



曹良子,孙世臣,刘凯,等.黑龙江省耐盐碱水稻种质资源鉴定及筛选[J].黑龙江农业科学,2022(8):10-13.

黑龙江省耐盐碱水稻种质资源鉴定及筛选

曹良子^{1,2},孙世臣^{1,2},刘凯^{2,3},李柱刚^{1,2},丁国华^{1,2},周劲松^{1,2},洛育^{1,2},来永才^{2,3}

(1.黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所/黑龙江省水稻品质改良与遗传育种工程技术研究中心/黑龙江省作物分子设计与种质创新重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150023;2.国家耐盐碱水稻技术创新中心东北中心,黑龙江 哈尔滨 150086;3.黑龙江省农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:黑龙江省拥有大面积的苏打盐碱地,为挖掘黑龙江省耐盐碱水稻种质资源,为黑龙江省耐盐碱水稻品种培育提供中间材料并优化耐盐碱水稻筛选方法,以 118 份高世代水稻种质资源和 6 份黑龙江省主栽水稻品种为材料,在黑龙江省肇源县盐碱地新开垦的水稻田中进行耐盐碱筛选试验,分别调查水稻分蘖数和收获粒数。结果表明,通过综合比较筛选出 9 份耐盐碱水稻新种质资源,其在营养生长期发育旺盛,并在生殖生长期有较强的耐盐碱性。说明在鉴定以及筛选耐盐碱水稻种质资源时,可以将水稻营养生长期的分蘖能力作为鉴定筛选指标,能够提高耐盐碱水稻筛选的效率以及精准度。

关键词:水稻;耐盐碱;分蘖

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



中国盐碱地总面积约 1 亿 hm^2 , 占中国耕地面积的 5.5%^[1]。黑龙江省约有 100 万 hm^2 水资源丰富的盐碱地,主要分布在松嫩平原。松嫩平原也是世界三大苏打盐碱地集中分布区域之一。黑龙江省盐碱地主要分布在泰来县南部、富裕县南部、齐齐哈尔种畜场、林甸、安达、杜蒙、三肇等地区。水稻是黑龙江省主要粮食作物,同时也是盐碱地改良的首选作物^[2],已有研究表明“以稻治碱”是改良盐碱地的有效方法。但是水稻属于盐碱敏感的淡水作物,在水稻不同生长期对水稻耐盐碱胁迫都拥有不同表现。目前为止,通过化学药品等模拟溶液方法针对水稻萌芽期、芽期以及苗期的耐盐碱研究较多^[3-7]。但是在实际盐碱地水稻种植过程中插秧后的分蘖期是第一个重要盐碱受害时期^[8],如果在插秧后的分蘖期耐盐碱性较弱,会导致稻苗生长缓慢,甚至死苗等现象。因此,水稻分蘖期的耐盐碱性非常重要^[9]。目前通过多年的研究,黑龙江省已经拥有普粘 7 号、东农 425、龙粳 21 和绥粳 8 号等耐盐碱水稻品种,

但是随着我国经济发展,对水稻产量以及品质要求的提高,对耐盐碱水稻品种要求也越来越高。但是目前耐盐碱种质资源的创制以及新品种筛选主要通过选育出高世代稳定材料后,通过盐碱地产量鉴定来进行最终决选。这种方法加大了秋季筛选工作,同时,生殖生长期的筛选比例过大,导致部分耐盐碱种质资源被遗漏。

因此,本研究在新开垦盐碱地种植 118 份黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所培育的不同生育期的高世代(F_8 以上)水稻种质资源和 6 份黑龙江省主栽水稻品种,并调查水稻营养生长期分蘖数和生殖生长期收获粒数,筛选耐盐碱种质资源,旨在为黑龙江省耐盐碱水稻品种培育提供中间材料并优化耐盐碱水稻品种的筛选方法。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为 118 份黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所培育的高世代(F_8 以上)水稻种质资源和 6 份黑龙江省主栽水稻品种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2021 年在黑龙江省肇源县国家耐盐碱水稻技术创新中心东北中心肇源基地($45^{\circ}38'27''\text{N}$, $124^{\circ}38'36''\text{E}$)进行,试验田为开垦两年的盐碱土水稻田,拥有井灌设施以及强排水设施。采用随机区组试验设计。株距 13.2 cm,行距 29.7 cm,小区面积 4.8 m^2 。

收稿日期:2022-05-25

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费(CZKYF2021-2-B013);国家水稻产业技术体系哈尔滨综合试验站(CARS-01-62)。

第一作者:曹良子(1989—),男,博士,副研究员,从事水稻种质资源创新及育种研究。E-mail:15304608296@163.com。

通信作者:来永才(1964—),男,博士,研究员,从事现代农作制度、耕作栽培及农业资源利用研究。E-mail:yame0451@163.com。

1.2.2 测定项目及方法 pH:使用 Master 10000 快速 pH 计检测 10 cm 土层和水层 pH。

田间调查:参照《水稻种质资源描述规范和数据标准》调查分蘖数和收获粒数。于 2021 年 7 月 10 日调查水稻分蘖数;水稻成熟后水分下降至 15%~16% 时进行收获,调查水稻收获粒数。

1.2.3 数据分析 分别采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 进行数据整理及绘图分析。

2 结果与分析

2.1 盐碱地土壤和水层 pH 变化

由图 1 可以看出,在水稻泡田前土壤 pH 达 9.60,泡田 60 d 后水稻返青期土壤 pH 降至 8.50,水层 pH 为 7.80;水稻始穗期土壤 pH 为 8.42,水层 pH 为 7.76。

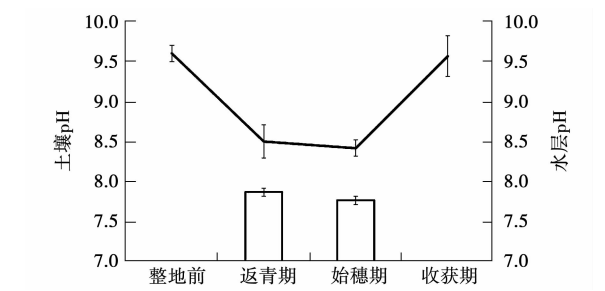


图 1 水稻生长期盐碱地土壤和水层 pH 变化

2.2 盐碱地不同水稻种质资源分蘖数分析

由图 2 可以看出,每穴分蘖数在 10 个以下的为盐碱敏感性种质资源,共有 59 份;每穴分蘖数在 11~15 个的为中度耐盐碱水稻种质资源,共有 55 份,每穴分蘖数在 16 个以上的耐盐碱水稻种质资源,共 10 份。其中有两个种质资源每穴分蘖数达到 21 个。

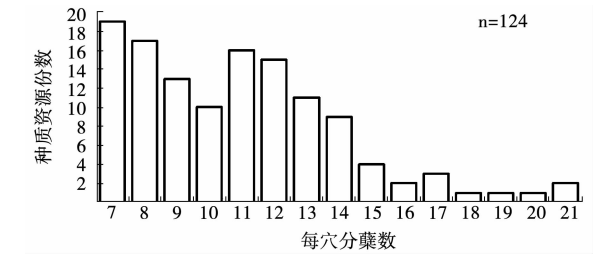


图 2 盐碱地 124 份水稻种质资源的分蘖数统计

2.3 盐碱地不同水稻种质资源收获粒数分析

由图 3 可以看出,59 份种质资源无种子,占总数的 48%;收获 1~5 粒种子的种质资源有 20 份,占总数的 16%;收获 6~10 粒种子的种质资源有 18 份,约占总数的 15%;收获 11~20 粒种子的种质资源有 3 份,约占总数的 2%;收获 21~30 粒种子的种质资源有 3 份,约占总数的

2%;收获 31~40 粒种子的种质资源有 5 份,占 4%;收获 41~50 粒种子的种质资源有 6 份,约占总数的 5%;收获 50 粒以上种子的种质资源有 10 份,占 8%。

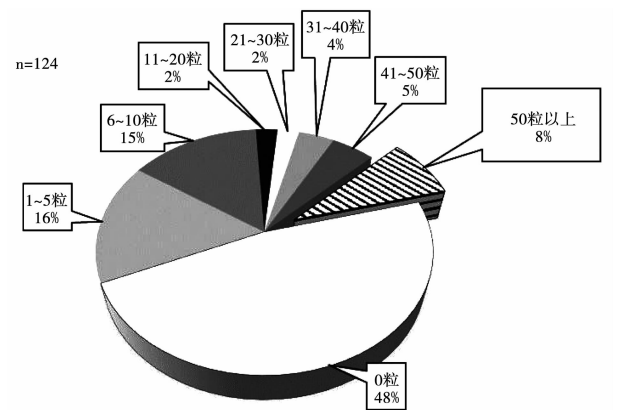


图 3 盐碱地条件下不同水稻种质资源收获籽粒情况

2.4 不同耐盐碱水稻种质资源分蘖与收获籽粒相关性分析

由图 4 可以看出,最终收获籽粒为 0 粒的种质资源共有 59 份,其中分蘖数在 10 个以下的种质资源有 55 份,分蘖数在 11~15 个之间的种质资源有 4 份。收获籽粒为 1~5 粒的种质资源共有 20 份,其中分蘖在 10 个以下的种质资源有 4 份,分蘖数在 11~15 个之间的种质资源有 16 份。收获籽粒为 6~10 粒的种质资源共有 18 份,且分蘖数均在 11~15 个之间。收获籽粒为 11~20 粒的种质资源共有 3 份,且分蘖数均在 11~15 个之间。收获籽粒为 21~30 粒的种质资源共有 3 份,且分蘖数在 11~15 个之间。收获籽粒为 31~40 粒的种质资源共有 5 份,且分蘖数在 11~15 个之间。收获籽粒为 41~50 粒的种质资源共有 6 份,其分蘖数在 11~15 个之间的种质资源有 5 份,分蘖数在 16 个以上的种质资源有 1 份。收获籽粒为 50 粒以上的种质资源共有 10 份,其中分蘖数在 11~15 个之间的种质资源有 1 份,分蘖数在 16 个以上的种质资源有 9 份(图 4)。

从图 3 与图 4 中可以看出,水稻分蘖数与最终收获籽粒有一定相关性。随着分蘖数的增加最终收获粒数也同时增长。本研究从 124 份水稻种质资源中,共筛选出 9 份收获籽粒在 50 粒以上,分蘖数在 16 个以上的耐盐碱水稻新种质资源,耐盐碱水稻品系占比为 7.3%。从而可以看出,黑龙江省耐盐碱水稻种质资源在 7 月上旬每穴分蘖数需要达到 16 个以上,才能够拥有一定水平的耐盐碱能力。

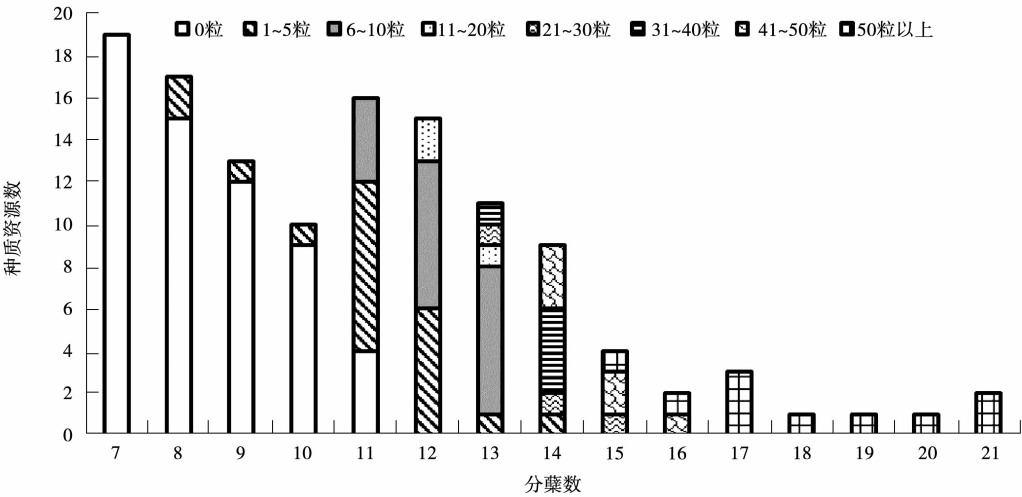


图 4 不同耐盐碱水稻种质资源分蘖与收获籽粒相关性

2.5 筛选出的耐盐碱水稻种质资源的生态区分析

由图 5 可以看出,收获 50 粒以上种子且分蘖数在 16 个以上的 9 份种质资源中,耐盐碱鉴定前生育期属于第一积温带晚熟的种质资源有 2 份,占第一积温带晚熟种质资源的 8.00%。生育期属于第一积温带早熟的种质资源有 3 份,占第一积温带早熟种质资源的 9.38%。生育期属于第

二积温带晚熟的种质资源有 1 份,占第二积温带晚熟种质资源的 7.14%。生育期属于第二积温带早熟种质资源有 1 份,占第二积温带早熟种质资源的 6.67%。生育期属于第三积温带晚熟的种质资源有 1 份,占第三积温带晚熟种质资源的 4.55%。生育期属于第三积温带早熟的种质资源有 1 份,占第三积温带早熟种质资源的 6.25%。

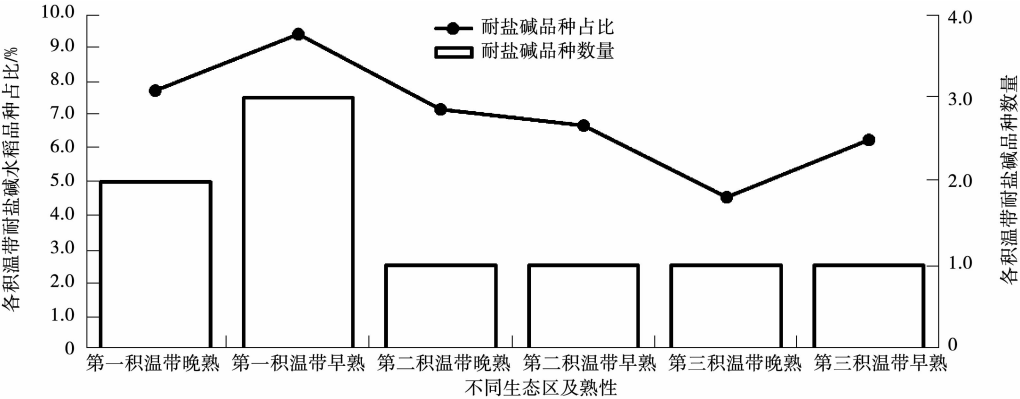


图 5 不同生态区耐盐碱水稻种质资源筛选数量及筛选概率

3 讨论

水稻耐盐碱性是一个复杂的综合性状,目前为止主要通过对比同时期的不同材料来鉴定耐盐碱水平,或者通过相对产量作为指标来代替水稻耐盐碱种质资源筛选时期一直以来受到关注^[10]。但是,目前的研究表明,水稻在幼苗期以及生殖生长期属于盐碱敏感时期,相比在萌芽期以及营养生长期属于相对耐盐碱较强时期^[11]。同时不同品种之间也存在较大的耐盐碱水平的差异^[12]。目前研究表明,水稻在受到盐碱胁迫时会出现分蘖高峰期延迟,分蘖数量减少,抽穗期延长,株高降低,有效分蘖数减少,千粒重降低,空壳率提高,

穗粒数减少等一系列变化,最终导致水稻产量严重下降^[13-15]。本研究调查 124 份水稻种植资源营养生长期分蘖数和生殖生长期收获粒数,从中筛选出 9 份在分蘖期每穴分蘖数在 16 以上,最终收获种子在 50 粒以上的耐盐碱种质资源。同时,本研究筛选出来的耐盐碱材料中可以看出,随着每穴分蘖数的增加,最终收获粒数也呈现增加趋势。由此得出,耐盐碱水稻种质资源鉴定以及耐盐碱水稻品种选育过程中可以加强水稻生育初期分蘖数量筛选,结合生殖生长期耐盐碱筛选,能够有效鉴定耐盐碱种质资源以及筛选耐盐碱水稻新品种。

同时,众多研究表明盐碱地能够减少产量以及生物量,早熟品种容易发生早衰,因此早熟品种不适于盐碱地种植^[16]。但是,本研究也从中早熟种质资源中筛选出耐盐碱种质资源。因此,黑龙江省早熟耐盐碱种质资源的筛选范围仍需扩大。

4 结论

本研究通过针对 124 份不同生育期的水稻新种质资源进行了鉴定。从中筛选出 9 份在水稻营养生长期以及生殖生长期都呈现耐盐碱性的新水稻种质资源。同时,得出耐盐碱种质资源筛选时期可以提前到水稻分蘖时期,通过分蘖能力鉴定筛选耐盐碱水稻种质资源。

参考文献:

- [1] YANG J S. Recent evolution of soil salinization in China and its driving processes[R]. The 18th World Congress of Soil Science, 2006:156.
- [2] 王才林,张亚东,赵凌,等. 耐盐碱水稻研究现状、问题与建议[J]. 中国稻米, 2019, 25(1): 1-6.
- [3] 徐芬芬,罗雨晴. 混合盐碱胁迫对水稻种子萌发的影响[J]. 种子, 2012, 31(2): 85-87.
- [4] ZENG L, LESCH S M, GRIEVE C M. Rice growth and yield respond to changes in water depth and salinity stress [J]. Agricultural Water Management, 2003, 59(1): 67-75.
- [5] SURIYAN C, KANYARATT S, CHALERMPOL K. Comparative effects of salt stress and extreme pH stress combined on glycinebetaine accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of two rice genotypes[J]. Rice Science, 2009, 16(4): 274-282.

- [5] ZAFAR S A, SHOKAT S, AHMED M D, et al. Assessment of salinity tolerance in rice using seedling based morpho-physiological indices[J]. Advancements in Life Sciences, 2015, 2(4): 142-149.
- [6] 张唤,黄立华,李洋洋,等. 东北苏打盐碱地种稻研究与实践[J]. 土壤与作物, 2016, 5(3): 191-197.
- [7] 王建飞,陈宏友,杨庆利,等. 盐胁迫浓度和胁迫时的温度对水稻耐盐性的影响[J]. 中国水稻科学, 2004(5): 75-80.
- [8] 封敏. 中国农作物关键物候期监测及敏感性分析[D]. 福州:福州大学, 2016.
- [9] 王秋菊,李明贤,赵宏亮,等. 黑龙江省水稻种质资源耐盐碱筛选与评价[J]. 作物杂志, 2012(4): 116-120.
- [10] 李小兵,黎华寿,张泽民,等. 水稻盐分胁迫研究进展[J]. 广东农业科学, 2014, 41(12): 6-11.
- [11] 马启林,杨俊,李阳生. 耐盐芦苇 DNA 导入水稻后代的耐盐性鉴定[C]//中国作物学会——2015 年学术年会论文摘要集, 2015.
- [12] 杨福,梁正伟,王志春. 水稻耐盐碱鉴定标准评价及建议与展望[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 625-628, 633.
- [13] 张薇,耿雷跃,薛志忠,等. 土壤盐碱胁迫对水稻生育性状影响的研究分析[J]. 农家参谋, 2018(7): 79.
- [14] 李咏梅,齐春艳,侯立刚,等. 水稻生长发育对苏打盐碱胁迫的阈值反应[J]. 吉林农业科学, 2013, 38(6): 6-10.
- [15] 耿艳秋,金峰,朱明霞,等. 分蘖前期水分胁迫对苏打盐碱土水稻生理特性及产量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2018, 40(2): 135-144.
- [16] 朱明霞,高显颖,邵玺文,等. 不同浓度盐碱胁迫对水稻生长发育及产量的影响[J]. 吉林农业科学, 2014, 39(6): 12-16.

Identification and Screening of Saline-Alkali Tolerant Rice Germplasm Resources in Heilongjiang Province

CAO Liang-zi^{1,2}, SUN Shi-chen^{1,2}, LIU Kai^{2,3}, LI Zhu-gang^{1,2}, DING Guo-hua^{1,2}, ZHOU Jin-song^{1,2}, LUO Yu^{1,2}, LAI Yong-cai^{2,3}

(1. Institute of Crop Tillage and Cultivation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Heilongjiang Provincial Engineering Technology Research Center of Rice Quality Improvement and Genetic Breeding/Heilongjiang Provincial Key Laboratory of Crop Molecular Design and Germplasm Innovation, Harbin 150023, China; 2. Northeast Branch of National Center of Technology Innovation for Saline-Alkali Tolerant Rice, Harbin 150086, China; 3. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: Heilongjiang Province has a large area of soda saline-alkali land. In order to excavate saline-alkali resistant rice germplasm resources in Heilongjiang Province, provide intermediate materials for breeding saline-alkali resistant rice varieties and optimize saline-alkali resistant rice screening methods, 118 germplasm resources of high-generation rice and 6 rice varieties mainly cultivated in Heilongjiang Province were used as materials. A saline-alkali tolerance screening test was carried out in the newly reclaimed paddy field in Zhaoyuan County, Heilongjiang Province, and tiller number and harvested grain number of rice were investigated. The results showed that nine new saline-alkali tolerant rice germplasm resources were screened out, which developed well in vegetative growth stage and had strong saline-alkali tolerance in reproductive growth stage. These results indicate that tillering capacity during the vegetative growth stage of rice can be used as the identification and screening index when identifying and screening saltine-alkali tolerant rice germplasm resources, which can improve the efficiency and accuracy of saline-alkali tolerant rice screening.

Keywords: rice; saline-alkali tolerant; tillering ability