

贮藏对籼稻米蛋白质营养品质的影响

吕雪娟¹ 杨 崇¹ 杨 军¹ 何秀英²

(1 华南农业大学生物技术学院, 广州 510642; 2 华南农业大学农学系)

摘要 研究测定了华南地区有代表性的 11 个早籼优质品种稻米于常温下贮藏 1 a 前后蛋白质含量和氨基酸组成。用 FAO/WHO 必需氨基酸的评分模式及鸡蛋蛋白模式作比较, 计算了 11 个籼稻米 8 种必需氨基酸的化学分, 对稻米蛋白质质量进行了评价。结果表明: 稻米经过常温贮藏 1 a 后, 其蛋白质含量及氨基酸组成和含量比较稳定, 稻米蛋白营养品质基本不受贮藏时间的影响; 11 个稻米品种的蛋白质质量分数变幅介于 8.80%~13.10%, 平均值为 10.23%, 变异系数为 10.80%, 品种间差异较大; 品种间 8 种必需氨基酸的含量存在明显差异, 分析的品种中 8 种必需氨基酸的绝对含量的变幅和变异系数均大于其相对含量的变幅和变异系数; 稻米蛋白质含量也存在明显的品种间差异, 但存在必需氨基酸总量随蛋白质含量提高而减少的趋势, 遗传育种上需要重视提高稻米蛋白质中必需氨基酸的含量与组成比率。

关键词 稻米; 氨基酸组成; 蛋白质品质; 贮藏

中图分类号 S 331

稻米是我国人民的主要粮食。随着人民生活水平的提高, 在满足温饱的基础上, 人们对粮食的需求正从数量消费型向质量消费型转变, 即日益注重粮食的质量和营养。从人体营养的角度来说, 稻米的营养价值主要取决于稻米蛋白质含量及其各种氨基酸的含量, 特别是必需氨基酸含量及其配比(姚碧洁, 1989)。过去有关稻米的营养品质研究的论述较多(郭孔雁等, 1989; 田中幸彦, 1994), 但大多数都是从分析稻米的蛋白质、淀粉含量的角度来研究, 对华南地区稻米蛋白质中各种氨基酸的配比研究较少。因此, 对华南地区早籼优质稻米进行蛋白质和氨基酸分析, 以及经粮仓贮藏一定时间后其营养品质的变化的研究具有重大意义。

1 材料与方法

1.1 材料

早籼优质品种: 七丝占 2 号, 七丝软占, 华丝占, 野清占, 新丝占, 万籼香占 16, 七桂早 25, 籼小占, 七山占, 粳籼 89, 仙半占。

1.2 贮藏条件

1995 年 8 月, 各品种以普通的编织袋包装, 置于广东省金福米业集团公司普通仓库贮藏, 仓库有通风设备, 保持常温。每隔 2 个月仓库防害虫 1 次。

1.3 测定方法

分别于贮藏 1 a 前后取样分析, 即于 1995 年 8 月和 1996 年 8 月各分析 1 次。蛋白质分析

用凯氏定氮法, 蛋白质转换系数为 5. 95. 氨基酸分析采用日立 835—50 型氨基酸分析仪, 结果以干质量表示. 每个样品重复 2 次, 结果取 2 次平均值.

2 结果分析

2.1 常温贮藏对稻米蛋白质营养品质的影响

1995 年 8 月将 11 个早籼优质稻米收集后即对各个品种进行蛋白质和氨基酸含量的分析, 与此同时用普通编织米袋包装, 置于常温条件下贮藏 1 a 后, 即 1996 年 8 月取样第 2 次分析, 并将 1995 年和 1996 年 2 a 测得的 11 个稻米品种的蛋白质和氨基酸含量分别进行配对比较法的 t 检验. 分析结果见表 1. t 检验的结果表明, 所测定 11 个稻米品种 1995 年与 1996 年的蛋白质和氨基酸含量无显著的差异.

表 1 早籼优质稻米常温贮藏前后蛋白质与氨基酸分析结果¹⁾ %

氨基酸	稻米品种																						t 值
	七丝占 2 号		七丝软占		华丝占		野清占		新丝占		万籼香占		16 七桂早 25		籼小占		七小占		粳籼 89		仙半占		
	a ²⁾	b ³⁾	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
天冬氨酸	0.91	0.90	0.80	0.80	0.92	0.89	1.08	1.07	0.85	0.79	0.77	0.73	0.91	0.90	0.71	0.75	0.93	0.96	0.81	0.85	0.83	0.82	1.78
苏氨酸	0.38	0.37	0.34	0.33	0.39	0.37	0.45	0.44	0.35	0.33	0.32	0.32	0.36	0.37	0.28	0.30	0.38	0.39	0.34	0.36	0.33	0.34	1.72
丝氨酸	0.51	0.48	0.48	0.42	0.52	0.48	0.61	0.58	0.46	0.43	0.41	0.40	0.46	0.47	0.35	0.39	0.50	0.51	0.44	0.45	0.43	0.45	2.04
谷氨酸	1.91	1.88	1.80	1.78	1.95	1.90	2.33	2.33	1.68	1.69	1.52	1.58	1.71	1.67	1.25	1.30	1.82	1.83	1.66	1.66	1.55	1.61	0
甘氨酸	0.46	0.47	0.43	0.41	0.44	0.46	0.58	0.55	0.43	0.41	0.38	0.40	0.44	0.46	0.38	0.40	0.47	0.49	0.41	0.44	0.42	0.44	0
丙氨酸	0.60	0.59	0.56	0.52	0.61	0.58	0.74	0.69	0.54	0.52	0.50	0.50	0.58	0.59	0.48	0.51	0.60	0.64	0.54	0.58	0.54	0.56	0
胱氨酸	0.18	0.18	0.19	0.17	0.21	0.20	0.23	0.21	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.14	0.15	0.16	0.19	0.20	0.19	0.19	0.16	0.17	1.90
缬氨酸	0.59	0.60	0.54	0.54	0.60	0.59	0.73	0.72	0.55	0.53	0.50	0.51	0.58	0.60	0.47	0.52	0.61	0.62	0.54	0.55	0.55	0.56	0
蛋氨酸	0.17	0.18	0.18	0.17	0.22	0.21	0.22	0.20	0.17	0.18	0.16	0.17	0.17	0.16	0.14	0.15	0.21	0.20	0.18	0.19	0.17	0.16	0
异亮氨酸	0.41	0.43	0.38	0.38	0.42	0.42	0.51	0.52	0.39	0.38	0.36	0.36	0.41	0.40	0.33	0.34	0.47	0.47	0.39	0.36	0.38	0.35	0
亮氨酸	0.79	0.78	0.72	0.73	0.79	0.83	1.03	1.02	0.77	0.73	0.70	0.70	0.79	0.81	0.64	0.70	0.89	0.90	0.76	0.80	0.72	0.73	1.72
酪氨酸	0.41	0.38	0.39	0.38	0.44	0.48	0.50	0.47	0.35	0.34	0.32	0.32	0.39	0.41	0.31	0.32	0.43	0.42	0.39	0.37	0.36	0.37	0
苯丙氨酸	0.52	0.53	0.45	0.47	0.51	0.54	0.67	0.66	0.50	0.47	0.45	0.44	0.51	0.53	0.41	0.44	0.55	0.57	0.50	0.52	0.47	0.45	0
赖氨酸	0.35	0.36	0.35	0.32	0.36	0.35	0.44	0.43	0.35	0.32	0.31	0.31	0.36	0.38	0.30	0.33	0.38	0.40	0.36	0.34	0.37	0.37	0
组氨酸	0.24	0.25	0.21	0.21	0.23	0.24	0.31	0.30	0.22	0.21	0.21	0.21	0.22	0.24	0.18	0.20	0.24	0.26	0.19	0.20	0.21	0.23	0
精氨酸	0.82	0.84	0.75	0.74	0.82	0.83	1.05	1.07	0.73	0.73	0.68	0.65	0.78	0.76	0.62	0.61	0.83	0.82	0.74	0.73	0.67	0.67	0
脯氨酸	0.43	0.44	0.39	0.40	0.44	0.44	0.52	0.53	0.40	0.39	0.39	0.37	0.41	0.44	0.32	0.37	0.32	0.47	0.42	0.43	0.43	0.42	1.95
蛋白质	11.05	11.29	9.71	9.62	10.74	10.96	13.10	13.00	9.93	10.07	9.21	9.31	10.72	10.34	8.80	9.06	11.25	11.13	10.30	10.85	9.87	10.01	2.04

1) $t_{0.05(10)}=2.23$ $t_{0.01(10)}=3.17$; 2)1995 年测定结果; 3)1996 年测定结果

必需氨基酸化学分是评价蛋白质质量的主要指数. 根据 FAO/WHO 联合推荐的必需氨基酸暂定的记分模式(FAO/WHO, 1973)做参比, 计算出贮藏前后 11 个稻米品种各种氨基酸评分, 并对其进行配对比较法的 t 测检. 结果见表 2. t 检验的结果显示贮藏前后必需氨基酸的化学分无显著差异. 由此可见, 稻米蛋白质和氨基酸具有贮藏的稳定性, 常温下贮藏 1 a 对稻米蛋白营养品质无显著影响.

表 2 11 个水稻品种必需氨基酸评分¹⁾

水稻品种	必需氨基酸化学分												必需氨基酸总			
	苏氨酸		缬氨酸		蛋氨酸+胱氨酸		异亮氨酸		亮氨酸		苯丙氨酸+酪氨酸		赖氨酸		量/ 蛋白质	
	a ²⁾	b ³⁾	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
七丝占 2 号	85.7	83.3	106.7	108.2	90.6	92.6	92.8	91.0	102.1	100.4	140.3	136.8	57.6	58.9	34.2	34.3
七丝软占	87.5	85.0	111.2	111.4	108.9	100.0	97.8	100.5	105.9	107.4	144.2	141.0	65.5	60.0	37.5	35.8
华丝占	90.8	86.3	111.7	110.8	114.6	109.7	97.8	98.0	105.1	102.7	147.4	144.7	60.9	59.5	34.2	35.8
野清占	85.8	84.0	111.4	110.0	98.3	89.7	97.3	96.2	112.3	111.4	136.1	142.7	61.1	59.8	36.5	35.6
新丝占	88.1	83.3	110.7	107.0	94.8	89.1	97.3	95.8	110.8	105.3	146.0	139.5	64.1	62.4	36.6	34.8
万籼香占 16	86.9	87.3	108.5	111.4	99.4	102.9	98.2	98.3	108.6	109.1	139.3	138.2	61.2	61.4	38.7	35.9
七桂早 25	83.9	85.8	108.2	111.2	85.1	84.9	93.6	97.5	105.3	107.3	139.9	143.8	61.1	64.0	32.4	35.5
籼米占	79.6	84.7	106.8	108.8	93.7	99.7	93.8	96.0	103.9	109.6	136.4	141.0	62.0	63.6	39.1	36.0
七山占	84.4	86.0	108.4	111.2	101.7	100.9	104.5	103.8	113.0	113.4	145.2	145.7	61.4	64.2	32.5	36.9
梗籼 89	82.5	86.0	104.8	107.0	102.6	104.0	94.7	95.5	105.4	106.4	144.0	145.0	60.0	64.4	34.2	35.9
仙半占	83.6	85.0	114.4	111.8	95.4	100.0	96.3	100.0	104.2	104.1	140.2	139.8	68.2	67.3	36.0	35.9
t 值	0.87		2.22		1.12		1.75		0		0		0.42		0.25	

1) $t_{0.05(10)}=2.23$ $t_{0.01(10)}=3.17$; 2)1995 年测定结果; 3)1996 年测定结果

表 3 优质水稻品种蛋白质中氨基酸的品种间差异 %

氨基酸	水稻品种											\bar{x}	$CV\%^{1)}$
	七丝占 2 号	七丝软占	华丝占	野清占	新丝占	万籼香占 16	七桂早 25	籼小占	七小占	梗籼 89	仙半占		
天冬氨酸	8.23	8.24	8.75	8.24	8.56	8.36	8.49	8.07	7.27	7.86	8.14	8.30	2.40
苏氨酸	3.44	3.50	3.63	3.44	3.53	3.47	3.36	3.18	3.38	3.30	3.34	3.42	3.39
丝氨酸	4.62	4.94	4.84	4.66	4.63	4.45	4.42	3.98	4.44	4.27	4.36	4.50	5.48
谷氨酸	17.28	18.54	18.16	17.79	16.92	16.50	15.95	14.20	16.18	16.02	15.70	16.66	7.16
甘氨酸	9.16	4.43	4.10	4.43	4.33	4.13	4.10	4.32	4.18	3.98	4.26	4.22	3.92
丙氨酸	5.43	5.77	5.68	5.65	5.44	5.43	5.41	5.45	5.33	5.24	5.47	5.48	2.72
胱氨酸	1.63	1.96	1.96	1.76	1.61	1.74	1.40	1.70	1.69	1.84	1.62	1.72	9.01
缬氨酸	5.34	5.56	5.95	5.57	5.54	5.43	5.41	5.34	5.42	5.24	5.57	5.46	2.07
蛋氨酸	1.54	1.85	2.05	1.68	1.71	1.74	1.58	1.58	1.87	1.75	1.72	1.73	8.20
异亮氨酸	3.71	3.91	3.91	3.89	3.93	3.91	3.82	3.75	4.18	3.79	3.85	3.88	3.04
亮氨酸	7.15	7.41	7.36	7.86	7.75	7.60	7.37	7.27	7.91	7.38	7.29	7.49	3.23
酪氨酸	3.71	4.02	4.10	3.82	3.73	3.47	3.64	3.52	3.82	3.79	3.65	3.75	4.83
苯丙氨酸	4.71	4.63	4.75	5.11	5.04	4.89	4.76	4.66	4.89	4.85	4.76	4.82	2.98
赖氨酸	3.17	3.60	3.35	3.36	3.52	3.37	3.36	3.41	3.38	3.30	3.75	3.42	2.93
组氨酸	2.17	2.16	2.14	2.37	2.22	2.28	2.05	2.04	2.13	1.84	2.13	2.14	6.08
精氨酸	7.42	7.72	7.63	8.02	7.35	7.38	7.28	7.04	7.38	7.18	6.79	7.38	4.30
脯氨酸	3.89	4.02	4.10	3.97	4.03	4.23	3.82	3.64	4.18	4.08	4.36	4.02	4.73
w(蛋白质) (%)	11.05	9.71	10.74	13.10	9.93	9.21	10.72	8.80	11.25	10.30	9.87	10.23	10.87

1) 变异系数

2.2 不同水稻品种蛋白质中氨基酸组成的品种差异

对华南地区有代表性的早籼优质品种蛋白质中各种氨基酸的组成比例的分析结果见表

3. 表中数据由 11 个稻米品种氨基酸含量换算成每 100 g 蛋白质中氨基酸克数所得。由表 3 看

出: 11 个稻米品种蛋白质质量分数变幅介于 8.80%~13.10% 之间, 平均值为 10.23%, 变异系数为 10.80%, 品种间差异较大。其中品种“野清占”的蛋白质质量分数最高, 达 13.10%, “粳小占”质量分数最低为 8.80%。从稻米蛋白质中氨基酸含量分析看出: 在稻米蛋白质中谷氨酸含量最高, 平均 $w(\text{谷氨酸})=16.66\%$, 其次为天冬氨酸, 亮氨酸和精氨酸, 平均 $w(\text{天冬氨酸})=8.30\%$ 、 $w(\text{亮氨酸})=7.49\%$ 和 $w(\text{精氨酸})=7.38\%$ 。蛋氨酸、胱氨酸和组氨酸质量分数最低, 平均 $w(\text{蛋氨酸})=1.35\%$ 、 $w(\text{胱氨酸})=1.37\%$ 和 $w(\text{组氨酸})=2.14\%$, 这 3 种氨基酸之和仅占稻米蛋白质的 4.86%。现在已知, 在稻米蛋白质中赖氨酸和苏氨酸是 2 种限制性氨基酸, 从表 2 的分析数据看出: 11 个品种稻米赖氨酸质量分数的变幅为 3.17%~3.75%, 苏氨酸质量分数的变幅为 3.16%~3.63%, 两者的变异系数分别为 4.36% 和 3.42%。低蛋白和高蛋白品种间的赖氨酸和苏氨酸的含量是不尽相同的, “野清占”的蛋白质含量在 11 个品种中居第 1 位 $w(\text{野清占})=(13.10\%)$ 、 $w(\text{赖氨酸})=3.36\%$, 居第 7 位, $w(\text{苏氨酸})=3.44\%$, 也仅居第 5 位; 而在 11 个稻米品种中蛋白质含量排第 9 的品种“七丝软占”, $w(\text{赖氨酸})=3.60\%$ 、 $w(\text{苏氨酸})=3.50\%$, 居第 2 和第 3 位。结果提示, 这 2 种限制性氨基酸的相对含量有随蛋白质含量的提高而降低的趋势, 分析结果与王根庆(1991)的研究结果相一致。因此, 在进行水稻营养品质育种时, 既要考虑提高蛋白质的含量也要考虑提高限制性氨基酸的含量。

2.3 早粳优质水稻品种蛋白质质量的生化评价

从营养角度出发, 评价一种食物蛋白质品质, 主要看其必需氨基酸配比是否适当。由表 2 可看出, 水稻品种蛋白质质量存在明显的差异, 11 个水稻品种各种必需氨基酸的化学分平均值大小依次为苯丙氨酸+酪氨酸>缬氨酸>亮氨酸>蛋氨酸+胱氨酸>异亮氨酸>苏氨酸>赖氨酸。11 个品种的缬氨酸, 亮氨酸, 苯丙氨酸+酪氨酸的化学分都大于 100, 即都大于 FAO/WHO 推荐值, 表明这 3 个水稻品种都不缺乏这 3 种氨基酸, 而 11 个品种的苏氨酸的化学分比理想蛋白质的苏氨酸化学分要低 14.83%。赖氨酸的化学分比理想蛋白质赖氨酸化学分要低 37.19%。表明所有水稻品种的苏氨酸和赖氨酸含量较小, 尤以赖氨酸的含量更小。实验结果与徐庆国(1987), 王根庆(1991)的结论是一致的, 证明了赖氨酸和苏氨酸是水稻稻米的第一、第二限制性氨基酸。11 种稻米中必需氨基酸之和占蛋白质的百分比平均值为 34.51%, 其中品种“粳小占”必需氨基酸之和占其蛋白质的百分比为 39.11%, 在 11 个稻米品种中最高, 而“粳小占”的蛋白质含量是 11 个水稻品种中最低的; “野清占”的必需氨基酸之和占蛋白质的百分比为 27.28%, 在 11 个稻米品种中最低, 而“野清占”的蛋白质含量为 11 个稻米品种中最高, 其它品种也同样出现了必需氨基酸总量随着蛋白质含量的提高降低的趋势。结果表明, 要提高稻米的营养价值, 仅仅提高其蛋白质的含量是不够的, 提高稻米蛋白质的含量可以提高稻米蛋白质中各种氨基酸的绝对含量, 这是“量”上的提高, 要从“质”上提高稻米营养价值, 则必须提高稻米蛋白质中必需氨基酸的含量和组成比率。

3 讨论

稻米蛋白质是人类蛋白质的主要来源之一。在解决了人们吃得饱的基础上, 如何提高稻米蛋白质含量, 提高稻米中人体不能合成的或合成很慢的必需氨基酸和半必需氨基酸的含量, 是当前稻米研究的重要领域。根据本研究的结果, 稻米经米仓贮藏 1 a 后, 其蛋白质及氨基酸的含量基本不变。表明只要稻米贮藏符合粮仓标准条件, 稻米的营养品质是不受影响的。在

本研究分析的华南地区早籼优质稻种中, 蛋白质平均质量分数为 10.23%, 与 FAO/WHO 模式比较, 赖氨酸和苏氨酸含量相对较少, 有些品种的蛋氨酸、胱氨酸和异亮氨酸的相对含量也较低, 要提高水稻营养品质, 则要提高稻米蛋白质含量和提高稻米蛋白质中各种必需氨基酸的组成比率, 特别是赖氨酸、苏氨酸的相对含量, 既要“量”上提高稻米营养品质, 也要“质”上提高稻米营养品质, 这些除了通过栽培措施外还应从遗传育种途径上实现。

参 考 文 献

- 王根庆. 1991. 不同稻类品种蛋白质和氨基酸含量差异的研究. 华北农学报, 6(2): 7~12
- 姚碧洁, 谢光盛. 1989. 黑米氨基酸含量分析. 广西农学院学报, 8(2): 87~89
- 徐国庆. 1990. 水稻氨基酸含量的品种间差异及与遗传密码数的关系. 湖南农学院学报, 16(3): 221~225
- 郭孔雁, 陈丽云, 肖层林, 等. 1989. 稻米营养价值及其食味的研究. 湖南农学院学报, 15(4): 1~5
- 田中幸彦. 1977. FAO/IEEA 合作研究——以蛋白质为中心的成份育种的现状. 育种学最近的进展, 第 18 集, 37~522
- FAO/WHO. 1973. Energy and protein requirements. GEVEVA; FAO and WHO: 62~65

Effect of Storage on the Protein Nutrient Qualities of some *Indica* Rice Varieties

Lu Xuejuan¹ Yang Chong¹ Yang Jun¹ He Xiuying²

(1 College of Biotechnology, South China Agric. Univ., Guangzhou., 510642;

2 Dept. of Agronomy, South China Agric. Univ.)

Abstract Kernels from 11 representative high quality early *indica* rice varieties cultivars in south china were analysed for protein contents and amino acid compositions prior and after storage under atmospheric temperature. The protein nutrient qualities of 11 indica rice varieties were evaluated by comparing with FAO/WHO and egg protein mode, and calculating the chemical scores of 8 essential amino acids. The results showed that protein content and amino acid composition and content were relatively stable, showing basically no change with the duration of storage. Protein content averaged at 10.23%, ranging from 8.80% to 13.10% with a variance coefficient 10.80%. Difference among cultivars was great. Contents of the 8 essential amino acids were significantly different among cultivars. Alternation ranges and variance coefficients of the absolute contents of the 8 essential amino acids were greater than those of their relative contents. The quality of protein also displayed significant difference among cultivars. There was a tendency that total essential amino acid content decreased with the increase of protein content. Attention should be paid on increasing the rates and contents of the essential amino acids in the proteins of rice kernels through genetic breeding.

Key words rice kernel; amino acid composition; protein quality; storage

【责任编辑 李 玲】