



党妹,张振宇,王金字,等. 吉林省中部粳稻品种高产优质机理研究[J]. 黑龙江农业科学,2020(8):5-9.

# 吉林省中部粳稻品种高产优质机理研究

党妹,张振宇,王金字,任善鹏,毛爽,路佳琦

(吉林农业科技学院,吉林 吉林 132101)

**摘要:**为了研究吉林省中部不同水稻品种的产量和品质潜力,明确各品种类型间的产量、品质及形成机理的差异,选取 15 个吉林省主栽品种,测定其农艺性状、产量、食味值、直链淀粉含量、蛋白质等指标,并进行相关分析。结果表明:株高与穗长之间达到了显著正相关,与产量达到了显著负相关;穗长与每穴有效穗数呈极显著正相关,与产量呈负相关,但是没有达到显著水平;每穴有效穗数与每穗粒数和着粒密度呈极显著和显著负相关;着粒密度与产量呈显著正相关,与蛋白质含量和食味值分别呈显著负相关和极显著正相关;千粒重与蛋白质之间呈极显著正相关,与直链淀粉含量和食味值呈显著负相关。综上所述,适当的降低株高,减小千粒重,提高着粒密度可以稳固产量的同时对品质提升有促进作用。

**关键词:**水稻;产量;品质;机理

水稻(*Oryza sativa* L.)是我国主要的粮食作物,从 20 世纪 90 年代中期开始,随着人民生活水平的逐步提高,对优质水稻的需求和种植面积逐年增加。2015 年我国水稻产量达到 2.1 亿 t,占全国粮食产量的 33.5%<sup>[1]</sup>。随着温饱问题的解决,人们在生活水平上有了新的追求,不但要吃饱

还要吃好<sup>[2]</sup>。因此,我国水稻栽培已逐步由过去的追求高产单一目标<sup>[3-4]</sup>,向高产、优质、高效、生态、安全五方面综合目标转变,提升稻米品质越来越受到重视<sup>[5-6]</sup>。在保证安全生产的前提下,提质逐渐成为水稻育种的重要指标。其中,稻米品质、商品(外观)品质、理化特性、烹调品质、口感品质等指标逐渐成为衡量稻米品质的重要标准。吉林省是我国重要的商品稻谷产地之一,东北水稻稳定持续发展对保障中国粮食安全,特别是对满足我国粳米市场需求有重要意义<sup>[7]</sup>。因此,培育高产、优质的粳稻品种一直是吉林省水稻育种的重要课题。然而,水稻高产与优质长期以来又常常

收稿日期:2019-12-05

基金项目:吉林农业科技学院青年基金项目(吉农院合字第[20200013]号);国家重点研发计划项目(2017YFD0300609)。

第一作者:党妹(1983-),女,硕士,副教授,从事水稻栽培研究。E-mail:122561108@qq.com。

通信作者:张振宇(1982-),男,博士,副教授,从事水稻育种与生理研究。E-mail:53347007@qq.com。

## Analysis of the Adaptability and Stability of Maize Varieties in Heilongjiang Province Consortium by GGE-Biplot

ZHOU Chang-jun<sup>1</sup>, LI Ze-yu<sup>1</sup>, WANG Di<sup>1</sup>, CHE Ye<sup>1</sup>, HAN Mo<sup>1</sup>, QI Guo-chao<sup>1</sup>, CHEN Gang<sup>2</sup>, YU Hai-feng<sup>2</sup>

(1, Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China; 2, Agricultural and Rural Social Service Center of Daqing Rural Agricultural Bureau in Heilongjiang Province, Daqing 163316, China)

**Abstract:** In order to promote the development of maize production in Heilongjiang Province, we screened the excellent test lines adapted to different ecological environments and evaluated the discrimination and representativeness of the test sites. The high yield, stability and adaptability of maize lines in different test environments were comprehensively evaluated by GGE-biplot method in this text. The results of GGE-biplot analysis showed that AF1 and PY9 belonged to high-yield and stable product lines, and Yinongyu No. 10 had strong stability and was suitable for the control variety among the tested varieties. Variety AF1 in Mingshui and Yilan, XN1567 in Bayan and Mudanjiang, ZC99 in Lindian and Fuyu had better adaptability in the analysis of nine test sites. Mingshui had the best discrimination and representativeness, Mudanjiang and Lindian had strong discrimination ability, but poor representativeness. Yilan had strong representativeness but the discrimination was average. The discrimination and representativeness of Fuyu were average.

**Keywords:** R language; GGE-Biplot; maize; consortium test

是以对立面形式存在,如何稳固产量的同时提升品质是目前研究的重中之重。本文对吉林省大面积推广的水稻品种进行产量性状、品质性状及二者之间的相关性分析,试图构建高产优质的群体类型,为新品种选育工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

根据吉林省中部平原稻区生产实际和自然气候条件,结合水稻品种自身生理特性,选用宏科 79、宏科 87、旭粳 7 号、吉宏 9 号、吉粳 306、吉粳 507、吉粳 511、吉粳 515、吉粳 809、吉农大 521、吉农大 853、通禾 66、廪实 428、通系 935 和秋田小町共 15 个吉林省中部地区主栽水稻品种为试验材料。

1.2 方法

1.2.1 试验地概况 试验于 2019 年在吉林农业科技学院试验田进行。土壤为砂壤土,土壤有机质含量 1.42%,碱解氮含量 76 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷含量 37 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量 135 mg·kg<sup>-1</sup>。采用随机区组试验设计,3 次重复,4 月 15 日对 15 个粳稻品种进行播种,5 月 15 日开始移栽,每个品种栽 9 行,每行 10 m,株行距为 30 cm×20 cm。收获后进行室内考种,品质分析。氮(N)、磷(P)、

钾肥(K)施用量一致,分别为尿素 400 kg·hm<sup>-2</sup>,磷酸二铵 200 kg·hm<sup>-2</sup>,硫酸钾 200 kg·hm<sup>-2</sup>,病、虫、草害防治及田间管理措施一致。

1.2.2 测定项目及方法 考种与测产:在成熟期去除边行,并调查收获的穴数,计算收获面积。将收获稻株自然风干后测量经济产量。另外每小区取 5 穴稻株,自然风干后进行室内考种,包括株高、穗长、有效穗数、穗粒数、着粒密度和千粒重等。

品质分析:成熟期取样水分稳定后,分析测定水分含量、淀粉含量、蛋白质含量和食味值等指标性状,测定标准采用农业部 NY147/88《米质测定方法》。

1.2.3 数据处理 利用 Excel 2010 和 DPS 9.5 对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同水稻品种株型及产量构成因素差异

从表 1 可以看出,参试品种株高在 89~136 cm,其中吉粳 507、旭粳 7 号和吉粳 306 株高较高,在 130~136 cm;其次为宏科 79、宏科 87 和吉粳 511,在 125~130 cm;吉农大 853 和秋田小町在 120~125 cm;其余品种均低于 120 cm,其中通系 935 株高最低,仅为 89.33 cm;株高较高的

表 1 不同水稻品种产量构成因素

Table 1 Yield components of different rice varieties

品种 Varieties	株高 Plant height/cm	每穴有效穗数 Effective panicles per hole	穗粒数 Grain number per panicles	着粒密度 Grain density	千粒重 1000-grain weight/g	产量 Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )
宏科 79	126.67 ab	27.23 a	78.50 d	4.62 bc	24.4 b	8781.52 bc
宏科 87	128.00 ab	25.00 a	75.94 d	5.12 b	25.5 ab	8084.22 bc
旭粳 7 号	132.33 a	23.03 ab	78.91 d	4.97 b	27.7 a	8107.26 bc
吉宏 9 号	106.00 c	22.83 ab	98.45 c	6.03 ab	23.3 bc	10519.20 a
吉粳 306	130.00 a	20.00 bc	113.44 b	6.39 ab	25.2 ab	9380.39 b
吉粳 507	135.67 a	24.88 a	89.02 cd	5.07 b	26.6 a	8614.07 bc
吉粳 511	126.00 ab	24.98 a	118.83 ab	7.38 a	23.4 bc	9786.15 ab
吉粳 515	112.00 c	20.40 bc	119.99 ab	6.80 ab	25.0 ab	9811.28 ab
吉粳 809	110.53 c	20.35 bc	120.24 ab	6.75 ab	22.6 c	8079.70 bc
吉农大 521	129.33 ab	19.33 bc	123.83 ab	6.87 ab	24.5 b	9196.31 b
吉农大 853	121.00 b	25.03 a	133.63 a	7.62 a	24.7 b	8915.52 bc
廪实 428	108.93 c	20.98 bc	124.24 ab	6.60 ab	24.8 b	9910.00 ab
秋田小町	123.00 ab	25.23 a	73.08 d	4.80 bc	25.7 ab	7604.78 c
通禾 66	113.33 c	21.38 ab	112.51 bc	6.02 ab	26.7 a	10459.43 a
通系 935	89.33 d	20.95 bc	116.72 b	7.11 a	25.9 ab	9993.95 a

注:同列不同小写字母代表差异显著(P<0.05),下同。  
Note:Different lowercase in the same line indicate significant difference(P<0.05),the same below.

品种与株高较低品种之间差异达到了显著水平。

参试品种每穴有效穗数在 19~28 穗;其中宏科 79 每穴有效穗数最高,为 27.23 穗;其次是秋田小町、吉农大 853、宏科 87、吉粳 511 和吉粳 507 这 5 个品种每穴有效穗数比较接近,在 24~25 穗;吉农大 521 的每穴有效穗数最少,仅为 19.33 穗,与有效穗数较多的品种之间差异显著。

每穗粒数表现为吉农大 853 最多,超过 130 粒;其次为廪实 428、吉农大 521、吉粳 809,在 120~125 粒;而较少的品种为旭粳 7 号、宏科 79、宏科 87 和秋田小町,每穗粒数均不到 80 粒,与多粒品种间差异显著。

所有参试品种着粒密度在 4.6~7.7,其中吉农大 853 着粒密度最高,为 7.62;其次为吉农大 511 和通系 935,均高于 7.0;吉粳 515、吉粳 809、吉农大 521、廪实 428、吉粳 306、吉宏 9 号和通禾 66 着粒密度相近,在 6.0~6.9;较小的为旭粳 7 号、秋田小町和宏科 79,均小于 5。

从千粒重来看,旭粳 7 号千粒重最大,为 27.7 g;其次为通禾 66、吉粳 507、通系 935、秋田

小町、宏科 87、吉粳 306 和吉粳 515,均超过 25 g;较小的为吉粳 511、吉宏 9 号和吉粳 809,其中,吉粳 809 最小,仅为 22.6 g,与旭粳 7 号之间差异达到了显著水平。

从产量来看,较为突出的品种为吉宏 9 号的产量最高为 10 519.2 kg·hm<sup>-2</sup>;其次是通禾 66,产量为 10 459.43 kg·hm<sup>-2</sup>;通系 935、廪实 428、吉粳 515、吉粳 511、吉粳 306 和吉农大 521,产量也都超过了 9 000 kg·hm<sup>-2</sup>;而产量最低的品种为秋田小町,仅为 7 604.78 kg·hm<sup>-2</sup>,与吉宏 9 号和通禾 66 之间差异达到了显著水平。

2.2 不同水稻品种品质差异分析

从表 2 可以看出,供试水稻品种水分含量偏低,在 7.7%~9.1%,食味值均在 85 分以上。其中,吉粳 809、吉农大 521 和吉农大 853 有着较为明显的食味优势,食味值为 91 分。直链淀粉含量低于 18.5% 的水稻品种只有吉农大 521,这表明此品种烹煮出的米饭黏性较好。此外,在蛋白质含量方面,低于 6.7% 的水稻品种有吉粳 515 和吉粳 809。

表 2 常温灌溉条件下供试水稻品种间食味品质的差异

Table 2 Differences of taste quality among rice varieties under normal temperature irrigation

品种 Varieties	蛋白质含量 Protein content/%	水分含量 Water content/%	直链淀粉含量 Amylose content/%	食味值 Taste value/分
宏科 79	7.0 a	9.1 a	19.6 a	88 a
宏科 87	6.7 a	8.6 a	20.8 a	89 a
旭粳 7 号	7.6 a	8.5 a	18.9 a	88 a
吉宏 9 号	7.0 a	9.3 a	19.8 a	88 a
吉粳 306	7.1 a	8.2 a	19.4 a	90 a
吉粳 507	7.8 a	8.3 a	18.9 a	88 a
吉粳 511	6.7 a	8.9 a	20.5 a	90 a
吉粳 515	6.5 a	9.1 a	20.1 a	89 a
吉粳 809	6.2 a	8.8 ab	20.3 a	91 a
吉农大 521	6.8 a	8.2 a	18.4 ab	91 a
吉农大 853	6.8 a	7.7 ab	19.4 a	91 a
廪实 428	6.8 a	8.6 a	20.5 a	89 a
秋田小町	7.4 a	7.8 ab	19.5 a	89 a
通禾 66	7.0 a	8.7 a	18.9 a	87 ab
通系 935	7.3 a	8.6 a	19.0 a	90 a

2.3 不同水稻品种产量与品质性状相关性

由表 3 可知,株高与穗长之间达到了显著正相关,与产量达到了显著负相关,说明随着株高的增加,产量有下降趋势,所以适当的降低株高,利于产量的增加;穗长与每穴有效穗数呈极显著正相关,与产量呈负相关,但是没有达到显著水平;每穴有效穗数与每穗粒数和着粒密度呈极显著和显著负相关;着粒密度与产量呈显著正相关,与蛋

白质含量和食味值分别呈显著负相关和极显著正相关,说明提高着粒密度有利于提升稻米的品质;千粒重与蛋白质之间呈极显著正相关,与直链淀粉含量和食味值呈显著负相关,说明千粒重大的品种食味品质相对较低,提高稻米的食味品质,千粒重要适当降低;蛋白质含量与直链淀粉和食味值呈极显著和显著负相关。

表 3 产量性状与品质性状间的相关性分析

Table 3 Correlation analysis between yield traits and quality traits

性状 Traits	株高 Plant height	穗长 Panicle length	每穴有效穗 Effective panicles per hole	穗粒数 Grain number per panicles	着粒密度 Grain density	千粒重 1000-grain weight	产量 Yield	蛋白质 Protein content	水分 Water content	直链淀粉 Amylose content	食味值 Taste value
株高	1	0.5185 *	0.4009	-0.4133	-0.4503	0.2429	-0.5182 *	0.2773	-0.3679	-0.1482	-0.0844
穗长		1	0.6319 * *	-0.4450	-0.4204	-0.0234	-0.3691	-0.1283	-0.0381	0.2903	-0.1068
每穴有效穗			1	-0.6080 * *	-0.5083 *	0.0689	-0.4263	0.3048	-0.0301	0.1852	-0.3142
穗粒数				1	0.9494 * *	-0.4073	0.6107 * *	-0.5388 * *	-0.0559	0.0100	0.5973 * *
着粒密度					1	-0.4626	0.5555 *	-0.5468 *	-0.0431	0.1020	0.6897 * *
千粒重						1	-0.1051	0.7421 * *	-0.3503	-0.5263 *	-0.5159 *
产量							1	-0.1707	0.3925	-0.0591	-0.1334
蛋白质								1	-0.3369	-0.6103 * *	-0.4920 *
水分									1	0.3922	-0.3972
直链淀粉										1	0.1024
食味值											1

注: \* 和 \* \* 分别代表 0.05 和 0.01 差异显著水平。r<sub>0.05</sub>=0.482,r<sub>0.01</sub>=0.606。  
Note: \* and \* \* represent the significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. r<sub>0.05</sub>=0.482,r<sub>0.01</sub>=0.606。

3 结论与讨论

目前,随着吉林省农业产业结构调整,优质水稻品种的种植面积越来越大,越来越多的优质品种广泛用于生产。如今,衡量稻米已经不局限于产量,水稻生产省份开始将稻米品质作为水稻品种审定的重要指标。21 世纪初,许多科研工作者对水稻株高、穗长和产量的关系,千粒重与水稻外观品质性状的关系等进行大量研究<sup>[8]</sup>。熊振民等<sup>[9]</sup>认为,优质大米的质量综合分析应与外观品质性状、直链淀粉含量、蛋白质含量、口感和外观等因素相结合。陈能等<sup>[10]</sup>的研究表明,蛋白质和直链淀粉含量与食味值负相关,这与本研究的结论相一致。朱昌兰等<sup>[11]</sup>试验证明,当直链淀粉含量在 5%~15%时,水稻食味值最佳,具有松软好吃、口感细腻等特点。也有研究表明,直链淀粉不

仅仅与水稻食味值有相关关系,还与其他稻米品质存在相关关系<sup>[12]</sup>。吕文彦<sup>[13]</sup>研究稻米蒸煮品质三项主要指标表明,直链淀粉含量只与胶稠度相关性显著。还有研究的结论为,直链淀粉含量在 16.4%~19.7%,不影响水稻口感<sup>[14]</sup>,本研究的直链淀粉含量在 18.4%~20.8%。也有研究得出直链淀粉含量显著正相关于外观品质<sup>[15]</sup>,直链淀粉含量极显著负相关于黏度值<sup>[16]</sup>。经过许多科研工作者多年的研究,直链淀粉含量、蛋白质含量都是筛选优质水稻品种的重要指标。

本试验对吉林省不同水稻品种产量及产量构成因素进行了相关性分析,并且分析对这些品种的稻米品质性状与产量构成因素之间的相关性。结果表明:株高与穗长之间达到了显著正相关,与产量达到了显著负相关,说明随着株高的增加,产

量有下降趋势,所以提高产量要适当的降低株高;穗长与每穴有效穗数呈极显著正相关,与产量呈负相关,但是没有达到显著水平;每穴有效穗数与每穗粒数和着粒密度呈极显著和显著负相关;着粒密度与产量呈显著正相关,与蛋白质含量和食味值分别呈显著负相关和极显著正相关,说明适当的提高着粒密度有利于提升稻米的产量和品质;千粒重与蛋白质之间呈极显著正相关,与直链淀粉含量和食味值呈显著负相关,说明千粒重大的品种食味品质相对较低,提高稻米的食味品质,千粒重要适当降低。

综上所述,吉林省近阶段培育高产优质水稻品种更应注意从降低株高,减小千粒重,提高着粒密度,适当减少每穴有效穗数,同时增加每穗粒数角度进行群体选择。

#### 参考文献:

- [1] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [2] 田祖庆,周精华,刘慈明,等. 影响稻米品质的因素分析及高档优质一季晚稻生产关键技术[J]. 杂交水稻,2020(3):1-3.
- [3] 剧成欣,陈尧杰,赵步洪,等. 实地氮肥管理对不同氮响应粳稻品种产量和品质的影响[J]. 中国水稻科学,2018,32(3):237-246.

- [4] 丁得亮,崔晶,张欣,等. 我国粳稻食味品质研究进展[J]. 江苏农业科学,2010(2):1-4.
- [5] 张喜娟,李红娇,李伟娟,等. 北方直立穗型粳稻抗倒性的研究[J]. 中国农业科学,2009,42(7):2305-2313.
- [6] 刘建,魏亚凤,徐少安. 穗肥氮素配比对水稻产量、品质及氮肥利用率的影响[J]. 华中农业大学学报,2006,12(3):223-227.
- [7] 凌凤楼,何小亮,张治安. 水稻新品种吉农大 505 选育及栽培技术[J]. 作物杂志,2013(6):154-155.
- [8] 万向元,胡培松,王海莲,等. 水稻品种直链淀粉含量糊化温度和蛋白质含量的稳定性分析[J]. 中国农业科学,2005,38(1):1-6.
- [9] 熊振民,朱旭东,罗玉坤,等. 水稻品质研究新的进展[J]. 水稻文摘,1993(3):1-6.
- [10] 陈能,罗玉坤,朱智伟,等. 优质食用稻米品质的理化指标与食味的相关研究[J]. 中国水稻科学,1997(2):70-76.
- [11] 朱昌兰,沈文飏,翟虎渠,等. 水稻直链淀粉含量基因育种利用的研究进展[J]. 中国农业科学,2004,37(2):70-76.
- [12] 张文绪,汤盛祥. 我国水稻品种的蒸煮品质的初步研究[J]. 中国农业科学,1981,14(5):29-32.
- [13] 吕文彦,曹萍,邵国军,等. 辽宁省主要水稻品种品质性状研究[J]. 辽宁农业科学,1997(5):7-11.
- [14] 张小明,石春梅,富田贵. 粳稻米淀粉特性与食味间的相关性分析[J]. 中国水稻科学,2002,16(2):157-161.
- [15] 罗志祥,苏泽胜,施伏芝,等. 米饭质地与直链淀粉含量及食味品质的关系[J]. 中国农学通,2002,18(6):18-21.
- [16] 中国水稻研究所. 稻米品质及其理化分析[M]. 杭州:中国水稻研究所,1985.

## Mechanism of High Yield and High Quality of japonica Rice Varieties in Central Jilin Province

DANG Shu, ZHANG Zhen-yu, WANG Jin-yu, REN Shan-peng, MAO Shuang, LU Jia-qi

(School of Agriculture, Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin 132101, China)

**Abstract:** In order to study the yield and quality potential of different rice varieties in the central part Jilin Province, and to clarify the differences in yield, quality and formation mechanism among different varieties, 15 main varieties in Jilin Province were selected, and their agronomic characters, yield, taste value, amylose content, protein and other indicators were measured and analyzed. The results showed that there was a significant positive correlation between plant height and spike length, and a significant negative correlation between plant height and yield; there was a significant positive correlation between spike length and number of effective spikes per hole, and a negative correlation between spike length and yield, but it did not reach a significant level; There was a significant and significant negative correlation between effective spikes per hole and number of grains per spike and seed density; there was a significant positive correlation between seed density and yield, and a significant positive correlation between protein content and taste value there was a significant negative correlation and a significant positive correlation respectively; there was a significant positive correlation between 1 000 grain weight and protein, and a significant negative correlation with amylose content and taste value. In conclusion, properly reducing plant height, reducing 1 000 grain weight and increasing grain density can stabilize yield and promote quality improvement.

**Keywords:** rice; production; quality; mechanism