

改良组群筛选法在优质稻育种上的应用

梁青, 陈伟雄, 刘峰, 陈玉英, 梁继生, 陈雪瑜 (广州市农业科学研究院, 广东广州 510308)

摘要 针对水稻杂交后代处理方法组群筛选法中工作量大、投入人力物力较多的缺点进行有效改良, 形成改良组群筛选法, 并运用该方法育成多个优质常规稻品种和优质恢复系。

关键词 水稻; 改良组群筛选法; 优质稻; 育种

中图分类号 S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)08-0021-03

The Application of the Improved Group Selection Method on High Quality Rice Breeding

LIANG Qing, CHEN Wei-xiong, LIU Feng et al (Guangzhou City Agricultural Science Institute, Guangzhou, Guangdong 510308)

Abstract The improved group selection method was carried out aiming at the shortcomings of group screening method such as heavy workload, needing more manpower and material resources. Several high quality conventional rice varieties and super quality restorers were bred by the improved group selection method.

Key words Rice; The improved group selection method; High quality rice; Breeding

水稻育种过程包括: ①发现和创造所需要的遗传变异; ②根据育种目标进行选择, 使目标性状趋向稳定, 育成新品种; ③新品种品比、区试、审定、繁殖和推广。其中第②步运用何种选择方法关系到育种的成败和效率, 是最重要的一环。20世纪80年代之前, 国内外育种家发明的水稻杂交后代选择方法主要有系谱法、混合法、集团法、一粒种籽法、进化育种法和派生系统法等^[1-6], 目的都是期望在较短时间内选择出符合育种目标的新类型, 但这些方法基本上都要在 F_2 之后才能获得基本稳定的后代。20世纪70年代后期, 水稻育种专家黄耀祥发明了一种全新的、能提高育种成效和缩短育种年限的水稻杂交后代处理方法——组群筛选法^[7-12], 它是根据杂种后代遗传基因独立分离和自由重组规律, 提出的对自花授粉作物杂交后代培育的选择方法, 实质上是“组合筛选”与“群体筛选”相结合运用的选育种方法。黄耀祥等^[7, 13-15]运用组群筛选法在20世纪七八十年代成功育成“双科”“丛桂”“双桂”等著名水稻良种。笔者2000—2003年曾在黄耀祥院士指导下运用组群筛选法进行水稻新品种选育, 在实践中发现, 该方法存在工作量大、投入人力物力和占用土地较多的特点, 且在 F_3 选择株系时因群体数量巨大, 对育种者的能力要求甚高, 完全按照该方法开展工作存在较大困难。笔者从2002年开始探索对该方法进行改良, 经过10多年的反复研究和实践验证, 至2016年, 运用改良组群筛选法先后育成8个常规水稻品种和4个杂交水稻恢复系并应用于生产, 实现在投入较少人力物力情况下, 取得育种效率不降反升的显著效果。现将改良组群筛选法在优质稻育种上的应用介绍如下。

1 组群筛选法的特点及优缺点

1.1 组群筛选法的特点 通过对比认为, 与系谱法、集团法、混合法等其他方法相比, 组群筛选法主要特点如下: ①配

制较多组合以供 F_1 进行筛选; ② F_2 种植群体大, 种植株数为其他方法的5~10倍, 占用试验田面积多, 从 F_2 筛选出的单株(穗)数量是系谱法的上百倍; ③ F_2 决选时按一定比例进行单穗选, 如3选1、4选1、5选1等, 各种类型均要选择, 入选类型丰富; ④插植方式不一样, F_2 、 F_3 均采用“双龙出海”的二列式插植; ⑤可以在 $F_3 \sim F_4$ 获得基本稳定和趋于稳定的目标类型。

1.2 组群筛选法的优缺点 组群筛选法较好地集合了系谱法、混合法、集团法等选择方法的优点, 且避免了它们的缺点。它可以克服系谱法会偏于将杂合程度高、优势强的单株入选, 或容易造成由微效多基因控制的优良性状漏选而导致选择上的误差; 可以避免混合法所造成的那些竞争能力低的基因型容易受到自然淘汰的缺点; 可以避免集团法容易造成杂合体在数量上的优势; 它既抓住株间的差异, 又能照顾到株系内的差异; 可以克服一粒种籽法因忽视株内差异, 造成良好基因型被抛弃的弱点。它可以有较多机会在低代(F_3)把遗传性基本稳定或趋于稳定的且较理想的优良系统筛出来, 并结合低代预测获得其他尚未稳定的优异穗系, 加速育种进程, 提高选育种成效。

该方法存在的主要缺点是: ① F_2 、 F_3 种植群体数量巨大, 是一般系谱法的5~10倍, 需要较多的试验田; ②选育工作量大且前期高度集中, 需要投入人力物力多; ③在 F_3 后期决选穗系时因群体数量巨大, 对育种者的经验和能力要求甚高, 经验不足或能力不够反而会降低育种效率。

2 改良组群筛选法

2.1 改良组群筛选法的原因 事实证明, 组群筛选法在低代获得优良稳定株系是可行的, 是可以缩短育种进程和提高选育种效率的有效手段。但对于一般只有3~5人的课题组来说, 1年对几个组合进行筛选是可行的, 如果入选组合超过10个, F_3 种植穗系便有数万个, 工作量超出负荷, 且育种是一种滚动前进的工作, 每一年(造)都有新配的组合和上一年(造)筛选下来的组合, 形成一种重叠性, 工作量加大, 在人力物力和试验田面积有限的情况下很难开展该方法。另一方面, 在选择少数组合进行后代大量筛选与选择较多组合进行

基金项目 广州市科技计划项目(2014Y2-00141, 201604020002); 广州市农业财政专项(穗农[2012]19号, 穗农[2013]32号, 穗农[2016]41号)。

作者简介 梁青(1973—), 男, 广东高州人, 高级农艺师, 硕士, 从事水稻育种、区试及示范推广研究。

收稿日期 2017-01-15

后代适量筛选之间,何种效率更高也存在一定的矛盾性。

2.2 改良的理论依据 经过深入研究与思考,结合优质稻选育,对组群筛选法进行改良的主要理论依据如下:①经过数十年的持续改良,目前生产上应用的大多数品种已经累积了相当多的有利基因,后代需要改良的性状相对减少,因此适当减少 F_2 群体数量是可行的;②研究表明,粒长不仅是重要的外观性状,而且与垩白、透明度、整精米率、直链淀粉含量、蛋白质含量等稻米品质性状显著相关,通过田间对粒长进行选择,再结合室内米质分析,可以淘汰大量不符合育种目标的单株,从而达到减少工作量的目的,而且粒长在较低世代选择是有效的。

2.3 改良组群筛选法与组群筛选法比较 改良组群筛选法与原方法相比,有以下不同之处:①适当增加 F_1 入选组合的数量或比例;②大幅度减少 F_2 群体种植株数和入选穗系数数量,将 F_2 群体从 10 000 ~ 20 000 株减少至 2 500 ~ 5 000 株,入选单穗数量从 3 000 ~ 7 000 个减少至 100 ~ 500 个;③ F_3 穗系田间种植规格从每个穗系插植 2 短行(1 短行 8 ~ 10 株)改成 4 行超短行(1 超短行 5 株)的小长方形,以方便调查观察及降低边行优势对选种的影响,使选择的准确度得以提高;④从选配亲本就开始进行米质分析与筛选,一直到后代完全稳定。

表 1 改良组群筛选法与组群筛选法对比

Table 1 Comparison of the improved group selection method and group selection method

世代 Generation	组群筛选法 The group selection method	改良组群筛选法 The improved group selection method	改良后的优点 Advantages after improvement
F_1	进行严格组合筛选,配制组合较多(100个以上),而入选组合比例较少(约10%)	配制组合较少(20~30个),入选组合比例较高(约50%)	节约人工用地,效率更高
F_2	种植10 000~20 000株,“双龙出海”二列式插植,选择3 000~7 000个单穗	种植2 500~5 000株,有时插双苗,插植规格16.67 cm × 20.00 cm,选择100~500个单穗	可减少水田面积50%以上,减少工作量70%以上
F_3	每穗系插植2短行(1短行8~10株),穗系间距离26.67 cm	每穗系插植4行超短行(1超短行5株),形成4 × 5株的小长方形,穗系间距离33.33 cm	小长方形方便调查观察,中间的单株没有受边行效应的影响,选择更准确
F_4	稳定优良穗系进行生产力测定、适应性抗性鉴定等,未稳定优异穗系运用系谱法继续加代纯化	筛选出来的优良穗系运用系谱法选育,基本在 F_6 可稳定	优中选优,定向选择,结合米质分析筛选优质品种

3 应用改良组群筛选法选育优质稻品种

3.1 广源占5号选育过程 2001年晚造以中间材料金科占121选作为优质大穗亲本,与矮秀占、矮发占、奇国占1号等15个品种进行正、反杂交,收获20多个组合;2002年早造对20多个组合 F_1 进行组合比较分析,筛选出4个组合,其他淘汰。其中组合金科占121选/矮秀占在生长势、分蘖力、株高、茎秆粗壮度、穗粒数、穗长、结实率等方面均表现超亲优势,全部收获;同年晚造 F_2 种植7 000多株,成熟期按4选1进行穗选,共收获1 751个单穗;2003年早造 F_3 种植1 751个穗系,每穗系插植20株(4 × 5株),从中筛选10个综合性状优良且群体性状较一致的穗系(编号7B-1~7B-10),为加速纯合速度,每个入选穗系再2选1收10个单株,共收获100个单株;2003年晚造 F_4 种植100个株系,每株系插植120株,从中筛选出10个群体性状基本一致的株系并全区收获;2004年早造将10个株系放入广州市农业科学研究院品比试验,其中编号为7B-1-1的品系产量名列第一,并且株型、穗型、谷粒外观、熟期等性状符合育种目标,经品尝米饭软硬适中、口感好;2004年晚造,编号为7B-1-1-2-1的株系被命名为广源占5号^[16],参加区试米质鉴定为国标优质3级。该品种在选育过程中基本参照原组群筛选法进行选育,但在 F_3 对种植方式进行了改变,并且这个改变有利于田间调查观察,而且小方块中间2行不受边行优势的影响,更能准确反映该穗系的主要性状。

3.2 广丰香8号选育过程 2000年早造以九七香为优质

基因供体,与丰农占、粤香占、矮秀占等9个亲本进行正、反杂交,收获16个组合种子。2000年晚造对16个 F_1 组合进行配合力分析,筛选出7个组合,其中组合粤香占/九七香符合育种目标,其植株在生长势、分蘖力、株高、茎秆粗壮度、穗粒数、穗长、结实率等方面表现出较好的超亲优势,并且株型偏向母本粤香占、粒型偏向父本九七香,该组合全部收获,室内少量碾磨鉴定米质,观察外观、透明度、垩白粒、垩白度等性状,并品尝米粒软硬度和香味;2001年早造 F_2 代种植5 000多株,10选1从中选出432个谷粒外观好的单穗,室内再逐穗剥粒品尝,留下香味较浓、透明度好的192个单穗;2001年晚造 F_3 种植192个穗系,每穗系插植20株,并给予田间编号, F_3 后起每代田间选出30~50个单穗,再经室内剥粒鉴定米质及香味,留下10~20个单穗种植于下一代,每穗系插植50株。品质选择采用优中选优的办法,在广州市农业科学研究院赤岗试验田经过4年8代定向选择,2003年晚造发现代号为03368(98-2-23-144-69-68)穗系,分蘖力强、有效穗多,耐寒、熟性好、谷粒外观优、有香味,性状整齐。经品尝,饭香、软、口感好,命名为广丰香8号^[17-18],参加区试米质鉴定为国标优质2级。该品种选育过程中已极大减少了 F_2 的入选穗系数数量,并且在室内针对育种目标再次淘汰,因而 F_3 种植的穗系数数量大为减少。

3.3 粳丝粘1号选育过程 2001年选用包括粳粳杂交中间材料0221(矮秀占/粳稻253)、丰华占、粤华占等10个材料(品种)与野丝占杂交,配制组合近20个, F_1 进行配合力分

析,着重株型和米质性状,发现组合 0221/野丝占较符合育种目标,其 F_1 表现熟期中熟、株型好、米质外观偏向野丝占,选择其中分蘖力较强的 6 株收获; F_2 种植 4 000 株,成熟时按 10 选 1 进行穗选,选择的标准是株型清秀、叶色较浅较窄、谷粒外观细长、着粒中密、熟期中熟,收获 385 单穗,再经室内心、腹白,籽粒充实度筛选,淘汰 162 个单穗,剩余 223 穗; F_3 单株植,每穗系种植 20 株,在分蘖期筛选分蘖发生快、叶片较披较软、色浅的穗系,插上竹子进行标记,拔节后从中筛选叶片挺直、较窄的穗系再插上竹子作为标记,成熟期在有标记的穗系中选择熟色好、米质外观细长、着粒中密的穗系 72 个,每穗系收取 1 单穗,编号,然后全穗系收获进行室内米质分析品尝,淘汰不符合育种目标的穗系 22 个,剩余 50 个(穗); $F_4 \sim F_8$ 代继续按上述方法进行淘汰; F_9 种植株系 14 个,经过 5 年 9 代定向选育,2005 年晚造发现编号为 69 的株系,株型好、剑叶直、中早熟、结实好、抗倒力强、熟色好、谷粒外观细长、性状整齐。经品尝,饭稍偏软、口感近野丝占,命名为粳丝粘 1 号^[19],参加区试米质鉴定为国标优质 1 级。该品种由于亲本之一为粳籼杂交后代,因此纯合的代数较多,直至 F_9 才完全稳定。粳丝粘 1 号为广州市农业科学研究院首个达国标优质 1 级的优质水稻品种且抗白叶枯病。

3.4 广源占 15 号选育过程 2008 年早造以五山丝苗为优质、抗病基因供体,与粤香占、粳籼 89、L45-3(广超丝苗/妙科早 37)等 6 个材料进行配组杂交,收获 6 个杂交组合;2008 年晚造对 6 个组合 F_1 进行对比分析,其中组合五山丝苗/L45-3 表现最符合育种目标,其 F_1 株型偏向父本,分蘖力较强,茎秆粗壮,叶片长、凹瓦状,穗长粒密,谷粒外观偏长,挑选其中综合性状较优的 4 株混合收获,田间编号为 L69;2009 年早季 F_2 种植 2 500 多株,由于父本粒型的遗传力较大,后代粒型较差单株占比大,因而减小入选单株,30 选 1 从中选择外观较优的 78 个单株,每个单株只收 1 穗,共收 78 穗;2009 年晚季 F_3 种植 78 个穗系,每穗系插植 20 株,从中筛选出 15 个穗系(编号 L69-1~L69-15),其中 L69-15 收 2 个单株,其他每穗系只选择 1 个单株,一共收获 16 个单株; F_4 、 F_5 继续单株选;2011 年早季 F_6 种植 15 个株系,每株系 120 株,其中株系 L69-15-1-1-1 表现群体较整齐一致,株型优,叶片窄长、直、凹瓦形,分蘖力中强,单株有效穗 8 条左右,主蘖穗较一致,穗长粒多,着粒密度中等,结实好,千粒重 25 g,成熟时选择 1 个单株,全区收获进行米质分析和食味品尝;2011 年晚季株系 L69-15-1-1-1 参加常规稻品比试验和稻瘟病抗性鉴定,该单株种植的株系继续优中选优;2012 年早季 F_8 株系 L69-15-1-1-1-1-1 基本纯合稳定成为品系,命名为广源占 15 号^[20]。该品种参加区试米质达国标优质 1 级,属长大粒形,丰产性强,2 年区试综合性状排在首位。由于紧紧围绕着优质进行选育,在 F_2 淘汰了大量外观不符合育种目标的单株,因此入选的株系数量不足

100 个,极大地减少了后期工作量,同时广源占 15 号的姊妹系广源占 12 号^[21]也通过广东省品种审定。

4 结语

2002—2016 年期间,笔者所在课题组仅有 4~5 人,除了上述 4 个代表性品种之外,运用改良组群筛选法还育成了泰源占 7 号^[22]、广粳粘 3 号^[23]、广源占 12 号、五源占这 4 个常规稻品种和 R602、R101、R321、R318 这 4 个优质恢复系,此外还承担了其他试验任务,因此育种效率相当高。每种选择方法均有其优缺点,育种者在选育过程中要根据当前所具备的条件与经验等多方面综合考虑选择何种方法。改良组群筛选法节省了大量人力物力和土地,操作也更为简单,更容易被育种者所接受,对于亲缘关系较远、性状差异大的组合,运用该方法时应注意适当增大 F_2 群体及入选 F_3 穗系的数量。

参考文献

- [1] 严企松. 水稻高产育种设想和研究方法[J]. 安徽农业科学, 1986(3): 18-22.
- [2] 田佩占. 加强理论研究 改进育种方法[J]. 吉林农业科学, 1991(1): 1-3, 12.
- [3] 廖昌礼. 贵州省水稻品种改良工作的回顾与展望[J]. 贵州农业科学, 1987(1): 42-47.
- [4] 李路. 试论水稻优势基因群之选择[J]. 四川农业学报, 1988, 3(1): 44-45.
- [5] 李新奇, 廖琴猛, 邓小林, 等. 温敏不育系选育中杂种后代处理技术分析[J]. 湖南农业科学, 1996(4): 14-16.
- [6] 马景勇, 邢桂玲, 凌凤楼, 等. 水稻轮回选择育种程序的探讨[J]. 吉林农业大学学报, 1993(S1): 71-74.
- [7] 黄耀祥. 水稻杂交育种“组群筛选法”之研究[J]. 广东农业科学, 1980(1): 5-13.
- [8] 黄耀祥. 水稻生态育种新发展: 两源并举组群筛选超优势稻的选育研究[J]. 广东农业科学, 2003(3): 2-6.
- [9] 黄耀祥. 水稻生态育种科学体系的构建和新进展: 两源并举“超优势稻”的选育[J]. 世界科技研究与发展, 2003, 25(2): 1-8.
- [10] 胡宗荣, 何耀贵, 万永红. “超级稻”选育进展报告[J]. 种子世界, 2001(4): 17-18.
- [11] 朱满山. 利用日本优质粳稻改良直穗型粳稻品质的研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2002.
- [12] 刘后利. 作物育种学论丛[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 41-42.
- [13] 佚名. 水稻新良种“双桂 1 号”[J]. 广东农业科学, 1982(2): 45, 33.
- [14] 陈金灿, 陈顺佳, 黄耀祥. 组群筛选法的育种效应: “双桂一号”的育成[J]. 广东农业科学, 1983(3): 4-5, 3.
- [15] 周汉钦, 刘丽娟, 张俊英, 等. 抗病高产水稻新品种双朝 25 的选育及栽培特点[J]. 广东农业科学, 1991(4): 14-15.
- [16] 梁青, 陈伟雄, 王秋燕, 等. 大穗型优质高产水稻新品种广源占 5 号的选育[J]. 广东农业科学, 2009(7): 21-22.
- [17] 陈雪瑜, 陈伟雄, 王秋燕, 等. 水稻新品种广丰香 8 号的选育及栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2009(10): 103-104.
- [18] 梁继生, 刘峰, 陈伟雄, 等. 丝苗型香稻广丰香 8 号万亩高产示范及配套栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(13): 3844-3845.
- [19] 陈伟雄, 陈雪瑜, 王秋燕, 等. 特优质水稻新品种粳丝粘 1 号的选育[J]. 中国农业信息, 2009(8): 30-31.
- [20] 梁青, 刘峰, 陈伟雄, 等. 优质稻新品种广源占 15 号的选育及栽培技术要点[J]. 中国稻米, 2016, 22(4): 97-98.
- [21] 梁青, 刘峰, 陈伟雄, 等. 广源占 12 号抛秧高产栽培技术[J]. 中国农技推广, 2016, 32(2): 24, 33.
- [22] 梁青, 陈伟雄, 王秋燕, 等. 国标优质水稻新品种泰源占 7 号的选育[J]. 广东农业科学, 2010, 37(5): 26, 41.
- [23] 陈雪瑜, 陈伟雄, 王秋燕, 等. 多抗优质高产水稻新品种广粳粘 3 号的选育[J]. 农业科技通讯, 2013(4): 154-155.