

黑龙江省水稻品种抗瘟性改良对策

马军韬¹, 张国民¹, 辛爱华¹, 肖佳雷¹, 刘迎雪¹, 宫秀杰¹, 王 萍²

(1. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 山东省龙口市新嘉街道农业技术服务站, 山东龙口 265711)

摘要: 稻瘟病是影响黑龙江省水稻生产的重要限制因子, 对空育 131、垦稻 12 和松粳 9 号等黑龙江省部分优势品种进行抗瘟性改良是有效的解决途径之一。在对黑龙江省水稻稻瘟病生产调查和前期相关研究的基础上, 对稻瘟病爆发的原因、品种改良的前提和目标进行了阐述, 并提出了常规育种技术和转基因技术等具体改良对策。

关键词: 水稻; 抗瘟性; 稻瘟病; 品种改良

中图分类号: S511 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)02-0038-03

Improvement of Resistance to Blast of Rice Cultivar in Heilongjiang

MA Jun-tao¹, ZHANG Guo-min¹, XIN Ai-hua¹, XIAO Jia-lei¹, LIU Ying-xue¹, GONG Xiu-jie¹, WANG Ping²

(1. Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Xijia Street Agricultural Service Station of Longkou City in Shandong Province, Longkou, Shandong 265711)

Abstract: Rice blast disease(*Pyricularia grisea*) was the important rice production constraint in Heilongjiang Province. Improve the important rice cultivars(Kongyu131, Kendao12 and Songjing No. 9) was one of the effective method to solve the problem. On the basis of production survey and previous investigation, the article exposed the reasons of rice blast explosion, the premise and target of improvement rice cultivar and put forward hybrid breeding and transgenic approaches to improve the rice cultivars.

Key words: rice; resistance to blast; rice blast; improvement of rice cultivar

稻瘟病是黑龙江省水稻生产上的一种主要病害, 从 1964 年至今, 每年均有稻瘟病的发生, 其中较重的年份有 14 次, 累计损失稻谷约 60 多亿 kg。例如, 1999 年、2002 年、2005 年和 2006 年黑龙江省稻瘟病大爆发, 损失稻谷(与临近最高年相比)分别达到 10.3、10.0、6.4 和 3.6 亿 kg。由于稻瘟病的危害, 平均每年损失人民币 6 亿元, 严重影响农民的经济收入和国家粮食安全。为了减小稻瘟病造成的损失, 对黑龙江省现有优势品种进行抗瘟性改良是一条简便、快捷的途径, 在生产调查和前期相关研究的基础上, 系统分析了优势品种改良的诸多条件, 并提出了具体的改良对策。

1 稻瘟病爆发的原因

黑龙江省稻瘟病的大规模流行, 是多种原因相互叠加产生的恶性结果。主要包括: (1) 单一品种推广年限过长, 病菌生理小种发生变异, 最终导致病菌的致病性发生改变; (2) 由于对近年来稻瘟病生理小种的时空变异认识不足, 个别品种在选育和试验过程中所选用的稻瘟病选择压力并不恰当(不是当地的优势小种和强毒力小种), 加速了品种抗瘟性丧失的速度; (3) 黑龙江省 7 月下旬至 8 月上旬的日平均气温在 22~25℃, 一旦出现连续的阴雨寡照天气, 便会导致病菌的大规模萌发和定殖; (4) 农民栽培技术不过关, 栽培密度过大、迟施偏施氮肥以及长期深水灌溉都会人为地加重稻瘟病的田间危害; (5) 由于在药剂选择和喷药时期、条件等方面存在盲区, 往往造成药效不好甚至有药害情况出现; (6) 田间病残体和杂草清理不彻底, 为稻瘟病菌大量孢子的越冬创造了温床。

2 品种改良的前提条件

黑龙江省优势水稻品种抗瘟性成功改良的前提条件有两个, 即明确各地区生理小种的时空分布和抗瘟

收稿日期: 2008-08-31
基金项目: 黑龙江省自然科学基金重点项目(ZJN0703-01); 农业部“948”项目(2006-G61)
第一作者简介: 马军韬(1979-), 男, 吉林省东丰县人, 硕士, 研究实习员, 从事植物病理研究。Tel: 13624500431; E-mail: mmmjjtt@sina.com。
通讯作者: 张国民(1973-), 男, 黑龙江庆安县人, 硕士, 副研究员, 主要从事水稻抗病育种研究。Tel: 0451-86660987; E-mail: zgm2290@163.com。

基因的利用价值情况。

2.1 黑龙江省各地区稻瘟病优势小种时空分布情况

稻瘟病菌变异速度快,致病性差异显著,必须每 4~6 a 普查一次,从 2006 年的调查结果(日本清泽鉴别系统)分析可见,新优势小种形成的趋势已比较明显,77.7 小种在全省的比例为 4.49%;17.1、17.5、37.5 小种的比例为 3.93%;此外,53.7、3.5、47.6 和 177.5 小种的比例也较高,几个较有优势小种的比例之和达到 28%,不容忽视。此外,从各地区的具体情况来看,优势小种的类别与比例也有较大的差异。其中,早熟区优势小种的名称为 17.5,比例为 15%;中熟区优势小种的名称为 177.5 和 1.4,比例为 9%;晚熟区优势小种的名称为 57.7 和 3.6 比例为 17%。只有明确了各地区优势小种的情况,在鉴定和测评时才有针对性,才会减小试验的误差,才会为培育真正适合该地区的优良抗瘟品种提供合适的选择压力。

2.2 黑龙江省各地区抗瘟基因的利用价值情况

品种所携带的抗瘟基因不同,抗瘟性差异显著。携带抗瘟基因 $Pi-9(t)$ 的单基因系可以抵抗全省 97% 的稻瘟病菌的侵染,而携带抗瘟基因 $Pi-a$ 和 $Pi-19(t)$ 的单基因系只可以抵抗全省 5% 的稻瘟病菌的侵染。此外,地域不同,抗瘟基因的利用情况也不同。其中,早熟区最具利用价值的抗瘟基因是 $Pi-9(t)$ 、 $Pi-z^5$;中熟区最具利用价值的抗瘟基因是 $Pi-9(t)$ 、 $Pi-ta^2$;晚熟区最具利用价值的抗瘟基因是 $Pi-9(t)$ 、 $Pi-ta^2$ 和 $Pi-12(t)$ 。只有明确了抗瘟基因在黑龙江省各地区的利用价值,才能为品种改良提供合理的亲本材料,才能为后续的抗瘟育种和品种的合理布局提供坚实的理论基础。

3 品种改良的中短期目标

品种改良的中短期目标是优先完成黑龙江省各地区优势水稻品种的改造,使它们在基本保持原有优良性状的同时聚合多个高利用价值的抗瘟基因,实现抗瘟性上的飞跃。简便、快捷的途径是从 3 个熟期组中各选出 1 个优势品种进行改良,它们分别是空育 131、垦稻 12、松粳 9 号。

改良的依据有两点:(1)品种推广面积大,市场认可度高。从 2007 年水稻生产面积的情况来看,空育 131、垦稻 12 和松粳 9 号的面积分别达到 64.7、20.2 和 10.0 万 hm^2 ,分列当年推广面积的第 1、3 和 5 位,同时都是各自熟期组中推广面积最大的品种,而且这 3 个品种在市场上的交易量都很大;(2)综合性状优良。空育 131、垦稻 12 和松粳 9 号除了抗瘟性较差外,在产量、米质和外部株型、粒型等方面都表现优秀,而且具有代表性。

4 改良方案

4.1 常规改良方案

常规改良主要通过传统的田间杂交来进行,根据

黑龙江省水稻生产的实际情况和稻瘟病危害的不同特点,主要通过以下几种特异杂交来完成。

4.1.1 优势品种与单基因系品种杂交 3 个优势品种与分别携带 $Pi-9(t)$ 、 $Pi-z^5$ 、 $Pi-ta^2$ 的 3 个单基因系品种杂交,先与 1 个单基因系品种配置组合,回交稳定后,再与下一个单基因系品种杂交,最终完成基因聚合,获得携带多个抗瘟基因的水稻品种。这样组配的优势有两点:(1)目的性强,转入基因明确;(2)杂交品种之间亲缘关系较远,容易利用杂种优势。

4.1.2 优势品种与日本清泽鉴别品种杂交 3 个优势品种与 $Pi-4$ 号和砦 1 号两个日本鉴别品种分别杂交,先与 1 个日本鉴别品种配置组合,回交稳定后,再与下一个日本清泽鉴别杂交,最终完成基因聚合,获得携带多个抗瘟基因的水稻品种。这样组配的优势有两点:1)日本鉴别品种都携带有 2 个抗瘟基因,如 $Pi-4$ 号携带 $Pi-ta^2$ 和 $Pi-sh$,砦 1 号携带 $Pi-z^1$ 和 $Pi-sh$;2)日本鉴别品种的综合性状较好。

4.1.3 优势品种与龙粳 14、龙盾 104 杂交 3 个优势品种与龙粳 14、龙盾 104 分别杂交,先与龙粳 14 杂交,回交稳定后系选高抗后代,再与龙盾 104 杂交,最终获得田间抗性较好的水稻品种。选择龙粳 14 和龙盾 104 作为亲本主要是由于这两个品种抗瘟性好和推广面积较大。

4.1.4 松粳 9 号与松粳 6 号杂交 以松粳 6 号为亲本与松粳 9 号杂交,多次回交稳定后选择田间抗性好的后代植株。这样进行组配的原因有两点:(1)松粳 6 号综合性状较好(抗瘟性、产量和米质);(2)杂交品种之间遗传背景相似,这样可能出现后代材料稳定速度快、优异性状遗传率高和配合力强等有益结果的出现。目前,这种杂交手段在玉米育种中应用较广。

通过田间杂交手段进行品种改良,虽然优势明显,但也存在一定的隐患,如育种年限过长、滞后生产;某些特异杂交的配合力不强或优良性状遗传复杂等问题。

4.2 转基因技术改良方案

对杂交结果的检测因目标不同而多样化。近些年来,分子生物技术发展迅猛,基因定位、克隆和转基因技术日趋成熟,从而使品种不良性状的改良手段提升到分子水平的高度。针对品种的抗瘟性差等问题,现在普遍采用对抗瘟基因^[1]、抗真菌蛋白基因^[2]以及杀菌肽基因^[3]进行定位、克隆,然后通过花粉管导入、农杆菌介导及基因枪法等技术将各种基因转入到待改良品种中,通过分子标记技术和抗瘟性调查^[4-5]对基因表达的情况进行检测。目前,国内外已成功克隆了 10 余个抗瘟基因和一些抗真菌蛋白基因和杀菌肽基因,这些基因都在不同的水稻品种上进行了转导,也不同程度地提高了各水稻品种的抗瘟性。但由于基因表达率低、抗谱较窄和抗瘟性不持久等问题的客观存在,必须在各类基因的表达及修饰改造等方面进行更为深入的

探索后才能广泛的加以利用。

5 抗瘟性鉴定技术

5.1 鉴别菌系法

所谓鉴别菌系是指对某一已知抗瘟基因表现出稳定而特异的抗感反应类型的一类菌株。应用 22 个鉴别菌系对 3 个目标品种和它们的杂交后代进行苗期接种,通过比对品种杂交前后的抗感反应类型的变化,并结合预期转入基因对 22 个鉴别菌系的反应类型便可以推断出杂交后代是否转入了预期基因。

5.2 微卫星标记法

微卫星序列又称简单重复序列,是指由 1~6 个核苷酸为重复单位组成的核苷酸重复序列^[9]。应用微卫星标记法进行鉴定主要是依据与目标抗瘟基因紧密连锁的特异性标记来完成的。以已知抗瘟基因的亲本材料为对照,应用特异引物对杂交后代品种进行扩增,如果扩增谱带中也含有与亲本材料一致的特异标记,则证明聚合成功,否则失败。这种检测方法虽然效率很高,但因为已开发的标记数量有限,应用范围仍然相对狭窄。

5.3 优势小种鉴定法

这种方法主要是应用适宜种植区域内的优势小种和强毒力小种对品种进行田间抗性测评,具体操作是在培养出稻瘟病菌的分生孢子和杂交后代 3 叶 1 心幼苗的基础上,采用高压喷雾法进行接种,最后通过发病程度评价其田间抗性。

(上接第 22 页)

能力高低,抗寒能力强的品种减产幅度小,而抗寒能力差的品种减产幅度大。由此可见,在选择种植品种时,不仅要考虑品种的产量潜力有多高,还要考虑当地的实际生产能力,土壤供肥能力,当地的小气候以及中长期天气状况,使自己的生产维系在高产稳产的边缘,不能一味追求高产而忘了稳产,避免因突发性低温造成绝产。

3 讨论与结论

农作物是在自然、多变的气候环境下生长、发育和结实成熟的,因而受到气候条件直接影响。由于不同水稻品种具有不同的生长、发育特性,对气候条件变化的反应也不尽相同。对气候变化敏感的品种比较容易受到影响^[9],进而导致不育率提高,产量下降。水稻是起源于热带的植物,喜温是其固有的遗传特性。尤其是在孕穗和开花阶段对温度的反应特别敏感,不适宜的温度可导致颖花败育^[2-3]。冷积温是低于水稻适宜温度积温的总和,是衡量水稻经历低温的量化指标^[5]。冷积温越多,说明水稻在生长发育阶段经历低温的强度越大和持续的时间越长。由于不同品种的遗传背景不同,适宜的生态环境不同,因此对低温的反应(不育率和产量)也有差异。本项研究明确了黑龙江省在过去的 30 年间审定的主栽品种中哪些品种耐寒能力强,哪些品种的耐寒能力弱。由于品种的选育年代和品种

6 结语

黑龙江省是东北粳稻主产区,2007 年空育 131、垦稻 12 和松粳 9 号的种植面积已达到近 95 万 hm^2 ,占黑龙江省水稻总面积的 40%左右。因而,完成这 3 个优势品种的抗瘟性改良对提高农民收入和维护国家粮食安全意义深远,同时也可以为其它优势品种的抗瘟性改良提供理论借鉴。虽然田间杂交改良和转基因技术改良有着很强的可行性,但也都有一定的缺陷,希望随着育种技术和转基因技术的进一步发展,可以弥补这些缺陷,从而寻找到一条最切实可行的水稻品种抗瘟性改良途径。

参考文献:

- [1] Bryan G T, Wu K S, Farrall L, et al. A single amino acid difference distinguishes resistant and susceptible alleles of the rice blast gene *Pitd* [J]. *Plant cell*, 2000, 12: 2033-2045.
- [2] 冯道荣,魏建文,许新萍,等.转多个抗真菌蛋白基因水稻植株的获得及抗稻瘟病菌的初步研究[J].*中山大学学报(自然科学版)*, 1999, 38(4): 62-66.
- [3] 许明辉,李成云,李进斌,等.转细菌酶基因水稻稻瘟病抗谱分析[J].*中国农业科学*, 2003, 36(4): 87-92.
- [4] 官华忠,陈志伟,潘润森,等.通过标记辅助回交育种改良优质水稻保持系金山 B-1 的稻瘟病抗性[J].*分子植物育种*, 2006, 4(1): 49-53.
- [5] 颜群,高汉亮.水稻抗稻瘟病育种方法概述[J].*广西农学报*, 2006, 22(2): 31-33.
- [6] 温孚江,郑成超,崔得才.农业生物技术[M].北京:中国科学技术出版社,2002: 181-182.

参试数量的差异,品种育成单位间品种耐寒性的差异,其研究结果仅供参考。

在供试的 47 个品种中,比较耐障碍型冷害的水稻品种是:龙稻 3 号、空育 131、上育 397、龙粳 9 号、莎莎泥以及龙稻 6 号。而不耐低温的主要水稻品种有:松粳 7 号、龙稻 7 号、垦稻 12、系选 1 号、龙粳 11、龙粳 13、绥粳 4 号、龙粳 2 号及合江 21 等。

参考文献:

- [1] 郭建平,高素华,马树庆,等.农作物低温冷害综合防御技术[M].北京:气象出版社,2003.
- [2] 王连敏,王立志,张国民,等.寒地水稻耐冷基础的研究 III.花期低温对水稻结实的影响[J].*中国农业气象*, 1997(5): 9-11.
- [3] 王连敏,王立志,王春艳,等.花期低温对寒地水稻小穗结实的影响[J].*自然灾害学报*, 2004(3): 92-95.
- [4] 孙裕亭,王书玉,杨永琪.东北地区作物冷害研究[J].*气象学报*, 1983, 42(3): 313-321.
- [5] 马树庆,王琪,王连敏,等.水稻开花期不育评估模式的试验研究[J].*气象学报*, 2000, 58(增刊): 954-960.
- [6] 内岛立郎.低温条件与水稻不育关系的探讨[M].李泽蜀,译.作物冷害译丛,1980(1): 38.
- [7] 杨英良,潘万清,王连敏.三江平原地区农作物低温冷害发生规律[J].*中国农业气象*, 1993(4): 45-47.
- [8] 矫江,许显斌,孟英.黑龙江省水稻低温冷害及对策研究[J].*中国农业气象*, 2004(3): 26-27.
- [9] Tetsuo Satake. Determination of the most sensitive stage of sterile type cooling injury in rice[J]. *Res. Bull.* 1976, 113: 1-35.