

蓝莓果实的营养价值和药理作用及其加工利用

吕芳楠^{1,2}, 温靖², 徐玉娟^{2*}, 肖更生², 吴继军², 余元善², 安克婧² (1. 华中农业大学食品科技学院, 湖北武汉 430070; 2. 广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所/农业部功能食品重点实验室/广东省农产品加工重点实验室, 广东广州 510610)

摘要 蓝莓是一种具有较高营养价值及经济价值的水果, 在多种疾病的预防和治疗方面具有积极的作用, 近年来越来越受到人们的关注。对蓝莓的功能成分、药理作用及其在食品加工方面的应用进行了综述, 以期蓝莓在食品和医药领域得到广泛应用提供依据。

关键词 蓝莓; 功能成分; 药理作用; 加工

中图分类号 S609 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)18-085-03

Nutritional Value, Pharmacological Action and Processing and Utilization of Blueberry Fruits

LU Fang-nan^{1,2}, WEN Jing², XU Yu-juan^{2*} et al (1. College of Food Science & Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070; 2. Sericultural & Agri-Food Research Institute Guangdong Academy of Agricultural Sciences/ Key Laboratory of Functional Foods, Ministry of Agriculture/ Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Guangzhou, Guangdong 510610)

Abstract Blueberry is a kind of fruit which has high nutrition and high economic value. Blueberry has positive effects in the prevention and cure of many diseases. It has gained more and more attention recently. In this research, we reviewed the functional components, pharmacological actions and applications in food processing industry of blueberry, which provided references for widely application of blueberry in the fields of food and medicine.

Key words Blueberry; Functional components; Pharmacological actions; Processing

蓝莓属于杜鹃花科越橘属植物, 由于其果实呈蓝色, 故俗称和商品名称为“蓝莓”, 蓝莓果实成熟期在 6~8 月份, 常温下成熟果实采后 2~4 d 便开始腐烂, 蓝莓的这种不耐贮藏性严重制约了其产业的发展^[1-2]。蓝莓原产于北美、苏格兰、我国长白山及大兴安岭等寒冷地区, 其主要栽培品种为高丛蓝莓、矮丛蓝莓和兔眼蓝莓三大品种^[3]。

蓝莓果肉细腻, 酸甜适度, 营养极其丰富, 具有“浆果之王”的美誉^[2]。蓝莓含有丰富的糖、氨基酸、V_C、V_E、V_A、膳食纤维等营养成分和钾、铁、锌、锰等元素, 此外还富含人体必需氨基酸、亚麻酸和酚酸以及绿原酸、花青素、花青苷等黄酮类化合物^[4]。由于蓝莓富含这些抗氧化物质而具有较强的保健功能, 目前随着大众对蓝莓越来越深入的认识, 其被广泛应用于食品加工、医药和化妆等行业。

1 蓝莓的主要功能成分

1.1 花青素

花青素是一类广泛存在于植物中的水溶性色素, 属黄酮类化合物, 多以糖苷的形式存在, 故又称花色苷。蓝莓果中含有丰富的花青素, 田密霞等对 60 种蓝莓的花青素研究表明, 蓝莓鲜果中花青素的含量为 1.25~8.69 mg/g^[5]。由于花青素是天然的抗氧化剂, 近年来被广泛关注且从发现至今一直是研究的重点。有观点认为, 花青素是迄今为止发现的最有效的天然水溶性自由基清除剂, 其猝灭自由基的能力是 V_C 的 20 倍, 是 V_E 的 50 倍, 其体内活性更是其他抗氧化剂无法比拟的, 与其他抗氧化剂不同的是它能够通过血脑屏障, 直接保护大脑神经系统。除此之外, 花青素还具有抗衰老、抗癌、增强免疫力、抗发炎、保护血管、保护皮肤健康、避免动脉硬化、预防尿道感染、保护视力等功效, 同时

花青素还能协助 V_C 和 V_E 的吸收利用, 增强其在体内的抗氧化作用^[6-7]。

1.2 酚酸

酚酸是多酚类物质的一种, 多为对羟基苯甲酸和对羟基肉桂酸的衍生物, 具有营养和抗氧化药理活性的药用价值, 同时酚酸也是蓝莓中主要的酚酸物质。酚酸的抗氧化作用机理在于其结构中的酚羟基是优良的氢或中子的给予体, 对引起生物组织膜因产生过氧化作用而导致结构和功能受损的过氧自由基(ROO·)和羟自由基(·OH)等有明显清除作用, 此外酚酸还影响食品的风味、收敛性和硬度^[8]。刘翼翔等对蓝莓不同多酚物质的分离及其抑制细胞氧化损伤的比较发现, 酚酸不仅是蓝莓多酚的主要成分, 且表现出了较强的抗氧化活性^[9]。翁芳华等对蓝莓酒中 11 种酚酸进行了检测, 结果表明: 除 P-羟基苯甲酸没有被检出外, 其余 10 种酚酸都被检测到, 包括没食子酸、原儿茶酸、龙胆酸、绿原酸、香草酸、咖啡酸、丁香酸、香豆酸、阿魏酸、芥子酸, 其中绿原酸含量最高, 其次为咖啡酸与芥子酸, 与蓝莓鲜果相比, 对羟基苯甲酸类酚酸含量总体呈增长趋势, 对羟基肉桂酸类酚酸含量总体呈减少趋势, 酚酸总含量也呈减少趋势^[10]。

1.3 超氧化物歧化酶

超氧化物歧化酶(SOD)是一种广泛存在于生物体内的酸性金属酶, 同样也存在于蓝莓中, 按所含的金属种类不同, 人类 SOD 可分为 3 类: 位于胞浆的铜锌 SOD(Cu, Zn-SOD), 位于线粒体的锰 SOD(Mn-SOD), 分泌到胞外的 SOD(EC-SOD)。作为生物机体抗氧化酶系统重要的抗氧化酶之一, SOD 是生物体内重要的超氧阴离子自由基清除剂, 其主要作用是能专一地清除生物氧化中产生的超氧阴离子自由基, 有助于减少和阻止脂质的过氧化反应, 延缓机体衰老及防止生物大分子损伤。另外, 对辐射有防护作用, 能减少糖尿病并发症及肺部疾病, 具抗炎活性, 可减轻缺血再灌注损伤, 预防心血管疾病, 具抗肿瘤、抗衰老及免疫调节等多方面的作用^[6]。

基金项目 广东省科技计划项目(2014A020209060)。
作者简介 吕芳楠(1992-), 女, 湖北松滋人, 硕士研究生, 研究方向: 果蔬深加工。* 通讯作者, 研究员, 博士, 从事果蔬深加工研究。
收稿日期 2016-05-23

1.4 维生素 蓝莓中含有多种维生素,包括 V_A 、 V_E 、 V_C 等,据测定,每 100 g 鲜果中含有 V_A 81~100 国际单位(1 国际单位 $V_A = 0.3 \mu\text{g}$ 视黄醇当量), V_E 为 2.7~9.5 μg , V_C 高达 53.0 mg,是其他水果如苹果、葡萄的几倍到几十倍^[11]。

V_A 可促进眼内感光色素的生成,防止夜盲症和视力减退;有抗呼吸系统感染的作用;有助于祛除老年斑,促进发育,强壮骨骼,维护皮肤、头发、牙齿的健康;有助于对肺气肿、甲状腺机能亢进症的治疗;外用有助于粉刺、脓包、皮肤表面溃疡等症的治疗。

V_E 是一种脂溶性维生素,又称生育酚,是最主要的抗氧化剂之一。人体正常的呼吸、新陈代谢等过程都会产生氧化作用,体内的氧会转化成极不稳定的物质——自由基。若自由基产生过量,就会破坏健康的细胞,加速机体的衰老进程并诱发癌症、心脑血管疾病等。 V_E 能有效地清除体内的自由基,保护细胞膜、皮肤、血管、眼睛、肝脏及乳房等组织,减少罹患动脉硬化等疾病的几率。

V_C 可促进骨胶原的生物合成,利于伤口愈合;促进酪氨酸和色氨酸的代谢,延长机体寿命;改善铁、钙和叶酸的利用;改善脂肪和类脂,特别是胆固醇的代谢,预防心血管病;促进牙齿和骨骼的生长,防止牙床出血;增强机体对外界环境的抗应激能力和免疫力。

1.5 矿物质 蓝莓中含有丰富的矿物质,据测定,100 g 鲜果中含有钙 8.00 mg、铁 0.20 mg、磷 9.00 mg、钾 70.00 mg、钠 1.00 mg、锌 0.26 mg、硒 0.10 mg^[11]。由此可见,蓝莓果中钾的含量非常高,钾的大部分生理功能都是与钠协同发挥作用的,可调节细胞内的渗透压,参与细胞内糖和蛋白质的代谢,维持正常的神经兴奋性、心肌运动和体内钾、钠离子的平衡,具有降血压的作用。

2 蓝莓在食品加工中的应用

目前有关于蓝莓的产品与其他水果相比还不够多,主要是由于蓝莓种植难度大,对气候要求较高,只适合在少数几个地区生长,导致其产量低、价格高,且难以保鲜,我国蓝莓主要加工成速冻鲜果销往国外,国内所占份额很小。目前蓝莓果实的加工品主要有蓝莓汁、蓝莓酒、蓝莓果醋、蓝莓干、蓝莓果酱,还有将蓝莓中的花青素提取出来制成保健品或添加到其他药物制剂中,除此之外还有其他一些蓝莓口味的食品。

2.1 蓝莓汁 蓝莓汁是以蓝莓鲜果为原料,经榨汁后调配而获得的一种饮料。目前市场上有关蓝莓的产品属蓝莓果汁饮料居多,以长白山野生蓝莓汁最为出名,以生长在长白山海拔 700~2 100 m 高度内原始生态环境中的优质野生蓝莓果为原料,经传统工艺压榨取汁精制而成。蓝莓果汁呈艳丽的宝石红色,具有独特的蓝莓果香和丰富的营养。蓝莓被联合国粮农组织列为人类五大健康食品之一,被誉为“21 世纪功能性保健浆果”。蓝莓果汁含有丰富的花青素,具有清除氧自由基、保护视力、延缓脑神经衰老、提高记忆力的作用。

2.2 蓝莓酒 果酒是以野生或人工栽培的可食用植物果实

为原料,经发酵或酒精浸提等生产工艺加工获得的酒。果酒的制作工艺一般有 3 种:直接发酵法、发酵后蒸馏法、食用酒精浸渍法,其中直接发酵法能较好地保存水果中的营养成分。刘奔以安徽怀宁产蓝莓为试材,通过比较不同酿造工艺对蓝莓酒品质的影响,选择最佳工艺且优化了各项发酵工艺参数^[12],研究表明:低温浸渍预发酵工艺为酿造蓝莓酒的最佳工艺,且发酵原料经 16 $^{\circ}\text{C}$ 浸渍预发酵 72 h 后,以酿酒酵母 Y_3 为菌种,在接种总量为 0.2 g/L,发酵温度为 25 $^{\circ}\text{C}$, SO_2 用量 40 mg/L 时酿造的蓝莓酒,经陈酿后酒液呈深红宝石红色,澄清透明,口感醇厚,且带有浓郁的玫瑰花香。

2.3 蓝莓果醋 果醋同样是以新鲜水果为原料,经发酵而得的醋。果醋能促进新陈代谢、调节酸碱平衡、消除疲劳,且果醋中含有多种有机酸和人体所需氨基酸,是很好的饮品。蓝莓果醋不仅可保持蓝莓浓郁的香气及营养价值,而且具有果醋的特性,是理想的保健饮品。近年来市场上推出的蓝莓果醋,口味单一,质量参差不齐,新品研发滞后。张建炆等利用模糊数学综合评价法优化蓝莓果醋饮料的配方,结果得出最佳配方为:蓝莓发酵原醋 20%,白砂糖 10%,蓝莓汁 20%,蜂蜜 1%,最终成品呈深紫红色,色泽艳丽,澄清,无悬浮物,具有食醋特有的香气,含有淡淡的蓝莓果香,酸甜可口^[13]。

2.4 蓝莓干 蓝莓干是将蓝莓鲜果进行人工干燥而得到的产品,目前市场上非常少见,因为其价格偏高,消费人群少,很难作为大众化的产品进行推广。许晴晴等研究了真空冷冻干燥和热风干燥对蓝莓品质的影响,研究表明:真空冷冻干燥在保持蓝莓复水性、感官品质和活性成分等方面比热风干燥具有明显优势^[14]。

2.5 蓝莓果酱 果酱是将水果、糖及酸度调节剂混合后,用超过 100 $^{\circ}\text{C}$ 温度熬制而成的凝胶物质,也叫果子酱。制作果酱是长时间保存水果的一种方法,主要用来涂抹于面包或土司上食用。陈祖满等研究了果肉型低糖蓝莓果酱加工工艺,研究表明:采用蓝莓原浆 40%,复配增稠剂最佳配方为变性淀粉 3%、羧甲基纤维素钠 0.4%、黄原胶 0.1%,糖酸比 40:1,白砂糖 30%,最佳杀菌条件为 85 $^{\circ}\text{C}$ 、15 min,此工艺条件下得到的产品固形物含量 35%~45%,酸度 0.8%~1.2%,无返砂、析水、霉变现象,成品果肉含量丰富、酸甜适口、色泽自然、风味独特、涂抹性佳、稳定性好,具有良好的营养保健功能^[15]。

2.6 其他 除了上述几种蓝莓产品外,目前市场上已经出现了许多有关蓝莓的新型产品,大多都是将蓝莓作为辅料加入其他传统食品中以获得一种新型产品,比如蓝莓酸奶^[16]、蓝莓汁乳酸菌饮料、蓝莓瓜子、蓝莓复合饮料等食品。

3 蓝莓的药理作用

3.1 改善视力 蓝莓中的花青素可促进视网膜细胞中视紫质的再生成,可预防重度近视眼及视网膜剥离,并可增进视力,可保护眼睛少受自由基的伤害,有助于预防眼睛退化性疾病的产生^[17]。

3.2 延缓衰老 蓝莓果实中的花青素具有供氢能力,氢与自由基结合,使之还原为惰性化合物或是稳定的自由基,进

而可以有效地清除体内过多的有害自由基。同时,花青素与胶原蛋白有较强的亲和力,能形成一层抗氧化保护膜,保护机体细胞和组织不被自由基氧化,进而起到延缓衰老的作用^[18]。

3.3 预防癌症 蓝莓中的花青素、鞣花酸和紫檀芪在预防和治疗癌症和肿瘤方面有积极作用^[19]。蓝莓果实含有丰富的多酚类物质,这些物质可使癌细胞急速增殖的酶活性受到抑制。蓝莓中的绿原酸,野生种中的黄色槲皮苦素和杨梅酮的黄酮醇配糖体,这几类物质都有抗癌和抗肿瘤的作用。蓝莓的叶酸能预防子宫癌,并对孕期胎儿的发育大有益处。蓝莓中没食子酸对体外肝癌细胞的培养具有显著抑制力,能延长艾氏腹水癌小鼠的生命,对加入亚硝酸钠所致的小鼠肺腺癌有强烈的抑制作用。此外,蓝莓果肉中含有少量石细胞,可预防大肠癌^[20]。

3.4 降血压、降胆固醇、预防心血管疾病 Sakaida 等研究发现,蓝莓可抑制血管紧张肽素转换酶的活性,并对自发性高血压大鼠有降血压作用,因而可以防止冠状动脉病及中风^[21]。在体外试验中,蓝莓花青苷能明显抑制低密度脂蛋白的氧化和血小板的聚集,李颖畅等研究了蓝莓花色苷对试验性高脂血症大鼠血脂水平的影响,结果表明,摄入蓝莓花色苷后高脂血症大鼠血脂水平和动脉粥样硬化指数均较高脂组显著降低^[22]。

3.5 护肝作用 蓝莓花青素还具有护肝作用,林清华研究了蓝莓花青素对 CCl₄ 诱导小鼠肝损伤的保护作用及其抗氧化机制^[23],动物试验结果显示,蓝莓花青素可明显降低 CCl₄ 诱导的化学性肝损伤引起的小鼠血浆中 ALT(谷丙转氨酶)、AST(谷草转氨酶)及 MDA(微量丙二醛)含量水平(均 $P < 0.01$),降低其含量;同时还能够提高红细胞中 SOD(超氧化物歧化酶)、CAT(过氧化氢酶)、GSH-Px(谷胱甘肽过氧化物酶)含量,提高肝糖原水平,降低由氧化造成的肝脏损伤。试验结果说明,蓝莓花青素对 CCl₄ 所致氧化损伤的小鼠肝损伤有明显的保护作用。

4 结语

综上所述,蓝莓具有极高的营养价值,而且具备多种药用价值,在食品及医药方面具有广阔的应用前景,这也是近

年来研究者们所关注的焦点。该研究综述了蓝莓的主要功能成分及药理作用,同时介绍了其在食品加工中的应用,希望蓝莓的更多价值被发现并得到广泛的应用,为人类的健康事业做出贡献。

参考文献

- [1] 李亚东,刘海广,张志东,等.我国蓝莓产业和发展现状[J].中国果树,2008(6):67.
- [2] 方海峰,薛伟.常温下壳聚糖涂膜对蓝莓保鲜效果的研究[J].安徽农业科学,2014(16):5243.
- [3] 高丽霞,肖化兰,李森,等.广东省蓝莓发展现状与展望[J].广东农业科学,2015,42(6):30.
- [4] 刘薇,王君,刘德明,等.分光光度法测定蓝莓果中维生素 C 的含量[J].湖南农业科学,2013(2):35.
- [5] 田密霞,李亚东,胡文忠,等.60 种蓝莓花青素的含量及抗氧化性的比较研究[J].食品研究与开发,2014(21):1.
- [6] 赵秀玲.蓝莓的成分与保健功能研究进展[J].中国野生植物资源,2011,30(6):19-23.
- [7] 胡雅馨,李京,惠伯棣.蓝莓果实中主要营养及花青素成分的研究[J].食品科学,2006,27(10):601-602.
- [8] 王行.蓝莓酒酿造工艺优化及其酚类物质与抗氧化活性研究[D].镇江:江苏大学,2014.
- [9] 刘翼翔,吴永沛,陈俊,等.蓝莓不同多酚物质的分离与抑制细胞氧化损伤功能的比较[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2014,39(4):428-434.
- [10] 翁芳华,陈建业,温鹏飞,等.蓝莓酒中 11 种酚酸的高效液相色谱测定[J].食品科学,2006,27(9):223-225.
- [11] 贺强,吴立仁.蓝莓果实中营养成分的生物学功能[J].北方园艺,2010(24):222-224.
- [12] 刘奔.蓝莓酒酿造工艺研究[D].合肥:安徽农业大学,2011.
- [13] 张建场,隋秀芳,熊建军,等.蓝莓果醋饮料的研制及香气物质检测[J].中国酿造,2015,34(2):142-147.
- [14] 许晴晴,陈杭君,郜海燕,等.真空冷冻和热风干燥对蓝莓品质的影响[J].食品科学,2014,35(5):64-68.
- [15] 陈祖满,江凯.果肉型低糖蓝莓果酱加工工艺研究[J].中国酿造,2014,33(6):164-167.
- [16] 苏同英.HACCP 在搅拌型蓝莓酸牛乳生产工艺中的应用[J].安徽农业科学,2014(1):254-256.
- [17] 赵秀玲.蓝莓的成分与保健功能的研究进展[J].中国野生植物资源,2011,30(6):22.
- [18] 张秀凤,魏建春,李云芳.蓝莓的保健功能及蓝莓食品开发利用现状[J].农业机械,2013(10):78.
- [19] 韩鹏洋,张蓓,冯叙桥,等.蓝莓的营养保健功能及其开发利用[J].食品工业科技,2015(6):372.
- [20] 卜庆雁,周晏起.浅析蓝莓的营养保健功能及开发利用前景[J].北方园艺,2010(8):216.
- [21] SAKAIDA H, NAGAO K, HIGA K, et al. Effect of Vaccinium ashei reade leaves on angiotensin converting enzyme activity in vitro and on systolic blood pressure of spontaneously hypertensive rats in vivo[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2007, 71(9):2335-2337.
- [22] 李颖畅,孟宪军,孙靖靖,等.蓝莓花色苷的降血脂和抗氧化作用[J].食品与发酵工业,2008(10):44-48.
- [23] 林清华.蓝莓花青素对 CCl₄ 诱导小鼠肝损伤的保护作用及其抗氧化机制研究[D].北京:北京林业大学,2012.
- [1] 罗勇,李明海,李智勇,等.烤烟散叶堆积气流上升式烤房结构研究[J].中国烟草科学,2005,26(1):47-48.
- [2] 谢已书,邹焱,李国彬,等.密集烤房不同装烟方式的烘烤效果[J].中国烟草科学,2010,31(3):67-69.
- [3] 罗勇,谢已书,艾复清.密集烤房不同装烟方式对经济效益的影响[J].贵州农业科学,2011,39(11):52-54.
- [4] 陈勇华,代光明,周兴华,等.印江县 2012 年密集烤房散叶堆积装烟烘烤示范效益分析[J].耕作与栽培,2012(5):42-43.
- [5] 高相彬,赵凤霞,曹晓涛,等.豫中烟区散叶密集烘烤适应性研究[J].西南农业学报,2015(2):871-875.
- [6] 陈勇华,代光明,罗会斌,等.密集烤房不同装烟方式烘烤效益对比试验[J].耕作与栽培,2013(2):5-6.

(上接第 80 页)

参考文献

- [1] 官长荣,潘建斌,宋朝鹏.我国烟叶烘烤设备的演变与研究进展[J].烟草科技,2005(11):34-37.
- [2] 孙福山,徐秀红,王传义.我国烤烟密集烘烤研究应用进展与展望[C]//2012年-2013年烟草科学与技术学科发展研究报告.中国烟草学会,2013.
- [3] 徐秀红,王林立,王传义,等.密集烤房不同装烟方式对烟叶质量及效益的影响[J].中国烟草科学,2010(6):72-74.
- [4] 罗勇,李明海,李智勇,等.散叶堆积式烘烤技术研究及应用[J].中国农业科学,2004,37(S1):119-124.