

氮素对水稻生长发育、产量及品质的影响

李楹哲

长春市农民职业教育中心

DOI:10.12238/as.v8i7.3160

[摘要] 氮肥施用不当导致增产效应不断下降,且伴随日益严峻的环境污染,过度施肥导致的土壤养分富集,已严重影响农业生态安全与可持续发展。因此,在保障粮食安全和生态安全的前提下,通过优化施肥技术和提升氮素利用效率以减少氮素损失,是实现水稻优质高产的关键策略。本文通过总结氮肥对水稻农艺性状、氮素利用及产量品质的影响,为人们了解氮在水稻中的作用提供理论基础,为水稻高质量可持续发展提供技术支撑。

[关键词] 氮肥; 品质; 产量

中图分类号: S225.4 **文献标识码:** A

The Effect of Nitrogen on the Growth, Development, Yield, and Quality of Rice

Yunzhe Li

Changchun Farmers' Vocational Education Center

[Abstract] Improper application of nitrogen fertilizer leads to a continuous decline in yield increasing effect, accompanied by increasingly severe environmental pollution. The accumulation of soil nutrients caused by excessive fertilization has seriously affected agricultural ecological security and sustainable development. Therefore, while ensuring food security and ecological safety, optimizing fertilization techniques and improving nitrogen use efficiency to reduce nitrogen loss are key strategies for achieving high-quality and high-yield rice. This article summarizes the effects of nitrogen fertilizer on the agronomic traits, nitrogen utilization, yield, and quality of rice, providing a theoretical basis for understanding the role of nitrogen in rice and technical support for high-quality and sustainable development of rice.

[Key words] nitrogen fertilizer; Quality; production

水稻作为重要的粮食作物,具有栽培范围广和产量稳定的特点,水稻种植面积和总产量常位居粮食作物首位,为东南亚人口供给约76%的热量,是中国粮食安全的重要组分。全球水稻产量的30%来自中国,中国水稻种植面积在二十一世纪以来约占粮食作物的27%,年粮食总产量的43%为稻谷,可见水稻在粮食作物中处于核心地位。高产优质一直是水稻生产追求的目标,产量和品质的调控受品种遗传特性、环境因素与栽培措施的影响。氮素是作物生长中的重要营养元素和限制因子。氮肥合理施用可以改善作物的生长和产量,而氮用量不当往往会增加成本、降低效益和氮肥利用率,造成生态环境污染,甚至会对水稻的产量产生负效应。氮作为调节水稻生产过程中的重要营养元素,不仅影响水稻产量,合理施用氮肥对稻米品质的改善也起到重要的作用。因此,了解氮素对水稻生长发育、产量及品质的影响对水稻产业发展具有重要意义。

1 氮素对水稻生长发育的影响

1.1 氮素对水稻生长的综合调控作用

氮作为调节作物生长的关键元素,对水稻根、茎、叶等营养器官的形态建成具有重要调控作用^[1]。在水稻高产栽培中,优化施氮量是充分发挥氮肥增产效应的核心要素。具体而言,合理的氮素供应可显著提升水稻株高与叶片叶绿素含量,增加叶面积指数,延长功能叶片光合持续期,保障同化产物稳定输出。氮素的合理施用可以调控作物的光合能力,适当增加氮量可以缓解水稻在生育后期由于非生物胁迫而发生的叶片黄化及早衰现象,水稻抽穗扬花期叶面积指数随氮素水平的提高而增加,高氮水平下叶面积指数对氮素变化不敏感。同时,氮素通过促进分蘖发生显著提高有效穗数、优化分蘖对产量贡献度、提高籽粒灌浆速率、延长灌浆时间、促进氮素积累与籽粒同化物积累,最终提升水稻产量。有研究表明,氮素亏缺会导致植株矮化细弱、生长迟缓、分蘖减少且叶片窄小黄化,造成产量与品质下降^[2]。反之,氮素过量则诱发植株徒长、物质转运和氮素利用下降,同时茎秆过度吸收氮素,最终导致生长异常并减产。研究进一步证实,施氮水平过低会降低植株体内营养物质含量,导致结实率下降;而

氮素超量则使作物细胞壁变薄、组织结构异常,加剧植株徒长,显著增加倒伏风险^[3]。

叶片作为光合器官,是提高作物光能利用效率的关键。研究明确,氮素供应对叶面积指数影响显著,需依据水稻各生育阶段的需氮规律科学制定施氮方案。研究表明,高施氮量虽有助于直播稻构建高光效群体,但也会导致无效分蘖增多和叶面积指数过高。灌浆期高效叶面积的形成对产量提升至关重要,而施氮量对此存在显著调控效应。分蘖期至拔节期是叶面积指数增长高峰期,此后随叶片衰老逐渐下降。减施氮肥对水稻叶片光合色素含量和净光合速率影响较大,随着减施氮肥幅度增大,叶片色素含量和净光合速率显著下降。针对旱直播稻,有研究指出低氮条件下应增加种植密度以补偿光能截获,高氮条件下则需降低密度以优化群体通风透光性,从而确保生育后期维持较高的叶面积指数^[4]。

1.2 氮肥对水稻氮素积累转运及利用率的影响

1.2.1 氮素积累转运的特征

水稻孕穗开花期标志着植株发育从营养生长向生殖生长的关键转型时期,此阶段各器官氮素积累及分配率也发生显著变化。水稻抽穗后期的氮素动态管理至关重要,此阶段茎叶氮素积累量及物质积累是高产稳产的关键。在土壤和植物根系的作用下,施用在农田中的化肥在植物体内参与各种生化反应。研究表明,水稻植株的氮积累与施氮水平呈正相关,但过量施氮可能会降低穗部氮素分配系数。

籽粒氮积累高峰期与营养器官氮素转运高峰期同步,表明营养器官转运的氮素对籽粒氮积累起着关键作用^[5]。适宜的施氮量能够促进营养器官中的氮素向生殖器官转运,保障生殖器官充足的养分供应。值得注意的是,氮肥不足可能导致营养器官中的氮素过度转运;而氮素超量供应则易导致营养器官氮代谢过量,抑制氮素向籽粒输送。优化施氮策略可有效协调水稻内源氮循环与同化物分配,在资源节约型生产模式下实现经济效益最大化。不同施氮量对花后叶片和茎氮素再分配的响应存在显著差异,合理氮肥管理可维持生育后期较高的氮素转运能力,促进水稻氮素的高效利用。

1.2.2 氮用量对水稻氮素利用率的影响

氮肥利用率随其用量增加而下降,如何在量质协同下提高水稻的氮肥利用率是当前需要解决的重点问题。不同施氮量对植物光合代谢、干物质积累及生长发育具有显著调控效应,其通过改变氮素吸收、积累和转运,进而影响植物氮素利用^[6]。适当减少施氮量可提高水稻氮肥利用率,但施用过少会造成产量降低。过量施用氮肥会造成茎叶中氮素滞留过多,导致氮素收获系数和生理效率下降,降低氮肥利用程度^[7]。氮肥利用率和积累量在适当提高基肥施用比例后有所提高,而氮肥生理利用率、表现利用率呈现先增后减趋势。因此,合理的施氮量及运筹模式是提高植株氮素利用的关键。氮肥农学效率反映氮肥的增产效果,而偏生产力是衡量系统中所有氮素来源产出效率的综合指标,二者随施氮量增加呈现相反的变化趋势,农学效率和偏生产力

的下降表明过度增加施氮量会降低氮肥的经济收益。

2 氮素对稻米品质的影响

2.1 氮素对稻米外观品质的影响

人们对优质稻米的需求随生活水平的提高而提高,协同提高产量品质已成为我国水稻产业发展的重要方向。垩白度、垩白率、长宽比等物理性状是稻谷外观品质的主要指标。垩白顾名思义是指不透明的白色区域,其形成一般与淀粉充实度有关。水稻籽粒腹部淀粉体充实情况较差、淀粉粒呈球状且疏松有空隙会导致形成垩白,垩白分为心白、腹白和背白三种类型。一般来说,垩白度和垩白率越低的稻米品质越好。氮肥作为作物生产的主要养分来源,通过调控养分代谢与物质循环过程,显著影响稻米品质。合理的施氮量可有效改善水稻的外观品质。在外观品质方面,相同灌溉模式下,合理的氮肥施用量有助于降低稻米垩白度。但需注意,过高的日平均气温、过大的昼夜温差以及过快的灌浆速率均会导致垩白增加^[8]。合理的穗肥比例可以改善稻米的加工和外观品质。随着基肥与穗肥比例的降低,稻米出米率提高,垩白粒率和垩白度呈先增后减的趋势。

2.2 氮素对稻米营养品质的影响

淀粉、脂肪、氨基酸是稻米的主要营养成分。蛋白质含量较高的稻米具有更好的营养价值。稻米蛋白质的含量受到施氮量的影响,适量施用氮肥有助于增加稻米中的蛋白质含量。淀粉分为直链淀粉和支链淀粉,直链淀粉含量是口感的主要影响因素。对于旱直播粳稻,合理的水肥管理能够提高稻米中氨基酸与蛋白质含量,从而改善其营养品质。随着施氮量增加,稻米蛋白质含量呈现上升趋势,这可能是因为增施氮肥提高了旱直播粳稻植株对氮素的吸收,促进氮素向籽粒转移,进而增强籽粒蛋白质积累。籽粒直链淀粉含量受生长环境与栽培技术影响显著,有研究发现,相比移栽稻,湿润管理的旱直播粳稻蛋白质含量更高,且其直链淀粉含量也较高^[9]。

2.3 氮素对稻米食味品质的影响

食味品质受稻米蛋白质含量及其组分制约,蛋白质含量升高通常导致米饭变硬。一般来说蛋白质含量较低的稻米食味值较高,蛋白质适宜含量为6%~7%,当含量大于7%时会影响品质。稻米的吸水率会因蛋白质过多而发生改变,进而影响稻米黏性。在淀粉糊化的过程中,蛋白质的二硫键一定程度上阻断水和淀粉间的作用,蛋白质含量过高与较大的硬度、糊化焓及较低的黏附性、食味有关。稻米黏度、回复值和崩解值随施氮量增加而减小。已有研究证实,蛋白质含量的变化与氮的空间和时间分布有关,蛋白质的增加会明显降低食味品质,通过合理施氮可以调节籽粒的蛋白质含量和稻米食味品质。

3 氮素对水稻产量及其构成要素的影响

科研人员针对水稻产量对氮素的响应开展了大量研究,总体来看,适宜范围内水稻的产量随施氮量的增加而增加,超过适宜范围后则表现出减产趋势。增加氮素用量加快物质积累、延长持续期、增加积累量。有效穗数和每穗粒数是直播水稻产量形成的核心要素,穗粒数增多通常显著提升产量。需注意的

是,氮肥施用不足或过量均会阻碍籽粒干物质积累,最终导致减产^[10]。适宜施氮量通过促进穗数和穗粒数进而提高产量,但过量施氮则会诱发无效分蘖增多、贪青晚熟,进而降低产量。产量构成要素之间的变化趋势并非总是一致的,有研究显示,随施氮量增加,穗数虽呈上升趋势,但穗粒数、结实率和千粒重趋势不一致。直播稻单位面积穗数随着施氮量增加相应提升,穗粒数呈先升后降的趋势。对于旱作水稻,适当增施氮肥可通过增加穗数和穗粒数实现增产,但施氮量过高时则可能加剧减产和倒伏风险^[4]。

4 结论与展望

本研究系统分析了氮素管理对水稻生长发育、产量形成与稻米品质的综合调控效应。结果表明,施氮量是影响水稻生产效益的关键因素。适量施氮通过协同提升叶面积指数、叶绿素含量及分蘖能力,显著增加有效穗数与籽粒灌浆强度,实现产量优化,但过量施氮会加剧倒伏风险并降低氮肥利用效率;稻米品质方面,增施氮肥虽可改善外观品质与加工特性,但氮肥过量会提高蛋白质含量并抑制淀粉糊化而劣化食味品质。未来应深化不同生态区水稻品种的氮素响应机制研究,筛选耐低氮、抗倒伏的适栽品种,集成协同调控技术体系,建立绿色生产示范区,并通过村域示范田与农技培训推动成果落地,全面推动水稻产业的可持续发展。

[参考文献]

[1]邵迪,丁紫娟,胡仁,等.新型高效绿色氮肥管理对水稻产量形成与氮素利用及氮挥发损失的影响[J].中国稻米,2024,30(03):18-25.

[2]吴宗钊,原保忠.水肥耦合对水稻生长、产量及氮素利用效率的影响[J].水资源与水工程学报,2020,31(4):199-207+215.

[3]李波,官亮,曲航,等.辽河三角洲稻区施氮水平对水稻生长发育及产量的影响[J].作物杂志,2020(01):173-178.

[4]Hao J,Tebogo T,Yunzhe L, et al.Construction of dominant rice population under dry cultivation by seeding rate and nitrogen rate interaction[J].Scientific Reports,2021,11(1):7189-7189.

[5]覃金华,洪卫源,冯向前,等.基于氮肥运筹下水稻产量与品质协同的农艺生理指标解析[J].作物学报,2025,51(02):485-502.

[6]肖大康,胡仁,韩天富,等.氮肥用量和运筹对我国水稻产量及其构成因子影响的整合分析[J].中国水稻科学,2023,37(5):529-542.

[7]韦志恒,李韫哲,姜浩,等.不同氮素水平对旱直播粳稻产量和氮素利用率的影响[J].北方水稻,2024,54(01):1-7.

[8]轧宗杰,卢树昌,侯琨.水稻旱直播栽培发展现状、问题及应用前景[J].作物杂志,2020(02):9-15.

[9]张丽颖,王辉,唐志强.辽宁省直播稻生产效益分析及发展策略[J].农业经济,2020(08):24-25.

[10]舒傲,解嘉鑫,曹威,等.氮肥运筹对优质杂交中稻产量和品质的影响[J].中国水稻科学,2025,39(02):255-263.

作者简介:

李韫哲(1997--),女,辽宁大连人,硕士研究生,助理农艺师,研究方向为农业技术推广。