

朱 镇,赵庆勇,张亚东,等. 不同地点南粳 9108 稻米直链淀粉含量及 RVA 谱特征值分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):213-216.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.050

不同地点南粳 9108 稻米直链淀粉含量及 RVA 谱特征值分析

朱 镇,赵庆勇,张亚东,陈 涛,姚 姝,周丽慧,赵 凌,赵春芳,梁文化,路 凯,王才林
(江苏省农业科学院粮食作物研究所/江苏省优质水稻工程技术研究中心/国家水稻改良中心南京分中心,江苏南京 210014)

摘要:以 2014 年、2015 年分别在江苏省 18 个地区种植的南粳 9108 稻谷为材料,测定其稻米直链淀粉含量和快速黏度仪(apid visco-analyzer,简称 RVA)谱特征值,对不同地点南粳 9108 稻米直链淀粉含量和 RVA 谱特征值的变异及相关性进行分析。结果表明,2 年不同地点种植的南粳 9108 稻米直链淀粉含量的差异明显。纬度最高的东海地区其直链淀粉含量最高,纬度最低的南京地区其直链淀粉含量最低,其他地区的均在 10% 左右。RVA 谱特征值分析结果表明,RVA 谱特征值在不同地点和不同年份间也存在差异,2015 年 RVA 谱特征值的变异系数除糊化温度外均明显高于 2014 年。不同地点 RVA 谱各特征值变化不一致,糊化温度和峰值时间基本比较稳定,差异较小,其他特征值差异均较大,消减值的变异系数最大,2014 年变异系数从大到小依次为消减值、回复值、崩解值、最低黏度、最终黏度、峰值黏度、糊化温度、峰值时间,2015 年的排序为消减值、最低黏度、最终黏度、崩解值、回复值、峰值黏度、峰值时间、糊化温度。2 年 36 个地点种植的南粳 9108 稻米 AC 与 RVA 谱特征值的相关性分析结果表明,直链淀粉含量与糊化温度呈极显著负相关,与回复值、峰值时间呈显著正相关,与峰值黏度、最低黏度、最终黏度、消减值等呈正相关,与崩解值呈负相关,但均未达显著水平。

关键词:南粳 9108;种植地点;直链淀粉含量;RVA 谱特征值;相关性分析;变异系数

中图分类号:S511.2⁺20.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)24-0213-04

水稻(*Oryza sativa* L.)是我国第一大粮食作物,20 世纪末启动的超级稻育种获得成功^[1-4],促进了我国粮食生产发展,使我国温饱问题基本得到解决,但在水稻主产区也出现了结构性过剩,生产与市场的矛盾日益突出。江苏省是我国水稻主产省之一,水稻总量结构性过剩较为严重。因此,江苏省

水稻育种开始转向优质育种。水稻品种必须达到国标三级优质稻谷标准才能通过审定,政府部门相继出台了一系列的引导政策,江苏省全省优质水稻种植面积在 2007 年就达到 80% 以上^[5]。江苏省稻米的外观品质得到了很好的改良,但多数品种的食味品质仍不能满足消费者的需求^[6]。

食味品质的评定主要有人工品尝和仪器测定等 2 种,进行人工品尝人的年龄和地域差异造成结果差异较大^[7],而且工作量较大。评价食味品质的仪器主要有食味仪、快速黏度分析仪(apid viscoanalyzer,简称 RVA)。研究表明,RVA 测定的稻米 RVA 谱特征值与蒸煮食味品质关系密切,其特征值的变化能反映稻米的食味品质^[8-10]。稻米食味品质也可以用食味仪测定的食味值来估测,食味值与稻米直链淀粉含量(amylose content,简称 AC)呈极显著负相关,稻米直链淀粉含量对食味品质具有重要影响^[11]。直链淀粉含量已成为稻米

收稿日期:2018-09-08

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2015BAD01B00);现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-01-62);江苏省重点研发计划(编号:BE2018399);南京农业科技产学研合作示范基地(编号:2019RHJD101)。

作者简介:朱 镇(1977—),男,江苏靖江人,研究员,主要从事水稻遗传育种研究。Tel:(025)84390314,E-mail:jsnkyzz@126.com。
通信作者:王才林,研究员,博士生导师,主要从事水稻遗传育种研究。Tel:(025)84390307;E-mail:clwang@jaas.ac.cn。

及功能研究[D].长沙:湖南师范大学,2004.

[8]Kuroda M, Mimaki Y, Kameyama A, et al. Steroidal saponins from *Allium chinense* and their inhibitory activities on cyclic AMP phosphodiesterase and Na⁺/K⁺ ATPase[J]. Phytochemistry, 1995, 40(4):1071-1076.

[9]Peng J P, Yao X S, Tezuka Y, et al. Furostanol glycosides from bulbs of *Allium chinense*[J]. Phytochemistry, 1996, 41(1):283.

[10]Peng J P, Yao X S, Tezuka Y, et al. New furostanol glycosides, chinenoside IV and V, from *Allium chinense*[J]. Planta Medica, 1996, 62(5):465-468.

[11]周向荣,夏延斌,周跃斌,等. 蒜头的主要功能成分及其作用的研究进展[J]. 食品与机械,2006,22(3):73-75.

[12]陈艳丽. 蒜头素制备及蒜素影响腐败微生物生长评价方法研究[D]. 武汉:武汉工业学院,2012.

[13]禹智辉,丁学知,夏立秋,等. 蒜头总皂苷抗菌活性及其作用机理[J]. 食品科学,2013,34(15):75-80.

[14]彭光华,韩月峰,马荣池. 大蒜有机硫化物提取条件的优化及其成分的分析[J]. 食品科学,2008,29(7):226-230.

[15]Gan C Y, Latiff A A. Extraction of antioxidant pectic-polysaccharide from mangosteen (*Garcinia mangostana*) rind optimization using response surface methodology[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 83(2):600-607.

[16]黄玉龙,宋 坤,杨晓宇,等. 响应面法优化黄参多糖的提取工艺研究[J]. 中国酿造,2016,35(5):162-165.

食味品质改良的主要指标,国际上也通常以直链淀粉含量鉴定稻米食味品质的优劣。直链淀粉含量低的稻米是介于一般黏米和糯米之间的中间类型,外观呈云雾状,透明度较差,米饭柔软、富弹性且冷不回生,食味品质极佳^[12]。目前已报道的水稻低直链淀粉含量突变基因有 14 个,多受 1 对隐性基因控制。其中,水稻暗胚乳基因 *Wx-mq* 已在育种中得到应用。王才林等将携带 *Wx-mq* 基因的日本水稻品种与江苏省高产粳稻品种杂交,通过分子标记辅助选择及外观与食味品质筛选,育成了南粳 46、南粳 5055、南粳 9108 等一系列优良食味粳稻品种,并通过了江苏省审定,在生产上取得了很好的种植表现^[13-15],江苏省及周边省市数百家稻米加工企业作为原粮进行优质大米开发,稻谷收购价格普遍高于其他品种 0.2 元/kg 以上。尤其是南粳 9108 的应用面积快速增长,2013 年审定后年推广应用面积均在 6 万 hm^2 以上,2018 年江苏省全省种植面积约达 30 万 hm^2 。本研究分析不同地点种植的南粳 9108 直链淀粉含量和 RVA 谱特征值的变化,以期丰富该品种优质稻米生产技术体系。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为 2014 年、2015 年成熟期在东海 (P1)、睢宁 (P2)、阜宁 (P3)、泗阳 (P4)、建湖 (P5)、泗洪 (P6)、洪泽 (P7)、宝应 (P8)、兴化 (P9)、高邮 (P10)、江都 (P11)、海安 (P12)、邗江 (P13)、姜堰 (P14)、如皋 (P15)、通州 (P16)、泰兴 (P17)、南京 (P18) 等 18 个地区收取的 36 份南粳 9108 稻谷,P1~P18 按纬度从北向南顺序排列。

1.2 试验方法

1.2.1 直链淀粉含量测定 直链淀粉含量的测定按照国家标准 GB/T 15683—2008《大米 直链淀粉含量的测定》规定的方法进行测定。

1.2.2 RVA 谱特征值测定 采用瑞典波通仪器公司的快速黏度分析仪 Techmaster 进行测定,并用配套软件 TCW (Thermal Cycle for Windows) 对数据进行分析,测定按美国谷物化学家协会 (American Association of Cereal Chemists, 简称

AACC) 规程 (1995-61-02) 要求,含水量为 14.0% 时,样品质量为 3.00 g,蒸馏水为 25.0 mL。测定过程中罐内温度变化如下:50℃ 保持 1 min,以 12℃/min 上升到 95℃ (3.75 min),95℃ 保持 2.5 min,以 12℃/min 下降到 50℃ (3.75 min),50℃ 保持 1.4 min。搅拌器在起始 10 s 内转速为 960 r/min,以后转速维持在 160 r/min。RVA 谱特征值主要包括峰值黏度、最低黏度、最终黏度、崩解值 (峰值黏度-最低黏度)、消减值 (最终黏度-峰值黏度)、回复值 (最终黏度-最低黏度)、峰值时间 (峰值黏度出现所需的时间)、糊化温度 (黏度开始增加时的温度,是熟化给定试样所需要的最低温度) 等。

1.2.3 统计分析 采用 Excel 和 SPSS 22.0 数据处理系统进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植年份南粳 9108 的 AC 差异

对 2 年不同种植地点南粳 9108 稻米的 AC 进行测定,由表 1 可知,2014 年不同地点 AC 的平均值为 10.00%,变异范围为 8.42%~10.76%,变异系数为 5.87%;2015 年不同地点 AC 的平均值为 10.12%,变异范围为 9.61%~10.95%,变异系数为 3.58%。方差分析结果表明,*F* 值分别为 4.618、19.165,均达极显著水平。

表 1 不同种植年份南粳 9108 的直链淀粉含量

年份	直链淀粉含量 (%)				变异系数 (%)
	平均值	标准差	最小值	最大值	
2014	10.00	0.59	8.42	10.76	5.87
2015	10.12	0.36	9.61	10.95	3.58

由图 1 可知,纬度最高的东海 2 年的直链淀粉含量均最高,分别为 10.76%、10.95%,纬度次之的睢宁和阜宁 2 年的直链淀粉含量也均在 10.5% 以上,泗阳地区 2014 年的直链淀粉含量较高,为 10.75%,但 2015 年的直链淀粉含量低于 10%,仅为 9.94%,纬度最低的南京地区 2 年的直链淀粉含量均最低,分别为 8.42%、9.61%,其他地区 2 年的直链淀粉含量均在 10% 左右。

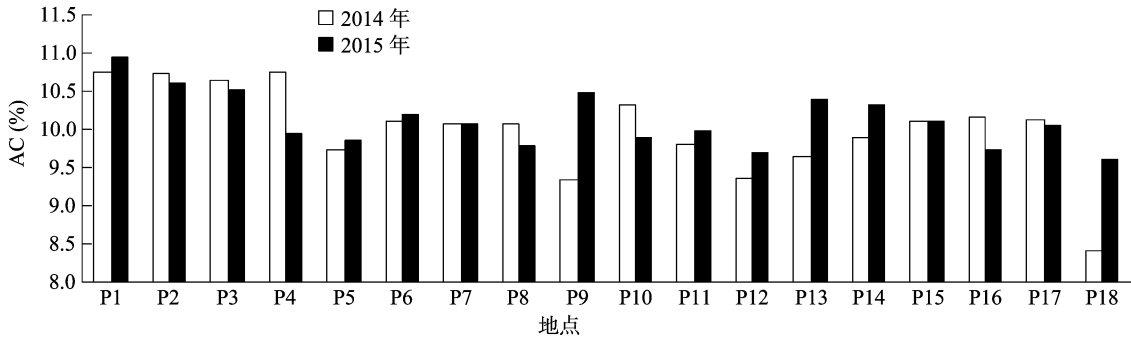


图1 2014 年、2015 年不同种植地点南粳 9108 的 AC

2.2 不同种植年份南粳 9108 的 RVA 谱特征值差异

对 2 年不同种植地点南粳 9108 稻米的 RVA 谱特征值进行测定,由表 2 可知,RVA 谱 3 个基本特征值中峰值黏度、最低黏度和最终黏度 2014 年的变异幅度分别为 2.16~2.65、1.07~1.39、1.70~2.19 $\text{Pa} \cdot \text{s}$,变异系数分别为 5.08%、

6.47%、6.09%;2015 年的变异幅度为 1.75~2.66、0.66~1.62、1.12~2.43 $\text{Pa} \cdot \text{s}$,变异系数分别为 10.82%、21.44%、18.17%。消减值在 2 年中的变异参数均最大,2014 年变异幅度为 -0.65~-0.33 $\text{Pa} \cdot \text{s}$,2015 年变异幅度为 -1.08~-0.13 $\text{Pa} \cdot \text{s}$,变异系数分别为 18.01%、36.51%。

表 2 不同年份南粳 9108 的 RVA 谱特征值

年份	性状	平均值	标准差	最小值	最大值	变异系数 (%)
2014	峰值黏度 (Pa·s)	2.41	0.12	2.16	2.65	5.08
	最低黏度 (Pa·s)	1.23	0.08	1.07	1.39	6.47
	最终黏度 (Pa·s)	1.90	0.12	1.70	2.19	6.09
	崩解值 (Pa·s)	1.18	0.08	1.02	1.35	6.91
	消减值 (Pa·s)	-0.51	0.09	-0.65	-0.33	18.01
	回复值 (Pa·s)	0.67	0.05	0.59	0.80	7.33
	峰值时间 (min)	6.06	0.09	5.93	6.20	1.41
	糊化温度 (℃)	69.74	1.14	67.15	71.95	1.64
2015	峰值黏度 (Pa·s)	2.28	0.25	1.75	2.66	10.82
	最低黏度 (Pa·s)	1.04	0.22	0.66	1.62	21.44
	最终黏度 (Pa·s)	1.66	0.30	1.12	2.43	18.17
	崩解值 (Pa·s)	1.24	0.19	0.94	1.60	15.50
	消减值 (Pa·s)	-0.62	0.23	-1.08	-0.13	36.51
	回复值 (Pa·s)	0.62	0.09	0.46	0.81	13.97
	峰值时间 (min)	5.94	0.23	5.60	6.60	3.85
	糊化温度 (℃)	69.28	0.95	67.95	71.25	1.38

各特征值从变异系数大小来看,2014 年变异系数从大到小排序分别为消减值、回复值、崩解值、最低黏度、最终黏度、峰值黏度、糊化温度、峰值时间,2015 年变异系数从大到小排序分别为消减值、最低黏度、最终黏度、崩解值、回复值、峰值黏度、峰值时间、糊化温度。2015 年各 RVA 谱特征值的变异系数除糊化温度外均明显高于 2014 年。

2.3 AC 与 RVA 谱特征值相关性分析

对 2 年 36 个地点种植的南粳 9108 稻米的 AC 与 RVA 谱特征值进行相关性分析,结果(表 3)显示,36 个种植地点南粳 9108 的 AC 与糊化温度呈极显著负相关,与回复值、峰值时间呈显著正相关,与峰值黏度、最低黏度、最终黏度、消减值呈正相关,与崩解值负相关,但均未达显著水平。

表 3 南粳 9108 的 AC 与 RVA 谱特征值的相关性分析结果

性状	相关系数								
	AC	峰值黏度	最低黏度	最终黏度	崩解值	消减值	回复值	峰值时间	糊化温度
AC	1	0.176	0.231	0.294	-0.058	0.221	0.422 *	0.357 *	-0.477 **
峰值黏度		1	0.719 **	0.719 **	0.441 **	-0.109	0.631 **	0.383 *	0.110
最低黏度			1	0.987 **	-0.307	0.595 **	0.829 **	0.865 **	0.279
最终黏度				1	-0.289	0.612 **	0.908 **	0.858 **	0.192
崩解值					1	-0.916 **	-0.206	-0.593 **	-0.208
消减值						1	0.581 **	0.793 **	0.149
回复值							1	0.732 **	-0.059
峰值时间								1	0.167
糊化温度									1

注:“*、**”分别表示在 0.05、0.01 水平上显著相关。

对 RVA 谱各特征值之间的相关性分析结果(表 3)显示,RVA 谱各特征值的 3 个一级指标(峰值黏度、最低黏度和最终黏度)间均呈极显著正相关,其中最低黏度和最终黏度之间的相关系数最高,达 0.987。5 个二级指标(崩解值、消减值、回复值、峰值时间和糊化温度)间的相关性表现为,崩解值与其余 4 个二级指标均呈负相关,其中与消减值和峰值时间的相关性达极显著水平,与回复值和糊化温度的相关性不显著。消减值与回复值和峰值时间呈极显著正相关,回复值与峰值时间呈极显著正相关,回复值与糊化温度相关性未达显著水平。从一级指标与二级指标的相关性来看,3 个一级指标与 5 个二级指标中的回复值和峰值时间均呈显著或极显著正相关,与糊化温度相关性不显著。崩解值与峰值黏度呈

极显著正相关,与最低黏度和最终黏度呈负相关,相关性未达显著水平。消减值与最低黏度和最终黏度呈极显著正相关,与峰值黏度呈负相关,相关性未达显著水平。

3 结论与讨论

3.1 不同种植年份南粳 9108 的 AC 与 RVA 特征谱的差异
已有研究表明^[16-17],稻米淀粉 RVA 特征谱与 AC 的基因型与环境互作效应显著,稻米的淀粉 RVA 特征谱和 AC 不仅因品种而异,在很大程度上还受环境条件影响。本试验采用同一品种进行研究,消除了基因型的影响。结果表明,南粳 9108 不同地点的 AC 平均值在年份间差异不明显,分别为 10.00%、10.12%,但不同地点间 AC 存在明显差异,2 年的变

异范围分别为 8.42% ~ 10.76%、9.61% ~ 10.95%。同一地点不同年份间 AC 也存在差异,但不同地点差异大小不一致,南京、兴化地区变异幅度较大,泗阳、邗江、洪泽、如皋等地区的变异幅度最小。孟亚利等研究表明,结实期温度较低会使中低含量型的品种直链淀粉含量增加^[18]。程方民等的研究提出,多数品种的直链淀粉含量与结实期温度间呈二次曲线关系,高直链淀粉含量品种一般在较高温度下直链淀粉含量可达最大,低直链淀粉含量品种的表现则相反^[19]。在本试验中,南粳 9108 在纬度最高的 3 个地点种植,抽穗灌浆期的温度较低,AC 最高,在纬度最低的南京地区种植,抽穗灌浆期的温度较高,AC 最低,这验证了前人的研究结果。RVA 谱特征值在不同地点和不同年份间也存在差异,2015 年 RVA 谱特征值的变异系数除糊化温度外均明显高于 2014 年。不同地点 RVA 谱各特征值变化不一致,糊化温度和峰值时间基本比较稳定,差异较小,其他特征值差异均较大,消减值的变异系数最大,且 2 年间表现一致,回复值、崩解值、最低黏度、最终黏度、峰值黏度的变异幅度在不同年份间表现不一致。

3.2 南粳 9108 的 AC 与 RVA 谱特征值的相关性

胡培松等的研究表明,稻米直链淀粉含量和 RVA 谱特征值极显著相关,相关系数达 0.919^[20]。李刚等的研究表明,低直链淀粉含量品种的 AC 与其 RVA 谱特征值呈显著或极显著相关^[21]。陈峰等研究表明,同一材料在不同环境条件下生长,其稻米品质会有差异,反映在稻米 RVA 谱上也有所不同,但对 DH 群体不同株系的影响并不一致^[22]。本试验结果表明,针对南粳 9108 而言,在不同种植地点、年份之间,其 AC 与 RVA 谱特征值中的一级指标及二级指标中的消减值、崩解值相关性不显著,与二级指标中的糊化温度、回复值、峰值时间的相关性达显著或极显著水平,说明其 AC 差异主要受糊化温度、回复值、峰值时间的影响。

参考文献:

- [1] 袁隆平. 超级杂交稻的现状和展望[J]. 粮食科技与经济,2003(1):2-3.
- [2] 翟虎渠,程式华. 发展稻米产业造福中国百姓[J]. 中国稻米,2003(6):5-11.
- [3] 谢华安. 中国特别是福建的超级稻研究进展[J]. 中国稻米,2004(2):7-10.
- [4] 王才林. 江苏省水稻育种与生产现状及发展趋势[J]. 江苏农业

科学,2005(2):1-6.

- [5] 周春和. 江苏省优质稻米产业发展规划(2003—2007 年)[C]// 黄莉新. 江苏省优势农产品产业发展规划(2003—2007 年). 北京:中国农业出版社,2003:40-45.
- [6] 王才林,朱 镇,张亚东,等. 江苏省粳稻品质改良的成就、问题与对策[J]. 江苏农业学报,2008,24(2):199-203.
- [7] 赵居生,楠谷彰人,崔 晶,等. 粳稻食味感官鉴定方法[J]. 天津农业科学,2003,9(1):12-14.
- [8] 吴殿星,舒庆尧,夏英武. RVA 分析辅助选择食用优质早籼稻的研究[J]. 作物学报,2001,27(2):165-172.
- [9] 舒庆尧,吴殿星,夏英武,等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与食用品质的关系[J]. 中国农业科学,1998,31(3):25-29.
- [10] 吴殿星,舒庆尧,夏英武. 利用 RVA 谱快速鉴别不同表观直链淀粉含量早籼稻的淀粉黏滞特性[J]. 中国水稻科学,2001,15(1):57-59.
- [11] 张巧凤,吉健安,张亚东,等. 粳稻食味仪测定值与食味品尝综合值的相关性分析[J]. 江苏农业学报,2007,23(3):161-165.
- [12] 朱昌兰,沈文飏,翟虎渠,等. 水稻低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):157-162.
- [13] 王才林,张亚东,朱 镇,等. 优质水稻新品种南粳 46 的选育与应用[J]. 中国稻米,2008(3):38-40.
- [14] 王才林,张亚东,朱 镇,等. 优良食味粳稻新品种南粳 5055 的选育及利用[J]. 农业科技通讯,2012(2):84-88.
- [15] 王才林,张亚东,朱 镇,等. 优良食味粳稻新品种南粳 9108 的选育与利用[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):86-88.
- [16] 包劲松,夏英武. 稻米淀粉 RVA 谱在基因型 × 环境互作效应分析[J]. 中国农业科学,2001,34(2):123-127.
- [17] 朱满山,汤述翥,顾铭洪. RVA 谱在稻米蒸煮食用品质评价及遗传育种方面的研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(8):59-64.
- [18] 孟亚利,高如嵩,张嵩午. 影响稻米品质的主要气候生态因子研究[J]. 西北农业大学学报,1994,22(1):40-43.
- [19] 程方民,丁元树,朱碧岩. 稻米直链淀粉含量的形成及其与灌浆结实期温度的关系[J]. 生态学报,2000,20(4):646-652.
- [20] 胡培松,翟虎渠,唐绍清,等. 利用 RVA 快速鉴定稻米蒸煮及食味品质的研究[J]. 作物学报,2004,30(6):519-524.
- [21] 李 刚,邓其明,李双成,等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与品质性状的相关性[J]. 中国水稻科学,2009,23(1):99-102.
- [22] 陈 峰,张士永,张 蓉,等. 环境条件对稻米 RVA 谱的影响研究[J]. 江苏农业科学,2009(1):70-73.