

美藤果品质及其影响因素分析

朱艳琼¹, 陶 银², 陈国艳², 杨水艳², 聂绪恒²

(1. 曲靖市粮油产品质量监督检验站, 云南 曲靖 655000; 2. 云南省粮油科学研究院
(云南省粮油产品质量监督检验测试中心), 昆明 650033)

摘要:美藤果作为一种高营养价值的新颖油料, 具有重要的开发价值。检测了中国西双版纳、普洱、红河及老挝 102 份美藤果的品质指标, 并考察了产地、病虫害与施肥对美藤果品质的影响。结果表明: 美藤果平均含油量为 37.4%, 平均蛋白质含量为 22.1%, 油中不饱和脂肪酸含量高达 92.17%, 其中亚麻酸占 45.34%。产地对美藤果品质具有显著影响, 而施肥、病虫害对美藤果品质影响较小。不同产地美藤果的蛋白质、硬脂酸、亚麻酸含量具有显著差异, 其中西双版纳样品的蛋白质含量显著高于普洱的, 中国西双版纳、红河与老挝样品的硬脂酸含量均显著高于中国普洱的, 而中国普洱样品的亚麻酸含量显著高于老挝和中国红河的。此外, 施肥有利于提高美藤果的含油量。

关键词:美藤果; 含油量; 蛋白质含量; 脂肪酸组成; 产地; 病虫害; 施肥

中图分类号: TS222+.1; TS227 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2020)11-0123-04

Quality and its influencing factors of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seed

ZHU Yanqiong¹, TAO Yin², CHEN Guoyan², YANG Shuiyan², NIE Xuheng²

(1. Qujing Grain and Oil Products Quality Supervision and Inspection Station, Qujing 655000, Yunnan, China; 2. Yunnan Grain and Oil Science Research Institute (Yunnan Grain and Oil Product Quality Supervision and Inspection Center), Kunming 650033, China)

Abstract: As a new type of oilseed with high nutritional value, sacha inchi seed has important development value. The qualities of 102 samples of sacha inchi seed in Xishuangbanna, Pu'er and Honghe in China and Laos were determined, and the effects of origin, diseases and pests and fertilization on quality of sacha inchi seed were analyzed. The results showed that the average contents of oil and protein in sacha inchi seed were 37.4% and 22.1%, respectively. The contents of unsaturated fatty acid and linolenic acid in sacha inchi seed oil were 92.17% and 45.34%, respectively. The origin had significant influence on the quality of sacha inchi seed, while fertilization, diseases and pests had little influence. There were significant differences in protein, stearic acid and linolenic acid contents among sacha inchi seeds from different regions. The protein content of Xishuangbanna was significantly higher than that of Pu'er, and the stearic acid contents of Laos, Xishuangbanna and Honghe in China were significantly higher than that of Pu'er in China, while the linolenic acid content of Pu'er in China was significantly higher than that of Laos and Honghe in China. In addition, fertilization could increase the oil content in sacha inchi seed.

Key words: sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seed; oil content; protein content; fatty acid composition; origin; diseases and pests; fertilization

收稿日期: 2020-04-24; 修回日期: 2020-05-14

作者简介: 朱艳琼(1974), 女, 工程师, 主要从事粮油产品检测及相关研究工作 (E-mail) 821793078@qq.com。

通信作者: 杨水艳, 工程师, 硕士 (E-mail) ysy200891@126.com; 聂绪恒, 工程师, 博士 (E-mail) niekon2014@163.com。

美藤果作为高营养价值、高含油油料作物, 由中国科学院西双版纳热带植物园于 2006 年成功引进, 目前在老挝、缅甸及中国云南省的西双版纳州、普洱市、红河州等地均有大面积种植^[1-4]。美藤果当年种植, 当年就可以挂果, 2~3 年后进入盛产期, 盛产

期在7~10年,美藤果种子产量可达1 500~3 000 kg/hm²^[5]。美藤果种子含油量为41%~54%,蛋白质含量为25%~27%^[6]。2013年美藤果油获批为新资源食品,美藤果油中不饱和脂肪酸含量高达90%以上,亚油酸、亚麻酸含量很高,占80%以上^[7-9],对调节血脂、护肝、增强免疫力、改善记忆、预防心血管疾病、保养肌肤等方面有显著作用^[10-12]。美藤果作为一种新兴的高营养价值的木本油料,具有重要的研究开发价值。本文主要从美藤果3个重要品质指标(含油量、蛋白质含量、脂肪酸组成)入手,对不同产地、不同种植方法及病虫害区域的美藤果品质进行比较分析,以期对美藤果种植有一定的参考意义。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

美藤果,由西双版纳印奇生物资源开发有限公司采集并提供,共102份,每份3 000 g,其中69份采自中国西双版纳州,7份采自中国普洱市,5份采自中国红河州,21份采自老挝。西双版纳的样品中,有45份采自正常种植区域,14份采自病虫害区域,剩余10份采自施肥区域。采集时间为2016—2018年的不同收获月份。

EDTA标准品(含氮量9.58%),丹麦FOSS公司;氢氧化钾(分析纯),天津市致远化学试剂有限公司;硫酸氢钠(分析纯)、异辛烷(分析纯),国药集团化学试剂有限公司;甲醇(分析纯)、石油醚(分析纯),天津市风船化学试剂科技有限公司。

1.1.2 仪器与设备

PM200行星式球磨仪,德国Retsch公司;YS-02小型高速粉碎机,北京燕山正德机械设备有限公司;SERI48脂肪测定仪,意大利VELP公司;ThermoStable SOFW155电热鼓风干燥箱,韩国DAIHAN Scientific公司;Dumatec 8000杜马斯燃烧定氮仪,丹麦FOSS公司;456-GC气相色谱仪,天美(中国)科学仪器有限公司;HW-SY21-K4C恒温水浴锅,北京市长风仪器仪表公司;DFCNW-10L氮吹仪,杭州德克尔实验设备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品制备

所有样品均带有果壳,在测定之前用孔径4.5 mm的筛子去除灰尘等杂质,果壳、纯果仁等手工去除。所有样品用PM200行星式球磨仪以560 r/min粉碎90 s,此时样品成膏状,果肉、果壳粉碎充分且基本不会出油,粉碎好的样品用聚四氟乙烯袋密封

待测。

取10 g粉碎样品于具塞三角瓶中,加入20 mL石油醚(沸程30~60℃),塞上塞子浸泡过夜后用滤纸过滤,收集滤液于烧杯中,于40℃水浴中用氮气吹干石油醚,收集油脂于10 mL聚四氟乙烯离心管中备用,用于美藤果油脂脂肪酸组成检测。

1.2.2 检测方法

水分含量测定参照GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》第一法直接干燥法。每个样品重复测定2次,相对误差不得超过10%。

含油量测定参考GB/T 14488.1—2008《植物油料 含油量测定》、GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》及文献[13]。称取2.5 g(精确到0.001 g)样品于滤纸筒中,加石油醚(沸程60~90℃)于130℃浸提4 h,淋洗3 h,滤液经回收石油醚,干燥1.5 h后冷却称重。每个样品重复测定2次,相对误差不得超过10%。

蛋白质含量测定参考GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》第三法燃烧法。仪器条件:燃烧炉顶部温度1 100℃,底部温度300℃;还原炉顶部温度600℃,底部温度750℃;恒温箱温度40℃;IC反应器温度150℃。以EDTA为标准物质建立工作曲线,称取约100 mg样品进行测定。蛋白质含量以N含量乘以系数6.25。每个样品重复测定2次,相对误差不得超过10%。

脂肪酸组成测定参考GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》进行前处理。气相色谱条件:Thermo TR-FAME毛细管色谱柱(0.25 mm×100 m,0.25 μm);N₂流量0.8 mL/min;分流比20:1;进样口温度220℃;FID检测器温度250℃,FID尾吹流量30 mL/min,H₂流量18 mL/min,空气流量150 mL/min;程序升温为150℃保持1 min,以6.0℃/min速率升至230℃,保持20 min。

1.2.3 统计分析

采用SAS V. 9.2软件(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 美藤果品质指标统计结果

对102份样品的品质指标进行统计分析,结果见表1。

从表1可见,102份美藤果的平均含油量为37.4%,平均蛋白质含量为22.1%,美藤果油含有丰富的不饱和脂肪酸,占92.17%,其中亚麻酸含

量高达45.34%,远比菜籽油(9.05%)^[14]、花生油(0.1%)、大豆油(8.70%)、橄榄油(1.15%)^[15]高,具有较高的营养价值。

表1 美藤果品质指标统计分析 %

项目	平均值	范围	95% 置信区间
含油量	37.4	32.0~40.2	37.1~37.7
蛋白质含量	22.1	18.0~24.9	21.8~22.4
棕榈酸	3.82	3.31~4.54	3.77~3.88
硬脂酸	3.03	2.25~3.94	2.98~3.09
油酸	8.10	6.16~10.30	7.90~8.30
亚油酸	38.73	35.51~43.44	38.44~39.01
亚麻酸	45.34	37.12~49.43	44.92~45.75

注:含油量、蛋白质含量均以干基计。下同。

表2 不同产地美藤果品质统计分析 %

项目	中国西双版纳(n=45)		中国普洱(n=7)		中国红河(n=5)		老挝(n=21)	
	范围	平均值±标准误差	范围	平均值±标准误差	范围	平均值±标准误差	范围	平均值±标准误差
含油量	32.0~39.2	37.1±1.4 ^a	35.1~39.2	37.8±1.4 ^a	37.0~40.2	38.4±1.2 ^a	36.3~39.0	37.4±0.8 ^a
蛋白质含量	19.1~24.9	22.4±1.4 ^a	19.0~22.6	20.6±1.3 ^b	18.0~24.7	21.4±2.8 ^{ab}	18.5~24.7	21.9±1.6 ^{ab}
棕榈酸	3.31~4.52	3.82±0.27 ^a	3.44~3.74	3.62±0.10 ^a	3.58~4.33	3.90±0.35 ^a	3.46~4.54	3.81±0.22 ^a
硬脂酸	2.25~3.94	3.03±0.28 ^a	2.42~2.74	2.59±0.11 ^b	2.64~3.56	3.03±0.47 ^a	2.91~3.49	3.11±0.16 ^a
油酸	6.16~9.96	8.13±1.00 ^a	6.35~7.69	7.18±0.48 ^a	7.48~9.89	8.51±1.24 ^a	6.88~10.30	8.07±0.77 ^a
亚油酸	36.13~43.42	38.51±1.50 ^a	35.68~40.07	38.40±1.35 ^a	35.51~40.19	38.26±2.03 ^a	37.30~43.44	39.46±1.38 ^a
亚麻酸	37.12~48.90	45.61±1.98 ^{ab}	46.73~49.43	47.35±0.98 ^a	41.04~48.38	43.61±3.29 ^b	37.18~46.64	44.58±2.06 ^b

注:西双版纳仅以正常区域的样品进行统计分析;每行肩标不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$),下同。

根据蔡志全^[16]的报道,海拔、温度、光照、降雨量等环境条件会直接影响美藤果的生长发育及种子的脂肪、蛋白质含量与脂肪酸组成。美藤果是一种强需光性植物,能够适应70~2000 m海拔高度及10~36℃温度范围。高纬度地区植物种子中的多不饱和脂肪酸含量及含油量比低纬度高温地区的更高,但对蛋白质积累的影响较小。长期干旱和低温是造成美藤果植株生长缓慢的主要原因,干旱会降低其种子含油量并会对其脂肪酸组成造成影响,但涝灾也会对植株造成伤害或增加病害。中国西双版纳、普洱、红河及老挝属于热带、亚热带地区,但4个地方在海拔、温度、光照、降雨量等方面仍具有一定的差异性,这也是造成4个不同产地美藤果蛋白质、硬脂酸、亚麻酸含量差异性的主要原因。

2.3 病虫害对美藤果品质的影响

将西双版纳正常区域的45份样品与14份病虫害区域样品进行比较分析,结果见表3。

从表3可见,采自正常区域的样品与采自病虫害区域的样品各指标之间均无显著差异,只是病虫害区域样品的亚油酸含量比正常区域的略高。

美藤果常见的虫害是玉米根虫、蟋蟀、切叶蚁等,其植株对镰刀菌和根结线虫极其敏感,这两类病

2.2 产地对美藤果品质的影响

对中国西双版纳、普洱、红河与老挝的美藤果样品品质进行统计分析,结果见表2。从表2可见:西双版纳美藤果样品的蛋白质含量显著高于普洱的,但中国西双版纳、红河与老挝以及中国普洱、红河与老挝的样品蛋白质含量并无明显差异;老挝与中国西双版纳、红河样品的硬脂酸含量无显著差异,但3个产地样品的硬脂酸含量都显著高于中国普洱的;中国普洱样品的亚麻酸含量显著高于老挝和中国红河的,但普洱与西双版纳以及中国西双版纳、红河与老挝之间并无明显差异。产地对含油量以及棕榈酸、油酸、亚油酸含量并无显著影响。

虫害对其幼苗和成年植株危害很大,常常造成植株大面积死亡,且高含油量的品种更容易感染根结线虫^[16]。虽然病虫害对美藤果种子的品质影响较小,但是对美藤果植株会造成重大损害,因此在种植过程中需要采取预防措施。

表3 正常区域与病虫害区域美藤果品质统计分析 %

项目	正常区域(n=45)		病虫害区域(n=14)	
	范围	平均值±标准误差	范围	平均值±标准误差
含油量	32.0~39.2	37.1±1.4 ^a	34.4~39.6	37.2±1.6 ^a
蛋白质含量	19.1~24.9	22.4±1.4 ^a	19.3~24.3	22.3±1.6 ^a
棕榈酸	3.31~4.52	3.82±0.27 ^a	3.34~4.37	3.83±0.36 ^a
硬脂酸	2.25~3.94	3.03±0.28 ^a	2.66~3.38	3.05±0.25 ^a
油酸	6.16~9.96	8.13±1.00 ^a	6.42~9.64	7.92±1.30 ^a
亚油酸	36.13~43.42	38.51±1.50 ^a	37.03~40.85	39.18±1.23 ^a
亚麻酸	37.12~48.90	45.61±1.98 ^a	41.58~48.09	45.15±2.36 ^a

2.4 施肥对美藤果品质的影响

将西双版纳正常区域的45份样品与10份施肥区域样品进行比较分析,结果见表4。

从表4可见,采自施肥区域与正常区域的美藤果品质并无显著差异,但是施肥区域样品的含油量略高于正常区域。

表4 正常区域与施肥区域美藤果品质统计分析 %

项目	正常区域(n=45)		施肥区域(n=10)	
	范围	平均值±标准误差	范围	平均值±标准误差
含油量	32.0~39.2	37.1±1.4 ^a	37.2~39.9	38.0±1.0 ^a
蛋白质含量	19.1~24.9	22.4±1.4 ^a	19.3~24.5	22.3±1.6 ^a
棕榈酸	3.31~4.52	3.82±0.27 ^a	3.63~4.18	3.94±0.22 ^a
硬脂酸	2.25~3.94	3.03±0.28 ^a	2.91~3.54	3.16±0.21 ^a
油酸	6.16~9.96	8.13±1.00 ^a	7.32~9.86	8.72±0.97 ^a
亚油酸	36.13~43.42	38.51±1.50 ^a	36.26~39.03	37.97±0.85 ^a
亚麻酸	37.12~48.90	45.61±1.98 ^a	43.00~47.43	45.40±1.42 ^a

邹娟等^[17]的研究表明,施用磷、钾和硼肥均有提高油菜籽含油量的趋势;赵继献等^[18]的研究表明,增加氮肥施用量可增加种子蛋白质含量和油酸含量,但却降低了含油量,同时还会对多种脂肪酸造成不同程度的影响。本文的研究则表明,施肥有利于提高美藤果的含油量,所以在种植的过程中可进行合理施肥。

3 结论

本文从中国云南西双版纳、普洱、红河以及老挝等不同美藤果种植基地采集了2016—2018年不同收获月份的102份样品,检测含油量、蛋白质含量及脂肪酸组成。结果表明:美藤果平均含油量为37.4%,平均蛋白质含量为22.1%,美藤果油饱和和脂肪酸含量高达92.17%,其中亚麻酸占45.34%。产地、病虫害与施肥3个因素中,产地对美藤果品质的影响最大,而施肥与病虫害对美藤果品质影响较小。不同产地因海拔、温度、光照与降雨量的不同,导致样品的蛋白质、硬脂酸、亚麻酸含量具有显著差异,其中西双版纳地区样品的蛋白质含量显著高于普洱的,但中国西双版纳、红河与老挝以及中国普洱、红河与老挝样品的蛋白质含量并无明显差异;老挝与中国西双版纳、红河样品的硬脂酸含量无显著差异,但3个产地样品的硬脂酸都显著高于中国普洱的;中国普洱样品的亚麻酸含量显著高于老挝和中国红河的,但普洱与西双版纳以及中国西双版纳、红河与老挝之间并无明显差异,此外施肥可以增加美藤果的含油量。

上述研究表明,不同产地种植的美藤果品质具有一定的差异性,充足的光照、适宜的纬度及温度对其产量及品质有利,长期干旱和涝灾则会对其植株及品质造成损害。在种植过程要采取适当的预防及处理措施,减少病虫害对美藤果植株的伤害,此外可以对美藤果植株进行合理施肥,以利于增加美藤果的含油量。

参考文献:

- [1] 郭永生, 马传国, 刘君, 等. 不同方法制备的美藤果油品质研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(2):84-88.
- [2] 谢蓝华, 陈佳, 张淑谊, 等. 美藤果蛋白的提取工艺及氨基酸组成分析[J]. 中国油脂, 2017, 42(5):40-44.
- [3] 薛莉, 杨瑞楠, 汪雪芳, 等. 美藤果油的营养组成分析与评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(9):2010-2015.
- [4] 张思佳, 黄璐, 熊周权, 等. 美藤果油研究进展[J]. 粮食与油脂, 2013, 26(6):4-6.
- [5] 韩本勇, 周志梅, 赵鹏, 等. 美藤果油的组成、性质及功能特性研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2019, 38(3):59-64.
- [6] CHIRINOS R, ZULOETA G, PEDRESCHI R, et al. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): a seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity [J]. Food Chem, 2013, 141(3):1732-1739.
- [7] CHIARA F, LAURA D, FRANCESCO C, et al. Chemical characterization of sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil [J]. J Agric Food Chem, 2011, 59(24):13043-13049.
- [8] VICENTE J, DE CARVALHO M G, GARCIA-ROJAS E E. Fatty acids profile of sachu inchi oil and blends by ¹H NMR and GC-FID[J]. Food Chem, 2015, 181:215-221.
- [9] 刘玉兰, 安柯静, 胡爱鹏, 等. 美藤果及其果油品质[J]. 食品科学, 2018, 39(3):193-199.
- [10] 王彦武. 美藤果油功效与毒理学研究进展[J]. 毒理学杂志, 2019, 33(6):496-499.
- [11] 李慧, 金红, 王晔, 等. 美藤果油增强免疫力的试验研究[J]. 现代食品, 2016(16):98-100.
- [12] 司茹, 郑梦思, 邹莉波. 美藤果油辅助改善小鼠记忆的功效[J]. 食品科学, 2017, 38(9):202-206.
- [13] NIU L J, LI J L, CHEN M S, et al. Determination of oil contents in sachu inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance [J]. Ind Crops Prod, 2014, 56:187-190.
- [14] 金栋华, 王超, 朱翔. 菜籽油和棉籽油餐饮煎炸过程中脂肪酸组成和极性组分变化规律研究[J]. 中国油脂, 2019, 44(6):40-44, 55.
- [15] 张建树. 脂肪酸组成与内源抗氧化剂对不同品种花生油稳定性的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2012.
- [16] 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.
- [17] 邹娟, 鲁剑巍, 李银水, 等. 氮、磷、钾、硼肥对甘蓝型油菜籽品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008(5):961-968.
- [18] 赵继献, 程国平, 任廷波, 等. 不同氮水平对优质甘蓝型黄籽杂交油菜产量和品质性状的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007(5):882-889.