

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2021.01.002

# 有机肥对水稻锦优8号农艺性状及产质量的影响

罗樊<sup>1</sup>, 刘尹<sup>2a</sup>, 李江林<sup>2b</sup>, 邓勤智<sup>3</sup>, 曾翔<sup>1</sup>, 王志民<sup>1</sup>, 蔡光泽<sup>1\*</sup>

(1.西昌学院农业科学学院, 四川西昌 615013; 2.四川农业大学 a.农学院;b.水稻研究所, 四川成都 611130; 3.四川中烟工业有限责任公司西昌卷烟厂, 四川西昌 615042)

**摘要:**为探究有机肥对水稻产质量的影响,以水稻品种锦优8号为试验材料,设置4个不同施肥处理,分别为T1:春果肥(有机肥)施160 kg/667 m<sup>2</sup>;T2:厌氧堆肥(有机肥)施200 kg/667 m<sup>2</sup>;T3:化肥施用量为(复合肥60 kg+尿素25 kg)/667 m<sup>2</sup>;T4:不施用任何肥料,作为对照。结果表明:(1)3种不同肥料的施用(T1、T2、T3)对锦优8号在田间农艺性状方面有着较大影响,但在碾米品质方面无较大影响;施用化学肥料(T3)在株高和分蘖上显著高于2种有机肥,但却在穗总粒数、结实率、穗长和千粒重上低于2种有机肥。(2)在产量上,施用肥春果肥(T1)和厌氧堆(T2)与化肥(T3)相比,虽然产量分别降低了3.95%和7.82%,但差异没有统计学意义。同时,由于有机肥对土壤和环境的友好性,因而使用春果肥和厌氧堆肥这2种有机肥,特别是产量更高的春果肥在水稻生产中代替化肥是可行的。

**关键词:**有机肥;农艺性状;产量;碾米品质;水稻;锦优8号

**中图分类号:**S511 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2021)01-0008-04

## Effects of Organic Fertilizer on Agronomic Characters, Yield and Quality of Rice Jinyou 8

LUO Fan<sup>1</sup>, LIU Yin<sup>2a</sup>, LI Jianglin<sup>2b</sup>, DENG Qinzi<sup>3</sup>, ZENG Xiang<sup>1</sup>, WANG Zhimin<sup>1</sup>, CAI Guangze<sup>1\*</sup>

(1.School of Agricultural science, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China;

2a.College of Agronomy; 2b. Rice Research Institute, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130, China;3.Xichang Cigarette Factory, China Tobacco Sichuan Industrial Co., Ltd., Xichang, Sichuan 615013, China)

**Abstract:** In order to explore the effect of organic fertilizer on the yield and quality of rice, Jinyou 8 was used as the experimental material, and four different fertilization treatments were set up, which were T1: spring fruit fertilizer (organic fertilizer) 160 kg / 667 m<sup>2</sup>; T2: anaerobic compost (organic fertilizer) 200 kg / 667 m<sup>2</sup>; T3: chemical fertilizer (compound fertilizer 60 kg + urea 25 kg) / 667 m<sup>2</sup>; T4: no fertilizer, as the control. The results showed that: (1) the application of three kinds of fertilizers (T1, T2, T3) had a great influence on the field agronomic traits of Jinyou 8, but had no great influence on the milling quality; the application of chemical fertilizer (T3) was significantly higher than the two kinds of organic fertilizer in plant height and tiller, but lower than the two kinds of organic fertilizer in total grain number per ear, seed setting rate, ear length and 1000 grain weight. (2) Compared with chemical fertilizer (T3), spring fruit fertilizer (T1) and anaerobic compost (T2) decreased yield by 3.95% and 7.82%, respectively, but the difference was not statistically significant. At the same time, because organic fertilizer is friendly to soil and environment, it is feasible to use spring fruit fertilizer and anaerobic compost, especially spring fruit fertilizer with higher yield, to replace chemical fertilizer in rice production.

**Keywords:** organic fertilizer; agronomic traits; yield; milling quality; rice; Jinyou 8

收稿日期:2020-08-04

基金项目:四川省应用基础研究项目(2018JY0260);西昌学院“两高”人才项目(50180061);四川省教育厅科研项目(18ZB0550)。

作者简介:罗樊(1989—),男,四川简阳人,助教,博士研究生,研究方向:作物遗传育种。\*通信作者:蔡光泽(1963—),男,四川巴中人,教授,博士,研究方向:作物育种和栽培学。

## 0 引言

水稻是世界上栽培面积和总产量仅次于小麦的第2大粮食作物。我国水稻的耕作面积仅次于印度,但稻谷总产量居世界之首<sup>[1]</sup>。水稻所结结实即稻谷,稻谷脱去颖壳后称糙米,糙米碾去米糠层即得到大米。水稻除了是世界上近一半人口的主食外,亦可酿酒、制糖、作工业原料等,稻壳和稻秆还可以作为牲畜饲料。所以,水稻产量和品质对人们的日常生活有着举足轻重的影响,而施肥又对水稻产量和品质起着至关重要的作用。

四川省凉山彝族自治州蕴藏着丰富的气候资源,具有雨量充沛、日照充足、光热资源丰富和昼夜温差大等特点,大春季节非常适宜水稻生长<sup>[2]</sup>。但现代农业依靠大量施用化肥来达到提高作物产量的目的,水稻生产也不例外。长期大量使用化肥给人类的生存环境带来了不可逆转的负面影响。化肥的营养元素种类单一或较少,但养分含量高,肥效猛而不长,改善土壤的作用不太大,甚至有破坏土壤性质的副作用。随着化肥的大量施用,已出现大面积土壤污染、水资源污染、食品重金属污染等严重问题,给水稻生产的持续稳定发展带来了严重威胁<sup>[3-7]</sup>。而有机肥不仅能为农作物提供全面营养,而且肥效长,可增加和更新土壤有机质,促进微生物繁殖,达到改善土壤的理化性质和生物活性的效果,是绿色食品生产的主要养分<sup>[8-10]</sup>。张娟等<sup>[11]</sup>对黑龙江盐碱地多年施用有机肥发现,长期施用有机肥使玉米产量显著增加,且随着施用年限的增加,玉米产量也逐年提高。杨忠良等<sup>[12]</sup>研究表明,有机肥部分代替化肥有利于水稻对氮素利用率和产量的提高。

本试验拟对同一水稻品种施以不同类型有机肥和化肥,在其他条件相同的情况下,以不施肥作为对照,详细考察不同施肥条件下供试水稻主要农艺性状、产量及碾米品质的差异,以期对水稻有机肥料类型的筛选和水稻生产的可持续发展提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试水稻品种锦优8号,由西昌学院水稻研究组提供。供试有机肥为春果肥和厌氧堆肥,由西昌市绿丰非化学农业技术研究所提供。春果肥(总养分 $N+P_2O_5+K_2O$ 质量分数 $\geq 10\%$ 、有机质质量分数 $\geq 45\%$ 、腐植酸质量分数 $\geq 10\%$ ,40 kg/袋);厌氧堆

肥(NPK质量分数 $\geq 10\%$ 、有机质质量分数 $\geq 25\%$ );化肥(复合肥 $N:P:K=15:15:15$ ,尿素N质量分数为46.4%)。

### 1.2 试验地点

试验地点为四川省西昌市佑君镇大树村2组李某家承包田。该田排灌方便,土壤肥力中度,移栽前为空闲田。

### 1.3 试验设计

试验共设4个处理,分别为T1:春果肥施160 kg/667 m<sup>2</sup>,于移栽后7 d施用;T2:厌氧堆肥(有施200 kg/667 m<sup>2</sup>,于移栽前一周使用);T3:化肥施用量为(复合肥60 kg+尿素25 kg)/667 m<sup>2</sup>,于移栽后7 d施用;T4:不施用任何肥料,作为对照。采用随机区组试验设计,3次重复,共12个小区。每个小区面积为25 m<sup>2</sup>,各小区之间间隔40 cm的田埂。参试水稻品种锦优8号于2019年3月15日播种,采用地膜秧盘育秧;2019年5月7日移栽,移栽时基本苗都为一苗;株行距分别为16.7和19.5 cm,四周设1 m保护行。田间管理按照当地习惯管理方法进行。

### 1.4 测定指标和方法

移栽后选取第2重复各小区采用定穴观察测定,孕穗期进行第一次测定其株高、分蘖,后间隔7 d测量一次。成熟后,每个小区采用随机取样法抽取3穴,于室内晾干后进行考种,测定其穗长、结实率、总粒数、有效分蘖数。每小区单收单打晒干后测定产量,其后,每一相同处理小区各取50 g混合,再随机取样,参照国家标准《GB/T17891—1999 优质稻谷》测定其千粒重、糙米率、精米率、整精米率和垩白粒率。

### 1.5 数据处理

试验数据采用Microsoft Excel 2010和IBM SPSS Statistics 25进行整理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同肥料处理对锦优8号生育期的影响

锦优8号于5月7日移栽,移栽成活后各施用肥料小区分蘖始期基本一致,但对照区开始分蘖较晚,于5月底才开始分蘖。其后各小区始穗期、齐穗期、成熟期基本一致,始穗期为7月20日,齐穗期为8月2日,成熟期为9月5日,全生育期174 d,生育期间均无病虫害发生。可见4种处理对锦优8号的生育期无明显影响。

### 2.2 不同肥料处理对锦优8号农艺性状的影响

从表1可知,不同肥料处理的锦优8号株高表现为T1处理最高,T4处理最低。T1处理较于T3

处理的水稻株高降低,且差异非常有统计学意义;T1、T2 和 T3 处理的水稻株高比 T4 的增加,且差异有统计学意义。有效分蘖方面,T3 处理的水稻有效分蘖最高,T4 处理的水稻有效分蘖最低,T1、T2 和 T3 处理的水稻有效分蘖均比 T4 处理显著性增加;在穗长上,T1 和 T2 处理的最长,T3 处理最短,除 T3 处理的水稻穗长比 T1 和 T2 处理显著性降低外,其余各处理间的水稻穗长差异无统计学意义。穗总粒数和穗实粒数方面,均表现为 T1 处理的最多,T3

处理最低,除 T1、T2 和 T4 比 T3 处理差异均显著增加,及 T1 处理较于 T2 处理差异显著增加外,其余各处理间差异无统计学意义。在结实率方面,T4 处理的最高,T3 处理的最低,T1、T2 处理和 T3 处理较于 T4 处理都呈现差异显著降低,T2 处理较于 T3 处理呈差异显著增加,其余各处理间差异无统计学意义。在千粒重方面,T1 处理的最重,T3 处理的最轻,除 T1 处理与 T3 处理相比呈显著性增加外,其余各处理间的千粒重差异无统计学意义。

表 1 不同施肥处理下水稻基本农艺性状差异

| 处理 | 株高/cm         | 有效分蘖/个      | 穗长/cm        | 穗总粒数/粒        | 穗实粒数/粒        | 结实率/%         | 千粒重/g        |
|----|---------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| T1 | 102.91±3.20bc | 6.45±1.88ac | 25.96±2.74a  | 107.19±42.78a | 95.13±43.98a  | 85.17±15.58bc | 34.73±0.85a  |
| T2 | 104.16±4.76ab | 6.85±2.03ab | 25.96±2.15a  | 95.91±25.10bc | 84.71±26.59bc | 87.38±10.33b  | 33.97±0.60ac |
| T3 | 107.87±5.14a  | 9.00±2.49a  | 25.01±2.61b  | 81.62±30.38d  | 69.58±32.51d  | 81.96±16.50c  | 33.43±0.64bc |
| T4 | 97.09±3.83d   | 5.45±1.72bc | 25.23±2.21ab | 99.92±25.81ab | 92.88±21.95ab | 93.01±5.23a   | 34.63±0.58ab |

注:同列数据后的不同小写字母表示差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

### 2.3 不同肥料处理对锦优 8 号产量的影响

从表 2 可知,T1、T2、T3 和 T4 处理的平均折合产量分别为 598.80、574.64、623.42 和 430.08 kg/667 m<sup>2</sup>。T1、T2 和 T3 处理与 T4 处理相比均呈显著增加,分别增产 39.23%、33.61% 和 44.95%。T1 和 T2 处理与 T3 处理相比分别减产 3.95% 和 7.82%,但均差异无统计学意义。所以 3 种肥料的施用都能提高锦优 8 号的产量,T3 处理提高最明显,但与 T1、T2 两种有机肥相比增产并不显著。

表 2 不同施肥处理下水稻产量差异

| 处理 | 小区平均产量<br>/(kg·25 m <sup>2</sup> ) | 折合产量<br>/(kg·667 m <sup>2</sup> ) | 增产量/<br>(kg·667 m <sup>2</sup> ) | 增产率/<br>% |
|----|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|
| T1 | 22.44±0.59ab                       | 598.80±15.81ab                    | 168.72                           | 39.23     |
| T2 | 21.54±0.81ac                       | 574.64±21.59ac                    | 144.56                           | 33.61     |
| T3 | 23.37±0.79a                        | 623.42±21.21a                     | 193.34                           | 44.95     |
| T4 | 16.12±1.41d                        | 430.08±37.50d                     | —                                | —         |

注:同列数据后的不同小写字母表示差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

### 2.4 不同肥料处理对锦优 8 号碾米品质的影响

从表 3 可知,4 种处理中糙米率中最高的是 T2 处理,为 81.73%,最低是对照(T4),为 79.67%,但 4 种处理间差异均无统计学意义。在精米率方面,最高的是 T1 处理,为 72.27%,最低的是 T2 处理,为 71.53%,4 种处理间差异也均无统计学意义。在整精米率方面,最高的是 T2 处理,为 63.87%,最低的是 T3 处理,为 57.27%,4 种处理的整精米率差异均无统计学意义。在垩白粒方面,最高的是 T4 处理,为 78.00%,最低的是 T3 处理,为 62.00%,4 种处理间垩白粒差异均无统计学意义。因此,3 种肥料的施用对锦优 8 号碾米品质差异无统计学意义。

表 3 不同施肥处理下水稻碾米品质差异 %

| 处理 | 糙米率         | 精米率         | 整精米率        | 垩白粒率         |
|----|-------------|-------------|-------------|--------------|
| T1 | 80.47±0.09a | 72.27±0.19a | 60.33±0.84a | 70.00±5.89a  |
| T2 | 81.73±2.50a | 71.53±0.66a | 63.87±4.60a | 65.33±6.80a  |
| T3 | 80.33±0.19a | 71.80±0.57a | 57.27±3.16a | 62.00±7.11a  |
| T4 | 79.67±0.34a | 72.07±0.25a | 62.13±1.84a | 78.00±15.75a |

注:同列数据后的不同小写字母表示差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

## 3 结论与讨论

综上所述,3 种不同肥料对锦优 8 号在田间农艺性状方面有着较大影响,在品质方面无较大影响。施用化学肥料虽相比施用 2 种有机肥的有效分蘖略微提高,但同样使结实率、总粒数与千粒重的指标降低,因而导致化学肥料处理的产量虽然相比 2 种有机肥有略微提高,但差异无统计学意义。另外,田伟等<sup>[13]</sup>的研究结果显示,长期施用化学肥料加速土壤酸化,加速 Ca、Mg 从耕作层淋溶,从而降低盐基饱和度和土壤肥力。此外,化学肥料使微生物活性及多样性降低,物质难以转化及降解。而薛峤等<sup>[10]</sup>的研究结果显示,有机肥的使用可以保持土壤的酸碱平衡,减缓土壤酸化的速度,提升土壤中的氮磷钾含量,增加土壤的肥力。也能增加土壤中的氧气的含量,为作物根系的发育提供了良好的环境。故就对土壤而言,施用有机肥比使用化学肥料好,而本试验对锦优 8 号使用春果肥和厌氧堆肥 2 种有机肥、化肥,其产量虽然略低于化学肥料,且差异没有统计学意义,因而本试验表明,在水稻生产过程中,用春果肥和厌氧堆肥这 2 种有机肥,特别是产量更高的春果肥在水稻生产中代替化学肥料是



可行的。本试验只对水稻品种锦优8号的农艺性状、产量及碾米品质做了探究,但不同处理对土壤

有机质含量、土壤结构和土壤微生物区系有何影响则有待于下一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] 赵凌,赵春芳,周丽慧,等.中国水稻生产现状与发展趋势[J].江苏农业科学,2015,43(10):105-107.
- [2] 朱圣钟.论历史时期凉山地区水稻的种植及其影响因素[J].三门峡职业技术学院学报,2008,7(3):76-80.
- [3] 沙海辉,邹盛联,叶志伟.化学肥料对中国农业发展的长处与短处[J].农业开发与装备,2017(3):102-103.
- [4] 王建强.长期使用化肥对土壤的影响及防治[J].化学工程与装备,2008(11):90-91.
- [5] 周江明.有机-无机肥配施对水稻产量、品质及氮素吸收的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(1):234-240.
- [6] 闫雷,李思莹,孟庆峰,等.秸秆还田与有机肥对黑土区土壤团聚性的影响[J].东北农业大学学报,2019,50(12):58-67.
- [7] 陈香碧,胡亚军,秦红灵,等.稻作系统有肥替代部分化肥的土壤氮循环特征及其增产机制[J].应用生态学报,2020(3):341-350.
- [8] 宁川川,王建武,蔡昆争.有机肥对土壤肥力和土壤环境质量的影响研究进展[J].生态环境学报,2016,25(1):175-181.
- [9] 张艳洁,耿文.有机肥的种类及作用特点[J].农技服务,2010,27(1):65+85.
- [10] 薛峤,宋亚星,张军平.施用有机肥对土壤肥力的影响[J].农民致富之友,2019(3):117.
- [11] 张娟,徐宁彤,孟庆峰,等.有机肥施用年限对土壤有机碳组分及其来源与玉米产量的影响[J].农业工程学报,2019,35(2):107-113.
- [12] 杨忠良,刘海英,董文军,等.有机肥等氮替代化肥对水稻产量及氮肥利用率的影响[J].黑龙江农业科学,2020(7):50-54+59.
- [13] 田伟,李刚,陈秋会,等.等氮条件下化学肥料与有机肥连续大量施用下的环境风险[J].生态与农村环境学报,2017,33(5):440-445.

(上接第7页)

建。处于该区间内的马铃薯主产区省份、自治区既具有生产规模优势,又具有生产效率优势,均高于全国平均水平,属于马铃薯种植的“双高省”。

### 3 结论与建议

本文利用1994—2018年中国22个省份数据,采用生产集中度指数和综合比较优势指数,研究了我国马铃薯各种植区域比较优势的时空变化,并利用ArcGIS软件进行了可视化分析。研究发现:第一,2014—2018年中国马铃薯4大主产区的生产集中度指数呈波动状态,综合比较优势从高到低依次是北方一作区、西南混作区、南方冬作区、中原二作区。第二,北方一作区和西南混作区是马铃薯种植“高规模-高效率”的双高地区,中原二作区和南方冬作区是马铃薯种植“低规模-高效率”的效率优势

区域。第三,省域马铃薯生产集中指数和综合比较优势指数存在时空差异,浙江、河北、广东的马铃薯AAI值持续上升,而黑龙江、辽宁、吉林、湖北、新疆、湖南、西藏、江西和安徽等省份的综合比较优势始终处于较低水平状态。

基于上述研究结论,可以得到以下3点启示。首先,为推进马铃薯产业在我国的良好发展,建议分区发展,适当取舍,结合科技水平、发挥地域优势,设立马铃薯生产特殊试验区。其次,浙江、河北、广东这3个马铃薯AAI值持续上升的省份,可以增加马铃薯生产投入。黑龙江、辽宁、吉林、湖北、新疆、湖南、西藏、江西和安徽这9个省份没有马铃薯生产优势,在进行投入时应当谨慎考虑。最后,加大马铃薯生产种植科学研发的支持力度,利用科技因素推动马铃薯的专业化和标准化生产。

#### 参考文献:

- [1] GILBERT E. World bank, China long term development issues and options[J]. Revue Tiers Monde, 1987,28(112):969.
- [2] 吕玲丽.中国与东盟农产品比较优势分析[J].中国农村经济,2004(9):20-25.
- [3] 汤碧.中国与金砖国家农产品贸易:比较优势与合作潜力[J].农业经济问题,2012,33(10):67-76.
- [4] 黄巧梅.从农产品的比较优势变化看我国农业贸易政策的调整[J].现代农业研究,2019(9):25-26.
- [5] 赵辉,乔光华,祁晓慧,等.内蒙古马铃薯生产的比较优势研究[J].干旱区资源与环境,2016,30(2):128-132.
- [6] 罗善军,何英彬,罗其友,等.中国马铃薯生产区域比较优势及其影响因素分析[J].中国农业资源与区划,2018,39(5):137-144.
- [7] 钟鑫,蒋和平,张忠明.我国马铃薯主产区比较优势及发展趋势研究[J].中国农业科技导报,2016,18(2):1-8.