

米蛋白及其组分与米饭物性及感官的关联特征研究

Relevance features of rice protein and its components to physical and sensory properties of cooked rice

王鹏跃^{1,2} 沈庆霞¹ 路兴花¹ 庞林江¹ 陈忠秀²

WANG Peng-yue^{1,2} SHEN Qing-xia¹ LU Xing-hua¹ PANG Lin-jiang¹ CHEN Zhong-xiu²

(1. 浙江农林大学农业与食品科学学院, 浙江 杭州 311300; 2. 浙江工商大学食品与生物工程学院, 浙江 杭州 310018)

(1. School of Agricultural and Food Science, Zhejiang A&F University, Hangzhou, Zhejiang 311300, China;

2. College of Food Science and Biotechnology, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

摘要:以直链淀粉含量相近,蛋白质含量有异同的大米为研究材料,研究米蛋白及其组分与米饭物性特征及感官品质间的相关特性。结果表明:蒸煮以后米饭粗蛋白变化不大,各组分含量均有不同程度的降低,清蛋白大量减少,球蛋白变化较小,大米谷蛋白含量与大米蛋白组分总量、米饭中谷蛋白降低幅度和米饭组分总量降低幅度均呈显著正相关;多数物性特征参数与感官评分高度正相关;粗蛋白和各组分含量对感官都有一定的负影响,尤其是醇溶蛋白,但影响均不显著,而对物性特征参数影响不尽一致,粗蛋白含量对物性参数影响不大。大米清蛋白含量与各物性参数具有高度负相关(粘性较小),而球蛋白与物性特征参数(粘性除外)多呈正相关性,但均不显著。大米中醇溶蛋白以及谷蛋白与多数物性参数(粘性除外)都具有不同程度的负相关,尤其是大米醇溶蛋白相关性较高。因此,清蛋白对米饭物性特征有负作用,而球蛋白则相反,醇溶蛋白与米饭物性特征负相关性比谷蛋白高,进而影响感官品质,但谷蛋白含量最高的优势决定了其在蛋白组分中起到主要作用。

关键词:大米;蛋白质组分;米饭;物性;感官

Abstract: Taking the rice both with similar amylose and different protein contents as the research materials, the relevant characteristics of rice protein and protein component (PC) to physical property and sensory quality were studied. The results showed that the crude protein content of cooked rice changed little, and each PC content decreased to different degrees, in which a substantial reduction in albumin, and globulin changes little. And the rice glutelin content have a

significant positive correlation with the total contents of protein components (TCPC) of rice, reduced percentage of glutelin content and TCPC in cooked rice. Most cooked rice physical parameters (RPP) were positively correlated with sensory score. The crude protein and each PC content of rice had certain negative effects on sensory score, especially prolamin, but no significant effect, and had different little effect on RPPs. Rice albumin content had high negative correlation with RPPs (but adhesiveness low), but globulin and most RPPs showed no significant positive correlation (except negative relative adhesiveness). However, Rice prolamin and glutenin had different degree of negative correlation with most RPPs (except positive relative adhesiveness), especially rice prolamin. Therefore, rice albumin had negative effects on physical and sensory properties, globulin on the contrary and prolamin had higher negative effects on physical and sensory properties than glutenin. But the advantage of the rice glutenin content was highest among four PCs determines it could play a major role.

Keywords: rice; protein components; cooked rice; physical property; sensory property

大米蛋白质是优质植物蛋白,不仅是大米重要的营养成分,对米饭的蒸煮食味也有着重要的影响。米饭食味品质主要包括外观、适口性、气味、滋味等指标。其中适口性为米饭硬度、粘性等物性学特性,米饭物性学特性被认为是米饭食味品质首要的评价指标,客观地反映了其质地与组织结构^[1]。

诸多研究^[2-5]表明,不同品种大米的蛋白质及其组分含量有一定的差异,这种差异性对稻米的食味(尤其是适口性)和营养品质起着重要的作用。迄今为止,对米蛋白含量与蒸煮食品品质间的研究较多,而对其蛋白组分的影响研究相对较少^[5-7]。Singh等^[8]认为蛋白质在组分与含量上的显著差异是籼米糊化特性差异的原因之一。Baxter等^[9-11]通过把

基金项目:宁波市江北区科技项目(编号:2013B08);高等学校访问学者教师专业发展项目(编号:FX2014042);浙江省自然科学基金项目(编号:LQ12C15001)

作者简介:王鹏跃,男,浙江工商大学在读硕士研究生。

通讯作者:路兴花(1976-),女,浙江农林大学副教授,博士。

E-mail: flowerlxh@126.com

收稿日期:2015-07-24

分离提取蛋白组分加入米淀粉中和从米粉中去除的研究,发现不同组分对米粉和米淀粉 RVA 粘滞性及质构特性的影响不尽一致,并认为通过改变蛋白组分比例也许能操控大米淀粉和米粉质构特性,以达到理想的感官品质特性。易翠平^[12]认为籼米的糊化特性,除蛋白质含量外,醇溶蛋白、淀粉结合粒蛋白等组分以及二硫键和籼米凝胶的微结构可能是影响其糊化特性的关键因素。虽然都认为蛋白组分对于淀粉糊化特性及质构特性都会有一定的影响,但具体结果不尽相同,这可能与研究材料不同有关。淀粉作为大米的主要成分,直链淀粉含量又是影响食味品质的主要因素,因此,可能与不同品种的淀粉存在特征有关。因此,本研究为消除样品直链淀粉含量的差异对结果带来的影响,选取直链淀粉含量相近而蛋白质含量有差异的稻米作为研究材料,来研究蛋白质及其组分含量蒸煮后变化特征及其对米饭物性和感官的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

供试稻谷:31个品种2014年11月收获,由浙江农科种业有限公司临安实验示范基地提供;

牛血清清蛋白、乙酰丙酮、对硝基苯酚:分析纯,阿拉丁试剂公司;

浓硫酸、95%乙醇:分析纯,天津永大化学试剂有限公司;

考马斯亮蓝:分析纯,北京索莱宝科技有限公司;

氢氧化钠、氯化钠:分析纯,西陇化工股份有限公司;

异丙醇、乙酸、乙酸钠、磷酸:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器与设备

检验电机砻谷机:JLGJ45-B型,浙东粮检仪器厂;

实验用小型精米机:Pearlest型,日本Kett科学研究所;

手提式高速万能粉碎机:DFT-200型,温岭市林大机械有限公司;

豪华多功能电饭煲:MB-WYN161型,广东美的生活电器制造有限公司;

冷冻干燥机:LGJ-10型,北京四环科学仪器有限公司;

气浴恒温振荡器:ZD-85A型,金坛市科析仪器有限公司;

消化炉:KDN-16C型,上海新嘉电子有限公司;

离心机:3K15型,德国Sigma有限公司;

物性测试仪(Texture Analyzer):TMS-PRO型,美国Food Technology Corporation公司;

紫外可见分光光度计:2802UV/VIS型,尤尼柯(上海)仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品处理 对水稻收获后晒干,实验室放置一段时间平衡水分,随后进行砻谷得到糙米,对糙米用精米机统一碾米30s获得符合GB1354—2009规定的标准三等精度的

大米备用。

对31个品种进行直链淀粉和蛋白质含量测定,选择6个品种进行试验(表1),6个品种的直链淀粉含量基本一致,蛋白质含量有所异同。

表1 原料米主要成分含量

Table 1 Primary component content of testing rice %

品种	甬优	浙新	沪优	广占63-2S/	C两优	丰两优
	538	A12	华占	HR1128	4418	4号
	I号	II号	III号	IV号	V号	VI号
蛋白质	7.73	9.43	7.78	8.59	8.60	9.53
淀粉	83.50	81.70	82.80	83.20	81.80	80.00
直链淀粉	15.80	15.00	16.10	16.00	15.60	15.50

1.2.2 基本成分含量测定

(1) 水分:按GB5009.3—2010执行。

(2) 淀粉:按GB/T5514—2008执行。

(3) 直链淀粉:按GB/T15683—2008执行。

(4) 总蛋白质:按GB5009.5—2010执行。

1.2.3 米饭的蒸煮和物性特征测定

(1) 米饭制备及其感官评价:按GB/T15682—2008执行。

(2) 米饭物性测试(质构仪参数):采用Measure Force in compression测试模式,3粒米饭,辐射状摆放,P/75圆盘挤压探头,压缩比70%,压缩速率0.5mm/s,触发力0.2N,感应元量程500N,上升高度10mm,测试速率0.5mm/s。

1.2.4 蛋白质组分的提取测定 生精米取适量直接磨粉过100目筛备用;米饭煮熟后即时冷冻干燥,磨粉过筛备用。各品种蛋白组分参照Osborne分级提取法^[13-14]提取,每个组分提取3次,提取液合并后,采用考马斯亮蓝法测定含量。

1.2.5 数据分析 采用SPSS19.0对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 米蛋白及其组分蒸煮后变化

蒸煮过程中大米蛋白能与淀粉发生相互作用^[7],从而可能会影响到米蛋白的存在形式和组分含量变化。由表2可知,大米和米饭粗蛋白含量变化很小,且呈极显著正相关($r=0.960^{**}$),这可能主要与粗蛋白测定是氮换算而来有关,既包括真蛋白又包括非蛋白含氮化合物,也导致蛋白组分总和显著小于粗蛋白。而米饭蛋白组分均有不同程度的降低,大米蛋白组分总量与米饭组分总量降低程度显著相关($r=0.889^{*}$),这可能是大米在浸泡蒸煮过程中,蛋白不仅可以与其它成分(淀粉等)发生相互作用^[7],还会从大米内核中溢出^[15]。

清蛋白在大米蛋白的4种蛋白质中含量极少,且主要分布于米粒外层,清蛋白中二硫键较少,使清蛋白较易溶于水,因此在蒸煮过程中,米粒中的清蛋白急剧下降,蒸煮后丧失了大部分清蛋白。其次为谷蛋白和醇溶蛋白,大米中谷蛋白含量与米饭中谷蛋白含量降低程度呈显著正相关($r=0.895^{*}$);另外,大米谷蛋白含量与大米中蛋白组分总量、米

表 2 米蛋白及组分蒸煮后降低百分率

Table 2 Percentage decrease of rice protein and its components after cooking %

指标	粗蛋白	清蛋白	球蛋白	醇溶蛋白	谷蛋白	组分总和
I 号	-1.16	88.9	4.15	21.3	24.2	23.5
II 号	2.86	90.5	14.30	20.1	32.1	28.6
III 号	1.80	89.5	8.60	22.2	12.6	22.5
IV 号	2.91	88.7	2.06	20.4	16.2	21.3
V 号	-3.26	88.4	0.90	22.4	37.0	32.2
VI 号	-0.84	89.2	11.90	24.2	33.5	31.6
平均	0.39	89.2	6.98	21.8	25.9	26.6

饭组分总量降低幅度均具有极显著的相关性($r=0.937^{**}$, $r=0.943^{**}$),米饭谷蛋白降低幅度与米饭蛋白组分总量降低幅度极显著相关($r=0.940^{**}$),这说明大米谷蛋白含量和变化对于米饭蛋白及组分含量变化有非常显著的影响。大米醇溶蛋白含量越高,米饭中含量降低幅度越大,但没有显著相关性。球蛋白降低幅度相对最小,且大米球蛋白含量与米饭球蛋白含量降低程度呈显著正相关($r=0.817^{*}$),并且米饭球蛋白降低程度和米饭清蛋白的降低程度呈现显著相关($r=0.890^{*}$),说明蒸煮过程中这两种组分变化机理可能相似。

2.2 米饭感官与物性学特性间相关性

米饭物性特征是指米饭的质地与内部组织结构,反映米饭从入口、接触、咀嚼和吞咽时人们的感官印象,是评价米饭食味好坏的首要特性指标。由表 3 可知,梗稻(I 号和 II 号)感官评分均不同程度地高于籼稻,大部分物性特征参数也比较

表 3 米饭感官评价和物性特征参数及其相关性[†]

Table 3 Sensory score and physical property parameters of rice and correlation

物性特征	I 号	II 号	III 号	IV 号	V 号	VI 号	感官
感官	76.44 ^{ab}	81.80 ^a	76.33 ^{ab}	70.33 ^b	75.00 ^{ab}	60.80 ^b	1.000
胶稠度/mm	65.71 ^b	74.10 ^a	51.95 ^c	60.34 ^{bc}	53.02 ^c	46.74 ^c	0.736
硬度/N	25.49 ^b	32.65 ^a	20.48 ^c	25.31 ^b	20.54 ^c	19.69 ^c	0.628
粘性/(N·s)	0.039 ^{ab}	0.044 ^a	0.032 ^b	0.045 ^a	0.049 ^a	0.043 ^a	-0.150
内聚性	0.41 ^a	0.36 ^b	0.27 ^c	0.25 ^c	0.27 ^c	0.27 ^c	0.553
弹性	0.72 ^a	0.73 ^a	0.67 ^b	0.70 ^{ab}	0.58 ^c	0.61 ^c	0.526
胶粘性/N	10.49 ^b	11.90 ^a	5.61 ^d	6.45 ^c	5.63 ^d	5.82 ^d	0.614
咀嚼性/N	7.57 ^b	8.73 ^a	3.80 ^d	4.67 ^c	3.25 ^e	3.96 ^d	0.576

[†] 每行数据后不同字母表示存在显著差异($P<0.05$); * 代表显著相关($P<0.05$), ** 代表极显著相关($P<0.01$);最后一列为相关系数。

高;除粘性与感官稍有负相关外,其它特征参数和感官都有高度的正相关,相关性大小表现为:胶稠度>硬度>胶粘性>咀嚼性>内聚性>弹性。除粘性以外,各物性参数间均具高度正相关,如胶稠度与硬度、胶粘性和咀嚼性具有极显著正相关,与弹性具有显著正相关;硬度与胶粘性和咀嚼性显著正相关;咀嚼性与胶粘性极显著正相关,与弹性和内聚性显著正相关;内聚性与胶粘性也具有显著相关性。

2.3 米蛋白及其组分与物性学特性和感官间相关性

蒸煮过程中大米蛋白能与淀粉发生相互作用,可形成网状结构^[7],从而可以影响到米饭的感官和物性特征。对米蛋白及其组分分析结果(表 4)表明,粗蛋白含量与感官稍具有一定的负相关;所有物性特征参数中,相对于硬度,粗蛋白含量与粘性具有较高的正相关性,但均不显著;对米饭内聚性和弹性稍具负相关,对胶粘性、咀嚼性和胶稠度影响不大。

表 4 蛋白组分与米饭物性和感官间的相关系数[†]

Table 4 The correlation coefficient between protein components and rice physical or sensory score

物性特征	粗蛋白	清蛋白	球蛋白	醇溶蛋白	谷蛋白	组分总和
感官	-0.352	-0.273	-0.091	-0.549	-0.226	-0.352
胶稠度/mm	0.028	-0.768	0.208	-0.874 [*]	-0.36	-0.618
硬度/N	0.249	-0.706	0.280	-0.831 [*]	-0.355	-0.584
粘性/(N·s)	0.600	-0.274	-0.502	0.284	0.528	0.366
内聚性	-0.209	-0.832 [*]	0.476	-0.786	-0.041	-0.327
弹性	-0.215	-0.597	0.468	-0.968 [*]	-0.772	-0.909 [*]
胶粘性/N	0.096	-0.851 [*]	0.487	-0.882 ^{**}	-0.169	-0.453
咀嚼性/N	0.098	-0.847 [*]	0.533	-0.921 ^{**}	-0.259	-0.529

[†] * 代表显著相关($P<0.05$), ** 代表极显著相关($P<0.01$)。

各组分与感官的相关性和粗蛋白类似,均显示出一定的负相关,醇溶蛋白影响最大,球蛋白影响甚微,但都未达到显著水平。但是组分对物性特征参数的影响与粗蛋白不尽一致,且组分不同,与各物性特征参数间的关系则大不相同。

Chandi 等^[16]指出,大米清蛋白分布于外层是其与其它蛋白组分相比较的独特之处,这一特点使其在加热过程中与淀粉竞争水分时更为有利,由此直接影响大米的蒸煮食味特性。Baxter 等^[11]添加外源清蛋白到米粉中研究发现,清蛋白与凝胶的硬度负相关,与粘性正相关。而本研究表明,大米中清蛋白含量与各物性参数均具有不同程度的负相关,与胶黏性、咀嚼性和内聚性显著负相关,其次与胶稠度和硬度负相关性也较高,与弹性和粘性负相关性较小。球蛋白与清蛋白一样,主要集中在米糠和精糠中,在水稻最外层比例最高,越往中心越低,但其为盐溶性蛋白,在盐溶液中较稳定,升温糊化过程中,球蛋白分子会与淀粉相互作用逐渐形成新的网络结构^[9]。结果分析发现球蛋白与清蛋白的表现大不

相同,其含量除了与粘性具有一定的负相关以外,与其它物性特征参数均显示出一定的正相关性,但均不显著。说明大米中清蛋白含量低、球蛋白含量高有利于米饭的物性特征和感官评价。

谷蛋白和醇溶蛋白是大米中的主要储藏蛋白,多数研究者^[9-11,17]认为醇溶蛋白对食味性有负面影响,也有一些研究者^[18]认为,谷蛋白对食味有负面影响。本测定结果分析显示,这两个贮藏蛋白对米饭物性特征的影响与以上两个生理蛋白组分不同,大米醇溶蛋白及谷蛋白含量除了与粘性具有一定的正相关外,与其它参数都具有不同程度的负相关,尤其是大米中醇溶蛋白,除内聚性和粘性以外,与其它参数具有显著或极显著的相关性。Furukawa等^[18]的研究表明,分别加入外源的醇溶蛋白和谷蛋白都会导致米饭的食味下降,而同时添加以上两种蛋白则会使米饭的硬度接近对照,粘性增加。由此可以看出,醇溶蛋白对于米饭物性特征负面影响要大于谷蛋白,但是蛋白组分之间的组成比例不同,对米饭感官影响可能也不同。4种蛋白组分总和与米饭物性参数值间相关特征与谷蛋白类似,但与粗蛋白有很大的不同,这说明粗蛋白中非蛋白成分对米饭食味品质也可能具有一定影响。不同蛋白组分对米饭感官和物性参数的影响不同,可能与其结构组成有关。

3 结论

米蛋白主要包含清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白和白蛋白4种组分。本试验对蒸煮前后的米蛋白及组分含量测定的结果表明,粗蛋白含量变化不大,4种蛋白组分蒸煮后均有不同程度的降低,尤其是清蛋白大量减少,其次是醇溶蛋白和谷蛋白,球蛋白含量变化较小。大米中谷蛋白含量变化对米蛋白及组分总量变化有非常显著的影响。

米饭物性特性直接影响到米饭的感官印象,也是评价米饭食味好坏重要指标。本研究表明,多数物性特征参数与感官评分高度正相关,相关大小表现为:胶稠度>硬度>胶粘性>咀嚼性>内聚性>弹性。

对米蛋白与感官和物性特征相关分析结果表明,蒸煮过程中大米蛋白及其组分含量发生的变化,对米饭感官和物性特征有很大的影响。粗蛋白和各组分含量对感官都有一定的负影响,尤其是醇溶蛋白,但影响均不显著,球蛋白几乎无影响;而对物性特征参数影响不尽一致,粗蛋白含量对粘性正影响最大,但不显著,对其它物性参数影响有正有负,但作用不大。大米清蛋白含量与各物性参数均具有不同程度的负相关,与胶粘性、咀嚼性和内聚性显著负相关。而球蛋白含量除了与粘性具有一定的负相关以外,与其它物性特征参数均显示出一定的正相关性,但均不显著。因此,大米清蛋白对米饭物性特征有负面作用,进而影响感官品质,而球蛋白则相反。大米中醇溶蛋白以及谷蛋白含量除了与粘性具有一定的正相关外,与其它参数都具有不同程度的负相关,尤其是大米中醇溶蛋白,除内聚性和粘性以外,与其它参数具有显著或极显著的相关性。由此可以看出,大米醇溶蛋白与米饭物性特征的负相关性大于谷蛋白,进一步影响感官品

质。不同蛋白组分对米饭感官和物性参数的影响不同,影响程度不只是取决于其含量,也可能与其结构组成及其蒸煮行为动态有关。

参考文献

- [1] Liu Cheng-hai, Zheng Xian-zhe, Ding Ning-ye. Principal component analysis of cooked rice texture qualities [J]. J. Northeast Agri. Uni., 2008, 15(1): 70-74.
- [2] 童浩, 徐庆国. 稻米品质与淀粉酶和蛋白组分的关系研究进展 [J]. 作物研究, 2013, 27(5): 521-525.
- [3] 徐庆国, 童浩, 胡晋豪, 等. 稻米蛋白组分含量的品种差异及其与米质的关系 [J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2015, 41(1): 7-11.
- [4] 刘立军, 常二华, 熊溢伟, 等. 水稻根系分泌物有机酸、多胺与稻米蒸煮品质及蛋白质组份的关系 [J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2014, 35(3): 48-53.
- [5] 张启莉, 谢黎虹, 李仕贵. 稻米蛋白质与蒸煮食味品质的关系研究进展 [J]. 中国稻米, 2012, 18(4): 1-6.
- [6] 黄天柱, 吴卫国, 李高阳. 大米理化特性与米饭口感品质的相关性研究 [J]. 中国食物与营养, 2012, 18(3): 24-28.
- [7] 刘桃英, 刘成梅, 付桂明, 等. 大米蛋白对大米粉糊化性质的影响 [J]. 食品工业科技, 2013, 34(2): 97-100.
- [8] Singh N, Pal N, Mahajan G, et al. Rice grain and starch properties: Effects of nitrogen fertilizer application [J]. Carbohydr Polym, 2011, 86(1): 219-225.
- [9] Baxter G, Blanchard C, Zhao Jian. Effects of glutelin and globulin on the physicochemical properties of rice starch and flour [J]. J. Cereal Sci., 2014, 60(2): 414-420.
- [10] Baxter G, Blanchard C, Zhao Jian. Effects of prolamin on the textural and pasting properties of rice flour and starch [J]. J. Cereal Sci., 2004, 40(3): 205-211.
- [11] Baxter G, Zhao Jian, Blanchard C. Albumin significantly affects the pasting and textural characteristics of rice flour [J]. Cereal Chem., 2010, 87(3): 250-255.
- [12] 易翠平. 籼米蛋白质影响其糊化特性的研究进展 [J]. 粮食科技与经济, 2014, 39(5): 57-58, 69.
- [13] 刘敬科, 张玉宗, 刘莹莹, 等. 谷子蛋白组分分析研究 [J]. 食品与机械, 2014, 30(6): 39-42.
- [14] Ju Z Y, Hettiarachchy N S, Rath N. Extraction, denaturation and hydrophobic properties of rice flour proteins [J]. J. Food Sci., 2001, 66(2): 229-232.
- [15] Chiang P Y, Yeh A I. Effect of soaking on wet-milling of rice [J]. J. Cereal Sci., 2002, 35(1): 85-94.
- [16] Chandi G K, Sogi D S. Biochemical characterization of rice protein fractions [J]. Int. J. Food Sci. Tech., 2007, 42(11): 1357-1362.
- [17] 路兴花, 庞林江. 水分亏缺对稻米蛋白质组分的影响 [J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 63-65.
- [18] Furukawa S, Tanaka K, Masumura T, et al. Influence of rice proteins on eating quality of cooked rice and on aroma and flavor of sake [J]. Cereal Chem., 2006, 83(4): 439-446.