

耐盐碱水稻品种在中度盐碱条件下 高产肥密优化研究

马 波

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为了优化盐碱地水稻栽培措施,采用二次回归通用旋转组合设计,在中度盐碱地条件下,研究了不同密度、氮肥和钾肥用量对寒地耐盐碱水稻品种产量的影响。结果表明:密度对产量的影响最大。相关性分析结果表明:单位面积穗数与两个品种产量均呈极显著正相关且绝对值最大($r=0.835^{**}$, $r=0.912^{**}$),可见在盐碱环境下应加大种植密度。因此对频数分析法获得的方案进行调整,最终建立最优方案绥粳5号:密度 $30.5\sim 32.5$ 穴 $\cdot\text{m}^{-2}$ 、施氮量 $103.2\sim 131.1$ kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、施钾量 $75.0\sim 96.4$ kg $\cdot\text{hm}^{-2}$;龙粳21:密度 $31.5\sim 33.8$ 穴 $\cdot\text{m}^{-2}$ 、施氮量 $116.3\sim 153.2$ kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 、施钾量 $77.2\sim 94.1$ kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

关键词:水稻;耐盐碱;肥密;回归方程;最优方案

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)03-0009-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.03.0009

黑龙江西部是该省盐碱地主要所在区域,土壤盐碱化率高,自然条件恶劣,生态环境脆弱,长期效益低下。尽管这些盐碱地区地势平坦、热量资源和水资源相对丰富,但是由于盐碱土适耕性差、对作物产生盐碱危害等原因,种植旱田作物收益极低,往往处于荒地或半荒地状态^[1]。利用盐碱地种植水稻,可以增加粮食产量,改良盐碱土壤。而在实际生产中,水稻各品种(系)之间耐盐碱性差异较大,并且耐性品种没有与之相配套的盐碱地栽培措施,严重制约了水稻的生产^[2-5]。

因此,黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院通过广泛搜集适宜黑龙江省西部地区种植的水稻种质资源,在2011和2012年进行了耐盐碱水稻品种的筛选,筛选出了耐盐碱品种绥粳5号和龙粳21^[6]。本研究是对筛选出的耐性品种进行肥密栽培方案的模拟寻优,建立耐性品种在中度盐碱环境下的最优栽培方案。以有效改善当地的水稻生产状况,提高水稻单产,从而提高黑龙江省西部地区的粮食综合生产能力,促进黑龙江省西部地区可持续发展。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为耐盐碱水稻品种绥粳5号和龙

粳21。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2013年在齐齐哈尔市种畜场进行,该地区土壤属中度盐碱地,土壤pH 8.4,土壤盐分含量2.3%。试验采用三因素五水平的二次回归通用组合设计,利用DPS软件及基础肥密水平来设计试验因子的实际水平, X_1 密度(穴 $\cdot\text{m}^{-2}$):17.2、20.5、25.0、29.5、32.8; X_2 纯氮(kg $\cdot\text{hm}^{-2}$):0、36.45、90、143.55、180; X_3 纯钾(kg $\cdot\text{hm}^{-2}$):0、20.63、50.63、80.63、101.25。

试验小区面积30 m²,单排单灌,随机区组排列,3次重复。氮肥30%作底肥、30%作返青分蘖肥、30%作穗肥、10%作粒肥,钾肥50%作底肥、50%作穗肥。磷肥在之前的单因子试验中已经确定,为底肥一次性施入纯磷(P_2O_5)46.9 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$,各处理相同。其它管理与当地中度盐碱地水稻生产相同。

1.2.2 调查项目与方法 水稻成熟时每处理中间连续取5穴带回室内考察主要农艺性状,具体指标包括:穗长、平方米穗数、一次枝梗数、每穗实粒数、结实率和千粒重等性状。每小区去除边2行,选10 m²左右实割进行产量实测,晒干换算成标准含水量后计算产量。二次通用回归、相关分析等均采用DPS 8.01进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 耐盐碱品种高产数学模型的建立

将绥粳5号和龙粳21的实测产量试验结果,通过DPS 8.01软件进行统计分析,可以获得未

收稿日期:2014-11-23

基金项目:省长基金资助项目(2009HSJ-A-3)

作者简介:马波(1982-),男,回族,黑龙江省齐齐哈尔市人,博士,助理研究员,从事水稻育种及栽培研究。E-mail:ma-bo8210@163.com。

经简化的回归方程(见表 1)。

验后,在 0.10 水平下剔除不显著的项,得到简化后的回归方程(见表 2)。

对所建立的回归方程进行失拟性及显著性检

表 1 处理因子与耐盐碱品种产量回归方程

品种 Varieties	回归方程 Regression equation
绥梗 5 号 Suijing 5	$Y=7036.55+580.77X_1+511.8X_2+407.33X_3-366.28X_1^2-261.14X_2^2-38.38X_3^2+93.62X_1X_2+101.37X_1X_3+29.87X_2X_3$
龙梗 21 Longjing 21	$Y=7258.07+611.45X_1+502.3X_2+337.59X_3-298.28X_1^2-273.4X_2^2-102.52X_3^2+78.25X_1X_2+93.86.37X_1X_3+68.52X_2X_3$

表 2 简化后各因子与产量回归方程

品种 Varieties	回归方程 Regression equation
绥梗 5 号 Suijing 5	$Y=7036.55+580.77X_1+511.8X_2+407.33X_3-366.28X_1^2-261.14X_2^2$
龙梗 21 Longjing 21	$Y=7258.07+611.45X_1+502.3X_2+337.59X_3-273.4X_2^2+78.25X_1X_2$

2.2 单因子效应分析

根据回归方程中各偏回归系数的绝对值大小,本试验中绥梗 5 号和龙梗 21 各因子对产量影响的大小顺序均为:密度(X_1)>氮肥施用量(X_2)>钾肥施用量(X_3),说明在盐碱环境下种植密度是影响绥梗 5 号和龙梗 21 产量高低的最主要因子,其次为氮肥和钾肥施用量。

2.3 肥密方案的模拟寻优

通过 DPS 数据处理系统可以对产量肥密方案进行寻优,获得最高产量时的施肥密度组合,然而这样的组合仅固定在一个具体取值,实际生产中不易操作,应用性不强。若采用频数分析法可以获得某一目标产量有一定变化区间且较为灵活的栽培措施组合,实际推广应用价值更大。因此

本试验运用频数分析法对高产肥密方案进行模拟寻优,获取最佳栽培方案。

利用频数分析法,对产量大于 $8\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的所有方案进行频数分析,根据表 3 和表 4 可以获得 95%置信区间以及所对应的农艺措施,从而可以得出绥梗 5 号产量大于 $8\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的栽培方案为:密度 $28.8\sim32.5$ 穴 $\cdot\text{m}^{-2}$ 、施氮量 $103.2\sim131.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、施钾量 $75.0\sim96.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;龙梗 21 产量大于 $8\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的栽培方案为:密度 $30.1\sim33.8$ 穴 $\cdot\text{m}^{-2}$ 、施氮量 $116.3\sim153.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、施钾量 $77.2\sim94.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。按此栽培方案两个品种都有 95%的可能高于 $8\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

表 3 绥梗 5 号产量大于 $8\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的方案分布

Table 3 Scheme distribution for yield above $8\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ of Suijing 5							
水平 Levels	X_1	频率 Frequency	X_2	频率 Frequency	X_3	频率 Frequency	
-1.6818	0	0	0	0	0	0	
-1	1	0.0833	0	0	0	0	
0	1	0.0833	8	0.6667	2	0.1667	
1	5	0.4167	4	0.3333	4	0.3333	
1.6818	5	0.4167	0	0	6	0.5	
加权均数 Weighted mean		1.273		0.333		1.174	
标准误 Standard error		0.206		0.136		0.175	
95%置信区间 95% confidence interval		1.069~1.478		0.067~0.600		0.831~1.518	
农艺措施 Agronomic measure		28.8~32.5		103.2~131.1		75.0~96.4	

2.2 耐性品种农艺性状与产量的相关性

由表5可以看出,绥梗5号的平方米穗数、结实率、每穗实粒数与产量呈显著或极显著正相关($r=0.835^{**}$, $r=0.625^{**}$, $r=0.41^{*}$),千粒重与产量呈显著负相关($r=-0.448^{**}$);龙梗21的平方米穗数、一次枝梗数、结实率与产量呈显著或极显著正相关($r=0.912^{**}$, $r=0.02^{*}$, $r=$

0.463^{*}),千粒重与产量呈极显著负相关($r=-0.558^{**}$)。根据相关系数得出农艺性状对产量的影响表现为绥梗5号:平方米穗数>结实率>千粒重>每穗实粒数;龙梗21:平方米穗数>千粒重>结实率>一次枝梗数。可见在盐碱环境下,平方米穗数对两个品种产量作用最大,而结实率对绥梗5号作用较大,千粒重对龙梗21作用较大。

表4 龙梗21产量大于8 000.0 kg·hm⁻²的方案分布

Table 4 Scheme distribution for yield above 8 000.0 kg·hm⁻² of Longjing 21

水平 Levels	X ₁	频率 Frequency	X ₂	频率 Frequency	X ₃	频率 Frequency
-1.6818	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	10	0.3846	4	0.1538
1	10	0.3846	10	0.3846	10	0.3846
1.6818	16	0.6154	6	0.2308	12	0.4615
加权均数 Weighted mean	1.42		0.731		1.161	
标准误 Standard error	0.092		0.177		0.162	
95%置信区间 95% confidence interval	1.239~1.600		0.484~1.079		0.845~1.502	
农艺措施 Agronomic measure	30.1~33.8		116.3~153.2		77.2~94.1	

表5 耐性品种农艺性状与产量的相关系数

Table 5 Correlation coefficients between agronomic traits and yield

品种 Varieties	穗长 Panicle length	一次枝梗数 Primary branch number	平方米穗数 Panicle number per square metre	每穗实粒数 Filled grain number per panicle	结实率 Setting percentage	千粒重 1000-grain weight
绥梗5号 Suijing 5	0.352	0.192	0.835**	0.410*	0.625**	-0.448*
龙梗21 Longjing 21	0.21	0.402*	0.912**	0.256	0.463*	-0.558**

* 为0.05显著水平; ** 为0.01极显著水平。
* shows significant difference at 0.05 level; ** shows significant difference at 0.01 level.

3 结论与讨论

肥料和密度是水稻高产优势栽培中最主要的调控技术措施,围绕着肥料和密度与水稻产量的关系,国内外已进行了大量的研究。薛应征等^[7]研究认为,与氮肥相比,种植密度对产量的影响相对较小。但在本试验中,各因素对两个品种产量影响的大小顺序都为:密度(X₁)>氮肥施用量(X₂)>钾肥施用量(X₃),可见在盐碱环境下种植密度是影响水稻品种产量高低的最主要因子。

本试验采用频数分析法对绥梗5号和龙梗21进行肥密栽培方案的模拟寻优,同时分析了盐碱环境下耐性品种农艺性状与产量的相互关系,发现平方米穗数与两个品种产量均呈极显著正相关,且绝对值最大($r=0.835^{**}$, $r=$

0.912^{**}),可见在盐碱环境下应加大种植密度,增加群体数量,从而构建高质量的群体结构,因此对模拟寻优的肥密方案,进行适当调整,最终建立耐盐碱水稻品种在中度盐碱环境下最优栽培方案,绥梗5号:密度30.5~32.5穴·m⁻²、施氮量103.2~131.1 kg·hm⁻²、施钾量75.0~96.4 kg·hm⁻²;龙梗21:密度31.5~33.8穴·m⁻²、施氮量116.3~153.2 kg·hm⁻²、施钾量77.2~94.1 kg·hm⁻²,为盐碱地大面积水稻高产栽培奠定基础。

本研究在中度盐碱地环境下建立耐性品种高产肥密优化栽培技术,而轻度盐碱地和重度盐碱地还有相当大的面积,应继续加强耐盐碱品种在不同程度盐碱地的高产群体优化栽培技术的研究。

(下转第31页)

探讨——有效积温预测法[J]. 华东昆虫学报, 2006,

15(1):34-36.

Developmental Threshold Temperature and Effective Accumulated Temperature of *Sardoscelis spenias* Meyrick

HUANG Sheng-xian¹, CHEN Jin-wu¹, QIN Xiao-jiao², HOU Biao¹, JIN Yi-lan¹, WANG Zheng-wen¹

(1. Qiandongnan Agricultural Science Institue, Kaili, Guizhou 556000; 2. Qiandongnan Academy of Forest Inventory and Planning, Kaili, Guizhou 556000)

Abstract: In order to effectively control the occurrence of *Sardoscelis spenias* Meyrick, the developmental duration, developmental threshold temperature and effective accumulative temperature of each stage of *S. spenias* were studied under five constant temperatures in the laboratory. The results showed that the developmental duration of different life stages of *S. spenias* were shortened with increasing of temperature under five constant temperatures ranging from 22 to 34°C. The developmental duration of larvae was the longest, followed by pupae, the egg and pre-oviposition adult was the shortest. The developmental threshold temperature (DTT) of egg, larvae, pupae and pre-oviposition adult was 11.98, 6.47, 10.92 and 8.61°C respectively, and their effective accumulative temperature (EAT) was 114.38, 449.73, 139.92 and 95.41°C·d respectively. The effective accumulated temperature of a generation was 837.06°C·d. It was predicted that 5~6 generations occurred in Qian-dongnan area each year.

Keywords: *Sardoscelis spenias* Meyrick; developmental duration; developmental threshold temperature; effective accumulative temperature

(上接第 11 页)

参考文献:

- [1] 王志春, 李取生, 李秀军, 等. 松嫩平原盐碱化土地治理与农业持续发展对策[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 166-168.
- [2] 单莉莉, 赵海新, 张淑华, 等. 寒地水稻耐盐碱材料的初步分类与筛选[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(2): 11461-11463.
- [3] 张瑞珍, 邵玺文, 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.
- [4] 祁栋灵, 郭桂珍, 李明哲, 等. 水稻耐盐碱性生理和遗传研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2007, 8(4): 486-493.
- [5] 孙彤, 杜震宇, 张瑞珍, 等. 松嫩平原盐碱土盐碱胁迫对水稻分蘖及产量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(6): 597-600, 605.
- [6] 马波, 刘传增, 胡继芳, 等. 寒地粳稻耐盐碱种质资源筛选[J]. 黑龙江农业科学, 2011(1): 6-8.
- [7] 薛应征, 刘贺梅, 殷春渊, 等. 氮肥与密度对水稻产量及构成因素影响[J]. 耕作与栽培, 2011(1): 19-20.

Study on Optimization of Fertilizer and Density of Saline-alkali Tolerant Rice Varieties Under Moderate Saline-alkali Conditions

MA Bo

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract: In order to optimize rice cultivation measures of saline-alkali land, under moderate saline-alkali conditions, the effect of different amounts of N, K and density on yield of saline-alkali tolerant rice varieties in cold region was studied with quadratic general rotatory combination design. The results showed that the effect of density on the yield was the most important role. The results of correlation analysis indicated that there were significant positive correlations between panicle number per unit area and yield of two varieties, and the absolute value was the maximum ($r=0.835^{**}$, $r=0.912^{**}$). Therefore planting density should be increased under saline-alkali conditions. At the same time, the experiments obtained the optimum planting scheme on the yield by frequency analysis. Longjing 21 mode was that density 30.5~32.5 points·m², applied N 103.2~131.1 kg·hm⁻², K₂O 75.0~96.4 kg·hm⁻². Suijing 5 mode was that density 31.5~33.8 points·m², applied N 116.3~153.2 kg·hm⁻² and K₂O 77.2~94.1 kg·hm⁻².

Keywords: rice; saline-alkali tolerance; fertilizer and density; regression equation; optimal scheme