

# 光敏核不育系育性转换 的光温反应特性研究

刘 敏 尹正旺 倪国裕 卢兴桂 章显光

(湖北省农业气象中心,武汉 430074) (湖北省农科院粮作所)

## 提 要

1991年在武昌采用人工光周期处理和自然条件下分期播插等方法,对863-101-01专题提供的11个不育系育性转换的光温反应类型进行了鉴定,初步探明了影响这些不育系育性转换的光温因子和临界光温指标。结果表明,大多数不育系的育性转换均受到光周期与温度的共同作用,纯粹的光敏型或温敏型不育材料是不存在的,从而为选育生态适应性较广的光敏核不育系提供了农业气象依据。

**关键词:** 光敏核不育系 育性转换 光周期 温度 光温反应类型

## 引 言

湖北光敏核不育水稻(HPGMR)的发现开辟了水稻两系法杂种优势利用的新途径。近年来,大量的水稻光敏核不育及亚种间杂种优势利用研究结果表明<sup>[1-3]</sup>,由光敏核不育水稻农垦58S转育成的多种类型的核不育材料,其花粉育性强烈地受光周期和温度条件的控制,其中有的材料以光周期为主,有的材料以温度作用为主<sup>[4]</sup>。自然界光周期变化相对稳定,但温度年际波动大,从而使现有的对温度敏感的核不育材料的育性稳定性受到影响<sup>[5]</sup>,给其不育特性的利用带来不利影响。为此,1990年以来我们受863-101-01专题委托,对该专题新育成的光敏核不育系进行鉴定,旨在研究光温条件对不育系育性转换的影响,探明育性转换的临界光温指标,进而从中筛选出生态适应性较广的不育系,为光敏核不育水稻的繁殖、制种和推广提供农业气象依据。这里提供的是1991年的部分研究结果。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

共11个品系(见表1),大部分材料均通过省级以上技术鉴定。

表1 供试不育(品系)材料名称及供种单位

不育系名称	类型	供种单位
8912S	中籼偏粳	武汉大学生物系
8902S	中籼偏粳	武汉大学生物系
32001S	中籼偏粳	华中农业大学农学系
31301S	中籼偏粳	华中农业大学农学系
农垦58S	晚粳	仙桃市农科所
N5038S	晚粳	湖北省农科院粮作所
7001S	晚粳	安徽省农业科学院
W6134S	早籼	湖北省农科院粮作所
W8013S	早籼	湖北省农科院粮作所
培矮64S	中籼	湖南杂交水稻研究中心
W6068S	中籼	湖北省农科院粮作所

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 田间分期播种

在湖北省农科院试验田(30°28'N, 114°18'E, 海拔17m)进行,播期为3月30日至7月25日,每隔10—15天播一期,各期移栽20苗。在抽穗期隔天取见穗株穗顶上部5朵颖花镜检花粉育性,同时套袋,成熟后考查自交结实性。

### 1.2.2 自然温度条件下人工长日及短日处理

分两期播种(5月15日、7月13日),在网室盆栽,每盆6株,每处理2次重复。对秧苗均先进行10h短日发育诱导至第一次枝梗

分化期中期左右,然后再分别给予 10h 和 16h 人工短、长日育性诱导至始穗止。抽穗时每株取 3 穗上部小花 5 朵镜检并套袋。

### 1.2.3 气象要素观测

气象哨设在离网室 50m、试验田 100m 处,从 4 月 15 日—10 月 20 日进行常规要素观测,同时在网室田间进行泥温(0cm、5—20cm 不同泥层)观测。暗室温度由温度自记录仪记录,田间小气候观测分不同天气型不定期进行。

6—9 月,每天的可照时数是参照 1991 年度天文年历的日出、日落时间用拉格朗日插值法计算而得。

### 1.2.4 育性鉴定

主要用镜检花粉败育率与套袋自交结实率两指标衡量。

## 2 试验结果分析

### 2.1 人工光周期处理下不育系育性对温度的反应

#### 2.1.1 对光周期敏感的不育系对温度的反应

育性对光周期处理较为敏感的材料,如 7001S、N5088S、8902S、8912S、31301S、32001S、32001S、农垦 58S 等,在两个重复播季里 16h 光照处理下,花粉败育的程度与温度高低有较明显的对应关系。如 7001S 在播期 I 16h 光周期处理下抽穗前 6—9 天的日平均温度在 26.5—33℃ 之间,花粉败育彻底(99.1%—100%),结实率为零,而播期 II 在同一光周期处理下,由于抽穗前 6—9 天的平均气温在 20.3—25.5℃,花粉败育度为 80.48%—96.41%,败育不彻底,结实率也因为抽穗后气温低于其生物学下限温度基本为零。N5088S、31301S、农垦 58S、8902S 也有类似情况,只是表现程度不同。31301S、8902S 在 16h 光周期处理的较高温度下( $\bar{T}$  为 26℃ 左右)花粉败育不彻底,染败、正常花粉比例大。7001S、N5088S、农垦 58S 耐低温能力较强,16h 光周期处理条件下日平均气温在 25.5℃ 左右花粉败育度可在 95% 左右,这也说明晚粳型不育系的光温互补效应比中籼偏粳型和籼型不育系明显。

#### 2.1.2 对光周期处理钝感的不育系育性对温度的反应

育性对光周期处理钝感的不育系如 W6154S、W8013S、培矮 64S、W6068S 等,不同播期间同一光照处理下花粉败育的程度主要由敏感期温度高低决定。如培矮 64S 在 16h 光周期处理情况下在播期 I 抽穗前 11—13 天的平均气温为 26.0—33.0℃,花粉败育彻底;而播期 II 抽穗前 11—13 天的平均气温为 18.0—23.0℃,花粉败育度在 22.15%—98.46% 之间。另外如 W6068S 在播期 I 16h 和 10h 处理的抽穗日期相同,育性转换处在同一温度范围内(抽穗前 13—15 天  $\bar{T}$  为 23.0—29.9℃),7 月 26 日前抽穗的由于敏感期内温度较低(23—26℃),长、短日处理均出现正常花粉,且有结实,但 7 月 26 日后抽穗的两种处理由于敏感期内  $\bar{T}$  > 26℃,花粉败育彻底、无结实。W8013S、W6154S 育性对温度的反应与培矮 64S、W6068S 大体相同,只是培矮 64S、W8013S 较 W6068S、W6154S 导致不育的起点温度较低。

### 2.2 分期播种条件下气象条件与育性转换的关系

#### 2.2.1 供试材料在武汉地区的育性转换特性

从连续隔天取样镜检、考种结果以及花粉败育度(>99.5%)和自交结实率(<1%)两指标来衡量,所有晚粳型或生育期较长的中籼、中粳型不育系,一般只表现出一个育性转换期,即发生在武汉地区 8 月底或 9 月初从雄性不育向雄性可育的转换。仅典型的早籼型不育系 W6154S 才表现为两个明显的育性转换期。第一个发生在 7 月 20 日左右,由雄性可育转为雄性不育;第二个发生在 9 月中旬后,由雄性不育转为雄性可育,其基本稳定不育期长达 2 个月。但大部分不育系的育性稳定性均由于 8 月初的异常低温(日均温仅 23.6℃)而受到干扰发生波动(可染花粉 75%,套袋自交结实率 > 2%);尤以籼型不育系最为敏感,如 W6154S、W8013S 育性波动均出现于降温之后的 6—15 天。

#### 2.2.2 供试不育系在武汉地区诱导育性转

换的光温条件

2.2.2.1 影响育性转换的光温因子分析

通过对不育系花粉败育度、自交结实率与抽穗前各时段(取3天为1时段,从3—5天一直到20—22天)的气温( $T$ 、 $T_M$ 、 $T_m$ )、泥层表面5cm、10cm的泥温( $T_0$ 、 $T_{0M}$ 、 $T_{0m}$ 、 $T_5$ 、 $T_{10}$ )、可照时数、光温积(平均气温与可照时数之积)进行回归分析发现,在人工光周期处理中,对光周期敏感的不育系如N5088S、7001S、农垦58S、8902S、32001S等的花粉育性表达受光照长度影响明显,从抽穗前22天开始一直到抽穗前5天,光照长度与花粉败育度和自交结实率关系密切,相关系数在0.75以上,基本上呈直线或S型曲线变化(图1),虽然抽穗前6—12天的温度对它们的育性转换有影响,但日长的作用似乎更强,同时它们的育性表达与抽穗前7—12天的光温积呈S型曲线变化,其中7001S、N5088S光温互补效应很明显,即光周期诱导花粉育性转换的作用与温度存在正向互补效应,当温度升高时,临界光长可缩短;反之,温度下降,临界光长可延长。粳型不育系如W6154S、W8013S、培矮64S虽然抽穗前17天开始光照长度对育性转换略有影响,但与温度因子比较作用不明显,它们的花粉败育度与抽穗前某一时段的泥温均呈指数函数形式变化(图2),在一定温度范围内,随着温度的升高,花粉败育愈来愈彻底,高于某一临界值后花粉败育基本稳定在95%—100%,但育性转换的温敏期各有不同(表2);另外W6154S、W8013S、W7415S在抽穗前11—18天光温互补效应也较明显,且呈S型曲线变

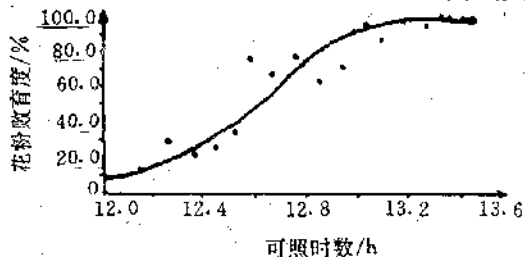


图1 7001S不育系花粉败育度与可照时数的关系

化,但培矮64S光温互作效应不明显。

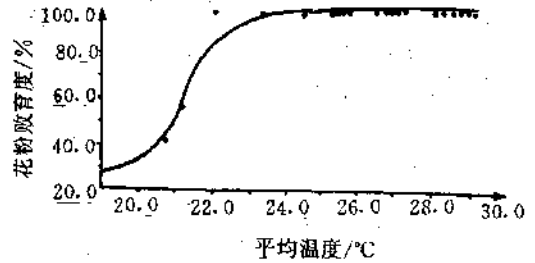


图2 培矮64S花粉败育度与5cm平均泥温的关系

表2 几种粳型不育系温度敏感期

不育系	温度敏感期	最敏感期
W6154S	抽穗前6—12天	抽穗前9—12天
W8013S	抽穗前10—18天	抽穗前12—14天
培矮64S	抽穗前10—15天	抽穗前13—15天

2.2.2.2 几个不育系育性转换的临界光温指标

由于不同的不育材料育性转换基因所在遗传背景不同,因此具体的光温指标各异,表3是通过回归分析与点图,并以99.5%的花粉败育度为可接受的不育性指标,初步推算出的诱导下列粳、梗型不育系不育的临界下限光照长度和相应的临界下限温度指标。

表3 诱导粳、梗型不育系不育的临界下限光照长度和温度指标

不育系	临界可照时数/小时·分	临界气温/℃	
		$T$	$T_m$
W6154S	12:55	25.5	24.5
W8013S	12:35	25.0	23.3
N5088S	13:30	27.8	25.8
7001S	13:23	27.5	25.5
32001S	13:00	25.4	23.0
8902S	13:15	27.5	25.0
培矮64S	12:36	23.6	21.0

由上述分析可见,农垦58S及其转育而来的其他光温敏材料,其育性转换均同时受到光周期与温度的协同调控,纯粹的光敏型或温敏型不育系是不存在的。育性的光敏性也是在一定温度范围才能表现出来,育性表达为温敏型材料,光照长度也是有影响的,只是温度的作用往往掩盖了光照的影响,因此供试的不育系育性转换的光温反应类型大多为光温互作型。由于遗传背景不同,一类是以

光温型为主,如 7001S、N5088S、32001S、8902S 等,它们的育性转换主要受光照长度影响,温度起协调作用,在长日照(可照时数在 13h 以上)中高温(26—28℃)条件下表现为完全雄性不育,短日照、长日低温条件下表现为部分可育,其抽穗前 7—12 天光温互补效应明显,诱导不育的临界温度  $N5088S > 7001S > 8902S > 32001S$ , 32001S 是一个育性转换临界温度低生态适应范围广的核不育系;另一类是以温光型为主,如 W6154S、W8013S、培矮 64S 等,其育性表达主要受花粉内容物充实期—雌雄蕊形成期的温度影响。在较高温度下表现为完全雄性不育,在较低温度下表现为可育。光照长度对它们的育性影响一般在花粉母细胞形成前且贡献与温度因子相比较小,因此在人工光周期处理中对日长不敏感或钝感,诱导不育的临界下限温度因材料而异,培矮 64S 的临界下限温度低于 W6154S 和 W8013S,这说明筛选和培育育性转换温度较低的不育系是可能的。

### 3 讨论

3.1 我们通过农业气象平行观测得出自然条件下供试不育系的光温指标,对正确认识和利用这些不育系是非常有益的。但要得出较准确的指标除了不同年际间进行重复试验外,还须在人工控制条件下进行不育系育性的光温反应人工模拟试验。另外,育性转换过程中光照期温度和暗期温度谁起主要作用,对不育系而言是否存在一个与临界下限温度

相对应的临界上限温度都有待于进一步探讨。

3.2 大多数供试不育系的花粉败育度与抽穗前某一时段的泥温特别是表层最低温度关系密切。然而泥温诱导育性转换的生理机制有待通过更详细的实验作进一步解释,但这对解决育性转换起点温度低的不育系繁殖问题可能是一个有益的信息。

3.3 诱导不育的临界温度影响育性波动的直接性状,光温互补作用影响同一材料育性转换的适应范围,因此,在生产实践中,应注意选育象 32001S、W8013S 等临界温度较低、光温互补作用强、生态适应范围广的不育系类型。对临界温度低的材料如培矮 64S,制种纯度可以保证,但短日较高温度下繁殖困难,这种材料作为过渡性替换材料在生产上有一定利用价值,而临界温度高的类型则应慎重对待,不能盲目推广。

### 参考文献

- 1 元生朝等. 光周期条件对湖北光敏核不育水稻育性转换的影响. 中国水稻科学, 1987(3).
- 2 贺浩华等. 温度在光敏感核不育水稻两个光周期反应中的作用. 华中农业大学学报, 1991(2).
- 3 孙宗修等. 光敏核不育水稻的光温反应研究. 水稻光(温)敏核不育及品种间杂种优势利用研究论文选编, 1990年.
- 4 元生朝等. 光敏核不育水稻的基本特性与不同生态类型的适应性. 华中农业大学学报, 1990(4).
- 5 李泽炳等. 盛夏低温对光敏核不育水稻育性稳定性的干扰及其克服的预见性对策. 华中农业大学学报, 1990(4).

## The Study of the Response to Photoperiod and Temperature of PGMR Fertility Changes

Liu Ming Yin Zhengwang Ni Guoyu  
(Hubei Province Agrometeorology Center, Wuhan 430070)

Lu Xingguo Zhang Xianguang  
(Food Crops Research Institute, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064)

### Abstract

The types of response to photoperiod and temperature of eleven PGMR lines provided by 863-101-01 of a special subject identified by artificially controlled photoperiods and sowing/transplant under natural conditions in Wuchang in 1991. The photoperiod/temperature factors and their critical indices which affect fertility change of these PGMR were primitively verified. Results showed that the fertility change of all the PGMR were controlled by photoperiod and temperature, and the pure PGMR and TGMR materials not exist. Agrometeorology basis is provided for selecting and breeding PGMR of ecological adaptability field.

**Key Words:** photoperiod sensitive genic mail sterile rice (PGMR) fertility change photoperiod temperature photothermo-response type