

牛油果椰油的湿法制备及其品质特性分析

宋晨也^{1,2}, 蓝良妹³, 唐敏敏², 宋菲², 李瑞², 赵松林², 夏秋瑜⁴

(1. 华中农业大学食品科学技术学院, 武汉 430030; 2. 中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339;
3. 海南大学生命科学与药学院, 海口 570228; 4. 广东海洋大学食品科技学院, 广东湛江 524088)

摘要:针对食用椰子油椰香味浓郁,但必需脂肪酸和油脂伴随物缺乏的问题,研究了采用超声波辅助水酶法从牛油果浆与椰浆中制备牛油果椰油的方法。通过单因素实验优化了制备工艺,并分析了所得油脂的品质指标。结果表明,牛油果椰油的适宜制备工艺条件为:在椰浆中添加30%的牛油果浆(以椰浆质量计)、0.25%的木瓜蛋白酶和0.05%果胶酶(以总物料质量计),于60℃酶解1h,然后超声处理2h,将物料冷冻(-20℃)、解冻(60℃,1h)2次后离心提油。在适宜条件下,油得率为26.4%,牛油果椰油呈现淡绿色,兼具椰子及牛油果特有的芳香味,酸价(KOH)为0.36 mg/g,所得牛油果椰油强化了椰子油的营养价值,其不饱和脂肪酸含量为10.55%,总酚酸、类胡萝卜素和黄酮含量分别为(0.24±0.15)mg/g、(0.61±0.03)mg/kg、(0.013±0.002)mg/mL。

关键词:牛油果浆;椰浆;牛油果椰油;营养强化;品质特性

中图分类号:TS224;TS227

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2020)04-0004-05

Wet processing and quality characteristics analysis of avocado coconut oil

SONG Chenye^{1,2}, LAN Liangmei³, TANG Minmin², SONG Fei²,
LI Rui², ZHAO Songlin², XIA Qiuyu⁴

(1. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430030, China;
2. Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang 571339, Hainan, China;
3. School of Life Science and Pharmacy, Hainan University, Haikou 570228, China;
4. College of Food Science and Technology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, Guangdong, China)

Abstract: In order to resolve the problem that edible coconut oil had strong flavor, but lack of essential fatty acids and oil concomitant, extraction process of nutrients fortified coconut oil (avocado coconut oil) from avocado pulp and coconut pulp using ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis was studied. The preparation process was optimized by single factor experiment, and the quality characteristics of the oil were analyzed. The results showed that the appropriate preparation conditions of avocado coconut oil were obtained as follows: 30% of avocado pulp (based on coconut pulp mass), 0.25% of papain and 0.05% of pectin (based on the mass of total materials), enzymolysis temperature 60℃, enzymolysis time 1 h, ultrasonic time 2 h, centrifugation after freezing (-20℃) and defrosting (60℃, 1 h) twice. Under these conditions, the yield of avocado coconut oil was 26.4%, the acid value was 0.36 mgKOH/g. The avocado coconut oil showed light green color and had specific aromatic flavor of both coconut and avocado, and strengthen the nutrient value of coconut oil with the contents of unsaturated fatty acid, total phenolic acid, carotenoids and flavonoids in 10.55%, (0.24±0.15) mg/g, (0.61±0.03) mg/kg and (0.013±0.002) mg/mL, respectively.

Key words: avocado pulp; coconut pulp; avocado coconut oil; nutrient fortified; quality characteristics

收稿日期:2019-10-24;修回日期:2020-01-30

基金项目:中国热带农业科学院基本科研业务费专项(1630152019008);农业农村部农业技术试验示范与服务支持项目(椰子加工与产品开发)

作者简介:宋晨也(1997),女,硕士研究生,研究方向为功能性食品研发(E-mail)947074089@qq.com。

通信作者:夏秋瑜,副研究员(E-mail)qiuyuxia@163.com;赵松林,研究员(E-mail)zhaosl@catas.cn。

椰子油主要由中短碳链脂肪酸组成,其中辛酸、癸酸含量约占15%,月桂酸含量约占50%,能被人体迅速消化提供能量,且在体内不会转化成脂肪,具有促进新陈代谢、减肥、通便、抑菌等功能;此外由于其分子链短,能迅速被皮肤吸收渗透,具有护发、护肤等特性。近年来初榨椰子油发展迅速,在国外被称为“超级食品”或“瓶子里的药店”,在国内也越来越受到消费者认可,市场规模逐年扩大,有关椰子油功能特性的报道也越来越多。但是椰子油脂肪酸组成单一,由95%以上的饱和脂肪酸组成,另外椰子油中的多酚、甾醇等功能性油脂伴随物含量也低,因此椰子油的一些营养特性存在争议。

牛油果也称为鳄梨,具有极高的营养价值,有“树木黄油”的美称,果肉脂肪含量高达30%,牛油果油中含有50%以上的不饱和脂肪酸^[1]。研究表明,不饱和脂肪酸具有抗衰老、降血压、降血脂、增强智力、抗癌、预防心血管疾病、抑制过敏等重要的生理功能^[2]。目前采用水酶法提取牛油果油的研究较多。陈恺嘉等^[3]利用番木瓜汁为酶源提取牛油果油,提油率可达75.32%。王丽媛等^[4]采用木瓜蛋白酶酶解提取牛油果油,提油率达到79.49%。

目前,还未见将牛油果用于制备营养强化油的报道。本文通过将椰浆和牛油果浆协同作用,利用椰子油良好的溶解性,制备富含油脂伴随物和多不饱和脂肪酸的牛油果椰油,为功能性食用椰油产品的开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

新鲜椰浆,由成熟椰肉压榨所得,油脂含量28%,由文昌市南椰实业有限公司提供;牛油果,市售,七八成熟。果胶酶,酶活力30 000 U/g,肇东国科北方酶制剂有限公司;半纤维素酶、木瓜蛋白酶,酶活力均为100 000 U/g,江苏富盛德生物工程有限公司;其他试剂均为分析纯。

WF-A2000果汁机,浙江省永康市天歌电器有限公司;R-210旋转蒸发仪,BUCHI公司;892 Profession Rancimat Metrohm油脂氧化稳定性测定仪;MCR102流变仪,奥地利安东帕;MS3000粒度分析仪,英国马尔文;7230G型分光光度计,上海精密科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 牛油果椰油的制备

牛油果浆制备:将新鲜牛油果清洗、去皮、去核、切块,加入与果肉等质量的温开水,用匀浆机打浆10 min得到牛油果浆,4℃贮存备用。

椰浆超声波辅助酶解:向新鲜椰浆中加入适量的牛油果浆和木瓜蛋白酶、果胶酶、半纤维素酶,用搅拌器混匀,置于水浴锅中在适宜温度下酶解,再超声辅助处理一段时间,定期监测反应体系的pH,反应过程中体系pH维持在5~6。

牛油果椰油的分离:酶解处理后的椰浆和牛油果浆混合物放入-20℃冰柜冷冻,完全冷冻后转入60℃水浴中加热一定时间解冻,再重复冷冻、解冻1次,然后取油层和油乳混合层转入离心管中,在14 000 r/min下离心15 min,分离得到清澈的牛油果椰油。

牛油果椰油得率 = 分离所得油的质量/原料椰浆质量 × 100%

1.2.2 油脂理化指标测定

酸价的测定参考GB 5009.229—2016;过氧化值的测定参考GB 5009.277—2016;碘值的测定参考GB/T 5532—2008;水分含量的测定参考GB 5009.236—2016;皂化值的测定参考GB/T 5534—2008。

1.2.3 脂肪酸组成测定

油脂甲酯化处理参考文献^[5]稍作修改。10 mg油样溶于1 mL甲苯具塞试管中,加入200 μL抗氧化剂(100 mg BHT溶于100 mL甲苯中),然后再加入2 mL含10%乙酰氯的甲醇(制备该试剂时在冰上将1 mL乙酰氯逐滴加入10 mL甲醇,搅拌至少1 h)。盖上瓶塞,50℃下过夜。然后冷却,加入5 mL 5%氯化钠溶液。用正己烷萃取脂肪酸甲酯2次,每次5 mL,合并两次萃取液,用5 mL 2%碳酸氢钾溶液清洗,分离正己烷层并用硫酸钠干燥,待GC分析。

GC分析条件:HP-5色谱柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm);色谱柱升温条件为初始温度100℃保持2 min,以10℃/min的速率上升至180℃,保持2 min,以8℃/min的速率上升至200℃,保持5 min;载气为高纯度N₂,流量3.00 mL/min;空气流量50 mL/min;氢气流量50 mL/min;氢火焰离子化检测器(FID),检测器温度300℃;进样口温度300℃;进样量1 μL;分流比5:1。

1.2.4 油脂氧化稳定性分析

参考苏帝翰等^[6]的方法。称取3 mL油样至油脂氧化稳定性测定仪的反应池试管中,调节空气流量为10 L/min,设定温度为120℃。实验曲线采用仪器自动积分分析,以诱导时间突变点(OSI)为反应终点。

1.2.5 色度的测定

运用色差仪进行色差 L 、 a 、 b 值的测定。色差仪的 3 个值分别表示不同的色度。 L 值反映亮度,0 表示黑色,100 表示白色; a 值反映红绿色度,正值偏红,负值偏绿,绝对值越大则红色或绿色越深; b 值反映橙蓝色度,正值偏橙,负值偏蓝^[7-8]。

1.2.6 总酚酸、黄酮、类胡萝卜素含量测定

油脂中总酚酸的提取参照 Nevin^[9-10] 等的方法,酚酸含量测定参照 Kumar 等^[11] 的方法。黄酮的测定参照吴有锋等^[12] 的方法。类胡萝卜素含量的测定参照杨万政等^[13] 的方法。

2 结果与分析

2.1 原料预处理对提油效果的影响

超声波产生的振动、空化及搅拌等超声效应的协同作用,能提高物质分子运动频率和速度,能使植物组织在溶剂中产生空化泡崩溃,使组织细胞破裂,小分子物质等更容易渗入植物细胞中,从而加速反应^[14]。因此,超声波辅助提取可提高有效成分的提取率,缩短提取时间,提高提取效率^[15],目前已用于多种油脂的辅助提取^[16-18]。本文利用超声波和酶水解技术协同作用提取牛油果椰油,椰浆中加入 30% 牛油果浆(以椰浆质量计,下同)、0.25% 木瓜蛋白酶和 0.05% 半纤维素酶(以物料总质量计,下同),在酶解温度 60℃ 下按表 1 设置的参数制备牛油果椰油,并测定牛油果椰油的酸价,计算牛油果椰油得率,结果见图 1。

表 1 原料预处理方案

组别	酶解时间/h	超声时间/h	加热解冻时间/h
1	0	0.5	1
2	1	0	1
3	3	0.5	1
4	5	0.5	1
5	1	2.0	1
6	1	0.5	3

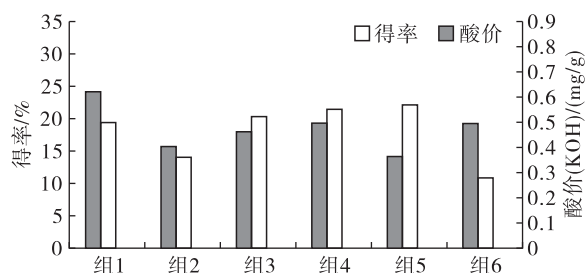


图 1 原料预处理对提油效果的影响

由图 1 可见:超声处理可提高酶解法的油脂得率,超声时间相同时,随着酶解时间的延长,牛油果椰油的得率升高;酶解时间相同时,随着超声时间的

延长,牛油果椰油的得率升高,酸价降低。综合比较,组 5 的牛油果椰油得率最高,酸价最低,故选择物料酶解 1 h,再经超声 2 h,冷冻后 60℃ 加热 1 h 解冻后再高速离心分离油脂。

2.2 不同酶处理对提油效果的影响

在椰浆中加入 30% 的牛油果浆,分别加入 0.1% 果胶酶、0.5% 半纤维素酶、0.5% 木瓜蛋白酶、0.25% 木瓜蛋白酶和 0.05% 果胶酶(称为二酶复合)及 0.17% 木瓜蛋白酶、0.03% 果胶酶和 0.17% 半纤维素酶(称为三酶复合),置于 60℃ 水浴中酶解 1 h,超声 2 h 后,在 -20℃ 冷冻,再在 60℃ 水浴中加热 1 h 解冻,重复冷冻、解冻过程 1 次后,取上层油层和油乳混合物在 14 000 r/min 下离心 15 min,分离得到牛油果椰油,牛油果椰油的得率及酸价如图 2 所示,氧化稳定性如图 3 所示。

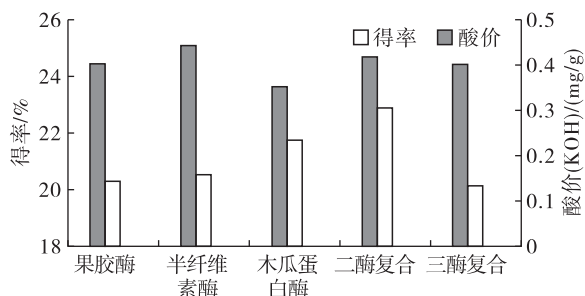


图 2 不同酶处理对提油效果的影响

由图 2 可见:在提油过程中,不同酶处理后的牛油果椰油得率不同,木瓜蛋白酶和果胶酶组成的二酶复合酶解得到的牛油果椰油得率最高,为 22.9%,酸价(KOH)为 0.42 mg/g;三酶复合酶解得到的牛油果椰油得率最低,为 20.5%,酸价(KOH)为 0.40 mg/g;牛油果椰油得率从高到低依次为二酶复合、木瓜蛋白酶、半纤维素酶、果胶酶和三酶复合。三酶复合酶解牛油果椰油得率最低,可能是因为不同酶之间互相影响,物料乳化体系发生了变化,或呈胶体状态,不利于油的析出。这几种酶所制备的牛油果椰油的酸价差别不大。

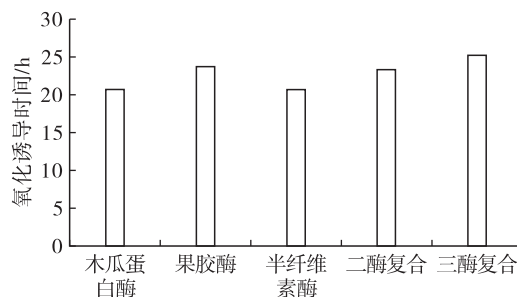


图 3 不同酶处理的牛油果椰油的氧化稳定性

由图 3 可见,三酶复合酶解得到的牛油果椰油的氧化诱导时间最长,其次是果胶酶、二酶复合、半

纤维素酶,木瓜蛋白酶的最低。影响油脂氧化稳定性的因素有很多,如物料的新鲜程度、油脂的脂肪酸组成、油脂中的抗氧化物质或者促氧化物质的含量以及油脂的水分含量和杂质等。不同酶酶解的牛油果椰油的氧化诱导时间有差异,可能也跟牛油果椰油中含有的植物多酚、甾醇、类胡萝卜素等天然抗氧化剂有关,这些天然抗氧化剂在氧化过程中可防止过氧化物降解,延缓二级氧化产物(醇类和羧基化合物)的生成,从而延长氧化诱导时间。结合牛油果椰油的得率和酸价(图2),以添加木瓜蛋白酶和果胶酶二酶复合协同作用提油为宜。

2.3 不同酶解温度对提油效果的影响

在椰浆中加入30%的牛油果浆、0.25%木瓜蛋白酶和0.05%果胶酶,分别置于30、40、50、60℃和70℃水浴酶解1h,超声2h,后将其在-20℃冷冻,再在60℃水浴中加热1h解冻,重复冷冻、解冻1次后,取上层油层和油乳混合层在14 000 r/min下离心15 min,得牛油果椰油。酶解温度对牛油果椰油得率及酸价的影响如图4所示。

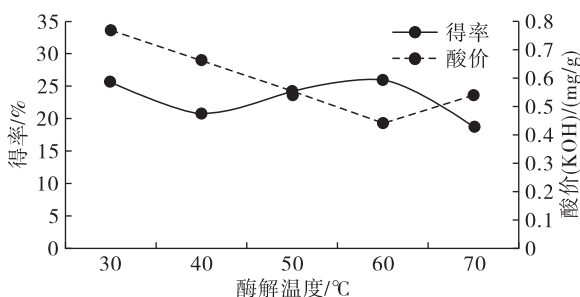


图4 不同酶解温度对提油效果的影响

由图4可见:在30~70℃范围内,随着酶解温度的升高,牛油果椰油的得率先减小后增大再减小,在酶解温度为60℃时得率最高;酸价随着酶解温度升高先减小后增大,60℃时酸价最小。所以,选择酶解温度为60℃。

2.4 牛油果浆添加量对提油效果的影响

在椰浆中分别加入20%、30%、40%、45%、50%、60%的牛油果浆,再加入0.25%木瓜蛋白酶和0.05%果胶酶,在水浴60℃下酶解1h,超声2h,后将其在-20℃冷冻,在60℃下解冻1h,重复冷冻、解冻1次,取上层油层和油乳混合层在14 000 r/min下离心15 min,得牛油果椰油。考察不同牛油果浆添加量对牛油果椰油得率及酸价的影响,结果见图5。

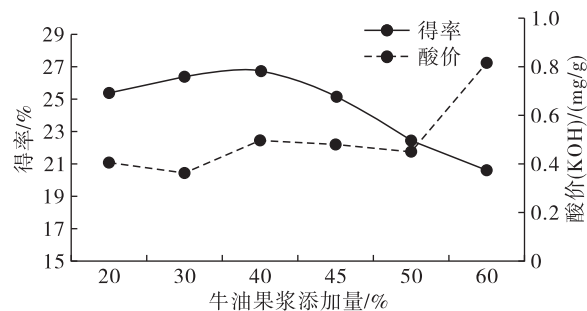


图5 不同牛油果浆添加量对提油效果的影响

由图5可见:随着牛油果浆添加量的增加,牛油果椰油得率先增大后减小,可能是由于原料添加量越高,物料凝胶化程度越大,所以得率有所下降;随着牛油果浆添加量的增大,酸价前期变化不大,后期有增大的趋势。综合考虑,选择30%的牛油果浆添加量制备牛油果椰油,在该条件下牛油果椰油得率为26.4%,酸价(KOH)为0.36 mg/g。

综上,牛油果椰油的最佳提取工艺条件为:椰浆中加入30%的牛油果浆、0.25%木瓜蛋白酶和0.05%果胶酶,60℃下水浴加热1h,超声2h,于-20℃下完全冷冻,再在60℃下解冻1h,重复冷冻、解冻过程1次,取上层油层和油乳混合层在14 000 r/min离心分离15 min。

2.5 牛油果椰油的理化性质和活性物质含量

采用上述最佳条件制备的牛油果椰油的理化性质测定结果见表2。

表2 牛油果椰油的理化性质

酸价(KOH)/ (mg/g)	过氧化值/ (g/100 g)	碘值(I)/ (g/100 g)	皂化值(KOH)/ (mg/g)	色度		
				L	a	b
0.36 ± 0.12	0.065 ± 0.019	7.42 ± 0.12	291.0 ± 15.6	44.27 ± 0.41	0.09 ± 0.15	2.68 ± 0.86

由表2可见:牛油果椰油酸价(KOH)为0.36 mg/g,低于菲律宾初榨椰子油国家标准(PNS/BAFPS 22:2004 ICS 67.200.10)0.56 mg/g的限值,更远低于我国GB 2716—2018中3.0 mg/g的限值;过氧化值略高于亚太椰子共同体(APCC)关于初榨椰子油的限量指标(0.038 g/100 g),但显著低于我国GB 2716—2018的限量指标(0.25 g/100 g),说明本研究所得牛油果椰油品质较佳。牛油果椰油呈淡绿

色,兼具椰子及牛油果特有的芳香。此外,牛油果椰油中油脂伴随物含量显著增加,总酚酸含量为(0.24 ± 0.15) mg/g,类胡萝卜素含量为(0.61 ± 0.03) mg/kg,黄酮含量为(0.013 ± 0.002) mg/mL,而椰子油中类胡萝卜素和黄酮无检出,结果表明该工艺制备的牛油果椰油强化了椰子油营养价值。

2.6 椰子油、牛油果油和牛油果椰油的脂肪酸组成
采用优化的工艺分别提取椰子油和牛油果油,

测定椰子油、牛油果油和牛油果椰油的主要脂肪酸组成,结果如表3所示。

表3 椰子油、牛油果油和牛油果椰油的主要

脂肪酸	脂肪酸组成及含量			%
	椰子油	牛油果油	牛油果椰油	
C6:0	0.38	-	0.17	
C8:0	7.84	0.77	5.83	
C10:0	6.51	0.94	6.86	
C12:0	48.83	7.35	49.29	
C14:0	18.65	2.37	17.12	
C16:1	-	3.94	0.38	
C16:0	8.84	12.81	7.76	
C17:1	-	0.05	-	
C18:0	3.01	4.54	2.37	
C18:1	5.03	3.56	8.60	
C18:2	0.64	37.29	1.57	
C18:3	-	15.44	-	
C20:4	-	0.68	-	
C22:2	-	8.38	-	
C22:1	-	0.50	-	
C23:0	-	1.39	-	
饱和脂肪酸	94.06	30.17	89.40	
不饱和脂肪酸	5.67	69.84	10.55	

由表3可见,牛油果油的脂肪酸组成测定结果与王佳雅等^[19]的结果相近。牛油果椰油的不饱和脂肪酸含量(10.55%)比椰子油的不饱和脂肪酸含量(5.67%)高,饱和脂肪酸含量降低。由此可知,加入牛油果浆后,经木瓜蛋白酶和果胶酶酶解,辅以超声、水浴加热及冷冻处理,可有效降低椰子油中的饱和脂肪酸含量,提高椰子油中的不饱和脂肪酸含量,改善椰子油的脂肪酸组成。

3 结论

牛油果椰油最佳制备工艺条件为:新鲜椰浆中加入30%牛油果浆,加入总物料质量0.25%的木瓜蛋白酶和0.05%果胶酶,60℃水浴加热1h,超声2h,-20℃冷冻后60℃水浴1h后,重复冷冻、解冻1次,然后在14000 r/min离心15 min。在最佳条件下,牛油果椰油的得率为26.4%,不饱和脂肪酸含量为10.55%,酸价(KOH)为0.36 mg/g,油脂伴随物含量大幅度增加,其中总酚酸含量为(0.24 ± 0.15) mg/g,类胡萝卜素含量为(0.61 ± 0.03) mg/kg,黄酮含量为(0.013 ± 0.002) mg/mL。牛油果椰油丰富了椰子油的脂肪酸组成,改善了椰子油的营养功能,可作为功能性产品的配料。

参考文献:

[1] 黄亮,鹿桂乾,陈玉娥,等. 鳄梨油脂肪酸组成分析[J].

中国洗涤用品工业,2015(8):43-46.

- [2] 朱晶晶,周奇志,周炎辉,等. 亚麻籽油中亚麻酸的提取与纯化[J]. 激光生物学报,2019,28(1):90-94.
- [3] 陈恺嘉,陈金明. 利用番木瓜汁提取鳄梨油的工艺优化研究[J]. 中国油脂,2018,43(8):15-18.
- [4] 王丽媛,杨志伟. 响应面优化水酶法提取鳄梨油工艺[J]. 食品科技,2018,43(4):235-241.
- [5] XLA Q, WANG B, AKANBI T O, et al. Microencapsulation of lipase produced *omega*-3 concentrates resulted in complex coacervates with unexpectedly high oxidative stability[J]. J Funct Foods,2017,35:499-506.
- [6] 苏帝翰,陈志涛,黄雪锋. 几种高氧化稳定性植物油中微量成分分析及其抗紫外抗氧化性能研究[J]. 香料香精化妆品,2019(4):47-51,55.
- [7] 黄春辉,葛翠莲,高洁,等. 不同类型猕猴桃果实发育过程中内果皮色泽的动态变化[J]. 江西农业大学学报,2014(3):501-506.
- [8] 宗钊辉,刘高,韦建玉,等. 基于色差值和色度值的醇化片烟褐变判定模型研究[J]. 南方农业学报,2018,49(10):2040-2046.
- [9] NEVIN K G, RAJAMOCHAN T. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation[J]. Clin Biochem, 2004, 37(9):830-835.
- [10] NEVIN K G, RAJAMOCHAN T. Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats[J]. Food Chem, 2006, 99(2):260-266.
- [11] KUMAR A, CHATTOPADHYAY S. DNA damage protecting activity and antioxidant potential of pudina extract[J]. Food Chem, 2007, 100(4):1377-1384.
- [12] 吴有锋,马世震,谭亮,等. 柴达木枸杞化学成分测定[J]. 中成药,2017,39(5):984-989.
- [13] 杨万政,曹秀君,李金淑,等. 紫外分光光度法测定沙棘油中总类胡萝卜素方法改进[J]. 中央民族大学学报(自然科学版),2009,18(3):5-8.
- [14] 李劲,张国权,欧阳韶晖,等. 核桃油提取工艺研究进展[J]. 粮油加工,2007(8):75-77.
- [15] 康明丽,李冬杰,韩敏义,等. 超声波辅助法提取桃仁油的工艺研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(9):4807-4809.
- [16] 黄诚,尹红. 超声波辅助复合溶剂提取柑橘皮油工艺条件优化[J]. 现代农业科技,2018(12):262-264.
- [17] 顾雁蕾. 越南安息香种子成分分析及超声波提油研究[D]. 杭州:浙江大学,2011.
- [18] 王翔宇,罗珍岑,李键,等. 超声波辅助溶剂浸出法提取巴塘核桃油工艺优化及脂肪酸组分分析[J]. 食品工业科技,2018,39(11):173-176.
- [19] 王佳雅,尚艳娥,张丹,等. 不同产地及成熟度牛油果及其油脂品质比较[J]. 中国油脂,2018,43(2):94-97,103.