



潘国君,刘传雪,张淑华,等.寒地早粳稻“一早三抗”新株型育种理论与实践[J].黑龙江农业科学,2020(12):1-6.

# 寒地早粳稻“一早三抗”新株型育种理论与实践

潘国君,刘传雪,张淑华,关世武,王瑞英,黄晓群,郭震华,郭俊祥

(黑龙江省农业科学院 水稻研究所/农业部寒地粳稻冷害科学观测实验站,黑龙江 佳木斯 154026)

**摘要:**黑龙江省寒地早粳稻生产和育种中存在着生育期短难创高产、稻瘟病和低温冷害频发难以稳产、倒伏严重品质和效益难以提高等问题,导致日本品种长时间占主导地位,严重威胁着我国的粮食安全。为促进水稻安全绿色优质生产,本研究提出了寒地早粳稻“一早三抗”新株型育种理论及技术体系,培育了以龙粳 31 为代表的系列品种,验证此理论和技术体系在寒地早粳稻育种中的可行性。结果表明:在“一早三抗”新株型育种理论指导下和技术体系的支撑下,培育出的品种在生产上发挥了巨大作用,从小区到大面积水稻产量提高了 6.9%~13.4%,抗稻瘟病性和抗冷性明显增强,品质明显提高,推广应用面积大,其中龙粳 31 一个品种最大年推广面积达到 112.8 万  $\text{hm}^2$ ,2012-2016 年连续 5 年居全国第一,2019 年种植面积 67.8 万  $\text{hm}^2$  又居全国第一位,成为全国历史上粳稻年种植面积最大的品种,是 2001 年以来我国年种植面积最大的水稻品种。

**关键词:**早粳稻;一早三抗;株型;品质;龙粳 31

寒地早粳稻作区是地处冻土带的黑龙江省稻作区,位于  $43^{\circ}23'N\sim53^{\circ}34'N$ , $121^{\circ}37'E\sim135^{\circ}5'E$ ,是全国最北部的寒冷稻作区,也是世界最北部的稻作区之一,是适于光温钝感性早熟品种生育的特殊生态区,共分六个积温生态区,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温  $1\,900\sim2\,700^{\circ}\text{C}$ ,育成的品种区域性极强,外省以及国外引进品种很难种植成功,具有不可替代性<sup>[1]</sup>。寒地早粳稻区是世界第一大粳稻区,目前水稻种植面积 400 万  $\text{hm}^2$  以上,约占全国粳稻面积的 50% 左右,单产  $7\,125\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  左右,总产 3 200 多万 t,是我国重要的商品粮基地,对保障国家粮食安全意义重大。该稻区栽培技术水平较高,是全国水稻种植面积大省、总产第一大省、商品率第一大省,并且生态条件优越,土质肥沃,环境无污染,有利于生产安全绿色优质水稻,是我国粮食安全的“压舱石”<sup>[1]</sup>。本研究针对寒地早粳稻作区的特殊生态条件和水稻生产存在的问题,开展水稻株型育种理论和技术方法的研究,为今后寒地早粳稻育种提供理论与技术支撑。

## 1 寒地水稻生产发展历程及存在的问题

### 1.1 寒地水稻生产发展历程

黑龙江省水稻种植面积在建国初期只有

11.1 万  $\text{hm}^2$ ,之后一直徘徊在 13.3 万~20.0 万  $\text{hm}^2$ ,到 1985 年发展到 39.0 万  $\text{hm}^2$ ,然后以每年 13.3 万  $\text{hm}^2$  的速度递增,1990 年达到了 67.4 万  $\text{hm}^2$ ,从 1995 年开始大力发展水稻生产,种植面积增速较快,到 1997 年达到了 139.7 万  $\text{hm}^2$ ,到 2007 年达到了 225.3 万  $\text{hm}^2$ ,到 2010 年达到了 276.9 万  $\text{hm}^2$ ,到 2016 年达到 392.5 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。水稻单产从 1949 年的  $1\,837.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,到 1983 年稳定通过  $3\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,达到  $3\,720.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,到 1992 年稳定通过  $4\,500.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,达到  $4\,837.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,到 2003 年稳定通过  $6\,000.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,达到  $6\,229.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。2011 年达到了  $7\,000.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ <sup>[1]</sup>。

### 1.2 生产上存在的问题

寒地早粳稻作区生态条件特殊,种植品种为寒地早粳稻生态型,但生产中存在一些问题,导致日本品种长时间占主导地位,严重威胁着我国的粮食安全。

**1.2.1 生育期短难创高产** 寒地稻作区共分 6 个积温区,各积温区生态条件差异较大,特别是主产区第三、四积温区无霜期短,生育日数少,因而难以创造高产。合江 19 和东农 416 是黑龙江省 20 世纪 90 年代的主栽品种,也是当时区域试验的对照品种,合江 19 是 1978 年审定推广的,在生产上一直应用到 2000 年,并且获得了国家发明三等奖。通 35 和超产 1 号是 20 世纪 90 年代吉林和辽宁的主栽品种,辽粳 454 曾获得辽宁省科技进步一等奖。从表 1 可以看出,寒地水稻品种

收稿日期:2020-08-23

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFD0100503);国家水稻产业技术体系(CARS-01)。

第一作者:潘国君(1961-),男,博士,研究员,从事水稻育种研究。E-mail:panguojun777@163.com。

比吉林、辽宁生育日数短 10~30 d,活动积温少 500~1 000 ℃,产量低 1 000 kg·hm<sup>-2</sup> 以上,从而限制了寒地稻作区水稻大面积生产。

表 1 不同熟期的品种产量差异比较

Table 1 Comparison of yield differences of rice varieties with different mature period

品种名称 Name of cultivars	叶片数 Leaf number	生育日数 Growth period/d	活动积温 Accumulated temperature/℃	产量 Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	累计推广面积 Cumulative promotion area/×10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>
合江 19 Hejiang 19	11	125	2200~2300	7170.3	248.6
东农 416 Dongnong 416	12	130	2466	7337.5	106.6
通 35 Tong 35	14	140	2800	8364.0	54.0
超产 1 号 ChaochanNo. 1	15	145	2900	8415.0	80.0
辽粳 454 Liaojing 454	17	158		8512.5	78.1

注:合江 19 和东农 416 产量数据来源于 1995-2000 年黑龙江省区域试验平均值。其他数据来源于《中国水稻品种志》<sup>[2]</sup>。  
Note:Yield data of Hejiang 19 and Dongnong 416 are average value of regional tests from 1995 to 2000 in Heilongjiang Province. Other data sources are labeled Records of Rice Varieties in China<sup>[2]</sup>.

1.2.2 低温冷害频发和稻瘟病危害重难以稳产

冷害和稻瘟病一直是寒地稻区影响水稻产量稳定的最重要因素。在 20 世纪 90 年代,寒地稻作区每 3~4 年就会发生一次延迟型低温冷害,进入 21 世纪以来,主要是以障碍型冷害为主,2003 年和 2009 年发生了严重的障碍型冷害,严重的地块空壳率高达 85% 以上,几乎接近绝产,发生较轻的空壳率也达到 50% 左右,严重影响了水稻稳产。稻瘟病也是寒地稻作区影响水稻稳产的重要因素,2005 年黑龙江省庆安县大面积发生稻瘟病,近 5 万 hm<sup>2</sup> 绝产,给生产带来严重损失。

1.2.3 倒伏严重品质和效益难以提高 随着栽培水平和机械化水平的提高,以及气候变化,加上近年来台风频繁登陆寒地稻作区,早期育成的水稻品种由于抗倒性不强,倒伏面积逐年加大,严重影响水稻产量和品质,已经成为寒地稻作区继冷害、稻瘟病之后又一个限制水稻生产的重要因素,甚至超过冷害和稻瘟病,农民在选种时第一要考虑的就是品种是否抗倒,这也为育种者提出了新的课题。

为解决生产中存在的这些问题,经过多年研究探索和生产实践得出,只有改变现有水稻品种的株型,增强品种的综合抗性,才能提高产量和品质,因此提出了“一早三抗”新株型育种理论。

2 “一早三抗”新株型育种理论

2.1 “一早三抗”新株型育种理论内涵

“一早三抗”新株型就是通过粳粳稻杂交将粳稻早生快发特性导入寒地早粳稻,创制适于寒地

的早期繁茂新材料,再与定向选择的抗病、抗冷、抗倒资源材料杂交,获得寒地早粳稻早期繁茂三抗新株型。“一早”就是培育出早生快发的早粳稻新材料,解决寒地粳稻生育期短,前期气温低,水稻生长发育缓慢导致长势不足的问题;“三抗”就是指抗病、抗冷和抗倒,抗病主要是指抗稻瘟病,解决寒地早粳稻因稻瘟病危害影响水稻产量的问题,抗冷的重点是抗水稻中期的障碍型冷害,解决寒地早粳稻在减数分裂期遇到的低温冷害,造成水稻空壳率高而严重减产的问题,抗倒主要是生育后期和收获期的倒伏,解决寒地早粳稻因倒伏造成减产、品质下降和机械收获难的问题。通过“一早三抗”新株型的塑造,创建完善了具有独特性的寒地早粳稻育种技术体系,解决了寒地早粳稻育种理论与技术体系不完善的问题,为寒地早粳稻育种开辟了一条新途径。

2.2 “一早三抗”新株型育种技术体系

2.2.1 创建粳粳交等优异性状快速聚合技术 将创制的适于寒地的早期繁茂新株型的高产优异种质龙交 90039 等材料,再与定向选择的抗病、耐冷种质材料杂交,不仅配制粳粳交组合,而且配制粳粳交等血缘较远的组合,注重亲本亲缘关系,创造优异性状重组的机会,再通过花培技术加速育种进程,实现有利基因的快速聚合。

2.2.2 创新花培技术 “双态双层”培养法是使用 30 mm×200 mm 试管进行花药培养,在 50 mm 高的固体培养基上注入 0.9~1.1 mL 液体培养基,形成 1.4 mm 左右的液膜,液固两相,故称“双态双层”培养法。花药培养力达到

10.4%~22.7%,是固体培养法的2.2倍。“双态双层”培养法不仅提高了花药培养力,还能提高育种选择效率,此法育成审定品种的选择效率为0.9%,是同期常规育成审定品种选择效率的3.3倍<sup>[3-5]</sup>。通过研究寒地粳稻直链淀粉含量、蛋白质含量、粒长在DH群体中的遗传变异规律,为寒地粳稻品质育种提供了依据,从而提出花培品质育种DH群体规模在100株左右<sup>[3-5]</sup>。

2.2.3 创建“三增一减一协调”产量选择技术 多年研究与实践表明,寒地早粳稻作区提高产量要注重塑造理想株型,即适当增加株高,由85~95 cm增加到90~100 cm;增加穗粒数,由70~80粒增加到80~90粒;增加粒重,千粒重由23~26 g增加到24~26 g;适当减少分蘖,单本植条件下由14~20个穗减少到12~18个,群体条件下由19~22个穗减少到18~20个穗;注重个体与群体的协调,发挥个体的作用增加抗倒能力,使群体产量达到最大。

2.2.4 创新抗病、耐冷同圆鉴定的“二圆合一”抗逆性鉴定技术 在剑叶和倒二叶叶枕距-4~+2 cm时,用17~18℃的20 cm深冷水处理10 d,并接种稻瘟病混合菌种3次。此项研究表明:在水稻减数分裂期,鉴定耐冷性最佳温度为17~18℃,在此低温条件下,花器生理机制受到破坏,造成部分颖花不育,形成空壳,稻瘟病抗、感品种更易表现出来,更有利于鉴定选择,提高了耐冷和抗稻瘟病鉴定的稳定性和准确性。常规后代材料F<sub>2</sub>代起、花培材料H<sub>2</sub>代起进行孕穗期耐冷性和抗稻瘟病性鉴定选择。

2.2.5 “三好”品质选择技术 “三好”就是好吃好看好加工,好吃就是食味好(85分以上),直链淀粉含量适中(14%~16%)和蛋白质含量较低(6.0%~6.5%),好看就是垩白米率5%以下,好加工就是整精米率68%以上。

### 3 “一早三抗”新株型育种理论的实践与效果

“一早三抗”新株型育种理论和技术体系在多年实践中得以充分验证,效果明显,得到了同行的认可,为今后寒地早粳稻育种提供了重要理论与技术支撑,特别是以寒地早熟优质多抗超级稻龙粳31的育成,树立了寒地早粳稻育种新的里程碑,改变了原有的株穗型,攻克了黑龙江省生产上应用品种高产不优质、优质不抗病、高产不抗倒等

技术难点,其综合性状突出、推广速度快、种植面积大,2011年经黑龙江省农作物品种审定委员会审定推广,2012年起确定为黑龙江省第三积温区晚熟组对照品种,2012年成为黑龙江省第一大水稻品种,取代了十几年来黑龙江省第三积温带主栽日本品种空育131,这是寒地水稻育种史的一个重大突破。

#### 3.1 单产水平显著提高

以“一早三抗”新株型的代表品种龙粳31审定时间为界限(2012-2018年),年平均推广面积81.5万hm<sup>2</sup>,以当时推广面积最大的日本品种空育131为对照(2005-2011年),其年平均推广面积达到67.0万hm<sup>2</sup>,统计了2005-2018年小区产量鉴定试验、省区域试验、黑龙江省农业科学院水稻研究所60 hm<sup>2</sup>大面积生产田平均产量和全省平均产量,结果表明,无论是小区产量、省区域试验、大面积生产田和全省平均产量,“一早三抗”新株型的代表品种龙粳31的产量均比对照提高了6.9%~13.4%,其中,龙粳31的小区产量鉴定试验产量比空育131每年平均增产13.4%,省区域试验平均增产6.9%,大面积生产田增产7.6%,从而带动全省平均单产增加了7.9%(表2)。

2008-2009年龙粳31参加黑龙江省区域试验,平均产量为8 165.4 kg·hm<sup>2</sup>,较对照品种空育131增产5.7%;2010年生产试验平均产量为9 139.8 kg·hm<sup>2</sup>,较对照品种空育131增产12.6%。2011和2012年农业部超级稻专家组验收产量分别为11 377.5和11 196.0 kg·hm<sup>2</sup>,通过了农业部超级稻专家组验收,被确认为超级稻新品种。

#### 3.2 抗性明显增强

由表3可知,应用“一早三抗”新株型育种理论和方法培育的以龙粳31为代表的系列品种在抗稻瘟病、抗障碍型冷害方面比大面积推广的空育131等品种明显增强,在穗颈瘟抗性上龙粳31达到3.0级,龙粳25达到1.0级,龙粳21达到1.5级;在抗障碍型冷害上,龙粳31达到12.5%,龙粳25达到7.3%,龙粳21达到9.9%,均比对照品种抗性明显增强。经测序检测龙粳31含有*Pi-ta*、*Pi-tr(t)*、*Pi-z1*、*Pi-2*抗瘟基因。

#### 3.3 品质明显提高

龙粳31等系列品种品质主要指标达国家优质米标准一级,其中龙粳31经农业部谷物及制品

质量监督检验测试中心(哈尔滨)检验,品质分析结果(2009-2010年间的幅度):出糙率 81.1%~81.2%,整精米率 71.6%~71.8%,垩白粒率 0.0%~2.0%,垩白度 0.0%~0.1%,直链淀粉含量(干基)16.9%~17.4%,胶稠度 70.5~71.0 mm,食味品质 79~82 分。除胶稠度、食味品质品质达到国家二级优质米标准外、其它品质指标均达到国家一级优质米标准。特别是龙粳 31 整精米率高达 71.7%,超国标一级标准 5.7 百分点(表 4)。

表 2 代表性品种龙粳 31 推广后与空育 131 产量的比较

Table 2 Comparison of yield between the representative variety Longjing 31 after its promotion and Kongyu 131						
品种 Varieties	年度 Years	产量 Yield/(kg·hm <sup>2</sup> )				面积 Area/×10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>
		产量鉴定试验 Yield	区域试验 Regional	水稻所农场 Rice Research	全省平均 Average yield	
		identification test	test	Institute Farm	in the province	
空育 131 Kongyu 131(CK)	2005	7141.7	7946.7	7771.7	6796.5	77.2
	2006	6838.0	7933.6	7335.2	6261.4	70.0
	2007	8548.0	8210.2	8121.6	6292.5	64.2
	2008	7742.8	8158.6	7974.8	6349.6	64.4
	2009	7651.2	7182.5	7198.5	6398.3	66.4
	2010	8829.9	8017.0	7933.3	6659.6	76.7
	2011	7713.9	8276.6	8155.6	7000.7	50.2
	平均	7780.8	7960.8	7784.4	6536.9	67.0
龙粳 31 Longjing 31	2012	9803.8	8500.0	8439.9	7072.8	51.1
	2013	8266.2	7572.3	8054.1	6992.7	112.8
	2014	8685.2	9021.3	8739.8	7022.5	92.2
	2015	9275.5	8300.3	8738.9	6988.5	93.6
	2016	8995.1	9018.8	8680.2	7039.5	95.2
	2017	8622.0	9043.3	7791.4	7140.0	63.0
	2018	8090.3	8128.7	8201.1	7099.5	62.6
	平均	8819.7	8512.1	8377.9	7050.8	81.5
较 CK 增加/%		13.4	6.9	7.6	7.9	21.6

表 3 2006-2010 年龙粳 31、龙粳 25 和龙粳 21 人工接种抗稻瘟病性和耐冷性鉴定结果

Table 3 Identification results of resistance to rice blast by artificial inoculationand cold tolerance of Longjing 31,Longjing 25 and Longjing 21 from 2006 to 2010				
年份 Years	品种 Varieties	叶瘟(级) Leaf blast(grade)	穗颈瘟(级) Panicle blast(grade)	耐冷性 Cold tolerance/%
2008-2010	龙粳 31	3.7	3.0	12.5
2007-2008	空育 131(CK)	6.3	8.3	17.5
2007-2008	龙粳 25	4.5	1.0	7.3
2007-2008	空育 131(CK)	7.5	7.0	10.0
2006-2007	龙粳 21	1.0	1.5	9.9
2006-2007	东农 416(CK)	1.0	2.5	7.9

表 4 龙粳 31、龙粳 25 和龙粳 21 的品质检验结果  
Table 4 Quality inspection results of Longjing 31, Longjing 25 and Longjing 21

品种 Varieties	年度 Years	出糙率 Brown rice rate/%	整精米率 Head rice rate/%	垩白度 Chalkiness degree/%	垩白粒率 Chalky rice rate/%	直链淀粉含量(占样品干重) Amylose content (Account for percent of sample dry weight)/%	胶稠度 Gel consistency/ mm	食味品 质/分 Taste quality
龙粳 31 Longjing 31	2009-2010	81.2	71.7	0.1	1.0	17.2	70.8	80.5
龙粳 25 Longjing 25	2007-2008	84.2	68.3	0.1	1.2	16.8	79.0	83.7
龙粳 21 Longjing 21	2003-2007	82.6	67.1	0.2	3.0	17.8	77.3	81.0
国标一级 National standard level I		≥81	≥66	≤1	≤10	15.0~18.0	80.0	90.0

3.4 株型理想,秆强抗倒

倒伏是水稻高产的重要限制因素之一,而植株的抗倒性也主要由株高所决定。徐正进等<sup>[6]</sup>通过研究明确指出,近年来北方粳稻区育成的高产品种的一个明显特征就是生物产量高。进一步提高单产,生物产量的提高是主要途径,而继续提高谷草比的可能性不大。

在株高相近的条件下,具有卷叶性状水稻品种的群体透光率又明显高于非卷叶品种,因此选育适宜的叶片卷曲性状可预期改善品种和组合的群体光合生产和通风透光状况。

龙粳 31 是在寒地超级稻龙粳 14 的较理想株型基础之上,进一步明确理想株型内涵,突破“水稻理想株型前期披散,后期直立”的束缚,在苗期到成熟,尤其注重苗期株型的调查及前后期株型相关研究,并进行大量筛选的结果。

龙粳 31 株高 92 cm(较空育 131 高 8 cm),穗长 15.7 cm(较空育 131 长 1.7 cm),每穗粒数 86 粒(较空育 131 多 8 粒),千粒重 26.3 g(较空育 131 多 0.1 g)。分蘖力中等。叶色深绿,叶片较短窄,稍正卷,开张角度小,从苗期到成熟株型收敛,苗期尤为明显,是寒地水稻的理想株型,更适宜合理密植。穗位整齐,穗较大,着粒密度较大且均匀,不实率低,圆粒,颖及颖尖秆黄色,无芒、活秆成熟。龙粳 31 的理想株型,把分蘖适当降低(较空育 131 低)、穗子适当增大,粒重适当提高,不仅提高了产量,而且龙粳 31 茎秆粗壮坚韧,叶色深绿,叶片较短窄,稍正卷,开张角度小,从苗期到成熟叶片直立,株型收敛,更适宜合理密植,生育中后期,有利于通风透光,不至于过于郁闭,增加了其抗倒伏性。大面积推广应用中抗倒性强,

未发现严重倒伏地块,尤其在 2012 年在“布拉万”“三八”两次台风的影响下,表现突出,深受稻农的喜爱<sup>[7]</sup>。

3.5 熟期早且后熟快

寒地稻区显著的特点就是生育期短,活动积温少,要求品种的光反应弱,温反应中或弱,只有这样的品种才能较好地适应低温长日照的特点。寒地粳稻品种区别于辽宁、吉林等北方稻区及南方稻区水稻品种最大的特点是品种的早熟性,对品种熟期的要求要比其它稻区严格得多,可变性小,也是寒地粳稻育种中重要的育种目标之一。黑龙江省后期降温快,品种要满足抽穗到成熟需要的 700~800 ℃ 积温,大约需要 40 d 左右灌浆时间,既确保产量又确保整精米率高,在低温早霜年显得更为重要,因此,后熟快是寒地水稻高产稳产优质品种的必备特性。

龙粳 31 插秧移栽生育日数 130 d,与空育 131 相仿,龙粳 31 抽穗后灌浆结实速度快,成熟度好,空瘪率低,出米率高,整精米率高,耐贮藏,深受广大稻农和大米加工企业的欢迎。

3.6 种植面积大

龙粳 31 的选育与推广应用彻底改变了黑龙江省水稻生产主产区第三积温带日本品种主栽的局面。龙粳 31 以其优良的综合性状迅速在黑龙江、吉林、内蒙古等适宜区内广泛种植,据全国农业技术推广服务中心和黑龙江省种子管理局统计,2011-2019 年累计种植面积为 644.3 万 hm<sup>2</sup>,平均年种植面积为 71.6 万 hm<sup>2</sup>,其中 2013 年种植面积达到 112.8 万 hm<sup>2</sup>,2012-2016 年种植面积连续 5 年居全国第一,2019 年种植面积 67.8 万 hm<sup>2</sup> 又居全国第一位,成为全国历史上粳稻年种植面

积最大品种,是 2001 年以来我国年种植面积最大的水稻品种。2011 年龙粳 25 推广面积 41.0 万  $\text{hm}^2$ ,居全国水稻品种面积第二位,2007 年龙粳 14 最大年推广面积 33.5 万  $\text{hm}^2$ ,位居全国第六位,是当时全国推广面积第一位的超级稻品种;2017 年龙粳 46 推广面积 57.1 万  $\text{hm}^2$ ,位居全国第三位。

#### 4 结语

经过近 30 年的研究和生产实践,黑龙江省农业科学院水稻研究所创建了适合寒地早粳稻作区“一早三抗”新株型育种理论,完善改进了新株型育种技术和方法,建立了一套创建粳粳交等优异性状的快速聚合技术,“双态双层”培养法,三增一减一协调”产量选择技术,抗病、耐冷同圃鉴定的“二圃合一”抗逆性鉴定技术和“三好”品质选择技术等技术体系,解决了粳粳交育种需要经过多次回交和后代结实率低下难题和寒地早粳稻育种中的高产不优质、优质不抗病以及高产优质与抗病、抗冷、抗倒难结合的难题,实现了育种技术新突破,为我国寒地早粳稻育种开辟了一条新途径。培育了以龙粳 31 为代表的系列品种,验证此理论和技术体系在寒地早粳稻育种中的可行性。结果

表明:在“一早三抗”新株型育种理论指导下和技术体系的支撑下,培育出的品种在生产上发挥了巨大作用,从小区到大面积水稻产量提高了 6.9%~13.4%,抗稻瘟病性和抗冷性明显增强,品质明显提高,推广应用面积大,其中龙粳 31 一个品种最大年推广面积 112.8 万  $\text{hm}^2$ ,成为全国历史上粳稻年种植面积最大的品种,是 2001 年以来我国年种植面积最大的水稻品种,结束了日本品种空育 131 长时间占主导地位的历史,推动寒地早粳稻产业化发展,保障了国家的口粮安全。

#### 参考文献:

- [1] 潘国君. 寒地早粳稻育种[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [2] 万建民. 中国水稻品种志[M]. 北京:中国农业出版社,2018.
- [3] 潘国君,刘传雪. 双态双层培养法提高粳稻花药培养力的研究[J]. 中国农学通报,1998,14(6):3-5.
- [4] 潘国君,陈温福,冯雅舒,等. 寒地水稻花培育种研究[J]. 沈阳农业大学学报,2003,34(5):381-384.
- [5] 孙岩松,张淑华. 寒地水稻花培育种选择效率分析[J]. 中国水稻科学,1999,13(3):176-178.
- [6] 徐正进,陈温福,张文忠,等. 北方粳稻新株型超高产育种研究进展[J]. 中国农业科学,2004(10):1407-1413.
- [7] 刘传雪,潘国君,张献国. 寒地早熟理想株型超级稻龙粳 31 的创新实践[J]. 北方水稻,2014(3):1-3.

## Theory and Practice for the “One Early Maturing and Three Resistances” New Plant Type Breeding of Early *Japonica* Rice in Cold Region

PAN Guo-jun, LIU Chuan-xue, ZHANG Shu-hua, GUAN Shi-wu, WANG Rui-ying, HUANG Xiao-qun, GUO Zhen-hua, GUO Jun-xiang

(Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Scientific Observing and Experimental Station of Rice Cold Damage in Cold Region, Ministry of Agriculture, Jiamusi 154026, China)

**Abstract:** There were many problems for the breeding and production of early *japonica* rice in cold region of Heilongjiang Province, such as planting rice in cold region with short growth period led to the difficulty in creating higher yield, frequent occurrence of rice blast and chilling damage led to the difficulty in stabilizing yield, lodging led to the difficulty in improving the quality and efficiency of rice, which had led to the dominance of *japanese* rice varieties for a long time, and seriously threatened the food security of our country. In order to promote safe, green and high-quality rice production, in this study, theory and technical system for the “one early maturing and three resistances” new plant type breeding of early *japonica* rice in cold region was put forward, and a series of rice varieties represented by Longjing 31 was cultivated, which verified the feasibility of this theory and technical system for early *japonica* rice breeding in cold region. Practice has proved that the cultivated early *japonica* rice varieties in cold region have played a great role in production under the guidance and support of the new plant type breeding theory and technology system. Rice yield increased by 6.9%~13.4% from the plot area to the large area. Blast resistance and cold resistance of rice were significantly enhanced. Quality of rice was significantly improved, and the application area became large. Among them, the maximum annual extension area of Longjing 31 was 1.128 million  $\text{hm}^2$ , ranking the first in China for five consecutive years from 2012 to 2016. In 2019, the planting area of Longjing 31 was 678 000  $\text{hm}^2$ , ranking the first in China that is the largest rice variety planted in China since 2001. Longjing 31 has become the largest annual *japonica* rice variety in China's history.

**Keywords:** early *japonica* rice; the one early maturing and three resistances; plant type; quality; Longjing31