

胡 蕾,孙一标,施 伟,等. 江苏沿海地区不同类型杂交稻组合品质特性及食味值与各品质性状间关联度分析[J/OL]. 大麦与谷类科学,2022,39(1):8-16. https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2022.01.002.

江苏沿海地区不同类型杂交稻组合品质特性及食味值 与各品质性状间关联度分析

胡 蕾,孙一标,施 伟,张桂云,孙明法,朱国永,严国红,陈大勇,王爱民*

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏 盐城 224002)

摘要:为探究江苏沿海地区不同类型杂交稻品质特性以及食味值与各理化性状间的关联度,以12个三系杂交稻及14个两系杂交稻组合为材料,对其食味值及其与各品质性状之间的关系进行探究。结果表明,三系杂交稻与两系杂交稻的食味平均值分别为74.04、72.97分,直链淀粉质量分数分别为15.31%、17.13%,三系杂交稻比两系杂交稻食味值高1.47%,而直链淀粉质量分数则低1.82个百分点;三系杂交稻与两系杂交稻的蛋白质质量分数、长/宽均值、垩白粒率均相近,其中蛋白质质量分数分别为8.75%、8.77%,长/宽均值分别为2.71、2.67,垩白粒率分别为17.67%、17.71%;不同类型食味值与品质关联性中,三系杂交稻的蛋白质质量分数与食味值呈显著负相关,两系杂交稻的宽均值与食味值呈显著正相关。

关键词:三系杂交稻,两系杂交稻,食味品质,关联分析

中图分类号:S511

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20210101

近年来,随着我国经济的飞速发展以及人们生活水平的迅速提升,人们对稻米品质的要求越来越高^[1],外观品质好、食味品质优的稻米更能满足市场的需求^[2]。水稻育种学科在保证人们“吃得饱”的前提下,也在向“吃得好”发展^[3]。“吃得好”是指稻米的蒸煮食味品质。稻米品质是一项综合指标,除此之外稻米品质还包含加工品质、外观品质、营养品质等。其中,提高稻米的蒸煮食味品质是稻米品质改良的重要目标之一^[4]。水稻蒸煮食味品质除受栽培措施以及环境因素的调控外,主要与其品种特性相关。影响水稻食味品质的主要因素有直链淀粉^[5]、蛋白质^[6]和脂质^[7]等,它们的种类和含量决定稻米品种食味品质的优劣。王建平等在161份太湖流域的粳稻品种(系)研究中,以快速黏度分析(RVA)中崩解值和消减值来反映稻米食味品质的优劣,发现低直

链淀粉粳稻中水稻RVA谱存在较大的差异,以此选出部分品质优良的品种(系)作为粳稻优质高产的资源^[8]。王才林等以食味为主要目标,对江苏省优质高产粳稻品种开展系统研究,通过关联分析探究粳稻食味品质与营养品质和蒸煮品质间的关系,发现直链淀粉是影响稻米食味品质的关键因素^[9]。卢慧等通过3种稻米食味评价方法研究西南稻区杂交粳稻品种发现,适口性对稻米食味品质影响最大,其次是滋味和外观,冷饭质地贡献率最低^[10]。龚红兵等对6个三系和两系杂交粳稻组合进行施氮研究表明,两系组合产量高、耐肥、产量潜力大,认为要充分发挥其产量潜力,须投入更多的氮素;三系组合更适合在中、低肥力水平田块种植^[11]。纵观前人对于稻米食味品质的研究,多用粳稻作为研究对象,对于杂交粳稻的研究,多着重在食味品质单一的方向,对食味值与不同品质性状的关系研究较少。因此,本文选取了12个三系杂交稻以及14个两系杂交稻作为材料,对不同类型杂交稻食味值及其与各品质性状之间的关系进行探究,以期探明不同类型杂交稻食味品质之间的差异以及各品质性状与食味品质之间的关系,为江苏沿海地区不同类型优良食味杂交稻的选育提供参考。

收稿日期:2021-10-26

项目基金:农业农村部沿海盐碱地农业科学观测实验站开放课题(YHS201903);江苏省重点研发计划(BE2020319-1);江苏省农业科技自主创新资金[CX(20)3033];盐城市绿色高品质耐盐粳稻工程技术中心(YC2020150)。

作者简介:胡 蕾(1993—),女,硕士,研究实习员,主要从事水稻育种研究。E-mail:1533710521@qq.com。

*通信作者:王爱民(1974—),男,硕士,研究员,主要从事水稻育种研究。E-mail:wamycnky@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料与田间设计

本研究选用江苏沿海地区农业科学研究所选育的12个三系杂交稻与14个两系杂交稻组合为供试材料(表1),于2019年在江苏沿海地区农业科学研究所南洋试验场(120°29'E、33°15'N)进行试验。每个杂交稻组合于5月8日播种,6月11日移栽,秧龄35d,双本栽插,行距30cm,株距12cm,小区面积为3m×4m,重复3次。田间施肥管理等同当地生产实践田。

表1 供试杂交稻组合(品种)

三系杂交稻	两系杂交稻
荃优1393	丰两优4号
镇粳优1393	盐两优91393
荃香优535	盐两优丝苗1号
内10优535	盐两优1547
荃香优607	盐两优187535
荃香优111	盐两优1881393
旌3优535	盐两优18873
旌3优73	盐两优188535
野香优101	盐两优120535
野香优535	盐两优272769
赣73优535	盐两优272111
优084	盐两优2208
	盐两优1618
	盐两优2218

1.2 试验方法

1.2.1 食味值测定。采用米饭食味计(STA1A,日本),测定米饭的外观、口感的评分和综合评分值。1)煮饭。称取30g大米放入STA1A仪器配套的不锈钢罐内,用流水清洗30s。在不锈钢罐中加水40.5g(样品量:加水量=1.00:1.35),浸泡30min,放入电饭锅内蒸煮30min,保温10min。取出不锈钢罐,搅拌米饭,放入特制冷却器中冷却20min,室温下放置1h。2)制作米饭饼。称取8.0g米饭放入专用容器内,压制饭饼。3)测定。将饭饼插入食味计测定,仪器显示样品的外观值、口感值的评分和综合评分值。

1.2.2 水分、直链淀粉和蛋白质含量(质量分数,下同)测定。采用近红外谷物分析仪测定稻米的水分、直链淀粉含量和蛋白质含量,每份样品测定3次,取均值。

1.2.3 外观品质测定。参照GB/T 17891—1999《优质稻谷》测定稻米的长/宽均值、长均值、宽均值、透明度、垩白粒率、垩白度等,每份样品测定3次,取均值。

1.2.4 实际产量。小区去除边际3行后收割50穴,脱粒,晒干,称质量。

1.3 数据处理与分析

使用Excel 2019、SPSS 25.0和DPS 7.05统计软件对试验数据进行统计分析^[12]以及图表制作。

2 结果与分析

2.1 不同类型杂交稻品质性状比较

由表2可知,不同类型杂交稻品质性状中,三系杂交稻食味值变幅为58.47~82.71,两系杂交稻食味值变幅为59.59~78.71,三系杂交稻的食味值平均值高出两系杂交稻1.47%;三系杂交稻的蛋白质含量、直链淀粉含量、垩白粒率的变幅分别为8.32%~9.18%、14.34%~16.15%、1.83%~46.70%,两系杂交稻上述3种品质性状的变幅分别为7.89%~9.40%、14.81%~20.44%、3.86%~42.00%,其中三系杂交稻直链淀粉平均值较两系杂交稻低1.82个百分点,蛋白质含量和垩白粒率的平均值都略低于两系杂交稻;三系杂交稻的长/宽均值、透明度、垩白度的变幅范围分别为2.34~3.06、0.98~2.03、0.35~7.66,两系杂交稻的变幅范围分别为2.30~3.04、0.98~2.00、0.83~7.04,三系杂交稻透明度和垩白度的均值分别高出两系杂交稻31.58%、8.01%,长/宽均值也略高于两系杂交稻;三系杂交稻的实际产量较两系杂交稻低1.16%。

2.2 三系杂交稻品质性状灰色关联度分析

根据灰色系统要求,将品质性状食味值、外观值、口感值、水分含量、蛋白质含量、直链淀粉含量、长/宽均值、长均值、宽均值、透明度、垩白粒率和垩白度因子分别标注为 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_9 、 X_{10} 、 X_{11} 、 X_{12} 。表3中,标准化数值=(各数值-平均值)/标准差^[12]。

由表4可知,食味值与各品质性状间的关联度排序为: $X_3 > X_2 > X_7 > X_5 > X_6 > X_4 > X_9 > X_{11} > X_{12} >$

表2 不同类型杂交稻品质性状比较分析

类别	食味值	外观值	口感值	水分含量 /%	蛋白质 含量/%	直链淀粉 含量/%	长/宽 均值	长均值/ mm	宽均值/ mm	透明度	垩白粒率/ %	垩白度/ %	实际产量/ (kg/667 m ²)
最大值	82.71	8.26	7.71	12.60	9.18	16.15	3.06	6.56	2.46	2.03	46.70	7.66	791.60
两系	78.71	7.57	7.10	12.50	9.40	20.44	3.04	6.13	2.30	2.00	42.00	7.04	698.20
三系	58.47	5.66	5.03	12.20	8.32	14.34	2.34	5.51	2.15	0.98	1.83	0.35	523.31
两系	59.59	5.74	5.37	12.00	7.89	14.81	2.30	5.02	1.91	0.98	3.86	0.83	558.01
三系	74.04	7.33	6.75	12.32	8.75	15.31	2.71	6.07	2.24	1.50	17.67	3.64	628.73
两系	72.97	7.08	6.52	12.26	8.77	17.13	2.67	5.80	2.18	1.14	17.71	3.37	636.12
变异系数	9.25	10.91	11.71	1.09	3.04	3.89	8.95	5.80	3.93	35.24	72.49	60.90	10.80
两系	7.45	7.29	7.70	1.10	5.08	9.92	6.41	5.12	5.00	31.64	52.43	49.69	7.02
三系	6.85	0.80	0.79	0.13	0.27	0.59	0.24	0.35	0.09	0.53	12.81	2.22	67.93
两系	5.43	0.52	0.50	0.13	0.45	1.70	0.17	0.30	0.11	0.36	9.28	1.67	44.64

表3 三系杂交稻品质数据标准化

名称	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
茎优 1393	0.509 1	0.586 4	0.594 5	-0.124 6	-0.859 7	0.798 6	-1.197 6	-1.008 0	0.677 0	0.957 4	0.632 1	-0.102 7
镇粳优 1393	0.142 9	0.460 7	0.344 2	-0.872 5	-0.148 2	1.448 4	-1.197 6	-0.739 2	0.677 0	0.957 4	2.267 3	1.815 3
茎香优 535	1.271 0	1.214 7	1.220 3	-0.872 5	-1.571 2	-0.176 0	-0.032 4	-0.739 2	-0.338 5	0.957 4	-0.056 7	0.330 6
内 10 优 535	0.362 6	0.209 4	0.344 2	0.623 2	0.563 3	-0.013 5	0.744 4	1.411 2	-0.338 5	-0.957 4	-0.182 4	0.456 9
茎香优 607	0.348 0	0.083 8	0.093 9	-0.872 5	0.207 5	-0.988 1	-0.032 4	0.067 2	-0.338 5	0.957 4	-0.243 3	-0.102 7
茎香优 111	0.670 3	0.586 4	0.719 6	-0.872 5	-0.504 0	0.148 9	0.356 0	0.067 2	-0.338 5	-0.957 4	-0.636 1	-0.292 2
旌 3 优 535	0.582 4	0.712 1	0.719 6	0.623 2	-1.571 2	-1.637 9	0.744 4	0.873 6	-0.338 5	-0.957 4	-1.078 1	-1.370 8
旌 3 优 73	-2.274 6	-1.926 7	-2.158 9	-0.872 5	0.207 5	1.285 9	0.356 0	0.336 0	-0.338 5	-0.957 4	0.818 7	1.048 1
野香优 101	-0.282 0	-0.167 5	0.093 9	2.119 0	1.630 5	-0.500 8	1.521 2	1.142 4	-1.354 0	0.957 4	-1.236 6	-1.483 6
野香优 535	0.128 2	-0.041 9	-0.156 4	1.371 1	0.563 3	-0.013 5	1.132 8	1.142 4	-0.338 5	-0.957 4	-1.117 9	-1.199 3
赣 73 优 535	0.201 5	0.335 1	-0.031 3	-0.124 6	0.207 5	-1.313 0	-0.809 2	-1.545 6	-0.338 5	-0.957 4	0.393 9	0.808 9
优 084	-1.659 3	-2.052 4	-1.783 5	-0.124 6	1.274 8	0.961 1	-1.586 0	-1.008 0	2.708 0	0.957 4	0.439 2	0.091 4

$X_9 > X_{10}$, 其中长 / 宽均值、蛋白质含量和直链淀粉含量与食味值之间的关联系数分别为 0.406 5、0.400 8

和 0.365 4, 关联度最低的是透明度, 关联系数为 0.311 4^[12]。

表 4 三系杂交稻食味值与各品质因子间的关联度及排序

代号	因子	关联系数
X_3	口感值	0.752 7
X_2	外观值	0.720 7
X_7	长 / 宽均值	0.406 5
X_5	蛋白质含量	0.400 8
X_6	直链淀粉含量	0.365 4
X_4	水分含量	0.362 4
X_9	宽均值	0.356 4
X_{11}	垩白粒率	0.340 9
X_{12}	垩白度	0.333 2
X_8	长均值	0.328 0

由表 5 可知, 三系杂交稻与食味值相关的品质因子除外观值和口感值外, 主要为长 / 宽均值、宽均值和蛋白质含量。之后依次是直链淀粉含量、水分含量、垩白粒率、垩白度、长均值和透明度。与外观值相关的除食味值和口感值外, 主要相关的有宽均值、长 / 宽均值和直链淀粉含量; 与口感值相关的除食味值和外观值外, 主要有宽均值、长 / 宽均值和水分含量; 与水分含量相关的主要有长 / 宽均值、长均值和口感值; 与蛋白质含量相关的主要有长 / 宽均值、长均值和食味值; 与直链淀粉含量相关的主要有宽均值、外观值和垩白粒率; 与长 / 宽均值相关的主要有长均值、口感值和外观值; 与长均值相关的主要有长 / 宽均值、水分含量和外观值; 与宽均值相关的主要有垩白粒率、外观值和口感值; 与透明度相关的主要有宽均值、直链淀粉含量和垩白粒率; 与垩白粒率相关的主要有宽均值、垩白度和直链淀粉含量; 与垩白度相关的主要有垩白粒率、宽均值和直链淀粉含量。

2.3 两系杂交稻品质性状灰色关联度分析

根据灰色系统要求, 将表 6 中品质性状的食味值、外观值、口感值、水分含量、蛋白质含量、直链淀粉含量、长 / 宽均值、长均值、宽均值、透明度、垩白粒率和垩白度因子分别标注为 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 、 X_8 、 X_9 、 X_{10} 、 X_{11} 、 X_{12} 。表 6 中, 标准化数值 = (各数值 - 平均值) / 标准差^[12]。

表 7 中, 两系杂交稻食味值与品质因子的关联度排序为 $X_3 > X_2 > X_9 > X_4 > X_8 > X_{11} > X_{12} > X_6 > X_{10} >$

$X_7 > X_5$, 其中宽均值、水分含量以及长均值与食味值的关联系数分别为 0.591 3、0.385 2 和 0.379 2^[12]。

由表 8 可知, 两系杂交稻与食味值相关的品质因子除外观值和口感值外, 主要有宽均值、长均值和垩白粒率。之后依次是水分含量、垩白度、透明度、直链淀粉含量、蛋白质含量、长 / 宽均值。与外观值相关的品质因子除食味值和口感值外, 主要为宽均值、垩白粒率和垩白度; 与口感值相关的除食味值和外观值外, 主要为宽均值、水分含量和垩白粒率; 与水分含量相关的主要为长均值、蛋白质含量和长 / 宽均值; 与蛋白质含量相关的主要有垩白粒率、水分含量和透明度; 与直链淀粉相关的主要有宽均值、外观值和蛋白质含量; 与长 / 宽均值相关的主要有长均值、透明度和水分含量; 与长均值相关的主要有长 / 宽均值、宽均值和水分含量; 与宽均值相关的主要有食味值、外观值和口感值; 与透明度相关的主要有长 / 宽均值、垩白粒率和蛋白质含量; 与垩白粒率相关的主要有垩白度、宽均值和透明度; 与垩白度相关的主要有垩白粒率、宽均值和蛋白质含量。

2.4 不同类型杂交稻食味值与各品质因子的相关性分析

由表 9 可知, 三系杂交稻各品质因子中, 外观值和口感值与食味值呈极显著正相关; 外观值与口感值呈极显著正相关; 口感值与蛋白质含量呈显著负相关; 水分含量与长 / 宽均值、长均值呈显著正相关; 水分含量与垩白度呈极显著负相关, 与垩白

表5 三系杂交稻食味值与品质因子关联矩阵

关联矩阵	食味值	外观值	口感值	水分含量	蛋白含量	直链淀粉含量	长/宽均值	长均值	宽均值	透明度	蛋白粒率	蛋白度
食味值	1	0.720 7	0.752 7	0.362 4	0.400 8	0.365 4	0.406 5	0.328 0	0.356 4	0.311 4	0.340 9	0.333 2
外观值	0.736 6	1	0.802 3	0.354 0	0.368 5	0.414 3	0.422 9	0.368 9	0.420 6	0.347 9	0.403 2	0.359 2
口感值	0.757 4	0.794 2	1	0.376 4	0.358 8	0.364 6	0.434 1	0.366 3	0.414 7	0.339 1	0.353 0	0.344 0
水分含量	0.328 2	0.302 2	0.337 6	1	0.371 0	0.268 7	0.404 0	0.400 9	0.305 3	0.304 6	0.281 9	0.342 1
蛋白含量	0.358 3	0.306 8	0.306 9	0.355 2	1	0.309 8	0.392 6	0.382 4	0.293 5	0.269 2	0.323 6	0.352 0
直链淀粉含量	0.328 3	0.363 8	0.321 5	0.266 8	0.321 9	1	0.294 7	0.293 8	0.391 3	0.372 0	0.418 0	0.371 2
长/宽均值	0.403 3	0.404 2	0.425 9	0.440 2	0.441 7	0.327 7	1	0.615 4	0.316 3	0.277 0	0.328 4	0.337 6
长均值	0.296 7	0.326 8	0.333 3	0.407 2	0.404 0	0.301 0	0.587 6	1	0.270 6	0.247 6	0.246 9	0.273 8
宽均值	0.374 2	0.420 6	0.426 0	0.360 6	0.364 7	0.452 0	0.336 3	0.317 0	1	0.399 1	0.533 8	0.433 7
透明度	0.242 1	0.259 7	0.261 9	0.277 1	0.251 1	0.343 2	0.219 6	0.214 4	0.303 1	1	0.336 8	0.261 1
蛋白粒率	0.299 6	0.350 2	0.308 1	0.274 8	0.331 0	0.412 3	0.295 0	0.235 3	0.473 8	0.363 4	1	0.523 6
蛋白度	0.297 9	0.305 8	0.304 1	0.342 1	0.366 7	0.373 8	0.307 5	0.268 5	0.380 3	0.294 2	0.532 6	1

表6 两系杂交稻品质数据标准化

名称	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
丰两优4号	0.557 5	0.422 9	0.564 7	1.064 1	0.291 5	0.458 3	-0.436 2	-0.024 2	0.062 6	2.360 4	-0.318 4	-0.572 1
盐两优91393	-0.068 4	0.040 9	-0.043 4	-1.915 5	1.425 2	-1.205 2	0.785 2	0.315 1	0.062 6	-0.393 4	-0.794 4	-0.829 3
盐两优丝苗1号	-0.675 8	-0.723 1	-0.651 6	-0.425 7	1.425 2	-0.135 8	2.006 6	0.993 6	-1.690 0	-0.393 4	-1.491 3	-1.517 1
盐两优1547	-2.461 2	-2.633 0	-2.273 3	0.319 2	0.971 8	0.636 6	0.785 2	-0.702 8	-2.566 4	-0.393 4	-1.055 1	-0.913 0
盐两优187535	-0.031 6	0.422 9	0.362 0	-0.425 7	0.518 3	-1.264 6	-0.436 2	-0.363 5	0.062 6	-0.393 4	-0.063 2	0.582 3
盐两优1881393	0.907 2	0.804 9	0.767 4	0.319 2	0.291 5	-0.670 5	-0.436 2	-0.363 5	0.938 9	2.360 4	0.532 4	0.361 0
盐两优18873	-0.970 3	-0.723 1	-1.057 0	-1.170 6	-0.388 7	-0.017 0	-2.268 3	-2.738 5	0.062 6	-0.393 4	0.788 8	0.995 0
盐两优188535	0.060 5	-0.150 1	-0.246 2	1.809 0	0.518 3	-1.086 4	0.785 2	0.993 6	0.062 6	-0.393 4	-0.411 0	-0.464 4
盐两优120535	0.299 8	0.613 9	0.362 0	-0.425 7	-0.842 2	-1.383 5	-0.436 2	-0.702 8	0.062 6	-0.393 4	0.524 9	0.008 1
盐两优272769	0.815 1	0.613 9	0.362 0	0.319 2	-0.615 4	1.943 6	0.174 5	0.993 6	0.062 6	-0.393 4	-0.791 2	-1.170 2
盐两优272111	-1.080 7	-1.105 1	-1.259 7	0.319 2	0.291 5	0.636 6	-0.436 2	-0.024 2	0.062 6	-0.393 4	0.229 8	0.193 5
盐两优2208	1.054 4	0.804 9	1.172 8	-1.170 6	-1.295 7	0.814 8	-0.436 2	0.315 1	0.938 9	-0.393 4	0.227 6	0.175 6
盐两优1618	0.575 9	0.613 9	0.767 4	0.319 2	-1.975 9	0.874 2	-0.436 2	0.315 1	0.938 9	-0.393 4	2.616 4	2.197 3
丰两优4号	1.017 6	0.995 9	1.172 8	1.064 1	-0.615 4	0.398 9	0.785 2	0.993 6	0.938 9	-0.393 4	0.004 7	0.953 2

表7 两系杂交稻食味值与品质因子的关联度及排序

代号	因子	关联系数
X ₃	口感值	0.714 6
X ₂	外观值	0.709 3
X ₉	宽均值	0.591 3
X ₄	水分含量	0.385 2
X ₈	长均值	0.379 2
X ₁₁	垩白粒率	0.339 4
X ₁₂	垩白度	0.321 6
X ₆	直链淀粉含量	0.317 0
X ₁₀	透明度	0.312 9
X ₇	长/宽均值	0.285 5
X ₅	蛋白质含量	0.254 9

粒率呈显著负相关;直链淀粉含量与垩白粒率呈显著正相关;长/宽均值除与长均值、宽均值有极显著相关性外,还与垩白粒率呈极显著负相关,与垩白度呈显著负相关;垩白粒率与垩白度呈极显著正相关。

由表 10 可知,两系杂交稻中,外观值、口感值和宽均值与食味值呈极显著正相关;外观值与口感值及宽均值呈极显著正相关;口感值与蛋白质含量呈显著负相关,与宽均值呈极显著正相关;蛋白质含量与垩白粒率、垩白度呈极显著负相关;长/宽均值除与长均值、宽均值有极显著相关性外,还与垩白粒率、垩白度有显著负相关性;宽均值与垩白粒率及垩白度呈显著正相关,垩白粒率与垩白度呈极显著正相关。

3 讨论与结论

3.1 不同类型杂交稻组合品质特性

近年来优质两系和三系组合的推广面积在不断增长^[13],优良食味品质更是成了市场追求的主要目标。通过本文所选的不同类型杂交稻品质性状比较分析表明,三系杂交稻的食味值略优于两系杂交稻,主要表现在三系杂交稻的食味平均值高出两系杂交稻 1.47%左右,三系杂交稻的最高食味值高出两系杂交稻 5.08%,但最小值较两系杂交稻略低。除食味值外,也可通过稻米的不同理化指标探究食味值与稻米各品质因子之间的关系^[14]。受遗传因素和栽培措施等影响,不同类型杂交稻品质表现各不相

同。雷敏娟研究不同类型杂交稻组合的品质发现,两系杂交稻的粒型偏长,胶稠度米胶长平均值最高,三系杂交稻的消减值级最高,适当提高直链淀粉的含量对两系杂交稻的选育更有利^[15]。胡晋豪以不同杂交稻为研究对象比较得出,两系杂交稻的外观品质、食味品质与三系杂交稻和常规晚稻相比相对较差,需要加强米质等各方面的综合改良^[16]。本试验中三系杂交稻的蛋白质含量略低于两系杂交稻,且直链淀粉含量低于两系杂交稻 1.82 百分点。从粒型来看,三系杂交稻长/宽均值高于两系杂交稻,主要是由于长均值高出两系杂交稻 4.66%左右。对于 2 种类型杂交稻实际产量的分析表明,本研究中食味品质等综合品质相对较差的两系杂交稻的实际产量高出三系杂交稻 1.16%左右。

3.2 不同类型杂交稻组合食味品质与各理化性质的关联度分析

现代稻米科学的研究成果表明,稻米的食味品质与其本身的某些理化指标密切相关^[17]。占稻米胚乳 80%左右的直链淀粉,长期以来作为评价稻米品质的关键指标,其含量与结构对稻米品质的影响具有重要作用^[18]。但近年来也有学者表明,在一些低直链淀粉的品种中,直链淀粉与其食味品质相关性并不显著^[19]。蛋白质作为稻米胚乳的另一重要组成成分,以固体蛋白的形式填充在淀粉颗粒之间,含量较高时,影响淀粉糊化速率,米饭口感变硬,从而影响稻米的食味品质^[20]。也有研究表明,蛋白质含量与食味品质无显著相关性^[21],在低蛋白品种中甚至呈正相关^[22]。

表8 两系杂交稻食味值与各品质因子关联矩阵

关联矩阵	食味值	外观值	口感值	水分含量	蛋白质含量	直链淀粉含量	长/宽均值	长均值	宽均值	透明度	垩白粒率	垩白度
食味值	1	0.709 3	0.714 6	0.385 2	0.254 9	0.317 0	0.285 5	0.379 2	0.591 3	0.312 9	0.339 4	0.321 6
外观值	0.718 2	1	0.691 2	0.360 9	0.309 2	0.362 2	0.285 0	0.371 7	0.562 6	0.317 8	0.351 7	0.364 0
口感值	0.704 5	0.670 3	1	0.390 6	0.261 8	0.308 7	0.266 0	0.298 9	0.491 1	0.304 3	0.326 5	0.329 7
水分含量	0.380 1	0.346 7	0.395 7	1	0.373 3	0.313 2	0.408 8	0.414 8	0.327 8	0.389 8	0.290 3	0.335 5
蛋白质含量	0.307 6	0.350 9	0.322 8	0.426 6	1	0.343 0	0.400 6	0.372 7	0.359 2	0.392 5	0.373 9	0.382 3
直链淀粉含量	0.308 2	0.346 8	0.310 0	0.309 0	0.281 6	1	0.277 2	0.289 8	0.353 5	0.265 1	0.271 9	0.262 1
长/宽均值	0.299 6	0.289 7	0.289 8	0.425 9	0.353 8	0.298 8	1	0.485 3	0.344 0	0.454 4	0.287 7	0.309 4
长均值	0.395 1	0.378 2	0.326 5	0.433 9	0.332 3	0.316 1	0.487 4	1	0.416 9	0.342 8	0.345 4	0.375 5
宽均值	0.604 4	0.567 5	0.520 1	0.347 0	0.317 7	0.374 4	0.344 0	0.415 1	1	0.321 3	0.420 0	0.456 0
透明度	0.349 3	0.344 1	0.350 0	0.423 9	0.372 3	0.308 3	0.468 9	0.360 2	0.343 0	1	0.392 2	0.351 4
垩白粒率	0.395 0	0.400 5	0.395 1	0.347 6	0.373 9	0.338 6	0.327 3	0.383 8	0.467 1	0.414 1	1	0.693 3
垩白度	0.359 0	0.392 0	0.379 8	0.372 5	0.366 6	0.308 8	0.331 1	0.395 2	0.479 1	0.354 4	0.676 7	1

表9 三系杂交稻食味值与各品质因子相关性分析

	食味值	外观值	口感值	水分含量	蛋白质含量	直链淀粉含量	长/宽均值	长均值	宽均值	透明度	垩白粒率	垩白度
食味值	1											
外观值	0.974**	1										
口感值	0.980**	0.982**	1									
水分含量	0.013	-0.006	0.055	1								
蛋白质含量	-0.579*	-0.637*	-0.584*	0.464	1							
直链淀粉含量	-0.496	-0.459	-0.446	-0.333	0.187	1						
长/宽均值	0.135	0.145	0.176	0.603*	0.120	-0.419	1					
长均值	-0.004	-0.018	0.042	0.612*	0.228	-0.213	0.895**	1				
宽均值	-0.373	-0.456	-0.416	-0.322	0.109	0.520	-0.801**	-0.546	1			
透明度	0.057	0.022	0.098	-0.130	0.093	0.269	-0.439	-0.398	0.354	1		
垩白粒率	-0.267	-0.177	-0.249	-0.636*	-0.069	0.664*	-0.773**	-0.636*	0.503	0.314	1	
垩白度	-0.213	-0.138	-0.226	-0.718**	-0.069	0.538	-0.626*	-0.556	0.320	0.095	0.912**	1

注：*、** 分别表示差异有统计学意义($P < 0.05$)、高度统计学意义($P < 0.01$)。下表同。

表 10 两系杂交稻食味值与各品质因子相关性分析

	食味值	外观值	口感值	水分含量	蛋白质含量	直链淀粉含量	长 / 宽均值	长均值	宽均值	透明度	垩白粒率	垩白度
食味值	1											
外观值	0.977**	1										
口感值	0.976**	0.976**	1									
水分含量	0.123	0.030	0.061	1								
蛋白质含量	-0.526	-0.526	-0.538*	-0.074	1							
直链淀粉含量	0.038	-0.085	-0.018	0.200	-0.419	1						
长 / 宽均值	-0.088	-0.169	-0.087	0.220	0.510	-0.050	1					
长均值	0.429	0.320	0.390	0.397	0.061	0.193	0.770**	1				
宽均值	0.828**	0.847**	0.809**	0.029	-0.631*	-0.015	-0.465**	0.093	1			
透明度	0.310	0.260	0.282	0.293	0.124	-0.045	-0.185	-0.082	0.212	1		
垩白粒率	0.322	0.381	0.367	0.014	-0.779**	0.066	-0.640*	-0.306	0.642*	0.045	1	
垩白度	0.276	0.356	0.359	0.030	-0.693**	0.012	-0.598*	-0.317	0.638*	-0.045	0.920**	1

本试验通过灰色关联度分析以及相关性分析,分别得出不同类型杂交稻食味品质与各理化指标之间的关联性大小。其中灰色关联度分析将不同理化因子通过数据标准化处理后得出,三系杂交稻的食味值与各品质因子之间关联度排序,除食味值自身的口感和外观因子外,长 / 宽均值、蛋白质含量和直链淀粉含量与食味值表现出较强的相关性,两系杂交稻则是稻米宽均值、水分含量和长均值表现出较强的关联性。不同类型杂交稻与各品质因子的相关性分析表明,三系杂交稻的食味值与蛋白质含量呈显著负相关,直链淀粉含量与食味值有负相关性,但不显著,但直链淀粉含量与垩白粒率呈显著正相关,同时稻米的长 / 宽均值与垩白粒率和垩白度分别呈现极显著和显著负相关。直链淀粉和长 / 宽均值 2 个品质因素可能除了对稻米结构有影响从而造成食味品质的差异,还因与外观品质的相关性,进而影响稻米食味品质的综合分值。两系杂交稻中食味值与蛋白质含量和直链淀粉含量的差异均不显著,但与宽均值有极显著正相关。且宽均值与蛋白质含量呈显著负相关,与垩白粒率和垩白度呈显著正相关,长 / 宽均值与垩白粒率和垩白度呈显著负相关。稻米的粒型是其灌浆结实是否充实的重要因素^[23],影响稻米的垩白粒率和垩白度,可能通过外观等综合打分因素影响稻米的食味品质。

本研究表明,江苏沿海地区三系杂交稻的蛋白质含量对食味值的相对影响较大,而两系杂交稻的外观品质,尤其是宽均值对食味品质的相对影响较大。因此,在选育优良食味品质的三系杂交稻过程中,要注重选择蛋白质含量和直链淀粉含量较低的亲本进行杂交,两系杂交稻的选育则是更注重粒型的选择,在适当范围内选择粒型较宽的亲本可提高培育优质两系杂交稻的效率。

参考文献:

[1] 胡 蕾,朱 盈,徐 栋,等. 南方稻区优良食味与高产协同的单季晚粳稻品种特点研究[J]. 中国农业科学,2019,52(2): 215- 227.

[2] 马 畅,王 木,张秀茹,等. 东北粳稻食味特性相关影响因素分析[J]. 沈阳农业大学学报,2016,47(4):467- 473.

[3] 徐正进,陈温福,马殿荣,等. 辽宁水稻食味值及其与品质性状的关系[J]. 作物学报,2005,31(8):1092- 1094.

[4] 彭 波,孙艳芳,庞瑞华,等. 水稻种子蛋白质含量遗传研究进展[J]. 南方农业学报,2017,48(3):401- 407.

- [5] 马兆惠,李 坤,程海涛,等. 表观直链淀粉和蛋白质双低型粳稻食味的关联性状分析[J]. 沈阳农业大学学报,2019,50(1):10-18.
- [6] 路 凯,赵庆勇,周丽慧,等. 稻米蛋白质含量与食味品质的关系及其影响因素研究进展[J]. 江苏农业学报,2020,36(5):1305-1311.
- [7] 张秀琼. 胚乳脂类对稻米品质和消化特性的影响[D]. 杭州:浙江大学,2018.
- [8] 王建平,乔中英,敖 雁,等. 太湖流域粳稻地方品种食味品质分析[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):691-696.
- [9] 王才林,张亚东,赵春芳,等. 江苏省优良食味粳稻的遗传与育种研究[J]. 遗传,2021,43(5):442-458.
- [10] 卢 慧,袁玉洁,张丝琪,等. 基于3种方法的西南杂交籼稻食味评价及品种优选[J]. 中国农业科学,2021,54(6):1243-1257.
- [11] 龚红兵,周义文,曾生元,等. 三系、两系杂交中籼稻组合氮素需求的比较[J]. 江苏农业科学,2011,39(6):104-106.
- [12] 代金英,张桂云,胡 蕾,等. 耐盐水稻产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 大麦与谷类科学,2020,37(6):9-13,20.
- [13] 房玉伟,张 伟,陈佑源,等. 2001—2017年我国优质杂交稻推广应用现状[J]. 浙江农业学报,2020,32(1):1-14.
- [14] 曲红岩,张 欣,施利利,等. 水稻食味品质主要影响因素分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):172-175.
- [15] 雷敏娟. 不同类型杂交稻农艺性状与米质的差异及关系研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2014.
- [16] 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.
- [17] 王 忠,顾蕴洁,陈 刚,等. 稻米的品质和影响因素[J]. 分子植物育种,2003,1(2):231-241.
- [18] 边嘉宾,施利利,张 欣,等. 稻米主要品质性状的相关及主成分分析[J]. 中国农学通报,2012,28(24):8-12.
- [19] 王 琦. 粳稻蒸煮食味品质形成的理化基础研究[D]. 南京:南京农业大学,2016.
- [20] 习 敏,季雅岚,吴文革,等. 水稻食味品质形成影响因素研究与展望[J]. 中国农学通报,2020,36(12):159-164.
- [21] KANG MY, RICO W, KIM C E, et al. Physicochemical properties and eating qualities of milled rice from different Korean elite rice varieties[J]. International Journal of Food Properties, 2011, 14(3):640-653.
- [22] 李俊辉,朱智伟,谢黎虹. 我国稻米食味品质的研究现状与发展趋势[J]. 中国稻米,2008(2):8-12.
- [23] 陈建珍. 大穗型水稻品种的物质生产、灌浆及结实稳定性研究[D]. 荆州:长江大学,2016.

Grain Quality Characteristics and Analyses of Correlation Degrees Between Quality Traits and Taste Values of Different Types of Hybrid Rice Combinations in Jiangsu Coastal Area

HU Lei, SUN Yi-biao, SHI Wei, ZHANG Gui-yun, SUN Ming-fa, ZHU Guo-yong, YAN Guo-hong, CHEN Da-yong, WANG Ai-min

(Jiangsu Coastal Area Institute of Agricultural Sciences, Yancheng 224002, China)

Abstract: The present study was conducted to investigate the grain quality characteristics of different types of hybrid rice from Jiangsu coastal area and correlation degrees between their taste values and physical and chemical properties. Using 12 three-line hybrid rice varieties and 14 two-line hybrid rice varieties as materials, we clarified the relationship between their taste values and other grain quality traits. The results showed that the three- and two-line hybrid rice had the average taste values of 74.04 and 72.97 points, respectively, and the amylose contents of 15.31% and 17.13%, respectively. Grains of the three-line hybrid rice had a 1.47% higher taste value, but a 10.62% lower amylose content than those of the two-line hybrid rice. On the other hand, grains of the three- and two-line hybrid rice had similarities in protein contents (8.75% and 8.77%, respectively), mean ratios of length to width (2.71 and 2.67, respectively), and chalky grain percentages (17.67% and 17.71%, respectively). In terms of the correlations between the taste values and quality traits of different types of hybrid rice, both protein and amylose contents had a significant negative correlation with taste value in the three-line hybrid rice, while in the two-line hybrid rice, mean width of grain had a significant positive correlation with taste value.

Key Words: Three-line hybrid rice; Two-line Hybrid Rice; Taste quality; Correlation analysis