

黑龙江自然低温下水稻苗期耐冷种质资源鉴定

丁国华¹ 白良明¹ 孙世臣¹ 姜树坤¹ 王彤彤¹ 曹良子¹

夏天舒¹ 杨光² 赵宏亮¹ 湛立伟³ 张凤鸣^{1*}

(¹ 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所/中国科学院 北方粳稻分子育种联合研究中心, 哈尔滨 150086; ² 辽宁省经济作物研究所, 辽宁 辽阳 111000; ³ 浙江勿忘农种业股份有限公司, 杭州 310020; 第一作者: hucheng229@163.com; * 通讯作者: zhangfengming570@163.com)

摘要:黑龙江地处寒地, 近年来水稻插秧后“倒春寒”时有发生, 给生产造成重大损失。为筛选耐冷性好的水稻资源, 给水稻耐冷育种提供基础材料, 本文利用 2017 年黑龙江省 5 月下旬发生的“倒春寒”(在生产上造成了重大损失), 在大田试验条件下鉴定了水稻资源圃 888 份材料苗期耐冷性。结果表明, 耐冷性 1 级的材料 804 份, 占比 90.5%, 其中成活率 100 % 的材料为 128 份(黑龙江 54 份、吉林 40 份、辽宁 8 份、宁夏 4 份、江苏 1 份、日本 16 份、韩国 4 份、印度 1 份), 占比 14.6%; 耐冷性 2 级的材料 40 份, 占比 4.5%; 耐冷性 3 级的材料为 23 份, 占比 2.6%; 耐冷性 4 级的材料 11 份, 占比 1.2 %; 耐冷性 5、6、7 级的材料分别为 5 份、3 份、2 份, 占比分别为 0.6%、0.3%、0.2%。利用自然低温冷害能够区分不同水稻材料的耐冷性, 鉴定了 130 份苗期极耐冷水稻材料, 可以为水稻耐冷育种及研究提供参考。

关键词:水稻; 苗期; 耐冷鉴定; 自然条件; 种质资源

中图分类号: S511.024 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2018)06-0087-04

黑龙江是我国粳稻生产第一大省, 2016 年种植面积已达 400 多万 hm^2 , 总产量达到 275 亿 kg, 商品率 70%, 是我国稻谷总产量和商品率较高的省(市)之一, 为保障我国口粮安全做出了重要贡献。但黑龙江地理纬度较高, 水稻种植区域分布于北纬 $43^\circ \sim 50^\circ$ 之间, 处于寒地, 水稻插秧前后“倒春寒”现象时有发生, 轻则推迟水稻生育进程, 延迟返青, 有的即使返青后 5 叶也不分蘖, 重则造成插秧后本田秧苗不同程度枯死, 不耐冷水稻品种甚至全田枯死, 农民需要重新插秧, 造成极大损失。2009、2012、2017 年黑龙江均发生了较为严重的“倒春寒”。

前人对水稻苗期耐冷鉴定条件及评价标准已经做了广泛研究, 绝大多数都是在人工控制条件下进行^[1-9]。徐云碧等^[10]研究表明, 在人工控制条件下籼稻苗期耐冷性鉴定的适宜条件为 3 叶期于 10°C (昼)/ 6°C (夜)条件下连续处理 7 d 或 6 叶期连续处理 5 d, 以秧苗卷叶程度确定耐冷性。刘广林等^[5]在自然条件下利用早播早植鉴定了 458 份水稻品种苗期的耐冷性, 以幼苗受冷后叶赤枯度作为耐冷性评价标准。夏秀忠等^[6]利用人工气候箱鉴定了 415 份广西初级水稻核心种质, 以活苗率作为耐冷性的评价指标。曾跃华等^[10]在自然条件下, 以结实率作为评价标准, 鉴定了 22 个晚稻品种的耐冷性。水稻苗期受害的最终表现是秧苗能否成活, 在确认

大田秧苗确实遭受自然低温冷害后, 利用自然条件鉴定水稻苗期耐冷性可靠性高、实用性强。

本试验利用 2017 年黑龙江发生的“倒春寒”为鉴定条件, 对来自不同国家和地区, 且能够在黑龙江哈尔滨地区(东经 $126^\circ 49'$, 北纬 $45^\circ 50'$)成熟的 888 份水稻材料进行苗期耐冷性鉴定, 以期为水稻育种和水稻苗期耐冷基因挖掘提供材料参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所水稻研究室种质资源圃里的 888 份水稻材料, 这些材料在哈尔滨均能结实。

1.2 试验设计

试验于黑龙江省农业科学院水稻创新基地进行。该基地地处东经 $126^\circ 49'$ 、北纬 $45^\circ 50'$, 属中温带大陆性季风气候, 作物生长季光照充足, 雨热同期, 水稻灌

收稿日期: 2018-06-30

基金项目:国家重点研发计划(2017YFD0300406); 黑龙江省自然科学基金面上项目(C2017061); 国家水稻产业体系哈尔滨综合试验站(CARS-57); 黑龙江省农业科学院创新工程项目(2017SJ033)

表 1 死苗率等级标准

死苗率(%)	耐冷等级(级)
0~20	1
21~30	2
31~40	3
41~50	4
51~60	5
61~70	6
71~80	7
81~90	8
91~100	9

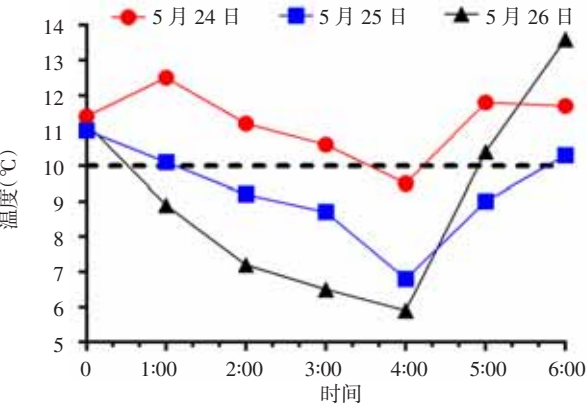


图 1 冷害发生温度情况

浆期昼夜温差大,无霜期 140 d,年降雨量 500 mm 左右。4 月 15 日采用早育稀植方法育苗,每 m² 播种量为 450 g,5 月 17 日移栽,纯 N、P₂O₅、K₂O 施用量均为 140 kg/hm²,氮肥作基肥和返青肥各施一半,磷钾肥全部作基肥施入。试验采用完全随机设计,每个品种 3 行,3 次重复,行株距 29.7 cm×13.2 cm,其他管理同大田生产。插秧 7 d 后连续 3 d 发生低温冷害(5 月 24 日、5 月 25 日、5 月 26 日),温度变化情况利用 LC-CQ1 自动气象站监测(见图 1),低温冷害发生后本田秧苗有严重受害症状,调查于低温冷害发生 10 d 后进行。水稻苗期耐冷等级参照中日合作项目组划分标准^[11](表 1)。

2 结果与分析

2.1 气象数据分析

由图 1 可知,在插秧后 7 d 开始出现连续 3 d 的低温天气,5 月 24 日最低温度为 9.4 ℃,且低于 10 ℃时间持续 1 h 以上;5 月 25 日最低温度 6.7 ℃,低于 10 ℃时间持续 6 h 以上;5 月 26 日最低温度 5.9 ℃,低于 10 ℃时间持续 4 h 以上,其中低于 8 ℃时间持续 3 h 以上,低于 7 ℃时间持续 2 h 以上,低于 6 ℃的时间持续

了 1 h。低温冷害发生后,秧苗整株变黄,甚至枯死,严重影响正常生长发育。2017 年黑龙江省春季在水稻插秧时候发生的低温冷害是在极短时间内温度大幅下降,没有给稻苗适应低温冷害的时间,且鉴定圃稻苗才插秧 7 d,刚刚返青,植伤犹存,低温冷害后出现了严重的受害症状(叶片变黄),严重抑制了水稻秧苗正常生长,能够区分各材料耐冷能力强弱,鉴定结果可靠。

2.2 水稻苗期耐冷资源鉴定

苗期耐冷性 1 级的材料共有 804 份,占参试材料总数的 90.5%。其中,黑龙江有参试材料 335 份、吉林 225 份、辽宁 63 份、日本 114 份、韩国 19 份。死苗率为 0 的材料共 128 份,其中,黑龙江 54 份、吉林 40 份、辽宁 8 份、宁夏 4 份、日本 16 份、韩国 4 份、印度 1 份(表 2)。死苗率为 0 的黑龙江 54 份材料中已通过审定的品种有 20 个,其中,龙稻 3 号、龙稻 9 号、龙稻 16 号由黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所培育,龙稻 3 号是黑龙江省第 1 个品质达国标 1 级水稻品种龙稻 18 的母本,品质优良,可以作为品质改良的亲本;龙稻 16 是香稻,食味和外观品质好,被誉为“黑龙江省最好的大米”,可以作为优质稻品种选育亲本。龙庆稻 2 号的母本为耐冷性较强的空育 131。垦稻 8 号、垦稻 12 号、垦香糯均由黑龙江农垦科学院水稻研究所培育,垦稻 8 号为垦稻 12 号的父本,垦稻 12 号一度成为其适应区域的主推品种之一,其特点是稳产性好、适应性广。东农 426、东农 428 由东北农业大学培育,东农 428 产量高,外观品质好,曾经是黑龙江省第一、第二积温带主推品种之一,可以作为水稻品质改良亲本。死苗率为 0 的吉林 40 份材料中通过审定的品种有 15 个。其中,寒 9 对光反应迟钝,适应性广,分蘖能力强,抗倒伏能力强,适应旱作条件,可以作为直播稻育种的亲本。死苗率为 0 的辽宁 8 份材料中通过审定的品种有 3 个,分别为铁粳 14、辽粳 287、辽粳 294。铁粳 14 抗性强,产量高,但品质一般,可以作为高产育种的亲本。辽粳 294 食味品质优良,曾是优质米主推品种之一,可以作为优质米育种亲本。死苗率为 0 的宁夏 4 份材料中通过审定的品种有 3 个,分别为宁粳 14 号、宁粳 28 号、宁粳 51 号。其中,宁粳 14 号苗期长势旺盛、分蘖能力较强;宁粳 50 苗期耐冷性强,长势繁茂,以上 2 个品种均可以作为直播稻育种亲本。宁粳 28 苗期耐冷性较强,返青快,耐肥抗倒,产量高,适应性广,可以作为相似生态区高产育种的亲本。日本品种北明千粒重在 30 g 以上,可以用作杂交亲本,用于改良粒型^[12]。

表 2 死苗率为 0 的材料

来源	品种名称
黑龙江(54 份)	合系 4cA、宋稻花香、哈 94RS64、哈 96-157、哈 99-14、哈 04-28、龙稻 3 号、龙稻 9 号、龙庆稻 2 号、哈 93-70、松 5103、松 98-5106、松粘 99-101、垦 1043、垦 96-881、垦 96-980、垦稻 8 号、垦稻 12 号、垦香糯、东农 9211、东农 9213、东农 9817、东农 426、东农 428、黑梗 2 号、黑交 951、黑 06-213、牡丹江 29、牡丹江 30、牡 1007、呼兰 1 号、阿新 99-1、北 945、系选 1 号、五优稻 3 号、五优 A、五优 8 号、218-田柏峰、龙盾 95-620、齐 38、哈 10-276、哈 09-24、哈 10-21、苗系 918-19、苗系 918-38、东农 6165、绿珠 2033、东农 9002、131-f8、松粘 1 号、龙梗 36、龙稻 16、哈梗稻 1、龙洋 16 号
吉林(40 份)	延梗 17 号、延梗 25 号、吉 92-44、吉 97-8、吉 06-15、吉 06-2315、吉 08-31、吉 09-102、吉梗 106 号、超产 2 号、丰优 203、吉 102、吉 152、吉 89-45、吉 90-221、寒 9、长白 20 号、长白 21 号、长白 22 号、4242-Y4-30、6048-E18、日本引种、品 C10、慧丰 2 号、通 5321、吉梗 503 号、吉梗 806 号、吉林 3、吉林 6、舒兰小城、组培 28 号、51010、51013、51027、54010、72-20、抗冷、农大 19、农大 27、农大 39
辽宁(8 份)	11-1、辽梗 287、沈农 8、沈农 9、铁梗 14、辽梗 294、辽中 M414、沈 104
宁夏(4 份)	宁梗 28 号、宁梗 14 号、宁梗 51 号、京宁 3 号
江苏(1 份)	梗 7623
日本(16 份)	龙立、青系 138、藤系 195、秋力、一见钟情选、日引 A9、小北、Habatiki、极耐冷、清香糯、秋天 2 号、上州、上州稻、小粒日本稻、黎明 B、Habatiki
韩国(4 份)	高云稻、水白稻、珍富 36 号、雪香稻
印度(1 份)	N22

耐冷性 2 级的材料共有 40 份,占参试材料总数的 4.5%;耐冷性 3 级的材料共有 23 份,占参试材料总数的 2.6%;耐冷性 4 级的材料共有 11 份;耐冷性 5 级的材料共有 5 份;耐冷性 6 级的材料 3 份;耐冷性 7 级材料 2 份,分别是 92-83-3(黑龙江)、逆金光(日本),这 2 份材料可以作为水稻苗期耐冷基因挖掘构建群体的冷敏感材料

3 小结

鉴定与筛选耐冷的水稻种质资源是进行水稻耐冷育种的基础。本研究利用 2017 年黑龙江省在水稻插秧返青期间发生的自然低温冷害对资源圃 888 份水稻品种(系)资源的苗期耐冷性进行了鉴定与分析,筛选到一批苗期耐冷性不同的材料,为水稻耐冷育种和苗期耐冷基因挖掘提供了材料参考。

在本研究中,5 月 24-26 日 24:00-5:00 气温连续 3 d 都大大低于粳稻最低生长温度,造成了严重的低温冷害,可以准确鉴定水稻苗期耐冷性强弱,筛选出的材料更能反映其在自然条件下适应低温的能力,可以为水稻耐冷育种及科学研究提供参考。

参考文献

[1] 徐云碧,申宗坦. 水稻苗期耐冷性鉴定技术的研究[J]. 浙江农业

大学学报,1990,16(1):25-30.
[2] 蒋向辉,余显权,赵福胜. 贵州地方耐冷水稻品种芽期和苗期耐冷性的相关性研究[J]. 西南农业学报,2004,17(2):177-180.
[3] 丛万彪. 国际抗冷圃(IRCTN)材料在寒地稻区试验初报[J]. 中国农学通报,2006,22(6):379-382.
[4] 傅泰露,马均,李敏,等. 杂交水稻苗期耐冷性综合评价及其鉴定指标的筛选[J]. 西南农业学报,2009,22(3):608-614.
[5] 刘广林,陈传华,罗群昌,等. 2009 年自然低温下优质稻种质资源耐冷性初步鉴定评价 [J]. 南方农业学报,2012,43 (4):407-412.
[6] 夏秀忠,张宗琼,杨行海,等. 广西水稻地方品种耐冷性鉴定及相关分析[J]. 植物遗传资源学报,2016,17(6):969-975.
[7] 周新桥,陈达刚,李丽君,等. 水稻秧苗期耐冷种质资源筛选[J]. 农学学报,2016,6(10):1-5.
[8] 宋佳瑜. 水稻核心种质苗期耐冷表型鉴定及全基因组关联分析 [D]. 沈阳:沈阳农业大学,2016.
[9] 张巍巍,柴永山,孙玉友,等. 黑龙江不同积温带水稻品种对不同时段低温冷害的适应性研究[J]. 中国稻米,2016,22(5):38-41.
[10] 曾跃华,谭旭生,管恩相,等. 水稻新品种耐低温鉴定试验研究初报及建议[J]. 中国稻米,2016,22(3):21-24.
[11] 中日合作项目组. 中日合作利用有关遗传资源培育耐寒抗病高产水稻品种试验研究阶段总结(1983-1984).
[12] 李洪亮,柴永山,孙玉友,等. 寒地超级稻龙粳 31 祖先亲本追溯及遗传基础解析[J]. 植物遗传资源学报,2016,17(3):433-437.

Identification of Rice Germplasm Resources for Cold Tolerance at Seedling Stage under Natural Low Temperatures in Heilongjiang Province

DING Guohua¹, BAI Liangming¹, SUN Shichen¹, JIANG Shukun¹, WANG Tongtong¹, CAO Liangzi¹, XIA Tianshu¹, YANG Guang², ZHAO Hongliang¹, ZHAN Liwei³, ZHANG Fengming¹

(¹ Crop Tillage and Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Northern Japonica Rice Molecular Breeding Joint Research Center, Harbin 150086, China; ² Institute of Economic Crop of Liaoning, Liaoyang, Liaoning 111000, China; ³ Zhejiang

2.4 抗病性

经江西省农业科学院植物保护研究所人工接种鉴定,热梗优 35 叶瘟 6 级,穗瘟发病率 9.8%,穗瘟发病率病级 3 级,穗瘟损失率 5.4%,损失率病级 3 级,综合抗性指数 3.75,中抗稻瘟病。

3 小结与讨论

目前我国杂交粳稻种植面积主要集中在长江中下游、云贵高原、东北地区和华北稻区^[1]。江西是我国重要的杂交粳稻主产区之一。但是,随着人们生活水平的提高,整体米质较优的杂交粳稻的需求量日益增长,通过审定的组合也不断增多,限制杂交粳稻发展的诸多因素被逐渐克服^[5-6]。研究表明,与粳稻品种相比,江西鄱阳湖及以北地区种植双季晚粳有利于充分发挥当地光、温、水等资源优势,较大幅度地提高单产水平,在遭受寒露风灾害的情况下,粳稻的产量优势更为明显^[7]。但是目前江西地区的中粳稻产量表现不如晚粳稻、杂交粳稻不如常规粳稻的现象依然存在,发展杂交粳稻种植在适宜的品种选择及配套栽培技术等方面的研究还十分有限^[7-8]。因此,本研究利用耐热杂交粳稻组合热梗优 35 在江西一季稻区开展田间试验,以当地主导粳

稻品种为对照,连续 2 年均遭受连续 2 周以上 36℃ 以上高温伏旱天气,最终发现热梗优 35 结实率显著高于 Y 两优 1 号,产量与 Y 两优 1 号基本持平。因此,本研究明确了耐热杂交粳稻品种热梗优 35 在江西一季稻区的特征特性及产量表现,为探索南方高温稻区“粳改粳”,适度发展杂交粳稻提供了科学依据。

参考文献

- [1] 王明利,李志军.我国粳稻生产:区域布局变化及粮食安全政策含义[J].农业经济问题,2005(6):66-70.
- [2] 陈温福,潘文博,徐正进.我国粳稻生产现状及发展趋势[J].沈阳农业大学学报,2006,37(6):801-805.
- [3] 何永歆,王楚桃,李贤勇,等.耐高温粳稻野败型不育系热梗 1A 的选育[J].杂交水稻,2014,29(5):15-18.
- [4] 朱子超,王楚桃,李贤勇,等.优质野败型粳稻恢复系梗恢 35 的选育和应用[J].杂交水稻,2015,30(1):13-14.
- [5] 潘晓华.江西发展粳稻生产的探讨[J].江西植保,2011,34(3):135-136.
- [6] 周波,杨国强,李居英.不同类型稻农采用机械技术影响因素实证分析:基于江西省调查样本[J].江西农业大学学报:社会科学版,2011,10(2):1-8.
- [7] 程飞虎,周培建.江西适度发展粳稻的探索与思考[J].中国农技推广,2012(1):7-9.
- [8] 董啸波,霍中洋,张洪程,等.南方双季晚粳粳改梗优势及技术关键[J].中国稻米,2012,18(1):25-28.

Evaluation of Yield and Field Resistance to Heat of Regengyou 35 in Single-season Rice Areas of Jiangxi Province

CHEN Shengjun¹, ZHANG Jianbiao¹, QIAN Hui¹, XIA Dongting¹, MAO Linghua², CAI Yaohui², CAO Zhibin^{2*}

(¹Yang's Branch Farm of Rice Foundation Seed Farm of Dengjiabu of Jiangxi Province, Yujiang, Jiangxi 335200, China; ²Jiangxi Research and Development Center of Super Rice, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; *Corresponding author: riceczb123@sina.com)

Abstract: The resistance to heat of Regengyou 35 was evaluated by natural high temperature in 2016-2017, at Rice Foundation Seed Farm of Dengjiabu of Jiangxi province. The results indicated that the resistance to heat of Regengyou 35 was significant better than Y Liangyou 1, during two weeks of 36℃~38℃, and the seed setting rate exceeded 75%. It has adequate grouting and full grains, the yield is similar to Y Liangyou 1. Therefore, this variety shows good resistance to heat in single-season rice areas of Jiangxi province and has good prospects of popularization and application.

Key word: hybrid *japonica* rice; natural high temperature; field performance; evaluation of resistance to heat

(上接第 89 页)

Wuwangnong Seeds Sh areholding Co. Ltd., Hangzhou 310020, China; 1st author: hucheng229@163.com; *Corresponding author: zhangfengming570@163.com)

Abstract: Rice germplasm resource is one of the most important bases for breeding. Cold resistance of rice cultivar in Heilongjiang province is a critical characteristic for adapting to cold climate. In this study, the authors evaluated 888 rice germplasm resources for cold tolerance at seedling stage under natural low temperature happened in 2017 of Heilongjiang province, which could provide a good material reference for cold resistant breeding. The results showed that 804 accessions were classed into the high-level tolerance (Grade 1) at seedling stage, accounting for 90.5% of total accessions. Among them, 128 accessions seedling survival rate was 100%, in which Heilongjiang, Jilin, Liaoning, Ningxia, Jiangsu, Japan, Korea, India has 56, 40, 8, 4, 1, 16, 4, 1 accession, respectively, accounting for 14.6% of total accessions; 40 accessions were classed into Grade 2, accounting for 4.5% of total accessions; 23 accessions were classed into Grade 3, accounting for 2.6% of total accessions; 11 accessions were classed into Grade 4, accounting for 1.2% of total accessions; 5, 3, 2 accessions were classed into Grade 5, Grade 6, Grade 7, accounting for 0.6%, 0.3%, 0.2%, respectively.

Key words: rice; seedlings; cold tolerance identification; natural condition; germplasm resources