

马家沟芹菜加工下脚料蛋白营养价值的化学评价

翟二林¹, 李春燕¹, 迟逸仙^{1,2}, 迟翠翠¹, 庄桂东¹, 迟玉森^{1,*}

(1. 青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109; 2. 大连工业大学生命科学学院, 辽宁 大连 116034)

摘 要: 在对马家沟芹菜加工下脚料的蛋白含量及其氨基酸组成进行分析的基础上, 应用氨基酸评分法, 对其营养价值进行全面评价和比较。结果表明: 马家沟芹菜加工下脚料蛋白的必需氨基酸含量很丰富, 第一限制性氨基酸为色氨酸; 各种人体必需氨基酸与 FAO/WHO 提出的理想蛋白质模式进行比较, 马家沟芹菜加工下脚料蛋白的 IEAA 为 95.88, 从氨基酸平衡性来看, 马家沟芹菜加工下脚料蛋白是一种值得开发利用的优质植物蛋白。

关键词: 芹菜下脚料; 蛋白; 氨基酸; 营养价值评价

Chemical Evaluation of Nutritional Values for Proteins from Majiagou Celery Leftover Pieces

ZHAI Er-lin¹, LI Chun-yan¹, CHI Yi-xian^{1,2}, CHI Cui-cui¹, ZHUANG Gui-dong¹, CHI Yu-sen^{1,*}

(1. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. College of Life Science, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: Based on the analysis of protein content and amino acid composition in Majiagou celery leftover pieces (stems, leaves and other wastes left after the processing of Majiagou celery for fresh-cut vegetables), their nutritional values were comprehensively evaluated by amino acid score. The results indicated that proteins from Majiagou celery leftover pieces were rich in essential amino acids, and the first limiting essential amino acid was tryptophan. The IEAA was 95.88 by comparing with the ideal protein model recommended by FAO/WHO. According to the amino acid balance of proteins, proteins from Majiagou celery leftover pieces can be considered as fine vegetable proteins that deserve to be exploited.

Key words: celery leftover pieces; protein; amino acid; nutritional value evaluation

中图分类号: TS255.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)11-0314-04

蛋白质是人类膳食结构中的重要组成部分^[1], 随着世界人口的迅速增加, 蛋白质资源匮乏, 人类对蛋白质的需求越来越大。2000 年, 全世界的蛋白质来源每年缺少 6000 万 t, 我国每年短缺 2000 万 t^[2]。寻找开发利用新的蛋白质资源是当前急需解决的问题^[3]。

植物是自然界资源含量最为丰富的天然材料^[4], 是获取蛋白质的廉价途径之一^[5-6]。多年来, 许多研究工作者致力于植物蛋白资源的开发, 先后开发出的植物叶蛋白(LPC, 也叫植物浓缩蛋白)主要有南瓜叶蛋白、苜蓿叶蛋白等^[7], 蛋白质含量一般在 32%~60%, 氨基酸含量和组成接近动物蛋白^[8], 是良好的食用蛋白资源, 为缓解蛋白质资源的紧缺, 起到了积极的作用。在众多的植物资源中, 食用蔬菜以其种植面积广、蛋白含

量高、食用安全性好的优势, 倍受研究者关注。

马家沟芹菜是与胶州大白菜(也称胶白)齐名的山东省著名地方特产之一, 已有 1000 多年的种植历史, 因其独特的种植技术和生态环境, 塑造出的芹菜不仅叶绿茎黄、空心无筋、鲜嫩酥脆、味道鲜美, 而且含有丰富的钙、铁、胡萝卜素等多种人体所需的微量元素。因为芹菜属于粗纤维蔬菜, 含有芹菜油, 具有独特的芳香气味, 可开胃促进食欲, 在医学上还有止咳健胃、降压排毒、养颜保健等多种功能, 深受消费者欢迎。现在普通的马家沟芹菜的市场价格为 12~20/kg, 礼品芹菜价格是 60~80 元/箱, 可见马家沟芹菜供不应求, 经济效益非常好, 因此种植销售马家沟芹菜, 成为当地农民发家致富的首选途径。随着市场需求的不断增加,

收稿日期: 2011-01-07

作者简介: 翟二林(1981—), 女, 硕士研究生, 研究方向为生物活性物质。E-mail: zhaiierling20@163.com

* 通信作者: 迟玉森(1962—), 男, 教授, 博士, 研究方向为生物活性物质。E-mail: sd-chiyusen@163.com

马家沟芹菜种植面积迅速扩大。近年来,马家沟芹菜仅山东省平度市年种植面积就达10000多亩,平均亩产毛菜5000kg以上。市场销售的马家沟芹菜以净菜形式为主,1000kg毛菜,可产净菜400kg。10000多亩马家沟芹菜,种植一季,产毛菜50000t以上,加工净菜后,产生下脚料30000t。随着栽培技术的发展和大棚种植技术的普及,马家沟芹菜已经实现一年四季种植,因此加工净菜后的下脚料产量很大,可达100000~120000t,这些下脚料的市场价值非常低,大部分被丢弃。文献报道,马家沟芹菜干基含蛋白质19g/100g,可见其是开发蛋白资源的良好原料^[9]。

有关马家沟芹菜蛋白营养价值评价方面的研究数据未见报道。因此,本实验以大豆蛋白为参比蛋白,对马家沟芹菜加工净菜后的下脚料蛋白以及其他几种芹菜植物蛋白的氨基酸组成进行比较分析,为马家沟芹菜资源的开发利用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

马家沟芹菜下脚料 山东华欣农产品贸易有限公司。

HCl、NaOH、硼酸、硫酸铜均为分析纯。

1.2 仪器与设备

日立835-50型高速氨基酸分析仪 日本日立公司; ATN-100型凯氏定氮仪 上海洪纪仪器设备有限公司。

1.3 方法

1.3.1 马家沟芹菜净菜及加工下脚料产率分析

$$\text{下脚料得率}/\% = \frac{\text{马家沟芹菜加工的下脚料质量}}{\text{马家沟芹菜的总质量}} \times 100(1)$$

净菜即新鲜采摘的芹菜经过整理(如去掉不可食部分,切分等)而制成的一种产品;马家沟芹菜下脚料即为加工净菜残余后的茎叶等废料。

1.3.2 马家沟芹菜下脚料粗蛋白含量测定

根据GB/T 5009.5—2003《食品中蛋白质的测定》,采用微量凯氏定氮法^[10]进行测定。

1.3.3 马家沟芹菜下脚料氨基酸测定

样品经6mol/L HCl水解后,采用高速氨基酸分析仪进行氨基酸测定,另取样品经5mol/L NaOH水解,同时测定色氨酸的含量。

1.3.4 氨基酸营养价值评价

根据世界卫生组织/联合国粮农组织(WHO/FAO)1973年推荐的氨基酸评分标准模式(% ,干基)^[11]分别按公式(2)、(3)计算氨基酸评分(SAA)和必需氨基酸指数(IEAA)。

$$\text{SAA} = \frac{\text{实验样品氨基酸含量}/(\text{mg/g})}{\text{FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量}/(\text{mg/g})} \quad (2)$$

$$\text{IEAA} = \sqrt[n]{\frac{100a}{ae}} \times \sqrt[n]{\frac{100b}{be}} \times \dots \times \sqrt[n]{\frac{100j}{je}} \quad (3)$$

式中: n 为比较的必需氨基酸个数; a 、 b 、 c 、 \dots j 为马家沟下脚料蛋白质的必需氨基酸含量/(干基); ae 、 be 、 ce 、 \dots je 为大豆蛋白质的必需氨基酸含量/(干基)。

1.4 数据处理

将每组芹菜原料重复取样3次,每次测定3次取其均值,结果输入MS-Excel,进行 t 检验。

2 结果与分析

2.1 净菜和下脚料产率分析

马家沟芹菜的初产品是毛菜,市售的马家沟芹菜都是经毛菜层层剥皮后出产的。本实验选用的原料是净菜加工后的下脚料,该资源的开发为马家沟芹菜的综合利用提供了新的渠道。净菜与下脚料的产率见表1。

表1 马家沟芹菜净菜与下脚料的产率分析
Table 1 Productivity analysis of Majiagou celery leftover pieces

马家沟芹菜 毛菜质量/kg	净菜质量/kg	下脚料 质量/kg	净菜 得率/%	下脚料 得率/%
1040	408	632	39.2	60.8
1020	405	615	39.7	60.3
998	395	603	39.6	60.4

由表1可知,种植马家沟芹菜可得到60%以上的下脚料,这些下脚料为提取马家沟芹菜中的活性物质如蛋白、芹菜素等提供了廉价的原料。

2.2 马家沟芹菜下脚料粗蛋白的含量

表2 马家沟芹菜下脚料粗蛋白含量
Table 2 Protein contents of Majiagou celery leftover pieces

品种	马家沟芹菜鲜基	马家沟芹菜干基	小叶芹干基 ^[12]
粗蛋白含量/%	1.9	19	18~22

由表2可知,马家沟芹菜下脚料是一种高蛋白资源,其中干基蛋白含量为19%。现在种植马家沟芹菜产生的下脚料产量大、成本低,可见,马家沟芹菜下脚料蛋白具有很好的开发前景。

2.3 马家沟芹菜下脚料中的氨基酸组成

为了初步评估马家沟芹菜下脚料蛋白的营养价值,对其氨基酸组成进行了分析和测定,从而明确其开发应用价值,相关氨基酸含量见表3。

表 4 马家沟芹菜与其他植物叶中氨基酸指标评价结果
Table 4 Amino acid evaluation indices of Majiagou celery and other plants

物种	参数	必需氨基酸								IEAA
		Ile	Leu	Lys	Met +Cys	Phe +Tyr	Thr	Trp	Val	
	WHO/FAO 推荐值 ^[16]	40	70	50	35	60	40	10	50	
马家沟芹菜	氨基酸含量/(mg/g)	9.60	19.49	10.59	1.10	20.83	10.61	0	11.82	95.88
	氨基酸评分(SAA)	24	27.8	21.2	3.1	34.7	26.5	0	23.6	
小叶芹叶 ^[12]	氨基酸含量/(mg/g)	9.67	21.59	11.59	0.72	22.55	12.56	0	12.77	90.08
	氨基酸评分(SAA)	24.1	35.1	23.2	2.1	37.6	31.4	0	25.5	
河芹叶 ^[12]	氨基酸含量/(mg/g)	4.59	9.70	6.18	0.1	9.42	6.67	0	5.34	76.66
	氨基酸评分(SAA)	11.4	13.9	12.4	0.286	15.7	16.7	0	10.7	
黄花槐叶 ^[13]	氨基酸含量/(mg/g)	11.74	24.65	13.85	4.93	25.12	11.97	3.52	13.85	98
	氨基酸评分(SAA)	29.35	35.21	27.7	14.09	41.87	29.93	35.2	27.7	
大豆 ^[14]	氨基酸含量/(mg/g)	20.38	31.01	24.61	9.93	33.14	15.79	5.01	18.99	100
	氨基酸评分(SAA)	50.95	44.30	49.22	28.37	55.23	39.47	50.01	37.98	

由表 3 可知, 马家沟芹菜下脚料蛋白含 16 种氨基酸, 包括人体所需要的 8 种必需氨基酸, 其中, 谷氨酸含量均高于其他 15 种氨基酸。3 种芹菜干品氨基酸总含量的范围为 95.36~202.13mg/g, 马家沟芹菜的蛋白含量为 190mg/g。

表 3 马家沟芹菜等其他植物蛋白和大豆蛋白中氨基酸含量
Table 3 Amino acid composition of proteins from Majiagou celery and other plants

氨基酸	马家沟芹菜	小叶芹叶 ^[12]	河芹叶 ^[12]	黄花槐叶 ^[13]	大豆 ^[14]
缬氨酸*	11.82	12.77	5.34	13.85	18.99
亮氨酸*	19.49	21.59	9.70	24.65	31.01
异亮氨酸*	9.60	9.67	4.59	11.74	20.38
蛋氨酸*	1.10	0.72	0.1	4.93	4.24
苏氨酸*	10.61	12.56	6.67	11.97	15.79
苯丙氨酸*	11.99	13.10	5.61	14.79	20.28
色氨酸*	—	—	—	3.52	5.01
赖氨酸*	10.59	11.59	6.18	13.85	24.61
酪氨酸*	8.84	9.45	3.81	10.33	12.86
半胱氨酸*	—	—	—	—	5.69
精氨酸	11.98	12.91	4.95	13.62	31.24
组氨酸	4.50	4.44	3.02	7.98	10.65
丝氨酸	10.92	11.56	7.01	11.50	20.31
丙氨酸**	13.14	15.49	6.83	15.26	16.96
天冬氨酸**	18.12	19.37	9.20	22.31	43.97
谷氨酸	22.54	25.10	12.18	23.71	68.84
甘氨酸**	16.59	12.74	5.90	13.38	17.6
脯氨酸	8.28	9.07	4.37	10.33	20.49
总氨基酸(M)	190.11	202.13	95.36	227.72	388.92
必需氨基酸(E)	84.04	91.45	41.9	109.63	158.86
呈味氨基酸(D)	43.85	47.6	21.93	50.95	78.52
(D/M)×100%	23.56%	23.55%	23.00%	22.18%	20.19%
(E/M)×100%	45.16%	45.24%	43.94%	48.14%	40.84%

注: 以干基进行计算; *, 必需氨基酸; **, 呈味氨基酸; —, 未测定或无数据。

马家沟芹菜下脚料蛋白的必需氨基酸含量所占的比例为 45.16%, 与其他植物蛋白的必需氨基酸含量接近, 且均高于 WHO/FAO 模式推荐的模式(35.38%)^[15]。其呈

味氨基酸含量在所选的芹菜品种中居首, 为 23.56%。

2.4 马家沟芹菜下脚料蛋白的营养价值评价

由表 4 可以看出, 通过比较氨基酸评分, 马家沟芹菜下脚料含有的第一限制氨基酸为色氨酸, 第二限制氨基酸为蛋氨酸(半胱氨酸)。本研究的 3 种芹菜氨基酸含量略有差别, 这一差异可能是因芹菜的生长环境差异引起的, 需要作广泛而深入的比较研究。

马家沟芹菜下脚料氨基酸化学评分在 3 种芹菜中居首, 为 95.88, 与已经开发的黄花槐叶蛋白的 IEAA 接近。文献报道, IEAA > 95 为优质蛋白源, 85 < IEAA ≤ 95 为良好蛋白源, 75 ≤ IEAA ≤ 86 为可用蛋白源, IEAA < 75 为不适蛋白源^[17]。由此得出, 马家沟芹菜下脚料蛋白为优质蛋白, 是一种值得开发利用的优质植物蛋白资源。

3 结 论

3.1 马家沟芹菜下脚料含有 16 种氨基酸, 包括人体所需要的 8 种必需氨基酸, 谷氨酸含量均高于其他 15 种氨基酸。选取的 3 种芹菜干品氨基酸总含量的范围为 95.36~202.13mg/g, 马家沟芹菜的蛋白含量为 190mg/g。

3.2 马家沟芹菜下脚料必需氨基酸含量所占的比例为 45.16%, 与其他植物的必需氨基酸含量接近, 且均高于 WHO/FAO 模式推荐的标准(35.38%), 呈味氨基酸含量在所选的芹菜品种中居首, 为 23.56%。

3.3 通过氨基酸营养评价分析得出, 马家沟芹菜下脚料蛋白的第一限制氨基酸为色氨酸, 第二限制氨基酸为蛋氨酸(半胱氨酸)。本实验研究的 3 种芹菜氨基酸含量略有差别, 这一差异可能是因芹菜的生长环境差异引起的, 需要作广泛而深入的比较研究。

3.4 马家沟芹菜下脚料蛋白的化学评分 IEAA 在 3 种芹菜中居首, 为 95.88, 与已经开发的黄花槐叶蛋白的

IEAA 接近, 可见马家沟芹菜下脚料蛋白是一种值得开发利用的优质蛋白质资源。

参考文献:

- [1] 黄威, 吴文标. 南瓜叶蛋白营养价值的化学评价[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(1): 151-154.
- [2] 冯火斤. 单细胞蛋白的营养价值及其应用[J]. 食品科技, 1996(5): 10.
- [3] 苏小青. 植物叶蛋白 - 蛋白质的新资源[J]. 中国林副特产, 2005(2): 42-43.
- [4] 张艺, 李忠. 植物叶蛋白的开发应用[J]. 食品研究与开发, 2004, 25(5): 102-105.
- [5] PANDEY V N, SRIVASTAVA A K. A simple low energy requiring method of coagulation leaf protein for use[J]. Plant Foods Hum Nutr, 1993, 43(3): 241-245.
- [6] PANDEY V N. Leaf protein content and yield of some Indian legumes [J]. Plant Foods Hum Nutr, 1994, 46(4): 313-322.
- [7] 赵一鹏, 李新峥, 周俊国. 世界南瓜生产现状及其种群多样性特征[J]. 内蒙古农业大学学报, 2004, 25(3): 112-115.
- [8] 李秀花, 高志花, 付永斌, 等. 紫花苜蓿和洋槐叶蛋白提取实验[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2006(7): 58.
- [9] 曲香远. 青岛马家沟芹菜品牌创建经验[J]. 中国果菜, 2009, 8(5): 58-59.
- [10] 中华人民共和国国家标准. GB/T 5009.5 — 2003 食品卫生检验方法理化部分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 27-28.
- [11] 王红梅. 营养与食品卫生学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2000: 8-10.
- [12] 李爱民, 王玉兰, 赵淑兰, 等. 几种野生芹菜营养成分分析[J]. 特产研究, 1997(3): 18-19.
- [13] 池泽玲, 吴文标. 黄花槐叶蛋白的浓缩及氨基酸组成研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(6): 30-33.
- [14] 何志谦. 人类营养学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 20.
- [15] 李晓英, 李勇, 周淑青, 等. 两种淡水螺肉的营养成分分析与评价[J]. 食品科学, 2010, 31(13): 276-279.
- [16] WU W B. Food resources science and technology[M]. Hang Kong: China Academician Press, 2004: 70.
- [17] 陈爱莲, 苏娅. 利用微软 EXCEL 计算必需氨基酸指数[J]. 粮食与饲料工业, 1998(10): 29-30.