

文章编号:1000-8551(2005)01-001-05

# 辐射诱变选育特优 63 糯的研究

黄荣华 张书标 章清杞 杨仁崔

(福建农林大学作物遗传育种研究所,福建 福州 350002)

**摘要:**用 $^{60}\text{Co}$  射线 350Gy 分别照射杂交稻保持系(B系)和恢复系(R系)干种子, $M_2$  获得相应的糯性基因 wx 突变体,并育成糯不育系 wxA 和糯恢复系 wxR,组配出杂交糯稻新组合。特优 63 糯与特优 63 具有相似的生育期、农艺性状、产量水平和抗性。

**关键词:**辐射诱变;糯性基因 wx;杂交糯稻

## METHOD OF WAXY HYBRID RICE BREEDING THROUGH RADIATION —DEVELOPMENT OF Teyou 63 nuo

HUANG Rong-hua ZHANG Shu-biao ZHANG Qin-qi YANG Ren-cui

(Institute of Genetics & Crop Breeding, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou, Fujian, 350002)

**Abstract:** Dried seeds of maintainer lines Longtepu B and restorer lines Minghui 63 were treated with  $^{60}\text{Co}$  -ray at the dose of 350 Gy, the waxy mutants of them were obtained in their  $M_2$  brown rice population respectively, then waxy CMS lines, restorer lines and hybrid rice of Teyou63 nuo were developed. Teyou63 and Teyou63 nuo have the similar growth duration, agronomic traits, yield potential, disease resistance, and high yield in seed production.

**Key words:** radiation induction; waxy wx gene; waxy hybrid rice

糯米是人们喜爱的传统食粮之一,也是副食品生产的重要原料。近年来,由于酿造、糕点以及食品保健等行业的迅速发展,市场对糯米的需求量逐年上升,因此糯稻在我国仍然有一定的种植面积<sup>[1]</sup>。但是当前生产上所种植糯稻的常规品种,普遍存在着产量低、抗性差、适应性不广等问题<sup>[2]</sup>。众所周知杂交水稻以其强大的杂种优势曾为我国乃至世界的粮食增产作出巨大贡献,选育高产、优质、抗病的杂交糯稻,拓宽杂种优势利用领域,也是水稻遗传育种的重要内容。有关糯稻育种研究已有一些报道<sup>[3~6]</sup>,但对杂交糯稻的研究相对较少,能在生产上大面积推广应用的杂交糯稻尚未见报道。我们在前人研究工作的基础上,提出并实践了直接辐照诱变杂交稻保持系和恢复系,获得相应系的糯性突变体 wxB 和 wxR,育成糯稻不育系和恢复系,组配出杂交糯稻组合<sup>[7]</sup>。本文就特优 63 糯选育为例阐明辐射诱变选育杂交糯稻育种技术新体系。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

籼型杂交稻不育系龙特浦 A 和保持系龙特浦 B 的种子由福建省农科院稻麦研究所周天理研究员

收稿日期:2003-11-30

基金项目:福建省教育厅科研项目(项目编号 K02059)

作者简介:黄荣华(1969-),男,汉族,福建上杭县人,副研究员,从事水稻遗传育种研究。E-mail:ychjm@sohu.com。杨仁崔为通讯作者,0591 8376984

提供;恢复系明恢 63 的种子由福建省三明市农业科学研究所提供。

## 1.2 方法

**1.2.1 材料的处理、种植和筛选** 1997 年 11 月,用  $350\text{Gy } ^{60}\text{Co}$  射线辐照保持系龙特浦 B 和明恢 63 干种子各 0.5kg,15d 后于海南三亚播种  $M_1$ 。 $M_1$  丛插密植,于黄熟期混收  $M_1$  植株上所结全部籽粒( $M_2$ )。 $M_2$  经充分晒干后出糙(不损伤胚),在糙米群体中筛选可能是糯性突变体的胚乳呈蜡质、不透明糙米,用小刀将上选糙米从远胚端  $1/3$  处横切,切口蘸  $1\% \text{I}_2\text{-KI}$  溶液,根据淀粉与碘化钾溶液的显色反应原理,鉴定真假突变体(切口迅速变蓝黑色,为假突变体;切口不变色,为真突变体)。

**1.2.2 杂交糯稻不育系和恢复系的选育** 将筛选到的糯性突变体龙特浦 wxB 和明恢 63wxR 糙米,置于  $1\%$  升汞水消毒处理 1min 后取出,用清水清洗多次,按常规浸种、催芽、播种,同时播种龙特浦 A 和明恢 63。于抽穗期完成龙特浦 wxB 与龙特浦 A 的杂交,而后种植并完成  $F_1$  与龙特浦 wxB 的回交,按以上相同的方法挑选  $BC_1F_1$  群体中糯性籽粒播种,因糯性突变为隐性单基因突变,因此,糯  $BC_1F_1$  是龙特浦 wxA 纯合体,与龙特浦 wxB 的继续回交,即进行龙特浦 wxA 的原种生产,至此,龙特浦 wxA 的转育工作完成。对上选的明恢 63wxR,可根据  $M_2$  株叶形态、生育期、穗部性状是否和明恢 63 一致,以及糯性有无分离,选择优良单株进行明恢 63 wxR 株系的原种繁殖。

**1.2.3 龙特浦 wxA 生物学特性观察** 于福建福州、福建沙县和海南三亚 3 地分别播种龙特浦 wxA 和龙特浦 A,观察记载抽穗期,主茎叶片数,测量颖花长、颖花宽及颖花长/宽比。盛花期从群体中随机选 10 株,每株选 1 穗,取穗中、上部当天或次日要开放的成熟颖花 3 朵,挑出其中的全部花药,用  $1\%$  的  $\text{I}_2\text{-KI}$  染色,制成涂片,置于 100 倍显微镜下观察 3 个视野。花粉育性按典败、圆败、染败为不育,黑染为可育两类进行统计分析<sup>[9]</sup>,以 3 个视野的平均不染花粉率代表该单株育性。抽穗后期,考查柱头外露率。

**1.2.4 龙特浦 wxA 异交特性** 2001 年 5 月,于福建沙县进行龙特浦 wxA 原种生产,母本 5 月 15 日播种,父本 5 月 22 日播种,播差期为 7d,父母本行比为 2 : 8,面积  $0.04\text{hm}^2$ 。同年冬季,在海南三亚进行特优 63 糯制种试验,父本明恢 63wxR 分 3 期播种,第 1 期 12 月 3 日播,第 2 期 12 月 10 日播,第 3 期 12 月 17 日播;母本距第 1 期父本差期 25d,父母本行比 2 : 10,面积  $0.06\text{hm}^2$ 。

**1.2.5 特优 63 糯产量试验** 2002 年 3 月,分别在福建福州、沙县两地进行特优 63 糯重复产量试验,4 重复,小区面积  $0.0013\text{hm}^2$ ,插秧规格  $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 。同年 12 月,在海南三亚进行特优 63 糯大区产量对比试验,面积  $0.013\text{hm}^2$ ,对照品种均为特优 63。

**1.2.6 特优 63 糯米质分析和抗性鉴定** 2002 年,将同季种植的特优 63 糯及亲本经室温贮藏 3 个月,送农业部稻米及制品质量监督检验测试中心(杭州)进行米质分析。2003 年 6 月,于福建上杭茶地对特优 63 糯及其亲本进行稻瘟病旱病圃抗性鉴定。

## 2 结果与分析

### 2.1 特优 63 糯选育

1998 年 5 月,在龙特浦 B 和明恢 63 的  $M_2$  糙米群体中分别筛选到糯性突变体 8 粒和 5 粒,种子经消毒处理后,与对照龙特浦 A 和明恢 63 同期播种;同年 8 月在福州福建农林大学校内农场完成龙特浦 A 与其中 1 个龙特浦 wxB 单株的杂交,获杂交  $F_1$  种子;同年 12 月将  $F_1$  播种于海南;次年 3 月完成  $F_1$  与龙特浦 wxB 的回交,获  $BC_1F_1$  种子;次年 8 月,于福州播种糯  $BC_1F_1$ ,进行龙特浦 wxA 原种繁殖。至此,龙特浦 wxA 选育工作完成。

糯稻恢复系明恢 63 wxR 的选育,参照明恢 63 的株叶形态、生育期、穗部性状、结实率以及散粉状况等,选择其中的优良单株进行明恢 63 wxR 株系原种繁殖。1999 年冬,于海南进行特优 63 糯制种试验。2000 年 5 月,于福州种植观察特优 63 糯性状表现,2002 年 3 月,于福建福州、沙县进行特优 63 糯多重产量试验,同年冬季,于海南进行特优 63 糯大区产量对比试验。2003 年 6 月,于福建进行特优 63 糯稻

瘟病抗性鉴定。特优 63 糯的整个选育工作见右框图。

2.2 龙特浦 wxA 主要生物学特性

2.2.1 生育期、株高及主茎总叶片数 龙特浦 wxA 全生育期与龙特浦 A 相同。福州 3 月中旬播种,6 月下旬抽穗,播始历期 103d;5 月中旬播种,7 月底抽穗,播始历期 76d;沙县 3 月中旬播种,6 月下旬抽穗,播始历期 105d,6 月中旬播种,8 月底抽穗,播始历期 74d;海南三亚 12 月中旬播种,3 月中旬抽穗,播始历期 90d。龙特浦 wxA 株高 90cm 左右,根系发达,分蘖力中等,株型紧凑,出穗整齐,叶色浓绿,叶鞘叶缘稃尖呈紫色。主茎总叶片数同龙特浦 A 相同为 14~15 叶,主要农艺性状与龙特浦 A 差异不显著(表 1)。

2.2.2 穗部性状、花器性状及花粉育性 2001 年,于福建福州、沙县和海南三亚 3 地分别同期播种龙特浦 wxA 和龙特浦 A,抽穗扬花盛期分别考查了它们的穗部性状、花器性状及花粉育性等性状,结果表明,龙特浦 wxA 和龙特浦 A 在穗长、每穗颖花数、颖花长、颖花宽、颖花长宽比、柱头外露率及不染花粉率等性状上差异均不显著(表 2)。

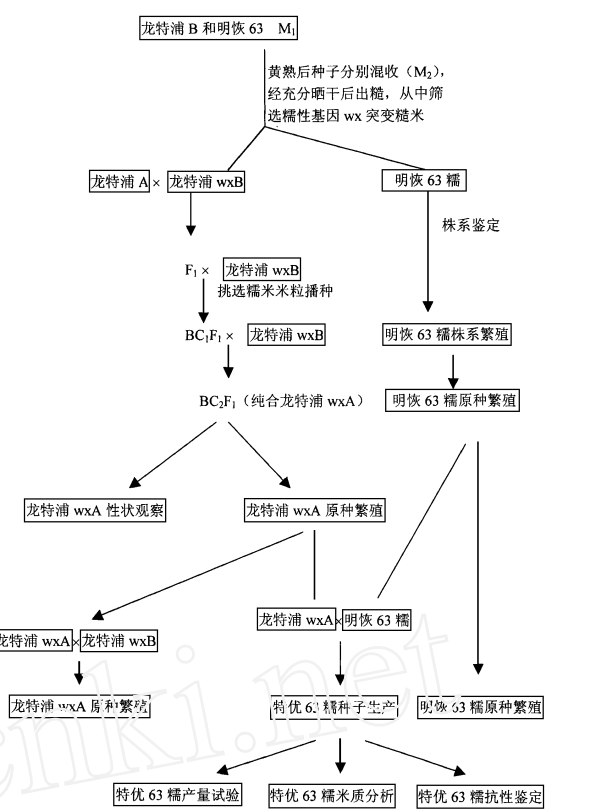


表 1 龙特浦 wxA 生育期、株高及主茎叶片数

Table 1 The duration , plant height and main panicle leaves of Longtepu wxA

| 种植地点<br>place         | 不育系<br>CMS line      | 播种期<br>sowing date<br>(m/d) | 抽穗期<br>heading date<br>(m/d) | 播始历期<br>days from sowing<br>to heading (d) | 株高<br>plant height<br>(cm) | 主茎叶片数<br>leaf number of<br>main stem |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 福建福州 Fuzhou ,Fujian   | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 3/15                        | 6/26                         | 103                                        | 92. 5a                     | 14. 6a                               |
|                       | 龙特浦 A Longtepu A     | 3/15                        | 6/26                         | 103                                        | 93. 0a                     | 14. 4a                               |
|                       | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 5/10                        | 7/25                         | 76                                         | 90. 8a                     | 13. 8a                               |
|                       | 龙特浦 A Longtepu A     | 5/10                        | 7/25                         | 76                                         | 91. 5a                     | 14. 0a                               |
| 福建沙县 Shaxian , Fujian | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 3/12                        | 6/25                         | 105                                        | 94. 6a                     | 14. 8a                               |
|                       | 龙特浦 A Longtepu A     | 3/12                        | 6/25                         | 105                                        | 96. 3a                     | 14. 5a                               |
|                       | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 6/15                        | 8/28                         | 74                                         | 92. 1a                     | 13. 9a                               |
|                       | 龙特浦 A Longtepu A     | 6/15                        | 8/28                         | 74                                         | 93. 5a                     | 13. 8a                               |
| 海南三亚 Sanya , Hainan   | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 12/15                       | 3/15                         | 90                                         | 89. 5a                     | 14. 2a                               |
|                       | 龙特浦 A Longtepu A     | 12/15                       | 3/15                         | 90                                         | 91. 2a                     | 14. 0a                               |

注:数字后相同字母表示 5 %显著水平差异不显著;下表同。  
Note :the same letter after data means no singnificance different at 0.05. The same as following tables.

2.3 龙特浦 wxA 米质

经农业部米质质检中心检验,龙特浦 wxA 米质化验结果为糙米率 79.3 %,精米率 72.1 %,整精米率 43.3 %,碱硝值 6.5 级,胶稠度 100mm,直链淀粉含量 1.5 %,蛋白质含量 10.7 %,其中精米率、碱硝值、胶稠度、蛋白质含量 4 项指标达优质米 1 级标准,糙米率、直链淀粉含量 2 项指标达优质米 1 级标准。

2.4 龙特浦 wxA 繁殖、制种产量表现

龙特浦 wxA 开花习性似龙特浦 A,一般抽穗后 2d 开始开花,在天气晴朗的条件下,始花在上午 9 时,盛花在上午 11 时左右,终花在下午 2 时左右。单个穗子从开第 1 朵花到开完最后一朵花需要 5d,整个植株从开第 1 朵花到开完最后一朵花约 10~15d。2001 年 5 月,沙县繁殖龙特浦 wxA 0.04hm<sup>2</sup>,父、母

本花期相遇良好,实收龙特浦 wxA 干种子 0.105t,折合产量 2.625t/hm<sup>2</sup>;海南配制特优 63 糯,面积 0.06hm<sup>2</sup>,花期相遇良好,实收干种子 0.189 t,折合产量为 3.150t/hm<sup>2</sup>(表 3)。

表 2 龙特浦 wxA 穗部性状、花器性状及花粉育性  
Table 2 The characteristics of panicle and spikelet of Longtepu wxA

| 种植地点<br>place           | 不育系 CMS line         | 穗长<br>panicle<br>length (cm) | 每穗颖花数<br>spikelets /<br>panicle | 颖花长<br>spikelet<br>length (cm) | 颖花宽<br>spikelet<br>breadth (cm) | 长/宽<br>length/<br>breadth | 柱头外露率<br>extent of stigma<br>exsertion ( % ) | 不染花粉率<br>pollen sterile<br>rate ( % ) |
|-------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| 福建福州<br>Fuzhou ,Fujian  | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 24. 5a                       | 170. 3a                         | 0. 82a                         | 0. 32a                          | 2. 56                     | 35. 1a                                       | 99. 22a                               |
|                         | 龙特浦 A Longtepu A     | 24. 8a                       | 176. 5a                         | 0. 81a                         | 0. 32a                          | 2. 53                     | 35. 5a                                       | 99. 57a                               |
| 福建沙县<br>Shaxian ,Fujian | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 25. 2a                       | 185. 5a                         | 0. 83a                         | 0. 32a                          | 2. 59                     | 38. 5a                                       | 99. 02a                               |
|                         | 龙特浦 A Longtepu A     | 24. 4a                       | 168. 4a                         | 0. 83a                         | 0. 33a                          | 2. 52                     | 38. 0a                                       | 99. 75a                               |
| 海南三亚<br>Sanya ,Hainan   | 龙特浦 wxA Longtepu wxA | 23. 6a                       | 168. 5a                         | 0. 80a                         | 0. 32a                          | 2. 50                     | 33. 1a                                       | 98. 52a                               |
|                         | 龙特浦 A Longtepu A     | 23. 0a                       | 165. 5a                         | 0. 81a                         | 0. 31a                          | 0. 61                     | 30. 5a                                       | 98. 95a                               |

表 3 龙特浦 wxA 产量构成因素  
Table 3 The yield components of Longtepu wxA

| 种植地点<br>place       | 丛有效穗数<br>productive<br>panicles/plant | 每穗粒数<br>spikelets/<br>panicle | 结实率<br>seed setting<br>rate ( % ) | 千粒重<br>1000-grain<br>weight ( g ) | 理论产量<br>theoretical<br>yield (t ·hm <sup>-2</sup> ) | 实际产量<br>yield (t ·hm <sup>-2</sup> ) |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 福建福州 Fuzhou ,Fujian | 16. 5                                 | 143                           | 32. 17                            | 28. 0                             | 3. 18                                               | 2. 625                               |
| 海南三亚 Sanya ,Hainan  | 16. 8                                 | 155                           | 34. 19                            | 28. 2                             | 3. 77                                               | 3. 150                               |

2.5 特优 63 糯种植表现

2.5.1 产量 由龙特浦 wxA 组配糯稻恢复系明恢 63 糯而成的杂交糯稻特优 63 糯,具有同对照特优 63 相同的生育期、相似的农艺性状、产量潜力和适应性。2002 年在福州农林大学校内农场和福建沙县洋枋良种场两地分别进行重复产量试验,4 次重复,小区面积 0.0013hm<sup>2</sup>,折合干谷产量分别为 8.154t/hm<sup>2</sup>和 9.150t/hm<sup>2</sup>,比对照特优 63 分别增产 4.74 %和 4.53 %。同年冬季海南大区种植,面积 0.013hm<sup>2</sup>,折合干谷产量 8.025 t/hm<sup>2</sup>比对照特优 63 增产 1.90 %(表 4)。

表 4 特优 63 糯产量构成因素  
Table 4 The yield components of Teyou 63 nuo

| 种植地点<br>place           | 组 合<br>combination      | 株 高<br>plant<br>hight (cm) | 穗 长<br>panicle<br>length (cm) | 丛有效穗数<br>number of productive<br>panicles/plant | 每穗粒数<br>spikelets/<br>panicle | 结实率<br>seed setting<br>rate ( % ) | 千粒重<br>1000-grain<br>weight ( g ) | 理论产量<br>theoretical<br>yield (t ·hm <sup>-2</sup> ) | 实际产量<br>actual yield<br>(t ·hm <sup>-2</sup> ) |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 福建福州<br>Fuzhou ,Fujian  | 特优 63 糯<br>Teyou 63 nuo | 115. 2a                    | 27. 5a                        | 11. 6a                                          | 165a                          | 85. 2a                            | 28. 0a                            | 11. 415a                                            | 8. 154a                                        |
|                         | 特优 63<br>Teyou 63       | 116. 5a                    | 26. 2a                        | 10. 8a                                          | 158a                          | 83. 8a                            | 28. 5a                            | 9. 825b                                             | 7. 785a                                        |
| 福建沙县<br>Shaxian ,Fujian | 特优 63 糯<br>Teyou 63 nuo | 120. 5a                    | 28. 4a                        | 11. 4a                                          | 173a                          | 87. 5a                            | 28. 0a                            | 12. 075a                                            | 9. 150a                                        |
|                         | 特优 63<br>Teyou 63       | 118. 4a                    | 28. 5a                        | 10. 8a                                          | 178a                          | 85. 2a                            | 28. 5a                            | 11. 670a                                            | 8. 753a                                        |
| 海南三亚<br>Sanya ,Hainan   | 特优 63 糯<br>Teyou 63 nuo | 108. 5a                    | 25. 6a                        | 12. 4a                                          | 145a                          | 82. 0a                            | 27. 5a                            | 10. 140a                                            | 8. 025a                                        |
|                         | 特优 63<br>Teyou 63       | 106. 2a                    | 24. 5a                        | 12. 0a                                          | 142a                          | 80. 5a                            | 28. 0a                            | 9. 600a                                             | 7. 875a                                        |

2.5.2 米质 特优 63 糯及其亲本米质经农业部质检中心测定(表 5),从表中可以看出,特优 63 糯保持双亲较高的糙米率和精米率,但整精米率 62.1 %明显高于双亲,碱消值、直链淀粉含量和蛋白质含量介于双亲之间,其中整精米率、胶稠度和蛋白质含量达国家 1 级米标准。

表 5 特优 63 糯及其双亲稻米品质比较

Table 5 Comparison of Teyou 63 nuo with its parents for grain quality

| 品种(系)<br>variety(line) | 糙米率                       | 精米率                        | 整精米率                            | 碱消值                       | 胶稠度                     | 直链淀粉含量                 | 蛋白质含量                  |
|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                        | rate of<br>brown rice (%) | rate of<br>milled rice (%) | rate of head<br>milled rice (%) | alkali<br>spreading value | gel consistency<br>(mm) | amylose content<br>(%) | protein content<br>(%) |
| 龙特浦 wxA Longtepu wxA   | 79.3                      | 72.1                       | 43.3                            | 6.5                       | 100                     | 1.5                    | 10.7                   |
| 明恢 63 糯 Minghui 63 nuo | 77.0                      | 69.8                       | 36.0                            | 4.0                       | 100                     | 1.9                    | 11.4                   |
| 特优 63 糯 Teyou 63 nuo   | 77.2                      | 70.3                       | 62.1                            | 5.8                       | 100                     | 1.8                    | 10.8                   |

2.5.3 抗性 稻瘟病苗期抗性鉴定试验结果表明母本龙特浦 wxA 抗性 6 级,恢复系明恢 63 糯抗性 4 级,杂种特优 63 糯抗性 4~5 级,抗、感病对照种分别为 R669 和珍汕 97A,抗性分别为 3 级和 7~9 级,特优 63 糯表现中抗稻瘟病。

3 讨论

辐射诱变杂交稻保持系(B 系),可获得相应 B 系糯性基因突变体 wxB,并转育成完全保持原 A 系生育期、异交率、配合力和不育性等综合优良性状的糯稻不育系 wxA。wxA 与原 A 系相比较,遗传上仅一对隐性单基因之差,即表现出直链淀粉含量上的显著差异(wxA 直链淀粉含量 < 2%)。目前,我们采用该育种技术已育成糯稻不育系 7 个,其中的龙特浦 wxA、冈 46wxA、D62wxA、嘉农 wxA1、嘉农 wxS1 等 5 个糯稻不育系,已通过福建省技术成果鉴定,并组配出糯稻组合在生产上试验试种。

辐射诱变杂交稻恢复系(R 系),同样可获得相应 R 系糯性突变体 wxR,wxR 与原 R 系具有相同的生育期、农艺性状、花粉量、开花习性和配合力。目前,应用该育种技术路线已把生产上应用的主要恢复系明恢 63、明恢 86、蜀恢 527、辐恢 838 等改造成糯稻恢复系。

生产实践表明,由该技术路线育成的杂交糯稻与原杂交稻相比(如特优 63 糯与特优 63),具有相似的生育期、株叶形态、农艺性状、产量潜力和适应性,可直接应用于生产。因此,有望实现把当前生产上推广应用的高产、优质、抗病组合改造成相应的杂交糯稻组合。

龙特浦 wxA 在保持了原龙特浦 A 大穗、开花习性好、异交率高以及繁殖制种产量高等优点的同时,也保留对外界环境条件敏感的问题,即在某些特定条件下抽穗,会产生一定比例的自交结实现象。因此,龙特浦 wxA 在生产应用过程中必须避开这种气候,选择最适宜的播种时期和地点,同时,加强田间的去杂和保纯工作,确保种子纯度。

参考文献:

[1] 邓小林. 两系杂交糯稻选育初报. 杂交水稻,1992,(3):33~34  
[2] 罗炎兴,林培群,张集文,等. 辐射诱变选育高产优质多抗粳型糯稻新品种鄂荆糯 6 号. 核农学通报,1991,12(2):63~65  
[3] 陈大州,熊焕金,肖叶青,等. 粳型黄米糯稻不育系选育及利用技术. 江西农业学报,1993,5(1):7~10  
[4] 邓胜达,广华容,邓文敏. <sup>60</sup>Co 射线诱发水稻糯性突变的探索. 核农学通报,1991,12(4):151~154  
[5] 陈秀兰,何震天,韩月澎,等. 扬辐糯 4 号的选育及其特性. 核农学通报,1996,17(3):101~103  
[6] 邓胜达,广华容,邓文敏. 杂交糯稻糯优 1 号. 杂交水稻,1996,(2):34  
[7] 张洪熙,张宝群,孔祥斗. 粳糯杂交水稻“三系”选育及其优势利用研究. 杂交水稻,1989,(3):39~42  
[8] 周天理,张功宙,黄琪玉,等. 杂交稻混杂原因研究. 杂交水稻,1986,(1):40~43