

不同温敏型两系杂交稻 F₁ 育性温光效应的研究*

马国辉

(国家杂交水稻工程技术研究中心, 湖南长沙, 410125)

提 要 采用盆栽方式, 通过人为疏枝减库平衡库源关系, 研究短日低温、高温, 长日低温、高温条件下不同温敏型两系杂交稻 F₁ 育性(受精率)的变化。结果表明: 1, 低温敏型 F₁ 育性稳定, 不论长日或短日都对温度变化表现钝感。高温敏型及反向温敏型 F₁ 育性对温度的反应与其母本基本一致; 2, 温度高低不是影响不同温敏型 F₁ 育性变化的唯一因子, 短日普遍降低各类型 F₁ 的受精率; 3, 长日条件下低温敏型、高温敏型 F₁ 受精率并不随温度的变化而出现育性的波动, 但低温明显影响反向温敏型 F₁ 育性的表达; 4, 短日条件下反向温敏型及高温敏型 F₁ 育性随温度的提高其育性明显下降, 后者尤为突出。不同温敏型 F₁ 育性的温光效应特性应引起育种家与栽培学家的高度重视。

关键词 F₁ 育性; 温敏型两系杂交稻; 温光效应

Effects of Temperature and Light on the Fertility Rate of Two-line Hybrids (F₁) Based on Different Kinds of TGMS

Ma Guohui

(China National Hybrid Rice R & D Center, Changsha, Hunan, 410125)

Abstract The F₁ fertility rate (FR) of lower-, higher-, and negative-thermo-sensitivity (LTS, HTS & NTS) hybrid rice was investigated under different temperature & light conditions. The results showed; 1. The F₁ FR was relatively stable for LT hybrid rice while the others were not stable; 2. Temperature was not the only factor to affect the F₁ FR, and the short day effect were more important; 3. Under the long days, the F₁ FR of LT and HT hybrids varied with the temperature change. And lower temperature can obviously reduced the F₁ FR of RT hybrid rice; 4. Under the short days, the F₁ FR of HT & RT hybrids decreased as the temperature lowered.

Key words F₁ fertility rate (FR); TGMS hybrid rice; Temperature & light response.

我国南方已形成以温敏不育系(TGMS)为主发展两系杂交稻的生产格局^[1~4]。温敏不育系由于其育性转换起点温度不同而有低、高温敏和反向温敏 3 种主要类型^[3~5, 8]。低温敏型不育系不育起点温度低(如培矮 64 s 为 23.5℃)^[6, 8]; 高温敏型不育系不育起点温度相对较高(如衡农 s-1 为 27.0℃)^[2, 5]; 而反向温敏型不育系则呈现低温不育、高于一定温度时可育(如 N-13 s, 敏感期日均温低于 23.6℃时不育, 日夜温度高于 31℃/28℃时可育)^[7, 9]。显而易见, 两用核不育系对环境条件的反应异常敏感。然而两用核不育系的温敏特性是否对 F₁ 育性具有遗传影响? 这种影响在多大程度上控制 F₁ 的结实行为? 对此尚未见专门报道。本研究

* 本研究为湖南省两系杂交稻栽培协作组研究内容之一, 并承蒙中国工程院院士袁隆平教授、湖南省农业科学院邓定武研究员的指导和审阅, 特表谢意。

收稿日期: 1998-12-12

以花粉母细胞减数分裂期为中心, 初步探讨不同温敏型两系杂交稻结实性状对温光的反应。

1 材料与方法

1.1 供试材料 选用 3 种不同类型的温敏型两系杂交稻——低温敏型: 培两优特青; 高温敏型: 衡两优 1 号; 反向温敏型: G0734s/双朝 7 号; 以 3 系杂交组合汕优晚 3 为对照(CK)。

1.2 试验设计 根据湖南省的自然条件结合利用国家杂交水稻工程技术研究中心的温室、网室和大田试验区, 设主试验和辅试验。

主试验: 于网室和温室内进行。设 4 个处理: ① 高温长日(8 月上旬齐穗); ② 高温短日(8 月上旬齐穗, 于减数分裂期每天遮光 14 小时, 见光 10 小时); ③ 低温长日(9 月 15 日齐穗, 于减数分裂期每天日落前加碘钨强光处理 2 小时); ④ 低温短日(9 月 15 日齐穗)。采用盆栽, 每品种 10 盆, 每盆 5 蔸, 暗处理和光处理时通风降温条件良好。1、4 处理在网室内栽植, 2、3 处理除利用网室外, 在减数分裂期(抽穗前 15 天)利用暗室连续处理 7 天。然后对在 7 日内抽出的穗子进行疏枝处理(将穗纵向剪除一半枝梗)。每盆选取 3 蔸生长一致的全部稻穗作考种样本, 重点分析受精率差异。先用常规方法区分实粒、秕粒和空粒, 再以染色透明法区分空粒受精与否, 附带观察产量性状及生育期。

辅试验: 研究大田自然温光条件对温敏型 F₁ 育性及产量性状的影响。设高温长日和低温短日两处理、4 个供试品种。两处理齐穗期分别设计在 8 月上旬和 9 月上旬, 为此分 4 期播种, 16 个小区, 小区不设重复, 每小区面积 16m²。

1.3 温敏两系杂种敏感期温光条件 根据湖南省气象站提供的气象资料和我们各处理减数分裂期前后 7 天的定时观察, 光温条件如下:

处理 Treatment	高温长日 High Temp. & long day	高温短日 High Temp. & short day	低温长日 Low Temp. & long day	低温短日 Low Temp. & short day
日长(h) Day-length	12.5±0.3	12.5-2.5	11.2+2.0	11.2±0.3
温度(℃) Temperature	平均 28.8(高 34.3/低 24.8) Average 28.8(High34.3/Low24.8)		平均 26.5(高 30.7/低 22.6) Average 26.5(High30.7/Low22.6)	

1.4 F₁ 光温育性效应的计算方法 借鉴水稻光温特性中日照促进率的计算方法来评价不同光温条件下温敏型两系杂交稻 F₁ 育性的影响, 其计算方法如下:

$$\text{短日影响率}(\%) = (\text{短日处理} - \text{长日处理}) \times 100 / \text{短日处理}$$

$$\text{高温影响率}(\%) = (\text{高温处理} - \text{低温处理}) \times 100 / \text{低温处理}$$

2 结果与分析

2.1 温度对不同温敏型 F₁ 育性的影响 两系杂交稻一般库容较大, 为了较真实地反应日长、温度对 F₁ 的育性影响, 我们在盆栽条件下人为疏枝减库, 以排除源库不协调的矛盾。试验结果表明(表 1, 图 1): ① 低温敏型杂种 F₁ 育性表现稳定, 高、低温条件下, 其受精率均在 75% 左右。因而低温敏型两系杂交组合在不同的生态区域都有较强的适应性; ② 反向温敏型杂种 F₁ 育性对温度的反应与不育系本身的特性有相近的趋势, 即高温时杂种 F₁ 的育性相对较高, 低温时则相对较低; ③ 高温敏型 F₁ 育性对温度的反应与三系杂种表现趋势一致: 高温时育性较差, 低温时相对较高。这一现象暗示高温敏型两系杂交稻 F₁ 育性变化受其母本不育

系育性的遗传影响。同时高温敏型 F_1 育性对温度的反应较三系更为强烈,前者高温 F_1 育性较低温时降低了 7.6%; ④用高温、短日影响率综合评价不同温敏型 F_1 育性的光温效应时发现,高温对低温敏型 F_1 育性影响几乎为 0、对反向温敏型 F_1 育性表现出促进作用(+5.8%),而对高温敏型 F_1 的育性影响最大(-15%)。高温对不同温敏型 F_1 育性由正向负的影响强度为高温敏型 F_1 > 三系杂交稻 F_1 > 低温敏型 F_1 > 反向温敏型 F_1 。表明不育系起点温度较高的高温敏型杂种,高温对 F_1 育性产生的负效应最大,而高于一定温度转向可育的反向温敏型杂交组合,高温对 F_1 育性产生正向影响。这一规律可解释 1995 年衡两优 1 号在大面积生产上因高温影响使产量大为降低的现象。与此同时,短日普遍降低了温敏型 F_1 的育性(影响率为 -25.13%~31.5%),而对三系杂交稻 F_1 的育性影响较小。

表 1 光温处理对不同温敏型 F_1 受精率(%)及光温育性效应(%)的影响

Table 1 Light and temperature treatments on the F_1 fertilized rate and efficiency (%)

类型 Different TGMS Types	短日 Short-day		长日 Long-day		平均 Average		光温育性效应 L & T efficiency on F_1 F.			
	高温 HT	低温 LT	高温 HT	低温 LT	短日 SD	长日 LD	高温 HT	低温 LT	短日④ SD	高温④ HT
	低温敏型 LTS①	65.7	66.0	85.7	84.7	65.8	85.2	75.7	75.3	-29.41
高温敏型 HTS②	59.0	80.7	87.9	88.2	69.8	88.1	73.4	84.5	-25.13	-15.02
反温敏型 NTS③	50.4	61.4	82.9	64.2	55.9	73.5	66.6	62.8	-31.50	5.78
对 照 CK	68.1	80.7	81.9	81.7	74.4	81.8	75.0	81.2	-9.97	-8.24

① LTS: Lower thermo-sensitivity; ② HTS: Higher thermo-sensitivity; ③ RTS: Negative-thermo-sensitivity; ④ 系指短日影响率和高温影响率

2.2 日长对不同温敏型 F_1 育性的影响 试验表明(表 1, 图 2):日照长度对不同温敏型 F_1 育性的影响比温度大。总的来说两系杂交稻对日照长度反应强烈,短日条件明显降低其受精

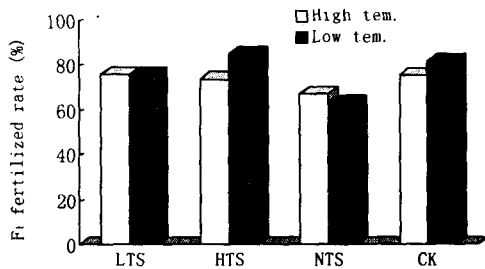


图 1 温度对不同温敏型 F_1 育性的影响

Fig. 1 Temperature effect on the F_1 fertilized rate of different TGMS type

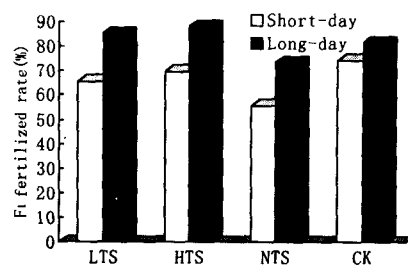


图 2 日长对不同温敏型 F_1 育性的影响

Fig. 2 Effect of day-length on the F_1 fertilized rate of different TGMS type

率,对三系杂交稻则相对最小。短日影响各供试组合 F_1 受精率的大小依次为反向温敏型 > 低温敏型 > 高温敏型 > 汕优晚 3(CK)。三系杂交稻短日影响率仅 -9.97%,其生态性较为稳定是一个值得育种学家们注意的现象。

2.3 不同长日条件下温度对不同温敏型 F_1 育性的影响

2.3.1 长日条件下 F_1 光温育性效应 试验结果表明(图 3):在长日条件下,除反向温敏型杂种 F_1 外,无论是低温敏型还是高温敏型或是三系杂交稻,其 F_1 的育性都不随温度的变化而出现育性的波动;但长日高温有利于提高反向温敏型 F_1 的受精率,而低温则明显影响

F₁ 育性, 低温时的受精率较高温时降低了 18.8 个百分点。这暗示在一季中稻区反向温敏型两系杂交稻更易遭受低温的危害而出现大面积减产的可能, 这对于育种和栽培学家来说不得不看作是个危险信号。

2.3.2 短日条件下 F₁ 光温育性效应 结果表明(图 4): 短日条件下低温敏型杂交稻 F₁ 育性相当稳定, 而其它类型 F₁ 育性随温度降低呈现出上升趋势, 其中高温敏型 F₁ 育性波动最大, 高温时受精率较低温时提高了 21.7 个百分点, 因而在作晚季栽培气候异常时, 高温敏型杂交稻遭受高温危害的程度可能较为严重(如 1995)。同时应指出的是短日条件下, 无论温度的高低, 其反向温敏型杂种育性均低于其它不育系类型配制的 F₁ 育性, 这在生产中也应受到重视。

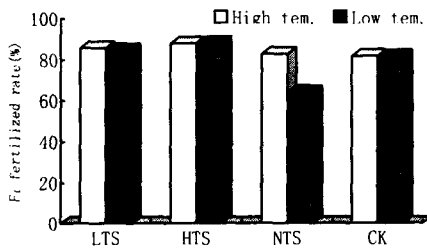


图 3 长日条件下 F₁ 育性的光温效应

Fig. 3 Effects of Light & Temp. on the F₁ fertilized rate under long-day

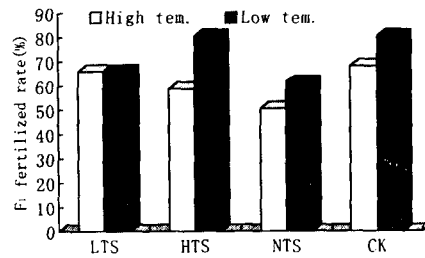


图 4 短日条件下 F₁ 育性的光温效应

Fig. 4 Temperature Effect of the F₁ fertilized rate under short-day

2.4 自然光照条件下不同温敏型的 F₁ 育性及产量

2.4.1 自然光照条件下不同温敏型的 F₁ 育性的差异 在自然状态下温度、光照、降水、土壤等因子及各种栽培措施都将对 F₁ 的育性产生影响。我们借助分期播种的方式, 力求其中二期(为播种适期)在自然长日条件下和自然短日条件下有较好的结实性状, 并以验证盆栽的试验结果。结果表明(表 2): ① 各供试 F₁ 的播种适期, 除反向温敏型 F₁ 为 2、4 两个播期外(5/21, 7/1)其余各 F₁ 的最适播期均为 2、3 两个播期; ② 从各 F₁ 的结实率和受精率来看, 大田的试验结果与盆栽基本一致。即低温敏型 F₁ 育性相对稳定, 培两优特青 2、3 两个最适播期的受精率和结实率相差仅 1.2 个百分点; 反向温敏型 F₁ 育性最不稳定, 2、4 两个最适播期的结实率和受精率相差 6 个百分点以上, 而 4 个播期的受精率相差竟达 16 个百分点; 高温敏型 F₁ 的受精在低温短日条件下相对高于高温长日的受精率(高 2 个百分点); 三系杂交稻 F₁ 的受精率在最适播内也较稳定。

2.4.2 自然光照条件下不同温敏型 F₁ 产量差异 表 2 表明, 产量高低与栽培水平及环境因子密切相关, 因而其结果与盆栽条件下表现不完全一致。一般来说各供试组合在其最适播期内产量相对而言较高, 其中温敏型 F₁ 的产量以低温短日的相对而言较高, 反向温敏型 F₁ 尤甚; 产量主要决定于结实率的高低。

3 讨论

近年来稻作栽培学家对以下几个现象已有了同感: ① 培两优特青是我国第一个审定的两系低温敏型杂交组合, 目前从广东湛江、四川盆地、河南信阳到陕西的汉中, 均有大面积

表2 自然光温条件下对不同温敏型F₁育性及产量性状的影响Table 2 Effects of L & T on the F₁ FR & yield component under natural conditions

组合 Hybrids	处理 Treatments	播期① (月/日)	齐穗期② (月/日)	有效穗③ (株/m ²)	穗粒数④ (粒/穗)	结实率⑤ (%)	受精率⑥ (%)	千粒重⑦ (%)	产量 Yield (g/m ²)
培两优特青⑧	高温长日	5/10	8/08	307	148.7	64.2	67.4	22.5	660.1
	HT & LD	5/13	8/11	292	166.2	71.1	74.4	22.4	772.4
	低温短日	6/09	9/06	277	166.5	72.3	75.6	23.5	783.3
	LT & SD	6/23	9/12	255	160.2	63.0	66.9	23.8	613.3
衡两优1号⑨	高温长日	5/13	8/08	330	99.7	67.3	70.6	27.2	602.3
	HT & LD	5/16	8/12	352	107.5	70.2	74.0	26.9	713.8
	低温短日	6/20	9/06	355	100.4	72.9	77.0	27.7	718.8
	LT & SD	6/24	9/11	352	84.2	72.4	77.5	28.1	602.2
G073 4 s/双朝7号⑩	高温长日	5/18	8/05	307	124.5	59.5	61.6	27.0	613.7
	HT & LD	5/21	8/08	322	112.3	68.2	72.2	26.6	654.9
	低温短日	6/27	9/06	300	117.0	69.7	71.3	27.0	660.5
	LT & SD	7/01	9/09	330	129.1	74.8	77.4	27.0	860.3
汕优晚3(CK)	高温长日	5/10	8/08	307	113.0	61.2	65.0	28.8	611.6
	HT & LD	5/13	8/11	330	119.2	65.7	69.4	27.6	712.6
	低温短日	6/19	9/04	292	143.1	66.8	72.0	28.6	798.6
	LT & SD	6/23	9/09	300	118.0	53.2	60.8	29.9	563.1

Notes: ① Sowing day (d/m); ② Heading day (d/m); ③ Effective panicles (p/m²); ④ Spikelets per panicle (s/p); ⑤ Seed set; ⑥ Fertilized rate; ⑦ 1000-grain weight; ⑧ Peiliangyouteqing; ⑨ Henliangyou 1; ⑩ G0734 S/Shuangchao 7.

成功种植的实例。而高温敏型两系杂交稻衡两优1号经历了1995年秋季高温结实率和产量大降后大面积不再种植。② 高温敏型不育系配制的F₁结实率年度间变幅较大。笔者曾用高温敏型不育系安农s-1与枝梗轮生稻测配,其库容优势很大,小区试验每穗颖花达253枚且结实率高达81.3%、千粒重达28.6g,理论产量超过12t/hm²;但次年结实粒下降至52%,理论产量不足7.0t/hm²。此类现象在育种家的株系圃中已屡见不鲜。③ 温敏型F₁具有较强的边际效应。我们(1992)曾对W6154 s/379和5460/轮回422从田边至田中6m处调查其结实率,结果表明前者空秕粒从田边至田中6m处增加了78.6%,而后者增加了160%。据此,并从本试验结果来看,温敏型F₁育性明显受温光的制约,以反向温敏型F₁为典型代表。因而遗传上如何解释两用核不育系属孢子体不育,其育性受二对隐性核不育主效基因的控制而不表现细胞质效应,是一个值得探讨的问题。我们的试验通过人为剪枝疏库,解决了两系杂交稻库容优势过大导致源库不协调而影响正常结实受精的矛盾,其结论应该具有说服力的。这是否意味着温敏感不育也有细胞质效应?亦或微效基因的修饰作用是通过温光诱导而参与控制细胞质某些生化过程而引起温敏型F₁的育性变化?有必要从遗传上作深入研究。现在育种学家与栽培学家都接受的是:低温敏不育系不仅容易配制出适应性强的强优组合,而且这类新组合通过良种良法也较易获得高产。

参 考 文 献

- 1 石明松. 中国农业科学, 1985, (2): 44~48
- 2 张自国, 卢兴桂, 袁隆平. 杂交水稻, 1992, (6): 29~32
- 3 卢兴桂. 杂交水稻, 1994, (3, 4): 27~28
- 4 袁隆平. 杂交水稻, 1992, (1): 1~5
- 5 周广治. 温敏核不育水稻的光温生态生理学. 长沙: 湖南师范大学出版社, 1996. 8~17
- 6 罗孝和, 邱趾忠, 李任华等. 杂交水稻, 1994, (5): 7~9
- 7 周广治. 温敏核不育水稻的光温生态生理学(著). 长沙: 湖南师范大学出版社, 1996. 45~49
- 8 陈良碧, 李训贞, 谭周磁等. 杂交水稻, 1991, (4): 25~28
- 9 陈良碧, 周广治, 黄亮. 杂交水稻, 1994, (5): 23~26