

刘水英,李新生,江海,等.彩色甘薯不同品种中基本物质及功能成分分析[J].江苏农业科学,2015,43(1):303-305.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.101

彩色甘薯不同品种中基本物质及功能成分分析

刘水英¹,李新生^{1,2,3},江海^{1,2,3},米桂¹,赵璇¹,王昕¹,韩豪¹

(1. 陕西理工学院生物科学与工程学院,陕西汉中 723000; 2. 陕西省资源生物重点实验室,陕西汉中 723000;
3. 陕西省黑色有机食品工程技术研究中心,陕西汉中 723000)

摘要:以不同品种的彩色甘薯为试验材料,采用紫外可见分光光度法、高效液相色谱法、参照食品安全国家标准等方法测定该系列彩色甘薯所含的基本物质及功能成分。分析结果可知,10 种彩色甘薯鲜样中水分含量为 58.52% ~ 73.26%,维生素 C 含量为 26.14 ~ 94.87 $\mu\text{g/g}$;干样中总糖含量为 27.58 ~ 33.30 mg/g ,还原糖含量为 6.56 ~ 18.82 mg/g ,淀粉含量为 31.13 ~ 69.86 mg/g ;粗脂肪含量占干粉质量 1.93% ~ 2.88%,花青苷含量为 0.098 7 ~ 4.357 8 mg/g ,总黄酮含量为 1.87 ~ 18.03 mg/g ,脱脂后的彩色甘薯干粉中 B 族维生素含量:维生素 B₁ 为 28.13 ~ 101.70 $\mu\text{g/g}$ 、维生素 B₂ 为 28.37 ~ 138.21 $\mu\text{g/g}$ 、维生素 B₆ 为 20.73 ~ 354.54 $\mu\text{g/g}$ 。结果表明,彩色甘薯中各种基本物质及功能成分的含量与甘薯品种、生长条件、气候环境、栽培条件等诸多因素有关;当生长环境及栽培条件相同时,不同品种甘薯中相同基本物质或功能成分不同,同一品种甘薯中不同基本物质或功能成分的含量不同。在供试薯样中的水分、总糖及脂肪的含量在甘薯品种间差异不显著,不同品种甘薯中水分、总糖及脂肪含量基本一致。而薯样中花青苷、总黄酮、维生素 C、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆ 在不同品种甘薯中的含量差异较大,尤其是花青苷、总黄酮、维生素 B₆。

关键词:彩色甘薯;品种;基本物质;功能成分

中图分类号: S531.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)01-0303-03

甘薯(sweet potato)属旋花科甘薯属,别称山芋、红芋、地瓜、红苕,为多年生或 1 年生蔓生草本植物。因其具有抗旱、耐贫瘠、易栽培、高产稳产、适应性强等特点,在我国主要粮食作物中占据相当重要的地位,仅次于水稻、小麦和玉米^[1]。我国甘薯资源丰富,种植面积和总产量均居世界首位^[2-4]。彩色甘薯是甘薯品种中一个重要的分支,在我国甘薯产业中占据很重要的地位^[5-6],除了含有普通甘薯所具有的淀粉、膳食纤维、碳水化合物、糖类物质等基本成分外,还富含天然色素——花青苷^[7-8],以及微量元素、B 族维生素、维生素 C、胡萝卜素、视黄醇、糖蛋白^[9-10]、去氢表雄(甾)酮及不饱和脂肪酸等多种功能因子。《本草纲目》记载“补虚乏,益气力,健脾胃,强肾阴,功效同薯蓣”。

近年来,随着人们物质生活水平的提高和健康基本物质及保健意识的不断增强,甘薯的用途逐渐从原来的单纯食用

转变为加工为主、食饲兼用^[11]。伴随着甘薯产业化发展及产后加工的深入,急需选择出与加工相适应的甘薯品种,如鲜食型、高糖型、高色素型、高淀粉型、保健型、兼容型品种。迄今为止,虽然有对甘薯^[11-12]及彩色甘薯基本物质成分^[13-18]的报道,但还很不系统。仍有很多区域及地方的甘薯品种的化学基本物质成分尚不清楚^[19-20],严重制约了甘薯的综合利用及产品开发。

本研究从食品加工的角度出发,根据相关食品安全国家标准及相关卫生标准对 10 种不同品种彩色甘薯的基本理化数据和基本物质成分进行了系统分析与检测,旨在为彩色甘薯品种的选育、栽培、品质分析,以及彩色甘薯不同品种产品深加工及在食品加工领域的应用提供科学、合理依据,为进一步提高甘薯资源的附加值及其资源综合开发利用,推动地方区域经济发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

10 种不同品种彩色甘薯,均由陕西省汉中市农业技术推广中心提供,样品采自陕西省汉中市汉台区洋县龙亭镇彩色甘薯种植基地。不同品种(品系)彩色甘薯及其外观特征见表 1。

收稿日期:2014-03-03

基金项目:陕西省科技统筹创新工程计划(编号:2014KTCL02-18)。

作者简介:刘水英(1987—),女,陕西汉中中人,硕士研究生,主要从事应用生物化学方向的研究。E-mail:snutlsy@163.com。

通信作者:李新生,教授,主要从事生物资源开发应用的研究。E-mail:lx9@tom.com。

[2] Munck L, Mundy L, Vaag P. Characterization of enzyme inhibitors in barley and their tentative role in malting and brewing[J]. Amer Soc Brew Chem J, 1985, 43: 35-38.

[3] Bernard F G, Alli I. Characterization of a purified α -amylase inhibitor from white kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) [J]. Food Research International, 1998, 31: 217-225.

[4] 张文德. 市售食品生产用 α -淀粉酶活性的统一测定方法[J]. 国外医学:卫生学分册, 1999, 26(4): 65-66.

[5] Ho F M, Whitaker J R. Purification and partial characterization of white kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) α -amylase inhibitor from two experimental cultivars[J]. Journal of Food Biochemistry, 1993, 17: 15-33.

表 1 彩色甘薯不同品种及块根的外观特征

品种	块根外观特征
浙紫 1 号	薯块纺锤或长纺锤形,薯皮紫色、表皮光滑,薯肉紫色均匀
紫薯 1 号	薯块纺锤或长纺锤形,薯肉呈紫色至深紫色
秦薯 5 号	薯块长纺锤形,紫红皮,淡黄肉
秦薯 7 号	薯形为纺锤形,黄皮橘红肉,薯皮光滑
秦薯 8 号	薯块长纺锤形、光滑无条沟,紫红皮,橘红肉
密选 1 号	薯块纺锤形、较光滑,紫红皮,淡乳黄肉
徐薯 27	薯块纺锤形,薯皮红色、光滑,薯肉白色,薯干白色
红心 431	薯块纺锤形,薯皮红色,薯肉偏粉偏黄色
香黄	薯块纺锤形,薯皮红色,薯肉淡黄色较均匀
心香	薯块纺锤形,薯皮淡红色,薯肉乳白色均匀

由于甘薯中某些组分不稳定、易氧化变质,故先取部分鲜样进行水分、维生素 C 等的测定;其余鲜薯洗净、切片(2 ~ 3 mm 厚),55 ℃ 烘干、粉碎过 80 目筛(烘干后含水量 < 5%),于密封干燥避光阴凉处保存、备用。

1.2 仪器与试剂

Waters 高效液相色谱仪带紫外检测器(美国 Waters 公司);UV-2550 型紫外-可见分光光度计(日本岛津仪器公司);SHIMADZU AU220 万分之一电子天平(日本岛津公司);KQ100-DA 超声波清洗机(昆山市超声仪器有限公司);LC-800 型低速台式离心机(科大创新股份有限公司);101-1 型电热鼓风干燥箱(北京科伟永兴仪器有限公司);HH-S4 型数显恒温水浴锅(北京长风仪器仪表有限公司);中草药万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司)等。浓 H₂SO₄、浓 HCl、C₂H₅OH、NaNO₂、Al(NO₃)₃、NaOH、KOH、Na₂SO₄ 等(分析纯,上海国药集团);锌粉、蒽酮、石油醚(沸程 30 ~ 60 ℃)、2,4-二硝基苯肼、草酸、硫脲等(分析纯,天津市富宇精细化工有限公司);甲酸(色谱纯,天津科密欧化学试剂有限公司);甲醇、乙腈、三氯甲烷、正己烷等(色谱纯,霍尼韦尔公司)维生素 C(CAS NO. 50-81-7、C₆H₈O₆、相对分子质量 176.13,天津一方科技有限公司,纯度 ≥ 99%);维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆ 标准品(Sigma 公司)。

1.3 测定方法

粗脂肪的测定:参考 GB/T 14772—2008《食品中粗脂肪的测定》采用索氏提取法;水分测定:参考 GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》;还原糖测定:参考 GB/T5009.7—2008《食品中还原糖的测定》中的直接滴定法;总糖测定:参考蒽酮-硫酸比色法;淀粉测定:参考 GB/T 5514—200《粮油检验 粮食、油料中淀粉含量测定》;维生素 C 测定:参考 GB/T 5009.86—2003《蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定(荧光法和 2,4-二硝基苯肼法)》中的 2,4-二硝基苯肼法;花青苷测定:参考 QB 1228-91《食品添加剂 红米红》采用紫外-可见分光光度法进行测定,以矢车菊素-3-葡萄糖苷为标准品,采用标准曲线法,以吸光度 D 对花青苷浓度做标准曲线,于波长为 530 nm 处测定;总黄酮测定:参照常规甘薯中总黄酮的测定法^[21-24]。

B 族维生素测定:包括维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆ 的测定。(1)维生素样品前处理。称取一定量的干粉样品,采用索氏提取法除去粗脂肪(取适量样品用滤纸包好后装入索氏提取管中,圆底烧瓶中加入 150 mL 石油醚,在 60 ℃ 水浴中

提取 2 h),将脱脂后的样品挥发干。(2)精确称取一定量的上述样品,加入 1% 甲酸溶液并定容到 25 mL 棕色容量瓶中,室温下超声提取 30 min,冷却后倒出上清液,再加入 1% 甲酸定容,超声提取,重复操作 2 次。(3)合并 3 次提取液,用双层滤纸抽滤得澄清提取液,并用 1% 甲酸定容至 100 mL 棕色容量瓶中,用 0.2 μm 过滤器过滤,用高效液相标准曲线法在对应波长处测定 B 族维生素的含量^[25]。

2 结果与分析

2.1 营养物质含量

不同品种彩色甘薯中所含基本物质见表 2。由表 2 看出:10 种彩色甘薯中水分含量为鲜质量的 58.52% ~ 73.26%,其中红心 431 含水量最高,紫薯 1 号含水量最低;干样中总糖含量为 27.58 ~ 33.30 mg/g,其中秦薯 8 号最低,香黄次之,紫薯 1 号中含量 30.90 mg/g,浙紫 1 号含量最高;干样中还原糖含量为 6.56 ~ 18.82 mg/g,秦薯 8 号含量最高,秦薯 7 号次之,紫薯 1 号中含量最低;干样中淀粉含量为 31.13 ~ 69.86 mg/g,浙紫 1 号含量最高,紫薯 1 号次之,秦薯 7 号和徐薯 27 含量相当,秦薯 5 号含量最低;粗脂肪含量占干粉质量的 1.93% ~ 2.88%,紫薯 1 号中粗脂肪含量最低,香黄含量最高。

表 2 不同品种甘薯营养物质含量比较

品种	水分 (%)	糖分 (mg/g)			粗脂肪 (%)
		总糖	还原糖	淀粉	
浙紫 1 号	65.20	33.303	8.28	69.86	2.41
紫薯 1 号	58.52	30.896	6.56	69.48	1.93
秦薯 5 号	65.91	30.341	7.70	31.13	2.71
秦薯 7 号	71.14	31.078	18.62	69.28	2.33
秦薯 8 号	65.25	27.580	18.82	40.12	2.40
密选 1 号	64.25	30.168	10.88	58.50	2.56
徐薯 27	69.10	28.537	11.01	69.24	2.31
红心 431	73.26	29.161	8.69	68.13	2.12
香黄	63.34	28.508	10.28	53.81	2.88
心香	64.70	30.913	11.20	50.93	2.49

2.2 主要功能成分含量

不同品种彩色甘薯主要功能成分含量见表 3。由表 3 可以看出,干样中花青苷含量为 0.098 7 ~ 4.357 8 mg/g,其中紫薯 1 号中花青苷含量最高,浙紫 1 号次之,红心 431 含量最低;干样中总黄酮含量为 1.87 ~ 18.03 mg/g,密选 1 号最低,香黄次之,秦薯 7 号为 11.90 mg/g,紫薯 1 号含量最高。甘薯鲜样中维生素 C 含量为 26.14 ~ 94.87 μg/g,秦薯 5 号含量最高,浙紫 1 号次之,紫薯 1 号含量为 51.42 μg/g,徐薯 27 最低;脱脂后的彩色甘薯干粉中 B 族维生素含量为:维生素 B₁ 28.13 ~ 101.70 μg/g,徐薯 27 中的维生素 B₁ 的含量最低,约为紫薯 1 号的 28%;维生素 B₂ 为 28.37 ~ 138.21 μg/g,浙紫 1 号中维生素 B₂ 的含量最低,紫薯 1 号中的含量最高;维生素 B₆ 为 20.73 ~ 354.54 μg/g,紫薯 1 号和徐薯 27 中维生素 B₆ 的含量最高。

3 结论与讨论

参照相关食品安全国家标准,采用紫外-可见分光光度

表 3 不同品种(系)甘薯功能成分含量比较

品种	花青苷含量 (mg/g)	总黄酮含量 (mg/g)	维生素含量(μg/g)			
			维生素 C	维生素 B ₁	维生素 B ₂	维生素 B ₆
浙紫 1 号	1.358 9	2.654	86.510 2	98.17	28.37	35.21
紫薯 1 号	4.357 8	18.025	51.420 1	101.70	138.21	338.15
秦薯 5 号	0.159 6	3.572	94.871 8	34.23	54.65	20.73
秦薯 7 号	0.254 1	11.903	32.412 6	76.01	101.23	53.16
秦薯 8 号	0.126 8	2.558	42.703 3	64.51	37.09	109.47
密选 1 号	0.250 7	1.872	41.794 0	45.02	85.34	34.68
徐薯 27	0.214 5	2.452	26.136 2	28.13	49.02	354.54
红心 431	0.098 7	5.678	44.420 8	38.83	36.58	48.53
香黄	0.167 8	1.930	32.349 5	35.80	46.34	116.51
心香	0.142 6	2.281	35.457 7	52.32	68.25	132.98

法、高效液相色谱法等分析了陕西南部甘薯主要栽培区的彩色甘薯不同品种中的水分、总糖、还原糖、淀粉、粗脂肪、花青苷、总黄酮、维生素 C、B 族维生素(维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆)等基本物质及功能成分。结果表明,彩色甘薯中各种基本物质及功能成分的含量与甘薯品种、生长条件、气候环境、栽培条件等有关;当生长环境及栽培条件相同时,不同品种甘薯中相同基本物质或功能成分不同,同一品种甘薯中不同基本物质或功能成分的含量不同。

薯样中的水分、总糖及脂肪的含量与甘薯品种差异性的关系不显著,不同品种甘薯中水分、总糖及脂肪含量基本一致。而薯样中花青苷、总黄酮、维生素 C、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆ 在不同品种甘薯中的含量差异较大,尤其是花青苷、总黄酮和维生素 B₆。浙紫 1 号、紫薯 1 号中的花青苷远高于其他供试品种,紫薯 1 号和徐薯 27 中的维生素 B₆ 明显高于其他供试品种。从基本物质及功能成分的角度分析,秦薯 5 号、秦薯 7 号、紫薯 1 号、浙紫 1 号中的总黄酮、维生素 C、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆ 相对其他品种甘薯中的含量较高,还原糖、脂肪含量相对较低,属于保健型甘薯,在功能性食品及保健品方面具有更大的开发潜力。浙紫 1 号、紫薯 1 号中花青苷的含量比其他供试薯样中的都高,属于高色素型甘薯,在天然植物色素提取方面具有极大的应用前景。秦薯 7 号、秦薯 8 号中的还原糖含量相对其他供试薯样更高,属于高糖型甘薯,更适合于鲜食。秦薯 5 号中的淀粉含量在所有供试薯样中最低,属于低淀粉型,更适合于中老年人及糖尿病患者食用。密选 1 号、徐薯 27、红心 431、香黄和心香属于兼容型甘薯。

参考文献:

[1] 黄宝华,张天华. 甘薯的种植和开发利用[M]. 北京:中国农业出版社,1994:45-46.

[2] 杜连起,张红新. 讨论我国甘薯加工产业化[J]. 河北职业技术学院学报,2002,16(2):61-65.

[3] 陈信波,戴晓阳. 我国甘薯加工利用的现状概述[J]. 作物研究,1994,8(4):43-44.

[4] 张立明,陈赐民. 浅谈甘薯综合开发利用[J]. 国外农学-杂粮作物,1995(2):44-45.

[5] 唐君,周志林,张允刚,等. 国内外甘薯种植资源研究进展[J]. 山西农业大学:自然科学版,2009,29(5):478-482.

[6] 刘庆昌. 甘薯在我国粮食和能源安全中的重要作用[J]. 科技导报,2004,21(9):21-22.

[7] Konczak I,Zhang W. Anthocyanins - more than nature's colours[J]. Journal of Biomedicine and Biotechnology,2004(5):239-240.

[8] Goda Y,Shimizu T,Kato Y, et al. Two acylated anthocyanins from purple sweet potato[J]. Phytochemistry,1997,44(1):183-186.

[9] 赵舒畅,侯利霞,相朝清. 甘薯蛋白的提取纯化及生物活性研究进展[J]. 粮油加工,2010(6):100-103.

[10] 刘主,朱必斌,彭凌,等. 甘薯糖蛋白化学结构及其生物学活性[J]. 食品科学,2008,29(11):582-584.

[11] 王意宏,李洪民,钮福祥. 甘薯的基本物质及化学组成的再认识[J]. 中国甘薯,1994(7):214-218.

[12] 陆国权. 甘薯品质性状的基因型与环境效应研究[M]. 北京:气象出版社,2003:21-24.

[13] 夏春丽,于永利,张小燕. 甘薯的基本物质保健作用及开发利用[J]. 食品工程,2008(3):28-31.

[14] 张佩华,张辉,刘伟. 甘薯的基本物质保健及其开发利用[J]. 河南农业,2010(13):34.

[15] 江阳,孙成均. 甘薯的基本物质成分及其保健功效研究进展[J]. 中国农业科技导报,2010(4):56-61.

[16] 侯芮. 甘薯的基本物质成分及其保健功效[J]. 青春岁月,2012(14):384.

[17] 商丽丽,赵德虎,杜清福,等. 甘薯的基本物质成分及开发利用研究进展综述[J]. 安徽农学通报,2012(9):73-74.

[18] 张立明,王庆美,王荫辉. 甘薯的主要基本物质成分和保健作用[J]. 杂粮作物,2003(3):162-166.

[19] 赵秀玲. 甘薯的基本物质成分与保健作用[J]. 中国食物与基本物质,2008(10):58-60.

[20] 何胜生. 紫甘薯的功能性质及产品开发研究[J]. 安徽农业科学,2013(3):1288-1290.

[21] 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]. 江苏调味副食品,2008(3):13-18.

[22] 刘春花,高金锋,王鹏科,等. 超声波法提取苦荞黄酮的工艺研究[J]. 西北农业学报,2009(1):281-284.

[23] 王玫,张泰铭,熊运海. 超声波法提取紫甘薯叶总黄酮的工艺研究[J]. 广州化学,2010(2):13-18.

[24] 胡春霖,郑可利,罗利琴,等. 超声波法虎杖中总黄酮提取工艺研究[J]. 宝鸡文理学院学报:自然科学版,2013(4):31-35.

[25] 韩豪,李新生,高玥,等. UPLC-MS/MS 测定黑小麦中 B 族维生素[J]. 中国生化药物杂志,2012(5):528-531.