

滇杂粳保持系稻米与优质软米 RVA 谱特征值的比较分析

姜珍珍 栾一方 柳展 李丹丹 张江丽 许红云 金寿林 文建成 谭学林*

(云南农业大学稻作研究所/云南省杂交粳稻工程技术研究中心, 昆明 650201; 第一作者: zhenzhen164@126.com;

* 通讯作者: tx15055@126.com)

摘要:为加强滇型优质杂交粳稻的选育, 利用快速黏度分析仪, 对云南农业大学稻作研究所保存的 159 份滇型杂交粳稻保持系稻米 RVA 谱特征值进行了主成分分析和聚类分析, 并与云南优质软米云恢 290 的 RVA 特征值进行比较和判别。主成分分析表明, 与稻米口感品质有关的 8 个 RVA 指标可归为软硬、胶稠、回生这 3 个主成分因子, 这 3 个主成分累计贡献率达 89.64%; 聚类分析结果显示, 供试的保持系材料可分为 2 大类型, I 类包括了 147 份(占比 92.45%), 又可分为 3 个亚类; 贝叶斯判别分析显示, I-1 和 I-3 亚类稻米的 RVA 特征值与云恢 290 相符性最高。

关键词:滇型杂交粳稻; 保持系; RVA; 主成分分析; 聚类分析; 贝叶斯判别分析

中图分类号:S511.2+2 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)01-0051-04

云南是我国传统高原粳稻生产区, 粳稻种植面积达 53.4 万 hm^2 左右^[1], 占云南省水稻种植面积的 60.0%, 主要分布在海拔 1 400~2 700 m 的温凉及高寒稻区^[2-3]。由于地理、气候条件特殊, 外地引进的粳稻品种在云南种植表现均不佳, 不适于在当地推广^[3], 云南的粳稻品种只能靠自育解决^[4]。因此, 培育优质高产的粳稻品种是云南育种家们长期坚持的目标。

随着社会的发展和水平的提高, 人们对稻米品质提出了更高的要求。优质软米因其外观晶亮、米饭不粘、口感松软而深受广大消费者喜爱。云南是中国软米的原产地, 云恢 290 是优质软米的代表。尽管优质米市场需求大, 但生产上可供选择的品种并不多。究其原因, 是稻米品质分析方法满足不了育种和生产的要求。快速黏度分析仪(Rapid Visco Analyser, RVA)具有样品用量少、简便、快捷、测定结果重复性好等优点, 近些年来在稻米口感品质研究中越来越受到重视^[5]。

以细胞质雄性不育为基础的三系杂交稻中, 不育系是基础, 保持系是不育系的同核异质体, 是不育系繁殖的花粉供体, 不育系的特性主要由保持系决定^[7-8]。因此, 保持系的稻米品质对杂交稻选育具有直接影响。虽然滇型杂交粳稻在我国杂交粳稻生产中占有举足轻重的地位, 但是, 对滇型杂交粳稻保持系的稻米品质性状缺乏整体的、较为全面的了解。为探讨滇型杂交粳稻保持系的稻米品质状况, 笔者对云南农业大学稻作研究所保存的滇型杂交粳稻保持系及优质软米云恢 290 稻米的 RVA 谱特征值进行了比较分析。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为云南农业大学稻作研究所保存的 159 份滇型杂交粳稻保持系材料及云南优质软米品种云恢 290。

1.2 试验方法

1.2.1 材料种植

2015 年 3 月初在云南农业大学稻作研究所富民繁育基地种植保持系。按普通生产方法育苗, 4 叶 1 心时挑取长势一致的健壮秧苗, 按材料编号顺序移栽至大田。单本插栽, 每个小区种植 50 苗(50 $\text{cm} \times 13 \text{ cm}$), 移栽 7 d 后施 46% 的尿素及复合肥(氮:磷:钾=1:1:1), 用量分别为 30 $\text{kg}/667 \text{ m}^2$ 和 10 $\text{kg}/667 \text{ m}^2$ 。大田生长期按普通生产方法管理。9 月中旬每份材料随机取 15 穗混合。

1.2.2 样品制备

保持系材料收获后在自然条件下风干至恒质量, 用脱壳机和精米机处理获得精米。云恢 290 稻米样品由云南红河卧龙米业公司提供。每份参试材料称取 10 g 精米, 利用搅拌机打磨, 精米粉过 100 目筛后, 称取 3 g 精米粉备用。

1.2.3 稻米 RVA 谱特征值测定

收稿日期: 2016-09-09

基金项目: 国家科技合作专项(2011FDA32600)

表 1 样本 RVA 谱特征值的均值及变幅

特征值	平均值	最大值	最小值	标准差
最高黏度(RVU)	133.25	170.67	58.00	27.44
热浆黏度(RVU)	112.16	192.00	16.08	33.47
冷胶黏度(RVU)	132.40	208.00	29.58	37.75
崩解值(RVU)	21.09	79.83	-20.17	13.05
消减值(RVU)	-0.85	29.08	-72.67	17.50
回复值(RVU)	20.30	47.92	2.25	9.47
峰值时间(min)	7.57	8.30	3.27	1.30
糊化温度(℃)	82.49	90.25	75.80	3.01

表 2 主成分特征根和特征向量

特征根	λ_1	λ_2	λ_3	
贡献率(%)	62.58	13.76	13.30	分量来源
累计(%)	62.58	76.34	89.64	
特征向量	0.964	0.233	0	冷胶黏度
	0.927	0.233	-0.283	热浆黏度
	0.872	-0.383	0.276	消减值
	0.862	-0.320	-0.259	峰值时间
	0.770	0.565	-0.293	最高黏度
	-0.758	0.589	0.109	崩解值
	0.567	0.104	0.661	回复值
	0.475	0.257	0.547	糊化温度
主成分	软硬因子(第 1 主成分)	胶稠因子(第 2 主成分)	回生因子(第 3 主成分)	

采用瑞典 PERTEN 公司生产的 RVA-SM2 型快速黏度分析仪测定稻米淀粉 RVA 谱,用配套软件 TCW-3(Thermal Cycle for Windows 3)分析。RVA 特征值由最高黏度(Peak viscosity,PKV)、热浆黏度(Hot paste viscosity,HPV)、冷胶黏度(Cool paste viscosity,CPV)、崩解值(Breakdown viscosity,BDV,最高黏度-热浆黏度)、消减值(Setback viscosity,SBV,冷胶黏度-最高黏度)、回复值(Consistence viscosity,CSV,冷胶黏度-热浆黏度)、峰值时间(Peak time,PeT)和糊化温度(Gelatinzation temperature,GT)8 个指标反映。

1.3 数据统计

利用 Microsoft Excel 2007 进行数据处理,SPSS 19.0 软件进行主成分分析、聚类分析和判别分析。提取>1.0 的特征根及对应的特征向量,构建主成分方程,计算各样本的主成分值,并通过欧氏距离计算样本间的距离,以类平均法对样本进行聚类。通过 Wilks, λ 检验的概率值筛选变量,利用贝叶斯(Bayes)逐步判别法构建各类样本的线性判别函数,用各类样本的判别函数计算云恢 290 的得分。

2 结果与分析

2.1 滇型杂交梗稻保持系稻米 RVA 谱特征值

保持系材料的 8 个 RVA 谱特征值均值的峰值时间为 7 min,糊化温度为 82.49℃。以 RVU 为单位的

RVA 谱特征值的均值中以最高黏度最大,其次是冷胶黏度、热浆黏度,都大于 100 RVU;崩解值、回复值均较小,稍大于 20 RVU;消减值的均值最小,为负值。除峰值时间和糊化温度的变异幅度较小外,其余 6 个 RVA 特征值的变异幅度较大。标准差除峰值时间、糊化温度、回复值小于 10 外,其余 5 个 RVA 特征值都达 10 以上(表 1)。综合 8 个 RVA 谱特征值可以看出,这些保持系材料的稻米品质良好。

2.2 样品 RVA 谱特征值的主成分

从表 2 可以看出,第 1 主成分的贡献率为 62.58%,第 2 主成分的贡献率为 13.76%,第 3 主成分的贡献率为 13.30%,前 3 个主成分的累积贡献率达 89.64%,符合主成分分析的要求,因此,这前 3 个主成分可作为分析稻米口感品质的有效成分。

在第 1 主成分中,冷胶黏度的特征向量值最大,其次是热浆黏度和消减值。冷胶黏度主要表现米饭的硬度,消减值与米饭冷后的口感相关联。因此,称第 1 主成分为软硬因子。

在第 2 主成分中,崩解值的特征向量最大,其次是最高黏度。崩解值与胶稠度呈正相关,最高黏度反映了稻米淀粉黏度。因此,称第 2 主成分为胶稠因子。

在第 3 主成分中,回复值的特征向量最大,其次是糊化温度。回复值越小,米饭越不易回生。因此,称第 3 主成分为回生因子。

表 3 各类样本与优质软米 RVA 特征值平均值的差值及判别得分

类群	最高黏度 (RVU)	热浆黏度 (RVU)	冷胶黏度 (RVU)	崩解值 (RVU)	消减值 (RVU)	回复值 (RVU)	峰值时间 (min)	糊化温度 (℃)	判别得分
I-1 亚类	49.57	46.08	16.50	3.49	20.93	24.41	1.24	2.19	1 230.03
I-2 亚类	128.12	137.18	123.37	9.06	49.25	40.19	0.49	4.27	1 195.98
I-3 亚类	92.23	95.05	74.83	2.82	36.60	33.78	1.48	4.75	1 212.36
Ⅱ类	154.30	192.99	185.77	38.69	85.46	46.77	2.93	9.06	1 135.93
云恢 290	231.25	216.00	217.08	15.25	39.83	55.08	6.53	87.4	

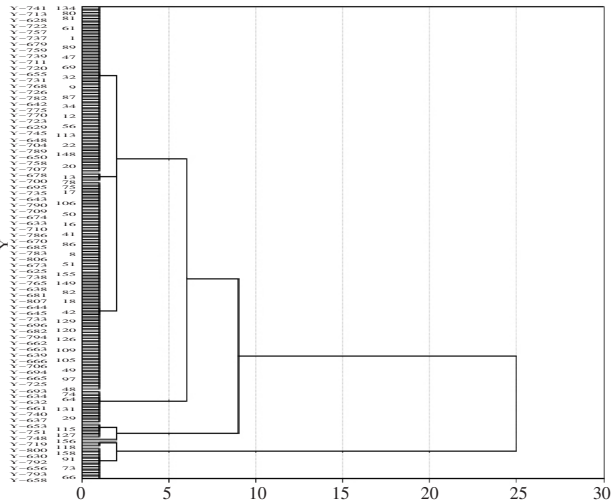


图 1 滇杂梗保持系稻米聚类图

2.3 聚类分析

从图 1 可以看出,当距离取 10 时,可将 159 份材料分成两大类。I 类有 147 份材料, 占有所有样本的 92.45%;Ⅱ类有 12 份材料。当距离取 5 时, I 类型又可分为 3 个亚类, I-1 亚类包括 6 份材料、I-2 亚类包括 11 份材料、I-3 亚类包括 130 份材料,分别占有所有样本的 3.77%、6.92%和 81.76%。

2.4 各类样本 RVA 特征值与优质软米的比较

从表 3 可见,各类样本与云恢 290 在最高黏度、热浆黏度、冷胶黏度、消减值、回复值的差值中, I-1 亚类最小,其次是 I-3 亚类、I-2 亚类和Ⅱ类;崩解值差值中, I-3 亚类略高于 I-1 亚类,其次是 I-2 亚类和Ⅱ类;峰值时间差值最小的是 I-2 亚类;糊化温度差值最小是 I-1 亚类。贝叶斯判别云恢 290 在 I-1 亚类的得分最高,在 I-3 亚类得分也很高,在 I-2 亚类和Ⅱ类的得分较低。从 8 个 RVA 的特征值来看, I-1 和 I-3 亚类(合计 136 份, 占供试保持系的 85.53%)的 RVA 特征值与云恢 290 相似。

3 讨论

随着社会的发展,人们对稻米品质的要求越来越高^[9],稻米的需求出现了由原来追求数量到现在追求数

量与品质并重的转变^[10]。稻米品质是一个综合性状,主要由外观品质、加工品质、蒸煮食味品质和营养品质等几个方面组成,其中,蒸煮食味品质是评价稻米品质的核心^[11-12]。研究表明,RVA 谱特征值与稻米蒸煮食味品质密切相关,是评价稻米食味品质的主要参考指标^[13-17]。

云恢 290 是云南公认的优质软米,其 RVA 谱特征值具有最高黏度值较高、冷胶黏度和消减值较低、达到峰值时间较短的特性。在滇型杂交梗稻保持系的 4 类样本中,以 I-1 亚类和 I-3 亚类稻米与云恢 290 最为相似,均表现出较高的最高黏度值和较低的消减值。贝叶斯判别云恢 290 在 I-1 亚类的得分略高于 I-3 亚类稻米,即 I-1 亚类和 I-3 亚类稻米品质与云恢 290 接近。I-2 亚类和Ⅱ类稻米 RVA 特征值与优质软米云恢 290 的差值较大,米质不如 I-1 亚类、I-3 亚类和云恢 290。在今后配组优质杂交梗稻及改良保持系时,应加强对 I-1 亚类和 I-3 亚类材料的利用。

参考文献

[1] 伍平. 云南滇型杂交梗稻育种研究独具特色 [N]. 云南科技报, 2010-06-22,第 5 版.

[2] 谭学林,洪汝科,金寿林,等. 滇型杂交水稻研究及进展[J]. 云南农业大学学报,2006,21(S):33-37.

[3] 洪汝科,金寿林,谭亚玲,等. 滇型杂交梗稻的种子和技术创新进展[J]. 新安农业学报,2009,22(4):1170-1175.

[4] 蒋志农. 云南稻作[M]. 昆明:云南科技出版社,1995:5-11.

[5] 李峥友,纳信真,黄本铨,等. 滇型杂交水稻[M]. 昆明:云南人民出版社,1980.

[6] 谢新华,李晓方,肖听,等. 快速黏度分析仪在谷物品质分析中的应用[J]. 粮食与饲料工业,2005(9):47-48.

[7] 胡海燕,张树华,谭学林,等. 滇 I 型杂交稻保持系与杂种优势的相关性研究[J]. 种子,2008,27(1):85-87.

[8] 潘润森,毛大梅,陈志伟,等. 杂交水稻三系选育的实践与思考[J]. 杂交水稻,2005,20(5):1-9.

[9] 聂守军,高世伟,刘晴,等. 黑龙江省香稻品种现状分析[J]. 中国稻米,2015,21(6):58-61.

[10] 曹黎明,袁勤,倪林娟,等. 优质稻保优栽培技术的研究进展[J]. 上海农业学报,2001,17(2):45-48.

(下转第 56 页)

合成不确定度 $u_{\text{rel}}(w)=[u_{\text{rel}}^2(m)+u_{\text{rel}}^2(M_1)+u_{\text{rel}}^2(M_2)+u_{\text{rel}}^2(V_3)+u_{\text{rel}}^2(\text{rec})]^{1/2}=(0.00116^2+0.0598^2+0.00817^2+0.0014^2+0.00563^2)^{1/2}=0.0598$ 。

2.3 合成不确定度和扩展不确定度

通过回收率试验测得稻米中毒死蜱残留量分别为 0.110 mg/kg、0.109 mg/kg、0.101 mg/kg, 平均值 $X=(0.110+0.109+0.101)/3=0.107$ mg/kg, 则毒死蜱合成不确定度 $u_c(W)=X \times u_{\text{rel}}(w)=0.107 \times 0.0598=0.0064$ mg/kg, 取置信水平为 95%, 包含因子 $k=2$, 毒死蜱扩展不确定度 $U(W)=0.0064 \times 2=0.013$ mg/kg。

综上所述, 用不确定度表示稻米中毒死蜱残留为: $(X \pm U)=(0.107 \pm 0.013)$ mg/kg。

3 讨论

Evaluation of Uncertainty in Determination of Chlorpyrifos Residue in Rice by Gas Chromatography

WU Li, CHEN Mingxue, MOU Renxiang, CAO Zhaoyun, XU Ping

(China National Rice Research Institute/Rice Product Quality Supervision and Inspection Center, Ministry of Agriculture, Hangzhou 310006, China; 1st author: lili6072@sina.com)

Abstract: The uncertainty of determination of chlorpyrifos residue in rice by gas chromatography was evaluated in this paper. By analyzing the various variable parameters among the procedures, the components of uncertainty were identified, the mathematical model was established, and every components of uncertainty was calculated, thereby, the combined uncertainty was finally obtained. The expanded uncertainty was 0.013 mg/kg ($k=2$) with 0.107 mg/kg of the content of chlorpyrifos residue in rice.

Key words: gas chromatography; chlorpyrifos; evaluation of uncertainty; rice

(上接第 53 页)

- [11] 朱大伟, 张洪程, 郭保卫, 等. 中国软米的发展及展望[J]. 扬州大学学报: 农业与自然科学版, 2015, 36(1): 47-52.
- [12] 张小明, 石春海, 富田桂. 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.
- [13] 贾良, 丁雪云, 王平荣, 等. 稻米淀粉 RVA 谱特征及其与理化品质性状相关性的研究[J]. 作物学报, 2008, 34(5): 790-794.
- [14] 舒庆尧, 吴殿星, 夏英武, 等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与食用品质

不确定度越小, 说明测量方法越可靠, 越接近真实值。通过以上稻米中毒死蜱残留量测定与不确定度评定显示, 不确定度的大小取决于计量量具的精准程度即容量允许差的大小, 以及测定结果的准确性。

参考文献

- [1] 李少霞, 黄伟雄, 陈明, 等. 水中毒死蜱的气相色谱测定法[J]. 环境与健康杂志, 2006, 9(5): 458-459.
- [2] 盛仙俏, 张发成, 刘莉, 等. 不同剂型毒死蜱防治褐飞虱效果分析[J]. 中国稻米, 2010, 16(2): 69-70.
- [3] 刘祥英, 刘占山, 柏连阳, 等. 毒死蜱在水稻虫害防治上的应用[J]. 现代农业科技, 2007(23): 107-109.
- [4] 国家质量技术监督局. JJF 1059-1999. 测量不确定度评定与表示[S]. 北京: 中国计量出版社, 1999.

的关系[J]. 中国农业科学, 1998, 31(3): 1-4.

- [15] 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粘滞特性 [J]. 中国水稻科学, 2001, 15(1): 57-59.
- [16] 李欣, 张蓉, 隋炯明, 等. 稻米淀粉粘滞性谱特征的表现及其遗传 [J]. 中国水稻科学, 2004, 18(5): 384-390.
- [17] 隋炯明, 李欣, 严松, 等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与品质性状相关性研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(4): 657-663.

Comparative Analysis of RVA Characteristic Values of Japonica Maintainers of Dian-type Hybrid Rice to a High Quality Soft Rice

JIANG Zhenzhen, LUAN Yifang, LIU Zhan, LI Dandan, ZHANG Jiangli, XU Hongyun, JIN Shoulin, WEN Jiancheng, TAN Xuelin*

(Rice Research Institute, Yunnan Agricultural University/Yunnan Engineering Research Center for Japonica Hybrid Rice, Kunming 650201, China; 1st author: zhenzhen164@126.com; *Corresponding author: tx15055@126.com)

Abstract: In order to strengthen breeding of high quality hybrid japonica rice of Dian-type, rice grains of 159 maintainers of japonica Dian-type hybrid rice were analyzed with Rapid Visco Analyser (RVA), and the RVA characteristic values were analyzed with principal component, and the 159 samples were clustered, then the samples clusters were compared with Yunhui 290 through Bayes discrimination. The results indicated that 8 RVA characteristic values were composed of 3 principal components, soft and hard, gel, retrogradation, which occupied 89.64% contribution of the 8 RVA characteristic values. All the 159 samples were clustered into 2 groups. Group I covered 92.45% maintainers, which could be divided into 3 subgroups. Average values of RVA characteristic data of subgroup I-1 and I-3, which covered 136 (85.53%) samples were high similar with those of Yunhui 290 on Bayes discriminant functions.

Key word: hybrid japonica rice of Dian-type; rice maintainer; RVA; principal components analysis; cluster analysis; bayes discriminant