

# 不同施肥方式对水稻科优1号品质的影响

王振萍<sup>1</sup>, 商文楠<sup>2</sup>, 温丽<sup>3</sup>, 徐兴健<sup>3</sup>, 王娟<sup>4</sup>, 曲海霞<sup>1</sup>, 董本春<sup>1</sup>, 李晓光<sup>1\*</sup>, 张静<sup>1</sup>, 岳杨<sup>1</sup>, 温开智<sup>1</sup>

(1. 通化市农业科学研究院, 吉林 梅河口 135007; 2. 哈尔滨商博士科技开发有限公司, 哈尔滨 150081; 3. 内蒙古自治区兴安盟农牧科学研究所北方寒地水稻育种创新重点实验室, 内蒙古 兴安盟 137400; 4. 柳河县山葡萄酒产业服务中心, 吉林 柳河 135300)

**摘要:**本研究旨在探究不同施肥方式与稻米品质间的关系, 不同氮肥用量和施肥时期对水稻的产量、品质和理化性质的影响。为优化水稻施肥策略提供理论依据。以水稻品种科优1号为试验材料, 设置5个处理: 常规施肥(CK)、减氮30%+穗氮前移+叶面硅肥(处理2)、减氮38.25%+穗氮前移+生物有机肥(处理3)、减氮30%+免穗肥(处理4)、减氮30%+穗氮前移+宽窄行(处理5), 分析不同处理对产量构成因子(株高、穗粒数、结实率、千粒重)及稻米加工、外观、食味品质的影响。结果表明, 处理2和处理5的产量显著高于CK, 分别达529.6 kg/667 m<sup>2</sup>和425.8 kg/667 m<sup>2</sup>, 其中处理5通过宽窄行栽培显著提升整精米率(81.4%)并降低垩白度(0.7%); 处理4食味值最高(84分), 蛋白质含量最低(6.1%), 可见减氮结合穗肥调控可优化稻米营养品质。综上, 减氮肥30%常规施肥量+免穗肥+叶面硅肥, 能够实现产量与品质的协同提升, 为水稻绿色高效栽培提供技术支撑。

**关键词:**水稻; 科优1号; 减施氮肥; 产量; 稻米品质

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2025)06-0079-05

## Effects of Different Fertilization Methods on Quality of Keyou 1 Rice

WANG Zhenping<sup>1</sup>, SHANG Wennan<sup>2</sup>, WEN Li<sup>3</sup>, XU Xingjian<sup>3</sup>, WANG Juan<sup>4</sup>, QU Haixia<sup>1</sup>, DONG Benchun<sup>1</sup>, LI Xiaoguang<sup>1\*</sup>, ZHANG Jing<sup>1</sup>, YUE Yang<sup>1</sup>, WEN Kaizhi<sup>1</sup>

(1. Tonghua Academy of Agricultural Sciences, Meihoukou 135007; 2. Harbin Business Doctor Technology Development Co., Ltd., Harbin 150081; 3. Northern Cold Region Rice Breeding Innovation Key Laboratory, Institute of Agriculture and Animal Husbandry Sciences of Xing'an League, Inner Mongolia Autonomous Region, Xing'an League 137400; 4. Liuhe County Mountain Grape Wine Industry Service Center, Liuhe 135300, China)

**Abstract:** This study aimed to investigate the relationship between different fertilization methods and rice quality, as well as the effects of nitrogen application rates and fertilization timing on rice yield, quality, and physicochemical properties, thereby providing a theoretical basis for optimizing fertilization strategies. Using the rice variety Keyou 1 as experimental material, five treatments were established: conventional fertilization(CK), 30% nitrogen reduction+shifting nitrogen application to the panicle initiation stage+foliar silicon fertilizer(T<sub>2</sub>), 38.25% nitrogen reduction+shifting nitrogen application to the panicle initiation stage+bio-organic fertilizer(T<sub>3</sub>), 30% nitrogen reduction+no panicle fertilizer(T<sub>4</sub>), and 30% nitrogen reduction+shifting nitrogen application to the panicle initiation stage+wide-narrow row planting(T<sub>5</sub>). The effects of these treatments on yield components(plant height, grains per panicle, seed-setting rate, 1 000-grain weight) and rice processing, appearance, and were analyzed. The results showed that T<sub>2</sub> and T<sub>5</sub> achieved significantly higher yields than CK, reaching 529.6 kg/667 m<sup>2</sup> and 425.8 kg/667 m<sup>2</sup>, respectively. T<sub>5</sub> significantly improved head rice rate(81.4%) and reduced chalkiness degree(0.7%) through wide-narrow row cultivation. T<sub>4</sub> exhibited the highest taste value(84 points) and lowest protein content(6.1%), indicating that nitrogen reduction combined with panicle fertilizer regulation could optimize rice nutritional quality.

收稿日期: 2024-11-20

基金项目: 内蒙古自治区北方寒地水稻育种创新重点实验室项目(2023KYPT0009)

作者简介: 王振萍(1978-), 女, 副研究员, 主要从事作物育种及植物保护研究。

通信作者: 李晓光, E-mail: Lxg43@sina.com

In conclusion, a 30% reduction in conventional nitrogen application combined with no panicle fertilizer and foliar silicon fertilizer achieved synergistic improvement in both yield and quality, providing technical support for green and efficient rice cultivation.

**Key words:** Rice; Keyou 1; Reducing nitrogen; Yield; Grain quality

水稻作为我国重要的粮食作物之一,其产量与品质的协同提升对保障粮食安全和满足消费者需求具有重要意义。目前我国水稻实现了多年连续增产的良好趋势<sup>[1]</sup>。增产的同时也消耗了大量氮肥,研究表明,过量施氮不仅降低氮肥利用效率,增加生产成本,还会加剧土壤酸化与水体富营养化风险。同时也造成氮肥利用效率降低和生产成本增加,随着消费升级,市场对优质食味稻米的需求显著增加,如何通过优化施肥策略实现“减氮增效”成为当前研究的焦点<sup>[2-6]</sup>。合理的氮肥管理是平衡水稻产量与品质的关键。传统施肥模式常因氮肥分配不均导致水稻后期贪青晚熟、倒伏及稻瘟病高发,进而影响稻米加工与食味品质。随着社会生活水平的提高,人们对稻米品质的要求越来越高,使得优质食味稻米需求量逐年增加<sup>[7-13]</sup>。因此,确定优质食味水稻合理的施氮量及施氮时期,对水稻产量和品质提高显得尤为重要。鉴于此,本研究以水稻“科优1号”为材料,探讨减氮30%结合穗氮前移、叶面硅肥及宽窄行栽培等综合措施对水稻产量形成及稻米品质的调控效应,旨在为水稻优质高产栽培提供理论依据与技术支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

以水稻科优1号为优质米试验材料,该品种

主茎14叶,生育期147 d,株高105~110 cm,穗长约15 cm,穗粒数70粒左右,千粒重26.5 g左右,感稻瘟病、恶苗病,易倒伏,抗冷性强。硅肥采用市售的液体硅,结合破口期和齐穗期稻瘟病的防治,叶面喷施。

### 1.2 田间试验设计

试验于2022年和2023年在通化市农业科学研究院植保所试验田进行,在2022年试验数据的基础上设计2023年的试验方案。试验田的土壤质地为沙壤土,采用大区对比试验设计,小区面积大于300 m<sup>2</sup>,试验共设5个处理,分别为处理1(CK):常规施肥,处理2:穗氮前移,处理3:有机替代,处理4:免施穗氮肥,处理5:高效群体,无重复。常规施肥方式:氮肥分为基肥、分蘖肥、调节肥和穗肥4次施用,具体施肥方法见表1。纯磷肥用量为3.5 kg/667 m<sup>2</sup>,作基肥一次性施入;纯钾肥用量为4.5 kg/667 m<sup>2</sup>,分基肥和穗肥两次施用,比例为1:1。尿素(N 46%)作为氮肥,过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)作为磷肥,氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%)作为钾肥。基肥在移栽前5 d施入,处理1穗肥施肥时间在抽穗前16~20 d,处理2、处理3、处理5穗肥施肥时间在抽穗前23~27 d,处理4不施穗肥,其他基肥、分蘖肥和调节肥施肥时间相同。

2023年试验材料于4月5日浸种,4月15日播种,保温早育苗,5月25日移栽,9月25日收获。处理1~处理4插秧规格为30 cm×20 cm,每穴2~3株。

表1 各处理氮肥施用情况

Table 1 Nitrogen fertilizer application in each treatment

处理 Treatment	施肥方式 Fertilization method	纯氮量/kg·667m <sup>-2</sup> Pure nitrogen content	分配比例 Distribution ratio
处理1(CK):常规施肥	常规施肥	10	基:蘖:调:穗=4:3:1:2
处理2:穗氮前移	减氮30%+穗氮前移+叶面硅肥	7	基:蘖:调:穗=4:3:1:2
处理3:有机替代	减氮38.25%+穗氮前移+叶面硅肥+生物有机肥	6.175(N)+25(有机肥基施)	基:蘖:调:穗=4:3:1:2
处理4:免施穗氮	减氮30%+免施穗氮肥+叶面硅肥	7	基:蘖:调=4:4:2
处理5:高效群体	减氮30%+穗氮前移+叶面硅肥+宽窄行	7	基:蘖:调:穗=4:3:1:2

处理5按60 cm和40 cm宽窄行移栽,穴距15 cm,每穴4~6株,小区之间用PVC隔板(厚2 mm,高35 cm,深入土层10 cm)隔开防止串水串肥。各小区单独排灌,保持浅水层,除草和病虫害防治等的田间

管理同常规栽培管理。

### 1.3 测定项目及方法

#### 1.3.1 产量及其构成因素测定

生育期间记录田间倒伏和稻瘟病发病情况,

成熟期每个处理按梅花点选取有代表性5点,每点选长势均匀且连续的20穴,测量株高、分蘖数。收获后进行室内考种,分别考察穗粒数、结实率、千粒重等。同时,实收2 m<sup>2</sup>进行测产,测产样品于避光通风处风干,留作品质分析。剩余水稻全区收获。

### 1.3.2 稻米品质测定

成熟后的种子风干,常温下贮藏2个月后按照国家优质稻谷标准(GB/T 17891-2017)测定各品质指标,包括糙米率、精米率、整精米率、垩白率、垩白度、长宽比等。

### 1.3.3 理化指标测定

利用大米食味计(STA1B)对食味值、水分含量、蛋白质含量和直链淀粉含量进行测定,每个样品测定3次,结果取平均值。

## 1.4 数据处理

采用Excel 2007软件和DPS 19.0软件进行数

据处理和统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥方式对科优1号水稻产量及其构成因素的影响

由表2可知,处理3株高最高,分别较处理1、处理4、处理5高2.9 cm、3.8 cm和5.7 cm,处理5株高最低,各处理间差异显著。处理5千粒重最重,与其他处理间差异显著;处理1(CK)千粒重最轻。处理3产量最高,分别较处理1(CK)、处理4、处理5高92.2、55.9、108.4 kg/667 m<sup>2</sup>。处理1穗粒数最多,穗粒数随氮肥减少而减少,处理5穗粒数最少,处理5是盘育苗,秧苗素质没有早育苗秧苗素质好,同时每穴插秧株数4~6株,随株数增加穗粒数反而减少,结实率随施肥量的减少而增加,千粒重随穗肥用量的增加而增加。

表2 不同处理对水稻产量及其构成因素的影响

Table 2 Effects of different treatments on yield components of rice

处理 Treatment	株高/cm Plant height	穗粒数/粒 Grains per spike	有效穗数/万穗·667 m <sup>-2</sup> Effective panicles	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	产量/kg·667m <sup>-2</sup> Yield
处理1(CK)	92.9c	67.7a	33.4d	97.7e	26.4c	442.0c
处理2	95.2b	66.7b	35.7b	99.4c	27.0b	529.6a
处理3	95.8a	66.9b	36.7a	98.8a	26.5c	534.2a
处理4	92.0d	61.8c	34.4c	99.1d	26.8b	478.3b
处理5	90.1e	56.1d	34.5c	99.6b	27.5a	425.8d

注:小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences ( $P<0.05$ ), the same below.

## 2.2 不同施肥处理对科优1号稻米品质的影响

### 2.2.1 不同施肥方式对稻米加工品质的影响

不同施肥处理对稻米加工品质的影响结果(表3)显示,不同处理间糙米率为78.9%~81.1%,处

理5糙米率最高;不同施肥处理整精米率为75.3%~81.4%;处理5精米率最高,为73.6%,处理2精米率最低,为70.7%;处理1~处理5,随着施肥方式的不同,垩白粒率和垩白度有下降趋势,其

表3 不同施肥方式对稻米加工品质的影响

Table 3 Processing appearance quality of rice under different fertilization methods

处理 Treatment	糙米率/% Brown rice rate	精米率/% Milled rice rate	整精米率/% Head rice rate	垩白粒率/% Chalky grain rate	垩白度/% Chalkiness	长/宽 Length/width
处理1(CK)	80.0b	71.7b	75.3e	11.7b	3.5c	1.6b
处理2	78.9c	70.7c	76.9c	13.7a	4.6a	1.6b
处理3	79.9b	72.1b	78.6b	12.3b	3.9b	1.6b
处理4	80.7ab	73.2ab	76.3d	9.0c	2.9d	1.6b
处理5	81.1a	73.6a	81.4a	2.8d	0.7e	1.7a

中处理5宽窄行种植垩白粒率最低,为2.8%,垩白度最低,为0.7%。穗氮肥前移宽窄行栽培方式(处理5)显著增加了稻米的整精米率,垩白粒率和垩白度最小。免穗氮肥方式(处理4)整精米率、垩白粒率和垩白度与其他各处理差异显著。与处理1相比,穗氮肥前移不同程度提高了稻米的加工品质和外观品质。处理5籽粒长宽比与其他各处理差异显著。

### 2.2.2 不同施肥方式对稻米营养品质的影响

由表4可知,不同处理食味值评分为82~84分,处理4食味值评分最高,为84分;处理4蛋白

质含量最低,为6.1%,比处理1低0.4%;各处理间直链淀粉含量为17.1%~17.5%。处理4食味值、蛋白质含量和直链淀粉含量与处理1(CK)间的差异均达显著水平。处理4与处理1相比,免施穗肥降低了稻米蛋白质含量,增加了直链淀粉的含量,穗氮肥前移对稻米品质的影响要高于处理1(常规施肥)。研究指出,增加氮肥施用量可以提高稻米蛋白质含量,稻米食味值与蛋白质含量和直链淀粉含量呈显著负相关关系<sup>[14-15]</sup>,因此减施氮肥和穗氮肥前移不仅增加了水稻产量,同时也提高了稻米品质。

表4 不同施肥方式对稻米营养品质的影响

Table 4 Effects of different fertilization methods on nutritional quality of rice

处理 Treatment	食味值 Taste value	蛋白质含量/% Protein	水分含量/% Moisture	直链淀粉含量/% Amylose
处理1(CK)	82b	6.5a	13.6c	17.2cd
处理2	83ab	6.4ab	14.0b	17.1d
处理3	83ab	6.3b	14.0b	17.5a
处理4	84a	6.1c	14.0b	17.4ab
处理5	82b	6.4ab	14.1a	17.3bc

## 3 讨论

本试验研究了减氮30%、穗氮肥前移和免施穗肥对稻米品质的影响,与常规施肥相比,减氮30%,同时增加分蘖肥和调节肥比例,蛋白质含量有所下降。赵晨等<sup>[16]</sup>研究表明,蛋白质含量随施氮量的增加呈现增长趋势,但籽粒直链淀粉含量变化不明显。叶面硅肥则增强了植株抗倒伏能力,从而协同提高了产量与品质,增强水稻光合性能,同时也促进水稻分蘖,提高水稻的灌浆能力<sup>[17-20]</sup>。水稻高产、优质除了与品种特性有关,受土壤、温度、光照等自然环境和遗传因素的影响,还与栽培条件密切相关,肥料的合理施用是水稻栽培中至关重要的环节<sup>[21-24]</sup>。此外,减氮处理降低了稻米蛋白质含量,而直链淀粉含量的适度增加进一步优化了食味特性,与赵晨等<sup>[16]</sup>的研究结果一致。与常规施肥相比,免施穗肥(处理4)虽降低了蛋白质含量,但食味值最高,表明后期氮素供应过量可能增加蛋白质合成而劣化食味品质。这一发现与金正勋等<sup>[25]</sup>关于氮肥与食味负相关的结论相吻合。然而,减氮过度(如处理5)可能导致穗粒数减少,提示需在减氮与保产间寻求平衡。

本研究通过集成穗氮肥前移、硅肥施用及栽培模式优化,实现了产量与品质的协同提升,但长期效应及区域适应性仍需进一步验证。未来可结合分子育种技术,解析品种特性与施肥措施的互作机制,以完善水稻绿色高效栽培体系。

## 4 结论

本试验结果显示,减氮30%+免穗肥+叶面硅肥,水稻的生长指标有所提升,产量、结实率、有效穗数、千粒重均高于常规施肥处理,同时有助于本研究结果稻米的加工品质、外观品质和食味品质的改善。在节约成本、实现优质兼具较高产量,提升水稻种植效益方面有着积极意义。

### 参考文献:

- [1] 顾啸,陆铭昌,金菊花,等.上海市松江区粳稻稻米品质主成分分析和聚类分析[J].上海农业学报,2019,35(2): 26-30.  
GU X, LU M C, JIN J H, et al. Principal component analysis and cluster analysis of japonica rice quality in Songjiang District, Shanghai[J]. Acta Agriculturae Shanghai, 2019, 35(2): 26-30. (in Chinese)
- [2] 姜平,许柠,马占倩,等.稻米理化、食味品质指标与米饭质构

- 品质相关性分析[J]. 中国食品学报, 2020, 22(6): 323-329.
- JIANG P, XU N, MA Z Q, et al. Correlation analysis between physicochemical and eating quality indices of rice and texture quality of cooked rice[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2020, 22(6): 323-329. (in Chinese)
- [ 3 ] 边嘉宾, 施利利, 张欣, 等. 稻米主要品质性状的相关及主成分分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(24): 8-12.
- BIAN J B, SHI L L, ZHANG X, et al. Correlation and principal component analysis of main quality traits of rice[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(24): 8-12. (in Chinese)
- [ 4 ] 张国良, 戴其根, 王建武, 等. 施硅量对粳稻品种武育梗3号产量和品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(3): 299-303.
- ZHANG G L, DAI Q G, WANG J W, et al. Effects of silicon application rate on yield and quality of japonica rice variety Wuyujing 3[J]. Chinese Journal of Rice Science, 2007, 21(3): 299-303. (in Chinese)
- [ 5 ] 付雪蛟, 吕小红, 付立东, 等. 优质食味水稻新品种盐梗219产量及品质对施氮量的响应[J]. 北方水稻, 2023, 53(3): 6-10.
- FU X J, LYU X H, FU L D, et al. Response of yield and quality of new high-quality taste rice variety Yanjing 219 to nitrogen application rate[J]. North Rice, 2023, 53(3): 6-10. (in Chinese)
- [ 6 ] 刘媛桦, 李小坤. 不同肥料施用与稻米品质关系的整合分析[J]. 中国水稻科学, 2023, 37(3): 276-284.
- LIU Y H, LI X K. Meta-analysis of the relationship between different fertilizer applications and rice quality[J]. Chinese Journal of Rice Science, 2023, 37(3): 276-284. (in Chinese)
- [ 7 ] 于新, 赵庆勇, 刘燕青, 等. 施氮量对半糯粳稻新品种(系)产量和品质的影响[J]. 西南农业学报, 2016, 29(7): 1633-1638.
- YU X, ZHAO Q Y, LIU Y Q, et al. Effects of nitrogen application rate on yield and quality of new semi-glutinous japonica rice varieties (lines)[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2016, 29(7): 1633-1638. (in Chinese)
- [ 8 ] 陈丽, 刘炜, 贺奇, 等. 水稻直播栽培对稻米品质的影响[J]. 东北农业科学, 2023, 48(2): 1-5, 113.
- CHEN L, LIU W, HE Q, et al. Effects of direct seeding cultivation on rice quality[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2023, 48(2): 1-5, 113. (in Chinese)
- [ 9 ] 陈书健, 陈京都, 许美刚, 等. 不同施肥方式对优质食味水稻产量及品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(17): 175-177.
- CHEN S J, CHEN J D, XU M G, et al. Effects of different fertilization methods on yield and quality of rice with good taste[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2020, 48(17): 175-177. (in Chinese)
- [ 10 ] 陈丁铭, 周瑛华, 孙辉, 等. 施肥方式对水稻产量品质和病虫害发生情况的影响[J]. 宁波大学学报(理工版), 2024, 37(4): 69-73.
- CHEN D M, ZHOU Y H, SUN H, et al. Effects of fertilization methods on rice yield, quality and pest occurrence[J]. Journal of Ningbo University (Natural Science & Engineering Edition), 2024, 37(4): 69-73. (in Chinese)
- [ 11 ] 赵灿, 刘光明, 戴其根, 等. 氮肥对水稻产量、品质和氮利用效率的影响研究进展[J]. 中国稻米, 2022, 28(1): 48-52.
- ZHAO C, LIU G M, DAI Q G, et al. Research progress on effects of nitrogen fertilizer on rice yield, quality and nitrogen use efficiency[J]. China Rice, 2022, 28(1): 48-52. (in Chinese)
- [ 12 ] 丁文凤, 林安宁. 氮肥对水稻产量及品质的影响[J]. 中国农业信息, 2015(9): 41-42.
- DING W F, LIN A N. Effects of nitrogen fertilizer on rice yield and quality[J]. China Agricultural Informatics, 2015(9): 41-42. (in Chinese)
- [ 13 ] 商全玉, 杨秀峰, 吕国依, 等. 不同施肥水平对水稻沈农9741品质的影响[J]. 中国稻米, 2014, 20(4): 60-61.
- SHANG Q Y, YANG X F, LYU G Y, et al. Effects of different fertilization levels on quality of rice Shennong 9741[J]. China Rice, 2014, 20(4): 60-61. (in Chinese)
- [ 14 ] 杨英, 赵士茹, 舒小伟, 等. 叶面喷硒对不同籼·粳水稻品种稻米品质及硒含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(22): 138-144.
- YANG Y, ZHAO S R, SHU X W, et al. Effects of foliar selenium application on rice quality and selenium content in different indica and japonica rice varieties[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2023, 51(22): 138-144. (in Chinese)
- [ 15 ] 汪帆, 胡大鹏, 郑玉涛, 等. 减氮增钾对水稻产量品质和土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(17): 86-90.
- WANG F, HU D P, ZHENG Y T, et al. Effects of nitrogen reduction and potassium increase on rice yield, quality and soil fertility[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2023, 51(17): 86-90. (in Chinese)
- [ 16 ] 赵晨. 施氮模式对不同水稻品种产量和品质及氮素利用的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2020.
- [ 17 ] 蒋鹏, 刘茂, 秦俭, 等. 施氮量对超级杂交稻产量和稻米品质的影响[J]. 中国稻米, 2017, 23(4): 102-106.
- JIANG P, LIU M, QIN J, et al. Effects of nitrogen application rate on yield and quality of super hybrid rice[J]. China Rice, 2017, 23(4): 102-106. (in Chinese)
- [ 18 ] 杨泽敏, 王维金, 蔡明历, 等. 氮肥施用期及施用量对稻米品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(5): 429-434.
- YANG Z M, WANG W J, CAI M L, et al. Effects of nitrogen application stage and rate on rice quality[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2002, 21(5): 429-434. (in Chinese)
- [ 19 ] 高辉, 马群, 李国业, 等. 氮肥水平对不同生育类型粳稻米蒸煮食味品质的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(21): 4543-4552.
- GAO H, MA Q, LI G Y, et al. Effects of nitrogen levels on cooking and eating quality of japonica rice with different growth types[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(21): 4543-4552. (in Chinese)
- [ 20 ] 陈守勇, 刘学良, 陈卫明. 穗肥施用时期对水稻产量和群体质量的影响[J]. 土壤肥料, 2001(5): 28-30.
- CHEN S Y, LIU X L, CHEN W M. Effects of panicle fertilizer application time on rice yield and population quality[J]. Soils and Fertilizers, 2001(5): 28-30. (in Chinese)
- [ 21 ] 董士琦, 葛佳琳, 韦还和, 等. 施氮量和密度对盐碱滩涂水稻产量和品质的影响[J]. 核农学报, 2022, 36(4): 820-828.

### 3 结 论

本研究基于畜禽粪肥还田过程中盐分含量特征进行了分析,根据盐分特点,明确其对土壤环境、盐碱土区域、地下水环境质量和植物的影响。为有效解决畜禽粪肥还田后盐分的累积性问题,消除潜在的危險,需从实际情况出发,加强畜禽粪肥中盐分的处理。以国内外畜禽粪污盐分含量相关研究为参考,建立完善的标准体系,坚持因地制宜原则,制定畜禽粪肥还田全盐量限值标准,在实现废弃物资源化利用的基础上,有效降低盐分带来的环境风险,为农业可持续发展提供技术支撑。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 宋建超,王棱,陶秀萍,等.基于重量法的畜禽粪肥全盐量测定方法[J].农业工程学报,2023,39(24):245-253.  
SONG J C, WANG L, TAO X P, et al. Determination method of total salt content of Livestock and Poultry Manure based on gravimetric method[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2023, 39(24): 245-253. (in Chinese)
- [ 2 ] 胡礼通,符科宗,刘冬,等.推行粪肥还田实现农牧循环-推行畜禽粪肥还田利用有效机制浅谈[J].中国畜牧业,2023(21):72-73.  
HU L T, FU K Z, L D, et al. Promoting the return of manure to the field to achieve the cycle of agriculture and animal husbandry: a brief discussion on the effective mechanism of utilizing livestock and poultry manure to the field[J]. China Animal Husbandry, 2023(21): 72-73. (in Chinese)
- [ 3 ] 刘玉琦. 畜禽养殖粪肥还田氮磷收支及土壤肥力影响研究[D].呼和浩特:内蒙古工业大学,2023.
- [ 4 ] 丁丹,黄晓依,顾静仪,等. 畜禽粪肥还田四环素类抗生素

(TCs)在土壤-蔬菜系统的分布特征及风险评估[J].环境科学,2023,44(8):4440-4447.

DING D, HUANG X Y, GU J Y, et al. Distribution characteristics and risk assessment of tetracycline antibiotics(TCs) returned from livestock and poultry manure in the soil-vegetable system [J]. Environmental Science, 2023, 44(8): 4440-4447. (in Chinese)

- [ 5 ] 夏铭阳,梁怡,刘敦一. 纳米镁肥降低土壤镁淋洗的机制探究[J].东北农业科学,2025,50(1):16-24.

XIA M Y, LIANG Y, LIU D Y. Investigation on the mechanism of nano magnesium fertilizer in reducing soil magnesium leaching[J]. Northeast Agricultural Science, 2025, 50(1): 16-24. (in Chinese)

- [ 6 ] 路杨,隋丽,周佳玲,等. 生猪养殖粪污与秸秆混合还田对吉林省土壤肥力与玉米产量的影响[J].东北农业科学,2022,47(4):48-51.

LU Y, SUI L, ZHOU J L, et al. Effects of mixed application of pig manure and straw on soil fertility and corn yield in Jilin Province[J]. Northeast Agricultural Science, 2022, 47(4): 48-51. (in Chinese)

- [ 7 ] 陈果,贺雪妮,权国满,等. 基于氮平衡和作物高产高效的畜禽粪肥农田承载力估算[J].农业工程学报,2025,41(20):193-202.

CHEN G, HE X N, QUAN G M, et al. Estimation of the carrying capacity of livestock manure farmland based on nitrogen balance and efficient crop yield[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2025, 41(20): 193-202. (in Chinese)

- [ 8 ] 李龙威,冯佳音,张嶸,等. 添加生物炭对鹿粪堆肥Cu、Zn的钝化效果研究[J].东北农业科学,2025,50(3):93-101.

LI L W, FENG J Y, ZHANG D, et al. Study on the passivation effect of biochar addition on Cu and Zn in deer manure compost [J]. Northeast Agricultural Science, 2025, 50(3): 93-101. (in Chinese)

(责任编辑:范杰英)

(上接第83页)

DONG S Q, GE J L, WEI H H, et al. Effects of nitrogen application rate and planting density on yield and quality of rice in saline-alkali tidal flats[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2022, 36(4): 820-828. (in Chinese)

- [ 22 ] 兰艳,黄翌,隋晓东,等. 施氮量对低谷蛋白水稻产量及品质的影响[J].华南农业大学学报,2019,40(4):8-15.

LAN Y, HUANG Z, SUI X D, et al. Effects of nitrogen application rate on yield and quality of low glutelin rice[J]. Journal of South China Agricultural University, 2019, 40(4): 8-15. (in Chinese)

- [ 23 ] 吴培,陈天晔,袁嘉琦,等. 施氮量和直播密度互作对水稻产量形成特征的影响[J].中国水稻科学,2019,33(3):269-281.

WU P, CHEN T Y, YUAN J Q, et al. Interactive effects of nitrogen rate and direct seeding density on yield formation characteristics of rice[J]. Chinese Journal of Rice Science, 2019, 33(3):

269-281. (in Chinese)

- [ 24 ] 严凯,吴正贵,蔡林运,等. 机插缓混一次施肥条件下不同用肥量对水稻产量和品质的影响[J].农业科技通讯,2022(11):62-64,69.

YAN K, WU Z G, CAI L Y, et al. Effects of different fertilizer amounts on rice yield and quality under mechanical transplanting with slow-release mixed fertilizer[J]. Agricultural Science & Technology Communication, 2022(11): 62-64, 69. (in Chinese)

- [ 25 ] 金正勋,秋太权,孙艳丽,等. 氮肥对稻米垩白及蒸煮食味品质特性的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(3):31-35.

JIN Z X, QIU T Q, SUN Y L, et al. Effects of nitrogen fertilizer on chalkiness and cooking/eating quality characteristics of rice [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2001, 7(3): 31-35. (in Chinese)

(责任编辑:范杰英)