

寒地水稻种质资源芽期耐冷鉴定研究

郭震华¹, 周雪松¹, 王立楠¹, 蔡丽君², 潘国君^{1*}

(1. 黑龙江省农业科学院水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154026; 2. 黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154026)

摘要: 黑龙江省地处我国最北部, 年平均气温全国最低, 属于寒地稻作区, 低温冷害是限制水稻安全生产的重要因素。芽期耐冷性强弱影响着水稻直播出苗率的高低。为明确黑龙江省部分水稻品种芽期耐冷性强弱的分布情况, 本研究选取 38 份龙粳系列及 2 份合江系列的水稻品种开展芽期耐冷性的鉴定研究。结果表明, 40 个品种中, 芽期耐冷性强的品种有 20 份, 最强的品种为龙粳 10 和龙粳 25, 死苗率均为 9.33%; 芽期耐冷性中等的品种有 11 份; 耐冷性弱的品种有 9 份, 其中以龙粳 40 耐冷性最弱, 死苗率达 90%。

关键词: 寒地; 水稻; 芽期; 直播; 耐冷

中图分类号: S511.04

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2024)01-0035-04

Identification of Chilling Tolerance in Bud Stage of Rice Germplasm Resources in Cold Region

GUO Zhenhua¹, ZHOU Xuesong¹, WANG Li'nan¹, CAI Lijun², PAN Guojun^{1*}

(1. Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154026; 2. Jiamusi Branches of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154026, China)

Abstract: Heilongjiang Province is located in the northernmost part of China, with the lowest annual mean temperature all of the whole country, which belongs to the cold region of rice cropping. The chilling tolerance in bud stage affected the emergence rate of rice. In order to determine the distribution of chilling tolerance in bud stage of some rice Cultivars in Heilongjiang Province, 38 varieties of Longjing series and two varieties of Hejiang series were selected to evaluate chilling tolerance in bud stage. The results showed that 20 of the 40 varieties had strong chilling tolerance in bud stage, the strongest varieties were Longjing 10 and Longjing 25, the dead seedling rate were both 9.33%, and 11 varieties with moderate chilling tolerance in bud stage. There were 9 varieties with weak chilling tolerance in bud stage, among which Longjing 40 had the weakest chilling tolerance and the dead seedling rate reached 90%.

Key words: Cold region; Rice; Bud stage; Direct sowing; Chilling tolerance

水稻起源于热带和亚热带地区, 对低温十分敏感^[1]。在水稻生产种植过程中, 低温冷害经常发生, 尤其是在高纬度及高海拔地区, 严重威胁着水稻的安全生产。目前, 全世界每年因低温

冷害导致的水稻减产达 30 亿~50 亿 kg^[2-3]。而根据水稻不同的生育期, 水稻冷害可发生在芽期、苗期、孕穗期、开花期以及灌浆期。其中, 芽期冷害严重影响水稻的正常生长^[4-5], 芽期冷害通常是指自水稻播种后开始, 直到第一片幼叶完全伸出展开, 低温致使水稻出芽变慢或烂秧, 从而影响成苗率。

黑龙江省地处我国最北部, 无霜期短, 有效积温少, 低温是限制水稻生产的主要因素之一, 根据中国种业信息网的数据分析发现, 黑龙江省 1949~2009 年水稻单产几次大幅度下降, 超过 80% 的年份是由较严重的低温冷害造成的。可见, 低温冷害对水稻生产有着严重的危害, 是影响黑龙

收稿日期: 2023-03-12

基金项目: 黑龙江省自然科学基金优秀青年项目(YQ2021C033); 黑龙江省农业科学院农业科技基础创新杰出青年项目(CX23JQ02); 黑龙江省省属科研业务费项目(CZKYF2021-2-C002)

作者简介: 郭震华(1985-), 男, 副研究员, 博士, 主要从事水稻分子育种研究。

通讯作者: 潘国君, 男, 博士, 研究员, E-mail: panguojuo777@163.com

江省水稻生产的主要气象灾害。近年来,黑龙江省水稻直播种植技术逐渐成熟,种植面积也逐年扩大。但由于直播较插秧时间开始相对较早,气候条件变化幅度较大,气温也相对较低,经常造成水稻生长发育延迟或不发芽等现象,对水稻生产造成严重威胁^[6-7]。因此,对水稻的芽期耐冷性进行评价对黑龙江省水稻的安全生产非常必要。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料来自黑龙江省农业科学院水稻研究所,水稻品种共 40 份,具体如表 1 所示。所有材料于 2022 年种植于黑龙江省农业科学院水稻研究所试验地中。

表 1 水稻品种及其来源

编号	品种	生育期/d	所需活动积温/℃·d	编号	品种	生育期/d	所需活动积温/℃·d
1	合江 19	125~130	2 300	21	龙粳 29	127	2 250
2	合江 21	110~115	2 300	22	龙粳 30	134	2 450
3	龙粳 10	130	2 400	23	龙粳 31	130	2 350
4	龙粳 12	128	2 350	24	龙粳 32	127	2 250
5	龙粳 13	130	2 300	25	龙粳 33	134	2450
6	龙粳 14	130	2 300	26	龙粳 34	134	2 450
7	龙粳 15	134	2 350	27	龙粳 35	130	2 350
8	龙粳 16	135	2 350	28	龙粳 36	127	2 250
9	龙粳 17	132	2 380	29	龙粳 37	123	2 150
10	龙粳 18	129	2 380	30	龙粳 39	130	2 350
11	龙粳 19	131	2 390	31	龙粳 40	127	2 250
12	龙粳 20	128	2 320	32	龙粳 41	130	2 350
13	龙粳 21	133	2 516	33	龙粳 42	134	2 450
14	龙粳 22	130	2 300	34	龙粳 43	130	2 350
15	龙粳 23	133	2 410	35	龙粳 46	127	2 250
16	龙粳 24	135	2 250	36	龙粳 47	123	2 150
17	龙粳 25	135	2 420	37	龙粳 48	123	2 150
18	龙粳 26	135	2 430	38	龙粳 50	130	2 350
19	龙粳 27	134	2 290	39	龙粳 52	130	2 350
20	龙粳 28	135	2 370	40	龙粳 53	130	2 350

注:以上水稻品种选育单位为黑龙江省农业科学院水稻研究所

1.2 试验方法

选取饱满的供试水稻种子,经浓度 3% 的 NaClO 溶液消毒 20 min,之后用蒸馏水冲洗干净,将种子置于培养皿中,光照培养箱 32 ℃催芽至露白。每份材料选取芽长为 5 mm 的种子 50 粒,均匀置于垫有双层滤纸的培养皿中,加蒸馏水保湿,3 次重复。5 ℃低温持续处理 10 d。之后,将培养皿从光照培养箱中取出,室温环境放置 10 d 恢复,然后调查每品种中死苗数,计算死苗率,评价芽期耐冷性。根据死苗率,将芽期耐冷性分为 1~9 级,具体如表 2 所示。

2 结果与分析

本研究选取黑龙江省农业科学院水稻研究所历年来选育的 40 份水稻品种进行芽期耐冷性的

表 2 芽期耐冷性分级表

级别	症状	耐冷性
1	成活率 100%,叶色青绿	极强
3	死苗率≤30%	强
5	30%<死苗率≤50%	中
7	死苗率>50%	弱
9	苗全部死亡	极弱

调查分析。通过对不同品种芽期低温下的死苗率统计分析可以看出(表 3),40 份材料中,并没有出现全部死亡或者全部存活的材料,没有耐冷性极强或者极弱的品种,表现出的耐冷性都集中在强、中、弱三种类别中。芽期耐冷性强的品种有 20 份,按耐冷性由强到弱依次为:龙粳 10、龙粳 25、龙粳 17、合江 19、龙粳 21、龙粳 31、龙粳 39、龙

表3 水稻品种耐冷性分级

编号	品种	死苗率/%	耐冷性强弱	耐冷性级别	编号	品种	死苗率/%	耐冷性强弱	耐冷性级别
1	合江19	11.33	强	3	21	龙粳29	26.67	强	3
2	合江21	25.33	强	3	22	龙粳30	46.67	中	5
3	龙粳10	9.33	强	3	23	龙粳31	13.33	强	3
4	龙粳12	75.33	弱	7	24	龙粳32	18.67	强	3
5	龙粳13	17.33	强	3	25	龙粳33	28.67	强	3
6	龙粳14	65.33	弱	7	26	龙粳34	31.33	中	5
7	龙粳15	38.67	中	5	27	龙粳35	48.67	中	5
8	龙粳16	34.67	中	5	28	龙粳36	22.00	强	3
9	龙粳17	10.67	强	3	29	龙粳37	20.67	强	3
10	龙粳18	82.00	弱	7	30	龙粳39	16.00	强	3
11	龙粳19	27.33	强	3	31	龙粳40	90.00	弱	7
12	龙粳20	73.33	弱	7	32	龙粳41	31.33	中	5
13	龙粳21	12.67	强	3	33	龙粳42	82.00	弱	7
14	龙粳22	31.33	中	5	34	龙粳43	54.67	弱	7
15	龙粳23	18.67	强	3	35	龙粳46	34.00	中	5
16	龙粳24	58.67	弱	7	36	龙粳47	22.00	强	3
17	龙粳25	9.33	强	3	37	龙粳48	25.33	强	3
18	龙粳26	46.67	中	5	38	龙粳50	29.33	强	3
19	龙粳27	30.00	强	3	39	龙粳52	41.33	中	5
20	龙粳28	54.67	弱	7	40	龙粳53	44.00	中	5

粳13、龙粳23、龙粳32、龙粳37、龙粳36、龙粳47、合江21、龙粳48、龙粳29、龙粳19、龙粳33、龙粳50、龙粳27。其中,龙粳25不但芽期耐冷性强,其在孕穗期也表现出很强的耐冷性^[8],表明该品种可以作为黑龙江省水稻耐冷育种的骨干亲本,用于配制杂交组合,将优良的耐冷性导入到其他资源材料中,提高黑龙江省水稻的耐冷性。芽期中等耐冷性(耐冷性等级5级)的品种有11份,按死苗率由低到高的顺序依次为:龙粳22、龙粳34、龙粳41、龙粳46、龙粳16、龙粳15、龙粳52、龙粳53、龙粳26、龙粳30、龙粳35。芽期耐冷性表现为弱的品种共有9份,分别是龙粳28、龙粳43、龙粳24、龙粳14、

龙粳20、龙粳12、龙粳18、龙粳42、龙粳40,其中龙粳40的芽期耐冷性最弱,死苗率达90%。

3 讨论与结论

由于黑龙江省特殊的地理位置及自然气候条件,多年来在水稻育种中,科研人员一直都十分重视水稻耐冷性的筛选,因此,通过对部分寒地水稻品种进行芽期耐冷性分析可以看出,多数品种的芽期耐冷性处于中等耐冷和强耐冷的水平,只有少部分品种表现为弱芽期耐冷性。而近年来随着水稻插秧成本的不断增加以及劳动力的逐渐减少,水稻的种植方式也由原来的插秧种植逐渐

转变为直播种植^[9]。直播的主要优势就在于能够省掉水稻育苗、插秧等程序,大大简化了水稻种植的步骤和方式,从而最大限度地节省劳动力以及种植成本。而直播稻与插秧稻相比,最主要的问题是如何保证出苗率^[10-11]。由于直播稻播期相对较早,芽期遭遇低温胁迫的风险比较大,对稻种难以实施覆膜等保护措施,通常直播需要更多的种子量^[12]。因此,针对黑龙江省气候以及寒地水稻栽培特点,在选择直播品种的时候,通常选择熟期早且芽期耐冷性强的品种。

本研究中,通过对不同品种的芽期耐冷性进行鉴定分析发现,40份材料中有20份属于芽期耐冷性强的品种,通过对比20份材料的生育期发现,有相当一部分品种所需活动积温较高,属于黑龙江省第二积温带种植的品种,而其他品种如龙粳31、龙粳29、龙粳39以及龙粳50等是属于黑龙江省第三积温带种植的品种,龙粳47、龙粳48等是属于黑龙江省第四积温带种植的品种。因此,选择适合不同积温带且芽期耐冷性强的品种是开展水稻直播的基础和前提。本研究通过对不同水稻品种芽期耐冷性的鉴定分析,筛选出的芽期耐冷性强的品种,一方面可以直接作为直播品种,节省大量的成本,提高稻农的种植效益,实现增产增收;另一方面,这些芽期耐冷性强的品种又可以作为种质资源用于寒地水稻耐冷性状的改良,丰富寒地水稻耐冷育种的遗传基础。

参考文献:

- [1] Howarth C J, Ougham H J. Gene expression under temperature stress[J]. *New Phytologist*, 1993, 125(1): 1-26.
- [2] 王雨,杨修,李茂松. 移栽期变化对黑龙江省水稻低温冷害的影响—以2002年为例[J]. *自然灾害学报*, 2006(S1): 92-96.
- [3] 刘献刚. 低温冷害对水稻产量的影响及应对措施[J]. *现代农业科技*, 2013(1): 69-70.
- [4] 张矢,徐一戎. 寒地稻作[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1990:401.
- [5] 陈书强,杨丽敏,赵海新,等. 寒地水稻低温冷害防御技术研究进展[J]. *沈阳农业大学学报*, 2012, 43(6): 693-698.
- [6] Minorsky P V. An heuristic hypothesis of chilling injury in plants: a role for calcium as the primary physiological transducer of injury[J]. *Plant Cell & Environment*, 1985, 8(2): 75-94.
- [7] 潘英华,郑薇薇,李金杰,等. 水稻耐冷性鉴定及定位研究概况[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(17): 54-59.
- [8] Guo Z, Liu C, Xiao W, et al. Comparative transcriptome profile analysis of anther development in reproductive stage of rice in cold region under cold stress[J]. *Plant Molecular Biology Reporter*, 2019, 37(3): 129-145.
- [9] 刘亮,侯立刚,齐春艳,等. 吉林省水稻直播技术初探[J]. *东北农业科学*, 2017, 42(6): 1-3, 27.
- [10] 蒋敏,张小祥,吴政,等. 不同苗期施肥量对水稻机插秧秧苗生理及产量的影响[J]. *中国农学通报*, 2017, 33(34): 1-8.
- [11] 王金明,杨春刚,金国光,等. 水稻种质资源萌发期与孕穗期耐冷性鉴定[J]. *东北农业科学*, 2016, 41(2): 1-4.
- [12] 乔永利,张媛媛,安永平,等. 粳稻芽期耐冷性鉴定方法研究[J]. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(3): 290-294.

(责任编辑:范杰英)