

油脂资源

广西乐业县掌叶木果实表型性状及种子油研究

陈晶晶¹, 李在留¹, 李雪萍², 杨保莲¹, 周惠红¹, 郭松^{1,3}

(1. 广西大学林学院, 南宁 530004; 2. 河南科技大学林学院, 河南 洛阳 471003;

3. 南京林业大学江苏省林业生态工程重点实验室, 南京 210037)

摘要:以广西乐业县掌叶木果实及种子为材料, 研究掌叶木果实、种子表型性状及种子、种仁含油率和种子油脂肪酸组成情况。结果表明: 广西乐业县掌叶木单球果重 3.23 g, 单种重 0.31 g; 单果长 31.98 mm、宽 14.87 mm; 单种长 10.47 mm、宽 7.17 mm; 气干状态下种子含水量 13.69%、千粒重 170.82 g; 出种率 13.93%、出仁率 64.24%; 种子和种仁含油率分别为 42.26%、55.93%; 种子油含有 13 种脂肪酸, 主要为芥酸 35.8%、油酸 25.6%、花生一烯酸 14.5%、亚油酸 8.5%、二十四碳一烯酸(神经酸)8.3%, 以不饱和脂肪酸(94.1%)为主, 具有重要的开发利用价值。

关键词:掌叶木; 表型性状; 含油率; 脂肪酸

中图分类号: S565.9; TQ646

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2018)03-0079-04

Phenotypic character and seed oil of fruit of *Handeliidendron bodinieri* in Leye county, Guangxi province

CHEN Jingjing¹, LI Zailiu¹, LI Xueping², YANG Baolian¹,
ZHOU Huihong¹, GUO Song^{1,3}

(1. College of Forestry, Guangxi University, Nanning 530004, China; 2. College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan, China; 3. Jiangsu Key Laboratory of Forestry Ecological Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: With the fruit and seed of *Handeliidendron bodinieri* in Leye county, Guangxi province as materials, the phenotypic characters of *Handeliidendron bodinieri* fruit and seed, the oil contents of seed and seed kernel and fatty acid composition of seed oil were studied. The results showed that the single fruit weight of *Handeliidendron bodinieri* grown in Leye county, Guangxi province was 3.23 g, and the single seed weight was 0.31 g. The single fruit length and width were 31.98 mm and 14.87 mm respectively, and the single seed length and width were 10.47 mm and 7.17 mm respectively. The water content in seed was 13.69% under the air-dried condition, and the thousand seeds weight was 170.82 g. The seed rate and kernel rate were 13.93% and 64.24% respectively. The oil contents of seed and seed kernel were 42.26% and 55.93% respectively. The seed oil contained 13 kinds of fatty acids, including erucic acid 35.8%, oleic acid 25.6%, arachidonic acid 14.5%, linoleic acid 8.5%, and nervonic acid 8.3%, and unsaturated fatty acid (94.1%) was the main composition, which made it have great value of development and utilization.

Key words: *Handeliidendron bodinieri*; phenotypic character; oil content; fatty acid

收稿日期: 2017-07-25; 修回日期: 2017-08-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(31600530, 31560200)

作者简介: 陈晶晶(1992), 女, 硕士研究生, 研究方向为林木种苗繁育理论与技术(E-mail) 869148409@qq.com。

通信作者: 郭松, 副教授, 硕士生导师(E-mail) guosong@gxu.edu.cn。

掌叶木(*Handeliidendron bodinieri* (Lévl.) Rehd.) 为无患子科(Sapindaceae) 单种属落叶植物, 分布于我国广西与贵州交界处石灰岩地区^[1], 近年发现云南省有新纪录^[2], 因自然更新困难被列为国家 I 级重点保护树种, 集药用、材用、油用、绿化观赏为一体; 其分布区石漠化严重, 也是良好的石山造林

树种^[3]。

植物化学研究表明:掌叶木叶中含有木脂素和黄酮苷^[4],具有抗肿瘤和增强免疫力等作用;种仁粗蛋白质含量 15.10%,并富含钾、磷、镁、钙、铁、锌、锰、钠等对人体有益的矿物质元素^[5],具有较高的营养保健价值;种仁含油量高^[6],超过油菜籽和大豆等常见油料作物^[7],以不饱和脂肪酸为主,既具有食用开发潜力又可作为生物柴油的原料^[8]。植物果实的表型性状与种子品质密切相关,并对幼苗的建成及种群的发展壮大尤为重要^[9]。作为生物质能源树种,其果实品质在一定程度上反映提取种子油脂的潜力。因此,研究掌叶木果实表型性状、种子和种仁含油率、种子脂肪酸组成,可为掌叶木人工选育果实产量高、含油率高、品质优的良种奠定科学基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料

于成熟期随机采集广西乐业县掌叶木果实,带回实验室置于阴凉干燥处阴干,手工剥去果皮、假种皮,将种子密封贮藏于 4℃ 冰箱待用。

游标卡尺、索氏抽提器、粉碎机、旋转蒸发仪、电子天平、电热恒温干燥箱、气相色谱仪。

1.2 实验方法

1.2.1 掌叶木果实表型性状的测定

1.2.1.1 果序出球果量、球果出种量、果序出种率测定

随机选取 30 个完整果序,统计每个果序上的出球果量和出种量、每个球果出种量,并测定其果序质量和种子质量以计算果序出种率。

1.2.1.2 果径和种径、果重和种重测定

随机选取 20 粒球果(种子),用游标卡尺从横、纵两个方向测定果径、种径,精确到 0.01 mm。随机选取 20 粒球果(种子)进行称重,以计算其果重和种重,重复 3 次。

1.2.1.3 含水量、千粒重、出仁率

含水量测定参照 GB/T 2772—1999;千粒重测定参照 GB/T 5519—2008;出仁率测定参照 GB/T 5499—2008。

1.2.2 掌叶木种子及种仁油脂的提取

油脂提取采用索氏抽提法,参照 GB 5512—2008。选取饱满、完整、无虫害的广西乐业县掌叶木种子及种仁,于烘箱中 65℃ 烘干至恒重。用粉碎机粉碎,过 40 目筛,备用。称取 5.00 g 左右的样品粉末放入索氏提取器的脱脂滤纸筒中,连接已干燥且恒重的脂肪接收瓶及冷凝管等。加入 150 mL 沸程

为 60~90℃ 的石油醚于 80℃ 水浴上加热回流 8 h。抽提结束后,用 0.45 μm 的有机滤膜真空抽滤去除杂质。旋转蒸发回收溶剂,并置于 45℃ 烘箱烘干至恒重,得到种子油及种仁油,计算含油率。各样品用索氏提取器分别提取 3 次。

1.2.3 掌叶木种子油脂脂肪酸组成的测定

油脂甲酯化方法:采用三氟化硼甲酯化,参照 GB/T 17376—2008。油脂脂肪酸组成的测定:参照 GB/T 17377—2008。

气相色谱条件:ZB-FFAP 色谱柱(30 m × 0.25 mm, 0.25 μm);FID 检测器,温度 250℃;进样口温度 240℃;载气为氮气;初始温度 170℃, 2℃/min 升温至 230℃,保持 5 min;分流进样,分流比 30:1;进样量 1 μL。

1.2.4 数据处理与分析

采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 处理、分析数据。

2 结果与分析

2.1 广西乐业县掌叶木果实表型性状(见表 1)

表 1 广西乐业县掌叶木果实表型性状统计表

项目	果序出球果量	果序出种量
平均值(个)	12.77	18.40
变幅(个)	8~23	8~33
变异系数%	27.49	35.16
项目	球果长	球果宽
平均值/mm	31.98	14.87
变幅/mm	24.86~42.67	10.73~20.42
变异系数/%	12.95	14.83
项目	种长	种宽
平均值/mm	10.47	7.17
变幅/mm	8.06~12.51	5.40~8.60
变异系数/%	8.38	9.61

果实表型特征体现植物对地理、环境等综合因素的适应能力,是遗传和环境共同作用的结果。果序质量和球果数量在一定程度上决定着种子的产量及植株对后代的贡献能力,而果实大小也是果实饱满程度、种子质量好坏的重要标准^[10]。研究结果表明:广西乐业县掌叶木种子初始含水量为 42.11%;每个果序出球果量平均为 13 个,大于贵州茂兰保护区果序出球果量(5 个)^[11],出球果量在 15 个以上的仅占 20%,多数为 8~15 个,单个球果重 3.23 g;每个果序出种量平均为 18 个,出种率为 13.93%;每个球果出种量最多 4 个、最少 0 个,以 1~2 个居多,占 64.23%,平均出种量为 1.43 个,稍小于贵州茂兰保护区球果出种量 1.75 个^[11]。

种子颗粒饱满、种皮黑色;种长、宽分别为 10.47、

7.17 mm(见表1),且变异系数较小,说明乐业县掌叶木种子性状较为稳定;种子平均质量为0.31 g,大于贵州茂兰保护区(0.20 g)^[11]和贵州省林科院(0.18 g)^[12]的单种质量;气干状态下种子含水量13.69%,千粒重170.82 g,出仁率64.24%。

2.2 掌叶木种子及种仁含油率分析

对广西乐业县掌叶木种子及种仁油进行提取,结果显示:掌叶木种子油色泽金黄、有香味、透明度高、凝固点低,冰箱内长期放置无凝结现象。种子含油率为42.26%,与贵州荔波翁昂的掌叶木种子含油率(42.92%)^[12]基本相当;种仁含油率为55.93%,高于广西凌云(52.60%)^[12]和贵州茂兰保护区(49.20%)^[5]的掌叶木种仁含油率;而果皮含油率仅有5.49%^[12]。说明掌叶木种子含油率高,且绝大部分富集在种仁。种仁含油率与生物质能源树种黄连木种仁含油率(56.7%)^[13]相当。因此,可利用不同地区掌叶木种子含油率的差异,通过品种选育提高种子含油率并作为能源树种定向培育,有很大的市场潜力。

2.3 掌叶木种子油脂肪酸组成

对掌叶木种子油甲酯化后用气相色谱仪分析,得到种子油脂肪酸组成气相色谱图(见图1)。根据峰面积归一化法确定各脂肪酸含量,结果见表2。

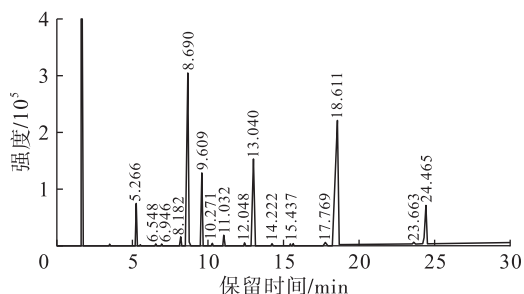


图1 掌叶木种子油脂肪酸组成的气相色谱图

表2 掌叶木种子油脂肪酸组成及相对含量

脂肪酸	保留时间/min	相对含量/%
棕榈酸(C16:0)	5.266	3.0
十七烷酸(C17:0)	6.548	0.2
十七碳一烯酸(C17:1)	6.946	0.2
硬脂酸(C18:0)	8.182	0.9
油酸(C18:1)	8.690	25.6
亚油酸(C18:2)	9.609	8.5
亚麻酸(C18:3)	11.032	1.2
花生酸(C20:0)	12.408	0.3
花生一烯酸(C20:1)	13.040	14.5
山萘酸(C22:0)	17.769	0.6
芥酸(C22:1)	18.611	35.8
木焦油酸(C24:0)	23.663	0.3
二十四碳一烯酸(C24:1)	24.465	8.3

由图1和表2可看出,广西乐业县掌叶木种子油中鉴定出13种脂肪酸,6种饱和脂肪酸和7种不饱和脂肪酸;不饱和脂肪酸含量高达94.1%,单不饱和脂肪酸含量为84.4%;不饱和脂肪酸主要成分是芥酸(35.8%)、油酸(25.6%)、花生一烯酸(14.5%)、亚油酸(8.5%)、二十四碳一烯酸(8.3%),单不饱和脂肪酸含量高于贵州荔波的(44.16%)^[12],表明广西乐业县掌叶木种子油低温流动性能较好。

掌叶木种子油为半干性油^[6],低温不易凝固、油质较好、透明度高,以不饱和脂肪酸为主,是制备生物柴油的良好原料。同时油酸和亚油酸是组成人体内重要活性物质,既可以调节内分泌、预防和治疗心血管疾病,又是重要的工业用脂肪酸^[14];芥酸及其衍生物除可应用于化工、纺织和医药等领域外,还可通过碳链延长合成神经酸,对神经生长发育、脑组织的形成连接起重要作用^[15]。

此外,掌叶木种子油含二十四碳一烯酸(神经酸)8.3%,据所查文献,未见掌叶木种子油含神经酸的记载。神经酸具有恢复神经末梢活性、促进神经细胞生长和发育的功能,并对人体免疫性疾病有相当好的疗效^[16]。目前神经酸主要应用于食品及保健品领域。但我国神经酸含量在2%以上的木本植物仅10种^[17],其中蒜头果和元宝枫是我国从植物油中提制神经酸的主体资源,其种仁油中神经酸含量分别为67.0%、5.52%^[18-19]。因此,掌叶木种子油中神经酸含量较高,是值得重视发展和利用的宝贵资源。

3 结论

(1)广西乐业县掌叶木种子气干状态下含水量13.69%、千粒重170.82 g;果序出球果量平均为13个、果序出种量平均为18个,变异系数较大;每个球果平均出种量1.43个,并含有一定空粒;果序出种率为13.93%;果径和种径变异系数较小,种源地性状较为稳定。

(2)掌叶木种子和种仁含油率分别为42.26%、55.93%,油脂品质好、色泽金黄、透明度高、流动性好,属于高含油木本油料植物。因此,掌叶木种子油的开发,可减少土地资源的占用。且广西乐业县掌叶木种仁含油率高于已有研究中贵州茂兰、广西凌云掌叶木种仁含油率,但种子千粒重、出种率等表型性状与含油率的相关性还需对比多个种源地寻找规律。

(3)掌叶木种子油中含有13种脂肪酸,不饱和脂肪酸占94.1%。其中芥酸35.8%、油酸25.6%、花生一烯酸14.5%、亚油酸8.5%、二十四碳一烯酸8.3%。油酸和亚油酸为机体生命活动所必需,具有

较高的生理保健价值;芥酸通过碳链延长制得的神
经酸对神经性疾病有预防和治疗功效,在开发特种
保健油方面具有潜力;而神经酸的首次发现,说明掌
叶木种子油是值得重视的神经酸新资源。种子油脂
肪酸多集中在 C16 ~ C22 约为 90.8%,单不饱和脂
肪酸占 84.4%,为半干性油、低温不易凝结,有利于
掌叶木种子油转化成生物柴油的加工。

综上,掌叶木种子油具营养、保健和工业价值,
有广阔的经济开发前景。但目前对于掌叶木种子品
质性状的研究尚少,本研究结论可为进一步研究筛
选掌叶木果实性状良好、产量高、含油率高、品质优
良的种源地及良种单株提供参考。

参考文献:

- [1] 傅立国,金鉴明. 中国植物红皮书:珍稀濒危植物[M].
北京:科学出版社,1992:590-591.
- [2] 陈星星,宣晓晓,丘林凤,等. 云南无患子科一新记录
属——掌叶木属[J]. 西南林业大学学报,2017,37(2):
85-87.
- [3] 中国油脂植物编委会. 中国油脂植物[M]. 北京:科学
出版社,1987:334-335.
- [4] 张娜,郭志勇,李在留,等. 掌叶木叶化学成分研究[J].
三峡大学学报(自然科学版),2015,37(3):96-99.
- [5] 曹丽敏,夏念和,熊志斌,等. 掌叶木种仁油的脂肪酸组
成及种仁的营养成分分析[J]. 中国油脂,2016,41(6):
96-100.
- [6] 吕清华,程菊英,罗四莲,等. 一种值得注意的油脂植
物——掌叶木[J]. 广西植物,1980(1):64-65.
- [7] 巫淼鑫,邱国英,韩瑛,等. 6种食用植物油及其生物柴
油中脂肪酸成分的比较研究[J]. 中国油脂,2003,28
(12):65-67.
- [8] 龙春林,宋洪川. 中国柴油植物[M]. 北京:科学出版
社,2012:166.
- [9] 王才明,黄仕训,王燕. 广西国家级珍稀濒危保护植物种
质资源调查研究[J]. 广西植物,1994,14(3):277-288.
- [10] 刁松锋. 无患子花果性状多样性及果实发育规律研究
[D]. 北京:中国林业科学研究院,2014.
- [11] 熊志斌,冉景丞,谭成江,等. 濒危植物掌叶木种子生
态特征[J]. 生态学报,2003,23(4):820-825.
- [12] 陈波涛,郁建平,邓伯龙,等. 贵州木本燃油植物掌叶
木的经济性状分析[J]. 资源开发与市场,2007,23
(6):514-516.
- [13] 陆圣梅. 黄连木籽油生物柴油制备及其实验研究[D].
合肥:安徽农业大学,2010.
- [14] 张春娥,张惠,刘楚怡,等. 亚油酸的研究进展[J]. 粮
油加工,2010(5):18-21.
- [15] 吴天庭,郎春秀,陈锦清. 芥酸的生产及其衍生产品开
发[J]. 中国油脂,2007,32(6):27-31.
- [16] 李文保,孙昌俊,王飞飞,等. 神经酸及其在预防和治
疗脑病中的应用研究进展[J]. 药学进展,2014,38
(8):591-596.
- [17] 王性炎,樊金栓,王姝清. 中国含神经酸植物开发利用
研究[J]. 中国油脂,2006,31(3):69-71.
- [18] 欧乞毓. 一个重要脂肪酸 CIS-TETRA-COS-15-
ENOIC 的新存在——蒜头果油[J]. 云南植物研究,
1981(2):181-184.
- [19] 王性炎,王姝清. 神经酸新资源——元宝枫油[J]. 中
国油脂,2005,30(9):62-64.
- [9] LOPES L B, VANDEWALL H, LI H T, et al. Topical de-
livery of lycopene using microemulsions enhanced skin pen-
etration and tissue antioxidant activity[J]. J Pharm Sci,
2010, 99(3):1346-1357.
- [10] MITRI K, SHEGOKAR R, GOHLA S, et al. Lipid nano-
carriers for dermal delivery of lutein: preparation, charac-
terization, stability and performance[J]. Int J Pharm,
2011, 414(1/2):267-275.
- [11] RADTKEM M, MULLER R H. Nanostructured lipid drug
carriers: the new generation of lipid drug carriers[J].
New Drugs, 2001, 2(1):48-52.
- [12] OKONOGI S, RIANGJANAPATEE P. Physicochemical
characterization of lycopene-loaded nanostructured lipid
carrier formulations for topical administration[J]. Int J
Pharm, 2015, 478(2):726-735.
- [13] CHIMANUKA B, GABRIELS M, DETAEVERNIER M
R, et al. Preparation of β -artemether liposomes, their
HPLC-UV evaluation and relevance for clearing recru-
descent parasitaemia in *Plasmodium chabaudi* malaria -
infected mice[J]. J Pharm Biomed Anal, 2002(28):
13-22.
- [14] LUO Q, ZHAO J, ZHANG X, et al. Nanostructured lipid
carrier (NLC) coated with chitosan oligosaccharides and
its potential use in ocular drug delivery system[J]. In J
Pharm, 2011, 403(1/2):185-191.
- [15] CHU B, ICHIKAWA S, KANAFUSA S, et al. Prepara-
tion of protein-stabilized β -carotene nanodispersions by
emulsification-evaporation method[J]. J Am Oil Chem
Soc, 2007, 84(11):1053-1062.
- [16] TAN C, XUE J, LOU X W, et al. Liposomes as delivery
systems for carotenoids: comparative studies of loading
ability, storage stability and in vitro release[J]. Food
Funct, 2014(5):1232-1272.
- [17] FAN H F, LIU G Q, HUANG Y Q, et al. Development
of a nanostructured lipid carrier formulation for increasing
photo-stability and water solubility of phenylethyl resor-
cinol[J]. Appl Surf Sci, 2014, 288:193-200.

(上接第 69 页)