

受淹机插秧中后期施用硅肥对水稻产量的影响

周双庆¹ 房静超¹ 严剑文¹ 蒋爱平¹ 周治中¹ 谢国庆²

(¹ 江苏省常州市金坛区朱林镇农业综合服务站, 江苏 金坛 213241; ² 常州市金坛区农业试验站, 江苏 金坛 213200)

摘要:在水稻移栽后遭受洪涝的机插秧田块, 开展不同淹水时间稻田中后期喷施硅肥的肥效试验。结果表明, 机插稻遭灾后中后期配施“硅丰壹号”硅肥有利于增强抗逆能力, 促进成熟期叶片光合产物积累, 增加产量, 以处理 4, 即喷施 4 次硅肥, 每次用量为 200 g/667 m² 的处理产量最高。

关键词:水稻; 水溶性硅肥; 功能叶; 干物质质量; 产量

中图分类号:S511.062 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8082(2017)04-0173-04

为探讨“硅丰壹号”水溶性硅肥的使用效果, 2016 年在水稻移栽后遭受洪涝侵袭后的机插秧田块, 开展水稻不同淹水时间中后期喷施硅肥的肥效试验, 以期抗灾夺丰收及其大面积推广应用该肥料提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在常州市金坛区朱林镇红旗圩村吴长庚种植大户的受淹稻田上进行。供试土壤为黄泥土, 土壤肥力中等。硅肥为北京中联创新农业科技股份有限公司提供的“硅丰壹号”产品。水稻品种为武运粳 23 号和软玉。采用机插育秧流水线播种, 育秧材料选用塑料硬盘(内径长、宽、高分别为 58 cm×28 cm×2.5 cm), 水稻育秧专用基质(淮安柴米河产品); 播种时间为 6 月 5 日, 移栽时间为 6 月 27 日。淹水时间为 6 月 29 日(秧苗移栽后 2 d)。

1.2 试验方法

试验为单因素小区试验, 小区面积 133.4 m², 机插稻行株距配置为 30.0 cm×12.3 cm。随机排列, 3 次重复。田间管理及农艺措施均一致。按水稻机插后淹水(秧苗没顶)时间 3 d、4 d、5 d、7 d 和 9 d 五种类型, 每种类型均设 5 个处理:

处理 1, 喷施 1 次硅肥(8 月 1 日 150 g/667 m²); 处理 2, 喷施 2 次硅肥(8 月 1 日 150 g/667 m², 8 月 10 日 200 g/667 m²); 处理 3, 喷施 3 次硅肥(8 月 1 日 150 g/667 m², 8 月 10 日和 9 月 4 日各 200 g/667 m²); 处理 4, 喷施 4 次硅肥(8 月 1 日 150 g/667 m², 8 月 10 日、9 月 4 日和 9 月 13 日各 200 g/667 m²); 处理 5, 对照(CK), 不施硅肥。

本田期不同水稻品种、淹水时间及施肥情况见表 1。

1.3 考查分析

成熟期分别测定株高、穗长、上部 3 张功能叶叶长和叶片干质量、穗粒结构及产量、整精米率等。

2 结果与分析

2.1 对成熟期植株性状的影响

从表 2 可见, 武运粳 23 号株高在淹水 3 d 条件下, 处理 5 与其他处理差异极显著; 淹水 7 d 和淹水 9 d 条件下, 各处理间株高差异不显著。软玉株高在淹水 4 d 时, 处理间差异显著, 淹水 5 d 时处理间差异极显著。穗长除软玉在淹水 5 d 时, 处理 5 与其他处理差异显著外, 其他淹水时间处理间差异不显著。剑叶、倒 2 叶和倒 3 叶的叶长和干物质质量同一淹水时间处理间差异极显著。

2.2 对产量及产量构成的影响

从表 3 可见, 武运粳 23 号有效穗数在淹水 3 d 时处理间差异不显著, 淹水 7 d 和淹水 9 d 时处理间存在极显著差异; 软玉淹水 4 d 时处理间差异显著, 淹水 5 d 时处理间差异极显著。每穗总粒数武运粳 23 号淹水 3 d、7 d、9 d 时处理间差异极显著, 软玉淹水 4 d、5 d 时处理间差异显著。每穗实粒数、结实率、千粒重、实产等同一淹水时间处理间差异极显著。

2.3 对整精米率的影响

从表 3 可见, 同一淹水时间不同施肥处理间整精米率差异极显著, 均表现为处理 3 和处理 4 较高, 不施

收稿日期: 2017-05-02

表 1 本田期水稻不同品种及淹水稻田施肥情况

淹水时间	水稻品种	大田施肥水平及肥料运筹	化肥折纯量(kg/667 m ²)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
淹水 3 d	武运粳 23 号	每 667 m ² 基施商品有机肥 200 kg,7 月 17 日追施有机无机肥 15 kg+尿素 25 kg,7 月 27 日追施尿素 20 kg+35%水稻专用肥 10 kg	22.20	0.50	1.00
淹水 7 d	武运粳 23 号	稻田退水后每 667 m ² 施尿素 10 kg, 隔 7 d 施 48%复合肥 17.5 kg, 拷田时施尿素 5 kg+35%水稻专用肥 12.5 kg	11.58	3.43	4.05
淹水 9 d	武运粳 23 号		11.58	3.43	4.05
淹水 4 d	软玉	每 667 m ² 基施商品有机肥 200 kg,7 月 17 日追施有机无机肥 15 kg+尿素 25 kg,7 月 27 日追施尿素 20 kg+35%水稻专用肥 10 kg	22.20	0.50	1.00
淹水 5 d	软玉		22.20	0.50	1.00

氮磷钾纯量 35%专用肥(15-5-10),48%复合肥(16-16-16)。

表 2 不同处理成熟期植株性状测定结果

品种名称	淹水时间	处理	株高 (cm)	穗长 (cm)	剑叶叶长 (cm)	剑叶干质量 (g)	倒 2 叶叶长 (cm)	倒 2 叶干质量 (g)	倒 3 叶叶长 (cm)	倒 3 叶干质量 (g)
武运粳 23 号	淹水 3 d	1	84.0 bB	16.6 aA	27.1 aA	0.99 aAB	36.8 bA	1.18 aA	34.6 bA	1.05 bAB
		2	83.5 bB	16.6 aA	27.8 aA	1.04 aAB	37.4 abA	1.25 aA	34.8 bA	1.09 abA
		3	84.5 bB	16.7 aA	27.5 aA	1.03 aAB	37.9 aA	1.26 aA	34.8 bA	1.09 abA
		4	82.0 bB	16.7 aA	28.0 aA	1.11 aA	37.7 abA	1.27 aA	35.8 aA	1.11 aA
		5	88.5 aA	16.4 aA	23.7 bB	0.85 bB	33.7 cB	0.95 bB	31.7 cB	0.96 cB
	淹水 7 d	1	83.2 aA	16.3 aA	25.4 bB	0.97 cBC	36.6 aA	1.07 cB	34.3 abA	1.01 cC
		2	83.8 aA	16.6 aA	26.2 aA	1.02 bcAB	36.5 aA	1.11 bcB	34.7 abA	1.05 bBC
		3	83.3 aA	16.4 aA	26.4 aA	1.06 abAB	36.6 aA	1.17 bAB	35.2 aA	1.08 abAB
		4	84.0 aA	16.6 aA	26.6 aA	1.11 aA	36.5 aA	1.26 aA	35.1 aA	1.11 aA
		5	85.3 aA	16.2 aA	24.8 cB	0.89 dC	34.1 bB	0.94 dC	32.4 bA	0.95 dD
	淹水 9 d	1	84.5 aA	16.4 aA	25.5 bB	0.98 bB	34.7 aA	1.03 cB	33.5 aA	1.01 bA
		2	84.8 aA	16.5 aA	26.2 aAB	1.02 abAB	34.7 aA	1.04 bcB	33.6 aA	1.02 abA
		3	84.8 aA	16.3 aA	26.2 aAB	1.03 aAB	35.4 aA	1.08 bB	33.2 aA	1.07 abA
		4	84.8 aA	16.5 aA	26.5 aA	1.06 aA	35.7 aA	1.14 aA	33.6 aA	1.09 aA
		5	85.2 aA	16.2 aA	24.6 cC	0.87 cC	33.3 bB	0.90 dC	32.0 bB	0.91 cB
	淹水 4 d	1	82.8 b	15.7 aA	26.0 aA	0.84 cB	35.7 aA	0.87 bB	32.7 bB	0.81 bB
		2	83.0 b	15.7 aA	26.2 aA	0.96 bA	36.4 aA	1.15 aA	34.8 aA	0.86 bB
		3	83.6 ab	15.8 aA	26.3 aA	1.02 aA	36.5 aA	1.16 aA	35.1 aA	0.98 aA
		4	83.5 b	15.8 aA	26.5 aA	1.03 aA	36.5 aA	1.20 aA	35.5 aA	1.01 aA
		5	84.8 a	15.6 aA	24.6 bB	0.75 dC	33.1 bB	0.78 cC	31.1 cC	0.73 cC
	淹水 5 d	1	82.7 cB	15.6 ab	25.5 aA	0.83 cC	34.6 bA	0.83 cC	33.0 bB	0.81 bBC
		2	83.7 abAB	15.8 a	25.6 aA	0.93 bB	35.3 aA	0.95 bB	34.5 aA	0.84 bB
		3	83.3 bcAB	15.8 a	25.7 aA	0.95 bAB	35.6 aA	0.99 bB	34.6 aA	0.95 aA
		4	83.4 bcAB	15.8 a	25.9 aA	0.99 aA	35.7 aA	1.11 aA	34.9 aA	1.00 aA
		5	84.4 aA	15.5 b	23.6 bB	0.72 dD	32.3 cB	0.72 dD	30.7 cC	0.72 cC

注:叶片干物质量为每丛叶片干物质量。

硅的处理最低。
2.4 对经济效益的影响

“硅丰壹号”硅肥为 50 元/kg,处理 1、2、3、4 每 667 m² 施用硅肥的成本分别为 7.5 元、17.5 元、27.5 元和 37.5 元,稻谷为 3.0 元/kg。与对照相比,武运粳 23 号淹水 3 d 时处理 1、2、3、4 每 667 m² 分别增收 173.91 元、219.11 元、267.10 元和 288.99 元;淹水 7 d 时处理 1、2、3、4 分别增收 203.58 元、271.79 元、294.19 元和 304.50 元;淹水 9 d 时处理 1、2、3、4 分别增收 192.51 元、274.70 元、293.59 元和 312.90 元。软玉淹水 4 d 时处理 1、2、3、4 较对照增收 127.50 元、145.19 元、197.71 元和 218.79 元;淹水 5 d 时处理 1、2、3、4 较对照增收 112.50 元、159.20 元、175.30 元和 197.10 元。

3 小结与讨论

3.1 施用硅肥能够促进成熟期功能叶干物质生产与积累

本试验结果表明,受淹机插秧在中后期施用硅肥可促进水稻功能叶的光合效能。不同淹水时间施硅处理比不施硅对照主茎剑叶、倒 2 叶和倒 3 叶的叶长分别增 0.6~4.3 cm、1.4~4.2 cm 和 1.2~4.4 cm,每丛剑叶、倒 2 叶和倒 3 叶的干质量分别增 0.08~0.28 g、0.09~

表 3 不同处理穗粒结构及产量测定结果

品种名称	淹水时间	处理	有效穗数 (kg/667 m ²)	每穗总粒数 (粒)	每穗实粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	实产 (kg/667 m ²)	整精米率 (%)
武运粳 23 号	淹水 3 d	1	21.05 aA	110.0 aAB	102.8 aA	93.5 bA	29.50 bA	634.6 dC	65.6 cC
		2	21.00 aA	110.0 aA	104.2 aA	93.8 abA	30.10 abA	653.0 cB	70.8 bB
		3	21.38 aA	111.5 aA	105.1 aA	94.3 abA	30.00 abA	672.3 bA	71.4 bB
		4	21.33 aA	111.5 aA	105.4 aA	94.6 aA	30.47 aA	682.9 aA	73.1 aA
		5	21.04 aA	107.0 bB	98.3 bB	91.8 cB	27.93 cB	574.1 eD	63.8 dD
	淹水 7 d	1	19.76 aA	107.5 bA	100.5 cB	93.4 bAB	29.50 aA	581.6 cC	70.6 cB
		2	19.86 aA	109.8 abA	103.2 bA	94.0 abAB	29.83 a	607.7 bB	71.5 bcB
		3	19.93 aA	110.5 aA	104.4 abA	94.6 abA	29.87 aA	618.5 aA	72.1 bAB
		4	19.95 aA	110.6 aA	105.5 aA	95.5 aA	29.83 aA	625.3 aA	73.3 aA
		5	19.29 bB	102.8 cB	94.2 dC	91.6 cB	28.33 bB	511.3 dD	68.3 dC
	淹水 9 d	1	19.49 aA	107.3 bB	100.4 cB	93.6 bA	29.37 bAB	571.0 dD	70.8 cC
		2	19.70 aA	108.9 abAB	102.6 bAB	94.2 abA	29.90 abA	601.7 cC	71.6 bBC
		3	19.75 aA	108.9 abAB	102.8 bAB	94.4 abA	30.20 aA	611.3 bB	72.1 bB
		4	19.70 aA	110.5 aA	104.7 aA	94.8 aA	30.20 aA	621.1 aA	73.8 aA
		5	18.79 bB	102.6 cC	94.2 dC	91.8 cB	28.53 cB	504.3 eE	69.3 dD
软玉	淹水 4 d	1	20.60 abA	102.6 abA	95.8 bBC	93.4 abAB	25.43 bA	498.0 dD	70.2 cdC
		2	20.74 abA	102.5 abA	96.4 bAB	94.0 aAB	25.60 abA	507.2 cC	71.3 bcBC
		3	20.83 aA	104.9 aA	99.1 aAB	94.5 aAB	25.70 abA	528.1 bB	72.1 bAB
		4	20.98 aA	105.0 aA	99.6 aA	94.8 aA	25.87 aA	538.4 aA	73.4 aA
		5	20.20 bA	100.9 bA	92.6 cC	91.7 bB	24.53 cB	453.0 eE	69.8 dC
	淹水 5 d	1	20.21 bcBC	102.5 ab	95.8 aAB	93.4 abA	25.27 aA	485.2 cC	69.4 cC
		2	20.66 abABC	102.4 ab	96.5 aA	94.2 abA	25.40 aA	504.1 bB	71.5 bB
		3	20.91 aAB	103.1 ab	97.4 aA	94.4 abA	25.47 aA	512.8 bAB	72.3 aAB
		4	20.96 aA	103.9 a	98.5 aA	94.8 aA	25.60 aA	523.4 aA	72.7 aA
		5	20.14 cC	100.8 b	92.2 bB	91.4 cB	24.23 bB	445.2 dD	65.4 dD

0.39 g 和 0.06~0.28 g。

3.2 施用硅肥能够促进水稻增产

研究结果表明,受淹稻田中后期施用硅肥能改善水稻穗部性状,增加穗粒数,提高结实率和千粒重,从而提高单产。不同淹水时间施硅处理比不施硅对照每穗实粒数分别增 3.2~11.3 粒,结实率分别高 1.7~3.9 个百分点,千粒重分别增 0.84~2.54 g,实产增 40.0~116.8 kg/667 m²。

3.3 施用硅肥能够提高稻谷的整精米率

水稻中后期施用硅肥有利于促进稻谷整精米率的提升。淹水后施硅处理比不施硅对照的整精米率高 0.4~9.3 个百分点。

3.4 施用硅肥可以削减氮肥用量

试验结果显示,水稻中后期施用硅肥具有削减氮肥用量的空间。本试验中武运粳 23 号淹水 7 d、9 d 不施用穗肥的情况下(总 N 量 11.58 kg/667 m²),只配施硅肥的处理也能获得较好收成。

3.5 不同施硅处理增产增收及其综合效应

本研究结果表明,机插秧受淹时间不同、水稻品种不同、中后期喷施叶面硅肥次数不同及氮素用量不同,其施硅肥处理优于不施硅处理,施硅肥次数多的优于

次数少的处理,淹水时间短的优于淹水时间长的处理,施硅处理 1、2、3、4 与不施硅对照相比,武运粳 23 号机插稻每 667 m² 淹水 3 d 的处理增产 10.54%~18.95%,净增效 173.91~288.99 元;淹水 7 d 的处理可增产 13.75%~22.30%,净增效 203.58~304.50 元;淹水 9 d 的处理可增产 13.23%~23.16%,净增效 192.51~312.90 元;软玉机插稻每 667 m² 淹水 4 d 的处理可增产 9.93%~18.85%,净增效 127.50~218.79 元;淹水 5 d 的处理可增产 8.98%~17.57%,净增效 112.50~197.10 元。综合效应为处理 4>处理 3>处理 2>处理 1>处理 5。

参考文献

[1] 严明建,黄小章,吕直文,等. 硅肥对水稻产量的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(14):3426-3427.
[2] 周成河. 硅肥对水稻生长的影响 [J]. 安徽农业科学,2006,33(11):2026.
[3] 周爱珠. 硅元素在水稻平衡施肥上的应用 [J]. 现代农业科技,2007(23):167.
[4] 许露生,张伟明,周杏凤,等. 硅肥在水稻生产的应用效果初报 [J]. 上海农业科技,2011(2):101-102.
[5] 卢维盛,李华兴,刘远金,等. 硅肥对水稻产量和稻米品质的影响 [J]. 华南农业大学学报,2002,23(1):15-17.

(下转第 179 页)

表 9 不同处理经济效益分析					
处理	稻谷产量 (kg/hm ²)	稻谷产值 (元/hm ²)	化肥成本 (元/hm ²)	扣除化肥产值 (元/hm ²)	投入产出比
T1	11 753.9	42 314.0	1 980.0	40 334.0	21.37
T2	11 873.9	42 745.0	1 782.0	40 963.0	23.99
T3	11 633.9	41 882.0	1 584.0	40 298.0	26.44
T4	11 273.9	40 586.0	1 386.0	39 200.0	29.28
T5	11 173.9	40 226.0	1 188.0	39 038.0	33.86
T6	7 007.0	25 225.2	0	25 225.2	—

肥的产值)随着化肥用量的减少而增大(表 9)。

3 小结与讨论

本试验结果表明,适当减少化肥用量、改进施肥技术,可增加稻谷产量。同时,随着化肥用量的递减,稻谷产量有所下降,但投入产出比递增,达到了化肥减量增效的试验目的。本试验中,减肥 10%的处理产量最高,达 11 873.9 kg/hm²,不减量施肥处理与减肥 20%的处理之间产量差异不显著,说明在当地水稻生产条件下,通过施肥技术的改进,可减少 10%~20%的化肥用量。

近年来,当地同区域水稻产量一般在 11 250 ~ 12 750 kg/hm²之间,化肥施用量为尿素 600 kg/hm²、普钙 600 kg/hm²、硫酸钾 150 kg/hm²,施肥方法注重前期施肥,氮肥用量基肥一般占 50%~60%、分蘖肥占 30%~40%、穗肥占 10%~20%。有的地方甚至不施穗肥,而底

肥占到 70%、分蘖肥占 30%。这种传统施肥方法,导致前期群体过大、后期脱肥,有效穗数增多,每穗粒数减少,产量反而下降。同时,不同的土壤类型、不同肥力田块和不同的水稻品种对施肥量的要求不一样。在今后的水稻生产中,应适量减少化肥用量,依据水稻品种需肥规律进行测土配方施肥。

参考文献

[1] 黄文芳. 农业化肥污染的政策成因及对策分析 [J]. 生态环境学报,2011,20(1):193-198.
[2] 曹志洪. 科学施肥与我国粮食安全保障 [J]. 土壤,1998 (2):57-69.
[3] 孙志梅,武志杰,陈得军,等. 农业生产中的氮肥施用现状及其环境效应研究进展[1]. 土壤通报,2006(37):782-786.
[4] 周江明,余华波,毛建芳. 水稻减氮施肥综合效益研究[J]. 土壤肥料科学,2006,22(9):261-263.

Preliminary Study of Application of Fertilizer Reduction Technology in Rice

KAN Hongcan, LI Guosheng, CHUAN Xingkuan, WANG Jinyan, WANG Shuo, YIN Zhengqin
(Baoshan Agricultural Science Reasearch Institute, Baoshan, Yunnan 678000, China; 1st author: nkskhc@163.com)

Abstract: A field experiment was carried out to explore the effects of fertilizer reduction technology on growth eharacters and yield of rice in this study. The results showed that the yield decreased with the decrease of fertilizer. The yield was highest when the amount of fertilizer was reduced by 10%, the yield of conventional fertilization treatment was the second. There were no significant difference in yield between conventional fertilization and fertilizer reduced by 10% to 20% treatments. The input-output ratio was increased with the decrease of fertilizer. Therefore, it is feasible to application the technology of fertilizer reduction in rice production.

Key words: rice; fertilizer reduction technology; fertilizer utilization rate; yield

(上接第 175 页)

Effects of Silicom Fertilizeron on Yield of Submerged Machine Transplanting Rice

ZHOU Shuangqing¹, FANG Jingchao¹, YAN Jianwen¹, JIANG Aiping¹, ZHOU Zhizhong¹, XIE Guoqing²
(¹Jintan District Zhulin Town Comprehensive Agricultural Service Station, Jintan, Jiangsu 213241, China; ² Jintan District Agricultural Experiment Station, Jintan, Jiangsu 213200, China)

Abstract: A field experiment was carried out to explore the effects of different silicon fertilizer management on machine transplanting rice after water-logging. The results showed that application of silicon fertilizer could improve the resistance and increase the yield of rice, the yields of treatment 4 were higher than the others. The comprehensive effect showed treatment 4 > treatment 3 > treatment 2 > treatment 1 > treatment 5.

Key words: rice; water-soluble silicon fertilizer; function leaf; dry weight; yield