

近年来湖北省区试中稻品种耐热性 鉴定与利用评价

蔡恒奇¹, 封佳彤¹, 宋超新¹, 顾见勋², 王建平¹, 李亚男¹, 杨俊武¹,
余明志¹, 阿依木剑¹, 杨 龙¹, 徐俊英¹, 杨隆维¹, 肖本泽³

(¹ 长江大学农学院 / 主要粮食作物产业化湖北省协同创新中心, 湖北荆州 434025;

² 湖北省种子管理局, 武汉 430070; ³ 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070)

摘要: 高温热害严重威胁中稻生产, 对其产量、品质和育性等多方面都有较大影响。为给湖北省水稻品种审定与推广应用提供科学依据, 同时挖掘出耐热的优异水稻种质资源供育种利用, 本研究利用江汉平原地区田间与玻璃温室的高温环境, 对湖北省近年参试的中稻新品种进行抽穗开花期耐热性鉴定。结果表明: 参试材料总体耐热性较好, 在耐热性较强至强的品种中常规品种(系)和两系杂交稻组合占比相当, 而三系杂交稻组合占比次之。本试验共鉴定筛选出耐热性强且优于耐热对照丰两优4号的品种20份, 其中有粤禾丝苗、润珠香占、S532、楚糯3号和利丰占等5份常规品种(系), 既可以作耐热性种质资源进行育种利用, 也可优先审定后在热害常发稻区作耐热品种推广应用; 荃优133、荃优晶占和荃优锦禾等5份三系杂交水稻品种, C两优300、全两优5号和恩两优454等10份两系杂交水稻品种, 可在同等条件优先审定后在热害常发稻区作耐热品种推广应用, 其亲本或亲本之一通过进一步鉴定, 可能从中筛选出优异耐热性种质资源材料。另外, 还鉴定出特优559、华浙优1534和中广优2号等32份品种耐热性较弱至弱, 建议在审定时要特别谨慎。

关键词: 耐热性; 自然高温胁迫; 温室高温胁迫; 种质资源; 开花期; 中稻

Evaluation of Heat Resistance and Utilization of Rice Varieties in Hubei Regional Trials in the Recent Years

CAI Heng-qi¹, FENG Jia-tong¹, SONG Chao-xin¹, GU Jian-xun², WANG Jian-ping¹, LI Ya-nan¹,
YANG Jun-wu¹, YU Ming-zhi¹, A YI Mu-jian¹, YANG Long¹,
XU Jun-ying¹, YANG Long-wei¹, XIAO Ben-ze³

(¹ College of Agriculture/Hubei Collaborative Innovation Centre for Grain Industry, Yangtze University, Jingzhou 434025;

² Hubei Seed Administration Bureau, Wuhan 430070; ³ College of Plant Science and Technology,

Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

Abstract: High temperature seriously threatens the yield, quality and fertility of middle-season rice. In order to provide a scientific criterion for the approval and popularization of rice varieties in Hubei province, we investigated the

收稿日期: 2021-08-18 修回日期: 2021-08-19 网络出版日期: 2021-08-20

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20210818003>

第一作者研究方向为水稻遗传育种, E-mail: 15826574249@qq.com; 封佳彤, 宋超新为共同第一作者

通信作者: 杨隆维, 研究方向为作物遗传育种, E-mail: ylwei1968@126.com

肖本泽, 研究方向为作物遗传育种, E-mail: benzexiao@mail.hzau.edu.cn

基金项目: 科技部国家高技术研究发展计划(2014AA10A601); 科技部国家重点研发计划(2017YFD0301403); 湖北省中央引导地方科技发展专项(2018ZYYD073); 湖北省技术创新专项(2018ABA083); 主要粮食作物产业化湖北省协同创新中心开放基金项目(LXT-16-06, LXT-17-02)

Funding projects: National High-Tech Research & Development Plan (863) (2014AA10A601), National Key R&D Plan of Ministry of Science and Technology (2017YFD0301403), Hubei Province Central Guiding Local Science and Technology Development Special Project (2018ZYYD073), Technical Innovation Special Project of Hubei Province (2018ABA083), Open Fund of Hubei Collaborative Innovation Centre for Grain Industry (LXT-16-06, LXT-17-02)

heat resistance at flowering stage for middle-season rice varieties from Hubei regional trials in recent 3 years, under natural high temperature environment greenhouse conditions. The results showed that most of tested varieties exhibited good high-temperature resistance, in which the proportion of conventional varieties with heat-resistance grade of 1 to 3 was equivalent to that of two-line hybrid varieties, and the proportion of three-line hybrid varieties came next. A total of 20 varieties with stronger heat resistance than CK were screened out, including 5 conventional varieties: Yuehesimiao, Runzhuxiangzhan, S532, Chunuo3 and Lifengzhan. These conventional varieties can be used as heat-resistant germplasm resources for rice breeding and also popularized as heat-resistant varieties in the heat-damaged common areas. Meanwhile, 5 three-line hybrid varieties (Quanyou133, Quanyoujingzhan, Quanyoujinhe, etc.) and 10 two-line hybrid varieties (Cliangyou300, Quanliangyou5 and Enliangyou454 so on) can be approved preferentially and popularized as heat-resistant varieties in heat-damaged common rice areas. The germplasm resources with excellent heat resistance may be screened out through further identification of their parents these hybrid varieties. In addition, 32 varieties including Teyou559, Huazheyu1534 and Zhongguangyou2 so on were sensitive to heat treatment, and it is suggested that special caution should be taken in the approval for these varieties.

Key words: heat tolerance; natural high temperature stress; high temperature stress in greenhouse; germplasm resources; flowering stage; middle season rice

随着全球气候的变暖,高温天气也将变得更加频繁,且持续时间更长,特别是在我国长江中下游地区^[1-2]。该地区是我国重要粮食生产基地,近年来中稻种植比例逐渐上升,每年的7-8月份常受副热带高压控制,容易出现持续高温天气,此时中稻正处于对高温敏感的生殖发育期。据估计,历年来长江流域水稻因高温导致的受害面积达 $3 \times 10^7 \text{ hm}^2$,减产 $5.18 \times 10^7 \text{ t}$ ^[3]。最近50年江汉平原高温天气集中发生在每年的7月中旬至8月上旬,7月下旬至8月上旬一般高温危害天气发生的概率近100%,而严重高温危害天气发生的概率也达到62%^[3]。7-8月对中稻花期可能产生致命性伤害的天气(连续3 d的平均气温 $\geq 30^\circ\text{C}$ 或连续5 d最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$)出现的频次高,且有增加趋势,高温危害已对江汉平原中稻生产产生了严重威胁^[4-5]。

高温热害广泛影响水稻产量^[3-4]、品质^[5-6]和育性^[7-9]等多方面,不仅会导致花粉发育异常,活力下降,还会影响颖花开放和花药开裂程度,阻碍传粉和受精,造成结实率下降^[8-9],抽穗期是水稻对高温热害最敏感的时期,始穗时遭遇高温会加剧结实率的下降;灌浆期遇到高温,子粒充实度变差,稻米垩白增加,透明度降低,品质变劣^[6-7]。选育和推广适宜江汉平原种植的耐热性中稻品种是有效防控中稻高温热害的基础和重要途径之一,因此,通过筛选耐热性种质育成强耐热性中稻新品种并进行品种合理布局就成为当地种子工作者的当务之急和育种家的主攻育种目标之一。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参鉴材料共154份(含对照品种),其中2018年49份,2019年54份,2020年51份。在参鉴材料中,两系杂交稻品种77份,占参鉴材料总数50.00%,三系杂交稻品种50份,占参鉴材料总数32.47%,常规稻品种27份,占参鉴材料总数17.53%;3年均以大面积推广的丰两优4号为耐热性对照品种。

1.2 试验方法

试验于2018-2020年进行,田间自然高温鉴定分别在武汉华中农业大学、荆州长江大学和咸宁市农科院水稻试验基地进行,2020年咸宁市农科院未参与试验;玻璃温室高温耐热性鉴定试验在华中农业大学盆栽场进行。

1.2.1 田间自然高温耐热性鉴定 利用湖北地区(包括武汉、荆州、咸宁3个点)每年7月中旬至8月中旬的自然高温条件,采用分期播种方法进行田间自然鉴定。每个品种分别于4月20日、4月30日、5月10日分3期播种。5叶期左右移栽,栽插规格为 $16.7 \text{ cm} \times 26.7 \text{ cm}$,每个品种栽 3×10 株或 4×8 株,每穴插单苗,肥水管理和病虫害防治按照常规大田生产进行。大田温度、湿度利用DSR-TH数字化温湿度记录仪(ZOGLAB Microsystem Co. Ltd)每5 min进行1次实时记录。水稻抽穗时,待幼穗从剑叶长出2~3 cm分别挂牌^[10];成熟时按不同挂牌将分蘖分类取穗进行室内考种,分别考察结实率。

1.2.2 玻璃温室高温耐热性鉴定 每年试验材料于 4 月 30 日播种, 5 叶期左右移栽, 每个品种栽 4 盆 (直径 20 cm、高 20 cm 的塑料盆, 每盆中装入 4 kg 自然风干的水稻田土壤, 施加 N-P₂O₅-K₂O 配比为 12:18:15 的复合肥 6 g)、每盆 4 株, 在植株生长过程中去除多余的分蘖, 每株只保留 3 个抽穗一致的主分蘖。每个品种选 2 盆, 在第 1 朵颖花开花后连续在玻璃温室内进行 8 d 高温处理 (材料盆随机排列, 且每日将盆随机排列一次, 消除因位置所致误差), 温室内温度和湿度也利用 DSR-TH 数字化温湿度记录仪每 5 min 进行 1 次实时记录; 另外 2 盆在自然条件下生长, 作对照处理。高温处理结束后, 所有植株在自然条件下生长至成熟。玻璃温室通过通风口闭 (开) 达到自然增 (减) 温效果, 其增温幅度较外部开放空间可达 4~8 ℃, 能较好地满足水稻品种耐热性鉴定所需的高温条件。

1.2.3 性状考察及耐热性评价 对参鉴材料耐热性的评价在参照 2016 年 10 月农业部发布的高温行业标准 (NY/T 2915—2016)^[11] 基础上作适当调整。对于利用田间自然高温进行鉴定的材料, 根据武汉、荆州、咸宁 3 点的大田温度数据确定高温胁迫、常温条件下的结实率。以开花期日均温在 32 ℃以上、最高温在 35 ℃以上且持续时间在 5 d 以上作为受到高温胁迫的标准, 以这部分受到高温胁迫的分蘖的平均结实率作为参鉴材料在该试验点的高温结实率, 再以多年多点的平均值作为参鉴材料的大田高温结实率; 以适温下开花的分蘖的最高结实率作为常温条件下的结实率。大田条件下耐热性的评价采用相对耐热系数 R 进行衡量, 以丰两优 4 号作为耐热性对照品种。

$$R = \frac{R_{\bar{x}}}{R_{\bar{ck}}}$$

式中, $R_{\bar{x}}$: 参鉴材料高温条件平均结实率, $R_{\bar{ck}}$: 耐热性对照品种高温条件平均结实率。

对于利用玻璃温室模拟高温胁迫进行鉴定的材料, 待种子成熟时分别对经过和未经过玻璃温室模拟高温处理的 2 盆水稻植株进行结实率考种。温室条件下耐热性评价也采用相对耐热系数 R , 方法同上。

对参鉴材料耐热性的最终评价, 以大田条件和盆栽 2 种条件下相对耐热系数的平均值 (即综合相对耐热系数) 作为评价指标; 参照水稻主要病害分级命名习惯^[12] 对参鉴材料在开花期的耐热性进行分级评价 (表 1)。

表 1 水稻材料抽穗扬花期耐热性的分级评价标准^[12]

Table 1 Classification criteria for heat resistance of rice materials at the flowering stage^[12]

耐热性级别 Heat-resistant grade	相对耐热系数 R Relatively heat resistance coefficient	耐热性 Heat resistance
1	≥ 1.10	强
3	0.90~1.10	较强
5	0.70~0.90	一般
7	0.50~0.70	较弱
9	<0.50	弱

2 结果与分析

2.1 试验期间气候条件分析

大田监控的温度数据 (图 1) 显示, 3 个试验点在 2018-2020 年的 7 月中下旬至 8 月中下旬间 (正好是长江流域中稻开花期) 均出现了不同时长和时段的田间自然高温天气条件 (日均温在 32 ℃以上、最高温在 35 ℃以上且持续时间在 5 d 以上), 达到了热害鉴定标准。

玻璃温室的温度数据见图 2。2018 年、2019 年、2020 年处理时间段集中在 8 月 1-12 日、8 月 1-16 日、8 月 1-16 日, 期间日均温在 33.24~34.96 ℃、32.21~34.55 ℃、33.05~34.25 ℃ 之间, 日最高温在 39.10~41.50 ℃、38.90~41.03 ℃、38.50~40.90 ℃ 之间, 3 年均完全达到了鉴定条件标准。

2.2 参鉴水稻材料总体耐热性分析

参鉴材料 (含对照品种) 3 年共 154 份。在参鉴材料中, 两系杂交稻、三系杂交稻和常规稻分别占参鉴材料总数的 50.00%、32.47% 和 17.53%。综合参鉴水稻材料在自然高温 (武汉、咸宁、荆州) 和玻璃温室高温 (武汉) 两种条件下的结实率考种数据, 抽穗期耐热性总体表现见表 2。在耐热性强的品种中, 常规品种 (系)、两系杂交稻品种和三系杂交稻品种分别占其参鉴材料总数的 18.52%、12.82% 和 10.20%; 在耐热性较强的品种中, 常规品种 (系)、两系杂交稻品种和三系杂交稻品种分别占其参鉴材料总数的 59.26%、69.23% 和 65.31%; 在耐热性一般至较弱的品种中, 常规品种 (系)、两系杂交稻品种和三系杂交稻品种分别占其参鉴材料总数的 22.22%、16.66% 和 26.53%。研究结果表明, 参鉴材料总体耐热性好; 在耐热性强的品种中常规品种 (系) 占比较高, 两系杂交稻品种和三系杂交稻品种占比相当, 在耐热性较强的品种中, 两系杂交稻品种占比较高; 耐热性一般至较弱的品种中, 三系杂交稻品种占比 > 两系杂交稻品种占比 > 常规品种 (系) 占比。

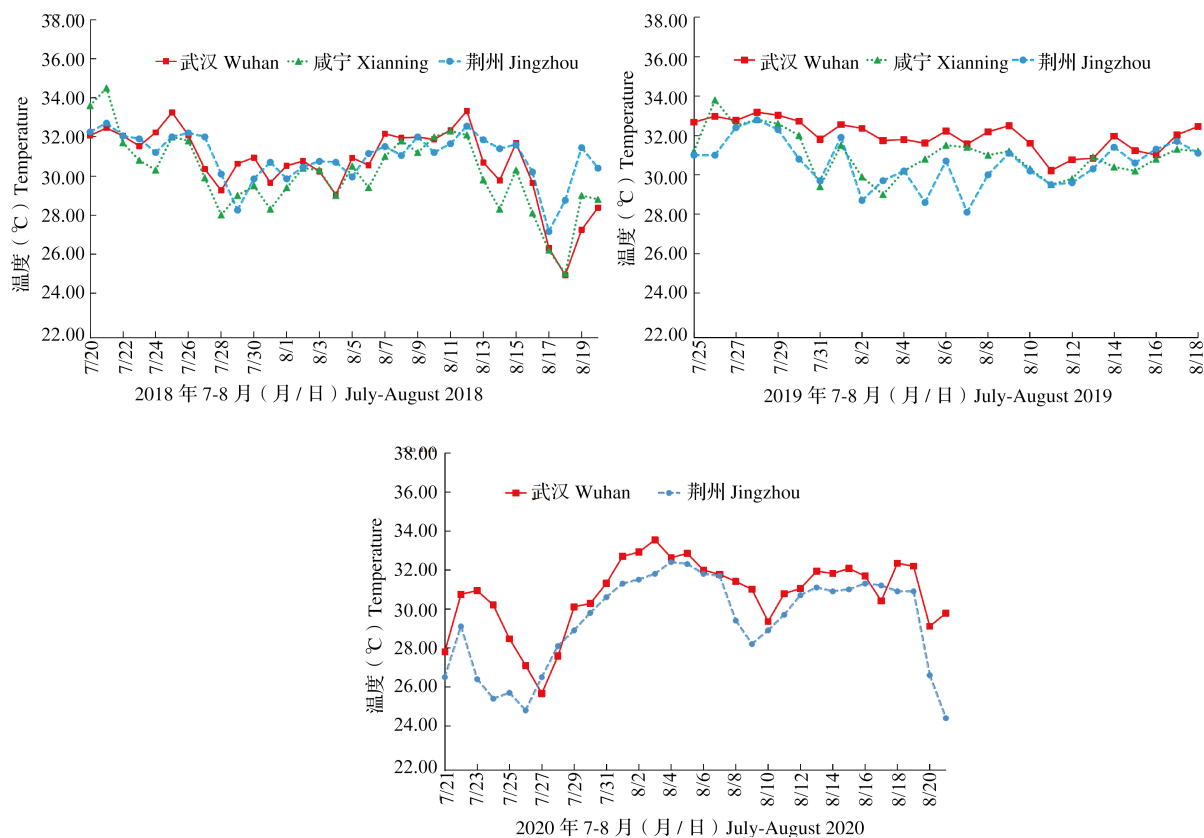


图 1 2018-2020 年湖北各鉴定点 7-8 月日平均温度数据 (大田)

Fig.1 Daily average temperature data for July-August in Hubei from 2018 to 2020 (field)

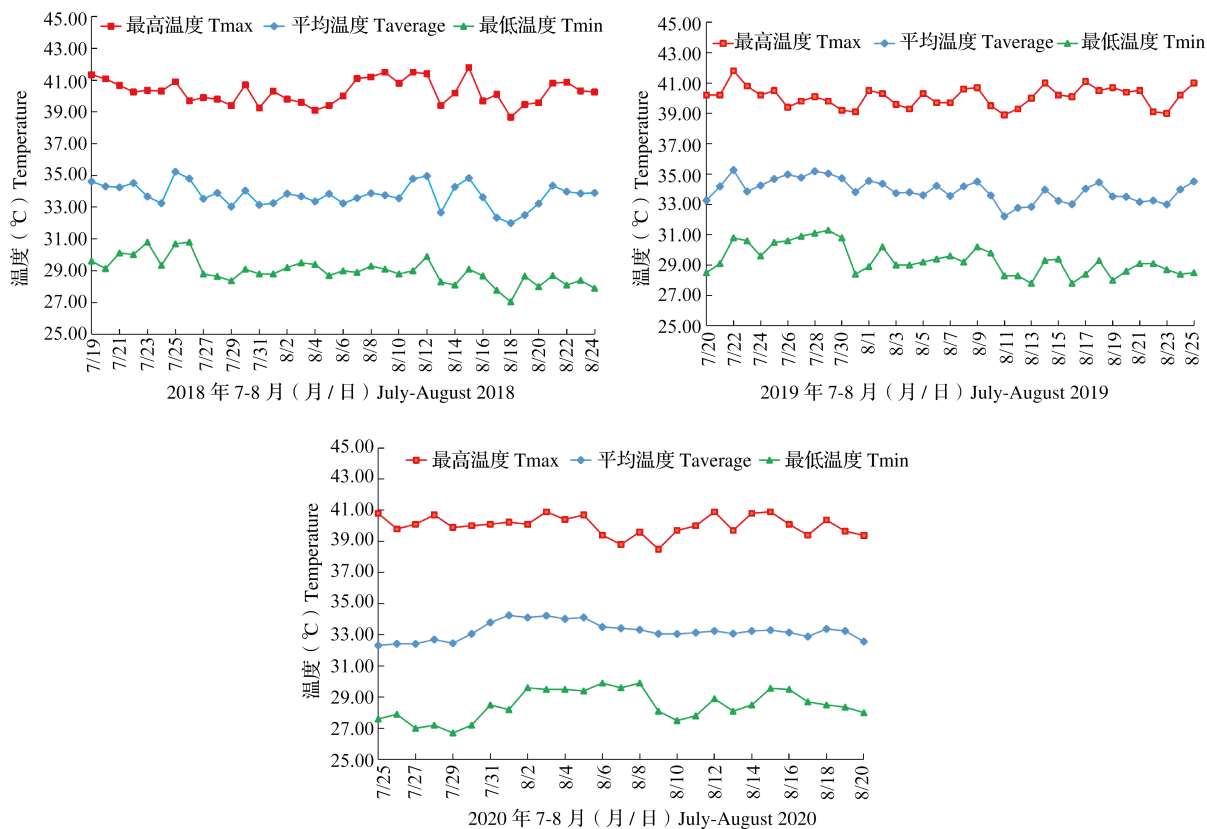


图 2 2018-2020 年湖北武汉华中农业大学 7-8 月温度数据 (玻璃温室)

Fig.2 Daily temperature data for July-August in Wuhan from 2018 to 2020 (glass greenhouse)

表 2 不同类型品种材料耐热性表现分析
Table 2 Analysis on heat resistance of different varieties

耐热性级别 Heat-resistant grade	常规品种(系) 份数 No. of conventional variety	两系杂交稻 品种份数 No. of two-line hybrid	三系杂交稻 品种份数 No. of three-line hybrid	合计份数 Total number
1 级 Grade 1	5	10	5	20
3 级 Grade 3	16	54	32	102
5 级 Grade 5	5	12	10	27
7 级 Grade 7	1	1	1	3
9 级 Grade 9	0	0	2	2
合计 Total	27	77	50	154

表 3 耐热性级别为 1 级的品种
Table 3 Selected varieties with grade 1 of heat resistance

年份 Year	品种编号 Code	名称 Name	类型 Type	大田 Field			盆栽 Pot			综合相对耐 热系数 CRHRC
				常温结实率 (%)	高温结实率 (%)	相对耐热 系数 RHSC	自然结实率 (%)	温室高温 结实率 (%)	相对耐热 系数 RHSC	
				SS/RT	SS/HT	RHSC	SSN	SSG	RHSC	
2020	20G31	S532	常规	90.37	81.38	1.11	88.92	62.84	1.25	1.18
2020	20G30	楚糯 3 号	常规	89.27	79.51	1.08	83.67	58.35	1.16	1.12
2020	20G34	利丰占	常规	90.66	81.32	1.11	87.36	55.40	1.10	1.11
2019	19G35	润珠香占	常规	86.76	75.91	1.06	85.93	55.79	1.15	1.11
2018	18G42	粤禾丝苗	常规	86.21	77.61	1.05	84.55	57.65	1.15	1.10
2020	20G43	两优楚禾占	两系	90.15	81.32	1.11	84.31	60.08	1.19	1.15
2020	20G16	襄两优 386	两系	91.62	81.08	1.10	88.37	58.62	1.16	1.13
2019	19G02	恩两优 454	两系	87.70	78.00	1.09	82.36	55.48	1.14	1.12
2019	19G12	超两优全香占	两系	88.73	80.17	1.12	85.64	53.64	1.10	1.11
2020	20G41	悦两优丝苗	两系	86.44	78.58	1.07	88.96	58.05	1.15	1.11
2018	18G30	C 两优 300	两系	88.82	78.19	1.06	81.87	57.32	1.15	1.11
2020	20G46	两优 1178	两系	90.55	80.35	1.09	88.24	56.39	1.12	1.11
2019	19G08	徽两优晶华占	两系	89.79	77.90	1.08	82.66	54.27	1.12	1.10
2020	20G01	铁两优 1503	两系	87.38	78.80	1.07	85.48	56.83	1.13	1.10
2018	18G09	全两优 5 号	两系	88.14	78.74	1.07	85.32	56.25	1.12	1.10
2018	18G16	荃优 133	三系	91.00	77.55	1.05	83.78	58.39	1.17	1.11
2020	20G26	荃优鄂丰丝苗	三系	88.54	79.54	1.08	84.40	57.74	1.14	1.11
2020	20G20	荃优挺占	三系	90.24	79.25	1.08	84.06	57.38	1.14	1.11
2019	19G24	荃优锦禾	三系	90.26	76.71	1.07	80.34	55.59	1.14	1.11
2018	18G15	荃优晶占	三系	88.96	78.47	1.07	83.25	56.44	1.13	1.10

SS/RT: Seed setting at room temperature, SS/HT: Seed setting at high temperature, RHSC: Relatively heat resistance coefficient, SSN: Seed setting in natural condition, SSG: Seed setting in greenhouse, CRHRC: Comprehensive relative heat resistance coefficient

2.3 参鉴材料耐热性表现及其利用

参鉴材料中耐热性强、抗性级别为 1 级且优于耐热对照的品种共 20 份, 占总参鉴材料的 12.99%, 其中常规品种(系)、两系组合和三系组合分别为 5 份、10 份和 5 份(表 2、表 3)。

粤禾丝苗、润珠香占、S532、楚糯 3 号和利丰占 5 份常规品种(系)既可以作耐热性种质资源进行育种利用, 也可优先审定后在热害常发稻区作耐热品种推广应用。荃优 133、荃优晶占、荃优锦禾、荃优鄂丰丝苗和荃优挺占 5 份三系杂交稻品种, 以及 C 两优 300、全两优 5 号、恩两优 454、超两优全香占、徽两优晶华占、两优楚禾占、襄两优 386、

悦两优丝苗、铁两优 1503 和两优 1178 10 份两系杂交稻品种,可优先审定后在热害常发稻区作耐热品种推广应用,可对其亲本或亲本之一进一步鉴定筛选,有可能从中筛选到可作耐热性种质资源利用的优异材料。

参鉴材料中有 102 份耐热性较强,抗性级别为 3 级且与耐热对照相当,占总参鉴材料的 66.23% (表 2, <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20210818003>, 附表 1),其中有鄂糯 98、红糯 1 号、龙王糯 81、扬辐糯 4 号、福稻 99、垦选 9276、隆华占、谷神占、黄泰占、华香 111、玉青占、华珍 371、福稻 299、垦选 9276、美香新占和黄科香 2 号常规品种(系)16 份,占参鉴常规品种(系)59.3%;两系杂交稻品种和三系杂交稻品种分别为 54 份次和 32 份次,分别占参鉴两系杂交稻品种和三系杂交稻品种的 70.13% 和 64.00%。这批材料可根据其性状的综合表现进行择优审定后,在热害常发稻区作耐热品种推广应用,其中的 16 份常规品种(系)耐热性较强,且大多综合农艺性状优良,在耐热性育种种质较匮乏的情况下可加以利用。

耐热性表现一般至弱的品种共 32 份,占总参鉴材料的 20.78% (详见 <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20210818003>, 附表 2),其中较弱至弱的品种 5 份次,占总参鉴材料的 3.25%,一般的品种 27 份次,占总参鉴材料的 17.53%。按品种类型分,其中有常规品种(系)6 份,两系杂交稻品种 13 份,三系杂交稻品种 13 份。这些品种建议在审定时优先淘汰,即使通过审定在推广应用时也要特别谨慎。

作为湖北省主推的常规稻黄华占在 3 年鉴定中耐热性表现均为一般,生产上应通过调整播期减少高温带来的危害。中广优 2 号耐热性表现劣于黄华占,可作常规品种高温敏感指示品种应用。华浙优 1534 和特优 559 这 2 个三系组合耐热性弱,可作耐热性鉴定试验中的高温敏感指示品种应用。

3 讨论

3.1 耐热性品种鉴定评价体系有待进一步完善

目前我国在水稻品种耐热性鉴定评价标准方面尚未规范统一,缺乏可操作性,主要采用 2016 年 10 月原农业部发布的高温行业标准(NY/T 2915—2016)进行评价^[4-5, 13],2020 年安徽省在此基础上结合本鉴定方法制订并发布了《一季籼稻品种耐热性鉴定技术规程》(DB34/T 3484—2019)^[14],但仍需进一步制订、完善、规范、统一鉴定评价体系和标准。

关于水稻开花历期,水稻单个分蘖的开花期一般历时 4~6 d,若每株选取多个分蘖进行开花期耐热性鉴定历时更长,因此将胁迫时间延长至 5 d,这样可以更好的让高温覆盖整个花期;本试验涉及到湖北江汉平原 3 个试验点,各试点间温度各不相同:武汉点高温胁迫较重,咸宁和荆州两点相对轻点;为了兼顾咸宁、荆州两点,进而把日平均气温、日最高气温进行了微调。另外,根据我们多年田间试验表明,绝大部分高温敏感型水稻品种在开花期日平均气温在 32 ℃以上、日最高气温在 35 ℃以上且持续时间在 5 d 的环境已表现出高温危害。在湖北的 3 个鉴定点中,武汉试验点 3 年都达到了行业鉴定标准(连续 3 d 的最高气温 ≥ 38 ℃,每天高温持续时间 ≥ 5 h):如 2018 年 7 月 14-25 日、2018 年 8 月 7-12 日、2019 年 7 月 30 日-8 月 8 日、2020 年 7 月 30 日-8 月 5 日。对于没有达到鉴定标准条件下的点次(如 2020 年荆州)只是采纳了其常温结实率,是没有纳入高温结实率进行统计的。

关于耐热性的分级指标的调整,NY/T 2915—2016 中采用的指标是高温相对结实率 $HRFR = \text{供试品种 A 的高温结实率} / \text{供试品种 A 的常温结实率}$,是同一品种在高温与常温下结实率的比值,如果供试品种在常温下结实率偏低可能导致 $HRFR$ 偏高;而本文采用的是相对耐热系数 = 供试品种 A 的高温结实率 / 对照品种的高温结实率,对照品种用的是国家长江中下游水稻区试对照长江流域主推品种丰两优 4 号(自然结实率多年维持在 85% 左右),这能较好地避免上述情况。另外,考虑到品种区域试验是否淘汰供试品种主要是与对照品种进行比较,按照国家水稻专委会的建议采用相对耐热系数来评价区试品种耐热性更为合适。据悉现阶段很多育种单位如隆平高科、安徽荃银、中种、湖北种子集团等非常重视育种材料的耐热性筛选。品种的耐热性直接关系到品种的安全性,很多育种单位都建立了水稻耐热性筛选的智能温室系统;且供试材料均是完成 1~2 年区域试验晋级生产试验的品种,绝大部分的综合性状也比较优良,因此参试品种整体耐热性较强是有可能的,如果使用最近审定的耐热性比丰两优 4 号更强一些的主推品种如晶两优 534、荃优华占、隆两优 1988 等作为耐热性对照品种,耐热品种的比例就会降低。

此外,建议在新标准中增设耐热对照品种组和热敏感指示品种组。前者用于评价参鉴品种的相对耐热性,后者用于评价鉴定年份鉴定的有效性和重

演性。耐热对照品种组除现有对照丰两优 4 号仍作主对照外,常设一个常规稻品种和一个糯稻品种参考对照,可用一个耐热更好的常规品种如粤禾丝苗和润珠香占等替换现有常规稻品种参考对照黄华占;而热敏感指示品种组,可添加特优 559、华浙优 1534 和中广优 2 号等品种。

新标准中用于品种耐热性定性的相对耐热系数有待调整,即弱调整为 $R < 0.70$,较弱调整为 $0.70 \leq R < 0.80$,更符合生产实际。田间自然高温胁迫鉴定稳定性较差,但与生产实际吻合度高,代表性强,玻璃温室高温胁迫鉴定稳定性好,但与生产实际吻合度较低,代表性不强,两者必需紧密结合互补,目前湖北省田间自然高温胁迫鉴定点较少且不稳定,因此,建立稳定、高效、代表性强的田间自然高温胁迫鉴定试验点,培训一支稳定高素质的试验人员队伍十分关键。

3.2 耐热性新种质创制与新品种选育推广

耐热性种质资源匮乏。随着全球气候变暖,高温热害对水稻生产造成的影响日趋严重,选育耐热水稻品种越来越重要。符冠富等^[15]的研究表明我国恢复系多属于不耐热性材料,不育系耐热性明显高于恢复系;陈云凤等^[16]的研究表明籼稻资源中有更大的可能获得强耐热性的稻种资源;胡声博等^[17]的研究表明母本对杂交水稻的耐热性起主导作用,这与本研究中杂交稻品种耐热性总体不及常规品种的结论相吻合。吕直文等^[18]研究表明杂交水稻组合的耐热性与其亲本材料的耐热性相关。在现阶段可利用的强耐热性种质资源十分匮乏,尤其是强耐热性优质不育系种质资源。因此在建立完善耐热性品种鉴定评价体系的基础上,大力开展水稻耐热优异种质的发掘、评价与利用,着力培育新的耐热性优质不育系亲本是培育耐热水稻品种(组合)的关键所在。

目前研究普遍认为,水稻耐热性是一个受多基因调控的典型的数量性状,迄今已有超过 60 个水稻耐热性相关的 QTL 被定位,大多表现为水稻开花期和灌浆期耐热,部分检测到的主效 QTL 对耐热性变异的贡献率近 20%,这些 QTL 在水稻 12 条染色体上均有分布,但第 6、7 号染色体上尚未检测到与开花期耐热性相关的 QTL^[19]。尽管已经定位了大量的水稻耐热性状 QTL,但是耐热 QTL 的克隆研究仍少见报道^[19],且这些耐热 QTL 的表达受到遗传背景的影响,限制了这些 QTL 在育种上的利用。因此需要分离鉴定出更多与水稻高温响应相关的新基

因,加深对水稻高温耐受分子机理的认识,为培育耐热高产优质水稻奠定基础。

耐热性优质品种不多,不能满足生产需求。本研究结果显示参鉴材料总体耐热性表现较好,表明在品种选育阶段通过有目的地高温胁迫筛选,可能选育出耐热性能强的中稻品种。目前在长江中下游地区中稻生产中,强耐热性优质品种并不多。黄华占是该区域推广面积较大的早熟常规中稻品种,是稻虾种养模式的主推品种,其耐热性并不理想,在不少年份如 2018 年,遭受高温热害非常严重。不少优质迟熟中稻品种,特别是杂交稻品种,若在高温热害条件下抽穗开花和灌浆,其品质会大幅下降。因此在选育长江中下游地区中稻品种的过程中,应加大在品质性状方面对高温热害钝感类型材料的筛选、创建和利用力度,培育出耐热性优质品种,尤其是耐热性强的早熟中稻品种,通过品种合理布局不断满足水稻产业发展需求。

参考文献

- [1] 徐富贤,周兴兵,蒋鹏,张林,熊洪,郭晓艺,朱永川,刘茂. 利用杂交水稻开花比例鉴定耐高温性的方法. 中国生态农业学报, 2017, 25(9): 1335-1344
Xu F X, Zhou X B, Jiang P, Zhang L, Xiong H, Guo X Y, Zhu Y C, Liu M. Identification method of high temperature resistance of hybrid rice based on flowering rate. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2017, 25(9): 1335-1344
- [2] He L, Cleverly J, Wang B, Jin N, Mi C. Multi-model ensemble projections of future extreme heat stress on rice across southern China. Theoretical and Applied Climatology, 2018, 133(3-4): 1107-1118
- [3] 田小海,罗海伟,周恒多,吴晨阳. 中国水稻热害研究历史、进展与展望. 中国农学通报, 2009, 25(22): 174-176
Tian X H, Luo H W, Zhou H D, Wu C Y. Research on heat stress of rice in China: progress and prospect. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(22): 174-176
- [4] 高园,沈升,刘科,杨璐,魏中伟,马国辉,田小海. 杂交水稻新品种在自然高温下的耐热性评价. 杂交水稻, 2019, 34(6): 68-74
Gao Y, Shen S, Liu K, Yang L, Wei Z W, Ma G H, Tian X H. Evaluation of heat tolerance of new hybrid rice varieties under natural high temperature conditions. Hybrid Rice, 2019, 34(6): 68-74
- [5] 郭晓艺,熊洪,张林,蒋鹏,朱永川,周兴兵,刘茂,徐富贤. 杂交水稻恢复系和杂交组合的耐热性评价. 中国生态农业学报, 2018, 26(9): 1343-1354
Guo X Y, Xiong H, Zhang L, Jiang P, Zhu Y C, Zhou X B, Liu M, Xu F X. Evaluation of heat resistance of hybrid rice restorer lines and combinations. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2018, 26(9): 1343-1354
- [6] 徐得泽,程航,游艾青,吴建平. 湖北省高档优质稻产业化研究. 现代农业科技, 2010(20): 114-115
Xu D Z, Cheng H, You A Q, Wu J P. Study on the

- industrialization of high-grade and high-quality rice in Hubei province. *Xiandai Nongye Keji*, 2010 (20): 114-115
- [7] 吴丹, 姚栋萍, 李莺歌, 吴俊, 伍富根, 邓启云. 水稻花药培养技术及其育种应用的研究进展. *湖南农业科学*, 2015 (2): 139-142
- Wu D, Yao D P, Li Y G, Wu J, Wu F G, Deng Q Y. Research progress of rice anther culture technology and its application in breeding. *Hunan Agricultural Sciences*, 2015 (2): 139-142
- [8] Matsui T, Omasa K. Rice (*Oryza sativa* L.) cultivars tolerant to high temperature at flowering: anther characteristics. *Annals of Botany*, 2002, 89 (6): 683-687
- [9] 张桂莲, 刘思言, 张顺堂, 肖应辉, 唐文邦, 陈立云. 抽穗开花期不同高温处理对水稻开花习性和结实率的影响. *中国农学通报*, 2012, 28 (30): 116-120
- Zhang G L, Liu S Y, Zhang S T, Xiao Y H, Tang W B, Chen L Y. Effects of different high temperature treatment on flowering characteristics and seed setting of rice during heading and flowering period. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2012, 28 (30): 116-120
- [10] 肖本泽, 赵爽, 龚耀. 水稻分蘖田间耐热性鉴定方法. *华中农业大学学报*, 2011, 30 (5): 539-544
- Xiao B Z, Zhao S, Gong Y. An effective method of investigating high-temperature tolerance of rice tiller under field conditions. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2011, 30 (5): 539-544
- [11] 朱德峰, 汤金仪, 张玉屏, 李春广, 王亚梁, 周建霞, 陈惠哲, 王爱珺, 向镜, 张义凯, 陈应志. NY/T 2915—2016 水稻高温热害鉴定与分级. 北京: 全国农业技术推广服务中心, 2016
- Zhu D F, Tang J Y, Zhang Y P, Li C G, Wang Y L, Zhou J X, Chen H Z, Wang A J, Xiang J, Zhang Y K, Chen Y Z. NY/T 2915—2016 Identification and classification of heat injury of rice. Beijing: National Agricultural Technology Extension Service Center, 2016
- [12] 穆娟微, 李鹏, 李德萍, 刘梦红, 伦志安. 寒地水稻主要病害调查研究. *北方水稻*, 2009, 39 (3): 19-21
- Mu J W, Li P, Li D P, Liu M H, Lun Z A. Investigation on major rice diseases in cold area. *North Rice*, 2009, 39 (3): 19-21
- [13] 李培德, 周雷, 李珍连, 刘凯, 徐华山, 杨国才, 陈志军, 阚雯俊, 李三和, 游艾青. 耐热水稻种质资源的筛选与初步评价. *湖北农业科学*, 2019, 58 (24): 20-22
- Li P D, Zhou L, Li Z L, Liu K, Xu H S, Yang G C, Chen Z J, Zha W J, Li S H, You A Q. Screening and preliminary evaluation of rice germplasm tolerant to high temperature. *Hubei Agricultural Sciences*, 2019, 58 (24): 20-22
- [14] 张德文, 汪婉琳, 张伟. 江淮地区水稻耐热性鉴定技术研究. *安徽农业科学*, 2020, 48 (12): 20-22
- Zhang D W, Wang W L, Zhang W. Study on identification technology of rice heat tolerance in Jianghuai region. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48 (12): 20-22
- [15] 符冠富, 宋健, 廖西元, 章秀福, 熊杰, 王熹, 乐明凯, 陶龙兴. 中国常用水稻保持系及恢复系开花灌浆期耐热性评价. *中国水稻科学*, 2011, 25 (5): 495-500
- Fu G F, Song J, Liao X Y, Zhang X F, Xiong J, Wang X, Le M K, Tao L X. Thermal resistance of common rice maintainer and restorer lines to high temperature stress during flowering and early grain filling stages. *Chinese Journal of Rice Science*, 2011, 25 (5): 495-500
- [16] 陈云凤, 黎世龄, 罗筱平, 李如意, 管地发, 吴青佼. 水稻抽穗扬花期抗高温品系筛选试验. *广东农业科学*, 2017, 44 (2): 1-5
- Chen Y F, Li S L, Luo X P, Li R Y, Guan D F, Wu Q J. Screening of high temperature resistant strains of rice during heading and flowering period. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2017, 44 (2): 1-5
- [17] 胡声博, 张玉屏, 朱德峰, 林贤青, 向镜. 杂交水稻耐热性评价. *中国水稻科学*, 2012, 26 (6): 751-756
- Hu S B, Zhang Y P, Zhu D F, Lin X Q, Xiang J. Evaluation of heat resistance in hybrid rice. *Chinese Journal of Rice Science*, 2012, 26 (6): 751-756
- [18] 吕直文, 严明建, 黄成志, 雷树凡, 黄文章, 胡景涛, 卿明敬. 水稻亲本材料及其杂交组合开花灌浆期耐热性评价. *种子*, 2016, 35 (7): 69-72
- Ly Z W, Yan M J, Huang C Z, Lei S F, Huang W Z, Hu J T, Qing M J. Evaluation on heat-resistance of rice parents and their hybrid rice combinations to high temperature stress during flowering and early grain filling stages. *Seed*, 2016, 35 (7): 69-72
- [19] 张和云, 朱嘉瑜, 葛杭悦, 陈杨, 陈飞. 水稻耐热性遗传调控机理研究进展. *浙江农业科学*, 2019, 60 (7): 1097-1100
- Zhang H Y, Zhu J Y, Ge H Y, Chen Y, Chen F. Research progress on genetic regulation mechanism of heat tolerance in rice. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2019, 60 (7): 1097-1100

附表 1 耐热表现为 3 级的品种

Table S1 Selected varieties with grade 3 of heat resistance

年份 Year	品种编号 Code	品种名称 Name	类型 Type	大田（武汉、咸宁、荆州） Field(Wuhan,Xianning, Jingzhou)			盆栽（武汉） Pot (Wuhan)			综合相对耐 热系数 CRHRC
				常温结 实率（%） SS/RT	高温结实 率（%） SS/HT	相对耐热 系数 R RHSC	自然结实率（%） SSN	温室高温结 实率（%） SSG	相对耐热 系数 R RHSC	
2019	19G36	谷神占	常规	86.28	76.96	1.07	83.24	52.34	1.08	1.08
2018	18G41	垦选 9276	常规	85.91	74.41	1.01	82.98	53.54	1.07	1.04
2020	20G33	龙王糯 81	常规	88.94	73.26	1.00	84.32	53.23	1.05	1.03
2020	20G37	华珍 371	常规	88.36	73.57	1.00	85.61	52.31	1.04	1.02
2018	18G38	福稻 99	常规	87.62	72.80	0.99	82.53	51.32	1.03	1.01
2019	19G37	黄泰占	常规	85.39	72.27	1.01	81.36	48.59	1.00	1.01
2020	20G39	垦选 9276	常规	87.48	72.89	0.99	84.98	51.58	1.02	1.01
2020	20G40	美香新占	常规	88.17	72.67	0.99	88.27	51.36	1.02	1.01
2018	18G35	鄂糯 98	常规	85.23	69.94	0.95	87.67	52.65	1.05	1.00
2020	20G36	玉青占	常规	90.36	75.24	1.02	91.02	48.69	0.96	0.99
2020	20G35	华香 111	常规	86.37	70.24	0.95	85.26	51.51	1.02	0.99
2020	20G48	黄科香 2 号	常规	85.99	73.28	1.00	80.69	49.01	0.97	0.99
2020	20G38	福稻 299	常规	87.39	71.25	0.97	87.11	50.17	0.99	0.98
2018	18G36	红糯 1 号	常规	84.11	68.21	0.93	84.03	50.28	1.00	0.97
2020	20G51	扬辐糯 4 号(CK)	常规	84.06	67.92	0.92	85.11	47.21	0.94	0.93
2019	19G34	隆华占	常规	81.10	69.28	0.96	76.38	43.25	0.89	0.93
2018	18G31	韵两优 5187	两系	90.05	80.07	1.09	88.32	53.71	1.07	1.08
2020	20G12	C 两优 361	两系	83.68	75.72	1.03	81.24	55.38	1.10	1.07

2020	20G18	金两优 1 号	两系	89.86	77.29	1.05	82.07	54.32	1.08	1.07
2018	18G20	强两优 688	两系	85.25	73.57	1.00	85.89	55.35	1.11	1.06
2019	19G28	粳两优 1835	两系	87.40	75.40	1.05	84.77	51.36	1.06	1.06
2019	19G54	扬两优 6 号	两系	90.04	74.48	1.04	85.78	51.36	1.06	1.05
2020	20G19	华两优 601	两系	88.04	76.44	1.04	82.94	53.64	1.06	1.05
2020	20G45	源两优 457	两系	90.24	79.48	1.08	85.24	51.69	1.02	1.05
2018	18G07	襄两优 322	两系	86.70	72.72	0.99	80.88	54.85	1.10	1.05
2018	18G08	明两优雅占	两系	85.69	72.82	0.99	82.14	55.24	1.10	1.05
2019	19G45	创两优 412	两系	85.86	73.08	1.02	83.65	51.81	1.07	1.05
2020	20G03	创两优 612	两系	86.36	74.70	1.02	86.27	53.67	1.06	1.04
2020	20G17	深两优 595	两系	90.44	75.38	1.02	86.23	53.45	1.06	1.04
2018	18G13	C 两优 018	两系	87.63	75.54	1.03	82.49	51.36	1.03	1.03
2019	19G06	华两优 2885	两系	88.50	73.23	1.02	83.51	50.46	1.04	1.03
2020	20G11	创两优 348	两系	84.27	74.56	1.01	82.75	52.87	1.05	1.03
2020	20G14	C 两优 2289	两系	85.67	72.18	0.98	82.55	54.30	1.08	1.03
2020	20G07	香两优 6218	两系	87.49	74.38	1.01	84.90	52.66	1.04	1.03
2020	20G10	两优 257	两系	84.09	73.87	1.00	83.24	52.65	1.04	1.02
2019	19G05	创两优挺占	两系	89.44	72.92	1.02	82.67	48.97	1.01	1.02
2018	18G05	全两优华占	两系	86.22	75.31	1.02	82.31	50.14	1.00	1.01
2018	18G40	襄两优 138	两系	90.21	75.15	1.02	88.41	50.14	1.00	1.01
2019	19G09	益 46 两优 813	两系	88.31	72.51	1.01	81.71	49.13	1.01	1.01
2019	19G11	荆两优 1107	两系	88.66	73.49	1.02	83.88	48.67	1.00	1.01
2019	19G41	春两优华占	两系	84.84	73.41	1.02	81.73	48.65	1.00	1.01
2019	19G47	魅两优美占	两系	85.64	71.34	0.99	83.65	49.90	1.03	1.01
2020	20G09	隆两优 3703	两系	84.66	74.64	1.01	86.46	51.19	1.01	1.01
2019	19G14	两优粤禾丝苗	两系	86.61	73.19	1.02	83.64	48.63	1.00	1.01

2018	18G19	C 两优 518	两系	82.98	71.55	0.97	82.64	51.91	1.04	1.01
2020	20G42	春 9 两优华占	两系	83.79	70.08	0.95	80.17	53.33	1.06	1.01
2018	18G47	丰两优 4 号(CK)	两系	86.63	73.61	1.00	84.20	50.06	1.00	1.00
2019	19G40	中两优 2877	两系	85.73	70.30	0.98	82.47	49.65	1.02	1.00
2019	19G53	丰两优四号	两系	88.26	71.82	1.00	83.65	48.64	1.00	1.00
2020	20G49	丰两优四号(CK)	两系	85.79	73.55	1.00	82.54	50.47	1.00	1.00
2019	19G42	仙两优 757	两系	84.67	71.44	0.99	82.42	47.65	0.98	0.99
2019	19G46	华两优 2822	两系	87.51	72.08	1.00	82.47	47.30	0.97	0.99
2018	18G23	华两优 3734	两系	86.36	72.75	0.99	85.35	48.72	0.97	0.98
2018	18G26	E 农 1S/R20	两系	85.96	68.53	0.93	88.52	51.64	1.03	0.98
2018	18G43	Y 两优 911	两系	87.48	71.51	0.97	88.86	49.65	0.99	0.98
2019	19G04	E 两优 2071	两系	86.97	72.62	1.01	80.25	46.36	0.95	0.98
2018	18G25	香两优 16	两系	83.04	68.65	0.93	83.18	50.95	1.02	0.98
2018	18G45	两优 748	两系	87.19	74.60	1.01	91.42	47.25	0.94	0.98
2019	19G44	天源 6S/R179	两系	87.99	70.53	0.98	82.47	47.36	0.97	0.98
2018	18G17	亚两优黄莉占	两系	87.79	73.18	0.99	89.47	47.56	0.95	0.97
2019	19G10	天两优 688	两系	85.89	71.04	0.99	82.26	46.18	0.95	0.97
2019	19G43	徽两优得丰占	两系	86.33	70.05	0.98	82.47	46.63	0.96	0.97
2020	20G15	黄两优 913	两系	86.61	70.24	0.95	85.21	50.21	0.99	0.97
2018	18G48	扬两优 6 号	两系	87.17	73.64	1.00	80.99	46.38	0.93	0.97
2018	18G06	两优 66	两系	84.52	71.82	0.98	81.24	45.96	0.92	0.95
2018	18G12	大农两优 2 号	两系	81.75	67.98	0.92	80.44	48.63	0.97	0.95
2018	18G02	华两优 2869	两系	83.61	67.89	0.92	78.65	48.25	0.96	0.94
2018	18G37	创两优 510	两系	86.61	71.46	0.97	84.23	45.51	0.91	0.94
2019	19G38	浙两优 2652	两系	84.82	65.83	0.92	83.47	44.81	0.92	0.92
2020	20G13	EK2S/R603	两系	82.45	65.30	0.89	78.36	48.03	0.95	0.92

2020	20G44	EK3S/R76	两系	84.48	65.14	0.89	82.80	47.95	0.95	0.92
2018	18G10	荃优 412	三系	86.80	75.75	1.03	83.54	56.72	1.13	1.08
2018	18G18	荃优 303	三系	86.61	73.95	1.00	88.49	56.87	1.14	1.07
2020	20G22	荃优 9320	三系	88.97	78.39	1.07	82.89	53.27	1.06	1.07
2018	18G46	吉优华占	三系	87.14	74.51	1.01	87.31	54.93	1.10	1.06
2019	19G31	甬优 4919	三系	86.29	74.83	1.04	82.35	51.38	1.06	1.05
2020	20G28	甬优 6719	三系	88.22	78.32	1.06	83.18	52.65	1.04	1.05
2019	19G15	荃优 1175	三系	85.82	76.01	1.06	84.92	50.27	1.03	1.05
2019	19G16	华荃优 5195	三系	86.81	73.67	1.03	83.91	51.36	1.06	1.05
2019	19G26	福优 9188	三系	86.14	73.45	1.02	81.84	51.28	1.05	1.04
2018	18G24	隆晶优 4393	三系	85.02	71.07	0.97	85.88	54.34	1.09	1.03
2020	20G29	甬优 4918	三系	86.70	72.98	0.99	81.92	54.17	1.07	1.03
2018	18G32	荃优 7810	三系	87.63	74.89	1.02	83.62	51.04	1.02	1.02
2019	19G27	巨 2 优 68	三系	86.91	73.62	1.03	82.59	49.24	1.01	1.02
2018	18G44	荃优 071	三系	84.56	68.19	0.93	89.82	53.64	1.07	1.00
2019	19G29	甬优 3804	三系	85.74	71.61	1.00	82.76	47.53	0.98	0.99
2019	19G30	甬优 6720	三系	83.47	70.73	0.98	83.45	48.69	1.00	0.99
2019	19G52	安优粤农丝苗	三系	84.88	71.39	0.99	81.25	47.62	0.98	0.99
2018	18G04	广 8 优粤禾丝苗	三系	89.04	76.59	1.04	82.19	45.95	0.92	0.98
2019	19G17	荃优 368	三系	85.12	69.35	0.97	83.57	48.08	0.99	0.98
2019	19G21	旌 3 优 4038	三系	86.54	68.70	0.96	82.74	48.65	1.00	0.98
2018	18G21	荃优 967	三系	82.89	71.66	0.97	81.25	48.31	0.97	0.97
2019	19G23	巨 2 优 67	三系	85.03	70.69	0.98	79.86	46.21	0.95	0.97
2020	20G27	旱优 79	三系	82.93	70.02	0.95	79.26	49.68	0.98	0.97

2020	20G23	巨 2 优 80	三系	84.47	68.60	0.93	80.37	49.85	0.99	0.96
2019	19G50	恒丰优金丝占	三系	82.80	69.89	0.97	82.47	45.68	0.94	0.96
2018	18G01	7A/R88	三系	86.01	71.79	0.98	87.01	45.55	0.91	0.95
2020	20G06	广湘优 718	三系	86.63	69.88	0.95	83.22	47.50	0.94	0.95
2020	20G21	荃优 60	三系	85.67	67.32	0.92	81.08	47.32	0.94	0.93
2018	18G33	甬优 6711	三系	87.02	69.48	0.94	79.16	45.58	0.91	0.93
2018	18G29	兆优 6377	三系	85.28	71.28	0.97	81.36	43.25	0.86	0.92
2019	19G32	甬优 7055	三系	83.98	66.15	0.92	81.24	44.36	0.91	0.92

附表 2 耐热性表现 5-9 级的品种

Table S2 Selected varieties with grade 5 to 9 of heat resistance

年份 Year	品种编号 Code	品种名称 Name	类型 Type	大田（武汉、咸宁、荆州） Field(Wuhan,Xianning, Jingzhou)			盆栽（武汉） Pot (Wuhan)			综合相对耐 热系数 CRHRC	级别 Grade
				常温	高温结实	相对耐热	自然结实率 (%)	温室高温结	相对耐热		
				结实率 (%)	率 (%)	系数 R		实率 (%)	系数 R		
				SS/RT	SS/HT	RHSC	SSN	SSG	RHSC		
2018	18G34	荆楚糯 28	常规	83.95	62.74	0.85	78.12	40.14	0.80	0.83	5
2019	19G33	惠丰丝苗	常规	83.63	64.88	0.90	80.85	40.50	0.83	0.87	5
2019	19G55	黄华占	常规	82.26	61.41	0.86	80.55	42.31	0.87	0.87	5
2018	18G49	黄华占	常规	85.31	69.79	0.95	87.59	40.64	0.81	0.88	5
2020	20G50	黄华占(CK)	常规	88.47	70.02	0.95	83.64	42.26	0.84	0.90	5
2019	19G01	荆两优 6671	两系	84.71	60.80	0.85	81.84	40.36	0.83	0.84	5
2019	19G13	锦两优 115	两系	86.37	59.61	0.83	82.43	41.52	0.85	0.84	5
2019	19G03	C815S/望恢 143	两系	83.79	61.21	0.85	75.36	40.71	0.84	0.85	5

2020	20G05	焯两优 1057	两系	84.06	65.15	0.89	82.23	41.58	0.82	0.86	5
2020	20G32	糯两优 71	两系	79.38	65.51	0.89	76.28	41.44	0.82	0.86	5
2019	19G39	旺两优 911	两系	77.34	64.04	0.89	74.58	40.17	0.83	0.86	5
2019	19G48	华两优 125	两系	79.09	62.53	0.87	75.68	41.28	0.85	0.86	5
2020	20G02	两优 1724	两系	82.60	63.51	0.86	83.18	44.33	0.88	0.87	5
2020	20G08	忠两优荃晶丝苗	两系	81.25	63.06	0.86	83.77	44.45	0.88	0.87	5
2018	18G11	创两优 965	两系	80.56	66.40	0.90	77.36	42.66	0.85	0.88	5
2018	18G27	楚两优 662	两系	83.64	65.64	0.89	81.36	43.21	0.86	0.88	5
2018	18G14	H068S/R1368	两系	82.85	64.01	0.87	84.50	45.55	0.91	0.89	5
2020	20G47	川康优新华占	三系	78.99	60.31	0.82	73.58	38.45	0.76	0.79	5
2019	19G19	荃优 425	三系	83.77	59.91	0.83	81.36	39.25	0.81	0.82	5
2019	19G22	荃优 8238	三系	83.05	63.44	0.88	79.25	38.40	0.79	0.84	5
2020	20G24	冈特优 8024	三系	80.36	62.24	0.85	75.24	42.52	0.84	0.85	5
2019	19G49	敦优 972	三系	78.95	63.30	0.88	74.85	41.08	0.84	0.86	5
2019	19G25	领优华占	三系	83.68	62.44	0.87	81.48	41.68	0.86	0.87	5
2020	20G25	中禾优 1 号	三系	82.39	64.78	0.88	80.47	42.66	0.85	0.87	5
2019	19G18	荃优 106	三系	86.08	64.18	0.89	82.47	42.35	0.87	0.88	5
2019	19G51	鄂香 4A/康农 R06	三系	87.54	62.80	0.87	80.26	43.12	0.89	0.88	5
2018	18G28	荃优丝苗 1 号	三系	81.16	68.23	0.93	88.47	42.55	0.85	0.89	5
2018	18G39	中广优 2 号	常规	77.50	51.14	0.69	76.88	31.47	0.63	0.66	7
2020	20G04	华两优 409	两系	78.33	54.37	0.74	69.39	30.58	0.61	0.68	7
2019	19G20	荃优 3818	三系	79.08	50.01	0.70	75.22	30.30	0.62	0.66	7
2018	18G50	特优 559(CK)	三系	72.65	35.78	0.49	72.67	21.63	0.43	0.46	9
2018	18G22	华浙优 1534	三系	73.14	35.27	0.48	74.24	24.92	0.50	0.49	9