

## 不同施肥方式对绥粳4号品质的影响

李于 (黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要** [目的]研究绥粳4号的最佳施肥方式。[方法]采用二次回归正交旋转组合设计,4个因子分别为基施氮肥比例( $X_1$ )、氮肥施入量( $X_2$ )、磷肥施入量( $X_3$ )、钾肥施入量( $X_4$ ),每个处理设置5个水平,研究不同施肥量、不同基施氮肥比例对黑龙江省第二积温带主栽水稻品种绥粳4号品质的影响。[结果]基施氮肥比例、氮、磷、钾对绥粳4号品质效应回归方程: $Y=64.28+0.26X_1+0.12X_2+0.14X_3+0.11X_4-0.005X_1^2-0.0007X_2^2-0.0009X_3^2-0.001X_4^2+0.0006X_1X_2+0.0002X_1X_4+0.0002X_2X_4-0.0001X_3X_4$ 。当食味评分达最高值83.1时,绥粳4号的基施氮肥比例、施氮量、施磷量、施钾量分别为35.7%、112.8 kg/hm<sup>2</sup>、70.8 kg/hm<sup>2</sup>、51.7 kg/hm<sup>2</sup>。[结论]该研究为水稻品种的合理施肥提供理论依据。

**关键词** 基施氮肥比例;施肥量;品质

**中图分类号** S511.2<sup>+</sup>2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)12-0028-03

The Effect of Different Fertilizing Methods on the Quality of *Suijiang japonica* 4

LI Yu (Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract** [Objective] To study the best fertilization model which should be fit for *Suijiang japonica* 4 of rice varieties. [Method] The test was made by quadratic regression orthogonal rotational combination, four factors in the experiment were  $X_1$  (basal nitrogen ratio),  $X_2$  (the amount of nitrogen),  $X_3$  (the intake of phosphate) and  $X_4$  (the intake of potash), five levels were set in each treatment. The anesthetic effect of different fertilizing amount and nitrogen application ratio on the quality of *Suijiang japonica* 4 which had been the main rice varieties on second temperate zone of Heilongjiang was studied. [Result] The regression equation of quality effect on *Suijiang japonica* 4 in the four treatments were as follow:  $Y=64.28+0.26X_1+0.12X_2+0.14X_3+0.11X_4-0.005X_1^2-0.0007X_2^2-0.0009X_3^2-0.001X_4^2+0.0006X_1X_2+0.0002X_1X_4+0.0002X_2X_4-0.0001X_3X_4$ . Basal nitrogen ratio, amount of nitrogen, phosphate and potash respectively were 35.7%, 112.8 kg/hm<sup>2</sup>, 70.8 kg/hm<sup>2</sup>, 51.7 kg/hm<sup>2</sup> when taste score was to reach peak value of 83.1. [Conclusion] The study provided theoretical basis for rational fertilization of rice varieties.

**Key words** Basal nitrogen ratio; Fertilizing amount; Quality

黑龙江省由于特殊的地理位置和气候环境,所生产出的稻米产量高、米质优良,深受消费者喜爱。同时黑龙江省每年生产的稻米大量供应南方各省市,为保障国家粮食安全提供重要支撑。绥粳4号为黑龙江省第二积温带主栽水稻品种,因其良好的生态适应性及优质、高产等优势,种植面积较大,但随着该品种种植面积的增大,加之农民主观地认为施肥越多产量越高的思想较重,每年因施肥不当造成绥粳4号产量降低、稻米品质下降的情况日益增多,严重制约该品种的进一步推广,降低农民经济收益。笔者从黑龙江省水稻生产的实际出发,以黑龙江省第二积温带主栽、具有代表性的水稻品种绥粳4号为试验材料,研究不同施肥量、不同基施氮肥比例对绥粳4号品质的影响,探究该水稻品种的最佳施肥方式,减少过量施肥或施肥不足对绥粳4号稻米品质的影响,降低农民种植成本,从而获得最高的经济效益和社会效益。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 供试材料为黑龙江省第二积温带主栽水稻品种绥粳4号。该品种生育期134 d,从出苗到成熟需活动积温2 540 ℃。

**1.2 试验方法** 试验于2015年开始,2016年进行补充试验。试验在黑龙江省佳木斯市佳南农场试验地进行。试验设置基施氮肥比例( $X_1$ )、氮肥施入量( $X_2$ )、磷肥施入量( $X_3$ )、钾肥施入量( $X_4$ )4个因子,每个因子设置5个水平,采

用4元2次回归旋转组合设计。根据4元2次回归正交旋转组合设计的原理,4因子5水平试验的处理为36个。每个小区面积为24 m<sup>2</sup>,各小区随机排列(表1)。

氮肥(尿素,含N为46%)分为基肥、蘖肥、穗肥、粒肥4个时期施入,磷肥(磷酸二铵,含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为46%,含N18%)作为底肥一次性施入,钾肥(硫酸钾,含K<sub>2</sub>O为33%)分为基肥和蘖肥按照6:4施入。

**1.3 田间管理** 秧田采用开闭式保温早育苗,小区面积24 m<sup>2</sup>,4月14日浸种,4月20日播种,播种量为250 g/m<sup>2</sup>,5月25日移栽,移栽密度27万穴/hm<sup>2</sup>。人工插秧,插秧规格为30.0 cm×13.3 cm,每穴3株苗。各小区单灌单放,避免肥水流失。除试验设计中有关肥水管理外,其他田间管理与大田一致。

**1.4 测定项目与方法** 水稻成熟后,对每个处理从田块四角的两条对角线上随机取3点,每点连续收割10穴,单穴单收,进行室内考种,其余小区,按小区单独收获晾晒,稻谷晾干后脱粒进行产量测定。品质性状包括糙米率、整精米率、垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量、胶稠度、食味评分等。糙米率、整精米率、垩白粒率、垩白度主要使用精米机、JMWT-12稻米外观品质检测仪等测定;直链淀粉含量、胶稠度、食味评分等理化特性使用AN-700食味分析仪测定。

**1.5 数据分析** 试验数据采用大型统计软件SPSS 19和DPS(3.01专业版)数据统计分析软件进行分析<sup>[1]</sup>,包括平均值、变异系数、相关系数等。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对绥粳4号品质及品质性状的影响** 由表2

**作者简介** 李于(1982—),女,黑龙江宾县人,助理研究员,硕士,从事水稻栽培育种研究。

**收稿日期** 2017-02-08

表 1 试验设计  
Table 1 Experiment design

处理 Treatments	基施氮肥比例( $X_1$ ) Basal nitrogen ratio//%	N( $X_2$ ) kg/hm <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( $X_3$ ) kg/hm <sup>2</sup>	K <sub>2</sub> O( $X_4$ ) kg/hm <sup>2</sup>
①	40	139.8	92	66.0
②	40	139.8	92	33.0
③	40	139.8	46	66.0
④	40	139.8	46	33.0
⑤	40	93.2	92	66.0
⑥	40	93.2	92	33.0
⑦	40	93.2	46	66.0
⑧	40	93.2	46	33.0
⑨	20	139.8	92	66.0
⑩	20	139.8	92	33.0
⑪	20	139.8	46	66.0
⑫	20	139.8	46	33.0
⑬	20	93.2	92	66.0
⑭	20	93.2	92	33.0
⑮	20	93.2	46	66.0
⑯	20	93.2	46	33.0
⑰	10	116.5	69	49.5
⑱	50	116.5	69	49.5
⑲	30	69.9	69	49.5
⑳	30	163.1	69	49.5
㉑	30	116.5	23	49.5
㉒	30	116.5	115	49.5
㉓	30	116.5	69	16.5
㉔	30	116.5	69	82.5
㉕	30	116.5	69	49.5
㉖	30	116.5	69	49.5
㉗	30	116.5	69	49.5
㉘	30	116.5	69	49.5
㉙	30	116.5	69	49.5
㉚	30	116.5	69	49.5
㉛	30	116.5	69	49.5
㉜	30	116.5	69	49.5
㉝	30	116.5	69	49.5
㉞	30	116.5	69	49.5
㉟	30	116.5	69	49.5
㊱	30	116.5	69	49.5
㊲	30	116.5	69	49.5
㊳	30	116.5	69	49.5
㊴	30	116.5	69	49.5
㊵	30	116.5	69	49.5
㊶	30	116.5	69	49.5

可知,不同处理绥粳 4 号品质性状变异系数较大的是垩白度和垩白粒率,分别为 23.9% 和 8.1%,变异系数较小的是出糙率、整精米率、直链淀粉含量和胶稠度,说明不同处理对绥粳 4 号外观品质影响较大,对碾米品质、蒸煮食味品质影响较小。

从处理⑰与⑱可以看出,后期施氮量增大,能降低绥粳 4 号的出糙率、整精米率、胶稠度、食味评分,提高垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量。从处理⑲与⑳可以看出,减少氮肥量有利于绥粳 4 号品质的提高;施氮量过大绥粳 4 号品质下降过大。因此,不同基施氮肥比例,施氮量对绥粳 4 号品质影响较大。

由表 3 可知,基施氮肥比例与胶稠度呈正相关,与出糙率、食味评分呈显著正相关,与整精米率呈极显著正相关,与垩白粒率、垩白度呈负相关,与直链淀粉含量呈显著负相关。施氮量与垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量呈正相关,与出糙率、整精米率、胶稠度、食味评分呈负相关;施磷量与出糙率、整精米率、胶稠度、食味评分呈正相关,与垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量呈负相关;施钾量与出糙率、整精米率、胶稠度、食味评分呈正相关。这说明前期施氮比例过大,有提高稻米碾米品质、蒸煮食味品质的作用;施氮量过大,稻米出糙率、整精米率、胶稠度降低,垩白粒率、垩白度增加,透明度下降,直链淀粉含量增加,导致蒸煮食味下降;适当地施用磷肥、钾肥均有利于提高稻米出糙率、整精米率和胶稠度,对稻米品质的提高有一定的促进作用<sup>[2-3]</sup>。

表 2 不同处理绥粳 4 号品质性状

Table 2 The quality traits of *Suijiang japonica* 4 in different treatments

处理 Treatments	出糙率 Roughness rate//%	整精米率 Head rice rate//%	垩白粒率 Chalky rice percentage//%	垩白度 Chalkiness degree//%	胶稠度 Gel consistency mm	直链淀粉含量 Amylose content %	食味评分 Taste grading score//分
①	82.4	72.4	2.4	0.3	77.4	18.4	81.9
②	81.6	72.3	2.5	0.4	77.3	18.6	81.6
③	81.4	72.2	2.3	0.3	77.8	18.7	81.7
④	81.2	72.4	2.4	0.4	77.6	18.6	81.3
⑤	82.3	72.5	2.6	0.2	78.4	18.2	81.7
⑥	81.8	72.4	2.4	0.3	78.1	18.4	81.8
⑦	80.1	72.3	2.5	0.3	78.5	18.3	82.0
⑧	79.6	72.5	2.4	0.3	78.3	18.4	81.6
⑨	79.5	71.5	2.1	0.3	77.4	18.5	80.7
⑩	79.4	70.8	2.3	0.3	77.3	18.7	80.5
⑪	79.2	71.4	2.4	0.3	77.6	18.8	80.8
⑫	79.3	71.7	2.5	0.2	77.1	18.6	80.4
⑬	80.7	71.8	2.4	0.3	77.2	18.2	81.5
⑭	81.1	71.9	2.5	0.3	76.9	18.6	81.4
⑮	81.0	71.5	2.4	0.4	77.9	19.0	81.2
⑯	81.3	71.6	2.3	0.3	77.3	18.8	81.3
⑰	78.5	70.6	2.8	0.5	76.6	19.5	78.9
⑱	82.6	73.1	2.2	0.2	75.8	18.2	82.7
⑲	79.6	72.3	2.4	0.2	77.5	17.9	81.6
⑳	78.2	71.2	3.2	0.4	75.4	18.6	80.9
㉑	80.6	72.9	2.6	0.3	75.8	19.0	80.4
㉒	82.5	73.0	2.2	0.3	77.8	18.2	81.0
㉓	82.0	70.2	2.4	0.3	78.2	18.6	81.3

接下表

续表 2

处理 Treatments	出糙率 Roughness rate//%	整精米率 Head rice rate//%	垩白粒率 Chalky rice percentage//%	垩白度 Chalkiness degree//%	胶稠度 Gel consistency mm	直链淀粉含量 Amylose content %	食味评分 Taste grading score//分
24	82.4	73.1	2.3	0.3	77.6	18.3	81.5
25	81.3	72.4	2.4	0.3	77.8	18.7	82.7
26	83.7	71.6	2.6	0.2	77.1	18.2	81.1
27	82.2	72.6	2.5	0.3	77.9	18.8	82.8
28	80.9	73.2	2.4	0.4	78.1	19.2	83.5
29	79.3	73.5	2.2	0.2	78.3	18.3	84.2
30	82.3	72.8	2.3	0.3	78.1	18.6	82.6
31	81.5	71.7	2.3	0.3	77.2	18.2	83.6
32	82.1	73.0	2.1	0.2	78.2	19.0	83.1
33	82.3	71.2	2.5	0.4	77.8	18.7	82.5
34	81.6	72.4	2.3	0.3	78.4	18.4	83.2
35	82.1	72.1	2.4	0.2	77.5	18.7	82.6
36	81.8	71.8	2.5	0.3	78.6	18.3	82.7
平均值 Average	81.1	72.1	2.4	0.3	77.6	18.6	81.8
标准差 Standard deviation	1.3	0.8	0.2	0.1	0.8	0.3	1.1
CV	1.6	1.1	8.1	23.9	1.0	1.8	1.3

表 3 不同处理品质性状与基施氮肥比例、施肥量的相关性

Table 3 The correlation between quality traits and basal nitrogen ratio, amount of fertilizing in different treatments

品质性状 Quality traits	基施氮肥比例 Basal nitrogen ratio	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
出糙率 Roughness rate	0.446 3*	-0.174 9	0.247 9	0.054 8
整精米率 Head rice rate	0.532 2**	-0.180 4	0.009 0	0.261 6
垩白粒率 Chalky rice percentage	-0.105 4	0.175 7	-0.140 6	-0.070 3
垩白度 Chalkiness degree	-0.240 6	0.240 6	-0.048 1	-0.048 1
胶稠度 Gel consistency	0.142 2	-0.335 0	0.087 2	0.050 5
直链淀粉含量 Amylose content	-0.443 0*	0.253 1	-0.337 5	-0.126 6
食味评分 Taste grading	0.429 6*	-0.160 3	0.064 1	0.064 1

注: \* 为 0.05 水平显著相关, \* \* 为 0.01 水平显著相关

Notes: \* stands for significant correlation at 0.05 level, \* \* stands for significant correlation at 0.01 level

## 2.2 不同处理因子对绥粳 4 号品质回归分析

### 2.2.1 基施氮肥比例、氮、磷对品质效应回归分析。基施氮肥比例、氮、磷对绥粳 4 号品质效应进行回归分析, 方程如下:

$$Y = 66.38 + 0.26X_1 + 0.13X_2 + 0.13X_3 - 0.005X_1^2 - 0.0007X_2^2 - 0.0009X_3^2 + 0.0006X_1X_2$$

当食味评分达到最高值 82.8 时, 绥粳 4 号的基施氮肥比例、施氮量、施磷量分别为 35.7%、112.5 kg/hm<sup>2</sup>、70.9 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.2.2 基施氮肥比例、氮、钾对品质效应回归分析。基施氮肥比例、氮、钾对绥粳 4 号品质效应进行回归分析, 方程如下:

$$Y = 69.00 + 0.26X_1 + 0.12X_2 + 0.10X_4 - 0.005X_1^2 - 0.0007X_2^2 - 0.001X_4^2 + 0.0006X_1X_2 + 0.0002X_1X_4 + 0.0002X_2X_4$$

当食味评分达到最高值 82.7 时, 绥粳 4 号的基施氮肥比例、施氮量、施钾量分别为 35.7%、112.8 kg/hm<sup>2</sup>、51.8 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.2.3 基施氮肥比例、磷、钾对品质效应回归分析。基施氮肥比例、磷、钾对绥粳 4 号品质效应进行回归分析, 方程如下:

$$Y = 68.77 + 0.33X_1 + 0.14X_3 + 0.12X_4 - 0.005X_1^2 - 0.0009X_3^2 - 0.001X_4^2 + 0.0002X_1X_4 - 0.0001X_3X_4$$

当食味评分达到最高值 82.8 时, 绥粳 4 号的基施氮肥比例、施磷量、施钾量分别为 36.0%、70.8 kg/hm<sup>2</sup>、

52.0 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.2.4 氮、磷、钾对品质效应回归分析。氮、磷、钾对绥粳 4 号品质效应进行回归分析, 方程如下:

$$Y = 67.40 + 0.14X_2 + 0.14X_3 + 0.11X_4 - 0.0007X_2^2 - 0.0009X_3^2 - 0.001X_4^2 + 0.0002X_2X_4 - 0.0001X_3X_4$$

当食味评分达到最高值 82.6 时, 绥粳 4 号的施氮量、施磷量、施钾量分别为 109.9、70.8、51.1 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.2.5 基施氮肥比例、氮、磷、钾对品质效应回归分析。基施氮肥比例、氮、磷、钾对绥粳 4 号品质效应进行回归分析, 其方程:

$$Y = 64.28 + 0.26X_1 + 0.12X_2 + 0.14X_3 + 0.11X_4 - 0.005X_1^2 - 0.0007X_2^2 - 0.0009X_3^2 - 0.001X_4^2 + 0.0006X_1X_2 + 0.0002X_1X_4 + 0.0002X_2X_4 - 0.0001X_3X_4$$

当食味评分达到最高值 83.1 时, 绥粳 4 号的基施氮肥比例、施氮量、施磷量、施钾量分别为 35.7%、112.8 kg/hm<sup>2</sup>、70.8 kg/hm<sup>2</sup>、51.7 kg/hm<sup>2</sup>。

## 3 结论与讨论

### 3.1 氮、磷、钾在水稻生产中的作用

氮、磷、钾合理施用对增加水稻产量、提高稻米品质具有显著作用。基施氮肥比例过大, 株高变高、穴穗数增多, 但因后期施氮量不足出现脱肥

(下转第 66 页)

种3-羟基吡啶的GC-MS分析方法。该方法分析时间短,目标物在5.23 min便可出峰,整个样品的分析时间为15

min,方法检测结果稳定性、重复性好,准确性和精确度高,适用于卷烟主流烟气中3-羟基吡啶的检测。

表2 精密度和回收率试验结果(n=6)

Table 2 Results of tests for precision and recovery

化合物 Compound	释放量 Release amount μg/支	加标量 Addition amount μg/支	测定总量 Total determination μg/支	回收率 Recovery %	RSD %
3-羟基吡啶 Pyridin-3-ol	31.2	15.0	45.8	97.3	2.4
		30.0	60.5	97.6	1.5
		60.1	90.1	98.1	2.9

表3 11种卷烟中3-羟基吡啶的测定结果

Table 3 Determination results of pyridin-3-ol in eleven cigarettes

样品编号 Sample No.	3-羟基吡啶 Pyridin-3-ol	样品编号 Sample No.	3-羟基吡啶 Pyridin-3-ol
3R4F	31.2	6 <sup>#</sup>	17.4
1 <sup>#</sup>	18.7	7 <sup>#</sup>	19.1
2 <sup>#</sup>	21.7	8 <sup>#</sup>	35.4
3 <sup>#</sup>	22.2	9 <sup>#</sup>	32.2
4 <sup>#</sup>	16.3	10 <sup>#</sup>	39.6
5 <sup>#</sup>	18.0		

## 参考文献

[1] 谢剑平. 烟草与烟气化学成分[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 753.

- [2] 郝力力, 李锐, 贺亮. 气相色谱-串联质谱法测定鱼肉中毒死砒及其代谢产物3,5,6-三氯-2-羟基吡啶的残留量[J]. 理化检验(化学分册), 2015, 51(9): 1247-1251.
- [3] 谢娟, 王颜红, 王世成, 等. GC-MS法测定蔬菜中3,5,6-三氯-2-羟基吡啶[J]. 食品科学, 2010, 31(24): 277-280.
- [4] 张越, 杜红霞, 吴渊, 等. LC-MS/MS在2-甲基-3-羟基吡啶合成中的应用[J]. 河北工业科技, 2009, 26(2): 69-71, 76.
- [5] 国家烟草专卖局, 中国烟草总公司郑州烟草研究所. 卷烟第1部分: 抽样: GB/T 5606.1-2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [6] BARR D B, NEEDHAM L L. Analytical methods for biological monitoring of exposure to pesticides: A review[J]. Journal of chromatography B, 2002, 778(1/2): 5-29.
- [7] 滕宝祺, 李欣昕, 冯芳. 衍生化技术在酚类化合物分析中的研究进展[J]. 北方药学, 2012, 9(5): 32-34.

(上接第30页)

现象, 穗粒数、千粒重、结实率降低, 产量下降, 但能提高稻米的碾米品质、蒸煮食味品质; 施氮量过高, 株高变高、穗长变长, 穴穗数、穗粒数降低, 产量下降, 并出现倒伏现象, 同时抗病力下降<sup>[4-6]</sup>。适当地施用磷肥可提高穴穗数、穗粒数、结实率, 促进产量增加; 适当地施用钾肥可提高绥粳4号穴穗数、结实率、千粒重, 促进绥粳4号产量增加; 适当地施用磷肥、钾肥均有利于提高稻米的出糙率、整精米率、胶稠度, 对稻米品质的提高有一定的促进作用<sup>[7]</sup>。基施氮肥比例、施氮量对实收产量、食味评分的影响均大于施磷量与施钾量, 说明与磷、钾相比氮是影响绥粳4号生产更为关键的因素。

**3.2 基施氮肥比例、氮、磷、钾的施入量与绥粳4号品质的关系** 基施氮肥比例过大, 有提高绥粳4号稻米碾米品质、蒸煮食味品质的作用, 后氮前移使稻米垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量降低; 施氮量过高, 稻米出糙率、整精米率、胶稠度降低, 垩白粒率、垩白度增加, 透明度下降, 直链淀粉含量提高, 稻米蒸煮食味下降<sup>[8-11]</sup>; 适当地施用磷肥、钾肥均有利于提高稻米的出糙率、整精米率和胶稠度, 对绥粳4号稻米品质的提高有一定的促进作用。

**3.3 基施氮肥比例、氮、磷、钾的施入量与绥粳4号品质的回归方程** 基施氮肥比例、氮、磷、钾对绥粳4号品质效应进行回归分析, 其方程:

$$Y = 64.28 + 0.26X_1 + 0.12X_2 + 0.14X_3 + 0.11X_4 - 0.005X_1^2 - 0.0007X_2^2 - 0.0009X_3^2 - 0.001X_4^2 + 0.0006X_1X_2 + 0.0002X_1X_4 + 0.0002X_2X_4 - 0.0001X_3X_4$$

当食味评分达到最高值83.1时, 绥粳4号的基施氮肥比例、施氮量、施磷量、施钾量分别为35.7%、112.8 kg/hm<sup>2</sup>、70.8 kg/hm<sup>2</sup>、51.7 kg/hm<sup>2</sup>。

**3.4 基施氮肥比例与氮、磷、钾的施入量间互作对绥粳4号品质的影响** 基施氮肥比例与氮、磷、钾的施入量间互作对绥粳4号品质影响由大到小依次为基施氮肥比例与氮、磷、钾互作, 基施氮肥比例与磷、钾互作, 基施氮肥比例与氮、磷互作, 基施氮肥比例与氮、钾互作, 氮、磷、钾互作。

## 参考文献

- [1] 邹德堂. 黑龙江省稻米品质性状的主成分分析[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(3): 17-21.
- [2] 赵锦洛, 张云江, 王继馨, 等. 日本北海道优质稻米最新栽培技术[J]. 黑龙江农业科学, 2002(3): 49-51.
- [3] 孙伟晶, 王伯伦, 陈从斌. 不同施氮水平对水稻产量及品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(20): 9411-9413.
- [4] 张晓萍, 王良, 颜素勤. 不同区域水稻精确施氮试验研究[J]. 上海农业科技, 2010(2): 50-51.
- [5] 付立东, 王宇, 隋鑫, 等. 氮素基肥与穗肥不同施入比例对超级稻生育及产量的影响[J]. 作物杂志, 2010(5): 34-38.
- [6] 王宇, 鲁奕双, 付立东, 等. N素基肥与穗肥不同比例对水稻群体指标的影响[J]. 北方水稻, 2008, 38(5): 23-27.
- [7] 梁国斌, 莫亿伟, 柳敏, 等. 施氮对水稻植株和颖果发育及稻米品质的影响[J]. 西北植物学报, 2008, 28(9): 1794-1802.
- [8] 黄尚宁, 黄俊, 刘甫清, 等. 水稻不同时期施肥比例与产量比较试验[J]. 广西农学报, 2010, 25(5): 7-9.
- [9] 朱晓彦. 水稻穗肥施用期对产量形成、氮素吸收及稻米品质的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2003.
- [10] 白成科, 段俊, 李桂双. 水稻各生育期追肥水平对稻米品质的影响[J]. 种子, 2003(5): 68-70.
- [11] 侯桂芬, 孙海燕, 潘丰, 等. 水稻配方施肥肥效试验[J]. 吉林农业, 2013(4): 65.