

黑老虎果实的加工特性与营养成分

邹建文, 饶红欣, 罗先权, 张敏, 刘玮*

(湖南省森林植物园, 湖南 长沙 410116)

摘 要:以湘西南主栽黑老虎品种“湘黑-0701”的果实为材料, 研究其果皮、果肉果汁、种子和果芯 4 部分的基本加工特性和主要营养成分。结果表明: 果皮在聚合果中占比(42.48%~47.70%)最大, 出汁率低; 果肉果汁在聚合果中占比(35.01%~37.47%)较大, 且果肉果汁较为浑浊, L^* 、 a^* 和 b^* 值均最小, 总糖质量分数(5.27%)和还原糖质量分数(2.34%)最高; 种子苦涩味明显且含有厚实种壳, 在聚合果中占比(7.65%~11.16%)小, 灰分质量分数(7.20%)、蛋白质质量分数(11.14%)和粗脂肪质量分数(21.70%)均最高; 果芯在聚合果中占比(8.21%~11.21%)小。果皮、果肉果汁、种子和果芯 4 个部分中的矿质元素均以钾含量最高, 分别达 3 952.17、2 064.10、4 900.43、2 937.40 mg/kg; 维生素含量则以胆碱含量最高, 其含量分别达 590.33、621.67、692.33、248.33 mg/(100 g)。鉴于黑老虎各部分加工特性和主要营养成分的差异, 可分别用于不同类型健康产品的开发。

关 键 词: 黑老虎; 聚合果; 加工特性; 营养成分; 品质评价

中图分类号: S567.1⁺9; TS255.1 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2019)06-0679-06

Characterization of the processing characteristics and nutritional components of *Kadsura coccinea* fruit

ZOU Jianwen, RAO Hongxin, LUO Xianquan, ZHANG Min, LIU Wei*

(Hunan Forest Botanic Garden, Changsha, Hunan 410116, China)

Abstract: In this study, the basic processing properties and nutrient ingredients of fruit peel, pulp juice, seeds and core were investigated for Xianghei-0701, a variety of *Kadsura coccinea* cultivated in the southwest part of Hunan Province. The results showed that the peel occupied the largest proportion(42.48%-47.70%) in the whole aggregate fruit with low juice yield. The pulp juice(35.01%-37.47%) was turbid with the lowest value of L^* , a^* and b^* and had the highest contents of total sugar(5.27%) and reducing sugar(2.34%). The seed(7.65%-11.16%) had thick seed shells with obvious bitterness, and had the highest contents of ash(7.20%), protein(11.14%) and fat(21.70%). The proportion of fruit core was 8.21%-11.21%. In fruit peel, pulp juice, seeds and core, the content of potassium was the highest of the tested minerals, reaching 3 952.17, 2 064.10, 4 900.43 and 2 937.40 mg/kg, respectively. The content of choline was the highest of the tested vitamins with 590.33, 621.67, 692.33 and 248.33 mg/100g, respectively. In conclusion, *K. coccinea* fruit can be used for developing different types of health products since remarkable differences existed in processing characteristics and main nutrients among different parts of it.

Keywords: *Kadsura coccinea*; aggregate fruit; processing properties; nutrient ingredients; quality evaluation

黑老虎(*Kadsura coccinea*)为五味子科、南五味子属常绿木质藤本植物, 别名“冷饭团”, 广泛分布于中国广东、广西、湖南、贵州、四川等地区。黑

老虎的根、茎为传统的中药材, 其性温、味辛、微苦, 具有行气止痛、祛风活络、散瘀消肿之功效^[1-5]。黑老虎果实为聚合果, 由 30~70 个小浆果聚合而成,

收稿日期: 2019-05-20

修回日期: 2019-07-12

基金项目: 湖南省林业科技计划项目(XLK201815); 湖南省林下经济专项(20180030)

作者简介: 邹建文(1968—), 男, 湖南隆回人, 副研究员, 主要从事森林培育和植物资源开发与利用研究, zou5671695@126.com; *通信作者, 刘玮, 研究员, 主要从事植物资源开发与利用研究, 2540931011@qq.com

其成熟果实为鲜红或紫黑色,无毒^[6],可生食,是药、食兼用的珍稀野生水果,极具开发潜力。许多山区开始将其作为新型水果进行栽培,其成熟果园产量可达 22.5 t/hm^2 。由于黑老虎鲜果风味独特,且具有保健价值,目前市场上供不应求。有关黑老虎果实营养成分的研究也逐渐受到重视:彭密军等^[7]用火焰原子吸收光谱法测定了黑老虎果实中常见的 8 种微量元素含量,发现果实中含有丰富的 K、Ca、Mn、Zn;毛云玲等^[8]分析评价了云南不同种源黑老虎果实的氨基酸、糖类、蛋白质和维生素等指标,认为不同种源的黑老虎富含人体必需的氨基酸和较高的糖类、蛋白质和维生素 C,但种源间变异系数高;SUN 等^[9]研究发现,黑老虎果实中果皮多酚提取物的抗氧化活性最强,花色苷提取物的次之,果浆多酚提取物的最弱;谢玮等^[10]研究发现,黑老虎种籽中含有较高的粗多糖、总黄酮和总皂苷,认为黑老虎种子是具有发展前景的保健食品资源。为综合利用黑老虎果实,笔者对黑老虎的果皮、果肉果汁、果芯和种子的营养成分及其加工特性进行研究,旨在提高其综合利用效益,促进黑老虎产业的健康高效发展。

1 材料与方法

1.1 材料

供试黑老虎成熟鲜果于 2018 年 11 月中旬采自湖南通道独坡镇虾团村的黑老虎果园。该园于 2007 年采用仿生态栽培方式建园而成。种苗为经大田驯化培植 1 年的野生黑老虎苗,该种源黑老虎的性状已经稳定,正申请品种登记,品种编号为“湘黑-0701”。目前,该品种已成为湘西南地区黑老虎的主栽品种。

1.2 主要试剂与仪器

试验用试剂均为国产分析纯。

D-37520 型高速离心机(Thermo Scientific, Sterode) JUltrascan VIS 色差仪(Hunter Lab) JUV1800 紫外分光光度计(Tokyo);DMA 35 型手持便携式密度计(Anton Peer);pHS-3C 精密 pH 计(上海雷磁仪器厂);TA.XT.plus Texture Analyser 质构分析仪

(Stable Micro Systems)。

1.3 方法

1.3.1 加工特性测定

随机取 10 个黑老虎聚合果,每个聚合果称质量后,手工将其分成果皮、果肉果汁、种子和果芯 4 部分,分别称其质量,计算黑老虎聚合果中各部分的占比^[11-12],结果取其平均值。

随机选取 2 个黑老虎聚合果,手工将其所有小浆果摘下,分别挤压出每个小浆果中的种子,并计数^[11-12];用游标卡尺测量浆果果皮厚度。

取 5 个黑老虎聚合果和 20 个完整的小浆果,采用 TA.XT.Plus 质构仪的 TPA 模式测定质构。从硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性 4 个方面来评价黑老虎聚合果和浆果的质构。聚合果的测定参数为:探头 P/50,测试速度 1.0 mm/s ,水果受压变形程度 40%,2 次压缩时间间隔 5.0 s ,触发力 0.049 N 。测定时用苹果、萝卜、黄瓜作比较。小浆果的测定参数为:探头 P/10,测试速度 0.5 mm/s ,水果受压变形程度 30%,2 次压缩时间间隔 5.0 s ,触发力 0.049 N 。测定时用单个新鲜巨峰葡萄作比较。

随机取黑老虎鲜果的果皮、果肉果汁和果芯各 500 g,用普通食品打浆机打浆 15 min,浆液备用。浆液经 $4\ 500 \text{ r/min}$ 离心 15 min,取上层汁液称质量,计算出汁率^[11-12];按照 GB/T 12293—1990 水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定方法测定浆液总酸度(以柠檬酸当量计算);使用便携式 pH 计测定浆液 pH 值;利用 DMA 35 型手持便携式密度计测定浆液密度和固形物质量分数^[11-12];浆液经 $5\ 000 \text{ r/min}$ 离心 10 min,取上清液(纯水作为参比溶液)分别在 280 nm 和 700 nm 处测定其紫外吸光值和浊度^[13-14],应用 UltraScan VIS 色差仪在透射模式下测定 L^* 、 a^* 、 b^* 值^[15]。

1.3.2 营养成分测定

将黑老虎鲜果分成果皮、果肉果汁、种子和果芯 4 部分,分别进行营养成分测定。

按照 GB/T 10473—1989 水果和蔬菜产品中盐酸不溶性灰分的测定方法、GB 5009.5—2016 食品中蛋白质的测定方法、GB 5009.6—2016 食品中脂

肪的测定方法和 GB 5009.7—2016 食品中还原糖的测定方法分别测定黑老虎果实各部分的灰分、蛋白质、脂肪和还原糖质量分数；按照文献[16]的方法测定其总糖质量分数。

参考《中国食物成分表》^[17]对食物中矿质元素的检测项目，采用 GB5009.268—2016 的方法测定黑老虎果实各部分的钙、磷、钾、镁、铁、锌、碘、硒、铜、氟、铬、锰和钼共 13 种矿质元素含量；采用 GB 5009.82—2016、GB 5009.158—2016、GB 5009.84—2016、GB 5009.85—2016、GB 5009.154—2016、GB 5413.14—2010、GB 14754—2010、GB 5009.89—2016、GB 5009.211—2014、GB 5009.210—2016 和 GB 5413.20—2013 的方法分别测定黑老虎果实各部分的维生素 E、维生素 K₁、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆、维生素 B₁₂、维生素 C、烟酸、叶酸、泛酸和胆碱共 11 种维生素含量。

1.4 数据处理

采用 SPSS 13.0 处理数据：进行单因素方差分析，组间差异有统计学意义时，运用 S-N-K 法进行组间差异分析。

2 结果与分析

2.1 黑老虎果实的加工特性

2.1.1 基本特性

黑老虎果实的单果质量为 189.48~255.48 g，其

中果皮、果肉果汁、种子和果芯质量分别为 80.50~112.50、71.00~93.50、17.00~28.50、17.50~24.46 g，其在单个聚合果中的占比分别为 42.48%~47.70%、35.01%~37.47%、7.65%~11.16%、8.21%~11.21%。由于浆果果肉和果汁包含在果皮内，难以严格区分果肉和果汁以及果皮的质量和占比，加之果肉和果汁以及果皮均可食用，因此，按可食用部分和非可食用部分分类更加准确。黑老虎聚合果可食部分质量为 151.50~209.00 g/个，占比为 79.95~80.63%；非可食部分为 37.98~49.48 g/个，占比为 19.37~20.05%。单个浆果中的种子数为 3~6 个，鲜见少于 3 个或多于 6 个种子的浆果出现。种子苦涩味明显且含有厚实种壳，难以和果肉果汁一起打浆混合。单个浆果的果皮厚度为 1.11~2.59 mm。对比桑果、草莓等可食用率接近 100%的聚合果而言，黑老虎属于可食用程度较低的水果，其果皮较厚，具种子且种壳厚实。

2.1.2 质构

由表 1 可以看出，黑老虎聚合果的硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性均比苹果、萝卜和黄瓜的低，即属于不脆不硬、带有一定柔软性和咀嚼性的水果类型，在贮藏时具有一定的防碰撞破损能力，但要注意防挤压。从表 2 可以看出，黑老虎单个浆果的硬度比葡萄的大，弹性、咀嚼性和胶黏性与葡萄相当，说明单个浆果具有较好柔软性、咀嚼性，适宜制作成果脯蜜饯等产品。

表 1 黑老虎聚合果的质构

Table 1 The texture of aggregate fruit of <i>Kadsura coccinea</i>				
供试果品	硬度/N	弹性/g	胶黏性/N	咀嚼性/(N·cm)
黑老虎	(5 388.69±850.09)b	(0.52±0.06)b	(1 022.62±17.45)b	(529.35±69.31)b
苹果	(58 852.16±0.16)a	(1.00±0.00)a	(58 952.14±0.15)a	(58 773.91±4.63)a
萝卜	(59 852.13±0.06)a	(1.00±0.00)a	(59 852.11±0.08)a	(59 633.42±108.08)a
黄瓜	(57 460.93±2 409.58)a	(1.00±0.00)a	(57 460.93±2 409.57)a	(57 317.88±2 419.40)a

同列不同字母示果品间差异显著(P<0.05)。

表 2 黑老虎浆果的质构

Table 2 The texture of single berrie in aggregate fruit of <i>Kadsura coccinea</i>				
供试果品	硬度/N	弹性/g	胶黏性/N	咀嚼性/(N·cm)
黑老虎	1 194.79±390.81	0.62±0.29	205.18±133.39	150.98±146.99
葡萄	465.74±93.15	0.79±0.21	201.83±47.04	194.67±80.09

2.1.3 理化性质

由表 3 可知,除密度外,黑老虎果实的果皮、果肉果汁和果芯 3 部分浆液的其他指标间的差异均有统计学意义($P<0.05$)。果皮出汁率和固形物含量远低于果芯和果肉果汁部分,但其浊度(700 nm)远高于果芯和果肉果汁部分,说明果皮不适宜于通过榨汁的方法生产果汁饮料类产品。从各部分的 pH 值和总酸度可看出,相比于总酸超过 5%的青梅、

酸枣等高酸类水果而言,聚合果属于低酸类水果。果皮的紫外吸光值(280 nm)远高于果芯和果肉果汁部分,说明果皮中存在大量的游离蛋白质(氨基酸),因为紫外吸光值(280 nm)是蛋白质的典型紫外吸收特征值。果肉果汁样品中 L^* 、 a^* 和 b^* 值均为最小,说明黑老虎果肉果汁适宜生产混浊型产品,不宜调配成澄清型产品。

表 3 黑老虎果实各部分的理化性质

Table 3 Physical and chemical properties for each part of of <i>Kadsura coccinea</i> fruit					
果实部位	出汁率/%	pH 值	固形物质量分数/%	总酸度/(g·kg ⁻¹)	密度/(kg·L ⁻¹)
果皮	(4.80±0.27)c	(4.28±0.01)c	(5.19±0.03)c	(0.63±0.01)a	1.02±0.00
果肉果汁	(80.91±0.82)a	(4.32±0.02)b	(9.33±0.03)a	(0.41±0.00)b	1.02±0.00
果芯	(40.45±0.40)b	(4.48±0.02)a	(7.64±0.02)b	(0.38±0.01)c	1.02±0.00
果实部位	紫外吸光度(280 nm)	浊度(700 nm)	色差		
			L^*	a^*	b^*
果皮	(1.73±0.00)a	(0.07±0.00)a	(40.49±0.02)b	(2.79±0.01)a	(5.15±0.04)b
果肉果汁	(0.96±0.00)b	(0.02±0.00)c	(32.26±0.24)c	(0.08±0.03)c	(0.30±0.03)c
果芯	(0.88±0.00)c	(0.04±0.00)b	(41.39±0.10)a	(1.31±0.04)b	(8.07±0.04)a

同列不同字母示果实部位间差异显著($P<0.05$)。

2.2 黑老虎果实的营养成分

蛋白质和粗脂肪质量分数均显著高于其他部位的,果肉果汁部分的总糖和还原糖质量分数最高。

2.2.1 基本营养组成

由表 4 可以看出,黑老虎果实的种子中的灰分、

表 4 黑老虎果实各部分的基本营养组成

Table 4 Basic nutrient composition in each part of of <i>Kadsura coccinea</i> fruit						%
果实部位	灰分	蛋白质	总糖	还原糖	粗脂肪	
果皮	(3.60±0.30)b	(0.72±0.05)b	(4.29±0.48)ab	(2.30±0.28)a	(0.91±0.01)b	
果肉果汁	(2.15±0.20)b	(0.75±0.04)b	(5.27±0.60)a	(2.34±0.06)a	(0.54±0.19)b	
种子	(7.20±0.40)a	(11.14±1.10)a	(3.17±0.35)b	(1.64±0.06)b	(21.70±4.28)a	
果芯	(2.90±0.80)b	(0.55±0.05)b	(1.33±0.13)c	(1.10±0.06)b	(0.76±0.18)b	

同列不同字母示果实部位间差异显著($P<0.05$)。

2.2.2 矿质元素含量

由表 5 可知,黑老虎果实 4 部分样品中矿质元素含量变化趋势基本一致,均以钾含量最高,其次是钙和镁含量,再次是磷、锰、铁、锌、铜和氟含

量。黑老虎果实各部分比较,除碘外,检测出的其他矿质元素均以种子含量为最高。可见,黑老虎种子富含多种矿质元素。

表 5 黑老虎果实不同部分的矿物质含量

Table 5 Contents of minerals in each part of <i>Kadsura coccinea</i> fruit							mg/kg
果实部位	钙	镁	钾	磷	铁	碘	
果皮	(235.16±11.44)b	(264.82±12.14)b	(3 952.17±110.00)b	(13.07±0.02)b	(2.35±0.42)b	(0.04±0.01)a	
果肉果汁	(31.50±1.50)d	(170.52±3.28)c	(2 064.10±103.84)d	(13.51±0.27)b	(1.12±0.38)c	(0.02±0.01)b	
种子	(414.21±14.87)a	(2 120.36±72.23)a	(4 900.43±183.53)a	(196.60±0.40)a	(7.31±0.12)a	(0.02±0.00)b	
果芯	(275.38±13.16)c	(140.21±2.24)c	(2 937.40±80.25)c	(11.45±0.05)c	(1.98±0.44)b	(0.01±0.01)b	
果实部位	铜	锰	硒	钼	铬	锌	氟
果皮	(0.92±0.03)b	(27.80±1.03)b	—	0.01±0.00	(0.07±0.03)c	(1.19±0.06)b	(0.72±0.00)b
果肉果汁	(0.37±0.02)d	(11.37±0.48)c	—	—	(0.09±0.01)b	(0.73±0.24)c	(0.70±0.01)c
种子	(4.36±0.14)a	(95.58±2.32)a	0.02±0.01	0.04±0.00	(0.15±0.02)a	(10.62±0.55)a	(0.75±0.01)a
果芯	(0.78±0.02)c	(30.29±0.96)b	—	—	(0.05±0.01)c	(1.09±0.39)b	(0.73±0.01)b

同列不同字母示果实部位间差异显著($P<0.05$)。

2.2.3 维生素含量

从检测的 11 种维生素来看,黑老虎果实中叶酸、维生素 B₆和维生素 B₁₂的含量均低于仪器的检测限值,其他维生素含量见表 6。胆碱含量在果皮、果肉果汁、种子和果芯 4 个部分中均为最高,其含

量分别达 590.33、621.67、692.33 和 248.33 mg/100g。除胆碱之外,果皮中维生素 C、维生素 K₁、烟酸和泛酸含量,果肉果汁中维生素 C 含量,种子中的维生素 K₁、泛酸、烟酸含量以及果芯中的维生素 C 和烟酸含量也较高。

表 6 黑老虎果实各部分维生素含量

Table 6 Contents of vitamins in each part of <i>Kadsura coccinea</i> fruit								
果实部位	胆碱/ (mg·(100 g) ⁻¹)	烟酸/ (mg·(100 g) ⁻¹)	维生素 C/ (mg·(100 g) ⁻¹)	泛酸/ (mg·(100 g) ⁻¹)	维生素 B ₂ / (mg·(100 g) ⁻¹)	维生素 B ₁ / (mg·(100 g) ⁻¹)	维生素 E/ (mg·(100 g) ⁻¹)	维生素 K ₁ / (μg·(100 g) ⁻¹)
果皮	(590.33±8.33)c	(1.26±0.04)b	(118.99±5.84)a	(1.10±0.04)b	(0.01±0.00)b	(0.01±0.00)d	(0.15±0.01)b	3.19±0.26
果肉果汁	(621.67±2.08)b	(0.52±0.02)c	(35.04±0.27)c	(0.84±0.02)c	(0.01±0.00)c	(0.04±0.00)b	—	—
种子	(692.33±0.58)a	(1.34±0.05)a	—	(1.48±0.06)a	(0.02±0.00)a	(0.04±0.00)a	(0.61±0.29)a	3.33±1.29
果芯	(248.33±0.58)d	(1.29±0.07)b	(53.62±0.45)b	(0.39±0.02)d	(0.01±0.00)d	(0.03±0.00)c	(0.13±0.00)b	—

同列不同字母示果实部位间差异显著($P<0.05$)。

3 结论与讨论

“湘黑-0701”黑老虎果实果大、产量高、色泽鲜艳,为食、药兼用的珍稀野生水果,其果皮较厚,防碰撞破损能力较强,具有较大的开发潜力。“湘黑-0701”单果质量为 189.48~255.48 g,直接可食用部分(果皮和果肉果汁)所占比例为 79.95%~80.63%。相比于草莓、桑果等食用比例接近 100%的聚合果而言,“湘黑-0701”可食用率较低;但与番荔枝等食用比例低于 50%的聚合果而言,“湘黑-0701”可食用率较高。综合而言,“湘黑-0701”可食用部分比例在水果中位居中等^[18-20]。“湘黑-0701”为聚合果,加工时不能将聚合果整果混合进行加工,应将其非直接可食用部分(种子和果芯)与直接可食用部分(果皮、果肉果汁)分开;小浆果与果芯紧密相连,且种子包含在浆果果皮内和果肉果汁混合在一起难以分开;因此,如何将聚合果直接可食

用部分与非直接可食用部分分开,是“湘黑-0701”黑老虎果实深加工时需要解决的一个关键问题。

“湘黑-0701”黑老虎果皮是聚合果中占比最大的可食用部分(42.48%~47.70%),相比于青梅、黄皮、杨桃等常用果脯蜜饯制作原料而言,含汁液少,厚实,具有较好柔软性和咀嚼性,且色泽鲜艳,适宜于制作果脯蜜饯类产品。果肉果汁和种子包含在一起,种子中的苦涩味容易进入到果肉果汁之中,采用传统取汁方法如双螺杆榨汁、布袋挤压榨汁等^[21]难以开发为果汁饮料类产品,但可以 and 果皮一起作为原料开发为果脯蜜饯类产品,或者通过浸泡取汁的方法开发为果酒、饮料类产品。黑老虎种子在聚合果中占比小,但灰分、蛋白质、粗脂肪质量分数及检测出的 13 种矿质元素(除碘外)含量,均以种子中的最高,因此,有必要进一步研究其油脂组成及活性成分含量等。

参考文献:

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海: 上海科技出版社, 1992.
- [2] HU Z X, LI X N, SHI Y M, et al. Lanostane-type triterpenoids from *Kadsura coccinea*[J]. Tetrahedron, 2017, 73(20): 2931–2937.
- [3] SONG Y, ZHAO Q J, JIN Y S, et al. A new triterpenoid from *Kadsura coccinea*[J]. Chinese Chemical Letters, 2010, 21(11): 1352–1354.
- [4] FANG L Z, XIE C F, WANG H, et al. Lignans from the roots of *Kadsura coccinea* and their inhibitory activities on LPS-induced NO production[J]. Phytochemistry Letters, 2014, 9: 158–162.
- [5] YEON J H, CHENG L, HE Q Q, et al. A lignin glycoside and a nortriterpenoid from *Kadsura coccinea*[J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2014, 12(10): 782–785.
- [6] 李志春, 孙健, 封毅, 等. 黑老虎果毒理实验及其对血脂的调节作用[J]. 食品科学, 2011, 32(1): 203–205.
- [7] 彭密军, 周清平. 火焰原子吸收法测定黑老虎中八种微量元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2000, 20(1): 89–90.
- [8] 毛云玲, 付玉娉, 祁荣频, 等. 云南黑老虎不同种源氨基酸和其他指标的分析与评价[J]. 氨基酸和生物资源, 2015, 37(2): 14–19.
- [9] SUN J, YAO J Y, HUANG S X, et al. Antioxidant activity of polyphenol and anthocyanin extracts from fruits of *Kadsura coccinea*(Lem.) A.C. Smith[J]. Food Chemistry, 2009, 117(2): 276–281.
- [10] 谢玮, 杨涛, 赵雯霖. 黑老虎籽功能成分分析及其应用前景展望[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(12): 1–5.
- [11] 温靖, 徐玉娟, 肖更生, 等. 6个果桑品种的桑果加工品质性状测定与分析[J]. 蚕业科学, 2015, 41(1): 107–111.
- [12] 刘子放, 张岩, 李俊, 等. 湿法超微粉碎程度对新鲜桑果浆理化特性及活性成分含量的影响[J]. 蚕业科学, 2017, 43(3): 472–478.
- [13] MALTAS E. Binding interactions of niclosamide with serum proteins[J]. Journal of Food and Drug Analysis, 2014, 22(4): 549–555.
- [14] JAYAMANI J, SHANMUGAM G. Gallic acid, one of the components in many plant tissues, is a potential inhibitor for insulin amyloid fibril formation[J]. Journal of Medicinal Chemistry, 2014, 85: 352–358.
- [15] HIDALGO A, FONGARO L, BRANDOLINI A. Wheat flour granulometry determines colour perception[J]. Food Research International, 2014, 64: 363–370.
- [16] 却志群, 易文奇, 陈纪鹏, 等. 番薯还原糖和总糖含量的测定[J]. 宜春学院学报, 2016, 38(12): 85–88.
- [17] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 2002[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2002.
- [18] 薛日辉. 1986年评选的省优稀水果品种[J]. 广东农业科学, 1987, 14(4): 20.
- [19] 刁俊明, 曾宪录, 朱远平, 等. 脐橙果实大小对果实可食率、果汁率和品质指标的影响[J]. 嘉应学院学报, 2016, 34(5): 48–50.
- [20] 张江周, 王斌, 刘林, 等. 夏季不同采收时间对香蕉果实品质和加工特性的影响[J]. 热带作物学报, 2018, 39(11): 2272–2278.
- [21] 胡智元. 新型水果榨汁机定位关键技术研究[D]. 赣州: 江西理工大学, 2018.

责任编辑: 邹慧玲

英文编辑: 柳 正