

稻米淀粉RVA谱特征值及理化指标与食味值的相关性

闫影*, 张丽霞*, 万常照, 曹黎明, 吴书俊**

上海市农业科学院作物育种栽培研究所, 上海201403

摘要: 本文测定了75份水稻(*Oryza sativa*)材料的食味品质理化指标、RVA (rapid visco-analyzer, 快速粘度仪)谱特征值和米饭食味值, 并按不同直链淀粉含量(AC)分为粳米和软米两组对数据进行了相关性分析。结果表明: (1)粳米材料中米饭食味值与胶稠度(GC)、蛋白质含量(PC)、糊化温度(PaT)、峰值粘度(PKV)和保持粘度(HPV)显著相关, 食味值高的品种GC大、PC小、PaT低、PKV高、HPV高; (2)软米材料中米饭食味值与AC、GC、PaT、峰值时间(PeT)、PKV、HPV、最终粘度(CPV)和回复值(CSV)显著相关, 食味值高的品种AC小、GC大、PaT低、PeT短、PKV低、HPV低、CPV低、CSV低; (3)只在AC较低的情况下, AC与RVA谱部分特征值间有显著相关性。

关键词: 直链淀粉含量(AC); 粳米; 软米; RVA谱特征值; 米饭食味值

“民以食为天”。随着我国城镇居民生活水平的提高, 特别是长三角地区人们对稻(*Oryza sativa*)米品质尤其是食味品质的要求越来越高, 稻米生产和消费市场优良食味大米需求量与日俱增。所以, 近年来改良稻米食味品质已成为水稻育种家的主要攻关目标。

常用的评价稻米食味品质方法有理化指标测定法和人工品尝法(陈能等1997)。理化指标测定法主要是对影响稻米食味品质的理化指标如直链淀粉含量(amylose content, AC)、胶稠度(gel consistency, GC)等进行测定。已有的研究表明, AC的高低是决定稻米食用品质的关键因素之一, 同时稻米食用品质也受支链淀粉的结构等因素的影响。但仅仅依靠理化指标的测定, 并不能真正明确稻米的食味特征, 往往具有相同指标的品种其实际食味口感差异明显(张小明等2002)。而人工品尝法尽管由于依赖评价人的各种感官特质, 不同年龄、味觉敏感性、食味偏好等原因会造成一些误差(陈能等1999; 熊善柏等2002), 但仍然是目前评价稻米食味品质较为实际、客观的方法。不过该方法由于操作程序繁琐无法在优质稻米培育过程中对大量育种材料进行高通量的评价。近年来食味品质研究多采用可见光/近红外光谱仪器(米饭食味仪)替代人的感官鉴定来测定米饭的食味值。食味仪测定的食味值与食味品尝综合值呈极显著相关的研究报道也较多, 张巧凤等(2007)的研究表明二者间的相关系数达到0.768 (赖穗春等2011)。米饭食味计具有用样量少、简便、结果重现性好等优点, 已逐步应用于稻米的食味品质检测工作, 而快速粘度仪 (rapid visco-analyzer, RVA)

的应用更加丰富了稻米食味品质测定的技术手段。稻米淀粉RVA谱是指一定量的米粉和水在快速加热和冷却过程中, 米浆的黏滞性发生一系列变化形成的特征曲线。根据该曲线, 可进一步确定糊化温度、峰值粘度等特征值(赵庆勇等2014)。由于模拟了米饭的蒸煮过程, 因此, 淀粉RVA谱特征值与稻米蒸煮食味品质密切相关, 可作为评价蒸煮食味品质优劣的重要指标, 也可作为优质稻品种选育中的食味品质选择指标(贾良等2008; 隋炯明等2005; Deffenbaugh和Walker 1989; Reddy等1994)。相对于人工品尝法, 米饭食味仪和RVA由于可以进行批量分析, 在优质稻米早期选育阶段具有很好的应用价值。

我国栽培稻主要分为籼稻(*O. sativa* ssp. *indica*)和粳稻(*O. sativa* ssp. *japonica*)两个亚种。粳稻按照AC不同可分为粳米、软米和糯米(*O. sativa* var. *glutinosa*)。其中软米是近年来广受关注的一类粳稻材料, 其稻米外观呈云雾状、乳白色, 透明度略差; AC低、软胶稠度、冷后不回生等优质特性使其蒸煮食味品质明显优于普通的粳米材料(李存龙等2008; 罗龙等2012; 姚姝等2010)。

本实验主要选择适于长三角地区种植推广的粳稻品种, 根据AC不同, 将其分为粳米(AC在13.9%~19.4%之间)和软米(AC在4.4%~11.5%之

收稿 2016-07-20 修定 2016-09-27

资助 上海市种业发展项目[沪农科种字(2016)第1-3号]、2016年度上海市农业科学院青年人才成长计划[沪农青字(2016)第1-2号]和崇明县科学技术发展资金项目(CK2015-02)。

* 并列第一作者。

** 通讯作者(E-mail: wushujun@saas.sh.cn)。

间)。通过测定各品种的RVA谱特征值、食味品质理化指标及米饭食味值,按照粳米和软米两类进行各指标的相关性分析,明确分别影响粳米和软米蒸煮食味品质的指标,以期建立一种较准确的稻米食味品质评价方法,为今后优质米新品种培育提供技术支持。

材料与amp;方法

1 材料

常规粳稻(*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*)材料75个,包括粳米材料56个,软米材料19个,于2015年正季种植于上海市农业科学院庄行综合试验站,常规水肥管理。具体材料名称见表1。

表1 实验所用水稻材料
Table 1 Rice varieties used in this experiment

材料名称	稻米类型	材料名称	稻米类型	材料名称	稻米类型
‘JS106’	粳米	‘沪12-21’	粳米	‘武运粳29号’	粳米
‘JS117’	粳米	‘沪12-373’	粳米	‘秀水134’	粳米
‘JS118’	粳米	‘沪早35号’	粳米	‘秀水52’	粳米
‘JS120’	粳米	‘沪粳144’	粳米	‘早熟秀水123’	粳米
‘JS121’	粳米	‘沪香粳151’	粳米	‘JSZ1’	粳米
‘JS125’	粳米	‘沪香12-210’	粳米	‘嘉64’	粳米
‘JS131’	粳米	‘沪香12-211’	粳米	‘沪香软412’	软米
‘JS139’	粳米	‘沪香12-258’	粳米	‘沪1538’	软米
‘JS140’	粳米	‘沪香12-66’	粳米	‘沪软12-12’	软米
‘JS156’	粳米	‘金农香粳1267’	粳米	‘沪软13-299’	软米
‘JS164’	粳米	‘沪香粳106’	粳米	‘沪香软203’	软米
‘JS178’	粳米	‘淮香粳15’	粳米	‘嘉58’	软米
‘JS181’	粳米	‘嘉64’	粳米	‘武进香软米’	软米
‘沪1524’	粳米	‘嘉花1号’	粳米	‘南粳46’	软米
‘沪1526’	粳米	‘武2330’	粳米	‘沪香软450’	软米
‘沪1528’	粳米	‘武2337’	粳米	‘沪早香软2号’	软米
‘光明粳3号’	粳米	‘武3098’	粳米	‘沪香软131’	软米
‘沪LPR18’	粳米	‘武3132’	粳米	‘青香软粳’	软米
‘WDR129’	粳米	‘武3338’	粳米	‘武4192’	软米
‘WDR35’	粳米	‘武3356’	粳米	‘武4193’	软米
‘WDR48’	粳米	‘武3414’	粳米	‘8004’	软米
‘秀水114’	粳米	‘武6069’	粳米	‘沪香软380’	软米
‘丙11-107’	粳米	‘武6114’	粳米	‘沪香软419’	软米
‘秀水121’	粳米	‘武运粳31号’	粳米	‘沪香软540’	软米
‘常农粳5号’	粳米	‘武运粳19号’	粳米	‘沪香软379’	软米

2 稻米食味品质理化指标测定

AC 和 GC 分别按照国家标准 GB/T 15683-2008《大米 直链淀粉含量的测定》和 GB/T 22294-2008《粮油检验 大米胶稠度的测定》进行测定。碱消值(alkali spreading value, ASV)按照农业部标准 NY 147-88《米质测定方法》进行测定。利用北京东孚久恒仪器技术有限公司与日本佐竹公司合作研发的 JSWL 型大米食味计对蛋白质含量(protein content, PC)进行测定,每个样品重复测定两次取平均值。

3 稻米淀粉RVA谱特征值的测定

采用瑞典波通仪器公司的快速粘度仪(RVA-Ezi),按照国家标准GB/T 24852-2010《大米及米粉糊化特性测定快速粘度仪法》测定大米米粉糊化特性,并利用配套的软件TCW3对数据进行分析。开启电源,预热30 min,称取样品3 g(含水量12%),蒸馏水25 mL。测定时罐内温度变化:50℃保持1 min,以12℃·min⁻¹上升到95℃(3.75 min),95℃保持2.5 min,以12℃·min⁻¹下降到50℃(3.75 min),50℃保持1.4 min。搅拌器在起始10 s内转动速度为960

r·min⁻¹, 以后保持在160 r·min⁻¹。RVA谱特征值主要有8个: 糊化温度(pasting temperature, PaT)是试样加热后粘度开始增大的温度, 峰值粘度(peak viscosity, PKV)是规定条件下加热使试样开始糊化至冷却前达到的最大粘度值, 峰值时间(peak time, PeT)是规定条件下试样开始加热至达到峰值粘度的时间, 最终粘度(final viscosity, CPV)是规定条件下测试结束时的试样粘度值, 保持粘度(holding strength, HPV)是规定条件下试样达到峰值粘度后在冷却期间的最小粘度值, 崩解值(breakdown, BDV)是峰值粘度与保持粘度的差值, 消减值(setback, SBV)是最终粘度与峰值粘度的差值, 回复值(consistence, CSV)是最终粘度与保持粘度的差值。粘度单位采用“rapid visco unit”, 即RVU表示。

4 米饭食味值测定

利用日本佐竹公司研发的STA1B型米饭食味计对米饭食味值进行测定, 每个样品重复测定3次取平均值。

5 数据分析

利用统计软件SPSS 18.0对实验数据进行相关性分析。

实验结果

1 粳米和软米各指标数据比较

所有参试材料理化指标、稻米淀粉RVA谱特征值及米饭食味值按粳米和软米两类列于表2。理化指标中软米的AC明显低于粳米; GC、米饭食味值明显高于粳米; ASV和PC与粳米相差不大。RVA特征值中, 软米的PeT变幅较粳米大, 但均值和中位数相差不大; PKV变幅较粳米大, 均值和中位数相对粳米也明显偏大; HPV、CPV、SBV和CSV均比粳米要小, 其中HPV的均值和中位数却与粳米相差不大, 软米的SBV全部为负值; BDV变幅较粳米大, 均值和中位数也明显大于粳米。通过中位数和均值比较可以看出, 粳米和软米各项数据分布较对称, 无明显偏分布。

表2 粳米和软米各指标的变幅、均值和中位数
Table 2 Index ranges, means and medians of japonica rice and soft rice

	变幅		均值		中位数	
	粳米	软米	粳米	软米	粳米	软米
AC/%	13.9~19.4	4.4~11.5	17.0	8.1	17.1	8.9
GC/mm	53~74	76~102	66	82.6	67	81
ASV/级	5~7	5~6.5	6.2	5.9	6.2	6
PC/%	7.7~10.1	7.2~14.3	8.8	8.9	8.8	8.3
PaT/°C	66.0~85.1	66.7~71.3	71.8	68.8	70.7	69.9
PeT/min	5.8~6.3	3.3~6.4	6.0	5.6	6.0	5.9
PKV/RVU	197.4~347.3	179.9~341.8	235.5	289.7	232.4	298.9
HPV/RVU	117.1~192.1	97.4~180.5	146.8	148.5	146.7	157.1
CPV/RVU	221.6~322.8	94.2~251.4	255.8	197.4	257.9	212.5
BDV/RVU	65.8~155.2	71.7~242.3	88.6	151.8	87.9	139.3
SBV/RVU	-24.5~45.5	-179.1~-16.0	20.4	-81.2	22.5	-75.8
CSV/RVU	94.7~130.7	28.3~71.3	109.0	60.9	108.1	63.5
米饭食味值/分	56~75	76~98	67	83	67	83

中位数指数列按顺序排列后, 处于中间位置的数值(偶数数列为中间位置两数值的平均值)。当数据呈对称分布或接近对称分布时, 均值和中位数相等或接近相等。

2 RVA谱特征值与理化指标的相关性

为进一步了解RVA谱特征值与理化指标之间的关系, 本研究分粳米和软米两组对淀粉RVA谱特征值与理化指标进行了相关性分析。由表3可知, 粳米材料中, ASV与SBV极显著正相关; GC与PaT

以及ASV与PKV、HPV极显著负相关, ASV与CPV、BDV显著负相关; 而RVA谱各特征值与AC和PC均相关不显著; 这说明, 粳米中AC在一定幅度变化时, 对稻米淀粉粘度特性影响不大。而GC与PaT以及ASV与PKV和HPV的相关性较好可能

表3 粳米淀粉RVA特征值与理化指标之间的相关性

Table 3 Correlation between RVA profile characteristics and physical/chemical indicators of japonica rice

	PaT	PeT	PKV	HPV	CPV	BDV	SBV	CSV
AC	-0.214	-0.036	-0.134	-0.170	0.159	-0.045	0.030	0.040
GC	-0.398**	0.088	0.012	0.064	0.016	-0.047	-0.001	-0.124
ASV	0.115	-0.066	-0.425**	-0.394**	-0.291*	-0.298*	0.359**	0.157
PC	0.022	0.024	0.122	0.108	0.104	0.092	-0.077	0.037

*: 显著相关($P<0.05$); **: 极显著相关($P<0.01$)。表4~6同。

与支链淀粉的结构有关。

由表4可知, 软米材料中, AC与PeT、HPV、CPV、CSV极显著正相关, AC与SBV以及ASV与PeT、CPV、CSV显著正相关; GC与PeT、HPV、CPV、CSV以及PC与PeT、SBV极显著负相关, GC与PKV以及PC与CSV显著负相关; 其余均相关不显著。

与粳米相比, 软米的AC与淀粉的粘度特性关系更加密切, 低AC软米在蒸煮过程中会更快的到达峰值粘度, 淀粉颗粒进一步崩解, 保持粘度也较低; 逐渐冷却过程中, 淀粉分子间重聚合率较低, 即冷后不易回生。GC和PC则与AC对淀粉粘度的关联是相反的。软米的ASV与淀粉粘度特性的关系不如粳米显著。

表4 软米淀粉RVA特征值与理化指标之间的相关性

Table 4 Correlation between RVA profile characteristics and physical/chemical indicators of soft rice

	PaT	PeT	PKV	HPV	CPV	BDV	SBV	CSV
AC	0.320	0.853**	0.344	0.710**	0.633**	-0.089	0.524*	0.607**
GC	-0.205	-0.861**	-0.552*	-0.710**	-0.640**	-0.156	-0.278	-0.718**
ASV	-0.040	0.567*	0.181	0.202	0.472*	-0.157	0.194	0.561*
PC	-0.206	-0.609**	0.058	-0.436	-0.350	0.301	-0.689**	-0.524*

为进一步探究不同AC与RVA谱特征值间的关系, 再将软米材料分为两组: 1 (AC: 4.4%~8.9%)和2 (AC: 8.9%~11.5%); 将粳米材料分为三组: 3 (AC: 13.9%~16%)、4 (AC: 16%~17%)和5 (AC: 17%~19.4)。图1是按上述5组分别选出不同类型AC代表材料的RVA特征谱图, 结合相关性分析(表5)进

一步比较粳米和软米分别在不同AC梯度下淀粉的粘度特性。除第一组中AC与PaT、HPV、CPV在极显著正相关、与CSV显著正相关外, 其余4组中AC与其余各项均相关不显著, 这说明在较低AC情况下, AC与淀粉粘度特性有内在的关联, 而在中高AC情况下, 其与淀粉的粘度特性并无内在联系。

3 各指标与食味值的相关性

食味品质是一个综合性指标, 为了明确不同测定指标与米饭食味值的关联性, 本研究分粳米和软米两组对食味值和各项测定指标进行了相关性分析。由表6可知, 粳米材料中, GC与米饭食味值极显著正相关; PKV、HPV与米饭食味值显著正相关; PC、PaT与米饭食味值极显著负相关。软米材料中, GC与米饭食味值极显著正相关, AC、PeT、HPV、CPV与米饭食味值极显著负相关; PaT、PKV、CSV与米饭食味值显著负相关。

影响粳米食味的理化指标主要体现在GC和PC上, GC越大, PC越低, 粳米的米饭食味值越高。

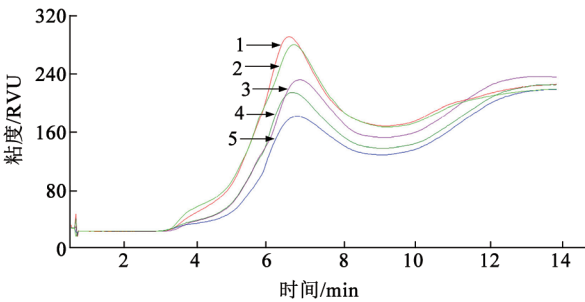


图1 不同AC稻米品种的RVA谱

Fig.1 RVA profiles of rice varieties with different ACs
1: AC (8.4%); 2: AC (10.8%); 3: AC (15.5%); 4: AC (16.5%); 5: AC (18.2%)。

表5 不同AC梯度下稻米AC与RVA特征值间的相关性

Table 5 Correlation between AC and RVA profile characteristics of rice varieties with different ACs

组别	PaT	PeT	PKV	HPV	CPV	BDV	SBV	CSV
1	0.318	0.891**	0.564	0.817**	0.873**	-0.112	0.447	0.700*
2	-0.275	0.610	0.101	0.370	0.638	-0.352	0.199	0.629
3	0.295	-0.016	-0.513	-0.364	-0.363	-0.342	0.267	-0.034
4	-0.219	-0.027	-0.044	-0.001	-0.062	-0.094	-0.001	-0.187
5	-0.124	-0.094	-0.305	-0.327	-0.335	-0.201	0.122	-0.250

表6 各指标与食味值的相关性

Table 6 Correlation between taste value and every indicator

米饭食味值	AC	GC	ASV	PC	PaT	PeT	PKV	HPV	CPV	BDV	SBV	CSV
粳米	0.045	0.357**	-0.382	-0.411**	-0.421**	0.153	0.297*	0.341*	0.236	0.138	-0.210	-0.185
软米	-0.695**	0.756**	-0.253	0.321	-0.503*	-0.793**	-0.461*	-0.733**	-0.671**	-0.002	-0.387	-0.492*

粳米淀粉的粘度特性对食味的影响主要体现在PaT、PKV和HPV上,即糊化温度越低,峰值粘度越高,保持粘度越高,粳米的米饭食味值越高。根据以上比较分析发现GC与RVA谱特征值间存在一定的内在联系,高GC材料,PaT较低,从而米饭食味值偏高。PC低与RVA特征谱值并无显著相关性,说明它与粳米淀粉的粘度特性没有内在联系。

影响软米食味的主要理化指标是AC和GC,AC越低、GC越高,软米的米饭食味值越高。软米淀粉的粘度特性对食味的影响主要体现在PaT、PeT、PKV、HPV、CPV和CSV上,即糊化温度越低,峰值时间越短,峰值粘度越低,保持粘度越低,最终粘度越低,回复值越低,米饭食味值越高。分析理化指标与RVA谱特征值间的关系发现,AC越高,峰值时间越长,保持粘度越高,最终粘度也越高,而食味值越低。GC与RVA谱特征值间的关系与之相反。这也证明了AC和GC的遗传内在关系。

讨 论

本研究将75份粳稻材料分为粳米和软米两组分别分析淀粉RVA特征谱值及理化指标与米饭食味值的关系,研究表明,粳米中区分米饭食味优劣的主要RVA特征谱值是PaT、PKV和HPV;而区分软米米饭食味优劣的主要指标是PaT、PeT、PKV、HPV、CPV和CSV。贾良等(2008)研究发现区分稻米蒸煮食味品质的主要RVA特征谱值是BDV、SBV、CSV等。隋炯明等(2005)认为除

PKV外,RVA谱的其余特征值与食味品质主要指标都呈极显著相关。胡培松等(2004)研究表明,食味与单个RVA特征值相关程度较低,与BDV相关系数相对较大。本研究与上述研究的结果有明显不同,主要原因据分析有两个。首先,前人研究多数是综合籼稻、粳稻和糯稻的数据进行混合分析,而本研究根据长三角地区水稻品种的实际种植情况及市场需求合理选择粳稻材料,根据AC不同再分为粳米和软米两组进行各指标的测定,更加科学地分析粳稻米饭食味与食味品质相关理化指标和RVA谱特征值间的关系。其次,贾良等(2008)和胡培松等(2004)的研究都是通过分析RVA谱特征值与食味品质相关理化指标(AC、GC等)的关系来间接说明RVA谱特征值对稻米食味的影响,本研究的米饭食味值是利用米饭食味计测定的数值,相对于食味品质相关理化指标,更加直接、准确地代表了米饭的蒸煮食味优劣。

AC和GC是普遍用来衡量稻米食味品质优劣的重要理化指标(王丰等2003)。然而,实验结果表明在本研究的粳米中,AC与食味值的相关性并不大,这与李刚等(2009)的研究结果基本一致。相关性分析发现,粳米的AC与RVA特征谱值相关性不显著,且较高AC的软米,AC与RVA特征谱值相关性也不显著。这个结果可以解释具有相同或相似AC的水稻材料蒸煮食味品质却相差很大的现象。因此,在今后的稻米食味品质评价工作中,应该根据不同AC材料,有针对性地选择相应食味品质测定指标。

无论在粳米还是软米材料中, GC、PaT、PKV和HPV均与米饭食味值有显著相关性, 说明这四个指标对于粳稻米饭食味均有影响, 在今后的稻米蒸煮食味评价工作及优质米育种中应给予足够的重视。

本研究结果表明, 在优质稻米选育工作中, 粳米的选择指标应为软胶稠度、低蛋白质含量、低糊化温度、高峰值粘度和保持粘度; 软米的选择指标应为低直链淀粉含量、软胶稠度、低糊化温度、短的峰值时间、低峰值粘度、低保持粘度、低最终粘度及回复值。

参考文献

- Chen N, Luo Y, Zhu Z, Zhang B, Zheng Y, Xie L (1997). Correlation between eating quality and physico-chemical properties of high grain quality rice. *Chin J Rice Sci*, 11 (2): 70–76 (in Chinese with English abstract) [陈能, 罗玉坤, 朱智伟, 张伯平, 郑有川, 谢黎红(1997). 优质食用稻米品质的理化指标与食味的相关性研究. *中国水稻科学*, 11 (2): 70–76]
- Chen N, Luo YK, Zhu ZW, Xie LH (1999). Studies on the texture and palatability of cooked rice. *Chin J Rice Sci*, 13 (3): 152–156 (in Chinese with English abstract) [陈能, 罗玉坤, 朱智伟, 谢黎红 (1999). 食用稻米米饭质地及适口性的研究. *中国水稻科学*, 13 (3): 152–156]
- Deffenbaugh LB, Walker CE (1989). Comparison of starch pasting properties in the Brabender viscoamylograph and the rapid visco-analyzer. *Cereal Chem*, 66 (6): 493–499
- Hu PS, Zhai HQ, Tang SQ, Wan JM (2004). Rapid evaluation of rice cooking and palatability quality by RVA profile. *Acta Agron Sin*, 30 (6): 519–524 (in Chinese with English abstract) [胡培松, 翟虎渠, 唐绍清, 万建民(2004). 利用RVA快速鉴定稻米蒸煮及食味品质的研究. *作物学报*, 30 (6): 519–524]
- Jia L, Ding XY, Wang PR, Deng XJ (2008). Rice RVA profile characteristics and correlation with the physical/chemical quality. *Acta Agron Sin*, 34 (5): 790–794 (in Chinese with English abstract) [贾良, 丁雪云, 王平荣, 邓晓建(2008). 稻米淀粉RVA谱特征及其与理化品质性状相关性的研究. *作物学报*, 34 (5): 790–794]
- Lai SC, Motonobu K, Wang ZD, Takashi M, Huang DQ, Li H, Lu DC, Zhou DG, Zhou SC (2011). Cooking and eating quality of indica rice varieties from South China by using rice taste analyzer. *Chin J Rice Sci*, 25 (4): 435–438 (in Chinese with English abstract) [赖穗春, 河野元信, 王志东, 三上隆司, 黄道强, 李宏, 卢德城, 周德贵, 周少川(2011). 米饭食味计评价华南籼稻食味品质. *中国水稻科学*, 25 (4): 435–438]
- Li CL, Yang F, Luo L, Luo TG, Liu N, Lu GH (2008). Germplasm resources of Yunnan aromatic and soft rice and research and utilization in rice breeding. *Southwest China J Agric Sci*, 21 (5): 1450–1455 (in Chinese with English abstract) [李存龙, 杨芬, 罗龙, 罗天刚, 刘娜, 卢光辉(2008). 云南香型软米水稻资源及在水稻育种中的研究利用. *西南农业学报*, 21 (5): 1450–1455]
- Li G, Deng QM, Li SC, Wang SQ, Li P (2009). Correlation analysis between RVA profile characteristics and quality in rice. *Chin J Rice Sci*, 23 (1): 99–102 (in Chinese with English abstract) [李刚, 邓其明, 李双成, 王世全, 李平(2009). 稻米淀粉RVA谱特征与品质性状的相关性. *中国水稻科学*, 23 (1): 99–102]
- Luo L, Tao YH, Wei YG, Luo TG, Lu GH, Yang F, Li SJ, Zhao DW, Shen SA, Li CL (2012). Genetic effects of agronomic traits in Yunnan aromatic soft rice resources. *J Plant Genet Resour*, 13 (6): 992–996 (in Chinese with English abstract) [罗龙, 陶永宏, 韦永贵, 罗天刚, 卢光辉, 杨芬, 李仕金, 赵大伟, 申世安, 李存龙 (2012). 云南香型软米水稻资源农艺性状遗传效应研究. *植物遗传资源学报*, 13 (6): 992–996]
- Reddy KR, Subramanian R, Zakiuddin S, Bhattacharya KR (1994). Viscoelastic properties of rice-flour pastes and their relationship to amylose content and rice quality. *Cereal Chem*, 71 (6): 548–552
- Sui JM, Li X, Yan S, Yan CJ, Zhang R, Tang SZ, Lu JF, Chen ZX, Gu MH (2005). Studies on the rice RVA profile characteristics and its correlation with the quality. *Sci Agric Sin*, 38 (4): 657–663 (in Chinese with English abstract) [隋炯明, 李欣, 严松, 严长杰, 张蓉, 汤述翥, 陆驹飞, 陈宗祥, 顾铭洪(2005). 稻米淀粉 RVA谱特征与品质性状相关性研究. *中国农业科学*, 38 (4): 657–663]
- Wang F, Cheng FM, Zhong LJ, Sun ZX (2003). Difference of RVA profile among different early Indica rice varieties and effect of temperature at grain filling stage on it. *Chin J Rice Sci*, 17 (4): 328–332 (in Chinese with English abstract) [王丰, 程方民, 钟连连, 孙宗修(2003). 早籼稻米RVA谱特性的品种间差异及其温度效应特征. *中国水稻科学*, 17 (4): 328–332]
- Xiong S, Zhao X, Li J, Tan R (2002). Study on the correlations between physicochemical properties and sensory qualities of cooked rice. *J Huazhong Agric Univ*, 21 (1): 83–87 (in Chinese) [熊善柏, 赵思明, 李建林, 谭汝成(2002). 米饭理化指标与感官品质的相关性研究. *华中农业大学学报*, 21 (1): 83–87]
- Yao S, Chen T, Zhang YD, Zhu Z, Zhao L, Zhao QY, Zhou LH, Wang CL (2010). Pyramiding of translucent endosperm mutant gene *Wx-mq* and rice stripe disease resistance gene *Stv-b'* by marker-assisted selection in rice (*Oryza sativa*). *Chin J Rice Sci*, 24 (4): 341–347 (in Chinese with English abstract) [姚姝, 陈涛, 张亚东, 朱镇, 赵凌, 赵庆勇, 周丽慧, 王才林(2010). 分子标记辅助选择聚合水稻暗胚乳突变基因 *Wx-mq* 和抗条纹叶枯病基因 *Stv-b'*. *中国水稻科学*, 24 (4): 341–347]
- Zhang QF, Ji JA, Zhang YD, Zhao L, Zhu Z, Wang CL (2007). Correlation analysis between tested value and comprehensive taste evaluation of japonica rice. *Jiangsu J Agric Sci*, 23 (3): 161–165 (in Chinese with English abstract) [张巧凤, 吉健安, 张亚东, 赵凌, 朱镇, 王才林(2007). 粳稻食味仪测定值与食味品尝综合值的相关性分析. *江苏农业学报*, 23 (3): 161–165]
- Zhang X, Wang Y, Bao G, Ye S (2002). Advances in evaluation for cooked rice taste quality. *Seed*, (1): 52–53 (in Chinese) [张小明, 王仪春, 鲍根良, 叶胜海(2002). 稻米食味评价的进展. *种子*, (1): 52–53]
- Zhao QY, Zhang YD, Zhu Z, Chen T, Zhou LH, Yao SH, Yu X, Wang CL (2014). Effects of sowing dates and sites on starch RVA profile characteristics of different ecological types of rice (*Oryza sativa* L. japonica). *Jiangsu J Agric Sci*, 30 (1): 1–8 (in Chinese with English abstract) [赵庆勇, 张亚东, 朱镇, 陈涛, 周丽慧, 姚姝, 于新, 王才林(2014). 播期与地点对不同生态类型粳稻淀粉RVA谱特性的影响. *江苏农业学报*, 30 (1): 1–8]

Correlation analysis between taste value and RVA profile characteristics as well as physical/chemical indicator in rice

YAN Ying*, ZHANG Li-Xia*, WAN Chang-Zhao, CAO Li-Ming, WU Shu-Jun**

Crop Breeding and Cultivation Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China

Abstract: This paper presents a correlation analysis between taste value and RVA (rapid visco-analyzer) profile characteristics as well as physical/chemical indicators of 75 rice varieties, which were divided into *japonica* rice and soft rice according to amylose content (AC). The results are listed as follows. (1) Taste value had significant correlation with gel consistency (GC), protein content (PC), pasting temperature (PaT), peak viscosity (PKV) and hot paste viscosity (HPV) in *japonica* rice. *Japonica* rice varieties with higher taste value had higher GC, PKV, HPV and lower PC and PaT. (2) Taste value had significant correlation with AC, GC, PaT, peak time (PeT), PKV, HPV, cool paste viscosity (CPV) and consistence (CSV) in soft rice. Soft rice varieties with higher taste value had lower AC, PaT, PeT, PKV, HPV, CVP, CSV and higher GC. (3) AC had significant correlation with RVA profile only in low AC rice varieties.

Key words: amylose content (AC); *japonica* rice; soft rice; RVA profile characteristic; taste value

Received 2016-07-20 Accepted 2016-09-27

This work was supported by Shanghai Agriculture Applied Technology Development Program (Grant No. Z2016013), the Youth Talent Development Plan of Shanghai Municipal Agricultural System (Grant No. 20160102), and Science and Technology Development Program of Chongming County, China (Grant No. CK2015-02).

*Co-first authors.

**Corresponding author (E-mail: wushujun@saas.sh.cn).