

明日叶的保健功能及其产品开发的研究进展

伍小红¹, 江琦², 张润光^{2,*}

(1.西北政法大学商学院商品实验室, 陕西 西安 710122; 2.陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 陕西 西安 710119)

摘要: 明日叶为一种药食兼用型植物, 有利于促进人体健康, 日益受到人们关注。本文综述了明日叶查尔酮、香豆素、类黄酮等功能成分, 归纳了明日叶“五抗”、“四降”、“三改善”、“二预防”、“一提高”的保健作用及其最新研究进展, 并对明日叶保健茶、保健酒、保健饮料、保健胶囊等几种典型产品作了简要介绍, 以期为明日叶资源的开发利用提供参考。

关键词: 明日叶; 功能成分; 保健作用; 产品开发

Progress in Health-Protective Effects of *Angelica keiskei* and Development of Related Products

WU Xiaohong¹, JIANG Qi², ZHANG Runguang^{2,*}

(1. Commercial Laboratory of Business College, Northwest University of Politics and Law, Xi'an 710122, China;

2. College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: *Angelica keiskei* is a kind of medicinal and edible plant which contributes to promoting human health and it has gained more and more attention. In this paper, the functional components such as chalcone, coumarin, and flavonoids in *Angelica keiskei* are summarized. The protective and promotive effects of the plant on human health are summarized into “five resistant effects”, “four reducing effects”, “three improving effects”, “two preventive effects”, and “one enhancing effect”, and the latest progress made in this regard is described. Several typical products developed with *Angelica keiskei* including health tea, health wine, health beverage and health capsule are introduced briefly with the aim to provide a reference for the exploitation and utilization of this resource.

Key words: *Angelica keiskei*; functional component; health-protective effect; product development

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201601048

中图分类号: TS255.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2016) 01-0286-06

引文格式:

伍小红, 江琦, 张润光. 明日叶的保健功能及其产品开发的研究进展[J]. 食品科学, 2016, 37(1): 286-291. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201601048. <http://www.spkx.net.cn>

WU Xiaohong, JIANG Qi, ZHANG Runguang. Progress in health-protective effects of *Angelica keiskei* and development of related products[J]. Food Science, 2016, 37(1): 286-291. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201601048. <http://www.spkx.net.cn>

明日叶 (*Angelica keiskei* Koidz.) 属伞形科当归属二年生或多年生草本植物, 因其生命力强、生长旺盛, 今日摘叶, 明日犹能成活长出新叶, 故称“明日叶”。明日叶原产于日本八丈岛, 岛上居民因经常食用明日叶而长寿, 故其又名“八丈草”、“还阳草”、“长寿草”。目前, 我国明日叶种植产区主要分布于云南、广西、贵州及台湾等南方地区, 种植面积近15万亩, 年产量约为50万t。明日叶性喜冷凉至温暖, 生长适温为12~22℃, 植株高度为50~100cm, 外形酷似芹菜, 茎

圆形, 切开有黄色汁液; 叶绿色, 互生, 三出复叶, 小叶掌状深裂或浅裂, 边缘具细锯齿; 夏至秋季开花, 伞形花序顶生, 花白色。依植株外形, 可分为青茎种、红茎种和混合种3个品种^[1-2]。

明日叶作为一种天然绿色植物, 其嫩茎叶可直接食用, 全草可供药用^[3]。明日叶具有独特的芳香味, 烹饪时可解鱼、肉的腥膻味, 其茎叶经水煮后变得柔软可口, 可用于炒食、炸食、凉拌或余汤。有关学者分析研究发现, 明日叶中具有人体所需的多种维生素、矿物质、氨

收稿日期: 2015-02-17

基金项目: 陕西省科技统筹创新工程计划项目 (2013KTZB02-03-03)

作者简介: 伍小红 (1971—), 女, 高级实验师, 硕士, 研究方向为食品营养与卫生学。E-mail: grace_2003@163.com

*通信作者: 张润光 (1980—), 男, 实验师, 博士, 研究方向为食品新资源开发与利用。E-mail: sunshine@snnu.edu.cn

基酸和微量元素, 这些营养成分非常均衡, 有利于维持人体健康。此外, 明日叶还含有查尔酮、香豆素、类黄酮、有机锗等天然活性成分, 长期食用具有延缓衰老、减少疲劳、排毒通便、降压降脂、防癌抗癌、防治心血管疾病等诸多功效^[4]。明日叶是促进人体健康、改善体质、滋补强身、延年益寿的全营养食物, 享有“神奇植物”之美称, 应用价值较高, 开发前景广阔。

1 明日叶的功能成分

明日叶的茎被切割后会流出黄色汁液, 这种汁液味苦、无毒, 富含大量的生物活性物质。近年来, 经研究表明, 明日叶的功能成分主要为查尔酮、香豆素、类黄酮等天然化合物及有机锗等微量元素。不同品种明日叶之间主要功能成分含量相差不大, 但红茎种明日叶所含的查尔酮稍高一些。

1.1 查尔酮

查尔酮及其衍生物是芳香醛酮发生交叉羟醛缩合的产物, 其化学名为1,3-二苯基丙烯酮, 以它为母体的化合物存在于多种天然植物体中。明日叶的功能成分中以查尔酮类化合物含量最高^[5]。Kim等^[6]通过多重反应监测整个明日叶植株不同部位的活性成分, 结果发现查尔酮含量在植株的不同部位有显著差异, 如根皮(10.51 mg/g) > 茎(8.52 mg/g) > 叶(2.63 mg/g) > 根芯(1.44 mg/g)。Akihisa等^[7]利用正己烷、甲醇和水从明日叶的茎叶分泌物中分离得到5种查尔酮, 并通过光谱分离的方法确定它们的结构, 分别为黄当归醇、黄当归醇F、异补骨脂查尔酮、4-羟基德里辛和黄当归醇H。Baba等^[8]从明日叶的根中分离得到4种查尔酮。Shin等^[9]也从明日叶的叶片中分离得到6种查尔酮。

1.2 香豆素

香豆素是具有苯 α -吡喃酮母核的一类天然化合物的总称, 具有6C-3C基本骨架, 环上常有羟基、甲氧基等取代基。有的香豆素游离存在, 有的与葡萄糖结合在一起, 具有重要的应用价值。Akihisa等^[10]从明日叶中还分离出了7种香豆素, 具体包括: 雷塞匹亭(2.65 mg/g)、异雷塞匹亭(1.83 mg/g)、3'-千里光酰基-凯尔消旋内酯(1.41 mg/g)、4'-千里光酰基-凯尔消旋内酯(1.08 mg/g)、丝立尼亭(0.77 mg/g)、蝉翼素(0.56 mg/g)、(3'R)-3'-羟基二氢欧山芹醇当归酸酯(0.29 mg/g)。

1.3 类黄酮

类黄酮指两个具有酚羟基的苯环通过中央三碳原子相互连接的一系列化合物, 它是一类植物次生代谢产物, 主要以结合态(黄酮苷)或自由态(黄酮苷元)形式存在于水果、蔬菜、豆类和茶叶等食源性植物中^[11]。明日叶中的类黄酮主要包括槲皮素、山奈酚、杨梅素、

木犀草素和芹菜素, 其中槲皮素在茎叶中均有发现, 且含量最高。

1.4 其他功能成分

明日叶中含有叶绿素、叶黄素、胡萝卜素等天然色素, 这些色素有助于清除人体组织器官中的毒素, 维持和促进机体免疫系统。明日叶中存在天然有机锗, 其含量高于人参、灵芝和红枣, 锗能净化血液并使细胞活化。此外, 明日叶中含有一般植物少有的VB₁₂, 调查发现喜食明日叶的日本八丈岛的居民很少患贫血病, 这与VB₁₂的造血功能和调节机理是分不开的。除上述活性成分外, 明日叶中还含有10余种矿质元素、8种人体必需的氨基酸以及绿原酸、胆碱、多酚、泛酸等物质^[12]。

2 明日叶的保健作用

明日叶所含的多种功能成分决定了它具有诸多保健功效。目前已有大量研究报道表明, 明日叶具有抗氧化、抗肿瘤、降血压、降血脂、改善睡眠、提高免疫力等一系列保健作用, 能预防和治疗20余种人体疾病^[4]。经总结, 可将明日叶的保健作用归纳为“五抗”、“四降”、“三改善”、“二预防”、“一提高”(图1)。

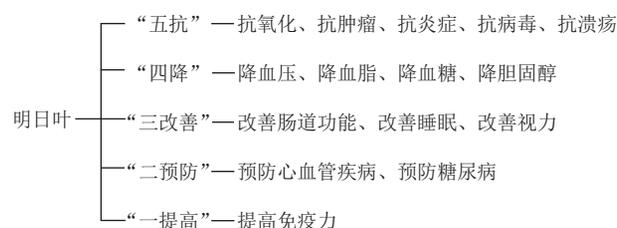


图1 明日叶的保健作用

Fig.1 Health-protective effects of *Angelica keiskei*

2.1 “五抗”

2.1.1 抗氧化

氧自由基是具有高度化学活性的物质, 体内自由基过多或者清除过慢, 会对细胞膜、核酸及机体蛋白质造成损害, 引起机体衰老。Kwon等^[13]发现, 明日叶提取物中可溶于乙酸乙酯的中性部分能清除活性氧, 表现出显著的抗氧化能力。Luo等^[14]研究发现明日叶查尔酮及其衍生物对1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)自由基具有较好的清除作用。Aoki等^[15]从明日叶种子中分离出一种新的倍半萜A有清除自由基的活性。另有研究人员认为, 明日叶所含香豆素分子结构中的酚羟基是其抗氧化活性的关键, 它能保护人体器官免受破坏性自由基的侵害^[16]。

2.1.2 抗肿瘤

大量研究表明, 明日叶中的查尔酮、香豆素、槲皮素等活性物质能抑制肿瘤细胞增殖, 促进肿瘤细胞凋

亡。侯芳霖等^[17]报道,明日叶查尔酮通过降低H22肝癌细胞的增殖活性和诱导胃癌细胞凋亡来抑制肿瘤细胞增长。Wang^[18]、Hsu^[19]等也发现明日叶查尔酮能够抑制芳香酶的表达,对预防及治疗乳腺癌具有极大的潜力。另有学者研究发现,明日叶的7种香豆素中,除丝立尼亭外,其他香豆素均能抑制促癌剂12-*O*-十四酰基吡喃醇-13-乙酸酯(12-*O*-tetradecanoyl phorbol-13-acetate, TPA)诱导Raji细胞内EB病毒早期抗原(Epstein-Barr virus early antigen, EBV-EA),可预防肿瘤^[10]。Martinez-Luis等^[20]实验证实非正常的细胞内持续高水平的钙调蛋白与癌细胞的增长相关联,并认为槲皮素可作为一种钙调蛋白抑制剂治疗肿瘤。

2.1.3 抗炎症

Shin等^[21]认为明日叶中的异补骨脂查耳酮能够调节一氧化氮合酶的表达而起到抑制炎症的功效,所以它是一种强有力的消炎药物。Yadav等^[22]实验表明, κ 基因核因子(nuclear factor- κ -gene binding, NF- κ B)作为一个关键的转录因子,能调控产生各种促炎蛋白质和细胞因子,激活巨噬细胞,最终诱发炎症,而明日叶查尔酮对NF- κ B转录因子有抑制作用,因此可以作为一种治疗炎症疾病的有效途径。服用明日叶还对感染金黄色葡萄球菌及表皮葡萄球菌而导致的前列腺炎有较好的治疗作用。

2.1.4 抗病毒

Park等^[23]从明日叶中分离烷基化查耳酮,进一步检验其对流感病毒的水解能力,结果发现甲基丁烯醇取代的查尔酮对流感病毒抑制效果明显。Kazuhiro等^[24]通过实验获得明日叶中含有异戊烯基和香叶基基团的查尔酮,并对这些查尔酮的抗病毒活性进行评价,得出4-羟基德里辛、异补骨脂查尔酮、补骨脂查尔酮在一定程度上均可抑制病毒的生长繁殖。

2.1.5 抗溃疡

以叶绿素含量丰富的明日叶叶片对创伤和溃疡局部进行涂擦,可干燥创伤面,加速肉芽和上皮细胞再生,尽快促进伤口愈合。另有研究表明,对大鼠幽门结扎引起的溃疡,以叶绿素剂与抗胆碱药同时使用,可明显增强后者的抗溃疡作用^[25]。叶绿素铜还具有保护胃壁、抗胃蛋白酶、防止胃溃疡等作用,许多国家已将其作为药物使用。

2.2 “四降”

2.2.1 降血压

Ogawa等^[26]从明日叶的茎中提取出4-羟基德里辛,并研究了这种查尔酮对患有易卒中自发性高血压大鼠(spontaneous hypertensive rat-stroke prone, SHR-SP)的血压的影响,通过给6周龄患有SHR-SP的大鼠饲喂含有质量分数为0.07% 4-羟基德里辛的食物和水,7周后发现

大鼠收缩期高血压明显降低。另外,明日叶中的某些香豆素也具有降血压的作用。

2.2.2 降血脂

Yun等^[27]发现,明日叶提取物可降低高脂血症大鼠的总血清胆固醇含量及低密度脂蛋白胆固醇。Ogawa等^[28]发现饲料中的黄当归醇可降低SHR-SP大鼠的血清低密度脂蛋白水平及肝脏中总胆固醇和甘油三酯含量。与此同时,他们还发现明日叶中的一种香豆素——雷塞匹亭,可提高SHR-SP大鼠血清高密度脂蛋白,尤其是载脂蛋白e-高密度脂蛋白的含量,并减少肝脏甘油三酯含量。

2.2.3 降血糖

Kawabata等^[29]通过大鼠L6肌肉细胞摄取2-脱氧葡萄糖(2-deoxyglucose, 2-DG)实验,筛选可提高骨骼肌摄取葡萄糖量的食物时,发现当4-羟基德里辛和黄当归醇浓度为10 μ mol/L时,L6细胞摄取2-DG的量提高了1.9倍,且在小鼠口服葡萄糖耐受性实验中,含150.6 mg/g 4-羟基德里辛和146.0 mg/g黄当归醇的明日叶提取物可明显抑制急性高血糖。

2.2.4 降胆固醇

明日叶含有高浓度的天然有机锗,锗能净化血液,使细胞活化,还能溶解附着于血管壁的胆固醇,防止血管阻塞和老化^[30]。明日叶中的叶绿素、脱镁叶绿素和脱镁叶绿酸还具有降低血浆胆固醇的作用。一般来说,叶绿素的降胆固醇作用随配位金属的不同而异,其中最具降胆固醇作用的是植物绿质,这种物质在明日叶中也极其丰富。

2.3 “三改善”

2.3.1 改善肠道功能

明日叶中含有丰富的膳食纤维,Nagata等^[31]在饲料中添加明日叶以提供膳食纤维,增加大鼠排泄含有高浓度胆汁酸的粪便,从而促进肠胃健康。明日叶中的叶绿素也能促进肠道蠕动,具有缓解便秘的功能。

2.3.2 改善睡眠

明日叶所含的B族维生素,如VB₁、VB₂、VB₆、VB₁₂等,被认为与改善睡眠有关。另外,明日叶含有较多的钙和镁,食用后可防止心悸、焦虑、失眠、健忘,可谓是天然的放松剂和镇定剂。

2.3.3 改善视力

明日叶中含有VA和叶黄素,它们与人的视觉密切相关。如果膳食中缺乏VA会引发夜盲症或干眼病,进一步发展则可为角膜软化及角膜溃疡,甚至导致失明。叶黄素可以保护眼睛免受有害光线损伤,延缓眼部器官老化,防止发生病变。

2.4 “二预防”

2.4.1 预防心血管疾病

明日叶中的查尔酮对多种心血管疾病有一定防治作

用。Fujita等^[32]发现明日叶黄当归醇E能够抑制兔血小板中外源性花生四烯酸代谢,抗血小板凝集,减缓脑血栓的形成。Sugii等^[33]指出黄当归醇D可有效抑制猪主动脉内皮细胞中肿瘤坏死因子诱导的NF- κ B的激活,有益于相关的心血管疾病的治疗。Matsuura等^[34]研究得出,当黄当归醇、4-羟基德里辛及黄当归醇B、E、F的质量浓度为10~100 μ g/mL时,可抑制苯肾上腺素诱导的大鼠动脉环收缩,防止血管堵塞。

2.4.2 预防糖尿病

Enoki等^[35]发现,明日叶的乙醇提取物中含4-羟基德里辛和黄当归醇,它们有显著的胰岛素样活性,可诱导前脂肪细胞分化成脂肪细胞,并提高对葡萄糖的摄取,尤其是4-羟基德里辛,可预防遗传性糖尿病KK-Ay小鼠病情恶化,故明日叶有望成为一种抗糖尿病药物的原料。

2.5 “一提高”——提高免疫力

免疫力是指机体抵抗外来侵袭,维护体内环境稳定的能力。专家指出,人体增强自身免疫能力的关键武器,包括干扰素及各类免疫细胞的数量、活力都与维生素和矿物质有关。明日叶中含有VA、VC、VB₁、VB₂、VB₆、VB₁₂等维生素和锌、硒、镁、铁、钙等矿物质,能有效增加免疫细胞数量,促进抗体产生,强化免疫系统,因此经常食用明日叶有助于提高人体免疫力。

3 明日叶的产品开发

3.1 保健茶

饮茶是中国自古就有的生活习惯和交际礼节,而保健茶与普通茶叶的不同之处在于,前者更侧重于茶的养生保健功效。明日叶作为纯天然的药食兼用型植物可被加工成多种保健茶。张志年^[36]将明日叶的嫩芽采用蒸汽杀青处理,经脱水、乳酸菌发酵、低温干燥、揉捻、烘干等工艺制成明日叶茶,泡饮时茶液清澈透明,口感醇和、清香,有较好的养生效果。张志年^[37]还研制了一种明日叶银杏茶,即按一定配方比例取明日叶茶与银杏叶茶拼配、拌匀、包装制得茶饮新产品,有助于明日叶与银杏叶功效互补。王云等^[38]建立了低温烤制、添加茉莉花、高温制香的烤制明日叶茶的技术方法,制备工艺简单,减少了明日叶茶中查尔酮和VC的损失,保证了产品的营养保健作用。此外,封斌奎等^[39]开发出一种明日叶复合袋泡茶,它由明日叶、沙棘叶、紫苏叶、白兰花、枇杷花和核桃花6种原料组成,制备时将各原料洗净去杂,经超低温冷冻粉碎和真空冷冻干燥后,按配方比例混合调配,再经超高压杀菌、密封包装而制得成品,此产品极大程度地保留了明日叶及其他植物原料的营养价值与功能成分,具有较好的增强免疫、降压去脂、清热解毒、润肺止咳之功效。

3.2 保健酒

保健酒主要用于调节人体生理机能,以滋补、保健、养生为目的,满足消费者的嗜好。苏刘花^[40]将粉碎的明日叶加入白酒中浸泡1~3 h,再用微波加热10~20 min,过滤灌装即得明日叶保健酒,该酒充分保持了明日叶的药用价值,具有降压、止痛等功效。还有人将明日叶根加入白酒中,室温遮光浸泡10~20 d,制作出明日叶黄酮保健酒^[41]。在明日叶复合保健酒研制方面,党庆风^[42]以明日叶汁和蜂蜜为原料,采用预处理、果汁制取、澄清、成分调整、主发酵、后发酵、陈酿、澄清灭菌、灌装杀菌等系列工艺制成一种蜂蜜明日叶保健酒,成品色泽浅绿,具有蜂蜜的甜香及纯正淡雅的酒香,口感醇和清新,符合保健酒的典型风味。陆娟^[43]将新鲜葡萄清洗后控干,打成葡萄浆,装入容器内发酵,发酵2~3 d后加入明日叶料、白糖,搅拌均匀,形成混合浆,继续发酵30~40 d后得到明日叶葡萄酒浆,再经过滤、沉淀后制得明日叶葡萄酒,其有益效果是使明日叶和葡萄的营养得以充分利用。

3.3 保健饮料

保健饮料又称功能性饮料,是指通过调整饮料中天然营养素的成分、含量和比例,以适应某些特殊人群营养需要的饮品。随着人们消费意识和生活水平的提高,保健饮料逐渐受到重视。邓秀玲^[44]以苹果、明日叶为主料,榨取其中丰富的药用营养成分,制出明日叶苹果保健饮料,在缓解明日叶草腥味、保证口感的同时具有很好的保健效果。宣贵达等^[45]从几十种具有降血糖作用的“药食两用”中药中选料,经反复研究加工出一种明日叶降血糖饮料,该饮料色泽光亮,澄明度高,香味独特,含有丰富的明日叶查尔酮。吴金鸿等^[46]开发了一种明日叶复合饮料,其原料包含明日叶、菊花、甘草、苦瓜、木糖醇、羧甲基纤维素钠、黄原胶、叶绿素铜钠和适量的水,这种明日叶复合其他天然植物水浸提物的保健饮料,在化学成分上有一定的相容性,在营养成分和保健功能方面有较好的协同作用。也有人采用新鲜明日叶为原料,通过榨汁、配料、喷雾干燥的方法制作出风味独特的明日叶固体饮料^[47]。

3.4 保健胶囊

保健胶囊是由固体或液体的活性物质经处理密封于软质囊材中而制成的一种胶囊剂。张志年^[48]研制了一种明日叶胶囊,即将明日叶超微粉(1 600~2 000目)和L-阿拉伯糖混合,经制粒、烘干、整粒、均匀分装、包装而成,产品易于服用,质量稳定。王正武等^[49]将明日叶粉、破壁灵芝孢子粉和无籽刺梨粉混合过120目筛,经常规灭菌后与小麦胚芽油及蜂蜡混合,再将混合液进行高压均质,按常规滚模压制法制得明日叶混合软胶囊,此产品利用明日叶的有效成分与破壁灵芝孢子粉、无籽

刺梨粉进行协同作用,具有降压降脂、抗病防癌、延缓衰老等功能。刘方旭等^[50]采用明日叶、黄芩、葛根、银杏叶等组分复合,经过粉碎、萃取、混合、制囊、灭菌、包装制备出中药保健胶囊,可以有效降低胆固醇,改善血管循环,防止血栓形成,对老年性痴呆、高血压等病人十分有益。

3.5 其他产品

明日叶保健咀嚼片^[51]:其组分包括明日叶粉、淀粉、三氯蔗糖、甜菊糖、VC、灵芝孢子粉、乳糖和硬脂酸镁,该咀嚼片风味好、纯度高、营养全面、酸甜可口、食用方便、便于携带。

明日叶营养保健面粉^[52]:由面粉、紫米、明日叶、红豆粉、营养添加剂及适量水等原料组成,明日叶与其他配料相结合添加在面粉中,不仅改善了产品口感,更增加了保健功效。

明日叶薏仁米营养保健饼干^[53]:产品以明日叶、薏仁米及面粉为主料,添加木糖醇替代蔗糖,具有无糖化、降血糖、防龋齿等作用。

明日叶保健面条^[54]:在小麦粉中添加明日叶粉,然后依次经过和面、熟化、压延、切条、干燥、切断等工序处理后即得明日叶面条,成品口感清香、筋道,长期食用可预防高血糖,是糖尿病患者的良好食品。

明日叶复合保健黑番茄酱^[55]:由主料黑番茄浆、无籽刺梨果浆、明日叶汁以及配料糖、盐、醋、增稠剂制备而成,通过不同营养成分的互补和风味的配合,产品品质达到理想。

4 结语

明日叶被誉为“健康、活力、长寿”的绿色食品,它富含查耳酮、香豆素、类黄酮等功能成分及人体所需的多种氨基酸、维生素、矿物质、叶绿素、胡萝卜素和膳食纤维,对人体健康十分有益。明日叶于20世纪90年代引入我国,目前在台湾、海南、云南、贵州等地区已有种植,但种植面积较小,产量尚低,以产季销售鲜菜为主,价格低廉,没有使明日叶的优势得到充分发挥。随着明日叶种植面积的不断扩大和产量的逐年升高,将会出现产季滞销,因此必须将明日叶进行生产加工,开发出保健茶、保健酒、软胶囊等更多的新型产品,使明日叶的营养价值和保健功能得到有效利用,获得良好的经济效益和社会效益。总之,将明日叶进行深加工,实行商品化销售,可极大地提高其附加值,对保护和发展我国明日叶产业具有重要意义。

参考文献:

- [1] 李佳,张智俊,周长芳,等.明日叶的组织培养与快速繁殖[J].植物生理学通讯,2006,42(6):1142.
- [2] 郭治友,罗应,钱绍方.明日叶的愈伤组织诱导和快速繁殖[J].广东农业科学,2010(7):70-72. DOI:10.3969/j.issn.1004-874X.2010.07.034.
- [3] 韩曙,张云选,张宏,等.珍稀蔬菜:明日叶[J].长江蔬菜,2002(2):11. DOI:10.3969/j.issn.1672-979X.2013.03.022.
- [4] 刘畅,王正武,吴金鸿.药食兼用植物明日叶的研究进展及应用[J].食品与药品,2013,15(3):205-209. DOI:10.3969/j.issn.1672-979X.2013.03.022.
- [5] 邹毓兰,单虎,高桂余,等.明日叶中总黄酮的微波辅助提取工艺和检测方法研究[J].食品工业科技,2012,33(5):201-204.
- [6] KIM D W, CURTIS-LONG M J, YUK H J, et al. Quantitative analysis of phenolic metabolites from different parts of *Angelica keiskei* by HPLC-ESI MS/MS and their xanthine oxidase inhibition[J]. Food Chemistry, 2014, 153(15): 20-27. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.12.026.
- [7] AKIHISA T, TOKUDA H, HASEGAWA D, et al. Chalcones and other compounds from the exudates of *Angelica keiskei* and their cancer chemopreventive effects[J]. Journal of Natural Products, 2006, 69(1): 38-42. DOI:10.1021/np058080d.
- [8] BABA K, NAKATA K, TANIGUCHI M, et al. Chalcones from *Angelica keiskei*[J]. Phytochemistry, 1990, 29(12): 3907-3910. DOI:10.1016/0031-9422(90)85357-L.
- [9] SHIN J E, CHOI E J, JIN Q, et al. Chalcones isolated from *Angelica keiskei* and their inhibition of IL-6 production in TNF- α -stimulated MG-63 cell[J]. Archives of Pharmacological Research, 2011, 34(3): 437-442. DOI:10.1007/s12272-011-0311-0.
- [10] AKIHISA T, TOKUDA H, UKIYA M, et al. Chalcones, coumarins, and flavanones from the exudate of *Angelica keiskei* and their chemopreventive effects[J]. Cancer Letters, 2003, 201(2): 133-137. DOI:10.1016/S0304-3835(03)00466-X.
- [11] 章宏慧,陈况况,陈健初.芹菜中黄酮类化合物及其生物活性研究进展[J].食品工业科技,2013,34(13):388-391.
- [12] 陈欣华,宁鸿珍,关维俊,等.明日叶营养成分及生物活性物质的检测分析[J].食品工业科技,2014,35(15):365-368. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2014.15.072.
- [13] KWON D, YOON S, CARTER O, et al. Antioxidant and antigenotoxic activities of *Angelica keiskei*, *Oenanthe javanica* and *Brassica oleracea* in the *Salmonella* mutagenicity assay and in HCT116 human colon cancer cells[J]. BioFactors, 2006, 26(4): 231-244. DOI:10.1002/biof.5520260402.
- [14] LUO L P, WANG R H, WANG X J, et al. Compounds from *Angelica keiskei* with NQO1 induction, DPPH· scavenging and α -glucosidase inhibitory activities[J]. Food Chemistry, 2012, 131(3): 992-998. DOI:10.1016/j.foodchem.2011.09.099.
- [15] AOKI N, OHTA S. Ashitabaol A: a new antioxidative sesquiterpenoid from seeds of *Angelica keiskei*[J]. Tetrahedron Letters, 2010, 51(26): 3449-3450. DOI:10.1016/j.tetlet.2010.04.122.
- [16] 张韶瑜,孟林,高文远,等.香豆素类化合物生物学活性研究进展[J].中国中药杂志,2005,30(6):410-414. DOI:10.3321/j.issn:1001-5302.2005.06.002.
- [17] 侯芳霖,钟进义,张燕.明日叶查尔酮对荷瘤小鼠抗氧化能力的影响作用的研究[J].世界中西医结合杂志,2011,6(4):288-290. DOI:10.3321/j.issn:1001-5302.2005.06.002.
- [18] WANG Y, CHAN F L, CHEN S, et al. The plant polyphenol butein inhibits testosterone induced proliferation in breast cancer cells expressing aromatase[J]. Life Sciences, 2005, 77(1): 39-51. DOI:10.1016/j.lfs.2004.12.014.

- [19] HSU Y L, KUO P L, TZENG W S, et al. Chalcone inhibits the proliferation of human breast cancer cell by blocking cell cycle progression and inducing apoptosis[J]. Food and Chemical Toxicology, 2006, 44(5): 704-713. DOI:10.1016/j.fct.2005.10.003.
- [20] MARTINEZ-LUIS S, PEREZ-VASQUEZ A, MATA R. Natural products with calmodulin inhibitor properties[J]. Phytochemistry, 2007, 68(14): 1882-1903. DOI:10.1016/j.phytochem.2007.02.025.
- [21] SHIN H J, SHON D H, YOUN H S. Isobavachalcone suppresses expression of inducible nitric oxide synthase induced by Toll-like receptor agonists[J]. International Immunopharmacology, 2013, 15(1): 38-41. DOI:10.1016/j.intimp.2012.11.005.
- [22] YADAV V R, PRASAD S, SUNG B. The role of chalcones in suppression of NF- κ B-mediated inflammation and cancer[J]. International Immunopharmacology, 2011, 11(3): 295-309. DOI:10.1016/j.intimp.2010.12.006.
- [23] PARK J, JEONG H J, KIM Y M, et al. Characteristic of alkylated chalcones from *Angelica keiskei* on influenza virus neuraminidase inhibition[J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2011, 21(18): 5602-5604. DOI:10.1016/j.bmcl.2011.06.130.
- [24] KAZUHIRO S, YOHICHI M, KANA M, et al. Synthesis and antibacterial activity of chalcones bearing prenyl or geranyl groups from *Angelica keiskei*[J]. Tetrahedron, 2011, 67(29): 5346-5359. DOI:10.1016/j.tet.2011.04.104.
- [25] 李骄. 松针叶绿素: 胡萝卜素软膏对实验性大鼠胃溃疡的防治作用及体外抗幽门螺杆菌研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2012: 16-25. DOI:10.7666/d.y2124160.
- [26] OGAWA H, NAKAMURA R, BABA K. Beneficial effect of laserpitin, a coumarin compound from *Angelica keiskei*, on lipid metabolism in stroke-prone spontaneously hypertensive rats[J]. Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology, 2005, 32(12): 1104-1109. DOI:10.1111/j.1440-1681.2005.04306.x.
- [27] YUN S J, YEON J Y, KIM M H, et al. The effects of *Angelica keiskei* Koidzumi and turmeric extract supplementation on the blood lipids, and antioxidant and inflammatory markers in hypercholesterolemic adults in Korea[J]. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 2009, 22(4): 517-525.
- [28] OGAWA H, OHNO M, BABA K. Hypotensive and lipid regulatory actions of 4-hydroxyderricin, a chalcone from *Angelica keiskei*, in stroke-prone spontaneously hypertensive rats[J]. Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology, 2005, 32(1/2): 19-23.
- [29] KAWABATA K, SAWADA K, IKEDA K, et al. Prenylated chalcones 4-hydroxyderricin and xanthoangelol stimulate glucose uptake in skeletal muscle cells by inducing GLUT4 translocation[J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2011, 55(3): 467-475. DOI:10.1002/mnfr.201000267.
- [30] GOODMAN S. Therapeutic effects of organic germanium[J]. Medical Hypotheses, 1988, 26(3): 207-215. DOI:10.1016/0306-9877(88)90101-6.
- [31] NAGATA J, MORINO T, SAITO M. Effects of dietary *Angelica keiskei* on serum and liver lipid profiles, and body fat accumulations in rats[J]. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 2007, 53(2): 133-137. DOI:10.3177/jnsv.53.133.
- [32] FUJITA T, SAKUMA S, SUMIYA T, et al. The effects of xanthoangelol E on arachidonic acid metabolism in the gastric antral mucosa and platelet of the rabbit[J]. Research Communication Chemical Pathology and Pharmacology, 1992, 77(2): 227-240.
- [33] SUGII M, OHKITA M, TANIGUCHI M, et al. Xanthoangelol D isolated from the roots of *Angelica keiskei* inhibits endothelin-1 production through the suppression of nuclear factor- κ B[J]. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 2005, 28(4): 607-610.
- [34] MATSUURA M, KIMURA Y, NAKATA K, et al. Artery relaxation by chalcones isolated from the roots of *Angelica keiskei*[J]. Planta Medica, 2001, 67(3): 230-235. DOI:10.1055/s-2001-12011.
- [35] ENOKI T, HIROMU O H, NAGAMINE K, et al. Antidiabetic activities of chalcones isolated from a Japanese herb, *Angelica keiskei*[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(15): 6013-6017. DOI:10.1021/jf070720q.
- [36] 张志年. 一种明日叶茶的制作方法: 201310742512.0[P]. 2014-04-16.
- [37] 张志年. 一种明日叶银杏茶: 201310742788.9[P]. 2014-04-23.
- [38] 王云, 李蕾, 王可平, 等. 一种烤制明日叶茶的工艺方法: 201310712527.2[P]. 2014-04-16.
- [39] 封斌奎, 张润光, 杜西民, 等. 一种明日叶复合袋泡茶及其制备方法: 201410538064.7[P]. 2014-12-24.
- [40] 苏刘花. 一种明日叶保健酒的制备方法: 201410253382.9[P]. 2014-10-01.
- [41] 王正武, 陈琴芳, 李永福, 等. 明日叶黄酮保健酒及其制备方法: 201310403998.5[P]. 2013-12-25.
- [42] 党庆凤. 一种蜂蜜明日叶保健酒及其制备方法: 201210063367.9[P]. 2012-07-25.
- [43] 陆娟. 一种明日叶葡萄酒酿造方法: 201310348415.3[P]. 2013-12-25.
- [44] 邓秀玲. 一种明日叶苹果保健饮料及其制备方法: 201210462117.2[P]. 2014-05-21.
- [45] 宣贵达, 李龙, 丁旭天. 一种具有降血糖功效的明日叶饮料及其制备方法: 201310700968.0[P]. 2014-04-23.
- [46] 吴金鸿, 王正武, 刘畅, 等. 一种明日叶饮料及其制备方法: 201210211063.2[P]. 2012-10-10.
- [47] 刘芳圃. 喷雾干燥明日叶固体饮料加工工艺及其制备方法: 201310442233.2[P]. 2014-01-08.
- [48] 张志年. 一种明日叶胶囊及制备方法: 201310742786.X[P]. 2014-04-09.
- [49] 王正武, 郑晓艳, 陈琴芳, 等. 明日叶混合软胶囊及其制备方法: 201410020286.X[P]. 2014-04-30.
- [50] 刘方旭, 修建东. 一种明日叶胶囊及其制备方法: 201410330284.0[P]. 2014-10-29.
- [51] 王正武, 吴金鸿, 杨春梅. 明日叶保健咀嚼片及其制备方法: 201110256101.1[P]. 2012-01-25.
- [52] 鲍光泉. 一种明日叶营养保健面粉及其制备方法: 201410363537.4[P]. 2014-12-10.
- [53] 刘星, 王正武, 孙静静, 等. 薏仁米明日叶营养保健饼干及其制备方法: 201410245443.7[P]. 2014-09-10.
- [54] 王正武. 一种明日叶面条及其制备方法: 201310104761.7[P]. 2014-10-01.
- [55] 王正武, 郑晓艳, 吴金鸿, 等. 明日叶/无籽刺梨复合保健黑番茄酱及其制备方法: 201410482833.6[P]. 2015-01-07.