

桑椹果醋营养功能功效解读

马永昆^{1*}, 许满青¹, 陈必祥², 胡杰¹, 马胜梅¹, 王聪聪¹

(1. 江苏大学食品与生物工程学院, 镇江 212000; 2. 镇江市天龙农业科技发展有限公司, 镇江 212000)

摘要: 桑椹果醋是以桑椹或桑椹产品加工下脚料为主要原料, 采用全液态生物发酵技术, 经酒精发酵、醋酸发酵酿制而成的酸性饮品或调味品, 它兼具桑椹和一般果醋的营养生理功能, 又有果汁饮料酸甜爽口的特点, 极好地改善了醋的口感, 是一种时兴新型保健饮品。本文分析桑椹果醋中含有的各种功能营养成分, 就其安神促睡眠、减肥抗疲劳、解酒毒、抗氧化等功效进行了解读, 通过现代科学解释及验证并结合中医中药理论进行了阐述, 较为全面深入地探讨了其可能的作用机制。

关键词: 桑椹果醋; 功能功效; 安神; 解酒毒

Interpretation of the nutritional function of mulberry vinegar

MA Yong-Kun^{1*}, XU Man-Qing¹, CHEN Bi-Xiang², HU Jie¹, MA Sheng-Mei¹, WANG Cong-Cong¹

(1. School of Food and Biological Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212000, China;
2. Zhenjiang Tianlong Agricultural Technology Development Co., Ltd., Zhenjiang 212000, China)

ABSTRACT: Mulberry fruit vinegar is an acidic beverage or condiment made from mulberry or mulberry product processing leftovers as the main raw material, using all-liquid alcohol fermentation and acetic acid fermentation. It has both the nutritional and physiological functions of mulberry and general fruit vinegar, and also has the characteristics of sweet and sour fruit vinegar. It can improve the taste of vinegar and is a new health drink. This article analyzed the various functional nutrients contained in mulberry fruit vinegar, and interprets the effects of mulberry fruit vinegar, soothing, anti-fatigue, hangover, anti-oxidation, etc., from the modern scientific interpretation and verification combined with the theory of traditional Chinese medicine to elaborate, and comprehensively and deeply explained its possible mechanism.

KEY WORDS: mulberry vinegar; functional efficacy; calming mind; decomposition of alcohol

0 引言

桑椹(*Fructus mori*)是桑科桑属多年生木本植物桑树的果实, 又名桑葚子、桑果等。桑椹含有多种营养成分, 如多种糖类、有机酸、维生素、矿物质和人体必需氨基酸等, 其中绿原酸、多酚类(黄酮醇、花色苷、白藜芦醇等)、生

物碱等作为重要的功能性成分存在^[1]。桑椹的药用价值自古备受重视, 中国古代典籍如《本草纲目》《随息居饮食谱》及《黄帝内经》等著作中都记载桑椹有安神助眠、解酒毒、利关节、滋阴补血、补肝益肾、乌发明目等功效^[2-3], 现代医学证实桑椹具有降血糖、降血脂、抗衰老、抗疲劳、增强免疫力等功效。1993年桑椹被国家卫生部列入“既是食

基金项目: 镇江市重点研发计划(现代农业)项目(NY2017008)、江苏高校优势学科建设工程项目(PAPD)

Fund: Supported by the Zhenjiang Key Research & Development Program (Modern Agriculture) Project (NY2017008), and the Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions Project (PAPD)

***通信作者:** 马永昆, 博士, 教授, 主要研究方向为食品风味化学、食品发酵工程及食品非热力加工研究。E-mail: mayongkun@ujs.edu.cn

***Corresponding author:** MA Yong-Kun, Ph.D, Professor, School of Food and Biological Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212000, China. E-mail: mayongkun@ujs.edu.cn

品又是药品”的名单中^[4]。然而桑椹汁多皮薄成熟后运输困难,在常温下贮藏又易腐烂、变质,且很多桑椹品种鲜食口感不佳,将其开发成桑椹果醋,可以充分利用桑椹资源,提高其社会效益和经济效益。另一方面,桑椹果醋是一种以果代粮生产液体醋的新途径,可以有效缓解国内现有的粮食危机^[5]。

中医理论中的五行讲究五色与五脏相对(如图 1),黑中带红的桑椹果醋,与肾和心有密切关系,色黑者入肾,色红者入心,心属火,肾属水,心肾的关系就如同阳光与水,二者相互制约、相互为用。五脏相生相克,在不断的相生相克的运动中维持着动态的平衡。

20 世纪 90 年代,以水果为原料酿造果醋成为全球新的开发热点,果醋具有很大的市场潜力^[6]。桑椹果醋是以桑椹或桑椹产品加工下脚料为主要原料,采用全液态生物发酵技术,经酒精发酵、醋酸发酵酿制而成的酸性饮品或调味品。它兼具桑椹和一般果醋的营养生理功能,又有果汁饮料酸甜爽口的特点,极好地改善了醋的口感,是一种时兴新型保健饮品^[5]。近年来,国内关于桑椹果醋的报道主要集中在酿造工艺^[7-8]和风味物质的研究方面^[9-10],对于桑椹果醋的功能性以及相关功能性因子研究较少,本文主要就桑椹果醋的营养成分和功能功效及其可能的作用机理进行综述,旨在为桑椹果醋的进一步开发研究提供理论依据。

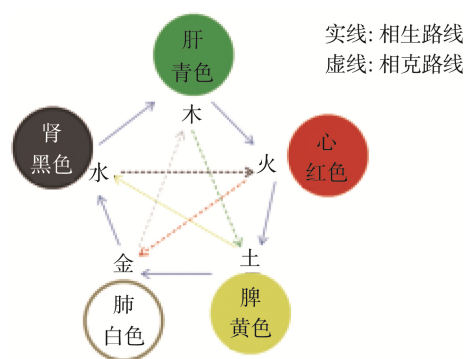


图 1 中医五行图

Fig.1 Traditional Chinese medicine (TCM) five elements diagram

1 桑椹果醋的风味感官及主要营养成分

1.1 桑椹果醋的风味感官特性

我国有镇江香醋、山西老陈醋、四川保宁醋、永春老醋这四大名醋,但都属于粮食醋。而果醋与粮食醋差别很大(见表 1),果香味浓郁,且富含果酸,风味及口感较好^[16-17]。桑椹果醋品质、口感俱佳,在营养、风味、口感上都有突出之处,而且保留了桑椹自身的活性物质,提高了桑椹果醋的功能功效^[18]。氨基酸是果醋的重要组成部分,

影响着味道的鲜美、柔和,与醇类反应时生成酯则是果醋香味的来源。李俊芳等^[1]采用主成分分析法对不同果桑品种桑椹的游离氨基酸进行综合评价,以“大十”品种为例,结果如表 2 所示。

桑椹果醋色泽紫红,澄清透明有光泽、无明显悬浮物,气味清香、桑椹果味与醋香味协调,酸甜可口,营养丰富^[5]。桑椹果醋的风味物质种类丰富,主要包括酯类、醇类、酸类、酮类、醛类、酚类、杂环类、烃类等化合物,这些化合物构成了桑椹果醋的独特风味,其中醇类物质含量最高,其次为酯类物质^[10]。李芳^[19]采用气相色谱-质谱联用法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)对桑椹果醋的风味物质进行了分析,分析鉴定出了 41 种挥发性香气成分,包括醇类、脂类和酸类,而桑椹含有的不挥发性有机酸,可以改善果醋中不挥发酸和挥发酸(主要是醋酸)的比例,使醋的刺激酸味减弱而变得柔和,从而提高果醋的口感^[20]。

1.2 桑椹果醋的营养成分

桑椹果醋的基本理化指标标准如表 3。桑椹经发酵后仍具备本身丰富的营养成分,据测定,鲜桑椹中含有大量水分(80%~91%),还含有人体所必需的各种营养成分^[21]。何雪梅等^[22]采用因子分析法对 13 个品种的桑椹中主要营养成分、功能成分进行分析,评价其综合营养品质和药用品质,认为影响桑椹药用品质最主要的指标为多酚、绿原酸、芦丁和花青素。以“大十”品种为例,结果如表 4~5 所示。GUNDOGDU 等^[23]采用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)测不同品种桑椹的有机酸、多酚、糖、抗坏血酸的含量以及总抗氧化能力。结果表明其葡萄糖含量高于果糖,有机酸主要是苹果酸和柠檬酸,酚类物质主要是绿原酸和芦丁,总抗氧化能力为 4.49~13.99 $\mu\text{mol TE/g}$ 。可见,桑椹果醋具有巨大的开发利用价值。

2 桑椹果醋的保健功能分析

2.1 桑椹果醋安神促睡眠的功效

现代社会发展迅速竞争激烈,导致越来越多的人因心理或其他因素压力产生一系列的睡眠问题,造成失眠^[24]。《本草备要》中说:桑椹甘凉、安魂镇神、治神经衰弱之头晕、失眠。因此中医常以桑椹入药治失眠症^[25]。中医称失眠为“不寐”,认为“不寐”是由于外感六淫、气血亏虚、阴阳失调,导致不能正常睡眠,阴阳不交是其根本病机,气血虚弱是发病的内在因素,肝肾功能失调导致机体气血失和,是发病的关键,且病位主要在心,与肝、脾、肾密切相关^[26]。在《黄帝内经》《神农本草经疏》等著作中均有记载,桑椹具有滋阴补血、补肝益肾、安神的功效。因此桑椹与影响不寐的因素息息相关,具有安神促睡眠的功效。

表 1 食醋与果醋的工艺、感官特性对比表
Table 1 Comparison of process and sensory characteristics with vinegar and fruit vinegar

种类	主要原料	主要发酵工艺	酿造微生物	酿制时间	特征风味指标	感官特性
粮食醋 ^[11]	镇江香醋 ^[12]	糯米、麸皮、大糠	传统复式糖化、酒精发酵、固态分层醋酸发酵、加炒米色淋醋、陈酿	70 d 产出熟醋陈酿 6 个月以上	乙酸、乳酸、琥珀酸、焦谷氨酸	深褐色或红棕色; 具有米醋香、炒米焦香; 酸而不涩, 香而微甜
	山西老陈醋 ^[13]	高粱、麸皮	糖化、低温酒精发酵、固态醋酸发酵、熏醋、陈酿	酒精发酵 16 d 新醋陈酿 12 个月以上	川芎嗪(四甲基吡嗪)、总黄酮	深褐色或红棕色; 以熏香为主体的特殊芳香、酯香、陈香复合; 酸甜适口, 味鲜
	四川保宁醋	麸皮、小麦	糖化、酒精发酵、固态醋酸发酵、淋醋、陈酿	醋酸发酵约 14 d 陈酿 3 个月以上	—	红棕色; 酸味浓郁、香而微甜, 入口生津
	永春老醋 ^[14]	糯米、红曲、芝麻	糖化、酒精发酵、液态醋酸发酵、陈酿	酒精发酵 30 d 以上陈酿 3 年以上	—	棕褐或棕红色;; 液态发酵特有的永春老醋酯香味; 入口柔和, 稍有甜味, 不涩
	米醋	大米	液化糖化、酒精发酵、液态醋酸发酵	—	—	淡黄色或深黄色; 有果香、米香; 酸香柔和
水果醋	桑椹醋 ^[10]	新鲜桑椹	酶制剂、酵母菌、醋酸菌(葡萄糖醋杆菌属 HSMC-9)、乳酸菌	醋酸发酵 48 h	—	黑色或紫红色; 具有桑椹独特的果香味; 酸甜适口
	苹果醋 ^[15]	苹果、苹果边角料、浓缩苹果汁(浆)	酶制剂、酵母菌、醋酸菌、乳酸菌	醋酸发酵 48 h	乙酸、苹果酸、柠檬酸、酒石酸、琥珀酸	淡黄色或琥珀色; 具有苹果独特的果香气; 酸甜适中, 入口柔和

表 2 桑椹中游离氨基酸的含量
Table 2 Contents of free amino acid in mulberry

氨基酸种类	含量/(mg/100 g)	氨基酸种类	含量/(mg/100 g)
天冬氨酸(Asp)	0.457±0.002	异亮氨酸(Ile)	1.576±0.002
苏氨酸(Thr)	0.283±0.003	亮氨酸(Leu)	3.353±0.004
丝氨酸(Ser)	3.998±0.002	酪氨酸(Tyr)	14.486±0.003
谷氨酸(Glu)	11.300±0.002	苯丙氨酸(Phe)	3.161±0.003
甘氨酸(Gly)	1.387±0.003	组氨酸(His)	2.761±0.002
丙氨酸(Ala)	2.172±0.003	赖氨酸(Lys)	0.723±0.002
半胱氨酸(Cys)	0.564±0.002	精氨酸(Arg)	3.262±0.003
缬氨酸(Val)	1.819±0.002	脯氨酸(Pro)	0.616±0.002
甲硫氨酸(Met)	3.426±0.002	色氨酸(Trp)	未检出

表 3 桑椹果醋的基本理化指标
Table 3 Physical chemical indicators of mulberry vinegar

项目	指标	试验方法
可溶性固形物(20 °C折光计法)/%≥	1.0	GB/T 12143
总酸(以醋酸计)/(g/100 mL)≥	0.4	GB/T 12456
总糖/(g/100 mL)	无糖型	≤0.5
	低糖型	0.5~5
	含糖型	≥5
铅(以 Pb 计)/(mg/L)≤	0.04	GB 5009.12
铜(以 Cu 计)/(mg/L)≤	5	GB 5009.13
展青霉素 a/(μg/kg)≤	50	GB 5009.185
二氧化硫残留量(SO ₂)/(mg/kg)≤	50	GB 5009.34

表 4 桑椹的基本营养成分含量(1)
Table 4 Components of basic nutritional in mulberry(1)

基本营养成分 含量/%	水分质量分数	粗脂肪	粗蛋白	灰分	膳食纤维	碳水化合物	总氨基酸	可溶性固形物	总酸	糖酸比
	87.96	3.30	7.88	4.63	14.20	69.99	6.30	80.50	2.62	30.73

表 4(续) 桑椹的基本营养成分含量(2)
Table 4 Components of basic nutritional in mulberry(2)

基本营养成分含量 /(mg/g)	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	VB ₁	VB ₂	VC	叶酸
	2.99	0.45	75.84	16.49	5.00	16.21	1.89	1.20	23.20	0.23

表 5 桑椹的主要功能活性成分含量
Table 5 Components of main functional in mulberry

功能活性成分含量 /(mg/g)	多酚	总黄酮	多糖	花青素	总生物碱	绿原酸	槲皮素	芦丁	DNJ
	4.00	2.77	94.87	1.85	2.27	0.35	2.25	1.65	0.73

注: DNJ: 1-脱氧野尻霉素(1-deoxynojimycin)。

现代医学研究表明:睡眠与觉醒及其周期变化是几种神经递质交互作用的结果,目前已经明确的有 γ -氨基丁酸、5-羟色胺、去甲肾上腺素和乙酰胆碱等^[24]。医学上治疗失眠的药物包括抗组胺类药物、褪黑激素等,肽类物质褪黑激素可参与睡眠-觉醒节律,有调节昼夜规律、缓解睡眠障碍等作用,被认为是生理性睡眠因子。陈冠敏等^[27]发现小剂量褪黑素在维生素B₆的参与下,可有效提高小鼠的睡眠质量。

褪黑素是广泛存在动植物体内的一种含量微小的小分子生物胺物质,在植物体中的含量分布差异较大,但一般高于人体和动物体^[28]。目前在葡萄、香蕉、石榴、樱桃中都已发现有褪黑素的存在,且在果酒、果醋、果汁等深加工食品中,也发现了褪黑素的存在^[29]。西南大学的赵爱春教授检测到“嘉陵30号”桑椹褪黑素的含量达到了10000 ng/g,为桑椹安神功效提供了物质基础。

有研究者在发酵食品中新发现一种营养物质——褪黑素的同分异构体,由于褪黑素与其同分异构体主要的官能团结构类似,推测它们可能有同样的生理功能^[30]。RODRIGUEZ等^[31]利用高效液相色谱-质谱联用法(high performance liquid chromatography-mass spectrometry, HPLC-MS)的方法在葡萄酒中发现了褪黑素同分异构体的存在。DICK等^[32]研究发现了一些类似褪黑素结构类似物在调控着昼夜节律,但具体的作用机制还不明确,有待于进一步深入研究。王成等^[30]利用3株不同的酿酒酵母,在模拟葡萄汁培养基中研究酒精发酵过程中褪黑素及其同分异构体的产生变化规律,并用蓝莓、桑椹、草莓、树莓4种浆果发酵前后的含量变化来验证,结果表明褪黑素及其同分异构体是在酿酒酵母发酵过程中产生,推测褪黑素同分异构体极有可能是褪黑素在酵母中的存在形式,且桑椹发酵后的褪黑素同分异构体含量最大达到81.9 ng/mL。经过酵母发酵的桑椹果醋可能也含有褪黑素及其同分异构体,从而产生助睡眠功效。

2.2 桑椹果醋减肥、抗疲劳的功效

《黄帝内经》《本草纲目》均有“醋能治百病”的记载,近年来,许多研究工作者进行了大量的实验研究,认为醋具有抗疲劳、减肥等多种功效,对进行耐力型运动的人群尤其适用^[33]。中医认为“人动则血运于诸经,人静则血归于肝脏”,在人体活动或劳动时,肝内的血液流到四肢,供四肢肌肉活动所需,随着运动量的增加,机体对血的需求量也增加,如果肝不能贮藏血液,不但会引起全身的血虚或出血,还会引起机体血液濡养不足的病变,如眼睛干涩昏花、精力不强等,而桑椹有滋阴补血及“滋肝”的作用,在一定程度上具有缓解疲劳的作用。

现代研究表明,机体的疲劳感是体液呈酸性化的反应,正常状态下,体液呈现中性或弱碱性,经过长时间的运动后,体内积累了大量的乳酸,此时机体草酰乙酸的生

成量不足以分解过多的乳酸,使得残余乳酸留在身体内,造成乳酸积累,使人产生疲劳感^[6]。而肥胖者或体重过重的主要因素是脂肪重,当脂肪的分解代谢大于合成代谢时,体重就会得到控制或减轻。桑椹果醋中富含醋酸等有机酸,有助于人体三羧酸循环(tricarboxylic acid cycle, TCA cycle)的正常进行,醋酸被小肠吸收后,直接进入血液,随血液循环送到各组织细胞,少量的醋酸可在肝脏中与辅酶A(coenzyme A, CoA)结合生成乙酰CoA,大部分的醋酸与草酰乙酸反应合成柠檬酸,乙酰CoA和柠檬酸都是三羧酸循环的底物,它们的增多可促进TCA的进行,一方面使葡萄糖燃烧完全,不会因营养过剩而转化成脂肪,从而有助于防止肥胖,另一方面可减少乳酸和丙酮酸的累积,达到消除疲劳的作用。另外,醋中还含有一定量的氨基酸、柠檬酸、苹果酸、琥珀酸等与三羧酸循环有关的有机酸和钾、钙等碱性金属阳离子,它们均能促进TCA的顺利进行,具有良好的减肥、抗疲劳作用^[34]。

人体在摄取和吸收醋酸等有机酸后,醋酸在肝脏中通过抑制2,6-二磷酸果糖的合成而抑制糖酵解,促进糖原合成;醋酸还在骨骼肌中通过抑制6-磷酸果糖激酶-1的活动而抑制糖酵解,减少体内乳酸的积累,促进有氧代谢,从而起到缓解和消除疲劳的作用。张莉等^[35]利用小鼠游泳实验验证了桑椹果醋的抗疲劳性能,喂食桑椹果醋小鼠的游泳时间明显高于空白组小鼠,在一定程度上能说明桑椹果醋具有缓解小鼠疲劳,增强小鼠运动能力的作用,并利用小鼠高脂肪饲养肥胖模型对桑椹醋的减肥功能进行研究,实验表明,实验组的小鼠血浆中的胆固醇和甘油三酯浓度比营养对照组低,而甘油三酯和胆固醇是脂类代谢的重要指标,由此说明桑椹醋有降低机体脂肪总含量的作用。

2.3 桑椹果醋解酒毒的功效

《本草纲目》中记载“桑椹捣汁饮,解酒毒”。酒精的代谢和分解多在肝脏中完成,桑椹在传统中医中认为是味甘、酸,归心、肝、肾经,且具有“滋肝”的功效,可保护肝脏正常运行免受损伤。唐晖慧^[36]选用桑椹作为配方之一用来解酒,实验证明,能够缩短小鼠的睡眠时间,并增长醉酒小鼠的睡眠潜伏期,起到一定的防醉酒功效。

桑椹果醋中含有丰富的氨基酸和维生素,具有钙、铁、锌、硒等多种微量元素,在人们饮酒前、饮酒中和饮酒后均起到解酒毒和保护肝脏的作用^[5]。果糖可以促进酒精的分解吸收,同时加速酒精从血液中消除的速度,使头痛症状得到快速减轻^[37],GUNDOGDU等^[38]采用HPLC法测定而桑椹含有果糖含量为5.407 g/100 g,一定程度上起到解酒作用。大量饮酒会给肝脏带来负担,现代研究表明,机体摄入大量乙醇后,在乙醇脱氢酶(alcohol dehydrogenase, ADH)的催化下氧化成乙醛,并被乙醛脱氢

酶氧化为乙酸, ADH 是乙醇代谢过程中的一种重要酶类, ADH 的活性也决定着乙醇在体内的累积量。高丽辉等^[39]研究了桑椹果饮的解酒作用, 研究表明小鼠分别于给酒前和给酒后, 灌胃给予桑椹果饮, 桑椹果饮预防给药后可以降低小鼠的醉倒率、死亡率, 并延长其翻正反射消失的潜伏期, 具有明显的防醉作用, 醉酒小鼠给予桑椹果饮后, 10 h 内苏醒的动物数量明显增多, 死亡率下降, 即桑椹果饮能增强肝组织中乙醇脱氢酶的活性, 可通过加速乙醇代谢而发挥防醉解酒作用。

2.4 桑椹果醋抗氧化的功效

自古我国就有“四月桑椹赛人参”之说,《滇南本草》中记载“桑椹益肾脏而固精。”中医学认为肾脏具有主骨、生髓、藏精等功效,称之为“生命之本”,“五脏六腑各器官调节的中心”。肾气盛衰的表现,是人体生长、发育、衰老过程的反应。近年来有研究表明,桑椹果醋具有美容养颜和抗衰老的作用机制主要是通过清除体内过多的自由基,增强机体抗氧化酶系统的活性,减少脂质过氧化等^[40],这种作用与体内抗氧化有关,桑椹具有较好的抗氧化能力,且桑椹果醋比普通食醋含有更多的花青素、总黄酮、桑椹红等多酚类物质^[41]。大量的研究工作表明,多酚类化合物在抗诱变、抗肿瘤、抗病毒、抗衰老等方面具有良好的作用^[42-43],另外桑椹果醋还含有大量的糖甙类物质,经研究表明这些物质都含有一定的抗氧化性,龙晓珊等^[44]也研究发现了桑椹发酵液的抗氧化能力比未发酵的桑椹强。

金杰^[45]将桑椹果醋与其他食醋对超氧阴离子($O_2^{\cdot-}$)和二苯代苦味酰基自由基(DPPH $\cdot$)的清除能力进行了比较,结果表明桑椹果醋对 $O_2^{\cdot-}$ 和DPPH $\cdot$ 两种自由基清除能力均强于其他食醋,同时通过测定桑椹果醋提取物对羟自由基清除率、脂质过氧化抑制率和总抗氧化能力验证了桑椹果醋的抗氧化特性,表明桑椹果醋的抗氧化能力高于苹果醋饮料、娃哈哈绿茶等。王雪涵等^[46]研究发现发酵型果醋的多酚、黄酮等抗氧化活性物质含量、总抗氧化能力普遍高于浸泡型果醋,其抗氧化能力明显高于浸泡后桑椹本身的抗氧化能力。孙艳^[47]用超声波提取法提取桑椹汁中的白藜芦醇,实验表明桑椹具有延缓衰老的作用,这是因为桑椹中白藜芦醇可以有效清除自由基,抗脂质过氧化的作用。综上所述,桑椹的抗衰老可能与桑椹中含有较高的维生素C、多酚类物质(花色苷、总黄酮等)、硒等抗氧化成分有关。

2.5 其他生理功能

桑椹果醋被认为具有体外抗肿瘤的作用。王储炎等^[48]采用MTT比色法来测定桑椹果醋的体外抗肿瘤效果,发现桑椹果醋抑制肿瘤活性随桑椹果醋含量的增加而增大。细胞形态学观察结果表明,在桑椹果醋作用下,人肝癌细胞系SMMC-7721和宫颈癌细胞Hela两种肿瘤细胞均呈现活性减弱的生长趋势,表明桑椹果醋对两种肿瘤细胞有抑

制作用。CHEN等^[49]研究表明,桑椹中含有较高含量的花青素,花青素能够抑制人高转移肺癌细胞A549的转移和侵袭,降低癌细胞的体外侵袭力。

桑椹果醋中的花青素还具有改善视力的功效。花青素能促进视网膜视杆细胞中的视紫红质再生,从而增加视网膜对光的感受性,增强视网膜微细管的微循环,减少自由基对眼睛的攻击^[50]。维生素C是组成眼球晶状体的重要成分之一,能够吸收紫外线^[51],桑椹中含有非常高的维生素C,其含量高达19.8 mg/100 g,因此桑椹有明目的功效。

3 结束语

果醋是果蔬经液态发酵酿制而成的。不同原料发酵得到的果醋功能性与原料本身的营养成分及功效密切相关。桑文化源远流长,且与我国中医中药理论密切相关,桑椹的功能丰富,因此应加大对桑椹果醋等桑椹发酵产品的研发和生产力度。目前,国内外关于桑椹果醋功能因子物质还不明确,应深入研究桑椹果醋的功能性及作用机制的探讨。

参考文献

- [1] 李俊芳, 马永昆, 张荣, 等. 不同果桑品种成熟桑椹的游离氨基酸主成分分析和综合评价[J]. 食品科学, 2016, 37(14): 132-137.
LI JF, MA YK, ZHANG R, *et al.* Principal components analysis and comprehensive evaluation of free amino acids in ripe fruits of different mulberry varieties [J]. Food Sci, 2016, 37(14): 132-137.
- [2] 黄泰康. 现代本草纲目[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2001.
HUANG TK. Compendium of modern materia medica [M]. Beijing: China Pharmaceutical Science and Technology Press, 2001.
- [3] 吴瑕. 中药桑椹子的作用与功效[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(3): 707-708.
WU X. The function and effect of mulberry fruit [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2014, 25(3): 707-708.
- [4] 徐怀德. 药食同源新食品加工[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
XU HD. New food processing of medicine and food homology [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2002.
- [5] 吴婧婧, 梁贵秋, 陆春霞, 等. 桑椹果醋的功能性研究以及发展现状[J]. 广西蚕业, 2012, 49(1): 67-71.
WU JJ, LIANG GQ, LU CX, *et al.* Functional research and development status of mulberry fruit vinegar [J]. Guangxi Sericulture, 2012, 49(1): 67-71.
- [6] 向进乐, 罗磊, 郭香凤, 等. 果醋功能性研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(13): 356-360.
XIANG JL, LUO L, GUO XF, *et al.* Research progress in health functions of fruit vinegar [J]. Food Sci, 2013, 34(13): 356-360.
- [7] 肖露露. 富含花色苷桑椹果醋加工关键技术研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2018.
XIAO LL. Study on the key technologies for processing mulberry vinegar rich in anthocyanins [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2018.
- [8] 王超萍, 陈青昌, 李旋. 液态发酵法制备桑葚红曲果醋工艺研究[J]. 饮料工业, 2017, 20(3): 37-40.

- WANG CP, CHEN QC, LI X. Study on the technique of mulberry ang-kak vinegar by liquid state fermentation [J]. *Bever Ind*, 2017, 20(3): 37–40.
- [9] 邓娜娜, 马永昆, 张龙, 等. 不同杀菌处理桑椹果醋香气质量的主成分分析[J]. *食品与发酵工业*, 2014, 40(4): 172–177.
- DENG NN, MA YK, ZHANG L, *et al.* Principal component analysis of aroma quality of mulberry vinegar under different sterilization conditions [J]. *Food Ferment Ind*, 2014, 40(4): 172–177.
- [10] 王储炎, 范涛, 桂仲争, 等. 桑椹果醋风味物质的 GC/MS 分析[J]. *中国调味品*, 2013, 38(4): 108–110, 113.
- WANG CY, FAN T, GUI ZZ, *et al.* Analysis of flavoring substances in mulberry fruit vinegar by GC/MS [J]. *China Cond*, 2013, 38(4): 108–110, 113.
- [11] 李俊雯. 中国四大名醋中呈味有机酸和多羟基化合物研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019.
- LI JW. Characterization of gustatory organic acids and polyhydroxy compounds in the four famous Chinese vinegars [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2019.
- [12] GB/T 18623—2011 地理标志产品 镇江香醋[S].
- GB/T 26531—2011 Product of geographical indication—Zhenjiang vinegar [S].
- [13] GB/T 19777—2013 地理标志产品 山西老陈醋[S].
- GB/T 19777—2013 Product of geographical indication—Shanxi extra aged vinegar [S].
- [14] GB/T 26531—2011 地理标志产品 永春老醋[S].
- GB/T 26531—2011 Product of geographical indication—Yongchun aged vinegar [S].
- [15] GB/T 30884—2014 苹果醋饮料[S].
- GB/T 30884—2014 Apple vinegar beverage [S].
- [16] 郑宇, 程程, 刘静, 等. 中国传统固态发酵食醋主要特征风味物质组成分析[J]. *中国食品学报*, 2020, 20(8): 237–247.
- ZHENG Y, CHENG C, LIU J, *et al.* Analysis of the main characteristic flavor components of Chinese traditional solid-state fermented vinegar [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2020, 20(8): 237–247.
- [17] 邱晓曼, 陈程鹏, 洪厚胜. 果醋风味改良研究进展[J]. *中国酿造*, 2020, 39(1): 12–16.
- QIU XM, CHEN CP, HONG HS. Research progress on flavor improvement of fruit vinegar [J]. *China Brew*, 2020, 39(1): 12–16.
- [18] 王君, 王敏, 曹舒婷, 等. 发酵型果醋研究现状及发展趋势[J]. *现代农村科技*, 2019, (11): 101–102.
- WANG J, WANG M, CAO ST, *et al.* Research status and development trend of fermented fruit vinegar [J]. *Mod Rural Sci Technol*, 2019, (11): 101–102.
- [19] 李芳. 桑椹果醋的发酵技术及其化学成分变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- LI F. Study on the fermentation and chemical ingredients changes of mulberry vinegar [D]. Chongqing: Southwest University, 2009.
- [20] 王敏. 发酵型果醋饮料的研究现状与发展趋势[J]. *饮料工业*, 2016, 19(3): 76–78.
- WANG M. Research status and development trend of fermented fruit vinegar beverage [J]. *Bever Ind*, 2016, 19(3): 76–78.
- [21] 邹湘月, 肖建中, 邵元元, 等. 桑椹的药用成分及产品开研究进展[J]. *中国蚕业*, 2019, 40(3): 55–58.
- ZOU XY, XIAO JZ, SHAO YY, *et al.* Research progress on the medicinal ingredients and product development of mulberry [J]. *China Sericul*, 2019, 40(3): 55–58.
- [22] 何雪梅, 孙健, 梁贵秋, 等. 广西地区 13 个主栽桑品种的桑椹营养与药用品质综合评价[J]. *食品科学*, 2018, 39(10): 250–256.
- HE XM, SUN J, LIANG GQ, *et al.* Nutritional and medicinal quality of mulberry fruit from 13 main varieties grown in Guangxi [J]. *Food Sci*, 2018, 39(10): 250–256.
- [23] GUNDOGDU M, MURADOGLU F, GAZIOGLU SRI, *et al.* Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC [J]. *Sci Horti-Amsterdam*, 2011, 132: 37–41.
- [24] 花锐, 帕丽丹·吾术尔, 祖侯马尔·努尔买买提, 等. 睡眠障碍的中医药研究进展[J]. *新疆中医药*, 2019, 37(4): 105–108.
- HUA R, PARIDA HSE, JOHOMAR NEMT, *et al.* Research progress of traditional Chinese and western medicine on sleep disorders [J]. *Xinjiang J Tradit Chin Med*, 2019, 37(4): 105–108.
- [25] 王娜, 范作卿, 朱琳, 等. 桑椹的化学成分及应用研究进展[J]. *现代农业科技*, 2017, (9): 261–263, 266.
- WANG N, FAN ZQ, ZHU L, *et al.* Research progress on the chemical composition and application of mulberry [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2017, (9): 261–263, 266.
- [26] 胡霞, 张波. 不寐的病因病机浅析[J]. *中医药临床杂志*, 2013, (3): 204–206.
- HU X, ZHANG B. Analysis on the causes and pathogenesis of insomnia [J]. *Clin J Tradit Chin Med*, 2013, (3): 204–206.
- [27] 陈冠敏, 黄宗锈, 林健. 复合褪黑素片改善小鼠睡眠作用的研究[J]. *海峡预防医学杂志*, 2018, 24(2): 72–74.
- CHEN GM, HUANG ZX, LIN J. Study on effectiveness of compound melatonin tablets for improving the sleep situation of mice [J]. *Strait J Prev Med*, 2018, 24(2): 72–74.
- [28] DOMINIQUE BR, FABRICE C, MELATONIN. Action as antioxidant and potential applications in human disease and aging [J]. *Toxicology*, 2010, 278(1): 55–67.
- [29] IRITI M, ROSSONI M, FAORO F. Melatonin content in grape: Myth or panacea [J]. *J Sci Food Agric*, 2010, 86(10): 1432–1438.
- [30] 王成, 施雪莹, 肖华, 等. 酿酒酵母发酵过程中褪黑素及其同分异构体变化规律的研究[J]. *现代食品科技*, 2015, 31(8): 77–82.
- WANG C, SHI XY, XIAO H, *et al.* Variations in the content of melatonin and its isomer during ethanol fermentation by different *saccharomyces cerevisiae* strains [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2015, 31(8): 77–82.
- [31] RODRIGUEZ NMI, GIL-IZQUIERDO A, TRONCOSO AM, *et al.* Melatonin: A new bioactive compound in wine [J]. *J Food Compos Anal*, 2011, 24: 4–5.
- [32] DICK SS, RYUZOJI A, MORRÉ DM, *et al.* Ultradian oscillators of the circadian clock in *Saccharomyces cerevisiae* [J]. *Adv Biol Chem*, 2013, 3(1): 59–69.
- [33] 李明星. 苹果醋生产工艺优化及其抗运动疲劳功能研究[J]. *粮食与油脂*, 2018, 31(3): 59–64.
- LI MX. Optimization of production process of apple vinegar and its anti-exercise fatigue function [J]. *J Cere Oils*, 2018, 31(3): 59–64.
- [34] 李幼筠. 论食醋的功能性与新型功能性食醋的开发[J]. *中国酿造*, 2004, 23(1): 5–8.
- LI YJ. Discussion on vinegar functionality and development of new-type

- functional vinegar [J]. China Brew, 2004, 23(1): 5–8.
- [35] 张莉, 李志西, 杜双奎, 等. 桑椹醋减肥与抗疲劳作用的动物试验[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, (7): 227–230.
- ZHANG L, LI ZX, DU SK, *et al.* Study on the effects of mulberry vinegar on weight losing and antifatigue in rat [J]. J Northwest A F Univ (Nat Sci Ed), 2007, (7): 227–230.
- [36] 唐晖慧. 桑椹、枳椇子、青果解酒配方的优化及解酒作用[J]. 中国食物与营养, 2015, 21(10): 59–62.
- TANG HH. Sober-up effect and optimization of antialcoholism formulation of *Morus alba*, *Hovenia dulcis* and *Canarium album* [J]. Food Nutri Chin, 2015, 21(10): 59–62.
- [37] 仰玲玲. 新型葛根桑葚复合解酒饮料制备工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(20): 76–80.
- YANG LL. Preparation technology for a new type of pueraria lobate and mulberry recombination hangover drink [J]. J Anhui Agric Sci, 2016, 44(20): 76–80.
- [38] GUNDOĞDU M, MURADOĞLU F, GAZIOĞLU SENSOY RI, *et al.* Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC [J]. Sci Horti-Amsterdam, 2011, 132(1): 37–41.
- [39] 高丽辉, 刘率男, 刘泉, 等. 桑椹果饮解酒作用的试验研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(1): 83–85.
- GAO LH, LIU SN, LIU Q, *et al.* The ameliorative effects of mulberry nectar on alcoholism [J]. Food Mach, 2010, 26(1): 83–85.
- [40] 夏婷, 姚佳慧, 郑宇, 等. 传统食醋的抗氧化成分及功能研究进展[J]. 食品科学, 2017, 38(13): 285–290.
- XIA T, YAO JH, ZHENG Y, *et al.* Progress in research on antioxidant effect and active components of traditional vinegar [J]. Food Sci, 2017, 38(13): 285–290.
- [41] 吕行, 黄继红, 冯中莹, 等. 桑葚发酵工艺及其抗氧化活性[J]. 食品工业, 2019, 40(9): 93–97.
- LV X, HUANG JH, FENG ZY, *et al.* The changes of antioxidant activity during mulberry fermentation [J]. Food Ind, 2019, 40(9): 93–97.
- [42] 王晗, 朱华平, 李文钊, 等. 桑葚提取物中花青素分析及其体外抗氧化活性研究[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(15): 170–175.
- WANG H, ZHU HP, LI WZ, *et al.* Anthocyanins in mulberry extract and their in vitro antioxidant activity [J]. Food Ferment Ind, 2019, 45(15): 170–175.
- [43] 田野, 殷中琼, 唐茜. 紫嫣茶中花青素水提工艺及其提取物抗癌活性[J]. 安徽农业大学学报, 2019, 46(1): 7–13.
- TIAN Y, YIN ZQ, TANG Q. Water extraction process of anthocyanins from “Ziyan” tea and the antitumor activity of its extracts [J]. J Anhui Agric Univer, 2019, 46(1): 7–13.
- [44] 龙晓珊, 胡腾根, 邹宇晓, 等. 发酵和加工对桑椹抗氧化和降血糖作用的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(11): 116–123.
- LONG XS, HU TG, ZOU YX, *et al.* Effect of fermentation and processing on antioxidant and hypoglycemic activity of mulberry fruit [J]. Food Sci, 2019, 40(11): 116–123.
- [45] 金杰. 桑椹醋抗氧化性研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2006.
- JIN J. Study on the mulberry vinegar antioxidation effect [D]. Xianyang: Northwest A & F University, 2006.
- [46] 王雪涵, 郑一凡. 浸泡型果醋与发酵型果醋抗氧化能力及抑菌性比较研究[J]. 中国调味品, 2017, 42(3): 59–63.
- WANG XH, ZHENG YF. Comparison of antioxidant capacity and antibacterial activity of soaked fruit vinegar and fermented fruit vinegar [J]. China Cond, 2017, 42(3): 59–63.
- [47] 孙艳. 桑椹的营养保健功能及功能性成分研究进展[J]. 食品安全导刊, 2017, 50(9): 72.
- SUN Y. Analysis on the causes and pathogenesis of insomnia [J]. Chin Food Saf Magaz, 2017, 50(9): 72.
- [48] 王储炎, 方银, 邓永进, 等. 桑椹果醋体外抗肿瘤活性的研究[J]. 中国酿造, 2015, 34(3): 98–101.
- WANG CY, FANG Y, DENG YJ, *et al.* In vitro antitumor activity of mulberry fruit vinegar [J]. China Brew, 2015, 34(3): 98–101.
- [49] CHEN PN, CHU SC, CHIOU HL, *et al.* Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line [J]. Cancer Lett, 2006, 235(2): 248–259.
- [50] SEUNG HL, EOJIN J, PAIK SS, *et al.* Cyanidin-3-glucoside extracted from mulberry fruit can reduce N-methyl-N-nitrosourea-induced retinal degeneration in rats [J]. Curr Eye Res, 2014, 39(1): 79–87.
- [51] 王海, 赵海娇. 视觉相关营养素对视觉功能保护作用的研究进展[J]. 山东医药, 2017, 57(24): 109–112.
- WANG H, ZHAO HJ. Research progress on the protective effect of vision-related nutrients on visual function [J]. Shandong Med J, 2017, 57(24): 109–112.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



马永昆, 博士, 教授, 主要研究方向为食品风味化学、食品发酵工程及食品非热力加工研究。

E-mail: mayongkun@ujs.edu.cn