

文章编号:1673-887X(2026)06-0208-03

缓控释氮肥对水稻产量和氮肥利用率的影响

徐朝东

(全椒县古河镇农业农村综合服务中心,安徽 全椒 239541)

摘要 本试验在安徽省全椒县展开,以籼型三系杂交水稻品种九优粳禾丝苗为材料,设置5个施肥处理,研究不同缓控释氮肥施用比例对水稻产量、氮肥利用率及经济效益的影响。结果表明:与常规施肥(T_1)相比,缓控释氮肥一次性施用处理(T_2 — T_5)均能提高水稻产量、氮肥利用率及经济效益,其中以缓控释氮肥减氮10%处理(T_3)综合效果相对较好,产量达685.21 kg/667 m²,氮肥农学利用率为24.53 kg/kg,氮肥偏生产力为71.84 kg/kg,较 T_1 显著提高。综上可知,缓控释氮肥能有效协调水稻群体结构,提高氮素吸收效率,减少氮素损失,是适合全椒县水稻轻简化、高效化生产的一种施肥模式。

关键词 缓控释氮肥;水稻;产量;氮肥利用率

中图分类号 S511

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1673-887X.2026.06.071

The Effects of Slow-release and Controlled-release Fertilizers on Rice Yield and Nitrogen Fertilizer Utilization Rate

Xu Chaodong

(Guhe Agricultural Comprehensive Service Center of Quanjiao County, Quanjiao 239541, Anhui, China)

Abstract: This experiment was conducted in Quanjiao County. Using the indica-type three-line hybrid rice variety Jiuyouyuehesi as the material, five fertilization treatments were set up to study the effects of different ratios of slow-release and controlled-release nitrogen fertilizers on rice yield, nitrogen fertilizer utilization rate, and economic benefits. Slow-release and controlled-release nitrogen fertilizers could effectively coordinate the population structure of rice, improve nitrogen absorption efficiency, and reduce nitrogen loss. This was a fertilization mode suitable for the simplified and efficient production of rice in Quanjiao County.

Key words: slow-release and controlled-release nitrogen fertilizer; rice; yield; nitrogen fertilizer utilization rate

水稻是我国主要的粮食作物,氮肥是影响其产量和品质的关键因素^[1-2],随着农村劳动力结构变化,轻简化施肥技术成为水稻生产的重要方向。缓控释氮肥通过包膜技术控制养分释放,使氮素供应与水稻需求同步,有望在减少施肥次数、提高氮肥利用率、稳定产量方面发挥重要作用^[3-4]。本研究以全椒县主推品种九优粳禾丝苗为对象,通过田间试验系统比较不同缓控释氮肥施用比例对水稻产量、氮素吸收和氮肥利用率的影响,以期在全椒县和类似生态区水稻绿色高效施肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2024年在安徽省全椒县水稻试验田进行。该地年平均气温15.4℃,年降水量980 mm,无霜期约210 d。试验田播种前耕层(0~20 cm)土壤pH值为

6.12,土壤含有机质28.6 g/kg、碱解氮142.3 mg/kg、有效磷18.7 mg/kg、速效钾112.4 mg/kg。

1.2 试验材料

供试水稻品种为九优粳禾丝苗,由当地种子公司提供。缓控释氮肥为聚合物包膜尿素(含N 44%,释放期约60 d),由山东金正大生态工程股份有限公司生产。普通氮肥为尿素(含N 46%),磷肥为过磷酸钙(含P₂O₅ 12%),钾肥为氯化钾(含K₂O 60%)。

1.3 试验设计

设6个处理,每个处理3次重复,随机区组排列。所有处理的磷、钾肥用量一致,分别为P₂O₅ 6 kg/667 m²、K₂O 8 kg/667 m²,均作基肥一次性施入;氮肥按当地推荐纯氮用量13 kg/667 m²为基础,缓控释氮肥按不同比例替代普通尿素。具体的施肥方案见表1,即: T_1 为常规分次施肥(基肥60%+穗肥40%), T_2 — T_5 为缓控释氮肥一次性基施, T_6 为对照(CK)不施氮。

收稿日期 2026-03-11

作者简介 徐朝东(1970-),男,安徽滁县人,农艺师,研究方向为农学。

表1 试验处理及施肥方案表

Tab.1 Experimental treatment and fertilization plan

单位:kg/667 m ²						
处理	处理方式	纯氮用量	普通尿素	缓控释氮肥	过磷酸钙	氯化钾
CK	不施氮肥	0.0	0.00	0.00	50	13.33
T ₁	常规分次施氮肥	13.0	28.26	0.00	50	13.33
T ₂	100%缓控释氮肥一次性基施	13.0	0.00	29.55	50	13.33
T ₃	90%缓控释氮肥一次性基施	11.7	0.00	26.59	50	13.33
T ₄	80%缓控释氮肥一次性基施	10.4	0.00	23.64	50	13.33
T ₅	70%缓控释氮肥一次性基施	9.1	0.00	20.68	50	13.33

1.4 田间管理

水稻于5月15日播种,采用湿润育秧。6月10日移栽,栽插密度为1.67×10⁴穴/667 m²,每穴2苗。水分管理采用浅水灌溉的方式;病虫害防治按当地常规方案进行;各处理除施肥外,其他管理措施一致。

1.5 测定项目与方法

成熟期每小区(30 m²)实收计产,折算单产;每小区选取代表性植株10穴,考种测定有效穗数、穗粒数、结实率、千粒质量;将考种后的植株分为籽粒和秸秆,105℃杀青后75℃烘干至恒重,粉碎过筛;采用H₂SO₄-H₂O₂消煮、凯氏定氮法测定全氮含量。计算植株吸氮量。

氮肥农学利用率(kg/kg)=(施氮区产量-
不施氮区产量)/施氮量. (1)

氮肥偏生产力(kg/kg)=施氮区产量/施氮量. (2)

氮肥表观利用率(%)=[(施氮区植株吸氮量-
不施氮区植株吸氮量)]/施氮量×100. (3)

1.6 数据处理

采用Excel 2019和SPSS 26.0软件进行数据处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻产量及其构成因素的影响

不同施肥处理下水稻的有效穗数、穗粒数、结实率、千粒质量和产量见表2。

由表2可知,各施肥处理对水稻产量及构成因子的影响表现出显著差异($P<0.05$)。各施肥处理有效穗数均较CK有明显提升,其中T₂与T₃表现相对较好,分别达到15.38×10⁴穗/667 m²与15.42×10⁴穗/667 m²,相较CK分别提高24.5%与24.8%,显示一次性基施缓控释氮肥能够有效促进早期分蘖与成穗形成。相比之下,T₅的有效穗数为14.51×10⁴穗/667 m²,较T₂降低5.7%,表明缓控释氮肥比例降低至70%后群体质量开始下降。穗粒数的变化趋势与有效穗数基本一致,T₂和T₃明显优于其他处理,分别比CK提高13.0%和13.8%,比常规施肥处理T₁分别提高3.8%和4.5%,说明高比例缓控释氮肥能够在较高营养供应稳定性下促进籽粒数形成。

表2 不同处理下水稻的产量及其构成因素表

Tab.2 The yield and its constituent factors of rice under different treatments

处 理	有效穗数/[万 穗·(667 m ²) ⁻¹]	穗粒数/ (粒·穗 ⁻¹)	结实 率/%	千粒 质量/g	产 量/[kg· (667 m ²) ⁻¹]
CK	12.35 ± 0.28d	185.64 ± 4.33d	79.42 ± 1.86c	26.54 ± 0.51b	508.26 ± 11.32d
T ₁	14.87 ± 0.35b	202.17 ± 5.12b	83.56 ± 1.64b	27.01 ± 0.43ab	661.37 ± 12.88b
T ₂	15.38 ± 0.32a	209.83 ± 5.84a	84.92 ± 1.52ab	27.18 ± 0.46a	688.42 ± 14.27a
T ₃	15.42 ± 0.31a	211.36 ± 5.72a	85.33 ± 1.25a	27.22 ± 0.42a	685.21 ± 15.34a
T ₄	14.96 ± 0.29b	204.25 ± 5.21b	83.88 ± 1.47b	27.05 ± 0.44ab	652.18 ± 13.65c
T ₅	14.51 ± 0.33c	198.74 ± 4.96c	82.67 ± 1.39b	26.92 ± 0.41ab	629.44 ± 12.77c

注:同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$);下同。

当缓控释比例减少至80%(T₄)与70%(T₅)时,穗粒数分别下降至204.25粒/穗和198.74粒/穗,较T₃分别减少3.4%与6.0%,表明籽粒形成阶段会受氮素供应下降的影响。T₃处理的结实率表现最佳,达到85.33%,较CK提高7.4%,较T₁提高2.1%,说明适当降低施氮量有助于提高授粉、受精效率和籽粒充实程度。T₂的结实率为84.92%,与T₃接近,主要与氮供应过于充足导致后期贪青有关。T₄和T₅的结实率较CK分别提高5.6%和4.1%,表明缓控释肥比例下降后氮素供应稳定性不足。千粒质量在各处理中差异较小,T₂和T₃略高于其他处理,相对CK分别提升了2.4%和2.6%,表明缓控释氮肥能够一定程度促进籽粒干物质积累。T₂与T₃综合产量显著高于其他处理,分别达到688.42 kg/667 m²和685.21 kg/667 m²,较CK分别提高35.4%与34.8%,较常规施肥T₁分别提高4.1%与3.6%,表明一次性基施高比例缓控释氮肥可实现优于常规分次施氮的增产效果。随着缓控释氮肥比例下降,T₄和T₅的产量分别下降至652.18 kg/667 m²和629.44 kg/667 m²,比T₂分别低5.3%与8.6%,说明当缓控释氮肥比例降至70%~80%时,会引起供氮不足,开始限制产量形成。整体来看,产量水平与有效穗数、穗粒数及结实率变化趋势基本

一致,说明这3个因素是影响产量的主要指标。综上所述,一次性基施缓控释氮肥可显著改善水稻群体质量与产量形成,其中T₂效果最优,具有较高的产量,当缓控释比例下降至70%~80%时,水稻群体质量和产量均呈下降趋势,表明合理的缓控释氮肥比例是保证高

产的关键。

2.2 不同处理对水稻氮素吸收与利用的影响

不同施肥处理下水稻的籽粒吸氮量、秸秆吸氮量、总吸氮量、氮肥农学利用率、氮肥偏生产力和氮肥表观利用率见表3。

表3 不同处理下水稻氮素吸收量与氮肥利用率表

Tab.3 Nitrogen absorption amount and nitrogen fertilizer utilization rate of rice under different treatments

处理	籽粒吸氮量/ [kg·(667 m ²) ⁻¹]	秸秆吸氮量/ [kg·(667 m ²) ⁻¹]	总吸氮量/ [kg·(667 m ²) ⁻¹]	氮肥农学利用率/ (kg·kg ⁻¹)	氮肥偏生产力/ (kg·kg ⁻¹)	氮肥表观利用率/%
CK	4.12 ± 0.18d	2.35 ± 0.11d	6.47 ± 0.26d	—	—	—
T ₁	6.88 ± 0.25c	3.76 ± 0.16c	10.64 ± 0.38c	11.78 ± 0.94c	50.87 ± 1.23c	25.31 ± 1.87c
T ₂	7.65 ± 0.29a	4.22 ± 0.19a	11.87 ± 0.45a	23.17 ± 1.65a	52.96 ± 1.42b	34.62 ± 2.04a
T ₃	7.59 ± 0.27a	4.23 ± 0.18a	11.82 ± 0.42a	24.53 ± 1.82a	71.84 ± 2.15a	36.28 ± 2.11a
T ₄	7.02 ± 0.26b	3.94 ± 0.17b	10.96 ± 0.40b	17.32 ± 1.28b	70.12 ± 2.08a	31.44 ± 1.96b
T ₅	6.51 ± 0.24c	3.68 ± 0.15c	10.19 ± 0.36c	13.31 ± 1.05c	69.17 ± 1.94a	28.75 ± 1.83b

由表3可知,不同施氮方式对水稻植株氮素吸收量及氮肥利用率产生了显著影响($P<0.05$)。从籽粒吸氮量来看,各施氮处理均显著高于CK,其中T₂与T₃表现相对较好,分别达到7.65 kg/667 m²与7.59 kg/667 m²,相较CK分别提高85.7%和84.2%,比常规施肥T₁分别增加11.2%与10.3%,说明一次性基施高比例缓控释氮肥能够在灌浆期提供更稳定的氮素供应,促进籽粒对氮素的有效吸收。秸秆吸氮量的变化趋势与籽粒相似,T₂与T₃相对较高,分别比CK提高79.6%与80.0%,比T₁提高12.2%与12.5%,表明缓控释氮肥能增强整个生育期的氮吸收能力。随着缓控释氮肥比例下降至80%(T₄)和70%(T₅),籽粒吸氮量分别下降至7.02 kg/667 m²和6.51 kg/667 m²,较T₃分别减少7.5%和14.2%,显示供氮不足开始限制籽粒氮积累。总吸氮量方面,T₂与T₃分别达到11.87 kg/667 m²和11.82 kg/667 m²,比CK提高83.4%和82.7%,比T₁提高11.6%和11.1%,进一步证明缓控释氮肥在提高整体氮吸收效率上的优势。当缓控释比例下降时,总吸氮量也呈下降趋势,T₄和T₅分别比T₃低7.3%和13.8%,与产量趋势一致,表明氮吸收量是影响产量形成的关键因素。氮肥农学利用率方面,T₃与T₂表现显著优于其他处理,分别达到24.53 kg/kg和23.17 kg/kg,较T₁分别提高108.2%和96.7%,表明缓控释氮肥可通过提升氮素吸收量显著增强施氮带来的增产效果。T₃与T₄氮肥偏生产力相对较高,分别为71.84 kg/kg与70.12 kg/kg,比T₁分别提高41.3%和37.9%,显示减少施氮量,并提高缓控释比例有助于提升生产效率。T₂的氮肥偏生产力为52.96 kg/kg,与T₁相比增加4.1%,但低于T₃和T₄,说明在保证相同施氮水平下,适当减少总施氮量反而可提高氮素投入产出比。T₃和T₂的氮肥表观利用率分别达到36.28%和34.62%,比T₁分别提高43.4%和36.8%,再次证实缓控释氮肥在减少氮损失、提高吸收效率方面具有显著优势。随着缓

控释比例降低,T₄与T₅的表观利用率分别下降至31.44%和28.75%,较T₃分别降低13.3%和20.7%,表明缓控释比例不足时供应稳定性下降,从而降低利用效率。

综上可知,一次性基施高比例缓控释氮肥(T₂、T₃)在籽粒吸氮量、总吸氮量,以及氮肥利用率等关键指标上显著优于常规分次施肥,且T₃(90%缓控释)在兼顾施氮量减少的情况下表现最优,体现出高效、节肥与增效并存的优势。

3 结语

全椒县田间试验表明,相较于常规分次施肥,一次性基施缓控释氮肥能显著提升水稻产量及氮肥利用效率。试验结果显示:90%缓控释氮肥替代处理(T₃)综合效果最佳,产量达685.21 kg/667 m²,较常规施肥增产3.6%;氮肥农学利用率提升至24.53 kg/kg,增幅达108.2%;氮肥偏生产力为71.84 kg/kg,提高41.3%;氮肥表观利用率36.28%,提升43.4%。该处理通过优化氮素供应同步水稻需求,有效地促进了分蘖成穗、穗粒数增加和籽粒充实,且减少了氮素损失。因此,一次性基施高比例缓控释氮肥是全椒县和类似生态区实现水稻轻简化、高效化生产的优选施肥模式,兼具增产、节肥与环保多重效益。

参考文献

[1] 张富林,刘冬碧,范先鹏,等.农艺深施及配施缓控释氮肥对水稻产量及氮素损失的影响[J].农业资源与环境学报,2021,38(5):858-866.

[2] 刘学彤,贾良良,杨云马,等.不同缓控释氮肥对冬小麦产量及氮素利用率的影响[J].河北农业科学,2020,24(3):72-76.

[3] 蒋伟勤,马中涛,胡群,等.缓控释氮肥对水稻生长发育及氮素利用的影响[J].江苏农业学报,2020,36(3):777-784.

[4] 施瑾,马彩婉.缓控释氮肥一次性施用对水稻甬优12产量及氮肥利用率的影响[J].浙江农业科学,2020,61(11):2219-2220,2225.