

茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯的制备及其抗氧化作用

刘国艳, 王建军, 马 骥, 黄亦文, 徐 鑫*

(扬州大学 食品科学与工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘要: 以茶叶籽油中的极性伴随物为研究对象, 进行酯化反应制备脂溶性极性伴随物棕榈酸酯并优化制备工艺, 同时考察其体外及在油脂中的抗氧化性能。结果表明: 制备最佳工艺为极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为1.0:4.5、极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比为1.0:4.0、温度45℃、时间8h。此条件下产品得率为 $(83.34 \pm 1.22)\%$, 半抑制浓度为 $(42.25 \pm 1.37) \mu\text{mol/L}$; 制备柚皮素-7-O- $[\beta\text{-D-吡喃木糖基}(1\rightarrow6)]$ $[\beta\text{-D-葡萄糖基}(1\rightarrow3)-\alpha\text{-L-鼠李糖基}(1\rightarrow2)]$ - $\beta\text{-D-葡萄糖苷}$ 、槲皮素、儿茶素和茶多酚的棕榈酸酯, 油脂中的抗氧化效果由高到低依次为茶多酚棕榈酸酯、儿茶素棕榈酸酯、槲皮素棕榈酸酯、柚皮素-7-O- $[\beta\text{-D-吡喃木糖基}(1\rightarrow6)]$ $[\beta\text{-D-葡萄糖基}(1\rightarrow3)-\alpha\text{-L-鼠李糖基}(1\rightarrow2)]$ - $\beta\text{-D-葡萄糖苷}$ 棕榈酸酯, 物质单体制备成棕榈酸酯形式后仍具有较强的抗氧化能力。

关键词: 茶叶籽油; 极性伴随物; 棕榈酸酯; 抗氧化; 食品科学

中图分类号: TS 225.1⁺4

文献标志码: A

文章编号: 2095-8730(2020)01-0066-06

我国是茶叶生产大国, 茶文化历史悠久,^[1-2] 茶园遍布全国20多个省份, 茶叶籽资源丰富。茶叶籽油是山茶科植物茶树(*Camellia sinensis* O' Ktze)的成熟种子(茶叶籽仁)中所获得的植物油,^[3] 在医药、保健等行业均具有广阔的应用前景。^[4] 茶叶籽油素有“东方橄榄油”之称,^[5] 饱和脂肪酸含量高达80%,^[6] 具有良好的耐储藏性和稳定性,^[7-8] 王俐娟等^[9] 从茶叶籽油极性伴随物中鉴定结果多为芦丁和儿茶素类; 王华清^[10] 从茶叶籽油中确定了4种黄酮类物质, 如柚皮素-7-O- $[\beta\text{-D-吡喃木糖基}(1\rightarrow6)]$ $[\beta\text{-D-葡萄糖基}(1\rightarrow3)-\alpha\text{-L-鼠李糖基}(1\rightarrow2)]$ - $\beta\text{-D-葡萄糖苷}$ 等, 均表现出一定的抗氧化能力。

茶叶籽油极性伴随物含较多酚羟基, 易溶于水, 难溶于油, 添加至油脂中会引起沉淀、浑浊。但可与脂肪酸酐或脂肪酸酰氯发生酯化反应形成酚酯,^[11] 可对茶叶籽油极性伴随物进行改性, 制备为棕榈酸酯形式。刘帅华^[12] 发现表没食子

儿茶素没食子酸酯(EGCG)改性后, EGCG棕榈酸酯的稳定性和脂溶性均有显著提高; 陈平等^[13] 对EGCG棕榈酸酯的抗氧化性进行研究, 发现EGCG棕榈酸酯的抗氧化能力与特丁基对苯二酚(TBHQ)相当。本研究将茶叶籽油极性伴随物改性为棕榈酸酯形式, 并探讨在猪油中的抗氧化效果, 为茶叶籽油极性伴随物及其棕榈酸酯形式的进一步开发和应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

茶叶籽: 采购于河南桐柏; 茶叶籽油: 采用压榨法提取; 猪油、极性伴随物(其平均相对分子质量为552)、柚皮素-7-O- $[\beta\text{-D-吡喃木糖基}(1\rightarrow6)]$ $[\beta\text{-D-葡萄糖基}(1\rightarrow3)-\alpha\text{-L-鼠李糖基}(1\rightarrow2)]$ - $\beta\text{-D-葡萄糖苷}$ (以下简称化合物M)、槲皮素: 实验室制备; 儿茶素: 南京源植生物有限公司; 棕榈酸酯(A. R): 上海阿拉丁生化

收稿日期: 2019-06-21 * 通信作者

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31671785); 北京工商大学中加开放基金(KFKT-ZJ-201805); 扬州大学大学生科技创新基金(x20180865)

作者简介: 刘国艳, 女, 扬州大学食品科学与工程学院副教授, 博士, 从事油脂营养、安全检测及深加工研究;

徐 鑫, 男, 扬州大学食品科学与工程学院教授, 博士, 从事天然功效成分研究。

科技股份有限公司; DPPH: 美国 Sigma 公司; 氢氧化钠、盐酸、乙酸乙酯、甲醇(A. R): 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

UV1000 紫外分光光度计: 上海天美科学仪器有限公司; Rv - 10 basic 旋转蒸发仪、Vortex Genius - 3 旋涡混合仪、Ultra - Turrax T18basic 分散机: 德国 IKA 公司; SHB - III 真空泵: 河南巩义市杜甫仪器厂; BSA224S 电子天平: 赛多利斯科学仪器有限公司; PHS - 3E pH 计: 上海仪电科学仪器股份有限公司; SHJ - A6 水浴恒温磁力搅拌器: 金坛市盛威实验仪器厂; H1850R 台式高速冷冻离心机: 长沙湘仪离心机仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 茶叶籽油极性伴随物的提取

根据卢鹤^[14]的方法并略有改动, 适量茶叶籽油, 料液体积比1:5加入 2 mol/L 的氢氧化钠溶液, 放入转子后密封, 40 °C 条件下消化 3 次, 每次 4 h。冷却后调节 pH 为 2.0, 8 000 r/min 转速下离心 15 min, 收集合并反应液, 添加反应液 50% 体积的乙酸乙酯萃取 5 次。离心分离, 收集萃取液于 45 °C 下减压浓缩至干, 于 -4 °C 冰箱里密封避光保存。

1.3.2 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯制备工艺的优化

1.3.2.1 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯的合成

根据王洪新等^[15]的方法并略有改动, 称取适量茶叶籽油极性伴随物添加到乙酸乙酯中, 完全溶解后加入适量氢氧化钠和棕榈酰氯, 一定温度下搅拌反应, 一段时间后进行稀盐酸洗涤和 5 次水洗, 使反应液呈中性, 减压浓缩至干燥, 得到粉末状固体产品。

1.3.2.2 单因素试验

以得率和半抑制浓度(IC₅₀)为衡量指标, 分别考察极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比(1.0:1.5、1.0:2.5、1.0:3.5、1.0:4.5)、极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比(1.0:2.0、1.0:3.0、1.0:4.0、1.0:5.0)、温度(35、40、45 和 50 °C)、时间(6、8、10 和 12 h)这 4 个因素, 初步确定制备茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯工艺, 每个试验 4 个不同水平平行进行 3 次试验, 结果取其平均值。

1.3.2.3 正交试验

根据单因素实验结果设计 L₉(3⁴) 正交试验, 因素水平表如表 1 所示。考察产品得率及抗氧化能力, 筛选出最优条件并进行验证。

表 1 L₉(3⁴) 正交试验因素水平

水平	A: 极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比	B: 极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比	C: 温度 / °C	D: 时间 / h
1	1.0:2.5	1.0:3.0	40	8
2	1.0:3.5	1.0:4.0	45	10
3	1.0:4.5	1.0:5.0	50	12

1.3.3 加速氧化试验

王春花等^[16]对油脂中茶多酚棕榈酸酯的添加量进行研究, 发现 0.03% 为最佳添加量。准确称取化合物 M、槲皮素、儿茶素、茶多酚各 18 mg 分别加入 5.4 mL 乙醇振荡至完全溶解。样品溶液分别加入 60 g 猪油, 充分混合后于真空下加热浓缩去除乙醇, 备用。

准确称取化合物 M 棕榈酸酯、槲皮素棕榈酸酯、儿茶素棕榈酸酯、茶多酚棕榈酸酯各 18 mg 置于 4 个 250 mL 已称重的三角瓶中, 分别加入 10 g 已加热至 80 °C 的猪油, 完全溶解, 再加入 50 g 猪油, 高速剪切机均质, 备用。

将制备好的样品以及空白样品放进 60 °C 的烘箱中开始试验, 第一次隔 3 d 取样测试过氧化值, 之后每隔 5 d 取样测试过氧化值(POV 值)。

1.3.4 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯油溶性、透明度的测定

称取适量的茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯添加到油脂中, 肉眼观察有无杂质残留, 紫外分光光度计 660 nm 波长下测定油样的吸光度。

1.3.5 DPPH·自由基清除能力的测定

根据徐鑫等^[17]的方法并略有改动, 配制 5 个质量浓度梯度的样品甲醇溶液, 0.1 mmol/L 的 DPPH 甲醇溶液。样品组由 1 mL 样品和 1 mL DPPH 甲醇溶液组成; 对照组 1 由 1 mL 甲醇和 1 mL DPPH 甲醇溶液组成; 对照组 2 由 1 mL 样品和 1 mL 甲醇组成。避光反应 40 min, 在 517 nm 下测定吸光度。

$$\text{DPPH} \cdot \text{自由基清除率} = \frac{A_1 - (A_0 - A_2)}{A_1} \times 100\%$$

式中: A_0 为样品组吸光度值; A_1 为对照组 1 吸光度值; A_2 为对照组 2 吸光度值。并用 CompuSyn 软件计算样品的 IC_{50} 值。

1.3.6 油脂过氧化值的测定

过氧化值的测定参照 GB/T5009.227—2016《食品中过氧化值的测定》。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果分析

由图 1 可见,在极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比、反应温度及时间不变的条件下,随着氢氧化钠添加量的增加,产品得率逐渐增加并趋于平缓,产品抗氧化性能逐渐增强。当极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为 1.0:3.5 时,产品得率达到峰值,为 $(71.58 \pm 1.53)\%$,与 1.0:4.5 时相比差异显著 ($P < 0.05$); 极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为 1.0:3.5 时产品同样拥有最好的抗氧化效果, IC_{50} 值为 $(55.65 \pm 1.05) \mu\text{mol/L}$,与比例为 1.0:4.5 时相比无显著性差异 ($P > 0.05$)。因而选择极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为 1.0:3.5 时为最优条件。

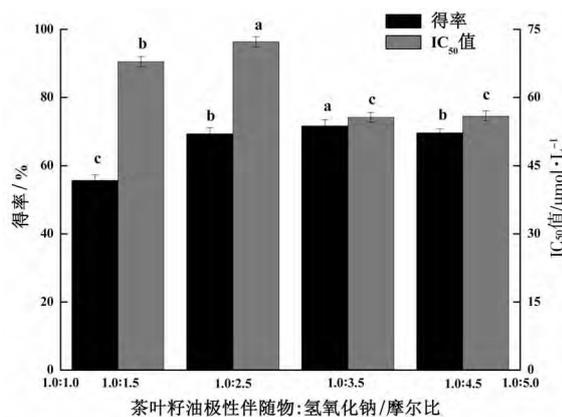


图 1 氢氧化钠对棕榈酸酯制备的影响

注:不同小写字母组间表示差异显著 ($P < 0.05$)

由图 2 可见,在极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比、反应温度及时间不变的条件下,随着棕榈酰氯添加量的增加,产品得率先增加后减少,当棕榈酸酯和极性伴随物的摩尔比为 1.0:4.0 时,产品得率达到峰值,为 $(71.51 \pm 1.95)\%$,与比例为 1.0:3.0 时相比无显著差异 ($P > 0.05$); 此时产品同样拥有最好的抗氧化效果, IC_{50} 值为 $(56.25 \pm 1.11) \mu\text{mol/L}$,与比例为 1.0:3.0 时相比差异显著 ($P < 0.05$),因而选择极性伴随物和棕榈酰氯的

摩尔比为 1.0:4.0 时为最优条件。

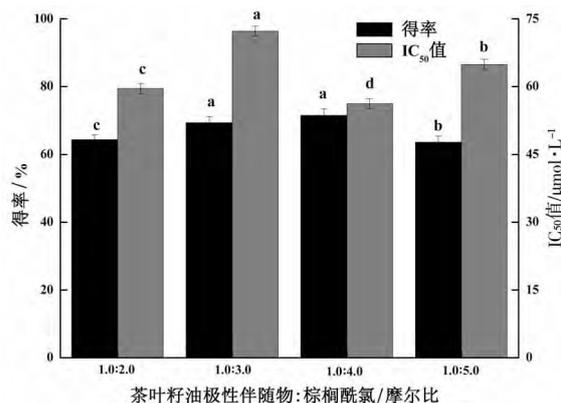


图 2 棕榈酰氯对棕榈酸酯制备的影响

注:不同小写字母组间表示差异显著 ($P < 0.05$)

由图 3 可见,在极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比、极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比及反应时间不变的条件下,随着温度的升高产品得率逐渐降低,但产品的抗氧化能力逐渐增强。当温度为 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,产品的抗氧化效果最好,得率为 $(66.62 \pm 1.74)\%$ 、 IC_{50} 值为 $(55.9 \pm 1.13) \mu\text{mol/L}$,与 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时相比无显著差异 ($P > 0.05$)。极性伴随物具有热不稳定性,当反应温度高于 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,酚羟基成分由于被氧化而不能被酯化,温度越高氧化越明显,^[18]因而选择反应温度 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为最优条件。

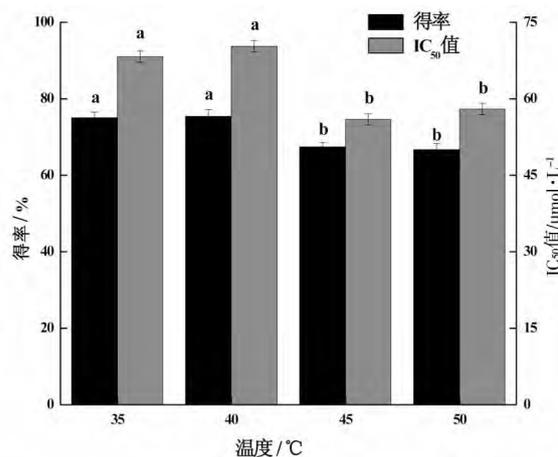


图 3 温度对棕榈酸酯制备的影响

注:不同小写字母组间表示差异显著 ($P < 0.05$)

由图 4 可见,在极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比、极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比及反应温度不变的条件下,随着反应时间的增加,产品得率先增加后减少,产品抗氧化性能逐渐增强。当反应时间为 10 h 时,产品得率达到峰值,得率为 $(70.90 \pm 1.57)\%$,与 12 h 相比差异显著 ($P <$

0.05)。此时产品同样拥有最好的抗氧化效果, IC_{50} 值为 $(60.65 \pm 1.04) \mu\text{mol/L}$, 与 12 h 相比无显著差异 ($P > 0.05$)。当反应时间超过 10 h 极性伴随物易被氧化, 导致产品氧化分解。^[18] 综合考虑, 选择反应时间 10 h 为最优条件。

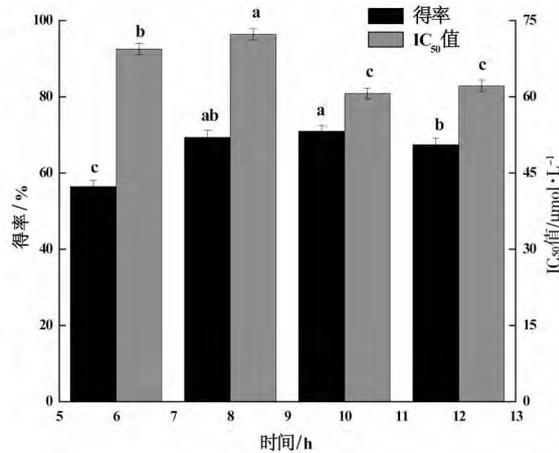


图4 时间对棕榈酸酯制备的影响

注: 不同小写字母组间表示差异显著 ($P < 0.05$)

单因素实验最优条件为极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为 1.0:3.5、极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比为 1.0:4.0、反应温度为 45 °C 和反应时间为 10 h。

2.2 正交实验结果分析

2.2.1 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯得率、 IC_{50} 值极差分析

由表 2 可见, 影响得率 Y_1 的主次顺序是: $B > C > D > A$, 各因素的最优水平分别是: A 为 1.0:3.5、 B 为 1.0:4.0、 C 为 45 °C、 D 为 8 h。影响 IC_{50} 值 Y_2 的主次顺序是: $B > D > A > C$, 各因素的最优水平分别是: A 为 1.0:4.5、 B 为 1.0:4.0、 C 为 45 °C、 D 为 8 h。

2.2.2 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯得率、 IC_{50} 值方差分析

通过对得率的极差分析和方差分析(表 3), 影响各因素的主次顺序为 $B > C > D > A$, 各因素均 F 比 $< F$ 临界值可视为对试验结果无显著影响。各因素的最优水平分别是: A 为 1.0:3.5、 B 为 1.0:4.0、 C 为 45 °C、 D 为 8 h。通过对 IC_{50} 值的极差分析和方差分析(表 4), 影响各因素的主次顺序为 $B > D > A > C$, 各因素均 F 比 $< F$ 临界值可视为对试验结果无显著影响。各因素的最优水平分别是: A 为 1.0:4.5、 B 为 1.0:4.0、 C 为 45 °C、

D 为 8 h。

表 2 正交实验极差分析结果

编号	A: 极性伴随物 和氢氧化钠的 摩尔比	B: 极性伴随物 和棕榈酰氯的 摩尔比	C: 温度 /°C	D: 时间 /h	得率 Y_1 /%	IC_{50} 值 Y_2 / $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
1	1	1	1	1	69.26 ± 1.73	72.31 ± 1.15
2	1	2	2	2	80.59 ± 1.90	58.05 ± 1.11
3	1	3	3	3	66.82 ± 1.93	118.42 ± 3.14
4	2	1	2	3	72.21 ± 1.23	72.44 ± 2.09
5	2	2	3	1	78.33 ± 1.45	41.73 ± 1.13
6	2	3	1	2	66.72 ± 1.75	83.02 ± 2.19
7	3	1	3	2	68.81 ± 1.68	56.96 ± 1.17
8	3	2	1	3	70.83 ± 1.89	58.07 ± 1.15
9	3	3	2	1	72.54 ± 1.91	79.83 ± 1.18
IY_1	72.223	70.093	68.937	73.377		
IIY_1	72.420	76.583	75.113	72.040		
$IIIY_1$	70.727	68.693	71.320	69.953		
RY_1	1.693	7.890	6.176	3.424		
IY_2	82.927	67.237	71.133	64.623		
IIY_2	65.730	52.617	70.107	66.010		
$IIIY_2$	64.953	93.757	72.370	82.977		
RY_2	17.974	41.140	2.263	18.354		

表 3 得率方差分析结果

因素名称	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值 ($\alpha = 0.05$)	显著性
A	5.146	2	0.110	4.460	
B	106.332	2	2.268	4.460	
C	58.221	2	1.242	4.460	
D	17.860	2	0.381	4.460	
误差	187.56	8			

得率和 IC_{50} 值都是验证茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯的关键指标, 根据计算结果“极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比”因素最优水平存在不一

致的地方,须综合考虑,极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为1.0:4.5时抗氧化效果最好(IC₅₀ 值 64.953 μmol/L,得率为70.727%),因而最优水平选择为1.0:4.5。其他3个因素水平得率最高时,抗氧化效果最好,可以直接得出最优水平,分别是极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比1.0:4.0、温度45℃、时间8h。

表4 IC₅₀值方差分析结果

因素名称	偏差平方和	自由度	F比	F临界值 (α=0.05)	显著性
A	24.791	2	0.642	4.460	
B	104.439	2	2.703	4.460	
C	0.305	2	0.008	4.460	
D	25.013	2	0.647	4.460	
误差	154.55	8			

对上述制备工艺条件进行验证,验证结果:得率(83.34 ± 1.22)%, IC₅₀值(42.25 ± 1.37) μmol/L,得率、IC₅₀均为最优水平,确定为最佳制备工艺。

2.3 茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯油溶性和透明度

将适量极性伴随物棕榈酸酯溶于油脂,油脂澄清透明,采用可见分光光度计于660nm下测定油样的吸光度来评价油溶性和透明度,吸光度值均为0.001~0.003,符合实验要求。

2.4 极性伴随物单体棕榈酸酯的制备

将化合物M、槲皮素、儿茶素和茶多酚按最优配合比制备成棕榈酸酯形式,测其得率和 IC₅₀ 值,结果如表5所示。

表5 各极性伴随物及棕榈酸酯 IC₅₀ 值结果

物质名称	IC ₅₀ 值/μmol·L ⁻¹	得率/%
化合物M	1769.45 ± 6.33	
槲皮素	1631.23 ± 4.38	
儿茶素	16.38 ± 1.01	
茶多酚	3.42 ± 0.34	
化合物M棕榈酸酯	1898.27 ± 5.34	80.36 ± 1.02
槲皮素棕榈酸酯	1776.33 ± 5.56	81.41 ± 1.26
儿茶素棕榈酸酯	119.10 ± 1.79	81.26 ± 1.15
茶多酚棕榈酸酯	42.25 ± 1.37	83.34 ± 1.22

2.5 加速氧化实验结果

由图5可见,以猪油为研究载体,相比较于空白组,所添加的抗氧化剂均有一定的抗氧化效果,

但其抗氧化性能相差较大。其中,当时间达到24d时,直接添加茶多酚的抗氧化效果最优,POV值为18.291mmol/kg;而化合物M的抗氧化性能最差,POV值为268.364mmol/kg。抗氧化能力由高到低依次为茶多酚、儿茶素、茶多酚棕榈酸酯、儿茶素棕榈酸酯、槲皮素棕榈酸酯、化合物M棕榈酸酯、槲皮素、化合物M,结果与其体外抗氧化效果基本相似。其中,茶多酚和儿茶素直接添加的抗氧化能力高于其棕榈酸酯形式,而槲皮素和化合物M棕榈酸酯在猪油中的抗氧化能力高于其直接添加。

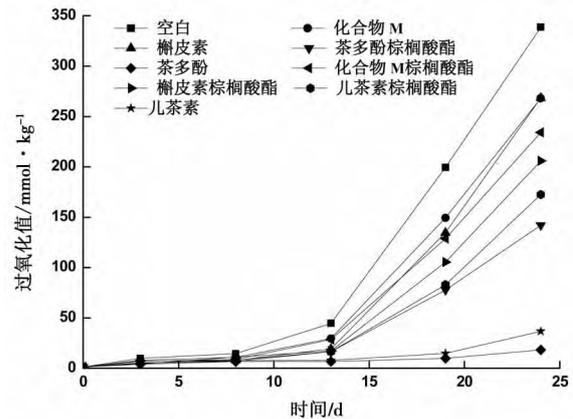


图5 添加方式对极性伴随物在油脂中抗氧化能力的影响

3 结论

茶叶籽油极性伴随物棕榈酸酯制备的最佳工艺为:极性伴随物和氢氧化钠的摩尔比为1.0:4.5、极性伴随物和棕榈酰氯的摩尔比为1.0:4.0、温度45℃、时间8h,此条件下产品得率为(83.34 ± 1.22)%, IC₅₀ 值为(42.25 ± 1.37) μmol/L。采用体外抗氧化实验(DPPH法)和加速氧化实验测定单体的抗氧化能力,结果表明均具有一定DPPH·自由基清除能力,同时能延缓油脂中过氧化物的产生;其中儿茶素整体的抗氧化效果优于槲皮素和化合物M,体外抗氧化实验和加速氧化实验均表现出相同的结果。茶叶籽油极性伴随物单体制备为棕榈酸酯形式,不仅能够保证单体的抗氧化性而且增加其油溶性,减少外源物的影响。

茶叶籽油中提取的极性伴随物具有较强的抗氧化能力,其棕榈酸酯不仅具有油溶性,作为油脂抗氧化添加剂同样具有较强的功效,对于天然抗氧化剂的开发利用有较好的应用价值。

参考文献:

- [1] 张婷, 邱国桥, 黄琰冰. 从古代字看中国的茶文化——《说文解字》中“茶”文字解读 [J]. 美食研究, 2017, 34(4): 28-31.
- [2] 张茜. 中国传统岁时食俗中的茶文化 [J]. 美食研究, 2016, 33(4): 6-10.
- [3] 曹国锋, 郭冰, 钟守贤. 茶叶籽油、油茶籽油与茶树油的区别 [J]. 中国油脂, 2008, 33(8): 17-20.
- [4] 张纯萍. 茶籽油研究进展 [J]. 现代企业教育, 2006(5): 188-189.
- [5] 马岩, 赵雪生. 茶籽油精炼工艺开发的实践性探索 [J]. 粮油加工与食品机械, 2005(5): 45-47.
- [6] 孙玉洁, 祝华明, 陈中海, 等. 冷榨油茶籽油的脂肪酸组成及氧化稳定性研究 [J]. 中国油脂, 2015, 40(8): 42-45.
- [7] PING S, LIU Q, FANG Z, et al. Chemical composition, thermal stability and antioxidant properties of tea seed oils obtained by different extraction methods: Supercritical fluid extraction yields the best oil quality [J]. European Journal of Lipid Science & Technology, 2015, 117(3): 355-365.
- [8] 刘国艳. 茶叶籽油生理活性成分分析及极性伴随物研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2017.
- [9] 王俐娟, 梁杏秋, 王晓琴. 茶叶籽油酚类化合物分离纯化组分分析及 HepG2 细胞增殖活性抑制 [J]. 食品科学, 2017, 38(24): 101-106.
- [10] 王华清. 茶叶籽中黄酮类化合物的分离鉴定及其抗氧化活性研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2012.
- [11] 庞敏, 操丽丽, 姜绍通, 等. 脂溶性茶多酚酯的制备及其复配油脂的抗氧化性能研究 [J]. 中国油脂, 2012, 37(3): 36-39.
- [12] 刘帅华. EGCG 棕榈酸酯抗 PRRSV 活性研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.
- [13] 陈平, 孙东, 郑小明. EGCG 棕榈酸酯的制备、结构及其抗氧化活性 [J]. 浙江大学学报(理学版), 2003, 30(4): 422-425.
- [14] 卢鹤. 酚类化合物鉴定分析及存在形态研究 [D]. 厦门: 华侨大学, 2016.
- [15] 王洪新, 聂小华. 油溶性茶多酚-茶多酚脂肪酸酯的研制 [J]. 食品科学, 2004, 25(12): 92-96.
- [16] 王春花, 汪叔雄, 姚波, 等. 茶多酚棕榈酸酯在食用油脂中的应用 [J]. 中国油脂, 2015(6): 40-42.
- [17] 徐鑫, 何佳易, 刘国艳, 等. 黑加仑籽油的抗氧化活性研究 [J]. 中国油脂, 2013, 38(9): 48-51.
- [18] 卢聪聪. 茶多酚的化学改性和脂溶性茶多酚分离分析 [D]. 上海: 上海交通大学, 2008.

Preparation of tea seed oil polar concomitant palmitate and its antioxidant activity

LIU Guoyan, WANG Jianjun, MA Qi, HUANG Yiwen, XU Xin

(College of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China)

Abstract: Taking the polar concomitant in tea seed oil as the research object, the esterification reaction was carried out to prepare the fat-soluble polar adduct palmitate and the preparation process was optimized. The antioxidant properties in vitro and in the oil were also investigated. The results showed that the optimal preparation process was as follows: polar concomitant: catalyst molar ratio of 1.0:4.5, polar concomitant: palmitoyl chloride molar ratio of 1.0:4.0, temperature 45 °C, time 8 h. The yield of the product under this condition was (83.34 ± 1.22)%, and the IC₅₀ value was (42.25 ± 1.37) μmol/L. The preparation of Naringenin-7-O- $[\beta$ -D-xylopyranosyl(1→6)] $[\beta$ -D-glucosyl(1→3)]- α -L-rhamnosyl(1→2)]- β -D-glucoside, quercetin, catechin and tea polyphenol palmitate, the antioxidant effect in oil was: Tetrapolyphenol palmitate > Catechin palmitate > Quercetinpalmitate > Naringenin-7-O- $[\beta$ -D-xylopyranosyl(1→6)] $[\beta$ -D-glucosyl(1→3)]- α -L-rhamnosyl(1→2)]- β -D-glucoside palmitate, the monomer was still strong in antioxidant capacity after being prepared into palmitate form.

Key words: tea seed oil; phenolic compounds; palmitate; antioxidant; food science

(责任编辑: 赵勇)