

卢丽娟,徐曙,于洪喜,罗刚,陈开平,王亚萍. 穗期喷施叶面肥对水稻产量和品质的影响[J/OL]. 大麦与谷类科学, 2020,37(1): 46-50. https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2020.01.011.

## 穗期喷施叶面肥对水稻产量和品质的影响

卢丽娟<sup>1</sup>,徐 曙<sup>1</sup>,于洪喜<sup>2</sup>,罗 刚<sup>1</sup>,陈开平<sup>1</sup>,王亚萍<sup>1</sup>

(1. 江苏省农垦农业发展股份有限公司新洋分公司,江苏 盐城 224314;

2. 江苏省农垦农业科学研究院农业环境与农产品质量检测中心,江苏 淮安 223216)

**摘要:**通过在水稻穗期喷施不同种类的叶面肥来研究不同叶面肥对水稻产量和品质的影响,以期筛选出效果好、性价比高的叶面肥用于水稻生产。结果表明,磷酸二氢钾、含氨基酸水溶肥料、生化素植物多糖等7种叶面肥在水稻穗期喷施,可以通过提高结实率和千粒质量来增加产量,其中,含氨基酸水溶肥料处理增产 22.10 kg/667 m<sup>2</sup>,润垦磷酸二氢钾处理增产 19.91 kg/667 m<sup>2</sup>,生化素植物多糖处理增产 16.32 kg/667 m<sup>2</sup>;同时,穗期喷施叶面肥可以提高精米率和整精米率,提高稻米的加工品质,其中生化素植物多糖、高效腐植酸和微量元素水溶肥处理还可降低垩白粒率。从产量和效益方面综合考虑,水稻穗期喷施叶面肥增产增效最多的是润垦磷酸二氢钾,然后依次为含氨基酸水溶肥、禾丰磷酸二氢钾、14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料、高效腐植酸、生化素植物多糖、微量元素水溶肥。

**关键词:**水稻;穗期;水溶肥;KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>;生化素

**中图分类号:** S143;S511

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-6486-20200698

水稻是我国主要农作物,是全国人民的主要口粮之一。随着水稻品种的改良、生产技术的改进,水稻产量已实现年年高产稳产,满足了人们基本的生活需求,同时,人们对品质的要求也越来越高,而提高稻米品质将成为当前水稻生产的主要目的。稻米的产量和品质除受品种自身遗传因素控制外,环境因素、肥料施用等栽培措施均对其有较大的影响<sup>[1-7]</sup>。目前,叶面肥的相关研究表明,使用叶面肥可增强植株的抗逆能力,延长功能叶的寿命,促进蛋白质的形成,提高结实率,增加产量,改善品质,促进水稻高产高效<sup>[8]</sup>。

由于叶面肥具有快速、直接、高效的特点,且具有肥效好、操作简单、养分吸收快、针对性强等优势,叶面肥的使用越来越普遍。水稻中后期喷施叶面肥能强株健体,促进根部对养分的吸收<sup>[1]</sup>。但目前市场上叶面肥种类较多,效果不一<sup>[8-13]</sup>。为了解磷酸二氢钾、微量元素肥料、含氨基酸水溶肥等在水稻穗期的应用效果,本试验在水稻穗期喷施叶面肥对其产量和品质的影响进行研究,以为水稻种植探索出经济高效的叶面肥,进一步提高经济效益。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验概况

试验在江苏省农垦农业发展股份有限公司新洋分公司 4 大队 S23W(120.32398° E, 33.69736° N)进行。水稻品种为南粳 9108,2019 年 6 月 11 日移栽,30 cm 行距,密度 2.3 万穴/667 m<sup>2</sup>,基本苗 9.8 万株/667 m<sup>2</sup>,长势平衡。土壤为沙壤土,有机质含量 22.1 g/kg,有效磷含量 17.2 mg/kg,速效钾含量 113 mg/kg, pH 值 8.12。

#### 1.2 试验材料

供试叶面肥如下:

1) 禾丰磷酸二氢钾。有效成分(质量分数): KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>≥99%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>≥52%、K<sub>2</sub>O≥34%,粉剂,山东新禾丰作物营养有限公司生产。

2) 润垦磷酸二氢钾。有效成分(质量分数): KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>≥99%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>≥52%、K<sub>2</sub>O≥34%,粉剂,淮安大华生物科技有限公司生产。

3) 微量元素水溶肥。有效成分(质量浓度): Cu + Fe + Mn + Zn ≥ 100 g/L,水剂,哈尔滨彩特美细胞酶农业发展有限公司生产。

4) 高效腐植酸。有效成分(质量浓度): 高效腐植酸氮磷钾总量 ≥ 230 g/L,水剂,扬州春泉科技有限公司生产。

收稿日期: 2020-01-22

作者简介: 卢丽娟(1988—),女,农艺师,主要从事农作物栽培技术推广工作。E-mail: 897690147@qq.com。

5) 14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料。有效成分(质量分数):14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料总养分 $\geq 42\%$ ,粉剂,原产于日本,进口商为中国农业生产资料集团公司。

6) 含氨基酸水溶肥料。有效成分(质量浓度):游离氨基酸 $\geq 100$  g/L,微量元素 Cu + Mn + Zn + B + Mo $\geq 20$  g/L,其中 Cu $\geq 12$  g/L、Mn $\geq 1$  g/L、Zn $\geq 3$  g/L、B $\geq 1$  g/L、1 g/L  $\leq$  Mo  $\leq 5$  g/L,水剂,南京禾稼春生物科技有限公司生产。

7) 生化素植物多糖。有效成分(质量分数):植物多糖 $\geq 17.4\%$ 、植物激素 $\geq 2.17\%$ ,悬浮剂,江苏贵田生物科技有限公司生产。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,共8个处理,3次重复,每个处理小区面积30 m<sup>2</sup>。从水稻破口5%开始喷施第1遍,共喷施3遍,间隔期为7 d,具体的施药日期为8月17日、8月23日、8月30日。处理设计:处理1为禾丰磷酸二氢钾50 g/667 m<sup>2</sup>;处理2为润垦磷酸二氢钾50 g/667 m<sup>2</sup>;处理3为微量元素水溶肥40 mL/667 m<sup>2</sup>;处理4为高效腐植酸50 mL/667 m<sup>2</sup>;处理5为14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料60 g/667 m<sup>2</sup>;处理6为含氨基酸水溶肥料30 mL/667 m<sup>2</sup>;处理7为生化素植物多糖100 mL/667 m<sup>2</sup>;处理8为清水对照(CK)。施药时天气晴好,无风,避开扬花时间,采用电动喷雾器进行均匀喷雾,对水30 kg/667 m<sup>2</sup>。

### 1.4 试验调查

1.4.1 产量结构的调查方法。本试验在破口抽穗期进行,对成穗数和每穗总粒数没有影响。在收割前调查试验田的平均成穗数:取3个点,每个点量4 m数穴数和穗数,计算密度和成穗数。各个处理取2穴与每穴平均穗数相同的稻株,调查每穗总粒数和结实率。另外割方脱粒后测千粒质量和计算实际产量。

1.4.2 稻米品质测定。水稻收获脱粒后装入网袋晾晒,达安全水分后贮藏1个月,人工风选,进行加工品质和外观品质的测定,每个处理取稻谷500 g综合样备用,9个处理,3次重复,共计27个样品。

糙米和精米均采用上海嘉定粮油仪器有限公司JGMJ8098 稻谷·精米检测机进行加工,称取50 g稻谷,磨谷2次后称质量( $M_1$ ),计算糙米率:糙米率 =  $M_1/50 \times 100\%$ ;再进行精米加工过筛后得  $M_2$ ,计算精米率,具体公式:精米率 =  $M_2/50 \times 100\%$ 。

外观品质采用日本佐竹JMWT12 大米外观品质检测仪,选择GB/T 1354—2018《大米》粳稻检测模式,称取1勺样品约12 g,测定大米整精米率、碎米、垩白粒率、垩白度、不完善粒等外观品质指标。

### 1.5 数据处理和统计分析

以Excel 2010 进行数据处理及图表绘制,利用SPSS 17.0 进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 穗期喷施不同叶面肥对南粳9108 产量的影响

由表1可知,穗期喷施不同的叶面肥可以增加水稻产量,理论产量和实际产量表现趋势基本一致,其中处理2和处理6的理论产量与对照的差异达到显著水平( $P < 0.05$ )。理论产量增幅为7.72~22.10 kg/667 m<sup>2</sup>,其中,处理6增产22.10 kg/667 m<sup>2</sup>,处理2增产19.91 kg/667 m<sup>2</sup>,处理7增产16.32 kg/667 m<sup>2</sup>,处理5增产13.28 kg/667 m<sup>2</sup>,处理1增产12.20 kg/667 m<sup>2</sup>,处理4增产11.30 kg/667 m<sup>2</sup>,处理3增产7.72 kg/667 m<sup>2</sup>;对于实际产量,只有处理2与对照相比较差异显著( $P < 0.05$ ),增产达64.23 kg/667 m<sup>2</sup>。

由表1可知,穗期喷施叶面肥主要通过影响结实率和千粒质量而影响产量。在结实率方面,除了处理4的结实率比对照低0.26个百分点,其余处理的结实率都高于对照,提高0.61~1.55个百分点,其中处理1和处理2的结实率与对照的差异达到显著水平( $P < 0.05$ )。在千粒质量方面,除处理1和处理3的千粒质量分别比对照低0.05、0.03 g外,其余处理的千粒质量都高于对照,增加0.13~0.55 g,其中处理6增加0.55 g,处理4增加0.45 g,处理7增加0.30 g,处理2增加0.22 g,处理5增加0.13 g;处理6的千粒质量与对照的差异达到极显著水平( $P < 0.01$ ),处理4的千粒质量与对照的差异达显著水平( $P < 0.05$ )。

### 2.2 穗期喷施不同叶面肥对稻谷加工品质的影响

由表2可知,穗期喷施不同叶面肥对稻谷的加工品质有一定的影响,其中处理5和处理1的出糙率比对照略高,但与对照的差异不显著。各叶面肥处理的精米率都高于对照,提高0.17~2.60个百分点,其中处理3提高2.60个百分点,处理7提高2.26个百分点,与对照的差异达显著水平( $P < 0.05$ )。各叶面肥处理的整精米率都高于对照,提高0.11~6.23个百分点,其中处理3提高6.23个百分点,处理4提高

4.09 百分点,与对照的差异达极显著水平( $P < 0.01$ ),处理 5、处理 7 与对照的差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。各叶面肥处理的稻米垩白粒率和垩白度与对照相比均无显著差异。因此,穗期喷施各种叶面肥,

可以提高精米率和整精米率,但对垩白的影响表现不一致,其中生化素植物多糖、高效腐植酸和微量元素水溶肥降低了垩白粒率,而润垦磷酸二氢钾和禾丰磷酸二氢钾增加了稻谷的垩白粒率和垩白度。

表 1 不同叶面肥处理下水稻南粳 9108 的产量结构及产量情况

处理	成穗数 / (万个 /667 m <sup>2</sup> )	每穗总粒数 / 粒	每穗实粒数 / 粒	结实率 / %	千粒质量 / g	理论产量 / (kg/667 m <sup>2</sup> )	实际产量 / (kg/667 m <sup>2</sup> )
1	22.49	147.99	136.65 aA	92.34 aA	26.54 cC	815.73 abA	777.81 abA
2	22.49	147.99	136.55 aA	92.27 aA	26.81 abcABC	823.44 aA	791.23 aA
3	22.49	147.99	135.82 abA	91.77 abA	26.56 cBC	811.25 abA	729.58 abA
4	22.49	147.99	134.00 bA	90.55 bA	27.04 abAB	814.83 abA	775.09 abA
5	22.49	147.99	135.93 abA	91.85 abA	26.72 bcABC	816.81 abA	739.29 abA
6	22.49	147.99	135.26 abA	91.40 abA	27.14 aA	825.63 aA	764.73 abA
7	22.49	147.99	135.58 abA	91.61 abA	26.89 abcABC	819.85 abA	772.13 abA
8 (CK)	22.49	147.99	134.35 bA	90.79 bA	26.59 cBC	803.53 bA	727.00 bA

注:同列数据后不同小写字母、大写字母分别表示不同处理间在 0.05、0.01 水平上差异显著。表 2 同。

表 2 不同叶面肥处理下南粳 9108 的稻谷加工品质

处理	出糙率 /%	精米率 /%	整精米率 /%	垩白粒率 /%	垩白度
1	85.17 aA	71.71 abcA	55.17 dC	93.63 aA	32.77 aA
2	84.99 aA	70.66 cA	56.00 cdBC	94.80 aA	35.23 aA
3	84.73 aA	73.09 aA	61.29 aA	91.47 aA	31.83 aA
4	85.01 aA	70.87 bcA	59.15 abAB	89.73 aA	30.73 aA
5	85.67 aA	71.53 abcA	57.99 bcABC	93.10 aA	32.13 aA
6	85.06 aA	71.02 bcA	56.56 bcdBC	92.50 aA	30.93 aA
7	85.07 aA	72.75 abA	58.62 bABC	89.73 aA	29.93 aA
8 (CK)	85.07 aA	70.49 cA	55.06 dC	92.57 aA	30.50 aA

### 2.3 穗期喷施不同叶面肥的经济效益比较

由表 3 可知,在本试验中 7 种叶面肥均喷施了 3 遍,其中处理 7 的投入成本最高,为 30.00 元 /667 m<sup>2</sup>;处理 2 的投入成本最低,为 2.55 元 /667 m<sup>2</sup>。增产率处理 6 最高,为 2.75%;处理 2 排第二,为 2.48%;处理 7 排第三,为 2.03%。各处理效益都比

对照高,其中处理 2 最高,为 53.21 元 /667 m<sup>2</sup>;处理 6 排第二,为 43.89 元 /667 m<sup>2</sup>;处理 1 排第三,为 30.49 元 /667 m<sup>2</sup>。与对照比较,经济产投比最高的是处理 2,产投比为 20.87 : 1,其次为处理 1(8.27 : 1)。综合产量和效益分析,处理 2 排第一,处理 6 排第二,处理 1 排第三。

表 3 不同叶面肥处理南粳 9108 的效益指标

处理	投入成本 / (元 /667 m <sup>2</sup> )	产量比 CK 增 / (kg/667 m <sup>2</sup> )	比 CK 增 / %	收益比 CK 增 / (元 /667 m <sup>2</sup> )	与 CK 比较的 经济产投比
1	3.69	12.20	1.52	30.49	8.27 : 1
2	2.55	19.92	2.48	53.21	20.87 : 1
3	8.94	7.72	0.96	12.69	1.42 : 1
4	6.75	11.30	1.41	24.90	3.69 : 1
5	8.10	13.28	1.65	29.09	3.59 : 1
6	18.00	22.10	2.75	43.89	2.44 : 1
7	30.00	16.32	2.03	15.70	0.52 : 1
8 (CK)					

### 3 讨论与结论

#### 3.1 南粳 9108 产量

本试验表明,水稻南粳 9108 穗期喷施含氨基酸水溶肥料、磷酸二氢钾、微量元素水溶肥等 7 种叶面肥,可以通过提高结实率、增加千粒质量来增加产量,这与张国发等的研究结果<sup>[6-7]</sup>一致。其中含磷酸二氢钾处理的结实率提高最多,而含氨基酸水溶肥和高效腐植酸处理的千粒质量增加最多。增产最多的是含氨基酸水溶肥处理,增产 22.10 kg/667 m<sup>2</sup>,第二是大华磷酸二氢钾处理,增产 19.92 kg/667 m<sup>2</sup>,第三是生化素植物多糖处理,增产 16.32 kg/667 m<sup>2</sup>。

#### 3.2 稻米加工品质

本试验表明,水稻穗期喷施含氨基酸水溶肥料、磷酸二氢钾、微量元素水溶肥等 7 种叶面肥,对出糙率影响不大,但可以提高精米率和整精米率,其中微量元素水溶肥、生化素植物多糖提高效果最显著。叶面肥对垩白的影响不显著,其中生化素植物多糖、高效腐植酸和微量元素水溶肥降低垩白粒率,而磷酸二氢钾增加稻谷的垩白粒率和垩白度。

#### 3.3 叶面肥施用效益

从本试验的成本分析中可知,试验中的 7 种叶面肥穗期使用后都增加效益。润垦磷酸二氢钾的利润最高,为 53.21 元/667 m<sup>2</sup>,排名第一位;含氨基酸水溶肥的利润为 43.89 元/667 m<sup>2</sup>,排名第二;禾丰磷酸二氢钾的利润为 30.49 元/667 m<sup>2</sup>,排名第三位;然后依次为 14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料、高效腐植酸、生化素植物多糖、微量元素水溶肥。但本试验采用了生产厂商推荐使用的剂量统一在穗期喷施 3 遍,没有进行不同时间、不同用量和不同喷施遍数的试验,因此,对于各种叶面肥的最佳使用时间和用量还需进一步试验。

本次试验中使用的 7 种叶面肥,从产量和效益方面考虑,水稻穗期喷施叶面肥增产增效最多的是润垦磷酸二氢钾,然后依次为含氨基酸水溶肥、禾

丰磷酸二氢钾、14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料、高效腐植酸、生化素植物多糖、微量元素水溶肥。从品质方面考虑,水稻穗期喷施叶面肥品质提升效果最好的是微量元素水溶肥,然后依次为生化素植物多糖、高效腐植酸、含氨基酸水溶肥、14-16-12 硫酸钾型水溶性化成肥料、润垦磷酸二氢钾、禾丰磷酸二氢钾。

#### 参考文献:

- [1] 徐年龙,于洪喜,叶仁宏,等. 不同肥料种类及运筹对水稻产量和外观品质的影响[J]. 大麦与谷类科学,2018,35(6):35-39.
- [2] 李俊红,丁志强,张 洁,等. 叶面肥在生产中的应用效果研究[J]. 耕作与栽培,2008(6):40,53.
- [3] 王礼平,杨月华,李 强. 氨基酸、磷酸二氢钾在四川犍为县水稻上的应用[J]. 农村科技,2009(增刊):175.
- [4] 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.
- [5] 刘 博,韩 勇,解文孝,等. 灌浆结实期弱光对水稻产量、生理及品质的影响[J]. 中国稻米,2008(5):36-40.
- [6] 张国发. 结实期高温对稻米品质的影响及其机制研究[D]. 南京:南京农业大学,2005.
- [7] 桂云波,张 瑛,吴敬德. 肥料种类对优质稻产量、品质及稻米食用安全性的影响[J]. 安徽农业科学,2014,42(23):7860-7862.
- [8] 童传洪,王 艳,陈发忠,等. 水稻始穗期喷施叶面肥(药剂)混配组合的试验效果[J]. 中国稻米,2019,25(6):106-108.
- [9] 王少鹏,洪煜丞,黄福先,等. 叶面肥发展现状综述[J]. 安徽农业科学,2015(4):96-98.
- [10] 于 斌,沈家禾,蒋红刚,等. 含氨基酸水溶肥料在水稻上的施用效果研究[J]. 现代农业科技,2015(12):20-21.
- [11] 秦亚平,邓红平. 新型叶面肥在水稻上的使用效果研究[J]. 湖南农业科学,2009(9):66-67,71.
- [12] 李燕婷,李秀英,肖 艳,等. 叶面肥的营养机理及应用研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(1):162-172.
- [13] 钱新春. 含生物碱水稻与小麦专用叶面肥研制及应用[D]. 合肥:安徽农业大学,2016.

# Effects of Spray Applications of Foliar Fertilizers at Spiking Stage on Rice Yield and Quality

LU Li-juan<sup>1</sup>, XU Shu<sup>1</sup>, YU Hong-xi<sup>2</sup>, LUO Gang<sup>1</sup>, CHEN Kai-ping<sup>1</sup>, WANG Ya-ping<sup>1</sup>

(1. Xinyang Branch of Jiangsu Provincial Reclamation Agricultural Development Corporation, Sheyang 224314, China; 2. Agricultural Environment and Agricultural product Quality Testing Center, Jiangsu Provincial Reclamation Academy of Agricultural Sciences, Huai'an 223216, China )

**Abstract:** With the aim of selecting foliar fertilizers with a significant plant-growth-promoting effect and high cost-effectiveness for rice production, this study investigated the effects of different foliar fertilizers on the yield and quality of the rice cultivar Nanjing 9108. In a field trial, seven different foliar fertilizers were spray-applied at rice earing stage, including potassium dihydrogen phosphate, a water soluble fertilizer containing amino acids, and biotin plant polysaccharides. The results showed that the foliar fertilizers increased the yield by elevating the seed setting rate and 1 000 grain weight as compared with the control of water. Among them, the treatment with a water soluble fertilizer containing amino acids improved the yield by 22.10 kg/667 m<sup>2</sup>, the treatment with potassium dihydrogen phosphate produced by Runken increased the yield by 19.91 kg/667 m<sup>2</sup>, and the treatment with biotin plant polysaccharides enhanced the yield by 16.32 kg/667 m<sup>2</sup>. In addition, spray-applications of foliar fertilizers at earing stage improved the milled rice rate and the whole milled rice rate, as well as the processing quality of rice. Among the seven fertilizers, biotin plant polysaccharides, highly efficient humic acid, and a microelement water soluble fertilizer also reduced the chalkiness rate. Taking into account the overall effects of the seven fertilizers on rice yield and economic benefits, potassium dihydrogen phosphate from Runken was most effective in increasing rice yield and economic benefits; the rest of them were ranked as follows, in order of decreasing effectiveness: a water soluble fertilizer containing amino acids, potassium dihydrogen phosphate from Hefeng, potassium sulfate from 14-16-12, highly efficient humic acids, biotin plant polysaccharides, and a water soluble fertilizer containing trace elements.

**Key Words:** Rice; Rice earing stage; Water soluble fertilizer; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; Biotin plant polysaccharides

## 本刊加入 OSID 开放科学计划声明



开放科学计划

为进一步提升作者的文章价值和影响力,为广大作者和读者搭建便捷的学术交流平台,提升文章发表及阅读体验,加强科研诚信建设,《大麦与谷类科学》现已加入 OSID(Open Science Identity)开放科学计划,刊发的部分文章将添加专属的 OSID 码(二维码)。读者可以通过微信扫描该二维码,可收听论文作者的语音介绍,可看到与论文有关的彩图或实验视频,也可直接跟作者进行一对一的交流,甚至关注作者的研究动向等,相信该计划必将有助于实现科技学术交流的转型升级!

OSID 开放科学计划是由国家编辑学会出版融合编辑专业委员会、国家新闻出版署出版融合发展(武汉)重点实验室发起,面向学术期刊行业的一项开放科学公益计划。