



## 西北干旱区杂草稻品质性状分析

陈 丽,王兴盛,孙建昌,马 静

(宁夏农林科学院 农作物研究所,宁夏永宁 750105)

**摘 要** 以西北干旱区收集的 43 份杂草稻为试验材料,综合分析杂草稻碾磨、外观、蒸煮食味和营养等主要品质特性。结果表明,西北干旱区杂草稻的整精米率、垩白度和垩白粒率性状变异较大,变异系数均超过 20%;蛋白质、胶稠度和碱消值次之,变异系数为 12%~20%;精米率、粒长、粒型(粒长/粒宽)、直链淀粉和粗脂肪变异较小;出糙率的变异系数最小为 1.53%。杂草稻出糙率、精米率、整精米率、胶稠度和碱消值性状明显低于地方品种和选育品种;垩白粒率、垩白度、透明度、蛋白质和粗脂肪值明显较高;粒长、粒型(粒长/粒宽)和直链淀粉质量分数介于地方品种和选育品种之间。杂草稻品质性状间的相关性分析表明,直链淀粉质量分数与胶稠度呈极显著负相关,蛋白质质量分数与出糙率、精米率、整精米率呈极显著负相关,与胶稠度呈显著负相关,与粒长和粒型(长/宽)则呈极显著正相关,且蛋白质质量分数与其碾磨品质关系最为密切。可见,西北干旱区杂草稻的品质性状变异较大,遗传基础较宽,品质方面具有较大可利用的潜在优势。

**关键词** 西北;干旱区;杂草稻;品质性状

**中图分类号** S511.9

**文献标志码** A

**文章编号** 1004-1389(2018)12-1772-08

杂草稻(Weedy rice)在植物分类上,属于禾本科(Poaceae)稻属(*Oryza*),拉丁学名为 *Oryza sativa* Linnaeus, 别称野稻、杂稻、再生稻,农民称之为大青棵。是近年在稻区田间广泛传播的一种杂草型水稻,它是伴随栽培稻生长的似稻植株,与栽培稻相比,具有落粒、早生快发、分蘖强、种皮多呈红色、早熟等特性<sup>[1-6]</sup>。虽然杂草稻在田间能够自然生存与繁殖,对水稻生长发育和产量均造成了危害,但是从利用的角度考虑,杂草稻经过长期的自然选择,其适应性和抗逆性强,是天然的优异基因种质库<sup>[7]</sup>。研究表明,吉林省东部的延边敦化地区和黑龙江省东北部的杂草稻抗旱、抗寒性和抗盐碱性较好<sup>[4,8]</sup>。有研究认为,杂草稻种子抗冻和低温发芽方面明显比常规栽培稻强,杂草稻的休眠性较普通栽培稻品种长<sup>[9-10]</sup>。Gu 等<sup>[11]</sup>也指出杂草稻是一个用于阐明种子休眠机制和提高收获前发芽抗性的理想材料。因此,收集和鉴定杂草稻资源,并对其遗传特性开展全面、深入的

研究和发掘,以及拓宽水稻遗传基础,培育优质、多抗、广适新品种具有重要的意义。前人有关杂草稻适应性和抗逆性方面研究已有较多报道,但针对杂草稻品质性状分析还未见报道。为了全面了解西北干旱区杂草稻特征特性,掌握西北干旱区杂草稻的品质特性,进一步明确杂草稻与选育品种在品质上的异同性,本研究对收集鉴定的 43 份杂草稻的碾磨、外观、蒸煮食味及营养等主要品质性状进行分析,力求为筛选、发掘及利用杂草稻优异资源奠定基础。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

选取所收集的 43 份杂草稻资源,分别为‘2016WR-1’至‘2016WR-43’;地方品种对照 2 份,分别为‘小琥板稻’‘叶升白皮大稻’;选育品种对照 2 份,分别为‘宁粳 41’‘宁粳 43’。共计 47 份参试材料,均来源于宁夏稻区(表 1)。

收稿日期:2018-03-09 修回日期:2018-06-21

基金项目:宁夏农林科学院基础科研项目(NKYJ-16-02);国家重点研发项目子课题(2016YFD0100101-16);宁夏农林科学院青年基金项目(NKYQ-18-07);宁夏水稻育种专项(2013NYYZ0302)。

第一作者:陈 丽,女,硕士研究生,助理研究员,从事水稻遗传育种研究。E-mail:chen1985li@163.com

通信作者:孙建昌,男,博士,研究员,主要从事水稻遗传育种研究。E-mail:nxsjch@163.com

马 静,女,本科,副研究员,主要从事水稻生物技术育种。E-mail:jingma201@163.com

表 1 试验材料  
Table 1 Experiment materials

区号 Area code	来源地 Source	区号 Area code	来源地 Source	区号 Area code	来源地 Source
2016WR-1	永宁 Yongning	2016WR-17	中卫 Zhongwei	2016WR-33	平罗 Pingluo
2016WR-2	青铜峡 Qingtongxia	2016WR-18	平罗 Pingluo	2016WR-34	贺兰 Helan
2016WR-3	永宁 Yongning	2016WR-19	吴忠 Wuzhong	2016WR-35	青铜峡 Qingtongxia
2016WR-4	永宁 Yongning	2016WR-20	吴忠 Wuzhong	2016WR-36	青铜峡 Qingtongxia
2016WR-5	银川 Yinchuan	2016WR-21	吴忠 Wuzhong	2016WR-37	青铜峡 Qingtongxia
2016WR-6	银川 Yinchuan	2016WR-22	吴忠 Wuzhong	2016WR-38	中宁 Zhongning
2016WR-7	永宁 Yongning	2016WR-23	中宁 Zhongning	2016WR-39	永宁 Yongning
2016WR-8	银川 Yinchuan	2016WR-24	中宁 Zhongning	2016WR-40	中卫 Zhongwei
2016WR-9	吴忠 Wuzhong	2016WR-25	中宁 Zhongning	2016WR-41	银川 Yinchuan
2016WR-10	贺兰 Helan	2016WR-26	中宁 Zhongning	2016WR-42	贺兰 Helan
2016WR-11	贺兰 Helan	2016WR-27	中宁 Zhongning	2016WR-43	银川 Yinchuan
2016WR-12	贺兰 Helan	2016WR-28	中宁 Zhongning	小琥板稻 Small amber plate rice	地方品种 Local varieties
2016WR-13	贺兰 Helan	2016WR-29	中宁 Zhongning	叶升白皮大稻 Yesheng White Peel Rice	地方品种 Local varieties
2016WR-14	青铜峡 Qingtongxia	2016WR-30	中宁 Zhongning	宁梗 41 号 Ningjing 41	选育品种 Breeding varieties
2016WR-15	青铜峡 Qingtongxia	2016WR-31	贺兰 Helan	宁梗 43 号 Ningjing 43	选育品种 Breeding varieties
2016WR-16	中宁 Zhongning	2016WR-32	平罗 Pingluo		

## 1.2 测定项目与方法

1.2.1 碾米品质 稻米出糙率、精米率,整精米率按照中华人民共和国国家标准 GB/T 17891-2017<sup>[12]</sup>方法进行测定。

1.2.2 外观品质 从样品中随机取出 10 粒整精米,首尾紧密相连排成一直线测定粒长,两侧紧密并排测定粒宽。稻米垩白率、垩白度按照中华人民共和国国家标准 GB/T 17891-2017<sup>[12]</sup>的方法进行测定,透明度用透明度测定仪直接测定。

1.2.3 蒸煮食味品质 整精米研磨后,过 100 目筛网。测定前,使各样品含水量稳定在 13.5% 左右。直链淀粉质量分数和胶稠度按中华人民共和国国家标准 GB/T17891-2017<sup>[12]</sup>的方法进行测定。碱消值按农业部部颁标准 NY147-88 的方法进行测定<sup>[13]</sup>。

1.2.4 营养品质 蛋白质采用 Kjeldahl 蒸馏法,利用 Kjeltac Auto Sampler system1035 分析仪测定全氮质量分数后,乘以 5.95(蛋白价)换算成蛋白质质量分数。利用 Soxtherm automatic system (Gerhardt, Germany) 测定粗脂肪质量分数。

## 1.3 统计分析

采用 SAS 8.1 统计软件进行数据处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 杂草稻的碾磨品质性状

杂草稻的碾磨品质特性分析结果列于表 2。参试杂草稻出糙率变异幅度为 78.3%~83.9%,平均值为 80.9%,出糙率在 83% 以上的材料 2 份,分别为‘2016WR-19’和‘2016WR-22’。精米率最大值为 76.9%(2016WR-22),最小为 67.9%(‘2016WR-41’),平均值为 71.6%;多数材料的精米率在 70% 以上,占 79.1%。精米率在 76% 以上的材料 3 份,分别为‘2016WR-21’(76.2%)、‘2016WR-20’(76.5%)、‘2016WR-22’(76.9%)。参试材料的整精米率在 24.8%~69.8%,平均值为 50.0%;精米率在 60% 以上的材料较少,为 11 份,占参试材料的 25.6%;其中 4 份材料整精米率在 69% 以上,分别为‘2016WR-31’(69%)、‘2016WR-14’(69.2%)、‘2016WR-20’(69.2%)、‘2016WR-11’(69.8%),整精米率高。从出糙率、精米率、整精米率的变异系数来看,整精米率的变异最大,变异系数达 24.46%,精米率和出糙率的变异较小,变异系数分别为 2.96%、1.53%。

由图 1 可见,杂草稻的糙米率、精米率均低于选育品种的糙米率和精米率,且整精米率显著低

表 2 杂草稻碾磨品质  
Table 2 Milling quality of weedy rice

变量 Variable	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最大值 Maximum	最小值 Minimum	变异系数/% Coefficient of variation
出糙率/% Roughness rate	80.9	1.24	83.9	78.3	1.53
精米率/% Milled rice rate	71.6	2.12	76.9	67.9	2.96
整精米率/% Whole rice rate	50.0	12.73	69.8	24.8	25.46

于选育品种的整精米率。其中选育品种の出糙率、精米率和整精米率平均值分别为 82.8%、76.7%、68.6%，杂草稻の出糙率值高出选育品种出糙率的品种仅有 5 份，占有参试品种的 10.6%；精米率值高出的品种达 6.4%；精米率值高出的品种占参试品种 8.5%。说明选育品种的碾磨品质相对稳定<sup>[14]</sup>，而杂草稻表现为皮厚，耐

碾性差，碾磨品质差。杂草稻碾磨品质与地方品种相似。

参试 43 份材料中，2016WR-22、2016WR-20 碾磨品质较好，与选育相似，可作为重点材料加以利用。

### 2.2 杂草稻外观品质性状

参试杂草稻外观品质结果表明(表 3)，杂草稻的垩白粒率在 7.0%~95.0% 之间，平均 59.6%，变异幅度大，变异系数较大，为 38.5%。垩白粒率在 15% 以下的材料仅 3 份，外观较好，分别为‘2016WR-24’(7.0%)、‘2016WR-43’(13%)、‘2016WR-15’(15%)；其余材料垩白粒率均在 20% 以上，米粒外观较差。杂草稻的垩白度在 3.0%~52.2% 之间，平均值为 21.3%，变异系数大，为 58.56%。垩白度在 5% 以下的材料 4 份，分别为‘2016WR-24’(3%)、‘2016WR-15’(3.5%)、‘2016WR-43’(4%)、‘2016WR-8’(4.8%)；垩白度小，米粒外观好；垩白度 15% 以下的材料 15 份，占参试材料的 34.9%。其余材料垩白度大，米粒外观差。粒长和粒型(长/宽)变异较小，变异幅度分别为 4.8%~6.1%、1.7%~2.4%。

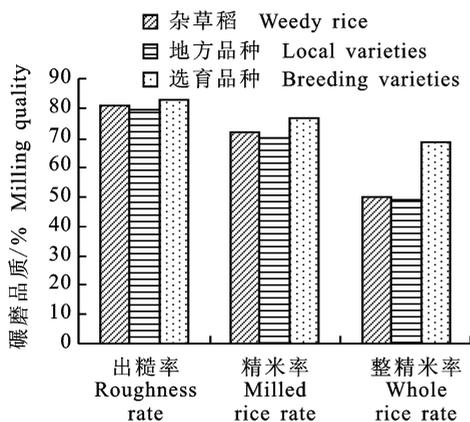


图 1 杂草稻、地方品种和选育品种碾磨品质比较  
Fig. 1 The comparison of milling quality about weedy rice, local varieties and breeding cultivars

表 3 杂草稻外观品质

Table 3 Appearance quality of weedy rice

变量 Variable	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最大值 Maximum	最小值 Minimum	变异系数/% Coefficient of variation
粒长/mm Grain length	5.4	0.34	6.1	4.8	6.37
粒型(长/宽) Grain shape (length/width)	2.0	0.19	2.4	1.7	9.22
垩白粒率/% Chalky grain rate	59.6	22.96	95.0	7.0	38.50
垩白度/% Chalkiness	21.3	12.50	52.2	3.0	58.56

从图 2 可见，杂草稻的垩白粒率、垩白度分别为 59.63%、21.34%，均高于地方品种和选育品种的垩白粒率和垩白度，而选育品种表现最低，其垩白粒率、垩白度值分别为 30.0%、5.1%；杂草稻和地方品种的粒长比选育品种略长，长宽比则介于选育品种阔卵形和偏长粒形之间。由此可知，杂草稻的外观品质较差，主要表现在垩白粒率高，垩白度大，籽粒透明度级高。

总体来看，杂草稻的外观品质差，其中

‘2016WR-24’和‘2016WR-15’外观品质表现较好。

### 2.3 杂草稻的蒸煮食味品质特性

表 4 列出了参试杂草稻的蒸煮食味品质。直链淀粉在 16.0%~20.4% 之间，变异系数为 6.85%，变异最小，直链淀粉质量分数最高的材料分别为‘2016WR-11’和‘2016WR-32’，直链淀粉质量分数均达 20.4%，最低的材料是‘2016WR-26’(16.0%)，平均值为 18.5%；胶稠度范围为 32

~ 70 mm, 变幅幅度为 38 mm, 变异系数为 19.36%。其中胶稠度在 50 mm 以上的材料有 30 份, 占参试材料的 63.8%; 碱消值变异最大, 变

异系数达 16.79%, 碱消值在 3.5~6.7 之间; 其中碱消值最大的材料是‘2016WR-30’, 最小的材料为‘2016WR-37’。

表 4 杂草稻蒸煮食味品质

Table 4 Cooking and eating quality of weedy rice

变量 Variable	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最大值 Maximum	最小值 Minimum	变异系数/% Coefficient of variation
直链淀粉/% Amylose	18.5	1.27	20.4	16.0	6.85
胶稠度/mm Glue consistency	51.2	9.91	70.0	32.0	19.36
碱消值 Base value	5.5	0.93	6.7	3.5	16.79

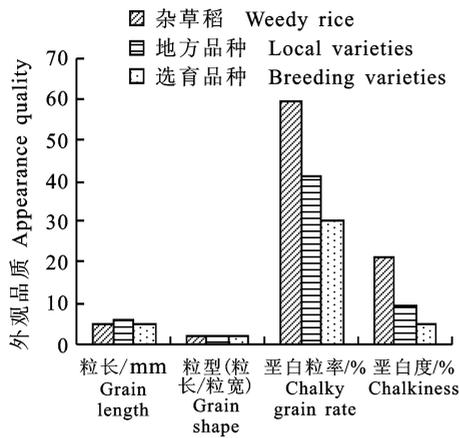


图 2 杂草稻、地方品种和选育品种外观品质比较

Fig. 2 The comparison of appearance quality about weedy rice, local varieties and breeding cultivars

对杂草稻、地方品种和选育品种的蒸煮食味品质进行比较(图 3), 结果表明, 杂草稻加工的大米直链淀粉质量分数为 18.48%, 比地方品种和选育品种的直链淀粉质量分数平均高 2%; 胶稠度和碱消值与地方品种相似, 但明显低于选育品种, 其中杂草稻的胶稠度值明显低于选育品种的品种有 42 份, 占有参试品种 89.4%, 碱消值明显低的品种有 34 份, 占有参试品种 72.3%。表明杂草稻的蒸煮食味品质较差, 相比地方品种和选育品种其口感较差。

### 2.4 杂草稻营养品质特性

杂草稻加工的大米蛋白质和粗脂肪质量分数分析结果(表 5)可见, 参试 43 份杂草稻加工大米

的蛋白质变异在 5.4%~10.4%, 蛋白质质量分数最低的材料是‘2016WR-21’, 平均为 8.3%, 变异系数为 12.48%。其中蛋白质质量分数在 9.0% 以上的有 8 份, 质量分数最高的材料分别是‘2016WR-32’和‘2016WR-33’, 均达 10.4%; 蛋白质质量分数在 7.0%~9.0% 之间的有 31 份, 占参试材料的 66%; 小于 7.0% 的杂草稻有 4 份, 分别是‘2016WR-17’、‘2016WR-19’、‘2016WR-20’和‘2016WR-21’, 蛋白质质量分数分别为 6.8%、6.6%、6.6% 和 5.4%。粗脂肪质量分数最大值为 34.0 mg/g (‘2016WR-2’), 最小值为 21.0 mg/g (‘2016WR-33’), 变异系数为 9.96%, 平均值为 26.3%。

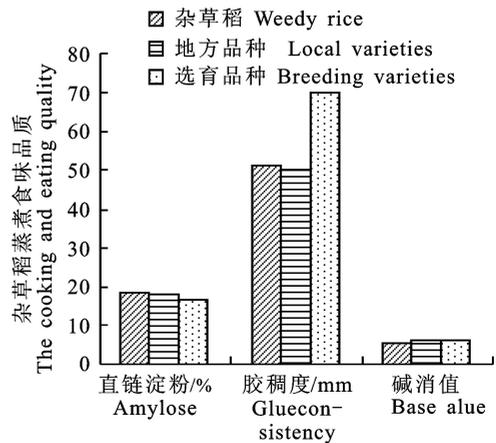


图 3 杂草稻、地方品种和选育品种蒸煮食味品质比较

Fig. 3 The comparison of cooking and eating quality about weedy rice, local varieties and breeding cultivars

表 5 杂草稻营养品质

Table 5 Nutritional quality of weedy rice

变量 Variable	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最大值 Maximum	最小值 Minimum	变异系数/% Coefficient of variation
蛋白质/% Protein	8.3	1.04	10.4	5.4	12.48
粗脂肪/(mg/g) Crude fat	26.3	0.26	34.0	21.0	9.96

杂草稻加工的大米蛋白质和粗脂肪质量分数介于选育品种和地方品种之间(图4),其加工的大米蛋白质质量分数和粗脂肪质量分数均高于选育品种的蛋白质质量分数和粗脂肪质量分数,说明杂草稻的营养品质优于选育品种。

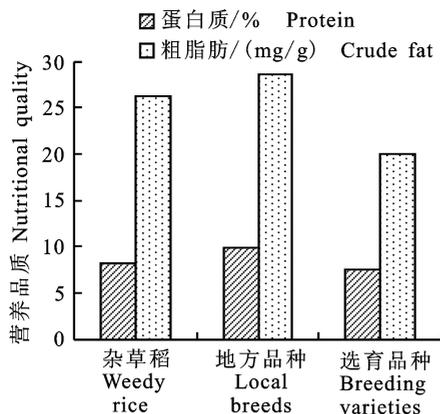


图4 杂草稻、地方品种和选育品种营养品质比较  
Fig. 4 The comparison of nutritional quality about weedy rice, local varieties and breeding cultivars

### 2.5 杂草稻品质性状的相关性分析

对杂草稻品质性状间的相关性进行分析(表6),杂草稻碾磨品质的出糙率、精米率、整精米率三者之间呈现极显著相关性。外观品质中,粒形(长/宽)与出糙率(-0.658 8\*\*)、精米率(-0.655 1\*\*)均呈极显著负相关,与整精米率(-0.361 1\*)和碱消值(-0.363 3\*)呈显著负相关;而与蛋白质(0.513 9\*\*)质量分数呈极显著正相关;垩白粒率与垩白度呈极显著正相关,相关系数为0.894 7\*\*。食味蒸煮品质中,直链淀粉质量分数与垩白粒率呈极显著正相关(0.427 0\*\*),胶稠度与直链淀粉质量分数呈极显著负相关(-0.729 8\*\*),与垩白度呈显著正相关(0.348 3\*)。蛋白质质量分数与出糙率、精米率、整精米率均呈极显著负相关,相关系数分别为-0.703 2\*\*、-0.735 0\*\*和-0.479 4\*\*;蛋白质质量分数与胶稠度呈显著负相关(-0.314 4\*)。

表6 杂草稻品质性状间的相关性分析

Table 6 Correlation analysis between quality traits of weedy rice

项目 Item	出糙率 Roughness rate	精米率 Milled rice rate	整精米率 Whole rice rate	粒长 Grain length	粒型(长/宽) Grain shape (length/width)	垩白粒率 Chalky grain rate	垩白度 Chalkiness	直链淀粉 Amylose	胶稠度 Glue consistency	碱消值 Base value	蛋白质 Protein
精米率 Milled rice rate	0.818 2**										
整精米率 Whole rice rate	0.488 4**	0.674 8**									
粒长 Grain length	-0.594 6**	-0.678 8**	-0.374 4*								
粒型(长/宽) Grain shape (length/width)	-0.658 8**	-0.655 1**	-0.361 1*	0.826 8**							
垩白粒率 Chalky grain rate	-0.102 4	-0.042 4	-0.203 0	-0.042 8	0.043 3						
垩白度 Chalkiness	-0.170 5	-0.224 1	-0.275 8	0.116 2	0.206 0	0.894 7**					
直链淀粉 Amylose	-0.084 4	0.062 1	-0.130 8	0.060 2	0.171 3	0.427 0**	0.348 3*				
胶稠度 Glue consistency	0.169 3	-0.049 4	0.081 7	0.110 7	0.039 0	-0.214 3	-0.042 8	-0.729 8**			
碱消值 Base value	0.195 6	0.258 9	0.139 0	-0.492 5**	-0.363 3*	-0.132 2	-0.168 3	0.075 1	-0.205 1		
蛋白质 Protein	-0.703 2**	-0.703 5**	-0.479 4**	0.443 3**	0.513 9**	0.042 2	0.128 6	0.128 4	-0.314 4*	-0.121 0	
粗脂肪 Crude fat	0.185 1	0.003 0	-0.151 9	-0.098 1	-0.073 8	-0.079 9	0.079 8	-0.137 5	0.323 8	0.154 1	-0.031 7

注:“\*”和“\*\*”分别代表0.05、0.01的显著水平。

Note: “\*” and “\*\*” mean significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

### 3 结论与讨论

研究表明,西北干旱区杂草稻的整精米率、垩白度和垩白粒率的变异较大,变异系数均在20%以上;蛋白质、胶稠度和碱消值次之,变异系数为12%~20%;精米率、粒长、粒型(粒长/粒宽)、直链淀粉和粗脂肪变异较小;出糙率的变异

系数最小,变异系数为1.53%。在调查的品质性状中,外观品质、碾米品质、蒸煮食味品质和营养品质中的整精米率、垩白度、垩白粒率、粒型(粒长/粒宽)、蛋白质、胶稠度和碱消值变异相对较大,均达到12%以上,说明杂草稻的品质性状变异类型较多,遗传基础较宽。

杂草稻与栽培稻在品质性状上有较大差异。

碾磨品质方面,杂草稻与地方品种相似,杂草稻的出糙率、精米率和整精米率分别比选育品种低 1.9%、5.1%、18.6%,碾磨品质明显比选育品种差,尤其是整精米率。外观品质方面,垩白粒率和垩白度均表现为杂草稻最大,其次地方品种,选育品种最小。杂草稻和地方品种的粒长比选育品种长<sup>[15]</sup>,长宽比则介于选育品种阔卵形和椭圆形之间。蒸煮食味品质方面,杂草稻加工的大米直链淀粉质量分数比普通大米高,胶稠度和碱消值均比普通大米小。营养品质方面,杂草稻加工的大米蛋白质质量分数和粗蛋白质质量分数均高于选育品种的蛋白质质量分数和粗脂肪质量分数。总体来看,杂草稻的碾磨品质、外观品质、食味蒸煮品质均显著差于选育品种,表现为皮厚、碾磨品质差、垩白粒率高、口感较差等。主要原因可能是杂草稻的品质性状是自然变异选择的结果,而选育品种是根据人们的生活需求育种家们不断进行人工变异定向选择,不断筛选出米率高、外观好看、口感好、食味佳的品种的结果。

由杂草稻品质性状间的相关性分析可知,杂草稻碾磨品质、外观品质、蒸煮食味品质、营养品质各指标间存在一定的相关性。其中,碾磨品质(出糙率、精米率、整精米率)与外观品质[粒长、粒型(长/宽)]呈显著或极显著负相关性。前人研究表明<sup>[16-18]</sup>,随着粳稻粒形变长,其产量呈下降趋势,同时其出糙率和精米率呈降低趋势,这与本研究结果类同。蒸煮食味品质中的胶稠度与营养品质蛋白质质量分数达显著负相关;直链淀粉质量分数与胶稠度极显著负相关;一般认为,直链淀粉质量分数越高,米饭较硬,易回生,口感差;而胶稠度越大,米饭口感越好;本研究结果也符合这一规律。蛋白质质量分数与其碾磨品质关系最为密切,碾磨品质越好,稻米的营养价值越低,该结论与李贤勇等<sup>[19]</sup>相一致。由于蛋白质质量分数高的大米口感差,故育种家在品种选育中选择大米蛋白质质量分数较低的品种。由此可见,杂草稻品质间的相关性与选育品种类同;杂草稻加工的大米在碾磨品质、外观品质、食味蒸煮品质上与选育品种有一定的差距,但营养品质较好。同时,本研究中筛选了一批杂草稻与选育品种品质相近的材料可供育种利用。

随着生活水平的提高,人们对大米的需求也趋于多样化,高直链淀粉、高蛋白质、高抗性淀粉等特性受到了重视<sup>[20]</sup>。虽然杂草稻的品质整体

表现差,但其变异幅度大,变异丰富,遗传基础较宽。例如:营养品质方面,参试杂草稻稻米蛋白质质量分数最高值达 10.4%,高出选育品种平均值的 2.9%,蛋白质质量分数最低值为 5.4%,低于选育品种平均值的 2.1%,针对高蛋白质含量材料,可以加工开发高营养价值稻米产品,而低蛋白质质量分数稻米,其食味、口感较好。参试杂草稻稻米的直链淀粉质量分数最高值达 20.4%,高出地方品种和选育品种平均值的 3.3%,根据直链淀粉质量分数高这一特性,可以结合实际需求进行有针对性开发利用。可见,杂草稻在品质方面具有较大潜在优势,今后应加大对杂草稻品质方面研究和利用,从中发掘更多的优异品质来满足人们对大米消费的个性化需求。

#### 参考文献 Reference:

- [1] 杨 庆,马殿荣,宋冬明,等.不同密度杂草稻对栽培稻群体形态特征及产量的影响[J].北方水稻,2008,38(5):28-31.  
YANG Q, MA D R, SONG D M, et al. Effects of different density weed rice on population morphological characteristics and yield of cultivated rice [J]. *North Rice*, 2008, 38(5):28-31.
- [2] 王黎明,陈 勇.杂草稻研究现状及利用展望[J].植物保护,2009,35(5):14-17.  
WANG L M, CHEN Y. Research status and application prospects of the weedy rice [J]. *Plant Protection*, 2009, 35(5):14-17.
- [3] 刘 睿,强 胜,宋小玲,等.杂草稻苗期强竞争性的生理机制[J].植物保护学报,2015,42(1):138-144.  
LIU R, QIANG SH, SONG X L, et al. Physiological mechanisms of strong competition of weedy rice at seedling stage [J]. *Journal of Plant Protection*, 2015, 42(1):138-144.
- [4] 余柳青, Martin Mortimer A, 玄松南,等.杂草稻落粒梗的抗逆境特性研究[J].中国应用生态学报,2005,16(4):717-720.  
YU L Q, MARTIN MORTIMER A, XUAN S N, et al. Stress-resistance of weedy rice Luolijing (*Oryza sativa*) [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(4):717-720.
- [5] 孙敬东,肖跃成,黄秀芳,等.中梗稻田杂草稻发生特点及控制技术初探[J].杂草科学,2005(2):21-23,56.  
SUN J D, XIAO Y CH, HUANG X F, et al. Occurrence characteristics and control techniques of weedy rice in medium japonica rice [J]. *Weed Science*, 2005(2):21-23,56.
- [6] 曹 海,田奉俊,曹海鑫,等.杂草稻的发生特点、危害及防控措施[J].农业与技术,2007,27(6):110-111.  
CAO H, TIAN F J, CAO H X, et al. Occurrence, damage and control measures of weedy rice [J]. *Agriculture and Technology*, 2007, 27(6):110-111.

- [7] 王渭霞,朱廷恒,邵国胜,等. 杂草稻的分类、起源及利用研究进展[J]. 杂草科学,2005(2):1-5.  
WANG W X, ZHU T H, SHAO G S, *et al.* Research progress on the classification, origin and utilization of weedy rice[J]. *Weed Science*, 2005(2):1-5.
- [8] 袁晓丹,刘 亮,曹凤秋,等. 杂草稻的研究现状与展望[J]. 中国野生植物资源,2006,25(3):5-7.  
YUAN X D, LIU L, CAO F Q, *et al.* Current situation and prospect of weedy rice research[J]. *Chinese Wild Plant Resources*, 2006,25(3):5-7.
- [9] 陈惠哲,玄松南,王渭霞,等. 丹东杂草稻种子的耐冻能力和低温发芽特性研究[J]. 中国水稻科学,2004,18(2):109-112.  
CHEN H ZH, XUAN S N, WANG W X, *et al.* Freezing tolerance and germination ability at low temperature of dangdong weedy rice[J]. *Chinese Journal of Rice Science*, 2004, 18(2):109-112.
- [10] 袁晓丹,赵国臣,柳参奎,等. 东北地区杂草稻主要农艺性状的评价[J]. 吉林农业科学,2006,31(6):6-9.  
YUAN X D, ZHAO G CH, LIU S K, *et al.* Evaluation of the main agronomic traits of weedy rice in northeast china [J]. *Jilin Agricultural Sciences*, 2006,31(6):6-9.
- [11] GU X Y, CHEN Z X, MICHAEL E F. Inheritance of seed dormancy in weedy rice[J]. *Crop Science*, 2003, 43: 835-843.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国国家标准 GB/T17891-2017. 优质稻谷[S]. 北京:中国标准出版社,2017.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, China National Standardization Administration Committee. National Standards of People's Republic of China GB/T17891-2017 High Quality Rice[S]. Beijing:China Standard Press, 2017.
- [13] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业部标准 NY147-88. 米质测定方法[S]. 北京:中国标准出版社, 1988.  
Ministry of Agriculture. Standard of Ministry of Agriculture, People's Republic of China NY147-88. Rice Quality Evaluation Method[S]. Beijing: China Standard Press, 1988.
- [14] 朱智伟. 当前我国稻米品质状况分析[J]. 中国稻米,2006(1):1-4.  
ZHU ZH W. Current status of rice quality in china[J]. *Chinese Rice*, 2006(1):1-4.
- [15] 孙建昌,李亚卉,王兴盛,等. 宁夏杂草稻与栽培稻的生物学性状比较[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):158-161.  
SUN J CH, LI Y H, WANG X SH, *et al.* Comparison of biological characters of weedy rice and cultivated rice in ningxia[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2015,43(11): 158-161.
- [16] 孙建昌,马 静,杨生龙,等. 粳稻粒形对其产量及主要农艺性状的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(9):50-53.  
SUN J CH, MA J, YANG SH L, *et al.* Analysis of grain shape to yield and some agronomic traits in japonica rice [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2011, 20(9):50-53.
- [17] 杨联松,白一松,张培江,等. 谷粒性状与稻米品质相关性研究[J]. 杂交水稻,2001,16(4):48-54.  
YANG L S, BAI Y S, ZHANG P J, *et al.* Correlation between grain traits and rice quality[J]. *Hybrid Rice*, 2001, 16(4):48-54.
- [18] 徐正进,陈温福,马殿荣,等. 稻谷粒形与稻米主要品质性状的关系[J]. 作物学报,2004,30(9):894-900.  
XU ZH J, CHEN W F, MA D R, *et al.* Correlations between rice grain shapes and main qualitative characteristics [J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2004,30(9):894-900.
- [19] 李贤勇,王元凯,王楚桃. 稻米蒸煮品质与营养品质的相关性分析[J]. 西南农业学报,2001,14(3):21-24.  
LI X Y, WANG Y K, WANG CH T. Correlation analysis of rice cooking quality and nutritional quality[J]. *South-west China Journal of Agricultural Sciences*, 2001, 14(3):21-24.
- [20] 刘仲华,李来平,曾海燕,等. 国内外功能性稻米研究进展[J]. 广东微量元素科学,2010,17(12):13-19.  
LIU ZH H, LI L P, ZENG H Y, *et al.* Research progress of functional rice at home and abroad[J]. *Guangdong Trace Elements Science*, 2010,17(12):13-19.

## Analysis of Weedy Rice Quality Trait in Arid Area of Northwest China

CHEN Li, WANG Xinsheng, SUN Jianchang and MA Jing

(Institute of Crop Sciences, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yongning Ningxia 750105, China)

**Abstract** 43 weedy rices in the arid region of Northwest China as experimental materials, we analysed main quality characteristics of weedy rice's milling, appearance, cooking, taste and nutrition. The results showed that the variances of weed rice's milled rice rate, chalkiness degree and chalky grain rate were great, and the coefficients of variation was over 20% in arid area of Northwest China. The ratio of protein, gel consistency and alkali consumption, the coefficient of variation were between 12% and 20%. The variation of milled rice rate, grain length, grain shape (length/width), amylose and crude fat were slight. The the smallest variation coefficient of the roughness was 1.53%. Compared with quality traits of local varieties and breeding varieties, the weedy rice's browning rate, milled rice rate, whole rice rate, gel consistency and alkali consumption level were significantly lower; chalkiness rate, chalkiness, transparency, protein and crude fat values were significantly higher; grain length, the ratio of grain length/width and the quality score of amylose ranged between local variety and breeding variety. The correlation analysis of the quality characters of weedy rice showed that the amylose quality score had significantly negative correlation with the gel consistency. The protein quality score had significantly negative correlation with the roughness, polished rice rate and polished rice rate, and had significantly negative correlation with the consistency. It had significantly positive correlation with the grain length and grain type (length/width), and the protein quality score had closest relation with the grinding quality. The weedy rice variances of quality traits were great, genetic basis were wider, and the available quality of potential advantages was great in the arid region of Northwest China.

**Key words** Northwest; Arid area; Weedy rice; Quality traits

**Received** 2018-03-09

**Returned** 2018-06-21

**Foundation item** The Basic Research Project of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences (No. NKYJ-16-02); Subproject of National Key Research and Development (No. 2016YFD0100101-16); Youth Fund Project of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences (No. NKYQ-18-07); Breeding Project of Rice of Ningxia (No. 2013NYYZ0302).

**First author** CHEN Li, female, master student, assistant research fellow. Research area: rice genetics and breeding. E-mail: chen1985li@163.com

**Corresponding author** SUN Jianchang, male, Ph. D, research fellow. Research area: rice genetics and breeding. E-mail: nxsjch@163.com

MA Jing, female, bachelor, associate research fellow. Research area: rice biotechnology breeding. E-mail: jingma201@163.com

(责任编辑: 成 敏 Responsible editor: CHENG Min)