

云南高原粳稻品质现状及 淀粉 RVA 谱特性分析^①

赵国珍, 刘吉新, 陈于敏, 苏振喜, 世荣,
朱振华, 邹茜, 寇姝燕, 袁平荣

云南省农业科学院 粮食作物研究所, 昆明 650205

摘要: 以 32 个云南高原粳稻主栽品种为试验材料, 采用聚类及表型主成分分析法, 对 11 个品质性状和淀粉 RVA (Rapid Visco Analyser) 谱特性进行分析. 结果表明: ① 9.4% 的云南高原粳稻主栽品种稻米品质达 2 级标准, 12.5% 的品种稻米品质达 3 级标准, 其余品种品质均在 3 级以下. ② 糙米率、透明度、碱消值、直链淀粉含量和蛋白质含量的平均值达 2 级标准, 精米率和垩白度达 3 级标准. ③ 差异最大的稻米品质性状和淀粉 RVA 谱特征值分别是垩白度和消减值, 变异系数分别为 99.77% 和 34.32%. ④ 32 个品种聚为 6 类, 其中第Ⅲ类包含的品种最多, 占 40.6%. ⑤ 在选出的 8 个影响云南稻米品质和淀粉 RVA 谱特性的主成分因子中, 第 1 主成分因子(整精米率和垩白粒率)和第 2 主成分因子(直链淀粉含量)对稻米品质的累积贡献率为 44.6%. 高原粳稻品质改良的重点是提高整精米率, 降低垩白粒率和选择适宜的直链淀粉含量, 同时拓宽亲本的遗传基础.

关键词: 云南高原粳稻; 稻米品质; 淀粉 RVA 谱特性; 聚类分析; 主成分分析

中图分类号: S511

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2014)11-0034-08

水稻是云南重要的粮食作物, 常年种植面积 100 万 hm^2 左右, 居全国第 11 位, 西部第 2 位, 其中粳稻面积约占 2/3. 云南高原粳稻区是我国乃至世界上特殊稻区之一, 地理气候错综复杂, 多年的引种实践表明, 外引种大都不适应在该稻区种植, 须靠自育解决云南的粳稻品种问题^[1]. 为了保障粮食安全, 多年来水稻育种目标以高产为主, 对稻米品质不够重视. 随着人们生活水平的提高, 对稻米品质的要求也越来越高, 育种目标也由高产转变为高产和优质兼顾, 并已取得一定的成绩^[2-3]. 但是, 由于云南高原粳稻区包括滇中温暖粳稻区、滇中北部温凉粳稻区和高寒粳稻区, 大多数粳稻品种只适于在单一稻区种植, 生产上粳稻品种较多, 稻米品质现状和淀粉 RVA 谱特性尚不清楚, 因此有必要对云南粳稻区主栽品种的稻米品质和淀粉 RVA 谱特性进行分析. 对稻米品质的评价一般从碾磨、外观、蒸煮和营养品质 4 个方面进行. 此外, 淀粉 RVA 谱特性也广泛作为稻米品质评价的重要指标^[4-5]. 稻米淀粉 RVA 谱特征值主要包括最高黏度、热浆黏度、最终黏度(冷胶)、崩解值(最高黏度-热浆黏度)、消减值(最终黏度-最高黏度)、最高黏度到达时间以及开始糊化温度. 本文综合分析了 32 个云南粳稻主栽品种的稻米品质和淀粉 RVA 谱特性, 旨在为今后云南省水稻品质改良和优质品种选育提供依据.

① 收稿日期: 2013-04-11

基金项目: 云南省科技攻关资助项目(2012BB013); 云南省技术创新人才培养资助项目(2008PY089).

作者简介: 赵国珍(1970-), 女, 云南大理人, 硕士, 研究员, 主要从事水稻遗传育种研究.

1 材料和方法

1.1 试验材料

以云南高原粳稻区 2008—2010 年连续 3 年在生产上种植面积超过 1 000 hm² 的 32 个常规粳稻品种为试验材料,其中滇中温暖粳稻区品种 13 个,滇中北部温凉粳稻区品种 18 个,高寒粳稻区品种 1 个,品种相关信息见表 1.

表 1 供试品种相关信息

品种名称	审定年份	组 合	选育单位	种植区域
合系 22 号	1991	喜峰/楚粳 4 号	YAAS	WJR
合系 24 号	1993	轰早生/楚粳 4 号	YAAS	WJR
合系 30 号	1993	轰早生/楚粳 4 号	YAAS	WCJR
合系 35 号	1997	合系 4 号/合系 15 号	YAAS	WJR
合系 39 号	1998	楚粳 3 号/云亲 3 号	YAAS	WJR
合系 41 号	1999	靖粳 8 号/合系 22-2	YAAS	WCJR
云粳 4 号	2001	越光/合系 24 号//合系 34 号	YAAS	WCJR
云粳 12 号	2005	云粳 4 号//研系 2057/合系 30 号	YAAS	WCJR
云粳 15 号	2005	云粳 4 号//研系 2057/合系 24 号	YAAS	WCJR
云粳优 1 号	2004	银条粳/合系 34 号	YAAS	WCJR
云粳优 5 号	2005	云粳优 1 号/云粳优 2 号	YAAS	WCJR
云粳 25 号	2007	云粳优 2 号/云粳 4 号	YAAS	WCJR
云稻 1 号	2005	IRGC10203/Boro5//滇系 1 号///轰杂 135	YAAS	WJR
凤稻 9 号	1997	中丹 2 号///轰早生//672/716	DIAS	WCJR
凤稻 14 号	1999	中丹 2 号/滇榆 1 号	DIAS	WCJR
凤稻 15 号	2001	04-2865/滇榆 1 号	DIAS	WCJR
凤稻 16 号	2003	合系 15 号/凤稻 9 号	DIAS	WCJR
凤稻 17 号	2003	合系 15 号/凤稻 9 号	DIAS	WCJR
凤稻 18 号	2005	合系 40 号选	DIAS	WCJR
凤稻 19 号	2007	鹤 16/86-167//合系 35 号	DIAS	WCJR
凤稻 21 号	2007	凤稻 9 号/合系 34 号	DIAS	WCJR
沾粳 9 号	2005	日本晴//实践稻/粳 118///黎明/T41	QZF	WCJR
靖粳 8 号	2001	合系 25 号/云粳 27 号	QIAS	WCJR
靖粳 10 号	2005	楚粳 3 号/合系 41 号	QIAS	WJR
楚粳 23 号	1999	25-3-3/楚粳 9 号//楚粳 8 号	CIAS	WJR
楚粳 24 号	2003	合系 2 号/楚粳 14 号 14	CIAS	WJR
楚粳 26 号	2005	楚粳 2 号/768//云玉 1 号/合系 30 号	CIAS	WJR
楚粳 27 号	2005	楚粳 22 号/合系 39 号	CIAS	WJR
楚粳 28 号	2007	楚粳 26 号/96Y-6	CIAS	WJR
楚粳 29 号	2007	94 预 46/滇系 10 号	CIAS	WJR
楚粳 30 号	2007	楚粳 24 号/滇系 10 号 10	CIAS	WJR
剑粳 3 号	2005	合系 40 号选	DJATEA	HCJR

YAAS: 云南省农业科学院; DIAS: 大理州农业科学研究所; QZF: 曲靖市沾益农场; QIAS: 曲靖市农业科学研究所; CIAS: 楚雄州农业科学研究所; DJATEC: 大理州剑川县农业技术推广中心; WJR: 温凉粳稻区; WCJR: 温暖粳稻区; HCJR: 高寒粳稻区.

1.2 试验方法

1.2.1 田间试验

2011 年,将温暖粳稻区的 13 个品种和温凉粳稻区、高寒粳稻区的 19 个品种,分别种植在云南省农业

科学院粮食作物研究所粳稻课题组温暖粳稻区育种试验田(楚雄州楚雄市, 海拔 1 700 m)和温凉粳稻区育种试验田(昆明市嵩明县, 海拔 1 900 m), 采用随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 1.33 m², 肥水管理按当地常规进行. 成熟收割后, 晒干扬净.

1.2.2 稻米品质分析

放置 3 个月后, 取 500 g 种子送农业部稻米及制品质量监督检验测试中心(昆明)按农业行业标准进行检测, 检测项目包括糙米率、精米率、整精米率、粒长、长宽比、垩白粒率、垩白度、透明度、碱消值、直链淀粉含量、蛋白质含量.

1.2.3 稻米淀粉 RVA 谱特性分析

放置 3 个月后, 每个处理取 100 g 稻谷碾精后磨成粉, 用澳大利亚 Newport Scientific 公司生产的黏度速测仪 RVA-4(Rapid Visco Analyser)测定, 根据美国谷物化学协会(AACC)规程进行, 并用 TCW 配套软件分析, 测定样品量 3.00 g, 蒸馏水 25.00 mL, 3 次重复.

1.3 统计分析

用 Microsoft Excel 数据分析软件进行数据整理和 DPS 数据处理系统进行聚类 and 主成分分析.

2 结果与分析

2.1 稻米品质现状分析

由表 2 可知, 各品质性状均有达 1 级标准的品种, 但平均值均未达 1 级标准, 达 2 级标准的品质性状有糙米率、透明度、碱消值、直链淀粉含量和蛋白质含量, 达 3 级标准的有精米率和垩白度, 其余品质性状的平均值均在 3 级以下. 表 2 还表明, 品种间品质性状变异大小依次是垩白度、垩白粒率、透明度、整精米率、长宽比、碱消值、蛋白质含量、粒长、直链淀粉含量、精米率、糙米率. 进一步从各品质性状达标的比例看, 糙米率达标率最高, 均达 2 级以上标准, 其次是透明度、碱消值、直链淀粉含量和蛋白质含量都达 3 级以上标准. 达标率最低的是整精米率, 仅有 28.1% 的品种达 3 级以上标准. 综合所有品质性状, 供试品种中没有 1 个品种达 1 级标准, 达 2 级和 3 级标准的品种分别为 9.4% 和 12.5%, 说明云南粳稻区主栽品种的综合品质大多较差, 很多品种由于 1 项或 2 项品质性状未达标而影响该品种的综合品质, 如云粳 15 号除直链淀粉含量为 19.5% 达 2 级标准外, 10 项品质指标均达 1 级标准, 因此在品种选育过程中应注重对品质性状进行综合评价.

表 2 稻米品质情况

项 目	变幅	均值	标准差	变异系数 /%	达 1 级率 /%	达 2 级率 /%	达 3 级率 /%	3 级以下 /%
糙米率 BR/%	82.1~85.0	83.7	0.86	1.03	46.9	53.1	0	0
精米率 MR/%	67.8~77.8	74.1	2.06	2.78	9.4	25	40.6	25
整精米率 HR/%	36.4~76.5	61.7	8.66	14.04	6.3	15.6	6.3	71.8
粒长 GL/mm	4.5~6.2	5.09	0.35	6.89	—	—	—	—
长/宽比 LWR	1.6~2.6	1.82	0.21	11.53	—	—	—	—
垩白粒率 CR/%	0.8~91.0	34.6	28.18	81.47	28.1	12.5	15.6	43.8
垩白度 CA/%	0.1~15.0	4.38	4.37	99.77	31.3	21.9	15.6	31.2
透明度/级 TRA/Scale	1~3	1.84	0.62	33.51	28.1	59.4	12.5	0
碱消值/级 ADV/Scale	5.0~7.0	6.16	0.67	10.83	31.3	53.1	15.6	0
直链淀粉 AC/%	17.2~20.4	18.72	0.73	3.91	25	65.6	9.4	0
蛋白质 PC/%	7.3~10.2	8.8	0.68	7.74	37.5	50	12.5	0
所有品质性状	0	9.4	12.5	78.1				

2.2 稻米淀粉 RVA 谱特性分析

稻米淀粉 RVA 谱特性分析结果见表 3. 表 3 表明, 云南粳稻品种的稻米淀粉 RVA 谱特性存在较大差异, 变异最大的特征值是消减值, 其次是崩解值, 变异系数分别达 34.32%和 24.41%; 变异最小的是起浆温度, 变异系数仅为 0.09%.

表 3 稻米淀粉 RVA 谱特性分析结果

项 目	最高黏度	热浆黏度	崩解值	冷胶黏度	消减值	峰值时间	起浆温度
最大值	216.7	145.2	95.5	268.7	105.1	6.4	68.1
最小值	112.1	62.1	27.8	180.4	29.6	5.5	67.9
平均值	165.98	98.34	67.65	226.82	62.4	5.79	68.05
标准差	19.87	18.85	16.51	24.29	21.41	0.20	0.06
变异系数/%	11.97	19.17	24.41	10.71	34.32	3.46	0.09

2.3 聚类分析

采用类平均法, 对 32 个品种(系)的 11 个稻米品质指标和 7 个淀粉 RVA 谱特征值进行聚类分析(图 1). 由图 1 看出, 依不同的距离, 32 个品种可以划分为不同的类群. 取遗传距离 $D=60$ 将 32 个品种聚为 6 类, 第 I 类包括 2 个品种, 即合系 22 号和靖粳 10 号. 第 II 类包括合系 41 号、云稻 1 号等 4 个品种. 第 III 类品种最多, 包括合系 24 号、楚粳 28 号等 13 个品种, 占供试品种数的 40.6%. 第 IV 类和第 V 类均包括 5 个品种; 第 VI 类包括合系 35 号、粘粳 9 号和楚粳 26 号 3 个品种. 进一步分析其系谱(表 4), 发现同一类品种大多存在亲缘关系, 不同类的很多品种也具有亲缘关系. 可见, 目前云南粳稻区大多数主栽品种的遗传距离较近, 遗传基础较狭窄. 按聚类结果, 将每类品种的 11 个品质性状和 RVA 谱特征值的平均表型值列于表 4. 结果表明, 第 I 类品种稻米品质最好, 特别是碾磨品质好; 第 V 类品种的外观品质最好; 第 VI 类品种稻米品质最差, 特别是整精米率低和垩白粒率高.

2.4 稻米品质性状的表型主成分分析

为了进一步明确影响云南粳稻品质的主成分因子, 对 11 个稻米品质指标和 7 个淀粉 RVA 谱特征值进行表型主成分分析. 根据特征根和相应的特征向量, 取前 8 个特征根作为影响云南粳稻主栽品种稻米品质的主成分, 它们对稻米品质的累计贡献率为 91.17%(表 5 和表 6). 根据各个主成分相应的特征向量值, 第 1 主成分主要影响精米率、整精米率、垩白粒率和冷胶黏度, 向量值分别为 $-0.32, -0.37, 0.36$ 和 0.35 , 可看作影响碾磨品质、外观品质和食味品质的联合因子, 即第 1 主成分越大, 精米率和整精米率越低, 垩白粒率越高, 冷胶黏度越大, 稻米品质越差, 品种选育时, 降低垩白粒率, 有利于提高碾磨品质和降低冷胶黏度; 第 2 主成分主要影响稻米的直链淀粉含量和热浆黏度, 向量值分别为 0.36 和 0.35 , 第 2 主成分越大, 直链淀粉含量增加, 热浆黏度变大, 稻米食味品质差; 第 3 主成分主要影响淀粉 RVA 谱特性中的消减值和冷胶黏度, 向量值分别为 $0.51, 0.42$, 即第 3 主成分越大, 消减值和冷胶黏度越大, 稻米食味越差; 第 4 主成分主要影响糙米率、减消值和蛋白质含量, 向量值分别为 $0.55, -0.36, 0.34$, 说明糙米率和蛋白质含量与减消值有消长关系, 品种选育时应注重考虑糙米率; 第 5 主成分主要影响碾磨品质和外观品质(糙米率、精米率、整精米率、垩白粒率和垩白度的向量值分别为 $0.36, 0.32, 0.41, -0.39$ 和 -0.34), 可看作影响碾磨品质和外观品质的联合因子, 降低垩白粒率和垩白度, 有利于提高碾磨品质, 这与第 2 主成分的作用相似; 第 6 主成分主要影响透明度和淀粉 RVA 特性中的最高黏度和崩解值, 向量值分别为 $0.53, -0.38$ 和 -0.40 , 说明增加透明度有利于提高稻米食味品质; 第 7 主成分主要影响碱消值, 向量值为 0.77 ; 第 8 主成分主要影响起浆温度(向量值为 0.52), 即第 8 主成分越大, 起浆温度越高, 食味品质越差.

表 4 不同类群品种的稻米品质及 RVA 谱特性比较

项 目	第Ⅰ类	第Ⅱ类	第Ⅲ类	第Ⅳ类	第Ⅴ类	第Ⅵ类
糙米率/BR	83.1	83.8	83.4	84.1	83.6	84.3
精米率/MR	75.4	74.6	73.7	75.3	74.3	71.8
整精米率/HR	72.7	61.3	60.6	61.1	67.0	51.7
粒长/GL	4.9	5.2	5.1	4.7	5.3	5.4
长/宽比/LWR	1.8	1.8	1.8	1.6	2.1	1.8
垩白粒率/CR	24.5	41.0	21.4	72.8	2.8	79.3
垩白度/CA	3.5	4.3	3.1	6.5	0.7	13.0
透明度/TRA	2.5	2.0	1.9	2.0	1.0	2.3
碱消值/ADV	6.0	6.0	6.3	6.8	6.0	5.3
直链淀粉/AC	19.3	18.3	18.6	18.3	19.4	19.1
蛋白质/PC	9.3	9.1	8.8	8.7	8.7	8.5
最高黏度/PKV	114.1	158.2	168.5	162.8	168.6	202.0
热浆黏度/HPV	64.9	76.3	98.0	98.4	122.8	110.7
崩解值/BDV	49.4	82.0	70.5	63.7	45.8	91.2
冷胶黏度/CPV	187.3	192.8	237.3	247.1	210.2	246.9
消减值/SBV	73.1	34.6	72.7	89.4	41.6	45.0
峰值时间/PeT	5.7	5.5	5.7	5.8	6.1	5.8
起浆温度/PaT	68.1	68.1	68.0	68.0	68.1	68.1

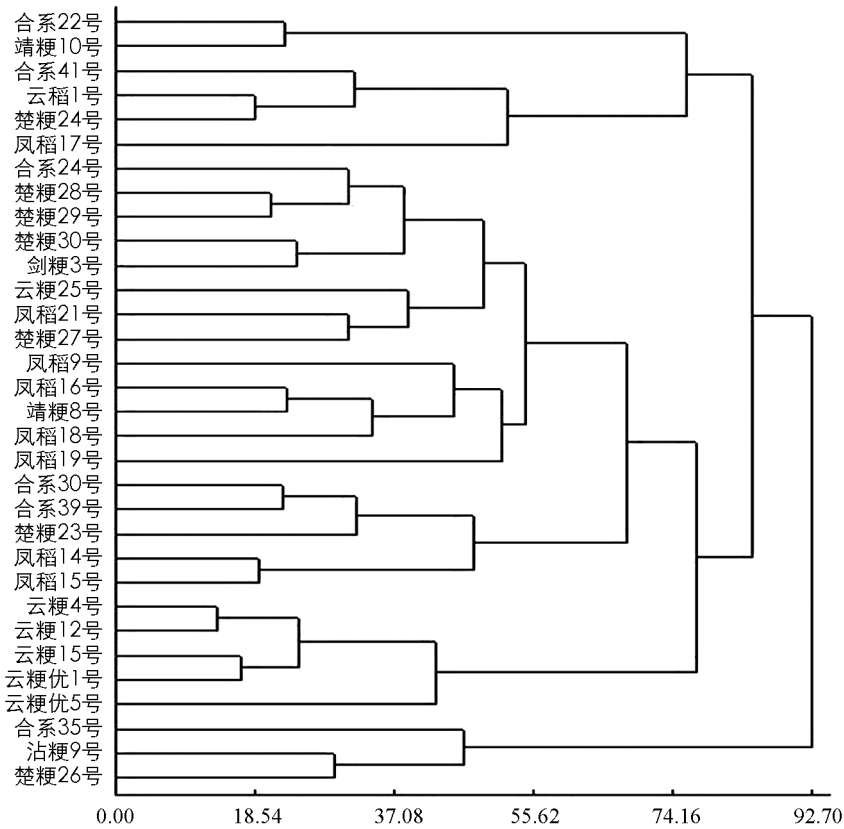


图 1 基于稻米品质性状和淀粉 RVA 谱特性的聚类图

表 5 稻米品质性状和淀粉 RVA 谱特性的表型主成分特征向量

特征向量	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8
糙米率/BR	0.04	−0.09	0.05	0.55	0.36	0.15	0.22	−0.34
精米率/MR	−0.32	−0.12	0.22	0.27	0.32	−0.13	0.22	0.22
整精米率/HR	−0.37	0.11	0.05	−0.21	0.41	−0.27	−0.01	0.30
粒长/GL	0.12	0.25	−0.28	−0.05	0.19	0.04	0.15	−0.27
长/宽比/LWR	−0.06	0.29	−0.20	−0.01	0.22	−0.01	0.10	−0.35
垩白粒率/CR	0.36	−0.24	−0.02	0.04	−0.39	0.13	0.18	0.30
垩白度/CA	0.30	−0.18	−0.09	0.02	−0.34	0.05	−0.15	0.19
透明度/TRA	0.20	−0.23	−0.18	−0.21	0.06	0.53	0.09	−0.14
碱消值/ADV	−0.08	−0.10	0.17	−0.36	−0.08	−0.03	0.77	−0.13
直链淀粉/AC	0.11	0.36	−0.07	−0.26	0.16	0.19	−0.12	0.30
蛋白质/PC	−0.25	−0.26	−0.06	0.34	−0.19	0.15	−0.12	−0.08
最高黏度/PKV	0.21	0.12	−0.01	0.19	−0.14	−0.38	0.15	0.04
热浆黏度/HPV	0.21	0.35	0.25	0.21	−0.07	−0.05	0.13	0.06
崩解值/BDV	0.26	−0.26	−0.29	−0.01	−0.10	−0.40	0.04	−0.02
冷胶黏度/CPV	0.35	−0.01	0.42	0.01	−0.13	−0.06	0.06	0.06
消减值/SBV	0.04	−0.13	0.51	−0.25	0.02	0.18	−0.09	−0.14
峰值时间/PeT	0.07	0.34	0.30	0.20	−0.03	0.30	−0.09	0.06
起浆温度/PaT	−0.09	0.12	−0.29	0.20	−0.34	0.31	0.36	0.52

表 6 稻米品质性状和淀粉 RVA 谱特性的表型主成分因子及主因子贡献率

因	子	向量值	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
F1	整精米率/HR	0.37	4.33	24.08	24.08
	垩白粒率/CR	0.36			
F2	直链淀粉/AC	0.36	3.70	20.53	44.61
F3	消减值/SBV	0.51	2.38	13.21	57.82
	冷胶黏度/CPV	0.42			
F4	糙米率/BR	0.55	2.03	11.25	69.07
F5	整精米率/HR	0.41	1.25	6.93	76.01
	垩白粒率/CR	0.39			
F6	透明度/TRA	0.53	1.14	6.32	82.33
	崩解值/BDV	0.40			
	最高黏度/PKV	0.38			
F7	碱消值/ADV	0.77	0.87	4.82	87.15
F8	起浆温度/PaT	0.52	0.72	4.02	91.17

3 讨 论

3.1 云南高原粳稻品质现状及改良策略

试验结果表明，供试的云南高原粳稻主栽品种中没有 1 个品种的稻米品质达 1 级标准，达 2 级标准的品种仅有 3 个，分别是合系 22 号、云粳 25 号和楚粳 28 号，从这 3 个品种的各项品质指标看，每个品种均仅有 1 项指标未达 1 级标准，分别是垩白粒率、直链淀粉含量和糙米率. 达 3 级标准的云粳 4 号、云粳 12 号、云粳 15 号和云粳优 1 号也仅有 1~2 项未达 1 级标准. 并且多数未达 3 级标准的品质指标也仅有 1~2 项指标在 3 级以下. 进一步从各品质性状的达标率看，达标率最低的是整精米率，仅有 28.1%的品种达 3 级以上标准. 主成分分析结果也表明，影响云南粳稻品种稻米品质的第 1 主成分因子是整精米率和垩白粒

率, 因此今后云南省高原粳稻品质改良的重点是提高整精率和降低垩白粒率. 据报道^[6-8], 整精米率除受品种本身的遗传基因控制外, 还受栽培环境、栽培管理措施以及收获干燥、贮藏加工等因素的影响. 可见, 对于整精米率的改良, 除选用整精米率高的品种作亲本外, 还应注意其他影响因素. 参试的 32 个品种中, 合系 22 号、云粳 25 号、靖粳 10 号和楚粳 28 号的整精米率均达 70% 以上, 可作为整精米率改良的亲本利用, 特别是楚粳 28 号, 整精米率高达 76.5%. 雷东阳等^[9]、敖雁等^[10]研究认为, 垩白粒率的遗传加性效应较显性效应重要, 遗传力高, 因此要选育垩白粒率低的优质品种, 应在早代进行严格筛选. 参试的品种中, 云粳 4 号、云粳 15 号、云粳优 1 号和楚粳 27 号的垩白粒率在 2% 以下, 可作为改良垩白粒率的亲本利用.

亲本选配是育种成败的关键, 而亲本的遗传多样性是作物育种工作者十分关注的问题. 水稻育成品种遗传基础的宽窄及品种间遗传距离的大小是品种能否在当地有效推广种植的关键因素^[11-12]. 云南省高原粳稻区总面积为 60 万 hm^2 左右^[1], 种植面积超过 1 000 hm^2 的品种有 32 个, 其中 2010 年楚粳 27 号的种植面积达 10.33 万 hm^2 ^[13], 其余品种的种植面积较小, 说明大多数云南高原粳稻适宜范围较窄. 本研究聚类结果也表明, 大部分参试品种遗传背景较近, 特别是第 V 类品种包括云粳 4 号、云粳 12 号、云粳 15 号、云粳优 1 号和云粳优 5 号等 5 个品种均具有合系 34 号的血缘. 虽然这些品种的稻米品质较好, 但是由于适应性或丰产性等原因, 在生产上种植面积不大, 在育种中可以作为优质亲本利用. 同时, 在育种亲本选配时要综合考虑主成分互补, 且要在类群间进行, 但改良品种个别性状时, 亲本之一符合育种目标, 另一亲本也可选用遗传距离不大的品种. 因此, 今后云南省高原粳稻品质育种应引进和大力挖掘新的优质资源, 利用多样性的遗传资源, 拓宽云南高原粳稻的遗传基础, 育成高产、优质、多抗、广适的粳稻新品种.

3.2 云南高原粳稻淀粉 RVA 谱特性分析

RVA 谱特征值与稻米蒸煮食味品质关系密切^[14-16], 特别是最高粘度值、崩解值和消减值等特征值能较好地反映稻米蒸煮食味品质的优劣, 最高粘度值和崩解值越大, 消减值越小, 稻米食味品质越好. 本研究中, 供试材料 RVA 谱特征值中的最高粘度值、崩解值和消减值的变幅分别为 112.1 RUV~216.7 RUV, 27.8 RUV~95.5 RUV 和 29.6 RUV~105.1 RUV. 最高黏度值和崩解值最大的是沾粳 9 号, 消减值最小的是凤稻 17 号, 变异系数分别为 11.97%, 24.41% 和 34.32%, 说明云南省高原粳稻主栽品种的淀粉 RVA 谱特性存在较大差异, 在稻米食味品质改良中, 可以利用沾粳 9 号和凤稻 17 号作为骨干亲本, 并通过分析淀粉 RVA 谱特性进行早期选择^[17].

参考文献:

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

[2] 赵国珍, 杨世准, 苏振喜, 等. 云南高原粳稻与韩国粳稻品质特性比较分析 [J]. 中国水稻科学, 2008, 22(3): 331—334.

[3] 苏振喜, 赵国珍, 廖新华, 等. 云南粳型特色软米食味品质性状稳定性分析 [J]. 中国水稻科学, 2010, 24(3): 320—324.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 于金华, 温新华, 徐丽, 等. 影响水稻整精米率的主要因素 [J]. 黑龙江农业科学, 2009, 6: 175—176.

[7] 孙有泉, 春原嘉弘. 粳稻谷粒不同水分含量对整精米率的影响 [J]. 西南农业学报, 1995, 8(4): 1—4.

[8] 朱智伟, 陈能, 王丹英, 等. 不同类型水稻品质性状变异特性及差异性分析 [J]. 中国水稻科学, 2004, 18(4): 315—320.

[9] 雷东阳, 谢放鸣, 徐建龙, 等. 稻米粒形和垩白度的 QTL 定位和上位性分析 [J]. 中国水稻科学, 2008, 22(3): 225—260.

[10] 敖雁, 徐辰武, 莫惠栋. 粳型杂种稻米品质性状的数量遗传分析 [J]. 遗传学报, 2000, 27(8): 706—712.

[11] 黄耀祥. 水稻超高产育种研究 [J]. 作物杂志, 1990, 4: 1—2.

- [12] 李培富, 杨淑琴, 马宏伟. 宁夏水稻主要农艺性状的主成分及聚类分析 [J]. 中国农学通报, 2006, 22(12): 162—166.
- [13] 李开斌, 张天春, 阮文忠, 等. 超级粳稻楚梗 27 号的选育及应用 [J]. 中国稻米, 2012, 18(5): 71—72.
- [14] 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.
- [15] 舒庆尧, 吴殿星, 夏英武, 等, Anna McClung. 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.
- [16] 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.
- [17] 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.

Analysis of the Status of *Japonica* Rice Grain Quality and RVA Profiles from Yunnan Plateau

ZHAO Guo-zhen, LIU Ji-xin, CHEN Yu-min,
SU Zhen-xi, SHI Rong, ZHU Zhen-hua, ZOU Qian,
KOU Shu-yan, YUAN Ping-rong

Institute of Food Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China

Abstract: Eleven grain quality traits and RVA profiles were analyzed by the methods of cluster analysis and phenotypic principal component analysis, using 32 main *japonica* rice cultivars from Yunnan plateau as materials. Of the widely grown *japonica* rice cultivars from Yunnan plateau, 9.4% and 12.5% met the edible rice grain quality standard, Grade 2 and Grade 3, respectively, and all the others were below Grade 3. The mean of brown rice rate, transparency, ADV, amylose content and protein content met the standard of Grade 2, while milled rice rate and chalky area met the standard of Grade 3. Of the grain quality traits and RVA profiles studied, chalky area and setback value showed the greatest variation, their variation coefficients being 99.77% and 34.32%, respectively. The 32 cultivars were clustered into six groups according to genetic distance, and 40.6% of them fell into Group III. Of the 8 principal component factors affecting grain quality traits and RVA profiles, the first principal component factors (head rice rate and chalky rice rate) and the second principal component factor, amylose content, gave a cumulative contribution rate of 46.6% to grain quality. Therefore, it is important to increase head rice rate, decrease chalky rice rate and select medium amylose content in Yunnan *japonica* rice breeding. At the same time, it is also necessary to broaden its genetic basis.

Key words: *japonica* rice of Yunnan Plateau; grain quality; RVA profile; cluster analysis; principal component analysis

责任编辑 夏 娟

