

# 淮山生食性研究

韦本辉<sup>1</sup>, 甘秀芹<sup>1</sup>, 韦威泰<sup>1</sup>, 宁秀呈<sup>2</sup>, 覃维治<sup>1</sup>, 何虎翼<sup>1</sup>, 李丽淑<sup>1</sup>, 罗 霆<sup>1</sup>

(1. 广西农业科学院经济作物研究所, 广西 南宁 530007; 2. 广西农业科学院种质库, 广西 南宁 530007)

**摘 要:** 目的: 研究淮山鲜薯去皮生食的可食性。方法: 以桂淮 2 号、5 号、6 号鲜薯为材料, 测定淮山鲜薯的营养成分, 检测其毒性、重金属含量、农药残留等, 评价生食口感、食味及安全性。结果: 淮山鲜薯营养丰富, 含淀粉 17.09%、蛋白质 2.61%、可溶性糖 5.38%、氨基酸总量 1.68%(共 18 种), 其中 7 种为人体必需氨基酸, Fe、Zn、Cu 含量分别为 3.9、3.12、1.59mg/kg; 淮山鲜薯重金属含量及农药残留量符合无公害蔬菜技术标准, 安全, 无毒性; 淮山鲜薯去皮生食被受试人群接受。结论: 淮山鲜薯去皮生食, 营养丰富、安全。  
**关键词:** 淮山; 鲜薯; 营养; 毒性; 可食性

## Study on Edibility of Fresh *Dioscorea opposita*

WEI Ben-hui<sup>1</sup>, GAN Xiu-qin<sup>1</sup>, WEI Wei-tai<sup>1</sup>, NING Xiu-cheng<sup>2</sup>, QIN Wei-zhi<sup>1</sup>, HE Hu-yi<sup>1</sup>,  
LI Li-shu<sup>1</sup>, LUO Ting<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Cash Crops, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China;  
2. Gene Bank, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

**Abstract:** Objective: To analyze the edibility of Huaishan fresh yam (*Dioscorea opposita* Thunb.). Method: Three varieties of yam Guihuai No. 2, Guihuai No. 5 and Guihuai No. 6 were used as test materials. Taste and safety of fresh yam were evaluated by analyzing the contents of major nutrients, heavy metals and pesticides and the toxicity as well. Result: Yam has rich nutritional components, including 17.09% starch, 2.61% protein, 5.38% soluble sugar and 1.68% gross amount of amino acids specifically 18 amino acids among which there are essential amino acids required by human beings. The contents of Fe, Zn and Cu are 3.9, 3.12, 1.59 mg/kg, respectively. The contents of heavy metals and pesticides in yam are found agreed with the technical criteria of vegetables. Eating fresh yam could be accepted by different tested populations. Conclusion: Fresh yam has rich nutrition value and is suitable for fresh food use with safety.

**Key words:** *Dioscorea opposita* fresh yam; nutrition; toxicity; edibility

中图分类号: S632.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)01-0317-05

淮山也称广山药、山药, 属薯蓣科(*Dioscoreaceae*) 山药属(*Dioscorea* L.)<sup>[1]</sup>, 是一种高效经济作物, 中国从南到北都种植。淮山块茎含有大量的淀粉、蛋白质、维生素、糖类及人体必需的十多种氨基酸, 具有补脾、养肺、固肾、益精的作用<sup>[2]</sup>; 其粘多糖可刺激和调节人体免疫系统, 具有抗病毒、抗肿瘤、抗衰老的作用<sup>[3-4]</sup>; 《神农本草经》言其“主伤中, 补虚羸, 除寒热邪气, 补中益气力, 长肌肉, 久服耳目聪明, 轻身不饥延年”; 《本草纲目》称其“性平, 味甘, 补脾胃, 益肺肾, 生津止渴, 益肾气, 止泄痢, 化痰涎, 润皮毛”。广西盛产淮山, 常年淮山种植面积 4 万公顷, 所产淮山加工成淮山药材与河南正品怀山药药效相

当, 在临床上与正品山药通用已 200 多年<sup>[4]</sup>。淮山薯块传统上作药材加工和蒸煮食用, 现研究其生吃的可食性, 对拓宽淮山利用途径, 推动淮山产业发展具有重要意义。黄岛平等<sup>[3]</sup>研究了广西 5 个产地(邕宁、博白、北流、桂平、容县)的淮山(广山药)及怀山药的 16 种营养元素的含量, 发现广山药及怀山药中均含有 Mn、Fe、Zn、Cu、Ca、Mg、P、Se 等元素, 5 个产地的广山药中 Cu/Zn 值均低于正常人血清的 Cu/Zn 值; 王绍美<sup>[5]</sup>、张兵<sup>[6]</sup>研究表明, 淮山含有大量的淀粉、蛋白质、多种微量元素及丰富的氨基酸种类, 必需氨基酸含量全面; 倪少云<sup>[7]</sup>测定了浙江江口市淮山的氨基酸种类及含量, 发现淮山氨基酸种类多达 17 种, 其中必

收稿日期: 2006-12-02

基金项目: 广西创新能力建设项目(桂科能 0443002-6); 广西农业综合开发项目(桂财发 2005-3)

作者简介: 韦本辉(1954-), 男, 研究员, 研究方向为淮山等薯类作物育种与栽培。E-mail: weibenhui@126.com

需氨基酸 7 种。在药理方面, 研究认为淮山具有增强和调节免疫功能<sup>[8-12]</sup>、抗氧化<sup>[13-15]</sup>、降血糖降血脂<sup>[16-21]</sup>、防治心脑血管疾病<sup>[22]</sup>等作用。在食品加工方面, 淮山可加工成酸奶<sup>[23]</sup>、饮料<sup>[24]</sup>、果脯<sup>[25]</sup>、罐头<sup>[26]</sup>, 淮山提取液可作为酸奶的稳定剂<sup>[27]</sup>等。淮山的营养成分、药理作用等方面的研究较多, 但鲜薯去皮生吃可食性研究尚未见报道。本研究选用作者选育并通过省级品种审定的淮山品种, 研究其鲜薯营养成分、重金属含量、农药残留量和毒性, 评价淮山鲜薯去皮生吃的口感、食味等, 阐明淮山鲜薯去皮生吃的营养性、安全性及可食性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验用淮山为广西农业科学院经济作物研究所育成的桂淮 2 号(Guihuai NO. 2)、桂淮 5 号(Guihuai NO. 5)、桂淮 6 号(Guihuai NO. 6) (均为 2004 年通过广西农作物品种审定委员会审定品种) 的鲜薯。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 主要营养成分测定

按照 GB/T 5009.3、5、6、7、9—1985、GB/T 14965—1994、GB/T 15337—1994 和 Q/GXCZ 103—1999 等方法进行测定。

#### 1.2.2 重金属含量及农药残留测定

砷、镉、汞、铬含量分别按 GB/T 5009.11、15、17—1996 及 GB/T 14962—94 的检测方法进行测定; 农药残留按 SN0334—95 进行测定。

#### 1.2.3 鲜薯毒性实验

按照 GB 15193—2003, 采用最大耐受量(MTD)实验法, 剂量设为 20000mg/kg bw。选用 20 只小鼠(雌、雄性各 10 只), 实验前动物禁食 16 h, 不限饮水。按 0.40ml/20g bw 的容量给动物灌胃 1000mg/ml 的样品溶液(实验前, 取 20g 鲜薯用食品粉碎机将样品充分粉碎成糊状, 然后用蒸馏水定容至 20ml 浓度供实验用)。观察动物的中毒症状和死亡情况, 每周称体重一次, 观察 14 d。

#### 1.2.4 生吃鲜薯制作及口味、安全性评价

切片生吃: 选择光滑、无病虫眼的新鲜淮山薯条, 洗净表面泥土、杂质后, 用水果刀去皮, 在干净的砧板上切成薄片, 蘸蜂蜜食用(也可以蘸白糖或直

接食用)。

打浆生吃: 鲜淮山洗净去皮后, 切成丁, 用果汁机打成浆。按照淮山浆: 鲜牛奶(伊利)=1:3 的比例调成汁, 并按每杯(250ml)加入一小匙蜂蜜(约 5ml)调味, 待用。

将上述方法加工好的切片淮山和淮山浆奶, 分别请 3 组人群(青少年组: 15~20 岁; 青年组: 25~30 岁; 中年组: 35~40 岁。每组 10 人)品尝, 评价其口感, 并跟踪调查有无不良反应。

## 2 结果与分析

### 2.1 淮山鲜薯营养成分分析

供试测定的 3 个淮山品种, 其鲜薯营养丰富且全面, 除淀粉外, 还含有丰富的可溶性糖、粗蛋白、皂甙, 各种矿物质及种类全面的氨基酸, 结果见表 1~2。3 个品种的平均可溶性糖、粗蛋白含量分别为 5.38%、2.61%; 铁、锌、铜含量高达 3.9、3.12、1.59mg/kg; 氨基酸总量为 1.68%, 氨基酸种类为 18 种, 其中 7 种为人体必需氨基酸(赖氨酸、苏氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸)。此外, 还含有皂甙及少量的粗脂肪。

3 个不同品种营养成分含量不同, 桂淮 5 号粗蛋白、氨基酸、可溶性糖分别比桂淮 2 号高 24.69%、22.37%、81.87%, 铁、锌含量分别比桂淮 2 号高 38.14%、115.28%, 但淀粉、总皂甙及铜的含量略低于桂淮 2 号; 桂淮 6 号氨基酸、可溶性糖、铁、锌含量略高于桂淮 2 号, 其他指标均比桂淮 2 号低。桂淮 2 号、桂淮 5 号及桂淮 6 号 3 个品种的人体必需氨基酸总量分别为 0.481%、0.597% 和 0.546%。

### 2.2 淮山鲜薯重金属含量及农药残留分析

依据 GB 18406.1—2001 标准, 对 3 个淮山品种鲜薯的重金属污染、农药残留等进行分析, 结果见表 3~4。3 个淮山品种鲜薯重金属镉、砷、汞、铬含量非常低, 除桂淮 5 号的镉含量略超无公害标准外, 其他品种各项指标均低于无公害蔬菜技术标准; 农药残留量检测中, 均未检出敌百虫、敌敌畏及甲胺磷, 符合无公害蔬菜产品要求。

### 2.3 淮山鲜薯毒性分析

3 个淮山品种鲜薯对小鼠的经中急性最大耐受剂量均大于 20000mg/kg bw, 依据食品的急性毒性分级标准

表 1 淮山鲜薯营养成分含量测定  
Table 1 Nutrient ingredients contents in fresh yam

品种	粗蛋白(%)	氨基酸(%)	淀粉(%)	可溶性糖(%)	粗脂肪(%)	总皂甙(%)	铁(mg/kg)	锌(mg/kg)	铜(mg/kg)
桂淮 2 号	2.43	1.52	18.19	3.75	0.06	0.15	3.12	2.16	1.69
桂淮 5 号	3.03	1.86	18.13	6.82	0.10	0.14	4.31	4.65	1.56
桂淮 6 号	2.37	1.66	14.95	5.58	0.06	0.15	4.28	2.54	1.52

表2 淮山鲜薯的氨基酸含量分析(%)

Table 2 Contents of amino acids in fresh yam (%)

种类	桂淮2号	桂淮5号	桂淮6号
天门冬氨酸	0.179	0.210	0.207
蛋氨酸	0.009	0.019	0.021
苏氨酸	0.063	0.079	0.067
异亮氨酸	0.066	0.084	0.074
丝氨酸	0.125	0.133	0.116
亮氨酸	0.113	0.135	0.129
谷氨酸	0.217	0.254	0.248
酪氨酸	0.056	0.065	0.061
脯氨酸	0.070	0.082	0.080
苯丙氨酸	0.094	0.111	0.103
甘氨酸	0.061	0.070	0.063
赖氨酸	0.073	0.087	0.078
丙氨酸	0.063	0.089	0.067
氨	0.059	0.067	0.061
胱氨酸	0.009	0.016	0.016
组氨酸	0.035	0.047	0.040
缬氨酸	0.063	0.082	0.074
精氨酸	0.212	0.290	0.207

评价, 其急性经口毒性均属无毒级, 结果见表5。

#### 2.4 淮山鲜薯口感评价

##### 2.4.1 切片生食口感、食味评价

淮山切片生食受试人员尚未发现不良反应, 但不  
同受试群体表现差异。表6表明, 90%以上受试者认

表3 淮山鲜薯的重金属含量

Table 3 Heavy metals contents in fresh yam

元素	桂淮2号	桂淮5号	桂淮6号	技术要求(GB18406.1-2001)
砷	<0.4	<0.4	<0.4	≤0.5
汞	<0.01	<0.01	<0.01	≤0.01
镉	0.05	0.1	0.04	≤0.05
铬	<0.1	<0.1	0.1	≤0.5

表4 淮山鲜薯的农药残留

Table 4 Remnant pesticide contents in fresh yam

农药种类	桂淮2号	桂淮5号	桂淮6号	技术要求(GB18406.1-2001)
敌百虫	nd	nd	nd	≤0.1
敌敌畏	nd	nd	nd	≤0.2
甲胺磷	nd	nd	nd	不得检出

注: nd 为未检出。

为淮山切片生吃没有异味感, 可以接受。其中青少年  
组86.7%认为口感及食味达优或良; 青年组97.7%认为  
口感及食味达优或良; 中年组93.3%认为口感及食味达  
优或良。

3个品种比较, 桂淮2号最受欢迎, 接受程度均比  
桂淮5号、桂淮6号高2.2%, 且认为口感及食味优等  
级者比例也超过51.1%。

表5 淮山鲜薯毒性实验结果( $\bar{X} \pm S$ )Table 5 Results of toxicity experiment of fresh yam ( $\bar{X} \pm S$ )

品种	性别	剂量(mg/kg bw)	动物数(只)	初始体重(g)	7d体重(g)	14d体重(g)	死亡数(只)	死亡率(%)	最大耐受剂量(mg/kg bw)
桂淮2号	雄	20000	10	19.7±0.7	24.4±1.4	28.3±1.1	0	0	> 20000
	雌	20000	10	19.8±1.4	24.4±1.7	28.3±1.9	0	0	
桂淮5号	雄	20000	10	19.8±0.6	25.2±1.7	29.0±2.4	0	0	
	雌	20000	10	19.3±0.9	25.0±1.9	28.3±1.9	0	0	
桂淮6号	雄	20000	10	19.4±1.4	23.4±1.4	26.5±1.3	0	0	
	雌	20000	10	19.7±1.6	23.5±1.4	26.4±1.4	0	0	

表6 淮山鲜薯切片生食的口感、食味评价

Table 6 Taste of fresh slice yam

品种	人群	口感及食味(%)			异味(%)			接受程度(%)	不良反应
		优	良	一般	较重	较轻	无		
桂淮2号	青少年组	26.7	60.0	13.3	0	6.7	93.3	93.3	无
	青年组	73.3	26.7	0	0	0	100	100	无
	中年组	53.3	40.0	6.7	0	0	100	93.3	无
	平均	51.1	42.2	6.7	0	2.2	97.8	95.5	
桂淮5号	青少年组	20.0	66.7	13.3	0	6.7	93.3	86.7	无
	青年组	53.3	46.7	0	0	0	100	100	无
	中年组	40.0	60.0	0	0	6.7	93.3	93.3	无
	平均	37.8	57.8	4.4	0	4.5	95.5	93.3	
桂淮6号	青少年组	26.7	60.0	13.3	0	13.3	13/15	86.7	无
	青年组	40.0	53.3	6.7	0	6.7	93.3	93.3	无
	中年组	46.7	53.3	0	0	6.7	93.3	93.3	无
	平均	37.8	55.5	6.7	0	8.9	93.3	91.1	
平均		42.2	51.9	5.9	0	5.2	95.8	93.3	

### 2.4.2 淮山鲜薯去皮打浆生食口感、食味评价

淮山鲜薯去皮打浆添加牛奶生食, 普遍受到受试人员接受。表7表明, 95%以上的受试人员接受淮山打浆生食, 且接近70%的受试人员认为口感及食味可达到优等。其中青年组100%的受试人员接受打浆生食, 73.3%认为口感及食味达优, 26.7%认为良; 青少年组平均97.8%接受淮山打浆生食, 80%认为口感及食味达优, 17.8%认为良; 中年组88.9%接受淮山打浆生食, 53.3%认为口感及食味达优, 35.5%认为良。

3个品种比较, 桂淮2号被接受程度最高, 分别比桂淮5号、桂淮6号高2.2%和4.5%, 且70%以上认为口感及食味达优等。

表7 淮山鲜薯打浆生食口感、食味评价  
Table 7 Taste of fresh starchy yam

品种	人群	口感及食味(%)			接受程度(%)
		优	良	一般	
桂淮2号	青少年组	86.7	13.3	0	100
	青年组	73.3	26.7	0	100
	中年组	60.0	33.3	6.7	93.3
	平均	73.3	24.4	2.2	97.8
桂淮5号	青少年组	73.3	26.7	0	100
	青年组	80.0	20.0	0	100
	中年组	46.7	40.0	13.3	86.7
	平均	66.7	28.9	4.4	95.6
桂淮6号	青少年组	80.0	13.3	6.7	93.3
	青年组	66.7	33.3	0	100
	中年组	53.3	33.3	13.3	86.7
	平均	66.7	26.6	6.7	93.3
平均		68.9	26.7	4.4	95.6

## 3 讨论

### 3.1 淮山鲜薯无有害物质污染

本研究的3个淮山品种, 生长期长(7个月以上), 抗性好, 一般少施或不需要施用农药, 且收获的鲜薯属地下块茎, 一般在正常栽培条件下检不出有害物质污染。

### 3.2 淮山鲜薯营养丰富

淮山鲜薯含有丰富的淀粉、蛋白质、可溶性糖等, 有益于人体健康。本研究结果表明3个淮山品种平均鲜薯淀粉含量为17.09%(干样淀粉74.17%), 明显高于王绍美(安顺怀山药鲜薯淀粉15.58%)、张兵(湖北省利安市山药干样淀粉28.7%)、倪少云(浙江省江山市山药干样淀粉含量61.3%)报道的结果及全国代表值11.60%<sup>[24]</sup>(鲜薯); 蛋白质含量略低于安顺怀山药、湖北安陆市及浙江江山市所产的山药, 比全国代表值1.9%高37.4%; 氨基酸含量, 3个淮山品种鲜薯平均氨基酸总量为1.68%(干样含量为7.31%), 氨基酸种类达18种, 其中人体必需氨基酸7种, 这一结果与杭悦宇<sup>[28]</sup>测定的三大产地(广

东、河南、广西)的淮山相近, 而氨基酸种类比倪少云报道的浙江省江山市所产的山药(17种)及杭悦宇<sup>[29]</sup>报道的四大类淮山即山薯、薯蓣、参薯、褐袍薯蓣的16种多。

### 3.3 淮山鲜薯具有医疗保健功效

淮山鲜薯富含多种矿质元素, 对人体医疗保健有独特的功效。本研究3个淮山品种的鲜薯Fe、Zn、Cu平均含量分别为3.9mg/kg(干样17.0mg/kg)、3.12mg/kg(干样13.45mg/kg)、1.59mg/kg(干样6.93mg/kg); Fe、Zn平均含量比全国代表值<sup>[30]</sup>高30.0%、15.6%, Cu平均含量比全国代表值低33.8%; Fe平均含量与王绍美测定的安顺山药相同, Zn、Cu平均含量比安顺山药高108.0%和59.0%。淮山含有较丰富的Zn、Cu, 且Cu/Zn(0.51)还低于正常人血清中的Cu/Zn(0.82~1.2), 有学者认为中草药低的Cu/Zn比值可校正糖尿病患者血清中较高的Cu/Zn<sup>[31]</sup>, 可见本研究的淮山品种鲜薯富含Fe、Zn、Cu等微量元素, 这可能是通常医学界认为淮山具有独特的补脾养胃、生津益肺、补肾涩精、治疗糖尿病等功效的原因之一<sup>[3]</sup>。

### 3.4 淮山鲜薯生食无毒、安全

本研究的3个淮山品种鲜薯, 经毒性实验表明属无毒级; 桂淮2号、桂淮5号、桂淮6号的砷、汞、镉、铬含量均符合无公害蔬菜的技术标准(只有桂淮5号的镉含量超过临界值); 农药敌百虫、敌敌畏、甲胺磷均未检出, 符合无公害蔬菜的技术标准。作者曾对桂淮2号嫩叶芽条作为蔬菜食用的可食性进行研究, 结果表明其叶芽蛋白质含量2.82%, 低于豌豆苗而高于其他多种芽苗菜, 膳食纤维在同类蔬菜中含量最高(达4.46%), 经小鼠MTD毒性实验证实属无毒级, 作蔬菜食用色香味俱佳, 口感爽脆嫩滑, 风味独特<sup>[32]</sup>。淮山属无性繁殖作物, 嫩叶芽条能作蔬菜食用, 亦可看出其块茎具有无毒性。

### 3.5 淮山鲜薯生吃, 省工节能

淮山鲜薯, 传统上除了加工淮山中药材以外, 主要食用方法有蒸、炒、焖、炸等。高温对淮山营养成分影响很大, 高温对淮山中的糖、氨基酸、淀粉、维生素等都有不同程度的破坏作用<sup>[6]</sup>。蒸、炒、焖、炸等高温加工过程中, 还可能会破坏淮山中的酶类及其他活性物质。杨中林等用山药水煎剂25g/kg给小鼠连续灌胃5d, 显著提高其碳粒廓清速率, 生品(鲜薯)优于麸炒品<sup>[8]</sup>。可见, 淮山鲜薯生食, 能够保持其营养的全面性, 食用后有助于肠胃消化的同时可充分利用其营养价值, 且还有润肠、排便、去毒之功效。本研究结果表明, 不同人群普遍接受生食淮山, 尚未发现不良反应的现象。淮山鲜薯生食, 一般去皮后可直接食用或经调味食用, 无需加热, 这有效节省了食品加工

人力和能源。

#### 4 结 论

淮山薯药食兼用,具有很高的营养价值和药用价值。淮山鲜薯去皮生食,营养、无毒、安全、节能,食用方便,是淮山食用方法上的一种革新,它不仅减少了加工工艺中高温对其营养成分及活性物质的破坏,又能最大限度地利用其营养和药用价值。淮山鲜薯去皮生食是可行的。淮山鲜薯去皮生食,增添食物品种,不仅能提高人口健康水平,而且可以拉动淮山生产发展。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志: 16卷[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 54.
- [2] 韦本辉, 韦威泰, 甘秀芹. 淮山品种“桂淮6号”选育及栽培研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(4): 215-216.
- [3] 黄岛平, 莫建光, 劳燕文, 等. 广山药中16种元素的分析比较[J]. 广东微量元素科学, 2002, 9(2): 47-50.
- [4] 郭达伟. 山药产品的开发研究[J]. 食品科技, 2001(3): 13-15.
- [5] 王绍美, 吴秀章. 安顺山药营养成分分析[J]. 山地农业生物学报, 2001, 20(3): 191-195.
- [6] 张兵, 谢九皋. 山药营养成分的研究[J]. 湖北农业科学, 1996(6): 56-58.
- [7] 倪少云, 宋学华. 山药的营养成分分析[J]. 江苏药学与临床研究, 2002, 10(2): 26-27.
- [8] 杨中林, 李晓毛, 王拥军. 山药不同炮制品对小鼠碳粒廓清速率的影响[J]. 中国中药杂志, 1991, 16(12): 725-733.
- [9] 李树英, 陈永畅. 五种山药对小鼠免疫功能影响的比较研究[J]. 河南中医, 1992, 12(1): 23-24.
- [10] 苗明三. 怀山药多糖对小鼠免疫功能的增强作用[J]. 中药药理与临床, 1997, 13(3): 25.
- [11] 赵国华, 王赟, 李志孝, 等. 山药多糖的免疫调节作用[J]. 营养学报, 2002, 24(2): 187-188.
- [12] 阚建全, 王雅茜, 陈宗道, 等. 山药活性多糖抗突变作用的体外实验研究[J]. 营养学报, 2001, 23(1): 76-78.
- [13] 刘世昌, 李献平, 刘敏. 四大怀药对小鼠血液中谷胱甘肽过氧化物酶活性和过氧化脂质含量的影响[J]. 中药材, 1991, 14(4): 39.
- [14] 何书英, 詹彤, 王淑如. 山药水溶性多糖的化学及体外抗氧化活性[J]. 中国药科大学学报, 1994, 25(6): 369-372.
- [15] 苗明三. 怀山药多糖抗氧化作用研究[J]. 中国医药学报, 1997, 12(2): 22-23.
- [16] 聂凌鸿, 宁正祥. 广东淮山水溶性多糖的分离纯化及体外抗氧化活性的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(11): 129-133.
- [17] 郝志奇, 杭秉茜, 王英. 山药水煎剂对实验性小鼠降血糖作用[J]. 中国药科大学学报, 1991, 22(3): 158-160.
- [18] MAURICA M D. The hypoglycemic principle of *Dioscorea dumetorum* [J]. Planta Medica, 1990, 56(1): 119-123.
- [19] HIKINO H. Polysaccharide extract of *Dioscorea* sp. and an orally active pharmaceutical composition comparing the same[J]. Planta Medica, 1986, 53(3): 168-171.
- [20] PREMA P, SARASWATHY D K. Effects of purified starch from common Indian edible tubers on lipid metabolism in rats fed atherogenic diet [J]. Indian J Biochem Biophys, 1978, 15(5): 423-425.
- [21] 杭悦宇. 我国山药类药材对动物降血糖和降血脂的作用[J]. 植物资源与环境, 1994, 3(4): 59-60.
- [22] PREMA Z, SARASWATHY D K. Cholesterol binding capacity of fiber from tropical fruits and vegetables[J]. Indian J Exp Biol, 1979, 17(12): 1341-1345.
- [23] 徐树峰. 怀山药酸奶冷饮与速冻[J]. 食品工业, 2001, 7(3): 22-23.
- [24] 邱雁临, 樊黎生, 李冬生, 等. 山药粒粒汁饮料的研制[J]. 食品科学, 1997, 18(6): 34-37.
- [25] 张驰, 段路育. 山药果脯的加工工艺探讨[J]. 食品研究与开发, 2001, 22(5): 30-31.
- [26] 陈晔. 山药罐头的加工工艺[J]. 九江师专学报: 自然科学版, 1993, 12(6): 46-47.
- [27] 曾少葵, 蒋志红, 吴红棉. 淮山提取液替代羧甲基纤维素钠作为酸奶稳定剂的效果研究[J]. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(1): 51-55.
- [28] 杭悦宇, 周炎, 丁志遵, 等. 山药类中药的氨基酸和微量元素分析[J]. 中药通报, 1988, 13(7): 421-424.
- [29] 杭悦宇, 秦慧贞, 丁志遵. 山药新药源的调查和质量研究[J]. 植物资源与环境, 1992, 1(2): 10-15.
- [30] 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, 1991: 30-31; 146-147.
- [31] 薛小珍. 17种治疗糖尿病的中草药中微量元素含量分析[J]. 苏州医学院学报, 1999, 19(6): 639-642.
- [32] 韦威泰, 韦本辉, 甘秀芹, 等. 桂淮2号山药(淮山)叶芽营养及可食性分析[J]. 中国蔬菜, 2004(5): 7-8.