

第三次湖南省水稻普查收集种质资源鉴定评价

宋根才¹,段永红¹,杨天铭¹,邓晶²,余亚莹¹,阳标仁¹,黄凤林¹
(¹湖南杂交水稻研究中心/杂交水稻国家重点实验室,长沙 410125; ²湖南省农业科学院,长沙 410125)

摘要:对“第三次湖南省农作物种质资源普查与收集行动”项目(简称“湖南省三普”)收集的225份水稻种质资源进行主要农艺性状和抗病性鉴定评价,结果表明,湖南省三普收集的水稻种质资源分为籼亚种与粳亚种,以籼亚种为主,占94.2%;粘稻与糯稻占比接近,分别为53.8%和46.2%;种皮颜色种类丰富,有白色、黑色、红色、紫色、绿色和褐色,其中红米、黑米、紫米、绿米和褐米种质资源共41份。湖南省三普收集的水稻种质资源遗传变异丰富,数量性状变异系数范围为6.47%~52.54%,多数表现为抗倒伏、茎秆角度适中、剑叶直立、颖尖秆黄色、颖色黄色、无芒且谷粒形状多为中长形。鉴定出14份生育期适宜(110~130 d)、株高适宜(110~140 cm)、结实率高(>90%)、抗病性较强(中抗及以上)、穗大粒多(≥200粒/穗)、千粒重适宜(≥30 g)的优良种质资源,同时,还筛选出13份优良糯稻种质资源、20份有色功能稻种质资源。本研究优异水稻种质资源将为基础研究与新品种培育等提供重要的物质基础。

关键词:湖南;水稻;种质资源;鉴定评价;优异种质

Identification and Evaluation of Germplasm Resources Collected in the Third Rice General Survey of Hunan Province

SONG Gencai¹, DUAN Yonghong¹, YANG Tianming¹, DENG Jing²,
YU Yaying¹, YANG Biaoren¹, HUANG Fenglin¹
(¹Hunan Hybrid Rice Research Center/State Key Laboratory of Hybrid Rice, Changsha 410125;
²Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125)

Abstract: The main agronomic traits and disease resistance of 225 rice germplasm resources collected during 'The Third General Survey and Collection Action of Crop Germplasm Resources in Hunan Province' project (hereinafter referred to as 'Hunan Province Third Census') were identified and evaluated. This collection predominantly comprised indica subspecies accounting for 94.2%, and exhibited nearly equal proportions of sticky rice (53.8%) and waxy rice (46.2%) accessions. The remarkable diversity on seed color, including white, black, red, purple, green and brown, with 41 accessions exhibiting pigmented rice traits, were observed. Their genetic variations are abundant, with coefficients of variation ranging from 6.47% to 52.54%. Most accessions showed favorable agronomic characteristics, including lodging resistance, moderate stem angle, erect flag leaf, yellow glume tip, yellow glume color, awnless and medium-long grain shape. Fourteen accessions were identified with optimal growth duration ranging from 110 to 130 days, suitable plant height (110 to 140 cm), high seed setting rate (>90%), strong disease resistance (medium resistance or higher), large panicle size (≥200 grains per panicle), and favorable 1000-grain weight (≥30 g). Meanwhile, 13 and 20

收稿日期: 2024-08-16 网络出版日期: 2024-10-17

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20240816003>

第一作者主要从事水稻遗传育种研究, E-mail: 15179686081@163.com

通信作者: 黄凤林, 主要从事水稻遗传育种研究, E-mail: flhuang@hunaas.cn

基金项目: 第三次湖南省农作物种质资源普查与收集行动; 湖南省农业科技创新基金项目(2024CX18)

Foundation projects: The Third General Survey and Collection Action of Crop Germplasm Resources in Hunan Province; Hunan Agricultural Science and Technology Innovation Fund Project (2024CX18)

accessions showing waxy and pigmented coloration, respectively, were identified. These germplasm resources serve as raw materials supporting the academic research and breeding for new varieties in rice.

Key words: Hunan; rice; germplasm resources; identification and evaluation; special germplasm

水稻是我国三大粮食作物之一,全国一半以上人口以稻米为主食。我国水稻生产主要集中在长江中下游地区,种植面积和产量均占全国50%以上^[1]。湖南省地处华中、华南、西南几大植物区系交汇地带,是中国17个具有保护意义的生物多样性关键地区之一,地形条件多样,农业自然资源丰富,降水丰沛,全年降水量的80%以上集中在作物活跃生长期的6-9月,水热同季、光照充足,水稻种植历史悠久,素有“鱼米之乡”美誉,是我国也是世界上水稻生产得天独厚的宝地之一^[2],其水稻种植遍及全省各个地州市^[3],是我国较早开展水稻种质资源收集与保护的省份之一。湖南省农业科学院等单位从20世纪30年代开始就重视水稻种质资源的调查、收集和鉴定评价,相关工作极大促进了湖南省内水稻种质资源的保护和创新利用。截至2023年,湖南省农作物种质资源库收集保存了来源于59个国家或地区的近2万份类型丰富的水稻种质资源。

水稻种质资源不仅是基础研究的重要材料,也是遗传育种的物质基础^[4]。我国水稻遗传育种经历了三次大的飞跃,每一次飞跃都离不开重要种质和基因资源的发掘和利用。矮仔占、低脚乌尖等水稻资源的发现与应用,开启了水稻育种的“第一次绿色革命”;野败、农垦58S、安农S-1和广亲和基因等水稻资源和基因的发现与应用,推动了水稻杂种优势的利用,实现了水稻育种的“第二次绿色革命”;理想株型、营养高效利用和抗逆抗性基因资源的发现与应用,实现了水稻育种的“第三次绿色革命”^[5]。水稻地方种质资源具有很高的育种价值,原因是其遗传多样性高,蕴含大量优良有利基因^[4]。近年来,随着气候、自然环境、种植业结构变化等多种因素的影响,大量水稻地方种质资源迅速消失,导致大量优良基因丧失,对水稻生产构成巨大威胁。因此,加强水稻地方种质资源的保护与利用意义重大^[6]。水稻种质资源评价是其利用的前提和基础,能够大大提高种质资源可利用性,筛选出各类优良种质,如高产、优质、抗虫、抗病等类型,提高水稻种质资源利用效率^[7]。我国经历了1956-1957年、1979-1983年和2015-2022年共三次全国性农作物种质资源普查工作,其中第三次普查

范围最广,共收集到11.3万份农作物种质资源,截止到2023年,我国水稻种质资源保存有8万份^[8-9]。2021-2023年,湖南省对省内44个县(市、区)开展了农作物种质资源补充征集,共收集到水稻种质资源252份。2023年,对其中的225份种质资源的主要农艺性状和抗病性等进行鉴定评价,筛选到一批综合性状优异的水稻种质资源,可为湖南省水稻基础研究与新品种培育等提供重要的物质基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为“第三次湖南省农作物种质资源普查与收集行动”项目(下文简称“湖南省三普”)收集的252份水稻种质资源,由湖南省农作物种质资源库提供。

1.2 性状调查

2023年,在湖南省水稻研究所长沙县春华试验基地对252份水稻种质资源开展鉴定评价,其中27份种质因倒伏性状数据不全,因此只对225份鉴定数据完整的种质资源开展评价分析。所有参试材料统一于2023年5月30日播种,6月20日移栽,1个小区种植1份材料,每份材料插10行,每行插6株,株行距20 cm×20 cm,单本插栽,肥水管理同当地大田生产。调查性状包括小区整体的亚种类型、粘糯性、全生育期、株高、有效穗数、剑叶角度、茎秆角度、倒伏性;成熟后取3株考种,测定穗长、每穗粒数、结实率、千粒重、谷粒形状、芒长、颖尖色、颖色和种皮色等性状,各性状调查参照《水稻种质资源描述规范和数据标准》^[10]。

1.3 稻瘟病和白叶枯病的抗性鉴定

2023年,参试材料的稻瘟病抗性鉴定委托湖南省桃江县高桥镇水洞村稻瘟病鉴定中心进行,具体方法参照《水稻品种试验稻瘟病抗性鉴定与评价技术规程》^[11],感病对照品种为湘晚粳11号,抗病对照品种为特特普;白叶枯病抗性鉴定委托湖南省郴州市安仁县国家区试白叶枯病抗性鉴定试验基地进行,鉴定方法及抗病级别参考文献^[12],感病对照品种为金刚30,抗病对照品种为IRBB7。

1.4 数据分析

利用 Microsoft Office Excel 2010 和 SPSS22.0 软件计算各调查性状的平均值、标准差、变异系数和多样性指数。采用性状多样性指数 H' 的平均值表示所有种质的遗传多样性程度,多样性指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$, 式中 P_i 为某性状第 i 级变异类型出现的频率, \ln 为自然对数^[13]。优异种质资源的鉴定参照刘进等^[4]的标准:株高在 110~140 cm 之间,抽穗天数在 110~130 d 之间,每穗粒数 ≥ 200 粒,结实率 90% 以上,千粒重 ≥ 30 g,抗病性为中抗及以上。

2 结果与分析

2.1 湖南省三普水稻种质资源类型分析

对参试材料的亚种类型、粘糯性和种皮颜色进行分析,结果表明 225 份水稻种质资源中有籼稻 212 份,占 94.2%,粳稻 13 份,占 5.8%;粘稻和糯稻比例相近,粘稻 121 份,糯稻 104 份,分别占 53.8% 和 46.2%。种皮颜色种类丰富,以白色为主,有 184 份,占 81.8%;红色和黑色分别有 18 份和 14 份,分别占 8.0% 和 6.2%;紫色 6 份,占 2.7%;绿色和褐色稀少,分别只有 2 份和 1 份,分别占 0.9% 和 0.4% (图 1)。

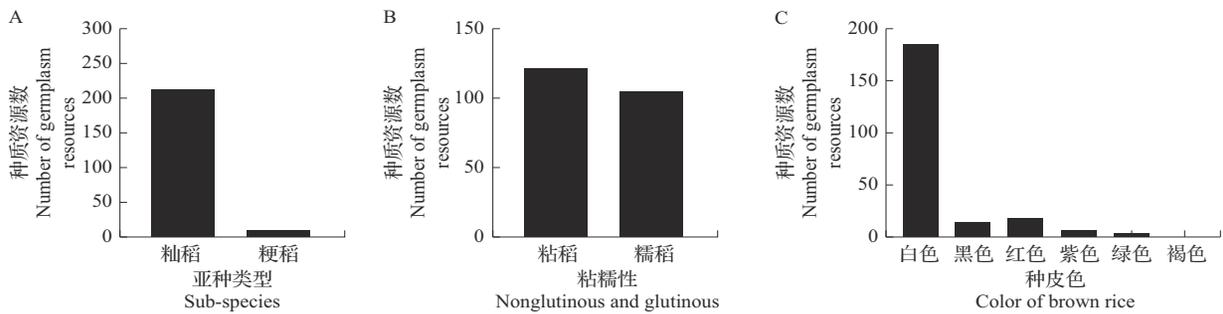


图 1 水稻种质资源分类

Fig. 1 Classification of rice germplasm resources

2.2 湖南省三普水稻种质资源主要农艺性状鉴定评价

2.2.1 质量性状鉴定评价 对参试材料 7 个质量性状的类型进行分析,结果显示,表型变异较丰富,包

含绝大部分性状的类型,但存在一定的集中性(表 1)。在 225 份水稻种质资源中,颖尖色多样性指数为 0.78,以秆黄色为主,占 73.78%,褐色、紫色、黑色分别占 18.22%、5.78% 和 2.22%。颖色的多样性指数

表 1 种质资源的质量性状鉴定结果

Table 1 Results of qualitative traits of rice germplasm resources

性状 Traits	类型 Type	品种数量 Number of varieties	频率(%) Frequency	多样性指数 H'	性状 Traits	类型 Type	品种数量 Number of varieties	频率(%) Frequency	多样性指数 H'
颖尖色 Apiculus color	秆黄色	166	73.78	0.78	茎秆角度 Stem angle	披散型	3	1.33	1.12
	褐色	41	18.22			散开型	48	21.33	
	紫色	13	5.78			中间型	93	41.33	
	黑色	5	2.22			直立型	81	36.00	
颖色 Glume colour	黄色	197	87.56	0.50	剑叶角度 Flag leaf angle	披垂型	35	15.56	0.69
	褐色	16	7.11			平展型	15	6.67	
	赤褐色	7	3.11			散开型	1	0.44	
	紫黑色	5	2.22			直立型	174	77.33	
芒长 Awn length	无芒型	204	90.67	0.35	谷粒形状 Grain shape	短圆形	10	4.44	1.42
	短芒型	18	8.00			阔卵形	32	14.22	
	长芒型	3	1.33			椭圆形	51	22.67	
倒伏性 Lodge	倒伏型	20	8.89	1.27		中长形	94	41.78	
	倾斜型	51	22.67			细长形	38	16.89	
	中间型	92	40.89						
	直立型	62	27.56						

为0.50,以黄色为主,黄色、褐色、赤褐色和紫黑色分别占87.56%、7.11%、3.11%和2.22%。芒长的多样性指数为0.35,以无芒型为主,无芒型、短芒型和长芒型分别占比90.67%、8.00%和1.33%。倒伏性的多样性指数为1.27,以中间型为主,占40.89%,其次是直立型和倾斜型,分别占27.56%和22.67%,而倒伏型最少,仅占8.89%。茎秆角度的多样性指数为1.12,以中间型为主,占41.33%,其次是直立型和散开型,分别占36.00%和21.33%,披散型占比最少,只占1.33%。剑叶角度的多样性指数为0.69,绝大多数为直立型,占比达77.33%,其次是披垂型和平展型,分别占比15.56%和6.67%,散开型种质数量最少,仅占0.44%。谷粒形状性状变异程度最丰富,多样性指数达1.42,以中长形为主,占41.78%,椭圆形、细长形、阔卵形和短圆形分别占比22.67%、16.89%、14.22%和4.44%。湖南省三普水稻种质资源主要表现为抗倒伏、剑叶直立、茎秆角度适中、颖尖秆黄色、颖色黄色、无芒且谷粒形状多为中长形。

2.2.2 数量性状鉴定评价 参试材料数量性状变异程度较大,变异系数在6.47%~52.54%之间,其中

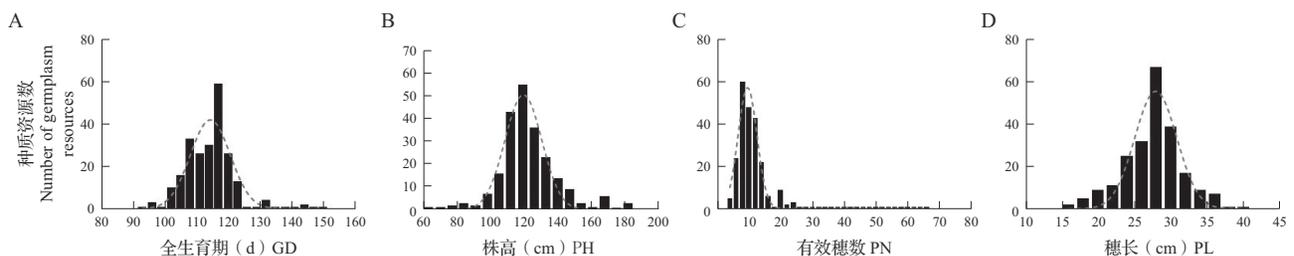
有效穗数的变异系最大,变异最丰富,偏度为5.08,有效穗数小于10的种质数量偏多,呈现偏态分布。其次是每穗粒数,变异系数为35.62%,变异丰富,呈现正态分布,每穗粒数变幅为44~367粒,慈21每穗粒数最多,另有34份种质资源的每穗粒数超过250粒。千粒重的变异系数为16.34%,变异较丰富,呈现正态分布,范围在13.6~37.3 g之间,有8份种质资源的千粒重大于30 g,31份种质资源的千粒重小于19.0 g。结实率的变异系数为15.75%,变异较为丰富,偏度为-1.48,结实率高的种质数量偏多,呈现偏态分布。穗长的变异系数为14.88%,变异较丰富,呈现正态分布。株高的变异系数为14.55%,变幅为66.0~185.0 cm,其中束家岗农垦58最矮,新河柳条糯最高,160份种质资源在110.0~140.0 cm之间,占71.1%。全生育期变异系数仅为6.47%,变异程度最小,呈现正态分布,其中矮子王的全生育期最短,仅有92 d,龙山寸早稻的全生育期最长,为150 d(表2、图2)。上述结果表明,湖南省三普水稻种质资源的数量性状遗传变异较丰富,挖掘潜力较大,可为水稻新品种选育等提供良好的材料基础。

表2 水稻种质资源数量性状鉴定结果

Table 2 Results of quantitative traits of rice germplasm resources

性状 Traits	均值±标准差 Mean±SD	变异系数(%) CV	最小值 Min.	最大值 Max.	峰度 Kurtosis	偏度 Skewness
全生育期(d) GD	114.04±7.49	6.47	92.0	150.0	4.20	0.97
株高(cm) PH	122.55±17.83	14.55	66.0	185.0	2.13	0.48
有效穗数 PN	10.43±5.48	52.54	3.0	65.0	44.45	5.08
穗长(cm) PL	27.35±4.07	14.88	15.0	40.1	0.86	-0.20
每穗粒数 GN	182.44±64.98	35.62	44.0	367.0	-0.27	0.15
结实率(%) SSR	79.88±12.58	15.75	28.0	97.0	1.97	-1.48
千粒重(g) TGW	23.13±3.78	16.34	13.6	37.3	1.06	0.43

GD: Whole growth date; PH: Plant height; PN: Panicles number per plant; PL: Panicle length; GN: Grain number per panicle; SSR: Seed setting rate; TGW: 1000-grain weight; The same as below



(图2)

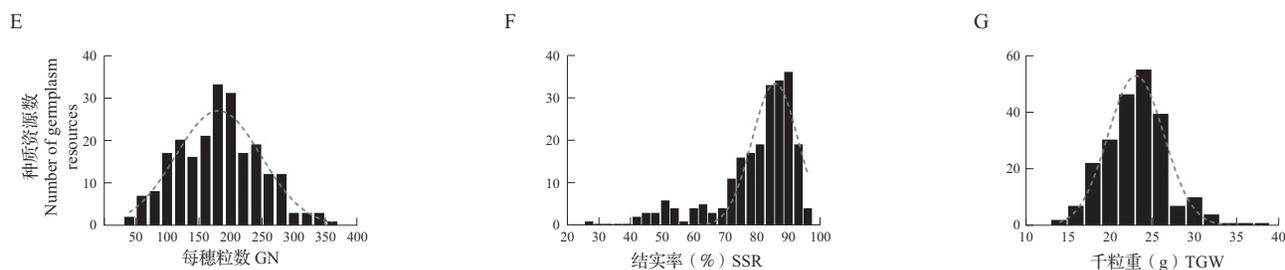


图2 水稻种质资源的数量性状表型分布

Fig. 2 Distribution of quantitative traits of rice germplasm resources

2.2.3 数量性状间相关性分析 参试材料的数量性状间存在一定的相关性,全生育期与株高、穗长均呈极显著正相关,与每穗粒数呈显著正相关,而与有效穗数呈显著负相关;株高与穗长呈极显著正相关,与每穗粒数呈显著正相关;有效穗数与每穗粒数、结实率均呈极显著负相关,这3个性状是影响

产量的重要因子;穗长与每穗粒数呈极显著正相关;每穗粒数与千粒重呈极显著负相关(表3)。上述结果表明,影响水稻种质资源产量表型的重要因素有株高、全生育期、每穗粒数和有效穗数。因此,为增加水稻产量,可在株高和全生育期适宜的条件下适当增加有效穗数和每穗粒数。

表3 水稻种质资源数量型农艺性状相关分析

Table 3 Correlation for quantitative agronomic traits of rice germplasm resources

性状 Traits	全生育期 GD	株高 PH	有效穗数 PL	穗长 PN	每穗粒数 GN	结实率 SSR	千粒重 TGW
全生育期 GD	1						
株高 PH	0.397**	1					
有效穗数 PN	-0.156*	0.041	1				
穗长 PL	0.213**	0.604**	-0.015	1			
每穗粒数 GN	0.154*	0.144*	-0.409**	0.365**	1		
结实率 SSR	-0.007	0.037	-0.212**	0.039	0.028	1	
千粒重 TGW	0.012	0.103	-0.004	0.010	-0.376**	0.094	1

*和**分别表示相关性达5%和1%显著水平

* and ** represent significant correlation at 5% and 1% levels, respectively

2.3 稻瘟病和白叶枯病抗性鉴定评价

稻瘟病抗性鉴定结果显示,参试材料中,中抗资源64份,占28.4%,中感资源48份,占21.3%,感资源66份,占29.4%,高感资源47份,占20.9%,未发现抗和高抗资源。根据上述鉴定结果,筛选出香糯谷、公家糯谷和家乐黑糯谷等64份中抗稻瘟病水稻

种质资源。

白叶枯病抗性鉴定结果显示,抗资源3份,占1.3%,中抗资源23份,占10.2%,中感资源141份,占62.7%,感和高感资源分别为23份和35份,分别占10.2%和15.6%(表4),筛选出耐寒粳稻、洞庭农垦58和褐小粒3份抗白叶枯病水稻种质资源。

表4 田间自然诱发的稻瘟病和白叶枯病抗性鉴定结果

Table 4 The identification results of the resistance to the blast disease and leaf blight disease naturally induced in the field

抗性种类 Resistant species	鉴定份数 Number of identification materials	各抗性级别的材料份数 Number of materials with different resistance scales					
		高抗 Highly resistance	抗 Resistance	中抗 Middle resistance	中感 Middle susceptible	感 Susceptible	高感 High susceptible
稻瘟病 Rice blast	225	0	0	64	48	66	47
白叶枯病 Rice leaf blight	225	0	3	23	141	23	35

上述结果初步表明,湖南省三普水稻种质资源中抗稻瘟病、白叶枯病的资源较丰富,筛选出的种质资源可作为水稻稻瘟病和白叶枯病抗性育种的优异种质资源。

2.4 数量性状主成分分析

对参试材料的7个数量性状进行主成分分析,提取到3个主成分,贡献率依次为29.224%、

20.667%和17.254%,累计贡献率达到67.145%,其中主成分1在株高和穗长上的特征因子绝对值较大,为长度因子;主成分2在每穗粒数和千粒重上的特征因子绝对值较大,为粒重因子;主成分3在有效穗数和结实率上的特征因子绝对值较大,为穗数因子(表5)。因此,水稻资源鉴定评价可以简化描述指标,以提高鉴定评价效率。

表5 水稻种质资源数量性状的主成分分析

Table 5 Principal component analysis of quantitative traits of rice germplasm resources

性状 Traits	主成分 Principle component		
	PC1	PC2	PC3
全生育期 GD	0.308	0.023	0.064
株高 PH	<u>0.480</u>	0.121	-0.094
有效穗数 PN	0.051	0.144	<u>-0.594</u>
穗长 PL	<u>0.426</u>	-0.053	-0.071
每穗粒数 GN	0.099	<u>-0.500</u>	0.169
结实率 SSR	-0.014	0.232	<u>0.577</u>
千粒重 TGW	0.107	<u>0.600</u>	0.206
特征值 Eigen value	2.046	1.447	1.208
贡献率(%) Contribution rate	29.224	20.667	17.254
累计贡献率(%) Cumulative contribution rate	29.224	49.891	67.145

下划线表示每组选取的特征向量绝对值最大的2个值,以反映其对应数量性状的贡献率

The underline indicates that each group selects the two largest values of the eigenvector absolute value to reflect the contribution rate of its corresponding quantitative trait

2.5 优异水稻种质资源鉴定筛选

根据225份参试材料的株叶形态、主要农艺性状和抗病性等的鉴定分析,筛选出14份全生育期和株高适宜、结实率高和抗病性较强的优良种质资源,包括安坝本地糯谷、慈33-3、慈香8、慈香2、黄金本地粘稻、双利粳稻、城中农垦58、古城糯谷、常规稻172、下庄水稻、黄金糯谷、云天香稻、大西桂朝2号和杜庄糯谷,其中安坝本地糯谷、慈33-3、古城糯谷和黄金糯谷4份种质资源综合性状优良,可直接作为育种亲本(图3)。参试水稻种质资源中糯稻数量占比接近一半,根据结实率>90%、每穗粒数≥200粒和穗长≥25 cm从中筛选出月堡黑糯、汪家本地糯谷、金石大湖糯稻、公馆紫糯、福安紫米、乳香白糯、紫糯、香糯、双牌红米早稻、安坝本地糯谷、古城糯谷、黄金糯谷和杜庄糯谷13份优良糯稻种质资源,

且糯稻种质资源中福安紫米、古城糯谷、黄金糯谷和安坝本地糯谷4份水稻种质资源具有穗子大、每穗粒数多、结实率高等优良性状,可用于后续研究利用(图4)。

同时,筛选出20份特异有色功能稻米种质资源,包括车峙红米、锤子糯、福安紫米、红米秋晚、紫糯、东山红米、城中黄米、南塘红米、田心红米、田心紫米、良田黑米、血糯、冷水早稻、黑米稻、鹤城红米、胭脂糯、黄土坪本地谷、罗溪本地红谷、双峰绿米、绿米稻,其中红米10份、黑米5份、紫米3份和绿米2份。有色功能稻资源中锤子糯、福安紫米、紫糯、东山红米的外观品质较优(图5),适合作为特色功能稻改良亲本。参试材料中有2份珍贵的绿米水稻资源,即双峰绿米和绿米稻(图5),可为绿色种皮水稻研究和育种提供重要的遗传资源。

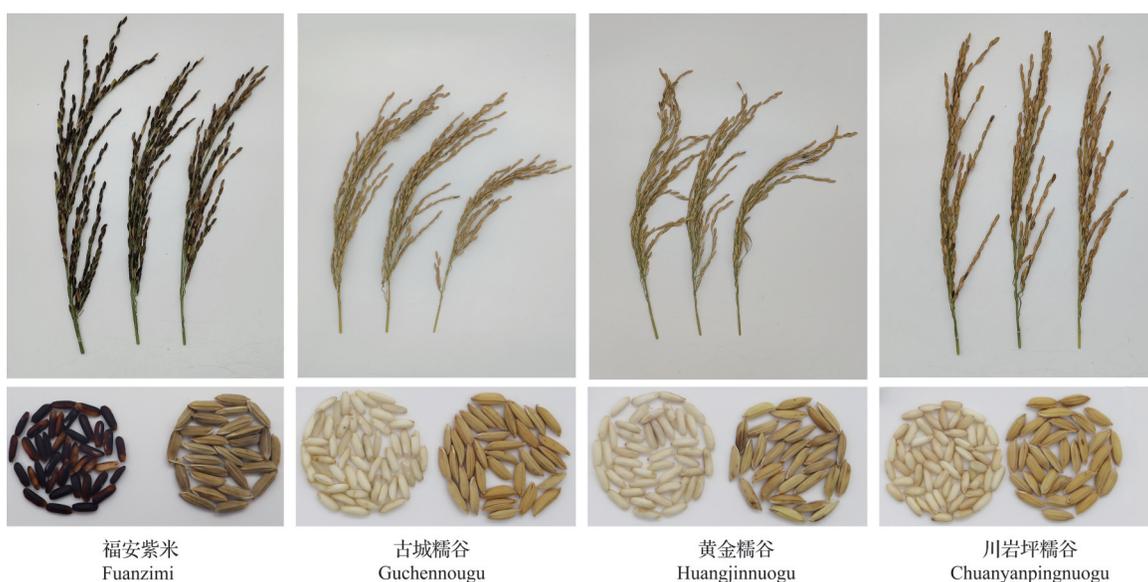


A~D 分别为安坝本地糯谷、慈33-3、古城糯谷和黄金糯谷

A-D represent for Anbabendinuogu, Ci33-3, Guchengnuogu and Huangjinnuogu, respectively

图3 综合性状优异的水稻种质资源

Fig. 3 Excellent rice germplasm resources for agronomic traits



福安紫米
Fuanzimi

古城糯谷
Guchennougu

黄金糯谷
Huangjinnuogu

川岩坪糯谷
Chuanyanpingnuogu

图4 优异糯稻种质资源穗粒表型

Fig. 4 Panicle and grain phenotype of the excellent glutinous rice germplasm resources

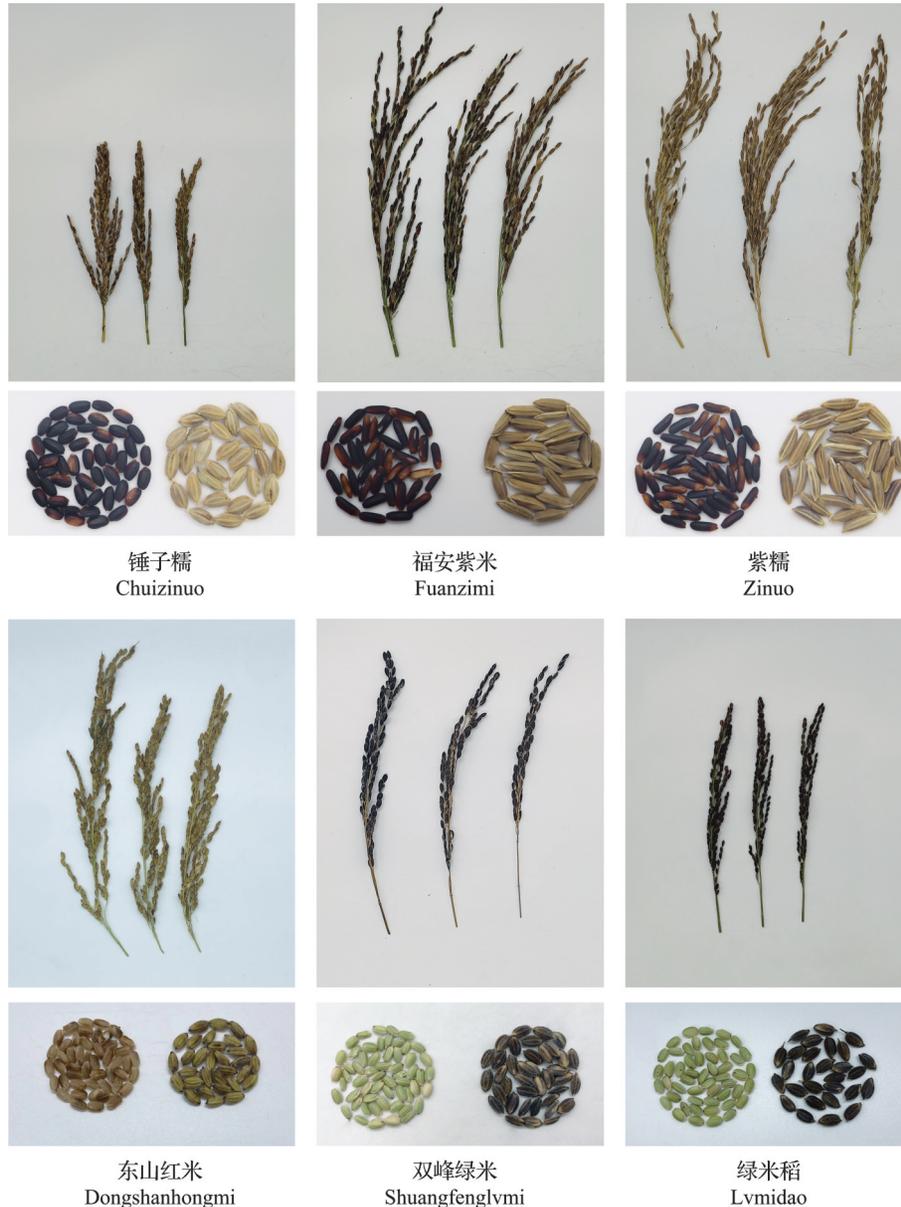


图5 优异有色功能稻种质资源穗粒表型

Fig.5 Panicle and grain phenotype of the excellent colored functional rice germplasm resources

3 讨论

3.1 湖南省三普水稻种质资源表型变异丰富

本研究对湖南省三普收集的225份水稻种质资源的表型和抗病性开展鉴定评价,结果表明,湖南省三普水稻种质资源的质量性状与数量性状变异类型均较丰富。质量性状方面,大部分种质资源以种皮白色、无芒、倒伏性中间型为主。倒伏性变异类型丰富,表明存在抗倒性强的种质资源。数量性状方面,变异系数在6.47%~52.54%之间,变异系数从大到小依次是有效穗数、每穗粒数、千粒重、结实率、穗长、株高和全生育期。研究发现,群体里某个重要性状变异系数越大,表明该性状遗传丰富度越

高,其育种价值则越大^[14]。225份水稻种质资源中有56份种质资源穗长 $\geq 30\text{cm}$,38份种质资源结实率 $\geq 90\%$,115份种质资源有效穗数 ≥ 10 穗,8份种质资源千粒重 $\geq 30\text{g}$,87份种质资源每穗粒数 ≥ 200 粒。上述性状对水稻产量有重要影响,因此,全面了解湖南省三普收集的水稻种质资源表型性状,对资源的后续研究与利用有重要参考价值。水稻表型性状的研究是探究表型变异的基础,而表型变异承载着遗传变异,能够反应基因型的差异,这对水稻育种研究具有十分重要的意义^[15]。

3.2 优异水稻种质资源的评价利用

湖南省稻种历史与耕作制度悠久,具有十分丰富的稻种资源^[16]。湖南省早在20世纪30年代就开

始调查、收集和鉴定水稻种质资源^[6],参与了1956-1957年、1979-1983年和2015-2022年进行的三次全国大规模水稻资源普查与收集工作,分别收集到地方稻资源9267份、1086份和285份,并于20世纪90年代建成湖南省农作物种质资源库,实现了稻种资源有效保存,截至2021年,该库共收集保存了17568份稻种资源^[17]。湖南省稻种资源利用主要有直接利用、间接利用和作为分子育种受体材料3种方式^[18]。

随着产业的多元化发展,稻米不仅仅局限于作为主粮,而是用途多样化,如加工型专用稻和有色功能稻。加工型专用稻,以糯稻为主,作为酿酒和制作传统美食的原材料。然而随着杂交水稻的大面积推广,糯稻种植面积日益减少,生产上现有的糯稻品种难以满足人们日益旺盛的需求,如何利用糯稻资源助力糯米产业发展成为当务之急^[5]。湖南省三普共收集到104份糯稻种质资源,占收集水稻种质资源总数的46.2%,并筛选出13份产量较高、抗逆性较好的糯稻品种,有利于促进湖南糯稻产业的发展。有色功能稻米主要包括黑米、紫米、红米等^[19-20]。Juliano等^[21]研究发现稻米除淀粉外,还有很多丰富的其他营养物质,如蛋白质、维生素、膳食纤维等,它们都存在于果皮、种皮、糊粉层、胚和胚乳中,然而稻谷在加工过程中,约80%的营养物质作为米糠被浪费。有色大米种子中的微量元素、花青素、维生素等营养物质含量高于白米,商业价值高,有色功能稻米的开发与利用日益受到广泛重视^[22-23]。张启发^[24]认为黑米中的花青素对人体十分有益,会大大提高人们的营养健康水平。本次调查共收集到41份有色功能稻米种质资源,占所收集种质资源的18.2%,其中红米18份、黑米14份、紫米6份、绿米2份和褐米1份。本研究筛选出20份特异有色功能稻米种质资源,包括红米10份、黑米5份、紫米3份和绿米2份,其中锤子糯、福安紫米、紫糯、东山红米综合性状较好,生产上可考虑直接利用。有研究表明,绿米稻中富含的膳食纤维、脂肪和人体必须的微量元素比白米高^[20]。因此,对种皮绿色水稻种质资源的研究,在有色功能稻米中具有十分重要的地位。本研究发现的2份绿米种质资源可为有色功能稻米的深入研究提供遗传材料。随着人民生活水平的不断提高,稻米需求从吃饱转向吃好和健康,功能稻的市场需求日益增加^[25-26],对已收集和鉴定评价的优异有色功能稻资源开展深入研究并利用,不仅有利于保障粮食安全,还会大大提高人民的营养健康水平。

稻瘟病和白叶枯病是水稻的重要病害,严重影响水稻产量和品质,培育和推广抗病品种是防治两种病害最理想的措施,而挖掘抗病水稻种质资源和基因是培育抗病品种的关键。对湖南省三普水稻种质资源稻瘟病和白叶枯病初步鉴定的结果发现,225份水稻种质资源中,中抗稻瘟病的资源64份,抗白叶枯病资源的资源3份,中抗白叶枯病的资源23份。综上,湖南省三普水稻种质资源中稻瘟病和白叶枯病抗病性资源较丰富,筛选出的抗病性资源可作为水稻抗病育种的优异种质资源,下一步将对上述水稻种质资源抗病性进行进一步鉴定。

参考文献

- [1] 徐春春,陆建飞.长江中下游水稻生产波动特征及成因分析.中国农业资源与区划,2019,40(12):108-114
Xu C C, Lu J F. Analysis on the characteristics and causes of rice production fluctuation in the middle and lower reaches of the Yangtze River. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40 (12): 108-114
- [2] 刘新红,邓晶,李小湘,杨建国,杨水芝,王同华,余应弘.湖南省农作物种质资源收集保护和利用新进展.植物遗传资源学报,2017,18(5):913-919
Liu X H, Deng J, Li X X, Yang G J, Yang S Z, Wang T H, Yu Y H. The progress of conservation and innovation of crop germplasm resources in Hunan province. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18 (5): 913-919
- [3] 万建民.中国水稻遗传育种与品种系谱(1986-2005).北京:中国农业出版社,2010
Wan J M. Rice genetic breeding and variety pedigree in China (1986-2005). Beijing: China Agricultural Publishers, 2010
- [4] 刘进,勒思,周慧颖,胡佳晓,孟冰欣,罗文静,黎毛毛,余丽琴.江西省水稻地方种质资源的收集与鉴定评价.植物遗传资源学报,2023,24(5):1267-1276
Liu J, Le A, Zhou H Y, Hu J X, Meng B X, Luo W J, Li M M, Yu L Q. Collection, identification and evaluation of rice landraces in Jiangxi province, China. Journal of Plant Genetic Resources, 2023, 24 (5): 1267-1276
- [5] 吴比,胡伟,邢永忠.中国水稻遗传育种历程与展望.遗传,2018,40(10):55-71
Wu B, Hu W, Xing Y Z. The history and prospect of rice genetic breeding in China. Hereditas, 2018, 40 (10): 55-71
- [6] 余应弘.湖南省农作物种质资源普查与收集指南.北京:中国农业大学出版社,2018
Yu Y H. Hunan crop germplasm resources survey and collection guide. Beijing: China Agricultural University Press, 2018
- [7] 罗利军,应存山,汤圣祥.稻种资源学.武汉:湖北科学技术出版社,2002
Luo L J, Ying C S, Tang S X. Rice seed resource science. Wuhan: Hubei Science and Technology Publishers, 2002

- [8] 王晓斌. 全国农作物种质资源普查已收集超11万份资源. 中国农业农村信息网. (2022-08-01) [2024-08-11]. <https://www.agri.cn/>
Wang X B. The national crop germplasm resources census has collected more than 110,000 resources. China Agricultural and Rural Information Network. (2022-08-01) [2024-08-11] <https://www.agri.cn/>
- [9] 朱业宝,王金英,江川. 水稻种质资源核心种质的研究进展. 江西农业学报, 2023, 35 (4):27-32
Zhu Y B, Wang J Y, Jiang C. Research progress in core collection of rice germplasm resources. Acta Agriculturae Jiangxi, 2023, 35 (4):27-32
- [10] 韩龙植,魏新华,曹桂兰,余汉勇,张媛媛. 水稻种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006
Han L Z, Wei X H, Cao G L, Yu H Y, Zhang Y Y. Descriptors and data standard for rice (*Oryza sativa* L.). Beijing: China Agriculture Press, 2006
- [11] 谷铁城, 陶荣祥, 朱小源, 胡小军, 曾波, 杨仕华, 王洁, 卢代华, 吴双清, 郭晓莉, 杨秀荣, 李求文, 刘永峰, 肖放华, 郝中娜, 陈进周, 高汉亮, 田进山, 王文相, 王德标, 韩海波, 江健, 董海, 赵剑锋. NY/T 2646-2014 水稻品种试验稻瘟病抗性鉴定与评价技术规程. 北京: 中国标准出版社, 2014
Gu T C, Tao R X, Zhu X Y, Hu X J, Zeng B, Yang S H, Wang J, Lu D H, Wu S Q, Guo X L, Yang X R, Li Q W, Liu Y F, Xiao F H, Hao Z N, Chen J Z, Gao H L, Tian J S, Wang W X, Wang D B, Han H B, Jiang J, Dong H, Zhao J F. NY/T 2646-2014 Technical specification for identification and evaluation of blast resistance in rice variety regional test. Beijing: Standards Press of China, 2014
- [12] 于江辉,刘廷昌,翁绿水,李锦江,邓力华. 不同遗传背景籼稻白叶枯病抗性基因 *Xa21*、*Xa23* 品系的抗性评价. 热带作物学报, 2021, 42 (12):3433-3442
Yu J H, Liu T C, Weng L S, Li J H, Deng L H. Analysis of *Xa21* and *Xa23* of indica rice varieties in different genetic background to broad spectrum bacterial blight pathogens. Chinese Journal of Tropical Crops, 2021, 42(12):3433-3442
- [13] 刘志斋,郭荣华,石云素,蔡一林,曹墨菊,宋燕春,王天宇,黎裕. 中国玉米地方品种核心种质花期相关性状的表型多样性研究. 中国农业科学, 2008, 41 (6):1591-1602
Liu Z J, Guo R H, Shi Y S, Cai Y L, Cao M J, Song Y C, Wang T Y, Li Y. Phenotypic diversity of flowering-related traits of maize landraces from the core collection preserved in China National Genebank. Scientia Agricultura Sinica, 2008, 41 (6): 1591-1602
- [14] 江川,朱业宝,李清华,陈立喆,张海峰,王金英. 福建水稻种质资源的调查收集与鉴定评价. 植物遗传资源学报, 2023, 24 (1):126-136
Jiang C, Zhu Y B, Li Q H, Chen L Z, Zhang H F, Wang J Y. Investigation, collection, identification and evaluation of rice landraces in Fujian province of China. Journal of Plant Genetic Resources, 2023, 24 (1):126-136
- [15] 罗欣语,王芷,陈颀,林雨,刘志高. 木本植物天然种群间叶、果表型性状变异研究进展. 现代园艺, 2024, 47 (5):66-68
Luo X Y, Wang Z, Chen Y, Lin Y, Liu Z G. Research progress on phenotypic variation of leaves and fruits among natural populations of woody plants. Modern Horticulture, 2024, 47 (5):66-68
- [16] 段永红,李小湘,刘文强,潘孝武,周志武,李卫红,盛新年. 湖南稻种资源主要特征特性与利用状况. 植物遗传资源学报, 2013, 14 (6):1059-1063
Duan Y H, Li X X, Liu W Q, Pan X W, Zhou Z W, Li W H, Sheng X N. Main morphological and biological characters and utilization status of rice resources in Hunan province. Journal of Plant Genetic Resources, 2013, 14 (6):1059-1063
- [17] 卢新雄,辛霞,刘旭. 作物种质资源安全保存与利用. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2022
Lu X X, Xin X, Liu X. Safe preservation and utilization of crop germplasm resources. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2022
- [18] 段永红. 湖南稻种资源研究现状与展望. 中国种业, 2004(8): 15-16
Duan Y H. Research status and prospect of rice germplasm resources in Hunan. China Seed Industry, 2008(8):15-16
- [19] 罗同平. 广西有色稻米育种研究进展. 中国稻米, 2014, 20 (2):106-108
Luo T P. Research progress of colored rice breeding in Guangxi. China Rice, 2014, 20 (2):106-108
- [20] 杨庆文,程云连,张丽芳,韩振云,李飞,张万霞,乔卫华,郑晓明. 一份绿米水稻种质资源的发现及初步研究. 植物遗传资源学报, 2022, 23 (1):123-128
Yang Q W, Chen Y L, Zhang L F, Han Z Y, Li F, Zhang W X, Qiao W H, Zhen X M. Discovery and study of a green pericarp germplasm in rice. Journal of Plant Genetic Resources, 2022, 23 (1):123-128
- [21] Juliano B O, Bechtel D B. The rice grain and its gross composition. Rice Chemistry & Technology, 1985, 2: 17-57
- [22] 韩磊,汪旭东,徐建第,汪秀志,张红宇. 有色稻米研究现状分析. 中国稻米, 2003(5):5-8
Han L, Wang X D, Xu J D, Wang X Z, Zhang H Y. Analysis of research status of colored rice. China Rice, 2003(5):5-8
- [23] 王子平. 中国红米资源的研究与利用进展. 湖南农业科学, 2008(4):32-34
Wang Z P. Research and utilization progress of red rice resources in China. Hunan Agricultural Sciences, 2008 (4) : 32-34
- [24] 张启发. 保障粮食安全,促进营养健康:黑米主食化未来可期. 华中农业大学学报, 2021, 40 (3):1-2
Zhang Q F. Ensuring food security and promoting nutrition and health: Making black rice staple food for the future. Journal of Huazhong Agricultural University, 2021, 40 (3): 1-2
- [25] 陈浩. 功能性水稻研究思路 and 前景分析. 生命科学, 2016, 28 (10):1279-1286
Chen H. Research ideas and prospect analysis of functional rice. Chinese Bulletin of Life Sciences, 2016, 28 (10):1279-1286
- [26] 胡时开,胡培松. 功能稻米研究现状与展望. 中国水稻科学, 2021, 35 (4):311-325
Hu S K, Hu P S. Research progress and prospect of functional rice. Chinese Journal of Rice Science, 2024, 35 (4):311-325