

两个籼稻品种垩白对稻米蒸煮食味与营养品质的影响

刘奇华 蔡建 刘敏 柴廷友 李天*

(四川农业大学 农学院, 四川 雅安 625014; E-mail: lqhj79@163.com; * 通讯联系人, E-mail: lghhlt@hotmail.com)

Effect of Chalkiness on Cooking, Eating and Nutritional Quality in Two indica Rice

LIU Qi hua, CAI Jian, LIU Min, CHAI Ting you, LI Tian*

(College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; E-mail: lqhj79@163.com; * Corresponding author, E-mail: lghhlt@hotmail.com)

Abstract: The effect of chalkiness on eating, cooking and nutritional quality was investigated with Gangyou 527 (indica hybrid rice) and Zhaiyeqing 8 (conventional indica rice) as materials. Compared with milled rice without chalkiness, amylose content, final viscosity, setback and consistence increased significantly, gel consistency, peak viscosity and breakdown decreased remarkably and other RVA values did not have significant changes in chalky milled rice of Gangyou 527. The difference in the above indices between chalky and non-chalky milled rice in Zhaiyeqing 8 was not remarkable. Crude protein content of chalky milled rice in Zhaiyeqing 8 was significantly lower than that of non-chalky rice, but there was not remarkable changes between chalky and non-chalky milled rice in Gangyou 527. Glutelin content fell significantly, albumin, globulin, prolamine and lysine contents did not change remarkably in chalky milled rice compared with non-chalky milled rice in the two varieties.

Key words: rice; chalkiness; cooking and eating quality; nutritional quality; starch viscosity (RVA profile)

摘要: 以冈优 527 (杂交籼稻) 和窄叶青 8 号 (常规籼稻) 为材料, 研究垩白对稻米蒸煮食味品质及营养品质的影响。与非垩白米相比, 冈优 527 垩白米的直链淀粉含量极显著升高, 最终黏度、消减值、回复值显著升高, 胶稠度、峰值黏度、崩解值显著降低, RVA 谱的其余指标无显著变化。窄叶青 8 号垩白米与非垩白米的上述各指标间无显著差异。窄叶青 8 号垩白米的粗蛋白含量显著低于非垩白米, 而冈优 527 垩白米的粗蛋白含量与非垩白米相比无显著变化。2 个品种垩白米的清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白、赖氨酸含量与非垩白米间无显著差异, 但谷蛋白含量显著低于非垩白米。

关键词: 稻米; 垩白; 蒸煮食味品质; 营养品质; 淀粉黏滞性 (RVA 谱)

中图分类号: S511.033

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2007)03-0327-04

垩白是指稻米胚乳中不透明的部分。有关垩白形成的原因前人已做过多方面的探索^[1-12]。沈波^[1]、汤圣祥等^[2]的研究表明, 垩白米胚乳细胞内的复合淀粉粒呈圆形, 排列疏松, 淀粉粒间充气。Tashiro 等^[3]、Seo 等^[4]认为, 源器官供应库器官的光合产物不足是导致垩白发生的原因之一。王忠等^[5]认为, 米粒上离糊粉层较远部位的养分运输路线较长, 容易形成垩白, 如腹部和中部。钟旭华等^[6]认为, 稻米垩白的发生与根系活力有关, 水稻结实期根系活力与稻米垩白呈显著负相关。然而, 关于垩白对稻米品质影响的报道还相对较少^[13-16]。具有垩白的稻米透明度较差, 在加工时碎米率高^[13], 蒸煮时容易发生纵裂和横裂^[14]。因此, 垩白的发生不仅影响稻米的外观和加工品质, 而且在某种程度上还影响蒸煮品质。不过, 垩白是否对稻米的食味品质及营养品质产生影响, 现有的研究却少有涉及^[15-16], 尤其是对营养品质的影响更是鲜见报道。本试验选用 1 个常规籼稻和 1 个杂交籼稻为研究对象, 拟初步研究垩白对稻米蒸煮食味品质及营养品质的影响, 以为垩白米的品质改良提供依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验材料与试验地点

供试材料为籼稻品种窄叶青 8 号 (垩白率 53.0%, 垩白度 14.8%), 杂交籼稻品种冈优 527 (垩白率 34.0%, 垩白度 9.08%)。试验在四川农业大学农场进行, 供试土壤为紫色土, 基础肥力如下: 土壤有机质 20.18 g/kg, 全氮 1.31 g/kg,

速效氮 110.95 mg/kg, 速效磷 26.52 mg/kg, 速效钾 143.42 mg/kg, pH 6.60。2006 年 4 月 2 日播种, 5 月 10 日移栽, 常规田间管理, 适时收获。收获后的材料经风干, 脱壳, 去糙, 然后在 2 个品种中挑选垩白面积大于 50% 的精米和无垩白精米, 作为测试用的垩白样品和非垩白样品。

1.2 试验测定方法

1.2.1 淀粉黏滞性 (RVA 谱) 和胶稠度、表观直链淀粉含量的测定

使用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生产的 Super 3 型 RVA (Rapid Viscosity Analyzer) 仪测定淀粉的黏滞性。当米粉含水量为 12.00% 时, 样品量为 3.0000 g, 蒸馏水为 25.0000 g。在测定过程中, 罐内温度变化如下: 50℃ 下保持 1 min, 以 11.84℃/min 的速率上升到 95℃ (3.8 min) 并保持 2.5 min, 再以 11.84℃/min 的速率下降到 50℃ 并保持 1.4 min。搅拌器的转动速率在起始 10 s 内为 960 r/min, 之后保持在 160 r/min。重复测定 3 次。运用 TWC (Thermal Cycle for Windows) 配套软件分析测定结果。

RVA 谱特征值主要以峰值黏度 (peak viscosity)、最低黏度 (trough viscosity)、最终黏度 (final viscosity)、崩解值 (breakdown, 峰值黏度与最低黏度之差)、消减值 (setback, 最

收稿日期: 2006-11-29; 修改稿收到日期: 2007-01-26。

基金项目: 四川省教育厅重点研究资助项目 (2006A010); 四川农业大学青年科技创新基金资助项目 (04030100)。

第一作者简介: 刘奇华 (1979-), 男, 硕士研究生。

终黏度与峰值黏度之差)、回复值(consistence, 最终黏度与最低黏度之差)、起始糊化温度(pasting temperature)、到达峰值黏度时间(peak viscosity time)表示,以 RVU(rapid viscosity unit)为单位。

胶稠度与直链淀粉含量的测定按农业部部颁标准 NY147-88《米质测定方法》进行,重复测定 3 次。

1.2.2 粗蛋白、蛋白质组分及赖氨酸含量的测定

运用 BÜCHI 全自动凯氏定氮仪测定精米粗蛋白含量,换算系数设置为 5.95。按照何照范等^[17]的方法提取测定精米中水溶性清蛋白、盐溶性球蛋白、醇溶性蛋白、碱溶性谷蛋白 4 组分的含量。按照张治安等^[18]的方法测定精米赖氨酸含量。测定均重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 垩白米与非垩白米蒸煮食味品质的差异

目前,衡量稻米蒸煮食味品质的指标已不仅仅局限于直链淀粉含量和胶稠度等,利用 RVA 速测仪测定的 RVA 谱特征值是一项能更全面、准确反映稻米食味品质优劣的重要指标。因此本试验从上述几个指标入手进行较全面的分析。

垩白米与非垩白米蒸煮食味品质各项指标的差异在 2 个品种中表现明显不同(表 1)。对于冈优 527,垩白米的直

链淀粉含量及 RVA 谱的最终黏度、消减值、回复值均明显高于非垩白米;垩白米的胶稠度、峰值黏度、崩解值则明显低于非垩白米,*t*检验表明差异达极显著或显著水平,垩白米在最低黏度、到达峰值黏度时间、起始糊化温度 3 个指标上与非垩白米无显著性差异。窄叶青 8 号的垩白米与非垩白米在各品质指标上的差别较小,*t*检验表明两者无显著差异。由此表明,垩白对冈优 527 蒸煮食味品质的影响大于窄叶青 8 号。

2.2 垩白米与非垩白米营养品质的差异

由于赖氨酸在人体内无法合成,必须从食物中摄取,而稻米中清蛋白、球蛋白、谷蛋白的赖氨酸含量均超过 3.5%,居各类作物之首^[19]。因此,稻米营养品质的评价指标不仅包含总蛋白质含量,而且还包括蛋白质各组分及赖氨酸含量。

由表 2 可知,垩白对 2 个品种稻米中蛋白质 4 组分有不同程度的影响。冈优 527 垩白米的清蛋白含量略高于非垩白米,球蛋白及醇溶蛋白含量略低于非垩白米,*t*检验表明差异未达显著水平,垩白米的谷蛋白含量比非垩白米低 0.984%,且差异达显著水平。窄叶青 8 号垩白米的清蛋白、球蛋白和醇溶蛋白含量略低于非垩白米,*t*检测表明差异均未达显著水平,垩白米的谷蛋白含量比非垩白米低 1.996%,

表 1 垩白米与非垩白米的直链淀粉含量、胶稠度及 RVA 谱特征值的差异

Table 1. Difference of gel consistency, amylose content and RVA profile characteristics between chalky and non chalky milled rice.

性状 Trait	冈优 527 Gangyou 527			窄叶青 8 号 Zhaiyeqing 8		
	非垩白米 Non chalky	垩白米 Chalky	<i>t</i> 值 <i>t</i> value	非垩白米 Non chalky	垩白米 Chalky	<i>t</i> 值 <i>t</i> value
表观直链淀粉含量 Apparent amylose content/%	23.98 ± 0.20	26.03 ± 0.21	12.200**	25.49 ± 0.20	25.12 ± 0.15	2.524
胶稠度 Gel consistency/mm	70.50 ± 7.07	52.30 ± 5.56	3.499*	84.80 ± 2.00	83.50 ± 1.50	0.889
淀粉 RVA 谱特征值 RVA profile characteristics						
峰值黏度 Peak viscosity/RVU	234.33	228.50	3.259*	210.00	212.42	1.479
最低黏度 Trough viscosity/RVU	164.17	167.33	1.642	170.75	172.08	0.455
崩解值 Breakdown/RVU	70.17	61.17	3.056*	39.25	40.33	0.469
最终黏度 Final viscosity/RVU	298.00	306.13	3.192*	304.33	305.71	0.957
消减值 Setback/RVU	63.67	77.63	3.389*	94.33	93.29	0.369
回复值 Consistence/RVU	133.83	138.79	2.902*	133.58	133.63	0.044
到达峰值黏度时间 Peak viscosity time/min	6.27	6.33	0.612	6.60	6.57	0.522
起始糊化温度 Pasting temperature/	80.80	79.95	1.401	81.60	81.95	0.449

* , ** 分别表示 5% 和 1% 显著水平。下表同。

* , ** Significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same as in the tables below.

表 2 垩白米与非垩白米蛋白质 4 组分的差异

Table 2. Difference of four components of protein between chalky and non chalky milled rice.

材料 Material	清蛋白含量 Albumin content	球蛋白含量 Globulin content	醇溶蛋白含量 Prolamine content	谷蛋白含量 Glutelin content
冈优 527 Gangyou 527				
非垩白 Non chalky milled rice	0.392 ± 0.027	0.525 ± 0.019	1.120 ± 0.023	7.420 ± 0.027
垩白 Chalky milled rice	0.398 ± 0.020	0.519 ± 0.030	1.117 ± 0.031	7.347 ± 0.022
<i>t</i> 值 <i>t</i> value	0.275	0.288	0.146	3.635*
窄叶青 8 号 Zhaiyeqing 8				
非垩白 Non chalky milled rice	0.344 ± 0.053	0.638 ± 0.027	0.712 ± 0.101	5.481 ± 0.044
垩白 Chalky milled rice	0.339 ± 0.026	0.605 ± 0.037	0.648 ± 0.036	5.378 ± 0.031
<i>t</i> 值 <i>t</i> value	0.143	1.249	1.032	3.335*

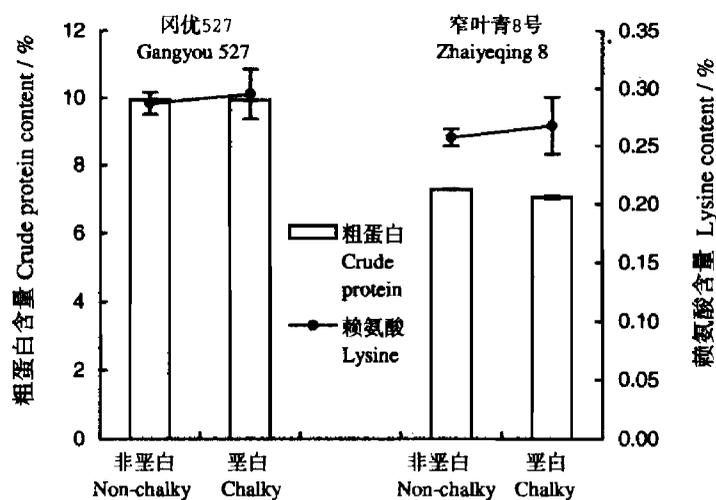


图1 垩白米与非垩白米的粗蛋白及赖氨酸含量差异

Fig. 1. Difference of crude protein and lysine contents between chalky and non-chalky milled rice.

差异达显著水平。说明垩白对2个品种稻米中清蛋白、球蛋白及醇溶蛋白的影响较小,而对谷蛋白的影响相对较大。垩白对2个品种稻米中粗蛋白含量的影响明显不同。冈优527垩白米与非垩白米的粗蛋白含量差异不明显, t 检验表明无显著性差异。窄叶青8号垩白米的粗蛋白含量比非垩白米低3.252%, t 检验表明差异达显著水平。垩白对2个品种稻米中赖氨酸含量的影响不大, t 检验显示差异均未达显著水平(图1)。

3 讨论

稻米食味品质与RVA谱特征值存在密切联系,具有较高崩解值、峰值黏度^[20],较低最低黏度、最终黏度、消减值、回复值、起始糊化温度、到达峰值黏度时间^[16]的品种,米饭较软,口感好,食味品质优。本试验结果表明,冈优527垩白米的直链淀粉含量、最终黏度、消减值、回复值极显著或显著高于非垩白米,而胶稠度、峰值黏度、崩解值则显著低于非垩白米,窄叶青8号垩白米与非垩白米的上述指标无显著差异,说明垩白能引起冈优527稻米食味品质的下降,但对窄叶青8号无显著影响。程方民等^[15]研究指出,垩白对稻米食味品质的影响因品种而异。本研究也得到类似的结论。

稻米蛋白质主要由谷蛋白、球蛋白、清蛋白、醇溶性蛋白组成,分别约占总蛋白含量的80%、10%、5%和3%,其中谷蛋白和醇溶蛋白主要存在于稻米的胚乳中,清蛋白和球蛋白主要分布于糊粉层等组织中,因此精米中的谷蛋白和醇溶蛋白与营养品质有着很大关系^[19]。赖氨酸作为稻米的第一限制氨基酸,是衡量蛋白质质量的重要指标,因而也与稻米的营养品质有着密切关联。而垩白是否对稻米蛋白质组分及赖氨酸含量产生影响,至今尚未见报道。本试验发现,垩白对冈优527稻米的粗蛋白含量无显著影响,但造成窄叶青8号的稻米粗蛋白含量显著下降;垩白对2个品种稻米中清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白、赖氨酸含量的影响未达显著水平,但导致谷蛋白含量显著下降,其中冈优527降低0.984%,窄叶青8号降低1.996%。因此,从某种程度上看,垩白降低了2个品种的稻米营养品质。

本研究中,值得注意的是垩白对2个品种稻米的直链淀

粉含量、粗蛋白含量影响不同。既然垩白是由稻米胚乳细胞充实不良所致,那么为何会出现这种品种间的差异呢?据董明辉等^[21-22]报道,稻米垩白率的高低与籽粒在穗上的部位有关,通常穗下部最高,中部次之,顶部最低,穗上、中、下部的籽粒垩白度差异无明显规律性,穗上不同位置的籽粒粗蛋白含量也存在一定差异,但差别大小因品种而异。朱海江等^[23]研究表明,水稻籽粒直链淀粉含量与它在穗上所处的位置有一定联系,一般穗顶部相对较高,穗基部相对较低。结合上述观点推测,本试验中所选取籽粒的穗位差异可能是2个品种对垩白产生不同反应的原因之一。研究表明,稻米RVA谱特征值及质地的变化与稻米中直链淀粉^[24]、脂肪、磷脂的含量^[25]、支链淀粉长短链所占比率^[26]以及蛋白质与淀粉间的互作^[27]等有关。本研究中,冈优527垩白米直链淀粉含量的显著升高可能是导致其食味品质下降的一个重要因素,其他因素尚有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 沈波. 早籼稻垩白形成中胚乳淀粉发育的电镜观察. 中国水稻科学, 2000, 14(4): 225-228.
- [2] 汤圣祥, 江云珠, 李双盛, 等. 早籼胚乳淀粉体的扫描电镜观察. 作物学报, 1999, 25(2): 269-271.
- [3] Tashiro T, Ebata M. Studies on white belly rice kernel: III. Effect of ripening condition on occurrence of white belly kernel. *Japan J Crop Sci*, 1975, 44(1): 86-92.
- [4] Seo S W, Chamura S. Studies on the characters of the improved semi-dwarf, high-yielding indica rice varieties: II. Shape and quality of rice kernel. *Japan J Crop Sci*, 1979, 48(3): 418-424.
- [5] 王忠, 李卫芳, 顾蕴洁, 等. 水稻胚乳的发育及其养分输入的途径. 作物学报, 1995, 21(5): 520-527.
- [6] 钟旭华, 黄农荣. 水稻结实期根系活性与稻米垩白形成的相关性初步研究. 中国水稻科学, 2005, 19(5): 471-474.
- [7] 沈波, 陈能. 早籼稻米垩白形成中的生理生化变化特性. 西北植物学报, 1999, 19(2): 290-295.
- [8] Tashiro T, Ebata M. Studies on white-belly kernel: II. Location on the panicle on occurrence of white-belly kernel. *Japan J Crop Sci*, 1974, 43(1): 105-110.
- [9] 陈能, 李太贵, 罗玉坤. 早籼稻胚乳充实过程中温度变化对垩白形成的影响. 浙江农业学报, 2001, 13(2): 103-106.
- [10] Raju G N, Srinivas T. Effect of physical, physiological, and chemical factors on the expression of chalkiness in rice. *Cereal Chem*, 1991, 68(2): 210-211.
- [11] 程方民, 胡东维, 丁元树. 人工控温条件下稻米垩白形成变化及胚乳扫描结构观察. 中国水稻科学, 2000, 14(2): 83-87.
- [12] Tashiro T, Ebata M, Ishikawa M. Studies on white-belly rice kernel: VII. The most vulnerable stages of kernel development for the occurrence of white belly. *Japan J Crop Sci*, 1980, 49(3): 482-488.
- [13] Tashiro T, Ebata M. Studies on white-belly rice kernel: IV. Opaque rice endosperm viewed with a scanning electron microscope. *Japan J Crop Sci*, 1975, 44(1): 205-214.
- [14] Nagato K, Ebata M. Studies on white-core rice kernel: II. On the physical properties of the kernel. *Japan J Crop Sci*, 1959, 28(1): 46-50.

- [15] 程方民, 钟连进, 舒庆尧, 等. 早籼水稻垩白部位淀粉的蒸煮食味品质特征. 作物学报, 2002, 28(3): 363-368.
- [16] 隋迥明, 李欣, 严松, 等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与品质性状相关性研究. 中国农业科学, 2005, 38(4): 657-663.
- [17] 何照范. 粮油籽粒品质及其分析技术. 北京: 农业出版社, 1985.
- [18] 张治安, 张美善, 蔚荣海. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004: 84-85.
- [19] 黄发松, 孙宗修, 胡培松, 等. 食用稻米品质形成研究的现状与展望. 中国水稻科学, 1998, 12(3): 172-176.
- [20] 金正勋, 秋太权, 孙艳丽, 等. 黑龙江省稻米蒸煮食味品质特性的品种间变异研究. 黑龙江农业科学, 2000(1): 1-4.
- [21] 董明辉, 桑大志, 王朋, 等. 水稻穗上不同部位籽粒垩白性状的差异. 作物学报, 2006, 32(1): 103-111.
- [22] 董明辉, 桑大志, 王朋, 等. 不同施氮水平下水稻穗上不同部位籽粒的蒸煮与营养品质变化. 中国水稻科学, 2006, 20(4): 389-395.
- [23] 朱海江, 程方民, 王丰, 等. 两种穗型粳稻内粒间直链淀粉含量变异与粒位分布特征. 中国水稻科学, 2004, 18(4): 321-325.
- [24] 蔡一霞, 朱智伟, 王维, 等. 直链淀粉含量与稻米品质主要性状及米饭质地关系的研究. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2005, 26(4): 52-55.
- [25] Jane J, Chen Y Y, Lee L F, et al. Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chem*, 1999, 76(5): 629-637.
- [26] 蔡一霞, 王维, 朱智伟, 等. 不同类型水稻支链淀粉理化特性及其与米粉糊化特征的关系. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1122-1129.
- [27] 谢黎虹, 陈能, 段彬伍, 等. 稻米中蛋白质对淀粉 RVA 特征值的影响. 中国水稻科学, 2006, 20(5): 524-528.