

Study on the Characteristics of Rice Two-Line Sterile Line 15HS1

Canfeng Li¹, Feng Chen², Longlin Chen¹, Qingming Zhou¹, Xudong Zhu^{1*}, Ju Zhao¹

¹College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan

²Hunan Hengshan County Agricultural Bureau, Hengshan Hunan

Email: *982030409@qq.com

Received: June 19th, 2019; accepted: July 4th, 2019; published: July 11th, 2019

Abstract

In order to promote the production of two lines of sterile lines of rice, 15HS1, with Y58S as a contrast, the agronomic characters and heterogenetic characteristics of 15HS1 were studied. The results show that 15HS1 has strong tillering ability, compact plant type, shorter plant, concentrated flowering period, low fertility conversion temperature, and strong activity of stigma. However, its high cracking rate is a drawback of the sterile line. Therefore, the sterile line still needs to be further improved to reduce its cracking rate on the basis of retaining its advantages.

Keywords

Rice, 15HS1, Agronomic Trait, Outcrossing Characteristic

水稻两系不育系15HS1特征特性的研究

李灿凤¹, 陈 锋², 陈隆林¹, 周清明¹, 朱旭东^{1*}, 赵 菊¹

¹湖南农业大学农学院, 湖南 长沙

²湖南省衡山县农业局, 湖南 衡山

Email: *982030409@qq.com

收稿日期: 2019年6月19日; 录用日期: 2019年7月4日; 发布日期: 2019年7月11日

摘 要

为在生产上推广水稻两系不育系15HS1, 以Y58S为对照, 探究15HS1的农艺性状和异交特性。研究表明, 15HS1分蘖能力强、株型紧凑、植株较矮, 花期集中, 育性转换温度低, 柱头活力强。但其裂颖

*通讯作者。

率高是该不育系一个致命的缺点,因此,该不育系还有待进一步改良,在保留其优点的基础上,降低其裂颖率。

关键词

水稻, 15HS1, 农艺性状, 异交特性

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水稻是世界上最主要的粮食作物之一,在全球,中国是最大的水稻生产消费国。从中国的中长期看,我国的种植面积是持续缺少的,且农村劳动力的转移就业和农业劳动力素质结构性的下降,以及城市化进程的加速,我国人口的不断增长和人民生活水平的提高将直接导致对于粮食需求的不断增加[1],全方面提高水稻产量,选育优质和高产量的水稻品质是确保粮食供应的重要保障。

水稻两系不育系 15HS1 是湖南农业大学朱旭东副教授用 Y58S 与引进的常规粳稻品种杂交,经 4 年 8 代选育的一个新两系不育系,该两系不育系具有育性转化温度低,自然繁殖产量高等特点。为研究 15HS1 的特征特性,本研究将对其农艺性状、育性转换温度、以及异交特性进行研究,为该两系不育系在生产上的应用提供理论指导。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

两系不育系 15HS1 和恢复系 R899 由湖南农业大学农学院朱旭东副教授提供,对照龙 S 由湖南农业大学农学院刘建丰教授提供, Y58S 由湖南隆平种业有限公司提供。

2.2. 试验设计

试验于 2017 年 12 月~2018 年 4 月在海南省三亚市海棠区海腾湾镇湖南农业大学海南南繁基地,2~4 月平均气温为 23℃,最高温度为 30.5℃,长日照条件;2018 年 5 月~10 月在湖南省长沙县长安村朱旭东课题组科研基地进行,7~9 月平均气温为 26℃,最高气温为 39.5℃,长日照条件。两个不育系材料均分为 12 期播种,每 5 天播 1 期,15HS1 和龙 S 于 2017 年 11 月 30 日在海南播种第 1 期,15HS1 和 Y58S 在长沙于 5 月 26 日播种第一期。5~6 叶时移栽,每期种植 100 株,单本种植,种植密度为 16.7 cm × 20 cm,采取常规的田间管理。

2.3. 试验方法

2.3.1. 农艺性状

记载各供材料的播种期和始穗期,计算播始历期。材料进行移栽后,选定 5 株水稻,用红色的记号笔记载叶龄以及分蘖数,每 3 d 调查 1 次。齐穗期时,选取该材料具有代表性的 5 株,利用测量工具,测量剑叶;剑叶夹角、以及倒二叶和倒三叶的长、宽和株高。

2.3.2. 育性转换温度

实验材料主茎在进入幼穗分化的第 5~6 期前, 将植株从大田移植合适的盆钵中, 每个试验材料为 8 盆, 每盆放入 2~3 个单株, 移入人控低温冷水池中处理 6 d [2]。试验设 22.5℃、23℃、23.5℃和 24℃四个温度值, 每莪取 3 穗, 每穗取上、中、下 3 个小穗的花粉进行镜检, 观察花粉染色情况。

2.3.3. 异交特性

群体抽穗动态: 对已见穗 5% 的 50 株群体按 225 g/hm² 的剂量喷施赤霉素, 选代表性的 10 株, 记载其抽穗数, 一直到所有的稻穗全部抽出, 再进行见穗齐穗历期的计算。花时动态观察: 不育系始花后, 选取已见穗的 5 个穗子, 从早上 7:00 至傍晚 18:30, 用红色的防水签字笔标记, 每隔 30 min 记载一次颖花的增开数和即时的张开数; 再用电子游标卡尺测量张颖角度, 取平均值并记录其张颖历时, 连续观察记载 5 天。柱头性状表现: 群体开花后, 选代表性 3 株记载从始花至终花期的每日开花量, 并观察其柱头外露的情况, 最后计算其柱头外露率; 在开花的当天, 取 10 朵当天开花的颖花用电子游标卡尺, 测量其柱头的长和直径, 重复 3 次, 取其平均值。按下列公式计算柱头面积和体积[3]。

$$\textcircled{1} \text{ 柱头面积} = \text{柱头长}(A) \times \text{柱头宽}(E)。$$

$$\textcircled{2} \text{ 柱头体积} = \pi A(E/2)^2。$$

柱头活力的测定: 盛花期时, 取已开始抽穗开花的 15HS1 和 Y58S, 所取莪数必须保证能套 16 个杂交袋, 剪去已开花的和当天不会开花的, 套好袋, 每 2~3 穗套 1 袋, 并封口, 共 8 组, 每两袋为一组, 从当日起以 R899 为父本, 对其进行人工授粉并封袋, 连续 8 d, 对照 Y58S 以同等方式来操作。15HS1 和对照 Y58S 的结实率在 15 天后授粉后进行观察并记录, 即表示为柱头活力, 计算出其柱头活力, 开花后的第 2~4 天和开花第一天的柱头活力系数之比。

$$\text{计算公式: 柱头活力系数} = V_1/(V_2+V_3+V_4) [4]$$

其中 V_1 表示开花当天柱头活力, V_2 、 V_3 和 V_4 分别表示开花第 2、3 和 4 d 柱头活力。

异交结实率测定: 将与父本 R899 花期相遇良好的 15HS1 和 Y58S 放入父本中, 进行杂交, 始穗后喷施适量的赤霉素, 从始花到终花期间, 每天上午 10:00~11:00 进行人工授粉, 在停止授粉后待成熟时进行考察结实情况, 计算其异交结实率。

3. 结果分析

3.1. 农艺性状

3.1.1. 主茎叶数及分蘖数

在长沙地区, 15HS1 的播始历期比对照 Y58S 的播始历期短 5 d; 与主茎叶片与对照无明显差异, 15HS1 与对照 Y58S 的主茎叶数和分蘖能力相当, 而 15HS1 播始历期较 Y58S 短(见表 1)。

Table 1. Fertility period, leaf number and tiller number of 15HS1 and Y58S (CK)

表 1. 15HS1 与 Y58S (CK) 的生育期、叶片数及分蘖数

材料	播种期(月/日)	始穗期(月/日)	播始历期(d)	主茎叶数	单株分蘖数
15HS1	6-25	8-29	65	13.1	13.7
Y58S(CK)	6-25	9-3	70	13.3	13.4

3.1.2. 株叶形态

水稻株型受叶片形态的影响, 其上部三叶是水稻进行光合作用的重要的场所也是水稻高效叶[5] [6]。15HS1 剑叶和倒二叶长度显著短于对照, 剑叶和倒二叶宽度宽于对照 Y58S, 15HS1 的剑叶夹角与对照

Y58S 差异不明显(见表 2)。

水稻倒伏是影响株高的重要因素, 为进一步提高单产应适当增加植株的高度, 但实际上株高越高则重心越高, 水稻倒伏的可能性就会增加[7] [8]。15HS1 的株高比对照 Y58S 矮, 倒二和倒三 3 节均比对照 Y58S 短, 倒一节长比对照 Y58S 略长(表 2)。15HS1 株高较矮, 倒二和倒三节间短, 有利于抗倒伏。

Table 2. Morphological characteristics of 15HS1 and Y58S

表 2. 15HS1 与 Y58S 形态特征

材料	叶长(cm)			叶宽(cm)			剑叶夹角 (°)	株高(cm)	倒一节长 (cm)	倒二 节长(cm)	倒三节长 (cm)
	剑叶	倒二叶	倒三叶	剑叶	倒二叶	倒三叶					
15HS1	32.95	39.58	37.05	1.39	1.32	1.23	7.6	90.0	24.88	17.72	9
Y58S	37.02	45.17	38.98	1.25	1.13	1.04	7.3	92.3	23.53	19.65	10.02

3.2. 育性转换温度

两系不育系决定制种的安全性最重要的原因之一是不育系的起点温度[9], 不育系的起点温度越低, 其制种风险就越小。15HS1 和对照 Y58S 幼穗分化进行第 5 期时, 在 22.5℃、23℃、23.5℃、24℃ 4 个冷水池中, 15HS1 和对照 Y58S 每个池各放 5 蔸, 处理 6 d, 15HS1 育性转换温度在 23℃左右, Y58S 的育性起点温度在 23℃以下。

3.3. 异交特性

3.3.1. 群体抽穗与花期动态

本试验中, 6 月 1 日在长沙播种的 15HS1, 于 8 月 19 日始穗, 15HS1 在见穗后的前 3 d 抽穗率较低占总抽穗率的 6.8%; 8 月 22~23 日是抽穗的高峰期, 抽穗率达 46%, 群体见穗至完穗期为 10 d。15HS1 的全花期约为 12 d, 见穗后的 3 d 内其开花量较低只占总开花率的 0.5%, 在第 6 d 起进入了开花的高峰期, 持续 5 d, 开花量占总开花量的 74.7%, 此后 2 d 为末花期, 占总开花量的 19.9% (见图 1); 对照 Y58S 在见穗第 1 d 开花, 见穗后前 3 d 开花量占总开花率 54.26%, 在第 2 d 起进入开花高峰期, 持续 4 d, 占总开花量的 85.71%, 此后 2 d 为末花期, 占总开花量的 10.85% (见图 1)。上述结果表明, 15HS1 在长沙的开花其较为集中, 开花盛期与抽穗盛期相差 3 d。在制种过程中, 为获得更高的制种产量, 可在父母本花期相遇良好的时间段提高异交结实率。

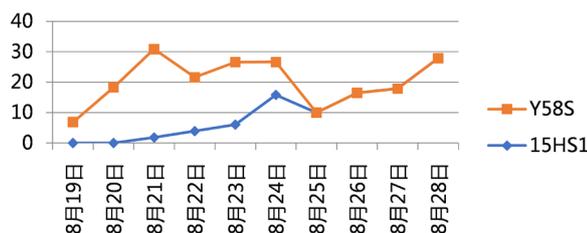


Figure 1. Flowering rate of 15HS1 and Y58S (CK) (%)

图 1. 15HS1 与 Y58S (CK) 的开花率 (%)

15HS1 在海南三亚于 1 月 9 日播种, 于 3 月 30 日始穗, 见穗后前 3 d 抽穗率较低仅为 10.09%。4 月 2~5 日为抽穗高峰期, 抽穗率达 59.24%, 群体见穗至完穗期为 7 d。15HS1 全花期为 10 d, 见穗的 4 d 内开花量较低只占总开花率的 12.2%, 在第 5 d 起进入开花高峰期, 持续 3 d, 开花量占总开花率的 65.17%,

此后 3 d 为末花期, 占总开花量的 22.23% (见图 2); 对照龙 S 于 4 月 2 日见穗, 见穗前 3 d 开花量较低只占总开花量的 4.55%, 在第 4 d 起进入开花高峰期, 持续 4 d, 开花量达总开花量的 59.98%, 此后的 2 d 为开花末期, 占总开花率的 35.34% (见图 2) 上述结果表明 15HS1 在海南的开花期较为集中, 其开花盛期和抽穗高峰期相差 3 d。在制种过程中, 为获得更高的制种产量, 可在父母本花期相遇良好的时间段提高异交结实率。

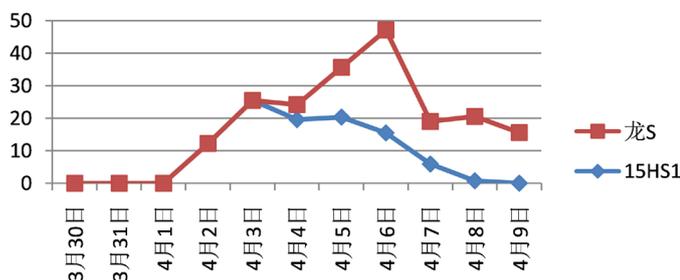


Figure 2. Flowering rate of 15HS1 and LongS (CK) (%)
图 2. 15HS1 与龙 S (CK) 的开花率 (%)

3.3.2. 花时动态

在长沙 8 月 21~30 日连续观察发现, 该不育系的花时较早, 从早上 7:00 开始已有开花, 午前开花率较高从上午 10:30~12:30 为开花的高峰期, 占一天总开花数的 51.18%, 午前开花率为 53.78% (见表 1)。8 月中旬长沙地区的气温较高, 花期基本集中在午前开放, 至下午 15:00 之后开花数明显减少, 在制种过程中, 人工授粉作业宜在午前的 10:30 和 11:30 各进行一次, 能够有效的提升母本授粉的几率, 从而提高制种的产量。

经过连续观察发现, 15HS1 的颖花张颖历时在 60~240 min 之间, 占总张颖颖花的 52.01%, 少量颖花张颖时间不足 90 min, 极个别的颖花张颖时间超过 270 min, 且 47% 的颖花不闭合。有研究发现, 自然环境、生理原因等因素都会导致颖花开放后无法闭合[10]。

在海南三亚 4 月 2 日观察发现, 15HS1 的花时较早, 从上午 8:00 开始已陆续开花, 上午 11:00 至中午 13:00 为开花高峰期, 占一天总开花数的 65.17%, 午前开花率为 67.76% (见图 3)。4 月份海南地区气温较高, 花期基本较为集中在午前开放, 到下午 15:00 之后开花数量基本减少, 因此在海南制种过程中, 人工授粉作业宜在午前的 11:00 和 12:00 各进行一次, 能有效提升其母本的授粉几率, 从而提高制种的产量。

经过观察由图 3 发现, 该不育系的颖花张颖历时在 60~120 min 之间, 占总张颖颖花的 89.76%, 少数颖花张颖时间不足 60 min, 还有 4.4% 的颖花不闭合。

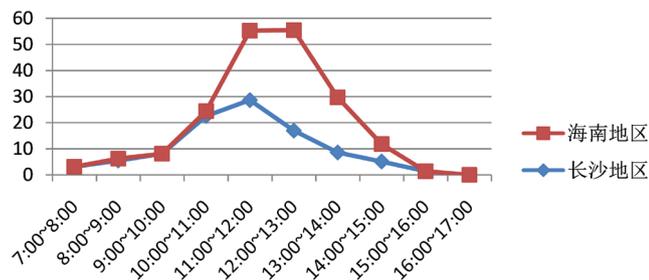


Figure 3. 15HS1 Flower time flowering rate in Changsha and Hainan (%)
图 3. 15HS1 长沙地区与海南地区的花时开花率 (%)

3.3.3. 柱头性状表现

15HS1 柱头外露率为 91.75%，其中单边外露率 36.44%，双边外露率 55.49%。Y58S 的柱头外露率为 84.77%，其中单边外露率 39.22%，双边外露率 45.56% (见表 3)。15HS1 的柱头外露率高于 Y58S。

15HS1 柱头的长、宽、面积、体积分别为 1.20 mm、0.47 mm、0.56 mm²、0.15 mm³。Y58S (CK) 柱头的长、宽、面积、体积分别为 1.24 mm、0.4 mm、0.49 mm²、0.10 mm³ (见表 3)。15HS1 分别比对照短 0.04 mm、宽 0.07 mm、0.07 mm² 和 0.05 mm²。15HS1 的柱头略大于对照 Y58S 的柱头，接受父本花粉的几率比 Y58S 大，对异交结实有利。

Table 3. The stigma characteristics of 15HS1 and Y58S

表 3. 15HS1 和 Y58S 的柱头特征

不育系	双边外露率%	单边外露率%	总外露率%	长度/mm	宽度/mm	面积/mm ²	体积/mm ³
15HS1	55.49	36.44	91.93	1.20	0.47	0.56	0.15
Y58S (CK)	45.56	39.22	84.77	1.24	0.40	0.49	0.10

3.3.4. 柱头活力的测定

15HS1 开花当天的柱头活力最高，为 44.67%。随着开花天数的增加，其柱头活力逐渐降低，开花前 3 d 的降低幅度不大，而在第 3 d 柱头活力仍达 31.92%。第 4 d 柱头活力开始降低，为 18.61%。在第 6 d 柱头活力大幅度下降，在第 7 d 仍然保持一些活力值，为 1.35%。Y58S (CK) 柱头活力最高为 42.39%，与 15HS1 相同在第 4 d 开始活力值开始降低，为 13.11%，第 7 d 柱头活力为 1.03%。15HS1 的柱头活力系数为 2.1，Y58S 的柱头活力系数为 2.4 (见表 4) 说明 15HS1 的柱头活力下降的速度慢于对照 Y58S。

Table 4. Comparison of stigma activity between 15HS1 and Y58S

表 4. 15HS1 和 Y58S 的柱头活力比较

不育系	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	活力系数
15HS1	44.67	41.81	31.92	18.61	17.65	9.48	1.35	2.1
Y58S (CK)	36.40	42.39	32.46	13.11	10.69	8.95	1.03	2.4

3.3.5. 异交结实率测定

利用不育系与父本 R899 花期相遇良好的 15HS1 和 Y58S 杂交，测定异交结实率。15HS1 的结实率为 28.37%，Y58S 的结实率为 38.83%，与同一父本的异交结实率 Y58S 比 15HS1 高 10.46% (见表 5)。15HS1 异交结实率低于对照，主要原因可能是抽穗期高温致使其开颖率较高，从而影响异交结实。

Table 5. The cross crossing ratio of 15HS1 and Y58S with unified parent

表 5. 15HS1 和 Y58S 与统一父本的异交结实率

材料	总粒数	实粒数	结实率(%)
15HS1	140.24	39.80	28.37
Y58S (CK)	168.60	65.46	38.83

4. 小结与讨论

本研究结果表明，15HS1 的农艺性状与异交特性具有以下特点：其一，15HS1 分蘖能力强，株型紧凑、植株较矮。其二，15HS1 群体抽穗快、整齐，具有明显的抽穗高峰期；花时早，午前开花率达 53.78%，

盛花期在 10:30~12:30, 在制种的过程中, 在正常的气温条件下, 人工赶粉作业宜安排在 10:30~11:30 之间进行, 能有效地提高母本的授粉几率, 从而提高异交结实率。其三, 15HS1 与 Y58S 比较柱头大、柱头外露率高。15HS1 柱头外露率为 91.93%, 其中双边外露率达 55.49%, 高柱头外露率可以提高在制种时柱头接受花粉的概率; 同时, 高的柱头活力也是高产制种的有利条件, 研究表明, 15HS1 柱头具有活力系数大, 活性维持长的特点, 其开花当天的柱头活力为 44.67%, 活力系数为 2.1, 要低于对照 Y58S, 说明 15HS1 柱头活力下降的速度慢于对照 Y58S。15HS1 的异交结实率为 28.37%, 低于 Y58S, 其主要原因是因为抽穗期高温导致 15HS1 颖花不闭合, 在长沙地区的裂颖率高达 47%, 这是该不育系一个致命的缺点, 因此, 该不育系还有待进一步改良, 在保留其优点的基础上, 降低其裂颖率。

参考文献

- [1] 赵凌, 赵春芳, 周丽慧, 等. 中国水稻生产现状与发展趋势[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 105-107.
- [2] 陈立云, 雷东阳, 唐文邦, 等. 论杂交水稻的育种方法[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2015, 41(1): 1-6.
- [3] 田大成. 水稻异交栽培学仁[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1997: 70-83.
- [4] 赵金成. 水稻两用不育系亮 S 的应用性研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2016.
- [5] 凌启鸿. 作物群体质量[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 42-120.
- [6] 凌启鸿, 张洪程, 蔡建中, 等. 水稻高产群体质量及其优化控制探讨[J]. 中国农业科学, 1993, 26(6): 1-11.
- [7] 邓文, 青先国, 马国辉, 等. 水稻抗倒伏研究进展[J]. 杂交水稻, 2006, 21(6): 6-10.
- [8] 马均, 马文波, 田彦华, 等. 重穗型水稻植株抗倒伏能力的研究[J]. 作物学报, 2004, 30(2): 143-148.
- [9] 尹晴, 雷东阳, 彭晨, 等. 两个新的水稻两用不育系特征特性的研究[J]. 作物研究, 2018, 32(5): 349-353.
- [10] 刘晓霞, 陈立云. 杂交水稻种子裂颖特性研究进展[J]. 作物研究, 2005, 19(5): 282-283.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询; 或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org