

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2024.01.010

周万猛, 张新文, 石胜瑜, 等. 10t/d 双螺杆榨油机压榨油茶籽的工艺研究[J]. 粮油食品科技, 2024, 32(1): 77-81.

ZHOU W M, ZHANG X W, SHI S Y, et al. Study on the process of pressing camellia oleifera seeds with daily 10t twin-screw oil press[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2024, 32(1): 77-81.

# 10t/d 双螺杆榨油机压榨油茶籽的工艺研究

周万猛<sup>1</sup>, 张新文<sup>1</sup>, 石胜瑜<sup>1</sup>, 陈波宇<sup>1</sup>, 倪二毛<sup>1</sup>, 金俊<sup>2</sup>, 吴港城<sup>2</sup>✉(1. 重庆酉州油茶科技有限公司, 重庆 400010;  
2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 为提高油茶籽油的品质, 减少传统油茶籽制油工艺对油茶籽油的营养成分损失, 对日处理10t 双螺杆榨油机压榨油茶籽的工艺进行了研究。结果表明, 最佳工艺条件为: 油茶籽经过分级处理后入榨油茶仁水分控制在9%、油茶仁中含壳控制在8%时, 压榨饼中残油率为2.49%, 且产品符合一级油的国家标准。与市场上销售的油茶籽油相比, 通过本工艺获得的油茶籽油中 $\alpha$ -生育酚的保留率更高, 从而进一步提高油茶籽油的营养价值, 可为我国油茶籽油的高值化加工提供了技术参考。

**关键词:** 油茶籽; 双螺杆榨油机; 剥壳及壳仁分离; 产品质量

中图分类号: TS224.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2024)01-0077-05

网络首发时间: 2023-11-09 21:48:12

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.ts.20231108.1433.006>

## Study on the Process of Pressing Camellia Oleifera Seeds with Daily 10t Twin-screw Oil Press

ZHOU Wan-meng<sup>1</sup>, ZHANG Xin-wen<sup>1</sup>, SHI Sheng-yu<sup>1</sup>, CHEN Bo-yu<sup>1</sup>,  
NI Er-mao<sup>1</sup>, JIN Jun<sup>2</sup>, WU Gang-cheng<sup>2</sup>✉(1. Chongqing Youzhou Camellia Technology Co., Ltd., Chongqing 400010, China;  
2. Jiangnan University School of Food Science and Technology, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

**Abstract:** In order to improve the quality and reduce the loss of the nutritional content of camellia oil with the traditional press, this paper studied the process of pressing Camellia Oleifera Seeds with 10t/d Twin-Screw Oil Press. The results demonstrated that the best conditions for this article were: 9% moisture content of Camellia Oleifera seed kernels and 8% content of Camellia oleifera seed shell. The oil content of Camellia oleifera seed cake was reduced to 2.49%, and the produced camellia oil could meet the standard of first-class oil. In comparison to the camellia oil sold on the market, the retention rate of  $\alpha$ -tocopherol in the camellia oil obtained through this process was higher, and the nutritional value of camellia oil has been further improved, which could provide technical guidance for the high-value processing of camellia oil in

收稿日期: 2023-07-10

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD2100303)

Supported by: National Key Research and Development Project of China (No. 2021YFD2100303)

作者简介: 周万猛, 男, 1983年出生, 工程师, 研究方向为油茶精深加工及综合利用。E-mail: 125193485@qq.com

通讯作者: 吴港城, 男, 1987年出生, 博士, 副教授, 研究方向为油脂加工与营养安全。E-mail: gangcheng.wu@jiangnan.edu.cn

China.

**Key words:** *Camellia Oleifera* seed; twin-screw oil press; shelling and separation of shell and kernel; product quality

油茶是指山茶科山茶属植物,是我国重要的优质木本油料之一。油茶果经过脱皮处理后制取得到的油脂称为茶油。茶油一个显著的特点是含有 80%左右的油酸,其含量能与橄榄油相媲美,最新研究发现通过膳食补充富含油酸的食物可以显著改善寿命<sup>[1]</sup>。

跟常见的大豆、花生和菜籽等大宗油料相比,茶籽油的加工方式自动化程度相对较低,劳动强度大。目前茶籽油的加工方式以压榨为主,但是存在茶饼残油高、 $\alpha$ -生育酚损失严重和精炼成本高等难题。为了解决上述难题,李诗龙等<sup>[2]</sup>通过中试设备双螺杆压榨茶籽油,结果表明  $\alpha$ -生育酚的含量可达 75.5 mg/100 g。但李宁等<sup>[3]</sup>通过实验室研究发现,压榨油茶籽油中的生育酚含量高达 187.7 mg/kg。可见,中试生产茶籽油中的  $\alpha$ -生育酚的含量可以进一步提高。

与此同时,李诗龙等虽然通过双螺杆压榨将饼中的残油降低至 3.6%,但是残油仍然偏高。双螺杆挤压引起茶籽油中  $\alpha$ -生育酚保留率低及油茶籽饼残油高的可能原因是:压榨之前没有对油茶籽进行分级预处理,导致入榨油茶籽纤维含量不均匀,造成榨机榨膛压力时高时低、饼残油高和  $\alpha$ -生育酚损失。除此以外,油茶籽中还含有丰富的酚类物质,合适的工艺条件会进一步增加茶油中多酚的保留率<sup>[4]</sup>。

近几年来,油茶籽制油新工艺备受重视,相关配套设备有了新的突破,尤其是比重分级清选机、油茶籽剥壳及仁壳分离机和双螺杆榨油机等装备得到了很大突破,为制油工艺的开发奠定了坚实的基础<sup>[5]</sup>。

针对油茶籽制油存在的上述难题,针对日处理 10 t 双螺杆榨油机进行油茶籽压榨制油工艺优化研究,实现分级预处理油茶籽,从而避免了压榨过程中过高的温度和压力,与已有工艺相比,工艺路线短,油料压榨前进行清理和分级处理,通过调节水分和含壳量后实现一次性压榨。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料与设备

原料采摘于重庆酉阳县可大乡当年采收的油茶果,经过剥壳、烘干所获得的油茶籽;双螺杆榨油机-YSZ238×2、撞击式破碎机-BK10:安陆市天星粮油机械设备有限公司;比重机-STF-368BC:兰州盛昌农业设备有限公司。

### 1.2 油茶籽加工工艺流程

油茶籽压榨工艺流程如下:

油茶籽→茶籽清理及分级处理→剥壳及仁壳分离→双螺杆压榨→毛油→过滤→冬化(加 5%的 80 目茶籽粉)→成品

↓  
茶饼

利用比重机对清理后的油茶籽进行分级处理,工作频率:39.5 Hz,风量:21 000 m<sup>3</sup>/h;左右角度:130°;前后角度:260°。将上述分级完成的油茶籽利用撞击式破碎机进行剥壳处理,且仁中含壳控制在 8%以内,然后利用人工实现完全的壳仁分离。最后,将处理好的油茶籽仁用双螺杆榨油机进行榨油处理,精炼后得到相应的样品油。

### 1.3 不同含壳量油茶仁样品的制备

经过分级处理的油茶籽利用剥壳机进行剥壳和壳仁分离,然后通过人工挑选得到纯净的茶籽仁和茶籽壳。配置成水分为 5.0%的 6 种不同含壳量分别为 0%、4%、6%、8%、10%和 12%的样品备用。

### 1.4 不同水分含量油茶籽仁样品的制备

通过人工方法对样品进行水分调节,得到 4 种水分分别为 6%、9.0%、12.0%和 16.0%的样品。

### 1.5 油茶籽油理化指标及营养指标测定

色泽测定参考 GB/T 5009.37—2003《食用植物油卫生标准的分析方法》,酸值测定参考 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》,过氧化值测定参考 GB 5009.227—2023

《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》,  $\alpha$ -生育酚的测定参考 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定》。脂肪酸的测定参考 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》; 甾醇的测量方法请参考文献[6]。

## 1.6 数据处理

所有实验结果以平均值 $\pm$ 标准差表示, 利用 XLSTAT 19.5 统计软件对数据进行方差分析, 并且使用 Duncan 检验进行分析, 当  $P < 0.05$  时, 数据之间具有显著性差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 分级处理对油茶籽体积和重量分布的影响

由于我国油茶具有较多的品种, 且种植条件差异性较大, 导致采摘后的油茶籽体积和重量分布不均匀, 其中形状以菱形和三角形为主, 大多数油茶籽的体积和重量分别介于  $0.30\sim 2.50\text{ cm}^3$  和  $0.46\sim 1.67\text{ g}$  之间, 分级处理对油茶籽体积和重量分布的影响见表 1。因此, 在压榨之前需要对油茶籽进行分级处理。

由上表可知, 经过分级处理以后油茶籽的体积和重量分别介于  $1.26\sim 2.19\text{ cm}^3$  和  $0.86\sim 1.45\text{ g}$

之间, 说明通过分级处理以后, 可以将较大或者较小的油茶籽处理掉, 使得油茶籽的分布更加均匀, 从而为后续的压榨做准备。

表 1 分级处理对油茶籽体积和重量分布的影响  
 Table 1 Effect of grading treatment on the volume and weight distribution of Camellia Oleifera seeds

	单颗油茶籽体积/ $\text{cm}^3$		单颗油茶籽重量/g	
	最小值	最大值	最小值	最大值
分级前	$0.30\pm 0.12^a$	$2.50\pm 0.35^b$	$0.46\pm 0.21^a$	$1.67\pm 0.38^b$
分级后	$1.26\pm 0.18^b$	$2.19\pm 0.23^a$	$0.86\pm 0.13^b$	$1.45\pm 0.16^a$

注: \*表示组与组之间存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ); 样本量各 1 t。

Note: There were significant differences among groups ( $P < 0.05$ ); The size of sample was 1 t.

### 2.2 油茶籽壳添加量对分级后油茶籽压榨效果的影响

由于油茶籽仁的含油率高达 40%, 利用螺旋榨油机进行压榨时很容易出现滑膛或随轴转动的现象, 进而导致饼的残油剧烈升高, 因此同时添加油茶籽壳是工业上解决上述问题的有效手段之一。油茶籽壳添加量对分级后油茶籽压榨效果的影响, 且水分含量 5% 时, 油茶籽壳添加量对油茶品质的影响见表 2。

随着油茶籽壳添加量逐步升高至 12% 时, 榨膛

表 2 油茶籽壳含量对油茶籽压榨效果的影响

Table 2 Effect of Camellia Oleifera seed hull on pressing effect of Camellia oil seed

含壳量/%	0	4	6	8	10	12	
榨膛温度/ $^{\circ}\text{C}$	$45.2\pm 0.6^a$	$50.5\pm 0.7^b$	$60.8\pm 0.5^c$	$65.9\pm 0.6^d$	$80.4\pm 0.5^e$	$99.3\pm 0.6^f$	
饼残油/%	$12.12\pm 0.12^c$	$5.05\pm 0.16^d$	$3.53\pm 0.07^c$	$2.49\pm 0.09^a$	$2.33\pm 0.13^a$	$2.16\pm 0.15^a$	
主要脂肪酸含量/%	C16:0	$9.02\pm 0.11^a$	$9.01\pm 0.13^a$	$9.07\pm 0.08^a$	$9.04\pm 0.14^a$	$9.08\pm 0.10^a$	$9.05\pm 0.16^a$
	C18:0	$2.19\pm 0.08^a$	$2.18\pm 0.02^a$	$2.22\pm 0.05^a$	$2.15\pm 0.09^a$	$2.35\pm 0.03^b$	$2.39\pm 0.02^b$
	C18:1	$77.67\pm 0.15^b$	$77.62\pm 0.14^b$	$77.59\pm 0.17^b$	$77.56\pm 0.12^b$	$77.31\pm 0.08^a$	$77.28\pm 0.10^a$
	C18:2	$9.43\pm 0.13^b$	$9.41\pm 0.18^b$	$9.44\pm 0.11^b$	$9.37\pm 0.15^b$	$9.22\pm 0.08^a$	$9.15\pm 0.12^a$
$\alpha$ -生育酚/(mg/kg)	$475.72\pm 4.46^b$	$473.11\pm 6.79^b$	$469.34\pm 3.13^b$	$464.75\pm 4.06^{ab}$	$452.42\pm 6.57^a$	$448.56\pm 5.76^a$	
多酚/(mg GEA/kg)	$22.67\pm 0.37^c$	$21.86\pm 0.26^d$	$20.85\pm 0.34^c$	$20.08\pm 0.11^c$	$18.97\pm 0.23^b$	$17.74\pm 0.18^a$	
角鲨烯	$55.34\pm 2.04^d$	$54.08\pm 1.55^{cd}$	$52.22\pm 2.11^c$	$51.56\pm 0.88^c$	$46.67\pm 3.01^b$	$40.55\pm 2.55^a$	
甾醇含量/(mg/kg)	菜油甾醇	$24.12\pm 3.08^b$	$22.08\pm 2.02^b$	$21.92\pm 5.42^{ab}$	$19.55\pm 5.42^a$	$18.34\pm 5.42^a$	$16.12\pm 5.42^a$
	豆甾醇	$36.13\pm 3.51^b$	$35.78\pm 2.89^b$	$33.46\pm 2.77^{ab}$	$32.71\pm 1.97^{ab}$	$30.97\pm 3.06^a$	$28.44\pm 2.57^a$
	$\beta$ -谷甾醇	$139.15\pm 5.22^c$	$135.15\pm 4.08^c$	$131.15\pm 4.92^b$	$128.15\pm 5.46^b$	$121.15\pm 5.02^{ab}$	$115.15\pm 4.16^a$
	羽扇豆醇	$241.74\pm 4.38^c$	$238.23\pm 2.56^c$	$233.26\pm 3.12^b$	$230.61\pm 2.88^b$	$226.08\pm 2.59^a$	$221.41\pm 3.12^a$
	$\beta$ -香树脂醇	$543.66\pm 8.46^b$	$541.22\pm 5.31^a$	$539.21\pm 2.55^a$	$531.55\pm 4.78^a$	$523.09\pm 9.08^a$	$520.16\pm 8.93^a$
	桦木醇	$464.71\pm 9.18^c$	$461.57\pm 8.95^c$	$452.56\pm 4.36^b$	$448.63\pm 7.98^b$	$432.66\pm 8.05^a$	$429.81\pm 9.65^a$
	豆甾-7-烯醇	$225.14\pm 4.78^c$	$221.27\pm 4.55^c$	$216.32\pm 6.07^b$	$211.05\pm 4.18^b$	$205.08\pm 3.98^a$	$201.23\pm 6.11^a$
环阿屯醇	$261.23\pm 4.06^c$	$258.96\pm 3.95^{bc}$	$253.09\pm 6.57^b$	$250.88\pm 4.96^b$	$245.07\pm 5.48^a$	$240.01\pm 7.09^a$	

注: \*表示组与组之间存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

Note: There are significant differences among groups ( $P < 0.05$ ).

的温度逐渐升高,说明榨膛内部的摩擦力也逐步增大,饼中残油从 12.12%降低至 2.16%;尤其当添加量超高 8%时,榨膛温度的升高尤为明显,而饼中的残油并没有显著性降低。

由表 2 可知,油茶籽油中不饱和脂肪酸以油酸为主,且含有少量亚油酸,随着油茶籽壳添加量的升高,不饱和脂肪酸的含量均有显著的降低,原因可能是高温条件下含有双键的不饱和脂肪酸发生少部分氧化,从而导致含量降低,当添加量超高 8%时,这个现象变得更加明显。除此之外,现有研究表明,这些油脂伴随物不但可以有效预防肥胖、心血管疾病和癌症等慢性疾病,而且也可以显著延长油脂的货架期,因此植物油中这些有益伴随物应当尽量多的保留<sup>[7]</sup>。但是,这些油脂伴随物在高温情况下极不稳定,很容易遭到氧化破坏。如表 2 所示,油茶籽油中的  $\alpha$ -生育酚、多酚和甾醇的含量均随着添加量的升高而呈现下降的趋势,且当添加量超过 8%时,这些伴随物质的损耗较为严重<sup>[8]</sup>。

现有研究指出,有一层蜡质附着在油茶籽壳的内表面,而这些蜡质在压榨过程中很容易迁移到油茶籽油中,从而显著破坏油茶籽油的风味、色泽和品质,给后期精炼带来很大的难处。为此,

在满足压榨的条件下,油茶籽壳的添加量不宜过多<sup>[9]</sup>。基于饼中残油率、脂肪酸和伴随物质含量的变化,最终选择添加 8%的油茶籽壳,经过分级后压榨的效果要远远高于李诗龙等之前报道的结果<sup>[3]</sup>。

### 2.3 水分含量对分级后油茶籽压榨效果的影响

水分是影响油茶籽油品质及饼残油的另一个关键因素,水分可以最大程度的引起蛋白变性、改善油滴聚集和破坏细胞组织结构,使得油脂更加容易制取。水分含量对油茶品质的影响见表 3。

随着水分含量的增加,榨膛温度逐渐降低,而饼中的残油呈现先上升后下降的趋势。当茶籽水分从 6%增加到 9%时,饼中残油率降低为 2.49%;当茶籽水分为 12%时饼残油急剧上升到 6%,虽然榨膛的温度出现显著的下降,但是出现饼不成型及滑膛现象。

油茶籽油的脂肪酸组成、 $\alpha$ -生育酚、多酚和甾醇等油脂伴随物的含量显著受到水分含量的影响,而这些影响主要与榨膛的温度密切相关<sup>[10]</sup>。当水分含量为 12%和 16%时,脂伴随物的含量要显著高于其他两个水分含量时的值,其中水分含量为 6%时,这些物质的含量发生显著性降低,原因可能是压榨过程中的高温导致这些物质发生氧化损失。基于饼中残油率、脂肪酸和伴随物质

表 3 水分含量对油茶籽压榨效果的影响

Table 3 Effect of moisture content on the pressing effect of Camellia oil seed

水分含量/%	6	9	12	16	
榨膛温度/°C	90.8±0.4 <sup>d</sup>	65.9±0.6 <sup>c</sup>	60.2±0.4 <sup>b</sup>	51.4±0.4 <sup>a</sup>	
饼残油/%	5.58±0.18 <sup>b</sup>	2.49±0.09 <sup>a</sup>	10.53±0.24 <sup>c</sup>	15.76±0.09 <sup>d</sup>	
主要脂肪 酸含量/%	C16:0	9.04±0.08 <sup>a</sup>	9.04±0.14 <sup>a</sup>	9.06±0.05 <sup>a</sup>	9.02±0.11 <sup>a</sup>
	C18:0	2.36±0.06 <sup>b</sup>	2.15±0.09 <sup>a</sup>	2.23±0.06 <sup>a</sup>	2.25±0.07 <sup>a</sup>
	C18:1	77.30±0.11 <sup>a</sup>	77.56±0.12 <sup>b</sup>	77.61±0.15 <sup>b</sup>	77.63±0.12 <sup>b</sup>
	C18:2	9.19±0.16 <sup>a</sup>	9.37±0.15 <sup>b</sup>	9.44±0.12 <sup>b</sup>	9.43±0.13 <sup>b</sup>
$\alpha$ -生育酚/(mg/kg)	450.32±8.48 <sup>a</sup>	464.75±4.06 <sup>b</sup>	469.55±2.57 <sup>ab</sup>	472.68±4.11 <sup>b</sup>	
多酚/(mg GEA/kg)	18.12±0.16 <sup>a</sup>	20.08±0.11 <sup>b</sup>	20.75±0.26 <sup>b</sup>	21.75±0.16 <sup>c</sup>	
甾醇含量 (mg/kg)	角鲨烯	43.52±4.37 <sup>a</sup>	51.56±0.88 <sup>b</sup>	52.18±0.35 <sup>ab</sup>	54.27±0.86 <sup>b</sup>
	菜油甾醇	17.76±3.98 <sup>a</sup>	19.55±5.42 <sup>b</sup>	21.91±2.41 <sup>a</sup>	22.24±1.14 <sup>b</sup>
	豆甾醇	29.65±4.22 <sup>a</sup>	32.71±1.97 <sup>b</sup>	33.38±2.53 <sup>ab</sup>	35.85±2.18 <sup>b</sup>
	$\beta$ -谷甾醇	118.37±3.29 <sup>a</sup>	128.15±5.46 <sup>b</sup>	131.28±4.08 <sup>ab</sup>	135.06±3.77 <sup>b</sup>
	羽扇豆醇	223.12±3.67 <sup>a</sup>	230.61±2.88 <sup>b</sup>	233.44±2.19 <sup>b</sup>	238.09±1.09 <sup>c</sup>
	$\beta$ -香树脂醇	521.47±11.08 <sup>a</sup>	531.55±4.78 <sup>a</sup>	539.87±4.11 <sup>ab</sup>	541.79±4.07 <sup>b</sup>
	桦木醇	430.96±7.95 <sup>a</sup>	448.63±7.98 <sup>b</sup>	451.09±6.09 <sup>bc</sup>	461.99±7.01 <sup>c</sup>
	豆甾-7-烯醇	203.17±4.40 <sup>a</sup>	211.05±4.18 <sup>b</sup>	215.88±3.98 <sup>bc</sup>	220.68±4.01 <sup>c</sup>
	环阿屯醇	242.14±5.79 <sup>a</sup>	250.88±4.96 <sup>b</sup>	254.11±5.98 <sup>bc</sup>	258.71±2.87 <sup>c</sup>

注: \*表示组与组之间存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

Note: There were significant differences among groups ( $P < 0.05$ ).

含量的变化, 最终选择水分含量 9% 进行压榨, 产生更好的压榨效果这与李诗龙研究有一定差异, 大概是因为经过分级处理和榨机压缩比变化的原因<sup>[11]</sup>。

## 2.4 油茶籽双螺杆压榨油茶籽油的产品质量

入榨料含壳 8%、水分 9% 工艺条件下所获得的毛油经过冬化处理产品质量指标与市售的精炼油茶籽油的理化特性对比。本实验最佳工艺条件下所获得的油茶籽油酸价低、颜色橙黄; 具有天

然油茶香味, 而市售精炼油则是一种浅黄的清香味。两种油的杂质含量一样。市售精炼油过氧化值明显高于压榨油, 表明精炼油活性物被破坏后更容易被氧化。由表 4 可知, 本实验最佳条件下所获得的油茶籽油的各项质量指标均符合 GB/T 11765—2018《油茶籽油》的要求, 所含的  $\alpha$ -生育酚高于市售精炼油茶籽油的 2 倍多。说明本文工艺条件下所获得的油茶籽油可以将其中的  $\alpha$ -生育酚较好的保留。

表 4 油茶籽油的理化特性对比  
 Table 4 The comparison of physical and chemical properties of camellia oil

类比	执行标准	杂质/%	水分/%	气味	酸值/(mg/g)	过氧化值/(g (NaOH)/100g)	$\alpha$ -生育酚/(mg/kg)
市售精炼油	GB/T 11765—2018	0.01±0 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	清香	0.94±0.08 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>b</sup>	226.48±5.45 <sup>a</sup>
压榨油	GB/T 11765—2018	0.01±0 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	茶香	0.35±0.06 <sup>a</sup>	0.15±0.03 <sup>a</sup>	464.75±4.06 <sup>b</sup>
国标一级油	GB/T 11765—2018	≤0.05	0.10	有茶籽固有的气味	≤2.0	≤0.25	—

注: \*表示组与组之间存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

Note: There are significant differences among groups ( $P < 0.05$ ).

## 3 结论

油茶籽仁中含壳量和水分是双螺杆榨油机压榨油茶籽重要的工艺参数。本研究表明, 双螺杆榨油机压榨油茶籽最佳的工艺条件为: 经过分级处理后, 入榨茶籽水分 9%、仁中带壳 8% 时, 压榨效果最佳, 在此条件下所获得的油茶籽油在油品质量和饼残油两者之间效果比较理想。

与市售的精炼油茶籽油相比, 该工艺条件下所获得的压榨油中  $\alpha$ -生育酚质量分数是精炼油的 2 倍多; 这表明本研究最佳工艺所获得的茶油可以将  $\alpha$ -生育酚更充分保留。

## 参考文献:

- [1] PAPS DORF K, MIKLAS J W, HOSSEINI A, et al. Lipid droplets and peroxisomes are co-regulated to drive lifespan extension in response to mono-unsaturated fatty acids[J]. *Nature Cell Biology*, 2023: 1-13.
- [2] 李诗龙, 刘协舫, 张永林, 等. 双螺杆冷榨茶籽油的中试生产[J]. *农业工程学报*, 2014, 30(19): 300-308.  
LI S L, LIU X F, ZHANG Y L, et al. Pilot-plant-scale test of cold-pressed oil extraction with twin-screw pressing for camellia seeds[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(19): 300-308.
- [3] 李宁, 赵玉兰, 廖杰. HPLC 法测定茶籽、果壳、茶籽油中脂溶性维生素和  $\beta$ -胡萝卜素的含量[J]. *现代科学仪器*, 2009(5): 92-93+100.  
LI N, ZHAO Y L, LIAO J. Determination of liposoluble vitamin,

- $\beta$  carotene in tea—seed oil, tea—seed oil and shell by HPLC[J]. *Modern scientific instruments*, 2009, (5): 92-93+100.
- [4] HONG C, CHANG C, ZHANG H, et al. Identification and characterization of polyphenols in different varieties of *Camellia oleifera* seed cakes by UPLC-QTOF-MS[J]. *Food Research International*, 2019, 126: 108614.
- [5] 费学谦. 油茶籽油加工业现状、问题及对策分析[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(10): 449-452.  
FEI X Q. Study on current status, problems and countermeasures of oil-tea camellia seeds oil processing industry[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2011, 32(10): 449-452.
- [6] 李志晓, 金青哲, 叶小飞, 等. 制油工艺对油茶籽油品质的影响[J]. *中国油脂*, 2015, 40(4): 5.  
LI Z X, JIN Q Z, YE X F, et al. Impact of extraction process on quality of oil-tea camellia seed oil[J]. *China oils and fats*, 2015, 40(4): 5.
- [7] SHI T, WU G, JIN Q, et al. Camellia oil authentication: A comparative analysis and recent analytical techniques developed for its assessment. A review[J]. *Trends in food science & technology*, 2020, 97: 88-99.
- [8] 胡健华, 韦一良, 何东平, 等. 脱壳冷榨生产纯天然油茶籽油[J]. *中国油脂*, 2009, 34(1): 16-19.  
HU J H, WEI Y L, HE D P, et al. Preparation of natural oil-tea camellia seed oil by dehulling and cold-processing[J]. *China oils and fats*, 2009, 34(1): 16-19.
- [9] LUAN F, ZENG J, YANG Y, et al. Recent advances in *Camellia oleifera* Abel: A review of nutritional constituents, biofunctional properties, and potential industrial applications[J]. *Journal of Functional Foods*, 2020, 75: 104242.
- [10] LI G, MA L, YAN Z, et al. Extraction of oils and phytochemicals from *Camellia oleifera* seeds: Trends, challenges, and innovations[J]. *Processes*, 2022, 10(8): 1489.
- [11] 李诗龙, 胡健华, 刘协舫, 等. 双低油菜籽脱皮冷榨的关键技术研究[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(6): 181-185.  
LI S L, HU J H, LIU X F, et al. Key technologies for cold pressing of de—hulled double—low rapeseed kernel for oil extraction[J]. *Transactions of the CSAE*, 2004, 20(6): 181-185. 