

# 河北水稻育种品系品质性状及相关性分析

耿雷跃 马佳 张薇 杨雅华 张启星

(河北省农林科学院滨海农业研究所, 河北 唐山 063299)

**摘要:**以河北地区 128 个水稻品系为试材, 对参试品种的碾磨品质、外观品质、蒸煮食味品质进行测定与分析, 并做聚类分析。结果表明, 供试品系整精米率偏低、垩白粒率偏高是制约河北稻米品质提升的主要因素。但品种间存在着较大的变异, 通过遗传改良这些品质性状具有可行性。聚类分析结果显示, 供试品系可以分为六大类群, 其中第 V 类群除垩白性状外, 其他品质性状均较好, 可以通过第 II 类群品系对其加以遗传改良。相关分析结果表明, 籽粒大小是影响垩白粒率、蛋白质含量、直链淀粉含量的重要因素。蛋白质含量、直链淀粉含量与米饭食味值极显著负相关, 在品质改良中应特别注意。稻米食味仪测定食味值和米饭食味仪测定食味值具有较高的正相关系数, 表明两种仪器能够相互验证, 并有一定的替代性。

**关键词:**水稻; 品质; 河北; 相关性

**中图分类号:**S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2016)S1-0011-04

水稻是我国的主要粮食作物, 随着人民生活水平的提高, 对稻米品质要求越来越高。对稻米品质性状的评价一般是从碾磨、外观、蒸煮食味和营养等方面进行, 但由于基因的一因多效和连锁, 这些品质性状间彼此影响, 存在着错综复杂的关系。不同类型和地区间水稻品质性状存在各自特点<sup>[1]</sup>, 水稻品质性状间的相互关系可能存在一定差别。研究河北地区水稻品种品质性状特点及品质性状间的相关性, 对河北省水稻品质育种和遗传研究都有重要借鉴意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料包括 2015 年参加河北省水稻区域试验的 14 个品种, 国家北方水稻品种试验京津唐粳稻组参试品种 12 个, 笔者所在单位品比试验稳定水稻品系 102 个, 共 128 个品种或品系。试验材料于 2015 年种植在河北省农林科学院滨海农业研究所试验田, 4 月 20 日播种, 5 月 25 日移栽, 10 月 10 日收获, 栽培管理参照河北省区域试验要求。稻米品质测定取自区域试验和品比试验产量测定稻谷。

### 1.2 试验方法

材料收获后进行自然干燥处理, 稻谷水分达到 14.5% 时, 利用东孚久恒公司 JDM2100 型稻米出米率检测仪将稻谷加工成精米, 并测定稻米糙米率、精米率。利用 JMW112 型外观检测仪测定整精米率、精米长度、宽度、长宽比、垩白粒率、垩白度、透明度等性状。利用 JSWL200 型大米食味计检测稻米蛋白质含量、直链

淀粉含量和稻米食味值。按照日本佐竹公司生产的 STA1B 米饭食味计要求, 将稻米加工成米饭, 利用日本佐竹公司生产的 STA1B 型米饭食味计检测米饭食味值、口感、外观。所得数据均为每个样品重复测定 3 次, 取其平均值统计分析。

### 1.3 统计分析

使用 Excel 2010 和 SPSS 统计软件进行图表制作和数据分析。聚类分析采用欧氏距离算术平均数的非加权成组配对法。

## 2 结果与分析

### 2.1 品质性状的变异

从表 1 可见, 有 94.53% 的品系糙米率和 92.97% 的品系直链淀粉含量达到国家 1 级米标准, 表现较好; 仅有 39.84% 品系整精米率达到国家 1 级米标准; 只有 1 个品系垩白粒率达到国家 1 级米标准; 没有品系的垩白度达到国家 1 级米标准<sup>[2]</sup>。稻米长度、整精米率、透明度、垩白粒率、垩白度的变异系数较大, 均在 10% 以上, 垩白度的变异系数甚至达到 62.85%。参试品系在这些性状间可能存在丰富的遗传变异。

### 2.2 聚类分析

以稻米糙米率、精米率、整精米率、长度、宽度、长宽比、透明度、垩白粒率、垩白度、蛋白质含量、直链淀粉含量、米饭口感、米饭外观共 13 个品质相关一级性

收稿日期: 2016-07-05

表 1 水稻品系品质性状变化					
指标	平均值	标准差	范围	变异系数 (%)	一级米比率 (%)
糙米率(%)	83.34	1.14	79.73~85.81	1.36	94.53
精米率(%)	73.63	2.25	63.57~79.94	3.05	
整精米率(%)	62.09	8.73	31.60~74.86	14.06	
粒长(mm)	4.81	0.50	4.00~6.20	10.48	
粒宽(mm)	2.72	0.13	2.40~3.10	4.90	
长宽比	1.77	0.15	1.50~2.10	8.70	39.84
透明度(级)	2.26	0.44	1.20~3.20	19.31	
垩白粒率(%)	40.56	19.00	6.67~92.63	46.84	
垩白度(%)	15.59	9.79	1.87~48.23	62.85	
蛋白质含量(%)	8.92	0.72	7.43~11.60	8.06	
直链淀粉含量(%)	16.32	1.20	12.30~18.60	7.38	92.97
大米食味值	77.41	2.50	70.67~83.67	3.23	
米饭食味值	73.00	4.19	62.80~81.80	5.75	
外观	6.97	0.57	5.00~8.10	8.16	
口感	6.99	0.49	5.60~8.00	7.02	

表 2 品质聚类分析结果						
性状	I (46)a	II (21)	III (32)	IV (8)	V (8)	VI (4)
糙米率	83.35	83.11	83.16	82.97	84.37	84.28
精米率	73.66	74.26	72.66	73.78	76.10	73.26
整精米率	64.42	64.93	56.02	60.53	66.17	62.12
长度	4.65	4.81	4.70	4.87	6.00	5.26
宽度	2.68	2.67	2.71	2.72	3.03	2.88
长宽比	1.73	1.81	1.73	1.79	1.98	1.80
透明度	2.35	2.38	2.31	1.74	1.87	1.91
垩白粒率	31.93	18.03	46.93	65.69	78.36	86.83
垩白度	11.10	5.79	17.32	27.6	35.91	45.23
蛋白质	8.89	8.69	9.19	8.92	8.15 c	9.58
直链淀粉	16.07	15.86	16.31	16.97	17.62	17.31
大米食味	77.44	77.52	77.46	76.75	78.25	75.83
口感	6.97	6.90	7.00	6.73	7.00	7.20
外观	6.99	6.96	6.99	6.80	7.06	7.25
米饭食味	73.27	73.08	72.97	72.09	74.26	75.10

a:类群包含品系数量。

状进行聚类分析,128 个品系共分为 6 大类群。各类群品质性状平均值如表 2 所示。第 I 类包括 46 个品系,主要特点是整精米率、透明度较高,垩白粒率和垩白度较低,2015 年参加河北水稻区域试验 12 个品种中有 9 个在此类群。第 II 类包括 21 个品系,主要特点是整精米率、透明度较高,垩白粒率、垩白度、直链淀粉含量最低,蛋白质含量也较低。第 III 类包括 32 个品系,主要特点是整精米率最低,只有 56.02%,其他性状表现一般。第 IV 类包括 8 个品系,主要特点糙米率和整精米率较低,透明度最低,大米食味值和米饭食味值、米饭口感和外观均为最差。第 V 类包括 8 个品系,全部为笔者单位选育的香型大米,糙米率、精米率、整精米率均为最高,粒型也为大粒细长型(长度、宽度、长宽比均为最

高),透明度较低,垩白粒率、垩白度较高,蛋白质含量最低、直链淀粉含量最高,具有较好的大米食味值和米饭食味值,米饭口感和外观较好。第 VI 类只包括 4 个品系,主要特点是整精米率较低,垩白粒率、垩白度最高,蛋白质含量最高,米饭食味值、口感、外观最高。但因为此类型品系数量较少,可能存在一定的抽样误差,需要进一步补充数据。此外,还有 7 个品系因为数据缺失,未能被聚类。

2.2 稻米品质性状间的相关性分析

各品质性状间简单相关分析结果如表 3 所示。在稻米碾米品质中,糙米率、精米率和整精米率 3 个碾米品质性状间相关性较高,均达到极显著正相关。糙米率、精米率与粒宽性状极显著正相关,说明较宽稻米出

表 3 主要品质性状相关系数

	糙米率	精米率	整精米率	透明度	垩白粒率	垩白度	长宽比	长度	宽度	蛋白质	直链淀粉	大米	口感	外观
精米率	0.62**													
整精米率	0.47**	0.54**												
透明度	0.15	-0.13	0.01											
垩白粒率	0.15	0	-0.21*	-0.37**										
垩白度	0.19*	0.01	-0.14	-0.40**	0.96**									
长宽比	-0.14	0.09	-0.13	-0.04	0.17*	0.18*								
长度	0.07	0.21*	-0.05	-0.01	0.44**	0.42**	0.86**							
宽度	0.33**	0.30**	0.16	0.04	0.54**	0.49**	0.12	0.58**						
蛋白质	-0.16	-0.21*	-0.24**	-0.20*	0.02	0.03	-0.28**	-0.38**	-0.32**					
直链淀粉	0.06	0.15	0.04	-0.25**	0.39**	0.36**	0.21*	0.30**	0.18*	-0.04				
大米食味	0.15	-0.13	0.01	0.43**	0	-0.02	0.09	0.17	0.22*	-0.66**	-0.24**			
口感	0.08	-0.24**	-0.05	0.46**	0.06	0.07	0.06	0.18*	0.27**	-0.40**	-0.29**	0.69**		
外观	0.11	-0.18*	-0.03	0.37**	0.07	0.09	0.06	0.18*	0.28**	-0.39**	-0.31**	0.68**	0.98**	
米饭食味	0.15	-0.12	0	0.33**	0.09	0.10	0.04	0.18*	0.32**	-0.40**	-0.38**	0.68**	0.93**	0.97**

\* 和 \*\* 分别为达到 5% 和 1% 显著水平。

米率较高。稻米整精米率与垩白粒率、蛋白质含量显著负相关,说明高垩白粒率和高蛋白质含量稻米在碾磨过程更容易破碎。

在稻米外观品质中,稻米长度与长宽比、宽度极显著正相关,而宽度与长宽比相关不显著,说明粒型变化主要是由稻米长度变化决定。垩白粒率和垩白度性状与稻米长度、宽度和长宽比均达到极显著相关,说明较大粒型稻米容易产生垩白。在稻米外观品质中,粒宽和透明度与大米食味值、米饭食味值均呈显著或极显著的正相关,表明宽粒且透明的稻米食味更佳。

稻米食味及理化性状中,稻米食味值与蛋白质含量、直链淀粉含量均呈显著或极显著负相关,尤其与蛋白质含量相关系数达到-0.66。蛋白质含量与碾米品质中的精米率和整精米率,外观品质中的长度、宽度、长宽比,米饭食味性状中的食味值、外观、口感均呈显著或极显著负相关,表明较高蛋白质含量稻米会降低水稻各方面品质性状。稻米直链淀粉含量与稻米长度、宽度和长宽比均呈显著正相关,同时与垩白粒率和垩白度也表现极显著的正相关,表明直链淀粉含量是影响稻米外观品质的重要因素。

米饭食味性状中,米饭食味值是根据仪器测定的米饭外观和口感综合评定建立的回归模型,因此米饭食味值与米饭外观和口感的相关系数较高。米饭食味值与稻米透明度、长度、宽度呈显著或极显著正相关,而与稻米蛋白质含量、直链淀粉含量均呈极显著负相关。在选育米饭食味值性状时,相关性状选择具有一定借鉴意义。稻米食味值和米饭食味值测定结果具有较高的相关系数,表明两种仪器测定结果重复性较好,有

一定的替代性。

3 讨论

水稻品质一直是育种家探讨的一个重要课题,本研究以河北水稻区域试验品种和笔者单位 2015 年自育品系为研究对象,能充分反应出目前河北水稻育种研究中所利用材料。本研究结果表明,总体看目前河北省水稻育种材料品质性状中,糙米率和直链淀粉含量大部分能达到国家一级米标准,但垩白粒率和垩白度性状较差,整精米率也有待提高。垩白粒率、垩白度和整精米率在品种间均存在较高的变异系数,表明通过遗传改良这 3 个性状具有可行性。

通过聚类分析,根据品质性状,将 128 份材料分为六大类群。各类群间各有特点,其中第Ⅴ类群全部为笔者单位自育香型大米品系,稻米和米饭食味值较高,碾米品质较好,粒型也都为大粒细长型,可以作为优质米的候选品系。但该类品系垩白粒率和垩白度性状较差,需要通过育种手段加以改良。第Ⅱ类群品系垩白粒率和垩白度较低,其他品质性状也无明显缺陷,可以弥补第Ⅴ类群品系外观品质的不足。

各品质性状间相互联系、相互影响。粒型是影响稻米品质的重要因素。孟庆虹等<sup>[3]</sup>研究认为,粳稻糙米率、精米率和整精米率的高低与粒宽、粒厚关系密切,籽粒宽而厚的材料往往其糙米率、精米率和整精米率都较高。本研究对粒宽与碾米品质性状之间的关系进行分析表明,籽粒宽的品系往往糙米率、精米率较高。稻米大小还与垩白有紧密联系。相关分析表明,稻米越长越宽,垩白粒率和垩白度就越大。从碳水(下转第 17 页)

之间,为中秆品种,其余品种为矮秆品种。从单株平均有效穗数分析,sukushiakamoch、陕紫、抚紫、抚农绿香稻分蘖力较强。从粒部相关性状来看,粳、糯稻粒型差异明显,糯稻全部为椭圆型。紫香糯、曾紫米、黑米 137、14NP-03、黑米 178 品种为紫色谷壳,抚农绿香稻为黑色谷壳。曾紫米、黑米 117、黑米 178 品种的平均出糙率较低。抚紫大米有药用味道,曾紫米、黑米 178 两种大米中间有白心,可作为育种资源加以利用。从产量来看,陕紫、矮糯、湘红 106、黑米 117、黑米 178 在本地种植表现出较高的产量,可以作为高产的优良稻种。

综上所述,陕紫、矮糯、湘红 106、黑米 117、黑米 178 等品种因其较高的适应性和产量表现,涵盖紫色、绿色、红色和黑色等 4 种颜色,较为适合在本地作为特种有色稻进行栽培。黑米 117 为粒聚型品种,可作为育种材料加以改良。抚紫大米有药用味道,黑米中间白心的曾紫米、黑米 178 可作为育种资源加以利用,并有待于进一步鉴定与开发。至于各品种的食味品质、大区的产量,都需要更多的数据支持。

## 参考文献

- [1] 童继平,李素敏,刘学军,等. 有色稻研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2011(1):13-18.
- [2] 赵则胜. 特种稻研究与利用[J]. 北方水稻,2007,6(6):1-6.
- [3] 赵腾芳. 黑糯稻品种资源的考察[J]. 云南农业科技,1985(1):29-31.
- [4] 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,1991,5(4):157-162.
- [5] 顾德法,徐美玉. 紫黑糯米特种营养研究[J]. 中国农业科学,1992,25(5):36-41.
- [6] 赵成章,戚秀芳,杨长登,等. 应用细胞工程技术培育“黑珍珠”的研究[J]. 农业生物技术学报,1993(1):104-109.
- [7] 王丽华,叶小英,李杰勤,等. 黑米、红米的营养保健功效及其色素遗传机制的研究进展[J]. 种子,2006(5):50-54.
- [8] 秦玉,凌文华. 黑米花色苷提取物胶囊对高血脂症病人的降血脂作用[J]. 食品科学,2008(10):540-542.
- [9] 张名位,郭宝江. 色米的营养功能特点及相应加工技术研究[J]. 上海农业学报,2002,18(S1):18-24.
- [10] 孟维初,王伯伦,吕军,等. 水稻着粒密度对产量和品质形成的影响[J]. 华中农业大学学报,2009,28(3):262-267.

(上接第 13 页)

化合物输入米粒的途径看,米粒越长、越宽,输导途径就越长,障碍就越大,越容易产生垩白<sup>[3]</sup>。相关分析结果同时可以看出,稻米大小和蛋白质含量呈极显著负相关,与直链淀粉含量呈显著正相关。笔者推测水稻籽粒大小不同可能主要是由于细胞积累的碳水化合物多少决定的。

北方粳米大部分是直接饭食,因此米饭食味品质是稻米品质的重中之重。直链淀粉含量、蛋白质含量是稻米食味品质的重要指标。相关分析表明,直链淀粉含量、蛋白质含量与米饭食味值呈极显著负相关,这与前人的结论是一致的<sup>[4-7]</sup>。并且进一步分析米饭食味值评价因素口感和外观与直链淀粉含量、蛋白质含量的相关性表明,直链淀粉含量、蛋白质含量与米饭口感、外观均呈极显著负相关。因而可以通过改良直链淀粉含量、蛋白质含量,同时改善米饭口感和外观,进而达到

改良稻米食味品质的目的。

米饭食味仪直接测定米饭的口感、外观,更接近人们的品尝结果,但测验过程较为繁琐。稻米食味仪利用近红外线测定稻米蛋白质、直链淀粉含量,根据回归模型预测稻米食味值,测验过程较为简便<sup>[8]</sup>。本研究分别利用稻米食味仪和米饭食味仪评价品种的食味品质,两种仪器测定结果具有很高的相关性,可以相互验证测定结果。在引进水稻育种不同阶段应根据仪器特点进行选择测定。根据以上仪器特点,在少量骨干亲本的确立和资源材料的筛选中,为全面把握水稻品种的食味特性,可利用米饭食味仪和稻米食味仪进行全面测定。在大批量资源材料筛选和杂交后代 F<sub>4</sub>、F<sub>5</sub> 的选择中,可使用稻米食味计进行初步筛选,待材料压缩后(如 F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub> 等)再开始使用米饭食味仪、稻米食味仪等进一步筛选,既可提高试验的效率,又可提高试验的准确性。