

文章编号: 1004-0374(2009)01-0151-05

## 红豆越桔活性成分研究及开发利用

祖桂芳<sup>1</sup>, 赵晓红<sup>2\*</sup>, 崔胜楠<sup>2</sup>

(1 首都师范大学生命科学学院, 北京 100037; 2 北京联合大学应用文理学院, 北京 100191)

**摘要:** 红豆越桔是一种新兴的水果, 其果实根茎叶中含有丰富的活性物质——花青素、黄酮、有机酸等。这些活性物质具有抗氧化损伤、清除氧自由基、抑制癌细胞、提高视力等多种作用。本文综述了国内外近年来对红豆越桔活性物质的研究概况, 以及对红豆越桔产品的开发现状, 并对进一步的研究提出了展望。

**关键词:** 红豆越桔; 活性物质; 生理功能

**中图分类号:** S663.01; Q946 **文献标识码:** A

## Research of active substances about *Vaccinium vitis-idaea* L. and its development and application

ZU Gui-fang<sup>1</sup>, ZHAO Xiao-hong<sup>2\*</sup>, CUI Sheng-nan<sup>2</sup>

(1 Collage of Life Science, Capital Normal University, Beijing 100037, China; 2 College of Applied Arts and Sciences, Beijing Union University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** As a kind of new fruits, *Vaccinium vitis-idaea* L. contains many active substances, such as anthocyanin, flavonoids and phenolic acid, et al., which have the potential abilities of anti-oxidation, anti-free radical, anticancer and sight improvement. The study status, product development and prospect of *Vaccinium vitis-idaea* L. active substance were reviewed here.

**Key words:** *Vaccinium vitis-idaea* L.; active substance; physiological function

红豆越桔(*Vaccinium vitis-idea* L.)属于杜鹃花科(Ericaceae),越桔属(*Vaccinium* spp)<sup>[1,2]</sup>,原产于我国东北、前苏联、朝鲜、北美、北欧的高山地带,常与笃斯越桔混生,在我国主要分布在东北的大兴安岭与长白山,以及新疆等高寒地区<sup>[3]</sup>,在湿润、有机质丰富、酸性土壤上生长良好<sup>[4]</sup>。红豆越桔是风靡世界的新兴保健水果蓝莓的重要野生品种之一,含有丰富的营养成份,其中以有机酸最为丰富,含有柠檬酸、琥珀酸、富马酸、苹果酸、酒石酸等10余种有机酸,还含多种糖类、维生素和微量元素,有很高的营养价值<sup>[5,6]</sup>。红豆越桔果实为亮红色,是提取天然色素的重要原料,在越桔的果实和茎叶中含有花色苷、黄酮、萜类等多种活性成分<sup>[7]</sup>,具有多种生理功能,对于保健和治疗有很好的作用。因此,对红豆越桔各种活性成分的研

究也是近年来国内外的热点之一。

### 1 红豆越桔活性成分研究概况

#### 1.1 红豆越桔中的活性成分

1.1.1 越桔花色苷 越桔果实中含有种类丰富的色素,而且含量较高。越桔果实中的色素为花色苷类天然色素,可调配成蓝、蓝紫、紫、绛紫、玫瑰红、粉红等一系列鲜艳悦目的颜色,其稳定性强,是品质优良的天然色素。

李颖畅等<sup>[8]</sup>报道,越桔果实呈色物质是由飞燕草色素、矢车菊色素、牵牛花色素、芍药色素和锦葵色素等5种色素与葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖各自结合形成的花色苷和乙酰化花色苷组成。花

收稿日期: 2008-07-26; 修回日期: 2008-08-20

\*通讯作者: xiaohong@ygi.edu.cn

色素苷种类和含量视越桔品种而异。Viljanen等<sup>[9]</sup>对6种浆果中的花色苷进行了研究,发现在红豆越桔果实中,含有3-葡萄糖-矢车菊色素、3-半乳糖-矢车菊色素和3-阿拉伯糖矢车菊色素,与所研究的其他浆果相比,存在的色素种类比较简单,但其中3-葡萄糖-矢车菊色素的含量很高,是所研究浆果中在单一品种含量最高的色素。用色价法测得红豆越桔果实色素色价值7.839,用高效液相色谱法测定红豆越桔花色苷含量有147.759 mg/100 g鲜果<sup>[10]</sup>。孟凡丽等<sup>[11]</sup>则从红豆越桔果实中提取到一种单体化合物,经过薄层层析、反相高效液相色谱、质谱、核磁共振对此化合物进行结构鉴定,确定此物质为3-半乳糖-矢车菊色素。Viljanen等<sup>[12]</sup>报道,红豆越桔中还含有原花色苷,主要是以二聚和三聚体的形式存在。

花色苷为水溶性物质,易溶于甲醇、乙醇、水及其组成的混合溶剂,不溶于石油醚、乙醚等非极性溶剂。花色苷通常用醇法提取。邹阳等<sup>[13]</sup>对越桔中花色苷的提取工艺进行研究,实验测定了提取试剂、温度、时间、pH值,以及料液对花色苷提取的影响,并经过正交实验确定了蓝莓花色苷提取的最佳条件是:乙醇浓度80%,浸提时间30min,浸提温度30℃,pH2,料液比为1:10,在这些条件下色素的提取率为92.4%。

**1.1.2 越桔中的黄酮** 红豆越桔中含有丰富的黄酮。潘一峰等<sup>[14]</sup>从越桔果渣中提取出黄酮类物质,并采用HPLC(高效液相色谱法)对越桔果渣中黄酮甙元进行定性和定量分析。用甲醇和水(40:60)作为流动相,以0.8mL/min流速进行洗脱,368nm波长检测越桔果渣水解液中黄酮类成分并测定其含量,其结果发现,越桔果渣中黄酮甙元主要有杨梅素和槲皮素,其含量分别为0.020%和0.069%。实验还确定了越桔果渣黄酮(flavonoids from fruit residues of *Vaccinium vitisidaea* L., FFV)的总得率约为3.80%。通过HPLC表征分析,FFV中杨梅素和槲皮素的黄酮甙元含量约为6.42%。在对红豆越桔茎叶中活性物质的研究中也发现了黄酮-槲皮素的存在<sup>[7]</sup>。

**1.1.3 其他活性物质** 在红豆越桔的果实、茎、叶和根中都存在游离和结合态的三萜酸,主要是苯二酸、油酸及其衍生物,但其种类和含量在不同的器官中有所不同。在传统的药用器官果实和叶中,三萜酸含量较高,分别占干重的1%和0.6%。在根中相对较少,但多以结合态存在。因此,根中结

合态三萜酸的含量最高,达干重的0.01%。苯二酸是主要的三萜酸,油酸与苯二酸的含量比值在不同的植物器官中不同,果实和叶中比值较高,分别为1:2.4和1:2,在茎和根中较低,分别为1:3.5和1:3.2<sup>[15]</sup>。

Ek等<sup>[16]</sup>用甲醇和超声波法粗提后,进一步用固相分离法提取,从红豆越桔中提取出28种酚类物质,经初步确认,除了花色苷、黄酮,还包括黄醇碱、儿茶酚及其糖苷,而且还含有不同种类的咖啡酸和阿魏酸,其中槲皮素-3-O- $\alpha$ -阿拉伯糖苷、香豆醇-己糖-间苯二酚、咖啡醇-己糖-间苯二酚山萘酚-戊糖苷等物质为首次报道在此植物中发现。

还有人将越桔茎、叶化学成分进行提取、分离,从中得到6种单体化合物。其中除了黄酮类物质,通过化学反应及测试各种光谱确定其还含有二十一烷烃、胡萝卜苷、金丝桃苷、秦皮苷和熊果苷,收率分别为0.0026、0.0014、0.1056、0.0981和0.5324,其中二十一烷烃、胡萝卜苷和秦皮苷为首次从越桔中得到<sup>[7]</sup>。

## 1.2 红豆越桔活性成分的生理功能研究进展

花色苷、黄酮、酚类以及其他活性物质是多种植物的药用成分,具有多种生理作用,是药用植物用于治疗的基础,但由于活性物质的种类和含量不同,含有相似成分的植物药用作用不完全相同。随着对红豆越桔利用的加深,对红豆越桔的活性成分的功能及作用的研究成为近年来对红豆越桔研究的热点之一。

**1.2.1 红豆越桔活性成分抗氧化性研究** 国外有人用14种果蔬汁对过氧化自由基(R<sub>OO</sub>)、羟基自由基( $\cdot$ OH)、过氧亚硝酸盐(ONOO<sup>-</sup>)的清除能力进行探索,发现红豆越桔对过氧化自由基(R<sub>OO</sub>)、羟基自由基( $\cdot$ OH)有很强的清除能力,抗过氧亚硝酸盐(ONOO<sup>-</sup>)的能力也在比较高的水平,在所研究的果蔬中具有最好的抗氧化能力<sup>[17]</sup>。花色苷是一种具有很强抗氧化能力的成分,它的抗氧化效果,比我们熟知的抗氧化剂维生素C还要高。原花色苷是所发现的抗氧化性最强的物质,由此可见,红豆越桔的抗氧化作用与它所含的这些活性成分密不可分。

李颖畅和孟宪军<sup>[18]</sup>采用体外实验模型对蓝莓花色苷抗脂质体过氧化、还原力和清除羟基自由基、超氧阴离子自由基进行了研究,并与抗坏血酸进行比较,其结果表明蓝莓花色苷具有抗脂质体过氧化能力、还原能力和清除羟基自由基、超氧阴离子自由

基的能力。蓝莓花色苷抗脂质体过氧化能力强于抗坏血酸。还原能力和清除超氧阴离子自由基的能力,低浓度时和抗坏血酸接近,高浓度时强于抗坏血酸。蓝莓花色苷抗脂质过氧化、清除羟基自由基和超氧阴离子自由基的IC值分别为168.97、141.12和345.71  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

酚类化合物花青素、鞣花丹宁酸、原花色苷在抑制脂质过氧化和蛋白质的氧化中发挥了重要作用。Viljanen等<sup>[12]</sup>比较了不同来源的酚类化合物在抗脂质过氧化和蛋白质氧化中的作用,发现红豆越桔和欧洲越桔对脂质过氧化的抑制作用很强,二聚和三聚形式的原花色苷的抗氧化作用最好。

Ho等<sup>[19]</sup>对红豆越桔中所含的6种单宁物质进行研究,发现原花色苷A1有很强的活性氧清除能力,鞣花丹宁能有效地抑制活性氧形成<sup>[19]</sup>。核因子- $\kappa\text{B}$ (NF- $\kappa\text{B}$ )和激活蛋白-1(AP-1)是两个关键的调节因子,控制着活性氧类(reactive oxygen species,ROS)引起的氧化应激反应,是氧化反应作用的靶,AP-1的信号通路对转录和肿瘤的产生都有很重要的作用。越桔提取物通过作用于细胞外信号调节激酶1/2(extracellular regulated kinase1/2,ERK1/2)抑制AP-1、NF- $\kappa\text{B}$ 和JB6P<sup>+</sup>细胞的癌变,并诱导人白血病HL-60细胞凋亡,引起癌细胞死亡<sup>[20]</sup>。

潘一峰等<sup>[14,21]</sup>对越桔果渣中提取的黄酮抗氧化性研究,发现FFV可有效降低大鼠肝肾中自发性和 $\text{Fe}^{2+}\text{-Vc}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 诱导的丙二醛(MDA)生成,抑制 $\text{H}_2\text{O}_2$ 诱导产生的红细胞溶血和肝脂质过氧化作用,以及阻止 $\text{Fe}^{2+}$ 诱导卵黄蛋白低密度脂蛋白的氧化作用,显著降低小鼠的肝、肾、脑的MDA含量,提高肝和血浆中超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)的活性,对高脂血症具有一定的治疗作用。

活性物质的作用与其结构有密切关系。Zheng和Wang<sup>[22]</sup>研究表明,槲皮素(黄酮)、3-半乳糖苷-芍药花色苷、3-半乳糖苷-矢车菊色素在红豆越桔中含量较多,是最重要的抗氧化成分,这些物质抗氧化作用的强弱与其在浆果中的结构和含量有关:槲皮素和花青素-3,4-二羟基取代物在B环上以及在A和B环之间存在共轭结构,有很强的抗氧化作用。咖啡酸也具有强的抗氧化作用,这可能与3、4位上的氢化有关<sup>[22]</sup>。

**1.1.2 越桔活性成分其他作用** 有报道显示对小鼠口服红豆越桔茎叶提取物后血液中吸收的成分进行研究,在服用提取物的小鼠血浆中发现两种化合

物,秦皮苷和熊果苷,通过病理学试验证明这两种物质具有消炎、止咳、祛痰的功效。经临床治疗证实,越桔对急慢性支气管炎及其他呼吸道感染疾病有显著疗效<sup>[23,24]</sup>。于妮娜等<sup>[25]</sup>研究越桔提取物临床治疗急、慢性支气管炎的机理发现越桔提取物抑制二氧化硫引起的支气管腺体的病理性改变,对二氧化硫慢性支气管炎模型小鼠具有治疗作用。

据《中药大辞典》记载:红豆越桔可用于风湿、痛风。郭小李和瞿伟菁<sup>[26]</sup>以小鼠为研究对象对越桔果实是否具有抗痛风效应进行试验,其结果表明,越桔果渣黄酮(FFV)对高尿酸血症有一定的改善效应。

红豆越桔具有改善认知能力、提高记忆力的作用。张俊鸽等<sup>[27]</sup>用对照法研究越桔提取物(Bilberry P. E, BPE)对戊巴比妥钠所致小鼠学习记忆获得障碍的影响。实验小鼠随机分成6组,分别为正常对照组、模型组、人参总皂苷(50mg/kg)组和BPE(100、200、400mg/kg)组。灌胃21d后制备学习记忆障碍模型,除正常对照组外,均分别静脉注射15mg/kg戊巴比妥钠。采用Morris水迷宫测定越桔提取物对小鼠学习记忆的影响;然后检测脑组织中丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)和胆碱脂酶(CHE)的含量及活性。结果表明对戊巴比妥钠所致学习记忆获得障碍小鼠在100mg/kg BPE组有显著的改善作用,200、400mg/kg BPE有改善作用,而且可减少小鼠脑中MDA的含量、提高SOD及CHE活性,实验证明了越桔提取物对戊巴比妥钠所致小鼠学习记忆获得障碍有改善作用。

刘春民等<sup>[28]</sup>报道,长期使用越桔花青素可以明显减轻视疲劳,改善视力,对青少年近视有很好的预防和改善作用。陈英等<sup>[29]</sup>研究了原花色苷(procyanidins, PC)对氧化损伤晶状体的形态学及抗氧化系统的影响。通过与氧化损伤组、维生素C组以及维生素E组比较,发现PC可提高氧化损伤晶状体的抗氧化能力,降低脂质过氧化物水平,减轻晶状体损伤程度。

## 2 红豆越桔的开发和利用

### 2.1 红豆越桔食用开发与研究

红豆越桔生长于我国的东北等高寒地带,多为野生,无化学物质和农药污染之虞,是加工食品极好的天然原料。越桔果实营养丰富含有18种氨基酸,8种必需氨基酸,而且含量较高,还含有多种维生素和微量元素,有很高的营养价值<sup>[30]</sup>,既可

鲜食,又可以制作加工成果酱、果汁、酿造果酒、果醋等<sup>[31,32]</sup>。在民间很早就有红豆越桔的利用。

随着人们对天然、健康饮食的追求,越桔产品的开发研究发展迅速。黑龙江省粮油进出口公司从1989年开始尝试用进口丹麦流化床设备生产速冻果,试加工了5吨冷冻越桔果出口,质量很好。智明<sup>[6]</sup>对越桔速冻加工技术进行了改进,提高了产品质量。在东北地区,有很多公司对红豆越桔资源进行开发,开发出以红豆越桔果为原料的果汁,以及以茎叶为原料的保健茶,经检测均含有丰富的营养物质,具有很好的保健功能,有些产品曾获得国家绿色食品发展中心批准使用的“绿色食品”标志<sup>[33]</sup>。有的对红豆越桔果汁的加工工艺进行改进,并提出了在果汁中添加适量甘油来改善口味的方法<sup>[34]</sup>。在红豆越桔果汁的基础上又有人研制新的果汁乳饮料,增加了红豆越桔饮品的种类<sup>[35]</sup>。采用一系列先进的加工工艺精制而成的果酒芳香清雅、风格独特,是一种营养价值很高的保健饮料酒<sup>[36]</sup>。红豆越桔果实中花色苷含量很高,是天然食用色素的重要来源<sup>[37]</sup>。

## 2.2 红豆越桔的药用开发与研究

红豆越桔具有抗氧化、抗菌消炎、止咳、平喘祛痰等功效,还可以诱导癌细胞的死亡。因此,红豆越桔可以用来预防和治疗由活性氧引起的各种疾病。衣晓峰和杨晓春<sup>[23]</sup>利用越桔水煎剂和冲剂对急性慢性呼吸道感染进行临床治疗,取得很好疗效。Ho等<sup>[38]</sup>研究越桔中抗菌抗氧化成分,认为其可以用于对牙周疾病的治疗。红豆越桔具有消炎、止咳、祛痰的作用,抗菌作用,抗氧化,可用于治疗牙周疾病。越桔果实中的花色苷对人的眼睛有益,可以消除眼睛疲劳,改善视力,有防止视网膜蛋白质变性引起的白内障。有些公司生产的已研制出含有从越桔中提取的天然物质的益视胶囊,能缓解视疲劳,提高视力,具有改善视力的保健功能。

在欧洲很早就有用越桔作原料生产药物的报道。作为医药用品原料使用的越桔提取物呈粉末状,含花青甙25%以上,成药中一般含0.25%—0.3%的花青甙。1976年,意大利第一次用于制造药品TEGENS,一片中含有80mg花青甙和125mg甘醇。1995年新开发产品有法国生产的DIFRAEL100、意大利生产的ANTOCIN30、新西兰生产的STRIX均为速效性片剂,服用后能缓解眼疲劳,4h见效,24h作用消失。一片中含花青甙12mg、1mgβ-胡萝卜素。这些制品在欧洲被用作眼病药剂或保健药

品,效果得到普遍承认<sup>[39]</sup>。

## 2.3 红豆越桔的其他应用

刘新民<sup>[40]</sup>曾对越桔红素在化妆品中的应用价值进行研究分析,认为越桔红素是一种值得在化妆品领域应用的天然色素。在当今的化妆品市场中就有很多添加了越桔提取物的化妆品,比如一些精华液和眼霜中添加了越桔提取物,或以越桔提取物为主要成分对皮肤有很好的保护和改善作用。

阎照升<sup>[41]</sup>用越桔提取色素和果汁后的果渣配成饲料喂鸡,添加适量(3%)的越桔果渣后可明显提高产蛋率,提高饲料质量,降低饲料支出。

## 3 红豆越桔活性成分研究展望

红豆越桔作为一种新兴水果,引起世界的关注。除了红豆越桔含丰富的营养,近年来有关抗氧化性、抗肿瘤、抗菌、抗癌等作用也有很多报道,但对红豆越桔所含的生理活性物质的作用机理方面的研究还比较少,比如红豆越桔活性成分在抗肿瘤作用中诱导细胞凋亡的作用机理及与凋亡相关的生理生化变化等的研究有待于进一步深入研究,红豆越桔保健功能值得进一步开发和利用,以提供更广阔的市场应用前景。

## [参 考 文 献]

- [1] 李亚东. 越桔栽培与加工利用[M]. 长春:吉林科学技术出版社, 2001: 4-6
- [2] 冰冰, 刘慧涛, 宋洪伟. 吉林省野生果树种质资源研究综述. 吉林农业科学, 2005, 30(2): 51-54, 60
- [3] 张欣. 黑龙江省野生越桔资源及开发利用. 黑龙江农业科学, 1998, (3): 36-7
- [4] 曲路平, 赵淑春, 李亚东, 等. 红豆越桔的调查研究. 吉林农业大学学报, 1990, 12(3): 26-30
- [5] 胡宏友, 马志杰. 福建越桔属野生浆果资源与民间利用状况. 亚热带植物科学, 2001, 30(1): 49-53
- [6] 智明. 我国野生越桔果资源及其速冻开发研究. 中国野生植物资源, 1997, 16(3): 26-8
- [7] 王喜军, 范玉玲, 闫雪莹. 越桔茎叶化学成分提取、分离及结构鉴定. 中草药, 2002, 33(7): 595-6
- [8] 李颖畅, 宣景宏, 孟宪军. 蓝莓中花色苷的研究进展. 食品研究与开发, 2007, 28(1): 178-81
- [9] Viljanen K, Kylli P, Hubbermann EM, et al. Antioxidant activity and partition behavior in whey protein emulsion. J Agric Food Chem, 2005, 53(6): 2022-7
- [10] 孟凡丽. 越桔果实花色苷的提取分离、定量和结构鉴定研究[D]. 2006
- [11] 孟凡丽, 苏晓田, 李亚东. 红豆越桔果实中3-半乳糖-矢车菊色素提取、分离及结构鉴定. 吉林农业大学学报, 2004, 26(5): 529-30
- [12] Viljanen K, Kylli P, Kivikari R, et al. Inhibition of protein and lipid oxidation in liposomes by berry phenolics. J Agric Food Chem, 2004, 52(24): 7419-24

- [13] 邹阳, 张秀玲, 石岳. 野生蓝莓果实中花色苷色素提取工艺的研究. 现代食品科学, 2007, 23(1): 60-2
- [14] 潘一峰, 瞿伟菁, 顾于蓓, 等. 越桔果渣中黄酮类成分抗氧化活性的研究. 食品科学, 2005, 26(10): 206-10
- [15] Szakiel A, Mroczek A. Distribution of triterpene acids and their derivatives in organs of cowberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) plant. Acta Biochim Polonica, 2007(54): 733-40
- [16] Ek S, Kartimo H, Mattila S, et al. Characterization of phenolic compounds from lingoberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.). J Agric Food Chem, 2006, 54(26): 9834-42
- [17] Lichtenthaler R, Marx F. Total oxidant scavenging capacities of common European fruit and vegetable juices. J Agric Food Chem, 2005, 53(1): 103-10
- [18] 李颖畅, 孟宪军. 蓝莓花色苷抗氧化活性的研究. 食品与发酵工业, 2007, 33(9): 61-4
- [19] Ho KY, Huang JS, Tsai CC, et al. Antioxidant activity of tannin components from *Vaccinium vitis-idaea* L. J Pharm Pharmacol, 1999, 51(9): 1075-8
- [20] Wang SY, Feng R, Bowman L, et al. Antioxidant activity in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and its inhibitory effect on activator protein-1, nuclear factor- $\kappa$ B, and mitogen-activated protein kinases activation. J Agric Food Chem, 2005, 53(8): 3156-66
- [21] 潘一峰. 越桔黄酮及其生物学活性的研究[D]. 2005
- [22] Zheng W, Wang SY. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. Agric Food Chem, 2003, 51(2): 502-9
- [23] 衣晓峰, 杨晓春. 黑龙江王刚教授发现一种新药材. 中国医药学信息杂志, 1996, 9(3): 38
- [24] Wang XY, Sun H, Fan Y, et al. Analysis and bioactive evaluation of the compounds absorbed into blood after oral administration of the extracts of *Vaccinium vitis-idaea* L. in rat. Biol Pharm Bull, 2005 28(6): 1106-8
- [25] 于妮娜, 张恩户, 赵子剑, 等. 越桔提取物对二氧化硫性慢性支气管炎模型小鼠的影响. 陕西中医学院报, 2005, 28(5): 68-9
- [26] 郭小李, 瞿伟菁. 越桔果渣黄酮对高尿酸血症的影响. 营养学报, 2007, 29(2): 199-201
- [27] 张俊鸽, 李平华. 原花青素抗晶状体氧化损伤的实验研究. 重庆医科大学学报, 2007, 32(4): 387-93
- [28] 刘春民, 王抗美, 邹玲. 花青素对近视青少年视疲劳症状及视力的影响. 中国实用眼科杂志, 2005, 6(23): 607-9
- [29] 陈英, 王强凤, 阮陈虹. 越桔提取物对学习记忆障碍小鼠影响的研究. 吉林医药学院学报, 2008, 29(1): 9-10
- [30] 贾洪斌, 徐秀庭, 朴贵金, 等. 红豆浆果的成分分析. 吉林大学自然科学学报, 1991, (3): 122-4
- [31] 吴兴壮, 李利峰, 李晓东, 等. 越桔果实资源的开发利用现状及前景. 辽宁农业科学, 2003, (6): 23-4
- [32] 彭凯, 王华, 李峰. 红豆果醋的加工工艺. 中国调味品, 2007, (5): 54-55, 66
- [33] 秦晶. 野生植物的开发利用. 黑龙江医药, 1996, 9(5): 295-6
- [34] 乔吉斌, 赵珊珊. 大兴安岭红豆果汁机果汁饮料的研制与加工. 饮料工业, 2006, (12): 4-6
- [35] 张秀玲, 陈蓓莉. 红豆果汁乳饮料的研制. 北方园艺, 2006, (1): 103-4
- [36] 王萍, 包怡红, 周广生. 越桔干酒的研制. 酿酒, 2002, (4): 75-6
- [37] 朱蓓薇, 金英实, 张彧. 提高越桔天然色素稳定性方法的研究. 食品科学, 2003, 24(5): 81-4
- [38] Ho KY, Huang JS, Tsai CC, et al. Antimicrobial activity of tannin components from *Vaccinium vitis-idaea* L. J Pharm Pharmacol, 2001, 53(2): 187-91
- [39] 李亚东, 张志东, 吴林. 蓝莓果实的成分及保健机能. 中国食物与营养, 2002, (1): 27-8
- [40] 刘新民. 有待于化妆品开发利用的植物色素——越桔红素. 香料香精化妆品, 1994, (1): 46-9
- [41] 阎照升. 越桔果渣喂产蛋鸡试验. 饲料研究, 1989, (3): 10-2