

红薯茎叶化学组成的研究进展

张 彧¹, 吴祎南², 陈 莉², 高荫榆¹, 朱靖博²

(1. 南昌大学生命科学学院, 江西 南昌 330047;

2. 大连轻工业学院生物与食品工程学院, 辽宁 大连 116034)

摘 要: 本文综述了近年来国内外对红薯茎叶化学组成的研究成果, 着重介绍了其中具有生物活性的成分, 同时展望了红薯茎叶今后的研究方向。

关键词: 红薯茎叶; 化学成分; 生物活性成分

Reviews on Research Advances on Chemical Composition of Sweet Potato Vines and Leaves

ZHANG Yu¹, WU Yi-nan², CHEN Li², GAO Yin-yu¹, ZHU Jing-bo²

(1. College of Life Science, Nanchang University, Nanchang 330047, China

2. College of Biology and Food Engineering, Dalian Light Industry Institute, Dalian 116034, China)

Abstract: The paper reviewed the research advances of chemical compositions of sweet potato vines and leaves in recent years, especially in its bioactive components. Some advices were put forward for further research of sweet potato vines and leaves meanwhile.

Key words sweet potato vines and leaves; chemical composition; bioactive component

中图分类号 TS202.3

文献标识码 A

文章编号: 1002-6630(2006)03-0252-05

1 植物来源及生长分布

红薯(学名 *Ipomoea batatas* Lam), 又名甘薯、番薯、白薯、甜薯、红苕和山薯, 属旋花科一年生植物。红薯品种颇多, 形状有纺锤、圆筒、椭圆、球形之分; 皮色有白、淡黄、红、黄、紫红之别; 肉色有黄、杏黄、紫红诸种。通常以产块根或叶为主。块根是由不定根二次肥大而成, 长于表土 25 cm 深处。每株能生产数个块根。

红薯是我国四大主要粮食作物之一, 我国红薯的总产量和种植面积均居世界首位。长期以来, 人们食用的只是红薯的块根, 而 480 亿 kg 红薯叶、50 亿 kg 红薯藤尖和 470 亿 kg 红薯藤, 除部分地区作为饲料外, 多数被抛弃掉。

近几年来, 红薯叶在美国、日本、台湾和香港等地成为一种新型蔬菜, 美国将它列为“航天食品”日本和台湾尊它为“长寿食品”, 香港人则称它为“蔬菜皇后”。

有关红薯营养价值的研究较多, 其营养价值已被很多研究所证实, 日本已将红薯列为抗癌食品。对红薯茎叶研究却远不及对红薯的研究, 但现有的国内外的研

究成果已显示出红薯茎叶具有的开发潜力, 本文综述国内外有关红薯茎叶化学成分的研究成果, 尤其是其中的功能性成分。

2 红薯茎叶的化学成分

2.1 红薯茎叶的营养成分组成

早在1979年, 英国人Villareal^[44]就提出了红薯叶尖可以作为蔬菜食用, 并高度评价了其营养价值。根据国内外有关文献, 红薯茎叶中的主要营养物质成分见表1。

系统地对红薯藤、茎、叶中营养物质的组成进行研究^[11], 红薯茎叶蛋白质含量低, 能量低, 但其必需氨基酸含量丰富, 而且氨基酸模式与FAO推荐的基本一致, 仅蛋氨酸轻微缺乏。红薯茎叶中中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和木质素在茎中含量很高, 半纤维素和木质素含量是叶子中的三倍和两倍。叶柄上面部分比下面部分含有较多的灰分和较少的蛋白质、脂肪和膳食纤维^[30]。O'sullivan, J.N^[18]等提出了评断红薯叶中营养物质测定的标准方法。Imamura^[14]等从西蒙白红薯的叶肉中分离到维生素K₁, 并测定其含量为202mg/100g(干基)。最近研究也证实红薯叶中含有高浓度的维生素K₁, 并且还

收稿日期: 2005-03-04

作者简介: 张彧(1969-), 女, 副教授, 博士研究生, 研究方向为食物资源开发与利用。

表1 红薯茎叶的营养成分^[3]

Table 1 The analysis results of nutrient components in the vines and leaves of sweet potato

营养成分	文献来源/分析部位						
	Venkam /叶	Villareal /叶	Peters /叶	Domen 和 Crub /叶	中国预防医学科学院 /叶	邹光友 /叶	邹光友 /藤
水 (%)	87.8	85.5	86.3	86.7	83.0	90.0	89.5
能量(kJ/100g)	151			176	58	35	32
蛋白质 (%)	4.0	2.8	4.0	3.2	4.8	2.8	2.4
碳水化合物 (%)	6.6				8.0	4.1	5.0
粗纤维 (%)	1.2	1.9	1.6	1.6	1.7	1.1	1.4
脂肪 (%)	0.3		0.8		0.7	0.8	0.3
无机盐 (%)						1.2	1.4
灰分 (%)	1.3	1.7	1.2		1.5		
矿物质 (mg/100g)	Ca	37	75	110	85	170	18
	P	94		30		47	34
	Mg	62					76
	Na	9					
	K	530					
	Fe	1.0	3.9	2.9	4.5	3.9	2.3
维生素 (mg/100g)	VB ₁	0.16		0.09		0.17	0.07
	VB ₂	0.37	0.35	0.26		0.28	0.24
	烟酸	1.11		1.1		4.3	
	VC	11	41	58	20	14	32

证实这种 VK₁ 粉末有较强的抗光分解能力^[1]。Koizumi, Hideo^[38]等测定了红薯根及茎叶中维生素、矿物质和多酚类物质的含量,并证实了茎叶中上述物质的含量与根中的含量没有必然联系。Ghazi Adel^[36]等从埃及红薯叶中分离蛋白质,研究了提取蛋白质的最佳条件。Walter, William M^[45]等人从红薯叶中浓缩出叶黄素-蛋白复合物,并指出还未发现可以破坏叶黄素的酶。红薯藤和根抗坏血酸的含量随其生长的变化,认为红薯藤中抗坏血酸含量与叶子中蔗糖的含量有关^[38]。

2.2 茎叶的生物活性物质组成

2.2.1 黄酮类化合物

向仁德等^[27]从引种的巴西甘薯叶的乙醇提取液中,分离得到8个化合物,其中有5个已确定为黄酮类化合物,分别是槲皮素、山奈素-4',7-二甲醚、商陆黄素、槲皮素和槲皮素-3',4',7-三甲醚。邹耀洪^[20]从国产甘薯叶中分离出了4种黄酮类化合物,并鉴定了其结构:槲皮素、槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖-(1→6)-a-L-鼠李糖甙、4',7-二甲氧基山奈酚、槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖甙。刘法锦等^[32]从红薯藤中分离到7,3',4'-三甲氧基槲皮素。谭桂山^[24]等也从引种的巴西甘薯叶中分离出槲皮素。Yan-Hwa Chu 从台湾产红薯叶中分离出槲皮酮和杨梅黄酮,而且二者的含量可达143.78mg/kg和155.87mg/kg。

红薯叶中多酚化合物含量远高于其它蔬菜,主要从中分离出咖啡酰奎宁衍生物^[7]。Islam^[2]等对基因型红薯叶中咖啡酰奎宁衍生物分类与生理功能进行研究,提取出了反式-咖啡酸、绿原酸、4,5-二-反式-咖啡酰奎

尼酸、3,5-二-反式咖啡酰奎尼酸、3,4-二-反式-咖啡酰奎尼酸、和3,4,5-三-反式-咖啡酰奎尼酸,6种多酚化合物,后两种化合物已被证明具有抑制HIV复制的作用,最后一种化合物还可抑制DNA聚合酶。

对红薯叶中抗油脂氧化活性成分进行了研究,证明其氧化活性物质多为黄酮类和多酚类化合物^[4]。Tomoyuki^[5]等从西蒙I号(Simon No. I)红薯中测定了几种多酚类化合物。

2.2.2 类胡萝卜素

红薯叶中β-胡萝卜素含量为0.3~0.6mg/100g^[7]。叶绿素和类胡萝卜素在微波烹饪中形成的异构体包括叶绿素b异构体、叶绿素a异构体I、叶绿素a异构体II、脱镁叶绿素b、脱镁叶绿素a、焦脱镁叶绿素a、cis-neochrome, 2 lutein dehydration products、3,4-didehydro-b, e-caroten-3'-ol和3',4'-didehydro-b, b-caroten-3-ol^[28]。

2.2.3 挥发性化学成分

韩英等^[31]利用GC/MS研究了红薯叶中的挥发性化学成分,从92个谱峰中鉴定出17个挥发性物质,主要成分为棕榈酸、亚麻油酸和12,15-十八碳二烯酸。

2.2.4 激活剂和抑制剂

1986年发现红薯叶水提取物中含有胰蛋白酶激活剂(Trypsin Activator, TA)和抑制剂(Trypsin inhibitor, Ti),后又从红薯老叶中提取出两种TA: SPTA I和SPTA II^[41]。利用SDS-PAGE从台湾5种红薯叶中分离到相对分子量为31000和14000的Ti^[19]。Almazam A. M.^[23]也发现了Ti,并且是胰凝乳蛋白酶抑制剂。

2.2.5 其它

早在1989年就利用HPLC法对红薯叶组织中的次生代谢物进行过提取分离工作^[37]。谭桂山等从引种的巴西红薯叶石油醚/甲醇提取物中分离出了 β -谷甾醇、木栓酮、乙酰- β -香树脂醇、咖啡酸4种脂溶性成分。利用二步TLC法分离得到磷脂酰甘油^[40]。通过HPLC及GC/MS法分离测定了红薯及红薯藤中十六烷基、十八烷基和二十烷基香豆酸酯三种物质^[27]。刘法锦^[32]等从红薯叶中发现反丁烯二酸、琥珀酸和延胡索酸,也含有氨基酸。

3 红薯茎叶的生物活性

3.1 对糖尿病的治疗作用

红薯叶中含有胰岛素样成分,口服1g相当于440单位胰岛素,皮下注射效价加倍,菲律宾人用红薯叶治疗糖尿病有一定效果。研究人员用红薯叶乙醇提取物进行大鼠体内实验,证明可中等程度促进大鼠胰岛素的释放,并使血糖水平降低16.7%,同时糖原在肝中的蓄积量增加,降低葡萄糖-6-磷酸酶的活性。

3.2 抑菌作用

日本科学家山川理经过实验发现甘薯叶具有抑制病菌增殖的作用,他认为可能是甘薯叶中的果胶类物质抑制了病菌的繁殖。谢丽玲^[22]等研究了红薯叶水提取物对五种致病菌的抑制作用,发现6个品种的红薯叶(SPGS-1、SPGS-2、SPGS-3、SPRC、SPGC、SPRS)提取物对大肠杆菌、枯草杆菌、金黄色葡萄球菌、白色葡萄球菌、普通变形杆菌均有明显的抑制作用。

3.3 抗肿瘤作用

对西蒙I号红薯茎叶进行研究,发现其乙醇提取物有一定的体内外抗肿瘤活性,并证明其乙酸乙酯可溶性组分为抗肿瘤活性部位^[16]。西蒙I号红薯叶提取物具有抑制肿瘤生长作用,进而引起肿瘤组织出血性坏死,对白血病有一定疗效^[39]。经研究证明从红薯中提取的花青甙可以预防直肠癌^[6]。刘艳如等^[13]从甘薯品种471的叶片组织中提取出了甘薯凝集素(SPL),并证明对鸽红细胞凝集活性最高,能凝集小鼠S₁₈₀肿瘤细胞。

3.4 抗诱变性

Tsai, Shun-Jen^[10]等利用Ames test试验表明当地6种红薯叶水提取物对2-amino-3-methylimidazo(4,5-f)quinoline(IQ)具有显著的抗突变性,未发现致突变性。Yoshimoto^[7]发现红薯叶中咖啡酰奎宁衍生物抗诱变性是按如下的顺序3,4,5-三-反式-咖啡酰奎尼酸(3,4,5-triCQA)>3,4-二-反式-咖啡酰奎尼酸(3,4-diCQA)=3,5-二-反式-咖啡酰奎尼酸(3,5-diCQA)=4,5-二-反式-咖啡酰奎尼酸(4,5-diCQA)>ChA排列的。

3.5 增强血小板和止血作用

对西蒙I号红薯叶粗制剂进行经毒理研究及临床观察,证明其具有促进聚合细胞恢复及促进血小板形成的作用^[30]。经体内实验证明红薯叶多糖制剂能够刺激低血小板动物血小板生产素的产生,具有明显的止血和增强血小板作用,而对正常动物没有任何毒副作用^[29]。

3.6 免疫增强作用

西蒙I号红薯叶片药物对轻度损伤的肝功能有恢复作用,说明其具有一定的免疫增强作用^[35]。台建祥^[17]等以特白一号甘薯叶为主要原料制成的“维康”,具有提高免疫力和降高血脂症的作用。

3.7 降血脂、降胆固醇作用

由于红薯叶中含有一定量的水溶性膳食纤维,Hiroshi Ishide^[12]研究发现,这部分水溶性膳食纤维已经被证实可以降低小鼠肝部胆固醇含量和血清中的血脂。Rojas Martinez^[42]从红薯藤中分离出了一些吡啶及生物碱等具有药理学活性的化合物,可抗心率不齐,降血压,作为强心剂等。“维康”^[17]经临床结果表明具有提高免疫力、降血脂作用,并对脾气虚和脾不统血症有良好的保健治疗作用。

3.8 清除自由基作用

据记载^[43],红薯叶医疗保健作用与黄酮类化合物有关。Tomoyuki^[5]等研究西蒙I号红薯叶中主要清除自由基的物质为绿原酸、咖啡酸和几种多酚化合物。

3.9 其它

取鲜嫩甘薯叶煎水顿服,治疗36例,服药一次排便者27例,可治单纯性便秘^[34]。用鲜红薯叶(尖)与羊肝片合炒食用,可治夜盲症。将鲜嫩红薯叶与鸡内金加水煮服可治小儿疳积。王寒^[21]从红薯叶中提取有效成分,制成营养液、营养粉、片剂、冲剂等保健品;颜德先^[25]以西蒙I号为原料制备的西蒙冲剂,二者均申请了国家专利。

4 红薯茎叶的研究和开发方向

4.1 红薯茎叶功能因子及作用机理的研究^{[8][15]}

二十多年来,我国在红薯茎叶方面的研究虽然有了一些进展,但在开发利用方面还有待进一步的探索。对红薯茎叶的开发,应首要着眼于开发第三代功能食品,明确功能因子并深入研究其结构和特性、功能与权效、量效关系,从分子水平上研究它们的功效机理和毒理作用;大力研究红薯茎叶功能因子的提取、分离、纯化等技术,最大限度地保留它们的活性;积极研究红薯茎叶的应用工艺,提高功能因子在保健食品中的稳定性,并尽力保有食品的色香味及方便性。

国内外对于红薯茎叶功能性研究较多的是黄酮类化合物。近年来大量的体内和体外研究表明黄酮类化合物

有较强的抗氧化活性, 由于它们同时也具有各种药理作用且毒副作用很小, 因而特别引人注目, 并且作为抗氧化药物很有发展潜力。因此, 深入研究红薯茎叶中此类化合物种类、结构和功能及结构-活性关系是极其必要的^[15]。

通过显色反应, 已初步定性鉴定出红薯茎叶中也含有生物碱类化合物。生物碱常常是许多中草药中的有效成分^[33], 对红薯茎叶中生物碱类化合物进行深层次的研究具有指导意义。

目前, 国内外大量试验证明, 活性多糖能使生物免疫力得到快速有效的增强, 从而达到抵御疾病延缓衰老的目的。红薯茎叶活性多糖可能是其生物活性功能因子, 因此应利用国内多糖提取的先进技术大力开发和研究^[8]。目前已发现红薯多糖 III 具有升血小板作用。

红薯茎叶活性蛋白复合物有待进一步研究和验证, 其组成是糖蛋白、脂蛋白或是其他蛋白复合物还不是很清楚^[36]。因此, 应深入研究这方面的内容。

我国的食疗文化悠远而漫长, 这是我们发展功能食品的一笔财富。正确认识、理解古代食疗学理论的主要学说, 积极应用先进的技术手段将植物中各种功能因子及反应机理搞清楚, 从而能够更准确、更科学地选择和利用功能食品的原料。红薯茎叶作为保健食品资源之一, 还可能存在未被开发或发现的其他类别的功能性化合物, 如, 甙类、萜醌类、香豆素类、萜类等等, 对于这些物质的结构、功能及作用机理都值得深入研究。国内外对于红薯茎叶的功能因子作用机理几乎没有文献报道, 可见这个是一个极具填补意义和价值的空白。

4.2 红薯茎叶作为害虫控制剂的研究

红薯茎叶在生长阶段并不生长害虫, 那么极有可能是红薯茎叶中含有的某种或多种次生代谢物发挥作用, 导致昆虫拒食其叶片, 或可毒杀昆虫而作为杀虫植物来研究。杀(驱)虫植物本身是个天然化工厂, 如何对“化工产品”进行综合开发利用, 是开发害虫控制剂研究中的一个重要课题, 吴文君等对新型杀虫剂的作用机理和选择毒性进行了综述^{[9][26]}, 对如何利用红薯茎叶作为杀(驱)虫植物而开发新型杀虫剂具有指导意义。

参考文献:

- [1] Sumi, Hiroyuki, Osada, et al. High concentration of vitamin K₁ proved in the seaweeds and sweet potato leaves[J]. 日本食品科学工学会志, 2003, 50(2): 63-66.
- [2] Islam, M Shahidul, Yoshimoto, et al. Distribution and physiological functions of caffeoylquinic acid derivatives in leaves of sweet potato genotypes[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(1): 111-116.
- [3] 张立明, 王庆美, 王荫嫒. 甘薯的主要营养成分和保健作用[J]. 杂粮作物, 2003, 23(3): 162-166.
- [4] 张侠, 马庆一, 熊卫东, 等. 甘薯叶中抗油脂氧化活性成分的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(10): 49-51.
- [5] Oki, Tomoyuki, Masuda, et al. Radical-scavenging activity of hot water extract from leaves of sweet potato cultivar "Simon-1"[J]. 日本食品科学工学会志, 2002, 49(10): 683-687.
- [6] Hagiwara, Akihiro, Yoshino, et al. Prevention by natural food anthocyanins, purple sweet potato color and red cabbage color of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP)-associated colorectal carcinogenesis in rats initiated with 1,2-dimethylhydrazine[J]. Journal of Toxicological Sciences, 2002, 27(1): 57-68.
- [7] Yoshimoto, M Okuno, S Islam, et al. Polyphenolic content and antimutagenicity of sweet potato leaves in relation to commercial vegetables[A]. Proceedings of the 26th International Horticultural Congress[C], 2002, (2): 677-685.
- [8] 胡立明, 高荫榆, 陈才水, 等. 甘薯叶研究进展[J]. 郑州工程学院学报, 2002, 23(1): 79-84.
- [9] 黄剑, 吴文君. 新型杀虫剂的作用机制和选择毒性[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2004, 21(2): 163-171.
- [10] Tsai, Shun-Jen, Lin, et al. Purification and characterization of desmutagenic components extracted from sweet potato leaves[J]. Food Science and Agricultural Chemistry, 2001, 3(4): 132-138.
- [11] Ishida, Hiroshi, Suzuno, et al. Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* poir)[J]. Food Chem, 1999, 68(3): 359-367.
- [12] Hiroshi Ishide, Hiroko Suzuno, Noriko Sugiyama. Nutritive evaluation on chemical components of leaves stalks and stems of sweet potatoes[J]. Food Chemistry, 2000, 68: 359-367.
- [13] 刘艳如, 余萍, 陈凤翔. 甘薯品种金山471凝集素的提取及其性质研究[J]. 福建农业大学学报, 2000, 29(3): 300-304.
- [14] Imamura, Masahiro, Chin, et al. Shimon white sweet potato leaf compositions containing vitamin K and their manufacture[P]. Jpn Kokai Tokkyo Koho JP 11147831 A2 2 Jun 1999.
- [15] 张文启, 陈才水, 高荫榆. 甘薯叶的研究与开发[J]. 中国畜牧与食品, 1999, 6(2): 85-87.
- [16] 许建华, 吴国土, 叶庆林, 等. 西蒙 I 号甘薯茎叶抗肿瘤作用的研究[J]. 中药药理与临床, 1998, 14(6): 32-34.
- [17] 台建祥, 华希新, 王家万, 等. 特白一号薯叶制品功能性实验及临床应用研究[J]. 作物学报, 1998, 21(2): 161-167.
- [18] O' sullivan J N, Asher C J, Blamey F P C. Diagnostic criteria for nutrition disorders of sweet potato II: critical nutrient concentrations in leaves[J]. ACIAR Proc., 65 (Mineral Nutrient Disorders of Root Crops in the Pacific), 1996, 39-43.
- [20] Wang Huei Yi, Kai wun Yeh. Cultivar differences in trypsin inhibitory activities of sweet potato leaves and tubelous roots[J]. Taiwan, 1996, 41(1): 27-34.
- [19] 邹耀洪. 国产甘薯叶黄酮类成分研究[J]. 分析测试学报, 1996, 15(1): 71-74.
- [21] 王寒. 从甘薯叶提取有效成分的方法[J]. 中国药品专利, 1996, (4): 59.
- [22] 谢丽玲, 余纲哲, 李剑欢, 等. 红薯叶提取物对五种致病菌的抑制作用[J]. 汕头大学学报, 1996, 11(2): 78-84.
- [23] Animazam A M. Antinutritional factors in sweet potato greens[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 1995, 8(4): 363-368.
- [24] 谭桂山, 徐平声, 戴智勇, 等. 引种巴西甘薯叶化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 1995, 7(4): 44-46.
- [25] 颜德先. 西蒙冲剂及其制备方法[J]. 中国药品专利, 1995, (1): 86.
- [26] 吴文君, 胡兆农. 我国植物源害虫控制的研究与开发[J]. 农药, 1995, 34(2): 6-8.
- [27] 向仁德, 丁键辛, 韩英, 等. 引种的巴西甘薯叶化学成分研究[J]. 中草药, 1994, 25(4): 179-181.
- [28] Chen B H, Chen Y Y. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking[J]. J Agric Food Chem, 1993,