

寒地早粳稻农艺性状与品质性状的相关性分析

李猛 郭晓红 周健 胡月 姜红芳 吕艳东 姜凯铭 解宁宁

(黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要:为促进寒地优质早粳稻育种工作,对 205 份寒地早粳稻种质资源主要农艺性状和品质性状进行了相关分析。结果表明,株高与食味评分呈显著负相关,增加倒 1、倒 3 节间粗可提高稻米碾磨品质,同时改善外观品质;叶基角对品质性状影响较大,叶基角越小,叶片越直立,会提高稻米的碾磨品质、外观品质及食味评分;穗部性状对碾磨品质影响较大,呈显著正相关;一次枝梗和二次枝梗结实率对外观品质影响较大,呈显著负相关。

关键词:寒地;早粳稻;农艺性状;品质性状;相关分析

中图分类号:S511.2+2 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2018)06-0083-04

寒地水稻在我国水稻生产中占有重要地位^[1]。常规育种是寒地水稻品质改良的重要手段^[2],但以往的研究多侧重于农艺性状与产量间的关系^[3]。随着我国经济的快速发展,人们对优质稻米的需求逐步增加,在高产稳产的基础上提高和改善品质已成为当前水稻育种的主要目标。在此背景下,对水稻农艺性状与品质间关系的研究也相应增多^[4]。赵孝东等^[5]研究认为,株高与直链淀粉含量呈现正相关,穗长与糙米率呈极显著负相关。张子军等^[6]认为,整精米率与倒 2 节间长呈显著正相关,垩白度与倒 1 节间粗呈显著正相关。杨建华等^[7]认为,穗实粒数与整精米率、直链淀粉含量呈显著正相关。本研究共选取 205 份寒地早粳稻种质资源,对其主要农艺性状和品质性状进行相关分析,旨在为寒地优质早粳稻育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

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):东农 420、东农 424、合粳 1 号、合江 03 号、合江 04 号、合江 06 号、合江 08 号、合江 09 号、合江 10 号、合江 11 号、合江 12 号、合江 13 号、合江 14 号、合江 15 号、合江 16 号、合江 17 号、合江 18 号、合江 19 号、合江 20 号、合江 21 号、黑粳 2 号、黑粳 5 号、黑粳 7 号、黑粳 8 号、垦鉴稻 5、垦鉴稻 6、垦鉴稻 12、垦鉴稻 13、垦稻 08 号、垦稻 10 号、垦稻 11 号、垦稻 13 号、垦稻 14 号、垦稻 18 号、垦稻 20 号、垦稻 21 号、垦稻 22 号、空育 131、垦粳 1、垦粳 2、龙稻 12 号、龙盾 103、龙盾 106、龙粳 03 号、龙粳 04 号、龙粳 06 号、龙粳 10 号、龙粳 11 号、龙粳 12 号、龙粳 13 号、龙粳 14 号、

龙粳 18 号、龙粳 20 号、龙粳 21 号、龙粳 22 号、龙粳 23 号、龙粳 24 号、龙粳 25 号、龙粳 26 号、龙粳 27 号、龙粳 28 号、龙粳 29 号、龙粳 30 号、龙粳 32 号、龙粳香 1 号、龙庆稻 2 号、牡丹江 1 号、牡丹江 2 号、牡丹江 3 号、牡丹江 4 号、牡丹江 5 号、牡丹江 7 号、牡丹江 8 号、牡丹江 9 号、牡丹江 12 号、牡丹江 21 号、牡丹江 22 号、牡丹江 23 号、牡丹江 24 号、牡丹江 28 号、牡丹江 30 号、牡丹江 31 号、牡丹江 32、松粳 08 号、松粳 11 号、松粳 03 号、绥粳 01 号、绥粳 12 号、系选 1 号、莲稻 1 号、莲惠 1 号、龙粳 34、普选 10 号、富士光、梧农 71、星火 1 号、禹申龙白毛、早熟青森、空育 163、新月光、岳路早生、长白 17、长白 19、长白 12、吉粳 94、松 17、长白 17、吉玉粳、通 223、沈稻 6 号、龙庆稻 1 号、龙稻 13、龙稻 14、中龙粳 2 号、龙粳 21 号、龙粳 31、龙丰 757、龙粳 39、龙粳 36、当地北海道、金钩、吉粳 61、九稻六号、九稻八号、双丰八号、辽盐 166、藤系 144、黎昭、咸南 23 号、梦明、道北 47、延 106、华育 1 号、星选 235、半截稻、小田代 5 号、光头紫尖、光头白尖、小红芒、汤原 6 号、光头红、二白毛、无名稻、老头稻、朝鲜稻、老头稻 1、改良国主、丁旭稻、小白毛、小白芒、京引 56、东农 9316、北 949、南 56、延 8729、普优 7 号、龙鉴 9918、南 23、龙

收稿日期:2018-07-10

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)

盾 98-594、龙鉴 9916、宁系 65-702、普粘 12 号、星之梦、穆棱陆稻、新月光、晋富粘、龙粳 45、龙粳 46、龙粳 47、龙粳 48、垦稻 03 号、垦稻 12、龙稻 20、龙粳 41、三江 4 号、建 A182、龙粳 35、垦稻 16、长白 21、上育 397、稼禾 415、龙庆稻 3 号、龙粳 27 号、龙粳 28 号、龙盾 102、三江 1 号、上育 418、绥粳 16 号、袁粳 131、垦丰稻 12309、龙垦 27、花育 409、台粳 6 号、中花、爱知旭、龙粳 43、龙粳 27、龙粳 40、龙粳 25、龙粳 21、龙粳 39、三江 1 号、龙交 1356、龙粳 42、龙稻 6 号。

1.2 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。试验田地力均匀,土地平整,灌溉方便。采用随机试验设计,各小区种植 5 行,每行单本插,行株距 30.0 cm×12.5 cm,3 次重复。4 月 15 日大棚内播种早育苗,5 月 24 日移栽。施肥与田间管理按照常规栽培方式进行。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 农艺性状

在齐穗后 15 d,选取有代表性的地段,每份材料连续取 10 丛进行茎数调查;根据调查结果选取有代表性的植株 5 丛,并从中选取 5 个优势单茎用于农艺指标的测定:倒 1、倒 2、倒 3 节的节间长度、节间粗度和株高;倒 1、倒 2、倒 3 叶的叶鞘长度、叶片长度、叶片宽度和叶基角(是指茎秆上方向与叶脉的夹角)。

成熟后根据田间的长势长相选取有代表性的调查点,每调查点选取连续的 10 丛植株。风干后调查每小区植株的穗数、穗质量。根据穗质量结果选取有代表性的稻穗 10 个,考查其穗长、一次枝梗数、二次枝梗数、一次枝梗实粒数、二次枝梗实粒数、一次枝梗实粒质量、二次枝梗实粒质量等性状。

1.3.2 稻米品质

碾磨品质的测定:用 FC-2K 型实验磨谷机(YA-MAMOTO,离心式)将测试稻谷加工成糙米,称重,记为 W_1 ,并计算糙米率(糙米率= $W_1/W_0 \times 100\%$);称取一定量的糙米(其质量记为 W_2),用日本公司生产的 VP-32 型实验碾米机将糙米加工成精米,除去糠粉并称重记为 W_3 ,整精米粒称重记为 W_4 。计算其精米率和整精米率,精米率= $W_3/W_2 \times (W_1/W_0 \times 100\%)$,整精米率= $W_4/(W_0 \times W_2/W_1 \times 100\%)$ 。

外观品质的测定:用日本静冈机械株式会社生产的 ES-1000 便携式品质分析仪测定垩白粒率、垩白度等。

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该品种糙米的直链淀粉含量、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。

1.4 数据分析

所有数据用 Excel 初步处理后,采用 DPS7.05 数据处理系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 茎部性状与品质性状相关性分析

如表 1 所示,倒 1 节间粗与糙米率和精米率呈极显著正相关,倒 3 节间粗与精米率呈显著正相关,说明增加倒 1、倒 3 节间粗可提高稻米碾磨品质。倒 1、倒 3 节间粗与粒宽呈显著正相关,说明增加倒 1、倒 3 节间粗可改善稻米粒型。倒 1 节间粗与垩白度和垩白粒率呈极显著和显著负相关,说明增加倒 1 节间粗可以减少垩白度及垩白粒率,改善稻米外观品质。倒 3 节间长与整精米率和蛋白质含量呈显著负相关,与直链淀粉含量呈极显著正相关。说明减少倒 3 节间长度可提高稻米整精米率和蛋白质含量,增加倒 3 节间长度直链淀粉含量也会随之增加。倒 1、倒 2 节间长与蛋白质含量呈显著和极显著正相关,与食味评分呈显著和极显著负相关。说明提高倒 1、倒 2 节间长稻米蛋白质含量会随之增加,改善稻米营养品质,但食味评分会随之下降。株高与食味评分呈显著负相关,可见株高较矮的品种稻米食味评分较好。

2.2 叶部性状与品质性状相关性分析

如表 2 所示,剑叶长与糙米率、整精米率呈显著正相关,说明增加剑叶长度可改善稻米碾磨品质。倒 3 叶宽与精米率呈显著负相关;倒 1 叶基角与糙米率、整精米率呈极显著负相关;倒 2、倒 3 叶基角与整精米率呈显著负相关。说明减少倒 3 叶宽度,倒 1、倒 2 和倒 3 叶基角越小叶片越直立,稻米会有较好的碾磨品质。倒 1、倒 3 叶基角与粒宽呈显著和极显著负相关。说明改变倒 1、倒 3 叶基角会对粒型有所影响。倒 1 叶基角与垩白度、垩白粒率呈极显著正相关;倒 2 叶基角与垩白度、垩白粒率呈显著正相关;倒 3 叶基角与垩白度呈显著正相关。剑叶宽与垩白度、垩白粒率呈显著负相关;剑叶面积与垩白度呈显著负相关。可见,倒 1、倒 2 和倒 3 叶基角越大,稻米外观品质越差;增加剑叶宽及剑叶面积会对稻米外观品质有所改善。剑叶长、剑叶宽及

表 1 茎部性状与品质性状相关性分析

性状	糙米率	精米率	整精米率	粒长	粒宽	垩白度	垩白粒率	直链淀粉含量	蛋白质含量	食味评分
倒 1 节间长	-0.04	0.02	-0.02	0.01	-0.01	0.06	0.10	-0.04	0.17*	-0.17*
倒 2 节间长	-0.05	0.12	-0.11	-0.05	0.04	0.08	0.13	-0.01	0.22**	-0.23**
倒 3 节间长	0.02	-0.04	-0.15*	-0.01	0.07	0.02	0.07	0.19**	-0.16*	-0.09
倒 1 节间粗	0.22**	0.18**	-0.03	-0.03	0.16*	-0.19**	-0.14*	0.01	0.05	0.02
倒 2 节间粗	0.13	0.10	0	-0.06	0.08	-0.10	-0.07	0	0.07	-0.02
倒 3 节间粗	0.13	0.15*	-0.05	-0.06	0.15*	-0.10	-0.04	0.02	0.03	-0.06
株高	-0.06	-0.08	-0.09	-0.01	0.03	0.01	0.06	0.11	-0.07	-0.14*

*,** 分别表示在 0.05、0.01 水平相关性显著。下同。

表 2 叶部性状与品质性状相关性分析

相关系数	糙米率	精米率	整精米率	粒长	粒宽	垩白度	垩白粒率	直链淀粉含量	蛋白质含量	食味评分
剑叶长	0.16*	0.11	0.15*	-0.02	0.09	-0.14	-0.11	0.18*	0.11	-0.05
倒 2 叶长	-0.01	-0.08	0.06	-0.05	0.10	-0.13	-0.10	0.25**	-0.16*	0.02
倒 3 叶长	0.04	-0.13	0.02	0.03	0.09	-0.07	-0.04	0.19**	-0.39**	0.15*
剑叶宽	0.01	0.02	0.03	-0.13	0.13	-0.16*	-0.15*	0.18*	-0.19**	0.04
倒 2 叶宽	0.04	-0.01	0.02	0.01	0.08	0.01	0.02	-0.01	-0.09	0.08
倒 3 叶宽	-0.05	-0.14*	-0.12	0	0.05	0.06	0.09	0.14*	-0.28**	0.02
倒 1 叶基角	-0.21**	-0.12	-0.29**	0.06	-0.16*	0.24**	0.24**	-0.07	0.22**	-0.28**
倒 2 叶基角	-0.09	-0.01	-0.14*	0.02	-0.12	0.16*	0.14*	-0.07	0.29**	-0.27**
倒 3 叶基角	-0.03	-0.03	-0.16*	0.04	-0.20**	0.16*	0.13	-0.05	0.18**	-0.11
剑叶面积	0.11	0.07	0.09	-0.09	0.13	-0.16*	-0.13	0.20**	-0.04	0

表 3 穗部性状与品质性状相关性分析

相关系数	糙米率	精米率	整精米率	粒长	粒宽	垩白度	垩白粒率	直链淀粉含量	蛋白质含量	食味评分
穗长	-0.05	-0.09	0.11	-0.14*	-0.08	0.02	0.05	0.27**	0.02	-0.15*
穗质量	0.34**	0.16*	-0.02	-0.02	0.01	-0.12	-0.06	0.08	-0.10	0.14
总粒数	0.14*	0.01	-0.08	-0.01	-0.03	-0.05	-0.01	0.11	-0.09	0.04
总粒质量	0.34**	0.18**	-0.02	-0.01	0.03	-0.15*	-0.10	0.07	-0.08	0.12
实粒数	0.26**	0.13	-0.02	-0.05	0	-0.16*	-0.13	0.02	-0.10	0.07
实粒质量	0.36**	0.22**	-0.01	-0.02	0.03	-0.17*	-0.12	0.04	-0.07	0.12
一次枝梗数	0.10	-0.02	-0.06	0.08	0.01	-0.01	0.03	0.14*	-0.23**	0.10
一次枝梗结实率	0.37**	0.19**	0.11	-0.06	0.10	-0.15*	-0.14*	0.05	-0.23**	0.13
二次枝梗数	0.13	0.01	-0.09	0	-0.08	-0.06	-0.02	0.12	0.02	-0.01
二次枝梗结实率	0.30**	0.27**	0.13	-0.07	0.07	-0.32**	-0.31**	-0.15*	-0.02	0.03

倒 3 叶宽与直链淀粉含量呈显著正相关;倒 2、倒 3 叶长及剑叶面积与直链淀粉含量呈极显著正相关。说明增加植株剑叶长宽、倒 3 叶长宽可提高稻米的直链淀粉含量。倒 1、倒 2 和倒 3 叶基角与蛋白质含量呈极显著正相关;倒 2 叶长与蛋白质含量呈显著负相关;倒 3 叶长宽及剑叶宽与蛋白质含量呈极显著负相关。说明叶基角变大,减小倒 3 叶长宽及剑叶宽会改善稻米营养品质。倒 3 叶长与食味评分呈显著正相关;倒 1、倒 2 叶基角与食味评分呈极显著负相关。可见,增加倒 3 叶长,减小倒 1、倒 2 叶基角可提高稻米食味评分。

2.3 穗部性状与品质性状相关性分析

如表 3 所示,穗质量、总粒数、总粒质量、实粒数、实粒质量、一次枝梗结实率、二次枝梗结实率与糙米率

和精米率存在不同程度的正相关性,可见此类性状对碾磨品质有影响。穗长与粒长呈显著负相关,说明长穗型稻米粒长相对较小。总粒质量、实粒数、实粒质量与垩白度呈显著负相关,一次枝梗结实率、二次枝梗结实率与垩白度及垩白粒率呈显著和极显著负相关。说明增加总粒质量、实粒数、实粒质量、一次枝梗结实率、二次枝梗结实率可减小稻米垩白度和垩白粒率,改善稻米外观品质。一次枝梗数和穗长与直链淀粉含量呈显著和极显著正相关,二次枝梗结实率与直链淀粉含量呈显著负相关。说明增加一次枝梗数和穗长,减少二次枝梗结实率可提高稻米直链淀粉含量。一次枝梗数和一次枝梗结实率与蛋白质含量呈极显著负相关,可见一次枝梗数少、一次枝梗结实率低的稻米蛋白质含量

高。穗长与食味评分呈显著负相关,可见长穗型稻米食味评分较低。

3 结论与讨论

本研究结果表明,寒地早粳稻农艺性状和品质性状间存在不同程度的相关性。增加倒1、倒3节间粗可提高稻米碾磨品质,同时改善外观品质。可见,在优质育种选择中应着重选择茎秆粗壮的品种,在抗倒伏的同时也能提高碾磨、外观品质。耿立清等^[2]研究发现,稻米株高越高越不利于优质食味评分的选择,与本研究结论一致。前人^[8-9]研究认为,水稻理想株型模式为叶基角小于15°,上3叶直立,有利于群体下部光能利用,从而提高稻米产量和品质。本研究表明,叶基角对品质性状影响较大,叶基角越小叶片越直立会提高稻米的碾磨品质、外观品质及食味评分,与前人研究成果基本一致。提高剑叶长宽和倒3叶长宽可提高稻米的直链淀粉含量,同时稻米蛋白质含量会随之减少。前人研究成果表明,直链淀粉含量与蛋白质含量呈极显著负相关,两者存在此消彼长的关系^[10-11]。胡晋豪等^[12]研究表明,食味与剑叶长和倒3叶长均呈负相关。本研究发现,倒3叶长与食味呈正相关,剑叶长与食味并未发现显著相关性。不同之处,有待考证。从本研究结果可以看出,稻米穗部性状对碾磨品质影响较大,呈显著正相关。一次枝梗结实率、二次枝梗结实率对外观品质影响较大,呈显著负相关。可能原因是结实率高的品种,籽粒成熟度、饱满度较好,因此外观品质优良。

水稻农艺性状与品质性状之间存在着错综复杂的关系,同时还受环境条件和栽培条件的影响。在优质稻选育上应兼顾农艺性状和品质性状,通过多种方法改善稻米品质,从而实现育种目标。

参考文献

- [1] 江思民, 张子军. 寒地水稻穗部性状与稻米品质的关系研究[J]. 现代化农业, 2010(8):24-25.
- [2] 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, 12(2):31-32.
- [3] 魏才强. 寒地水稻有效穗率与产量的关系探讨 [J]. 中国稻米, 2017, 23(5):42-45.
- [4] 石春海, 朱军. 水稻植株农艺性状与稻米碾磨品质的遗传相关性分析[J]. 浙江农业大学学报, 1997, 23(3):105-111.
- [5] 赵孝东. 水稻部分性状的相关性研究[D]. 延吉: 延边大学, 2010.
- [6] 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.
- [7] 杨建华, 杨春华, 李仕贵. 杂交水稻品质性状与农艺性状的相关性分析[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2007, 32(5):91-94.
- [8] 石利娟, 邓启云, 刘国华, 等. 水稻理想株型育种研究进展[J]. 杂交水稻, 2006, 21(4):1-6.
- [9] 孙旭初. 水稻叶型的类别及其与光合作用关系的研究[J]. 中国农业科学, 1985, 18(4):49-55.
- [10] 苗百更, 马文东, 李智媛, 等. 寒地水稻种质资源品质性状特性及聚类分析研究[J]. 黑龙江农业科学, 2016(8):1-5.
- [11] 陈广红, 马殿荣, 王莹, 等. 辽宁省中晚熟水稻新品系品质性状的研究[J]. 北方水稻, 2010, 40(2):6-10.
- [12] 胡晋豪. 不同类型水稻品种农艺性状与米质的差异及关系研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013.

Correlation Analysis of Agronomic Traits and Quality Traits of Early Japonica Rice in Cold Region

LI Meng, GUO Xiaohong, ZHOU Jian, HU Yue, JIANG Hongfang, LU Yandong, JIANG Kaiming, XIE Ningning

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: In order to promote the breeding of early japonica rice with high quality in cold region, the main agronomic traits and quality traits of the early japonica rice germplasm resources were analyzed. The results showed that plant height and eating score was significantly negative correlation, increased inverted one and three internode thickness of rice could improve milling quality and appearance quality. The leaf base angle has great influence on quality traits, reducing leaf base angle could increase the milling quality, appearance quality and taste score. The characters of panicle have the great influence on milling quality, which was positively correlated. There was significant negative correlation between the seed setting rate of primary branch and secondary branch and appearance quality.

Key word: cold region; early japonica rice; agronomic traits; quality traits; correlation analysis