

2021 年安庆市 5 种薯类营养成分

张琪¹ 赵紫微¹ 于雪荣¹ 姜健¹ 田双双¹ 谢继安¹ 刘柏林¹

¹ 安徽省疾病预防控制中心,合肥 230601

摘要:目的 分析安庆市 5 种薯类的营养成分并评价其营养价值。方法 按照《食物成分监测项目技术手册》的要求于 2021 年 11 月采集产自安徽省安庆市的 5 种薯类样品,按照国家标准检测方法测定样品中水分、灰分、蛋白质、脂肪、膳食纤维、糖、矿物质、维生素和氨基酸等营养成分;利用营养质量指数法(index of nutritional quality, INQ)评价蛋白质、维生素和矿物质,氨基酸评分标准模式(FAO/WHO 模式)评价氨基酸的营养价值。结果 5 种薯类中,紫薯的蛋白质(2.3 g/100 g)和膳食纤维(3.6 g/100 g)含量较高,红薯(红心)中胡萝卜素含量最高(4 003 μ g/100 g),红薯(白心)的维生素 C 含量最高(15.4 mg/100 g);薯类中的糖主要以果糖、葡萄糖和蔗糖三种形式存在;紫薯中钙(47 mg/100 g)与磷(74 mg/100 g)含量最高,马铃薯(白心)中含量最高的矿物质为钾(401 mg/100 g),红薯(红心)含量最高的为镁(31 mg/100 g),钠(104.0 mg/100 g)、铁(0.9 mg/100 g)、铜(0.17 mg/100 g)与锰(0.40 mg/100 g)在红薯(白心)中含量最高。5 种薯类的 Na/K 范围为 0.003~0.456,磷、钾、镁、铜、锰的 INQ 均大于 1。5 种薯类的检测结果中均含有 18 种氨基酸,其中天冬氨酸最高,氨基酸评分(amino acid score, AAS)为 0.29~1.35,氨基酸比值系数(ratio coefficient, RC)为 0.47~1.69。结论 5 种薯类富含膳食纤维、维生素 C 和矿物质,属于高钾低钠型食物;薯类能满足人体日常对磷、钾、镁、铜、锰元素的需求。赖氨酸含量丰富,可作为谷物的营养素补充食物。AAS 与 RC 的评分接近于 1, AAS 评价模式更接近人体氨基酸组成模式,食用选择的 5 种薯类能够满人体对该必需氨基酸的日常需求。

关键词:薯类 营养成分 氨基酸 矿物质 维生素

中图分类号:R151.3

文献标志码:A

DOI:10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2024.04.012

Nutritional components of 5 potatoes in Anqing City in 2021

Zhang Qi¹, Zhao Ziwei¹, Yu Xuerong¹, Jiang Jian¹, Tian Shuangshuang¹, Xie Ji'an¹, Liu Bolin¹

¹ Anhui Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hefei 230601, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To analyze the nutrient composition and nutritional value evaluation of 5 potatoes in Anqing City. **METHODS** According to the requirements of the *Technical Manual for Food Composition Monitoring Projects*, 5 types of potato samples were collected from Anqing City, Anhui Province. National standard detection method were used to determine the nutritional components such as water, ash, protein, fat, dietary fiber, sugar, minerals, vitamins, and amino acids in the samples.

基金项目:中国食物成分监测项目

作者简介:张琪,女,硕士,技师,研究方向:食品化学污染物与营养成分检测, E-mail:1615267885@qq.com

通信作者:刘柏林,男,硕士,副主任技师,研究方向:食品化学污染物与营养成分检测, E-mail:liubolin087@163.com

The index of nutritional quality (INQ) method was used to evaluate proteins, vitamins, and minerals, and the amino acid scoring standard mode (FAO/WHO mode) was used to evaluate the nutritional value of amino acids. **RESULTS** Among the 5 types of potatoes, purple potato had the highest protein (2.3 g/100 g) and dietary fiber content (3.6 g/100 g). Sweet potato (red) had the highest carotene content (4003 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), sweet potato (white) had the highest content of vitamin C (15.4 mg/100 g). Sugar in potatoes mainly existed in three forms: fructose, glucose, and sucrose; Purple potatoes had the highest levels of calcium (47 mg/100 g) and phosphorus (74 mg/100 g), respectively. Potatoes (white) had the highest content of potassium (401 mg/100 g), while sweet potatoes (red) had the highest content of magnesium (31 mg/100 g). Sodium (104.0 mg/100 g), iron (0.9 mg/100 g), copper (0.17 mg/100 g), and manganese (0.40 mg/100 g) had the highest content in sweet potatoes (white). The Na/K ratio range of the 5 potato varieties was 0.003–0.456, and the INQ of phosphorus, potassium, magnesium, copper, and manganese were greater than 1. The detection result of 5 potatoes all contain 18 amino acids, and aspartic acid was the highest. The amino acid score (AAS) was 0.29–1.35, and the ratio coefficient (RC) was 0.47–1.69. **CONCLUSION** The 5 types of potatoes are rich in dietary fiber, vitamin C and minerals, and belong to the high potassium and low sodium type of food. Potatoes can meet the daily needs of the human body for phosphorus, potassium, magnesium copper, and manganese elements. Lysine is rich in content and can be used as a nutritional supplement for grains. The AAS score and RC are close to 1, and the AAS evaluation mode is closer to the human amino acid composition mode, which can meet the daily needs of the human body for this essential amino acid.

KEY WORDS: potatoes, nutritional components, amino acids, minerals, vitamins

薯类属于根茎类作物,经济实惠,营养价值丰富,在安徽省内种植面积广、产量高、消费量大。薯类是碳水化合物、胡萝卜素、抗氧化剂和营养化物的极好来源^[1],如橙色甘薯中不仅反式胡萝卜素含量高, β -胡萝卜素含量比芒果、西红柿、胡萝卜等果蔬含量还要高,而且具有最佳的维生素A原活性^[2-4]。薯类也含有大量的膳食纤维、蛋白质、糖、矿物质、维生素,能够增强人体抗病能力,对提高人体免疫功能有着重要的作用^[5]。薯类的营养成分除遗传基因影响外,种植环境对营养成分也有较大的影响。为了解薯类食品中营养成分及价值,本研究选择产自安徽省安庆市的5种薯类食品,采用国家标准检测方法测定营养成分含量,通过营养质量指数法(index of nutritional quality, INQ)评价蛋白质、维生素和矿物质,以及氨基酸评分标准模式分析氨基酸的营养价值。与已报道文献^[5]相比,本研究增加了营养成分的种类,除一般营养成分、矿物质之外,补充了薯类食品中18种氨基酸、维生素E、核黄素及硫胺素的分析与评价,可为安庆市薯类食物中营养素含量提供数据,补充安徽省食物营养成分数据库,为居

民合理膳食提供更科学的依据。

1 材料与方法

1.1 样品

5种薯类均于2021年11月采集于安徽省安庆市。选择安庆市辖区的大观区、怀宁县和迎江区作为3个采样区域,每个区域选择3个采样点,采样点为1个农贸市场和2个商店超市或2个农贸市场和1个商店超市,每个采样点的样品种类相同,即每种样品采集9份,单份样品采集不少于1 kg。所有样品及时送实验室,到实验室后,将每种薯类样品的9份样品全部经粉碎机打碎,混合均匀,制备成一份样,采用四分法分成实验用样品,装入干净的保鲜盒中,一份用于检测,一份用于复检。

1.2 仪器

全自动凯氏定氮仪(意大利VELP公司)、索氏提取仪(意大利VELP公司)、氨基酸分析仪(德国Sykam公司)、超高效液相色谱仪(美国Waters公司)、高效液相色谱仪(日本岛津公司)、电感耦合等离子体质谱仪(美国PerkinElmer公

司)、电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 PerkinElmer 公司)。

1.3 检测方法

水分按照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准食品中水分的测定》^[6]中第一法直接干燥法进行检测;灰分按照 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准食品中灰分的测定》^[7]中第一法食品中总灰分的测定;总膳食纤维按照 GB 5009.88—2014《食品安全国家标准食品中膳食纤维的测定》^[8]食品中膳食纤维的测定;蛋白质按照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》^[9]第一法凯氏定氮法;脂肪按照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准食品中脂肪的测定》^[10]第一法索氏提取法;维生素 E 按照 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准食品中维生素 A、D、E 的测定》^[11]第一法反相高效液相色谱法检测;硫胺素按照 GB 5009.84—2016《食品安全国家标准食品中维生素 B1 的测定》^[12]第一法高效液相色谱法检测;核黄素按照 GB 5009.85—2016《食品安全国家标准食品中维生素 B2 的测定》^[13]第一法高效液相色谱法检测;胡萝卜素按照 GB 5009.83—2016《食品安全国家标准食品中胡萝卜素的测定》^[14]检测;维生素 C 按照 GB 5009.86—2016《食品安全国家标准食品中抗坏血酸的测定》^[15]第二法荧光法检测;矿物质中的钾、钠、钙、磷、镁、铁按照 GB 5009.268—2016《食品安全国家标准食品中多元元素的测定》^[16]中第二法电感耦合等离子体发射光谱法测定;铜、锌、锰按照 GB 5009.268—2016《食品安全国家标准食品中多元元素的测定》^[16]中第一法电感耦合等离子体质谱法测定;按照 GB/T 18246—2019《饲料中氨基酸的测定》^[17]前处理样品,氨基酸自动分析仪测定色氨酸;按照 GB/T 15399—2018《饲料中含硫氨基酸的测定离子交换色谱法》^[18]前处理样品,氨基酸自动分析仪测定半胱氨酸;其余 16 种氨基酸均按照 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准食品中氨基酸的测定》^[19]进行检测;按照 GB 5009.8—2016《食品安全国家标准食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》^[20]检测 5 种糖。

1.4 质量控制

为防止营养成分在运输过程中损失,采集的样品均进行冷链保存运输,24 小时内送实验室,及时制备成实验样品。所有检测项目的实验同一时间称样与检测,检测过程中各步骤均按照食品安全国家标准严格执行。分析过程中采取平行双

样、加标回收和质量控制样的测定,确保检测结果的准确性与可靠性。

1.5 营养价值评价方法

1.5.1 矿物质、蛋白质、硫胺素 采用 INQ 对矿物质、蛋白质和硫胺素进行营养价值评价。INQ>1,表示当热量满足时,该营养素还富余;INQ<1,表示热量满足时,该营养素还欠缺^[21-23]。通过上述定义计算 5 种薯类中矿物质、蛋白质、硫胺素的 INQ 值,查阅《中国居民膳食营养素参考摄入量(2023 版)》中 18 周岁及以上人体每日需要营养素的摄入量推荐值^[24],对于没有摄入量推荐值的能量、铁、锌、锰、硫胺素及蛋白质等营养素采用 18 周岁及以上男女每日推荐摄入量平均值进行计算^[24]。具体公式如下:

$$\text{INQ} = 100 \text{ g 食物中某营养素密度} / 100 \text{ g 食物热量密度}$$
$$\text{营养素密度} = 100 \text{ g 食物中某营养素含量} / \text{人体每日所需营养量}$$
$$\text{热量密度} = 100 \text{ g 某种食物的热量} / \text{人体每日所需热量}$$

1.5.2 氨基酸 采用氨基酸评分标准模式 (FAO/WHO 模式) 评价薯类中的 8 种必需氨基酸^[25],分别计算了 5 种薯类的氨基酸评分 (amino acid score, AAS)、氨基酸比值系数 (ratio coefficient, RC)^[21,26],计算公式如下:

$$\text{AAS} = \text{待评蛋白质中某必需氨基酸含量} / (\text{FAO/WHO}) \text{评分模式中同种氨基酸含量}$$
$$\text{RC} = \text{待评蛋白质中某必需氨基酸 AAS} / \text{各种氨基酸 AAS 的平均值}$$

2 结果

2.1 一般营养成分含量

由表 1 可见,5 种薯类中紫薯、红薯(红心)、红薯(白心)整体水分含量较马铃薯(白心)和马铃薯(黄心)低,营养素含量相对较高,可提供较高的能量,其中每 100 g 红薯(白心)可提供能量 126 kcal。在营养成分方面,紫薯中蛋白质、总膳食纤维含量在 5 种薯类中都是最高;红薯(白心)中的脂肪、总碳水化合物含量最高。

2.2 维生素含量

由表 2 可见,5 种薯类中,维生素 E 主要以 α -生育酚形式存在,红薯(白心)、红薯(红心)与马铃薯(白心)均检出 α -生育酚,紫薯和马铃薯(黄心)中未检出维生素 E,胡萝卜素含量为红薯(红心)>薯(白心)>紫薯。5 种薯类中均含有维生素 C,含量最高的为红薯(白心)。除紫薯外均含有

表 1 2021 年安庆市 5 种薯类中能量和宏量成分

薯类	水分/ (g/100g)	蛋白质/ (g/100g)	脂肪/ (g/100g)	灰分/ (g/100g)	总碳水化合物/ (g/100g)	总膳食纤维/ (g/100g)	能量/ (kcal/100g)
紫薯	67.6	2.3	0.1	0.8	29.2	3.6	120
红薯							
红心	68.7	1.6	0.1	0.7	28.9	1.9	119
白心	66.5	1.6	0.2	0.7	31.0	3.2	126
马铃薯							
黄心	86.6	1.6	0.1	0.6	11.1	0.9	50
白心	87.5	1.6	0.1	0.5	10.3	1.3	46

表 2 2021 年安庆市 5 种薯类维生素组成及含量

薯类	胡萝卜素/ (μg/100g)	维生素 E/ (mg/100g)	α-生育酚/ (mg/100g)	β-生育酚/ (mg/100g)	γ-生育酚/ (mg/100g)	δ-生育酚/ (mg/100g)	硫胺素/ (mg/100g)	核黄素/ (mg/100g)	维生素 C/ (mg/100g)
紫薯	7	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.6
红薯									
红心	4003	0.13	0.13	Tr	Tr	Tr	0.08	Tr	10.4
白心	27	0.39	0.39	Tr	Tr	Tr	0.10	Tr	15.4
马铃薯									
黄心	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.05	Tr	6.1
白心	Tr	0.14	0.08	Tr	0.04	0.02	0.05	Tr	4.4

注:Tr;未检出

硫胺素。

为马铃薯(白心),钠、铁、铜和锰含量最高的为红薯(白心),镁含量最高的为红薯(红心)。5 种薯类的锌含量比较均衡,范围为 0.20~0.28 mg/100 g。

2.3 矿物质含量

由表 3 可见,5 种薯类均含有 9 种矿物质元素,其中钙、磷含量最高的为紫薯,钾含量最高的

表 3 2021 年安庆市 5 种薯类矿物质组成及含量

薯类	钙/ (mg/100g)	磷/ (mg/100g)	钾/ (mg/100g)	钠/ (mg/100g)	镁/ (mg/100g)	铁/ (mg/100g)	锌/ (mg/100g)	铜/ (mg/100g)	锰/ (mg/100g)	Na/K
紫薯	47	74	364	17.0	29	0.6	0.28	0.11	0.36	0.047
红薯										
红心	33	62	271	68.0	31	0.8	0.22	0.15	0.24	0.251
白心	44	63	228	104.0	26	0.9	0.20	0.17	0.40	0.456
马铃薯										
黄心	6	54	372	1.5	20	0.3	0.23	0.09	0.14	0.004
白心	6	49	401	1.3	21	0.3	0.28	0.06	0.11	0.003

2.4 糖含量

由表 4 可见,红薯(红心)的总糖、葡萄糖和蔗糖含量皆为 5 种薯类中最高,果糖含量最高的是马铃薯(黄心),5 种薯类中均未检测到麦芽糖以及乳糖。

2.5 氨基酸含量

由表 5 可见,5 种薯类中均含有 18 种氨基酸,总氨基酸含量为 617.83~956.25 mg/g pro,马铃薯(白心)含量最高,紫薯含量最低。5 种薯类中天冬氨酸含量最高,蛋氨酸及色氨酸含量较低。除此之外,对 5 种薯类进行呈味氨基酸分析,均含有甜味氨基酸、芳香族氨基酸以及鲜味氨基酸,呈味氨基酸含量大小为:鲜味氨基酸>甜味氨基酸>

芳香族氨基酸。

表 4 2021 年安庆市 5 种薯类糖类组成及含量比较

g/100g						
薯类	果糖	葡萄糖	蔗糖	麦芽糖	乳糖	总糖
紫薯	0.64	0.80	2.84	Tr	Tr	4.3
红薯						
红心	0.71	0.96	3.12	Tr	Tr	4.8
白心	0.73	0.84	1.92	Tr	Tr	3.5
马铃薯						
黄心	0.79	0.86	0.55	Tr	Tr	2.2
白心	0.56	0.60	0.72	Tr	Tr	1.9

注:总糖=果糖+葡萄糖+蔗糖+麦芽糖+乳糖;Tr;未检出

表 5 2021 年安庆市 5 种薯类中氨基酸组成及含量

氨基酸	紫薯/ (mg/g pro)	红薯(红心)/ (mg/g pro)	红薯(白心)/ (mg/g pro)	马铃薯(黄心)/ (mg/g pro)	马铃薯(白心)/ (mg/g pro)	FAO/WHO 模式
异亮氨酸 ⁽¹⁾	27.83	40.00	41.25	31.25	32.50	40
亮氨酸 ⁽¹⁾	41.30	62.50	60.00	40.00	37.50	70
赖氨酸 ⁽¹⁾	30.43	47.50	48.75	53.75	51.25	55
丝氨酸 ⁽³⁾	38.26	50.00	51.88	33.75	28.75	
胱氨酸	9.57	15.00	11.88	9.38	8.13	
酪氨酸 ⁽²⁾	19.13	30.00	26.25	21.25	16.88	
苯丙氨酸 ^(1,2)	36.96	56.25	56.25	38.75	39.38	60
苏氨酸 ⁽¹⁾	31.30	44.38	43.75	30.00	24.38	40
甘氨酸 ⁽³⁾	26.96	39.38	40.00	23.13	20.63	
缬氨酸 ⁽¹⁾	45.22	66.25	67.50	63.75	65.00	50
精氨酸	29.57	50.63	52.50	61.25	51.25	
组氨酸	11.30	18.75	18.75	16.25	17.50	
丙氨酸 ⁽³⁾	32.17	46.25	46.88	31.25	27.50	
天冬氨酸 ⁽⁴⁾	126.96	162.50	195.63	221.25	261.25	
谷氨酸 ⁽⁴⁾	71.30	86.25	90.00	213.75	231.25	
蛋氨酸 ⁽¹⁾	10.00	18.13	15.63	14.38	14.38	35
脯氨酸 ⁽³⁾	24.35	34.38	35.00	25.00	20.00	
色氨酸 ⁽¹⁾	5.22	8.75	9.38	11.25	8.75	10
芳香族氨基酸	56.09	86.25	82.50	60.00	56.26	
甜味氨基酸	121.74	170.01	173.76	113.13	96.88	
鲜味类氨基酸	198.26	248.75	285.63	435.00	492.50	
TAA	617.83	876.88	911.25	939.38	956.25	
EAA	228.26	343.75	342.50	283.13	273.13	
NEAA	389.57	533.13	568.75	656.25	683.13	
EAA/TAA	0.37	0.39	0.38	0.30	0.29	
EAA/NEAA	0.59	0.64	0.60	0.43	0.40	

注:TAA:氨基酸总和;EAA:必需氨基酸;NEAA:非必需氨基酸;(1)人体必需氨基酸;(2)芳香族氨基酸;(3)甜味氨基酸;(4)鲜味氨基酸

2.6 营养成分评价结果

2.6.1 硫胺素、蛋白质以及 9 种矿物质 由表 6 可见,以样品来看,5 种薯类富含磷、钾、镁、铜、锰

等矿物质,其 INQ 值均大于 1。以营养素来看,马铃薯(白心)中硫胺素与蛋白质的 INQ 值最高。

表 6 2021 年安庆市 5 种薯类矿物质、蛋白质、维生素的营养质量指数

薯类	钙	磷	钾	钠	镁	铁	锌	铜	锰	硫胺素	蛋白质
紫薯	1.14	1.99	3.53	0.22	1.70	0.77	0.53	2.66	1.64	Tr	0.74
红薯											
红心	0.81	1.68	2.65	0.89	1.84	1.04	0.42	3.66	1.10	1.20	0.52
白心	1.01	1.61	2.10	1.28	1.45	1.11	0.36	3.92	1.74	1.42	0.49
马铃薯											
黄心	0.35	3.49	8.65	0.05	2.82	0.93	1.04	5.23	1.53	1.79	1.24
白心	0.38	3.44	10.13	0.04	3.22	1.01	1.38	3.79	1.31	1.94	1.35

注:Tr:未检出

2.6.2 氨基酸 由表 7 可见,5 种薯类的 AAS 值缬氨酸最高,蛋氨酸最低。FAO/WHO 模式评价发现,仅有红薯(红心)和红薯(白心)中的异亮氨酸、苏氨酸、缬氨酸,马铃薯(黄心)中的缬氨酸和色氨酸以及马铃薯(白心)中的缬氨酸 AAS 大于 1。

由表 8 可见,5 种薯类中 RC 值最小的是蛋氨

酸,RC 值最大的是缬氨酸。

3 讨论

3.1 安庆市 5 种薯类的营养成分分析

实验结果表明,红薯(红心)、红薯(白心)、紫薯的总膳食纤维高于马铃薯(黄心)和马铃薯(白心),膳食纤维含量最高的紫薯比谭属琼等报

表 7 2021 年安庆市 5 种薯类中必需氨基酸的氨基酸评分

薯类	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	色氨酸
紫薯	0.70	0.59	0.55	0.62	0.78	0.90	0.29	0.52
红薯								
红心	1.00	0.89	0.86	0.94	1.11	1.33	0.52	0.88
白心	1.03	0.86	0.89	0.94	1.09	1.35	0.45	0.94
马铃薯								
黄心	0.78	0.57	0.98	0.65	0.75	1.28	0.41	1.13
白心	0.81	0.54	0.93	0.66	0.61	1.30	0.41	0.88

表 8 2021 年安庆市 5 种薯类中必需氨基酸的氨基酸比值系数

薯类	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	苯丙氨酸	苏氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	色氨酸
紫薯	1.13	0.95	0.89	1.00	1.26	1.45	0.47	0.84
红薯								
红心	1.06	0.95	0.91	1.00	1.18	1.41	0.55	0.93
白心	1.09	0.91	0.94	1.00	1.15	1.43	0.48	1.00
马铃薯								
黄心	0.95	0.70	1.20	0.79	0.92	1.56	0.50	1.38
白心	1.06	0.70	1.21	0.86	0.79	1.69	0.53	1.15

道^[27]的生紫薯(1.61 g/100 g)高出 2 倍。膳食纤维含量高的食物有利于促进肠道蠕动,通便排毒,适合老年性便秘者食用^[28]。β-胡萝卜素具有维持眼睛和皮肤的健康,改善夜盲症、皮粗糙的作用,还具有保护心脏和血管的作用^[5,28]。本研究发现,薯类中红薯(红心)胡萝卜素含量远高于其他 4 种薯类,虽含量低于余华等^[5]报道的桔红色甘薯(6.44 mg/100 g),但高于黄色甘薯中的含量(1.55 mg/100 g)。张梦潇等^[29]报道不同品种紫薯维生素 C 的含量为 2.23~2.93 mg/100 g,而安庆市产的紫薯维生素 C 仅为 0.6 mg/100 g,差异较大,分析其原因可能与种植环境、气候差异有一定的关系。但是安庆市产的红薯(红心)与红薯(白心)中维生素 C 含量较高,红薯(红心)中的维生素 C 含量(10.4 mg/100 g)与余华等^[5]报道桔红色甘薯(11.69 mg/100 g)、黄色甘薯(10.96 mg/100 g)结果相比,安庆市产的红薯(红心)维生素 C 含量稍低,红薯(白心)中的维生素 C 含量(15.4 mg/100 g)高于其他 4 种薯类,甚至高于余华等^[5]报道的桔红色甘薯。薯类中的维生素 E 含量均较低。维生素 C 和维生素 E 具有增强抵抗力和抗氧化的功效,因此,食用红薯(白心)有利于补充维生素 C,增强机体的抵抗力和抗氧化能力。选择的 5 种薯类均为未检出核黄素。在日常生活中,除食用 5 种薯类食物之外,仍需摄入其他食物补充维生素 E 以及核黄素。研究发现 5 种薯类中均含有果糖、葡萄糖和蔗糖,紫薯、红薯(红心)和红薯(白心)的含糖量较高。

对矿物质含量分析,产自安徽省安庆市的紫薯钙(47 mg/100 g)、镁(29 mg/100 g)含量较谭属

琼等^[27]报道的紫薯钙(44.84 mg/100 g)、镁(23.52 mg/100 g)高,但是铁、锌元素较低。其差异可能来自种植环境、气候等因素导致矿物质含量不同。红薯(白心)中的钠、铁、铜和锰含量高于其他 4 种薯类。通过计算 Na/K,可以看出红薯(红心)、红薯(白心)Na/K 小于 1,紫薯、马铃薯(黄心)和马铃薯(白心)的 Na/K 远远小于 1,属于低钠高钾食物。研究表明,富钾盐可降低高血压患者的血压水平、改善患者的血管内皮功能及动脉僵硬度^[30],YOSHIMURA 等^[31]也报道了饮食中 Na/K 低有助于预防高血压和动脉硬化,因此,合理食用低 Na/K 的紫薯、马铃薯(黄心)和马铃薯(白心)有利于预防动脉硬化和高血压等心血管疾病。

3.2 安庆市 5 种薯类中硫胺素、蛋白质以及 9 种矿物质的营养评价分析

磷、钾、镁、铜、锰的 INQ 均大于 1,表明薯类能满足人体对磷、钾、镁、铜、锰的需求。红薯(白心)中的钙、钠、铁及紫薯中的钙,马铃薯(黄心)的锌 INQ 均大于 1,通过合理搭配不同薯类能够满足人体对 9 种矿物质的需求。除紫薯外,其余 4 种薯类硫胺素均能满足人体日常对硫胺素的需求。部分薯类中矿物质、蛋白质和硫胺素的 INQ 小于 1,说明该食物不能完全满足人体矿物质、蛋白质和硫胺素等营养素的需求。

3.3 安庆市 5 种薯类氨基酸的营养评价分析

采用 FAO/WHO 模式评价氨基酸营养价值,先将氨基酸的数值转换成每克蛋白质中氨基酸的含量,涉及的氨基酸评分均是基于每克蛋白质中氨基酸含量的基础计算所得。分析 5 种薯类呈味

氨基酸发现,马铃薯(白心)中的鲜味氨基酸可达 492.50 mg/g pro,鲜味氨基酸包括天冬氨酸和谷氨酸,天冬氨酸在 18 种氨基酸中含量最高,而谷氨酸含量仅次于天冬氨酸。鲜味氨基酸中的谷氨酸不仅自身具有极强的提鲜作用,还具有保护肝脏的功效。

AAS 是评价必需氨基酸与模式蛋白的接近程度,AAS 的值越接近 1,说明与评价模式中的蛋白越接近,营养价值越高^[32],更接近人体氨基酸组成^[33],低于 1 的为限制氨基酸,最低的为第 1 限制氨基酸^[32]。5 种薯类的第 1 限制氨基酸均是蛋氨酸,红薯(红心)的第 2 限制氨基酸是赖氨酸,与宋永康等^[33]报道的红色红薯中氨基酸评价结果一致。紫薯的第 2 限制氨基酸是色氨酸,红薯(白心)、马铃薯(黄心)和马铃薯(白心)的第 2 限制氨基酸为亮氨酸。

除此之外,氨基酸评分方法中 RC 可消除不同必需氨基酸绝对含量差异对计算的影响,可以反映各个必需氨基酸供应相对高低^[34],当食物中氨基酸组成与模式氨基酸完全一致,则 RC 均等于 1,RC>1 表是该食物中氨基酸组成模式中过剩,反之则该类氨基酸相对不足^[33-34]。在评价 5 种薯类氨基酸时,RC 和 AAS 的第 1、2 限制氨基酸完全一致。5 种薯类的缬氨酸的 RC 均大于 1,而蛋氨酸 RC 均小于 1,表明 5 种薯类中的缬氨酸氨基酸组成模式中过剩,蛋氨酸在 5 种薯类的氨基酸组成中明显不足。

综上所述,对安庆市 5 种薯类进行营养成分分析及营养评价,可选择红薯(红心)和红薯(白心)作为优质的胡萝卜素和维生素 C 的食物来源。5 种薯类中富含磷、钾、镁、铜、锰等元素,合理搭配的不同薯类能够满足人体对 9 种矿物质的需求。5 种薯类中均含有 18 种氨基酸,补充了人们日常摄入谷物所缺少的赖氨酸。维生素 E、核黄素含量较低,需额外补充其他食物才满足人体的需求。

参考文献

- [1] KITAHARA K, NAKAMURA Y, OTANI M, et al. Carbohydrate components in sweet potato storage roots: their diversities and genetic improvement[J]. *Breed Sci*, 2017, 67(1):62-72.
- [2] KOUROUMA V, MUT H, ZHANG M, et al. Comparative study on chemical composition, polyphenols, flavonoids, carotenoids, and antioxidant activities of various cultivars of sweet potato[J]. *Int J Food Sci Technol*, 2020, 55:369-378.
- [3] GUL K, TAK A, SINGH A K, et al. Chemistry encapsulation and health benefits of β -carotene: a review [J]. *Cogent Food Agric*, 2015, 1:1018696.
- [4] MORENO F, DELABARCAM C, CARDENAS J L, et al. Technological properties of orange sweet potato flour intended for functional food products as affected by conventional drying and milling methods [J]. *ACS Food Sci Technol*, 2023, 3(2):283-291.
- [5] 余华,宋永康,姚清华,等.不同肉色甘薯营养成分分析[J]. *福建农业学报*, 2010, 25(4):482-485.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定:GB 5009.88—2014 [S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定:GB 5009.82—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中维生素 B1 的测定:GB 5009.84—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中维生素 B2 的测定:GB 5009.85—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中胡萝卜素的测定:GB 5009.83—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中维生素 C 的测定:GB 5009.83—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中多元素的测定:GB 5009.268—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 国家质量技术监督局. 饲料中氨基酸的测定:GB/T 18246—2019 [S]. 北京:中国标准出版社,2019.
- [18] 国家市场监督管理总局. 饲料中含硫氨基酸的测定 离子交换色谱法:GB/T 15399—2018 [S]. 北京:中国标准出版社,2018.

- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定: GB 5009.124—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [20] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定: GB 5009.8—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [21] 刘柏林, 于雪荣, 赵紫微, 等. 7种杂豆营养成分含量分析及营养评价[J]. 安徽预防医学杂志, 2020, 26(4): 270-276.
- [22] HANSEN R G, WYSE B W, SORENSON A W, et al. Nutritional quality index of foods [M]. Westport: AVI Publishing Company Inc, 1979: 636.
- [23] 邓宏玉, 刘芳芳, 张秦蕾, 等. 5种禽肉中矿物质含量测定及营养评价[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(6): 21-24.
- [24] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2023版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023: 628-636.
- [25] FAO/WHO. Energy and protein requirements [R]//FAO nutrition meeting port series. Roma: FAO, 1973: 52-63.
- [26] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价: 比值系数法[J]. 营养学报, 1988, 10(2): 187-190.
- [27] 谭属琼, 谢勇武, 林婷婷. 福建六鳌甘薯与紫薯营养成分分析与比较[J]. 福建轻纺, 2023(6): 5-11.
- [28] 吴广辉, 毕韬韬. 红薯营养价值及综合开发利用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 39(20): 189-192.
- [29] 张梦潇, 周文化, 周虹, 等. 不同品种紫薯营养主成分及聚类分析[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(1): 19-25.
- [30] 田国祥, 魏万林, 尤洪帅, 等. 低钠高钾平衡盐对高血压患者内皮功能及动脉僵硬度的影响[J]. 河北医学, 2014, 20(6): 881-884.
- [31] YOSHIMURA M, TAKAHASHI H, NAKANISHI T. Role of sodium, potassium, calcium, magnesium on blood pressure regulation and antihypertensive dietary therapy[J]. Jpn J Nutr, 1991, 49(2): 53-62.
- [32] 吴莹莹, 鲍大鹏, 王瑞娟, 等. 6种市售工厂化栽培金针菇的氨基酸组成及蛋白质营养评价[J]. 食品科学, 2018, 39(10): 263-268.
- [33] 宋永康, 余华, 姚清华, 等. 不同肉色甘薯蛋白质价值评估[J]. 福建农业学报, 2009, 24(6): 504-507.
- [34] 陈艳芳, 鲍大鹏, 陈洪雨, 等. 蛋白质品质评价方法及其在食用菌中的应用进展[J]. 食用菌学报, 2020, 27(3): 92-104.

收稿日期: 2023-06-25

(上接第599页)

- [34] YANAI H, ADACHI H, HAKOSHIMA M, et al. Molecular biological and clinical understanding of the pathophysiology and treatments of hyperuricemia and its association with metabolic syndrome, cardiovascular diseases and chronic kidney disease [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(17): 9221.
- [35] TACK I. Effects of water consumption on kidney function and excretion [J]. Nutr Today, 2010, 45(6 suppl): S37-S40.
- [36] KAKUTANI-HATAYAMA M, KADOYA M, OKAZAKI H, et al. Nonpharmacological management of gout and hyperuricemia: hints for better lifestyle [J]. Am J Lifestyle Med, 2017, 11(4): 321-329.
- [37] ČYPIENĖ A, GIMŽAUSKAITĖ S, RINKŪNIENĖ E, et al. The association between water consumption and hyperuricemia and its relation with early arterial aging in middle-aged Lithuanian metabolic patients [J]. Nutrients, 2023, 15(3): 723.

收稿日期: 2022-09-20