

不同肉色甘薯蛋白质营养价值评估

宋永康^{1,2}, 余华^{1,2}, 姚清华^{1,2}, 蔡南通³, 刘中华³, 许永清³

(1. 福建省农业科学院中心实验室, 福建 福州 350003; 2. 福建省精密仪器农业测试重点实验室, 福建 福州 350003; 3. 福建省农业科学院作物所, 福建 福州 350013)

摘要: 随机选取甘薯品种资源中红肉色、黄肉色、紫肉色品种各 10 份, 利用国际通用的蛋白质氨基酸营养价值评价体系对其氨基酸组成模式及蛋白质营养价值进行评估、比较。结果表明, 3 种肉色甘薯必需氨基酸总含量均高于 FAO/WHO, 低于鸡蛋模式, 富含酪氨酸, 甲硫氨酸为第 1 限制氨基酸。不同肉色甘薯蛋白质及氨基酸含量高低为紫色> 红色> 黄色, 必需氨基酸组成模式平衡性为黄色> 红色> 紫色。

关键词: 甘薯; 肉色; 蛋白质营养; 评价

中图分类号: S 642.5

文献标识码: A

Nutritional value of proteins in sweet potatoes of different colors

SONG Yong kang^{1,2}, YU Hua^{1,2}, YAO Qing hua^{1,2}, CAI Nan tong³, LIU Zhong hua³, XU Yong qing³

(1. Central Laboratory, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China;

2. Fujian Key Laboratory of Precision Measurement of Agriculture, Fuzhou, Fujian 350003, China;

3. Institute of Crop Sciences, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: Ten randomly selected samples of sweet potatoes of different colors (i.e., red, yellow and purple) were used for the evaluation. The amino acid composition and protein nutritional value of the sweet potatoes were evaluated by using the international standard methods. The results indicated that the total essential amino acids in all samples were higher than the FAO/WHO standards recommended for human nutrition, but lower than egg. All sweet potatoes were rich in Tyr, and had Met as their top limiting amino acid. The contents of protein and amino acids differed among the sweet potatoes of different flesh color, in the order of purple> red> yellow. But the order was in reverse where the balance of the essential amino acids was concerned.

Key words: sweet potato; flesh color; protein nutrition; evaluation

随着经济发展, 人们对日常饮食的要求越来越高, 合理均衡的健康饮食有益于达到预防疾病的效果。蛋白质是衡量食物营养价值的重要指标之一, 现代营养学理论认为, 蛋白质的营养价值与其氨基酸组成密切相关。因此, 评估日常食物蛋白质氨基酸组成, 可为人们通过食用两种及两种以上食物相互补充蛋白营养, 达到均衡膳食提供科学依据。

甘薯 (*Ipomoea batatas*) 俗称番薯、地瓜等, 是我国四大粮食作物之一, 是重要的粮食、饲料和工业原料^[1]。近年来, 关于甘薯品种选育、遗传鉴别及其淀粉和糖含量等的研究已有较多报道^[2-6], 但甘薯蛋白质营养价值评价的相关研究较少。本文采用国际通用的评价体系^[7-11]对不同肉色甘薯的

蛋白质营养价值及氨基酸组成模式进行评估, 为甘薯新品种的选育、日常合理均衡膳食及饲料营养配方设计提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 供试品种

从福建省保存的甘薯品种资源中, 随机选取有代表性红、黄、紫肉色的甘薯品种各 10 种 (表 1), 于 2008 年 7 月安排统一种植, 栽培管理按当地一般生产水平。

1.2 样品制备

甘薯收获后 2 d 内将甘薯样品切成小片, 放入烘箱, 烘干后研磨成粉状, 过筛, 待用。

收稿日期: 2009-09-01 初稿; 2009-11-11 修改稿

作者简介: 宋永康 (1963-), 男, 高级实验师, 主要从事营养分析研究 (E-mail: songliby@sina.com)

通讯作者: 余华 (1957-), 女, 研究员, 主要从事甘薯育种研究 (E-mail: yuhua@faas.cn)

基金项目: 福建省科技计划重点项目 (2008N0031); 福建省科技重大专项 (2008NZ0001-5)

1.3 蛋白质含量测定

依据 GB/T 5009.5-2003, 采用 Kjeltec 2300 全自动定氮仪对样品蛋白质含量进行测定, 每个样品均做 2 组平行。

1.4 氨基酸组成分析

依据 GB/T 5009.124-2003, 采用日立 L8800 型氨基酸自动分析仪对样品的氨基酸总量及组成模式进行分析, 每个样品均做 2 组平行。

表 1 不同肉色甘薯供试品种

Table 1 Strains of sweet potato with different flesh colors

甘薯肉色					品 种				
红 色	泉 7 号	龙 1 号	75014	75118	F20- 21	莆 04	莆 90	51277	泉 394
黄 色	福 2 号	莆 41	广东鸡蛋种	日本 1	龙 12	647 嵌	泉 18	F215- 36	泉 23
紫 色	莆田 5	泉紫 1 号	莆 22	宁紫 1 号	广紫 1 号	莆 71	济紫 18	P21	莆 26

1.5 评价方法

采用国际通用的食品蛋白质氨基酸营养价值评价体系对 3 种肉色甘薯蛋白质营养价值进行系统的评价。具体指标包括蛋白质含量、氨基酸总量、必需氨基酸组成模式、蛋白质化学评分 (CS)、蛋白质氨基酸评分 (AAS)、氨基酸比值 (RAA)、氨基酸比值系数 (RC)、氨基酸比值系数分 (SRC)、必需氨基酸指数 (EAAI)、生物价 (BV) 及营养指数 (NI), 并利用统计学软件 SPSS 11.5 对相关数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同肉色甘薯蛋白质含量及氨基酸总量

如表 2 示, 不同肉色甘薯蛋白质及氨基酸含量高低顺序均为: 紫色 > 红色 > 黄色, 黄肉色甘薯和紫肉色甘薯的蛋白质及氨基酸含量差异显著。

表 2 不同肉色甘薯蛋白质含量及氨基酸总量

Table 2 Protein/ amino acid contents of different colored sweet potatoes (单位: %)

肉 色	蛋白质平均含量	氨基酸平均总量
红 色	5.63a	4.58a
黄 色	4.97a	4.11b
紫 色	6.03b	5.19b

注: 小写字母表示 0.05 水平的差异显著性。

2.2 不同肉色甘薯必需氨基酸组成

不同肉色甘薯必需氨基酸组成模式见表 3, 3 种肉色甘薯蛋白质的必需氨基酸组成模式在总量上已经达到人体必需氨基酸的需求水平, 介于 FAO/WHO 模式与鸡蛋模式之间。

2.3 不同肉色甘薯蛋白质中必需氨基酸营养价值评价

2.3.1 化学评分和氨基酸评分 甘薯蛋白质化学

及氨基酸评分结果见表 4, 不同肉色甘薯氨基酸评分结果存有差异: 紫色甘薯蛋白质中甲硫氨酸、半胱氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸评分最高, 红色甘薯蛋白质中异亮氨酸、亮氨酸、苏氨酸评分最高, 赖氨酸在黄色甘薯蛋白质中的分值略高与其他 2 种肉色甘薯。

表 3 不同肉色甘薯必需氨基酸组成模式

Table 3 Composition of different colored sweet potatoes

EAA	红色	黄色	紫色	鸡蛋	FAO/WHO 模式
Ile	4.65	4.41	4.54	6.29	4.00
Leu	7.56	6.97	7.28	8.90	7.00
Met	0.75	0.86	1.12	3.36	3.50(+ Cys)
Phe+ Tyr	9.40	8.58	9.48	7.21	6.00
Thr	5.57	5.23	5.34	5.12	4.00
Val	6.79	6.49	6.77	6.89	5.00
Lys	5.11	5.33	4.71	6.98	5.50
Total	39.83	37.87	39.24	44.70	35.00

2.3.2 不同肉色甘薯氨基酸比值系数法 现代营养学理论认为, 蛋白质的营养价值与其氨基酸组成模式密切相关。食物的氨基酸组成模式与人体蛋白质氨基酸组成模式越接近, 其营养价值越高^[6]。氨基酸比值系数法正是基于氨基酸平衡理论, 建立起来的一套蛋白质营养价值评价体系。具体计算如下:

$$(1) \text{ 氨基酸比值 (RAA)} = \frac{\text{食物中氨基酸含量}}{\text{模式氨基酸含量}}$$

$$(2) \text{ 氨基酸比值系数 (RC)} = \frac{\text{氨基酸比值}}{\text{氨基酸比值之均数}}$$

如果食物中氨基酸组成模式与模式氨基酸完全一致, 则各氨基酸的 RC 均应等于 1。RC > 1, 表示此类氨基酸在该食物的氨基酸组成模式中过剩,

反之则表示此类氨基酸相对不足。RC 最小的氨基酸为第 1 限制氨基酸, 以此类推^[12]。

(3) 氨基酸比值系数分 (SRC) = $100 - CV \times 100$

式中 CV 是 RC 的变异系数, CV = 标准差/均数 SRC 的意义为: 当食物蛋白质氨基酸组成与模式氨基酸一致, 则 CV = 0, SRC = 100。SRC 变小, 表示食物蛋白质的氨基酸组成越分散, 平衡性越差。

利用上述评价体系对甘薯蛋白质营养进行评

价, 结果见表 5 和图 1: 甘薯蛋白质中苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸含量比例与鸡蛋模式中相应氨基酸的含量基本一致。3 种肉色限制氨基酸的排列顺序分别为: 红色, 甲硫氨酸、赖氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、酪氨酸; 黄色, 甲硫氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸; 紫色, 甲硫氨酸、赖氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸。其中, 3 种肉色甘薯的第 1 限制氨基酸均为甲硫氨酸。

表 4 不同肉色甘薯蛋白质化学评分和氨基酸评分

Table 4 Chemical and amino acid evaluation of different colored sweet potatoes

EAA	蛋白质化学评分			蛋白质氨基酸评分		
	红色	黄色	紫色	红色	黄色	紫色
Ile	74.90	74.64	74.14	116.23	110.30	113.58
Leu	121.61	117.99	118.51	189.10	174.26	181.92
Met	12.03	14.47	18.17			
Met+Cys				52.68	57.09	71.74
Phe+Tyr				275.70	251.87	278.28
Tyr	51.51	45.50	54.62			
Phe	99.17	99.60	99.93			
Thr	89.73	88.57	87.33	139.14	130.87	133.56
Val	109.28	109.79	110.56	136.81	130.88	136.61
Lys	82.59	90.26	77.57	93.95	98.07	86.76

表 5 不同肉色甘薯 RAA/RC 及 SRC 的比较

Table 5 Comparison of RAA/RC/SRC for different colored sweet potatoes

肉色	考察指标	鸡蛋必需氨基酸参考模式								SRC
		Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Tyr	Thr	Val	
红色	RAA	0.74	0.85	0.73	0.22	1.08	2.16	1.09	0.99	43.61
	RC	0.76	0.87	0.75	0.23	1.10	2.18	1.11	1.01	
黄色	RAA	0.70	0.78	0.76	0.26	1.03	1.81	1.02	0.95	51.37
	RC	0.77	0.86	0.84	0.28	1.13	1.97	1.12	1.04	
紫色	RAA	0.72	0.82	0.67	0.33	1.07	2.26	1.04	0.98	42.59
	RC	0.73	0.83	0.69	0.34	1.08	2.27	1.06	1.00	

2.3.3 不同肉色甘薯蛋白质营养评价 EAAI 是指供试样品蛋白质所有必需氨基酸相对于参比蛋白中所有必需氨基酸的比率。EAAI 值越接近 100, 供试样品的必需氨基酸组成模式与参比蛋白越接近, 营养均衡性越好, 营养价值越高。如表 6 所示, 不同肉色甘薯蛋白质的必需氨基酸指数 (EAAI)、生物价 (BV)、营养指数 (NI): 紫色 > 红色 > 黄色。

表 6 不同肉色甘薯蛋白质营养评价

Table 6 Protein nutritional value of different colored sweet potatoes

评价指标	红色	黄色	紫色
EAAI	82.27	82.24	86.27
BV	77.97	75.76	82.33
NI	4.65	4.01	5.20

3 结 论

甘薯作为重要经济作物之一, 氨基酸种类齐全, 必需氨基酸含量(甲硫氨酸除外)均接近甚至超过鸡蛋模式, 蛋白质营养较为均衡, 谷类食物中比较缺乏的赖氨酸在甘薯中含量较高, 与国内外同行的研究结果一致^[13~16]。不同肉色甘薯的蛋白质营养指标存有一定的差异, 蛋白质及氨基酸含量: 紫色>红色>黄色, 氨基酸组成模式平衡性: 黄色>红色>紫色。

甘薯富含酪氨酸, 第1限制氨基酸为甲硫氨酸。根据蛋白质互补法, 在日常饮食及饲料配方设计中, 应注意选择富含甲硫氨酸的食物或原料与其搭配, 取长补短, 达到营养平衡。此外, 在育种上, 可选择甲硫氨酸含量高的甘薯亲本, 通过遗传育种、诱变及基因工程等育种手段, 增加甲硫氨酸相对含量, 改善甘薯的蛋白质氨基酸组成模式。

参考文献:

- [1] 蔡辉儒, 李忆, 蒲志刚, 等. 甘薯的实用价值及其育种研究进展 [J]. 现代农业科技, 2008 (23): 236~238.
- [2] MAKOTO YOSHIMOTO. New trends of processing and use of sweetpotato in Japan [J]. Farming Japan, 2001 (1): 35~36.
- [3] 陆国权, 蒋有富, 邬建敏. 甘薯块根加工中淀粉和糖含量变化的研究 [J]. 浙江农业学报, 1997, 9 (2): 78~82.
- [4] 陆国权, 唐忠厚, 黄华宏. 不同施肥水平甘薯直链淀粉含量和

糊化特性的基因型差异 [J]. 浙江农业学报, 2005, 17 (5): 280~283.

- [5] 蔡南通, 黄华康, 邱永祥, 等. 叶菜型甘薯新品种福薯7~6选育及其配套栽培技术 [J]. 福建农业学报, 2006, 21 (1): 12~15.
- [6] 余华, 李王月仁, 陈丽华, 等. 甘薯肉色性状的 RAPD 标记分析 [J]. 福建农业学报, 2008, 23 (4): 373~376.
- [7] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价—氨基酸比值系数法 [J]. 营养学报, 1988, 10 (2): 187~190.
- [8] 彭智华, 龚敏方, 寿诚学. 大杯薯中蛋白质的营养评价 [J]. 浙江农业学报, 1994, 6 (4): 247~252.
- [9] 林衍铨, 李开本, 林兴生, 等. 杏鲍菇菌株 Pe5 和 Pe6 子实体蛋白质营养价值评价 [J]. 福建农业学报, 2005, 20 (1): 34~37.
- [10] 佩利特 PL, 扬 VR. 蛋白质食物的营养评价 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1984: 55~58.
- [11] FAO/WHO. Energy and protein requirements [J]. FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973: 52~63.
- [12] 钱爱萍, 林虬, 颜孙安. 乌饭树叶蛋白质中氨基酸含量及营养价值评价 [J]. 福建农业学报, 2008, 23 (3): 306~309.
- [13] 李雨露. 甘薯营养价值及开发利用 [J]. 粮食与油脂, 2002 (4): 42.
- [14] 温桃勇, 刘小强. 紫色甘薯营养成分和药用价值研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (5): 1954~1956, 2035.
- [15] 明兴加, 李坤培, 张明, 等. 紫色甘薯的开发前景 [J]. 重庆中草药研究, 2006 (1): 55~60.
- [16] 王建民, 王永久. 日本川山紫的食用价值及栽培技术 [J]. 陕西农业科学, 2005 (1): 126~127.

(责任编辑: 柯文辉)