

## 论著

## 玛咖(Maca)干品营养成分分析与比较

杨晶明 王竹 杨月欣

(中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050)

**摘要:**目的 与传统作物相比,观察秘鲁安第斯山区特有作物玛咖(Maca)的营养价值。方法 采用国标方法或AOAC方法测定Maca干品中的蛋白质、氨基酸、脂肪、脂肪酸、糖类、11种矿物质、12种维生素等营养成分,并和马铃薯、甘薯、胡萝卜、小麦、稻米等营养素含量进行比较。结果 在矫正水分含量后,Maca的蛋白质、矿物质、多种维生素含量丰富,在许多方面高于马铃薯、甘薯等根茎类作物。结论 Maca具有较高的营养价值,是可以进一步引种和开发的薯类资源。

**关键词:**玛咖;营养;植物;食用;独行菜属

## Analysis and Comparison of Nutritional Composition for Dried Maca

YANG Jing-ming, WANG Zhu, YANG Yue-xin

(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050, China)

**Abstract: Objective** To evaluate nutritional value of Maca (*Lepidium meyenii* Walp), a tuber of Andine origin cultivated in Peru by comparison with Chinese traditional crops. **Method** Using national standards or AOAC methods, content of protein/ amino-acid, lipid/fatty acid, carbohydrate, 11 kinds of minerals and 12 kinds of vitamins in dried Maca were analyzed, and compared with that in potato, sweet potato, carrot, wheat flour and rice. **Results** It was showed that Maca was rich in protein, minerals and vitamins, with higher value than potato and sweet potato after adjusting water content. **Conclusion** It was suggested that Maca may be a potential tuber source for introduction and development because of its nutritional value.

**Key word:** Maca; Nutrition; Plants, Edible; Lepidium

玛咖(Maca) 全称玛咖独行菜(*Lepidium meyenii* Walp),为形似萝卜的块根类植物,属十字花科,原产秘鲁中部海拔4 000 m 以上的安第斯山区。由于Maca耐低温、大风,能在恶劣的生态条件下生长,成为当地主要作物之一<sup>[1]</sup>。常年的食用经验和研究表明Maca营养丰富,具有增强体力、消除疲劳、提高男性性功能的作用<sup>[2-4]</sup>,引起世人广泛关注,一些公司开始以Maca为原料研制保健食品,并于近几年逐步进入中国市场。为了增强对Maca的了解与认识,更好地开发其经济价值,本研究对Maca进行了全面的营养成分评估,并和同类作物及谷类作物进行了比较。

## 1 材料与方法

1.1 材料 Maca样品 由农业部优质农产品开发中心提供,来源于秘鲁利马莫利纳农业大学(La Universidad Nacional Agraria La Molina)。样品干燥后粉碎,色泽淡黄,口感略带甘苦。

## 1.2 方法

1.2.1 营养成分分析 按照表1所列的国标方法或国际公认方法对Maca进行营养成分检测,将检测数据与A. Dini及由秘鲁La Molina提供数据进行对比,分析样品成分差异,并和《中国食物成分表2002》中列出的典型块茎类食物(如马铃薯、萝卜)的成分数据进行比较,以综合评定Maca的营养价值。具体检测项目和方法见表1。

1.1.2 功效成分检测 参照国外有关报道<sup>[6]</sup>,结合本实验室的测定条件,选择测定Maca中植物固醇类物质(包括-谷甾醇和麦角固醇)、总黄酮、总皂甙的含量。检测方法参照卫生部推荐的保健食品功效成分检测方法进行,植物固醇采用GC法、总黄酮采用紫外分光光度法、总皂甙采用比色法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 Maca的营养评价

2.1.1 蛋白质及氨基酸模式 Maca属高山作物,生长环境气候变化剧烈,因此对蛋白质尤其是氨基酸模式会产生很大的影响。通过对Maca样品蛋白质和氨基酸含量的测定,并选取脱水的块茎类作物、谷类作物和Maca进行蛋白质含量及氨基酸成分对

基金项目:国家科技部十一五课题(2006BAD27B01)

作者简介:杨晶明 男 实习研究员

通讯作者:杨月欣 女 研究员

表1 营养成分检测项目及分析方法

项目	方法	项目	方法
<b>宏量营养素</b>		<b>微量元素</b>	
水分	直接干燥法(GB/T 5009.3—2003)	硒	荧光法(GB/T 5009.93—2003)
灰分	(GB/T 5009.4—2003)	铁	(GB/T 5009.90—2003)
热量	Alwat 法 <sup>[13]</sup>	铜	原子吸收光谱法(GB/T 5009.13—2003)
蛋白质	凯氏微量法(GB/T 5009—2003)	锌	原子吸收光谱法(GB/T 5009.14—2003)
氨基酸	(GB/T 5009.124—2003)	锰	(GB/T 5009.90—2003)
脂肪	索氏抽提法(GB/T 5009.6—2003)	碘	Ce - As 体系催化比色法 <sup>[13]</sup>
脂肪酸	(GB/T 17377—1998)		
胆固醇	GB/T 5009.128—2003	<b>维生素</b>	
糖类	差减法	胡萝卜素	纸层析法(GB/T 5009.83—2003)
淀粉	酶水解法(GB/T 5009.9—2003)	维生素 B <sub>1</sub>	(GB/T 5009.84—2003)
快消化、慢消化、抗性淀粉	Englyst 法 <sup>[13]</sup>	维生素 B <sub>2</sub>	荧光法(GB/T 5009.85—2003)
还原糖	直接滴定法(GB 5009.7—2003)	维生素 B <sub>6</sub>	(GB/T 5009.154—2003)
总膳食纤维	酶重量法(AOAC991.43)	维生素 B <sub>12</sub>	微生物法 <sup>[13]</sup>
可溶性、不溶性膳食纤维		尼克酸	(GB/T 5009.89—2003)
		叶酸	微生物法 <sup>[13]</sup>
<b>常量元素</b>		泛酸	微生物法 <sup>[13]</sup>
镁	(GB/T 5009.90—2003)	生物素	微生物法 <sup>[13]</sup>
钾	(GB/T 5009.91—2003)	胆碱	柱色谱法 <sup>[13]</sup>
钠	(GB/T 5009.91—2003)	维生素 C	荧光法(GB/T 5009.86—2003)
磷	分光光度法(GB/T 5009.87—2003)	维生素 E	高效液相色谱法(GB/T 5009.82—2003)
钙	原子吸收分光光度法(GB/T 5009.92—2003)		

比。水分折算后 Maca 蛋白含量为 10.2 g/100 g,通过表 2 数据对比显示,Maca 的蛋白质含量明显高于根茎类作物中的甘薯片、马铃薯、胡萝卜,接近山药的蛋白含量,与谷类作物小麦蛋白质含量相差不大,略高于稻米。测定结果与 A. Dini<sup>[6]</sup>等测定结果接近。

表2 Maca 与根茎类、谷类作物

	蛋白质含量对比表		
	水分	蛋白质	水分折算后蛋白质
Maca	10.4	9.1	10.2
Maca <sup>b</sup>	10.4	10.2	11.4
Maca <sup>c</sup>	15.0	11.9	14.0
甘薯片(干) <sup>a</sup>	12.1	4.7	5.3
胡萝卜(脱水) <sup>a</sup>	10.9	4.2	4.7
马铃薯(脱水) <sup>a</sup>	11.4	5.7	6.4
山药(干) <sup>a</sup>	15.0	9.4	11.1
小麦 <sup>a</sup>	10.0	11.9	13.2
稻米 <sup>a</sup>	13.3	7.4	8.5

注:a 数据来自《中国食物成分表 2002》<sup>[5]</sup>, b 数据来自 A. Dini 等 1994 年测定数据<sup>[6]</sup>, c 数据由秘鲁 La Molina 提供数据。

表 3 显示了 Maca 的氨基酸模式及氨基酸记分,结果显示,色氨酸是第一限制氨基酸,蛋氨酸是第二限制氨基酸,记分分别为 0.0 和 0.18,而非必需氨基酸脯氨酸含量过高,通过氨基酸记分显示 Maca 的蛋白营养价值略差。

表3 Maca 的氨基酸组成及氨基酸记分

氨基酸种类	含量		必需氨基酸推荐量 <sup>a</sup> (mg/g 蛋白)	氨基酸记分 (AAS) <sup>b</sup>
	(mg/100 g)	(mg/g 蛋白)		
ASP(天门冬氨酸)	620	68.1		
THR(苏氨酸)	300	33.0	40	0.825
SER(丝氨酸)	290	32.0		
GLU(谷氨酸)	640	70.3		
GLY(甘氨酸)	320	35.2		
ALA(丙氨酸)	320	35.2		
VAL(缬氨酸)	420	46.2	50	0.924
MET(蛋氨酸)	60	6.6	35	0.189
ILE(异亮氨酸)	280	30.8	40	0.770
LEU(亮氨酸)	410	45.1	70	0.644
TYR(酪氨酸)	300	33.0		
PHE(苯丙氨酸)	330	36.3	60	1.155
LYS(赖氨酸)	290	31.9	55	0.580
NH <sub>3</sub> (氨)	380			
HIS(组氨酸)	90	9.9		
ARG(精氨酸)	340	37.4		
PRO(脯氨酸)	3320	364.8		
TRP(色氨酸)	-	-	10	0.0
CYS(胱氨酸)	-	-		

注:- 表示低于检测限, a 为 FAO/WHO 1973 年推荐量, b 氨基酸记分计算公式 AAS = 被测蛋白质每克氮(或蛋白质)中的氨基酸(mg)/在理想模式中每克氮(或蛋白质)中的氨基酸(mg)。

表4为Maca与根茎类、谷类作物氨基酸含量的对比表,对比显示,Maca中的必需氨基酸含量接近根茎类作物,与谷类作物相比必需氨基酸蛋氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、色氨酸含量较低,而非必需氨基酸

脯氨酸含量过高,因此蛋白质的营养价值比谷类作物略差。与A. Dini提供数据相比,主要表现在脯氨酸含量非常高,其他氨基酸含量相对低。可能因为Maca来源不同及种属之间的差异造成的。

表4 Maca与根茎类、谷类作物氨基酸组成对比表

氨基酸组成	Maca	Maca <sup>b</sup>	Maca <sup>c</sup>	甘薯片 <sup>a</sup>	马铃薯粉 <sup>a</sup>	小麦粉 <sup>a</sup>	粳米 <sup>a</sup>
ASP(天门冬氨酸)	68.1	91.7	91.7	141.9	191.0	48.6	81.9
THR(苏氨酸)	33.0	33.1	33.1	67.4	26.1	28.4	29.4
SER(丝氨酸)	32.0	50.4	50.4	...	25.1	46.4	39.7
GLU(谷氨酸)	70.3	156.5	156.5	77.7	120.4	339.8	168.2
GLY(甘氨酸)	35.2	68.3	68.3	28.3	30.0	39.7	40.1
ALA(丙氨酸)	35.2	63.1	63.1	41.9	30.8	35.1	51.8
VAL(缬氨酸)	46.2	79.3	79.3	47.9	44.6	47.1	53.2
MET(蛋氨酸)	6.6	28.0	28.0	8.7	7.9	12.9	13.9
ILE(异亮氨酸)	30.8	47.4	47.4	30.9	31.7	37.0	52.5
LEU(亮氨酸)	45.1	91.0	91.0	47.2	43.8	70.4	72.4
TYR(酪氨酸)	33.0	30.6	30.6	23.6	7.4	31.2	48.8
PHE(苯丙氨酸)	36.3	55.3	55.3	41.9	27.4	47.1	53.2
LYS(赖氨酸)	31.9	54.5	54.5	23.4	37.6	25.7	31.8
NH <sub>3</sub> (氨)		-	-	-	-	-	-
HIS(组氨酸)	9.9	21.9	21.9	...	10.4	20.8	18.5
ARG(精氨酸)	37.4	99.4	99.4	32.8	21.5	44.7	67.5
PRO(脯氨酸)	364.8	0.5	0.5	...	26.7	108.8	41.3
HO-PRO(羟脯氨酸)	...	26.0	26.0	-	-	-	-
TRP(色氨酸)	...	...	-	11.1	...	12.4	17.9
CYS(胱氨酸)		...	-	...	2.9	23.3	22.2
肌氨酸		0.7	0.7	-	-	-	-

注:a是来源于《中国食物成分表2002》<sup>[5]</sup>,b是A. Dini等1994年测定数据<sup>[6]</sup>,c是秘鲁La Mblina提供数据,d列数据是根据Maca中蛋白质含量计算得到的,-表示没有该数据,·表示低于检测限。

2.1.2 脂肪及脂肪酸分布 Maca中的脂肪和脂肪酸在Maca中的含量相对较低,折算水分后只有1.54g/100g,在表5显示Maca与根茎类、谷类作物脂肪的含量很接近,数值都很低。表6显示的是Maca脂肪中脂肪酸所占比例,棕榈酸、油酸、亚麻酸、亚油酸含量较高,其中不饱和脂肪酸油酸、亚麻酸、亚油酸占到总脂肪的55%以上,但由于总脂肪含量低,仅有1.54g/100g,因此Maca只提供人类脂肪摄入量很小的比例部分,对人类的营养价值不大。A. Dini提供的脂肪酸占总脂肪的比例为,棕榈酸23.8%、亚油酸32.6%、油酸11.1%,比例与我们测定的结果相近。但A. Dini测定的脂肪含量高(2.2g/100g),因此脂肪酸含量高于我们测定的结果。可能因为脂肪酸属于不稳定物质,尤其是含有双键的多不饱和脂肪酸经长时间贮存或加工很容易降解破坏,引起测定结果偏低。

表5 Maca与根茎类、谷类作物

脂肪含量对比表

	水分	脂肪	水分折算后脂肪含量
Maca	10.4	1.38	1.54
Maca <sup>b</sup>	10.4	2.2	2.46
Maca <sup>c</sup>	15.0	1.7	2.00
甘薯片(干) <sup>a</sup>	12.1	0.8	0.90
胡萝卜(脱水) <sup>a</sup>	10.9	1.9	2.10
马铃薯(脱水) <sup>a</sup>	11.4	0.5	0.56
山药(干) <sup>a</sup>	15.0	1.0	1.20
小麦 <sup>a</sup>	10.0	1.3	1.44
稻米 <sup>a</sup>	13.3	0.8	0.92

注:a是来源于《中国食物成分表2002》<sup>[5]</sup>,b是A. Dini等1994年测定数据<sup>[6]</sup>,c是秘鲁La Molina提供数据。

2.1.3 糖类分类 Maca的主要组成成分糖类含量为74.8g/100g。膳食纤维含量为21.3g/100g,其中不溶性膳食纤维为15.9g/100g,可溶性膳食纤维为

表6 Maca 脂肪酸组成

脂肪酸的种类	脂肪酸在脂肪中的百分比	
	%	% <sup>a</sup>
C 12 0(月桂酸)	...	0.8
C 13 0	...	0.1
C 13 1	...	0.3
C 14 0(豆蔻酸)	0.29	1.4
C 15 0	...	1.1
C 15 1	...	0.5
C 16 0(棕榈酸)	28.19	23.8
C 16 1(棕榈油酸)	...	2.7
C 17 0	...	1.8
C 17 1	...	1.5
C 18 0(硬脂酸)	4.10	6.7
C 18 1(油酸)	11.27	11.1
C 18 2(亚油酸)	32.61	32.6
C 18 3(亚麻酸)	11.36	-
C 19 0	...	0.4
C 19 1	...	1.3
C 20 0(花生酸)	...	1.6
C 20 1	...	2.3
C 20 4(花生四烯酸)	0.99	-
C 20 5(EPA)	...	-
C 22 0	...	2.0
C 24 0	...	0.4
C 24 1	...	0.4
C 22 6(DHA)	...	-

注: - 表示没有该数据, ..表示低于检测限, a 是 A. Dini 等 1994 年测定数据<sup>[6]</sup>。

5.3 g/100 g, 淀粉包括快消化淀粉、慢消化淀粉和抗性淀粉, 含量分别为 17.3、15.4 和 27.7 g/100 g。现在由于将不被胃肠道消化的抗性淀粉和动物来源的氨基多糖也包括在膳食纤维的组成之中, 所以淀粉和膳食纤维的结果有一定的重叠。

表 7 显示了 Maca 与根茎类和谷类作物中糖类和膳食纤维的含量对比。我们测定膳食纤维的方法

采用的是 AOAC 911.43 酶重量法,《中国食物成分表 2002》中膳食纤维测定方法采用中性洗涤剂法, A. Dini 等测定膳食纤维采用 Bellucci 法(酸性洗涤剂法), 方法不同, 结果差异很大。但 Bellucci 法是 1932 年建立, 方法较老, 测定的是粗纤维, 严重低估了样品纤维的含量。而中性洗涤剂法只能测定不溶性膳食纤维, 酶重量法是 AOAC 推荐的, 是现今较准确反映样品膳食纤维含量的标准方法。总糖类采用差减法, 与《中国食物成分表 2002》的方法一致, A. Dini 等采用的是 AOAC 948.02 法, 测定的是可水解的糖类, 加上粗纤维为总糖类。

表 7 Maca 与根茎类、谷类作物

	糖类含量对比表		
	水分	膳食纤维	糖类
Maca	10.4	21.3	74.8
Maca <sup>b</sup>	10.4	8.5 <sup>d</sup>	59 <sup>e</sup> + 8.5
Maca <sup>c</sup>	15.0	8.3 <sup>d</sup>	-
甘薯片(干) <sup>a</sup>	12.1	2.0	78.5
胡萝卜(脱水) <sup>a</sup>	10.9	6.4	71.5
马铃薯(脱水) <sup>a</sup>	11.4	3.3	77.4
山药(干) <sup>a</sup>	15.0	1.4	69.4
小麦 <sup>a</sup>	10.0	10.8	75.2
稻米 <sup>a</sup>	13.3	0.7	77.9

注: a 数据来自《中国食物成分表 2002》<sup>[5]</sup>, b 数据来自 A. Dini 等 1994 年测定数据<sup>[6]</sup>, c 数据由秘鲁 La Molina 提供数据, d 数据为粗纤维值, e 数据为可水解糖类, 加粗纤维为总糖类, - 表示没有该数据。

2.1.4 常量元素与微量元素 Maca 矿物质含量达到 4.3 g/100 g, 含有丰富的常量与微量元素。表 8 显示 Maca 的矿物质的总量高于根茎类、谷类作物, 其中钙、磷、钾、铁元素含量明显高于根茎类、谷类作物, 尤其是钾元素的含量显著高于其他作物, 达到 1 611.5 mg/100 g。

表 8 Maca 与根茎类、谷类作物矿物质含量对比表

	灰分 (g/100 g)	钙 (mg/100 g)	磷 (mg/100 g)	钾 (mg/100 g)	钠 (mg/100 g)	镁 (mg/100 g)	铁 (mg/100 g)	锌 (mg/100 g)	硒 (μg/100 g)	铜 (mg/100 g)	锰 (mg/100 g)
Maca	4.3	186.6	328.4	1611.5	16.1	59.2	9.62	1.62	4.10	0.15	1.24
Maca <sup>b</sup>	4.9	150.0	-	2050.0	18.7	-	16.60	3.80	-	5.90	0.8
Maca <sup>c</sup>	4.8	220.0	180.0	2050.0	18.7	-	15.50	3.80	-	5.90	0.8
甘薯片(干) <sup>a</sup>	1.9	112.0	115.0	353.0	26.4	102.0	3.70	0.35	2.64	0.50	1.14
胡萝卜(脱水) <sup>a</sup>	5.1	458.0	118.0	1117.0	300.7	8.0	8.50	1.85	4.06	0.81	0.75
马铃薯(脱水) <sup>a</sup>	1.7	39.0	87.0	267.0	22.6	51.0	2.40	0.41	2.17	1.31	0.36
山药(干) <sup>a</sup>	3.8	62.0	17.0	269.0	104.2	...	0.40	0.95	3.08	0.63	0.23
小麦 <sup>a</sup>	1.6	34.0	325.0	289.0	6.8	4.0	5.10	2.33	4.05	0.43	3.10
稻米 <sup>a</sup>	0.6	13.0	110.0	103.0	3.8	34.0	2.30	1.70	2.23	0.30	1.29

注: a 是来源于《中国食物成分表 2002》<sup>[5]</sup>, b 是 A. Dini 等 1994 年测定数据<sup>[6]</sup>, c 是秘鲁 La Molina 提供数据, - 表示没有数据, ...表示低于检测限。

2.1.5 维生素组成 Maca 维生素种类丰富, 表 9 列举的是《中国食物成分表 2002》收录的维生素, 结果显示 Maca 中维生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 含量与其他作物接近, 尼

克酸含量比其他作物丰富, VE、VC 未能检测到。由于维生素类不稳定, 在长时间贮藏或加工过程中很容易被破坏, 尤其是胡萝卜素、VE、VC 是具有还原

性的维生素,稳定性很差。秘鲁 La Molina 提供的样品贮存时间较长,因此要比新鲜制作的 Maca 干粉的维生素含量低。Maca 其他种维生素的含量均很高,

分别为维生素 B<sub>6</sub> 0.32 mg/100 g、维生素 B<sub>12</sub> 0.8 μg/100 g、生物素 9.4 μg/100 g、泛酸 2.69 mg/100 g、叶酸 33.8 μg/100 g、胆碱 32.79 mg/100 g。

表9 Maca 与根茎类、谷类作物常规测定的维生素含量对比表

	胡萝卜素 (μg/100 g)	VE (mg/100 g)	B <sub>1</sub> (mg/100 g)	B <sub>2</sub> (mg/100 g)	尼克酸 (mg/100 g)	VC (mg/100 g)
Maca	74.50	...	0.18	0.16	8.33	...
Maca <sup>b</sup>	-	-	-	-	-	-
Maca <sup>c</sup>	-	-	0.20	0.35	-	2.5
甘薯片(干) <sup>a</sup>	150.00	0.38	0.15	0.11	1.1	9.0
胡萝卜(脱水) <sup>a</sup>	17250.00	-	0.12	0.15	2.6	32.0
马铃薯(脱水) <sup>a</sup>	-	-	0.14	-	-	20.0
山药(干) <sup>a</sup>	-	0.44	0.25	0.28	-	-
小麦 <sup>a</sup>	-	1.82	0.40	0.10	4.0	-
稻米 <sup>a</sup>	-	0.46	0.11	0.05	1.9	-

注:a 是来源于《中国食物成分表 2002》<sup>[5]</sup>, b 是 A. Dini 等 1994 年测定数据<sup>[6]</sup>, c 是秘鲁 La Molina 提供数据, - 表示没有数据, ... 表示低于检测限。

2.1.6 功效成分探讨 在 Maca 中除了上述营养成分以外,植物在新陈代谢中还形成特有的次级代谢产物如生物碱、总黄酮、植物固醇、皂甙、玛咖烯和玛咖酰胺等,本研究测定 Maca 中的总黄酮为 0.19 g/100 g、植物固醇中的 - 谷甾醇为 0.15 g/100 g、植物固醇中的麦角固醇含量小于 3.0 × 10<sup>-3</sup> g/100 g、总皂甙 0.7 g/100 g。研究显示玛咖烯、玛咖酰胺和生物碱是 Maca 特有的功效成分并被动物实验所验证<sup>[2]</sup>。早在 1961 年,Chacon 就已经从玛咖中分离出 4 种生物碱,但没有确定分子结构<sup>[7]</sup>,近几年,这 4 种物质的分子式已经分别被确定:(1R,3S) - 1 - 甲基 - 4 氢 - 咪啉 - 3 - 羧酸、3 - 苄基 - 1,2 - 二氢 - N - 羟基吡啶 - 4 - 甲醛、1,3 - 二苄基 - 4,5 - 二甲基氯化咪唑和 1,3 - 二苄基 - 2,4,5 - 三甲基氯化咪唑<sup>[7,9,10]</sup>。2000 年,Zheng 等分析了 Maca 中的玛咖烯和玛咖酰胺,确定了其中的 3 种分子结构分别是 N - 苄基辛酰胺、N - 苄基 - 16 - 羟基 - 9 - 氧基 - 10E,12E,14E - 十八三烯酰胺和 N - 苄基 - 16 - 羟基 - 9,16 - 二氧 - 10E,12E,14E - 十八三烯酰胺<sup>[2]</sup>。2001 年,Ilias 又确定了其中 4 种分子结构,分别为 3 - 苄基 - 1,2 - 二元不饱和 - N - 羟基 - 4 - 吡啶甲醛、N - 苄基 - 5 - 氧基 - 6E,8E - 十八二烯酰胺、N - 苄基 - 十六烷酰胺和 5 - 氧基 - 6E,8E,十六二烯酸<sup>[9]</sup>。由于玛咖烯和玛咖酰胺同系物种类多,还有未知分子结构,分析测定工作仍在继续。Maca 中还含有芥子油苷及其分解产物异硫氰酸苄酯、多酚类物质等化合物<sup>[11,12]</sup>,使 Maca 还具备一些其他保健功效。

参考文献

[1] 余龙江,金文闻. 玛咖(*Lepidium meyenii*.) 干品的营养成分及抗疲劳作用研究[J]. 食品科学, 2004, 25(1): 164-166.

[2] ZHENG B L, HE K, KIM C H, et al. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats [J]. Urology, 2000, 55: 598-602.

[3] GONZALES G F, CORDOVA A, GONZALES C, et al. *Lepidium meyenii* (Maca) improved semen parameters in adult men. [J] Asian J Androl, 2001, 3: 301-303.

[4] CICERO A F, BANDIERI E, ARLETTI R. *Lepidium Meyenii* Walp. improves sexual behaviour in male rats independently from its action on spontaneous locomotor activity [J]. J Ethnopharmacol, 2001, 75(2-3): 225-229.

[5] 杨月欣,王光亚,潘兴昌,主编. 中国食物成分表 2002[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2002.

[6] DINI A, MIGLIUOLO G, RASTRELLI L. Chemical composition of *lepidium mayenii* [J]. Food Chemistry, 1994, 49: 347-349.

[7] VALENTOVA K, ULRICHOVA J. Smallanthus sonchifolius and *lepidium meyenii* prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases [J]. Biomed Papers, 2003, 147(2): 119-130.

[8] PIACENTE S, CARBONE V, FLAZA A, et al. Investigation of the tuber constituents of Maca (*Lepidium meyenii* Walp.) [J]. J Agric Food Chem, 2002, 50: 5621-5625.

[9] MUHAMMAD I, ZHAO J P, DUNBAR D C, et al. Constituents of *Lepidium meyenii* 'Maca' [J]. Phytochemistry, 2002, 59: 105-110.

[10] CUI B, ZHENG B L, HE K, et al. Iridazole alkaloids from *lepidium meyenii* [J]. J Nat Prod, 2003, 66(8): 1101-1103.

[11] TELLEZ M R, KHAN I A, KOBALISYM, et al. Composition of the essential oil of *lepidium meyenii* (Walp) [J]. Phytochemistry, 2002, 61(2): 149-155.

[12] SANDOVAL M, OKUHAMA N N, ANGELES F M, et al. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*lepidium meyenii*) [J]. Food Chemistry, 2002, 79(2): 207-213.

[13] 杨月欣,主编. 实用食物营养成分分析手册(第二版) [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.

[收稿日期: 2007 - 02 - 09]

