

短光低温不育水稻不育性的遗传观察

陆燕鹏¹, 万邦惠¹, 陈雄辉¹, 彭海峰², 梁克勤¹

(1. 华南农业大学农学系, 广东 广州 510642; 2. 华南农业大学生物技术学院, 广东 广州 510642)

摘要: 用若干常规品种与短光低温不育水稻宜D1S配组, 考察双亲及 F_1 在自然低温影响前后的花粉育性, 并于不育系稳定不育期间调查 F_2 及 F_3 的育性分离。结果表明: (1) 低温是影响双亲及 F_1 育性稳定性的重要生态因子; (2) F_1 的育性稳定性除与父本的育性稳定性有关外, 可能尚与其他因素有关, 这种育性稳定性表现是由可遗传因子决定的; (3) 短光低温不育特性基本上符合2对独立主基因控制的遗传模式, 但可能尚受到众多微效基因的作用, 与这2对基因相对应的2对恢复基因的遗传效应可能存在差异。

关键词: 短光低温不育水稻; 遗传分析

中图分类号: S511.035.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)03-0193-05

GENETIC OBSERVATION ON THE STERILITY OF SHORT PHOTOPERIOD AND LOW TEMPERATURE-INDUCED MALE STERILE RICE

LU Yan-peng¹, WAN Bang-hui¹, CHEN Xiong-hui¹, PENG Hai-feng², LIANG Ke-qin¹

(1. Dept. of Agronomy, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2. College of Biotech., South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: A short photoperiod and low temperature-induced male sterile rice Yi-D1S was crossed with some rice varieties to examine the pollen fertility of parents and F_1 under natural low temperature, and to investigate the fertility segregation of F_2 and F_3 during stable phase in sterile line. The results showed that the stability of fertility in parents and F_1 was affected to a certain extent by low temperature. Besides the sensitivity of male parent to low temperature, pollen fertility in F_1 was also related to some other factors, and the fertility stability in F_1 might result from heredity. The characteristics of male sterile Yi-D1S basically accorded with genetic mode controlled by two pairs of independent major genes, and was affected probably by many minor genes. It seems that the two pairs of restoring genes corresponding to this two pairs of major genes were different in genetic effect.

Key words: Short photoperiod and low temperature-induced male sterile rice; Genetic analysis

收稿日期: 2000-03-31

基金项目: 广东省自然科学基金; 广东省重点科技攻关课题经费资助项目

短光低温不育水稻 (*Oryza sativa* L.) 是八十年代后期在我国开始报道的一类与现有长光高温不育水稻育性转换特性相反的新种质^[1,2]。这一种质随着季节变化可产生不育→可育→不育的育性转换,一年中可出现二个不育时期,符合双季稻区制种的要求,而且可利用其低温不育的特点解决早晚稻孕穗期因冷空气引起的育性波动问题,从而使双季制种获得成功,因此在华南双季稻区具有较大的利用前景^[3]。本试验以短光低温不育水稻宜 D1S 为材料,对控制其不育性的遗传基础进行分析,为该不育特性的转育和生产利用提供理论依据。

1 材料与方 法

宜 D1S 是由江西宜春农专高一枝从籼稻“B-3”与粳稻“红梗”杂交的后代中选育得到的短光低温诱导雄性不育材料^[2,4]。经观察,该材料农艺性状已经稳定,群体整齐一致,在一些性状上偏粘,在另一些性状上偏粳。以宜 D1S 为母本,与早占、常优、特青、博 B、双朝 25、EP431 等杂交得 F₁, 分别于 1997、1998 两年利用分期播种考察了双亲及 F₁ 的花粉育性变化。并于 1997 年晚季在不育材料稳定不育期间考察了各组合相应 F₂ 群体单株的育性分离。从宜 D1S/早占、宜 D1S/常优、宜 D1S/特青三组合的 F₂ 群体中随机选取育性正常(花粉可染率 > 80%) 的若干单株,于 1998 年晚季不育材料稳定不育期间考察了各家系的育性分离。

对 F₂ 群体单株采用花粉育性镜检为主结合目测的方法。花粉育性调查:取当天已抽出 1/3-2/3 穗子的上部穗 3-6 朵颖花用 FAA 液固定,镜检时每株 3-6 朵颖花混合压片,用 2% I₂-KI 染色,10×10 倍显微镜下统计花粉可染率,将花粉圆形,大小正常,染色深而均匀的计为正常可育,其他各类均计为败育(包括典败、圆败和染败)。单株目测:以株型、包颈程度、花药形态等为观察指标。凡植株株型紧凑、包颈明显、花药白而瘦小、且不开裂者划归不育株;轻微包颈、花药淡黄瘦小、个别开裂或孔裂者划归部分不育株;花药肥大饱满、鲜黄色、开裂散粉良好者划归可育株。

2 结果与分析

2.1 双亲及 F₁ 的花粉育性表现

多年的周年育性观察得到^[3,5],宜 D1S 是一个光敏性较强的材料,在广州一年中具有明显的从不育→可育→不育的育性转换特点,其育性变化同时受到温度的深刻影响,在低温作用下育性出现明显下降。利用分期播种考察父本及 F₁ 的花粉育性的变化(表 1)表明:在适宜环境(主要指温度)条件下,用做父本的水稻常规品种及 F₁ 都能表现正常可育,但孕穗期在低温作用下,育性会出现下降,下降程度在材料间存在差异。如在常规品种中,早占的下降幅度较大,特青的下降幅度较小;在 F₁ 中,宜 D1S/早占的下降幅度较大,宜 D1S/特青的下降幅度较小。结合父本与 F₁ 的育性稳定性表现进行分析可见一种趋势:F₁ 育性表现稳定的材料,其父本育性也较稳定(如宜 D1S/特青),若父本育性不稳定,则由其配组得到的 F₁ 的育性必不稳定(如宜 D1S/早占),但用育性较为稳定的材料作父本与宜 D1S 配组得到的 F₁ 育性也不一定稳定(如宜 D1S/EP431)。说明 F₁ 的育性稳定性除了与父本的育性稳定性有关外,可能尚与其它因素有关。

表1 父本及杂种的花粉育性观察

Table 1 Observation on pollen fertility of male parent and F₁

父本 Male parent	HPF* (%) in		LPF** (%)		F ₁	HPF* (%) in		LPF** (%)	
	1997 or 1998		1997	1998		1997 or 1998		1997	1998
早占 Zaozhan	90.0		11.6	44.2	宜DIS/早占 Yi-DIS/Zaozhan	91.5		11.3	50.0
常优 Changyou	94.0		68.3	59.3	宜DIS/常优 Yi-DIS/Changyou	92.5		18.3	48.0
特青 Teqin	97.0		88.3	86.0	宜DIS/特青 Yi-DIS/Teqin	95.0		85.0	75.3
博B Bo B	96.2			86.0	宜DIS/博B Yi-DIS/Bo B	90.0			53.0
双朝25 Shuangchao 25	91.8			83.0	宜DIS/双朝25 Yi-DIS/Shuangchao 25	91.8			70.0
EP431	93.3			85.3	宜DIS/EP431 Yi-DIS/EP431	92.0		35.0	

*HPF: 最高花粉育性 Highest pollen fertility; **LPF: 受低温影响后的最低花粉育性 Lowest pollen fertility affected by low temperature.

2.2 F₂的育性分离调查

1997年晚季调查了宜DIS与6个父本配组得到的F₂群体单株的花粉育性分离表现(表2)。根据波谷法区分育性类型,其中3个群体的F₂单株育性的分离比(不育:可育)适合1:15,即符合2对基因控制模式,另3个群体中不育和可育的分离比介于1:3与1:15之间,这些群体中不育株偏多可能与遗传背景不同有关。由表2可见,这些F₂分离均无一例外地呈现连续分布,它们之间不能截然分开,而且不育、半不育及可育单株的比例在各群体中也明显存在差异。结合F₁的育性稳定性分析发现,F₁育性表现稳定的,其相应F₂中不育和半不育株明显偏少(如宜DIS/特青);而F₁表现不稳定的,其F₂分离中不育与半不育株明显偏多(如宜DIS/早占)。这说明F₁的育性稳定性表现可能是由可遗传因子决定的。从表2还可以看出,所有组合即使那些可育株分离比例较高的组合(如宜DIS/特青)中仍分离出一定比例的半不育株,这说明在两对恢复基因中,它们的遗传效应可能是不一致的,而且可能还存在众多微效基因的作用。

表2 F₂花粉育性的分离Table 2 Pollen fertility segregation in F₂ population

组合 Combinations	位于不同花粉可染率区间的单株数 No. of individuals located in section with different percentage of stained pollens										不育:可育 Sterile:Fertile	
	% 0-5	5.1-10	10.1-20	20.1-30	30.1-40	40.1-50	50.1-60	60.1-70	70.1-80	>80	实际比 Actual ratio	理论比(X ²) Theoretical ratio
	宜DIS/早占 Yi-DIS/Zaozhan	26	9	16	14	15	16	20	19	20	33	26:162
宜DIS/常优 Yi-DIS/Changyou	22	1	11	17	13	19	16	16	18	53	22:164	1:3-1:15
宜DIS/特青 Yi-DIS/Teqin	9	3	0	7	8	7	9	11	14	135	12:191	1:15(0.003)
宜DIS/博B Yi-DIS/Bo B	22	7	15	16	14	11	16	14	17	57	22:167	1:3-1:15
宜DIS/双朝25 Yi-DIS/Shuangchao 25	13	3	3	14	9	10	17	12	12	102	13:182	1:15(0.009)
宜DIS/EP431 Yi-DIS/EP431	13	12	17	14	13	11	19	15	15	61	13:177	1:15(0.035)

2.3 F₃的育性分离调查

上述遗传分析可见,短光低温不育性基本上符合2对独立主基因控制的遗传模式,其中相对应的2对恢复基因可能存在恢复效应的强弱之分。根据这一初步结论,假设强恢复效应基因为Rf1,弱恢复效应基因为Rf2,则前者远大于后者,其单独存在时即可使育性基本恢复正常。而在不育基因能充分表达的前提下,F₂各种育性类型的单株其F₃家系的育性分离将得到如表3所列的7种类型。据此分析,在1997年晚季选择的可育株后代在1998年晚季应该出现可育、偏可育、似F₂和不育-可育家系等四种类型的分离。1998年晚季F₃家系育性分离的实际调查结果(表4)确实验证了这一点。但是可育株后代各种类型的家系分离比例与理论分离比例不一致,而且不同组合来源的后代分离表现也相差甚远,这可能与外界环境条件或遗传背景等因素影响了不育基因的表达有关。

表3 F₂单株育性及F₃家系育性分离的理论分析

Table 3 Theoretical analysis on fertility segregation of F₂ and F₃ generations

F ₂ 基因型 Genotypes	F ₂ 表现型 Phenotypes	F ₃ 育性分离 Fertility segregation		理论比 Theoretical ratio
		类型 Types	家系内单株育性分离表现 Individual fertility segregation within line	
Rf1Rf1Rf2Rf2	可育Fertile	可育家系FL	均基本正常 All basically fertile	1/16
Rf1Rf1Rf2rf2	可育Fertile	可育家系FL	均基本正常 All basically fertile	2/16
Rf1rf1Rf2Rf2	可育Fertile	偏可育家系IFL	半不(可)育到可育的连续分布 Partial sterile to fertile	2/16
Rf1rf1Rf2rf2	可育Fertile	似F ₂ 家系F ₂ L	似F ₂ 育性分离,即从不育到正常可育连续分布 Sterile to fertile just as F ₂ fertility segregation	4/16
Rf1Rf1rf2rf2	可育Fertile	可育家系FL	均基本正常 All basically fertile	1/16
Rf1rf1rf2rf2	可育Fertile	不育-可育家系SFL	除正常及不育类型外,几乎无中间类型 Fertile or sterile	2/16
rf1rf1Rf2Rf2	半不(可)育 Partial sterile	半不(可)育家系 PSL	无正常及不育类型,介于两者之间 Neither fertile nor sterile, between fertile and sterile	1/16
rf1rf1Rf2rf2	半不(可)育 Partial sterile	偏不育家系 ISL	均为不育到半不(可)育的连续分布 Sterile to partial sterile	2/16
rf1rf1rf2rf2	不育Sterile	不育家系SL	均趋于不育 All basically sterile	1/16

FL:Fertile line; IFL: Inclined to fertile line; F₂L: Like F₂ segregation line; SFL: Sterile-fertile line; PSL: Partial sterile line; ISL: Inclined to sterile line; SL: Sterile line.

表4 来源于F₂可育株的F₃家系育性分离

Table 4 Fertility segregation in F₃ from fertile plants of F₂

组合 Combinations	F ₂ 可育株数 No. of fertile individuals	F ₃ 育性分离类型 Types of fertility segregation					
		FL	F ₂ L	IFL	ISL	PSL	SFL
宜D1S/早占 Yi-D1S/Zaozhan	23	6	10	3	0	0	4
宜D1S/常优 Yi-D1S/Changyou	28	12	7	6	0	0	3
宜D1S/特青 Yi-D1S/Teqin	61	30	8	20	0	0	3

缩写见表3。For abbreviations see Table 3.

3 讨论

在水稻杂种优势利用研究中,有些组合F₁的育性表现不稳定,这一现象引起了广大育种者的关注。本试验指出,若恢复品种的育性表现不稳定,则由其配组得到的F₁育性表现必不稳

定,这提示我们在测筛强优组合时,对用作父本的常规品种进行育性稳定性分析是必要的。此外,即使用育性表现较为稳定的材料作父本进行配组,其后代也不一定稳定,其中原因值得分析。前人研究指出,籼粳等具有一定亲缘距离的双亲杂交 F_1 存在育性不稳定的现象^[6]。宜D1S是一个籼粳交后代中选育得到的材料,它与有些材料杂交 F_1 育性表现不稳定是否与此有关,值得探讨。

水稻常规品种孕穗期受低温影响出现的育性下降或不育现象被认为是“冷害”,不同材料受冷害影响的程度是不同的,即表现耐冷性不同^[8]。而有关孕穗期耐冷性的遗传,前人已做过不少研究,但结论很不一致^[7,8],表明耐冷性可能有着相当复杂的遗传基础。本试验所用材料宜D1S的育性也受低温的严重影响,在低温作用下,宜D1S的育性出现下降是否也是耐冷性的一种表现?不同父本与宜D1S配组 F_1 育性稳定性表现差异较大,有些组合育性表现不稳定、易受低温影响的特性除了可能与籼粳杂交等有关外,是否还存在这样的可能:即不同的水稻品种控制孕穗期耐冷性的遗传基础是不同的,当将它作父本与宜D1S杂交时双亲之间出现了相当复杂的恢复表现,从而导致了 F_1 育性稳定性的差异?值得研究。

另外,有研究认为^[9],利用 F_3 家系群有助于光温敏核不育特性的遗传分析。通过本试验我们认为,假如不育基因的表达受到遗传背景和环境等因子的深刻影响,不同材料间或不同环境条件下调查得到的 F_3 各种类型的家系分离比就会有较大的变化,因此即使利用 F_3 家系群对遗传研究中基因对数等定量问题的分析帮助可能不大,但对深化基因效应等定性问题的认识是有好处的。本研究结果来看,既然 F_3 中出现了不育-可育家系这一特殊的分离类型,说明根据 F_2 群体单株育性分离表现得到的关于“基因间恢复效应存在强弱之分”的分析具有一定的合理性。

参考文献:

- [1] 蒋义明. 高温对滇型杂交水稻雄性不育系育性的影响 [J]. 云南农业大学学报, 1988, 3(2):99-107.
- [2] 高一枝. 水稻短光敏雄性不育材料的发现及研究初报 [J]. 宜春农专学报, 1991, (1):1-5.
- [3] 万邦惠, 陈雄辉, 陆燕鹏, 等. 短光低温诱导雄性不育水稻种质的利用研究 [J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(1):35-39.
- [4] 高一枝, 黎世龄. 水稻短光敏不育材料在不同光温条件下育性转换特性研究初报 [J]. 宜春农专学报, 1992, 8(3,4):62-63.
- [5] 万邦惠, 陆燕鹏, 陈雄辉, 等. 短光低温不育水稻宜D1S配制的杂种 F_1 的花粉育性研究 [A]. 中国农学会, 中国水稻研究所, 国家杂交水稻工程技术研究中心, 等. 21世纪水稻遗传育种展望 [M]. 北京:中国农业出版社, 1999, 130-135.
- [6] 李任华, 徐才国, 何予卿, 等. 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.
- [7] 金润州. 日本关于水稻耐冷性鉴定及其遗传的研究 [J]. 水稻文摘, 1990, 9(3):1-5.
- [8] 刘建丰, 陈立云. 水稻耐冷性研究现状与展望 [J]. 作物研究, 1996, 10(2):41-43.
- [9] 薛光行, 申岳正, 陈平, 等. 光敏核不育性状在弱感光性水稻中的遗传学研究 [J]. 华中农业大学学报, 1994, 13(5):431-437.