

和丽媛, 杨志龙, 樊丹敏. 玫瑰功能成分及产品开发研究进展 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(14): 408–413. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020070277

HE Liyuan, YANG Zhilong, FAN Danmin. Research Progress on Functional Components and Product Development of Rose[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(14): 408–413. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020070277

· 专题综述 ·

玫瑰功能成分及产品开发研究进展

和丽媛, 杨志龙*, 樊丹敏

(丽江师范高等专科学校应用技术学院, 云南丽江 674199)

摘要: 玫瑰含有多种功能成分并含有多种芳香性物质, 在食品加工和保健品行业中应用较广。本文将从玫瑰的主要功能物质、生物活性、产品加工应用这三个方面展开, 综合分析国内外对玫瑰的开发与应用, 意在为后续的深化研究提供理论依据。

关键词: 玫瑰, 功能成分, 生物活性, 芳香物质, 加工

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)14-0408-06

DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2020070277](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070277)

Research Progress on Functional Components and Product Development of Rose

HE Liyuan, YANG Zhilong*, FAN Danmin

(College of Applied Technology, Lijiang Teachers College, Lijiang 674199, China)

Abstract: Rose is widely used in food and health care industries due to its multiple functional and aromatic components. This paper reviews the recent progress at home and abroad on the study and application of rose from three aspects, functional components, biological functions and products development, in order to provide some theoretical basis to the further study of rose.

Key words: rose; functional components; biological activity; aromatic components; product

玫瑰是蔷薇科蔷薇属植物, 目前登记的品种有3万个, 众多颜色中以红玫瑰最为常见, 不仅在园艺领域有着观赏价值, 在食品和护肤品行业也有着重要的开发利用价值^[1]。玫瑰花的食用历史久远, 在国内外均有记载, 上世纪90年代国外已开始食用玫瑰花^[2]。云南昆明作为中国第一鲜切花基地, 早已实现食用性玫瑰的规模化种植^[3]。由于云南“食花”的传统基础, 决定了食用玫瑰在食品加工行业中的广泛应用, 一些本土驰名的食品企业将鲜花饼(玫瑰花作馅料), 玫瑰花酱等作为主打产品, 获得了利润和口碑的双丰收^[4]。与此同时, 某些生物公司为求产品多元化, 致力于提取玫瑰天然色素、花青素等物质并将其应用于保健品开发^[5]。由此可见, 玫瑰在传统食品及功能性食品领域都有着巨大的开发利用价值。本文

从玫瑰的主要功能物质、生物活性和产品加工应用这三个方面展开, 综合分析国内外对玫瑰的开发与应用, 意在为后续研究提供理论依据。

1 玫瑰的主要功能物质

1.1 酚类化合物

酚类化合物通过提供氢原子而破坏自由基链, 从而达到抗氧化作用, 出于对合成型抗氧化剂安全性的考虑, 越来越多的研究集中在天然抗氧化剂-植物源酚类化合物上^[6]。Baydar等^[6]采用冷萃取的方法, 以没食子酸为标准品, 在新鲜玫瑰花中提取得到的酚类化合物总量为 $344.45\pm10.52\text{ mg/g}$, 且在其甲醇提取物中鉴定出没食子酸和丁香酸。张詠等^[7]采用同样的测定方法在10个不同品种玫瑰花瓣中提取到的酚类化合物总量在 $103.31\sim198.07\text{ mg/g}$ 之间, 其

收稿日期: 2020-07-23

基金项目: 云南省应用基础研究计划项目: 高原特色生物资源复合玫瑰花产品开发研究(2018FD101)。

作者简介: 和丽媛(1990-), 女, 硕士, 助教, 研究方向: 农产品加工, E-mail: 1027439845@qq.com。

*通信作者: 杨志龙(1988-), 男, 本科, 实验师, 研究方向: 食品加工, E-mail: 772067839@qq.com。

含量随品种和产地的不同存在较大差异。除了对玫瑰酚类化合物总含量的测定, 还有关于其应用的研究, Zhang 等^[8] 实验发现, 玫瑰中的酚类化合物可有效抑制香肠在贮藏期间的酸败、脂质氧化及生物胺的形成, 这为玫瑰提取物在食品保藏领域的应用提供了新思路。

原花青素是玫瑰酚类化合物中的典型代表, 被誉为天然抗氧化剂, 其清除自由基能力高于 VE(50 倍) 和 VC(20 倍)^[9]。目前市售原花青素相关保健品多以葡萄籽为原料, 且以胶囊剂和片剂居多, 主要通过胶囊的外壳和片剂外部的薄膜包衣隔绝氧气而达到保护原花青素的目的。徐洁等^[10] 采用微波辅助提取法, 并结合响应面试验优化出玫瑰原花青素的最佳工艺为微波温度 61 ℃ 及微波时间 44 s, 此条件下鲜花中原花青素提取量为 100.81 mg/g。不同原料中的原花青素提取量见表 1, 测定方法均采用紫外-可见分光光度法, 表 1 可知玫瑰花中原花青素提取量较高, 由此推测, 从玫瑰中提取原花青素并将其作为天然抗氧化剂应用于食品及保健品中有着很好的研究价值。

1.2 黄酮类化合物

黄酮类化合物不仅具有抗氧化性能, 还具有抑菌活性。Baydar 等^[6] 在新鲜玫瑰花中提取得到的黄烷醇含量为 29.76±1.34 mg/g(儿茶酸作标准品)、黄酮醇含量为 56.81±2.42 mg/g(芦丁作标准品)。Schmitzer 等^[18] 的研究发现, 山奈酚和槲皮素是玫瑰黄酮类化合物中最常见的两种。从黄酮总量来看, 何效平等^[19] 实验得出玫瑰花瓣总黄酮提取率为 4.06%, 而闫旭宇等^[20] 采用超声辅助法在银杏叶中提取到的黄酮得率为 3.85%, 由此可知, 玫瑰黄酮得率与银杏相接近, 将其提取纯化后作为天然抑菌剂应用于食品加工中有很好的发展前景。

1.3 玫瑰多糖

多糖类高分子化合物同样具有抗氧化活性, 且具有调节机体免疫的作用。玫瑰中同样含有此类化合物, 常采用苯酚-硫酸法测定其含量, 梁启超等^[21] 采用响应面法得出玫瑰花多糖得率为 1.46%, 而姜曼^[22] 采用微波辅助法得出玫瑰花多糖得率为 2.16%, 其相对含量略低于黄酮和酚类化合物。近期有部分学者在制备玫瑰精油产生的蒸馏废弃物中检测到了多糖物质, Wu 等^[23] 在苦水玫瑰蒸馏废弃物中检测并分离出一种具免疫调节功能的多糖化合物 WSRP-1b, 分子量为 1.11×104 Da, 由葡萄糖(42.6%)、甘露糖(21.4%)、阿拉伯糖(9.9%)、木糖(2.2%)以及半乳糖(23.9%)构成。Slavov 等^[24] 在大马士革玫瑰蒸馏后

的废弃花瓣中同样检测到一种具免疫调节功能的水溶性多糖化合物 RP-1。综合可知, 玫瑰多糖虽然含量相对较低, 但其成分有很好的免疫调节功能, 这为玫瑰精油提取后副产物的深化利用提供了新思路。

1.4 香气挥发性成分

玫瑰花香气宜人, 富含不同类型的挥发性成分, 因此赋予玫瑰食品特殊的感官品质。其种类和含量受玫瑰品种、花期、种地等多因素影响而存在较大差异, 目前较为成熟的检测分析方法是顶空固相萃取-气相色谱-质谱连用。具体的香气采集和分析手段, 以及挥发性成分组成见表 2^[25-31]。由表 2 可知, 虽然不同品种玫瑰的挥发性物质组成存在较大差异, 但主要的挥发性成分均为醇类、酯类、萜烯类、醛类等, 其中苯乙醇、香茅醇、香叶醇的含量最高。玫瑰酒、玫瑰醋等的产品正是利用玫瑰丰富的芳香性物质。近几年来, “吸入芳香疗法”被逐渐投入临床试验中, Daneshpajoh 等^[32] 实验发现, 吸入玫瑰芳香疗法能有效缓解烧伤患者术前焦虑感和术后疼痛感, 而 Fazlollahpour-Rokni 等^[33] 发现此法对冠状动脉患者的术前焦虑存在一定的作用, 但效果不显著。由此推测, 除了传统的食品及保健品行业, 玫瑰挥发性芳香物质在医学临床领域的研究与应用有很好的研究价值。

2 生物学功效

2.1 抗氧化活性

玫瑰花中富含酚类、黄酮类及多糖类化合物, 因此具有良好的清除自由基功效, 帕尔哈提·柔孜等^[34] 同时对玫瑰花瓣中的总多糖和总黄酮进行了抗氧化实验, 发现花瓣总黄酮对·OH、O₂⁻ 和 DPPH 自由基的半数抑制浓度(IC₅₀)分别为 2.21、2.39、2.54 μg/mL, 而花瓣总多糖的 IC₅₀ 分别为 2.78、2.86、3.44 μg/mL; 玫瑰花瓣总黄酮、总多糖对脂质过氧化的最大抑制率分别为 49.87%、65.52%; 清除自由基能力: 总黄酮>总多糖; 抑制脂质过氧化能力: 总多糖>总黄酮。同样的, 杨虎等^[35] 的实验发现玫瑰黄酮对 DPPH 自由基的清除率为 88.28%, 其 IC₅₀ 为 12.50 mg/L, 清除能力次序为 V_E<玫瑰黄酮<V_C。Ge 等^[36] 提出云南食用性玫瑰中富含的花青素有很强的清除 DPPH 自由基和铁还原能力。不仅如此, Yi 等^[37] 的研究发现, 经分子蒸馏处理后的玫瑰精油中的丁香酚和甲基丁香酚展现出了较强的抗氧化活性。多方研究表明, 丰富的天然化合物赋予玫瑰较强的抗氧化活性, 从而达到抗衰老功效, 因此被广泛应用于保健品行业中, 其产品的多元化开发和在医学领域的进一步应用有

表 1 不同原料中原花青素的提取量

Table 1 Extraction amount of proanthocyanidin from different raw materials

项目	玫瑰花 ^[10]	火棘果 ^[11]	莽吉柿果壳 ^[12]	板栗壳 ^[13]	爬山虎果实 ^[14]	山茶油 ^[15]	可可豆 ^[16]	葡萄籽 ^[17]
提取方法	微波辅助法	超声波辅助法	超声波-酶法	超声波纤维素酶法	溶剂提取法	溶剂提取法	溶剂提取法	撞击喷射流空化-超声波-机械研磨
原花青素提取量	100.81 mg/g	5.95%	12.29%	23.58 mg/g	3.8214%	265.90 mg/kg	6.21%	7.11%

表2 不同学者对各品种玫瑰挥发性成分分析汇总
Table 2 Volatile components of various rose varieties from different researchers

参考文献	待测玫瑰品种	主要检测手段	挥发性成分数量	主要挥发性成分
姚晨阳等 ^[25]	5种(单瓣白玫瑰、重瓣红玫瑰、丰花玫瑰、紫枝玫瑰、日本四季玫瑰)	顶空固相微萃取-气相色谱-质谱连用HS-SPME-GC-MS	共49种	苯乙醇、香茅醇、橙花醇、香叶醇、乙酸酯类等
张文等 ^[26]	6种(大马士革、白玫瑰、千叶、滇红、墨红、紫枝)	HS-SPME-GC-MS	共117种	香茅醇、香叶醇、苯乙醇、苯乙醛、苯甲醛、戊醛等
冯立国等 ^[27]	1种(唐紫)	HS-SPME-GC-MS	65种	香茅醇、乙酸香茅酯、苯乙醇、乙酸香叶酯、香叶醇、乙酸苯乙酯、橙花醇、乙酸正己酯、 α -月桂烯等
袁颖等 ^[28]	1种(丰花玫瑰)	HS-SPME-GC-MS	59种	香茅醇、苯乙醇、香叶醇、乙酸香叶酯、乙酸香茅酯等
孙亚如等 ^[29]	2种(单县玫瑰、丰花玫瑰)	HS-SPME-GC-MS	共94种	香茅醇、苯乙醇、香叶醇、橙花酯、乙酸香茅酯、 α -蒎烯、金合欢烯、2-庚酮、香茅醛、甲基丁香酚、玫瑰醚等
员梦梦等 ^[30]	3种(丰花、苦水、紫枝)	静态顶空进样- GC-MS	丰花69种、苦水67种、紫枝44种	香茅醇、苯乙醇、2-甲基-1-十六醇、乙酸香茅酯、2-十八烷氧基乙醇、柏木烯醇等
冯立国等 ^[31]	4种(牟平野生、荣成野生、珲春野生、庄河野生)	HS-SPME-GC-MS	牟平64种、荣成48种、珲春56种、庄河56种	苯乙醇、 β -香茅醇、橙花醇、香叶醇、苯甲醇、3-己二乙酯、E-柠檬醛、乙酸正己酯等

着很好的研究价值。

2.2 抗胆碱酯酶活性

乙酰胆碱酯酶(AChE)和丁酰胆碱酯酶(BChE)是导致阿尔茨海默症(老年痴呆症)的两种关键性的酶,而胆碱酯酶抑制剂能够有效缓和或调节该并症^[38]。近几年来随着人们对该病的重视,出现了越来越多关于天然植物的抗胆碱酯酶活性的研究,例如榄仁树果实及树皮^[39]、肉桂的根部及果实^[40]、雪花莲^[41]以及鼠尾草^[42]等均具有不同程度的抗胆碱酯酶活性,且研究表明该活性主要归功于生物碱、醇类、酮类等物质^[39-42]。而玫瑰同样具有较强的抑制胆碱酯酶活性,Senol 等^[43]通过实验发现,苯乙醇、香茅醇及香叶醇作为玫瑰精油的主要香气成分,均具有不同程度的抗胆碱酯酶活性,且苯乙醇展现出了最强的抗 AChE (73.87%) 和抗 BChE (91.50%) 活性,这一现象预示着玫瑰挥发性成分在提高记忆力、预防老年痴呆方面的特殊功效,而其机制需进一步体内实验和细胞模型实验加以阐明。

2.3 抑菌功效

玫瑰中的醇类物质、花色苷及醇提物等同样赋予其抑菌的功效。Yi 等^[37]的研究发现,经分子蒸馏处理后玫瑰精油中的芳樟醇、苯乙醇、 β -香茅醇和香叶醇展现出了较强的抗菌活性。除此之外,龚祥等^[44]实验发现,苦水玫瑰中的花色苷对金黄色葡萄球菌有着明显的抑制作用,最低抑菌浓度为 1 mg/mL。Park 等^[45]发现,白玫瑰花瓣的乙醇及丁醇提取物均对多数细菌和真菌有抑制生长的作用,其中对幽门螺杆菌的作用最为明显,而幽门螺杆菌是引起慢性溃疡的主因之一,因此推断玫瑰醇提物是消除幽门螺杆菌的好选择,而具体的抑菌机制主要归功于酚类、黄酮类化合物。

2.4 免疫调节功能

玫瑰的免疫调节功能主要来自多糖化合物,Wu

等^[23]实验发现,在苦水玫瑰蒸馏废弃物中检测并分离出的多糖化合物 WSRP-1b 的免疫调节活性主要通过增强巨噬细胞的吞噬作用和增加活性氧及细胞因子的方式来实现。除此之外,Slavov 等^[24]在大马士革玫瑰废弃花瓣中检测到多糖化合物 RP-1,其中起到免疫调节的主要成分是果胶多糖以及阿拉伯-3,6-半乳聚糖,其免疫调节机理同样也是增强巨噬细胞的吞噬作用。综上可知,玫瑰的免疫调节功能赋予其更大的保健品开发价值。

2.5 减缓焦虑

玫瑰减缓焦虑的功能主要通过上文 1.4 中提到的“芳香疗法”来实现。除了上文 Daneshpajoh 等^[32]提到的疗效外,Sadeghi 等^[46]同样发现,玫瑰芳香疗法可明显减轻烧伤患者的主观疼痛感和焦虑状态,Dagli 等^[47]还发现此疗法能有效减缓隆鼻手术患者的术前焦虑,除此之外,Uysal 等^[48]提出此疗法能够有效缓解原发性痛经患者的疼痛感和焦虑感。除了在医学领域的应用,Hashemi 等^[49]还发现,用薰衣草和大马士革玫瑰的混合香精作芳香治疗可有效降低学生在考试前由于紧张造成的高血压、高呼吸率和高心率,从而达到减缓考前焦虑的作用。目前这些研究尚未阐明作用机制,但这种非药物、无毒害、香气宜人且低价的辅助疗法深受患者喜爱且效果显著,值得推广。

2.6 降血糖

玫瑰中的多酚及多糖提取物具有一定降血糖作用。Liu 等^[50]的研究发现,玫瑰多酚提取物有很好的抑制 α -葡萄糖苷酶的活性,且在糖尿病小鼠的肝脏内表现出很好的抗氧化活性,不仅如此,此提取物能显著降低空腹血糖值并改善胰岛素敏感度、口服葡萄糖耐量以及血脂,从而达到降低 2-型糖尿病小鼠血糖的功效。Wu 等^[51]从玫瑰叶中提取纯化出多糖化合物 RLP-1.2 及 RLP-2.1,实验发现在 10 mg/mL

的同等浓度条件下, 这两种多糖化合物对 α -淀粉酶和 α -葡萄糖苷酶活性的抑制效果接近于阿卡波糖, 而阿卡波糖作为一种常规的降糖药物, 对淀粉水解酶有较强的抑制作用, 常会引起患者腹胀等不良反应。Wu 等^[52] 的最新研究同样发现, 从玫瑰蒸馏废弃物中分离纯化出的多糖化合物 WSRP-2a 和 WSRP-2b 均对 α -淀粉酶和 α -葡萄糖苷酶活性有较强的抑制作用。这些最新发现虽有待进行进一步的机理研究, 但为新型降糖药物的研制提供了新思路。

3 玫瑰产品加工应用

3.1 饮料制品

3.1.1 玫瑰酵素 酵素富含多酚类、有机酸类、酶类等活性物质, 具有良好的调节肠胃健康的功效, 多采用酵母菌、乳酸菌、醋酸菌等单一或混合菌种制备酵素^[53]。随着酵素的盛行, 近年来越来越多的人开始制备玫瑰酵素, 目前市售的玫瑰酵素产品主要有固体饮料(粉末状)和液体饮料两种。莫大美等^[54] 选用酵母菌(接种量 1.99%, 发酵时间 9.13 d)和乳酸菌(接种量 1.27%, 发酵时间 10.98 d)双菌种制备玫瑰酵素, 并加白糖调味, 最终得到一款 SOD(超氧化物歧化酶)酶活性为 245.3 U/mL, 且具玫瑰色泽与香气、轻微酒香、酸甜适中的液体饮料。而樊丹敏^[55] 则采用酵母菌(添加量 0.8%)和醋酸菌(添加量 1%)进行复合发酵(28 ℃ 下发酵 45 d), 同样加白糖调味, 得到一款 SOD 酶活性为 91.4 U/mL、颜色深红、酸甜可口, 且具特殊花香的酵素产品。

3.1.2 玫瑰花饮料 目前有较多关于玫瑰花饮料的产品研发, 主要有单一的玫瑰花饮, 以及和其他果蔬复配而成的饮料, 这些研究中的玫瑰花原浆通常都采用水浸提的方法得到。李可怡等^[56] 以温度 90 ℃, 时间 60 min 的条件对玫瑰花瓣进行水浸提, 并加柠檬酸(0.12%)及白砂糖(9%)进行酸甜度调节, 最后经过装罐、灭菌、冷却等工艺, 得到一款玫红色、澄清透亮、具玫瑰特殊香气, 且酸甜适宜的玫瑰饮品。为了丰富其口感, 张博昶等^[57] 将玫瑰水提液(添加量 15%)和软枣猕猴桃汁(添加量 30%)进行混合, 并添加阿斯巴甜(0.015%)和柠檬酸(0.02%)进行酸甜度调节, 过滤离心后使用复合澄清剂(壳聚糖 0.15%、硅藻土 0.1%、明胶 0.05%)进行澄清, 最后进行罐装杀菌等操作, 最终得到一款浅黄色、澄清透亮、酸甜适宜, 且兼具玫瑰和猕猴桃香气的饮品。类似的复配饮料开发还有很多, 要真正投入市场还需进一步完善研究。

3.1.3 玫瑰花茶 市场上玫瑰花茶产品多以玫瑰花瓣或花骨朵晒干以后独立或复配其他花茶和茶叶而制成茶包, 具有清新解腻、苦涩回甘之特点, 深受消费者喜爱。由于传统的晾晒方式受天气变化影响较大, 为了标准化管理, 目前常见的玫瑰花瓣干燥方式有热风干燥^[58]、微波干燥^[59]、真空冷冻干燥^[60], 及红

外喷动床干燥^[61] 等。在进行干燥之前, 玫瑰花瓣均需进行烫漂处理, 有的使用酒石酸加以护色, 目的是最大程度保留其色泽和风味^[58-61]。

3.2 糖制品

玫瑰糖制品目前最常见的就是玫瑰花酱、玫瑰花复配果酱等制品。而关键的玫瑰酱的酱制工艺主要有熬制(浓缩)^[62-63] 和发酵^[64] 两种, 熬制即加糖加酸熬煮浓缩, 在果酱制作中最为常见, 而发酵型玫瑰酱主要的区别在于, 在调配以后直接进行室温装罐厌氧发酵(无需添加菌种), 发酵时间 7~30 d 不等。两种酱制工艺制作的产品的感官对比需进一步完善。

3.3 乳制品

目前国内商超有少量玫瑰风味酸奶售卖, 以搅拌型酸奶居多。关于玫瑰乳制品的产品开发也较多, 以酸奶和鲜奶为主, 以酸奶^[65] 为例, 主要工艺路线是将玫瑰花直接添加到已发酵好的酸乳中进行调配, 即风味型酸奶。以鲜奶^[66] 为例, 主要工艺路线是, 玫瑰花瓣水提汁液后与鲜奶进行调配、均质、罐装和杀菌。玫瑰的加入使乳制品增添玫瑰特殊香气, 既丰富了口感, 又实现了产品多元化, 值得进一步推广。

3.4 酿造酒

玫瑰酒历史悠久, 主要有浸提酒、发酵酒、蒸馏酒三大类, 其主要区别在于, 浸提酒以米酒、高粱酒等作为基酒, 对玫瑰花进行浸提; 发酵酒将玫瑰花浸提取汁, 随后接种干酵母进行密封发酵^[67]; 蒸馏酒将玫瑰花瓣与白酒封坛腌制后蒸馏、配制^[68]。酿制工艺不同, 其风味、色泽均有较大差异。如今出现了许多玫瑰复合酒饮料的研发, 比如玫瑰冬枣酒^[69]、玫瑰柚子酒^[70] 等, 均采用的是原料混合发酵工艺。此类创新酒的研制不仅能丰富酒的种类, 也能满足消费者不断提升的感官需求, 为酒产业的发展提供了新思路。

4 展望

本文通过对玫瑰的活性成分, 生物学功能, 以及产品开发三个方面进行详述, 客观反映了国内外对玫瑰资源的研究现状。为了扩大玫瑰在食品、保健品以及药品领域的进一步应用, 还需克服各类难题, 比如研究玫瑰的活性成分和其药理机制、利用高新分离技术提高功能成分的纯度和产量并保证安全无毒、如何创新玫瑰食品的种类并投入市场, 均为值得探究的议题, 对玫瑰价值的提升有着重要意义。

参考文献

- [1] 王多宁. 玫瑰花的综合利用及开发前景[J]. 黑龙江农业科学, 2010(1): 117-120.
- [2] 胡晓燕, 沈才洪, 敖宗华, 等. 玫瑰花有效成分及玫瑰花酒的研究进展[J]. 酿酒科技, 2014(11): 68-72.
- [3] 陈晓梅.“玫瑰云南”考论[J]. 云南农业, 2016(6): 13-14.
- [4] 赵爽, 朱克西. 云南高原特色食用花卉产业发展初探-以食用玫瑰为例[J]. 当代经济, 2015(4): 56-57.
- [5] 陆继亮. 云南加工型玫瑰生产规模越做越大将建成千吨级

- 玫瑰系列产品生产线,加工型玫瑰品种研发成效显著[J]. *中国花卉园艺*, 2014(19): 43–44.
- [6] Baydar N G, Baydar H. Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts[J]. *Industrial Crops and Products*, 2013, 41: 375–380.
- [7] 张沫, 刘云, 罗旭璐, 等. 云南不同产地食用玫瑰花多酚含量及抗氧化活性[J]. *贵州农业科学*, 2017, 45(2): 150–153.
- [8] Zhang Q Q, Jiang M, Rui X, et al. Effect of rose polyphenols on oxidation, biogenic amines and microbial diversity in naturally dry fermented sausages[J]. *Food Control*, 2017, 78: 324–320.
- [9] Debasis B, Manashi B, Sidney J S. Free radical and grape seed proanthocyanidin extract: Importance in human health and disease prevention[J]. *Toxicology*, 2000, 148(2/3): 187–197.
- [10] 徐洁, 李霖昕, 毕阳, 等. 超声波和微波辅助提取苦水玫瑰鲜花和花渣中原花青素的工艺优化及其比较[J]. *食品科学*, 2018, 39(12): 268–275.
- [11] 邓佑林, 韦兰芳, 陆婷婷, 等. 超声波辅助溶剂提取火棘果中原花青素[J]. *化工技术与开发*, 2020, 49(2): 1–5.
- [12] 吕品, 宋慧慧, 李朋伟. 超声波-酶法提取莽吉柿果壳原花青素的工艺优化[J]. *食品工业科技*, 2020, 41(6): 193–197, 214.
- [13] 邢颖, 张婷婷, 马国刚. 超声波-纤维素酶法提取板栗壳中原花青素及其提取液抗氧化活性分析[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2019, 40(6): 53–59.
- [14] 谢文杰, 张磊, 胡璐曼, 等. 爬山虎果实中原花青素提取工艺优化[J]. *食品工业科技*, 2020, 41(10): 163–169.
- [15] 王宗成, 路大中, 王守敏, 等. 山茶油中原花青素的提取工艺优化及含量测定[J]. *中国粮油学报*, 2020, 35(4): 61–65, 70.
- [16] 房一明, 初众, 谷凤林, 等. 响应面法优化海南可可豆中原花青素的提取工艺[J]. *热带作物学报*, 2020, 41(4): 779–786.
- [17] 程海涛, 申献双. 响应面优化撞击喷射流空化-超声波-机械研磨协同提取葡萄籽原花青素工艺研究[J]. *中国油脂*, 2019, 44(10): 136–141.
- [18] Schmitzer V, Veberic R, Stampar F. Prohexadione-Ca application modifies flavonoid composition and color characteristics of rose (*Rosa hybrida* L.) flowers[J]. *Scientia Horticulturae*, 2012, 146: 14–20.
- [19] 何效平, 王柏强, 曾芝兰, 等. 超声联合酶法提取玫瑰花总黄酮工艺条件优化[J]. *中国现代中药*, 2019, 21(1): 99–103.
- [20] 闫旭宇, 李玲. 银杏叶总黄酮超声辅助提取条件优化及其清除羟自由基能力[J]. *食品工业科技*, 2020, 41(9): 200–204, 224.
- [21] 梁启超, 邹玉龙, 张秀萍, 等. 玫瑰花多糖提取工艺优化及其抗氧化活性研究[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(22): 41–46.
- [22] 姜曼. 微波辅助提取玫瑰花多糖的工艺研究[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(1): 33–36.
- [23] Wu M Q, Feng H F, Song J X, et al. Structural elucidation and immunomodulatory activity of a neutral polysaccharide from the Kushui Rose (*Rosa setate* x *Rosa rugosa*) waste[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2020, 232: 115804.
- [24] Slavov A, Kiyohara H, Yamada H. Immunomodulating pectic polysaccharides from waste rose petals of *Rosa damascena* Mill[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2013, 59: 192–200.
- [25] 姚晨阳, 葛红, 吴华, 等. 玫瑰不同品种花瓣挥发性成分分析[J]. *园艺学报*, 2019, 46 (2): 375–384.
- [26] 张文, 倪穗. 固相微萃取-气相色谱-质谱联用法分析6个食用玫瑰品种的芳香成分[J]. 2018, 39(2): 261–266.
- [27] 冯立国, 生利霞, 赵兰勇, 等. 玫瑰花发育过程中芳香成分及含量的变化[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(12): 4341–4351.
- [28] 袁颖, 郝瑞杰, 杜方, 等. 丰花玫瑰在不同开花阶段的挥发成分研究[J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(9): 204–208.
- [29] 孙亚如, 陈丹凌, 瞿玉珍, 等. ‘单县玫瑰’不同开放阶段花香特性分析[J]. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 2018, 49(6): 958–964.
- [30] 员梦梦, 李保印, 周秀梅. 静态顶空进样-气质联用法测定玫瑰花香成分[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(20): 101–103, 109.
- [31] 冯立国, 生利霞, 陶俊, 等. 不同种源野生玫瑰鲜花芳香成分的比较研究[J]. *扬州大学学报(农业与生命科学版)*, 2009, 30(4): 90–94.
- [32] Daneshpajoh L, Ghezeljeh T N, Haghani H. Comparison of the effects of inhalation aromatherapy using Damask Rose aroma and the Benson relaxation technique in burn patients: A randomized clinical trial[J]. *Burns*, 2019, 45: 1205–1214.
- [33] Fazlollahpour-Rokni F, Shorofsi S A, Mousavinasab N, et al. The effect of inhalation aromatherapy with rose essential oil on the anxiety of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery[J]. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 2019, 34: 201–207.
- [34] 帕尔哈提·柔孜, 阿依姑丽·艾合麦提, 朱昆, 等. 玫瑰花瓣总黄酮和总多糖的体外抗氧化活性[J]. *食品科学*, 2013, 34(11): 138–141.
- [35] 杨虎, 张生堂, 高国强. 玫瑰黄酮的提取及其清除DPPH自由基活性研究[J]. *食品科学*, 2012, 33(24): 152–155.
- [36] Ge Q, Ma X J. Composition and antioxidant activity of anthocyanins isolated from Yunnan edible rose (*An ning*)[J]. *Food Science and Human Wellness*, 2013, 2: 68–74.
- [37] Yi F P, Sun J, Bao X L, et al. Influence of molecular distillation on antioxidant and antimicrobial activities of rose essential oils[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2019, 102: 310–316.
- [38] Akkol E K, Orhan I E, Yesilada. Anticholinesterase and antioxidant effects of the ethanol extract, ethanol fractions and isolated flavonoids from *Cistus laurifolius* L. leaves[J]. *Food Chemistry*, 2012, 131: 626–631.
- [39] Pugazhendhi A, Shafreen R B, Devi K P, et al. Assessment of antioxidant, anticholinesterase and antiamyloidogenic effect of *Terminalia chebula*, *Terminalia arjuna* and its bioactive constituent 7-methyl gallic acid-An *in vitro* and *in silico* studies[J]. *Journal of Molecular Liquids*, 2018, 257: 69–81.
- [40] Karakaya S, Koca M, Sytar O, et al. Antioxidant and anticholinesterase potential of *Ferulago cassia* with further bio-guided isolation of active coumarin constituents[J]. *South African Journal of Botany*, 2019, 121: 536–542.
- [41] Bozkurt B, Coban G, Kaya G I, et al. Alkaloid profiling, anticholinesterase activity and molecular modeling study of *Galan-*

- thus elwesii*[J]. *South African Journal of Botany*, 2017, 113: 119–127.
- [42] Yener I. Determination of antioxidant, cytotoxic, anticholinesterase, antiurease, antityrosinase, and antielastase activities and aroma, essential oil, fatty acid, phenolic, and terpenoid-phytosterol contents of *Salvia poulata*[J]. *Industrial Crops & Products*, 2020, 155: 112712.
- [43] Senol F S, Orhan I E, Kurkcuglu M, et al. A mechanistic investigation on anticholinesterase and antioxidant effects of rose (*Rosa damascena* Mill.)[J]. *Food Research International*, 2013, 53: 502–509.
- [44] 龚祥, 王波, 陆秀云, 等. ‘苦水玫瑰’花色苷的提纯及其抑菌活性[J]. *甘肃农业大学学报*, 2018, 53(4): 168–176.
- [45] Park D, Shin K, Choi Y J, et al. Antimicrobial activities of ethanol and butanol fractions of white rose petal extract[J]. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2016, 76: 57–62.
- [46] Sadeghi N, Azizi A, Asgari S, et al. The effect of inhalation aromatherapy with damask rose essence on pain intensity and anxiety in burned patients: A single-blind randomized clinical trial[J]. *Burns*, 2020, 56.
- [47] Dagli R, Avci M, Metin M, et al. The effects of aromatherapy using rose oil (*Rosa damascena* Mill.) on preoperative anxiety: A prospective randomized clinical trial[J]. *European Journal of Integrative Medicine*, 2019, 26: 37042.
- [48] Uysal M, Dogru H Y, Sapmaz E, et al. Investigating the effect of rose essential oil in patients with primary dysmenorrhea[J]. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 2016, 24: 45–49.
- [49] Hashemi N, Faghah A. Effects of blended aromatherapy using lavender and damask rose oils on the hemodynamic status of nursing students[J]. *Electron J Gen Med*, 2018, 15(4): 1–7.
- [50] Liu L, Tang D, Zhao H Q, et al. Hypoglycemic effect of the polyphenols rich extract from *Rose rugosa* Thunb on high fat diet and STZ induced diabetic rats[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2017, 200: 174–181.
- [51] Wu H Y, Li M M, Yang X R, et al. Extraction optimization, physicochemical properties and antioxidant and hypoglycemic activities of polysaccharides from roxburgh rose (*Rosa roxburghii* Tratt.) leaves[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020, 165: 517–529.
- [52] Wu M Q, Li W, Zhang Y L, et al. Structure characteristics, hypoglycemic and immunomodulatory activities of pectic polysaccharides from *Rosa setae* x *Rosa rugosa* waste[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2021, 253: 117190.
- [53] 梁红敏, 刘洁, 史红梅. 食用植物酵素研究进展[J]. *食品工业*, 2020, 41(7): 193–197.
- [54] 莫大美, 吴荣书. 复合菌种发酵法制备玫瑰酵素工艺研究[J]. *食品工业*, 2016, 37(10): 64–69.
- [55] 樊丹敏. 玫瑰花酵素加工工艺研究[J]. *现代食品*, 2018, 9: 154–157, 161.
- [56] 李可怡, 何玲, 夏源苑. 玫瑰花浸提条件及玫瑰花饮料工艺的研究[J]. *饮料工业*, 2011, 14(10): 22–25.
- [57] 张博昶, 钟宝, 王建国, 等. 软枣猕猴桃玫瑰饮料的研制[J]. *保鲜与加工*, 2015, 15(2): 40–43, 49.
- [58] 张萌, 段续, 任广跃, 等. 预处理方式对热风干燥玫瑰花瓣品质特性的影响[J]. *食品与机械*, 2020, 36(1): 204–209, 229.
- [59] 张建桃, 郭梓彬, 黄丽芬, 等. 玫瑰花微波干燥工艺条件的优化[J]. *江苏农业科学*, 2019, 47(18): 224–228.
- [60] 宋春芳, 覃永红, 周黎, 等. 不同干燥方法对玫瑰花瓣质量的影响[J]. *东北林业大学学报*, 2011, 39(3): 41–43.
- [61] 段续, 张萌, 任广跃, 等. 玫瑰花瓣红外喷动床干燥模型及品质变化[J]. *农业工程学报*, 2020, 36(8): 238–245.
- [62] 王丽琼. 低糖玫瑰果果酱的加工工艺[J]. *保鲜与加工*, 2014, 14(2): 57–59.
- [63] 孙军涛, 肖付刚, 陶夏蕊. 新型玫瑰花酱的研制[J]. *食品研究与开发*, 2014, 35(21): 52–54.
- [64] 张冰晶, 蒋玉梅, 米兰, 等. 发酵型苦水玫瑰花酱的制作工艺参数优化[J]. *中国酿造*, 2014, 33(6): 147–152.
- [65] 孙波, 梁海文, 迟玉杰, 等. 新型玫瑰酸奶加工工艺研究[J]. *中国乳品工业*, 2008, 36(5): 27–29, 32.
- [66] 李凤林, 李薇. 玫瑰花乳饮料的研制[J]. *江苏调味副食品*, 2007, 24(6): 25–27.
- [67] 刘媛媛, 李林珂, 严成, 等. 玫瑰花发酵酒工艺优化研究[J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(2): 192–196.
- [68] 曾荣妹, 韩琳, 葛平珍, 等. 玫瑰酒生产及玫瑰花品种选择研究进展[J]. *酿酒科技*, 2015, 11: 110–114.
- [69] 何坤颖, 刘兆墉, 刘磊, 等. 苦水玫瑰冬枣酒发酵工艺的研究[J]. *中国酿造*, 2019, 38(9): 207–211.
- [70] 胡元庆, 李凤霞, 王庆灿. 玫瑰柚子酒发酵工艺的研究[J]. *酿酒科技*, 2018(7): 52–56.