

氮磷钾硅肥对香稻桂香占产量及品质的影响

田 华,刘 博,段美洋,钟克友,黎国喜,唐湘如

(华南农业大学 农学院,广东 广州 510642)

摘要:为了确定香稻品种桂香占施肥方案,探讨不同施肥水平与各个影响产量、品质的因素之间的关系,采用了施用氮、磷、钾和硅对桂香占产量及品质影响。在 $\alpha = 0.5$ 显著水平剔除不显著项后,分析结果显示尿素、过磷酸钙、氯化钾、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 分别施用 26, 0, 48, 56 g/m² 时,产量达最大值 5 352.6 kg/hm²。单因素中对产量影响: $P > N$, 且 K, Si 无影响。互作因素影响中: K 与 Si 互作(产量与之正相关) $>$ P 与 K 互作(产量与之负相关) $>$ P 与 Si (产量与之负相关)。

关键词: 香稻;产量;品质;氮;磷;钾;硅

中图分类号: S511.062 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2009)02-0190-06

Effects of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Silicon on Yield and Quality of Guixiangzhan

TIAN Hua, LIU Bo, DUAN Mei-yang, ZHONG Ke-you, LI Guo-xi, TANG Xiang-ru

(College of Agronomy, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In order to account for project of fertilization Guixiangzhan, and probe into relationship of different levels of fertilizer application and effect of various factors of production and quality. This thesis studied on the effects of the usage of massive elements which included nitrogen, phosphorus, Potassium and silicon on yield and quality of Guixiangzhan. After delete the unapparent factors under $\alpha = 0.5$ level, the analytic results showed that when the usages of Urea, Super phosphate, Potassium chloride and Sodium silicate were 26, 0, 48, 56 g/m², the maximum yield was 5 352.6 kg/ha. The influences to the yield in single factors are $P > N$, and K, Si have little influence under $\alpha = 0.5$ level; The influences to the yield in compound factors are: the product of K and Si has a positive effect on yield $>$ the product of P and K has a negative effect on yield $>$ the product of P and Si has a negative effect on yield. Besides, the relativities of each factor are calculated.

Key words: Aromatic rice; Yield; Quality; Nitrogen; Phosphorus; Potassium; Silicon

水稻是人类重要的粮食作物之一,水稻生产是一个每年产值 9 000 万美元的产业^[1]。在世界上,水稻是仅次于小麦的第二大粮食作物。稻米是亚洲各国人民的主食^[2]。在日益满足温饱的今天,人们不再只重视吃的饱,而是更讲究吃的好。香稻在品质、口味、价值等方面明显优于普通水稻,因此更能满足消费者的需求,对提高农业经济效益和人民生活水平有重要意义。目前已知,低温可以促进香味形成^[3,4],某些氨基酸含量与饭味有密切关系^[5]。增加锌肥有利于香稻增产,增加香味浓度^[6]。有试

验结果表明,施肥对水稻产量的效应表现为:氮肥 $>$ 磷肥 $>$ 硅肥 $>$ 钾肥。多种肥料配合使用要比单一使用氮肥和两种肥料配合使用更提高产量,改善稻米品质^[7-11]。当前国内对提高香稻产量、品质相关栽培措施的研究报道并不多见。基于此种状况,本试验初步研究了施肥量对香稻(桂香占)产量及品质影响。旨在通过 N、P、K、Si 不同施用水平组合对桂香占的分蘖、有效穗、结实率、千粒重等影响得出一个能提高香稻产量、品质的最佳施肥方案,以应用于生产实践。与此同时,探讨不同施肥水平与各个影

收稿日期:2008-12-20

基金项目:国家自然科学基金项目(30671221);高等学校博士学科点专项科研基金(4100-C08023);广东省自然科学基金项目(8151064201000017);广东省农业攻关重点专项(2006A20303001)

作者简介:田华(1977-),女,内蒙古临河人,讲师,博士后,主要从事作物营养生理研究。

通讯作者:唐湘如(1964-),男,湖南宁乡人,教授,博士,博士生导师,主要从事作物栽培和生理研究。

响产量、品质的因素之间的关系。肥料对生产的作用机理不外乎两条,一是被植物作为原料直接合成结构物质形成产量,如:氮。另外一条是促进结构物质的沉淀,为其他养分的吸收和利用所需^[12]。

1 材料和方法

1.1 供试材料及地点

本试验供试品种为:桂香占;肥料为:尿素、过磷酸钙、氯化钾、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$;试验在华南农业大学农学试验场进行。

1.2 试验设计和方法

试验设 4 个因素:尿素(X_1)、过磷酸钙(X_2)、氯化钾(X_3)、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (X_4)用量。采用四元二次回归正交旋转组合设计,共 20 个处理,36 试验小区(每小区面积 8 m^2)。仅施基肥,一次性施,每个小区按不同的施肥水平施肥。每因素 5 个水平,标记为:-2, -1, 0, 1, 2 代表不同施用量, X_1, X_2, X_3, X_4 因素梯度不同而各异,分别为:13, 32, 12, 14 g/m^2 ,且都

以 $0 \text{ g}/\text{m}^2$ 作为 -2 水平开始递增。

1.3 测定项目与统计方法

1.3.1 产量性状测定 收获时,按小区收割测产量,每小区测定 20 莩的有效穗,另取 5 莩有效穗,测定每穗总粒数、结实率和千粒重。

1.3.2 品质性状测定 加工品质:糙米率(采用小型胶辊机械砻谷机),糙米率 = 糙米重/谷重 $\times 100\%$ 。整精米率(直径 1.8 mm 圆孔筛,用浙江台州市检验碾米机 JNM3 型测定):整精米率 = 整精米重/谷重 $\times 100\%$ 。外观品质:垩白粒率在日光灯装置下采用人工计数法,在待测品种中,随机取 100 粒,计算其中有垩白的米粒数量。垩白粒率 = 垩白米粒数/随机抽取试样总粒 $\times 100\%$ 。

本试验凡涉及数量统计均使用 DPS v6.55 版。参照《试验统计学》^[13]。

2 结果与分析

具体不同施肥处理小区产量和品质结果如表 1。

表 1 不同施肥处理产量和品质结果

Tab. 1 Result on different fertilizer on the grain yield and quality of Guixiangzhan

序号 No.	有效穗/穗 Effective panicle	每穗总粒数/粒 Grains per panicle	结实率/ % Burliness rate	千粒重/ g 1 000-grain weight	产量 / (kg/hm^2) Grain yield	垩白粒率/ % Chalky rice rate	整精米率/ % Whole grain rice rate	糙米率/ % Brown rice
1	6.60	107.94	80.80	23.97	3 500.25	13.00	77.80	81.81
2	4.10	104.21	81.96	24.25	3 687.75	10.00	77.18	82.07
3	5.60	103.75	75.74	23.47	3 637.65	6.66	79.27	82.06
4	6.00	109.56	80.29	24.20	4 337.70	10.00	79.41	82.46
5	5.50	123.80	83.04	24.32	4 406.40	16.66	77.24	81.35
6	5.75	87.05	73.26	23.86	3 375.15	20.00	77.56	82.38
7	4.75	80.37	78.51	24.04	3 500.25	13.00	75.12	81.78
8	6.65	111.56	81.51	23.54	3 700.20	10.00	77.53	82.56
9	5.85	147.23	88.11	24.60	3 625.20	10.00	76.11	80.07
10	6.50	126.07	87.22	24.27	3 262.65	10.00	76.72	81.18
11	6.30	117.44	78.71	23.86	3 625.20	23.33	71.27	80.58
12	5.55	113.00	84.17	24.50	4 137.75	10.00	75.57	81.13
13	5.45	118.88	87.14	24.47	4 006.50	3.33	77.50	81.02
14	4.20	125.54	84.90	24.69	3 812.70	10.00	76.05	80.74
15	6.65	125.61	80.84	24.45	3 519.00	13.33	72.76	80.85
16	5.30	122.23	78.84	23.94	3 762.75	16.66	72.92	80.89
17	6.30	120.54	79.12	23.41	3 687.75	10.00	77.35	81.94
18	5.30	122.47	84.24	24.95	3 137.70	10.00	75.48	80.86
19	5.55	128.94	82.39	23.83	3 250.20	23.33	70.29	81.49
20	7.45	107.59	84.52	25.12	3 250.20	6.66	75.66	81.09
21	6.05	118.62	80.98	24.35	3 500.25	10.00	76.63	81.13
22	6.15	107.06	77.12	24.11	3 656.40	13.33	73.17	80.90
23	6.30	132.23	82.64	23.68	3 331.35	3.33	77.74	80.98
24	6.80	121.05	80.32	24.99	3 875.25	20.00	79.04	80.85
25	4.20	135.33	83.36	24.13	4 131.45	10.00	78.99	81.56
26	5.95	129.20	87.04	24.35	3 875.25	20.00	76.65	81.50
27	5.35	99.75	78.75	24.08	3 750.15	16.66	77.16	81.05
28	7.30	134.18	81.58	24.70	3 687.75	10.00	76.34	81.38

续表 1

序号 No.	有效穗/穗 Effective panicle	每穗总粒数/粒 Grains per panicle	结实率/% Burliness rate	千粒重/g 1 000-grain weight	产量 /(kg/hm ²) Grain yield	垩白粒率/% Chalky rice rate	整精米率/% Whole grain rice rate	糙米率/% Brown rice
29	5.90	122.13	82.22	23.92	3 937.65	6.66	75.05	80.44
30	5.95	126.31	87.32	24.38	4 125.15	10.00	76.34	80.96
31	7.50	119.83	81.88	23.98	3 375.15	26.66	74.53	81.41
32	7.15	129.14	74.92	23.51	4 075.20	13.33	76.69	81.33
33	6.85	97.74	75.41	24.55	3 937.65	13.33	77.86	81.53
34	6.45	121.94	81.76	24.65	4 000.20	16.66	78.28	80.83
35	6.90	115.06	83.82	24.43	3 425.10	13.33	75.84	81.24
36	6.65	115.12	86.78	23.70	4 206.45	13.33	77.25	81.62

2.1 不同施肥水平对桂香占的产量及相关因素的影响

2.1.1 分蘖 以下是 =0.5 显著水平剔除不显著项后,简化后的回归方程:

$$Y = 12.220\ 00 + 0.429\ 17X_1 - 0.295\ 83X_3 - 0.545\ 83X_4 - 0.514\ 37X_1^2 - 0.301\ 87X_3^2 - 0.468\ 75X_2X_3$$

最高值的各个因素组合:尿素为 26 g/m²、过磷酸钙为 128 g/m²、氯化钾为 0 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 0 g/m²,最大值 14.57 株(图 1)。

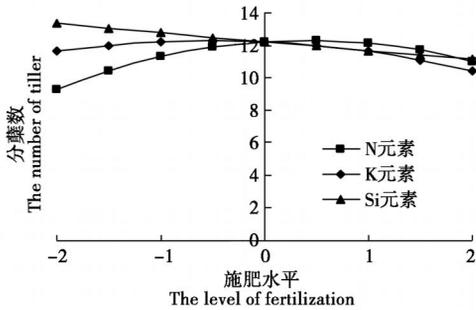


图 1 N、K、Si 不同施肥对分蘖的影响
Fig. 1 Effect of different fertilizer on the tiller of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时:N、K 与之呈二次函数关系;Si 与之呈反比函数关系;P 在 =0.5 显著水平下对分蘖无影响。

2.1.2 单株有效穗 以下是 =0.5 显著水平剔除不显著项后,简化后的回归方程:

$$Y = 6.104\ 17 + 0.345\ 83X_1 - 0.147\ 92X_1^2 + 0.127\ 08X_2^2 - 0.200\ 00X_2X_3$$

最高值的各个因素组合:尿素、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 48 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 0 g/m²,有效穗为 7.61 穗(图 2)。

单因子效应分析(其他因子为零水平)时:只有 N、P 不同水平影响有效穗:这表明一定范围内,N、P 与有效穗呈二次函数关系。P、K 互作也有影响。这可能与 N 易促进分蘖有关。

2.1.3 每穗总粒数 以下是 =0.5 显著水平剔除不显著项后,简化后的回归方程:

$$Y = 120.477\ 50 - 6.829\ 17X_1 - 2.875\ 62X_3^2 + 5.260\ 00X_3X_4$$

最高值的各个因素组合:尿素为 0 g/m²、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 0 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 0 g/m²,最大值 143.67 粒(图 3)。

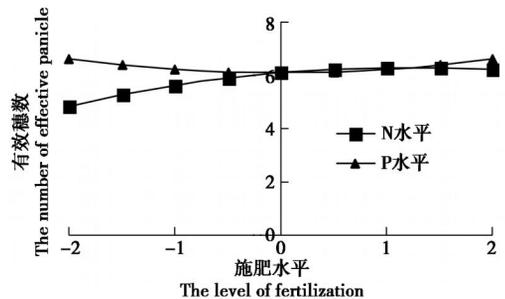


图 2 N、P 不同施肥水平对有效穗影响
Fig. 2 Effect of different fertilizer on the effective panicle of Guixiangzhan

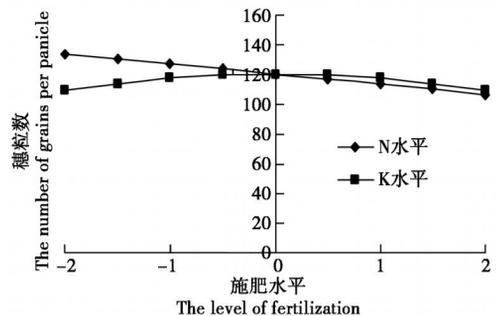


图 3 N、K 不同施肥水平对每穗总粒数影响
Fig. 3 Effect of different fertilizer on the grains per panicle of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时:这表明一定范围内,单因子效应分析(其他因子为零水平)时,N 与总粒数呈负相关(反比函数),N 水平越高对应总粒数越少。这可能因为过量 N 有利营养生长而抑制了生殖生长。K 与之呈抛物线(二次函数)关系。此外,K、Si 互作也对每穗总粒数影响。

2.1.4 结实率 以下是 =0.5 显著水平剔除不显著项后,简化后的回归方程:

$$Y = 0.820\ 70 - 0.010\ 24X_1 + 0.005\ 51X_2 + 0.008\ 38X_3 - 0.007\ 30X_3^2 - 0.0136\ 2X_1X_3 - 0.0131\ 31X_2X_4 + 0.014\ 23X_3X_4$$

最高值的各个因素组合: 尿素为 0 g/m²、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 48 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 56 g/m², 最大值 98 % (图 4)。

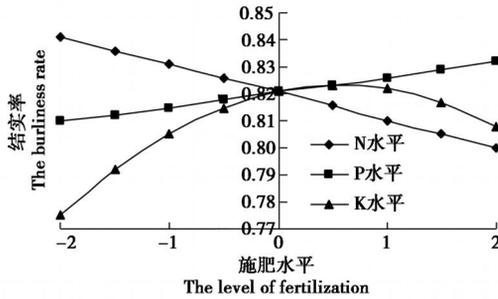


图 4 N、P、K 不同施肥水平对结实率影响
Fig. 4 Effect of different fertilizer on the burliness rate of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时: 这表明单因素中: N 与结实率呈负相关(反比函数), P 与之呈正相关(正比函数), K 与之呈二次函数抛物线关系, Si 影响小可以忽略。

2.1.5 千粒重 以下是 = 0.5 显著水平剔除不显著项后, 简化后的回归方程:

$$Y = 24.19833 + 0.09958X_2 + 0.08125X_3 + 0.10625X_4 - 0.16062X_2X_4$$

最高值的各个因素组合: 尿素为 0 g/m²、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 48 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 56 g/m², 最大值 25.02 g (图 5)。

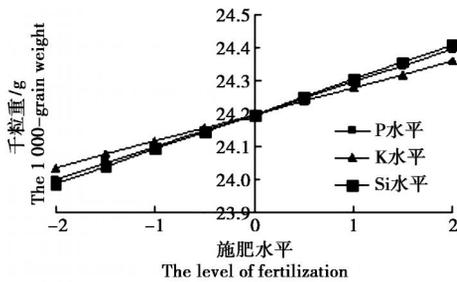


图 5 P、K、Si 不同施肥水平对千粒重影响
Fig. 5 Effect of different fertilizer on the 1000-grain weight of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时: 这表明 Si、P、K 与千粒重呈正相关, 且三者影响依次减弱。N 对千粒影响在 = 0.5 显著水平下可以忽略。P、Si 互作对千粒重影响较大。

2.1.6 产量 以下是 = 0.50 显著水平剔除不显著项后, 简化后的回归方程:

$$Y = 4032.36855 - 71.84205X_1^2 - 114.09435X_2^2 - 180.79035X_2X_3 - 118.22475X_2X_4 + 198.66615X_3X_4$$

最高值的各个因素组合: 尿素为 26 g/m²、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 48 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为

56 g/m², 产量达最大值 5352.6 kg/hm² (图 6)。

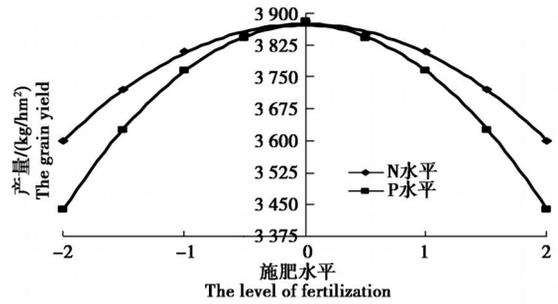


图 6 N、P 不同施肥水平对产量影响
Fig. 6 Effect of different fertilizer on the grain yield of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时: 这表明研究单因素时只有 N、P 对产量有影响, 且 N、P 零水平最优; 研究表明: 施氮能提高稻株光合作用, 呼吸作用, 植株含氮量, 但施氮对稻株光合作用提高作用未达到显著差异水平^[14]。此外 X₂X₃、X₃X₄ 互作对产量亦有很大影响。这与 P、K 有利于有机物运转, 有利于库的充实; 以及 Si 提高植株强度、抗病虫害有关。

2.2 不同施肥水平对桂香占部分品质的影响

2.2.1 糙米率 以下是 = 0.5 显著水平剔除不显著项后, 简化后的回归方程:

$$Y = 0.81242 + 0.00327X_1 - 0.00089X_3 - 0.00172X_4 + 0.00087X_1^2$$

最高值的各个因素组合: 尿素为 52 g/m²、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 0 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 0 g/m², 最大值 83 % (图 7)。

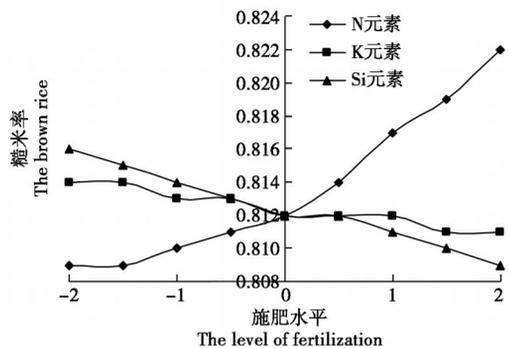


图 7 N、K、Si 不同施肥水平对糙米率影响
Fig. 7 Effect of different fertilizer on the brown rice rate of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时: 这表明单因素在 = 0.5 显著水平下 N 对糙米率有很大影响, 两者呈正相关。N 做为蛋白质等有机物构成籽粒一部分, 调节生理代谢, 一定程度下有利于糙米率提高。K、Si 与之负相关, P 对糙米率无影响。

2.2.2 整精米率 以下是 = 0.5 显著水平剔除不显著项后, 简化后的回归方程:

$$Y = 0.767\ 53 + 0.007\ 70X_1 + 0.007\ 25X_2 - 0.008\ 48X_2^2 - 0.003\ 66X_3^2 + 0.005\ 07X_4^2 + 0.003\ 61X_1X_2 - 0.009\ 62X_1X_3 - 0.004\ 84X_2X_3 + 0.005\ 09X_3X_4$$

最高值的各个因素组合:尿素为 52 g/m²、过磷酸钙为 96 g/m²、氯化钾为 0 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 0 g/m²,最大值 86% (图 8)。

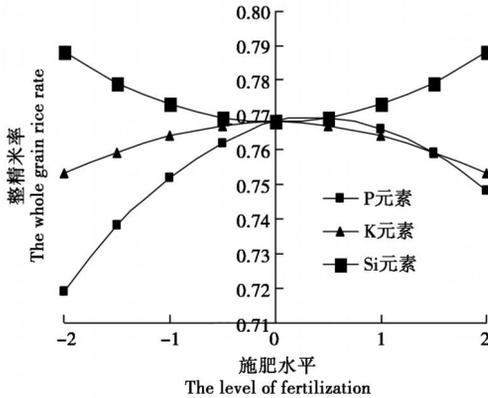


图 8 P、K、Si 不同施肥水平对整精米率影响

Fig. 8 Effect of different fertilizer on the whole grain rice rate of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时:N 与之呈正相关(未画出),P、K、Si 与之呈二次函数关系。

2.2.3 垩白粒率 以下是 = 0.5 显著水平剔除不显著项后,简化后的回归方程:

$$Y = 0.141\ 67 - 0.018\ 06X_2 + 0.015\ 00X_4 - 0.010\ 14X_1^2 - 0.018\ 75X_1X_2 + 0.031\ 25X_1X_3 + 0.014\ 58X_2X_4 - 0.010\ 42X_3X_4$$

最高值的各个因素组合:尿素为 52 g/m²、过磷酸钙为 0 g/m²、氯化钾为 48 g/m²、Na₂SiO₃·9H₂O 为 0 g/m²,垩白粒率最大值 41% (图 9)。

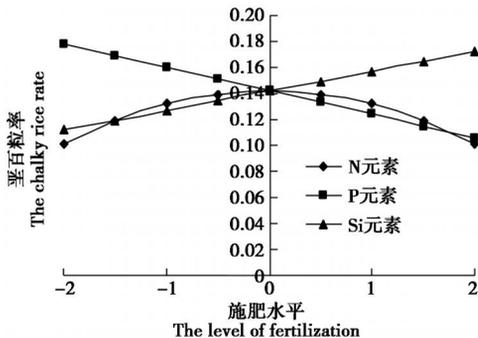


图 9 N、P、Si 不同施肥水平对垩白粒率的影响

Fig. 9 Effect of different fertilizer on the chalky rice rate of Guixiangzhan

单因子效应分析(其他因子为零水平)时:N 与之呈二次函数关系;P 与之呈直线负相关(反比函数),这因为 P 有利于物质运输从而减少垩白粒率;

Si 与之呈正比函数;K 对垩白粒率在 = 0.5 显著水平下无影响。

3 结论与讨论

本试验研究尿素、过磷酸钙、氯化钾、Na₂SiO₃·9H₂O 四因素(每个因素 5 个水平)对桂香占产量、品质影响。考察了分蘖、有效穗、每穗总粒数、结实率、千粒重和实测产量、糙米率、整精米率、垩白粒率 9 项指标。特定试验条件下,得出以下结论:

3.1 氮磷钾硅对产量影响

在 = 0.5 显著水平剔除不显著项后分析显示出尿素、过磷酸钙、氯化钾、Na₂SiO₃·9H₂O 分别施用 26, 0, 48, 56 g/m²时,产量达最大值 5 352.6 kg/hm²。单因素中对产量影响:P > N,且 K、Si 无影响。互作因素影响中:K 与 Si 互作(产量与之乘积正相关) > P 与 K 互作(产量与之乘积负相关) > P 与 Si(产量与之乘积负相关)。

3.2 氮磷钾硅对产量、品质相关因素影响

N 水平与分蘖数、有效穗呈二次函数关系,抛物线开口向下有最大值;与总粒数、结实率呈直线负相关(反比函数),N 水平越高对应总粒数、结实率值越低。这可能因为过量 N 有利营养生长而抑制了生殖生长;与千粒重在 = 0.5 显著水平剔除不显著项后表现出没有关系;与糙米率呈正相关。N 做为蛋白质等有机物构成籽粒一部分,调节生理代谢,一定程度上有利与糙米率提高;与整精米率呈正相关;与垩白粒率呈二次函数关系,抛物线开口向下有最大值。

P 水平与对分蘖数无关;与有效穗呈二次函数(抛物线)关系,开口向上,有最小值;与总粒数无关;与结实率呈正相关(正比函数);与千粒重呈正相关与糙米率无关;与精米率呈二次函数关系,抛物线开口向下,有最大值;与垩白粒率呈直线负相关(反比函数),这因为 P 有利于物质运输从而减少垩白粒率。

K 水平与分蘖数呈二次函数关系,抛物线开口向下,有最大值;与有效穗无关;与总粒数呈抛物线(二次函数)关系,抛物线开口向下,有最大值;与结实率呈二次函数抛物线关系,抛物线开口向下,有最大值;与千粒重呈正相关;与糙米率呈负相关(反比函数);与精米率呈二次函数关系,抛物线开口向下,有最大值;与垩白粒率无关。

Si 水平与分蘖数呈反比函数关系;与有效穗无关;与总粒数无影响;与结实率无关;与千粒重呈正相关;与糙米率呈负相关;与精米率呈二次函数关

系,开口向上,有最小值;与垩白粒率呈正相关(正比函数)。

3.3 产量、品质各因素之间相关性

糙米率与整精米率相关系数 $r = 0.4092$;与垩白粒率 0.0219 ;整精米率与垩白粒率为 -0.4069 。

本试验计算表明产量因素中:千粒重与每穗总粒呈正相关: $r = 0.1533$;结实率与每穗总粒数呈正相关: $r = 0.5593$ 。这两值与前人研究结果相差很大。因为前人研究表明以下结论:有效穗、每穗总粒数、结实率、千粒重四者之间除结实率与千粒重呈正相关外,其他各因素之间均显示出负相关关系。其中,有效穗与总粒数之间负相关最明显(本试验中 $r = -0.5507$ 符合),其次为每穗总粒数与结实率的负相关^[14]。

可能有以下两方面原因导致结果与前人研究不同:

一是桂香占可能与其他常规品种生理代谢上有所不同。推测原因可能是其库容量比一般常规稻品种小,故产生的有机物相对多,足够使每穗总粒数随结实率、千粒重增加而增加。若如此,则该品种应划为库制约产量的水稻类型。须进一步研究证明。栽培上要抓花粉母细胞减数分裂前的肥水管理,以争取秆粗穗大,增加群体颖花总量作为高产栽培主攻目标^[2]。生育期后期采取补施穗粒肥和科学管水措施,库源协调延缓衰老^[15]。氮、磷、钾是香稻优质高产的基础。土壤中适量的微量元素也能提高香稻品质^[16]。

二是该施肥处理下,桂香占并未达到其常规产量最大值。在未达到最大值之前,可能存在与本试验研究的结论相同的规律,须进一步研究。

参考文献:

- [1] Edward Clark. Rice moves to the Heartland. Farm Industry News[J]. Minneapolis, 2006(39):32.
- [2] 李之林,肖立中,吴乐民. 广东“稻-稻-菜”耕作制及其发展前景[J]. 耕作与栽培, 1999(1):6-10.
- [3] Paramita B, Rekha S, Pushpa R, et al. Basmati rice: a review[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2002(37):1-12.
- [4] 谢黎虹,段斌伍,孙成效,译. 泰国的香稻[J]. 中国农业信息, 2004(8):16-17.
- [5] 莫惠栋. 种子性状及其遗传效应的鉴别[J]. 江苏农学院学报, 1990, 11(2):11-15.
- [6] 孙树侠,刘书城. 水稻的香味及 N、Zn 肥对香味效应的研究[J]. 作物学报, 1991, 17(6):430-435.
- [7] 高丰原,张立坤,刘新光. 水稻施用硅肥效果的研究[J]. 内蒙古农业科技, 2005(7):153.
- [8] 罗宝君. 黑龙江省苏打盐渍土种植水稻硅肥效应[J]. 内蒙古农业科技, 2004(4):31-33.
- [9] 高志红,陈晓远,张世龙,等. 硫酸钾镁肥对水稻生长、产量和品质的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(3):194-197.
- [10] 郭恒东,张贵龙,刘学文,等. 水稻优质高产高效施肥技术探讨[J]. 内蒙古农业科技, 2005(7):296-297.
- [11] 代勇,刘业海,姚明英. 黔东南州黄粘泥田水稻测土推荐施肥研究[J]. 内蒙古农业科技, 2003(2):18-20.
- [12] 简蕊. 北疆盐碱地苜蓿施肥参数与高产施肥初步研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2004:20-53.
- [13] 区靖祥. 试验统计学[M]. 广州:广东高等教育出版社, 2003:15-169.
- [14] 李之林, Sarkar R S, Nayak S K, et al. 施氮对香稻某些生理效应的研究[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(3):13-17.
- [15] 戴爱兰. 川香优 2 号的特征特性及其高产栽培技术[J]. 温州农业科技, 2005(1):36.
- [16] 郑传刚. 微量元素对香稻产量和稻米品质的影响[J]. 石河子大学学报, 2005, 23(4):462-463.