

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.05.021

# 基于生姜特性的姜油功效及应用前景

李桐<sup>1,2</sup>, 王苑力<sup>1,2</sup>, 郭咪咪<sup>1</sup>, 杨凯舟<sup>1</sup>, 栾霞<sup>1</sup>✉

(1. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037;  
2. 广州福汇食品科技有限公司, 广东 广州 511400)

**摘要:** 姜油是生姜的主要深加工产品。随着萃取技术的改进, 制备姜油也含有生姜的大部分功能特性如抗氧化、抗炎症; 特别是姜油中富含酚类物质, 使得它被广泛运用于医药及化妆品行业。姜油不仅传承了生姜去腥的作用, 还保留了生姜对健康的益处。随着消费者对健康的关注, 姜油在烹饪中的应用也备受关注。对比分析姜油各种提取方式的优劣, 总结姜油对健康的益处, 结合姜油国内外研发及市场情况, 对姜油的应用前景做出展望。

**关键词:** 姜油; 生姜功能性; 深加工; 姜油烯

中图分类号: TS225.6 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)05-0144-06

## Efficacy and Application Prospect of Ginger Oil with Ginger Characteristics

LI Tong<sup>1,2</sup>, WANG Yuan-li<sup>1,2</sup>, GUO Mi-mi<sup>1</sup>, YANG Kai-zhou<sup>1</sup>, LUAN Xia<sup>1</sup>✉

(1. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China;  
2. Guangzhou Food and Health Food Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511400, China)

**Abstract:** Ginger essential oil is the main deep-processed product of ginger. Ginger oil has functional properties, such as anti-oxidation and anti-inflammatory, because of the upgrade of extraction technology. Ginger is widely used in the pharmaceutical and cosmetic industries because of its rich in phenols. Ginger oil not only inherits the function of removing fishy smell, but also retains the health benefits of ginger. With consumers' attention to health, the application of ginger oil in cooking is also concerned. This article compared the advantages and disadvantages of various ginger oil extraction methods, summarized the benefits of ginger oil, and prospected the application of ginger oil based on internal and external R & D and market situation.

**Key words:** ginger essential oil; ginger functionality; deep processing; ginger oleene

生姜是一种原产于东南亚的单子叶姜科植物, 现被广泛种植在亚洲, 非洲, 印度以及其他热带地区<sup>[1]</sup>。在我国, 截止到 2018 年, 生姜种植面积达 448 万公顷<sup>[2]</sup>。姜根茎含有 60%~70%的碳水化合物, 3%~8%的粗纤维, 9%的蛋白质, 8%

的灰分, 3%~6%的脂肪油和 2%~3%的挥发油。由此可见, 生姜的主要功能性成分都包含在挥发性油脂, 也就是姜油中。姜的特征性风味是由于姜油酮、松果油、姜油和挥发性油所组成, 按鲜重计, 姜油含量最高, 为姜的 3%。生姜中的挥发性精油主要包含倍半萜类, 以  $\alpha$ -姜油烯 (30%~70%) 为主要成分, 少量其他倍半萜类物质:  $\beta$ -倍半萜烯 (15%~20%),  $\beta$ -双丁香烯 (10%~15%),  $\alpha$ -法呢烯和单萜类化合物 ( $\beta$ -水芹烯、樟脑、桉叶油、香叶醇、柠檬醛) 等<sup>[5]</sup>。在医学上, 生姜

收稿日期: 2020-04-08

基金项目: 公益性粮食行业科研专项 (201513003-7)

作者简介: 李桐, 男, 1986 年出生, 在读博士研究生, 研究方向为油脂加工与功能性食品开发。

通讯作者: 栾霞, 女, 1963 年出生, 副研究员, 研究方向为油脂化学与油脂加工技术。E-mail: lx@ags.ac.cn.

被认定对胃肠道有一定的刺激性。生姜可增加胃肠道的运动能力,并具有抗菌、抗病毒、镇痛作用和解热特性<sup>[3]</sup>,所以理论上食用姜油可以达到相同的作用。

由于生姜具有多种抗氧化,抗炎症特性,目前人们对生姜的关注也越来越多。涉及到提取和鉴定生物活性,以及对其药理性质进行验证。近年更是有很多生姜对健康有益的文章发表。Ghasemzadeh 在 2010 年发表的文章中阐述了生姜表现的高抗氧化活性和优秀的药用潜力与生姜中含有的总酚含量有关。此外,在他的研究报告中还得出生姜的总酚含量和生姜的品种有关系<sup>[4]</sup>。本文综述姜油加工工艺的进展及姜油的益处,并对姜油作为的应用前景进行展望。

## 1 姜油

### 1.1 姜油制备

干燥和制油是生姜的主要加工方式。新姜的水分含量很高,大约为 85%~95%,由于微生物的关系导致新姜很容易腐烂,保质期较短。因此将新鲜的生姜进行干燥和制油是生姜加工的重要加工方法<sup>[6]</sup>。一般姜油的加工主要分为选姜—清洗—干燥—粉碎—蒸馏—油水分离等几个阶段<sup>[7]</sup>。

#### 1.1.1 常规萃取姜油技术

溶剂萃取和蒸汽蒸馏的常规技术仍然是商业上生产姜油树脂和挥发油的最常用方法。但是,这些方法都具有主要缺点,例如涉及多个单元操作的复杂过程(萃取,分离等),较高的操作温度会导致主要活性化合物及其收率的降解变化等。除此之外,使用的有机溶剂如己烷、丙酮、二氯甲烷、三氯甲烷、异丙醇、乙醇、二氯乙烷等对健康有害,其中的一些溶剂已显示出致癌作用<sup>[8]</sup>。除此以外,在加氢蒸馏过程中,需要将生姜物料进行干燥,这样既可以妨碍微生物的滋生,又可以减少鲜姜的水分含量,促进生姜油的提取。干燥时间根据生姜物料的水分含量和干燥温度一般需要 3~7 d。这种方法操作简单,但弊端也很明显。由于干燥可以使生姜中的某些化学成分挥发或者降解,以至于降低成品精油的含量<sup>[9]</sup>。于是为了

消除干燥带来的影响并提高提取效率,酶被运用到生姜的预处理上。有研究表明,经过酶促法处理的百里香在加水蒸馏后,百里香精油的提取效率提高了 109%,迷迭香精油提取的效率提高了 50%,薰衣草精油的提取效率提高了 25%。生姜经过酶处理后,有助于帮助维持姜油的质量<sup>[10-12]</sup>。

#### 1.1.2 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取姜油

近些年,超临界萃取被运用到姜油的萃取中。在超临界状态下 CO<sub>2</sub> 的底临界压力为 73.82 Pa,温度为 31 °C,这个温度可以使对热敏感的物质不会分解<sup>[13]</sup>。除此以外,利用超临界 CO<sub>2</sub> 无毒,非爆炸,容易获取等特性,通过改变萃取时的温度和压力,可以选择性的萃取到想要的精油特性<sup>[14-15]</sup>。有文献指出在 35 °C, 250 Pa 的压力,超临界 CO<sub>2</sub> 每分钟 15 g 的条件下萃取到的姜油树脂量为 6.87%<sup>[16]</sup>。在提取生姜精油的尝试中,有文献给出了最佳工艺为在 60 °C, 275.8 Pa 的压力,提取时间为 90 min 条件下姜油的出油率为 2.74%<sup>[17]</sup>。由于 6-姜酚是姜油中最主要的抗氧化,抗炎物质,所以姜油中的 6-姜酚含量也是超临界萃取生姜精油的重要考察指标。经过实验室优化,在 35 °C, 150 Pa 的压力,超临界 CO<sub>2</sub> 每分钟 15 g 的条件下萃取到的姜油树脂量为 3.10%,但其中 6-姜酚的含量占 20.69%<sup>[18]</sup>。经过对比文献我们可以发现,超临界 CO<sub>2</sub> 萃取生姜精油,在压力范围低于 150 Pa 时得到的挥发性精油含量较高,在高于 200 Pa 时得到的数值含量较高。

可以预见将酶促反应和超临界 CO<sub>2</sub> 萃取结合,各取其长,在干燥阶段减少功能性化合物的损失,在萃取阶段提高萃取效率,减少对环境的污染,找到适合于商业的条件,将是未来姜油萃取的重要研究方向。

### 1.2 姜油性状

生姜萃取物包括了生姜精油和树脂,根据国标 GB: 1886.29—2015 的标准,经过精炼的姜油为黄色或淡黄色油状液体,具有生姜特征的气味,这是因为生姜经过加工后保留下来的姜辣素组分与挥发油组分<sup>[19]</sup>。虽然在现行国标并未提及姜油

的卫生及质量要求。但在行业标准 LS/T3257—2017 中对姜油的卫生、质量、感官评价以及包装等进行了详细的阐述<sup>[20]</sup>。

### 1.3 姜油功效

王贵林等在 2006 年的研究表明, 因为姜油中含有挥发油及辣味成分, 对炎症有一定的抗性效果<sup>[21]</sup>。因为姜油的辣味物质主要为姜酚, 所以姜油的主要功效如生姜一样, 对急性肝损伤的保护作用, 抗过敏作用和减肥的作用也被证实<sup>[22-24]</sup>。除此以外, 有研究表明, 姜油对桔青菌、酿酒酵母、金黄色葡萄球菌和大肠杆菌有一定的抑制效果<sup>[25]</sup>。

## 2 基于生姜特性的姜油对健康的影响

生姜经过超临界萃取的姜油, 包含了生姜绝大部分的功能特性, 对健康的影响也和生姜相同。

### 2.1 刺激消化系统

生姜对消化系统的刺激作用最常见, 姜油的特性也包含此特性。生姜具有帮助唾液分泌的作用, 刺激唾液产生, 因此可以帮助吞咽。在医学上, 生姜是传统且常用的药物, 用于治疗消化系统疾病。生姜刺激肝脏产生胆汁酸并将其分解为胆汁。已知胆汁酸在脂肪的消化和吸收中起重要作用。食用生姜还可以刺激胰腺脂肪酶、淀粉酶和蛋白酶(胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶和羧肽酶)等消化酶的活性。饮食中的生姜也可以有益刺激小肠粘膜的终末消化酶, 包括糖化酶。据报道, 在高脂喂养的情况下, 饮食生姜可通过增加胆汁的分泌和增加胰腺脂肪酶的活性来刺激饮食脂肪的消化和吸收<sup>[26-28]</sup>。

### 2.2 对肠道的保护作用

辛辣香料生姜对胃肠道及其粘膜糖蛋白有积极的保护作用。实验证明亲脂性香料与周围脂质和这些脂质附近的疏水部分具有生物活性相互作用, 从而调节了膜的动力学, 减少对膜酶蛋白的空间限制并改变其构象<sup>[29]</sup>。

### 2.3 减脂和抗糖尿病的功效

食用生姜还有降脂功效, 有益于控制体重,

因此降低了患心血管疾病的风险<sup>[30]</sup>。与此同时, 一些实验表明, 生姜具有抗糖尿病的作用。体外、体内和临床试验已证明姜具有降血糖作用<sup>[31]</sup>。抗糖尿病作用的潜在机制涉及胰岛素释放及其敏感性, 以及改变的碳水化合物和脂质代谢的逆转<sup>[32]</sup>。生姜中负责此作用的有效成分是姜醇和松果酚<sup>[33]</sup>。生姜还显示出对继发于肝, 肾, 眼和神经系统的糖尿病继发性并发症的显著保护作用<sup>[31]</sup>。

### 2.4 抗氧化特性

生姜的刺激性成分, 例如 6-姜酚和 6-巴拉多具有抗氧化和抗炎特性。生姜提取物的 DPPH 自由基清除超过了 BHT 的, 在 IC50 浓度为抑制 DPPH 的 0.64  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。生姜提取物抑制羟自由基的程度比槲皮素高。6-姜酚的化学预防作用和化学保护作用通常与其抗氧化和抗炎活性有关。生姜在存在  $\text{Fe}^{3+}$  和抗坏血酸盐的情况下, 可降低磷脂脂质体的过氧化作用<sup>[34]</sup>。活性氮(如一氧化氮)已被暗示影响信号转导并导致 DNA 损伤导致癌变。6-姜酚被证明是一氧化氮合成的有效抑制剂, 也是脂多糖激活的巨噬细胞对过氧亚硝酸盐介导损伤的有效保护剂<sup>[35]</sup>。

### 2.5 抗炎特性

脂质过氧化物和活化的巨噬细胞在关节炎和其他炎性疾病中起着至关重要的作用。生姜成分通过抑制花生四烯酸代谢来抑制炎症过程<sup>[36]</sup>。最近, 有研究表明, 生姜对炎症部位合成和分泌的细胞因子有效。细胞因子是淋巴细胞, 巨噬细胞, 成纤维细胞和其他细胞在炎症部位分泌的小蛋白, 并充当参与免疫和炎症反应的细胞之间的化学信使。发现姜可以调节在慢性炎症中激活的某些生化途径; 抑制炎症反应中涉及的几个基因的诱导, 并且这些基因中的一些编码细胞因子, 趋化因子和可诱导的酶环加氧酶-2 (COX-2)<sup>[37-39]</sup>。6-姜酚选择性抑制巨噬细胞促炎细胞因子的产生, 但不影响抗原呈递细胞的功能。因此, 6-姜酚起抗炎化合物的作用, 可用于治疗炎症而不干扰巨噬细胞的抗原呈递功能<sup>[40]</sup>。

## 2.6 预防癌症

越来越多的研究表明,姜提取物及其生物活性化合物对几种癌细胞(包括乳腺癌、宫颈癌、结肠直肠癌、白血病、肝癌、肺癌、鼻咽癌、卵巢癌、前列腺癌和视网膜母细胞瘤)的细胞毒作用具有可喜的结果。6-姜酚在人结肠癌细胞中具有抗癌和化学预防作用的机制。通过对快速分裂的小鼠结肠细胞进行活力分析确定 6-姜酚的安全性<sup>[40-41]</sup>。结果显示抑制细胞增殖和诱导凋亡,而正常结肠细胞未受影响。结肠癌细胞对 6-姜酚的敏感性与胱天蛋白酶 8、9、3 和 7 的活化和 PARP 的裂解有关,提示诱导凋亡细胞死亡。从机理上讲, ERK1/2/JNK/AP-1 途径的抑制被认为是 6-姜酚对结肠癌的抗癌作用中一种可能的作用方式<sup>[42]</sup>。

## 3 姜油的应用前景

姜油已经被批准用作食用与香料,广泛应用于个人护理品、食品和医药等领域,作为单方或复方精油也深受市场青睐。目前市面上的姜油产品主要是用于刮痧、按摩和推拿的身体保健用油,而近年来姜油的护发应用市场也被看好,姜油调和在洗发露中不仅可以有效防止脱发、白发,并刺激新发生长,还能够驱头风,对偏头痛、周期性头痛也具有一定的治疗作用<sup>[43-44]</sup>。

在食用方面,姜油的市场价值更为重要且潜力巨大。随着食品加工技术的进步,运用现代工艺技术提取生姜制成的深加工产品,作为高品质、高价值的贸易品越来越受到食品工业的推崇,已逐渐成为食品工业的主要原料之一。我国在姜油的食物化应用中也做出了很多成果:贵州博达医药保健品研究所采用鲜姜粉碎后,用合格的食用色拉油浸提制成纯天然食用调味姜油,具有工艺简便、产品质量稳定、成本低、使用方便、用量少的特点,并申请了专利;广西技术市场在 2006 年利用姜原料提制出高级的“食用姜油”,属天然的高级食用调味品,这类食用姜油能保持姜的成分和原有的天然辣味,使用方便,并且能保存较长时间,它对咸、甜、酸与苦味的各种食品都适合使用;云南省罗平县生姜加工企业通过改进技

术生产的姜油,每年可提炼 5 t 左右,按当时姜油市场价计算,可实现收入近 400 万元。另有研究表明,姜油中所含的 6-姜酚等活性成分具有明显的抗炎、镇痛作用,因此开发面向军队、运动员等特殊人群的姜油产品,使他们在日常摄入中保证营养的同时还能够缓解身体损伤,具有十分重要的意义<sup>[45-48]</sup>。目前国内针对此研究方向的产品还属于起步阶段,而欧美市场上已经出现了一系列的姜油保健产品,他们宣称的功效主要体现在:刺激消化、促进胃肠健康、促进心血管健康、作为抗炎补充剂、减轻因关节炎和肌肉疼痛而引起的疼痛和肿胀、以及用于止呕、缓解因旅行引起的晕车等。

国际市场方面,姜油的主要用途是在糖果、饮料和烘焙产品中。无论是作为饮料本身还是作为威士忌或朗姆酒等含酒精饮料的补充,姜油的需求都在不断增长。姜油已在国际上商业化,可用于食品和药品加工。为了改善它们的外观,通过撒石灰通过各种方法将某些等级的生姜漂白。姜油的颜色可以从浅黄色到较深的琥珀色不等,并且粘度也可以到水状。在姜油树脂中加入一定量的姜油会在气味和刺激性之间达到所需的平衡。预计到 2022 年,香精油市场将达到 115 亿美元,从 2016 年到 2022 年,复合年增长率为 10.1%。

## 4 讨论

由于对生姜加工技术的提高,生姜中的功能性成分在姜油中也得到了很好的保留。在食用方面,生姜精油的特性并没有被良好的应用。姜油中富含的倍半萜类和酚类物质有很好的抗氧化和抗肿瘤特性,对消化系统有积极的作用。我国的烹饪中,在增香、去腥上,姜的作用不可或缺,特别是在蒸煮海鲜的时往往要加入生姜。生姜与烹调用油结合的产品—姜油,在应用场景和营养保健方面有广阔的前景。姜油有多种对健康有益的作用,不仅仅是赋予食物风味,更重要的是利用姜油的抗氧化抗炎特性,在日常饮食中生姜对健康的益处得以转化,这也将使其成为日后烹饪油市场的必要组成部分。

## 参考文献:

- [1] SINGLETARY K. Ginger an overview of health benefits[J]. Nutre Today, 2010, 45(4): 171-183.
- [2] CHUNYAN X, YONG Z. Research progress of 10 elements involved in ginger growth and quality formation[J]. Hans Journal of Agricultural Sciences, 2019, 9(11): 989-996.
- [3] KRISHNAPURA S. Ginger rhizomes (Zingiberofficinale): A spice with multiple health beneficial potentials[J]. Pharma Nutrition, 2017, 5(1): 18-28.
- [4] GHASEMZADEH A, JAAFAR H Z E, RAHMAT A. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (Zingiberofficinale Roscoe)[J]. Molecules, 2010, 15: 4324-4333.
- [5] ALI B H, BLUNDEN G, M O TANIR A, et al. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (Zingiberofficinale Roscoe): a review of recent research[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(2): 409-420.
- [6] WANG J, BAI T Y, WANG D, et al. Pulsed vacuum drying of Chinese ginger (Zingiberofficinale Roscoe) slices: Effects on drying characteristics, rehydration ratio, water holding capacity, and microstructure[J]. Drying Technology, 2019, 37(3): 301-311.
- [7] 李继光. 优质生姜油的加工技术[J]. 农村经济与科技, 2003, 8:40.
- [8] MUKHERJEE S, MANDAL N, DEY A, et al. An approach towards optimization of the extraction of polyphenolic antioxidants from ginger (Zingiberofficinale)[J]. Journal of Food Science and Technology, 2014, 51(11), 3301-3308.
- [9] RAHIMMALEK M, GOLI S A H. Evaluation of six drying treatments with respect to essential oil yield, composition and color characteristics of *Thymysdaenensis* subsp. *daenensis*. Celakleaves[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 42: 613-619.
- [10] HOSNI K, HASSEN I, CHAÂBANE H, et al. Enzyme-assisted extraction of essential oils from thyme (*Thymus capitatus* L.) and rosemary (*Rosmarinusofficinalis* L.): impact on yield, chemical composition and antimicrobial activity[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 47: 291-299.
- [11] CALINESCU I, GAVRILA A I, IVOPOL M, et al. Microwave assisted extraction of essential oils from enzymatically pretreated lavender (*Lavandulaangustifolia* Miller)[J]. Central European Journal of Chemistry, 2014, 12: 829-836.
- [12] dos SANTOS REIS N, de SANTANA N B. Enzyme extraction by lab-scale hydrodistillation of ginger essential oil (Zingiberofficinale Roscoe): Chromatographic and micromorphologicalanalyses[J]. Industrial Crops and Products, 2020, 146: 112210.
- [13] PRADHAN R C, MEDA V, ROUT P K, et al. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes[J]. Journal of Food Engineering, 2010, 98(4): 393-397.
- [14] NAIK S N, LENTZ H, MAHESHWARI R C. Extraction of perfumes and flavours from plant materials with liquid carbon dioxide under liquid—vapor equilibrium conditions[J]. Fluid Phase Equilibria, 1989, 49:115-126.
- [15] ROUT P K, NAIK M K, NAIK S N, et al. Supercritical CO<sub>2</sub> fractionation of bio-oil produced from mixed biomass of wheat and wood sawdust[J]. Energy Fuels, 2009, 23(12): 6181-6188.
- [16] SAID P P, ARYA O P, PRADHAN R C, et al. Separation of oleoresin from ginger rhizome powder using green processing technologies[J]. Journal of Food Process Engineering, 2015, 38: 107-114.
- [17] CHEN H H, CHUNG C C, WANG H Y, et al. Application of Taguchi method to optimize extracted ginger oil in different drying conditions[J]. International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering, 2011, 9: 310-316.
- [18] SALEA R, VERIANSYAH B, TJANDRAWINATA R R. Optimization and scale-up process for supercritical fluids extraction of ginger oil from *Zingiberofficinale* var. *Amarum*[J]. The Journal of Supercritical Fluids, 2017, 120: 285-294.
- [19] 国家标准食品添加剂生姜油: GB 1886.29—2015[S]
- [20] 粮食行业标准生姜油: LS/T 3257—2017[S]
- [21] 王贵林, 朱路. 生姜油的抗炎作用[J]. 中国药理与临床, 2006, 22(5).
- [22] 耿涛, 谢梅林, 孙晓飞. 生姜油对急性肝损伤的保护作用研究[J]. 中成药, 2007, 29(8): 1123-1126.
- [23] 张竹心, 刘连生. 生姜油的抗过敏作用[J]. 中成药, 1992, 11: 30-31.
- [24] 杨志刚, 张燕萍. 生姜油对营养性肥胖大鼠减肥降脂作用的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(12): 469-471.
- [25] 陈燕, 周希贵, 李淑燕, 等. 生姜油树脂的抗菌性研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(4): 30-34.
- [26] PLATEL K, SRINIVASANK. Digestive stimulant action of spices: a myth or reality?[J]. Indian Journal of Medical Research, 2004, 119: 167-179.
- [27] PLATEL K, SRINIVASAN K. Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino

- rats[J]. *Food/Nahrung*, 2000, 44: 42-46.
- [28] PRAKASH U N S, SRINIVASAN K. Fat digestion and absorption in spice pretreated rats[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2012, 92: 503-510.
- [29] PRAKASH U N S, SRINIVASAN K. Gastrointestinal protective effect of dietary spices during ethanol-induced oxidant stress in experimental rats[J]. *Appl. Physiol. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2010, 35: 134-141.
- [30] NAIDU P B, UDDANDRAO V V, NAIK R R, et al. Ameliorative potential of gingerol: promising modulation of inflammatory factors and lipid marker enzymes expressions in HFD induced obesity in rats[J]. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2016, 419: 139-147.
- [31] LI Y, TRAN V H, DUKE C C, et al. Preventive and protective properties of *Zingiberofficinale* (Ginger) in diabetes mellitus, diabetic complications, and associated lipid and other metabolic disorders: a brief review[J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 516870.
- [32] MASCOLO N, JAIN R, JAIN S C, et al. Ethnopharmacological investigation of ginger (*Zingiberofficinale*)[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1989, 27: 129-140.
- [33] RANI M P, KRISHNA M S, PADMAKUMARI K P, et al. *Zingiberofficinale* extract exhibits antidiabetic potential via modulating glucose uptake, protein glycation and inhibiting adipocyte differentiation: an in vitro study[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2012, 92: 1948-1955.
- [34] AESCHBACH R, LOLIGER J, SCOTT B C, et al. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol[J]. *Food and Chemical Toxicology*, 1994, 32: 31-36.
- [35] IPPOUSHI K, AZUMA K, ITO H, et al. [6]-Gingerol inhibits nitric oxide synthesis in activated J774.1 mouse macrophages and prevents peroxynitrite-induced oxidation & nitration reactions[J]. *Life Sciences*, 2003, 73: 3427-3437.
- [36] CHAINANI-WU N. Safety anti-inflammatory activity of curcumin: a component of tumeric (*Curcuma longa*)[J]. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2003, 9: 161-168.
- [37] MUSTAFA T, SRIVASTAVA K C, JENSEN K B. Drug development report 9 Pharmacology of ginger, *Zingiberofficinale*[J]. *Drug Development Journals*, 1993, 6: 25-39.
- [38] KIUCHI F, IWAKAMI S, SHIBUYA M, et al. Inhibition of prostaglandin and leukotriene biosynthesis by gingerols and diarylheptanoids[J]. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 1992, 40: 387-391.
- [39] LANTZ R C, CHEN G J, SARIHAN M, et al. The effect of extracts from ginger rhizome on inflammatory mediator production[J]. *Phytomedicine*, 2007, 14: 123-128.
- [40] WANG C Z, QI L W, YUAN C S. Cancer chemoprevention effects of ginger and its active constituents: potential for new drug discovery[J]. *The American Journal of Chinese Medicine*, 2015, 43: 1351.
- [41] POLTRONIERI J, BECCENERI A B, FUZER A M, et al. [6]-Gingerol as a cancer chemopreventive agent: a review of its activity on different steps of the metastatic process[J]. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 2014, 14: 313-321.
- [42] RADHAKRISHNAN E K, BAVA S V, NARAYANAN S S, et al. [6]-Gingerol induces caspase-dependent apoptosis and prevents PMA-induced proliferation in colon cancer cells by inhibiting MAPK/AP-1 signaling[J]. *PLoS One*, 2014, 9: e104401.
- [43] 纯天然食用姜油[J]. 企业技术开发, 1996(11): 7.
- [44] 孙宝国. 食用调香术[M]. 化学工业出版社, 2003, 64.
- [45] 王兵. 纯天然食用调味姜油及其生产工艺[P]. CN1101515, 1995-04-19.
- [46] 食用姜油[J]. 技术与市场, 2006, (6): 18.
- [47] 朱立弘. 国内行业简讯[J]. 香料香精化妆品, 2008, (2): 55.
- [48] 余悦, 赵兴梅, 邱春燕, 等. 姜油的抗炎镇痛作用研究[J]. *中药药理与临床*, 2008, 24(6): 50-51. 