

不同产地美藤果籽的物性比较

李镇灏¹, 谢蓝华^{2,3}, 陈佳³, 杨勇福³, 林茂森³, 杜冰^{1,2}

(1. 华南农业大学食品学院, 广州 510642; 2. 云南省杜冰专家工作站, 云南 普洱 665008;

3. 普洱联众生物资源开发有限公司, 云南 普洱 665008)

摘要:为了给美藤果的开发利用提供参考数据,采集了中国云南省普洱、西双版纳、红河,老挝4个产地的美藤果籽,对其感官特性、理化特性及营养特性进行分析比较。结果表明:美藤果籽为类椭圆形,色泽呈浅褐色至深褐色,具有美藤果特有的植物香气;4个产地的美藤果籽单粒厚度为6.8~11.28 mm,粒径为15.81~24.83 mm,单粒质量为0.82~1.53 g,壳仁比为0.52:1~0.78:1,水分含量为7.21%~7.90%;美藤果籽粗脂肪含量为44.98%~50.25%,粗蛋白质含量为27.65%~30.28%,总糖含量为3.05%~3.21%,灰分含量为2.28%~2.63%;美藤果籽中维生素E含量为122~190 mg/100 g,钙含量为60.2~63.8 mg/100 g,磷含量为517~535 mg/100 g,钾含量为108~112 mg/100 g,必需氨基酸总量为10.07~10.68 g/100 g,氨基酸总量为31.55~32.82 g/100 g;4个产地的美藤果籽油中棕榈酸含量为3.82%~4.62%,硬脂酸含量为1.87%~3.87%,油酸含量为7.11%~11.09%,亚油酸含量为37.30%~38.58%,亚麻酸含量为40.78%~48.40%。总体来说,不同产地的美藤果籽感官特性、理化特性及营养特性差异较大,相比较而言,中国普洱产地的美藤果籽在物性指标方面表现更为突出,可作为美藤果油和美藤果蛋白原料的选择。

关键词:美藤果籽;感官特性;理化特性;营养特性

中图分类号:TS222+.1;TQ646 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2022)05-0073-05

Comparison of physical properties of sacha inchi seeds from different areas

LI Zhenhao¹, XIE Lanhua^{2,3}, CHEN Jia³, YANG Yongfu³, LIN Maosen³, DU Bing^{1,2}

(1. College of Food, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Yunnan

Dubing Expert Workstation, Pu'er 665008, Yunnan, China; 3. Pu'er Lianzhong Biological Resources

Development Co., Ltd., Pu'er 665008, Yunnan, China)

Abstract: In order to provide reference data for the development and utilization of sacha inchi, the sensory, physicochemical and nutritional properties of the sacha inchi seeds from different areas (Pu'er, Xishuangbanna, Honghe in Yunnan Province, China, and Laos) were analyzed. The results showed that the sacha inchi seeds were oval in shape, light brown to dark brown in color, and had the unique plant aroma of sacha inchi. The single grain thickness of sacha inchi seeds from the four origins was 6.8~11.28 mm, grain diameter was 15.81~24.83 mm, single grain mass was 0.82~1.53 g, ratio of shell to kernel was 0.52:1~0.78:1, and moisture content was 7.21%~7.90%. The contents of crude fat, crude protein, total sugar and ash were 44.98%~50.25%, 27.65%~30.28%, 3.05%~3.21%, 2.28%~2.63%, respectively. The contents of vitamin E, calcium, phosphorus, potassium, total essential amino acids and total amino acids in the

sacha inchi seeds were 122~190 mg/100 g, 60.2~63.8 mg/100 g, 517~535 mg/100 g, 108~112 mg/100 g, 10.07~10.68 g/100 g, 31.55~32.82 g/100 g, respectively. In the seed oil, the contents of palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid and linolenic acid were

收稿日期:2021-04-08;修回日期:2021-10-20

基金项目:云南省科技计划项目院士专家工作站计划(202005AF150071);云南省科技计划项目科技人才与平台计划(202105AD160029)

作者简介:李镇灏(1993),男,硕士研究生,研究方向为油脂与蛋白质工程(E-mail)kipiup@163.com。

通信作者:谢蓝华,高级工程师(E-mail)xielanhua5858@126.com。

3.82% - 4.62% , 1.87% - 3.87% , 7.11% - 11.09% , 37.30% - 38.58% and 40.78% - 48.40% , respectively. In general, the sensory, physicochemical and nutritional properties of the seeds from different regions varied significantly. In comparison, the seeds from Pu'er of China showed more outstanding performance in terms of physical properties and could be used as a raw material for sacha inchi seed oil and sacha inchi seed protein.

Key words: sacha inchi seed; sensory property; physicochemical property; nutritional property

美藤果 (*Plukenetia volubilis* Linneo), 学名南美油藤, 又名印加花生果、印奇果、星星果和星油藤等, 是大戟科多年生木质藤本植物, 原生长于海拔 80 ~ 1 700 m 的南美洲安第斯山脉地区热带雨林, 在秘鲁、厄瓜多尔等地区已有上千年的食用历史, 是秘鲁、厄瓜多尔、巴西等国家广泛种植的一种高价值作物, 也是秘鲁地区国宝级天然食用植物^[1-2]。2006 年中国科学院从秘鲁引进种源并成功种植于西双版纳植物园, 2008 年普洱联众生物资源开发有限公司从厄瓜多尔引进种源, 在普洱试种成功。目前, 美藤果在中国、老挝、缅甸等的种植面积已达 3 350 hm²^[3-4]。美藤果营养价值丰富, 富含油脂和蛋白质等人体必需的营养素。2013 年我国卫生部批准美藤果油为新资源食品, 2017 年美藤果蛋白被列为普通食品原料, 这些为美藤果新资源在国内的产品开发及生产上市奠定了良好的基础^[5-6]。

目前, 关于美藤果的研究主要集中在美藤果油、美藤果蛋白及美藤果多糖的提取, 成分分析及功效评价等方面^[7-10], 对不同产地美藤果的品质比较及其物性研究较少, 而进一步研究美藤果的物性, 更好地利用美藤果新资源开发食用油和植物蛋白具有重要意义。本研究收集了中国(云南省普洱、红河、西双版纳)和老挝的美藤果籽资源, 对其感官特性、理化特性及营养特性进行分析比较, 探究不同产地的美藤果籽物性差异, 为美藤果的开发利用提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

美藤果籽(产地分别为中国云南省普洱、红河、西双版纳, 老挝), 普洱联众生物资源开发有限公司; 冰乙酸、异辛烷、碘化钾、硫代硫酸钠、酚酞、氢氧化钾、95% 乙醇(均为分析纯), 天津风船化学试剂科技有限公司; 甲醇、苯、乙腈(均为色谱纯), 国药集团化学试剂有限公司。

0 ~ 150 mm 游标卡尺; SFY - 60 冠亚(红外线)水分测定仪; QD626 型榨油机; KAH - 100 原子吸收光谱仪, KDN - 08C 半自动凯氏定氮仪; PL203 型电

子精密天平, 梅特勒 - 托利多仪器(上海)有限公司; SHZ - III 型循环水真空抽滤机; L - 8900 氨基酸自动分析仪, 日本日立公司; Agilent 1200 高效液相色谱仪、Agilent 7890A 气相色谱 - 质谱联用仪, 美国安捷伦公司。

1.2 试验方法

1.2.1 美藤果籽感官特性的测定

参照《食品感官评价》^[11]的技术要求对美藤果籽外观进行评价分析, 主要包括果籽形状、色泽及气味。

1.2.2 美藤果籽理化特性的测定

1.2.2.1 单粒厚度、粒径以及壳仁比的测定

对不同产地的美藤果籽随机取样 1 000 g, 用游标卡尺测量美藤果籽的单粒厚度和粒径, 用电子天平测定美藤果籽、果壳及果仁(手工剥壳, 获得果壳和果仁)质量, 并计算壳仁比。平行试验 3 次, 取平均值。

1.2.2.2 水分含量的测定

对不同产地美藤果籽随机取样 100 g, 粉碎成半粉末状态, 再准确称取 10.00 g 粉末, 用水分测定仪检测水分含量。平行试验 3 次, 取平均值。

1.2.3 美藤果籽营养成分分析

1.2.3.1 宏量成分分析

粗蛋白质含量, 参照 GB 5009.5—2016 以凯氏定氮法测定; 粗脂肪含量, 参照 GB 5009.6—2016 以索氏提取法测定; 总糖含量, 参照 GB 5009.7—2016 以直接滴定法测定; 灰分含量, 参照 GB 5009.4—2016 以灼烧称重法测定。

1.2.3.2 微量成分分析

维生素 E 含量, 参照 GB 5009.82—2016 以高效液相色谱法测定; 钙含量, 参照 GB 5009.92—2016 以乙二胺四乙酸滴定法测定; 磷含量, 参照 GB 5009.87—2016 以分光光度法测定; 钾、钠含量, 参照 GB 5009.91—2017 以火焰发射光谱法测定; 铁、镁、锰含量, 参照 GB 5009.90—2016 以原子吸收分光光度法测定; 铜含量, 参照 GB 5009.13—2017 以原子吸收分光光度法测定; 锌含量, 参照 GB 5009.14—2017 以二硫脲比色法测定。

1.2.3.3 氨基酸组成分析

参照 GB 5009.124—2016, 采用氨基酸自动分析仪测定美藤果籽的氨基酸组成。

1.2.3.4 脂肪酸分析

取美藤果籽, 经榨油机压榨后得到美藤果籽油。参照 GB/T 17376—2008 进行甲酯化, 参照 GB/T 17377—2008 采用气相色谱仪分析美藤果籽油的脂肪酸组成。

2 结果与分析

2.1 美藤果籽的感官特性

4个产地的美藤果籽外观大小不一, 均呈类椭圆形, 色泽差异较大, 同一批次的样品中, 中国普洱产地的美藤果籽色泽呈深褐色, 老挝、中国西双版纳的次之, 而中国红河的呈浅褐色, 4个产地的美藤果籽均有美藤果植物的芳香气味。

2.2 美藤果籽的理化特性

2.2.1 单粒厚度和粒径

美藤果籽的单粒厚度在一定程度上反映美藤果籽生长的饱满度, 而粒径大小可反映美藤果籽的颗粒大小, 二者可以表征美藤果品质的好坏和衡量产量的高低。美藤果籽越厚, 说明果仁越饱满; 美藤果籽粒径越大, 表明美藤果籽粒越大。不同产地美藤果籽的单粒厚度和粒径见图1。

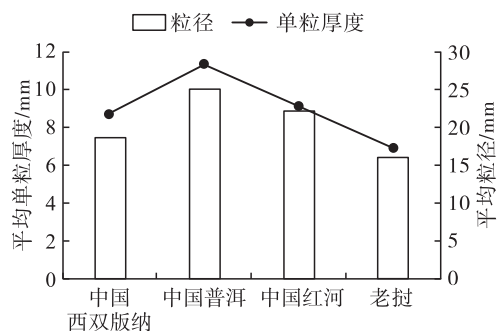


图1 不同产地美藤果籽的单粒厚度和粒径

从图1可以看出, 不同产地美藤果籽的单粒厚度和粒径大小均为中国普洱 > 中国红河 > 中国西双版纳 > 老挝。美藤果籽单粒厚度和粒径大小与产地的气候条件有直接的关系, 气候常年偏热的地方, 单粒厚度偏小, 粒径也偏小, 而气候湿热交替的地方, 单粒厚度偏大, 粒径也较大。因此, 选择合适的种植环境, 对美藤果的高产有重要的意义。

2.2.2 单粒质量

不同产地美藤果籽的单粒质量见图2。从图2可以看出, 不同产地美藤果籽的单粒平均质量大小为中国普洱 > 中国红河 > 中国西双版纳 > 老挝, 这与图1的试验结果相符, 表明籽粒质量大小与籽粒的厚度

及粒径有直接关系。造成籽粒质量差异的原因主要为种质资源、产地的气候条件和田园管理等方面。

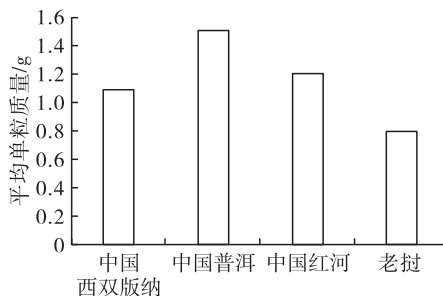


图2 不同产地美藤果籽的单粒质量

2.2.3 单粒果壳和果仁占比

不同产地美藤果籽的单粒果壳、果仁占比见图3。

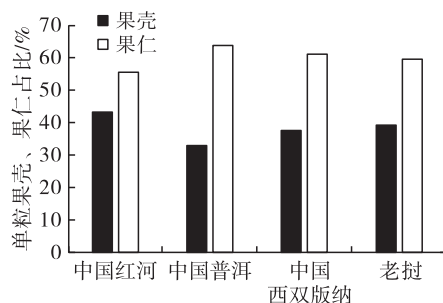


图3 不同产地美藤果籽的单粒果壳、果仁占比

从图3可以看出, 中国普洱的美藤果籽壳仁比为0.52:1, 中国西双版纳的为0.62:1, 老挝的为0.66:1, 中国红河的为0.78:1, 不同产地美藤果籽的单粒果仁占比大小为中国普洱 > 中国西双版纳 > 老挝 > 中国红河, 其中中国西双版纳和老挝的单粒果仁占比差异不大, 中国红河的美藤果籽单粒果壳占比最高, 果仁相对较少。在实际生产中, 主要利用果仁加工生产美藤果油和美藤果蛋白, 因此中国普洱的美藤果籽是较佳的原材料选择。

2.2.4 水分含量

水分含量的大小关系美藤果籽贮藏时间的长短。水分含量越低, 微生物不易生长, 货架期越长。不同产地美藤果籽的水分含量见图4。

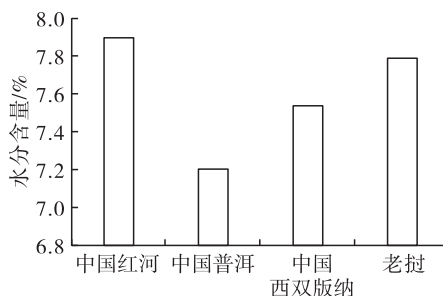


图4 不同产地美藤果籽的水分含量

从图4可以看出, 不同产地美藤果籽的水分含量大小为中国红河 > 老挝 > 中国西双版纳 > 中国普

洱,且均在8%以下,其中中国普洱的美藤果籽水分含量最低。

2.3 美藤果籽的营养成分

2.3.1 宏量营养成分

不同产地美藤果籽的宏量营养成分含量见表1。由表1可知,美藤果籽中的主要宏量营养成分为粗脂肪、粗蛋白质、总糖和灰分,其中粗脂肪含量为

44.98%~50.25%,粗蛋白质含量为27.65%~30.28%,总糖含量为3.05%~3.21%,灰分含量为2.28%~2.63%。中国普洱的美藤果籽粗脂肪含量最高,达50.25%,老挝的美藤果籽粗蛋白质含量最丰富,达30.28%。美藤果籽的油脂含量远高于油茶籽、油橄榄、大豆等油料,蛋白质的含量接近大豆,是一种富含蛋白质的食用油料资源^[12]。

表1 不同产地美藤果籽的宏量营养成分含量($\bar{x} \pm s, n=3$)

项目	中国红河	中国普洱	中国西双版纳	老挝
总糖	3.21 ± 0.74	3.05 ± 0.62	3.11 ± 0.69	3.18 ± 0.76
粗蛋白质	27.65 ± 6.43	28.24 ± 6.13	30.14 ± 5.71	30.28 ± 6.43
粗脂肪	46.15 ± 5.34	50.25 ± 5.48	44.98 ± 5.98	48.58 ± 6.03
灰分	2.34 ± 0.32	2.63 ± 0.36	2.48 ± 0.33	2.28 ± 0.29

2.3.2 微量营养成分

不同产地美藤果籽的微量营养成分含量见表2。由表2可知:不同产地的美藤果籽中维生素E含量差异明显,其中中国普洱的美藤果籽中维生素E含量高达190 mg/100 g,中国西双版纳的较低;不同

产地的美藤果籽中Ca、P、K含量比较丰富,且差异较大。不同产地的美藤果籽微量元素存在差异,主要原因在于不同产地的土壤性质不一样,同时植株在生长过程中施肥等田间管理可能也存在不同。

表2 不同产地美藤果籽的微量营养成分含量($\bar{x} \pm s, n=3$)

项目	中国红河	中国普洱	中国西双版纳	老挝
V _E	166 ± 11	190 ± 12	122 ± 10	157 ± 11
Ca	60.2 ± 7.5	63.8 ± 6.2	62.7 ± 6.8	62.2 ± 7.3
P	517 ± 82	535 ± 90	526 ± 89	528 ± 88
Fe	1.36 ± 0.18	1.66 ± 0.25	1.48 ± 0.23	1.52 ± 0.26
Mg	53.4 ± 4.7	55.4 ± 5.0	52.6 ± 4.8	52.4 ± 4.9
Mn	0.17 ± 0.16	0.19 ± 0.15	0.19 ± 0.15	0.18 ± 0.14
Na	5.45 ± 0.63	5.87 ± 0.72	5.73 ± 0.66	5.90 ± 0.61
Cu	0.18 ± 0.17	0.17 ± 0.15	0.18 ± 0.17	0.19 ± 0.16
Zn	1.95 ± 0.28	2.02 ± 0.29	1.87 ± 0.25	1.91 ± 0.26
K	109 ± 9	112 ± 10	108 ± 9	110 ± 9

2.3.3 氨基酸组成及含量

不同产地美藤果籽的氨基酸组成及含量见表3。由表3可知:不同产地的美藤果籽中单一氨基酸含量有所差异,中国西双版纳和中国普洱的美藤果籽必需氨基酸含量接近,而中国红河和老挝的必需氨基酸含量接近;在总氨基酸含量方面,中国普洱 >

中国西双版纳 > 中国红河 > 老挝;中国红河、普洱、西双版纳,老挝的美藤果籽的必需氨基酸分别占总氨基酸含量的31.46%、32.45%、32.80%和31.95%。因此,从必需氨基酸占比和总氨基酸含量来看,中国普洱和中国西双版纳的美藤果籽要优于中国红河和老挝的。

表3 不同产地美藤果籽的氨基酸组成及含量($\bar{x} \pm s, n=3$)

氨基酸	中国红河	中国普洱	中国西双版纳	老挝
缬氨酸(Val)*	1.90 ± 0.12	1.89 ± 0.11	1.91 ± 0.12	1.94 ± 0.13
苏氨酸(Thr)*	2.02 ± 0.20	2.12 ± 0.21	2.04 ± 0.20	1.96 ± 0.19
赖氨酸(Lys)*	1.34 ± 0.09	1.37 ± 0.10	1.32 ± 0.08	1.31 ± 0.08
蛋氨酸(Met)*	0.36 ± 0.05	0.39 ± 0.06	0.40 ± 0.07	0.38 ± 0.06
亮氨酸(Leu)*	2.08 ± 0.16	2.23 ± 0.18	2.34 ± 0.20	2.13 ± 0.19
异亮氨酸(Ile)*	1.41 ± 0.08	1.52 ± 0.10	1.59 ± 0.11	1.38 ± 0.09
苯丙氨酸(Phe)*	0.96 ± 0.07	1.13 ± 0.09	1.08 ± 0.07	0.98 ± 0.05
天冬氨酸(Asp)	3.47 ± 0.26	3.64 ± 0.23	3.57 ± 0.25	3.37 ± 0.21
丝氨酸(Ser)	1.94 ± 0.18	1.92 ± 0.17	1.90 ± 0.15	1.93 ± 0.18

续表 3

	g/100 g			
氨基酸	中国红河	中国普洱	中国西双版纳	老挝
脯氨酸(Pro)	1.26 ± 0.12	1.37 ± 0.14	1.39 ± 0.16	1.19 ± 0.11
谷氨酸(Glu)	3.89 ± 0.28	4.05 ± 0.35	4.01 ± 0.31	4.03 ± 0.32
酪氨酸(Tyr)	2.29 ± 0.15	2.37 ± 0.19	2.21 ± 0.13	2.25 ± 0.17
精氨酸(Arg)	2.76 ± 0.26	2.68 ± 0.23	2.69 ± 0.25	2.66 ± 0.23
甘氨酸(Gly)	3.65 ± 0.36	3.72 ± 0.39	3.70 ± 0.38	3.68 ± 0.37
丙氨酸(Ala)	1.48 ± 0.14	1.23 ± 0.12	1.15 ± 0.11	1.12 ± 0.10
组氨酸(His)	0.88 ± 0.09	0.82 ± 0.07	0.84 ± 0.08	0.83 ± 0.05
半胱氨酸(Cys)	0.32 ± 0.08	0.37 ± 0.10	0.42 ± 0.13	0.41 ± 0.09
必需氨基酸(EAA)	10.07	10.65	10.68	10.08
总氨基酸(TAA)	32.01	32.82	32.56	31.55

注: * 为必需氨基酸。

2.3.4 脂肪酸组成及含量

不同产地美藤果籽油的主要脂肪酸组成及含量见表4。由表4可见,美藤果籽油中主要有5种脂肪酸,其中饱和脂肪酸主要是棕榈酸和硬脂酸,不饱和脂肪酸主要是油酸、亚油酸和亚麻酸。不同产地的美藤果籽油中主要饱和脂肪酸含量大小为中国红

河>老挝>中国普洱>中国西双版纳,主要不饱和脂肪酸含量大小为中国普洱>中国西双版纳>老挝>中国红河,亚麻酸含量大小为中国普洱>老挝>中国西双版纳>中国红河。综上所述,中国普洱的美藤果籽油在不饱和脂肪酸及亚麻酸含量方面要优于其他产地的。

表4 不同产地美藤果籽油的主要脂肪酸组成及含量($\bar{x} \pm s, n=3$)

脂肪酸	中国红河	中国普洱	中国西双版纳	老挝	%
棕榈酸	4.62 ± 0.35	3.91 ± 0.28	4.22 ± 0.33	3.82 ± 0.29	
硬脂酸	3.87 ± 0.25	2.21 ± 0.12	1.87 ± 0.08	3.17 ± 0.18	
油酸	11.09 ± 0.64	7.11 ± 0.51	10.69 ± 0.61	8.92 ± 0.56	
亚油酸	38.58 ± 6.92	37.50 ± 6.75	38.14 ± 7.56	37.30 ± 7.02	
亚麻酸	40.78 ± 8.41	48.40 ± 10.68	43.78 ± 9.28	45.23 ± 9.28	
SFA	8.49	6.12	6.09	6.99	
UFA	90.45	93.01	92.61	91.45	

3 结论

对中国云南省红河、西双版纳、普洱,老挝4个产地的美藤果籽的感官特性、理化特性及营养特性进行了分析。结果表明,美藤果是一种优质的高油脂高蛋白植物资源,不同产地的美藤果籽在主要的感官、理化及营养物性指标方面相差较大,相比较而言,中国普洱的美藤果籽在物性指标方面表现更为突出,可作为美藤果油和美藤果蛋白原料的选择。

参考文献:

- [1] AMBULAYA J P, ROJASC P A, TIMOTEOB O S, et al. Effect of the emulsion of sacha inchi (*Plukenetia huayabambana*) oil on oxidative stress and inflammation in rats induced to obesity[J]. *J Funct Food*, 2020, 64(1): 1-9.
- [2] 庞晓慧, 李俊健, 吴俏瑾, 等. 美藤果油、亚麻籽油和紫苏籽油氧化稳定性对比研究[J]. *中国油脂*, 2021, 46(1): 32-37.
- [3] 谢蓝华, 杨勇福, 陈佳, 等. 美藤果油的研究进展及综合利用价值分析[J]. *食品工业*, 2019, 40(3): 223-226.
- [4] 杨水艳, 彭涛, 杨瑾, 等. 近红外光谱法快速检测美藤果主要品质指标的定量模型研究[J]. *中国油脂*, 2020, 45(3): 38-43, 61.
- [5] 林锦铭, 谢蓝华, 李俊健, 等. 美藤果加工与综合利用研究进展[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(5): 335-341.
- [6] 王彦武. 美藤果油功效与毒理学研究进展[J]. *毒理学杂志*, 2019, 33(6): 496-499.
- [7] 张雪春, 田景, 王振兴, 等. 美藤果蛋白的功能性质研究[J]. *中国油脂*, 2018, 43(3): 35-38.
- [8] 谢蓝华, 杨勇福, 陈佳, 等. 美藤果油的营养特性及生理功能研究进展[J]. *中国油脂*, 2021, 46(2): 82-85.
- [9] TIAN W N, XIAO N, YANG Y Y, et al. Structure, antioxidant and immunomodulatory activity of a polysaccharide extracted from sacha inchi seeds[J]. *Int J Biol Macromol*, 2020, 162(7): 22-25.
- [10] LI P, HUANG J Z, XIAO N, et al. Sacha inchi oil alleviates gut microbiota dysbiosis and improves hepatic lipid dysmetabolism in high-fat diet-fed rats[J]. *Food Funct*, 2020, 11(7): 9-12.
- [11] 卫晓怡, 白晨. 食品感官评价[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2018.
- [12] 吴俏瑾. 美藤果油抗氧化稳定性初步研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.