高灌溉均匀性,进一步优化水资源配置,减少不必要的水分流失。

4.2 抗旱品种的选育与推广

抗旱品种的选育是提升小麦抗旱能力的关键之一。在不同的地理环境和气候条件下,选择合适的抗旱品种能够有效保证小麦的稳定产量。近年来,抗旱品种的选育依托基因组学技术,结合传统育种手段,在水分胁迫条件下,某些小麦品种表现出了较强的抗旱性。这些品种根系发育较深,能够更有效地吸收土壤深层水分。以某抗旱小麦品种为例,该品种在缺水条件下,叶片气孔导度下降幅度低于20%,根系深度可达40 cm以上,在干旱期的生长速度较传统品种快28%。此类品种的推广在河北、河南、山西等干旱区取得了显著成效,推广后亩产量由传统品种的450公斤提高至520公斤,增幅接近15%。同时,抗旱品种的推广不仅能提高小麦的耐旱性,还能在早年中保持较高的产量稳定性。此外,良种的应用还应结合土壤类型、气候条件等因素进行区域化推广,以确保其在不同地区的适应性和抗旱表现,进一步提高农业生产的可持续性和经济效益。

4.3 农业气候适应性栽培技术

随着气候变化的加剧,农业气候适应性栽培技术成为提高小麦抗旱能力的重要策略之一。在气候变化日益严峻的今天,合理调整小麦栽培制度,选择适应性更强的栽培技术能够有效应对极端天气带来的不利影响。通过气候适应性栽培技术,可以在播种、灌溉、施肥等环节根据气候变化调整作物的生长环境。例如,通过调整播种期和种植密度来最大限度地减少旱季干旱对小麦生长的不良影响。研究表明,将小麦的播种期从传统的10月中下旬提前至9月下旬,可有效避开秋冬季节的严重干旱期,减少气候波动对作物的负面影响。此外,合理的种植密度安排可以减少作物间水分竞争,

促进根系生长,提高土壤水分的有效利用,防止由于高密度种植造成的干旱加剧。在气候适应性栽培技术的推广下,实验区小麦的抗旱能力得到了显著提升,水分利用率提高了22%,在干旱年减少了24%的产量损失。气候适应性栽培技术不仅优化了小麦的生长环境,还为应对气候变化提供了实际的技术支持。

5 小麦抗旱栽培技术的实际应用与优化

5.1 抗旱技术的区域化应用

抗旱栽培技术的区域化应用是提升小麦抗旱能力的重要举措之一。在干旱地区,根据不同的气候条件、土壤类型及水资源状况,采取灵活的抗旱技术措施能够最大限度地提高作物的抗旱表现。例如,在华北干旱区,采用了不同的灌溉技术与作物管理措施。研究发现,在水资源较为紧张的地区,滴灌技术与覆膜技术结合使用后,小麦的水分消耗降低约18%,同时单位水分产量提高了25%。在新疆的部分地区,推广水肥一体化技术,使得水分和养分的结合管理能在有限水资源条件下提高产量并减少水分浪费。此外,实施小麦生长调控技术如调节播种期、优化种植密度及土壤改良措施后,旱作小麦的产量普遍提高了15%。区域化应用的推广可以因地制宜地优化栽培技术,显著提升抗旱性能,并在不同区域中实现生产效益的最大化。

5.2 现代农业技术在抗旱栽培中的融合

现代农业技术的融合使用能够显著提升小麦的抗旱栽培效率。通过将遥感技术、无人机技术、土壤水分传感器与智能化灌溉系统相结合,能够在旱情较为严重的时期快速响应,并根据作物的需水情况实时调节灌溉量。遥感技术可以提供全程监控,及时发现水分缺乏区域,精准定位灌溉需求,极大地减少灌溉用水量,提升水分利用效率。在实践中,利用土壤水分传感器实时监测0-40cm层土壤的水分变化,结合气象预报自动调节灌溉时间和量,灌溉效率提升约28%。此外,通过无人机精确监测小麦生长状况,能够实时获取叶片水分含量与气孔导度等数据,进而指导精准灌溉和施肥。试验表明,这些技术的综合应用使得抗旱小麦的水分利用率提高了20%,在干旱环境下的稳定性得到了显著增强。现代农业技术的融合提升了抗旱栽培技术的精确度和效率,为解决传统农业中水资源浪费和低效灌溉问题提供了新的解决方案。

5.3 小麦抗旱栽培技术的可持续发展路径

小麦抗旱栽培技术的可持续发展路径要求从长远角度出发,考虑生态环境的影响和资源的合理使用。在长期的生产实践中,抗旱栽培技术需要结合水土保持、生态农业与现代科技的应用来实现可持续目标。通过优化水资源管理,如推行节水灌溉系统、雨水收集和利用技术,使得水资源得到充分利用并最大程度减少浪费。研究表明,在实行滴灌和微喷灌溉系统后,小麦的抗旱性得到了提高,水资源利用效率提升了30%。同时,推动轮作与间作种植模式,减少单一作物种植对土壤水分的过度消耗,保持土壤的水分和养分平衡。此外,抗旱栽培技术应与气候变化的应对措施相结合,提前采取气候监测预警系统,以应对极端干旱天气。综合这些因素,能够实现小麦抗旱栽培技术的绿色发展,促进生态、经济和社会效益的全面提升。

6 结语

通过对小麦抗旱生理机制与栽培技术的研究,能够更好地理解水分胁迫对小麦生长发育的影响,并为抗旱栽培技术的应用提供了科学依据。土壤水分管理、抗旱品种的选育与农业气候适应性栽培技术的结合,为提高小麦在干旱条件下的产量和稳定性提供了有效的技术支撑。现代农业技术的引入,如精准灌溉、遥感监测和智能化农业管理,不仅提高了水资源的利用效率,也为抗旱栽培的可持续发展开辟了新的路径。随着全球气候变化的加剧,抗旱技术的区域化应用与优化将更加关键,必须根据不同地区的实际情况灵活调整栽培措施。未来,通过技术创新和综合应用,必能实现小麦抗旱栽培的高效、可持续发展,保障粮食安全,并为应对全球气候变化提供技术支持。

参考文献

- [1] 王宪存,王善凯,李舒宁. 山东地区小麦抗旱节水栽培技术理论基础与具体应用研究[J].种子世界,2025,(03):18-20.
- [2] 赵严,吕维娜,于新峰,杨莉,张学品,李影,丁志强,温红霞,段国辉,高海涛,吴少辉. 抗旱高产广适小麦新品种洛旱28的选育及高产栽培技术[J].农业科技通讯,2024,(10):188-190+193.
- [3] 付蔚雯,王亚珂,白丽丽,王彩凤,李天移,刘灵芝. 抗旱高产小麦新品种偃毫505的选育及栽培技术要点[J].农业科技通讯,2024,(06):177-179.
- [4] 于鑫淼.小麦品种西农119的粮草兼用和抗旱节水特性及栽培技术研究[D]. 导师: 奚亚军;王志成. 西北农林科技大学, 2024.