

文章编号: 1674-7054(2017)02-0174-04

海南星油藤的种子生物学特性分析

于旭东¹ 李奕佳² 宋希强¹ 钮俊¹ 方赞山³ 周扬¹ 杨泽秀³

(1. 海南大学 热带农林学院, 海口 570228; 2. 漳州职业技术学院 食品与生物工程系, 福建 漳州 363000; 3. 海南珠峰园林科技有限公司, 海口 571100)

摘要: 以海南岛昌江县霸王岭种植基地的星油藤种子为材料, 测定其水分、蛋白质、油脂及脂肪酸的含量。结果表明, 海南星油藤是一种具有重要经济价值的藤本油料作物资源, 其种子平均含水量为 7.49%, 蛋白质含量为 27.41%, 种子出油率为 60.04%, 属于高蛋白油脂种子; 此外, 通过气象色谱法共检测出 5 种脂肪酸, 分别为棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸和亚麻酸, 不饱和脂肪酸成分共占 90.16%, 其中人体必需的多不饱和脂肪酸占 79.51%。

关键词: 星油藤; 种子成分; 油脂; 多不饱和脂肪酸

中图分类号: S 565 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rdswwb.2017.02.008

星油藤(*Plukenetia volubilis* L.) 为大戟科(Euphorbiaceae) 多年生常绿木质藤本油料植物, 又称南美油藤、印加果、莽芥果、长寿果等, 原产海拔 80~1 700 m 南美洲安第斯山脉热带雨林^[1]。研究资料表明, 星油藤种子富含多不饱和脂肪酸、蛋白质、VA 和 VE 等, 对调整人体血脂、预防心血管疾病、保养肌肤、防衰老等作用明显, 可广泛用于食品、保健、制药、化妆品等加工利用领域^[2-4]。目前, 星油藤已列入中国科学院支撑服务国家战略性新兴产业项目^[4]。脂肪酸是生物体的基本物质及主要能量来源, 可分为饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸, 其中多不饱和脂肪酸含量是评价食用油营养水平的重要依据^[3]。星油藤种子中的化学成分研究分析结果表明, 星油藤种子含油量 30%~60%, 不饱和脂肪酸含量可达 90%^[4], 值得注意的是亚麻酸含量高达 45% 以上^[5]。因此, 与传统植物油相比, 星油藤油中高含量的亚麻酸能够显著降低成年人餐后的甘油三酯, 对预防心血管等疾病有显著作用^[6]。星油藤引入我国时间较短, 主要在云南西南部、贵州以及海南有少量分布^[7], 海南岛昌江县霸王岭地区保存了我国较为完整的山地热带雨林, 王榜琴等对霸王岭基地南美星油藤的开花习性、繁殖生物学和扦插繁殖技术开展了引种适应性研究, 内容包括开花习性、繁殖生物学和扦插繁殖技术^[7-8], 但是, 海南引种的星油藤种子成分分析尚未见报道。笔者分析了星油藤种子的蛋白含量、出油率及脂肪酸的组份与含量, 旨在为进一步开发和利用海南星油藤种子提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料 星油藤种子于 2016 年 10 月采自海南省昌江县霸王岭种植基地, 去除果壳后, 观察其种子的形状、颜色, 并随机选取 30 粒充分成熟、饱满的种子, 用游标卡尺测量种子的长度、宽度及厚度 8 次重复, 求其平均值。此外, 随机选取 100 粒种子置于电子天平上称重, 重复 8 次, 计算其平均值。随后装入储藏瓶中备用。由海南大学热带农林学院宋希强教授鉴定, 标本(编号 No. TYFC20161007) 存放于海南

收稿日期: 2017-01-01

修回日期: 2017-02-19

基金项目: 海南省产学研一体化专项(CXY20140025); 海南省重点研发计划专项(2DYF2017042); 海南省科技成果示范推广专项(SQ2014CGSF0022); 海南省重点科技计划项目(ZDXM 20120004)

作者简介: 于旭东(1973-) 男, 博士, 硕士生导师, 研究方向: 植物资源与利用, E-mail: doeast@163.com

通信作者: 宋希强(1972-) 男, 教授, 博士, 研究方向: 植物资源与利用, E-mail: songstrong@hainu.edu.cn

大学热带农林学院。

1.2 星油藤种子含水量测定 将洗净干燥的尼龙袋放于(105 ± 2) °C 的恒温干燥箱中烘 4 h ,取出后放入装有活化硅胶的干燥器中冷却至室温 ,在分析天平上称重(W1) ;将待测的种子(100 粒) 装入已知质量的尼龙袋中 ,在分析天平上准确称取其质量 ,得到袋子与鲜样品的总质量(W2) ,将其置于(105 ± 2) °C 的恒温干燥箱中烘 24 h ,取出后放入装有活化硅胶的干燥器中冷却至室温 ,在分析天平上称重 ,得袋子和干样品的总质量(W3) 。种子含水量 = (W2 - W3) / (W3 - W1) × 100% 。

1.3 星油藤种子中的脂肪酸提取 将星油藤种子进行充分的研磨后取 30 g ,用滤纸将种子颗粒包好后 ,放入提取器内 ,采用索氏提取法进行测定 ,注意滤纸的高度不能超过虹吸管。具体步骤如下: 将提取器、冷凝管及圆底烧瓶连接好 ,以正己烷作为萃取溶剂 ,加热萃取 4 h ,采用连续回流的方法提取星油藤种子油脂。加入无水硫酸钠脱水 ,进行常压蒸馏 ,将溶剂蒸馏排出 ,得到星油藤种子油粗油。每次检测重复 5 次 ,并根据公式: 产油率 = (提油前星油藤种子质量 - 提油后星油藤种子质量) / 提油前星油藤种子质量 ,分别计算其产油率。

1.4 星油藤种子中的蛋白含量的测定 取上述经提取脱脂后的星油藤种子干粉 ,采用食品安全国家标准 GB5009.5-2010 对星油藤种子中总蛋白含量进行测定 ,重复 5 次。

1.5 星油藤种子油中脂肪酸组分检测 称取 20 mg 星油藤种子油于 10 mL 试管中 ,加入 2 mL 0.4 mol · L⁻¹ KOH - 甲醇溶液 ,于 70 °C 水浴中加热 1 h ,加入 3 mL 正己烷 ,摇匀后加入 2 mL 氯化钠饱和液 ,静置分层 ,取出上清液 ,再用正己烷萃取 1 次 ,合并上清液后用无水硫酸钠干燥。

脂肪酸的组成和相对含量 ,采用气相色谱分析法(GB/T17377 - 1998) 测定。主要使用的仪器设备为: Perkin Elmer 公司的 Clarus 600 GC-MS 气质联用仪。质谱仪条件: 进样口温度为 250 °C; 分流比 5: 1; 氮载气; 质 / 荷范围 29 ~ 500; GC-MS 接口温度为 250 °C; 离子源温度 220 °C。采用归一化法对各种脂肪酸的含量进行定量: 某一脂肪酸含量 (%) = (某一脂肪酸的峰面积 / 全部峰面积之和) × 100。

1.6 数据分析 所有实验数据均采用 Excel 和 SAS 9.1 软件进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 星油藤种子基本特性 星油藤种子呈长椭圆形 ,棕褐色 ,种子长 15.94 ~ 23.88 mm ,宽 16.48 ~ 20.41 mm ,厚 6.69 ~ 9.79 mm ,种子百粒重为 (138.35 ± 3.03 g) (表 1) 。成熟的星油藤种子百粒重较大、胚乳较丰富。

2.2 星油藤种子中的基本组分 海南星油藤种子的组分分析结果表明 ,新鲜种子中水分、蛋白及油脂的平均含量分别为 7.49% ,27.41% 和 60.04% (表 2) 。其中 ,油脂与蛋白的含量约占总量的 87% ,而其含水量仅 7.49% ,因此 ,海南星油藤种子是一个较耐贮藏的高蛋白和高油脂含量的经济物种。与西双版纳星油藤种子^[4] 的比较分析发现 ,海南星油藤种子的水分和蛋白的含量没有明显差异 ,但油脂含量比西双版纳星油藤种子的高约 15% 。

表 1 星油藤种子特征

Tab. 1 Characteristics of *P. volubilis* seeds

特征 Seed charateristics	Mean ± SD
种子长度/ mm Length	21.36 ± 2.79
种子宽度/ mm Width	18.46 ± 0.85
种子厚度/ mm Thickness	8.84 ± 0.67
种子百粒重/ g Hundred seeds weight	138.35 ± 3.03

表 2 海南星油藤种子与西双版纳星油藤种子的主要成分比较分析

Tab. 2 Comparison of major components between *P. volubilis* seeds from Hainan and Xishuangbanna

	海南星油藤种子 / % Seeds from Hainan	西双版纳星油藤种子 / % Seeds from Xishuangbanna
水分 Moisture	7.49 ± 0.09	6.20
蛋白 Protein	27.41 ± 1.26	30.10
油脂 Oils and fats	60.04 ± 2.16	45.20

2.2 星油藤种子中的脂肪酸组成成分分析 海南星油藤种子油经甲脂化后,采用气相色谱仪分析,根据各脂肪酸标样的保留时间和未知样比较,同时根据峰面积归一化法计算各脂肪酸的相对含量(表3)。结果显示,共检测出5种脂肪酸,分别为棕榈酸(C16:0)、硬脂酸(C18:0)、油酸(C18:1)、亚油酸(C18:2)和亚麻酸(C18:3),其中亚麻酸和亚油酸的含量最高,分别占45.08%和34.43%。因此,海南星油藤种子油中多不饱和脂肪酸的含量高达79.51%,是一种富含多不饱和脂肪酸的植物油。与其他地区的星油藤种子脂肪酸组分的比对分析确定,星油藤种子中的主要脂肪酸的含量存在较大差异,其中油酸的含量高于西双版纳地区(32.75%),但低于原产地秘鲁(36.80%)^[9];而亚麻酸的含量均低于原产地秘鲁(48.61%)及西双版纳地区(51.39%)。

表3 星油藤种子油的脂肪酸组成及相对含量

Tab. 3 Components and contents of fatty acids in *P. volubilis* seeds

%

脂肪酸 Fatty acids	海南星油藤种子 Seeds from Hainan	秘鲁星油藤种子 Seeds from Peru	西双版纳星油藤种子 Seeds from Xishuangbanna
棕榈酸 C16:0 Palmitic acid	2.90 ± 0.15	3.85	3.61
硬脂酸 C18:0 Stearic acid	2.16 ± 0.29	2.54	2.47
油酸 C18:1 Oleic acid	10.65 ± 0.88	8.28	9.44
亚油酸 C18:2 Linoleic acid	34.43 ± 0.92	36.80	32.75
亚麻酸 C18:3 Linolenic acid	45.08 ± 0.66	48.61	51.39

3 讨 论

植物种子含油率的高低决定着其开发与利用的价值。本研究材料星油藤种子采自海南省昌江县霸王岭种植基地,检测分析发现,其种子含油率高达60.04%,高于传统油料作物种子的含油量,如花生种子(50.57%)^[7]、葵花籽(56.69%)^[8]、大豆(22.33%)^[10]和油菜籽(48.03%)^[11]。由此可知,海南星油藤是一种具有较高开发价值的高油料植物。研究结果表明,在植物种子发育过程中的种子填充阶段,脂肪和蛋白质等储存物质的累积往往受到不同环境条件的直接影响^[12]。本研究所测的海南星油藤种子,其含油量高于引种于中国科学院西双版纳热带植物园及原产地秘鲁的星油藤^[4]。

植物多不饱和脂肪酸指含有2个或2个以上双键且碳链长度为18~22个碳原子的直链脂肪酸,作为人体必需脂肪酸,已成为全球研究热点^[3-6,12-17]。本研究的海南星油藤种子中亚油酸(34.43%)、亚麻酸(45.08%)等多不饱和脂肪酸高达80%以上。其中含量最高的亚麻酸含量(45.08%),要远远高于其他油料植物中亚麻酸的含量^[10-11],仅次于亚麻籽^[16]。据此推论,星油藤种子油可有效地满足人体必需脂肪酸的需求,适合日常膳食,是一种极具开发和推广利用前景的经济油料作物。研究结果表明,植物生长地的地理、土壤和气候条件是植物脂肪酸形成累积的重要生态因子^[18]。笔者发现,不同地区星油藤种子油中的脂肪酸组分存在差异,例如海南星油藤种子油中的油酸含量高于原产地秘鲁及西双版纳地区,而亚麻酸的含量均低于原产地秘鲁及西双版纳地区(表3)。不同产地星油藤种子脂肪酸成分的差异可能是由于不同栽培地区的经纬度、温度、湿度等多种环境因素导致不同基因调控过程产生差异所致,值得进一步研究。

致谢:海南大学园艺园林学院王榜琴与张哲在实验过程中给予的大力支持和协助,海南大学余文刚副教授与孟千万博士在文章撰写过程中给予指导,一并致谢!

参考文献:

- [1] Ivor M Do Prado, Willyan M Giufrida, Víctor H Alvarez, et al. Phase equilibrium measurements of sachá inchi oil (*Plukenetia volubilis*) and CO₂ at high pressures [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2011, 88(8): 1263–1269.
- [2] María D Guillén, Ainhoa Ruiz, Nerea Cabo, et al. Characterization of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and ¹H NMR. Comparison with linseed oil [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2003, 80(8): 755–762.

- [3] Hamaker B R , Valles C , Gilman R , et al. Amino acid and fatty acid profiles of the Inca peanut (*Plukenetia volubilis*) [J]. Cereal Chemistry , 1992 , 69(4) : 461 – 463.
- [4] 蔡志全 杨清 唐寿贤 等. 木本油料作物星油藤种子营养价值的评价[J]. 营养学报 , 2011 , 33(2) : 193 – 195.
- [5] Gutiérrez , Luis , Rosada , et al. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction [J]. Grasas Y Aceites , 2011 , 62(1) : 76 – 83.
- [6] Kanako Utsumi , Kaori Hagiwara , Nakamichi Watanabe , et al. The Effects of Sacha Inchi oil on lipid metabolism in rats [J]. Showa Women's University , 2008 , 818: 19 – 22.
- [7] 王榜琴, 余文刚, 孟千万 等. 植物生长调节剂对星油藤扦插生根的影响 [J]. 热带生物学报 2016(1) : 48 – 52.
- [8] 王榜琴. 南美星油藤在海南引种适应性研究 [D]. 海口: 海南大学 2016.
- [9] 魏芳 易建伟 王新发 等. 少量油菜种子含油量快速测定方法及应用 [J]. 中国油料作物学报 , 2009 , 31(4) : 517 – 521.
- [10] 姜慧芳 段乃雄. 花生品种蛋白质含量、含油量及脂肪酸组成的分析 [J]. 作物品种资源 , 1994 (4) : 29 – 31.
- [11] 君睿红 武岩 李伟 等. 不同品种向日葵种子含油量和亚油酸含量的比较 [J]. 种子 , 2012 , 31(10) : 5 – 8.
- [12] José R , Marke W , Westgate. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition [J]. Field Crops Research , 2009 , 110(2) : 147 – 156.
- [13] Bang H , Dyerberg J , Hjørne N. The composition of food consumed by Greenland eskimos [J]. Acta Medica Scandinavica , 1976 , 200(1/2/3/4/5/6) : 69 – 73.
- [14] 蔡志全. 特种木本油料作物星油藤的研究进展 [J]. 中国油脂 , 2011 , 36(10) : 1 – 6.
- [15] 杨静 常蕊. α - 亚麻酸的研究进展 [J]. 农业工程 , 2011(1) : 72 – 76.
- [16] 李高阳 丁霄霖. 亚麻籽油中脂肪酸成分的 GC-MS 分析 [J]. 食品与机械 , 2005 , 21(5) : 30 – 32.
- [17] Manel I , Guido F , Faten B , et al. Effect of the growing area conditions on differentiation between Chemlali and Chétoui olive oils [J]. Food Chemistry , 2010 , 119(1) : 220 – 225.

Biological Characteristics of *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) Seeds in Hainan Island

YU Xudong¹ , LI Yijia² , SONG Xiqiang¹ , NIU Jun¹ , FANG Zanshan³ , ZHOU Yang¹ , YANG Zexiu³

(1. College of Horticulture and Landscape Architecture , Hainan University , Haikou , Hainan 570228 , China; 2. Zhangzhou Institute of Technology , Zhangzhou , Fujian 363000 , China; 3. Hainan Evergreen Landscape Technology Limited Company , Haikou , Hainan 571100 , China)

Abstract: *Plukenetia volubilis* seeds were collected from a Bawangling planting base , Changjiang county , Hainan province to determine their contents of water , proteins , oils and fatty acids. The results showed that the *P. volubilis* seeds contained 7.49% of water and 27.41% of protein and gave an oil yield of 60.04% by average , which indicated that *P. volubilis* seeds were of high protein and oil. Five fatty acids including palmitic acid , stearic acid , oleic acid , linoleic acid and linolenic acid were identified in the *P. volubilis* seeds by using the gas chromatography system , The seeds contained 90.16% of unsaturated fatty acids (oleic acid , linoleic acid and linolenic acid) , and 79.51% of polyunsaturated fatty acids (linoleic acid and linolenic acid) which are essential for human body. The findings indicated that *P. volubilis* could be used as an important resource of liana oil plant.

Keywords: *Plukenetia volubilis*; seed components; oil; polyunsaturated fatty acid