

紫色稻颜色深浅多元化分析及种质筛选

柯裴蓓, 汪波, 周根友*

(江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏 南通 226541)

摘要:为研究紫色稻颜色深浅的多元化, 筛选更多紫色稻颜色深浅多元化的种质资源, 以地方品种及自选品种(品系)144份紫色稻为研究材料, 对紫色稻的着色部位、着色深浅度进行分析, 筛选多元化紫色稻资源。结果表明, 紫色稻叶片在苗期、分蘖期呈现紫色, 后期逐渐脱色; 紫色稻种皮颜色与谷壳颜色无显著相关; 紫色稻种皮、谷壳颜色深浅度呈多样化。

关键词:紫色稻; 紫色种皮; 紫色谷壳; 紫色叶片

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 1672-755X(2020)02-0070-04

Color Diversity Analysis and Germplasm Selection of Purple Rice

KE Pei-bei, WANG Bo, ZHOU Gen-you*

(Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Sciences, Nantong 226541, China)

Abstract: In order to study the diversity of the degree of color in purple rice, to screen more germplasm resources of purple rice, our study takes 144 purple rice varieties of local varieties and selected varieties (lines) as research materials, analyzes the colored parts and shades of purple rice, and selects varieties of purple rice resources. The results showed that the dynamic changes of purple rice leaves showed color at the seedling stage and tillering stage, and gradually discolored at the later stage. There was no significant correlation between the color of the purple rice pericarp and chaff. The degree of color in purple rice pericarp and chaff were diversified.

Key words: purple; purple pericarp; purple chaff; purple leaf

目前我国保存的水稻种质资源中的彩色稻种质占10%左右^[1]。彩色水稻中的几乎所有微量元素均高于白米, 彩色稻米果皮中含有的天然色素具有抗氧化作用, 其营养素含量的高低与种皮颜色的深浅呈正相关, 还具有独特的食疗保健功能^[2-4]。我国的彩色水稻资源中, 以紫米和红米最常见^[2]。

彩色稻米中紫黑米的蛋白质品质最佳, 其赖氨酸和苏氨酸的含量均显著高于其他色泽的稻米, 组氨酸的含量也相对较高^[5], 还富含植物脂肪、纤维素和人体必需的矿物质, 如Fe、Zn、Ca等, 以及丰富的维生素B族和维生素D、E, 尤其是含有一般水稻缺乏的维生素C、胡萝卜素等^[2]。它是中国消费量最大的功能型稻米, 具有广阔的开发利用前景。目前市场上紫黑米价格一般是普通大米价格的1.5~2.5倍, 可以将其生产成各种具有特色风味、营养价值和保健功能甚至具有抗癌作用的食物、饮料等, 促进农业增效、农民增收; 还可和其它彩色水稻一起, 制造特色田园风光, 建设美丽乡村, 促进现代观光农业和旅游农业的发展。本研究主要对地方品种和自选品种(品系)的紫色稻进行分析研究, 筛选出稻米种皮和稻米谷壳颜色呈不同深浅的种质资源, 为彩色稻田的制作增加可选色度, 增加彩色稻田观赏性。

收稿日期: 2020-03-16

基金项目: 南通市科技计划项目(JC2018156); 沿江农科所青年科技基金项目(YJ2019006)

作者简介: 柯裴蓓(1992—), 女, 江苏南通人, 研究实习员, 硕士, 主要从事水稻遗传育种研究。

通信作者: 周根友(1965—), 男, 江苏如皋人, 副研究员, 主要从事水稻遗传育种研究。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料包括地方品种、江苏沿江地区农业科学研究所自选品种(品系)共 144 份紫稻材料。

1.2 试验方法

试验在江苏沿江地区农业科学研究所试验基地进行。供试材料于 2019 年 5 月 26 日落谷,6 月 22 日移栽至江苏沿江地区农科所水田中。参试材料田间管理水平一致,四周设置保护行,栽培措施按常规要求实施。生长期统一统计田间数据,并于成熟期统一随机取样,人工脱粒,记录颜色数据。

1.3 性状测定与数据分析

紫色稻着色部位为种皮、谷壳、叶片。彩米:稻米种皮颜色深浅分析;彩壳:稻米谷壳颜色深浅分析;彩叶:水稻叶片颜色深浅分析。运用 Excel 2010 软件进行数据统计、方差分析及相关分析。

2 结果与分析

2.1 紫色稻种皮颜色深浅度分析

在参试的 144 份材料中:17 份材料种皮不显紫色,为常规稻颜色(图 1a);19 份材料种皮 1%~25%显色,即花斑色(图 1b);30 份材料种皮 26%~50%显色,即花斑色(图 1c);46 份材料种皮 51%~75%显色(图 1d);32 份材料种皮 76%~100%显色(图 1e)。表明紫色稻种皮的颜色深浅呈多元化。

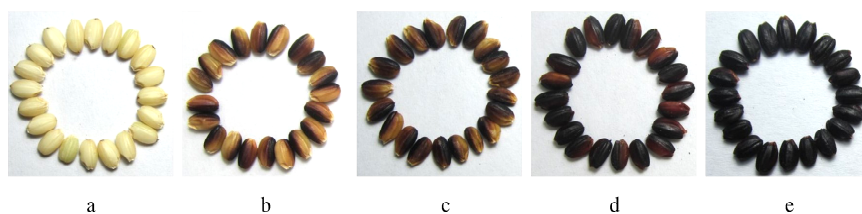


图 1 紫色稻种皮颜色深浅度情况

2.2 紫色稻谷壳颜色深浅度分析

在参试的 144 份材料中:15 份材料谷壳不显色,为常规稻颜色(图 2a);15 份材料谷壳 1%~25%显色(图 2b);30 份材料谷壳 26%~50%显色(图 2c);27 份材料谷壳 51%~75%显色(图 2d);57 份材料谷壳 76%~100%显色(图 2e)。表明紫色稻谷壳的颜色深浅呈多元化。



图 2 紫色稻谷壳颜色深浅度情况

在参试的 144 份材料中,有 15 份参试品种为有芒品种。其中,谷壳 1%~25%显色的有 1 份材料(图 3a);谷壳 26%~50%显色的有 4 份材料(图 3b);谷壳 51%~75%显色的有 2 份材料(图 3c);谷壳 76%~100%显色的有 8 份材料(图 3d)。表明紫色稻中存在有芒紫色稻品种,颜色呈多元化。

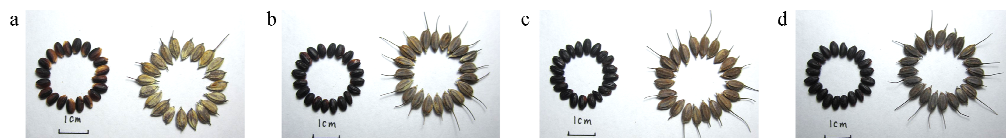


图 3 有芒紫壳稻情况

2.3 紫色稻叶片颜色分析

参试材料的紫色稻叶片在生长过程中呈现动态变化,苗期呈现紫色,随着水稻的生长,紫色叶片后期

逐渐脱色,最终接近绿色。在 144 份参试材料中,95 份材料苗期、分蘖期叶片呈现紫色;拔节期后,叶片逐渐脱色,呈现绿色;成熟期叶片与常规稻颜色无显著差异(图 4)。



图 4 紫色稻叶片颜色情况

2.4 紫色稻种皮和谷壳颜色综合分析

在 144 份紫色稻材料中,17 份材料种皮为常规色而谷壳呈紫色(表 1 中类型①~③),15 份材料谷壳为常规色而种皮呈紫色(表 2 中类型④)。本研究表明:种皮颜色与谷壳颜色无显著相关;谷壳颜色越深,种皮颜色越深的概率越大(表 1);种皮颜色越深,谷壳颜色越深的概率也越大(表 2)。

表 1 紫色稻种皮色和谷壳色综合分析(以种皮色归类)

类型	种皮	谷壳	数量	在同类种皮的 水稻中的占比/%	类型	种皮	谷壳	数量	在同类种皮的 水稻中的占比/%
①	0	a	6	35.29	⑩	B	d	11	36.67
②	0	b	10	58.82	⑪	C	a	3	6.52
③	0	d	1	5.88	⑫	C	b	13	28.26
④	A	0	15	78.95	⑬	C	c	9	19.57
⑤	A	b	2	10.53	⑭	C	d	21	45.65
⑥	A	d	2	10.53	⑮	D	a	1	3.13
⑦	B	a	5	16.67	⑯	D	b	2	6.25
⑧	B	b	3	10.00	⑰	D	c	7	21.88
⑨	B	c	11	36.67	⑱	D	d	22	68.75

注:0 表示不显示紫色,即为常规稻颜色;A 表示种皮 1%~25% 显紫色,B 表示种皮 26%~50% 显紫色,C 表示种皮 51%~75% 显紫色,D 表示种皮 76%~100% 显紫色;a 表示谷壳 1%~25% 显紫色,b 表示谷壳 26%~50% 显紫色,c 表示谷壳 51%~75% 显紫色,d 表示谷壳 76%~100% 显紫色。下表同。

表 2 紫色稻种皮色和谷壳色综合分析(以谷壳色归类)

类型	谷壳	种皮	数量	在同类谷壳的 水稻中的占比/%	类型	谷壳	种皮	数量	在同类谷壳的 水稻中的占比/%
④	0	A	15	78.95	⑮	b	D	2	6.25
①	a	0	6	35.29	⑨	c	B	11	36.67
⑦	a	B	5	16.67	⑬	c	C	9	19.57
⑪	a	C	3	6.52	⑰	c	D	7	21.88
⑮	a	D	1	3.13	③	d	0	1	5.88
②	b	0	10	58.82	⑥	d	A	2	10.53
⑤	b	A	2	10.53	⑩	d	B	11	36.67
⑧	b	B	3	10.00	⑭	d	C	21	45.65
⑫	b	C	13	28.26	⑱	d	D	22	68.75

3 结论与讨论

紫叶水稻,是指叶片在水稻生长全部过程或部分阶段表现为紫色的水稻^[1]。本研究中,材料在苗期、分蘖期叶片颜色呈紫色,随着抽穗期、拔节期的到来,紫稻叶片颜色逐渐脱色,呈绿色。也有研究表明,有的水稻紫叶性状表现为全生育期紫色,如籼稻紫叶材料 PZ10^[6]。紫色稻品种不同,紫稻叶片表型存在差异,这与本研究结果并不冲突。周旭珍的研究表明,紫叶稻和绿稻植株的光合作用没有显著的差异^[7]。

紫米,即种皮颜色呈紫色的稻米;紫壳稻,即谷壳颜色呈紫色的稻谷^[1]。紫稻遗传机制复杂,不仅仅受

多基因调控,也受环境因素的影响。迄今为止,大多数的科学研究认为,有色对无色为 1 对基因控制,属质量性状^[1],紫米种皮色素性状由 Pa 和 Pb 这对基因控制^[8]。稻壳颜色控制基因与种皮颜色控制基因不同,稻壳颜色的遗传既存在单基因控制,也存在 2~3 对互作基因控制^[9]。这与本研究中“紫色种皮和紫色谷壳不相关,存在多份种皮为常规色而谷壳为紫色、谷壳为常规色而种皮为紫色的紫稻材料”的结果一致。本研究也发现,谷壳颜色越深,种皮颜色越深的概率越大;种皮颜色越深,谷壳颜色越深的概率也越大。

在之前的研究中,对纯色紫米、纯色紫壳稻研究较多^[10],对花斑色、浅紫色稻研究较少。本研究发现,紫色稻种皮、谷壳的深浅、花色均呈多元化,存在颜色深浅不一的紫米、紫壳稻种质资源。本研究共筛选出 18 类不同的紫色稻资源(表 1、表 2),包含单紫米、单紫壳、紫米紫壳。颜色深浅多样化的、丰富的紫色稻资源,如“通紫糯 18-7”(现已参加江苏省水稻新品种试验)、“通紫糯 19Y72”、“通紫糯 19Y77”(图 5、表 3),色彩鲜艳,具有良好的产量潜力。本研究中还筛选到有芒紫壳稻材料,增加了紫色稻的观赏性。



图 5 紫稻材料筛选

表 3 几种紫稻性状

紫稻品种	叶片颜色	稻壳颜色	稻米颜色	株高/cm	每穗粒数	实粒数	千粒重/g
通紫糯 18-7	绿	白	紫	100.5	182.6	162.3	28.2
通紫糯 19Y72	绿	花斑	紫	101.3	178.3	158.2	27.5
通紫糯 19Y77	绿	紫	紫	99.7	176.2	154.3	27.8

紫色稻颜色深浅多元化具有广泛的应用前景。近年来,随着休闲观光农业的发展,紫色稻既能生产紫色稻米供食用,促进农业转型、农民增收,又能作为美景观赏,促进景观农业、乡村旅游业的发展(图 6)。



图 6 紫色稻示范田

参考文献:

[1] 全刚,刘志. 有色稻研究现状[J]. 种子,2017(4):51-53
[2] 童继平,李素敏,刘学军,等. 有色稻米研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2011(1):13-18
[3] 裴凌沧,潘军,段彬伍. 有色米及白米矿质元素营养特征[J]. 中国水稻科学,1993(2):95-100
[4] 李丽君,刘传光,周新桥,等. 有色稻米的保健功能及研究现状[J]. 广东农业科学,2012(21):11-13
[5] 朱智伟,杨炜,林榕辉. 不同类型稻米的蛋白营养价值[J]. 中国水稻科学,1991(4):157-162
[6] 周旭珍. 水稻紫叶基因定位与性状分析[D]. 南宁:广西大学,2017
[7] 周旭珍,李燕骄,李允振,等. 水稻紫叶基因定位与性状分析[J]. 分子植物育种,2017,15(12):4970-4975
[8] 王芳权,杨杰,范方军,等. 水稻紫色果皮的延迟遗传及 Pb 基因功能标记开发[J]. 中国水稻科学,2014,28(6):605-611
[9] 何立斌,曹立勇,钱前,等. 稻壳颜色标记在杂交水稻制种中的应用初探[J]. 浙江农业学报,2001(6):33-36
[10] 王彩霞. 有色米的品质特性与种皮颜色性状的分子遗传学研究[D]. 杭州:浙江大学,2007

(责任编辑:湛 江)