

# 寒地早粳稻种质资源农艺性状鉴定 及其与品质性状的关系

胡月<sup>1</sup>,郭晓红<sup>1\*</sup>,李猛<sup>1</sup>,周健<sup>1</sup>,姜红芳<sup>1</sup>,徐声亮<sup>1</sup>,徐令旗<sup>1</sup>,王洪洋<sup>1</sup>,  
那永光<sup>2</sup>,苏晓月<sup>1</sup>,吕艳东<sup>1</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院/黑龙江省教育厅寒地作物种质改良与栽培重点实验室,黑龙江 大庆 163319;  
2. 黑龙江省农垦科学院 水稻研究所,黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**为促进寒地早粳稻优质育种工作,对205份寒地早粳稻种质资源主要农艺性状进行分类鉴定和筛选,并探讨其与品质性状的关系。结果表明,中矮秆类型水稻品种碾磨品质和食味品质较好,矮秆品种外观品质较好,株高越高的品种直链淀粉含量越高,蛋白质含量越低。中穗型品种粒长较短。中长剑叶类型品种碾磨品质较好,短剑叶类型品种食味品质较好;随着剑叶长度增加,稻米粒长变长,垩白度和垩白粒率降低。直立型品种外观品质和食味品质较好,平展型品种粒型较细长。优质寒地早粳稻株型模式为株高在70.0~90.0 cm,剑叶长度在20.0~35.0 cm,穗长中短,剑叶角度≤20°。

**关键词:**寒地;早粳稻;农艺性状;品质性状;筛选

**中图分类号:** S511.22      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2018)07-0027-07

## Identification of Agronomic Traits of Germplasm Resources of Early *Japonica* Rice in Cold Area and Its Relationship with Quality Traits

HU Yue<sup>1</sup>, GUO Xiaohong<sup>1\*</sup>, LI Meng<sup>1</sup>, ZHOU Jian<sup>1</sup>, JIANG Hongfang<sup>1</sup>, XU Shengliang<sup>1</sup>,  
XU Lingqi<sup>1</sup>, WANG Hongyang<sup>1</sup>, NA Yongguang<sup>2</sup>, SU Xiaoyue<sup>1</sup>, LÜ Yandong<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University/Key Laboratory of Varieties Improvement Cultivation of Crops in Cold Region of Heilongjiang, Provincial Department of Education, Daqing 163319, China; 2. Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** In order to promote the high quality breeding of early *japonica* rice in cold area, the main agronomic characters of 205 early *japonica* rice germplasm resources were classified and screened, and the relationship with quality traits was discussed. The results showed that the mid-low stem type varieties had better grinding quality and eating quality, short stem varieties had better appearance quality, the higher the plant height was, the higher the amylose content was, the lower the protein content was. The grain length of medium ear type varieties was shorter. The quality of the mid-long flag leaf type varieties was better; the short flag leaf type varieties had better taste quality. As the length of the flag leaf increased, the length of rice grain increased; chalky degree and chalky grain rates decreased. The appearance quality and taste quality of the upright type varieties were better, and the grain of flat type varieties was slender. The plant model of early *japonica* rice with high quality was that plant height was between 70.0 cm and 90.0 cm,

收稿日期:2018-01-04  
基金项目:黑龙江省自然科学基金面上项目(C2017046);国家重点研发计划项目(2016YFD0300104,2017YFD0300502-6,2016YFD0300504,2017YFD0100506);黑龙江省教育厅项目(12531451);黑龙江省农垦总局科研项目(HNK125B-08-21A, HNK135-02-02);黑龙江八一农垦大学创新人才项目(CXRC2017001)  
作者简介:胡月(1994-),女,黑龙江鹤岗人,在读硕士研究生,研究方向:水稻遗传育种。E-mail:42186580@qq.com  
\* 通讯作者:郭晓红(1980-),女,黑龙江大庆人,副教授,主要从事水稻遗传育种及高产栽培生理研究。  
E-mail:guoxh1980@163.com

the flag leaf length was between 20.0 cm and 35.0 cm ,the ear length was mid-short ,the flag leaf angle was 20° or less.

**Key words:** Cold region; Early japonica rice; Agronomic traits; Quality traits; Selection

水稻种质资源是选育和改良水稻新品种的物质基础<sup>[1]</sup>。寒地稻区作为我国面积最大的早粳稻种植区,是我国重要的商品粮生产基地<sup>[2]</sup>。而寒地稻区种质资源相对匮乏,综合性状优良的育种亲本材料相对较少。近年来,随着我国经济的快速发展,人民生活水平不断提高,优质稻米的市场需求越来越大。因此,当前水稻育种目标由以往的高产向高产优质转变。常规育种条件下,育种家们往往通过水稻表型农艺性状去选择杂交亲本。因此,对水稻种质资源农艺性状进行鉴定和筛选,探究其对品质性状的影响显得尤为重要。党姝等<sup>[3]</sup>研究表明,高秆型水稻品种垩白率低,垩白度较小,外观品质较好;矮秆型水稻品种蛋白质较多。张子军等<sup>[4]</sup>研究认为,剑叶长而窄、叶基角

小的寒地早粳稻品种品质较好。目前,通过对水稻种质资源农艺性状进行分级鉴定,探索农艺性状对水稻品质影响的研究报道较少。因此,笔者结合前人研究结论,依据《水稻种质资源描述规范和数据标准》<sup>[5]</sup>分别对水稻种质资源株高、穗长、剑叶长度、剑叶角度等主要农艺性状进行分类鉴定,研究不同类型水稻种质资源品质性状间的差异及农艺性状对品质的影响,旨在为寒地早粳稻优质育种提供理论基础。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为黑龙江八一农垦大学水稻中心保存的 205 份粳稻品种(系),详见表 1。

表 1 205 份粳稻品种(系)名称

编号	品种(系)名称	编号	品种(系)名称	编号	品种(系)名称
1	东农 420	70	牡丹江 4 号	139	小红芒
2	东农 424	71	牡丹江 5 号	140	汤原 6(京租)
3	合粳 1 号	72	牡丹江 7 号	141	光头红
4	合江 03 号	73	牡丹江 8 号	142	二白毛
5	合江 04 号	74	牡丹江 9 号	143	无名稻
6	合江 06 号	75	牡丹江 12 号	144	老头稻
7	合江 08 号	76	牡丹江 21 号	145	朝鲜稻
8	合江 09 号	77	牡丹江 22 号	146	老头稻 1
9	合江 10 号	78	牡丹江 23 号	147	改良国主
10	合江 11 号	79	牡丹江 24 号	148	丁旭稻
11	合江 12 号	80	牡丹江 28 号	149	小白毛
12	合江 13 号	81	牡丹江 30 号	150	小白芒
13	合江 14 号	82	牡丹江 31 号	151	京引 56
14	合江 15 号	83	牡丹江 32	152	东农 9316
15	合江 16 号	84	松粳 08 号	153	北 949
16	合江 17 号	85	松粳 11 号	154	南 56
17	合江 18 号	86	松粳 03 号	155	延 8729
18	合江 19 号	87	绥粳 01 号	156	普优 7 号
19	合江 20 号	88	绥粳 12 号	157	龙鉴 9918
20	合江 21 号	89	系选 1 号	158	南 23
21	黑粳 2 号	90	莲稻 1 号	159	龙盾 98 - 594
22	黑粳 5 号	91	莲惠 1 号	160	龙鉴 9916
23	黑粳 7 号	92	龙粳 34	161	宁系 65 - 702
24	黑粳 8 号	93	普选 10 号	162	普粘 12 号
25	垦鉴稻 5	94	富士光	163	星之梦
26	垦鉴稻 6	95	梧农 71	164	穆棱陆稻
27	垦鉴稻 12	96	星火 1 号	165	新月光
28	垦鉴稻 13	97	禹申龙白毛	166	晋富粘
29	垦稻 08 号	98	早熟青森	167	龙粳 45
30	垦稻 10 号	99	空育 163	168	龙粳 46
31	垦稻 11 号	100	新月光	169	龙粳 47
32	垦稻 13 号	101	岳路早生	170	龙粳 48

续表 1 205 份粳稻品种(系)名称

编号	品种(系)名称	编号	品种(系)名称	编号	品种(系)名称
33	垦稻 14 号	102	长白 17	171	垦稻 03 号
34	垦稻 18 号	103	长白 19	172	垦稻 12
35	垦稻 20 号	104	长白 12	173	龙稻 20
36	垦稻 21 号	105	吉粳 94	174	龙粳 41
37	垦稻 22 号	106	松 17	175	三江 4 号
38	空育 131	107	长白 17	176	建 A182
39	垦粳 1	108	吉玉粳	177	龙粳 35
40	垦粳 2	109	通 223	178	垦稻 16
41	龙稻 12 号	110	沈稻 6 号	179	长白 21
42	龙盾 103	111	龙庆稻 1 号	180	上育 397
43	龙盾 106	112	龙稻 13	181	稼禾 415
44	龙粳 03 号	113	龙稻 14	182	龙庆稻 3 号
45	龙粳 04 号	114	中龙粳 2 号	183	龙粳 27 号
46	龙粳 06 号	115	龙粳 21 号	184	龙粳 28 号
47	龙粳 10 号	116	龙粳 31	185	龙盾 102
48	龙粳 11 号	117	龙丰 757	186	三江 1 号
49	龙粳 12 号	118	龙粳 39	187	上育 418
50	龙粳 13 号	119	龙粳 36	188	绥粳 16 号
51	龙粳 14 号	120	当地北海道	189	袁粳 131
52	龙粳 18 号	121	金钩	190	垦丰稻 12309
53	龙粳 20 号	122	吉粳 61	191	龙垦 27
54	龙粳 21 号	123	九稻六号	192	花育 409
55	龙粳 22 号	124	九稻八号	193	台粳 6 号
56	龙粳 23 号	125	双丰八号	194	中花
57	龙粳 24 号	126	辽盐 166	195	爱知旭
58	龙粳 25 号	127	藤系 144	196	龙粳 43
59	龙粳 26 号	128	黎昭	197	龙粳 27
60	龙粳 27 号	129	咸南 23 号	198	龙粳 40
61	龙粳 28 号	130	梦明	199	龙粳 25
62	龙粳 29 号	131	道北 47	200	龙粳 21
63	龙粳 30 号	132	延 106	201	龙粳 39
64	龙粳 32 号	133	华育 1 号	202	三江 1 号
65	龙粳香 1 号	134	星选 235	203	龙交 1356
66	龙庆稻 2 号	135	半截稻	204	龙粳 42
67	牡丹江 1 号	136	小田代 5 号	205	龙稻 6 号
68	牡丹江 2 号	137	光头紫尖		
69	牡丹江 3 号	138	光头白尖		

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2016 年在黑龙江八一农垦大学校内试验田进行。205 份粳稻种质资源的抽穗期在 7 月 27 日至 8 月 10 日,均能够安全成熟。试验田地力均匀,土地平整,灌溉、管理方便。采用随机试验设计,各小区种植 5 行,每行单本插,行距 30 cm,穴距 12.5 cm,3 次重复。4 月 15 日大棚内播种、育苗,5 月 24 日移栽、插秧。施肥与田间管理按照常规栽培方式进行。

1.2.2 农艺性状测定 依据《水稻种质资源描述规范和数据标准》<sup>[5]</sup>测定株高、穗长、剑叶长、剑叶角度 4 项,并将其分为 1、3、5、7、9 五个等级。

1.2.3 品质测定 碾磨品质的测定:称稻米质量记

为  $W_0$ ,用 FC-2K 型试验砬谷机(YAMAMOTO,离心式)加工成糙米,称糙米质量记为  $W_1$ ,并按下列公式计算糙米率:

糙米率 =  $W_1/W_0 \times 100\%$ 。

用日本公司生产的 VP-32 型试验碾米机加工精米。从  $W_1$  中称取一定质量  $W_2$  的糙米精碾,除去糠粉并称质量记为  $W_3$ ,精米粒称质量记为  $W_4$ 。并按下列公式计算精米率和整精米率:

精米率 =  $\frac{W_3}{W_2} \times \frac{W_1}{W_0} \times 100\%$  ;

整精米率 =  $\frac{W_4}{W_0 \times \frac{W_2}{W_1}} \times 100\%$  。

外观品质的测定:用日本静岡机械株式会社生产的 ES-1000 便携式品质分析仪测定粒长、粒宽、垩白粒率和垩白度。

营养品质的测定:用德国 BRUKER 公司生产的 VECTOR22/N 型近红外光谱仪测定糙米的直链淀粉、蛋白质含量。

食味品质的测定:用日本佐竹公司(SATAKE)生产的米饭食味计(STA1A)进行食味评分的测定。

1.3 数据分析

所有数据使用 Excel 进行初步处理后,采用 DPS 7.05 数据处理系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同株高水稻品质性状的差异分析

寒地早粳稻种质资源株高主要集中在 70.0~110.0 cm,株高类型主要分布在 1、3、5 三个等级,所

占比例分别为 2.44%、52.68%、44.88%(表 2)。矮秆类型主要包括辽盐 166、爱之旭 7、龙粳 27 等;中矮秆类型主要包括龙盾 106、绥粳 12、龙粳 43 等;中秆类型主要包括牡丹江 8 号、吉玉粳、垦稻 12 等。

由表 3 可知,3 种株高类型水稻的糙米率、精米率和整精米率呈现中矮秆>中秆>矮秆的趋势。说明中矮秆类型水稻碾磨品质较好,矮秆类型碾磨品质较差。从外观品质来看,矮秆类型粒长、粒宽较中矮秆和中秆类型大,垩白度和垩白粒率低于中矮秆和中秆类型。随着株高的上升,3 种类型的直链淀粉含量上升,蛋白质含量下降。中矮秆类型食味评分最高达到 70.02,矮秆类型最低仅为 66.50。从变异系数来看,3 种类型的垩白粒率和垩白度变异系数都比较大,中矮秆类型垩白度和垩白粒率变异系数均最大,分别达到 100.13%和 82.76%。说明品种(系)间差异较大,变异丰富。

表 2 不同水稻品种(系)株高分布

项目	等级				
	1	3	5	7	9
株高类型	矮秆	中矮秆	中秆	中高秆	高秆
株高/cm	≤70.0	70.0~90.0	90.0~110.0	110.0~130.0	>130.0
占总材料比例/%	2.44	52.68	44.88	0	0

表 3 不同株高类型水稻品质性状差异分析

株高类型	项目	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	粒长/cm	粒宽/cm	垩白度/%	垩白粒率/%	直链淀粉含量/%	蛋白质含量/%	食味评分
矮秆	均值	77.19	68.53	59.11	4.63	2.95	4.70	9.88	16.50	9.75	66.50
	标准差	2.98	2.29	4.93	0.05	0.06	1.24	1.88	0.70	0.40	6.59
	变异系数/%	3.86	3.34	8.34	1.08	1.96	72.68	65.34	4.23	4.14	9.90
中矮秆	均值	80.88	71.63	63.61	4.60	2.92	6.67	11.63	16.89	9.56	70.02
	标准差	2.48	4.47	8.03	0.22	0.12	6.68	9.63	1.36	0.60	5.21
	变异系数/%	3.07	6.25	12.62	4.88	3.94	100.13	82.76	8.02	6.28	7.44
中秆	均值	80.40	70.96	61.97	4.61	2.93	6.57	11.87	17.16	9.35	69.45
	标准差	2.02	3.41	7.48	0.14	0.05	4.38	7.69	1.34	0.80	7.30
	变异系数/%	2.51	4.81	12.06	2.94	1.72	66.67	64.81	7.80	8.56	10.51

2.2 不同穗长水稻品质性状的差异分析

由表 4 可知,寒地早粳稻种质资源穗长主要集中在 10.0~20.0 cm,主要分布在 3、5 两个等级,所

占比例分别为 86.34%、13.66%。短穗类型水稻主要包括黑粳 2 号、新月光、龙粳 27 等;中穗类型水稻主要包括牡丹江 23 号、龙稻 13、汤原 6(京租)等。

表 4 不同水稻品种(系)穗长分布

项目	等级				
	1	3	5	7	9
果穗类型	极短穗	短穗	中穗	长穗	极长穗
穗长/cm	≤10.0	10.0~20.0	20.0~30.0	30.0~40.0	>40
占总材料比例/%	0	86.34	13.66	0	0

由表 5 可知,短穗型水稻糙米率和精米率高于中穗型水稻,整精米率低于中穗型水稻;中穗型水稻粒长较短;短穗型水稻垩白度和垩白粒率均高于中穗型

水稻,同时垩白度和垩白粒率的变异系数也均高于中穗型水稻。说明短穗型水稻外观品质较差,品种间变异丰富。其余品质指标 2 种类型水稻间差异不大。

表 5 不同穗长水稻品质差异分析											
果穗类型	项目	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	粒长/cm	粒宽/cm	垩白度/%	垩白粒率/%	直链淀粉含量/%	蛋白质含量/%	食味评分
短穗	均值	80.68	71.34	62.50	4.63	2.93	6.76	11.95	17.02	9.48	69.94
	标准差	2.41	4.21	8.29	0.08	0.10	6.11	9.33	1.28	0.71	5.81
	变异系数/%	2.98	5.90	13.27	1.79	3.26	90.44	78.12	7.54	7.44	8.31
中穗	均值	79.84	70.45	64.50	4.47	2.92	5.75	10.19	17.27	9.46	68.12
	标准差	1.90	2.69	5.03	0.44	0.05	3.14	5.63	0.95	0.65	8.56
	变异系数/%	2.38	3.83	7.80	9.89	1.71	54.60	55.25	5.48	6.89	12.56

2.3 不同剑叶长水稻品质性状的差异分析

由表 6 可知,寒地早粳稻种质资源剑叶长主要集中在 25.0 ~ 35.0 cm,主要分布于 1、5、7 三个等级,所占比例分别为 15.12%、81.95%、2.93%。短剑叶类型水稻主要包括龙稻 12 号、九稻八号、京引 56 等;中剑叶类型水稻主要包括垦稻 11 号、沈稻 6 号、龙庆稻 1 号等;长剑叶类型水稻包括系选 1 号、岳路早生、龙稻 20 等。

由表 7 可知,中剑叶类型水稻糙米率、精米率和整精米率最高,短剑叶长类型水稻最低。说明中长剑叶类型水稻碾磨品质较好,短剑叶类型水稻碾磨品质较差。随着剑叶长增加,3 个类型水稻

稻米粒长变长,垩白度和垩白粒率降低。短剑叶水稻直链淀粉含量和蛋白质含量最低,同时食味评分最高。从变异系数来看,短剑叶水稻垩白度和垩白粒率变异系数均最高,分别达到 131.95% 和 106.49%。说明品种(系)间差异较大,变异丰富。

表 6 不同水稻品种(系)剑叶长分布				
项目	等级			
	1	5	7	9
剑叶类型	短	中	长	极长
剑叶长/cm	≤25.0	25.0 ~ 35.0	35.0 ~ 45.0	>45.0
占总材料比例/%	15.12	81.95	2.93	0

表 7 不同剑叶长水稻品质差异分析											
剑叶类型	项目	糙米率/%	精米率/%	整精米率/%	粒长/mm	粒宽/mm	垩白度/%	垩白粒率/%	直链淀粉含量/%	蛋白质含量/%	食味评分
短	均值	79.86	70.53	60.99	4.59	2.90	8.39	13.93	16.48	9.40	70.52
	标准差	2.49	3.50	9.62	0.23	0.14	11.07	14.83	1.90	0.90	6.07
	变异系数/%	3.12	4.96	15.77	4.99	4.75	131.95	106.49	11.55	9.57	8.61
中	均值	80.69	71.37	63.11	4.61	2.93	6.34	11.38	17.16	9.48	69.59
	标准差	2.34	4.17	7.52	0.18	0.08	4.24	7.44	1.07	0.66	6.29
	变异系数/%	2.90	5.84	11.92	3.92	2.73	66.85	65.39	6.24	6.95	9.04
长	均值	80.55	70.60	62.32	4.63	2.93	5.25	9.27	17.00	9.58	68.28
	标准差	1.87	2.74	10.37	0.08	0.05	3.55	6.31	0.74	0.60	7.18
	变异系数/%	2.33	3.88	16.65	1.76	1.76	67.58	68.11	4.35	6.31	10.51

2.4 不同剑叶角度水稻品质性状的差异分析

由表 8 可知,供试品种剑叶角度主要分布于 1、5、7 三个等级,所占比例分别为 29.27%、61.95%、8.78%。说明寒地早粳稻种质资源剑叶角度主要为直立型和中间型。剑叶直立类型水稻主要包括花育 409、龙粳 39、三江 1 号等;中间型水稻主要包括合江 15 号、牡丹江 4 号、吉粳 94 等;平展型水稻主要包括牡丹江 1 号、牡丹江 2 号、金钩等。

表 8 不同水稻品种(系)剑叶角度分布				
项目	等级			
	1	5	7	9
剑叶类型	直立	中间	平展	披垂
剑叶角度/°	≤20	20 ~ 60	60 ~ 90	>90
占总材料比例/%	29.27	61.95	8.78	0

65.12%;平展型水稻糙米率、精米率和整精米率均最低。平展型水稻粒长最高,粒宽最小,长宽比较大,说明平展型水稻粒型较细长。直立型水稻垩白度、垩白粒率均最低,分别为 6.09%、10.77%;平展型水稻最高,分别为 11.67%、19.32%。说明直立型水稻外观品质较好,平展型水稻较差。同时直立型水稻食味评分最高(70.77),平展型水稻食味评分最低(63.65)。说明直立型水稻食味品质较好,平展型水稻较差。从变异系数来看,平展型水稻垩白度和垩白粒率变异系数均最高,说明品种(系)间差异较大,变异丰富。

2.5 水稻农艺性状与品质性状的相关性分析

如表 10 所示,供试水稻株高与食味评分呈显著负相关,说明随着株高的增加稻米的食味品质会下降。穗长与粒长和食味评分均呈显著负相

由表 9 可知,直立型水稻整精米率最高,为

25-26.

[2] 梁小红,仪治本,赵威军. 高粱重要抗性性状的基因定位研究综述[J]. 作物杂志,2005(3):7-9.

[3] 高焕,孔杰. 串联重复序列的物种差异及其生物功能[J]. 动物学研究,2005,26(5):555-564.

[4] 王晓敏. 基因组中重复序列识别与分析[D]. 北京:国防科技大学研究生院,2005.

[5] Zhao Z,Guo C,Sutharzan S,*et al.* Genome-wide analysis of tandem repeats in plants and green algae[J]. G3: Genes, Genomes, Genetics, 2014,4(1):67-78.

[6] Mayer C,Leese F,Tollrian R. Genome-wide analysis of tandem repeats in *Daphnia pulex*—A comparative approach[J]. BMC Genomics,2010,11:277-304.

[7] Jurka J,Pethiyagoda C. Simple repetitive DNA sequences from primates: Compilation and analysis[J]. Journal of Molecular Evolution,1995,40(2):120-126.

[8] Kerin T,Ramanathan A,Rivas K,*et al.* A noncoding RNA antisense to moesin at 5p14.1 in autism[J]. Science Translational Medicine,2012,4:1836-1846.

[9] Kuntal H,Sharma V. *In silico* analysis of SSRs in mitochondrial genomes of plants[J]. Omics,2011,15(11):783-789.

[10] Lin W H,Kussell E. Evolutionary pressures on simple sequence repeats in prokaryotic coding regions[J]. Nucleic Acids Research,2011,40(6):2399-2413.

[11] Streelman J T,Kocher T D. Microsatellite variation associated with prolactin expression and growth of salt-challenged tilapia[J]. Physiological Genomics,2002,9(1):1-4.

(上接第 32 页)

参考文献:

[1] 肖佳雷,辛爱华,张国民,等. 黑龙江省水稻种质资源农艺性状鉴定与筛选[J]. 中国农学通报,2010,26(1):252-255.

[2] 吕彬. 寒地早粳稻米品质影响因素分析[D]. 北京:中国农业科学院,2006.

[3] 党姝,王伯伦,张振宇,等. 农艺性状及生理特性对不同株穗型水稻品种品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2010,29(2):125-130.

[4] 张子军,冯永祥,荆彦辉,等. 水稻株型与品质关系的研究[J]. 江苏农业科学,2009(1):62-65.

[5] 韩龙植,魏兴华. 水稻种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.

[6] 刘慧超. 水稻源库质量与稻米加工外观品质的关系及调控[D]. 郑州:河南农业大学,2002.

[7] 耿立清,张凤鸣. 稻米食味品质与植株农艺性状的相关分析[J]. 中国稻米,2006(2):31-32.

[8] 杨春福,张国民,陈胜勇,等. 不同施肥时期对稻米不同穗型品种品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(19):161-165.

[9] 李宗云. 养分管理对寒地水稻物质运转及籽粒灌浆特性的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2010.

[10] 程维民,刘斌美,叶亚峰,等. 水稻直链淀粉和蛋白质突变系筛选及其与主要农艺性状的关联分析[J]. 激光生物学报,2016,25(4):356-361.

[11] 阙补超,孙滨,张伟等. 辽宁省中晚熟水稻新品种食味与品质性状的关系[J]. 中国农学通报,2013,29(33):379-382.

[12] 聂呈荣,温玉辉,王蕴波,等. 优质稻株的农艺性状与稻米品质关系的研究[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版),2001,19(4):69-74.

[13] 郑英杰,孙滨,夏明,等. 北方杂交粳稻株型与食味品质性状的关系[J]. 北方水稻,2014,44(1):10-13.

[14] 李国鹏,郭建夫,汤能,等. 杂交水稻品质性状间及品质性状与农艺性状间相关性研究[J]. 安徽农业科学,2007,35(35):11439-11440,11443.

[15] 吕艳东,郭晓红,郑桂萍,等. 水稻理想株型的研究进展[J]. 垦殖与稻作,2006(2):3-7.