

# 苏打盐碱胁迫对水稻品种长白 9号穗部性状及产量构成的影响

杨 福, 梁正伟, 王志春

(中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 研究了盆栽条件下苏打盐碱胁迫对水稻品种长白 9号穗部性状及产量构成的影响。结果表明: 盐碱胁迫对稻穗 2次枝梗数、2次枝梗上的颖花数、2次枝梗上的实粒数的影响达显著水平 ( $P < 0.05$ ), 随盐碱胁迫程度的增加, 2次枝梗数、2次枝梗上的颖花数和 2次枝梗上的实粒数呈明显降低趋势; 相关分析表明, 盐碱胁迫下穗上的 2次枝梗数是对单穗产量贡献的最大因子; 方差分析结果表明, 盐碱胁迫使长白 9号产量显著降低, 其降低的主要原因是盐碱胁迫使穗的总颖花数、穗粒数减少。因此, 盐碱地种植长白 9号在孕穗期要加强水肥调控, 尽量增加水稻的颖花数, 减少 2次枝梗退化。

**关键词:** 水稻; 盐碱; 穗部性状; 产量

中图分类号: S511.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)增刊-0059-03

## Effect of Soda Saline-sodic Stress on the Panicle Traits and Yield Components of Rice Variety Changbai 9

YANG Fu LIANG Zheng-wei, WANG Zhi-chun

(Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China)

**Abstract** Studied on panicle traits and yield components of rice variety Changbai 9 in pot following soda saline-sodic stress. The results showed that with soda saline-sodic stress increased amount of secondary branches, grains of secondary branches ripened, grains of secondary branches were significantly decreased. Amount of secondary branches on panicle was considered as the most important effecting factor for single panicle yield. Yield of Changbai 9 were significantly reduced due to total amount of spike decreased under saline-sodic stress. Therefore, water and fertilizer regulation was more important to increase number of florets on panicle and decrease degradation of secondary branches at Changbai 9 booting stage under saline-sodic environments.

**Key words** Rice; Salinity and sodicity; Panicle traits; Yield

长白 9号是吉林省农科院培育的水稻品种, 早在 1994年就通过吉林省农作物品种审定<sup>[1]</sup>。该品种具有高产、稳产、耐盐碱等特性, 在吉林省西部盐碱地水稻生产中发挥了巨大的作用, 至今年种植面积仍占吉林省西部盐碱地水田种植面积的 70% ~ 80%, 而且未来几年还将是吉林省西部盐碱地水稻的主栽品种之一。但随着吉林省西部土地整理重大项目的实施和完成, 新开发的盐碱地水田盐碱程度较重, 对水稻的伤害程度更大。为了更好地发挥水稻品种长白 9号在盐碱地水田的产量特性, 探讨其

在盐碱地区长期种植的原因, 本试验通过研究盐碱胁迫下水稻品种长白 9号穗部性状及产量构成, 为盐碱地水稻种质资源评价及高产栽培提供依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 供试材料和试验设计

供试材料为吉林省农业科学院选育的耐盐碱水稻品种长白 9号, 生育期 130 d。

盆栽试验于 2008 年在长春市郊人工防雨棚中进行。试验用非盐碱土 ( $SS_0$ ) 取自吉林农业大学试

收稿日期: 2010-10-13

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2009BADB3B03); 吉林省产业技术与开发专项 (吉发改高技字 (2007) 1033号); 吉林省与中国科学院科技合作资金项目 (2009SYHZ0022)

作者简介: 杨 福 (1965-), 男, 吉林蛟河人, 研究员, 主要从事水稻新品种选育及耐盐碱机理研究。

验站区农田土壤, 苏打盐碱土 (SS<sub>1</sub>) 和 (SS<sub>2</sub>) 取自中国大安碱地生态试验站内, 取土深度为地表 0~ 40 cm。取土时充分混合, 过筛, 晾干。每处理重复 3 次。土壤化学性质见表 1。

表 1 供试土壤化学性质

Tab 1 Soil chemical properties in the experiments

处理 Treatments	pH	EC /(ds/m) Electrical conductivity	CEC /(mol/kg) Cation exchange capacity	交换性 Na <sup>+</sup> /(mol/kg) Exchangeable Na <sup>+</sup>	ESP/% ESP percentage	Exchangeable sodium percentage
SS <sub>0</sub>	7.15	0.324	53.50	1.29		2.41
SS <sub>1</sub>	8.56	0.506	43.55	11.65		26.75
SS <sub>2</sub>	9.03	1.121	35.29	15.01		42.52

试验用无孔塑料盆, 上口直径为 22 cm, 下口直径 15 cm, 每盆装土 5 kg。水稻盆栽试验所用肥料为山东临清市丰源复合肥有限公司生产的通用型复合肥, N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 各含 15%, 总肥量 ≥ 45%。插秧前每盆施用复合肥 5 g 做基肥。分蘖期每盆施尿素 0.5 g。4 月 22 日播种, 5 月 30 日插秧。选取叶龄一致的秧苗, 每盆插 4 穴, 每穴 2 株。灌溉水为民用自来水。

1.2 调查项目和方法

水稻成熟期 (9 月 20 日) 各处理取 3 盆对水稻的穗部进行详细考种。所得数据在 SPSS 统计软件上进行分析。

2 结果与分析

2.1 苏打盐碱胁迫对水稻穗部性状的影响

从表 2 可知, 从整个穗部来看, 结实率和千粒重各处理之间没有显著差异, 而穗粒数和实粒数各处理之间差异显著; SS<sub>1</sub> 的穗粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 26.4%, SS<sub>2</sub> 的穗粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 57.6%; SS<sub>1</sub> 穗的

实粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 22.8%, SS<sub>2</sub> 穗的实粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 55.4%。从 1 次枝梗来看, 各处理结实率无显著差异, SS<sub>1</sub> 的平均着粒数与 SS<sub>0</sub> 无显著差异, SS<sub>2</sub> 的平均着粒数与 SS<sub>0</sub> 差异显著; SS<sub>1</sub> 的 1 次枝梗数、1 次枝梗上的粒数、1 次枝梗上的实粒数与 SS<sub>0</sub> 差异不显著, 而 SS<sub>2</sub> 的 1 次枝梗数、1 次枝梗上的粒数、1 次枝梗上的实粒数与 SS<sub>0</sub> 差异显著。从 2 次枝梗来看, 各处理结实率无显著差异, SS<sub>1</sub> 的平均着粒数与 SS<sub>0</sub> 无显著差异, SS<sub>2</sub> 的平均着粒数与 SS<sub>0</sub> 差异显著; SS<sub>0</sub>、SS<sub>1</sub>、SS<sub>2</sub> 的 2 次枝梗数、2 次枝梗上的粒数、2 次枝梗上的实粒数之间差异显著, SS<sub>1</sub> 的 2 次枝梗数比 SS<sub>0</sub> 减少了 36.9%, SS<sub>2</sub> 的 2 次枝梗数比 SS<sub>0</sub> 减少了 81.5%; SS<sub>1</sub> 的 2 次枝梗上的粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 39.1%, SS<sub>2</sub> 的 2 次枝梗上的粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 84.2%; SS<sub>1</sub> 的 2 次枝梗上的实粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 38.8%, SS<sub>2</sub> 的 2 次枝梗上的实粒数比 SS<sub>0</sub> 减少了 84.5%。从主轴上来看, 各处理结实率无显著差异, SS<sub>1</sub> 着生在主轴上的粒数和实粒数与 SS<sub>0</sub> 无显著差异, 而 SS<sub>2</sub> 着生在主轴上的粒数和实粒数与 SS<sub>0</sub> 差异显著。

表 2 盐碱胁迫下水稻穗部性状特征

Tab 2 Panicle traits of rice under soda saline-sodic stress

土壤类型 Soil type	1次枝梗 PB					2次枝梗 SB					主轴 Cob			整个穗 Panicle			
	枝梗数 TAB	粒数 Grains	实粒数 RG	结实率 /%	平均着粒数 SS SPPB	枝梗数 TAB	粒数 Grains	实粒数 RG	结实率 /%	平均着粒数 SS SPPB	粒数 Grains	实粒数 RG	结实率 /%	粒数 Grains	实粒数 RG	结实率 /%	千粒重 /g KGW
SS <sub>0</sub>	8.05a	49.95a	43.60a	0.87a	5.70a	13.55a	36.70a	34.90a	0.95a	2.71a	3.75a	3.45a	0.92a	90.4a	81.95a	0.95a	25.15a
SS <sub>1</sub>	7.35a	40.80a	38.85a	0.95a	5.55ab	8.55b	22.35b	21.35b	0.951a	2.61ab	3.35ab	3.12a	0.93a	66.5b	63.27b	0.95a	24.55a
SS <sub>2</sub>	5.60b	30.0b	28.80b	0.96a	5.36b	2.50c	5.80c	5.40c	0.93a	2.30b	2.50b	2.32b	0.93a	38.30c	36.50c	0.95a	24.15a

注: 小写字母表示 5% 差异显著性水平。  
Note: Letter are significantly different at 5% probability level

2.2 苏打盐碱胁迫下水稻单穗平均产量与穗部性状的关系

从表 3 可知, 对照 (SS<sub>0</sub>) 的单穗平均产量与 2 次枝梗数呈极显著正相关, 与 2 次枝梗上的粒数呈显著正相关; 轻盐碱处理 (SS<sub>1</sub>) 的单穗平均产量与 2 次枝梗数、2 次枝梗上的粒数、2 次枝梗上的实粒数相关显著; 重盐碱处理 (SS<sub>2</sub>) 的单穗平均产量也分别与 2 次枝梗数、2 次枝梗上的粒数、2 次枝梗上的实粒数呈显著相关。

为了进一步确定产量与穗部各主要性状之间的

关系, 将平均单穗重与 1 次枝梗数 (X<sub>1</sub>)、1 次枝梗粒数 (X<sub>2</sub>)、1 次枝梗实粒数 (X<sub>3</sub>)、2 次枝梗数 (X<sub>4</sub>)、2 次枝梗粒数 (X<sub>5</sub>) 和 2 次枝梗实粒数 (X<sub>6</sub>) 做逐步回归分析, 建立最优回归方程。SS<sub>0</sub> 的回归方程是 Y = 0.57 + 0.05X<sub>5</sub> (R<sup>2</sup> = 0.925<sup>\*</sup>), 对单穗产量贡献最大的因素是 2 次枝梗粒数 (X<sub>5</sub>); SS<sub>1</sub> 的回归方程是 Y = 0.710 + 0.910X<sub>4</sub> (R<sup>2</sup> = 0.955<sup>\*</sup>), 对单穗产量贡献最大的因素是 2 次枝梗数 (X<sub>4</sub>); SS<sub>2</sub> 的回归方程是 Y = - 0.729 + 0.202X<sub>4</sub> (R<sup>2</sup> = 0.984<sup>\*\*</sup>), 对单穗产量贡献最大的因素是 2 次枝梗数 (X<sub>4</sub>)。

表 3 单穗平均产量与各因素的相关系数

Tab 3 Coefficients of relationship between single panicle average yield and affecting factors in rice plant						
土壤类型 Soil type	1次枝梗数 Amount of primary branches	1次枝梗粒数 Grains of primary branches	1次枝梗实粒数 Ripened grains of primary branches	2次枝梗数 Amount of secondary branches	2次枝梗粒数 Grains of secondary branches	2次枝梗实粒数 Ripened grains of secondary branches
SS <sub>0</sub>	0.863	0.804	0.822	0.992 <sup>**</sup>	0.962 <sup>*</sup>	0.941
SS <sub>1</sub>	0.795	0.839	0.837	0.977 <sup>*</sup>	0.967 <sup>*</sup>	0.969 <sup>*</sup>
SS <sub>2</sub>	0.885	0.835	0.842	0.956 <sup>*</sup>	0.962 <sup>*</sup>	0.951 <sup>*</sup>

注：\*，\*\* . 分别代表 0.05 0.01 水平上显著。  
Note \*，\*\* . Significant at the 0.05 and 0.01 levels respectively

表 4 盐碱胁迫下水稻产量及构成  
Tab 4 Yielding and yield components under soda saline-sodic stress

土壤类型 Soil type	每盆有效穗数 Effective panicles per pot	每穗粒数 Grains per panicle	每盆总颖花数 Total amount of spike per pot	结实率 / % Seed setting	千粒重 / g 1 000-grain weight	每盆产量 / g Yield per pot
SS <sub>0</sub>	46.5a	90.4a	4 014.4a	94.3a	25.15a	95.15a
SS <sub>1</sub>	33.0b	66.5b	2 194.5b	94.8a	24.55a	51.05b
SS <sub>2</sub>	31.5b	39.2c	1 232.5c	94.4a	24.15a	27.30c

2 3 苏打盐碱胁迫对长白 9号产量及构成的影响

由表 4 可知, 盐碱胁迫使长白 9 号的产量明显降低, 各处理间差异显著。SS<sub>1</sub>产量比 SS<sub>0</sub>降低了 46.3%, SS<sub>2</sub>产量比 SS<sub>0</sub>降低 71.3%。产量构成因素中, SS<sub>1</sub>、SS<sub>2</sub>有效穗数分别与 SS<sub>0</sub>之间差异达显著水平, SS<sub>1</sub>与 SS<sub>2</sub>差异不显著, SS<sub>1</sub>的有效穗数比 SS<sub>0</sub>降低 29.0%, SS<sub>2</sub>的有效穗数比 SS<sub>0</sub>降低 32.2%; SS<sub>0</sub>、SS<sub>1</sub>和 SS<sub>2</sub>之间每穗粒数差异显著, SS<sub>1</sub>和 SS<sub>2</sub>分别比 SS<sub>0</sub>降低 26.4% 和 56.6%; SS<sub>0</sub>、SS<sub>1</sub>和 SS<sub>2</sub>之间总颖花数差异显著, SS<sub>1</sub>和 SS<sub>2</sub>分别比 SS<sub>0</sub>降低 45.3% 和 69.3%; 盐碱胁迫下各处理的结实率和千粒重之间差异不显著。可以推测, 盐碱胁迫使产量降低主要是由于总颖花数、穗粒数的减少造成的。

3 结论与讨论

国内外大量的科学研究和生产实践证明, 在保证有充足的水源的条件下开发种稻是盐碱地改良和利用最有效的措施之一<sup>[2-3]</sup>。但由于苏打盐碱土具有可溶性盐含量高, pH 高, 交换性 Na<sup>+</sup> 含量高等特点, 严重影响水稻的生长发育。超过一定程度的盐碱胁迫会影响水稻的幼穗分化和小穗的形成, 显著降低每穗的第 1 枝梗数、小穗数及穗重, 导致产量和品质下降<sup>[4-7]</sup>。水稻品种长白 9 号耐盐碱性强, 在 pH8.0-8.5 和土壤含盐量 0.3% 的盐碱条件下表现正常<sup>[8]</sup>。但水稻品种的耐盐碱性是相对的, 超过品种的忍耐程度就会对水稻产生伤害。本研究结果表明盐碱胁迫对水稻品种长白 9 号稻穗 2 次枝梗的影响大于对 1 次枝梗的影响。对 2 次枝梗数、2 次枝梗上的颖花数、2 次枝梗上的实粒数的影响达显著水平, 随盐碱胁迫程度的加重, 2 次枝梗数、2 次枝梗上的颖花数和 2 次枝梗上的实粒数呈明显降低趋势。相关分析表明盐碱胁迫对单穗产量贡献最大的

因子是穗上的 2 次枝梗数, 说明盐碱逆境对水稻穗部的影响主要是通过影响稻穗的 2 次枝梗数及 2 次枝梗上的颖花数来实现的, 进而引起水稻的产量降低。这也可断定水稻稻穗的 2 次枝梗的分化和退化对盐碱环境比较敏感。产量性状的方差分析结果表明, 盐碱胁迫使长白 9 号产量显著降低, 其降低的主要原因是盐碱胁迫使稻穗的总颖花数、穗粒数的减少而引起的。因此, 盐碱地种植水稻长白 9 号在水稻的孕穗期要加强水肥调控, 尽量增加水稻的颖花数, 减少 2 次枝梗退化, 保证水稻产量。

参考文献:

[1] 杨兆凤. 粳稻新品种长白 9 号 [J]. 作物品种资源, 1997(1): 51-52

[2] 赵兰坡, 尚庆昌, 李青林. 松辽平原盐碱土改良利用研究现状及问题 [J]. 吉林农业大学学报, 2000 22(专 辑): 79-83

[3] 孙广友. 松嫩平原古河道农业工程研究 [J]. 吉林科学技术出版社, 2007: 447-448

[4] A sha S Ansari R F. Rice Cultivation in Saline Soil[M ]. Dordrect the Netherland Kluwer Academic Publishers, 2002 189-192

[5] 张瑞珍, 邵喜文, 童淑媛, 等. 盐碱胁迫对水稻源库与产量的影响 [J]. 中国水稻科学, 2006 20(1): 116-118

[6] Abdullah Z, Khan M A, Flowers T J. Causes of sterility and seed set in rice under salinity stress[J]. J Agron Crop Sci 2001 187: 25-32

[7] 梁正伟, 杨 福, 王志春, 等. 盐碱胁迫对水稻主要生育性状的影响 [J]. 生态环境, 2004, 13(1): 43-46

[8] 李 彻. 吉林省水稻育种取得突破长白 9 号种植面积超过外引品种 [J]. 中国稻米, 1995(6): 22