

# 贵州乌仁核桃果实特性及主要营养成分分析

文 毅<sup>1</sup>, 耿阳阳<sup>1,2</sup>, 王 港<sup>1</sup>, 杨小红<sup>1,2</sup>, 胡译文<sup>1,2</sup>, 何佳丽<sup>1,2</sup>

(1. 贵州省林业科学研究院, 贵州 贵阳 550005; 2. 贵州省核桃研究所, 贵州 贵阳 550005)

**摘要:** 乌仁核桃为我国西南地区特有品种, 为筛选出优质乌仁核桃品种, 对贵州 11 种乌仁核桃果实性状及主要营养成分进行测定, 并分析其主要脂肪酸组成。结果表明: WR03 号符合一级核桃要求; 脂肪酸气质分析检测出 22 种脂肪酸, 包括乙酸、丙酸、丁酸、辛酸、壬酸、癸酸、月桂酸、肉豆蔻酸、十五烷酸、十六碳二烯酸、十六碳烯酸、棕榈油酸、棕榈酸(软脂酸)、十七烷酸、十八碳二烯酸、亚油酸、油酸、硬脂酸、十九烷酸、二十碳烯酸、二十碳烷酸、山萘酸, 其中油酸、亚油酸、棕榈酸和硬脂酸是乌仁核桃油中的主要成分。通过分析发现本次所采乌仁核桃品质一般, 未发现较优质乌仁单株。

**关键词:** 乌仁核桃; 果实特性; 脂肪酸; 气质联用

中图分类号: S 664.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2017)02-0034-05

## Analysis of the characteristics and primary nutrients in purple - kernel walnut from Guizhou

WEN Tao<sup>1</sup>, GENG Yang - yang<sup>1,2</sup>, WANG Gang<sup>1</sup>,

YANG Xiao - hong<sup>1,2</sup>, HU Yi - wen<sup>1,2</sup>, HE Jia - li<sup>1,2</sup>

(1. Guizhou Academy of Forestry, Guiyang Guizhou 550005;

2. Guizhou Walnut Institute, Guiyang Guizhou 550005)

**Abstract:** Purple - kernel walnut is one of the endemic breeds in southwest China. In order to select high - quality varieties, the fruit characteristics, main nutritional component and fatty acids composition of 11 kinds of purple - kernel walnuts were determined. The results showed that: WR03 met the requirements of first - grade walnut; 22 kinds of fatty acids, including acetic acid, propionic acid, butyric acid, octanoic acid, pelargonate, capric acid, laurel acid, myristic acid, pentadecanoate, 7,10 - hexadecadienoate, (Z) - 7 - hexadecenoic acid, palmitoleate, palmitate, heptadecanoate, 8,11 - octadecadienoate, linoleate, oleate, stearate, nonadecanoate, 11 - eicosenoate, eicosanoate, behenate, were detected. Oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, stearic acid were the main ingredients in purple - kernel walnut. The qualities of the purple - kernel walnuts selected this time were ordinary without high quality single plant.

**Key words:** purple - kernel walnut; fruit characteristics; fatty acid; gas chromatography/mass spectrometry

乌仁核桃因内种皮紫乌色而得名, 贵州当地称“乌米核桃”、“紫瓢核桃”、“小乌核桃”<sup>[1]</sup>, 云南地

区称“乌米子”或“紫米”核桃<sup>[2]</sup>。乌仁核桃在云南、贵州、新疆、陕西均有所报道, 而以特色产品推出市场的仅有云南和新疆。目前贵州乌仁核桃主要分布于毕节、大方、赫章、威宁、安顺、兴义、镇宁等县<sup>[3]</sup>。针对乌仁核桃的营养品质分析, 特别是关于紫乌色的内种皮是否具有特定的食疗价值或药用价值, 尚未发现相关报道。本文通过对贵州乌仁核桃优良种

收稿日期: 2016-08-30

基金项目: 贵州省科技厅重点农业攻关项目(黔科合 NY[2014]3030 号); 贵州省核桃研发团队服务企业行动计划(黔科合服企[2015]4010 号); 贵州省人才团队建设项目(黔科合人才团队[2013]4009 号)

作者简介: 文毅, 1982 年出生, 女, 工程师。

通讯作者: 耿阳阳, 1987 年出生, 男, 助理研究员。

质资源的调查和果实品质的分析,拟筛选出优良单株,为后续贵州乌仁核桃的推广应用提供技术支撑。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 样品采集与amp;处理

采样地点:贵州省毕节、赫章、兴仁、盘县等地。样品处理:野外选取 11 种乌仁核桃树,在每株核桃树上各部位随机采集核桃果实 50 个,将所采集核桃果实样品自然风干,包装贮藏,编号备用。

### 1.2 实验试剂

五水合硫酸铜:分析纯,广东省化学试剂工程技术研究开发中心;硫酸钾、硼酸:分析纯,成都金山化学试剂有限公司;石油醚、无水乙醇:分析纯,天津市富宇精细化工有限公司;碳酸氢钠、氢氧化钠:分析纯,天津永大化学试剂有限公司;浓硫酸、正己烷:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

### 1.3 仪器与amp;设备

电子天平:上海民桥 AN6388;鼓风干燥箱:双五金 101-3;气质联用仪:HP6890/5975C GC/MS,美国安捷伦公司;移液枪:大龙医疗设备有限公司;凯式定氮消化炉:上海嘉定粮油 KDN-08(SX);旋转蒸发仪:上海亚荣金叶 RE-52-AA。

### 1.4 实验方法

#### 1.4.1 核桃主要果实特性测定

纵径:核桃坚果顶部与底部之间的距离,单位 mm。随机选取 30 核桃坚果,用游标卡尺测量。

横径:核桃坚果中部缝合线之间的距离,单位 mm。随机选取 30 核桃坚果,用游标卡尺测量。

侧径:核桃坚果中部胴部之间的距离,单位 mm。随机选取 30 核桃坚果,用游标卡尺测量。

核壳厚度:随机选取 30 个坚果,用螺旋测微尺或游标卡尺测量核壳胴部的厚度,求其平均值,精确到 0.1 mm。根据核壳厚度,分为露仁、纸皮、薄壳、中壳、厚壳。露仁:核壳缺失或不完整,剥开青皮后可直接看见核仁;纸皮:壳厚 0.1~1.0 mm,不露仁;薄壳:壳厚 1.0~1.6 mm;中壳:壳厚 1.6~2.0 mm;厚壳:壳厚 >2.0 mm。

各样品随机选取 30 个坚果,称其总果质量和总仁质量,计算出仁率:

出仁率 = 总仁质量 / 总坚果质量 × 100%,质量单位均为 g。

#### 1.4.2 核桃主要营养成分分析

水分含量:采用 GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》方法测定。

蛋白质:采用 GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》方法中的第一法“凯氏定氮法”测定(含量以干基计)。

粗脂肪:采用 GB/T 14772—2008《食品中粗脂肪的测定》方法测定(含量以干基计)。

#### 1.4.3 核桃油脂脂肪酸组成成分分析

核桃油脂脂肪酸采用气质联用仪(GC-MS)测定。

核桃油的制备:称取核桃仁 5 g 左右,倒入钵研磨,研磨后转入锥形瓶中,倒入石油醚 100 mL,超声波提取 10 min,取上清液于烧杯中,放于通风厨中,待石油醚自然挥发,转入离心管,4 000 r/min 离心 15 min,离心管上端清亮色的液体即为核桃油。

油的甲酯化:称取约 80 mg 油,加入 1% 硫酸甲醇,在 70 °C 水浴中加热 0.5 h 取出,用 2 mL 正己烷溶液萃取后,再用纯水洗涤正己烷,浓缩正己烷进样。微量注射器注入 1 μL 过滤的样品溶液。

色谱柱为 AB-INOWAX(30 m × 0.25 μm × 0.25 mm)毛细管柱,初始温度 50 °C(保持 2 min),以 8 °C/min 升温至 194 °C,以 10 °C/min 升温至 304 °C,运行时间 45 min,汽化室温度 250 °C,载气为高纯 He(99.999%),柱前压 7.65 psi,载气流量 1.0 mL/min,不分流,溶剂延迟时间 6.0 min。

离子源为 EI 源,离子源温度 230 °C,四极杆温度 150 °C,电子能量 70 eV,发射电流 34.6 μA,倍增器电压 1 247 V,接口温度 280 °C,质量范围 29~500 amu。

通过 HPMSD 化学工作站,结合 Nist2005 标准质谱图库和 Wiley275 质谱图库来鉴定化合物,按峰面积归一化法计算各化学成分在挥发油中的相对含量。

### 1.5 数据分析

采用 Excel 2013 软件对实验数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 核桃果实特性测定结果

表 1 为 11 种乌仁核桃坚果基本物理特性分析

表,结合核桃坚果质量等级标准<sup>[4]</sup>可得:WR11 横径只有 26.63 mm,WR10 横径只有 28.45 mm,除此以外其余调查样本横径均大于 30 mm;在核壳厚度方面,WR01、WR08 和 WR11 属于纸皮核桃,其余样本核壳厚度均在 1.0~1.6 mm 范围内,属于薄壳核桃;WR01、WR03、WR04 和 WR06 的单果质量均超过 12 g,而 WR02、WR05、WR07、WR08、WR09 和 WR10 单果质量超过 8 g,唯独 WR11 单

果质量为 6.56 g。以上指标结合出仁率初步得出:WR01 属于特级核桃坚果,WR03 属于一级核桃坚果,WR02、WR04、WR05、WR07 和 WR09 属于二级核桃坚果,WR08 和 WR10 归为三级核桃坚果。WR06 和 WR11 分别因出仁率过低、单果质量过低而未能分级,但 WR11 出仁率高达 56.58%,为所有样本中出仁率最高者,因此不应简单将其归为劣质样本<sup>[5]</sup>。

表1 核桃果实特性

样品编号	纵径/mm	横径/mm	侧径/mm	壳厚/mm	单果质量/g	种仁质量/g	出仁率/%
WR01	41.04 ± 6.45	34.39 ± 3.94	32.10 ± 4.35	0.84 ± 13.84	13.45 ± 17.08	7.92 ± 21.91	55.57 ± 8.62
WR02	35.71 ± 3.87	31.54 ± 3.42	32.52 ± 3.14	1.19 ± 7.26	11.73 ± 6.73	6.45 ± 12.85	47.89 ± 3.50
WR03	35.56 ± 3.44	38.22 ± 3.35	34.94 ± 3.35	1.60 ± 11.17	14.17 ± 13.05	7.52 ± 23.07	50.23 ± 7.36
WR04	37.28 ± 3.89	36.49 ± 4.36	30.12 ± 4.11	1.50 ± 14.86	13.10 ± 21.54	6.35 ± 12.12	45.90 ± 10.89
WR05	35.17 ± 6.02	34.21 ± 4.76	31.28 ± 5.57	1.42 ± 27.82	10.80 ± 33.79	5.51 ± 22.84	47.46 ± 20.13
WR06	39.20 ± 7.75	40.85 ± 7.26	37.34 ± 6.65	1.34 ± 19.24	15.64 ± 28.06	6.03 ± 20.74	35.61 ± 19.36
WR07	35.09 ± 4.44	31.93 ± 4.05	30.05 ± 4.24	1.23 ± 12.23	10.70 ± 16.73	5.72 ± 14.53	50.44 ± 10.47
WR08	30.44 ± 4.28	31.56 ± 4.35	29.41 ± 3.13	1.00 ± 9.41	8.94 ± 10.43	5.15 ± 17.60	54.77 ± 6.58
WR09	33.47 ± 3.92	33.90 ± 3.89	30.58 ± 5.57	1.18 ± 10.23	11.33 ± 14.97	6.26 ± 20.65	52.19 ± 8.04
WR10	30.67 ± 3.90	28.45 ± 4.70	26.95 ± 3.85	1.52 ± 13.29	8.68 ± 22.57	4.10 ± 22.80	44.64 ± 20.49
WR11	38.69 ± 5.69	26.63 ± 4.16	26.82 ± 3.94	0.93 ± 13.89	6.56 ± 15.45	3.95 ± 27.83	56.58 ± 14.17

注:所有数值均为平均值 ± 相对标准偏差(RSD)。

通过对相对标准偏差的进一步分析,每一个样本果实间横径、纵径、侧径差异不大,表明每一样本在外观上较为均一,而在壳厚、单果质量、种仁质量、出仁率方面,每一样本果实间差异较大,表明样本果实间种仁饱满程度差异较大,其中 WR02 出仁率相对标准偏差最低,为 3.50%,饱满程度较为均一,果实性状比较稳定。

## 2.2 核桃果实主要营养成分分析

脂肪、蛋白质和水分是衡量核桃坚果等级的重要指标<sup>[6]</sup>,也是企业收购核桃原料的重要考量因素。由表2可知,本次所采集核桃样本含水量均控制在8%以下,且蛋白质含量较为丰富,全部达到特级标准(≥14%),其中 WR06 蛋白质含量高达 28.574%。整体上,乌仁核桃蛋白质含量相较贵州普通核桃稍高<sup>[7]</sup>。脂肪方面,除 WR01 和 WR06 未达到核桃坚果质量分级最低标准外,其余样本全部达到特级或一级要求。结合表1核桃果实基本特性

指标可得出以下结论:本次所调查的乌仁核桃在脂肪和蛋白质含量上面各有高低,科研人员可根据脂肪或蛋白质积累多的特性来进行乌仁核桃定向选育,企业也可根据自身加工需求定向收购。

表2 核桃果实主要营养成分 %

样品编号	水分	脂肪	蛋白质	Fa + Pr
WR01	5.51 ± 4.15	39.80 ± 2.70	18.53 ± 2.45	58.33
WR02	6.93 ± 2.03	68.95 ± 0.29	19.95 ± 1.36	88.90
WR03	5.26 ± 1.00	65.35 ± 0.67	16.91 ± 2.21	82.26
WR04	4.393 ± 3.51	73.16 ± 0.63	16.17 ± 3.35	89.33
WR05	5.49 ± 1.84	66.32 ± 0.86	23.18 ± 1.09	89.50
WR06	7.54 ± 4.34	59.83 ± 1.19	28.57 ± 0.85	88.41
WR07	5.06 ± 1.06	70.59 ± 0.36	17.07 ± 5.78	87.66
WR08	5.27 ± 1.81	67.54 ± 0.10	25.43 ± 1.67	92.97
WR09	5.20 ± 1.03	69.03 ± 0.34	23.22 ± 1.43	92.25
WR10	5.72 ± 2.29	65.45 ± 1.40	27.91 ± 3.14	93.36
WR11	6.39 ± 3.17	67.63 ± 0.79	17.84 ± 2.41	85.47

注:F a + P r 代表脂肪与蛋白质总和。

### 2.3 乌仁核桃脂肪酸组成成分分析

随机混合油样的脂肪酸甲酯总离子流图见图1,经过与标准油样谱图对照、计算机检索、质谱解析,共分离鉴定出22种脂肪酸<sup>[8]</sup>,见表3:亚油酸、油酸、棕榈酸和硬脂酸含量较为丰富;短链脂肪酸(SCFA或VFA)3种,分别为乙酸、丙酸、丁酸;中链脂肪酸(MCFA)4种,分别为辛酸、壬酸、癸酸、月桂酸;长链脂肪酸(LCFA)15种,分别为肉豆蔻酸、十五烷酸、十六碳二烯酸、十六碳烯酸、棕榈油酸、棕榈酸(软脂酸)、十七烷酸、十八碳二烯酸、亚油酸、油酸、硬脂酸、十九烷酸、二十碳烯酸、二十碳烷酸、山嵛酸。

针对乌仁核桃样品中的脂肪酸组成及相对含量,进一步分析核桃油脂脂肪酸比例,结果如表4所示,采用气质联用仪分析出核桃油99%以上的脂肪酸,且乌仁核桃油中的不饱和脂肪酸(USFA)占比极高,不饱和度高达90%。饱和脂肪酸(SFA)占乌仁核桃油的比例仅为10%左右,此外多不饱和脂肪

酸高达60%左右,说明乌仁核桃油极易氧化哈败<sup>[9]</sup>。11种核桃油样品中,必需脂肪酸亚油酸含量最高的是WR11,含量为70.83%,不饱和脂肪酸含量最高的是WR05,含量为92.44%,饱和脂肪酸含量最高的是WR11,含量为12.35%。所有油样中饱和脂肪酸:单不饱和脂肪酸:多不饱和脂肪酸(SFA:MUFA:PUFA)比例基本接近1:3:6,与贵州一般核桃品种比例一致<sup>[10-11]</sup>。

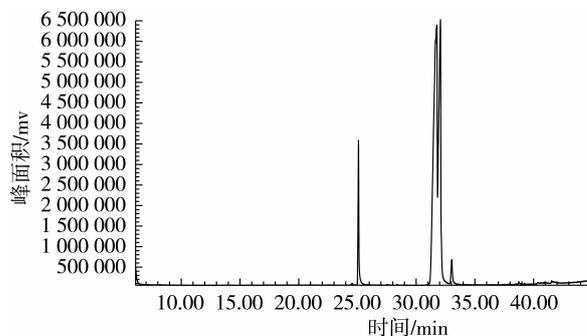


图1 乌仁核桃脂肪酸甲酯总离子流图

表3 乌仁核桃脂肪酸组成及相对含量

序号	保留时间/min	脂肪酸名称	WR01	WR02	WR03	WR04	WR05	WR06	WR07	WR08	WR09	WR10	WR11	Mix
1	8.15	乙酸	0.078	0.028	0.074	0.050	—	—	0.058	—	0.007	0.105	0.104	0.045
2	9.23	丙酸	0.008	—	0.001	0.001	—	—	—	—	0.001	0.011	0.009	0.003
3	10.58	丁酸	0.003	0.002	0.004	0.004	—	—	0.005	—	0.002	0.005	0.006	0.006
4	12.08	辛酸	0.007	—	0.004	0.003	—	—	0.004	—	—	0.005	—	0.006
5	13.88	壬酸	0.018	0.004	0.010	0.012	—	—	0.016	—	0.003	0.022	0.021	0.013
6	15.57	癸酸	0.009	0.001	0.003	0.007	—	0.002	0.007	—	0.001	0.013	—	0.007
7	15.93	月桂酸	0.007	0.003	—	—	0.009	—	—	—	—	—	—	—
8	20.90	肉豆蔻酸	0.019	0.025	0.042	0.031	0.027	0.020	0.035	0.022	0.027	0.026	0.040	0.041
9	22.69	十五烷酸	0.016	0.013	0.017	0.031	0.008	0.017	0.016	0.015	0.019	0.018	0.022	0.024
10	24.27	十六碳二烯酸	0.002	0.004	0.004	0.011	—	0.005	0.005	0.004	0.012	0.005	0.011	0.006
11	24.42	十六碳烯酸	0.025	0.026	0.037	0.064	0.013	0.036	0.034	0.025	0.053	0.038	0.049	0.049
12	24.51	棕榈油酸	0.161	0.131	0.137	0.150	0.106	0.118	0.098	0.119	0.130	0.110	0.125	0.166
13	25.11	棕榈酸(软脂酸)	8.017	8.192	8.315	9.033	5.912	7.198	6.838	7.757	6.976	7.730	8.307	9.128
14	28.34	十七烷酸	0.036	0.041	0.063	0.040	0.034	0.048	0.033	0.045	0.055	0.048	0.055	0.055
15	30.69	十八碳二烯酸	0.012	0.028	0.758	0.071	—	0.722	0.020	0.043	0.918	0.194	0.083	0.064
16	32.62	亚油酸	56.154	63.002	65.743	68.931	61.555	58.418	57.849	63.146	68.124	61.973	70.832	68.614
17	32.85	油酸	33.182	25.793	22.632	18.653	30.783	30.622	31.990	26.695	20.199	26.986	16.572	18.88
18	33.52	硬脂酸	1.985	2.489	1.922	2.630	1.390	2.507	2.719	1.900	3.144	2.293	3.447	2.448

续表 3

序号	保留时间 /min	脂肪酸名称	WR01	WR02	WR03	WR04	WR05	WR06	WR07	WR08	WR09	WR10	WR11	Mix
19	37.10	十九烷酸	0.037	0.003	0.003	0.005	—	0.003	0.003	—	0.006	0.003	0.006	0.004
20	38.70	二十碳烯酸	0.117	0.115	0.104	0.102	0.049	0.136	0.112	0.118	0.175	0.119	0.108	0.143
21	39.20	二十碳烷酸	0.042	0.039	0.044	0.045	0.017	0.058	0.056	0.041	0.067	0.043	0.065	0.056
22	41.96	山萘酸	0.011	0.012	0.012	0.013	0.056	0.015	0.010	0.016	0.013	0.020	0.019	0.020

注：“—”表示含量较低或未检测出；Mix 指 11 种乌仁核桃油样等体积混合。

表 4 样品的脂肪酸组成比例 %

样品编号	饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸	单不饱和脂肪酸	多不饱和脂肪酸	SFA: MUFA: PUFA
WR01	10.449	89.497	33.343	56.154	1:3.19:5.37
WR02	11.025	88.926	25.924	63.002	1:2.35:5.71
WR03	11.417	88.512	22.769	65.743	1:1.99:5.76
WR04	12.153	87.734	18.803	68.931	1:1.55:5.67
WR05	7.515	92.444	30.889	61.555	1:4.11:8.19
WR06	10.767	89.158	30.740	58.418	1:2.86:5.43
WR07	9.971	89.937	32.088	57.849	1:3.22:5.80
WR08	9.986	89.960	26.814	63.146	1:2.69:6.32
WR09	11.479	88.453	20.329	68.124	1:1.77:5.93
WR10	10.698	89.069	27.096	61.973	1:2.53:5.79
WR11	12.352	87.529	16.697	70.832	1:1.35:5.73
Mix	12.118	87.660	19.046	68.614	1:1.57:5.66

### 3 结论

通过对乌仁核桃的测定,实验组参照《泡核桃遗传资源调查编目技术规程》发现乌仁核桃的果实特性,包括坚果形状、核壳表面特征、果顶形状、果尖形状、果底形状、缝合线特征、紧密度、内褶壁、隔膜、核仁饱满度等,均有较大差别,代表着其乌仁特征的内种皮颜色也千差万别。

11 种乌仁核桃样品各项指标差异较大,WR11 的出仁率最高,达 56.58%,WR06 和 WR04 的蛋白质、脂肪含量最高分别为 28.574%、73.159%,两者合计含量最高的是 WR08,含量为 92.965%。针对脂肪酸的进一步分析发现,乌仁核桃脂肪酸不饱和度接近 90%,且脂肪酸种类丰富,主要脂肪酸组成为油酸、亚油酸、硬脂酸和棕榈酸,与西南地区普通核桃稍有差别<sup>[12]</sup>。果实基本特性及主要营养成分在乌仁核桃株间存在一定差异性,间接证明乌仁核

桃仅因内种皮紫乌而得名,并不能将其简单归为一个品种。通过对 11 种乌仁核桃品质的综合分析,WR08 的出仁率、脂肪和蛋白质含量均处于上游水平,对核桃加工企业有较高的加工利用价值。通过此次资源调查及实验分析,课题组认为需要进一步针对乌仁核桃内种皮颜色以及果实特性进行细致分类,这也是今后乌仁核桃选育的重点考察因素。

#### 参考文献:

[1]童安毕,严绪成,斑小重. 乌仁核桃种质资源考察及选种初报[J]. 种子,2002(3):67-68.

[2]叶正达. 云南主要核桃品种[J]. 经济林研究,1986,4(2):60-62.

[3]黄威廉,屠玉麟. 贵州核桃的主要品种及其分类[J]. 贵州师范大学学报,1977(3):73-77.

[4]GB/T 20398—2006,核桃坚果质量等级[S].

[5]赵悦平,赵书岗,王红霞,等. 核桃坚果壳结构与核仁商品品质的关系[J]. 林业科学,2007,43(12):81-85.

[6]张志华,高仪,王文江. 核桃果实成熟期间主要营养成分的变化[J]. 园艺学报,2001,28(6):509-511.

[7]潘学军,张文娥,张政,等. 黔西北高原核桃品质分析及安全性评价[J]. 西南农业学报,2011,24(2):823-825.

[8]赵登超,王钧毅,韩传明,等. 不同品种核桃仁脂肪含量及脂肪酸组成与成分分析[J]. 华北农学报,2009,24:295-298.

[9]曹君,李红艳,邓泽元. 植物油氧化稳定性的研究进展[J]. 食品工业科技,2013(7):378-386.

[10]闫师杰,吴彩娥,寇晓虹,等. 提取方法对核桃油脂肪酸组分量及质量指标的影响[J]. 食品工业科技,2002,23(4):33-34.

[11]潘学军,张文娥,刘伟,等. 贵州核桃种仁脂肪酸和氨基酸含量分析[J]. 西南农业学报,2012,23(2):497-501.

[12]李彦玲,邵志凌,薛冰. 云南核桃油的特征指标及脂肪酸组成成分研究[J]. 粮油食品科技,2012,20(6):30-32.