

于亚辉, 孙 滨, 夏 明, 等. 利用程氏指数分析两系杂交粳稻亲本粳成分与产量及其构成因素的关系[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 61–63.

利用程氏指数分析两系杂交粳稻亲本粳成分与产量及其构成因素的关系

于亚辉^{1,2}, 孙 滨³, 夏 明², 阙补超², 王 莹², 郑英杰², 刘 郁², 李振宇², 陈广红², 唐 亮¹, 徐正进¹

(1. 沈阳农业大学水稻研究所/农业部作物生理生态遗传育种重点开放实验室/辽宁省北方粳稻遗传育种重点实验室, 辽宁沈阳 110866;

2. 辽宁省盐碱地利用研究所, 辽宁盘锦 124010; 3. 吉林省四平市农业技术推广站, 吉林四平 136000)

摘要:为了研究北方粳型两系杂交水稻亲本粳成分与杂种产量和杂种优势的关系, 以北方粳型两系杂交水稻亲本及组合为材料, 利用程氏指数法对亲本和杂种进行粳成分分类比较。结果表明, 北方粳型两系杂交水稻亲本程氏指数为 16.92, 偏粳; 杂种的粳成分与父本呈极显著正相关; 父本的粳成分与杂种的产量及其构成因素相关不显著, 母本的粳成分与产量杂种优势和穗粒数呈显著和极显著负相关, 亲本粳成分差异与产量及产量杂种优势呈显著和极显著正相关; 父母本的粳成分与杂种产量杂种优势呈二次曲线关系, 存在临界极值。因此, 北方粳型两系杂交水稻获得产量杂种优势, 父母本的粳成分要适度搭配。

关键词: 粳型两系杂交水稻; 粳成分; 程氏指数; 产量; 杂种优势

中图分类号: S511.2⁺20.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0061-03

自 1908 年 Shull 首次提出“杂种优势”以来, 杂种优势在提高作物产量上被广泛利用^[1]。水稻作为自花授粉作物, 杂种优势的利用主要体现在杂交稻的生产上。在杂交稻的研究中广泛认为: 粳粳交 > 粳籼交 > 粳粳交, 所以北方两系杂交粳稻为了获得更好的杂种优势及其他目标性状, 亲本或多或少引入了粳稻血缘。随着粳稻血缘的进入, 在生长前期表现高秆、大穗、大粒等杂种优势, 但是拥有粳血缘的杂交粳稻耐寒性一般较差, 随着后期低温的影响, 普遍出现结实率降低、早衰、倒伏等现象, 进而影响产量^[2]。因此, 想要提高北方两系杂交粳稻杂种优势, 粳血缘的引入在所难免。如何调节搭配亲本及杂种的粳成分, 使北方粳型两系杂交水稻获得高产高效成为了现阶段研究的根本点。本研究以北方粳型两系杂交水稻亲本及组合为试材, 利用程氏指数法衡量亲本及杂种的粳成分, 研究亲本及杂种粳成分对产量极其构成因素的影响, 进而为提高北方粳型两系杂交水稻产量提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以北方粳型两系杂交水稻骨干亲本 7 个光温敏核不育系 G47S、G64S、G81S、G136S、G157S、G213S、G252S 以及对应的 7 个恢复系 H112、H135、H237、H985、H843、H377、C418 及其

配制的 49 个杂交组合为材料。以上不育系及部分恢复系源于辽宁省盐碱地利用研究所, C418 来源于辽宁省稻作研究所。

1.2 程氏指数测定

对粳型两系杂交水稻亲本及杂种的稈毛、抽穗时壳色、1~2 穗节长、叶毛、酚反应、粒长宽比等 6 项指标进行分析, 计算程氏指数^[3], 10 次重复。

1.3 田间试验及性状调查

亲本及杂交组合共 63 份材料, 每小区 8 m², 株行距 30.0 cm × 13.4 cm, 按大田正常管理。在成熟期每份材料取 5 株, 测定单株产量、穗数、每穗粒数、千粒重和结实率。小区全部收获测产, 计算杂种优势。杂种优势 (heterosis, H) 的计算方法如下:

$$H = (F_1 - \bar{P}) / \bar{P} \times 100$$

式中: F_1 为杂种性状值, \bar{P} 为父母本性状平均值。所有数据应用 Excel 和 DPS 进行统计。

2 结果与分析

2.1 杂交亲本及杂种粳成分表现

程氏指数分 4 级, 0~8 为粳 (H)、9~13 为偏粳 (H')、14~17 为偏粳 (K')、18~24 为粳 (K)。由表 1 可以看出, 北方粳型杂交水稻亲本粳成分程氏指数为 16.92, 总体上偏粳。母本光温敏核不育系程氏指数分布为 13.5~19, 平均值为 15.76, 其中 G213S 的程氏指数为 13.5 偏粳; 不育系的程氏指数变异系数相对较小, 不育系粳成分主要集中体现为偏粳和粳型。父本恢复系的程氏指数分布为 13~22, 平均值为 18.07, 其中 C418 的程氏指数为 13, 偏粳, 其他都是偏粳和粳型。杂种的程氏指数分布为 9~22, 平均值为 16.37, 杂种粳成分主要偏粳, 但变异系数较大, 存在一定数量的偏粳组合, 组合间粳成分差异比较明显。亲本程氏指数之差绝对值为 3.28, 表明父母本粳成分距离有一定的差异, 其变异

收稿日期: 2013-04-24

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 31201158); 沈阳农业大学青年教师科研基金 (编号: 20101010)。

作者简介: 于亚辉 (1981—), 男, 辽宁丹东人, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事水稻遗传育种研究。Tel: (0427) 2836019; E-mail: yyh666@sina.com。

通信作者: 徐正进 (1958—), 男, 辽宁营口人, 博士, 教授, 从事水稻产量生理和遗传基础研究。Tel: (024) 88487183; E-mail: xuzhengjin@126.com。

表 1 杂交亲本及杂种籼粳成分

来源	程氏指数			变异系数 (%)
	范围	平均值	标准差	
亲本	13 ~ 22	16. 92	2. 1	12. 24
父本	13 ~ 22	18. 07	2. 73	15. 11
母本	13. 5 ~ 19	15. 76	1. 48	9. 37
杂种	9 ~ 22	16. 37	3. 24	19. 77
亲本程氏指数之差绝对值	0 ~ 8	3. 28	2. 1	63. 92

系数较大,可见各组合亲本籼粳距离差异幅度比较明显。

2.2 亲本及杂种籼粳成分相关性分析

由北方粳型两系杂交水稻亲本与杂种程氏指数相关分析可以看出,亲本的籼粳成分与杂种籼粳成分具有一定程度的正相关(图 1),但母本与杂种的相关系数未达到显著水平,而父本与杂种的相关系数达极显著水平。北方粳型两系杂交水稻杂种的籼粳成分偏父性较强,分析得出父本决定杂种的籼粳成分的贡献率较高,母本相对较弱。亲本程氏指数之差绝对值与杂种的程氏指数的相关系数为 $r=0.174$,呈正相关,但未达到显著水平,可见北方粳型两系杂交水稻亲本的籼粳距离对杂种的籼粳成分影响可能不明显。

2.3 亲本的籼粳成分与杂种的产量及其构成因素的关系

由表 2 可以看出父本的程氏指数与产量杂种优势和结实率呈负相关,但相关系数未达到显著水平;与产量、穗数、每穗粒数和千粒重呈正相关,但也都未达到显著水平。母本的程氏指数与产量和穗数呈负相关,但未达到显著水平;与产量杂种优势呈显著负相关,与每穗粒数呈极显著负相关;与结实率

和千粒重呈显著正相关。杂种的程氏指数与产量、产量杂种优势和结实率呈负相关,但未达到显著水平;与穗数、每穗粒数和千粒重呈正相关,但也未达到显著水平。父母本程氏指数之差的绝对值与产量和穗数呈显著正相关,与产量杂种优势呈极显著正相关;与每穗粒数未达到显著水平;与结实率和千粒重呈负相关,但未达到显著水平。

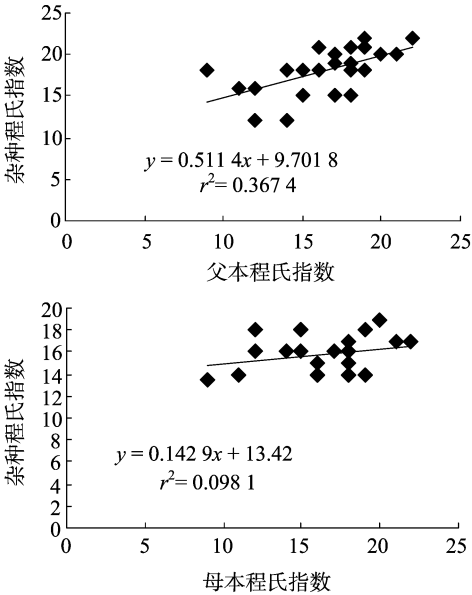


图 1 亲本的程氏指数与杂种的相关分析

表 2 亲本的籼粳成分与杂种的产量及其构成因素的关系

来源	相关系数					
	产量	产量杂种优势	穗数	每穗粒数	结实率	千粒重
父本	0.06	-0.025	0.121	0.059	-0.067	0.009
母本	-0.194	-0.326	-0.196	-0.452	0.281	0.327
杂种	-0.148	-0.102	0.009	0.028	-0.243	0.015
父母本之差绝对值	0.269	0.358	0.292	0.228	-0.106	-0.145

注: $r_{0.05}=0.273$, $r_{0.01}=0.354$ 。

2.4 亲本的籼粳成分与杂种产量的回归关系

产量和产量杂种优势是北方粳型两系杂交水稻主要的目标性状,所以,在相关分析的基础上,将父母本的籼粳成分及其差值与产量和产量杂种优势进行逐步回归分析。由表 3 可以看出,父母本的程氏指数与产量呈线性关系,且父母本之间

存在互作效应。父母本的程氏指数与产量杂种优势呈二次曲线关系,父母本间也存在互作效应。父本值之差绝对值与产量和产量杂种优势都呈二次曲线关系。研究表明,在理论上亲本范围之内当父母本的程氏指数为 16 和 14,产量和杂种优势具有最大值。

表 3 亲本的籼粳成分与杂种产量的回归方程

性状	方程	R^2	P
产量	$y=50.2-1.69x_1-2.1x_2+0.11x_1x_2$	0.086	0.021
	$y=15.2-0.68x_3+0.19x_3^2$	0.031	0.156
产量杂种优势	$y=2574-263.2x_1-64.8x_2+4.69x_1^2+0.74x_2^2+1.11x_1x_2$	0.286	0.001
	$y=7.69-3.76x_3+1.2x_3^2$	0.114	0.006

注: x_1 为母本值; x_2 为父本值; x_3 为父母本值之差绝对值。

3 讨论

1928 年,日本学者加藤以杂交亲和力和为主要依据,并以

血清学和形态特征作辅助手段,将亚洲栽培稻分成籼(*indica*)和粳(*japonica*)2 个亚种^[3],以后学者在更广泛的基础上进行了研究,使之分类体系更加科学,分类方法更加简单可

靠。程侃生的形态指数法(程氏指数法)在籼粳分类上得到众多学者的广泛认可^[3],都认为其能较圆满的解决籼粳分类问题。现阶段,由于基因组学的飞速发展,利用分子标记来研究亲本血缘关系及判定籼粳分类成为可能。陈跃进认为程氏指数法与 SSR 分子标记法的分类结果基本一致^[4]。而张培江等研究认为程氏指数法与 SSR 分子标记对籼粳分类结果不完全一致^[5]。笔者认为,程氏指数法主要利用形态特征,受环境影响较大,但其操作简单,重演率高;分子标记虽然直接反应 DNA 的差异,但由于利用的引物和数量的差异,其准确性也会受到影响,在籼粳成分检测上具有一定的偏差,所以利用哪种方法进行籼粳分类因材料和试验目的而决定。

关于亲本的籼粳成分与杂种优势的研究报道较多,但由于试验材料和方法的差异,所得结果也不一致。邹小云等认为杂交籼稻亲本形态性状遗传差异与杂种优势的关系并不密切^[6-7];马洪文等则认为粳稻亲本的遗传差异与杂种优势呈显著正相关^[8];而李荣等认为双亲遗传差异与杂种产量和杂种优势呈抛物线关系^[9]。Zhang 等研究亲本程氏指数差异与杂种优势的关系,认为随着遗传差异的增大杂种优势增强^[10]。Zhang 等提出亲本分子标记遗传差异与杂种表现和杂种优势的相关性随研究材料的不同而变化^[10];罗小金等也有类似的结论,并认为相关性在不同遗传差异范围内有很大差别^[11]。Xiao 等认为,亲本分子标记遗传差异与杂种优势和杂种表现的相关性在亚种内显著,亚种间不显著^[12]。李任华等提出 RFLP 标记杂合度与杂种表现相关不显著,与杂种优势相关显著^[13]。张培江等认为随着 RAPD 标记遗传差异增大,获得较强杂种优势的机会增多^[5]。而蔡健等都得出亲本 SSR 标记或 RAPD 标记遗传差异与杂种优势相关不显著的结论^[14-19],史延丽等都认为杂交粳稻的亲本遗传差异与杂种优势表现相关性,而杂交籼稻则无此相关性^[19-20]。

研究表明,为提高杂种产量和其他目标性状,北方粳型两系杂交稻被迫引入籼稻血缘,其抗寒性差、早衰、结实率低、米质差等缺点也随之而来。为规避其缺点,在保留目标性状的前提下,进行多次回交。经过多年的选育和驯化,亲本及杂种还具有一定的籼稻血缘,母本不育系为提高其制种产量等特性其籼稻血缘相对父本较多些,理论上这也导致杂种的籼稻血缘相应增加,但在父母本籼粳成分对杂种的影响上分析得出,杂种的籼粳成分更偏向于父本。亲本的程氏指数与产量和产量杂种优势分析中只有母本光温敏核不育系程氏指数与产量杂种优势具有显著的负相关,说明母本的籼稻血缘的增加在一定程度上有助于提高产量杂种优势。母本程氏指数与杂种结实率和千粒重呈显著正相关,说明母本粳稻血缘越多,其杂种结实率和千粒重就越高,这与普遍学者研究比较一致。父母本程氏指数之差与产量、产量杂种优势及穗数呈显著正相关,表明在一定籼粳血缘内,父母本差异越大,其杂种的产量和产量杂种优势越高。通过回归方程得出了父母本籼粳成分的最佳值,虽然本试验所采用的组合在数量和规模上还需要扩大,但总体上看还是具有一定的参考价值,是否存在必然的

联系还需要进一步研究和探讨。

参考文献:

- [1]袁隆平.两系法杂交水稻研究的进展[J]. 中国农业科学,1990,23(3):1-6.
- [2]包灵丰,林刚,赵德明,等.运用程氏指数法对恢复系宜恢3551籼粳属性的鉴别[J]. 杂交水稻,2003,18(3):53-54,58.
- [3]王象坤,程侃声,陈一舞,等.亚洲栽培稻起源、演化中的两个重要稻种类型的研究[J]. 遗传学报,1987,14(4):262-270.
- [4]陈跃进,张桂权,卢永根.利用微卫星分子标记法研究水稻亲缘关系[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2007,33(3):258-261.
- [5]张培江,才宏伟,袁平荣,等. RFLP 标记水稻遗传距离及其与杂种优势的关系[J]. 杂交水稻,2001,16(5):50-53.
- [6]邹小云,傅军如,彭小松.三系杂交水稻亲本遗传差异及其与杂种优势的关系研究[J]. 江西农业大学学报,2007,29(5):707-711.
- [7]何道根,屈为栋.杂交早稻亲本遗传差异及其与杂种优势的关系[J]. 杂交水稻,2000,15(5):34-36.
- [8]马洪文,殷延勃,王兴盛,等.粳稻数量性状的遗传距离及其在杂种优势利用上的应用[J]. 宁夏农学院学报,1998,19(3):45-49.
- [9]李荣改,孟祥祯,王玉珍.水稻遗传距离与杂种优势、杂种产量的关系[J]. 河北农业大学学报,1993,16(1):13-19.
- [10]Zhang R J, Ming S, Xu C W, et al. Heterosis and combining ability of hybrid rice and its relation to japonica-indica index of parents[J]. Rice Genet Newsl, 1997, 14:34-36.
- [11]罗小金,贺浩华,彭小松,等.利用 SSR 标记分析水稻亲本间遗传距离与杂种优势的关系[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(2):209-214.
- [12]Xiao J, Li L, Yuan L, et al. Genetic diversity and its relationship to hybrid performance and heterosis in rice as revealed by PCR-based markers[J]. Theor Appl Genet, 1996, 92(6):637-643.
- [13]李任华,徐才国,何予卿.水稻亲本遗传分化程度与籼粳杂种优势的关系[J]. 作物学报,1998,24(5):564-576.
- [14]蔡健,兰伟. AFLP 标记与水稻杂种产量及其产量杂种优势的预测[J]. 中国农学通报,2005,21(4):39-43.
- [15]朱作峰,孙传清,姜延波.水稻品种 SSR、RFLP 及其与杂种优势的关系比较研究[J]. 遗传学报,2001,28(8):738-745.
- [16]赵庆勇,朱镇,张亚东,等. SSR 遗传距离与粳稻杂种优势的相关性分析[J]. 中国水稻科学,2009,23(2):141-147.
- [17]金正勋,姜文洙,晋重玄,等. 籼稻 RAPD 标记遗传距离与杂种后代稻米味度及 RVA 谱特性的相关分析[J]. 中国水稻科学,2005,19(1):29-35.
- [18]张涛,韩磊,徐建第,等. 杂交香稻亲本遗传距离与产量杂种优势的相关性研究[J]. 中国农业科学,2006,39(4):831-835.
- [19]史延丽,王坚,李自超. 粳稻分子标记遗传分化与杂种优势的关系的研究[J]. 西北农业学报,2008,17(5):166-170.
- [20]张礼霞,王林友,张利华. 用 Rim² 超级家族指纹鉴别杂交水稻及预测杂种优势[J]. 作物学报,2007,33(1):77-83.