

# 不同品种甘薯藤蔓部分活性成分含量的比较

罗霞<sup>1</sup>, 魏巍<sup>1</sup>, 余梦瑶<sup>1</sup>, 江南<sup>1</sup>, 伍明<sup>1,2</sup>, 许晓燕<sup>1,\*</sup>

(1.四川省中医药科学院, 四川 成都 610041; 2.四川大学生命科学学院, 四川 成都 610064)

**摘要:**目的: 比较渝甘、绵粉等7个不同品种甘薯藤蔓部分活性成分含量。方法: 测定甘薯藤蔓中水溶性蛋白、多糖、多酚、黄酮、花青素、 $\beta$ -胡萝卜素、绿原酸和咖啡酸的含量。结果: 不同品种甘薯藤蔓中的水溶性蛋白、多糖、多酚、黄酮、花青素、 $\beta$ -胡萝卜素、绿原酸和咖啡酸含量存在明显差异。其中, 水溶性蛋白在7个品种甘薯藤蔓中的含量范围为9.54~16.89mg/g, 多糖2.63~8.79mg/g, 多酚18.89~43.21mg/g, 黄酮15.27~41.52mg/g, 花青素1.83~4.00mg/g,  $\beta$ -胡萝卜素1.26~2.88mg/g, 绿原酸69.38~1150.61 $\mu$ g/g, 咖啡酸53.86~426.85 $\mu$ g/g。结论: 品种对生物活性物质含量的影响较大, 部分生物活性物质在甘薯藤蔓中的含量因品种不同存在明显差异, 特别是绿原酸, 在不同品种甘薯藤蔓中的含量差异可达16倍。

**关键词:** 甘薯藤蔓; 多糖; 多酚; 黄酮; 花青素;  $\beta$ -胡萝卜素; 绿原酸; 咖啡酸

## Comparative Analysis of Chemical Composition of Sweet Potato Vines from Different Cultivars

LUO Xia<sup>1</sup>, WEI Wei<sup>1</sup>, YU Meng-yao<sup>1</sup>, JIANG Nan<sup>1</sup>, WU Ming<sup>1,2</sup>, XU Xiao-yan<sup>1,\*</sup>

(1. Sichuan Academy of Chinese Medicine Science, Chengdu 610041, China;

2. College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

**Abstract:** This study aimed to compare bioactive compound contents in sweet potato vines from seven cultivars. The water soluble protein content was measured by Bradford method, polysaccharide content by anthrone- $H_2SO_4$  colorimetry; polyphenol content by Folin-Ciocalteu method, flavonoids content by  $NaNO_3$ - $Al(NO_3)_3$ - $NaOH$  colorimetry, anthocyanin content by vanillin-HCl method,  $\beta$ -carotene content by spectrophotometric method; chlorogenic acid, and caffeic acid contents by HPLC. All other bioactive compounds contents except water soluble protein were significantly different in 7 cultivars of sweet potato vines: soluble protein, 9.54–16.89 mg/g; polysaccharide, 2.63–8.79 mg/g; polyphenol, 1.89–43.21 mg/g; flavonoids, 15.27–41.52 mg/g, anthocyanins, 1.83–4.00 mg/g,  $\beta$ -carotene, 1.26–2.88 mg/g; chlorogenic acid, 69.38–1150.61  $\mu$ g/g; and caffeic acid, 53.86–426.85  $\mu$ g/g. Bioactive compound contents of sweet potato vines were greatly impacted by the cultivar, and there were significant differences among different cultivars for the content of some of the bioactive compounds, especially chlorogenic acid, showing a 16-fold difference at most.

**Key words:** sweet potato vines; water soluble protein; polysaccharide; polyphenol; flavonoid; anthocyanin;  $\beta$ -carotene; chlorogenic acid; caffeic acid

中图分类号: S531

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)10-0238-03

doi:10.7506/spkx1002-6630-201310052

甘薯(*Ipomoea batata* Lam.)是旋花科1年生或多年生草本植物, 又称红薯、白薯、番薯、红苕等。目前, 我国的甘薯总种植面积保持在620万公顷左右, 总产量稳定在1亿t以上, 占全世界的80%, 是世界上最大的生产国。然而, 当收获甘薯的块茎后, 还留下大量地面的藤蔓(包括叶、柄和茎)部分, 其中小部分作为家畜饲料, 其余大部分被弃置于田间自然降解, 既污染环境, 又造成极大的资源浪费。

现代研究发现, 甘薯藤蔓除含有丰富的纤维素、蛋白质、矿物质和维生素等营养物质外, 还有含有大量的多糖、黄酮类化合物、多酚、类胡萝卜素、绿原酸、咖啡酸等生物活性的物质, 具有抗肿瘤<sup>[1]</sup>、抑菌<sup>[2]</sup>、降血脂<sup>[3]</sup>、抗氧化<sup>[4]</sup>、提高免疫<sup>[5]</sup>等功能, 此外具有降低多种糖尿病动物模型血糖的功能<sup>[6-8]</sup>, 可作为保健品甚至药品开发的原料。而现有文献大多是对甘薯藤蔓化学成分的分析研究, 少有对多个品种甘薯藤蔓的化学成分进行比

收稿日期: 2012-03-19

基金项目: 四川省科技支撑计划项目(2010XZ0108)

作者简介: 罗霞(1974—), 女, 副研究员, 博士, 研究方向为中药化学。E-mail: lx1443\_cn@sina.com

\*通信作者: 许晓燕(1980—), 女, 助理研究员, 硕士, 研究方向为分析化学。E-mail: 4086014@qq.com

较, 对此, 本实验通过对四川不同甘薯主栽品种的藤蔓进行活性物质的含量测定, 比较不同品种间活性成分的差异, 为其精深加工研究提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

渝甘、绵粉等7个不同品种甘薯的藤蔓, 由四川光友薯业有限公司提供, 均产自四川省绵阳市的甘薯种植基地, 为收获甘薯后的地面部分(包括叶、柄和茎), 洗净晾干, 粉碎后在干燥箱中60℃烘至恒质量, 编号样品A、B、C、D、E、F、G, 干燥器中保存。

$\beta$ -胡萝卜素、绿原酸、咖啡酸、矢车菊素-3-*O*-葡萄糖苷标准品 中国食品药品检定研究院; 芦丁、没食子酸、牛血清白蛋白标准品 美国Sigma公司; HPLC测试中所用乙腈、甲醇为色谱纯, 其余试剂均为国产分析纯。

### 1.2 仪器与设备

KXH-101-2A电热鼓风干燥箱 上海科析试验仪器厂; SY-1000E多用途超声恒温提取机 北京弘祥隆生物技术有限公司; 00-048型中药粉碎机 上海淀久中药机械制造有限公司; Sorvall Evolution RC高速冷冻离心机 美国Thermo公司; UV-2802紫外-可见分光光度计 美国优尼科公司; 1525-2487高效液相色谱 美国Waters公司。

### 1.3 方 法

#### 1.3.1 水溶性蛋白含量的测定

取样品0.1g, 放研钵内加pH7.5磷酸缓冲液2mL研磨至糊状, 然后加5mL缓冲液浸提30min, 5000r/min离心, 将上清液定容至25mL。取定容提取液1mL, 放入试管, 以牛血清白蛋白作为标准对照, 采用Bradford法<sup>[9]</sup>在595nm处测定吸光度。

#### 1.3.2 多糖的测定

样品粉碎后过100目筛, 精密称取本品粉末2g, 置索氏提取器中, 加入90mL蒸馏水, 100℃加热回流提取至提取液无色, 定容至100mL, 精密量取10mL, 加入95%乙醇150mL, 摇匀, 4℃沉淀过夜。取出, 离心, 倾去上清液, 沉淀加水溶解定容至50mL, 以葡萄糖作为标准对照, 采用“硫酸-萘酮法”<sup>[10]</sup>在620nm波长处测定吸光度。

#### 1.3.3 多酚的测定

精密称取样品2g, 加入50mL 60%乙醇80℃回流提取1h, 过滤, 于60℃减压旋至无乙醇味, 蒸馏水定容至250mL, 以没食子酸作为标准对照, 采用“福林酚法”<sup>[11]</sup>, 在760nm波长处测定吸光度。

#### 1.3.4 黄酮的测定

精密称取样品2g, 加入50mL 70%乙醇回流提取2h,

粗提液冷却后, 减压抽滤, 并用少量25%乙醇溶液洗涤滤渣, 合并滤液。在50℃条件下减压蒸馏, 除去其中的乙醇。倒出瓶内溶液, 用30mL热水分3次洗涤烧瓶, 抽滤后, 滤液以75mL氯仿萃取3次, 收集水层溶液定容至60mL。称取1~2g经预处理的聚酰胺树脂粉末, 湿法装柱, 用水饱和, 吸取上述脱脂后的水溶液2mL, 沿层析柱慢慢滴入柱内, 放置一定时间待充分吸附后, 用50mL 70%乙醇洗脱, 定容至100mL, 以芦丁作为标准对照, 采用“亚硝酸钠-硝酸铝-氢氧化钠比色法”<sup>[12]</sup>, 在510nm波长处测定吸光度。

#### 1.3.5 花青素的测定

样品粉碎至20目。取样品1g加入甲醇试剂, 置振荡机上振荡20min, 过滤。共萃取3次, 固液比分别为1:9、1:8、1:7, 将3次萃取液合并定容于25mL容量瓶中。以矢车菊素-3-*O*-葡萄糖苷为标准品, 采用“草醛-盐酸法”<sup>[13]</sup>, 在500nm波长处测定吸光度。

#### 1.3.6 $\beta$ -胡萝卜素的测定

样品粉碎后过100目筛, 称取1g于100mL具塞三角瓶中, 加入40mL丙酮-石油醚溶液(3:7, *V/V*), 塞紧瓶塞, 暗处放置15h以上, 抽滤, 定容至50mL, 以 $\beta$ -胡萝卜素为标准对照, 在波长450nm处测定吸光度<sup>[14]</sup>。

#### 1.3.7 绿原酸的测定

样品粉碎后过40目筛, 称取0.5g加70%乙醇100mL, 密塞, 浸渍0.5h, 超声提取40min(功率250W, 频率35kHz), 取出, 冷却, 用70%乙醇定容至刻度, 摇匀, 静止, 上清液用0.45 $\mu$ m滤膜滤过。以绿原酸标准品为对照。色谱柱: Waters Symmetry C<sub>18</sub>柱(4.6m $\times$ 250mm, 5 $\mu$ m); 流动相: 乙腈-0.4%磷酸溶液(15:85, *V/V*); 进样量: 10 $\mu$ L; 流速: 1.0mL/min; 柱温: 30℃; 检测波长: 327nm<sup>[15]</sup>。

#### 1.3.8 咖啡酸的测定

样品粉碎后过40目筛, 称取1g烘干样品置250mL圆底烧瓶中, 精密加入50%甲醇50mL浸泡1h后回流提取2h。放冷滤过, 用50%甲醇冲洗2~3次, 蒸干。残渣加氯仿适量浸渍3min, 弃去氯仿液, 残渣挥去氯仿, 用50%甲醇溶解并定容至10mL, 用0.45 $\mu$ m滤膜滤过。以咖啡酸标准品为对照, 色谱条件除以下两项外同1.3.7节: 柱温: 25℃; 波长: 323nm<sup>[16]</sup>。

### 1.4 数据统计

每个样品重复测定5次, 结果取平均值进行统计。

## 2 结果与分析

### 2.1 水溶性蛋白

由表1可以看出, 水溶性蛋白在不同品种之间存在

表1 不同藤蔓中水溶性蛋白、多糖、多酚、黄酮、花青素、 $\beta$ -胡萝卜素、绿原酸、咖啡酸的含量

Table 1 Chemical composition of sweet potato vines from seven cultivars

样品	水溶性蛋白/(mg/g)	多糖/(mg/g)	多酚/(mg/g)	黄酮/(mg/g)	花青素/(mg/g)	$\beta$ -胡萝卜素/(mg/g)	绿原酸/( $\mu$ g/g)	咖啡酸/( $\mu$ g/g)
A	13.05 $\pm$ 0.09 <sup>d</sup>	2.95 $\pm$ 0.13 <sup>f</sup>	29.34 $\pm$ 0.94 <sup>c</sup>	19.71 $\pm$ 0.87 <sup>d</sup>	3.90 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	1.65 $\pm$ 0.05 <sup>d</sup>	550.44 $\pm$ 10.74 <sup>c</sup>	81.60 $\pm$ 1.12 <sup>e</sup>
B	16.89 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	3.66 $\pm$ 0.15 <sup>e</sup>	43.21 $\pm$ 0.68 <sup>a</sup>	15.27 $\pm$ 0.65 <sup>f</sup>	4.00 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	1.75 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>	1150.61 $\pm$ 16.59 <sup>a</sup>	426.85 $\pm$ 17.39 <sup>a</sup>
C	13.73 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>	4.29 $\pm$ 0.08 <sup>d</sup>	28.52 $\pm$ 0.52 <sup>cd</sup>	30.96 $\pm$ 0.84 <sup>b</sup>	3.59 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>	2.88 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	525.23 $\pm$ 9.47 <sup>f</sup>	120.24 $\pm$ 9.42 <sup>c</sup>
D	9.54 $\pm$ 0.06 <sup>e</sup>	5.95 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>	28.15 $\pm$ 0.53 <sup>d</sup>	41.52 $\pm$ 0.81 <sup>a</sup>	2.11 $\pm$ 0.09 <sup>c</sup>	1.69 $\pm$ 0.04 <sup>cd</sup>	588.41 $\pm$ 14.89 <sup>d</sup>	214.32 $\pm$ 13.34 <sup>b</sup>
E	13.41 $\pm$ 0.09 <sup>c</sup>	4.48 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>	31.21 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup>	30.61 $\pm$ 0.94 <sup>b</sup>	3.47 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	1.57 $\pm$ 0.07 <sup>d</sup>	1080.49 $\pm$ 42.98 <sup>b</sup>	107.89 $\pm$ 7.06 <sup>d</sup>
F	10.93 $\pm$ 0.08 <sup>f</sup>	8.79 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>	18.98 $\pm$ 0.76 <sup>e</sup>	18.34 $\pm$ 0.62 <sup>e</sup>	1.83 $\pm$ 0.14 <sup>d</sup>	1.26 $\pm$ 0.11 <sup>e</sup>	69.38 $\pm$ 2.86 <sup>g</sup>	53.86 $\pm$ 3.05 <sup>f</sup>
G	11.35 $\pm$ 0.15 <sup>e</sup>	2.63 $\pm$ 0.18 <sup>g</sup>	28.15 $\pm$ 0.73 <sup>cd</sup>	28.71 $\pm$ 0.93 <sup>c</sup>	3.92 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	2.03 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>	924.51 $\pm$ 18.11 <sup>c</sup>	81.83 $\pm$ 3.78 <sup>e</sup>

注：同列数据肩标不同字母表示不同品种间差异显著( $P < 0.05$ )。

差异，以样品B可溶性蛋白含量最高，达到16.89mg/g，其次为样品C和E，水溶性蛋白含量分别为13.739mg/g和13.419mg/g，样品D的水溶性蛋白含量最低为9.54mg/g。

## 2.2 多糖

由表1可以看出，甘薯藤蔓多糖含量在品种间的差异较大，以样品F含量最高，含量达到8.79mg/g，其次为样品D、E和C分别为5.95、4.48、4.29mg/g，样品A、G多糖含量较低为2.95、2.63mg/g。

## 2.3 多酚

由表1可以看出，样品B多酚含量最高，达到43.21mg/g，样品F的多酚含量最低仅为18.89mg/g。

## 2.4 黄酮

由表1可以看出，黄酮在样品D中含量最高，含量达到41.52mg/g，其次为C、E和G含量分别为30.96、30.61mg/g和28.71mg/g，其余样品多酚含量较低均不到20mg/g。

## 2.5 花青素

由表1可以看出，花青素在样品B、G、A、C和E中含量丰富，含量最高的样品为B，花青素含量达到4.00mg/g，其余含量均在3.40~4.00mg/g之间；样品D和F花青素含量较低分别为2.11mg/g和1.83mg/g。

## 2.6 $\beta$ -胡萝卜素

由表1可以看出， $\beta$ -胡萝卜素在几个样品中的含量存在差异，其中样品C中的 $\beta$ -胡萝卜素含量最高为2.88mg/g，其次为样品G，含量为2.03mg/g，最低样品F，含量为1.26mg/g。

## 2.7 绿原酸

由表1可以看出，绿原酸含量在样品之间的差异较明显，样品B、E和G中绿原酸含量最高，分别为1150.61、1080.46、924.51 $\mu$ g/g，其次样品A、C和D含量在500~600 $\mu$ g/g之间，而样品F的绿原酸含量仅有69.38 $\mu$ g/g。

## 2.8 咖啡酸

由表1可以看出，咖啡酸含量在样品之间的差异较明显，样品B中咖啡酸含量达到426.85 $\mu$ g/g，其次样品D、E含量为214.32、107.89 $\mu$ g/g，其余样品均不到100 $\mu$ g/g。

## 3 结论

甘薯藤蔓中含有丰富的生物活性成分，是巨大的药

用资源宝库，其生物活性成分与其功效的研究近年来也逐步受到重视，具有重要的科研价值。虽然目前对甘薯藤蔓中活性成分的研究不少，但基于不同品种的研究却没有。本实验通过对四川省内7个主栽品种的研究，发现生物活性成分在不同的品种间存在明显的差异，除水溶性蛋白以外，咖啡酸，多糖、多酚、黄酮等生物活性成分，其含量在不同甘薯品种的藤蔓间差异显著。其中差异最大的是绿原酸，品种间含量差异可达16倍，其次为咖啡酸，多糖、多酚、黄酮、花青素、 $\beta$ -胡萝卜素含量最高值与最低值之间也有2~4倍的差异。因此，本研究认为，在进行甘薯藤蔓的开发利用中，首先应对品种进行确定，再有针对性的进行精深加工，根据不同品种的特性，开发不同的精深加工产品类型，满足不同的市场的需求。

## 参考文献：

- [1] 罗丽萍, 高荫榆, 洪雪娥, 等. 甘薯叶柄藤类黄酮的抗肿瘤作用研究[J]. 食品科学, 2006, 27(6): 248-250.
- [2] 王世宽, 许艳丽, 潘明, 等. 甘薯叶中绿原酸的提取及抑菌作用的研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(11): 5862-5863; 5876.
- [3] 王世宽, 吴平, 许艳丽, 等. 甘薯叶的营养成份与应用前景[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2009, 22(6): 57-59; 62.
- [4] 刘主, 朱必凤, 彭凌, 等. 甘薯糖蛋白降血糖与抗氧化作用研究[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 582-584.
- [5] 刘主, 朱必凤, 彭凌, 等. 甘薯糖蛋白SPG-1抗肿瘤及免疫调节作用研究[J]. 食品科学, 2008, 28(5): 312-316.
- [6] 赵蕊, 李青旺, 张涛. 红薯叶黄酮对老龄糖尿病模型大鼠的免疫调节作用[J]. 中国老年学杂志, 2009, 30(10): 1395-1397.
- [7] 孙小新, 李青旺, 段艳粉, 等. 红薯叶黄酮对四氧嘧啶糖尿病小鼠降血糖作用的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医: 科技版, 2010(6): 140-142.
- [8] 冯彩宁, 李青旺, 李凤林, 等. 红薯叶黄酮对糖尿病PDX-1基因表达的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医: 科技版, 2009(10): 108-109.
- [9] 李海玲, 彭书明, 李凇, 等. 4种常用蛋白浓度测定方法的比较[J]. 中国生化药物杂志, 2008, 29(4): 277-278; 282.
- [10] 吴晓青, 陈丹, 邱红鑫, 等. 芙蓉李中总多酚含量测定方法的优选[J]. 中国中医药科技, 2011, 18(2): 131-133.
- [11] 白鸿. 保健食品功效成分检测方法[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2011.
- [12] 李凤林, 李青旺, 高大威, 等. 超声波法提取甘薯叶总黄酮的工艺研究[J]. 江苏调味副食, 2008, 25(3): 13-18.
- [13] 张素华. 沙棘及其提取物中原花青素含量的分析测定[J]. 沙棘, 2008, 21(1): 16-18.
- [14] 李坚, 滕成, 柳琪, 等. 甘薯中胡萝卜素含量测定方法的探讨[J]. 莱阳农学院学报, 1991, 8(2): 154-157.
- [15] 史克莉, 许蜡英, 等. 不同提取方法对金银花中绿原酸含量测定的影响[J]. 中华中医药学刊, 2007, 25(4): 820-822.
- [16] 吴媛媛, 蒋桂华, 谭镭, 等. 高效液相色谱法测定川滇产亚贡叶中咖啡酸的含量[J]. 成都中医药大学学报, 2010, 33(1): 76-78.