

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240314005

# 江苏沿江高沙土地区常规粳稻 品种产量与品质特征研究

唐建鹏<sup>1</sup> 陈京都<sup>1</sup> 刘绍贵<sup>1</sup> 辛海滨<sup>2</sup> 张彦<sup>2</sup> 姚义<sup>1</sup> 张明伟<sup>1</sup> 陆佩玲<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>江苏省扬州市农业技术综合服务中心,扬州 225100; <sup>2</sup>江苏省扬州市江都区农业技术综合服务中心,扬州 225200)

**摘要:**为筛选适宜江苏沿江高沙土地区高产且优质的粳稻新品种,以审定范围适合沿江种植的21个粳稻品种(12个迟熟中粳类型,9个早熟晚粳类型)为供试材料,探究了不同品种在江苏沿江高沙土地区种植的茎蘖动态、产量及产量结构、品质的差异。结果表明,在沿江高沙土地区适宜抽穗期为8月26日至9月3日,选择大穗型品种更容易获得高产;直链淀粉含量与稻米淀粉RVA谱特征值紧密相关,崩解值和消减值可以作为优质稻米的辅助选择指标。综合生育期、产量和品质,沿江高沙土地区总体适宜早熟晚粳类型品种;迟熟中粳品种中扬香玉1号和金香玉1号综合性状较好;早熟晚粳宁香粳9号和武育粳528生育期适宜,兼顾产量和品质,表现较好;糯稻中品质和产量综合性状较好的为镇糯29号和扬粳糯2号。

**关键词:**江苏;沿江高沙土地区;常规粳稻;产量;品质;品种筛选

## Study on Yield and Quality Characteristics of Conventional *Japonica* Rice Varieties in High Sand Soil Areas along the Yangtze River in Jiangsu

TANG Jianpeng<sup>1</sup>, CHEN Jingdu<sup>1</sup>, LIU Shaogui<sup>1</sup>, XIN Haibin<sup>2</sup>,  
ZHANG Yan<sup>2</sup>, YAO Yi<sup>1</sup>, ZHANG Mingwei<sup>1</sup>, LU Peiling<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Yangzhou Agricultural Technology Comprehensive Service Center, Yangzhou 225100, Jiangsu;

<sup>2</sup>Jiangdu District Agricultural Technology Comprehensive Service Center, Yangzhou 225200, Jiangsu)

江苏是水稻生产大省,单产水平常年位列全国水稻主产省第一,也是粳稻的优势产区,2022年粳稻种植面积达187.5万 $\text{hm}^2$ 以上,产量可达9282 $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。随着经济社会的发展和人民生活条件的改善,人们对主粮的需求已从“吃得饱”转向“吃得好”,江苏省优良食味水稻种植面积超120万 $\text{hm}^2$ ,主要以南粳9108、南粳5055和南粳46等市场认可度较高的品种为主。素有“鱼米之乡”称号的江苏地区,在长期的自然选择和人工选择下,更是积攒了丰富的稻种资源,特别是生育期适宜、品质优良的粳稻

品种<sup>[1]</sup>。

江苏沿江高沙土地区是江苏省比较特殊的稻作区域,主要位于新通扬运河以南、以西,长江、靖泰运河、江平路以北地区,主要包括扬州、泰州、南通3市的江都、广陵、泰兴、姜堰、高港、海陵、如皋、海安等8个县(市、区),耕地面积25.2万 $\text{hm}^2$ 。沿江高沙土地区属江淮冲积平原,土质沙性,蓄水力差,为沙瘦型低产土壤<sup>[2]</sup>。适宜种植迟熟中粳和早熟晚粳两种类型水稻品种,可选用品种较多,主推品种不突出。近年来,随着市场的发展,农户选择种植的水稻追求稳产、高产、优质和多抗等综合特性,然而优质、高产协同,一直是水稻研究的难点,其相互间既有协同性,又有拮抗性,而且都受栽培措施和环境影响较大<sup>[3]</sup>。陈波等<sup>[4]</sup>研究发现,在双季稻地区产量较高

**基金项目:**江苏现代农业(稻麦)产业技术体系江都推广示范基地(JATS[2022]274);扬州市现代农业发展专项(2022);扬州市高产高效水稻名师工作室项目;2021年扬州市重点研发项目(YZ2021035)

**通信作者:**陈京都

的品种品质相对较差;万向元等<sup>[5]</sup>的研究表明,通过优化产量构成因子可以实现优质与高产的相对协调;郎有忠等<sup>[6]</sup>发现,在一定天数内,生育期越长,稻米品质越好,产量越高;陶进等<sup>[7]</sup>研究不同年代水稻产量及品质发现,从20世纪40年代至今,水稻产量显著提高,整精米率、直链淀粉含量、淀粉黏滞性等品质都明显改善,但稻米垩白度仍较高。因此在种植面积下降且品质要求提高的环境下,迫切需要改变原有的种植结构,筛选出更多生育期适宜的品质优、产量高的粳稻品种,既保证水稻单产,同时要提高水稻品质,尤其是食味品质,以满足现代水稻生产需求。

本研究在江苏沿江高沙土地地区选择23个粳稻品种进行适应性分析,通过不同品种之间茎蘖动态、产量及其产量结构、稻米品质等的综合分析,以期筛选出适宜江苏沿江高沙土地地区种植的优质高产粳稻新品种。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 选择水稻迟熟中粳类型品种13个,早熟晚粳类型品种10个,其中包含武香糯109、镇糯29号、扬粳糯2号和扬农香糯108等4个糯稻品种,具体品种信息见表1。迟熟中粳类型品种、早熟晚粳类型品种分别以南粳9108、南粳5055为对照。

**1.2 试验地点** 试验地点位于江苏省扬州市江都区宜陵镇大陈村,在长江和通扬运河之间,属于沿江高沙土地地区,沙壤土,有机质含量25.48g/kg,全氮含量1.49g/kg,速效磷含量27.4mg/kg,速效钾含量57.0mg/kg,pH值7.17,土壤肥力均匀,排灌方便,前茬为小麦。

**1.3 试验设计** 5月21日播种,6月16日机插移栽,株行距30cm×12cm,每hm<sup>2</sup>机插27.75万穴,每穴3~5株苗,基本苗112.5万株。基肥于移栽前每hm<sup>2</sup>撒施复合肥(20-12-14)450kg,1周后撒施尿素150kg,10d后再施尿素112.5kg;拔节孕穗肥于第2节间伸长时施用氮钾复合肥(30-0-8)300kg,迟熟中粳和早熟晚粳分开施肥,总施氮量300kg。基肥:穗肥=7:3。除草采用“两封一杀”,即移栽前封闭除草1次,移栽后7d与肥料一起撒施封闭除草1次,7月14日化学除草1次。按照常规大田生产管理,在拔节期、破口前和破口时防治病虫害3次,包括纹枯病、稻瘟病、稻曲病、稻纵卷叶螟、稻飞

虱等。

**1.4 测定内容与方法** 茎蘖动态 在小区内选取连续10穴作为固定点观察,水稻移栽后每7d分别进行1次茎蘖动态田间调查,记录苗数,并换算成每667m<sup>2</sup>苗数,生育期内共调查5次,设置2次重复。产量结构 成熟期每小区普查50穴,3次重复,计算有效穗数,并割方测产,计算折合每hm<sup>2</sup>产量。根据每穴平均成穗数取3穴调查每穗粒数、结实率,测定千粒重,计算每hm<sup>2</sup>理论产量。稻米品质测定

水稻收获后,根据GB/T 17891—2017《优质稻谷》测定稻米的糙米率、精米率和整精米率等主要品质指标。采用瑞典福斯公司生产的近红外谷物分析仪(Infratec 1241 Grain Analyzer)测定精米的蛋白质含量和直链淀粉含量。采用澳大利亚Newport Scientific仪器公司生产的Super3型RVA仪(Rapid Viscosity Analyzer)快速测定淀粉谱黏滞特性,用TCW(Thermal Cycle for Windows)配套软件分析淀粉黏滞性。

**1.5 数据分析** 采用Microsoft Excel 2013软件进行数据常规处理,用DPS 7.05进行方差分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同水稻品种茎蘖动态与成穗率分析** 由表2可知,与对照南粳9108相比,迟熟中粳类型品种中香缘99和南粳5718的高峰苗较少,尤其是南粳5718,高峰苗仅399.6万株/hm<sup>2</sup>,比对照低19.1%,而扬香玉200、泗稻301高峰苗高于其他品种,超过600.0万株/hm<sup>2</sup>。在早熟晚粳类型品种中,对照南粳5055的分蘖能力较强,只有扬农香糯108的高峰苗高于对照,其他均低于对照,降幅为8.3%~28.8%,最低的是金扬软玉,其次为武科粳7375。从高峰苗时间来看,迟熟中粳类型品种时间不一致,有7个品种在7月13日达到高峰苗,表明其前期生长较快,其余品种均在7月20日达到高峰苗,早熟晚粳类型品种均是在7月20日达到高峰苗。从成穗率分析发现,金扬软玉、南粳5718、扬粳糯2号、香缘99和武科粳7375的成穗率较高,均在70.0%以上,迟熟中粳类型品种只有南粳5718和香缘99的成穗率高于对照,而早熟晚粳类型品种中除扬农香糯108外,其他品种的成穗率均高于对照。综上所述,南粳5718和武科粳7375分蘖能力一般,而扬农香糯108、扬香玉200和泗稻301分蘖能力较强。

表1 参试品种信息

水稻类型	品种名称	审定编号	选育单位	适宜种植区	品质类型
迟熟中粳	南粳 9108 (CK)	苏审稻 201306	江苏省农业科学院	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	香缘 99	苏审稻 20210051	江苏里下河地区农业科学研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	软玉中科	苏审稻 20230053	江苏(武进)水稻研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	泰香粳 1402	苏审稻 20210009	江苏红旗农场生态农业股份有限公司	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	金香玉 1号	苏审稻 20200042	江苏里下河地区农业科学研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	扬辐粳 7088	苏审稻 20230051	江苏里下河地区农业科学研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	《食用稻品种品质》标准二级
	莹香 1号	苏审稻 20220057	江苏(武进)水稻研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	泗稻 301	苏审稻 20200016	江苏省农业科学院宿迁农科所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	《食用稻品种品质》标准二级
	扬香玉 1号	苏审稻 20210056	江苏里下河地区农业科学研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	南粳 5718	苏审稻 20190004、 苏审稻 20210047	江苏省农业科学院	适宜江苏省淮北地区、江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	半糯型粳稻
	扬香玉 200	苏审稻 20230050	江苏里下河地区农业科学研究所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	《食用稻品种品质》标准一级
	泗稻 20号	苏审稻 20200043	江苏省农业科学院宿迁农科所	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	《食用稻品种品质》标准二级
	武香糯 109	苏审稻 20210008	江苏红旗种业股份有限公司	适宜江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区种植	糯稻,《食用稻品种品质》标准三级
	早熟晚粳	南粳 5055 (CK)	苏审稻 201114	江苏省农业科学院	适宜江苏省沿江及苏南地区种植
武香粳 168		国审稻 20220266	安徽皖垦种业股份有限公司	适宜浙江省、上海市、江苏省南部、安徽省沿江、湖北省沿江粳稻区的稻瘟病轻发区作单季晚稻种植	《食用稻品种品质》标准二级
金扬软玉		苏审稻 20230020	江苏金土地种业有限公司	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	半糯型粳稻
武育粳 528		苏审稻 20210073	江苏(武进)水稻研究所	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	半糯型粳稻
南粳 3908		苏审稻 20180012、	江苏明天种业科技股份有限公司	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	半糯型粳稻
宁香粳 9号		苏审稻 20200027、 黔审稻 20220039、 苏审稻 20230085	南京农业大学水稻研究所	适宜江苏省沿江及苏南地区、江苏省苏中及宁镇扬丘陵地区、贵州省粳稻区种植	半糯型粳稻
武科粳 7375		苏审稻 20210074	江苏(武进)水稻研究所	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	半糯型粳稻
扬农香糯 108		苏审稻 20230078	扬州大学	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	糯稻,《食用稻品种品质》标准二级
镇糯 29号		苏审稻 20210087	江苏丘陵地区镇江农业科学研究所	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	糯稻,《食用稻品种品质》标准一级
扬粳糯 2号		苏审稻 20190021	江苏金土地种业有限公司	适宜江苏省沿江及苏南地区种植	糯稻,《食用稻品种品质》标准三级

表2 不同水稻品种的茎蘖动态与成穗率

水稻类型	品种	苗数(万株/hm <sup>2</sup> )					抽穗期 (月/日)	成熟期 (月/日)	成穗率 (%)
		6月28日	7月6日	7月13日	7月20日	7月27日			
迟熟中粳	南粳 9108 (CK)	129.6	278.1	405.0	494.1	407.7	8/22	10/22	69.1
	香缘 99	118.8	313.2	480.6	405.0	407.7	8/27	10/28	71.6
	软玉中科	124.2	337.5	515.7	432.0	426.6	8/25	10/25	61.6
	泰香粳 1402	153.9	383.4	529.2	569.7	491.4	8/22	10/22	57.2
	金香玉 1号	129.6	345.6	504.9	575.1	448.2	8/30	10/30	61.9
	扬辐粳 7088	129.6	391.5	580.5	567.0	513.0	8/27	10/26	61.6
	莹香 1号	135.0	378.0	572.4	510.3	496.8	8/23	10/25	64.1
	泗稻 301	151.2	467.1	637.2	569.7	537.3	8/20	10/22	50.4
	扬香玉 1号	132.3	413.1	577.8	531.9	504.9	8/29	10/28	53.3
	南粳 5718	108.0	275.4	372.6	399.6	372.6	8/20	10/20	74.0
	扬香玉 200	129.6	310.5	510.3	645.3	502.2	8/29	10/28	54.6
	泗稻 20号	189.0	459.0	567.0	558.9	518.4	8/20	10/20	55.8
	武香糯 109	189.0	391.5	483.3	499.5	486.0	8/23	10/25	68.6
	早熟晚粳	南粳 5055 (CK)	213.3	437.4	564.3	618.3	569.7	9/2	11/3
武香粳 168		180.9	394.2	537.3	567.0	488.7	9/4	11/3	61.4
金扬软玉		113.4	253.8	380.7	440.1	418.5	8/31	11/1	74.5
武育粳 528		118.8	321.3	432.0	491.4	475.2	8/31	10/31	65.4
南粳 3908		153.9	359.1	515.7	564.3	399.6	9/5	11/5	56.8
宁香粳 9号		143.1	378.0	342.9	550.8	510.3	8/31	11/1	59.1
武科粳 7375		143.1	297.0	437.4	464.4	437.4	9/10	11/10	70.5
扬农香糯 108		175.5	550.8	642.6	669.6	610.2	8/28	10/31	51.6
镇糯 29号		121.5	275.4	461.7	567.0	510.3	9/2	11/3	63.3
扬粳糯 2号		121.5	264.6	407.7	478.5	415.8	8/31	11/1	73.4

调查不同品种的抽穗期和成熟期可以看出,在沿江高沙土地地区,迟熟中粳类型品种均在8月30日前完成抽穗,泗稻301、泗稻20号、南粳5718、泰香粳1402和对照南粳9108抽穗期较早,在8月22日之前,容易遇到高温,成熟期也较早,在10月22日之前;莹香1号和武香糯109在8月23日抽穗,比对照晚1d,其他品种相对较晚。在早熟晚粳类型品种中扬农香糯108抽穗期最早,在8月28日,金扬软玉、武育粳528、宁香粳9号和扬粳糯2号均在8月31日抽穗,比对照早2d,武香粳168、南粳3908和武科粳7375分别比对照晚2~8d,其中武科粳7375在9月10日才抽穗,大部分品种成熟期在11月初,南粳3908和武科粳7375成熟期在11月5日之后,生育期较长。

## 2.2 不同水稻品种产量与产量结构分析 对其产

量结构进行分析发现,迟熟中粳类型品种的有效穗数变化较大,最大的为莹香1号,最小的为南粳5718,两者相差71.4万穗/hm<sup>2</sup>,6个品种较对照南粳9108增加0.4%~7.5%,6个品种较对照南粳9108降低4.6%~13.4%(表3)。早熟晚粳类型大多数品种有效穗数低于对照南粳5055,只有镇糯29号、扬粳糯2号和武香粳168稍高于对照,所有品种均在320.0万穗/hm<sup>2</sup>以上。

每穗粒数中大多数品种高于对照,只有迟熟中粳类型品种中的泗稻20号和扬香玉200稍低于对照;每穗粒数最大的为软玉中科,达178.3粒,比对照南粳9108高66.1粒,增幅58.9%,其次为宁香粳9号,比对照南粳5055高57.0粒,增幅53.6%,金香玉1号、南粳5718、武香糯109、泰香粳1402和武育粳528等品种的每穗粒数也较多,穗型较大。

表3 不同水稻品种产量及产量结构

水稻类型	品种	有效穗数(万穗/hm <sup>2</sup> )	每穗粒数	结实率(%)	千粒重(g)	理论产量(t/hm <sup>2</sup> )	折合产量(t/hm <sup>2</sup> )
迟熟中粳	南粳 9108 (CK)	341.6	112.2	93.3	25.82	9.23	8.75
	香缘 99	344.3	130.9	84.8	27.73	10.60	9.94
	软玉中科	317.9	178.3	79.3	22.68	10.19	9.67
	泰香粳 1402	325.8	134.7	89.5	25.69	10.09	9.75
	金香玉 1 号	356.3	147.4	84.1	23.84	10.53	9.86
	扬辐粳 7088	357.8	127.9	91.5	27.38	11.46	10.83
	莹香 1 号	367.1	123.6	92.7	23.34	9.81	9.55
	泗稻 301	321.3	126.1	85.8	25.77	8.96	8.60
	扬香玉 1 号	307.8	134.2	92.9	27.34	10.49	10.03
	南粳 5718	295.7	144.5	87.8	29.91	11.22	10.61
	扬香玉 200	352.4	112.1	89.2	25.43	8.96	8.05
	泗稻 20 号	316.7	101.6	88.4	29.68	8.44	7.80
	武香糯 109	342.8	135.0	87.8	26.37	10.72	10.32
	早熟晚粳	南粳 5055 (CK)	345.6	106.4	96.1	25.26	8.93
武香粳 168		348.3	114.6	96.3	28.09	10.80	10.70
金扬软玉		327.9	118.4	93.0	29.80	10.77	9.69
武育粳 528		321.3	134.2	96.2	28.18	11.69	10.97
南粳 3908		320.6	108.6	93.3	26.77	8.70	8.53
宁香粳 9 号		325.4	163.4	89.4	25.12	11.94	10.99
武科粳 7375		327.6	106.9	92.0	26.46	8.53	8.37
扬农香糯 108		345.5	119.9	91.7	29.24	11.11	10.73
镇糯 29 号		359.1	124.1	90.6	27.36	11.04	10.27
扬粳糯 2 号		351.2	118.0	87.1	27.62	9.97	9.84

结实率变幅在 79.3%~96.3% 之间,软玉中科最低,武香粳 168 最高。迟熟中粳类型品种的结实率均低于对照,而早熟晚粳类型品种中只有武香粳 168 和武育粳 528 稍高于对照,其余品种均低于对照,而且早熟晚粳类型品种的结实率普遍高于迟熟中粳类型品种,这可能与抽穗早而遇高温不结实有关。

千粒重在 22.68~29.91g 之间,软玉中科最低,南粳 5718 最高。南粳 5718、金扬软玉、泗稻 20 号和扬农香糯 108 的千粒重在 29.00g 以上,武香粳 168 和武育粳 528 的千粒重在 28.00g 以上,表现较为突出,软玉中科、莹香 1 号、金香玉 1 号和宁香粳 9 号千粒重相对较低。

迟熟中粳类型品种中,泗稻 20 号、扬香玉 200 和泗稻 301 折合产量低于对照南粳 9108,其中泗稻 20 号只有 7.80t/hm<sup>2</sup>,比对照低 10.9%。扬辐粳 7088

折合产量最高,达到 10.83t/hm<sup>2</sup>,比对照高 23.8%,其次是南粳 5718、武香糯 109 和扬香玉 1 号,均超过 10.00t/hm<sup>2</sup>。早熟晚粳类型品种中只有南粳 3908 和武科粳 7375 产量低于对照,其余品种均高于对照南粳 5055,其中宁香粳 9 号是所有品种中产量最高的,达 10.99t/hm<sup>2</sup>,其次是武育粳 528、扬农香糯 108、武香粳 168 和镇糯 29 号 4 个糯稻品种,产量均高于对照。

综上所述,镇糯 29 号、扬辐粳 7088、莹香 1 号、扬粳糯 2 号和扬香玉 200 属于穗数型品种,宁香粳 9 号、软玉中科和金香玉 1 号属于大穗型品种,南粳 5718 和武育粳 528 属于大穗大粒型品种,产量较为突出。

**2.3 不同水稻品种主要稻米品质分析** 测定不同品种的加工品质、蛋白质含量和直链淀粉含量发现,糙米率变化不大,扬香玉 200 最低(82.60%),

其次是宁香粳 9 号和南粳 3908, 扬辐粳 7088、武香粳 168、泰香粳 1402、香缘 99 和莹香 1 号较高, 均在 85.50% 以上(表 4)。精米率较高的品种为扬粳糯 2 号、武香粳 168 和武育粳 528, 超过 77.00%, 较低的品种有软玉中科、宁香粳 9 号和扬香玉 200, 在 75.00% 以下。整精米率指标中, 迟熟中粳类型品种莹香 1 号和软玉中科品种低于 60.00%, 除此之外泰香粳 1402 和扬香玉 200 以及早熟晚粳类型品种宁香粳 9 号低于对照, 其他品种均高于对照; 扬粳糯 2 号、武科粳 7375 和泗稻 301 整精米率较高, 超过 70.00%, 其次是武育粳 528、南粳 5718 和泗稻 20 号, 超过 69.00%, 显著高于对照。蛋白质含量是衡量口感的一个重要指标, 蛋白质含量越低, 口感越好, 迟熟中粳类型品种中只有香缘 99 的蛋白质含量低于对照南粳 9108, 而早熟晚粳类型品种均低于对照南粳 5055; 除此之外, 宁香粳 9 号、扬粳糯 2 号和武育

粳 528 蛋白质含量较低, 分别为 8.00%、8.00% 和 8.15%, 南粳 5718、泗稻 20 号、扬香玉 200、泗稻 301 和莹香 1 号的蛋白质含量较高, 可能不利于口感。直链淀粉含量也是食味品质的重要指标, 普通粳稻品种中扬辐粳 7088、武香粳 168 和泗稻 301 均超过了 18.00%, 泗稻 20 号、扬香玉 200 和香缘 99 也相对较高, 其余品种均属于半糯型软米品种; 4 个糯稻中, 扬农香糯 108 和武香糯 109 的直链淀粉含量较高, 镇糯 29 号的直链淀粉含量最低(1.75%), 达到优质糯米的标准。

#### 2.4 不同水稻品种稻米淀粉 RVA 谱特征值分析

RVA 谱特征值与食味品质有着显著的相关性, 测定不同品种稻米淀粉 RVA 谱特征值如表 5, 糯稻较为特殊, 因此单独分析。比较迟熟中粳类型品种的 RVA 谱特征值发现, 除金香玉 1 号的最高黏度低于对照外, 其余品种均高于对照, 其中南粳 5718、泰

表 4 不同优质高产新品种主要稻米品质

水稻类型	品种	糙米率(%)	精米率(%)	整精米率(%)	蛋白质含量(%)	直链淀粉含量(%)
迟熟中粳	南粳 9108 (CK)	85.34bcdef	75.98defg	64.40h	8.60i	14.05def
	香缘 99	85.53bcd	75.19hi	66.15g	7.80l	16.40c
	软玉中科	84.50h	72.61k	59.28l	8.85fg	12.95g
	泰香粳 1402	85.83abc	75.81defgh	61.32k	9.25de	13.90ef
	金香玉 1 号	84.80fgh	75.62fgh	68.54f	8.80fg	14.25de
	扬辐粳 7088	86.23a	76.10def	66.41g	9.15e	18.40a
	莹香 1 号	85.55bcd	75.43gh	59.12l	9.70b	12.40h
	泗稻 301	85.23cdefg	76.07def	70.21c	9.80b	18.20a
	扬香玉 1 号	85.44bcde	76.38cd	65.56g	8.60i	14.20de
	南粳 5718	84.86efgh	75.59fgh	69.46d	10.00a	12.95g
	扬香玉 200	82.60j	74.60i	62.74j	9.80b	17.15b
	泗稻 20 号	84.70gh	76.35cde	69.34de	10.00a	17.35b
	武香糯 109	85.28bcdef	75.73efgh	68.69ef	9.50c	2.70k
	早熟晚粳	南粳 5055 (CK)	84.76fgh	76.33cde	64.49h	9.30d
武香粳 168		85.87ab	77.44ab	66.34g	8.65hi	18.30a
金扬软玉		84.72gh	76.83bc	66.39g	8.75gh	14.10de
武育粳 528		85.41bcde	77.32ab	69.47d	8.15j	13.65f
南粳 3908		83.55i	75.48fgh	66.47g	8.90f	10.80i
宁香粳 9 号		83.25i	73.27j	63.61i	8.00k	14.40d
武科粳 7375		84.39h	76.36cde	71.13b	8.65hi	13.15g
扬农香糯 108		85.00defg	75.49fgh	65.42g	8.80fg	3.25j
镇糯 29 号		84.45h	76.38cd	65.96g	8.60i	1.75m
扬粳糯 2 号		84.77fgh	77.72a	71.83a	8.00k	2.25l

同列不同小写字母表示在 0.05 水平上存在显著差异, 下同

表5 不同优质高产新品种稻米淀粉RVA谱特征值

水稻类型	品种	最高黏度 (RVU)	热浆黏度 (RVU)	崩解值 (RVU)	冷胶黏度 (RVU)	消减值 (RVU)	峰值时间 (min)	糊化温度 (℃)
迟熟中粳	南粳 9108 (CK)	2436.0fghi	1616.7fg	819.3	2213.7g	-222.3ef	6.4bcd	74.7cde
	香缘 99	2617.0defg	1987.0cd	630.0	2613.7ef	-3.3cd	6.7bcd	74.6cde
	软玉中科	2658.5cdef	1368.5g	1290.0a	1837.0h	-821.5i	5.9ef	74.1cde
	泰香粳 1402	3029.7ab	2092.3bc	937.3cd	2655.7def	-374.0fgh	6.6bcd	74.9cd
	金香玉 1 号	2199.3hi	1463.7g	735.7efg	2056.3g	-143.0def	6.3cde	74.2cde
	扬辐粳 7088	2641.3cdef	2085.7bc	555.7hij	2980.3ab	339.0a	6.8abc	91.7a
	莹香 1 号	3010.0abc	1896.7de	1113.3ab	2567.7f	-442.3gh	6.3de	76.5c
	泗稻 301	2638.7cdef	2187.0ab	451.7ij	2944.0ab	305.3ab	6.9a	86.5b
	扬香玉 1 号	3008.3abc	2205.0ab	803.3def	2838.3bc	-170.0def	6.7bcd	74.2cde
	南粳 5718	3272.7a	2154.7bc	1118.0ab	2674.3de	-598.3hi	6.4bcd	74.6cde
	扬香玉 200	2572.3defg	2145.0bc	427.3j	2875.3bc	303.0ab	6.8ab	91.2a
	泗稻 20 号	2706.7cdef	2141.7bc	565.0hij	3033.0a	326.3a	6.8ab	76.5c
	武香糯 109	1217.3j	973.7h	720.3efg	645.0i	-572.3hi	3.6g	73.1def
	早熟晚粳	南粳 5055 (CK)	2521.7efgh	1527.0fg	994.7cd	2168.7g	-353.0fg	5.8f
武香粳 168		2377.0ghi	1751.3ef	625.7ghi	2676.0de	299.0ab	6.5bcd	88.8ab
金扬软玉		2824.7bcde	2304.0a	520.7hij	2928.0ab	103.3bc	6.9a	73.4def
武育粳 528		2884.7bcd	2107.7bc	777.0efg	2795.0cd	-89.7de	6.6bcd	74.1cde
南粳 3908		2184.0i	1594.0fg	590.0hij	2191.0g	7.0c	6.6bcd	74.4cde
宁香粳 9 号		2749.0cdef	2078.3bc	670.7ghi	2692.3de	-56.7de	6.7bcd	73.1def
武科粳 7375		2669.3defg	1902.3de	767.0efg	2575.7f	-93.7de	6.6bcd	74.1cde
扬农香糯 108		1069.7j	465.7i	604.0ghi	653.3i	298.7ab	3.5g	72.0def
镇糯 29 号		1170.7j	288.3i	882.3cde	411.0j	-759.7i	3.3g	70.2f
扬粳糯 2 号		1251.7j	325.3i	926.3cde	437.7j	-814.0i	3.4g	71.5f

香粳 1402、莹香 1 号和扬香玉 1 号的最高黏度大于 3000RVU;热浆黏度只有软玉中科和金香玉 1 号低于对照,其余品种均高于对照,增幅在 17.3%~36.4% 之间,扬香玉 1 号最高(2205.0RVU);崩解值与食味品质呈正相关,软玉中科、莹香 1 号、南粳 5718 和泰香粳 1402 高于对照;冷胶黏度只有软玉中科和金香玉 1 号低于对照;消减值与食味品质呈负相关,低于对照的品种有软玉中科、南粳 5718、莹香 1 号和泰香粳 1402,除此之外,小于 0 的品种还有金香玉 1 号、扬香玉 1 号和香缘 99;峰值时间短于对照的有软玉中科、金香玉 1 号和莹香 1 号;软玉中科、金香玉 1 号和扬香玉 1 号有较低的糊化温度。

比较早熟晚粳类型品种 RVA 谱特征值,与对照南粳 5055 相比,最高黏度较高的为武育粳 528、金扬软玉、宁香粳 9 号和武科粳 7375;热浆黏度、冷

胶黏度、消减值和峰值时间性状中,除糯稻外所有品种均高于对照,崩解值均低于对照,武育粳 528、宁香粳 9 号和武科粳 7375 的崩解值和消减值表现相对突出;宁香粳 9 号是唯一糊化温度低于对照的品种。

比较 4 个糯稻之间的 RVA 谱特征值可以发现,镇糯 29 号和扬粳糯 2 号的崩解值高于其他 2 个品种,而消减值、峰值时间和糊化温度相对较低,表明这 2 个糯稻的食味品质较好。

**2.5 不同水稻品种品质性状间相关性分析** 分析稻米品质指标的相关性发现,精米率与糙米率、整精米率具有正相关关系(表 6)。蛋白质含量与其他稻米品质指标无显著相关性。直链淀粉含量与除崩解值之外的其他淀粉的 RVA 谱特征值均呈极显著正相关,与崩解值呈负相关。最高黏度与热浆黏度、冷

表6 不同优质高产新品种稻米品质指标之间的相关性

性状	糙米率	精米率	整精米率	蛋白质含量	直链淀粉含量	最高黏度	热浆黏度	崩解值	冷胶黏度	消减值	峰值时间	糊化温度
糙米率	1											
精米率	0.459*	1										
整精米率	0.045	0.577**	1									
蛋白质含量	-0.030	-0.081	-0.067	1								
直链淀粉含量	0.098	-0.124	-0.142	0.192	1							
最高黏度	0.095	-0.168	-0.280	0.227	0.814**	1						
热浆黏度	0.052	-0.100	-0.135	0.264	0.886**	0.922**	1					
崩解值	0.172	-0.210	-0.353	0.005	-0.304	0.127	-0.240	1				
冷胶黏度	0.058	-0.059	-0.139	0.232	0.942**	0.917**	0.977**	-0.258	1			
消减值	-0.014	0.122	0.139	0.123	0.601**	0.207	0.485*	-0.849**	0.556**	1		
峰值时间	-0.005	-0.145	-0.170	0.158	0.943**	0.903**	0.946**	-0.224	0.975**	0.507*	1	
糊化温度	0.080	0.034	-0.039	0.373	0.629**	0.258	0.424*	-0.484*	0.492*	0.610**	0.434*	1

\*、\*\* 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著、极显著相关

胶黏度和峰值时间呈极显著正相关。热浆黏度除了崩解值外,与其他淀粉的 RVA 谱特征值均呈显著或极显著正相关。崩解值与消减值、糊化温度分别呈极显著、显著负相关。冷胶黏度、消减值、峰值时间和糊化温度两两之间均呈显著或极显著正相关,表明淀粉 RVA 谱特征值之间相关性较为紧密,RVA 谱特征值可以作为优质稻米的辅助选择指标。

### 3 讨论

**3.1 沿江高沙土地地区适宜高产品种分析** 适宜水稻品种筛选的基础指标是生育期,水稻的生育期不仅直接决定着水稻生长过程中光合物质生产以及物质积累时间的长短,同时间接影响着水稻发育过程中籽粒灌浆所处的温光环境,进而影响籽粒灌浆的进程,对水稻能否安全成熟有着重要的作用<sup>[6]</sup>。因此,选育生育期适宜的水稻品种对水稻的稳产与提质有着重要的作用。前人研究表明,沿江地区适宜抽穗期在 8 月 26 日至 9 月 3 日之间,容易获得高产和优质<sup>[1]</sup>。本研究所有品种的抽穗期在 8 月 20 日至 9 月 10 日之间,均能安全成熟,跨度较长,但 2022 年 8 月 1-22 日之间有 18d 最高温度超过 35℃,其中 5d 超过 40℃,这种极端高温天气对水稻的孕穗分化,特别是对迟熟中粳类型品种造成了不利影响。与往年相比,迟熟中粳类型品种泗稻 301、泗稻 20 号、南粳 9108 和早熟晚粳类型品种南粳 3908 穗型明显变小,南粳 9108、南粳 5718、泗稻 301

和泗稻 20 号抽穗扬花期较早,遇高温后结实率有不同程度的降低。南粳 3908 和武科粳 7375 抽穗期和成熟期均较晚,不仅容易遭遇低温冷害,更影响后茬小麦适期播种,迟熟中粳类型品种中金香玉 1 号、扬香玉 1 号、香缘 99 和扬香玉 200 等生育期比较适宜。

一般认为,足量群体穗数和较大的穗型及较高的结实率和千粒重是粳稻获得高产的关键<sup>[8]</sup>。但穗数过多会影响群体受光条件,进而影响中后期干物质生产,不利于高产的形成<sup>[9]</sup>。大穗型水稻存在籽粒异步灌浆现象,弱势粒灌浆结实差严重限制了高产潜力的发挥与优良品质的形成<sup>[10]</sup>。本研究认为,沿江高沙土地地区产量与每穗粒数呈显著正相关,其次是千粒重,表明该地区适宜选择宁香粳 9 号、武运粳 528、扬幅粳 7088 和南粳 5718 等大穗型品种。王淑玲等<sup>[11]</sup>的研究表明,对水稻产量影响从大到小的产量结构为有效穗数>穗粒数>千粒重,但本文中产量和有效穗数相关性不显著,这可能与种植方式和地区有关,另外南粳 5718、泗稻 20 号和扬香玉 1 号分蘖性一般,不易获得较高的有效穗数,这也影响其产量的进一步提升。早熟晚粳类型品种中有效穗数均大于 320 万穗/hm<sup>2</sup>,是比较合理的群体结构,宁香粳 9 号、武运粳 528 和南粳 5718 单位面积穗数一般,但其穗粒数或千粒重表现突出,在沿江高沙土地地区易获得高产。扬幅粳 7088、武香粳 168 和镇糯 29 号有效穗数较多,产量也相对较高。软玉中

科、金香玉1号和莹香1号有效穗数或每穗粒数表现突出,但千粒重偏低,最终产量相对较低。武育粳528、扬农香糯108、武香糯109产量和香缘99穗粒结构均不突出,但相对均衡,同样获得较高产量,属于穗粒协调品种。综上所述,迟熟中粳类型品种扬幅粳7088、扬香玉1号和香缘99,早熟晚粳类型品种中宁香粳9号、武运粳528和武香粳168生育期相对适宜,产量突出,没有明显缺点,适宜沿江高沙土地地区种植。

**3.2 沿江高沙土地地区适宜优质品种分析** 稻米的加工品质、外观品质和食味品质直接影响其商品价值,从而影响其推广应用价值,在食味品质优良的基础上,消费者更倾向于选择整精米率高、垩白度小、透明度高的品种<sup>[12]</sup>。影响稻米品质的因素很多,品种类型是基础。本研究中整精米率较高的品种有扬粳糯2号、武科粳7375和泗稻301,均超过70%,其次是武育粳528、泗稻20号和南粳5718,超过69%,显著高于对照,这些品种的共同特点是千粒重较高。一般认为直链淀粉含量越高,蒸煮食味品质越差<sup>[13]</sup>,蛋白质与蒸煮食味品质的关系有两种,一种认为高蛋白质含量不一定会降低稻米的食味品质,一种认为两者呈负相关。结合本文研究,南粳9108和南粳5055为市场公认的食味优良品种,迟熟中粳类型品种中蛋白质和直链淀粉含量与其相近的有软玉中科、泰香粳1402、金香玉1号和扬香玉1号,早熟晚粳类型品种中南粳3908、武科粳7375和武育粳528与对照相近,表明这些品种蒸煮食味品质与对照相似。研究表明,食味值与消减值呈极显著负相关,与崩解值呈极显著正相关<sup>[14-15]</sup>,崩解值>80RVU、消减值为负值的品种其食味品质较好。本文中迟熟中粳类型品种中软玉中科、金香玉1号、莹香1号、扬香玉1号和南粳5718,早熟晚粳类型品种中宁香粳9号、武科粳7375和武育粳528的食味值相对较好。综合蛋白质含量、直链淀粉含量和淀粉RVA谱特征值,综合品质较好的为软玉中科、金香玉1号、扬香玉1号、宁香粳9号、武科粳7375和武育粳528相对较好。

#### 4 结论

在沿江高沙土地地区,早熟晚粳类型和迟熟中粳类型水稻品种均适宜种植,综合生育期、产量和品质

性状表现,早熟晚粳类型品种是首选,不管是产量还是品质均好于迟熟中粳。早熟晚粳宁香粳9号和武育粳528产量和品质达到基本协调,适宜沿江高沙土地地区种植,迟熟中粳扬香玉1号和金香玉1号,较好的兼顾了产量和品质,综合性状较好,糯稻中品质和产量综合性状较好的为镇糯29号和扬粳糯2号。

#### 参考文献

- [1] 胡蕾. 江苏沿江地区单季晚粳优质高产品种筛选及品质与产量协同性的若干研究. 扬州:扬州大学,2019
- [2] 张芳敏. 江苏省高沙土地地区农业综合开发展望. 农业与技术,2019,39(1):50-51
- [3] 谢成林,唐建鹏,姚义,陆佩玲. 栽培措施对稻米品质影响的研究进展. 中国稻米,2017,23(6):13-18,22
- [4] 陈波,李军,花劲,霍中洋,张洪程,程飞虎,黄大山,陈忠平,陈恒,郭保卫,周年兵,舒鹏. 双季晚稻不同类型品种产量与主要品质性状的差异. 作物学报,2017,43(8):1216-1225
- [5] 万向元,胡培松,王海莲,孔令娜,毕京翠,陈亮明,张坚勇,翟虎渠,万建民. 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. 中国农业科学,2005,38(1):1-6
- [6] 郎有忠,窦永秀,王美娥,张祖建,朱庆森. 水稻生育期对籽粒产量及品质的影响. 作物学报,2012,38(3):528-534
- [7] 陶进,钱希喆,刷成欣,刘立军,张耗,顾骏飞,王志琴,杨建昌. 不同年代中籼水稻品种的米质及其对氮肥的响应. 作物学报,2016,42(9):1352-1362
- [8] 张洪程,张军,龚金龙,常勇,李敏,高辉,戴其根,霍中洋,许轲,魏海燕. “籼改粳”的生产优势及其形成机理. 中国农业科学,2013,46(4):686-704
- [9] 杨建昌. 水稻弱勢粒灌浆机理与调控途径. 作物学报,2010,36(12):2011-2019
- [10] 彭显龙,刘元英,罗盛国,范立春,宋添星,郭艳文. 实地氮肥管理对寒地水稻干物质积累和产量的影响. 中国农业科学,2006,39(11):2286-2293
- [11] 王淑玲,徐正进,周丹卉,周淑清,杨丽君,石春玲,张英,陈龙. 水稻穗部性状与产量及其构成因素之间的关系. 中国农村小康科技,2005(6):28-29
- [12] 朱盈,徐栋,胡蕾,花辰,陈志峰,张振振,周年兵,刘国栋,张洪程,魏海燕. 江淮优良食味高产中熟常规粳稻品种的特征. 作物学报,2019,45(4):578-588
- [13] 李天真. 稻米营养品质及其相关影响因素的研究进展. 湖州职业技术学院学报,2006(2):80-87
- [14] 陈书强,薛菁芳,潘国君,王秋玉. 粳稻粒位间淀粉RVA谱特征与其它品质性状的关系. 核农学报,2015,29(2):244-251
- [15] 李刚,邓其明,李双成,王世全,李平. 稻米淀粉RVA谱特征与品质性状的相关性. 中国水稻科学,2009,23(1):99-102

(收稿日期:2024-03-14)