



# 腐植酸复合肥对水稻产量、品质及土壤理化性质的影响

刘会丽 邹庆圆 杨进昌

拉多美科技集团股份有限公司 广州 511453

**摘要:** 通过田间试验,研究了减量 10% 和常规用量腐植酸复合肥对水稻产量、品质及土壤理化性质的影响。结果表明,施用减量 10% 和常规用量腐植酸复合肥的处理均优于施用普通复合肥处理(对照),且常规用量腐植酸复合肥效果显著。减量 10% 和常规用量腐植酸复合肥处理不同程度地提高了水稻产量构成因素穗粒数、结实率、千粒重,实现增产,增产幅度分别达 3.81%、18.98%;2 种腐植酸复合肥处理均能有效降低水稻的垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量,提高稻米品质;2 种腐植酸复合肥处理不同程度地提高了水稻的经济效益,亩纯收入较对照分别增加 92.76、341.63 元,产投比为 1.71 ~ 1.89 : 1;2 种腐植酸复合肥处理还能提高土壤有机质含量,保持 pH 在适宜的范围内,为水稻生长营造健康的根际环境。

**关键词:** 腐植酸复合肥;水稻;产量;品质;经济效益;土壤

中图分类号: TQ444.6, S511.5 文章编号: 1671-9212(2025)03-0049-05

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2025.03.007

## Effects of Humic Acid Compound Fertilizer on the Yield and Quality of Rice and Physicochemical Properties of Soil

Liu Huili, Zou Qingyuan, Yang Jinchang

Lardmee Technology Group Co. Ltd., Guangzhou, 511453

**Abstract:** The effects of 90% and conventional amount of humic acid compound fertilizers on the yield and quality of rice and physicochemical properties of soil were studied based on field experiments. The results showed that the treatments with 90% and conventional amount of humic acid compound fertilizers were both better than that of common compound fertilizer (control), and the conventional amount humic acid compound fertilizer treatment had a significant effect. The treatments of 90% and conventional amount of humic acid compound fertilizers increased the yield components of rice, including the number of grains per ear, fruit setting rate and 1000-grain weight to varied degrees, achieving increased yields, with the increases reaching 3.81% and 18.98% respectively. The two humic acid compound fertilizer treatments could effectively reduce the chalky grain rate, chalkiness, and amylose content of rice, and improve the quality of rice grains. Moreover, the two humic acid compound fertilizer treatments improved the economic benefits of rice to varied degrees, with the net income per mu increasing by 92.76 and 341.63 yuan respectively, compared with the control, and the output-input ratio was 1.71 ~ 1.89 : 1. The two humic acid compound fertilizer treatments could also increase the content of soil organic matter, maintain the pH within an appropriate range, and create a healthy rhizosphere environment for rice growth.

**Key words:** humic acid compound fertilizer; rice; yield; quality; economic benefit; soil

[收稿日期] 2024-12-18

[作者简介] 刘会丽,女,1992年生,农艺师,主要从事产品研发及试验推广工作, E-mail: liuhl@lardmee.cn。

中国是世界上最大的水稻生产国和稻米消费国<sup>[1]</sup>。根据联合国粮农组织（FAO）数据显示，2021年我国水稻种植面积达3070万公顷，占全球水稻种植总面积的20%<sup>[2]</sup>。然而，我国人均耕地面积仅为世界平均水平的1/3，且大部分稻田位于水资源短缺地区<sup>[3]</sup>。在水稻增产众多的影响因素中，施肥无疑是关键要素。但在实际生产过程中，部分种植户盲目追求高产，存在过量施肥、配比失衡等问题，不仅造成土壤养分失衡、稻米品质下降，更引发农业面源污染等环境问题<sup>[4-8]</sup>。大量研究证实，腐植酸对作物具有刺激生长、改善品质和增强抗逆能力等作用<sup>[9]</sup>，尤其在水稻种植中的促生提质效果显著<sup>[10-12]</sup>，同时对土壤理化性质的改善也有显著效果<sup>[13]</sup>。

基于此，本研究选择江苏省徐州市沛县水稻种植区域作为试验地，通过田间试验，对比研究减量和常规用量腐植酸复合肥以及常规用量普通复合肥对水稻产量和品质及土壤性质的影响，旨在为腐植酸复合肥在当地水稻种植中大面积推广及实现科学减量施肥提供数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验时间、地点

试验时间：2023年5月5日—10月13日。

试验地点：江苏省徐州市沛县朱寨镇，经度为116.82°，纬度为34.75°。试验地属暖温带半湿润季风气候，四季分明。年平均气温14.2℃，年平均降水量816.4mm。试验地为壤土，地势平坦，排灌设施完善，土壤肥力均匀，有机质21.00g/kg，碱解氮32.00mg/kg，速效磷10.00mg/kg，速效钾92.00mg/kg，pH 6.40。

### 1.2 供试材料

供试肥料：腐植酸复合肥（N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=20：10：16，总腐植酸含量≥1%）、普通复合肥（N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=20：10：16），以上肥料均由拉多美科技集团股份有限公司生产；尿素（N≥46%）在当地采购。

供试作物：水稻，品种为“南粳5718”。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组设计，共设3个处理，分别为处理1（T1）：常规用量腐植酸复合肥；处理2（T2）：减量10%腐植酸复合肥；处理3（T3）：常规用量普通复合肥（不含腐植酸），作为对照。每个处理均设3次重复，每个小区面积120m<sup>2</sup>，四周设置保护行。除施肥种类和施肥量不同外，其他田间农艺措施一致。

施肥方案遵循当地农事操作习惯，基肥阶段施用复合肥40kg/亩，分蘖期追施复合肥10kg/亩+尿素15kg/亩。复合肥对应不同处理施用。

### 1.4 指标测定与方法

于水稻成熟期从各小区按五点取样法选取5个1m<sup>2</sup>样方。针对样方内水稻植株，测定有效穗数、穗粒数、结实率、千粒重等产量构成因素。根据小区实际采收产量换算理论亩产量。

有效穗数：按照穗长≥1/2主穗长且籽粒正常发育为标准，统计有效穗数，换算为亩有效穗数。

穗粒数：在选取的5个样点中，各随机选取5株水稻，统计每株单穗的总粒数。

结实率：采用水浮法分离实粒和空瘪粒，浸水后下沉籽粒为实粒（比重>1.2g/cm<sup>3</sup>），上浮为空瘪粒。结实率计算公式为：结实率（%）=（实粒数/总粒数）×100。

千粒重：按照四分法筛选，各小区随机取3份实粒样本，每份1000粒。使用0.01g精度天平测量，取3次平均值。

成熟期，从3个重复小区各取500g稻谷，进行垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量等品质指标的测定。

垩白粒率：按照GB/T 17891—2017规定的方法进行测定，统计样本中垩白粒占总粒数的百分比。

垩白度：按照GB/T 17891—2017附录A方法进行测定。

直链淀粉含量：按照GB/T 15683—2008规定的方法进行测定。

土壤理化性质：在水稻种植前及收割后，每个小区按照五点取样法取样，取0~20cm深度的土样，每个处理混合制备成单一样品，用于测定如下



指标：包括土壤 pH（按照 NY/T 1121.2—2006 土壤检测第 2 部分：土壤 pH 的测定）、有机质（采用重铬酸钾氧化 - 外加热法测定）、碱解氮（采用碱解扩散法测定）、速效磷（钼锑抗比色法测定）、速效钾（乙酸铵溶液浸提火焰光度法测定）。

### 1.5 试验数据处理

采用 Excel 2019 进行数据处理，采用 SPSS 27.0 进行数据分析，采用 LSD 法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对水稻产量构成因素及产量的影响

水稻产量构成因素为单位面积有效穗数、穗粒数、结实率以及千粒重。由表 1 可知，与常规用量普通复合肥处理（T3）相比，减量 10% 腐植酸复合肥处理（T2）能够提高水稻的穗粒数、结实率、

千粒重，但未达到显著性差异；而常规用量腐植酸复合肥（T1）能够显著提高水稻的有效穗数、穗粒数和结实率。与 T2 处理相比，T1 处理能够显著提高水稻的有效穗数。

由表 2 可知，与 T3 处理相比，T1 处理增产 136.98 kg/ 亩，增产率达到了 18.98%，差异达到显著水平；T2 处理增产 27.56 kg/ 亩，增产率 3.81%，差异未达显著水平。与 T2 处理相比，T1 处理增产 109.42 kg/ 亩，增产率达到了 14.60%，差异达到显著水平。说明无论是减量 10% 还是常规用量腐植酸复合肥处理，均对水稻产量增长有一定的促进作用。其中，常规用量腐植酸复合肥具有显著的增产效果，而减量 10% 腐植酸复合肥处理虽增产幅度相对较小，但也可有效保证水稻稳产。综合产量构成因素分析，腐植酸复合肥主要通过促进有效穗数、穗粒数、结实率等途径，综合作用于水稻生长发育过程，进而实现产量的增加。

表 1 不同处理对水稻产量构成因素的影响

Tab.1 Effects of different treatments on yield components of rice

处理	有效穗数 (万穗 / 亩)	穗粒数 (粒 / 穗)	结实率 (%)	千粒重 (g)
T1	23.80 ± 0.12a	145.30 ± 1.98a	85.50 ± 1.03a	29.31 ± 0.30a
T2	21.90 ± 0.34b	140.20 ± 0.82ab	83.10 ± 0.39ab	29.01 ± 0.47a
T3	22.20 ± 0.71b	138.90 ± 2.18b	82.10 ± 0.44b	28.86 ± 0.56a

注：表中数据表示为平均值 ± 标准误差，同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )，下同。

表 2 不同处理对水稻产量的影响

Tab.2 Effects of different treatments on yield of rice

处理	小区湿稻产量 (kg)				折合湿稻亩产量 (kg/ 亩)
	I	II	III	平均	
T1	151.20	159.60	152.62	154.47 ± 2.56a	858.61a
T2	130.20	138.60	135.56	134.79 ± 2.46b	749.19b
T3	126.40	131.50	131.58	129.83 ± 1.71b	721.63b

### 2.2 不同处理对稻米品质的影响

粳米的垩白粒率、垩白度、不完善粒、水分值越小，代表水稻品质越好<sup>[14]</sup>。本试验选用“南粳 5718”品种是 2019 年通过江苏省审定的优良食味粳稻品种<sup>[15]</sup>，食味品质极佳<sup>[16]</sup>。

由表 3 可知，与 T3 处理相比，T1 处理的垩白粒率降低了 1.87%，垩白度显著降低了 0.71%，直链淀粉含量降低了 0.34%；而 T2 处理的垩白粒率降低了 1.16%，垩白度降低了 0.33%，直链淀粉含量降低了 0.34%。说明施用腐植酸复合肥 2 个处理

均能不同程度改善稻米的品质，以常规用量腐植酸 复合肥效果更为显著。

表 3 不同处理对水稻籽粒品质的影响

Tab.3 Effects of different treatments on grain quality of rice

%

处理	垩白粒率	垩白度	直链淀粉
T1	29.71 ± 0.67a	7.14 ± 0.14b	10.89 ± 0.17a
T2	30.42 ± 1.76a	7.52 ± 0.20ab	11.03 ± 0.24a
T3	31.58 ± 1.78a	7.85 ± 0.20a	11.23 ± 0.10a

### 2.3 不同处理对水稻经济效益的影响

由表 4 可知，以当地当年水稻湿稻收购价格 2.64 元/kg 核算产值，各处理呈现出明显差异。T1 处理产值为 2266.73 元，产投比为 1.89 : 1；T2 处理产值为 1977.86 元，产投比为 1.71 : 1；T3 处理产值为 1905.10 元，产投比为 1.61 : 1。与 T3 处理相比，T1 处理纯收入增加 341.63 元，

T2 处理纯收入增加 92.76 元；与 T2 处理相比，T1 处理纯收入增加 248.87 元。

以上结果表明，无论是减量 10% 还是常规用量腐植酸复合肥，均能提高水稻种植的经济效益。其中，施用常规用量腐植酸复合肥的经济效益更为显著，减量 10% 腐植酸复合肥处理也具有一定的经济优势。

表 4 不同处理对水稻经济效益的影响

Tab.4 Effects of different treatments on economic benefits of rice

处理	产量 (kg/亩)	产值 (元/亩)	肥料成本 (元/亩)	其他成本 (元/亩)	产投比
T1	858.61	2266.73	400.00	800.00	1.89 : 1
T2	749.19	1977.86	360.00	800.00	1.71 : 1
T3	721.63	1905.10	380.00	800.00	1.61 : 1

注：肥料成本根据当地零售价格，按照各处理实际用量进行计算。

### 2.4 不同处理对土壤理化性质的影响

由表 5 可知，水稻采收时，与试验前土壤相比，T1、T2 处理土壤有机质含量分别提升了 0.5、1.1 g/kg，pH 分别提升了 0.1、0.2 个单位。常规用量普通复合肥处理有机质下降了 0.2 g/kg，pH 下降了 0.2 个单位。

腐植酸复合肥的土壤理化性质总体表现优于施用常规用量普通复合肥的土壤，有机质含量提高了 0.7 ~ 1.3 g/kg，pH 提升了 0.31 ~ 0.44 个单位，而速效养分氮磷钾差异不大。

综上所述，腐植酸复合肥不仅能够提高土壤有机质的含量，还能将土壤 pH 维持在适宜水稻生长的范围内，这对于提升土壤可持续生产力具有重要意义。

进一步分析表明，施用减量 10% 和常规用量

表 5 不同处理对土壤理化性质的影响

Tab.5 Effects of different treatments on physical and chemical properties of soil

项目	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH	
试验前	21.00	32.00	10.00	92.00	6.40	
试验后	T1	22.10	36.00	12.20	92.00	6.60
	T2	21.50	35.00	12.30	85.00	6.50
	T3	20.80	39.00	12.50	86.00	6.20



### 3 结论

本试验条件下,腐植酸复合肥对水稻种植的综合效益显著优于常规用量普通复合肥,具体表现在以下4个方面:

(1)在产量方面:与常规用量普通复合肥相比,常规用量腐植酸复合肥能显著提高水稻产量,亩增产136.98 kg,亩增产率18.98%;减量10%腐植酸复合肥同样可以提高水稻产量,亩增产27.56 kg,亩增产率3.81%,虽然增产幅度较小,但在减量施肥的条件下仍可以保证水稻稳产。

(2)在稻米品质方面:与常规用量普通复合肥相比,常规用量腐植酸复合肥能显著降低水稻垩白度值,降低垩白粒率和直链淀粉含量,改善稻米品质;减量10%腐植酸复合肥对稻米品质也具有一定的改善作用,但未达到显著性差异。

(3)在水稻经济效益方面:与常规用量普通复合肥相比,减量10%和常规用量腐植酸复合肥均能提高水稻的经济效益,亩增收分别为92.76元和341.63元,提高产投比至1.71:1和1.89:1。

(4)在土壤理化性质方面:与常规用量普通复合肥相比,减量10%和常规用量腐植酸复合肥可有效提升土壤有机质含量,优化土壤pH,改善土壤理化性质。

综上,无论是减量10%还是常规用量腐植酸复合肥,与常规用量普通复合肥相比,均具有比较优势,在实现水稻产量增加、品质改善、提高经济效益的同时,兼具土壤改良功能,具备较高的推广应用价值,为水稻绿色高效种植提供了科学施肥策略。

### 参考文献

[1] 程式华. 粮食安全与超级稻育种[J]. 中国稻米, 2005(4): 1~3.

[2] 梁远杰. 浅析达州市水稻高产栽培技术[J]. 农业技术与装备, 2024(2): 155~157.

[3] 符迪波. 生态水稻高产高效栽培技术[J]. 种子科技, 2024, 42(20): 57~59.

[4] 郝雯悦, 王西娜, 王月梅, 等. 小麦过量施肥的危害及化肥减施途径[J]. 现代农业科技, 2022(24): 40~44, 48.

[5] 袁旭, 张家安, 常飞杨, 等. 我国肥料施用现状及化肥减量研究进展[J]. 农业与技术, 2022, 42(18): 20~23.

[6] 肖新成, 谢德体. 农户对过量施肥危害认知与规避意愿的实证分析——以涪陵榨菜种植为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(7): 138~148.

[7] 王艳群, 彭正萍, 薛世川, 等. 过量施肥对设施农田土壤生态环境的影响[J]. 农业环境科学学报, 2005(S1): 81~84.

[8] 王晓飞. 农户测土配方施肥技术采纳意愿的影响因素及路径[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2020, 21(1): 1~7.

[9] 李安民, 陈绍荣, 卢燕林. 腐植酸在作物生长发育化学控制中的作用及机理探讨[J]. 腐植酸, 2007(4): 15~22.

[10] 周橡棋, 朱莹雪, 马献发, 等. 腐植酸在水稻育苗上的研究综述[J]. 腐植酸, 2019(3): 14~18.

[11] 张洪江, 刘志涛, 王永红, 等. 含腐植酸复合肥料对水稻生长及镉吸收的影响[J]. 腐植酸, 2019(3): 48~53.

[12] 徐全辉, 高仰, 赵强, 等. 活性腐植酸有机肥对水稻产量、养分吸收的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(8): 3951~3952.

[13] Suntari R, Retnowati R, Soemarno S, et al. Determination of urea-humic acid dosage of vertisols on the growth and production of rice[J]. Journal of Agricultural Science, 2015, 37(2): 185~192.

[14] 赵步洪, 杨建昌, 朱庆森, 等. 水分胁迫对两系杂交稻籽粒充实的影响[J]. 扬州大学学报, 2004(2): 11~16.

[15] 魏晓东, 张亚东, 宋雪梅, 等. 超级稻品种南粳5718高产的光合生理特性研究[J]. 作物学报, 2022, 48(11): 2879~2890.

[16] 张亚东, 朱镇, 陈涛, 等. 优良食味粳稻南粳5718的选育及主要特征特性[J]. 中国稻米, 2020, 26(4): 100~102.