

福建水稻地方品种稻米品质鉴定与评价

李清华, 朱业宝, 郑长林, 陈文捷, 江川, 王金英

(福建省农业科学院水稻研究所, 福州 350018)

摘要: 通过对2017-2021年“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”收集到的福建水稻地方品种资源品质性状进行鉴定与评价, 结果表明: 在165份白米稻和红米稻中, 粘稻的垩白度变异系数最大, 其中籼型白米垩白度最高为148.91%, 其次为透明度, 而糙米率变异系数最小在5.0%以下。糯稻的阴糯米率变异系数最高在70.0%以上, 其次是白度和直链淀粉含量2项指标, 而糙米率、碱消值、胶稠度3项指标变异系数较小, 都在10.0%以下。从米质指标达标率来看, 粘稻整精米率和垩白度达标率较低, 在50.0%以下, 其他指标较高, 均在65.0%以上; 糯稻整精米率和直链淀粉含量达标率较低, 在50.0%左右, 其他指标达标率较高, 均在65.0%以上。蒸煮食用品质优劣是优质稻评价的一项重要内容, 粘稻中蒸煮食用品质3项指标均达到部颁优质3级以上品种占总数的60.7%, 糯稻中占总数的35.4%。与福建第二次普查收集到的品种相比, 第三次普查收集到的品种中蒸煮食用品质达到优质的品种比例有大幅度的提升。本研究筛选出10份米质达部颁优质的种质资源, 可以为今后优质材料创制提供物质基础; 另外还筛选出15份高直链淀粉含量种质, 可用作加工专用稻新材料创制。本次收集到的水稻地方品种中有色稻资源较为丰富共有32份约占总数的20.0%, 可为今后功能性水稻生产及育种提供宝贵资源。今后应加强地方品种品质鉴定评价工作, 从中挖掘出优异的种质资源为水稻育种新材料创制提供物质基础, 促进和推动优异水稻新品种选育。

关键词: 水稻; 地方品种; 品质; 鉴定与评价

Evaluation of the Grain Quality of Rice Landraces in Fujian

LI Qinghua, ZHU Yebao, ZHENG Changlin, CHEN Wenjie, JIANG Chuan, WANG Jinying

(Rice Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350018)

Abstract: This study reported the evaluation of the grain quality traits of rice landraces that were collected from "The Third National Action on Crop Germplasm Resources Survey and Collection" in 2017-2021. Out of 165 white and red grain samples, the highest variation coefficient was observed on the chalkiness of sticky rice, of which the coefficient of indica white grain was as high as 148.91%. The transparency was also detected with high variation coefficient, while the coefficient of brownish was below 5.0%. The variation coefficient of the waxy ratio amongst waxy rice was over 70.0%, the whiteness and the amylose content have lower value of the variation coefficient, while that of the three indexes including brownish, alkali elimination value and gel consistency were below 10.0%. In terms of the grain quality indexes that reaching the standard, the qualified ratio of whole grains or their chalkiness of sticky rice were below 50%, while the qualified ratio of other indexes were above 65.0%. For the glutinous rice, the qualified ratio of whole grains and the amylose content were

收稿日期: 2023-02-24 修回日期: 2023-03-07 网络出版日期: 2023-06-13

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20230224004>

第一作者主要从事水稻品质鉴定研究, E-mail: 20051qh71@163.com; 朱业宝为共同第一作者

通信作者: 江川, 主要从事水稻种质资源研究, E-mail: ywenchun@yeah.net

王金英, 主要从事水稻种质资源研究, E-mail: wjy2233@126.com

基金项目: 福建省科技计划项目-省属公益类科研院所基本科研专项(2022R1023008, 2020R1023001, 2021R1023005); 5511协同创新工程项目农业资源圃(库)(XTCXGC2021019-SDS01); 福建省科技重大专项(2020NZ08016); 福建省农业种质资源创新专项(ZZZYCXZX2023002)

Foundation projects: Fujian Provincial Science and Technology Plan Project-Fundamental Research Project of Provincial Public Welfare Research Institutes (2022R1023008, 2020R1023001, 2021R1023005); 5511 Collaborative Innovation Project Agricultural Germplasm Resource Nursery (Library) (XTCXGC2021019-SDS01); Major Science and Technology Projects in Fujian Province (2020NZ08016); Project of Agricultural Germplasm Resources Innovation in Fujian Province (ZZZYCXZX2023002)

around 50.0%, and that of the other indexes was higher than 65.0%. The cooking and edible quality is an important aspect in evaluating high-quality rice as well. Among all the varieties of sticky rice and glutinous rice, 60.7% and 35.4%, respectively, of which have reached or above the Grade 3 level issued by the Ministry of Agriculture and Rural Affairs on the three indexes of cooking and edible quality. Compared with the landraces that were collected during the second national survey in Fujian, the amount of landraces with high value of cooking and edible quality has increased significantly within the third survey. Through this study, 10 landraces were identified reaching the high-quality standard issued by the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, which provide a material basis for the development of high-quality rice varieties in the future. In addition, 15 germplasm with high amylose content have been identified, which can be used as new raw materials for processing purpose specifically. The mid-colored rice were found with relatively rich amount in local landraces, accounting for about 20.0% of the total, they can provide valuable resources for future breeding and production of rice varieties with special function. In the future, works on the evaluation of grain quality for local landraces should be improved, and excellent germplasm resources would provide a material basis as well as promote the breeding of new superior rice varieties.

Key words: rice; landraces; grain quality; evaluation and identification

我国是世界上最大的水稻生产国和最大的稻米消费国,大约有65%左右的人口以稻米为主食,随着生活水平日益提高,人们对稻米品质提出了更高的要求,从“民以食为天,食以味为先”追求食味的阶段进入到“健康食文化”的新阶段,从过去单一的追求食味过渡到现在既讲究食味,更注重饮食健康和营养均衡。稻米品质主要包括加工品质、外观品质、营养品质和蒸煮食味品质等,这些米质性状是影响水稻市场消费状况的重要因素。近5年我国稻米样品优质率为35.96%,综合评价达到一级的样品仅占1.70%,达到二级的样品占11.06%,达到三级的样品占23.30%^[1]。因此,要进一步加强控制稻米品质相关基因的机理研究,同时挖掘优良的等位基因,并充分利用现代育种手段,将优质的品质相关基因导入到水稻品种中,以达到品种改良的目的^[2]。

水稻种质资源是水稻育种的重要物质基础,水稻优良品种选育的关键在于其丰富的遗传多样性,世界上主要水稻种植国家与相关科研机构都十分

重视水稻种质资源的收集保护与研究利用^[3]。地方品种是在水稻生产和驯化过程中经自然和人为长期选择的产物,与育成品种相比,遗传背景复杂,具有丰富的遗传多样性,对环境具有很强的适应性,是丰产、优质、抗病虫、抗逆等重要性状优异基因的重要来源^[4]。因此,地方稻种被认为是非常有价值的遗传资源,其含有的遗传多样性可用于补充和丰富改良栽培品种的基因资源^[5-7]。本研究对2017-2021年“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”中收集的165份福建水稻地方品种品质性状进行鉴定与评价,并筛选出优异的种质资源,为福建地方稻种在品质育种中的高效利用提供依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

供试材料为2017-2021年“第三次全国农作物种质资源普查与收集行动”中收集到的165份福建省水稻地方品种资源,基本信息见表1。

表1 福建省165份水稻地方品种资源基本信息表

Table 1 Basic information table of 165 rice landrace resources in Fujian province

序号 Order	种质名称 Name of germplasm	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Viscosity	种皮色 Rice colour	序号 Order	种质名称 Name of germplasm	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Viscosity	种皮色 Rice color
1	428	籼稻	粘稻	白色	6	香春优种	籼稻	粘稻	白色
2	术谷	籼稻	粘稻	白色	7	香米1号	籼稻	粘稻	白色
3	马甲红米	籼稻	粘稻	红色	8	宫占惠安本1	籼稻	粘稻	白色
4	黑壳仔	籼稻	粘稻	白色	9	宫占同安本	籼稻	粘稻	白色
5	厦门种	籼稻	粘稻	白色	10	杂优冬	籼稻	粘稻	白色

表 1 (续)

序号 Order	种质名称 Name of germplasm	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Visciduity	种皮色 Rice colour	序号 Order	种质名称 Name of germplasm	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Visciduity	种皮色 Rice color
11	米子	籼稻	粘稻	白色	50	早红米	籼稻	粘稻	红色
12	油麦香米	籼稻	粘稻	白色	51	石榴红	籼稻	粘稻	红色
13	大术稻	籼稻	粘稻	白色	52	本地红米	籼稻	粘稻	红色
14	双黑米稻	籼稻	粘稻	黑色	53	本地术	籼稻	糯稻	白色
15	土米籽	籼稻	粘稻	白色	54	长龙时谷	籼稻	糯稻	黑色
16	佳福粘	籼稻	粘稻	白色	55	紫旭黑米	籼稻	糯稻	黑色
17	湖头长粒红米	籼稻	粘稻	红色	56	关西糯稻	籼稻	糯稻	白色
18	湖头圆粒红米	籼稻	粘稻	红色	57	白洋杂优术	籼稻	糯稻	白色
19	赤米仔	籼稻	粘稻	红色	58	风安糯米	籼稻	糯稻	白色
20	三粒寸	籼稻	粘稻	白色	59	杂优术	籼稻	糯稻	白色
21	白米仔	籼稻	粘稻	白色	60	绕花木	籼稻	糯稻	白色
22	黄田早稻	籼稻	粘稻	白色	61	黑须糯米	籼稻	糯稻	黑色
23	安溪种	籼稻	粘稻	白色	62	土常规术	籼稻	糯稻	白色
24	香米稻	籼稻	粘稻	白色	63	花壳糯	籼稻	糯稻	白色
25	红米早稻	籼稻	粘稻	红色	64	江西糯谷	籼稻	糯稻	白色
26	756水稻	籼稻	粘稻	白色	65	糯米	籼稻	糯稻	白色
27	野生稻	籼稻	粘稻	白色	66	糯米	籼稻	糯稻	白色
28	大溪白	籼稻	粘稻	白色	67	黑糯米	籼稻	糯稻	黑色
29	江白	籼稻	粘稻	白色	68	九斗糯稻	籼稻	糯稻	白色
30	红米2号	籼稻	粘稻	红色	69	初溪长糯	籼稻	糯稻	白色
31	本地小粒籼种	籼稻	粘稻	白色	70	黑米	籼稻	糯稻	黑色
32	黑糯米	籼稻	粘稻	黑色	71	本地糯	籼稻	糯稻	白色
33	同安水稻	籼稻	粘稻	白色	72	本地糯	籼稻	糯稻	白色
34	K28	籼稻	粘稻	白色	73	仔糯	籼稻	糯稻	白色
35	红米	籼稻	粘稻	红色	74	水稻	籼稻	糯稻	白色
36	桂引稻	籼稻	粘稻	白色	75	糯稻	籼稻	糯稻	白色
37	初溪红米	籼稻	粘稻	红色	76	大糯	籼稻	糯稻	白色
38	小谷子	籼稻	粘稻	白色	77	黑米	籼稻	糯稻	黑色
39	高地优质稻	籼稻	粘稻	白色	78	书坊高糯	籼稻	糯稻	白色
40	红米稻	籼稻	粘稻	红色	79	冬糯	籼稻	糯稻	白色
41	红米仔	籼稻	粘稻	红色	80	大红糯稻	籼稻	糯稻	白色
42	尤溪红	籼稻	粘稻	红色	81	高秆红芒糯稻	籼稻	糯稻	白色
43	罗坡岗红米	籼稻	粘稻	红色	82	大冬糯	籼稻	糯稻	白色
44	大红米	籼稻	粘稻	红色	83	黑米	籼稻	糯稻	黑色
45	红米	籼稻	粘稻	红色	84	糯谷	籼稻	糯稻	白色
46	胭脂红	籼稻	粘稻	红色	85	糯稻	籼稻	糯稻	白色
47	长新矮秆红米	籼稻	粘稻	红色	86	本地长糯稻	籼稻	糯稻	白色
48	坤头红米	籼稻	粘稻	红色	87	长芒冬	粳稻	粘稻	白色
49	小粒红米	籼稻	粘稻	红色	88	罗洋粳稻	粳稻	粘稻	白色

表1(续)

序号 Order	种质名称 Name of germplasm	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Visciduity	种皮色 Rice colour	序号 Order	种质名称 Name of germplasm	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Visciduity	种皮色 Rice color
89	仙山谷1	粳稻	粘稻	白色	128	珠冬	粳稻	糯稻	白色
90	冬粟	粳稻	粘稻	白色	129	丹阳糯稻	粳稻	糯稻	白色
91	下园早稻	粳稻	粘稻	白色	130	毛毛术	粳稻	糯稻	白色
92	白粳稻	粳稻	粘稻	白色	131	红禾术	粳稻	糯稻	白色
93	乌芒冬	粳稻	粘稻	白色	132	白秫仔	粳稻	糯稻	白色
94	粳稻1号	粳稻	粘稻	白色	133	红壳术	粳稻	糯稻	白色
95	粳稻2号	粳稻	粘稻	白色	134	大冬术	粳稻	糯稻	白色
96	红卫冬	粳稻	粘稻	白色	135	金丝糯	粳稻	糯稻	白色
97	胡秋冬	粳稻	粘稻	白色	136	栗子糯水稻	粳稻	糯稻	白色
98	钢白矮水稻	粳稻	粘稻	白色	137	初溪圆糯	粳稻	糯稻	白色
99	珍珠米	粳稻	粘稻	白色	138	高秆糯谷	粳稻	糯稻	白色
100	姑田赤稻	粳稻	粘稻	红色	139	粳糯	粳稻	糯稻	白色
101	罗坊野猪大禾	粳稻	粘稻	白色	140	红麻壳糯谷	粳稻	糯稻	白色
102	禾糯	粳稻	粘稻	白色	141	高地白糯	粳稻	糯稻	白色
103	粳稻	粳稻	粘稻	白色	142	青水红糯米	粳稻	糯稻	白色
104	花壳粳稻	粳稻	粘稻	白色	143	长芒糯谷	粳稻	糯稻	白色
105	黑米	粳稻	粘稻	黑色	144	红壳糯谷	粳稻	糯稻	白色
106	粳稻	粳稻	粘稻	白色	145	小陶纹谷白	粳稻	糯稻	白色
107	小陶粳米	粳稻	粘稻	白色	146	洋白糯	粳稻	糯稻	白色
108	胡早	粳稻	粘稻	白色	147	冷水糯	粳稻	糯稻	白色
109	乌鼻粳	粳稻	粘稻	白色	148	冷水珠	粳稻	糯稻	白色
110	粳谷	粳稻	粘稻	白色	149	红壳糯谷	粳稻	糯稻	白色
111	大禾米	粳稻	粘稻	白色	150	堆谷糯	粳稻	糯稻	白色
112	下坂高秆粳稻	粳稻	粘稻	白色	151	红壳糯	粳稻	糯稻	白色
113	黑嘴粳谷	粳稻	粘稻	白色	152	赤门高秆糯稻	粳稻	糯稻	白色
114	粳米	粳稻	粘稻	白色	153	白糯米	粳稻	糯稻	白色
115	书坊矮粳	粳稻	粘稻	白色	154	儒须糯	粳稻	糯稻	白色
116	书坊矮粳	粳稻	粘稻	白色	155	粳谷	粳稻	糯稻	白色
117	芒麻粳	粳稻	粘稻	白色	156	冷水糯	粳稻	糯稻	白色
118	浦城粳稻	粳稻	粘稻	白色	157	糯谷种	粳稻	糯稻	白色
119	大红粳稻	粳稻	粘稻	白色	158	本地棉花糯	粳稻	糯稻	白色
120	本地粳稻	粳稻	粘稻	白色	159	黄糯子	粳稻	糯稻	白色
121	乌籽粳稻	粳稻	粘稻	白色	160	泉水糯	粳稻	糯稻	白色
122	安冬粳稻	粳稻	粘稻	白色	161	拳头糯	粳稻	糯稻	白色
123	坤头粳米	粳稻	粘稻	白色	162	坤头糯米	粳稻	糯稻	白色
124	大粒黄	粳稻	粘稻	白色	163	糯稻	粳稻	糯稻	白色
125	水稻2号	粳稻	粘稻	白色	164	糯谷	粳稻	糯稻	白色
126	本地粳稻	粳稻	粘稻	白色	165	糯稻	粳稻	糯稻	白色
127	粳稻	粳稻	粘稻	白色					

1.2 方法

165 份材料于 2021 年在福建省将乐县古镛镇张公村进行扩繁收种与鉴定评价, 小区面积 3.2 m², 小区顺序排列, 每份材料种植 17 行, 每行 6 株, 株行距 20 cm×20 cm, 每个小区种植 102 株, 试验设置 2 个重复。肥水管理与当地大田生产相同, 每 667 m² 施纯氮 12 kg。成熟时收获稻谷, 并在存放 3 个月后测定稻米品质各项理化性状。

稻米糙米率、精米率、碱消值、阴糯米率以及白度等指标依据 NY/T 83—2017 米质测定方法^[8] 进行检测, 其中直链淀粉含量采用碘比色法测定, 胶稠度采用热碱糊化冷胶法测定, 稻米整精米率、垩白粒率、垩白度及透明度的测定依据 NY/T 2334—2013 图像法测定^[9]。白米和红米品质评价依据

NY/T 593—2013 食用稻品种品质^[10] 判定, 黑米米质性状参照 NY/T 832—2004 黑米^[11] 进行评价。

试验数据利用 Excel 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 水稻地方品种资源类型和份数

从种皮色来看, 收集的水稻地方品种以白米最多, 共有 133 份, 占总数的 80.6%, 有色稻(红米 22 份、黑米 10 份) 共计有 32 份, 占鉴定总数的 19.4%。从亚种类型来看, 籼稻 86 份, 占总数的 52.1%, 粳稻 79 份, 占总数的 47.9%; 从粘糯性来看, 粘稻 93 份, 占总数的 56.4%, 糯稻资源丰富, 共有 72 份, 占总数的 43.6% (表 2)。从以上结果可以看出, 收集到的种质资源类型丰富多样, 蕴含丰富的糯稻和有色稻资源。

表 2 水稻地方品种资源分类表

Table 2 The classification of rice landraces

类型 Type	资源份数 No. of resources			
	白米 White rice	红米 Red rice	黑米 Black rice	合计 Total
籼粘品种 Indica non-glutinous rice	29	21	2	52
籼糯品种 Indica glutinous rice	27	0	7	34
粳粘品种 Japonica non-glutinous rice	39	1	1	41
粳糯品种 Japonica glutinous rice	38	0	0	38
合计 Total	133	22	10	165

2.2 水稻地方品种品质性状分析

2.2.1 白米稻品质性状分析 对白米稻资源各品质性状分别按籼粘、粳粘、籼糯、粳糯 4 个类型进行分析统计, 从平均值来看, 29 份籼粘品种糙米率为 80.7%, 整精米率为 46.6%, 垩白度为 7.3%, 透明度为 1.7 级, 直链淀粉含量为 19.5%, 碱消值为 6.4 级, 胶稠度为 59.7 mm。各米质性状均存在不同程度的变异, 垩白度差异最大, 变异系数为 148.91%, 糙

米率差异最小, 变异系数为 1.29%。39 份粳粘品种糙米率 83.4%, 整精米率 57.7%, 垩白度 19.1%, 透明度 2.3 级, 直链淀粉含量 15.6%, 碱消值 6.5 级, 胶稠度 71.2 mm。垩白度变异系数最大 60.13%, 糙米率变异系数最小 1.48% (表 3)。籼粘、粳粘品种相比较, 粳粘整精米率较高, 但是垩白度较大, 透明度较差, 且直链淀粉含量较低、胶稠度较长。

表 3 白米稻中粘稻品质性状分析

Table 3 Analysis of quality traits of non-glutinous white rice

类型 Type	性状 Traits	糙米率 (%) Brown rice	整精米率 (%) Head rice	垩白度 (%) Chalkiness	透明度 (级) Transparency	直链淀粉含量 (%) AC	碱消值 (级) GT	胶稠度 (mm) GC
籼稻 Indica rice	最大值	82.7	69.2	38.8	4.0	27.4	7.0	100.0
	最小值	78.6	13.7	0.1	1.0	13.1	4.0	30.0
	平均值	80.7	46.6	7.3	1.7	19.5	6.4	59.7
	标准差	1.04	12.82	10.94	1.04	4.57	0.79	20.53
	变异系数 (%)	1.29	27.53	148.91	61.47	23.44	12.46	34.37

表3 (续)

类型 Type	性状 Traits	糙米率(%) Brown rice	整精米率 (%) Head rice	垩白度(%) Chalkiness	透明度(级) Transparency	直链淀粉 含量(%) AC	碱消值 (级) GT	胶稠度 (mm) GC
粳稻 Japonica rice	最大值	85.1	77.0	38.58	4.0	7.0	27.5	89.0
	最小值	80.1	19.9	1.2	1.0	5.4	9.2	27.0
	平均值	83.4	57.7	19.1	2.3	15.6	6.5	71.2
	标准差	1.23	16.05	11.45	1.03	3.26	0.37	12.34
	变异系数(%)	1.48	27.81	60.13	44.63	20.91	5.63	17.33

AC: Amylose content; GT: Gelatinization temperature; GC: Gel consistency; The same as below

27份白米粳糯品种糙米率平均值为80.4%,整精米率为51.7%,阴糯米率为2.1%,白度为1.4级,直链淀粉含量为2.1%,碱消值为6.6级,胶稠度为94.9%。各米质性状均存在不同程度的变异,变异系数在1.45%~75.97%。38份粳糯品种糙米率为

82.9%,整精米率为57.6%,阴糯米率为1.1%,白度为1.8级,直链淀粉含量为2.4%,碱消值为6.4级,胶稠度为96.8%,变异系数在1.84%~90.05%。粳糯整精米率略高于粳糯,即碾磨品质表现较好,而其他指标差异较小(表4)。

表4 白米稻中糯稻品质性状分析

Table 4 Analysis of quality traits of glutinous white rice

类型 Type	性状 Traits	糙米率(%) Brown rice	整精米率 (%) Head rice	阴糯米率(%) Translucent glutinous rice	白度 (级) Whiteness	直链淀粉 含量(%) AC	碱消值 (级) GT	胶稠度 (mm) GC
籼稻 Indica rice	最大值	83.3	73.6	5.8	3	4.2	7.0	100.0
	最小值	78.2	24.9	0	1	0.4	6.2	68.0
	平均值	80.4	51.7	2.1	1.4	2.1	6.6	94.9
	标准差	1.16	12.12	1.61	0.84	1.04	0.36	9.27
	变异系数(%)	1.45	23.44	75.97	58.95	48.97	5.49	9.78
粳稻 Japonica rice	最大值	85.9	79.0	4.1	3	4.8	7.0	100.0
	最小值	79.6	12.4	0	1	0.2	5.8	56.0
	平均值	82.9	57.6	1.1	1.8	2.4	6.4	96.8
	标准差	1.52	12.81	1.01	0.83	1.19	0.32	8.63
	变异系数(%)	1.84	22.23	90.05	45.72	49.27	5.11	8.92

2.2.2 红米稻品质性状分析 对22份红米种质资源各项米质性状进行统计与分析,由表5可见:红米糙米率平均值为80.4%,整精米率为48.4%,垩白度为25.3%,透明度为3.4级,直链淀粉含量为

19.8%,碱消值为6.0级,胶稠度为67.3 mm。各米质性状均存在不同程度的变异,变异系数在3.33%~93.59%,其中垩白度变异系数最大,糙米率的最小。

表5 红米稻品质性状分析

Table 5 Analysis of quality traits of red rice

性状 Traits	糙米率 (%) Brown rice	整精米率 (%) Head rice	垩白度 (%) Chalkiness rate	透明度 (级) Translucency	直链淀粉含量 (%) AC	碱消值 (级) GT	胶稠度 (mm) GC
最大值 Max.	82.8	66.2	68.9	5	27.60	7.0	86
最小值 Min.	69.9	20.7	1.3	2	12.00	4.8	45
平均值 Mean	80.4	48.4	25.3	3.4	19.8	6.0	67.3
标准差 SD	2.68	12.26	23.70	1.18	5.48	0.87	11.07
变异系数(%) CV	3.33	25.34	93.59	34.28	27.72	14.49	16.44

2.2.3 黑米稻品质性状分析 表6可见,黑米种质糙米率变幅在75.4%~79.9%,整精米率变幅为26.6%~54.6%,直链淀粉含量变幅1.0%~28.4%,碱消值变幅5.1~7.0级,胶稠度变幅49~100 mm。依据NY/T 832—2004 黑米^[11]对碱消值和直链淀粉含量

2项指标进行评价,碱消值均达到2级以上,其中7份达到1级指标;直链淀粉含量有8份达到1级指标,1份达到3级。其中7份糯稻品种直链淀粉含量均在2%以下,达优质1级指标。

表6 黑米稻品质性状分析

Table 6 Analysis of quality traits of black rice

采集编号 Collection code	名称 Name	类型 Type	糙米率(%) Brown rice	整精米率(%) Head rice	碱消值(级) GT	直链淀粉含量(%) AC	胶稠度(mm) GC
P350525103	双黑米稻	籼粘	79.6	26.6	6.1	28.4	49
012021355121	黑糯米	籼粘	79.9	35.7	6.3	12.0	68
2017355137	黑米	粳粘	79.1	36.7	7.0	15.6	58
P350122002	长龙时谷	籼糯	79.1	54.6	5.8	1.0	100
P350122003	紫旭黑米	籼糯	79.3	39.7	5.1	1.5	100
P350525001	黑须糯米	籼糯	79.4	45.1	5.4	1.4	98
2021358028	黑糯米	籼糯	75.4	50.6	6.3	2.0	100
2017351079	黑米	籼糯	78.1	51.4	7.0	1.2	100
P350722007	黑米	籼糯	78.2	44.9	6.9	1.5	98
P350722086	黑米	籼糯	79.3	54.0	7.0	1.7	80

2.3 优质种质资源判定、评价和筛选

依据NY/T593—2013 食用稻品种品质^[10]对白米稻和红米稻品质进行判定和评价(表7),在粘稻各项品质性状中,糙米率达标率为100.0%、碱消值为95.5%、胶稠度为79.8%、直链淀粉含量为70.8%、透明度为65.1%,均较高,而整精米率达标率为44.9%、垩白度为32.5%,均较低。粘稻中碾磨品质(即糙米率和整精米率两项指标)达标率为39.2%,外观品质(即垩白度、透明度两项指标)达

标率为32.6%,蒸煮食用品质主要衡量指标为直链淀粉含量、碱消值和胶稠度3项,粘稻中蒸煮食用品质达标率为60.7%。糯稻糙米率达标率为100.0%、碱消值为98.5%、阴糯米率为76.9%、胶稠度为87.7%、白度为69.2%,均较高,而整精米率达标率为50.8%、直链淀粉含量为43.1%,均较低。糯稻碾磨品质达标率为49.2%,外观品质(即阴糯米率和白度两项指标)达标率为67.7%,蒸煮食用品质达标率为35.4%。

表7 白米稻和红米稻品质指标优质率统计

Table 7 High quality rate of rice traits in white rice and red rice

品质性状 Quality traits	粘稻达标数/率(%) Number/Rate of non-glutinous rice				品质性状 Quality traits	糯稻达标数/率(%) Number/Rate of glutinous rice			
	一级 1st	二级 2nd	三级 3rd	合计 Total		一级 1st	二级 2nd	三级 3rd	合计 Total
	糙米率 Brown rice	48/53.9	33/37.1	9/8.9		89/100.0	糙米率 Brown rice	22/33.8	39/60.0
整精米率 Head rice	24/27.0	8/9.0	8/7.9	40/44.9	整精米率 Head rice	15/23.1	9/13.8	9/13.8	33/50.8
垩白度 Chalkiness rate	4/4.5	21/23.5	6/5.9	29/32.5	阴糯米率 Translucent glutinous rice	25/38.1	21/32.3	4/6.2	50/76.9
透明度 Translucency	28/31.4	28/31.5	—	58/65.1	白度 Whiteness	29/44.6	16/24.6	0/0	45/69.2
直链淀粉含量 AC	54/60.7	9/10.1	0/0	63/70.8	直链淀粉含量 AC	28/40.9	—	—	28/43.1
碱消值 GT	48/53.9	—	37/41.6	85/95.5	碱消值 GT	29/44.6	—	25/38.5	64/98.5

表 7 (续)

品质性状 Quality traits	粘稻达标数/率(%) Number/Rate of non-glutinous rice				品质性状 Quality traits	糯稻达标数/率(%) Number/Rate of glutinous rice			
	一级 1st	二级 2nd	三级 3rd	合计 Total		一级 1st	二级 2nd	三级 3rd	合计 Total
	胶稠度 GC	54/60.7	—	17/19.1		71/79.8	胶稠度 GC	47/72.3	—
碾磨品质 Milling quality	14/15.7	11/12.4	10/11.1	35/39.2	碾磨品质 Milling quality	4/6.2	19/29.2	9/13.8	32/49.2
外观品质 Appearance quality	4/4.5	20/22.5	5/5.6	29/32.6	外观品质 Appearance quality	13/20.0	25/38.5	6/9.2	44/67.7
蒸煮食用品质 Cooking quality	15/16.8	8/9.0	35/42.7	54/60.7	蒸煮食用品质 Cooking quality	9/13.8	0/0	14/21.5	23/35.4

—代表在该级别无分布

— represents no distribution at this level

通过稻米品质鉴定和评价,本研究从白米稻和
红米稻种质中筛选出 10 份达部颁优质食用稻标准
的种质资源,其中 5 份达到优质二等,5 份达到优质
三等(表 8),这些优质种质今后可作为亲本创新材
料。另外还筛选出 15 份高直链淀粉含量($\geq 25\%$)稻

种资源(表 9),其中粘粘稻有 12 份,粳粘稻有 3 份,
如双黑米稻直链淀粉含量为 28.4%、坤头红米为
27.6%、石榴红为 26.8%、756 水稻为 26.6% 和钢白矮
水稻为 26.6% 等,这些高直链淀粉水稻品种可运用
到加工专用稻新材料创制中^[12-13]。

表 8 优质地方品种资源筛选结果

Table 8 Screening results of high-quality landrace resources

采集编号 Collection code	名称 Name	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Viscosity	种皮色 Rice colour	米质等级 Quality grade
P350182101	红禾朮	粳稻	糯稻	白色	2
P350821033-2	栗子糯水稻(淡黄)	粳稻	糯稻	白色	2
P350926014	小粒红米	籼稻	粘稻	红色	2
P350823101	桂引稻	籼稻	粘稻	白色	2
P350423004	高地优质稻	籼稻	粘稻	白色	2
2018356195	红米仔	籼稻	粘稻	红色	3
2018351288	红米	籼稻	粘稻	红色	3
20173502069	428	籼稻	粘稻	白色	3
P350583018	宫占惠安本 1	籼稻	粘稻	白色	3
2021355130	本地小粒籼种	籼稻	粘稻	白色	3

表 9 高直链淀粉含量($\geq 25\%$)地方品种资源筛选结果

Table 9 Screening results of high amylose content landrace resources

编号 Code	名称 Name	亚种类型 Subspecies type	粘糯性 Viscosity	直链淀粉含量(%) AC
1	钢白矮水稻	粳稻	粘稻	26.6
2	珍珠米	粳稻	粘稻	27.5
3	姑田赤稻	粳稻	粘稻	26.9
4	黑壳仔	籼稻	粘稻	27.4
5	双黑米稻	籼稻	粘稻	28.4
6	756 水稻	籼稻	粘稻	26.6
7	大溪白	籼稻	粘稻	26.7
8	江白	籼稻	粘稻	27.2
9	红米 2 号	籼稻	粘稻	25.0

表9 (续)

编号 Code	名称 Name	亚种类型 Subspecies type	粘稠性 Viscosity	直链淀粉含量(%) AC
10	K28	籼稻	粘稻	26.6
11	尤溪红	籼稻	粘稻	26.0
12	大红米	籼稻	粘稻	27.0
13	坤头红米	籼稻	粘稻	27.6
14	石榴红	籼稻	粘稻	26.8
15	本地红米	籼稻	粘稻	25.5

3 讨论

3.1 种质资源的鉴定与评价

通过对收集到的 155 份白米和红米种质资源进行品质鉴定与评价,结果表明:粘稻各项米质指标中整精米率和垩白度达标率较低,在 50.0% 以下,其他指标较高,均在 65.0% 以上;糯稻整精米率和直链淀粉含量达标率较低,在 50.0% 左右,其他指标达标率较高,均在 65.0% 以上。在粘稻品种中蒸煮食用品质 3 项指标均达到部颁优质 3 级以上品种占总数的 60.7%,糯稻占总数的 35.4%。王金英等^[14]对福建第二次普查收集到的 780 份福建省水稻地方品种 9 项米质指标进行分析,其中蒸煮食用品质达国家优质米标准的品种仅占总数的 10.5%。两次结果相比较,第三次普查中收集到的蒸煮食用品质达优质的品种比例有大幅度的提升。

3.2 有色稻种质资源的开发与利用

在本次收集到的水稻地方品种中有色稻资源较为丰富共有 32 份,约占总数的 20.0%。有色稻与普通稻米相比,含有更丰富的蛋白质、氨基酸、植物脂肪、矿物质元素和维生素等营养成分及膳食纤维、不饱和脂肪酸、类黄酮等生理活性物质,具有一定的生理调节功能^[15-19]。因此有色稻品种成为了功能性稻米制品开发的重要资源^[20-23]。本次收集到采集编号为 2021358028、品种名称为黑糯米的水稻,该品种为籼糯稻,种皮色紫黑色,色泽均匀、有光泽度,稻米品质性状:糙米率 75.4%,精米率 61.3%,整精米率 50.6%,籽粒长度 6.0 mm,籽粒宽度 2.2 mm,籽粒长宽比 2.7,碱消值 6.3 级,直链淀粉含量 2.0%,胶稠度 100 mm。以该资源为供体亲本,与矮壮常规富美占、五山丝苗等优质稻亲本等杂交,以期选育出矮壮、转色好、产量高的黑糯新种质供育种利用。今后应继续开展有色稻资源鉴定评价,从中挖掘出优异的种质资源,促进功能性水稻种质资源创新。

3.3 今后种质资源品质鉴定研究侧重点

水稻品质改良和优质稻选育是当前水稻育种研究的重要内容,品质性状是基因遗传和外界环境互作的结果。李清华等^[24]研究表明近年来福建省优质稻鉴评品种中大多数品种米质均达到部颁优质标准,但是在米饭的色泽、气味、滋味和适口性等方面却存在显著的差异。廖茂文等^[25]研究表明稻米直链淀粉含量大概为 18.5% 时品尝评分值最高,蛋白质含量为 6.5% 左右时品尝评分值最高。黄蓉芬等^[26]指出直链淀粉含量相同的一些早、晚籼品种食味品质相差甚远,原因是淀粉的链长和支链淀粉中长、中、短链的比例差异明显,高糊化温度、硬胶稠度的品种,其支链淀粉具有较少的短链和较多的长链,淀粉的链长也相对较长。因此,迫切需要拓宽育种的种质基础,利用地方品种的遗传多样性,培育优质、类型丰富的品种来满足消费者的需求。江川等^[27]对 2017-2018 年福建第三次普查收集到的 148 份福建水稻地方品种进行表型和稻瘟病抗性鉴定评价,并筛选出香春优种、红米、红米仔、428、K28 和长龙时谷 6 份优异水稻地方品种。朱业宝等^[28]对 1040 份福建省水稻地方品种 24 个表型性状遗传多样性及其相关性进行分析,结果表明福建省水稻地方品种的表型性状存在丰富的变异,地区间遗传多样性也存在差异,这些种质资源在水稻育种与基因发掘中可作为重要基础材料利用。今后应着重鉴定并筛选出农艺性状优良且米质性状优异的种质资源,为优质育种新材料创制提供物质基础。

参考文献

- [1] 张卫星,马晨怡,袁玉伟,张伟贵,胡贤巧,陈铭学,朱智伟. 我国水稻三大优势产区稻米品质现状及区域差异. 中国稻米, 2021, 27(5): 12-18
- Zhang W X, Ma C Y, Yuan Y W, Zhang W G, Hu X Q, Chen M X, Zhu Z W. Current situation and regional

- differences of rice quality in China's three dominant rice producing regions. *China Rice*, 2021, 27(5): 12-18
- [2] 方志强, 陆展华, 王石光, 刘维, 卢东柏, 王晓飞, 何秀英. 稻米品质性状研究进展与应用. *广东农业科学*, 2020, 47(5): 11-20
Fang Z Q, Lu Z H, Wang S G, Liu W, Lu D B, Wang X F, He X Y. Research progress and application of rice quality traits. *Guangdong Agricultural Science*, 2020, 47(5): 11-20
- [3] 吕树伟, 江立群, 唐璇, 张静, 孙炳蕊, 刘清, 毛兴学, 于航, 吴柔贤, 范芝兰, 陈文丰, 潘大建, 李晨. 广东省水稻种质资源系统收集与鉴定评价. *植物遗传资源学报*, 2022, 23(2): 412-421
Lv S W, Jiang L Q, Tang X, Zhang J, Sun B R, Liu Q, Mao X X, Yu H, Wu R X, Fan Z L, Chen W F, Pan D J, Li C. Collection and evaluation of rice germplasm resources system in Guangdong province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2022, 23(2): 412-421
- [4] 应存山. 中国稻种资源. 北京: 中国农业出版社, 1993: 164-170
Ying C S. Rice germplasm resources in China. Beijing: China Agriculture Science and Technology Press, 1993: 164-170
- [5] 李春辉, 王天宇, 黎裕. 基于地方品种的种质创新: 现状及展望. *植物遗传资源学报*, 2019, 20(6): 1372-1379
Li C H, Wang T Y, Li Y. Germplasm innovation based on local varieties: Current situation and prospect. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2019, 20(6): 1372-1379
- [6] 王利, 黄洁, 薛仁凤. 云南省元江县水稻传统地方品种的保护与可持续利用. *农学学报*, 2019, 9(11): 1-5
Wang L, Huang J, Xue R F. Protection and sustainable utilization of traditional local rice varieties in Yuanjiang county, Yunnan province. *Journal of Agronomy*, 2019, 9(11): 1-5
- [7] 周坤能, 夏加发, 张彩娟, 王元奎, 云鹏, 马廷臣, 台德卫, 张效忠, 荣松柏, 李泽福. 安徽省水稻地方品种资源鉴定评价. *植物遗传资源学报*, 2023, 24(1): 137-148
Zhou K N, Xia J F, Zhang C J, Wang Y L, Yun P, Ma T C, Tai D W, Zhang X Z, Rong S B, Li Z F. Identification and evaluation of local rice variety resources in Anhui province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2023, 24(1): 137-148
- [8] 农业部农产加工标准化技术委员会. NY/T 83-2017 米质测定方法. 北京: 中国农业出版社, 2017: 1-8
Technical Committee for Standardization of Agricultural Products Processing, Ministry of Agriculture. NY/T 83-2017 Method for determination of rice quality. Beijing: China Agricultural Press, 2017: 1-8
- [9] 农业部种植业管理司. NY/T 2334-2013 稻米整精米率、粒型、垩白粒率、垩白度及透明度的测定 图像法测定. 北京: 中国标准出版社, 2013: 1-4
Department of Crop Management, Ministry of Agriculture. NY/T 2334-2013 Determination of rice head milled rice rate, grain type, chalky grain rate, chalkiness and transparency by image method. Beijing: China Standards Press, 2013: 1-4
- [10] 农业部种植业管理司. NY/T 593-2013 食用稻品种品质. 北京: 中国标准出版社, 2021: 2-4
Department of Crop Management, Ministry of Agriculture. NY/T 593-2013 quality of edible rice varieties. Beijing: China Standards Press, 2021: 2-4
- [11] 中华人民共和国农业部. NY/T 832-2004 黑米. 北京: 中国标准出版社, 2004: 3
The Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. NY/T 832-2004 black rice. Beijing: China Standards Press, 2004: 3
- [12] 张慧杰, 王步军. 影响米粉品质的稻米质量指标分析. *农产品质量与安全*, 2020(3): 78-81
Zhang H J, Wang B J. Analysis of rice quality indexes affecting rice flour quality. *Quality and Safety of Agricultural Products*, 2020(3): 78-81
- [13] 朱雄涛. 论加工专用稻育种的意义、策略及其方法. *福建稻麦科技*, 2001(4): 30-32
Zhu X T. On the significance, strategies and methods of breeding special rice for processing. *Fujian Rice and Wheat Science and Technology*, 2001(4): 30-32
- [14] 王金英, 林亨芳, 江川. 福建省水稻地方品种稻米品质的特点分析. *福建稻麦科技*, 1996, 14(4): 22-26
Wang J Y, Lin H F, Jiang C. Analysis on the characteristics of rice quality of landrace in Fujian province. *Fujian Science and Technology of Rice and Wheat*, 1996, 14(4): 22-26
- [15] 全东兴, 韩龙植, 南钟浩, 元东林. 特种稻种质资源研究进展与展望. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(3): 227-232
Quan D X, Han L Z, Nan Z H, Yuan D L. Progress and prospect of germplasm research for special rice. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2004, 5(3): 227-232
- [16] 赵则胜. 特种稻研究与利用. *北方水稻*, 2007(6): 1-6
Zhao Z S. Research and utilization of special rice. *Northern Rice*, 2007(6): 1-6
- [17] 赵则胜. 初论功能性稻米. *上海农业学报*, 2002(S1): 1-4
Zhao Z S. Preliminary discussion on functional rice. *Shanghai Agricultural Journal*, 2002(S1): 1-4
- [18] 赵则胜, 蒋家云, 戚家华, 陈永清. 特种稻遗传育种研究现状. *上海农业学报*, 2002(S1): 40-46
Zhao Z S, Jiang J Y, Qi J H, Chen Y Q. Research status of genetic breeding of special rice. *Shanghai Agricultural Journal*, 2002(S1): 40-46
- [19] 赵则胜, 蒋家云, 蔡向忠, 沈明泉, 金浩. 功能米的研究与利用. *上海农学院学报*, 1996(4): 236-242
Zhao Z S, Jiang J Y, Cai X Z, Shen M Q, Jin H. Research and utilization of functional rice. *Journal of Shanghai Agricultural University*, 1996(4): 236-242
- [20] 李清华, 林玲娜, 段斌莉, 郑苹立, 郑金贵. 不同类型水稻米糠中黄酮含量的研究. *江西农业大学学报*, 2006(3): 327-331
Li Q H, Lin L N, Duan B L, Zheng P L, Zheng J G. Study on flavonoids content in different types of rice bran. *Journal of Jiangxi Agricultural University*, 2006(3): 327-331
- [21] 李清华, 江川, 林玲娜, 郑金贵. 不同色稻精米与米糠中黄酮

- 含量的差异分析. 福建农业学报, 2005(1): 49-52
- Li Q H, Jiang C, Lin L N, Zheng J G. Difference analysis of flavonoid content in different color rice milled rice and rice bran. Fujian Agricultural Journal, 2005 (1): 49-52
- [22] 江川, 王金英, 李清华, 郑金贵. 早晚季水稻精米和米皮硒含量的基因型差异研究. 植物遗传资源学报, 2005, 6(4): 448-452
- Jiang C, Wang J Y, Li Q H, Zheng J G. Study on genotypic differences of selenium content in milled rice and rice skin in early and late seasons. Journal of Plant Genetic Resources, 2005, 6(4): 448-452
- [23] 江川, 王金英, 李书柯, 彭雪娟. 硒肥对早、晚季水稻精米和米糠中硒含量变化的影响. 江西农业大学学报, 2008, 20(11): 27-29
- Jiang C, Wang J Y, Li S K, Peng X J. The effect of selenium fertilizer on the change of selenium content in rice bran and milled rice in early and late seasons. Jiangxi Agricultural Journal, 2008, 20(11): 27-29
- [24] 李清华, 郑苹立, 郑长林. 福建省优质稻米质量检测与分析. 福建稻麦科技, 2019, 37(2): 10-12
- Li Q H, Zheng P L, Zheng C L. Detection and analysis of high-quality rice quality in Fujian province. Fujian Rice and Wheat Technology, 2019, 37(2): 10-12
- [25] 廖茂文, 周伟军, 朱智勇, 谭永明, 彭丁文, 刘伟, 唐修平. 大米食味计在优良食味杂交水稻新组合选育中的应用初探. 杂交水稻, 2021, 36(4): 11-17
- Liao M W, Zhou W Y, Zhu Z Y, Tan Y M, Peng D W, Liu W, Tang X P. Preliminary study on the application of rice taste meter in the breeding of new hybrid rice combinations with good taste. Hybrid Rice, 2021, 36(4): 11-17
- [26] 黄蓉芬, 钟海明, 谢小彬, 柳美南, 颜春龙, 陈波. 稻米直链淀粉含量的遗传研究进展. 江西农业学报, 2006, 18(6): 21-24
- Huang R F, Zhong H M, Xie X B, Liu M N, Yan C L, Chen B. Progress in genetic research on amylose content in rice. Jiangxi Agricultural Journal, 2006, 18(6): 21-24
- [27] 江川, 朱业宝, 李清华, 陈立喆, 张海峰, 王金英. 福建水稻地方品种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 local rice varieties in Fujian. Journal of Plant Genetic Resources, 2023, 24(1): 126-136
- [28] 朱业宝, 陈立喆, 张丹, 王金英, 江川. 福建省水稻地方品种表型性状遗传多样性分析. 福建农业学报, 2021, 36(10): 1119-1125
- Zhu Y B, Chen L Z, Zhang D, Wang J Y, Jiang C. Genetic diversity analysis of phenotypic traits of rice landraces in Fujian province. Journal of Fujian Agriculture, 2021, 36(10): 1119-1125