

文章编号: 1001-1498(2009)05-0696-05

# 云南栽培玛咖的营养成分分析与评价

冯颖, 何钊, 徐珑峰, 张忠和, 石雷, 陈晓鸣

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

**摘要:**对云南栽培的玛咖营养成分进行了分析,并与文献报道的秘鲁产玛咖进行了比较。结果表明:云南栽培玛咖含有  $16.7 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  的蛋白质、 $21.5 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  粗纤维、9.30% 氨基酸、多种无机元素、多种维生素等营养成分,脂肪含量低;所含营养成分的种类与秘鲁产玛咖类似,其中对人体有益的蛋白质、粗纤维、钙、铁、锌、VC 等成分的含量较高,表明云南栽培玛咖的营养丰富,具有开发利用价值。

**关键词:**玛咖;营养成分;蛋白质;氨基酸;维生素

中图分类号: S632

文献标识码: A

## Nutritive Elements Analysis and Evaluation of Maca (*Lepidium meyenii*) Cultivated in Yunnan

FENG Ying, HE Zhao, XU Long-feng, ZHANG Zhong-he, SHI Lei, CHEN Xiaoming

(Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China)

**Abstract:** The nutritive elements of Maca (*Lepidium meyenii*) cultivated in Yunnan were analyzed and evaluated in this paper. The results showed that the protein amount of Maca cultivated in Yunnan is  $16.7 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , crude fiber  $21.5 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , total amount of amino acids 9.30%. Maca cultivated in Yunnan contains several inorganic elements and vitamins. The fat amount is low in Maca cultivated in Yunnan. The nutritive elements in Maca cultivated Yunnan and Maca grown in Peru are similar. The amounts of protein, crude fiber, calcium, iron, zinc and vitamin C are higher than those in Maca grown in Peru. The analysis results showed that Maca cultivated in Yunnan is nutritious and has value to develop.

**Key words:** Maca (*Lepidium meyenii*); nutritive elements; protein; amino acids; vitamin

玛咖 (*Lepidium meyenii* Walpers) 是原产于秘鲁安第斯山区的草本植物,属于十字花科独行菜属<sup>[1]</sup>。玛咖的栽培和食用历史悠久,主要食用部分为成熟膨大的块根,在南美地区,当地人主要用其作为食物,也作为传统药物使用,具有抗疲劳、改善性功能、提高生育力等多种功效<sup>[2]</sup>。近年来,玛咖的独特功效引起了广泛的关注,研究人员对其进行了多方面的研究。化学成分分析发现了玛咖酰胺、玛咖烯、芥子油苷及其衍生物、固醇等多种活性物质<sup>[2-5]</sup>。通

过动物实验和人体实验研究,证明了其确实具有抗疲劳<sup>[6-7]</sup>、改善性功能<sup>[8-11]</sup>、抗氧化<sup>[12]</sup>、减少前列腺增生<sup>[13]</sup>、提高生育能力<sup>[14]</sup>等多种功效,且无毒、食用安全<sup>[15]</sup>。玛咖含有多种营养成分,营养丰富<sup>[3]</sup>,Dini等<sup>[16]</sup>对玛咖干粉的化学成分进行了分析,认为玛咖含有碳水化合物、蛋白、纤维等营养成分,可作为部分欠发达地区的食物资源,解决营养不良问题。余龙江等<sup>[7]</sup>对秘鲁提供的干玛咖粉的营养成分进行了研究,认为玛咖干粉营养成分合理,是一种具较高

收稿日期: 2009-04-12

基金项目: 国家林业局引进国外先进农业技术项目(2008-4-13),中国林业科学研究院资源昆虫研究所基本科研业务费专项(Riri200704M)部分研究内容

作者简介: 冯颖(1960—),云南昆明人,研究员,主要从事药用昆虫与天然产物研究。

营养价值的食品;杨晶明等<sup>[17]</sup>对来源于秘鲁的玛咖干粉采用国标方法或国际公认方法进行了检测,并与 Dini和秘鲁 La Molina提供的数据进行对比,认为玛咖具有较高营养价值,是可进一步引种和开发的资源。由于玛咖具有的显著的保健医疗功效和食用价值,其开发利用发展很快,已开发出了多种玛咖产品。

玛咖的自然分布为海拔 3 500 m 以上的高寒山区,在我国没有自然分布<sup>[1-3]</sup>。目前还没有在南美以外规模引种成功的报道,也未见在中国栽培玛咖成分分析的研究报道。作者所在的项目组近年来开展了玛咖的引种栽培研究,在云南省的部分地区成功地引种栽培出了玛咖,并繁殖了多代,形成了一定的规模和产量。为了对云南栽培玛咖的质量进行评价和开发利用,本文对在云南栽培的玛咖块根和地上部分的叶进行了主要成分分析,并与已发表的产自秘鲁的玛咖块根成分分析结果进行了比较,为云

南栽培玛咖的开发利用提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

试验材料玛咖来源于项目组在云南省的引种栽培试验地,试验地为平均海拔 2 000 m 的山区,年平均气温 11~19℃。玛咖抽苔前采收,收获的玛咖分成块根和叶 2 部分,自然晒干后粉碎备用。

### 1.2 方法

采用我国常规食物营养成分分析方法对玛咖根粉和玛咖叶粉进行分析检测,具体分析项目和方法见表 1,分析方法与 Dini等<sup>[16]</sup>采用的 AOAC (Association of Analytical Communities)方法类似,与余龙江等<sup>[7]</sup>的方法相同,除纤维外与杨晶明等<sup>[17]</sup>的方法相同,均为国标方法。分析检测数据与 Dini等<sup>[16]</sup>、杨晶明等<sup>[17]</sup>及余龙江等<sup>[7]</sup>检测的数据进行比较,评价样品的营养价值。

表 1 云南栽培玛咖营养成分检测项目及分析方法

项目	方法	
一般营养成分	水分	直接干燥法 GB/T 5009. 3 - 2003
	灰分	灼烧称重法 GB/T 5009. 4 - 2003
	粗纤维	酸、碱洗涤法 GB/T 5009. 10 - 2003
	粗脂肪	索式抽提法 GB/T 5009. 6 - 2003
	脂肪酸	GB/T 14489. 3 - 1993
	蛋白质	凯氏定氮法 GB/T 5009. 5 - 2003
	氨基酸	氨基酸自动分析仪检测 GB/T 5009. 124 - 2003
无机元素	S, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, B, Na, Ni, Al 电感耦合等离子体原子发射光谱 (ICP - AES)法 GB/T 18932. 11 - 2002	
维生素	A, B1, B2, B6, D, E	高效液相色谱法 <sup>[18]</sup>
	C	紫外分光光度计法 GB/T 5009. 86 - 2003

## 2 结果与分析

### 2.1 一般营养成分

蛋白、碳水化合物、脂肪、纤维等是食物的主要组成成分,其中蛋白质是人类重要的营养物质,生物体的生命活动均与蛋白质有关,蛋白含量的高低是衡量食物营养价值的重要指标<sup>[19]</sup>。分析结果(表 2)表明:云南栽培干玛咖根和叶中均含有丰富的蛋白质,其含量分别为  $16.7 \times 10^4$ 、 $26.8 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,文献报道的玛咖的蛋白含量为  $8.87 \sim 11.9 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,云南栽培干玛咖根和叶的蛋白质含量显著高于来源于秘鲁的玛咖蛋白含量<sup>[7,16-17]</sup>;云南栽培玛咖根和叶的蛋白含量高于人类通常食用的谷物类和根茎类食物,大米的蛋白含量通常为  $(5 \sim 9) \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,小麦  $(10 \sim 12) \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,根茎类食物如甘薯干的蛋

白含量  $(1 \sim 6) \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,脱水胡萝卜  $4.2 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,脱水土豆  $5.7 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup><sup>[20]</sup>,与文献报道的比较结果类似<sup>[16-17]</sup>。玛咖的脂肪含量不高,为  $(1.38 \sim 2.20) \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>(表 2),本文对云南栽培玛咖根的分析中未检出脂肪(或低于检测限),玛咖叶中仅含  $0.44 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,表明云南栽培玛咖的脂肪含量极低,以常规方法不能检出。云南栽培的玛咖根和叶的纤维含量分别为  $21.5 \times 10^4$ 、 $18.7 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,显著高于表中 b、c、d 3 组的纤维含量,但与杨晶明等<sup>[17]</sup>的分析结果类似,有可能是分析方法不同造成的差异。云南栽培玛咖的灰分含量较高,根和叶分别为  $12.2 \times 10^4$  和  $10.8 \times 10^4$  mg · kg<sup>-1</sup>,其差别的原因待进一步分析。营养成分的分析结果表明,云南栽培的玛咖蛋白含量较高,是很好的植物源蛋白资源。

表 2 玛咖一般营养成分

营养成分	测量值 / ( $\times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )					
	玛咖根	玛咖叶	玛咖根 <sup>a</sup>	玛咖根 <sup>b</sup>	玛咖根 <sup>c</sup>	玛咖根 <sup>d</sup>
蛋白质	16.7	26.8	9.1	10.2	11.9	8.87
粗脂肪	未检出	0.44	1.38	2.2	1.7	2.00
粗纤维 (膳食纤维)	21.5	18.7	21.3	8.5	8.3	8.23
灰分	12.2	10.8	4.3	4.9	4.8	4.96
水分	7.2	9.5	10.4	10.4	15.0	7.64

注: a数据来源杨晶明等<sup>[17]</sup>测定数据; b数据来源 Dini等<sup>[16]</sup>测定数据; c数据由秘鲁 La Molina提供,来源杨晶明文獻; d数据来源余龙江测定数据,下同。

## 2.2 氨基酸种类及含量

氨基酸是蛋白质的主要组成成分,蛋白质需要经过消化和水解成各种氨基酸后才能被人体吸收和利用,在组成蛋白质的氨基酸中有 8 种氨基酸是人体不能自行合成而必须从食物中获取的必需氨基酸,一般单一食物蛋白中氨基酸种类、比例和含量都不能达到人对氨基酸的需求,所以食物中的氨基酸组成和含量是评价蛋白质质量的重要指标<sup>[19]</sup>。由分析结果 (表 3) 可见,云南栽培的玛咖含有组成蛋白

质的 17 种氨基酸 (色氨酸未测),块根的氨基酸总量为 9.30%,必需氨基酸含量占氨基酸总量的 32.80%,结果与文献报道的秘鲁产玛咖氨基酸含量基本一致;叶中的氨基酸含量较高,达到了 19.87%,必需氨基酸含量占氨基酸总量的 35.73%,云南栽培的玛咖的氨基酸总量和各种氨基酸含量与通常食用的谷物和根茎类食物类似<sup>[20]</sup>,表明作为食物,玛咖可与其它食物蛋白相互补充,为人体提供必需的蛋白质营养。

表 3 玛咖中氨基酸种类及含量

氨基酸种类	氨基酸含量 / ( $\times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )					
	玛咖根	玛咖叶	玛咖根 <sup>a</sup>	玛咖根 <sup>b</sup>	玛咖根 <sup>c</sup>	玛咖根 <sup>d</sup>
天门冬氨酸 ASP	62.9	91.8	68.1	91.7	91.7	78.0
苏氨酸 THR*	25.1	35.1	33.0	33.1	33.1	52.0
丝氨酸 SER	25.1	37.3	31.9	50.4	50.4	44.8
谷氨酸 GLU	80.8	148.5	70.3	156.5	156.5	120.6
甘氨酸 GLY	27.5	41.0	35.2	68.3	68.3	59.9
丙氨酸 ALA	29.3	46.6	35.2	63.1	63.1	104.2
胱氨酸 CYS	6.0	6.0	未测出	未测出	未测出	50.7
缬氨酸 VAL*	31.1	47.8	46.2	79.3	79.3	86.5
蛋氨酸 MET*	7.2	6.0	6.6	28.0	28.0	25.1
异亮氨酸 LE*	20.4	32.8	30.8	47.4	47.4	46.3
亮氨酸 LEU*	34.1	54.1	45.1	91.0	91.0	68.6
酪氨酸 TYR	16.2	20.5	33.0	30.6	30.6	44.4
苯丙氨酸 PHE*	24.0	35.1	36.3	55.3	55.3	49.9
赖氨酸 LYS*	40.7	54.1	31.9	54.5	54.5	66.2
组氨酸 HIS	14.4	18.7	9.9	21.9	21.9	14.4
精氨酸 ARG	80.2	49.6	37.4	99.4	99.4	74.2
脯氨酸 PRO	31.7	16.4	364.8	0.5	0.5	0.5
(氨基酸总量 / 样品量) / %	9.30	19.87	8.33	9.91	11.55	8.75
(必需氨基酸 / 总氨基酸) / %	32.80	35.73	25.09	40.06	40.06	40.00

注: \* 为必需氨基酸。

## 2.3 脂肪酸

脂肪酸是各种脂类的重要组成成分,其中的部分不饱和脂肪酸是人体不能合成的必需脂肪酸,不饱和脂肪酸具有促进生长发育、降低毛细管的脆性、降低血栓形成等作用,对心血管疾病具有很好的保健作用,是重要的营养成分<sup>[19]</sup>。云南栽培玛咖的脂

肪含量很低,因此其脂肪酸含量也很低,这与已有的文献 [7, 16 - 17] 报道的类似。现有文献的分析均认为玛咖的不饱和脂肪酸含量占总脂肪酸含量的比例较高,从营养角度看较为合理。从表 4 看出:云南栽培玛咖的不饱和脂肪酸占总脂肪酸的比例较高,其中根含量达到了 80.32%,高于文献报道的秘

玛咖<sup>[7,16-17]</sup>,叶中的含量为 54.75%,不饱和脂肪酸占总脂肪酸的比例也较高;但云南栽培玛咖的脂肪

含量很低,从营养的角度看,不能作为人类不饱和脂肪酸的主要来源。

表 4 玛咖中脂肪酸种类及组成

脂肪酸名称	测量值 / %				
	玛咖根	玛咖叶	玛咖根 <sup>a</sup>	玛咖根 <sup>b</sup>	玛咖根 <sup>d</sup>
棕榈酸 C16:0	8.68	12.55	28.19	23.8	21.36
硬脂酸 C18:0	3.19	3.43	4.10	6.7	2.60
油酸 C18:1	42.42	15.66	11.27	11.1	15.74
亚油酸 C18:2	27.76	19.37	32.61	32.6	38.32
亚麻酸 -C18:3	未检出	未检出	/	/	/
亚麻酸 -C18:3	10.14	19.72	11.36	/	21.98
二十碳烯酸	未检出	未检出	0.99	2.3	/
C22:1 芥酸	未检出	未检出	/	/	/
未知脂肪酸	7.81(未知脂肪酸峰 2个) 29.27(未知脂肪酸峰 7个)				
不饱和脂肪酸占脂肪酸比例 / %	80.32	54.75	56.32	46.0	76.04

注:脂肪酸测试结果为总脂肪酸的相对含量;“/”表示原文献中无该数据。

## 2.4 无机元素含量

无机元素参与机体的正常生理代谢,是维持人体正常生理机能不可缺少的物质。通常认为人体必需的生物元素有 32 种,多数从食物中获取。中国膳食中较易缺乏的元素是钙、铁和碘<sup>[19]</sup>。云南栽培玛咖的无机元素分析结果(表 5)显示:云南栽培玛咖

含有多种元素,其中磷、钙、镁、铁、锌、钠等高于文献报道的秘鲁玛咖的含量<sup>[7,16-17]</sup>,具有较高营养价值的钙、铁、锌的含量高于一般植物来源的食物<sup>[20]</sup>,表明云南栽培玛咖富含无机元素,可作为钙、铁、锌等元素的食物来源,营养价值很高。

表 5 玛咖中脂肪酸种类及组成

无机元素名称	测量值 / (mg · kg <sup>-1</sup> )					
	玛咖根	玛咖叶	玛咖根 <sup>a</sup>	玛咖根 <sup>b</sup>	玛咖根 <sup>c</sup>	玛咖根 <sup>d</sup>
硫	9.400	10.200	/	/	/	/
磷	4.400	5.400	3.284	/	1.800	1.800
钾	7.900	27.900	16.115	20.500	20.500	21.300
钙	7.700	6.700	1.866	1.500	2.200	668
镁	2.100	2.500	592	/	/	908
铁	1.100	810	96.2	166	155	16.5
锌	88.7	71.2	16.2	38.0	38.0	20.1
铜	7.17	11.1	1.5	59.0	59.0	61.7
硼	8.81	9.0	/	/	/	/
钠	2.400	242	161	187	187	192
镍	11.3	7.15	/	/	/	/
铝	<0.05	<0.05	/	/	/	/

注:“/”表示原文献中无该数据。

## 2.5 维生素

维生素是人体不可缺少的营养素,对于维持人体的生长和新陈代谢十分重要,一般人体内不能合成,必须不断地从食物中获取<sup>[19]</sup>。对云南栽培玛咖 7 种维生素分析(表 6)发现:玛咖根中含有 6 种维生素,未检出 VE,玛咖叶含有 7 种维生素,玛咖根和叶中的 VC 含量明显高于文献报道的秘鲁玛咖的含量<sup>[7,16-17]</sup>,也高于其它根茎类食物,如脱水胡萝卜 320 mg · kg<sup>-1</sup>,脱水土豆 200 mg · kg<sup>-1</sup><sup>[20]</sup>,表明云南栽培玛咖是富含 VC 的营养食品。

表 6 玛咖中维生素种类及含量

维生素种类	测量值 / (mg · kg <sup>-1</sup> )				
	玛咖根	玛咖叶	玛咖根 <sup>a</sup>	玛咖根 <sup>c</sup>	玛咖根 <sup>d</sup>
VA	0.1	0.1	/	/	/
VD	0.5	0.3	/	/	/
VE	未检出	28.0	未检出	/	<0.1
VC	628.5	561.8	未检出	25.0	19.8
VB <sub>1</sub>	3.2	52.4	1.8	2.0	4.3
VB <sub>2</sub>	3.2	1.1	1.6	3.0	3.0
VB <sub>6</sub>	1.4	7.7	3.2	/	3.3

### 3 结论和讨论

营养成分分析表明:云南栽培玛咖含有蛋白质、氨基酸、矿物元素、维生素等多种营养成分,脂肪含量很低,与文献中秘鲁的玛咖成分种类基本相同,其中蛋白质、钙、铁、VC等对人体十分有益的成分较高,不饱和脂肪酸占脂肪酸的比例较高,其它成分基本类似,说明云南栽培玛咖在营养成分方面与秘鲁产玛咖无本质区别,可以作为食品资源开发利用。

玛咖主要生长于秘鲁等南美地区,我国目前的玛咖原料来源于秘鲁,由于原料需要进口,导致了玛咖产品的价格较高,且产品有限。我国云南为多山地区,全省 94%以上的土地为山地和高原<sup>[21]</sup>,气候类型复杂,气候和山地资源丰富,为山区发展玛咖种植奠定了很好的基础,在适宜地区发展玛咖可为当地提供一种新的食物资源,同时利用当地栽培玛咖生产保健食品、药品等具有原料易得、生产成本低等显著优势。本文的研究结果表明,云南栽培玛咖的营养成分的质量与秘鲁产类似,说明在云南大力发展玛咖产业是可行的。

云南栽培玛咖叶的成分分析表明:玛咖叶含有与玛咖根相同的各种成分,其中蛋白和 VC 的含量较高,说明玛咖叶同样具有开发利用价值。在收获玛咖根时同时将叶收获,可提高玛咖的利用效益,降低栽培成本;但玛咖叶是否与根一样具有多种活性和功能尚待进一步研究。

研究表明:玛咖具有的多种保健和药物活性与其独特的化学成分相关,除蛋白、氨基酸、无机元素、维生素等营养成分外,通常认为玛咖含有的生物碱、芥子油苷、甾醇以及其它一些次生代谢物质等为其主要的活性成分<sup>[3]</sup>。云南栽培玛咖的生物碱、芥子油苷等活性成分待进一步分析研究。

#### 参考文献:

- [1] León J. The "Maca" (*Lepidium meyenii*), A Little Known Food Plant of Peru [J]. *Economic Botany*, 1964, 18(2): 122 - 127
- [2] Yali Wang, Yuchun Wang, Brian McNeil, *et al* Maca: An Andean crop with multi-pharmacological functions [J]. *Food Research International*, 2007, 40: 783 - 792
- [3] 余龙江,金文闻. 国际良种 - 药食两用植物 MACA [M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2003
- [4] Ganzera M, Zhao J, Muhammad I, *et al* Chemical profiling and standardization of *Lepidium meyenii* (Maca) by reversed phase high performance liquid chromatography [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2002, 50(7): 988 - 991
- [5] Mccollom M M, Villinski J R, Mcphail K L, *et al* Analysis of macamides in samples of Maca (*Lepidium meyenii*) by HPLC-UV-MS/MS [J]. *Phytochemical Analysis*, 2005, 16(6): 463 - 469
- [6] Miura Toshihiro, Hayashi Motoki Naito Yukio. Antihypoglycemic effect of Maca in fasted and insulin-induced hypoglycemic mice [J]. *Journal of traditional medicines*, 1999, 16(3): 93 - 96
- [7] 余龙江,金文闻. 玛咖 (*Lepidium meyenii*) 干粉的营养成分及抗疲劳作用研究 [J]. *食品科学*, 2004, 25(1): 164 - 166
- [8] 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(4): 598 - 602
- [9] Gonzales G F, Ruiz A, Gonzales C, *et al* Effect of *Lepidium meyenii* (maca) roots on spermatogenesis of male rats [J]. *Asian Journal of Andrology*, 2001, 3(3): 231 - 233
- [10] Gonzales G F, Nieto J, Rubio J, *et al* Effect of Black maca (*Lepidium meyenii*) on one spermatogenic cycle in rats [J]. *Andrologia*, 2006, 38(5): 166 - 172
- [11] Cicero A F, Piacente S, Plaza A, *et al* Hexanic Maca extract improves rat sexual performance more effectively than methanolic and chloroformic Maca extracts [J]. *andrologia*, 2002, 34(3): 177 - 179
- [12] Sandoval M, Okuhana 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] Gonzales G F, Miranda S, Nieto J, *et al* Red maca (*Lepidium meyenii*) reduced prostate size in rats [J]. *Reprod Biol Endocrinol*, 2005, 3: 5
- [14] Gasco M, Aguilar J, Gonzales G F. Effect of chronic treatment with three varieties of *Lepidium meyenii* (Maca) on reproductive parameters and DNA quantification in adult male rats [J]. *Andrologia*, 2007, 39(4): 151 - 158
- [15] 田 辉,樊柏林,孙凡中,等. 玛咖细粉毒理安全性实验研究 [J]. *实验动物科学*, 2007, 24(3): 6 - 11
- [16] Dini A, Migliuolo G, Rastrelli L, *et al* Chemical composition of *Lepidium meyenii* [J]. *Food Chemistry*, 1994, 49: 347 - 349
- [17] 杨晶明,王 竹,杨月欣. 玛咖 (Maca) 干品营养成分分析与比较 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2007, 19(3): 201 - 205
- [18] 黄雨三. 保健食品检验与评价技术规范实施手册 [M]. 北京:清华同方电子出版社, 2003
- [19] 戴有盛. 食品的生化与营养 [M]. 北京:科学出版社, 1994: 161 - 178
- [20] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表 [M]. 北京:人民卫生出版社, 1999: 2 - 30
- [21] 云南省地方志编纂委员会总纂. 云南省志. 地理志 [M]. 昆明:云南人民出版社, 1998: 217 - 218