

# 油茶籽油提取技术研究进展

## Research progress on extraction technology of camellia oil

杨建远<sup>1,2</sup> 陈芳<sup>1</sup> 宋沥文<sup>1</sup> 胡蓉<sup>1</sup> 邓泽元<sup>1</sup>

YANG Jian-yuan<sup>1,2</sup> CHEN Fang<sup>1</sup> SONG Li-wen<sup>1</sup> HU Rong<sup>1</sup> DENG Ze-yuan<sup>1</sup>

(1. 南昌大学食品科学与技术国家重点实验室, 江西 南昌 330047; 2. 九江学院药学与生命科学学院, 江西 九江 332000)

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330047, China;

2. College of Pharmaceutical and Life Sciences, Jiujiang University, Jiujiang, Jiangxi 332000, China)

**摘要:**油茶籽油是世界上四大木本食用油之一,具有预防心血管疾病、抗肿瘤、抗菌、抗炎、保肝、抗氧化及增强人体免疫力等重要保健功效。随着中国油茶种植产业的迅速发展壮大,势必进一步推动更为绿色、高效的茶油加工新技术的发展。文章综述了压榨法、有机溶剂浸出法、临界流体萃取法、水代法及水酶法等茶油提取工艺的研究与应用现状,比较了各种提油技术的优、缺点,旨在为加快研究“安全、营养、经济”的茶油提取新技术提供参考。

**关键词:**油茶;油茶籽油;提取

**Abstract:** Camellia oil is one of the four major woody vegetable oils in the world, which play important roles in prevent cardiovascular disease, anti-tumor, antibiosis, anti-inflammatory, hepatoprotection, antioxidant and immunomodulatory. With the rapid development of *Camellia oleifera* Abel plantation, an efficient camellia oil processing technology must be further improving. The latest research and application of extraction technology of camellia oil by press, solvent extraction, supercritical fluid extraction, aqueous extraction, aqueous enzymatic extraction, and their advantage and disadvantage was introduced in this article, which provided a reference for research a promising extraction technology of camellia oil due to nutrition, safety and economy.

**Keywords:** *Camellia oleifera* Abel.; camellia oil; extraction

油茶(*Camellia oleifera* Abel.)属于山茶科山茶属多年生木本植物,是中国特有的木本油料树种,也是中国重要的油料作物之一。油茶籽油简称茶油,是油茶籽仁中所含有的油脂成分,系世界上四大木本食用油之一,享有“东方橄榄

油”<sup>[1]</sup>、“油中珍品”及“长寿油”<sup>[2]</sup>等美誉。茶油不饱和脂肪酸及功能活性成分含量较高,属纯天然保健食用油,经常食用具有降血脂、降血压、软化血管、抗菌、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、保肝及增强人体免疫力之功效<sup>[3]</sup>。与其它常用食用油相比,茶油色佳味香,营养丰富,脂肪酸组成更合理,符合“欧米伽膳食”营养结构<sup>[4]</sup>。茶油不但是公认的绿色保健食用油,而且也是应用于食品、药品、化妆品及化工等工业的高档原料之一<sup>[5]</sup>。

中国不仅是全球油茶树分布最广的区域,而且还是最大的茶油生产基地。目前,在茶油的制取工艺中得到广泛的研究与应用的提油技术主要有:压榨、有机溶剂浸出、联合提取、超临界萃取、水代法以及水酶法等,各种提油技术在生产应用中各有利弊。茶油提取工艺技术对茶油的理化指标、活性成分、挥发性风味物质的含量及脂肪酸的组成等具有显著的影响<sup>[6]</sup>。详细了解现有茶油提取工艺技术的研究及应用现状,明确各种技术的发展前景及存在的问题,对进一步改进或开发新的茶油提取技术及提高茶油品质具有重要参考价值。

### 1 茶油主要成分及功效

油茶籽油中的棕榈酸、亚油酸、油酸和硬脂酸含量较高<sup>[7]</sup><sup>[4]</sup>。酯、醛、醇类成分为茶油主要香气成分,其中醛类的相对质量分数较高的有庚醛、己醛和辛醛等<sup>[8]</sup>。油茶籽壳主要含有水分、灰分、半纤维素、纤维素、木质素、粗脂肪、粗蛋白、还原糖、茶皂素等<sup>[9]</sup>。油茶籽仁中含多糖类、蛋白质、三萜类化合物、黄酮类物质及 V<sub>E</sub>等<sup>[7]</sup><sup>[20]</sup>。因此,油茶各部分都具有较高的开发利用价值。

茶油具有独特而广泛的药理活性,不但具有杀菌解毒、清胃、润肠之功效,还能促进部分激素的分泌,增强肠胃及神经功能,增强免疫力,增强血管韧性和弹性,延缓动脉粥样硬化等保健功效<sup>[10]</sup>。其药理活性成分主要表现在油茶中的黄酮、V<sub>E</sub>及茶多酚等成分具有显著的清除自由基、抗氧化活性及保护细胞损伤等作用<sup>[11-14]</sup>;同时,油茶中的油茶皂苷具有

**基金项目:**国家自然科学基金项目(编号:31560464);江西省研究生创新专项资金项目(编号:YC2015-B015);大学生创新创业训练计划项目(编号:201510403017)

**作者简介:**杨建远,男,九江学院讲师,南昌大学在读博士研究生。

**通讯作者:**邓泽元(1963-),男,南昌大学教授、博士。

E-mail: dengzy@ncu.edu.cn

**收稿日期:**2015-05-15

诱导乳腺癌细胞周期停滞及细胞凋亡的作用<sup>[15]</sup>,油茶中的3,4-开环三萜烯(sasanquol)具有显著抗炎作用<sup>[16]</sup>;油茶中的多糖能抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性而起到降血糖的作用<sup>[17]</sup>。因此,茶油不仅营养丰富,而且其活性成分具有重要药理作用。

## 2 茶油的主要提取技术研究进展

### 2.1 传统压榨提油技术

压榨法是利用各种机械的挤压力使得植物油脂游离出含油原料的制油技术。压榨法的工艺较简单,能保留油茶籽油的纯正品质,适用于多种植物油的提取<sup>[18]</sup>。其工艺主要为油茶果的采收→茶籽仁去壳→干燥→破碎→轧坯→蒸炒及压榨等步骤<sup>[19]</sup>。压榨法有热压和冷压榨法之分,热压榨工艺中由于蒸炒或焙烤处理工艺,一方面可以在一定程度上促进某些香味成分物质的增加,另一方面也可以破坏部分热敏感活性成分,促进苯并( $\alpha$ )芘的生成<sup>[20]</sup>;冷压榨工艺则原料不经过蒸炒处理,与热压榨法相比,有利于保留更多的茶多酚、角鲨烯、生育酚及皂素等天然生物活性成分,使其不受破坏,具有工艺简单,温度低耗能少,毛油品质好等优点,但因饼粕中油的残留,出油率低的缺点仍然存在<sup>[21-22]</sup>。

### 2.2 溶剂浸出提油技术

浸出法是利用相似相溶的原理,用尽可能安全的有机溶剂萃取油料中的油脂,然后经减压蒸馏分离去除有机溶剂的工业方法。生产成本较低,植物油的提取率高( $\geq 95\%$ )是浸出法的优势,为目前国际应用最广泛的工业提油技术。6号溶剂、正己烷、三氯甲烷、乙醚、石油醚、乙醇及丙酮等为浸出法浸提油脂常用的溶剂,如:张泽鑫等<sup>[23]</sup>对比研究了4种溶剂(石油醚、正己烷、三氯甲烷、丙酮)对白花和红花油茶籽的不饱和脂肪酸及感官品质等的影响,结果表明石油醚更为理想。唐祚姣等<sup>[24]</sup>在92℃条件下,采用95%的乙醇浸提3h,对油茶饼提取2次,可提取茶饼中残留油的96.04%;浸出法也可以用于提油并同时提取其副产物,如:石珊珊等<sup>[25]</sup>采用混合溶剂(乙醇-正己烷)同时提取茶籽饼中的茶籽油和茶皂素,当体积分数为70%的乙醇水溶液与正己烷的体积比1:1,料液比1:2( $m:V$ ),浸提温度55℃,浸出120min时,浸出提取后茶籽粕中的皂素含量 $\leq 1.0\%$ ,残油率 $\leq 1.5\%$ 。

浸出法还可与微波、超声等手段进行辅助提取,以提高提油率、缩短时间及保证油的品质,如:刘芳等<sup>[26]</sup>研究了微波辅助乙醚提取工艺提取油茶籽油。张伟光等<sup>[27]</sup>研究了超声波辅助乙酸乙酯提取山茶油,表明该方法成本低、污染少,更快速。

溶剂浸出法提取的植物油时不可避免存在一定程度的溶剂的残留,工业上常见的以6号有机溶剂浸出的植物油易残留 $C_6$ 烷烃(2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、正己烷等)及 $C_6$ 环烷烃(甲基环戊烷、环己烷等)<sup>[28]</sup>。因此,溶剂残留是浸出法最大的缺陷。

### 2.3 其他提油技术

2.3.1 联合提取技术 压榨与浸出技术联合是结合二者优点的一种方法。由于浸出法溶剂用量较大且存在溶剂残留

的问题,因此,在浸出之前先通过机械压榨使多数油脂尽可能游离出来后,再采用更少量的溶剂从油饼饼粕中提取残存的油脂,二者结合相互补充,即可保存茶油中大部分生物活性成分,保证了油脂品质,又能减少溶剂的使用与残留,提高出油效率。但工艺中有机溶剂的使用与残留还是不可避免,为了满足现代绿色提油技术发展需求,浸出法还有待进一步研究改善或以更加绿色的提油技术替代。

2.3.2 超临界与亚临界萃取技术 超临界萃取是综合了溶剂萃取和蒸馏两种功能的一种新型分离技术,由于其萃取温度低,能有效保留萃取物的活性,特别适用于热敏物质和易氧化物质的分离。吴红军等<sup>[29]</sup>对油茶的超临界 $CO_2$ 萃取工艺及品质的研究表明,粉细过筛的油茶籽仁在优化的超临界萃取条件下萃取获得的茶油的酸值、过氧化值、碘价、色值均达到中国GB 11765—2003规定的一级油标准,其中 $V_E$ 、 $\beta$ -胡萝卜素、角鲨烯主要营养成分含量均要高于压榨和石油醚浸提毛油的含量。

亚临界萃取是一种热力学在超临界边缘外条件下的流体萃取新技术,与超临界相比提取条件更温和,更有利于活性成分的保留<sup>[30]</sup>。管晓盛等<sup>[31]</sup>采用新型的亚临界流体技术结合分子蒸馏工艺,对油茶籽油提取的工艺条件进行了研究,得优化条件下油茶籽油萃取率高达99.12%,比传统压榨工艺提高约15%;经最佳精制条件下分子蒸馏精制后油茶籽油的酸价比传统工艺下降70.87%。由此可见,超临界萃取与亚临界萃取技术提油率高,成品油质量好,能更好地保留茶油中 $V_E$ 、黄酮、多酚、叶绿素、甾醇和类胡萝卜素等天然活性成分<sup>[32]</sup>。

由于超临界萃取与亚临界萃取所用的溶剂主要为无毒、廉价的 $CO_2$ ,且浸出温度低,工艺简单,是一种绿色提取高品质茶油的方法,但中国超临界萃取与亚临界萃取设备及技术起步较晚,对二者提油技术研究及其应用还较少。因此,进一步加快开展超临界萃取与亚临界萃取技术及相关设备的开发研究具有较好的应用前景。

2.3.3 水代法 水代法是20世纪50年代末发展起来的一种可替代溶剂浸出法的提取技术。它是利用水浸入到油料种子细胞中去取代其中的油脂,使细胞中的油脂被替换到水相表面的一种提取植物油的方法。

水代法可作为提取茶油的一种新方法,其工艺简单,设备要求低,油脂的品质好,更加安全、营养、环保、经济。郭玉宝等<sup>[33]</sup>利用正交试验确定了油茶籽油的水代法提取最佳工艺条件:料液比1:4.5( $m:V$ ),浆液pH 9.0,提取温度75℃,提取时间150min,此条件下茶籽提油率可达80.28%,清油收率可达90.19%。李依娜等<sup>[34]</sup>利用水代法提取的寒露油茶籽油,茶油出油率可达到80%,茶油色泽金黄透明,有较纯正的茶油特征香气,除了水分及挥发物含量指标外,其他指标均符合中国GB 11765—2003一级压榨茶油的标准。郑小非等<sup>[35]</sup>研究表明微波辐照辅助水代法提油率达90%,对营养成分及风味具有较好的保留效果。

水代法具有保护 $V_E$ 、角鲨烯等营养成分的明显优势,对于提取高品质茶籽油具有积极作用,具有工业化应用的经济

可行性<sup>[36]</sup>,然而,水代法在提油工艺过程中容易产生乳化,导致提油率低。因此,解决水代法提油率低的问题是现阶段水代法研究发展的重点。

2.3.4 水酶法 由于水代法提油工艺中易产生稳定的乳状液导致提油率低,为提高提油率,在水代法的基础上很快发展了水酶法。水酶法提油是采用机械破碎后在水溶液中增加生物酶的酶解,使油脂更易从含油种籽细胞中释放出,再利用细胞中天然蛋白、多糖和淀粉等在油、水界面及体系中的亲和力不同及密度差异实现油相与水相和残渣分离<sup>[37]</sup>。水酶法由于增加了酶解过程,其提油率比水代法稍高,因此在大豆油、油茶籽油、花生油、核桃油、枸杞籽油、南瓜籽油及松籽油等中已有研究与应用<sup>[38-39]</sup>,已成为油脂加工技术领域的研究热点。

近年来,有关水酶法及辅助相关技术以提高水酶法的提油率的报道较多,如:刘瑞兴等<sup>[40]</sup>采用 2.62% 的复合酶(蛋白酶、纤维素酶)提取的油茶籽油的营养活性成分保留较好,无需精练便可达到标准;Long 等<sup>[41]</sup>利用超声辅助纤维素酶:半纤维素酶:几丁质酶(1:1:1)复合酶解提取亚麻籽油的得率可达 68.1%;Jiao 等<sup>[39]</sup>采用微波辅助复合酶(纤维素酶、果胶酶及蛋白酶)酶解后南瓜籽油的提取率为 64.17%。水酶法主要特点是利用不同酶对含油种子细胞成分进行酶解而增加了油脂游离的效果,由于酶存在专一性,因此,根据含油种子中的成分不同筛选特异性的酶对水酶法的提油率有较大的影响。较多的研究<sup>[42-46]</sup>表明,单一酶或多种酶(如:蛋白酶、纤维素酶、磷脂酶、淀粉酶及果胶酶等)一定条件下进行复合可在一定程度上提高提油率。但是,关于酶作用于油质蛋白的特异性氨基酸位点及机制的相关研究鲜见报道,乳化蛋白的结构研究的文献较少,酶的筛选存在一定的盲目性,水酶法技术用酶量较大,酶解效率还偏低,乳化现象仍然存在。

## 2.4 水代法及水酶法提油中乳状液的破乳技术

油茶籽油水代法、水酶法提油工艺中对乳状液进行有效破乳,是提高油茶籽油得率的关键。目前,水代法、水酶法提取植物油工艺中,加热、离心、调 pH 及溶剂萃取等是较常见的破乳方法,但是它们还存在设备、能耗、成本及安全等方面的缺陷。

然而,条件温和,操作简单,能耗低等是酶法破乳具有的优点。目前酶法破乳主要有:① 利用蛋白酶酶解后再冷冻解冻或用蛋白酶进行两次破乳<sup>[47-48]</sup>,如:用 Multifect GC 和 Celluclast 1.5 L 两种酶对玉米莖中玉米油的提取效果很好,提取率都在 90% 以上<sup>[49]</sup>。② 使用各种不同类型的表面活性剂与助溶剂复合进行酶解破乳,如:以表面活性剂(阴离子、阳离子及非离子型)复合助溶剂能大大降低大豆乳状液表面张力( $<0.01$  mN/m),从而促进大豆油的游离,提高大豆油的提油率<sup>[50]</sup>。

另外,众所周知乙醇安全无毒,可循环利用,添加适量的乙醇辅助酶法破乳可获得提高提油率的效果。李强等<sup>[51]</sup>研究表明,添加一定比例的乙醇能大大减少工艺中乳状液的生成,具有增强水酶法提油的效果。但酶和乙醇的添加使得工艺较复杂、成本较高。可见,要真正满足“安全、营养、环保、经济”的绿色提油技术要求,需从乳化形成的机制着手开展研究,以便寻找更加经济、高效的破乳方法。

## 2.5 几种茶油提取技术比较

综上所述,油茶籽油的提取技术主要有传统压榨法、有机溶剂浸出法、临界萃取法(超临界和亚临界萃取技术)、水代法及水酶法等,不同提油技术存在各自的优点和缺点,不同方法对茶油的品质及香气也存在一定程度的影响,不同提取技术优、缺点及对茶油品质影响比较见表 1。

表 1 5 种茶油提取技术比较

Table 1 Comparison of five extraction technology of camellia oil

提油技术	优点	缺点	对茶油品质的影响 <sup>[52]</sup>
压榨法	工艺较简单,油品质纯正,油香,适合小作坊榨油	饼粕残油率高,高温易产生苯并(α)芘等有害物质,同时使饼粕蛋白质变性而不便利用,需要精炼	色泽黄,透明,有固有清香,少量杂质,酸价 0.90 mg/g KOH,过氧化值 0.94 mmol/L,角鲨烯含量 0.113 6 μg/mg, V <sub>E</sub> 含量 0.012 2 μg/mg
浸出法	生产成本较低,提油率高,适合工业应用	相对压榨法设备控制要求高,存在有机溶剂残留,安全性差,需要精炼	色泽棕黄,透明,异味,无杂质,酸价 0.39 mg/g KOH,过氧化值 1.68 mmol/L,角鲨烯含量 0.090 2 μg/mg, V <sub>E</sub> 含量 0.273 9 μg/mg
临界萃取法	提油率高,油品质好,不需再精炼	设备要求高,投入成本高,生产能力小	色泽棕黄,浑浊,异味,少量杂质,酸价 1.17 mg/g KOH,过氧化值 1.26 mmol/L,角鲨烯含量 0.102 8 μg/mg, V <sub>E</sub> 含量 0.301 4 μg/mg
水代法	工艺简单,设备要求低,油品质好,油香,“安全、营养、经济”	产生严重的乳化现象,导致提油率较低	色泽浅黄,澄清透明,有固有清香,无杂质,酸价 0.26 mg/g KOH,过氧化值 0.52 mmol/L,角鲨烯含量 0.088 2 μg/mg, V <sub>E</sub> 含量 0.254 5 μg/mg
水酶法	工艺简单,设备要求低,油品质好,“安全、营养”,油香,便于酶解蛋白的综合利用	产生乳化现象,酶用量较大,成本较高	色泽浅黄,澄清透明,有固有清香,无杂质,酸价 0.25 mg/g KOH,过氧化值 0.55 mmol/L,角鲨烯含量 0.084 0 μg/mg, V <sub>E</sub> 含量 0.256 7 μg/mg

### 3 展望

总之,传统的茶油提取技术较简单、应用较成熟,近年来的理论研究相对较少;然而,水代法、水酶法及微波、超声等辅助水酶法提取油茶籽油技术是近年来研究的热点。其中,水代法及水酶法是一种“安全、营养”的提油方法,能更好地保留大部分活性成分及营养伴随物,是现代绿色提油技术的重要发展方向,具有较好的发展应用前景。但是,由于油茶籽油提油体系内存在比其它提油体系更为复杂的天然乳化活性成分,如:茶皂素、蛋白及碳水化合物等,会产生较为严重的乳化现象,制约了油茶籽油水代法及水酶法提取的工业化应用。因此,需进一步深入研究乳化成分及乳化机制,加快“安全、高效、经济”的破乳技术研发,以推进并实现水代法及水酶法等现代绿色提取油茶籽油技术的工业化应用。

#### 参考文献

- [1] 李丽, 吴雪辉, 寇巧花. 茶油的研究现状及应用前景[J]. 中国油脂, 2010, 35(3): 10-14.
- [2] 马力, 陈永忠, 陈隆升. 茶油不同提取方法的比较分析[J]. 农产品加工·学刊, 2010(11): 11-13.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 陈莉云. 京兆茶油专业合作社发展战略研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2014: 1-2.
- [6] 陈志香, 周波, 梁永铭, 等. 营养风味油茶籽油加工工艺研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(2): 232-237.
- [7] 李海琳. “长林”系列油茶品种仁主要化学成分比较[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2013.
- [8] 姚佳宁, 王道平, 潘卫东, 等. SPME—GCMS 对黔产茶油香气成分的分析[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(2): 64-66.
- [9] 杨俊焕, 周建平, 胡尧超. 油茶籽壳的化学成分分析与扫描电镜观察[J]. 湖南农业大学学报, 2013, 39(5): 554-558.
- [10] 钟丹, 蒋孟良, 王霆. 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.
- [11] Chen Jung-hui, Wu Hsing-yu, Liao Bing-chung, et al. Identification and evaluation of antioxidants defatted *Camellia oleifera* seeds by isopropanol salting-out pretreatment[J]. Food Chemistry, 2010, 121(4): 1 246-1 254.
- [12] Lee C P, Shih P H, Hsu C L, et al. Hepatoprotection of tea seed oil (*Camellia oleifera* Abel.) against CCl<sub>4</sub>-induced oxidative damage in rats[J]. Food and Chemical Toxicology, 2007, 45(6): 888-895.
- [13] Ye Yong, Guo Ya, Luo Yue-ting, et al. Isolation and free radical scavenging activities of a novel biflavonoid from the shells of *Camellia oleifera* Abel. [J]. Fitoterapia, 2012, 83(8): 1 585-1 589.
- [14] 梁永铭, 周波, 王进英, 等. 采用 Rancimat 法评价茶油多酚对茶油稳定性的影响[J]. 食品与机械, 2014, 30(6): 54-58.
- [15] Chen Lin-yan, Chen Jing, Xu Han-hong. Sasanquasaponin from *Camellia oleifera* Abel. induces cell cycle arrest and apoptosis in human breast cancer MCF-7 cells[J]. Fitoterapia, 2013(84): 123-129.
- [16] Akihisa T, Yasukawa K, Kimura Y, et al. A 3,4-seco-triterpene alcohol from sasanqua oil, and its anti-inflammatory effect [J]. Phytochemistry, 1998, 48(2): 301-305.
- [17] Zhang Sheng, Li Xiang-zhou. Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase by polysaccharides from the fruit hull of *Camellia oleifera* Abel. [J]. Carbohydrate Polymers, 2015(115): 38-43.
- [18] 李宁. 不同方法提取茶籽油的工艺对比研究[J]. 粮食与食品工业, 2013, 20(1): 11-13.
- [19] 史云东, 贾琳, 李祥, 等. 压榨法与热浸提法提取普洱茶籽油的对比研究[J]. 粮油食品科技, 2011, 19(4): 17-19.
- [20] 金超, 彭昕, 侍银宝, 等. 制油及精炼工艺对茶油中苯并(a)芘的影响[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 30-33.
- [21] 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): 17-23.
- [22] 谢蓝华, 周春灵, 李伟云, 等. 热榨法和冷榨法制取茶油的品质差异及其在护肤美容上的应用研究[J]. 农产品加工·学刊, 2010(7): 58-61.
- [23] 张泽鑫, 汤少英, 张振明, 等. 溶剂浸提法对茶籽油含量及成分的影响[J]. 韶关学院学报: 自然科学, 2013, 34(12): 49-52.
- [24] 唐祚姣, 李艳, 董新荣, 等. 乙醇提取油茶饼残油的研究[J]. 化学与生物工程, 2012, 29(5): 60-63.
- [25] 石珊珊, 刘大良, 魏冰, 等. 乙醇—正己烷混合溶剂同时提取茶油和茶皂素技术的研究[J]. 粮食与食品工业, 2013, 20(6): 9-12.
- [26] 刘芳, 黄科瑞, 黎远成. 微波辅助提取油茶籽油的工艺优化[J]. 中国农学通报, 2012, 28(3): 290-294.
- [27] 张伟光, 赵国君. 超声波辅助法提取山茶油工艺的研究[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(4): 29-31.
- [28] 王乐华. 食用植物油浸出溶剂评价及溶剂残留检测方法研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2013: 18-21.
- [29] 吴红军, 聂明, 杨水平, 等. 油茶油脂的超临界 CO<sub>2</sub> 萃取及效果研究[J]. 西南大学学报, 2009, 31(11): 61-66.
- [30] 苗建银, 车科, 陈雪香, 等. 亚临界流体萃取油茶籽油的抗氧化活性研究[J]. 林产化学与工业, 2012, 32(4): 67-71.
- [31] 管晓盛, 车科, 肖苏尧, 等. 亚临界萃取茶籽油的工艺研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(1): 56-60.
- [32] 刘肖丽, 吴雪辉. 不同提取方法对茶油品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(24): 307-310.
- [33] 郭玉宝, 汤斌, 裘爱泳, 等. 水代法从油茶籽中提取茶油的工艺[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 249-252.
- [34] 李依娜, 钟海雁. 油茶籽油的水代法提取工艺研究及品质分析[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 139-142.
- [35] 郑小非, 万绍平, 万光, 等. 微波辐照前处理水代法工艺提取原生山茶油的试验研究[J]. 江西林业科技, 2011(5): 29-34.
- [36] 黄闪闪, 吴苏喜, 聂楷峰. 水代法提取鲜果茶籽油的工艺优化及其品质分析[J]. 食品与机械, 2014, 30(3): 158-193.
- [37] 王瑛瑶, 贾照宝, 张霜玉, 等. 水酶法提油技术的应用进展

- [J]. 中国油脂, 2008, 33(7): 24-26.
- [38] Mat Yusoff M, Gordon M H, Niranjani K. Aqueous enzyme assisted oil extraction from oilseeds and emulsion de-emulsifying methods: A review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2015, 41(1): 60-82.
- [39] Jiao Jiao, Li Zhu-gang, Gai Qing-yan, et al. Microwave-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pumpkin seeds and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities [J]. Food Chemistry, 2014 (147): 17-24.
- [40] 刘瑞兴, 张智敏, 吴苏喜, 等. 水酶法提取油茶籽油的工艺优化及其营养成分分析[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(12): 54-61.
- [41] Long Jing-jing, Fu Yu-jie, Zu Yuan-gang, et al. Ultrasound-assisted extraction of flaxseed oil using immobilized enzymes [J]. Biores Technol., 2011, 102(21): 9 991-9 996.
- [42] 王超, 方柔, 仲山民, 等. 水酶法提取山茶油的工艺研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(5): 267-269.
- [43] 孙红, 费学谦, 方学智. 茶油水酶法提取工艺初步研究[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(3): 597-601.
- [44] Jung S, Maurer D, Johnson L A. Factors affecting emulsion stability and quality of oil recovered from enzyme-assisted aqueous extraction of soybeans[J]. Bioresour Technology, 2009, 100(21): 5 340-5 347.
- [45] Gai Qing-yan, Jiao Jiao, Wei Fu-yao, et al. Enzyme-assisted aqueous extraction of oil from Forsythia suspense seed and its physicochemical property and antioxidant activity[J]. Industrial Crops and Products, 2013(51): 274-278.
- [46] Dickey L C, Johnston D B, Kurantz M J, et al. Modification of aqueous enzymatic oil extraction to increase the yield of corn oil from dry fractionated corn germ[J]. Industrial Crops and Products, 2011, 34(1): 845-850.
- [47] Ramón M C, Charles E G. Destabilization of the emulsion formed during the enzyme-assisted aqueous extraction of oil from soybean flour [J]. Enzyme and Microbial Technology, 2009, 45(1): 28-35.
- [48] 江利华, 华娣, 王璋, 等. 水酶法从花生中提取油与水解蛋白的中试研究[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(9): 147-150.
- [49] Moreau R A, Johnston D B, Powll M J, et al. A comparison of commercial enzymes for the aqueous enzymatic extraction of corn oil from corn germ[J]. Journal of Oil & Fat Industries, 2004, 81(11): 1 071-1 075.
- [50] Do L D, Stevens T L, Kibbey T C G, et al. Preliminary formulation development for aqueous surfactant-based soybean oil extraction [J]. Industrial Crops and Products, 2014 (62): 140-146.
- [51] 李强, 杨瑞金, 张文斌, 等. 乙醇对油茶籽油水相提取的影响[J]. 中国油脂, 2012, 37(3): 6-9.
- [52] 杨辉, 赵曼丽, 范亚菁, 等. 不同提取方法所得茶油的品质比较[J]. 食品工业科技, 2012, 33(11): 267-274.

## 信息窗

### 日本朝日对降低血中酒精浓度相关新发现

食品伙伴网讯 日本朝日株式会社附属研究所称,蔬菜或水果的膳食纤维(水不溶性成分)和增粘多糖具有吸附酒精作用而延缓酒精的吸收,可降低血中酒精浓度。该成果已发表于第 35 次酒精医学生物学研究学术会议论文中。

该研究成果是通过大鼠来验证的。摄取酒精的大鼠由于处于酩酊状态时,其自发运动次数降低。通过红外线探测器探测摄取各种剂量酒精的大鼠随时间变化记录其自发运动的次数。同时还对市面上销售的 60 种以上的食材及各种食物成分(蛋白质、碳水化合物、水果及蔬菜、保健功能食材)进行了研究,结果发现番茄具有较强的抗酩酊作用。为了明确番茄中的有效成分,通过离心处理将番茄分为水溶性部分和水不溶性部分进行了试验,结果显示主要富含膳食纤维的水不溶性部分具有显著效果。

具体验证步骤是,给大鼠分别摄取番茄汁的水溶性部分和水不溶性部分,30 min 后再投喂酒精。投喂酒精 2 h 后采集血液和全胃,检测了血液中的酒精浓度和胃中酒精的残存量。结果:摄取番茄汁不溶性成分的大鼠其血液中的酒精含量明显低于其他组,且约 52%投与量的酒精残留在胃中;而水溶性成分投与组与对照组(投与水组)的酒精残存量及血液浓度相近。因此认为,番茄不溶性成分可将酒精存留在胃中,通过降低酒精被小肠吸收速度来降低血

中酒精浓度。

为了查明番茄中水不溶性成分吸附酒精的原因,将酒精水溶液中添加各种蔬菜和水果(包括部分谷类及豆类)的水不溶性成分搅拌后过滤。其结果显示添加番茄水不溶性成分的酒精过滤速度明显低于其他添加物组,表明番茄中水不溶性成分具有良好的酒精吸附作用。同时还发现,除了番茄以外芒果也具有较强的酒精吸附作用。

通过以上结果推测,蔬菜和水果的水不溶性成分所具有的酒精吸附作用是由其中的膳食纤维所引起的。因此调查了市面上销售的膳食纤维和增粘多糖是否具有同样的效果,其结果显示黄原胶(Xanthan gum)和结冷胶(Gellan gum)等增粘多糖具有显著的吸附酒精作用和降低血中酒精浓度作用,而抗性糊精和聚糊精没有显示类似效果。

饮酒时食用其他食物能降低血中酒精浓度,这是众所周知的。通过这次研究明确了至今未被认知的膳食纤维(包括增粘多糖)抑制酒精的效果,即蔬菜和水果所含有的水不溶性成分(主要是膳食纤维)和增粘多糖等低热量成分能吸附胃中酒精,抑制酒精吸收来降低血中酒精浓度。其中效果最显著的是水果和蔬菜中的芒果和番茄,而且黄原胶(Xanthan gum)和结冷胶(Gellan gum)等增粘多糖也具有显著效果。

(来源:www.foodmate.net)