

路志芳,田 丽,郝贵增,等. 5 种野生仁用核果种仁油脂含量和成分分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):317-320.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.093

# 5 种野生仁用核果种仁油脂含量和成分分析

路志芳,田 丽,郝贵增,袁 超,张树林,郭训练

(安阳工学院生物与食品工程学院,河南安阳 455000)

**摘要:**以李亚科的矮扁桃(*Amygdalus nana*)、长梗扁桃(*Amygdalus pedunculata*)、蒙古扁桃(*Amygdalus mongolica*)、光核桃(*Amygdalus mira*)、山杏(*Armeniaca sibirica*)等 5 种野生资源种仁中油脂含量和成分为研究对象,按照国标 GB/T 5512—2008 索氏抽提法对种仁油粗脂肪含量进行测定。结果显示,矮扁桃、长柄扁桃、蒙古扁桃、光核桃、山杏的种仁含油量分别为 49.54%、49.10%、52.50%、46.38%、49.82%。采用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取技术萃取种仁油,用三氟化硼法对植物油进行甲酯化处理,采用气质联用色谱仪(GC-MS)对种仁油的脂肪酸组成进行分析。经对比分析,长柄扁桃种仁油饱和脂肪酸含量最低,为 3.6%;不饱和脂肪酸含量最高,为 95.82%。

**关键词:**木本油料;矮扁桃;长柄扁桃;蒙古扁桃;光核桃;山杏;脂肪酸

**中图分类号:**S662.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)07-0317-03

油脂既是人们食物的重要组成部分,又是食品、医药、化妆和保健等行业的重要原料。世界植物油脂产量占世界油脂总产量 70% 左右,其中食用油占 80% 左右,非食用油约占 20%<sup>[1]</sup>。仁用核果类作为木本油料中的一部分,具有含油量高、油的品质好、种植范围广、种植面积大等特点,已经成为高品质油的重要来源。大力发展木本粮油产业,可以改善人们的膳食结构,提高人们的健康水平。本研究主要针对木本油料中的矮扁桃、长柄扁桃、蒙古扁桃、光核桃和山杏 5 种野生仁用核果类植物油进行研究,通过索氏抽提法对种仁油进行粗脂肪测定,以确定各品种含油量;采用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取技术萃取种仁油,用三氟化硼法对植物油进行甲酯化处理,并采用 GC-MS 技术对种仁油的脂肪酸组成进行了分析,比较各品种

脂肪酸含量,为进一步开发利用提供理论参考和依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验原料及试剂

本试验所使用的 5 种野生仁用核果种仁采集地点及地理位置见表 1;石油醚(沸程 30~60℃),天津市致远化学试剂有限公司;食品级(>99.99%)液体 CO<sub>2</sub>,郑州市超凡化工产品有限公司;分析纯氢氧化钠,国药集团化学试剂有限公司;一级色谱纯甲醇,河北四友卓越科技有限公司;分析纯正己烷,天津致远化学试剂有限公司;分析纯氯化钠,国药集团化学试剂有限公司;分析纯无水硫酸钠,天津致远化学试剂有限公司。

表 1 试验材料所在地和产地特征

种名	产地	经度(E)	纬度(N)	年均气温(℃)	年降水量(mm)
矮扁桃	新疆维吾尔自治区塔城地区	82°16'~87°21'	43°25'~47°15'	5.0~7.0	290.0
长柄扁桃	陕西省神木县	109°40'~110°54'	38°13'~39°27'	8.5	250.0~440.8
蒙古扁桃	内蒙古自治区包头市	109°50'~111°25'	41°20'~42°10'	8.5	262.9
光核桃	西藏自治区林芝市	92°09'~98°47'	26°52'~30°40'	8.7	650.0
山杏	内蒙古自治区赤峰市	116°21'~120°58'	41°17'~45°24'	0~7.0	300.0~500.0

### 1.2 试验设备

BPG-9070A 型精密鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);XL-08B 型 400 g 密封型摇摆式粉碎机(广州旭朗机械设备有限公司);0.1 cm 网筛(市售);圆形化学分析滤纸(抚顺市民政滤纸厂);500 mL/24 型索氏提取器(四川蜀牛玻璃仪器有限公司);HH-8 型数显恒温水浴锅(郑州元强仪器设备有限公司);RE-52AA 型旋转蒸发仪(上海亚荣生化

仪器厂);AL204 型电子天平(梅特勒-托利多上海仪器有限公司);SFE5000 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取装置(美国沃特斯公司);DC-0515 低温恒温槽(上海衡平仪器仪表厂);SY-X 循环浴(郑州长城科工贸有限公司);HP-88 型 GC-MS 联用仪(美国安捷伦科技有限公司);220 V、2 kW 电炉(北京凯亚仪器有限公司)。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 种仁粗脂肪的测定** 含油量测定参照 GB/T 5512—2008 粮食中粗脂肪含量测定的方法<sup>[2]</sup>。将采集的种子置于阴凉环境下自然风干,之后破壳,在 105℃ 条件下烘干,粉碎后过 0.1 cm 网筛备用。将处理过的样品包在滤纸筒中,放入索氏提取器,用石油醚为溶剂,料液比为 1 g:9 mL,65℃ 水浴提取 12 h 左右,直至取 1 滴在滤纸上无油滴为止,然后放

收稿日期:2016-01-12

基金项目:河南省教育厅重点项目资助计划(编号:15A210016);国家自然科学基金(编号:31201315)。

作者简介:路志芳(1976—),女,河南林州人,实验师,主要从事野生植物资源开发与利用的研究。E-mail:erzhigao@sina.com。

在旋转蒸发仪上蒸去石油醚,残余的油状液体放在 105 ℃ 的烘箱中烘干 2 h,取出放在干燥器中,至恒质量。设置空白对照试验,每个试样平行测定 3 次。结果计算:

$$w = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100\%。$$
 (1)

式中: $w$  代表含油量(%); $m$  代表试样质量(g); $m_1$  代表空烧瓶质量(g); $m_2$  代表烧瓶与油样总质量(g)。

1.3.2 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取 本试验的操作参照 JB/T 20136—2011 标准<sup>[3]</sup> 进行。称取粉碎过筛后的样品粉 150 g,置于 500 mL 的萃取釜中,按照设定条件进行萃取。设定条件为 CO<sub>2</sub> 流量 24 L/h、粉碎粒度 60 目、萃取压 35 MPa、萃取温度 50 ℃、萃取时间 2 h<sup>[4]</sup>。

1.3.3 油脂的甲酯化 油样的甲酯化采用 GB/T 17376—2008 中的三氟化硼法<sup>[5]</sup>。取大约 2 滴油样于 50 mL 圆底烧瓶中,取 7 mL 0.5 mol/L NaOH—CH<sub>3</sub>OH 溶液于油样中,并加入转子,连接回流装置,90 ℃ 加热回流。当烧瓶内的油珠消失,溶液变得透明时(大约 5~10 min),用移液管从冷凝器上端加 7 mL 14% BF<sub>3</sub>—CH<sub>3</sub>OH 溶液于烧瓶内,继续回流 1 min。然后从冷凝管上端加入 3 mL 正己烷,再继续回流 1 min。撤离火源,取出烧瓶,向烧瓶中加入一定量的饱和 NaCl 溶液,轻轻振荡,静置分层。从烧瓶内的上层溶液中吸取 1 mL 于试管中,并加入适量的无水硫酸钠,以除去痕量的水分,得到的此甲酯化样品以备气相色谱分析用。

1.3.4 油脂脂肪酸的测定 将甲酯化处理过的样品,利用 GC—MS 联用仪进行气相色谱分析。气相色谱分析参照 GB/T 17377—2008<sup>[6]</sup>。色谱条件:进样量为 1 μL,色谱柱(60 m×250 μm×0.2 μm),分流比 100:1;柱温采用三级程序升温:120 ℃ 保持 1 min,以 10 ℃/min 升温到 175 ℃ 保持 10 min,再以 5 ℃/min 升温到 210 ℃ 保持 5 min,再以 10 ℃/min 升温到 230 ℃,保持 5 min。氢火焰离子化检测器(FID),载气:高纯 N<sub>2</sub>(>99.99%);氮气流速 1 mL/min,H<sub>2</sub> 流速 40 mL/min,空气流速 40 mL/min。进样口温度 250 ℃,检测器温度 270 ℃。

1.3.5 数据处理 利用 SPSS 软件对所得试验数据进行方差分析,采用 Office 2013、OriginPro 软件进行图片分析。

2 结果与分析

2.1 5 种仁用核果类植物含油量分析

只有产油量或含油量高的植物才具有开发利用价值<sup>[7]</sup>,因此含油量是选择研究生产植物油的首要指标。根据索氏提取法提取的 5 种仁用核果类植物油含量丰富,蒙古扁桃、山杏、矮扁桃、长柄扁桃、光核桃的种仁含油量分别为 52.50%、49.82%、49.54%、49.10%、46.38%,油茶为 51%,油橄榄为 38.5%(图 1)。由图 1 可以看出,粗脂肪含量由高到低依次是蒙古扁桃>山杏>矮扁桃>长柄扁桃>光核桃。油脂含量均在 45% 以上,普遍高于油橄榄的含油量。蒙古扁桃的含油量高达 52.50%,比油茶的含量还要高。

5 种仁用核果类植物种仁含油量的方差分析结果见表 2:5 种仁用核果类植物种仁含油量之间差异呈显著水平。

通过聚类分析(即将物理或抽象对象的集合分组为由类似的对象组成的多个类的分析过程),将 5 种仁用核果类植

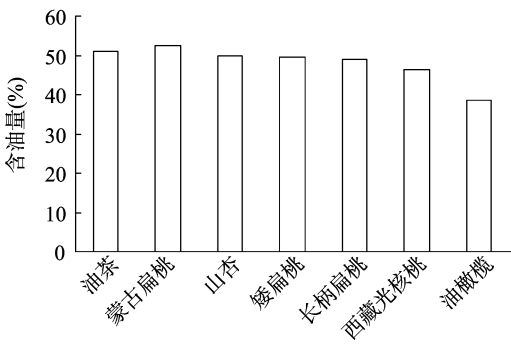


图1 5 种仁用核果类植物种仁含油量比较

表 2 5 种仁用核果类植物种仁含油量的方差分析

变差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	118.404	4	29.601	4.508	0.015
组内	91.933	14	6.567		
总的	210.337	18			

物种仁油 20 组数据分成 3 组,记为:Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ。5 种仁用核果类植物种仁含油量的多重比较结果见表 3。由表 3 可知,5 种仁用核果类植物种仁含油量均存在显著差异,因此,根据含油量的多少可分为 3 类,分别记为:低、中、高。

表 3 5 种仁用核果类植物种仁含油量的多重比较

组别	类型	范围(%)	平均值(%)	多重比较
Ⅰ	低	42.98~45.19	44.88	a
Ⅱ	中	46.21~49.72	48.32	b
Ⅲ	高	52.76~56.06	54.29	c

2.2 5 种仁用核果类植物脂肪酸组成分析

对 5 种仁用核果植物油脂脂肪酸甲酯色谱图,分析检出的 6 种脂肪酸,用 OriginPro 软件进行图处理(图 2)。经分析得到其相对含量,结果见表 4。

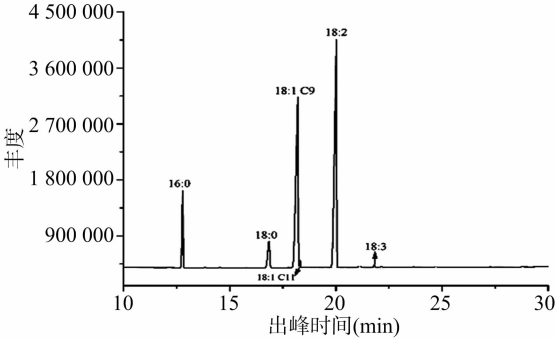


图2 混合脂肪酸甲酯样品部分图

脂肪酸按饱和度分类可分为饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸<sup>[8]</sup>。由表 4 可知,不饱和脂肪酸是样品脂肪酸组分中的主要成分,5 种仁用核果植物中蒙古扁桃和山杏不饱和脂肪酸含量无显著差异( $P>0.05$ ),长柄扁桃的含量明显高于其他品种( $P<0.05$ )。其中油酸含量最高(51%~75.6%),矮扁桃的含量显著高于其他品种( $P<0.05$ ),蒙古扁桃和山杏的含量无显著差异。其次是亚油酸(17.5%~41.4%),长柄扁桃、蒙古扁桃、山杏的含量无显著差异。另外还含有微量的棕榈油酸(0.22%~0.65%),而亚麻酸含量更少,且各品种之间无显著差异( $P>0.05$ ),在长柄扁桃和光核桃中均未检出,还有棕榈酸(2.54%~8.12%)和硬脂酸

表 4 不同品种脂肪酸含量

品种	含量(%)							
	油酸	亚油酸	亚麻酸	棕榈酸	硬脂酸	棕榈油酸	饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸
矮扁桃	75.6a	17.5c	0.38	3.86b	1.16b	0.44b	5.02b	93.92c
长柄扁桃	70.3b	25.3b	0.00	2.54d	1.06c	0.22c	3.60d	95.82a
蒙古扁桃	67.7c	26.7b	0.10	3.37c	1.21b	0.27c	4.58c	94.77b
光核桃	51.0d	41.4a	0.00	8.12a	2.66a	0.27c	10.27a	89.20d
山杏	66.2c	28.1b	0.13	4.22b	1.08c	0.65a	5.27b	94.45b

(1.06%~2.66%)。长柄扁桃饱和脂肪酸含量最低,和其他品种差异显著( $P<0.05$ )。从结果可知,矮扁桃油酸和亚麻酸含量最高,分别为 75.6%、0.38%;长柄扁桃不饱和脂肪酸含量最高,为 95.82%;光核桃亚油酸含量最高,为 41.4%;山杏棕榈油酸含量最高,为 0.65%。油酸和亚油酸是保持人体健康的“必要脂肪酸”,可降低人体血清胆固醇含量,还可防止动脉硬化<sup>[9]</sup>。所有的油脂样品中,油酸、亚油酸的含量较高,其中矮扁桃油酸含量高达 75.6%,与表 5 中的常见油脂脂肪酸组分含量相比,与橄榄油相当,明显高于花生油、核桃

油<sup>[10]</sup>。亚油酸含量光核桃高达 41.4%,与表 5 常见油脂脂肪酸比较,除了矮扁桃外,其他油中亚油酸含量均高于橄榄油,明显高于核桃油、茶油和棕榈油等。由于油酸、亚油酸的特殊功效和在油脂中的高含量,具有开发成保健油脂的前景。5 种仁用核果类植物油脂中,饱和脂肪酸含量低,不饱和脂肪酸含量较高达 89.2%~95.82%。油酸含量高达 51%~75.6%,亚油酸的含量达 17.5%~41.4%。其中长柄扁桃、蒙古扁桃油脂不饱和脂肪酸的含量和种类相对较高,饱和脂肪酸含量较少,因此有更高的开发成保健油的潜力和价值。

表 5 其他常见油脂脂肪酸比例

%

品种	油酸	亚油酸	亚麻酸	硬脂酸	不饱和脂肪酸
橄榄油	55.00~83.00	3.50~21.00	0.30~0.90	7.50~20.00	76.30~87.40
核桃油	16.30	11.20	64.60	2.20	92.10
花生油	40.30	40.50	0.40	3.20	81.20
茶油	82.30	7.40	0.20	1.10	89.90
玉米油	58.70	24.50	0.07	1.30	83.90
棕榈油	44.40	12.10	0	4.30	56.30

2.3 优质木本油料与 5 种仁用核果类 3 类脂肪酸对比

将 5 种仁用核果类植物的饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、

多不饱和脂肪酸组成与优质木本油料中的核桃、橄榄油、油茶

的组成进行对比(图 3)。

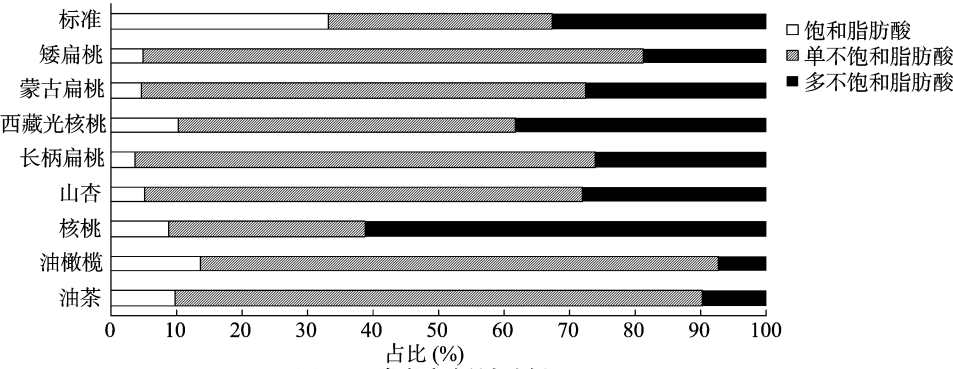


图3 3类脂肪酸所占比例

由图 3 可以看出,饱和脂肪酸油橄榄>光核桃>油茶>核桃>山杏>矮扁桃>蒙古扁桃>长柄扁桃。饱和脂肪酸的过量摄入,会引起动脉粥样硬化,增加患心脏病的概率;还会增加体内胆固醇含量。对比分析可知,所研究油脂中,除了西藏光核桃饱和脂肪酸含量稍高外,其他的含量都低于油茶、油橄榄和核桃中的含量。单不饱和脂肪酸油茶>油橄榄>矮扁桃>长柄扁桃>蒙古扁桃>山杏>光核桃>核桃。单不饱和脂肪酸不仅具有降血糖、调节血脂水平,而且还有降低血清总胆固醇的作用。油茶、油橄榄中单不饱和脂肪酸的含量远高于其他木本油料植物,所研究的 5 种植物种仁中,单不饱和脂肪酸的含量都远高于核桃的含量,与油茶、油橄榄的含量很接近。多不饱和脂肪酸核桃>光核桃>山杏>蒙古扁桃>长柄

扁桃>矮扁桃>油茶>油橄榄。多不饱和脂肪酸不但可以降低心脑血管疾病,维持细胞的正常功能,而且对提高脑细胞活性、降低血中胆固醇、改善血液微循环具有明显功效。核桃中多不饱和脂肪酸含量极其丰富,因此很受大众喜爱。所研究的 5 种植物种仁多不饱和脂肪酸含量远高于油茶、油橄榄的含量。

综合比较有益脂肪酸的种类、含量,单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸的配比,所研究的 5 种仁用核果类植物中,长柄扁桃和蒙古扁桃的油脂品质较为优良。

3 结论

3.1 5 种野生仁用核果类植物种仁粗脂肪含量

矮扁桃、长柄扁桃、蒙古扁桃、光核桃、山杏 5 种仁用核果

曹芳玲,康登昭. 闪蒸处理在蛇龙珠迟采甜红葡萄酒酿造中的应用[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):320-323.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.094

# 闪蒸处理在蛇龙珠迟采甜红葡萄酒酿造中的应用

曹芳玲<sup>1</sup>, 康登昭<sup>2</sup>

(1. 宁夏葡萄酒与防沙治沙职业技术学院, 宁夏银川 750199; 2. 内蒙古汉森酒业集团有限公司, 内蒙古乌海 016000)

**摘要:**优化传统浸渍发酵工艺,采用闪蒸技术处理原料,用纯汁发酵酿造蛇龙珠迟采甜红葡萄酒。原料推迟采收,含糖量达到 260 g/L 以上时进行采收,选 RC212 酵母进行乙醇发酵,发酵温度控制在 15.1 ~ 20.0 ℃。当乙醇体积分数达到 10%,残糖为 80 g/L 以上时,添加 200 mg/L SO<sub>2</sub>,迅速降温至 0 ~ 5 ℃,能有效抑制乙醇发酵。闪蒸技术处理后,增加了红酒的色泽,葡萄酒的整体质量有所提高。

**关键词:**闪蒸处理;蛇龙珠;迟采甜红葡萄酒;酿酒

**中图分类号:** TS262.61 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0320-04

保持葡萄中天然营养成分,酿造出真正的甜红葡萄酒在市场上前景广阔,尤其在冰酒市场尚未规范的今天,为消费者提供货真价实的天然甜红葡萄酒,必将受消费者欢迎。我国天然甜型葡萄酒的研究起步较晚,市场上尚未出现规模化生产企业,也未形成完善的工艺,许多方面有待于进一步研究、提高与发展。

传统工艺通过对葡萄醪液的浸渍发酵,保持葡萄酒中含有一定残糖即可完成。浸渍发酵温度控制在 26 ~ 28 ℃<sup>[1]</sup>,由

收稿日期:2016-02-26

基金项目:2014 年宁夏高等学校科学研究项目。

作者简介:曹芳玲(1973—),女,宁夏银川人,硕士,副教授,主要从事葡萄酒的酿造工艺研究。E-mail:caofl1105@163.com。

类植物种仁含油量由高到低依次为:蒙古扁桃 > 山杏 > 矮扁桃 > 长柄扁桃 > 光核桃,含量分别为 52.50%、49.82%、49.54%、49.10%、46.38%,均达到 45% 以上的较高水平,尤其是蒙古扁桃的含油量高达 52.50%,比油橄榄(38.5%)、油茶(51%)的含量还要高,具有开发高产食用植物油的潜力。

## 3.2 5 种野生仁用核果类植物种仁脂肪酸成分

5 种仁用核果类植物油饱和脂肪酸含量低,由低到高依次为长柄扁桃 < 蒙古扁桃 < 矮扁桃 < 山杏 < 光核桃。其中,长柄扁桃的含量仅 3.6%。不饱和脂肪酸含量普遍较高,由高到低依次为长柄扁桃 > 蒙古扁桃 > 山杏 > 矮扁桃 > 光核桃,含量均在 89% 以上,其主要成分是油酸,而油酸的含量矮扁桃高达 75.6%,亚油酸的含量光核桃高达 41.4%。与 3 种优质木本油料植物进行 3 类脂肪酸含量的对比,多不饱和脂肪酸含量远高于油橄榄和油茶。单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸的配比显示,5 种仁用核果类植物油具有优良的品质,尤其长柄扁桃的配比最为合理,油脂品质最为优良,可以进一步开发更多的产品,并且具有较高的医疗保健价值。

## 3.3 5 种野生仁用核果类植物应用前景

研究的 5 种野生植物,具有油脂含量丰富、品质优良的特征,适应能力强,具有开发高产优质食用油的潜力。尤其是长柄扁桃和蒙古扁桃还是荒漠绿化的先锋植物,可以种植在不

于发酵温度较高,部分粗糙的单宁也会浸提到葡萄酒中,如果处理不当,不仅损失葡萄原料特有的优良成分,而且过度的机械力作用还造成不良成分的浸入,都会影响葡萄酒品质。为了提高酿酒品质,可采用“闪蒸技术”处理原料。闪蒸技术于 1993 年在法国罗纳河葡萄产区首创,经过多年的试验和使用,闪蒸技术和设备已经完善。闪蒸技术基本工艺流程是,葡萄原料采收除梗后,泵入可进行冷热交换的发酵罐,先分离出一部分汁液,滤出的汁液进入闪蒸机组的生物蒸发器。通过闪蒸技术,用 107 ℃ 的高温蒸汽将少量的葡萄汁迅速蒸发,并将蒸发后的葡萄汁气体(101 ℃ 左右)重新混入发酵罐内并与未加热的葡萄醪液再次混合,以此将醪液迅速加热到 80 ℃ 以上。加热后的醪液进入真空罐,这个真空罐是实现闪蒸技术最核心的部分,真空罐里气压大约是 -0.9 Pa。在这种负气

宜种植粮食的贫瘠山地、沙区,增加了我国木本油脂产品类型,具有十分广阔的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 邢自生,王晓春. 康南木本油料植物资源及开发利用[J]. 甘肃林业科技,1999,24(增刊1):143-147.
- [2] GB/T 5512—2008 粮油检验 粮食中粗脂肪含量测定[S]. 2008.
- [3] JB/T 20136—2011 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取装置[S]. 2011.
- [4] 马玉花,赵忠,李科友,等. 超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取杏仁油工艺研究[J]. 农业工程学报,2007,23(4):272-275.
- [5] GB/T 17376—2008 动植物油脂脂肪酸甲酯制备[S]. 2008.
- [6] GB/T 17377—2008 动植物油脂脂肪酸甲酯的气相色谱分析[S]. 2008.
- [7] 林铎清,邢福武. 中国非粮生物柴油能源植物资源的初步评价[J]. 中国油脂,2009,34(11):1-7.
- [8] 杨月欣,王光亚,潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 北京:北京大学医学出版社,2013:258.
- [9] 顾黎. 花生油中脂肪酸组成的气相色谱-质谱分析[J]. 林区教学,2007(2):124-125.
- [10] 马恒. 长柄扁桃及 6 个近缘种营养成分研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.