

不同硅肥对港梗 308 形态特性和产量的影响

杜 丹 吴云艳 石 跃 张 帆 解雨竹 郭胜男

(辽东学院农学院, 丹东 118003)

摘要:以港梗 308 为试验材料, 选用 3 种不同的硅肥, 研究了其对港梗 308 形态特性、抗倒伏性及产量的影响。结果表明, 3 种硅肥中, 先益农能显著提高水稻的分蘖数、叶面积和第 1、2、3 节节粗, 明显增加了水稻功能叶片的叶宽, 并显著缩短了水稻的节长, 极显著提高了水稻抗倒伏能力。硅肥的施用, 增加了水稻的有效穗数、穗粒数和千粒重, 提高了水稻的产量, 先益农的增产效果最佳, 达 19.7%。

关键词:硅肥; 形态特性; 抗倒伏; 产量

水稻是我国主要的粮食作物, 随着人口的增加, 粮食安全形势依然严峻。大力发展粮食高产是保障中国未来粮食安全的基本途径。随着氮肥施用量的不断增加, 秸秆还田量越来越小, 氮素利用率逐渐降低, 给土地和农田生态环境造成了严重的威胁^[1-2], 而且土壤中硅的含量逐渐降低, 很多稻田出现硅素供给不足, 氮硅比例失调^[3], 造成了水稻产

量的降低。辽宁省丹东市是东北地区降水量最多的区域之一, 占辽宁省降水量的 70%, 年降水量为 881.3~1087.5mm, 全年降水量主要集中在夏季和秋初, 7 月中旬至 9 月中旬是该区暴雨集中期, 此时水稻正处于抽穗到灌浆期, 极易造成水稻倒伏, 水稻茎秆倒伏也是造成这一地区水稻产量降低的重要因素之一。硅肥是一种很好的品质肥料、保健肥料和植物调节性肥料, 是其他化学肥料无法比拟的一种新型多功能肥料, 具有显著的增产^[4]、增强抗病、抗逆、抗倒伏等作用。硅肥既可作肥料提供养分, 又可用

基金项目:辽宁省教育厅基金项目(L2012473); 辽东学院 2020 年省级大创项目(S202011779031)

通信作者:吴云艳

饲用小黑麦-春玉米-夏玉米的复种模式, 符合粮改饲的方向。

致谢:感谢甘肃农业大学杜文华老师, 石河子大学孔广超老师, 中国农业科学院孟凡华老师的帮助!

参考文献

- [1] 惠永华, 王路. 济源粮改饲试点项目稳步推进. 中国畜牧业, 2019 (15): 61-62
- [2] Zillinsky F J. The development of triticale. *Advances in Agronomy*, 1974 (26): 315-348
- [3] 柴继宽, 赵桂琴, 胡凯军, 任长忠, 满远荣. 不同种植区生态环境对燕麦营养价值及干草产量的影响. 草地学报, 2010, 18 (3): 421-425
- [4] 李积铭, 李和平, 刘桂华, 李爱国, 宋聪敏. 饲用小黑麦新品种冀饲 2 号的选育. 中国种业, 2017 (12): 65-66
- [5] 张莉, 陈艳花, 黄建城. 春性小黑麦新品系的引种试验. 中国种业, 2008 (2): 50-51
- [6] 孙元枢. 中国小黑麦遗传育种研究与应用. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2002: 252-254

- [7] 任永康, 崔磊, 牛瑜琦, 杨峰, 郭庆, 唐朝晖, 遂成芳, 孙玉. 小黑麦新品种晋饲草 2 号的选育. 中国种业, 2017 (12): 59-60
- [8] 张玉清, 金晓梅, 张庆祥, 李锐渤, 程丽萍, 王齐. 饲用小黑麦蛋白质含量的研究. 黑龙江畜牧兽医, 1997 (7): 19-20
- [9] 何江锋, 赵萌莉, 郑轶慧, 李敏. 小黑麦的饲用特性及其在草地生态中的应用前景. 中国草地学报, 2012, 34 (1): 101-107
- [10] 樊江文. 在施肥和不施肥条件下刈割频率和强度对红三叶和鸭茅混播草地生产力的影响. 草业学报, 1996, 13 (6): 23-28
- [11] Leyshon A J, Camphbell C A. Effect of timing and intensity of first defoliation on subsequent production of 4 pasture species. *Range Managt*, 1992, 45 (4): 379-384
- [12] 谢楠, 李源, 赵海明, 游永亮, 吕德智, 刘贵波. 饲用小黑麦刈割时期及刈割时期次数研究. 草原与草坪, 2014, 34 (2): 57-62
- [13] 赵世锋, 田长叶, 陈淑萍, 董占宏. 草用燕麦品种适宜刈割时期的确定. 华北农学报, 2005, 20 (专辑): 132-134
- [14] 赵雅姣, 田新会, 杜文华. 饲草型小黑麦在定西地区的最佳刈割期. 草业科学, 2015, 32 (7): 1143-1149
- [15] 孙亮, 龙忠富, 张瑜, 高碧荣, 李娟. 黔饲 1 号小黑麦适宜刈割次数及刈割期研究. 贵州畜牧兽医, 2016, 40 (4): 57-62

(修回日期: 2020-12-07)

作土壤调理剂改良土壤,此外还兼有防病、防虫和减毒的作用。硅肥以其无毒、无味、不变质、不流失、无公害等突出优点,将成为发展绿色生态农业的高效优质肥料。港粳 308 是丹东地区水稻主栽品种,本试验研究了不同硅肥对水稻港粳 308 形态特性、抗倒伏及产量的影响,以期探究适宜丹东地区水稻的硅肥类型提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 本试验采用港粳 308 为试验材料,由沈阳市东嘉种业有限公司提供。

1.2 试验设计 试验于 2020 年在辽宁省丹东市五龙背镇营胜村进行,供试地土壤肥力中等,土壤 pH 值为 7.0,有机质含量为 39.5g/kg,全氮含量为 1.0g/kg,土壤有效磷含量为 22mg/kg。试验田土质为淤土。选用 3 种不同硅肥,每种硅肥用量均为 45kg/hm² (以纯二氧化硅量来计算),分别记为处理 I:先益农,处理 II:稻硅,处理 III:硅大师,以不施硅肥作对照(CK)。3 次重复,随机排列,每个小区面积为 9m²,小区间采取筑坝埂形式进行隔离,每个小区单独灌水、排水。各个处理均作为基肥一次性施入,其他管理均保持一致。栽培稻插秧密度行距为 30cm,株距为 13.3cm,每穴栽 2 苗,完全随机排列。每个区施用等量的氮肥(纯氮:150kg/hm²)、五氧化二磷(90kg/hm²)、氧化钾(120kg/hm²),其中氮肥 50% 作基肥,30% 作分蘖肥,20% 作幼穗分化肥;磷肥 100% 作基肥;钾肥

100% 作基肥。4 月 17 日播种,营养土保温旱育苗,5 月 22 日移栽。及时除去田间的其他杂草。

1.3 调查项目及调查方法 主要测定株高、分蘖数、叶面积,具体测量方法如下:每个小区定点 10 穴,挂牌标记,7d 测定 1 次株高;于分蘖始期,每隔 7d 调查 1 次分蘖数;灌浆期每个小区选取生长基本一致的港粳 308 各 6 穴,测定剑叶、倒 2 叶、倒 3 叶的长、宽、茎节间长(节长)、茎节粗(节粗),然后采用长宽系数法(系数为 0.75)测定叶面积,同时调查倒伏面积。收获前,调查有效穗数,选取有代表性的中等植株 5 株,用于室内考种,测定穗粒数、千粒重等,其余全部收获,自然风干,测定实际产量。

1.4 数据处理与统计分析 DPS 9.01 软件对数据进行方差分析和邓肯新复极差法显著性检验,显著水平为 $P=0.05$ 、 $P=0.01$ 。

2 结果与分析

2.1 不同硅肥对港粳 308 形态的影响

2.1.1 不同硅肥对港粳 308 株高和分蘖数的影响

由表 1 可知,港粳 308 株高的动态变化基本表现为先升高后降低的趋势。施用硅肥处理的港粳 308 株高整体上略低于对照,但处理间差异均不显著。

由表 2 可知,港粳 308 移栽前期各处理间的分蘖数差异不显著。6 月 31 日,不同处理的分蘖数开始拉大差距,处理 I 和处理 III 的分蘖数比 CK 分别增加了 11.7%、10.2%,差异显著。7 月 7-28 日,CK

表 1 不同处理间港粳 308 株高的动态变化

(cm)

处理	测定日期(月/日)											
	6/10	6/17	6/24	6/31	7/7	7/14	7/21	7/28	8/4	8/11	8/18	9/16
CK	25.9a	30.5a	39.6a	45.2a	52.4a	60.2a	66.3a	77.9a	89.4a	99.8a	102.1a	101.2a
I	24.8a	29.6a	36.9a	42.4a	51.9a	58.9a	65.2a	75.2a	87.0a	98.3a	100.4a	99.8a
II	24.1a	30.2a	39.1a	44.4a	52.0a	58.9a	65.9a	76.0a	87.7a	98.6a	101.9a	100.8a
III	25.0a	30.5a	38.5a	43.3a	52.0a	59.2a	66.0a	76.0a	88.0a	99.0a	100.2a	99.9a

不同小写字母表示处理间差异达 0.05 显著水平,下同

表 2 不同处理间港粳 308 分蘖数的动态变化

处理	测定日期(月/日)									
	6/10	6/17	6/24	6/31	7/7	7/14	7/21	7/28	8/4	8/11
CK	5.8a	8.2a	9.7a	13.7b	14.8c	15.8c	16.4c	16.2c	15.6b	14.0cB
I	5.8a	9.0a	10.9a	15.3a	16.3a	19.5a	20.1a	19.2a	18.1a	17.0aA
II	5.9a	8.8a	9.9a	14.9b	15.9b	17.6b	18.6b	17.2b	17.0a	16.0bAB
III	5.7a	8.9a	9.8a	15.1a	16.1a	18.7a	19.1a	18.1a	17.2a	16.5aA

不同大写字母表示处理间差异达 0.01 显著水平,下同

的分蘖数显著低于各硅肥处理的。各处理水稻的分蘖高峰期都出现在7月21日,分蘖高峰期后无效分蘖逐渐消亡。8月11日港粳308各处理的分蘖数基本稳定,表现为:CK<处理Ⅱ<处理Ⅲ<处理Ⅰ,处理Ⅰ、处理Ⅲ与CK之间差异极显著,处理Ⅱ与CK差异显著。

2.1.2 不同硅肥对港粳308茎秆性状的影响 由表3可知,不同硅肥处理降低了港粳308的节长。处

理Ⅰ对水稻茎部第1节、第2节、第3节、第4节节长影响较大,表现为比CK分别降低了7%、10%、10%、12%,差异达显著水平;处理Ⅲ第1节和第4节节长分别比CK降低了6%、11%,差异显著。施用硅肥增加了港粳308的节粗。处理Ⅰ水稻第1节、第2节、第3节节粗比CK分别增长39%、14%、16%,差异显著;处理Ⅲ水稻的第3节节粗相对于CK也显著增加了9%。

表3 不同处理间港粳308节长和节粗变化 (cm)

处理	节长				节粗		
	第1节	第2节	第3节	第4节	第1节	第2节	第3节
CK	29.5a	20.6a	19.3a	13.7a	0.18b	0.35b	0.43b
Ⅰ	27.4b	18.6b	17.3b	12.1b	0.25a	0.40a	0.50a
Ⅱ	28.9a	20.5a	18.9a	13.2a	0.20b	0.36b	0.44b
Ⅲ	27.6b	20.5a	18.4a	12.2b	0.21b	0.36b	0.47a

2.1.3 不同硅肥对港粳308功能叶片形态的影响 水稻的最上3张叶片被称之为功能叶片,这3张叶片的生长和穗分化同步,而且抽穗灌浆期它们处于受光条件最好的冠层上部,叶片的生理年龄较轻,具有非常旺盛的光合能力,作为源库系统中的主要源对籽粒库的贡献最大。由表4可知,处理Ⅰ、处理Ⅱ港粳308

倒2叶叶长比CK分别增加6.8%、6.5%,差异显著;其他处理下各叶长变化差异不显著。处理Ⅰ港粳308的剑叶、倒2叶、倒3叶叶宽比CK分别增加19.9%、16.2%、15.2%,差异显著;处理Ⅱ各叶宽差异不显著;处理Ⅲ剑叶、倒2叶叶宽比CK分别增加14.9%、7.0%,差异显著,倒3叶叶宽增加不显著。

表4 灌浆期港粳308功能叶片大小 (cm)

处理	剑叶		倒2叶		倒3叶	
	长	宽	长	宽	长	宽
CK	23.22a	1.41b	36.87b	1.42b	39.72a	1.32b
Ⅰ	27.54a	1.69a	39.39a	1.65a	41.19a	1.52a
Ⅱ	23.40a	1.46b	39.27a	1.42b	39.93a	1.36b
Ⅲ	26.07a	1.62a	35.73b	1.52a	39.31a	1.37b

由图1可知,施用硅肥处理港粳308的叶面积均增加,处理Ⅰ和处理Ⅲ比CK分别增加了48%、46.3%,达到了极显著水平。

2.2 不同硅肥对港粳308倒伏性的影响 由图2可知,施用硅肥后成熟期倒伏面积均减小,其中处理Ⅰ倒伏面积最小,其次是处理Ⅲ和处理Ⅱ,与CK均差异极显著。

2.3 不同硅肥对港粳308产量的影响 由表5可知,施用硅肥港粳308有效穗数显著增加。从产量

构成因素来看,有效穗数的增加是导致水稻产量提高的重要因素之一,处理Ⅰ、处理Ⅱ、处理Ⅲ水稻的有效穗数分别比CK增加21.4%、14.3%、17.9%。穗粒数只有处理Ⅰ显著高于CK,结实率各处理间差异不显著。处理Ⅰ和处理Ⅲ的千粒重较CK显著增加。处理Ⅰ、处理Ⅱ、处理Ⅲ水稻的实际产量均高于对照,分别比CK增加19.7%、8.5%、13.6%,差异显著。

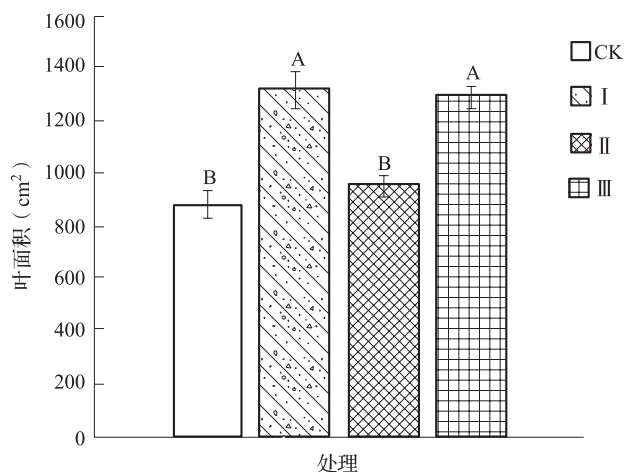


图1 不同处理对港梗308叶面积的影响

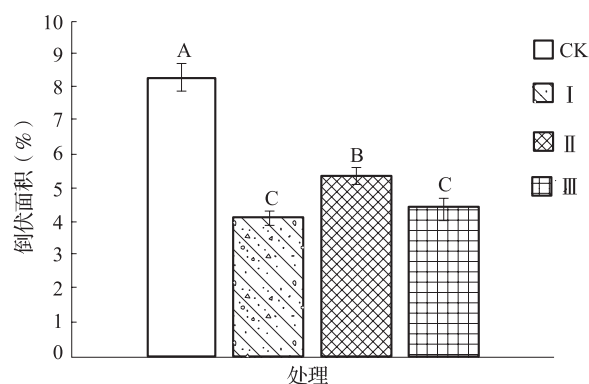


图2 不同处理对港梗308倒伏面积的影响

表5 不同处理对水稻产量的影响

处理	有效穗数(万/hm²)	穗粒数	结实率(%)	千粒重(g)	理论产量(t/hm²)	实际产量(t/hm²)
CK	350.00b	88.36b	90.32a	26.22b	7.32c	7.05c
I	425.00a	92.88a	91.26a	26.81a	9.66a	8.44a
II	400.00a	90.63b	90.30a	26.44b	8.66b	7.65b
III	412.50a	91.73b	90.36a	26.51a	9.06a	8.01a

3 结论与讨论

施用硅肥能缩短基部节间长度,硅在水稻植株内可形成硅化细胞,使茎叶表皮细胞壁加厚,茎秆机械强度增强,从而提高水稻植株的抗倒伏能力。本试验中3种类型的硅肥均能提高水稻的抗倒伏能力,其中先益农对提高水稻的抗倒伏能力最强。

吕惠贞等^[5]认为,施用硅肥使水稻有效穗数和穗实粒数增加,何情情等^[6]研究显示水溶性多效硅肥有利于水稻硅吸收和产量建成。本研究结果表明不同硅肥对水稻产量构成因素影响有一定的差异,3种硅肥均明显提高了水稻的有效穗数,有效穗数的增加是水稻增产的主要因素之一。这与马波^[7]的研究结论有一定的差异。施用硅肥显著提高了水稻的分蘖数,增加了水稻有效穗数,茎秆变粗,通过前期增源和后期的扩库来扩容,有效协调水稻的源库流关系,使流变得更加通畅,提高了水稻的有效光合面积,增强了干物质的生产和积累能力,改善水稻群体质量,为水稻的高产打下了坚实的基础。有研究发现硅肥可以使水稻增产3%~15%^[8],本试验中先益农和硅大师2种硅肥分别使水稻的产量提高了19.7%、13.6%。

本试验只针对丹东地区的一种水稻品种进行了硅肥试验,下一步将对更多的品种进行更深入的研究,找出硅肥对水稻抗倒伏影响的生理机制,以便更好地指导生产。

参考文献

- [1] 任海,付立东,王宇,吕小红,杜萌. 不同硅肥施入模式对水稻产量及品质的影响. 东北农业科学,2019,44(4): 13-18,58
- [2] 范永义,杨国涛,陈敬,蒋芬,Muslim Q,陈永军,胡运高. 硅钾肥配施对水稻茎秆理化性状及抗倒伏能力的影响. 西北植物学报,2017,37(4): 128-134
- [3] 赵理,史春余,王新娟,赵桂涛,王世伟. 不同类型硅肥对水稻生长发育及其产量的影响. 山东农业科学,2012,44(6): 72-76
- [4] 耿朝辉,刘波,刘国清,李倩,商伟,韩宗礼,贾建新. 硅肥对夏大豆干物质积累及品质的影响. 中国种业,2014(6): 48-49
- [5] 吕惠贞,赖伟洪. 中量元素肥料硅肥在水稻上的应用效果总结. 南方农业,2018,12(24): 189-190
- [6] 何情情,张猛,陈猛猛,吴立鹏,张士荣. 土施与叶面喷施硅肥对砂姜黑土水稻产量、光合速率及硅吸收的影响. 青岛农业大学学报(自然科学版),2020,37(2): 108-112,118
- [7] 马波. 硅对寒地香粳水稻齐穗期光合特性及产量的影响. 中国种业,2017(3): 40-42
- [8] 邢钰媛,姜运生,王坤,刘健. 施用生物炭和硅肥对增温水稻叶片光合及荧光特性的影响. 农业环境科学学报,2020(11): 1-18

(收稿日期: 2020-12-14)