

立地对油茶籽油抗氧化及紫外吸收能力的影响

何钰怡¹, 敬思群^{1*}, 孔嘉欣¹, 朱鸿明¹, 张文军¹, 张玉龙²

1. 韶关学院英东食品学院 (韶关 512005); 2. 韶关市友丰生态园林开发有限公司 (韶关 512005)

摘要 试验旨在考察立地 (不同坡向以及坡度因子) 对油茶籽油抗氧化性、氧化稳定性、紫外吸收能力的影响。以DPPH·自由基清除率评价油茶籽油的抗氧化活性, 采用分光光度法分析油茶籽油的紫外吸收能力, 利用油脂氧化分析仪测定油茶籽油的氧化诱导时间。结果表明: 抗氧化能力以南中坡最强; 南下坡的氧化诱导时间最长, 为286.2 h, 西下坡的氧化诱导时间最短, 为45.34 h; 氧化稳定性以南下坡最好; 南下坡油茶籽毛油紫外吸收能力最强。立地是影响油茶籽抗氧化性及紫外吸收能力的重要因素。

关键词 油茶籽油; 立地; 抗氧化性; 氧化稳定性; 紫外吸收性能

Effects of Site on Antioxidant Activity and Ultraviolet Absorption Properties of Camellia Seed Oil

HE Yuyi¹, JING Siqun^{1*}, KONG Jiabin¹, ZHU Hongming¹, ZHANG Wenjun¹, ZHANG Yulong²

1. Henry Fok College of Food Science & Engineering, Shaoguan University (Guangdong 512005);

2. Shaoguan Youfeng Ecological Garden Development Co., Ltd. (Shaoguan 512005)

Abstract The effects of site (slope orientation and slope position) on antioxidant activity, oxidation stability and ultraviolet absorption properties of camellia seed oil were observed. The antioxidant activity was evaluated by DPPH· free radical scavenging rate while ultraviolet absorption properties of camellia seed oil was analyzed by spectrophotometric method, and the oxidation induction time of *Camellia oleifera* oil was determined by lipid oxidation analyzer. The results showed that the antioxidant capacity of camellia seed oil in the south slope was the strongest. The oxidation induction time of down south was the longest that of 286.2 h while that of down west the shortest (45.34 h). The oxidation stability of down south was the best. Taken together, site was an important factor affecting antioxidant activity and ultraviolet absorption properties of camellia seed oil.

Keywords camellia seed oil; site; antioxidant activity; oxidation stability; UV absorption performance

油茶籽油是从山茶科 (Camellia) 油茶 (*Camellia oleifera* Abel.) 树种子中获得的, 是我国特有的木本油脂, 亦称山茶油, 油茶树是中国重要的油料作物之一^[1]。油茶籽油脂脂肪酸组成与世界上公认的最好的植物油脂橄榄油相似, 有“东方橄榄油”之美称。油茶籽含油率在50%左右, 山茶油营养丰富, 含脂肪酸 (不饱和脂肪酸93%, 其中油酸82%, 亚油酸11%)^[2]、山茶苷、茶多酚、皂苷、鞣质及富含抗氧化剂和具有消炎功效的角鲨烯, 山茶油还富含维生素E和钙、铁、锌等微量元素^[3], 被医学家和营养学家誉为“生命之

花”的锌元素, 含量是大豆油的10倍, 茶油中所含氨基酸的种类是所有食用油中最多的, 尤其是油茶油中含有橄榄油所没有的特定生理活性物质茶多酚和山茶苷。美国国家医药中心实验证实, 油茶油中的茶多酚和山茶苷对降低胆固醇和抗癌有明显的功效, 抗氧化, 耐贮存。鉴于山茶油中含有多种功能性成分, 因此长期食用则具有明显的预防心血管疾病、降血压、降血脂和防癌抗癌的特殊功效^[4-6]。

近年来的大多研究集中于产地和工艺对山茶油品质和抗氧化性的影响^[7]。叶洲辰等^[8]探究了海南油茶

[8] 郭丽芳. 不同温度和含氧量对猕猴桃采后生理及能量相关基因表达的影响[D]. 广州: 暨南大学, 2013.

[9] 庞立, 欧志升, 夏菠, 等. 采后不同贮藏条件对红阳猕猴桃生理特性的影响[J]. 农产品加工, 2016(4): 1-3, 8.

[10] 王斯好, 陈东元, 王璠, 等. 套袋处理对红阳猕猴桃果实品质及贮藏性的影响[J]. 江西农业学报, 2020, 32(6): 41-46.

[11] 牛佳佳, 袁云凌, 鲁云凤, 等. 冷藏条件下不同保鲜处理对金桃猕猴桃果实品质的影响[J]. 河南农业科学, 2020,

49(12): 115-123.

[12] 蒋昭琼, 程方平, 各祥根, 等. 猕猴桃贮藏品质性状的相关性分析[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(3): 113-115.

[13] BURDON J, LALLU N, FRANCIS K, et al. The susceptibility of kiwifruit to low temperature breakdown is associated with pre-harvest temperatures and at harvest soluble solids content[J]. Postharvest Biology & Technology, 2007, 43(3): 283-290.

籽油(茶油)与大陆优良品系茶油间品质差异,采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)、高效液相色谱技术(HPLC)对其脂肪酸和角鲨烯、维生素E、甾醇及茶多酚等活性成分进行检测,并评估了茶油提取物的抗氧化能力;仲山民等^[9]以压榨毛油、浸出毛油、精炼成品油3种油茶籽油为原料,对其主要理化指标、脂肪酸组成与含量以及不同年份的变化情况进行了分析与比较。油茶树一般选择土层深厚、疏松肥沃的山地红壤,或者是微酸性的砂壤土,主要生长在高山和丘陵地区,对于上坡、下坡、背阳、朝阳这样不同立地的油茶籽,其品质和功效的差异鲜见研究。仅有王彦花等^[10]报道立地对油茶籽出油率、理化及角鲨烯含量有显著影响,而关于立地对油茶籽抗氧化性、氧化稳定性及紫外吸收性能的影响未见报道。

油茶树是粤北地区特色经济植物,也是韶关重点发展的农作物之一,仅广东友丰油茶科技有限公司林场就拥有3万余亩油茶树。此次试验通过对不同立地(不同坡向以及坡度因子)的油茶籽抗氧化性、氧化稳定性、紫外吸收性能进行研究分析,对油茶树科学种植和油茶籽分类分级加工有科学指导作用,为油茶的集约化、规模化种植提供立地依据。

1 材料与方法

1.1 材料试剂与仪器

油茶籽于2020年11月采自韶关市浈江区犁市镇梅村林场,从不同坡向(东坡、南坡、西坡)、坡位(上坡、中坡、下坡)的9个立地采摘霜降茶籽;不同立地亚临界萃取油茶籽毛油:以丁烷为萃取溶剂,萃取压力为0.48 MPa,萃取温度为50℃,每次萃取40 min,分别萃取4次,得到9个亚临界萃取油茶籽毛油样品。

小麦胚芽油,食品级,河北家丰植物油有限公司;1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH·),分析纯,上海源叶生物科技有限公司。

CBE-20L亚临界萃取科研实验装置(河南省亚临界生物技术有限责任公司);SHE-3000G全波长多功能酶标仪分析仪(上海美谱达仪器有限公司);UV-2600紫外可见分光光度计[岛津企业管理(中国)有限公司];VELP Oxitest油脂氧化分析仪(意大利Velp公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 油茶籽油抗氧化活性评价

以DPPH·自由基清除能力为抗氧化模型,以 IC_{50} 值表示DPPH·自由基清除能力, IC_{50} 值表示样品抑制DPPH的吸光度50%时的样品浓度, IC_{50} 值越小,抗氧化能力越强。参照Jing等^[11]的方法进行,样品的DPPH·自由基清除率按式(1)计算。

$$DPPH \cdot \text{清除率} = [1 - (A_1 - A_2) / A_3] \times 100\% \quad (1)$$

式中: A_1 为样品组吸光度; A_2 为空白组吸光度; A_3 为阴性对照组吸光度。

1.2.2 油茶籽油氧化稳定性评价

采用VELP Oxitest油脂氧化分析仪^[12]。在85℃和100℃下测定待测油茶籽毛油样品的诱导时间,诱导时间越长,表明油样抗氧化稳定性越强^[13]。利用油茶籽毛油诱导期与氧化温度作图,推算出油茶籽毛油样品在20℃下的氧化诱导时间。以小麦胚芽油作对照。若测得在20℃下保质期为24个月的小麦胚芽油的氧化

诱导时间,由公式 $\frac{A}{X} = \frac{B}{24}$ 就可算出某个立地油茶籽油的货架期。式中: A 表示油茶籽油样品的氧化诱导时间, B 表示小麦胚芽油氧化诱导时间, X 表示某一立地的油茶籽油样品的货架期。

1.2.3 油茶籽油紫外吸收性能评价

以环己烷为参比设置基线,设置扫描波段200~400 nm,波长每增加20 nm测定1次,试验平行3次,依次测定9个油茶籽毛油样品溶液的平均透光率^[14];根据9个油茶籽毛油样品溶液的平均透光率的测定结果计算平均紫外线吸收率。平均紫外线吸收率越大,则油茶籽油紫外线吸收能力越高,防晒性能越好。

$$\text{平均紫外线吸收率}(\%) = 100 - \text{平均透光率}(\%)$$

(2)

1.3 数据处理

数据采用Microsoft Excel 2016软件、SPSS 22.0统计软件进行整理;图采用Prism 5.0软件绘制;相关性分析采用双变量Pearson检验, $p < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 立地对油茶籽油抗氧化性的影响

从图1可知,9个立地油茶籽毛油均具有清除DPPH自由基的能力,皆呈剂量效应关系。当质量浓度为10 mg/mL时,抗氧化性从强到弱的顺序为南中坡(27.63%)>南下毛油(27.08%)>南上毛油(20.28%)>西上毛油(18.59%)>东下毛油(17.76%)>西下毛油(17.54%)>东上毛油(17.08%)>东中毛油(16.36%)>西中毛油(15.28%),以南中坡油茶籽油的抗氧化性最强。

2.2 立地对油茶籽油氧化稳定性的影响

根据双切线法求出氧化诱导时间(见表1),图3是由设定的2个氧化温度85℃、100℃下测得诱导时间由仪器导出的关于样品氧化温度和诱导时间的线性曲线。不同立地油茶籽毛油在20℃下的氧化诱导时间见图2。诱导时间越长,表明油茶籽油抗氧化稳定性越强。9个立地的油茶籽毛油氧化稳定性强弱顺序为南下坡>南中坡>东下坡>东上坡>西上坡>西中坡>南上坡>东中坡>西下坡。

*通信作者;基金项目:韶关学院2020年大学生创新创业训练计划项目,韶关学院第一批师生共创“专创”工作室项目,2020年度韶关市科技计划项目社会发展方向(支持科研工作者经费)高等院校科研项目(项目编号:200811114531603),韶关市2020年度油茶产业项目(GDSCY2010-028)。

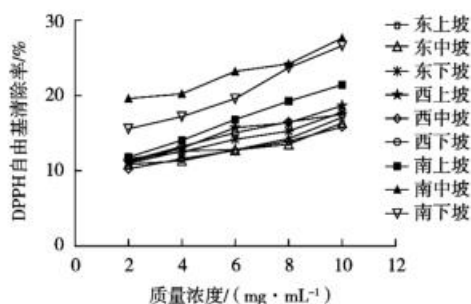


图1 对DPPH·自由基清除能力

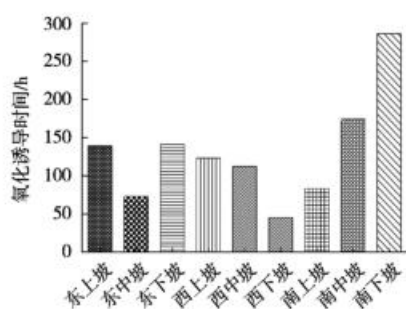


图2 不同立地油茶籽油的氧化诱导时间

表1 油茶籽油氧化诱导时间及货架期

样品	拟合方程	R^2	IP/h	货架期/月
东上坡	$\ln(IP) = -0.082\ 025T + 9.757\ 173$	1.000 0	139.23	21.51
东中坡	$\ln(IP) = -0.092\ 167T + 9.311\ 972$	1.000 0	73.00	11.28
东下坡	$\ln(IP) = -0.090\ 361T + 9.938\ 982$	1.000 0	141.28	21.82
西上坡	$\ln(IP) = -0.082\ 639T + 9.650\ 169$	1.000 0	123.35	19.05
西中坡	$\ln(IP) = -0.089\ 027T + 9.683\ 538$	1.000 0	112.29	17.34
西下坡	$\ln(IP) = -0.086\ 165T + 8.726\ 852$	1.000 0	45.34	7.00
南上坡	$\ln(IP) = -0.091\ 775T + 9.439\ 914$	1.000 0	83.25	12.86
南中坡	$\ln(IP) = -0.105\ 118T + 10.442\ 788$	1.000 0	174.23	26.91
南下坡	$\ln(IP) = -0.096\ 112T + 11.073\ 694$	1.000 0	286.20	44.21
小麦胚芽油	$\ln(IP) = -0.085\ 622T + 9.940\ 168$	1.000 0	155.38	24.00

注: IP表示氧化诱导时间(h); T表示样品氧化温度(°C); R^2 表示标准曲线斜率。

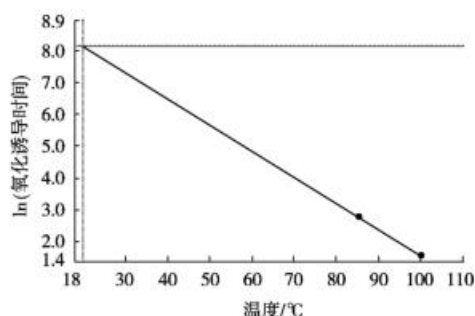


图3 Oxitest测定东上坡样品的氧化温度和诱导时间关系

2.3 立地对油茶籽油紫外吸收性能的影响

200~400 nm的紫外光是太阳光对人体皮肤产生有害损伤的主要波长,且按照其对皮肤损伤用作

可将其分为三个波段:UVC(200~280 nm)、UVB(280~320 nm)、UVA(320~400 nm)。由图4可知:不同立地的油茶籽毛油对200~400 nm的紫外线均有比较明显的吸收效果,特别是UVC波段,对UVB及UVA波段则明显变差;平均紫外线吸收率越大,则油茶籽油紫外线吸收能力越高,防晒性能越好,南下油茶籽毛油在200~400 nm 11个波段的平均紫外线吸收率均为最大,吸收紫外线的的能力最好,以南下坡紫外线吸收率最高,达94.82%,说明其防晒能力最强。

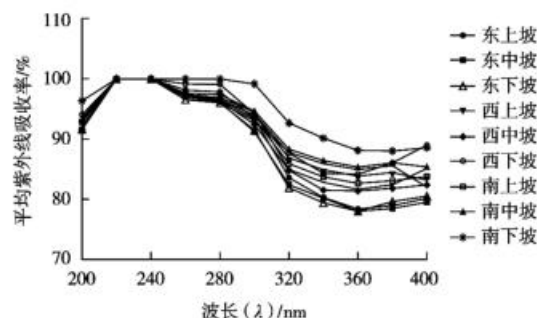


图4 在200~400 nm波长下的平均紫外吸收能力

不同立地的油茶籽油抗氧化性、氧化稳定性和紫外吸收能力总结见表2。南中坡油茶籽油的抗氧化性最强,南下坡的氧化诱导时间最长,南下毛油的紫外吸收能力最强。

表2 不同立地油茶籽油抗氧化性、氧化稳定性和紫外吸收能力试验结果

样品	抗氧化性(清除DPPH·的 IC_{50} 值)/(mg·mL ⁻¹)	氧化稳定性(氧化诱导时间)/h	紫外吸收能力(平均紫外线吸收率)/%
东上坡	41.650 ± 2.593	139.23	89.41
东中坡	43.990 ± 2.933	73.00	88.60
东下坡	38.950 ± 1.203	141.28	88.65
西上坡	36.680 ± 5.678	123.35	91.13
西中坡	44.200 ± 1.761	112.29	89.97
西下坡	37.440 ± 1.757	45.34	92.52
南上坡	31.260 ± 0.174	83.25	90.86
南中坡	21.120 ± 0.255	174.23	92.21
南下坡	23.960 ± 0.862	392.33	94.82

2.4 相关性分析

由表3可知,不同立地油茶籽油浓度与其抗氧化性(DPPH·清除能力)均呈显著相关性,相关系数范围 $r=0.955\sim0.999$,说明不同立地油茶籽油浓度均与其抗氧化性(DPPH·清除能力)显著相关。浓度越高,抗氧化性越强。

由表4可知,不同立地油茶籽油在不同波长下与其紫外线吸收率均呈极显著相关性,相关系数范围 $r=-0.871\sim-0.791$,为负相关,与2.3小节的结果一致,说明不同立地油茶籽油在不同波长下与其紫外线吸收率显著相关。

表3 不同立地油茶籽油浓度与其抗氧化性的相关性分析

指标	浓度	东上坡	东中坡	东下坡	西上坡	西中坡	西下坡	南上坡	南中坡	南下坡
浓度	1									
东上	0.955 [*]	1								
东中	0.959 ^{**}	0.973 ^{**}	1							
东下	0.985 ^{**}	0.972 ^{**}	0.994 ^{**}	1						
西上	0.988 ^{**}	0.929 [*]	0.954 [*]	0.979 ^{**}	1					
西中	0.995 ^{**}	0.978 ^{**}	0.978 ^{**}	0.993 ^{**}	0.983 ^{**}	1				
西下	0.993 ^{**}	0.917 [*]	0.922 [*]	0.959 ^{**}	0.987 ^{**}	0.978 ^{**}	1			
南上	0.999 ^{**}	0.943 [*]	0.954 [*]	0.982 ^{**}	0.989 ^{**}	0.991 ^{**}	0.995 ^{**}	1		
南中	0.976 ^{**}	0.951 [*]	0.992 ^{**}	0.997 ^{**}	0.978 ^{**}	0.982 ^{**}	0.952 [*]	0.975 ^{**}	1	
南下	0.988 ^{**}	0.961 ^{**}	0.967 ^{**}	0.984 ^{**}	0.960 ^{**}	0.988 ^{**}	0.967 ^{**}	0.987 ^{**}	0.975 ^{**}	1

注: *表示相关性显著 ($p < 0.05$), **表示相关性极显著 ($p < 0.01$)。

表4 不同立地油茶籽油与紫外线吸收率的相关性分析

指标	波长	东上	东中	东下	西上	西中	西下	南上	南中	南下
波长	1									
东上	-0.866 ^{**}	1								
东中	-0.871 ^{**}	0.997 ^{**}	1							
东下	-0.856 ^{**}	0.995 ^{**}	0.998 ^{**}	1						
西上	-0.865 ^{**}	0.994 ^{**}	0.997 ^{**}	0.996 ^{**}	1					
西中	-0.847 ^{**}	0.994 ^{**}	0.997 ^{**}	0.998 ^{**}	0.997 ^{**}	1				
西下	-0.791 ^{**}	0.980 ^{**}	0.979 ^{**}	0.985 ^{**}	0.970 ^{**}	0.983 ^{**}	1			
南上	-0.862 ^{**}	0.996 ^{**}	0.999 ^{**}	0.999 ^{**}	0.998 ^{**}	0.999 ^{**}	0.980 ^{**}	1		
南中	-0.849 ^{**}	0.994 ^{**}	0.996 ^{**}	0.994 ^{**}	0.999 ^{**}	0.997 ^{**}	0.971 ^{**}	0.997 ^{**}	1	
南下	-0.844 ^{**}	0.983 ^{**}	0.970 ^{**}	0.962 ^{**}	0.970 ^{**}	0.965 ^{**}	0.944 ^{**}	0.969 ^{**}	0.972 ^{**}	1

注: *表示相关性显著 ($p < 0.05$), **表示相关性极显著 ($p < 0.01$)。

3 结论

立地对油茶籽油的DPPH·自由基清除能力、氧化稳定性和紫外吸收能力均具有明显影响。抗氧化能力以南中坡油茶籽油作用最强,南下坡的氧化诱导时间最长,西下坡的氧化诱导时间最短;不同立地的油茶籽毛油对200~400 nm的紫外线均有比较明显的吸收效果,南下坡在200~400 nm 11个波段的平均紫外线吸收率均为最大,吸收紫外线的的能力最好。在实际应用中,若以抗氧化性为导向,则选用南中坡位的油茶籽;若以紫外吸收能力为导向,则选用南下坡位的油茶籽。

参考文献:

- [1] 杨建远. 水法提取茶油过程中天然组分乳化机制及破乳提油技术的研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2019.
- [2] SU M H, SHIH M C, LIN K H. Chemical composition of seed oils in native Taiwanese Camellia species[J]. Food Chemistry, 2014, 156: 369-373.
- [3] 谭传波, 田华, 赖琼玮, 等. 鲜榨山茶油中生物活性物质研究[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(11): 19-21.
- [4] 钟丹, 蒋孟良, 王震. 茶油的化学成分、药理作用及临床应用研究进展[J]. 中南药学, 2012, 10(4): 299-303.
- [5] 李宁, 贺均林, 王敏. 山茶油的药理活性及专利应用[J]. 广州化工, 2013, 41(10): 30-33.

- [6] CHEN L, CHEN J, XU H. Sasanquas aponin from Camellia oleifera Abel induces cell cycle arrest and apoptosis in human breast cancer MCF-7 cells[J]. Fitoterapia, 2013, 84: 123-129.
- [7] 叶敏倩, 吴峰华, 芮鸿飞, 等. 不同产地油茶籽油主要特征组分分析[J]. 食品科学, 2020, 41(20): 222-226.
- [8] 叶洲辰, 吴友根, 于靖, 等. 不同产地油茶籽油提取物的抗氧化活性比较分析及其营养评价[J]. 生物技术通报, 2019, 35(10): 80-88.
- [9] 仲山民, 杨凯, 王超, 等. 不同种类油茶籽油的品质分析与比较[J]. 经济林研究, 2015, 33(2): 26-33.
- [10] 王彦花, 张云, 王容, 等. 立地对油茶籽出油率及油茶籽油品质的影响研究[J]. 中国油脂, 2019, 44(6): 102-105, 115.
- [11] JING S Q, CHAI W J, GUO G, et al. Comparison of antioxidant and antiproliferative activity between Kunlun Chrysanthemum flowers polysaccharides (KCCP) and fraction PII separated by column chromatography[J]. Journal of Chromatography B, 2016(1019): 169-177.
- [12] 王贺, 余佳浩. 不同加工工艺茶籽油热稳定性研究[J]. 发酵科技通讯, 2021, 50(1): 40-43.
- [13] 李晓龙. 粉末油脂氧化稳定性分析方法的评估[D]. 无锡: 江南大学, 2016.
- [14] 胡伟, 李湘洲, 王郝为, 等. 茶油氧化过程中紫外吸收光谱特性[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(5): 92-95.