

## 茶叶籽热处理对其压榨油品质的影响

朱晋萱<sup>1,2</sup>, 朱跃进<sup>1</sup>, 张士康<sup>1</sup>, 刘国艳<sup>2</sup>, 金青哲<sup>\*2</sup>

(1. 中华全国供销合作总社 杭州茶叶研究院, 浙江 杭州 310016; 2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 对采摘自湖南的茶叶籽分别进行常温浸提、常温冷榨以及不同温度热处理后压榨, 测定分析自制茶叶籽毛油基本指标和脂肪伴随物并进行比较。结果表明, 120℃加热处理使茶叶子油过氧化值明显升高, 脂肪酸组成受加热影响不大。对脂肪伴随物而言, 在实验温度区间内, 加热处理使茶叶籽油中茶多酚类物质、角鲨烯和甾醇等质量分数上升, 但生育酚质量分数随处理温度上升而下降。综合来看, 适当的加热处理对提高茶叶籽油的品质是有利的。

**关键字:** 茶叶籽油; 脂肪伴随物; 茶多酚; 甾醇; 角鲨烯; 压榨

中图分类号: TS 225.16 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2013)04—0369—06

## Effects of Heat Treat for Tea Seeds to the Quality of its Pressed Oil

ZHU Jin-xuan<sup>1,2</sup>, ZHU Yue-jin<sup>2</sup>, ZHANG Shi-kang<sup>2</sup>, LIU Guo-yan<sup>1</sup>, JIN Qing-zhe<sup>\*2</sup>

(1. Hangzhou Tea Research Institute, CHINA COOP, Hangzhou 310016, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** The tea seed oil samples used for detection are prepared by ambient temperature extraction, ambient temperature pressing and pressing after different temperature treatment, and the tea seeds are from Hunan province. Analyze and compare the basic indicator and lipid accompanying compounds of crude tea seeds oil that made in lab. The results indicate that the heat treatment of 120℃ make POV value increase. Fatty acid composition nearly uninfluenced by heat treatment. On the other hand, among the experiment temperature range, heat treatment exaggerates the content of polyphenols, squalene, and sterol that in tea seeds oil. But it makes the content of tocopherol decreased, the higher the temperature, the lower the content. In general, an appropriate heat treatment is good to improve the quality of tea seeds oil.

**Keywords:** tea seed oil, lipid accompanying compounds, tea polyphenols, phytosterol, squalene, pressing

从茶叶籽中提取的油脂为茶叶籽油。茶叶籽是山茶科山茶属植物茶树 (*Camellia sinensis*) 的种子,

早在我国明代医药学家李时珍所著的《本草纲目》中就有记载茶叶籽可以榨油, 卫生部 2009 年第 18

收稿日期: 2012-05-14

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD36B06)。

\* 通信作者: 金青哲(1962—), 男, 浙江金华人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事油脂化学研究。

E-mail: jqzwuxi@163.com

号公告中正式批准茶叶籽油为新资源食品<sup>[1-2]</sup>。2010年我国茶园总面积为3 018万亩<sup>[3]</sup>,从1965年起即为世界上茶园面积最大的国家,一般每公顷可产茶叶籽3 000 kg左右<sup>[4]</sup>。

茶叶籽油中的脂肪伴随物主要包括甾醇、生育酚、角鲨烯和茶多酚类化合物等<sup>[5-7]</sup>,大都具有独特的功能活性<sup>[8]</sup>。目前国内茶叶籽油加工方式以压榨为主,压榨又分为冷榨与热榨。它们主要区别为热榨在压榨前需对茶叶籽进行蒸炒加热工序,冷榨入榨温度低于80℃,热榨则在100~130℃<sup>[9-10]</sup>。热榨出油率较高,但加热可能对茶叶籽油的品质有不利影响。分析探明茶叶籽油品质尤其是其中的脂肪伴随物是否受加热操作的影响对茶叶籽油加工条件的确定具有重要意义。作者对不同处理方法制得的湖南茶叶籽毛油的品质相关指标进行了测定分析,以期对茶叶籽油的工业化生产条件的优化提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

**1.1.1 茶叶籽油样品** 茶叶籽原料为2011年12月收集产自湖南湘潭的茶叶籽。将收集的新鲜茶叶籽在45℃下热风干燥12 h,此时水分含量测得为6.16%,为备用样品。将备用样品轻度粉碎,直接液压压榨,静置过滤,得到冷榨样品。将备用样品分别置于80℃和120℃烘箱中2 h,轻度粉碎,液压压榨,静置过滤,得到80℃样品和120℃样品。将备用样品粉碎后用六号溶剂在常温下进行超声波浸提,得到浸提样品。

**1.1.2 试剂**  $\alpha$ -胆甾醇标准品,美国Sigma公司产品;BSTFA+TMCS(99:1)试剂,美国Supelco公司产品;生育酚混合标准品(含有 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 4种,95%),美国Roche公司产品;正己烷(色谱纯),美国J&K化学公司产品;EGCG标准品,纯度 $\geq 93\%$ ,购自浙江普丽美地公司产品;福林酚试剂、氢氧化钠、氢氧化钾、无水甲醇、酚酞、无水乙醇、正己烷、三氟化硼乙醚、无水碳酸钠、乙酸乙酯、三氯甲烷、冰乙酸、碘化钾、硫代硫酸钠、异辛烷、可溶性淀粉等均为分析纯,购自国药试剂公司产品。

**1.1.3 仪器与设备** 仪器:Rancimat 743氧化稳定仪:瑞士万通公司产品;Waters1525高效液相色谱仪,Waters2996二极管阵列检测器:美国Waters公司产品;GC-14B岛津气相色谱仪:日本岛津公司产

品;UV-2100分光光度计,Unico公司产品;Trace GC Ultra气相色谱仪,ISQ质谱检测仪,Al 3000自动进样器,美国TRACE公司产品。

设备:AR2140电子分析天平:梅特勒-托利多仪器上海有限公司产品;RJ-TDL-50A台式低速大容量离心机:无锡瑞江分析仪器有限公司产品;ZK-82BB型电热真空干燥箱:上海实验仪器厂有限公司产品;HN超声波发生器:无锡市华能超声电子有限公司产品;DHG-9076A型电热恒温鼓风干燥箱,上海浦东荣丰科学仪器有限公司产品;Anke TGL-16G台式离心机:上海安亭科学仪器厂产品;WK-800A高速药物粉碎机:青州市精诚机械有限公司产品;荣华HH-2数显恒温水浴锅:江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司产品;XW-80A微型漩涡混合仪:上海沪西分析仪器厂有限公司产品;二乙醇基固相萃取小柱(Diol-SPE),美国赛芬公司产品。

### 1.2 方法

**1.2.1 过氧化值、酸值、OSI值的测定** 油样的过氧化值按GB/T 5538-2005测定,酸值按GB/T 5530-2005测定,OSI值参考GB/T 21121-2007用Rancimat 743氧化稳定仪测定。

**1.2.2 脂肪酸组成测定** 参考文献[11],CP7489柱,100 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.20  $\mu$ m,甲酯化后进样1  $\mu$ L,升温程序80℃保持3 min,15℃/min升温至215℃保持20 min,检测器、进样口温度220℃。

**1.2.3 茶多酚类物质测定** 样品前处理:采用固相萃取法提取茶叶籽油中的多酚<sup>[12-13]</sup>。固相萃取小柱填料为二乙醇基(未封尾),填料500 mg,柱容量6 mL。先分别用6 mL甲醇和6 mL正己烷过柱活化,再准确称取茶叶籽油样品1.5~1.8 g,溶于6 mL正己烷中,将该溶液过柱,然后分别用3 mL正己烷过柱清洗两次,再用4 mL正己烷-乙酸乙酯(90:10)过柱,最后用10 mL甲醇洗柱,洗脱液室温蒸干,溶于1 mL(V(甲醇):V(水)=1:1)中,待测。

测定:参考GB/T 8313-2008测定油中多酚总量。考虑到茶叶籽油中的多酚以酯型为主,采用的标准品选用酯型儿茶素表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)。经试验,标准储备液配制时应称取0.165 g标准品,此时标准曲线各点的吸光度可维持在0.2~0.7左右的可信区间。将固相萃取得到的各样品多酚的甲醇-水溶液按GB/T 8313-2008处理,得到吸光度值,代入标准曲线中换算得到茶叶籽油

中的茶多酚质量分数。

**1.2.4 生育酚质量分数测定** 采用 HPLC 法测定<sup>[11]</sup>。称取 1.0 g 油样,精确至 0.001 g 置于 10 mL 棕色容量瓶中,用正己烷溶解,超声后定容,离心,取 20  $\mu$ L 进样。sepherisorb Silica 柱,流动相为 V(正己烷):V(异丙醇)=98.5:1.5,1 mL/min,柱温 25 $^{\circ}$ C,检测波长 295 nm。配制混合生育酚标准品的正己烷溶液,质量浓度为 1 mg/mL。外标法测定生育酚含量,标样和 3 只样品分别进样,通过标样确定各生育酚的保留时间,同时根据标样总浓度和总峰面积关系可对样品中四种构型的生育酚质量分数和总生育酚质量分数进行计算。

**1.2.5 甾醇和角鲨烯测定** 采用气质联用仪测定。色谱条件:DB-5 柱,柱长 30 m,内径 0.25 mm。称取 200~300 mg 样品,添加  $\alpha$ -胆甾烷醇作为内标物(配制 1 mg/mL 的正己烷溶液,添加 0.5 mL 即可),皂化处理后用正己烷提取、吹干,再用 BSTFA+TMCS(99:1)试剂硅烷化处理。进样 0.2  $\mu$ L,分流比 120:1,升温程序 200  $^{\circ}$ C 保持 1 min,25  $^{\circ}$ C/min 升温至 250  $^{\circ}$ C,再 5  $^{\circ}$ C/min 升温至 280  $^{\circ}$ C,保持 15 min,检测器、进样口温度 290  $^{\circ}$ C。

质谱条件:传输线温度 250  $^{\circ}$ C,离子源温度 250  $^{\circ}$ C,离子化模式为 EI,分子离子碎片扫描范围为  $m/z$  50~550。

## 2 结果与讨论

### 2.1 过氧化值、酸值、OSI 值和脂肪酸组成

4 种处理方法制得的茶叶籽油过氧化值、酸值、OSI 值的测定结果如表 1 所示。

表 1 基本指标

Table 1 Basic indicators

提取方法	酸值/(mg/g)	过氧化值/(mmol/kg)	OSI 值/h
冷榨	0.25 $\pm$ 0.01	0.88 $\pm$ 0.04	3.75 $\pm$ 0.19
80 $^{\circ}$ C	0.21 $\pm$ 0.01	0.83 $\pm$ 0.04	3.22 $\pm$ 0.16
120 $^{\circ}$ C	0.16 $\pm$ 0.01	2.24 $\pm$ 0.11	4.11 $\pm$ 0.22
浸出	0.28 $\pm$ 0.01	1.48 $\pm$ 0.07	3.77 $\pm$ 0.19

由表 1 可以看出,浸出茶叶籽油酸值最高,这是由于有机溶剂使茶叶籽中的游离脂肪酸尽可能多的被提取出来,也反映出压榨是一种制备低酸值植物油的方法。同时注意到随处理温度升高,压榨油的酸值呈下降趋势。由于油料中高水分含量会促

进甘油三酯水解,导致酸值上升。补充测定 80  $^{\circ}$ C 和 120  $^{\circ}$ C 处理后茶叶籽的水分含量,分别为 5.47% 和 3.21%,说明压榨前的水分含量影响了制得茶叶籽油的酸值。

对过氧化值而言,冷榨和 80  $^{\circ}$ C 处理的茶叶籽油差别很小,浸出法和 120  $^{\circ}$ C 处理则明显偏高。这是由于浸出法中有机溶剂将油料中本来存在的过氧化物较多的提取出来,造成过氧化值的测定结果较高;实验中注意到 120  $^{\circ}$ C 处理 2 h 后的茶叶籽已有焦味倾向,说明 120  $^{\circ}$ C 的高温处理即可致过氧化物大量产生,过氧化值明显升高。

氧化稳定指数(OSI 值)在 120  $^{\circ}$ C 处理后是最大的,冷榨和浸出处理相当,80  $^{\circ}$ C 偏低。其原因可能是:120  $^{\circ}$ C 处理后饱和脂肪酸含量有所上升导致氧化稳定性升高以及 120  $^{\circ}$ C 处理的油中含有更多的脂肪伴随物。

4 种处理方法制得的茶叶籽油脂肪酸组成测定结果如表 2 所示。

表 2 主要脂肪酸组成

Table 2 Main fatty acid composition %

脂肪酸	冷榨	80 $^{\circ}$ C	120 $^{\circ}$ C	浸提
肉豆蔻酸	0.38 $\pm$ 0.02	0.05 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.03	0.09
棕榈酸	17.42 $\pm$ 0.87	15.11 $\pm$ 0.76	18.46 $\pm$ 0.92	15.40 $\pm$ 0.77
棕榈油酸	0	0.13 $\pm$ 0.01	0	0.11 $\pm$ 0.01
十七烷酸	0.80 $\pm$ 0.04	0.80 $\pm$ 0.00	0.07 $\pm$ 0.04	0.80 $\pm$ 0.01
硬脂酸	3.47 $\pm$ 0.17	3.67 $\pm$ 0.18	3.83 $\pm$ 0.19	3.43 $\pm$ 0.17
油酸	55.36 $\pm$ 2.77	55.43 $\pm$ 2.77	54.86 $\pm$ 2.74	56.57 $\pm$ 2.83
亚油酸	21.87 $\pm$ 1.09	20.66 $\pm$ 1.03	21.41 $\pm$ 1.07	23.18 $\pm$ 1.16
花生酸	0.69 $\pm$ 0.03	0.12 $\pm$ 0.01	0	0.12 $\pm$ 0.01
二十碳烯酸	0	0.04 $\pm$ 0.00	0	0.74 $\pm$ 0.03
$\alpha$ -亚麻酸	0	0.76 $\pm$ 0.04	0	0.25 $\pm$ 0.01
饱和脂肪酸	22.76 $\pm$ 1.14	19.02 $\pm$ 0.95	23.73 $\pm$ 1.19	19.15 $\pm$ 0.96
不饱和脂肪酸	77.24 $\pm$ 3.86	77.02 $\pm$ 3.85	76.27 $\pm$ 3.81	80.85 $\pm$ 4.04
单不饱和脂肪酸	55.36 $\pm$ 2.77	55.59 $\pm$ 2.78	54.86 $\pm$ 2.74	57.42 $\pm$ 2.87
多不饱和脂肪酸	21.87 $\pm$ 1.09	21.42 $\pm$ 1.07	21.41 $\pm$ 1.07	23.43 $\pm$ 1.17

由表 2 可以看出,茶叶籽经加热后,其主要脂肪酸组成稍有变化。从脂肪酸种类上看,80  $^{\circ}$ C 处理和浸提均检测到 10 种脂肪酸,但冷榨和 120  $^{\circ}$ C 处

理则未发现某些低含量不饱和脂肪酸。总的来看, 120 °C处理后的茶叶籽油饱和脂肪酸比例大于其它处理方式, 不饱和脂肪酸比例稍低, 这与其偏大的 OSI 值相吻合。冷榨与 80 °C处理的不饱和脂肪酸比例差异很小。

### 2.2 茶多酚类物质测定

用 EGCG 作标品按照 GB/T 8313-2008 中的福林酚法绘制的标准曲线如图 1 所示。

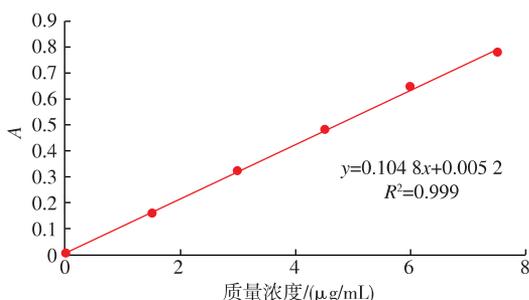


图 1 EGCG 标准曲线

Fig. 1 Standard curve of EGCG

由图 1 可以看出, EGCG 作标品线性拟合良好 ( $R^2=0.999$ )。

按照标准曲线, 计算各处理方法制得茶叶籽油中茶多酚类物质质量分数如图 2 所示。

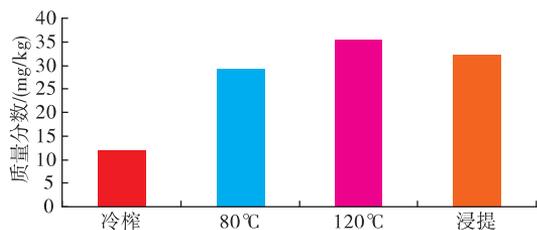


图 2 茶多酚类物质质量分数

Fig. 2 Content of tea polyphenol compounds

茶多酚是一种多酚羟基化合物, 亲水性佳, 在油脂体系中较难稳定地存在, 直接外加一般会造成油脂的浑浊。据此可以推测, 茶叶籽油中所含的茶多酚类物质极可能为茶多酚的酯型化合物, 即茶多酚酯, 其在油脂体系中较稳定<sup>[14]</sup>。由图 2 可知, 茶多酚类物质在茶叶籽适当温度的加热处理下较稳定, 在实验温度区间内随加热温度的升高, 油中质量分数上升。80 °C处理即明显高于冷榨, 与浸出法相当。在 120 °C处理下甚至高于浸出法质量分数, 但 120 °C处理与 80 °C处理相比, 茶多酚类物质质量分数上升没有加热处理与冷榨相比显著。

### 2.3 生育酚、角鲨烯质量分数测定

4 种处理方法制得的茶叶籽油生育酚、角鲨烯

质量分数测定结果如表 3 所示。

表 3 生育酚、角鲨烯质量分数测定结果

Table 3 Determination results of tocopherol and squalene content

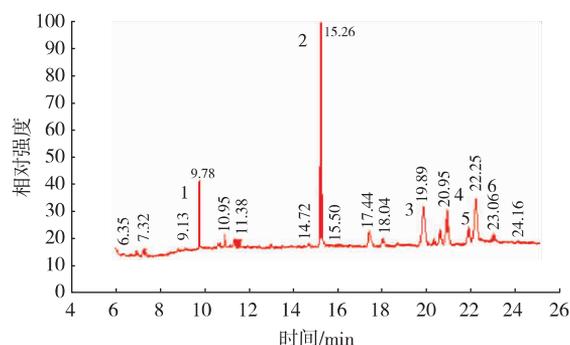
类别	冷榨	80 °C	120 °C	浸提
α-生育酚	358.16±17.91	341.51±17.08	317.70±15.88	461.19±23.06
β-生育酚	0	0	0	1.11±0.06
γ-生育酚	0	0	0	0
δ-生育酚	0.93±0.05	0	0	1.23±0.06
总生育酚	359.09±17.95	341.51±17.08	317.70±15.88	463.52±23.18
角鲨烯	273.34±13.67	283.66±14.18	352.85±17.64	388.53±19.42

(mg/kg)

由表 3 可知, 浸提得到的茶叶籽油中生育酚质量分数最高, 热处理使制得的茶叶籽油中生育酚质量分数降低, 加热处理后仅测能出 α-生育酚, 80 °C处理后的茶叶籽油中生育酚质量分数与冷榨相差不大。对角鲨烯而言, 加热操作提高了压榨油中角鲨烯质量分数, 120 °C处理后其质量分数甚至接近浸提油中的质量分数。

### 2.4 茶叶籽油中甾醇及其它成分的分析

4 种处理方法制得的茶叶籽油 GC-MS 总离子流图出峰时间基本一致, 峰形也较为相似, 列出浸提处理的总离子流图, 如图 3 所示。甾醇种类的分析确定方法及说明可参考文献<sup>[13]</sup>。



1.角鲨烯, 2.α-胆甾醇标品, 3.麦角甾二烯醇, 4 和 6.羊毛甾醇, 5.谷甾醇

图 3 气相色谱总离子流图

Fig. 3 Gas chromatogram result of total ion current

经计算, 4 种处理方法制得茶叶籽油中甾醇及其它成分的质量分数如图 4 所示。

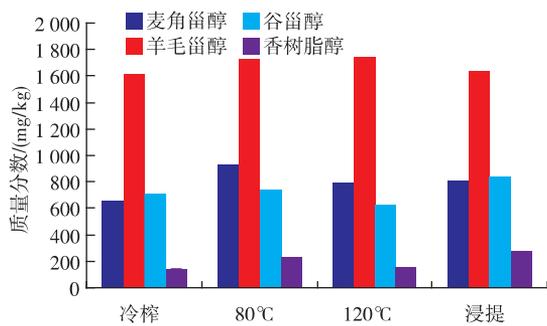


图 4 甾醇等物质的质量分数

Fig. 4 Content of substances such as phytosterols

由图 4 可知,4 种处理方法得到的甾醇等物质种类一致,压榨和浸出制得的茶叶籽油中含量最多的甾醇均为羊毛甾醇(Lanosterol),其次为  $\Delta^7,22$ -麦角甾二烯醇(ergosta-7,22-dien-3-ol)。与文献<sup>[4]</sup>相比较可以看出,无论浸提还是压榨,或者是否进行热处理,均不影响茶叶籽油中主要甾醇的种类,但不同的处理方法对其在油中的质量分数有一定影响。茶叶籽油中加热操作提高了压榨油中的甾醇质量分数,羊毛甾醇甚至稍高于浸提。这是因为羊毛甾醇较其他植物甾醇更稳定,加热对其影响不大。与制油方式相比,处理温度对其在油中含量影响更大。综合比较各处理方式下茶叶籽油中甾醇等物质质量分数,可看出 80 °C 处理后得到的茶叶籽油麦角甾二烯醇质量分数最高,谷甾醇和香树脂醇质量分数优于冷榨和 120 °C 处理,与常温浸提油基本持平。计算 4 种处理方法得到的茶叶籽毛油中总甾醇质量分数,80 °C 下是最高的,达到 3 393 mg/kg,略高于浸提油 3 292 mg/kg,高于 120 °C 下的 3

173 mg/kg 和冷榨的 2 894 mg/kg。究其原因,一方面是加热处理有利于甾醇等脂肪伴随物从茶叶籽中随油脂游离出来;另一方面,80 °C 处理较 120 °C 温和,对甾醇等物质尤其是不饱和度较高的麦角甾二烯醇和谷甾醇破坏不大。

### 3 结语

测定了 4 种处理方法制得茶叶籽油的品质指标,包括酸值、过氧化值、OSI 值等基本指标和脂肪酸组成、脂肪伴随物含量。对基本指标而言,80 °C 和 120 °C 的热处理在酸值和 OSI 值上与冷榨差异不大,但 120 °C 处理后过氧化值有明显升高。脂肪酸组成上,四种处理方法测得结果稍有不同,120 °C 加热后饱和脂肪酸比例与冷榨相比有所上升,不饱和脂肪酸比例有所下降。值得注意的是,在本实验温度区间内,加热后,油中茶多酚类物质含量较冷榨有明显升高,接近浸提油。同时,角鲨烯和甾醇类物质也发现类似情况,加热处理后油中甾醇类物质含量甚至优于常温浸提,麦角甾醇在 80 °C 下油中含量最高。但是加热处理会破坏茶叶籽油中的生育酚,即使是温和的热处理(80 °C)也会使其在油中的含量下降,温度越高,含量越低。所以,综合来看,适当的加热处理对提高茶叶籽油的品质是有利的。但是温度不能过高,依本实验结果可认为 80 °C 左右是一个合适的加热处理条件。如果需采用 120 °C 及以上则应适当缩短加热时间,以得到综合品质较高的茶叶籽油。

### 参考文献:

- [1] 曹国锋, 邬冰, 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.  
CAO Guo-feng, WU Bing, ZHONG Shou-xian. Differences among tea seed oil, oil-tea camellia seed oil and tea tree oil[J]. *China Oils and Fats*, 2008, 33(8): 17-20. (in Chinese)
- [2] 马跃青, 张正竹. 茶叶籽综合利用研究进展[J]. 中国油脂, 2010, 35(9): 66-69.  
MA Yue-qing, ZHANG Zheng-zhu. Research advance in comprehensive utilization of tea seeds [J]. *China Oils and Fats*, 2010, 35(9): 66-69. (in Chinese)
- [3] 2010 年全国茶园面积、产量、产值统计[J]. 茶叶科学, 2011(6): 531.  
Statistics of national tea plantations area, yield and production value in 2010 [J]. *Journal of Tea Science*, 2011 (6): 531. (in Chinese)
- [4] 江用文, 陈雷雄, 朱建森, 等. 中国茶产业 2020 年发展规模分析[J]. 茶叶科学, 2011, 31(3): 273-282.  
JIANG Yong-wen, CHEN Xiao-xiong, ZHU Jian-miao, et al. Analysis on development scale of Chinese tea industry in 2020[J]. *Journal of Tea Science*, 2011, 31(3): 273-282. (in Chinese)

- [ 5 ] 王瑞元. 充分利用茶叶籽制油,为国家增产食用油脂[J]. 农业机械·粮油加工,2011(1):20-21.  
WANG Rui-yuan. Make the best of tea seeds to get oil, increase yield of edible oil for country [J]. **Agricultural Machinery & Grain and Oil Processing**, 2011(1):20-21.(in Chinese)
- [ 6 ] 王兴国. 大力发展茶叶籽油产业[J]. 农业机械·粮油加工,2011(1):24.  
WANG Xing-guo. Vigorously develop tea seeds oil industry [J]. **Agricultural Machinery & Grain and Oil Processing**, 2011(1):24.(in Chinese)
- [ 7 ] 周伯川. 茶叶籽油与油茶籽油等油品的比较[J]. 农业机械·粮油加工,2011(1):26-27.  
ZHOU Bo-chuan. The comparison of tea seed oil with oil-tea camellia seed oil, et al[J]. **Agricultural Machinery & Grain and Oil Processing**, 2011(1):26-27.(in Chinese)
- [ 8 ] 尤新. 植物多酚黄酮抗氧化剂与人体健康[J]. 食品与生物技术学报,2011,30(4):481-488.  
YOU Xin. Property of nature antioxidants-plants polyphenol and flavonoids extracts and their bioactivities on human health[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2011, 30(4):481-488.(in Chinese)
- [ 9 ] 姜建国,吴群,山长柱,等. 油茶籽低温冷榨制油工艺实践[J]. 粮食与食品工业,2008,15(4):17-19.  
JIANG Jian-guo, WU Qun, SHAN Chang-zhu, et al. Practice of technics of squeezing oil from camellia oleifera seed by low temperature squeeze[J]. **Cereal and Food Industry**, 2008, 15(4):17-19.(in Chinese)
- [10] 忻耀年. 油料冷榨的概念和应用范围[J]. 中国油脂,2005,30(2):20-23.  
QI Yao-nian. Concept and applicable field of oil low temperature squeeze [J]. **China Oils and Fats**, 2005, 30 (2):20-23.(in Chinese)
- [11] Alfonso Ranalli, Paolo Cabras, Emilia Iannucci. Lipochromes, vitamins, aromas and other components of virgin olive oil are affected by processing technology[J]. **Food Chemistry**, 2001, 73:445-451.
- [12] 罗凡,费学谦,方学智,等. 固相萃取/高效液相色谱法测定茶油中的多种天然酚类物质[J]. 分析测试学报,2011,30(6):696-700.  
LUO Fan, FEI Xue-qian, FANG Xue-zhi, et al. Determination of phenols in camellia oil by high-performance liquid chromatography with solid-phase extraction[J]. **Journal of Instrumental Analysis**, 2011, 30(6):696-700.(in Chinese)
- [13] 丁明,钟冬莲. 茶油中总酚的测定方法[J]. 浙江农业科学,2010(6):1369-1371.  
DING Ming, ZHONG Dong-lian. Determination of total phenols in camellia oil[J]. **Journal of Zhejiang Agricultural Sciences**, 2010(6):1369-1371.
- [14] 朱晋萱,朱跃进,张士康,等. 茶叶籽油的脂肪伴随物成分分析初报[J]. 中国茶叶加工,2011(4):47-50.  
ZHU Jin-xuan, ZHU Yue-jin, ZHANG Shi-kang, et al. Preliminary component analysis of fat concomitant in tea seed oil[J]. **China Tea Processing**, 2011(4):47-50.(in Chinese)