



冷春旭,王玉杰.黑龙江省杂交粳稻研究的发展策略[J].黑龙江农业科学,2019(10):132-136.

# 黑龙江省杂交粳稻研究的发展策略

冷春旭,王玉杰

(黑龙江省农业科学院 生物技术研究所,黑龙江 哈尔滨 150028)

**摘要:**为促进黑龙江省杂交粳稻的发展,本文简要回顾了国内外及黑龙江省杂交粳稻的研究概况,阐明了制约杂交粳稻发展的主要问题,即杂交粳稻产量竞争优势不明显,杂交粳稻配制组合的生态适应范围狭窄,杂交粳稻稻米品质表现不佳,杂交粳稻制种产量和纯度有待提高。提出了一些建议,例如利用全基因组关联分析技术确定杂交亲本的亲缘关系,采用多熟期亲本双优组合改良杂交粳稻的生态适应能力和米质,培育高异交特性不育系提高制种产量,应用分子技术进一步提高杂交粳稻育种效率。

**关键词:**杂交粳稻;发展策略;杂种优势;育种

杂种优势是指两个遗传基础不同的亲本杂交 $F_1$ 在生长势、生活力、产量、适应性及抗性等方面优于双亲的遗传现象<sup>[1]</sup>。杂交水稻是杂种优势应用最成功的作物之一,一般具有15%~20%的增产优势,能解决常规育种遗传背景狭窄、高产品种不多等问题。自20世纪70年代袁隆平团队成功实现杂交水稻“三系”生产应用配套以来,我国杂交水稻种植面积已占水稻总面积的50%~60%,为解决我国粮食安全作出了巨大的贡献。目前杂交水稻研究已取得举世瞩目的成就,其种植面积已占水稻总种植面积的80%以上,而杂交粳稻研究相对比较薄弱,其种植面积还不到粳稻总种植面积的3%<sup>[2]</sup>。因此,开展杂交粳稻研究,扩大其

种植面积,既是我国水稻产量增长的一个突破口,也是实现“中国人的饭碗牢牢端在自己手上”的途径之一<sup>[3]</sup>。基于此,本文通过概述国内外及黑龙江省外杂交粳稻研究情况,分析了杂交粳稻发展中存在的主要问题,从而提出黑龙江省杂交粳稻发展前景及对策,以期促进黑龙江省水稻产业发展。

## 1 杂交粳稻发展概况

### 1.1 国外杂交粳稻研究概况

杂交粳稻研究始于20世纪50年代的日本,1958年日本学者将日本粳稻藤坂5号与中国红芒野生稻杂交并连续回交育成了野败型细胞质藤坂5号不育系<sup>[4]</sup>。1966年日本学者又育成第一个包台(BT)型细胞质不育系台中65,该不育系是通过籼稻钦苏拉包罗II与粳稻台中65杂交后连续回交获得,与其配套的保持系绝大部分是粳稻品种,但是恢复系很难找到。此后,国外很多国家如美国加州大学的J. R. Erickson和Carnahan

收稿日期:2019-07-26

第一作者简介:冷春旭(1979-),女,博士,助理研究员,从事杂交粳稻分子育种研究。E-mail:lengchunxu@163.com。

通讯作者:王玉杰(1963-),男,学士,副研究员,从事杂交粳稻育种研究。E-mail:Lkwangyujie@126.com。

## Teaching Reform of Forage Production Science

ZHAO Ling-ping, TAN Shi-tu, MA Wen-feng, FAN Wen-na, WU Xiao-hong

(College of Animal Science and Technology, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, China)

**Abstract:** The development of society has put forward higher requirements for the teaching of forage production. In order to improve teaching quality, promote students' all-round development, and strengthen students' innovation and practical ability, this paper carried out teaching reform and practice in view of some problems existing in the teaching of forage production. Through a series of reform measures, such as multimedia + Internet teaching, reform of examination system and teaching mode, and increase of practice bases, students' enthusiasm for learning had been fully improved, students' innovative ability had been exercised and teaching quality had been improved.

**Keywords:** forage production science; practice teaching; interactive teaching; teaching reform

以及印度的斯瓦明纳坦都开展了杂交粳稻三系配套的研究,但由于没有产量优势等原因而未能大面积推广导致杂交粳稻发展缓慢,一直处于徘徊状态<sup>[5]</sup>。

### 1.2 国内杂交粳稻研究概况

我国杂交粳稻研究始于 20 世纪 60 年代,1965 年云南大学李铮友团队将在田中发现的粳稻台北 8 号和籼稻杂交天然不育株为母本与父本粳稻红帽缨杂交后连续回交进行不育株的核置换,于 1969 年育成我国最早的粳型细胞质雄性不育系滇一型红帽缨不育系<sup>[6]</sup>。经过几十年滇型杂交粳稻的研究,相继育成滇榆 1 号 A、滇寻 1 号 A、黎榆 A、榆密 15A 等稳定的滇型不育系以及榆杂 29、寻杂 36、滇杂 32、云光 14 等杂交粳稻组合,为高原杂交粳稻的发展奠定了坚实的基础<sup>[7]</sup>。

1972 年我国从日本引进 BT 型台中 65 不育系后,育种家们以该不育系为基础利用株型好、生产潜力大的常规粳稻品种对其进行大量改造和转育,先后育成一批 BT 型粳稻不育系如黎明 A、辽 30A、秋光 A、泗稻 8 号 A、秀岭 A、辽 105A 等<sup>[8]</sup>,目前 BT 型不育系已成为我国最重要、应用最广的粳稻三系不育系。但在早期粳稻三系配套研究过程中未发现适合 BT 型不育系的理想恢复系,直到 1975 年辽宁省农业科学院杨振玉团队采用“籼粳架桥”人工制恢技术,育成高配合力粳稻恢复系 C57,其具有 1/4 籼核成分易于恢复不育系育性。此后,我国杂交粳稻研究取得突破性进展,于 1980 年选育出世界上第一个大面积生产应用的杂交粳稻组合黎优 57,实现了杂交粳稻的三系配套<sup>[9]</sup>。随着三系配套的成功,掀起了北方杂交粳稻研究与应用的热潮,我国各地利用 C57 及其衍生材料,先后育成了一批杂交粳稻组合投入生产应用,显著提高粳稻单产。继 C57 后,辽宁省农业科学院再次利用“籼粳架桥”方法,引入外源广亲和基因,育成形态倾籼的特异亲和粳型恢复系 C418,配组出一批优质、高产、高抗组合,如屈优 418、泗优 418、9 优 418、3 优 18 等组合<sup>[10]</sup>,加快了北方杂交粳稻生产发展的步伐。

### 1.3 黑龙江省杂交粳稻研究概况

黑龙江省早在 20 世纪 60 年代末就开始投入杂交粳稻的研究,先后有黑龙江省农业科学院佳木斯水稻所、五常水稻所、东北农业大学等几家单

位开展杂交粳稻的研究工作,但由于杂交粳稻育种难度大、周期长、过程复杂、涉及的技术环节多等问题导致育成杂交粳稻组合的时间是常规品种的数倍,一些科研人员失去了继续开展工作的信心和勇气,最终放弃了杂交粳稻的研究。目前只有黑龙江省农业科学院生物技术研究所以(原五常水稻所)一直坚持杂交粳稻的育种研究,已经筛选出一些合适的三系杂交组合,但是由于亲本资源遗传多样性匮乏、杂种优势不明显、适宜种植区域狭窄和制种难度大等问题一直没有进行生产推广。

## 2 杂交粳稻发展存在的主要问题

### 2.1 杂交粳稻产量竞争优势不明显

我国杂交粳稻在实际生产中的增产仅为 10% 左右,较常规粳稻没有明显竞争优势,因此杂交粳稻的产量水平成为制约杂交粳稻发展的主要难题。这主要是由两个原因造成的,其一杂交粳稻亲本遗传基础狭窄,不育系间遗传差异小、类型相似、缺乏遗传多样性,杂种优势不明显<sup>[11]</sup>;其二杂交粳稻的强产量潜势不能充分发挥,年际间表现不稳定,高温年份丰产丰收,低温年份籽粒灌浆结实差,影响大面积的推广。

### 2.2 杂交粳稻配制组合的生态适应范围狭窄

水稻籼粳亚种属于两个不同的生态型,粳稻起源于高纬度或低纬度的高海拔地区,相对于籼稻具有较强的感光性,因此同一品种种植范围狭窄,不同省份之间引种困难,甚至相同省份的不同地区也不能种植同一品种<sup>[12]</sup>。杂交粳稻的适宜种植范围比常规粳稻更加狭窄,原因是在配制粳稻杂交组合过程中引入籼性血缘,导致杂交籽粒灌浆启动不同步,灌浆充实时间延长,遇到低温等不利气候条件,极易发生灌浆障碍。以辽宁省为例,杂交粳稻品种绝大多数都是种植在温度条件较好的中晚熟稻区,而秋季降温快的辽北稻区则很少种植<sup>[13]</sup>。

### 2.3 杂交粳稻稻米品质表现不佳

杂交粳稻的育种目标是提高粳稻单产,但是随着人民生活水平的提高和消费需求的多样化,提高稻米的品质渐渐成为粳稻育种的主要目标。然而一些研究表明杂交粳稻的米质与常规粳稻相比总体偏差。2007 年孙健权等<sup>[14]</sup>通过比较杂交粳稻和常规粳稻的稻米品质发现杂交粳稻的整精米率、直链淀粉含量、胶稠度等指标与常规粳稻非

常接近,但垩白度和垩白率却与常规粳稻相差甚远。王小虎等<sup>[15]</sup>利用 2013-2015 年江苏省粳稻新品种区域试验数据,对参试的杂交粳稻与常规粳稻品质性状的分析表明杂交粳稻具有一定的竞争优势,但是垩白粒率、垩白度及直链淀粉含量优质达标率均偏低,是制约杂交粳稻品质提高的主要因素。杂交粳稻的稻米品质整体水平低于常规粳稻的原因有两个,一是杂交粳稻所产生的籽粒是高度分离的  $F_2$  群体,不同籽粒的品质差异较大;二是恢复系含有米质较差的粘性血缘,因此配制出的杂交粳稻组合米质不如常规粳稻。

## 2.4 杂交粳稻制种产量和纯度有待提高

我国杂交粳稻应用最广的 BT 型不育系花粉败育发生在三核期,有淀粉粒充实,用  $I_2$ -KI 可染色,遇到高温花药自然开裂常常发生自交结实,杂交  $F_1$  中因此出现大量不育株<sup>[16]</sup>。1986 年,王才林等<sup>[17]</sup>发现用六千辛 A 配制的不育系组合普遍出现了较高比例的不育株,不育株率达 19.54%~33.93%。2006 年汤述翥等<sup>[12]</sup>因杂交粳稻新组合六优 34 不育株率高达 43% 而退出江苏省区试预备试验,分析原因发现当年 8 月中下旬平均温度较常年高 2~3℃,造成不育系自交结实。2006 年在江苏制种的泗阳 731A、武云粳 7 号 A、武云粳 8 号 A 等不育系均有不同程度的自交结实发生。

此外,粳稻不育系一般由常规粳稻品种转育而成,具有颖角度小、柱头外露率低、异交结实率低等特点,不利于杂交制种;同时细胞质的负效应导致不育系比保持系开花时间晚不易同步授粉,造成制种产量低、大面积推广困难<sup>[18-20]</sup>。

## 3 黑龙江省杂交粳稻发展前景及对策

### 3.1 利用全基因组关联分析技术确定杂交亲本的亲缘关系

全基因组关联分析 (Genome-wide association studies, GWAS) 是一种高效的鉴定复杂表型性状与相关基因关系的分析方法,该方法能对多个表型性状进行多个基因的关联,充分利用杂种优势,培育强优势杂交组合,可最大限度地利用水稻遗传资源,快速高效地挖掘育种潜在功能基因<sup>[21]</sup>。2010 年中国科学院国家基因研究中心黄学辉等对 517 份水稻品种进行重测序,鉴定了 14 个重要农艺性状的基因变异,首次实现了水稻复杂性状的 GWAS 分析,为进一步开展水稻分子设

计育种奠定了坚实的基础,在全世界范围内掀起植物全基因组关联分析热潮<sup>[22]</sup>。2018 年由我国科学家牵头完成了 3 010 份亚洲栽培稻的群体基因组研究,揭示了亚洲栽培稻的起源和群体基因组变异结构,深入探讨了水稻起源、分类和驯化,该研究推动了水稻规模化基因挖掘和复杂性状分子改良,促进优质高产绿色新品种培育<sup>[2]</sup>。

针对目前黑龙江省杂交粳稻资源缺乏、遗传基础狭窄的现象,杂交粳稻研究团队可通过与国内同行相互交流材料,广泛引进其他省市科研单位的育种资源在黑龙江省进行驯化,并对现有粳稻三系资源进行全基因组关联分析,从基因角度绘制所有材料的进化树,确定材料间的亲缘关系,选择父母本粳稻成分适度的组合进行搭配,选育既高产又优质的杂交粳稻品种。

### 3.2 采用多熟期亲本双优组合改良杂交粳稻的生态适应能力和米质

针对粳稻感光性强、适应范围窄等特性,选育对光、温钝感型组合,使其适应黑龙江省不同积温带生产的需要。杂交粳稻的生育期主要是由父本决定的,父本生育期长则杂交粳稻的生育期长,因此早熟恢复系的选育是关键,恢复系越早熟适应性越好。研究表明杂交粳稻米质存在胶稠度小、垩白度和垩白率高等问题<sup>[14]</sup>,而且杂交稻籽粒为  $F_2$ ,呈分离状态,若双亲米质差异大,则后代分离也大,影响整体米质,因此米质优良且相差较小的亲本进行配组,才能培育出优质高产的杂交粳稻组合。

### 3.3 培育高异交特性不育系从而提高制种产量

杂交粳稻的发展前景由制种产量的高低决定,提高不育系的异交结实率是实现杂交制种高产的关键因素之一。吴爽等<sup>[24]</sup>研究表明柱头外露率与异交结实率成正相关,外露率高,异交结实率高,外露率低,异交结实率低。目前,可从花器性状、柱头活力和分子标记三方面选育高柱头外露率的不育系。在花器性状研究方面,邓应德等<sup>[25]</sup>发现颖花长、颖花长宽比、子房长度和柱头跨度等因素与柱头外露率密切相关,其中颖花长宽比作用最大。因此选育不育系时,可将颖花长度及长宽比作为重点考察的指标。在柱头活力方面,张述芳等<sup>[26]</sup>发现抽穗后,喷施调花宝、花信灵、硼肥等花时调节剂具有提升母本柱头外露效果。在分子标记辅助选择方面,东丽等<sup>[27]</sup>对  $F_2$  群

体基因型和表型分析后构建连锁图,共发现 4 个 QTL 其中 3 个 QTL 精细定位于 RM15206 ~ GS09 间约 2.8 cM 的区段内,将该区间的两个边界引物用于分子标记辅助选择,一致性较好。

### 3.4 应用分子技术进一步提高杂交粳稻育种效率

随着分子生物学和各种组学以及第三代测序技术的迅猛发展,形成了一批分子育种新技术,包括分子标记辅助育种、全基因组关联分析和基因编辑等技术,这些新技术使得杂交粳稻育种工作的效率和水平不断提高。在粳亚种间杂种优势利用方面,Chen 等<sup>[28]</sup>克隆了水稻粳杂交广亲和基因 S5,其编码调控胚胎育性的天冬氨酸蛋白酶,粳稻(S5-i)和粳稻(S5-j)等位基因的核苷酸不同,广亲和基因 S5-n 在 N 末端发生了缺失,导致蛋白的亚细胞定位错误,从而失去功能,应用该基因可培育强广亲和系。万建民<sup>[29]</sup>团队发现 6 个粳杂交雄配子不育位点和 9 个雌配子不育位点以及这些位点的广亲和基因,育成包含 S5、S7、S8、S9、S15、S16 和 S17 广亲和基因的新品系。

与传统的“三系法”不同,“一系法”是理论上水稻杂种优势利用的最佳途径,它是通过无融合生殖来固定杂种优势<sup>[30-32]</sup>。2019 年中国农业科学院水稻研究所王克剑团队<sup>[33]</sup>应用 CRISPR-Cas9 载体编辑了杂交稻组合春优 84 中 3 个减数分裂基因 REC8、PAIR1 和 OSD1 获得有丝分裂替代减数分裂的 MiMe(Mitosis instead of Meiosis)材料,在此基础上他们又对春优 84 的 MTL、REC8、PAIR1 和 OSD1 基因进行编辑,成功获得无融合生殖材料 Fix(Fixation of hybrids),并获得与杂交亲本基因型一致的克隆种子,该项研究表明可通过无融合生殖固定水稻杂种优势,此方法为杂交水稻“一系法”探索出一条可能的技术路径。因此,利用无融合生殖材料固定杂种优势是杂交粳稻发展的长远目标,将对黑龙江水稻育种产生深远的影响。总之,随着生物技术的发展,水稻广亲和系的培育、粳亚种间杂种优势的利用以及无融合生殖固定杂种优势的“一系法”都将取得突破性进展。

## 4 展望

黑龙江省地处我国最北端,水稻种植南北跨越 7 个纬度、5 个积温带,现有水稻种植面积超过 400 万  $\text{hm}^2$ ,占全国 13.3% 左右,占北方稻区

60% 以上,是我国北方稻区第一大省,已成为全国商品粮最大的稻米生产供应基地。黑龙江省水稻育种以追求产量提高为主,优质种质资源相对匮乏,遗传背景比较狭窄,尤其是高产且优质多抗的品种并不多,全省平均单产与发达地区相比存在一定差距,严重限制了黑龙江省水稻的发展<sup>[34]</sup>。能否育成突破性品种,关键在于遗传资源的发现与利用,杂交粳稻由于引入籼稻血缘,拓宽了遗传基础,增加了遗传多样性,创造了新的优异种质资源,对选育高产、优质和适应性广的突破性水稻新品种有重要作用。

黑龙江省作为北方稻区第一大省,已成为全国商品粮最大的稻米生产供应基地,但自 20 世纪 80 年代以来,平均单产一直没有取得重大突破,育成品种的产量亟需进一步提高,因此全面开展杂交粳稻研究,提高水稻单产为我国粮食生产提供了有力保障;随着城市化进程的推进,农村劳动力越来越紧张,水稻直播技术已成为黑龙江省农业发展的新趋势之一,而杂交粳稻与常规粳稻相比具有耐低温、抗性强、发芽快等优点,更适宜直播技术的应用;除此之外,杂交粳稻还具有根系发达、吸水、吸肥能力强等优点,推广杂交粳稻可以节水减肥,降低水稻栽培成本,同时又能保护环境、节约资源,使经济效益和生态效益得到统一;随着生物技术的迅猛发展,通过分子育种手段可以有针对性地解决杂交粳稻中的瓶颈问题,充分发挥杂交粳稻高产、优质的潜力。因此,开展杂交粳稻研究对丰富黑龙江省水稻优质资源、增强品种抗性、增加单产、提高农民收入、促进产业发展及保证国家粮食安全具有十分重大的意义。

### 参考文献:

- [1] 邓兴旺,王海洋,唐晓艳,等. 杂交水稻育种将迎来新时代[J]. 中国科学:生命科学,2013,43(10): 864-868.
- [2] 隋国民. 杂交粳稻研究进展与发展策略[J]. 辽宁农业科学,2018(1): 51-55.
- [3] 邓华凤,何强,舒服,等. 中国杂交粳稻研究现状与对策[J]. 杂交水稻,2006(1): 1-6.
- [4] 袁隆平. 杂交水稻育种栽培学[M]. 长沙: 湖南长沙科学技术出版社,1996:2-3.
- [5] 邓华凤. 中国杂交粳稻[M]. 北京: 中国农业出版社,2008: 12-13.
- [6] 李铮友. 水稻杂种优势利用[M]. 北京: 农业出版社,1977: 29-44.
- [7] 黄大军. 云南滇型杂交粳稻育种取得新进展[J]. 云南农业大学学报,2004(6): 665.

- [8] 王才林,汤玉庚.我国杂交粳稻育种的现状与展望[J]. 中国农业科学,1989(5): 8-13.
- [9] 杨振玉.北方杂交粳稻发展的思考与展望[J]. 作物学报, 1998(6): 840-846.
- [10] 杨振玉,李志彬,东丽,等.中国杂交粳稻发展与展望[J]. 科学通报,2016,61(35): 3770-3777.
- [11] 邱福林,庄杰云,华泽田,等.北方杂交粳稻骨干亲本遗传差异的 SSR 标记检测[J]. 中国水稻科学, 2005(2): 101-104.
- [12] 汤述翥,张宏根,梁国华,等.三系杂交粳稻发展缓慢的原因及对策[J]. 杂交水稻,2008(1): 1-5.
- [13] 郑英杰,夏明,阙补超,等.辽宁省杂交粳稻发展存在的问题与策略[J]. 辽宁农业科学,2016(2): 43-47.
- [14] 孙建权,王书玉,薛应征,等.我国杂交粳稻和常规粳稻品质现状比较分析[J]. 中国种业,2007(8): 37-38.
- [15] 王小虎,钟卫国,李标,等.江苏省杂交粳稻与常规粳稻新品种主要性状比较[J]. 江苏农业学报,2017,33(4): 729-738.
- [16] 浦汉春,周振玲,徐大勇.三系杂交粳稻发展的历史与问题[J]. 江苏农业科学,2015,43(1): 74-77.
- [17] 王才林,汤玉庚,汤述翥,等.六优杂交粳稻的混杂原因及其防止途径[J]. 江苏农业科学,1988(4): 10-12,34.
- [18] 迟克生,华泽田,苏玉安,等.北方杂交粳稻不育系选育和提纯[J]. 杂交水稻,1995(5): 12-14.
- [19] 华泽田,王彦荣,王岩,等.辽宁杂交粳稻育种有关问题探讨[J]. 杂交水稻,2001(2): 3-6.
- [20] 王建林,徐正进,周淑清,等.中国北方杂交粳稻发展现状与前景[J]. 沈阳农业大学学报,2002(2): 146-150.
- [21] 陈明江,刘贵富,余泓,等.水稻高产优质的分子基础与品种设计[J]. 科学通报,2018,63(14): 1276-1289.
- [22] Huang X, Wei X, Sang T, et al. Genome-wide association studies of 14 agronomic traits in rice landraces[J]. Nature genetics,2010,42(11): 961-967.
- [23] Wang W, Mauleon R, Hu Z, et al. Genomic variation in 3,010 diverse accessions of Asian cultivated rice[J]. Nature, 2018,557(7703): 43-49.
- [24] 吴爽,李成荃,王守海,等.几种优良品种花器性状的遗传及相关分析[J]. 安徽农业科学,2003(2): 171-172.
- [25] 邓应德,贺立伟,肖层林,等.水稻花器性状和柱头外露特性及其相关性[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2009,35(6): 588-592.
- [26] 张述芳.提高杂交水稻制种母本异交结实率的技术措施[J]. 四川农业科技,2013(12): 18-19.
- [27] 东丽,李志彬,张平良,等.我国杂交粳稻育种进展与展望[J]. 中国稻米,2016,22(5): 1-5.
- [28] Chen J, Ding J, Ouyang Y, et al. A triallelic system of S5 is a major regulator of the reproductive barrier and compatibility of indica-japonica hybrids in rice[J]. Proc Natl Acad Sci U S A,2008,105(32): 11436-11441.
- [29] 万建民.水稻粳梗杂交种优势利用研究[J]. 杂交水稻, 2010,25(S1): 3-6.
- [30] 任光俊,颜龙安,谢华安.三系杂交水稻育种研究的回顾与展望[J]. 科学通报,2016,61(35): 3748-3760.
- [31] 袁隆平.杂交水稻发展的战略[J]. 杂交水稻,2018,33(5): 1-2.
- [32] 薛治慧,种康.中国科学家在杂种 F<sub>1</sub> 克隆繁殖研究领域取得突破性进展[J]. 植物学报,2019,54(1): 1-3.
- [33] Wang C, Liu Q, Shen Y, et al. Clonal seeds from hybrid rice by simultaneous genome engineering of meiosis and fertilization genes[J]. Nature biotechnology,2019,37(3): 283-286.
- [34] 张淑华,潘国君,鄂文顺,等.黑龙江省水稻育种成就与展望[J]. 黑龙江农业科学,2012(5): 144-148.

## Development Strategy of *japonica* Hybrid Rice Study in Heilongjiang Province

LENG Chun-xu, WANG Yu-jie

(Biotechnology Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150028, China)

**Abstract:** In order to promote the development of *japonica* hybrid rice in Heilongjiang Province, this paper briefly reviewed the research situation of hybrid *japonica* rice in China and abroad and Heilongjiang Province. The main problems that restrict the development of hybrid *japonica* rice were clarified, such as unobvious competitive advantage, narrow ecological adaptation range of hybrid combinations, bad rice quality, less expected yield and purity. Based on the analysis of the causes, the methods to solve these problems were provided, for example, genome-wide association analysis was used to determine the genetic relationship of hybrid parents, the ecological adaptability and quality of *japonica* hybrid rice were improved by the combination of multiple ripening parents, seed production yield was increased by breeding sterile lines with high cross-crossing characteristics, molecular techniques were applied to further enhance the breeding efficiency of *japonica* hybrid rice.

**Keywords:** *japonica* hybrid rice; development strategy; heterosis; breeding