

油用玫瑰研究进展

张磊, 寇亚平, 段铭奥, 王晓飞, 贾瑞冬, 赵鑫, 李秋香, 葛红, 杨树华

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所/农业农村部花卉生物学与种质创制重点实验室(北方), 北京 100081)

摘要: 油用玫瑰栽培应用历史悠久, 是全球重要的木本香料资源和药食同源植物, 从其花瓣中提取的玫瑰精油作为重要的香料原料已广泛应用于日化、医药和食品行业。玫瑰精油的品质主要受玫瑰的品种类型、产地条件和提取工艺等综合因素的影响。我国油用玫瑰资源非常丰富, 但玫瑰精油的深加工技术起步较晚, 针对我国栽培油用玫瑰资源特性及玫瑰精油的应用现状还鲜有归纳, 本文对油用玫瑰的主要栽培类型和现状, 玫瑰精油提取技术、相关行业标准、化学成分及功能活性进行了系统的归纳总结, 并从油用玫瑰资源的挖掘与利用、精油提取技术研发与优化、精油相关标准的完善、产品应用领域的拓展和功能活性评价体系的建立等方面提出参考建议, 以期为我国玫瑰产业的发展提供参考, 为我国蔷薇属植物资源的创新利用提供理论指导。

关键词: 油用玫瑰; 玫瑰精油; 提取技术; 化学成分; 功能活性

Research Progress on Oil-bearing Roses

ZHANG Lei, KOU Yaping, DUAN Mingao, WANG Xiaofei, JIA Ruidong,

ZHAO Xin, Li Qiuxiang, GE Hong, YANG Shuhua

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Flower Crops (North China), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081)

Abstract: As an important woody spice resource in the world and medicinal edible plant in China, oil-bearing Rose has a long history in cultivation and industrial application. Rose essential oil extracted from rose petals are widely used as supplementary in the chemical, pharmaceutical, and food processing fields. Its yield and quality rely on various factors, such as varieties, cultivation area, cultivation condition, extraction methods. The *Rosa* genus plant resources are abundant in China, but the deep processing technology of rose essential oil lagged behind. There is a need of summary on the characteristics of domestic oil-bearing roses and the current application status of rose essential oil. This study summarized the cultivation types and current situation of oil-bearing roses, the extraction technology of rose essential oils, relevant industry standards, chemical composition, and pharmacological effects. We also proposed recommendations on exploration and utilization of oil rose resources, establishment and optimization of extraction methodologies, improvement of relevant standards, expansion of production application field, and establishment of bioactivity research system. We aim to provide reference for the future development of China's rose industry and provide theoretical guidance for the innovative utilization of *Rosa* genus plant resources in China.

收稿日期: 2023-12-31 网络出版日期: 2024-03-06

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231231002>

第一作者研究方向为玫瑰精油的功能成分研究, E-mail: 444210872@qq.com

通信作者: 杨树华, 研究方向为花卉种质资源与遗传育种, E-mail: yangshuhua@caas.cn

寇亚平, 研究方向为月季种质资源与色香代谢的遗传调控, E-mail: kouyaping@caas.cn

基金项目: 国家重点研发计划课题(2021YFD1200200); 产业技术创新研究院项目(2022RC-Industry Research Institute-3); 山东省重点研发计划项目(2022LGZCQY009); 北京市园林绿化局项目(BJYL-2021-9)

Foundation projects: National Key R & D Program of China (2021YFD1200200); Industrial Technology Innovation Research Institute Project (2022RC-Industry Research Institute-3); Key R&D Program of Shandong Province, China (2022LGZCQY009); Project of Beijing Landscaping Bureau (BJYL-2021-9)

Key words: oil-bearing roses; rose essential oils; extraction technology; chemistry components; biological activities

油用玫瑰(Oil-bearing roses)是指可以从花瓣中提取精油的一类蔷薇属植物,包含我国传统分类的蔷薇、月季、玫瑰,在国际生产应用及研究中将其统称为Rose^[1-5]。蔷薇属(*Rosa* L.)植物资源丰富,全属约有200个种,中国作为世界蔷薇属植物的分布中心之一,拥有82个种^[1-2]。我国可用于精油提取的蔷薇属植物资源有玫瑰(*R. rugosa* Thunb.)、光叶山刺玫(变种)(*R. davurica* Pall. var. *glabra* Liou)、美蔷薇(原变种)(*R. bella* Rehd. et Wils. var. *bella*)、粉团蔷薇(*R. multiflora* Thunb. var. *cathayensis* Rehd. Et Wils.)、悬钩子蔷薇(原变型)(*R. rubus* f. *rubus*)、黄刺玫(原变型)(*R. xanthina* f. *xanthina*)、木香花(*R. banksiae* var. *banksiae*)、大花香水月季(*R. odorata* Sweet var. *Gigantea* (Crep.))等^[1,3]。目前,山东、甘肃、云南等地均有规模种植我国本土的油用玫瑰品种,如平阴玫瑰(*R. rugosa* ‘Ping Yin’)、苦水玫瑰(*R. sertata* × *R. rugosa* Yü et Ku)、滇红玫瑰(*R. gallica* ‘Dianhong’)等,自20世纪50年代起我国开始大力发展玫瑰产业,引进了国际主流应用的玫瑰资源,包括大马士革蔷薇(*R. × damascena*)和百叶蔷薇(*R. centifolia*)及具有多季开花特性的墨红玫瑰(*R. ‘Crim son Glory’*)^[4-7]。据相关文献数据显示,2017年我国油用玫瑰种植面积约7000 hm²,玫瑰精油年产量约200 kg^[4]。

油用玫瑰是宝贵的香料资源,原产中国的油用玫瑰同时属于药食同源植物资源,其花朵富含多糖多酚、黄酮类及挥发性芳香物等成分,具有抗氧化、抑菌、镇静催眠、调节血脂等作用,可以用于医药、化工、食品等行业^[6-7],从花瓣中提取的玫瑰精油是各种化妆品、食品不可或缺的香料。随着香料工业的兴起和发展,玫瑰精油的市场需求量逐年增加,消耗量为3000~4500 kg/年^[8-9]。由于玫瑰精油的产量极低,只有0.3%左右,价格昂贵,又被称为“液体黄金”^[8-9]。我国受玫瑰品种类型、种苗繁育及栽培技术、标准化管理水平的限制,国产玫瑰精油的品质并不稳定,国际市场竞争力较弱。在品质方面,我国一直延用国际市场精油品质评价标准,未突出我国玫瑰精油品质的特色,国际市场地位比较被动;在应用研究领域,针对我国自主培育油用玫瑰品种提取玫瑰精油功能活性的研究较

少,缺乏系统性和专业性。本文对油用玫瑰的栽培类型和现状、玫瑰精油提取技术、相关行业标准、化学成分及药理作用进行系统化的归纳总结,从油用玫瑰资源的挖掘与利用、提取工艺的优化、相关标准的完善及功能活性研究体系的建立等4个方面提出参考建议,以期为我国玫瑰产业的发展提供参考,为我国蔷薇属植物资源的创新利用提供理论指导。

1 玫瑰资源的类型和栽培现状

玫瑰资源种类繁多,广泛分布于全球的温带气候地区。目前,常用的油用玫瑰品种主要有大马士革蔷薇及其参与培育的栽培品种、百叶蔷薇及其参与培育的栽培品种、法国蔷薇(*R. gallica* L.)及其参与培育的栽培品种、白蔷薇(*R. × alba* L.)及其参与培育的栽培品种,这些资源主要起源于欧洲及中东地区^[10-12]。我国自主培育的油用玫瑰有苦水玫瑰、重瓣红玫瑰(*R. rugosa* cv. ‘Plena’)、平阴玫瑰、妙峰山玫瑰(*R. rugosa* ‘Miaofengshan’)、丰花玫瑰(*R. rugosa* ‘Fenghua’)^[10-13]。

世界油用玫瑰产区主要集中在保加利亚、中国、中东地区、土耳其和俄罗斯以及西北非洲(摩洛哥)等^[13](图1)。我国油用玫瑰主产区在新疆、北京、甘肃、陕西、山东、四川、云南等地(表1),其中新疆产区主要种植大马士革蔷薇,在当地俗称和田玫瑰,约3333.33 hm²(5万亩)^[14];北京妙峰山地区种植的品种为妙峰山玫瑰,属重瓣红玫瑰,约333.33 hm²(5000亩)^[15];甘肃省永登县以苦水镇为代表,主要种植苦水玫瑰,约6666.66 hm²(10万亩)^[16];陕西省渭南县主要种植大马士革蔷薇,约200 hm²(3000亩);山东省种植的主要品种为丰花玫瑰和紫枝玫瑰(*R. rugosa* ‘Zizhi’),约4000 hm²(6万亩)^[17];四川省玫瑰种植基地有处于高海拔地区的阿坝州小金县的小金玫瑰,属大马士革蔷薇,约666.66 hm²(1万余亩)^[18],四川绵阳地区也种植有大马士革蔷薇,约533.33 hm²(8000亩);云南省以墨红玫瑰和滇红玫瑰为主,属月季杂交品种,全省玫瑰种植面积约4000 hm²(6万亩)^[19]。

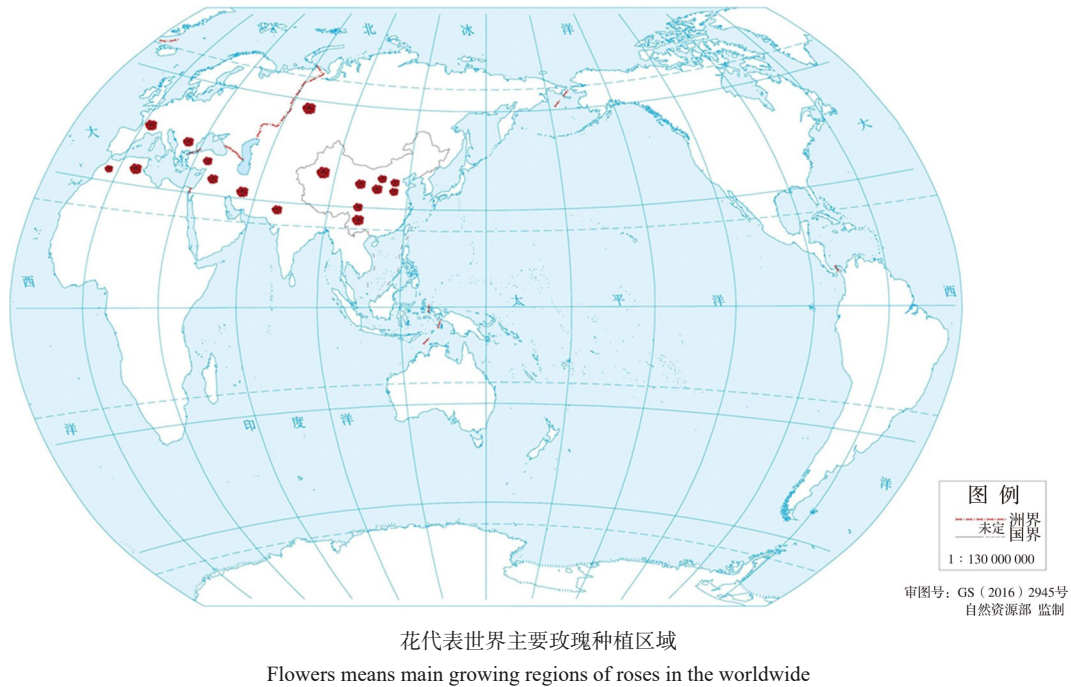


图 1 全球范围内主要精油用玫瑰种植区域
Fig. 1 Major cultivated aeras of oil-bearing roses on a global scale

表 1 我国主要油用玫瑰产区生产情况(2023年)

Table 1 Production situation of major oil rose production areas in China (2023)

序号 No.	主要产区 Main production areas	位置 Location	栽培历史 (年) Cultivation history	主要品种 Main varieties	面积 (hm ²) Area	精油产量 Essential oil production
1	新疆维吾尔自治区	和田	>2000	大马士革蔷薇	3333.33	暂无
2	北京市	妙峰山	>500	重瓣红玫瑰	333.33	< 10 kg
3	甘肃省	永登县	>200	苦水玫瑰	6666.66	约 600 kg
4	陕西省	渭南县	>30	大马士革蔷薇	200.00	约 50 kg
5	山东省	平阴县	>1300	丰花玫瑰、紫枝玫瑰	4000.00	约 200 kg
6	四川省	小金县	>10	大马士革蔷薇	200.00	约 200 kg
7	云南省	安宁市	>40	大马士革蔷薇、百叶蔷薇、滇红玫瑰、墨红玫瑰	4000.00	< 5 kg

2 玫瑰精油的提取方法及其应用

广义的玫瑰精油是利用各种提取方法获得的精油(Essential oils)、净油(Absolute)的统称。不同提取方法可获得不同品质的玫瑰精油及其附加产物。蒸馏法提取可同时获得精油和纯露(Hydrosol);溶剂萃取法(超临界萃取、亚临界萃取),先获得非极性溶剂提取所得的浸膏(Concrete),再经过乙醇提取

后得到净油^[20]。此外,不同的提取方式获得的玫瑰精油成分有显著的差别,且同一种提取方法采用不同的前处理方式也会对玫瑰精油的成分和品质产生显著影响。因此,如何因地制宜地使用合适的提取方式获得高品质的玫瑰精油一直是国内外学者研究的热点。表2梳理了近年来国内外期刊发表的关于不同提取方式对精油产率及相关产物的影响,为我国玫瑰产业的发展提供参考。

表2 玫瑰精油不同提取方比较分析

Table 2 Comparative analysis of different extraction methods for rose essential oil

序号 No.	提取方法 Extraction methods	提取原理 Extraction principle	优缺点 Advantages and disadvantages	产物及得率 (%) Production and ratio	参考文献 References
1	蒸馏法	利用液体混合物中各组分挥发度的差别,使液体混合物部分汽化并随之使蒸气部分冷凝,从而实现其所含组分的分离	优点:可集中大量处理新鲜花朵 缺点:能耗大,提取效率较低,头香在蒸馏过程中损失较大	玫瑰精油:0.021~1.40; 玫瑰纯露:暂无	[21-22]
2	溶剂萃取法	相似相溶原理	优点:低温加工,头香损失较小 缺点:容易有溶剂残留;加工过程会释放挥发性有害气体	玫瑰浸膏:暂无; 玫瑰净油:0.054~0.16	[23-24]
3	超临界 CO ₂ 提取	以超临界流体为溶剂,利用该状态下的流体具有的强渗透能力和溶解能力,进行混合物萃取分离	优点:无毒、无味、环保,提取效率高 缺点:设备造价较高,提取的产品的的气味相对于蒸馏法提取的精油差别较大	玫瑰浸膏:暂无; 玫瑰净油:1.29~5.2257	[25-26]
4	亚临界提取	利用亚临界流体作为萃取剂,依据相似相溶原理,将萃取物料中的脂溶性成分转移到液态萃取剂中,再通过减压蒸发的过程将萃取剂与目的产物分离,最终得到目的产物	优点:低耗,提取物的活性成分保留较好,环保无毒害,成本低于超临界萃取,精油提取率远高于超临界萃取,方便工业化规模生产应用 缺点:设备要求高,萃取溶剂如丁烷等易燃易爆,生产过程风险较大	玫瑰浸膏:暂无; 玫瑰净油:>0.11	[27-28]
5	分子蒸馏提纯	利用不同物质液体分子受热从液面逸出后直线飞行的距离不同的特性完成分离	优点:低温、耗时短(约为十几秒),分离过程对物料热损害极少,适合高沸点、热敏性物质无损分离 缺点:设备造价较高,仅适用于高品质玫瑰精油杂质的剔除和目标成分的精细化加工	精馏玫瑰精油; 精馏玫瑰净油	
6	其他提取方法	超声波辅助同时蒸馏萃取法	优点:提取充分,得油率高 缺点:设备昂贵,有机溶剂需回收,不环保	玫瑰净油:1.153	[29]

2.1 蒸馏法

水蒸气蒸馏法(SD, steam distillation extraction)的研究内容主要集中在蒸馏时间、物料比、蒸馏速度、前处理等4个方向。周学森等^[30]用水蒸气蒸馏法从苦水玫瑰中提取精油时,发现在其他实验条件一致的情况下,出油效率随着蒸馏时间的变化而发生变化,前180 min内出油率较快,180 min之后出油效率变低,蒸馏时间不宜超过3 h。高莹等^[21]研究表明当液料比为4:1时,蒸馏法提取玫瑰精油的出油率最高。寇伟^[31]发现提取玫瑰精油时蒸馏速度不宜超过200 mL/h,否则出油率将会下降;盐渍处理可以提高精油的得油率,但对其成分有着显著的影响。杨妹婷等^[32]通过盐渍方式对丰花玫瑰、苦水玫瑰、百叶蔷薇3种玫瑰进行前处理发现,盐渍处理对不同油用玫瑰的精油成分影响差异较大。盐渍处理可以显著提高丰花玫瑰和苦水玫瑰精油中香茅醇和香叶醇的含量,降低橙花醇的含量,但盐渍处理却显著降低百叶

蔷薇精油中香茅醇、香叶醇和橙花醇的含量。

2.2 有机溶剂萃取

有机溶剂萃取法(SE, solvent extraction)的萃取剂主要有石油醚、己烷等不与玫瑰花发生化学反应的有机溶剂,先通过渗透、溶解、分配、扩散等步骤,制得玫瑰浸膏,再将溶剂剔除提纯获得玫瑰精油(净油)。玫瑰浸膏主要成分包含烷烃、脂肪酸、脂肪酸甲、萜烯化合物、色素等^[33],浸提法生产过程相对低温,能减少芳香油成分在热解和水解过程中的损失,得到的玫瑰油的香气可接近天然的玫瑰花香气,因此在香水和日化用品领域常使用浸提法提取的玫瑰精油(净油)。张建成^[34]在大马士革玫瑰精油提取和综合利用的研究中,考察了石油醚、丙酮和正己烷3种有机溶剂对净油得率的差异,得出石油醚的萃取效果最好,玫瑰浸膏的香气浓郁程度与实验温度的高低成反比,萃取时间在8 h的时候萃取效果较好。

有机溶剂萃取法的优点在于可以更好地保持原料的香味,主要应用在香水原料的生产。据了解,目前我国墨红玫瑰主要采取溶剂萃取法萃取,其他玫瑰如苦水玫瑰、大马士革蔷薇仅有少部分采用溶剂萃取法提取。

2.3 超临界萃取

超临界萃取(SFE, supercritical carbon dioxide extraction)是一种高效、选择性强的提取与分离技术。该技术是以超临界流体为溶剂,利用该状态下的流体具有的强渗透能力和溶解能力,进行混合物萃取分离的一种新技术。利用超临界流体技术开发出的新产品,不仅纯度高,而且可以保证其性质、风味和口味等不受影响,可以避免传统的脱溶剂过程中出现的提纯物质被溶剂残留物污染的问题^[25-26]。超临界萃取玫瑰精油的研究主要集中在花瓣粉末的颗粒大小、萃取压力、萃取温度、萃取时间、CO₂流量等5个方面。刘劲芸等^[35]发现,采用超临界CO₂萃取滇红玫瑰花精油的最佳工艺参数为:玫瑰花粉末颗粒40目,萃取压力25.5 MPa,萃取温度45.5℃、萃取时间123 min,CO₂流量20 L/h,滇红玫瑰花精油得率高达1.185%。张琦等^[36]发现在原料粒度为60目时,精油得率可达到5.7%,当CO₂的流量在18 L/h时,萃取率最高。何熹等^[37]利用CO₂超临界二次萃取方法,玫瑰精油的得率高达0.10%~0.12%。

近年来,市场上也涌现了很多超临界提取的玫瑰精油,但其气味与蒸馏法或普通溶剂萃取法获得的产品的气味相差很大,且成分更为复杂,目前还没有规模应用于后端市场,但相信随着提纯和分离技术的提升,因超临界获得的玫瑰精油的成分更全面,其产品功效应用上将有广阔的挖掘空间。

2.4 亚临界提取

亚临界流体是指某些化合物在温度高于其沸点但低于临界温度,且压力低于其临界压力的条件下,以流体形式存在的物质。亚临界流体萃取法(Sub-critical fluid extraction technology)就是利用亚临界流体作为萃取剂,在密闭、无氧、低压的压力容器内,依据有机物相似相溶的原理,通过萃取物料与萃取剂在浸泡过程中的分子扩散过程,达到固体物料中的脂溶性成分转移到液态的萃取剂中,再通过减压蒸发的过程将萃取剂与目的产物分离,最终得到目的产物的一种新型萃取与分离技术^[27-28]。和超临界萃取一样,学者们的研究方向都集中在最佳提取条件上。

郭胜旭^[27]以一氯二氟甲烷(CHClF₂)为萃取剂,采用亚临界萃取与分子蒸馏相结合提取的玫瑰精油最终总得油率达2.90%,是传统提取方法的5.8倍。郭永来等^[28]以无毒无害不燃烧的试剂为萃取剂,采用亚临界萃取和分子蒸馏技术,从平阴重瓣红玫瑰中提取出了具有玫瑰鲜花自然花香的玫瑰油,得油率高达0.16%。以上结果表明亚临界萃取工艺成本低于超临界萃取,部分精油提取率远高于超临界萃取,并具有无毒、无害,环保、无污染、非热加工、保留提取物的活性成分不破坏、不氧化,产能大、可进行工业化大规模生产,节能、运行成本低,易于和产物分离等优点^[32]。

2.5 分子蒸馏萃取

分子蒸馏(MD, molecular distillation)的原理是利用不同种类的液体分子受热从液面逸出后直线飞行距离的不同这一性质完成分离,又叫短程蒸馏,是一种高效分离提纯的方法。该方法主要用于溶剂萃取、超临界萃取、亚临界萃取等方法制得的初提物(粗油)^[38]。赵国建等^[39]利用分子蒸馏技术对玫瑰油进行分级拆分,并对经过三级蒸馏后的各组份进行系统研究,结果表明一级轻组分占1.95%,二级轻组分占64.46%,三级轻组分占18.84%,三级重组分占10.62%。分子蒸馏低温、且停留时间极短(约为十几秒),分离过程对物料热损害极少,特别适合对高沸点、热敏性物质进行有效无损分离;但分子蒸馏萃取所使用的设备造价较高,适用于高品质玫瑰精油杂质的剔除和目标成分的精细化加工。

2.6 其他提取方法

除了传统的提取方法外,研究人员也在积极开发新的方法以提升提取效率,如利用微波辅助、超声波辅助、生物酶制剂辅助方法等对玫瑰花进行前处理后再进行提取,可以获得更多的有效成分。徐文等^[40]采用超声波辅助结合蒸馏萃取法提取玫瑰油的得油率可达0.153%,目前该方法在实验室进行的研究更多,实际规模化生产中并未见到该方法的应用。

3 玫瑰精油相关标准及其应用现状

标准是指由国家标准化主管机构批准发布,对全国经济、技术发展有重大意义,且在一定范围内统一的要求。目前,现行玫瑰精油相关的标准有国际标准、国家标准、地方标准和团体标准共6个(表3),其中用于精油品质评价和检测的标准4个,分别是《ISO 9842:2003 玫瑰油》、《GB/T 22443-2018

中国苦水玫瑰精油》、《DB37/T 611-2006 平阴玫瑰精油通用技术条件》和《T/PYRA 001-2019 重瓣红玫瑰精油》;用于食品添加剂的国家标准有2个,分别

为《GB 1886.48-2015 食品安全国家标准 食品添加剂 玫瑰油》和《GB 1886.263-2016 食品安全国家标准 食品添加剂 玫瑰净油》。

表3 玫瑰精油相关标准汇总

Table 3 Summary of rose essential oil related standards

序号 No.	标准名称 Name of standard	标准实施日期 Date of implementation	起草单位 Drafting committee	标准类型 Standard type	适用范围 Application scope
1	玫瑰油国际标准 ISO 9842:2003	2003	国际标准化组织	国际标准	适用于用水蒸气蒸馏法从种植在土耳其、摩洛哥和保加利亚的蔷薇科玫瑰 (<i>Rosa × damascena</i> Miller) 花中提取的精油
2	中国苦水玫瑰精油 GB/T 22443-2018	2018/09/01	中华人民共和国甘肃出入境检验检疫局、上海香料研究所、甘肃省永登县玫瑰行业协会	国家标准	适用于中国苦水玫瑰精油 (<i>Rosa sertata × Rosa rugosa</i>) 质量的分析评价
3	食品安全国家标准 食品添加剂 玫瑰油 GB 1886.48-2015	2016/03/22	中华人民共和国甘肃出入境检验检疫局、上海香料研究所、甘肃省永登县玫瑰行业协会	国家标准	适用于用水蒸气蒸馏法从中国苦水玫瑰 (<i>Rosa sertata × Rosa rugosa</i>) 花和花蕾中提取的食品添加剂玫瑰油
4	食品安全国家标准 食品添加剂 玫瑰 净油 GB 1886.263-2016	2017/01/01	—	国家标准	适用于以玫瑰 (<i>Rosa</i> spp.) 花为原料经浸膏或以玫瑰浸膏为原料制得的食品添加剂玫瑰净油
5	平阴玫瑰精油 通用技术条件 DB37/T 611-2006	2006/6/10	济南市质量技术监督局、山东省分析测试中心、济南市质量技术监督局平阴分局、平阴玫瑰研究所、济南惠农玫瑰花精油有限公司	地方标准	适用于水蒸馏法或蒸气蒸馏法从平阴玫瑰花中提取的玫瑰精油
6	重瓣红玫瑰精油 T/PYRA 001—2019	2019/12/01	平阴县玫瑰研究所、济南曜禾玫瑰生物科技有限公司、济南惠农玫瑰花精油有限公司、济南天卉玫瑰生物科技有限公司、济南万丰玫瑰制品有限公司、济南贝思特生物科技有限公司、山东芳蕾玫瑰科技开发有限公司、山东华玫生物科技有限公司、济南紫金玫瑰有限公司、济南九州玫瑰制品有限公司、济南翠河玫瑰制品有限公司	团体标准	适用于使用水中蒸馏法和亚临界萃取法从重瓣红玫瑰鲜花中提取的精油

—表示该标准没有标注起草单位

— means this standard does not indicate the drafting committee

玫瑰精油包含300余种成分,不同品种精油成分有显著的区别,不同地区生长的同一品种提取的精油成分也有区别^[13],表4整理了玫瑰精油标准对不同品种相应的主要成分的要求及不同成分的功能活性。《ISO 9842:2003 玫瑰精油国际标准》,主要规定了对用水蒸气蒸馏法从种植在土耳其、摩洛哥和保加利亚的蔷薇科玫瑰的花中提取的精油的要求,涉及外观、色泽、香气、相对密度、折光指数、旋光度、冻点、酯值、色谱图像、闪点等10个参数要求,以及乙醇、香茅醇、橙花醇、香叶醇、β-苯

乙醇、十七烷烃、十九烷烃、二十一烷烃等8个特征成分的含量范围,是目前国际贸易中通行的普遍标准。山东省地方标准《DB37/T611-2006 平阴玫瑰精油通用技术条件》,主要规定了对用水蒸馏法或蒸气蒸馏法从平阴玫瑰花中提取的玫瑰精油的要求,涉及原料、外观、色泽、香气、相对密度、折光指数、旋光度、凝固点、酯值等9个参数要求,以及乙醇、β-苯乙醇、芳樟醇、香茅醇、橙花醇、香叶醇、氧化玫瑰(玫瑰醚)、丁子香酚、二十一烷、二十三烷等10个特征成分的含量范围。《GB/T 22443-

2018 中国苦水玫瑰精油国家标准》,主要规定了对用蒸气蒸馏法从中国苦水玫瑰的花和花蕾中提取精油的要求,涉及色状、香气、相对密度、折光指数、旋光度、冻点、酯值等 7 个参数要求,以及香茅

醇、橙花醇、香叶醇等 3 个特征成分的含量范围。相比国际标准,我国苦水玫瑰精油标准的指标体系相对简单,约束范围较窄。

表 4 不同类型玫瑰精油中特征成分及其功能活性

Table 4 Characteristic components and their bioactivities in different types of rose essential oils

序号 No.	成分 Components	含量 (%)Content			生物活性 Biological activities
		大马士革玫瑰 <i>R. × damascena</i>	平阴玫瑰 <i>R. rugosa</i>	苦水玫瑰 <i>R. sertata × R. rugosa</i>	
1	乙醇	0~2.0	—	—	*
2	柠檬烯	—	—	—	抗炎,减少 ROS 生成, NF- κ B 活性和嗜酸性粒细胞迁移,降血脂,抗糖尿病
3	芳樟醇	—	1.0~1.7	—	抗惊厥、抗癫痫活性
4	香茅醇	20.0~34.0	44.5~60	40.0~54.0	抗糖尿病,抗肿瘤,抗癌
5	橙花醇	5.0~12.0	1.0~10	2.0~6.0	减缓心率,收缩压下降
6	香叶醇	15.0~22.0	5.0~20.0	7.0~18.0	抗肿瘤、抗炎、抗氧化、抗菌活性,以及肝保护、心脏保护和神经保护作用
7	β -苯乙醇	0~3.5	≤ 2.0	—	广谱抗菌剂,化妆品防腐剂,抗焦虑
8	玫瑰醚	—	≥ 0.5	—	抗炎特性
9	丁香酚	—	≤ 0.3	—	对细菌、病原体 and 有害微生物有防腐、抗菌作用
10	甲基丁香酚	—	—	—	啮齿类动物麻痹,昆虫引诱剂
11	金合欢醇	—	—	—	消炎,抗癌
12	十七烷烃	1.0~2.5	—	—	
13	十九烷烃	8.0~15.0	—	—	
14	二十一烷烃	3.0~5.5	0.2~2.0	—	
15	二十三烷烃	—	0.3~2.4	—	

—表示该物质不是精油特征成分; *表示该物质的生物活性功能未见报道

— means it is not the character components of essential oils; * means the biological activities of this components has not been reported

国家计划和生育委员会于 2015 年颁布实施了《GB 1886.48-2015 食品安全国家标准 食品添加剂 玫瑰油》,代替了《GB/T 22443-2008 中国苦水玫瑰(精)油食品添加剂》部分内容,新标准更适用于用水蒸气蒸馏法从中国苦水玫瑰的花和花蕾中提取食品添加剂级别的玫瑰精油。新国家标准涉及色泽、状态、香气 3 个感官要求和相对密度、折光指数、旋光度、冻点、酯值及特征指标(香茅醇、橙花醇、香叶醇)6 个方面的理化要求。2016 年颁布实施了《GB 1886.263-2016 食品安全国家标准 食品添加剂 玫瑰净油》标准,该国家标准涉及色泽、状态、香气 3 个感官要求和酸值、酯值、重金属、总砷 4 项理化指标;2018 年颁布实施了《GB/T 22443-2018 中国苦水玫瑰精油》标准,规定了

中国苦水玫瑰精油的要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存和保质期等 8 个方面的质量要求,以供分析评价。

4 玫瑰精油的生物活性

玫瑰精油被称为“液体黄金”,不仅因为其昂贵的价格和极低的提取率,还因为它具有抗氧化、抗癌、消炎、平抚情绪、促进细胞再生等药理作用^[41],在化妆品、食品、保健品、医药领域中都有很高的应用价值。玫瑰精油生物活性的研究是其产品研发的重要环节,玫瑰精油在临床使用中有广泛的应用研究(表 5),掌握玫瑰精油的功效评价方法及作用机理,具有重要的经济价值。

表5 玫瑰精油临床应用研究

Table 5 Medical application of rose essential oils

序号 No.	药理作用 Pharmacological activities	植物材料 Plant materials	研究方法 Research methods	主要功能性成分 Major components	作用效果 Therapeutic effects	参考文献 References
1	抗氧化	大马士革蔷薇	体外GT1-7细胞实验	香茅醇, 香叶醇	H ₂ O ₂ 诱导的神经元死亡减少和对铝诱导的神经毒性具有保护作用;永生化下丘脑神经元的神经保护作用;对·DPPH、·OH和O ₂ ⁻ 均有清除活性	[42-43]
		滇红玫瑰	体外实验	香叶醇, 香茅醇	不同产地滇红玫瑰花精油均具有较好的自由基清除能力,但不同产地的抗氧化能力存在明显差异	[35]
2	抑菌作用	大马士革蔷薇	体外抑菌实验	未指出	对痤疮丙酸杆菌具有中等的抑菌活性,抑制直径为16.5±0.7 mm	[44]
		大马士革蔷薇	体外抑菌实验	苯乙醇(78.38%) 和β-胡萝卜素;α 和γ-生育酚;玫瑰 纯露:香茅醇和香 叶醇(>55%)	玫瑰净油和玫瑰精油对大肠杆菌、铜绿假单胞菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、紫色菌和胡萝卜弧菌具有较强的抑菌活性;对金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯菌、乙型副伤寒沙门菌属和大肠杆菌抑菌效果显著	[45]
		新疆玫瑰精油	体外抑菌实验	—	抑菌效果:粪肠球菌>戊糖片球菌>金黄色葡萄球菌>白色葡萄球菌>植物乳杆菌>大肠杆菌>枯草芽孢杆菌	[46-47]
3	肠道健康	大马士革蔷薇	大鼠实验	香叶醇、香茅醇	减少大鼠离体回肠运动	[48]
		平阴玫瑰	小鼠结肠炎模型评估	香叶醇、香茅醇	显著缓解DSS引起的肠通透性变化,改善小鼠体重和结肠长度;修复被破坏的黏蛋白层和结肠结构	[49]
4	情绪治疗	大马士革蔷薇	小鼠实验	香茅醇、香叶醇、 橙花醇;精油混 合液	缓解抑郁;降低了警觉性,冷静和放松心情反应得到了加强;缓解焦虑	[41]
		苦水玫瑰	小鼠实验	香茅醇、香叶醇	苦水玫瑰精油具有缓解小鼠焦虑的作用	[50]
5	改善睡眠	苦水玫瑰和 大马士革蔷薇	小鼠实验	—	苦水玫瑰精油和大马士革玫瑰精油均使ICR小鼠睡眠持续期明显增长	[51]
6	抗癌活性	大马士革蔷薇	体外细胞实验 人体实验	苯乙醇、香茅醇、 香叶醇、丁香酚	对HepG2和MCF7细胞显示出抗癌活性;精油抑制人结肠癌细胞系SW742和人成纤维细胞的生长	[52-53]
7	缓解疼痛	大马士革蔷薇	人体临床试验	—	疼痛降低,且持续时间减少	[54]
8	抗血栓	玫瑰精油	小鼠实验	—	明显改善单纯脑缺血小鼠缺血侧脑组织的病理形态,减轻神经细胞损伤	[55]

—表示文献中未提及相关内容

— means relative content is not referred in study

4.1 抗氧化活性

氧自由基是生物体代谢过程中的中间产物,过量的自由基会对生物体产生不利的损伤,对酶、蛋白质组织和碳水化合物都具有严重的损坏,导致膜脂的过氧化,过量的自由基直接或间接的参与关节炎、白内障、心脏病和癌症等疾病的发生^[42]。研究发现玫瑰精油具有良好的抗氧化活性,是很好的抗

氧化剂。Mizuno等^[42]通过永生化的下丘脑神经元细胞(GT1-7细胞)的体外测定系统,评估了玫瑰精油对过氧化氢(H₂O₂)、铝、锌或雌激素受体拮抗剂(他莫昔芬)诱导的神经元死亡的影响,结果发现大马士革玫瑰精油对H₂O₂诱导的神经元死亡有所减弱,对铝诱导的神经毒性具有保护作用。余锋^[43]以江西大马士革玫瑰精油为材料,发现剂量在1.5~

50 mg/mL 的精油对 DPPH 自由基、超氧阴离子自由基、羟自由基具有一定的清除活性。刘劲芸等^[35]研究发现不同产地滇红玫瑰花精油均具有较好的自由基清除能力,但不同产地的抗氧化能力存在明显差异。

4.2 抑菌活性

玫瑰精油能抑制细菌活性主要是由于其可溶解细菌的外层膜结构,破坏细菌的细胞结构后达到抑菌的效果。Zu^[44]等研究发现大马士革玫瑰精油对痤疮丙酸杆菌具有中等的抑菌活性,抑制直径为 16.5 ± 0.7 mm,最低抑菌浓度(MIC, minimum inhibitory concentration)为 0.016% (v/v),对癌细胞具有较强的杀菌作用。Ulusoy 等^[45]发现玫瑰净油和玫瑰精油对大肠杆菌、铜绿假单胞菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、紫色菌和胡萝卜弧菌具有较强的抑菌活性。米热古丽·伊马木等^[46]以新疆玫瑰精油为材料,发现其在浓度为 3% 时,对粪肠球菌、戊糖片球菌、金黄色葡萄球菌等均有抑制作用。李玉杰等^[47]通过蒸馏法提取获得香茅醇(90.37%)含量占比较高的玫瑰精油,并发现该玫瑰精油对绿脓杆菌、白色念珠菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌均有不同程度的抑制作用。

4.3 改善肠道功能活性

Sadraei 等^[48]用玫瑰精油处理离体小鼠肠道发现,大马士革玫瑰精油(2.5~160 $\mu\text{g/mL}$)中香叶醇和香茅醇在回肠收缩中起作用,使大鼠离体回肠运动减少,改善肠道功能。Raka 等^[49]采用通过右旋葡聚糖硫酸钠(DSS, dextran sodium sulfate)诱导的小鼠结肠炎模型评估了平阴玫瑰精油对肠道通透性的改善作用,研究表明平阴玫瑰精油具有很强的促进屏障恢复的潜力,可以作为一种很好的抗氧化剂和抗炎剂,显著缓解 DSS 引起的肠通透性变化,改善小鼠体重和结肠长度,修复被破坏的黏蛋白层和结肠结构。

4.4 情绪治疗

玫瑰精油气味芳香,关于玫瑰精油缓解焦虑、调节情绪的作用,文献古籍中均有使用记载。丁鸣等^[50]用苦水玫瑰精油、大马士革玫瑰精油两种精油对小鼠进行了急性嗅吸实验,在连续嗅吸 14 d 精油后分别进行高架十字迷宫模型(EPM, elevated plus-maze)和明暗箱模型(LDB, light-dark box)测试,与对照组相比,苦水玫瑰精油组无论是在 EPM 模型还是在 LDB 模型中均表现显著差异,长期嗅吸低浓度苦水玫瑰精油具有显著的抗焦虑效果,而大马士革

玫瑰精油则不具有抗焦虑功效。罗坤焱等^[51]通过定量定时给予癌症研究院(ICR, The Institute for Cancer Research)小鼠(美国癌症研究所选育的小鼠)嗅闻质量浓度分别为 0.01、0.1、1.0、10.0 mg/mL 的苦水玫瑰精油和大马士革玫瑰精油,研究其镇静催眠功效,发现苦水玫瑰精油和大马士革玫瑰精油均使 ICR 小鼠睡眠持续期明显增长,镇静催眠作用显著,且苦水玫瑰精油效果优于大马士革玫瑰精油。

4.5 抗癌等其他生物活性

玫瑰精油还具有抗癌活性,Hagag 等^[52]发现大马士革玫瑰浸膏和玫瑰净油对肝癌细胞系 HepG2 和人乳腺癌细胞系 MCF7 都表现出抗癌活性,且在 10 $\mu\text{g/ml}$ 的剂量下,两种提取物对正常人血淋巴细胞的细胞毒性和遗传毒性都是安全的,并指出高水平的苯乙醇与香叶醇和丁香酚一起发挥了抗癌作用。Rezaie-Tavirani 等^[53]研究发现大马士革玫瑰精油可以抑制人结肠癌细胞系 SW742 和人成纤维细胞系 ATCC 的增殖。

除了上述功能活性之外,玫瑰精油在辅助医疗领域可用于治疗原发性痛经及因情绪问题引起的各种疼痛^[54-55]。Tabrizi 等^[56]研究表明玫瑰精油还具有开发天然抗紫外线产品的潜力。Woo 等^[57]最新研究发现,受试者通过在夜间吸嗅玫瑰、薰衣草等精油,可改善认知和神经功能,从而促进大脑健康。

5 讨论与展望

近年来,玫瑰精油作为重要的化妆品、食品、保健品、药品的重要原料,已成为研究热点。我国油用玫瑰资源丰富,但开发及玫瑰精油的深加工技术起步较晚。我国油用玫瑰种植面积较大,但精油的特征品质与玫瑰精油国际标准要求的相差较大,而且缺乏符合我国玫瑰精油品质评价的标准及玫瑰精油功能活性的评价体系。基于以上问题,我国油用玫瑰研究需从以下几个方面进行改进和提升。

(1) 加大对我国原产油用玫瑰资源和引种栽培资源的挖掘与创新利用。目前,我国自主培育的玫瑰品种,如丰花玫瑰、苦水玫瑰、重瓣红玫瑰等都是桂味组玫瑰(*Rosa rugosa*)的杂交后代,其他资源如月季组的大花香水月季、木香组的木香花等都未进行开发利用^[3,5]。引种栽培的油用玫瑰品种资源在我国不同的地区栽培几十年,已形成了独特的生态型,例如小金县种植的大马士革蔷薇因生长在海拔 3000 m 以上,整个产区花期可持续 3 个月,大大提高

了玫瑰的产量,云南产区的百叶玫瑰气味清甜,香气持久。因此如何通过传统杂交育种方式,将其多次开花、丰花、香气清甜的优良性状与我国特有油用玫瑰资源优异性状进行聚合,是一个重要的研究方向。此外,随着生物技术的发展,虽然分子育种成为可能,但通过转基因等生物技术手段培育具有优良性状的油用玫瑰品种,仍是一项艰巨而长远的任务。

(2)加强玫瑰精油提取技术研发,优化玫瑰精油的提取工艺。我国玫瑰精油的提取技术研究相对滞后,产业中精油得率较低,生产中依靠提取设备的升级换代来提升精油得率现象较多,高效率精油提取技术的应用较少,需要更多科学研发投入到高效精油提取工艺流程的研发中。我国栽培油用玫瑰资源类型丰富,不同油用玫瑰资源的精油特性差异较大,需开发不同的提取工艺,如蔷薇类的油用玫瑰较耐高温蒸馏,月季类的油用玫瑰适合通过溶剂萃取法和超临界提取,玫瑰类的油用玫瑰经亚临界提取可获得更多的果香味,气味更为透发。此外,分子蒸馏技术可以将粗油分段精炼,超临界萃取法萃取的物质更为完全但气味与蒸馏法提取的玫瑰精油相差甚远,需探索更加精细化的分段方式以获得更为精准、纯度更高的单体成分。

(3)完善玫瑰精油的标准体系,制定符合我国特色的玫瑰精油评价系统。国际玫瑰精油标准中规定的主要成分包括香茅醇、香叶醇、丁香酚、丁香酚甲醚、玫瑰醚、乙酸香叶酯、苯乙醇及长链烷烃^[36]。根据精油中挥发性成分含量和嗅闻阈值,将不同玫瑰品种的精油按香气感官分为纯甜型、清甜型、浓甜型3种类型。大马士革蔷薇为纯甜型,我国的苦水玫瑰和平阴的丰花玫瑰为浓甜型^[35],与国际玫瑰精油标准相比,平阴玫瑰精油含有较高的香茅醇、香叶醇及芳樟醇,但其丁香酚等含量偏高,香气品质被认为浓烈偏干、不柔和^[37];苦水玫瑰油中含有较高的香茅醇、香叶醇及芳樟醇等主香成分,同时含有较多的2-十一酮、2-十三酮、2-十四酮、2-十五酮,这些酮类成分使苦水玫瑰精油略带油脂气^[25]。因此,我国亟需补充完善符合我国玫瑰精油品质评价的标准,满足市场的需求。另外,中国不同种植区域的大马士革玫瑰精油、妙峰山玫瑰精油等缺乏相关标准,需尽快建立符合我国生产实际的玫瑰精油标准,以填补空白。

(4)建立完善的应用和评价体系,开发中国特色玫瑰产业发展道路。我国的油用玫瑰资源如玫

瑰不仅是重要的香料植物,还是药食同源性植物,针对不同的应用领域建立相应的评价体系,拓展我国玫瑰精油的适用领域。如我国自古有食用玫瑰花茶、饮用玫瑰花露等传统,其缓解焦虑、缓解经期疼痛等功效已经被国人认知并广泛使用,但作用机理尚不明确。平阴丰花玫瑰的香茅醇、香叶醇、芳樟醇及丁香酚含量偏高,这些成分的高含量在香精香料应用领域不占优势,在医药领域则是良好功能活性的主要因素。丁鸣等^[50]研究发现长期嗅吸苦水玫瑰精油可以显著缓解小鼠焦虑,而大马士革玫瑰精油并不具备抗焦虑功效,Hagag等^[52]研究指出玫瑰精油的抗癌活性是由于高水平的苯乙醇、香叶醇和丁香酚一起发挥了抗癌作用。因此,深入挖掘我国特色油用玫瑰品种的特征成分,突出我国玫瑰精油成分的特色与医药功能活性,建立完善的功能活性研究和评价体系,打破我国玫瑰精油在香精香料领域的应用限制,向世界展示我国油用玫瑰的特色功能和作用,也是我国油用玫瑰研究和玫瑰玫瑰产业发展的一个重要方向。

参考文献

- [1] 俞德浚.中国植物志:第37卷.北京:科学出版社,1985:361
Yu D J. Flora of China: Vol 37. Beijing: Science Press, 1985:361
- [2] 张佐双,朱秀珍.中国月季.北京:中国林业出版社,2005:1
Zhang Z S, Zhu X Z. Rose of China. Beijing: China Forestry Publishing House, 2005:1
- [3] 刘玉春.油用玫瑰的开发利用.化工时刊,1991(6):20-24
Liu Y C. Application of oil-bearing roses. Chemical Industry Times, 1991(6):20-24
- [4] 王辉,姚雷.油用玫瑰国内外发展现状和研究进展.香料香精化妆品,2012,4(2):47-51
Wang H, Yao L. Domestic-overseas current situation and research progress of oil-bearing rose. Flavour France Cosmetics, 2012, 4(2):47-51
- [5] 侯秋梅,周洪英.玫瑰种质资源及杂交育种研究现状.贵州农业科学,2022,50(1):14-22
Hou Q M, Zhou H Y. Research status of *rosa rugosa* germplasm resources and cross breeding. Guizhou Agricultural Sciences, 2022, 50(1):14-22
- [6] 王辉.我国蔷薇属芳香资源及其开发利用现状.香料香精化妆品,2018,12(6):63-67
Wang H. The aromatic resources of genus *rosa* and their development and utilization in China. Flavour France Cosmetic, 2018, 12(6):63-67
- [7] Kovacheva N, Rusanov K, Atanassov I. Industrial cultivation of oil bearing rose and rose oil production in Bulgaria during 21st Century, directions and challenges, Biotechnology &

- Biotechnological Equipment, 2010, 24:2, 1793-1798
- [8] 王洪乾,寇亚平,姚晨阳,孟昭阳,王晶晶,贾瑞冬,赵鑫,葛红,杨树华.基于HS-SPME-GC-MS测定5种蔷薇属植物花瓣挥发性成分.植物遗传资源学报,2023,24(6):1626-1638
Wang H Q, Kou Y P, Yao C Y, Meng Z Y, Wang J J, Jia R D, Zhao X, Ge H, Yang S H. Detection of volatile organic compounds in five rose petals based on headspace solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Plant Genetic Resources, 2023, 24(6): 1626-1638
- [9] 李春丽,赵娅敏,杨军丽.玫瑰花提取工艺、化学成分及其生物活性研究进展.分析测试技术与仪器,2020,26(4):249-257
Li C L, Zhao Y M, Yang J L. Progress in extraction technology, chemical composition and biological activity of rose. Analysis and Testing Technology and Instruments, 2020, 26(4): 249-257
- [10] 张建成.大马士革玫瑰精油提取和综合利用.北京:北京化工大学,2015
Zhang J C. Extraction of essential oil from *Rosa damascena* Mill and its general utilize. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2015
- [11] Baydar H. Oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) cultivation and rose oil industry in Turkey. Europe Cosmetics, 2006, 14(6):13-17
- [12] 宋佳,孟庆华,潘仙华.玫瑰精油化学成分与香型特征的相关性研究.香料香精化妆品,2018(1):5-12,19
Song J, Meng Q H, Pan X H. Study on the correlation between the chemical components and the odor type of rose essential oil. Flavour France Cosmetics, 2018(1):5-12,19
- [13] Mileva M, Ilijeva Y, Jovtchev G, Gateva S, Zaharieva M M, Georgieva A, Dimitrova L, Dobрева A, Angelova T, Vilhelmova-Ilijeva N, Valcheva V, Najdenski H. Rose flowers- A delicate perfume or a natural healer? Biomolecules, 2021, 11:127
- [14] 彭志云,宋海慧,魏正平.甘肃苦水玫瑰产业现状与发展思路.甘肃科技,2020,36(2):1-6
Peng Z Y, Song H H, Wei Z P. The current situation and development ideas of the rose industry in Kushui. Gansu Science and Technology, 2020, 36(2): 1-6
- [15] 李波,王丽君,苗保河,李继勇.北京妙峰山玫瑰产业综合开发利用探索.中国食品,2021(2):56-58
Li B, Wang L J, Miao B H, Li J Y. Exploration of comprehensive development and utilization of rose industry in Miaofengshan, Beijing. Chinese Food, 2021(2): 56-58
- [16] 徐学军,牛元,徐琼,赵亚兰,代立兰,把存礼.甘肃省苦水玫瑰产业现状及发展建议.农业科技与信息,2023(4):157-159,163
Xu X J, Niu Y, Xu Q, Zhao Y L, Dai L L, Ba C L. The current situation and development suggestions of Kushui Rose industry in Gansu province. Agricultural Technology and Information, 2023(4):157-159,163
- [17] 苏枫,刘光涛.平阴玫瑰实力出圈.小康,2023,525(16):46-47
Su F, Liu G T. Pingyin Rose has achieved outstanding results. Xiaokang, 2023, 525(16): 46-47
- [18] 黄待富,张利平,陈朝群,王庆莉,马永慧,郭懋.阿坝州小金县高原食用玫瑰生态气候分析与区划.中国农业资源与区划,2020,41(7):134-142
Huang D F, Zhang L P, Chen C Q, Wang Q L, Ma Y H, Guo M. Ecological climate analysis and regionalization of edible rose on plateau in Xiaojin county, Aba Tibetan prefecture. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(7): 134-142
- [19] 陈昆,杨云福,方卫山,刘峰,杨永华,高谦.云南食用玫瑰花产业现状及发展研究.南方农机,2022,53(6):6-8
Chen K, Yang Y F, Fang W S, Liu F, Yang Y H, Gao Q. Research on the current situation and development of Yunnan's edible rose industry. Southern Agricultural Machinery, 2022, 53(6): 6-8
- [20] Rusanov K, Kovacheva N, Dobрева A, Atanassov I. *Rosa damascena* Mill. (Rose). in medicinal, aromatic and stimulant plants. Switzerland: Springer Cham, 2020: 467-500
- [21] 高莹,潘奕彤,张萌,冯玉.水蒸气蒸馏提取玫瑰精油工艺的优化.广东化工,2016,43(7):35-36
Gao Y, Pan Y T, Zhang M, Feng Y. Optimization of the process for extracting rose essential oil by steam distillation. Guangdong Chemical Industry, 2016, 43(7): 35-36
- [22] 徐晓俞,郑开斌,李爱萍.大马士革玫瑰精油提取方法对比试验.福建农业科技,2017,48(4):6-7
Xu X Y, Zheng K B, Li A P. Comparison of extraction methods of essential oil from Damascus rose. Fujian Agricultural Science and Technology, 2017, 48(4): 6-7
- [23] 毛佩芝,王龙虎,雷高明.玫瑰干花精油提取方法比较研究.中国现代应用药学,2017,34(4):538-541
Mao P Z, Wang L H, Lei G M. Comparative study of extraction methods of rose flower essential oil. The Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2017, 34(4): 538-541
- [24] 郭永来,吕传润,赵杰,张静菊,刘泗明.利用分子蒸馏技术提取玫瑰油的工艺研究.香料香精化妆品,2010(4):11-13
Guo Y L, Lyu C R, Zhao J, Zhang J J, Liu S M. Study on extraction technology for rose oil by molecular distillation. Perfume Essence Cosmetics, 2010(4): 11-13
- [25] 薛晓丽.超临界CO₂萃取玫瑰精油的优化工艺研究.江苏农业科学,2010(2):307-309
Xue X L. Study on optimization supercritical carbon dioxide extraction technology for rose oil. Jiangsu Agricultural Sciences, 2010(2): 307-309
- [26] 张娜.玫瑰精油的提取工艺研究进展.广东饲料,2017,26(9):39-40
Zhang N. Research progress on the extraction process of rose essential oil. Guangdong Feed, 2017, 26(9): 39-40
- [27] 郭胜旭. CHCl₃亚临界萃取-分子蒸馏相结合提取玫瑰精油.兰州:兰州大学,2015
Guo S X. Combined extraction of rose essential oil using

- CHClF₂ subcritical extraction and molecular distillation. Lanzhou: Lanzhou University, 2015
- [28] 郭永来, 梁丽, 张静菊, 许林兴, 杨祖惠, 李洪英. 利用亚临界流体萃取玫瑰油的研究. 香料香精化妆品, 2021(4): 17-20, 28
Guo Y L, Liang L, Zhang J J, Xu L X, Yang Z H, Li H Y. Study on extraction of rose oil by subcritical fluid. Perfume Essence Cosmetics, 2021(4): 17-20, 28
- [29] 黄俊魏, 唐琳, 陈浩. 超声波分级提取玫瑰精油和色素的工艺优化. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(6): 2123-2130
Huang J W, Tang L, Chen H. Optimization of technology for ultrasound-assisted sequential extraction of rose essential oil and pigment. Journal of Food Safety and Quality, 2015, 6(6): 2123-2130
- [30] 周学森, 蒋玉梅, 毕阳, 李霖昕, 齐治国, 张顺花. 苦水玫瑰精油提取及其成分的GC/MS分析. 食品工业科技, 2009, 30(11): 226-229
Zhou X S, Jiang Y M, Bi Y, Li J X, Qi Z G, Zhang S H. Extraction and GC/MS analysis of essential oil from Kushui Rose. Food Industry Technology, 2009, 30(11): 226-229
- [31] 寇伟. 玫瑰精油的提取及研究. 化工设计通讯, 2016, 42(5): 48
Kou W. Extraction and research of rose essential oil. Chemical Design Communication, 2016, 42(5): 48
- [32] 杨妹婷, 常珺, 孙瑞青, 郝瑞杰. 盐渍处理对玫瑰精油品质的影响. 江苏农业科学, 2021, 49(3): 161-169
Yang S T, Chang J, Sun R Q, Hao R J. The effect of salt treatment on the quality of rose essential oil. Jiangsu Agricultural Sciences, 2021, 49(3): 161-169
- [33] 冯庆华. 玫瑰精油系列产品的提取及工艺研究. 兰州: 兰州大学, 2010
Feng Q H. Extraction and process research of rose essential oil series products. Lanzhou: Lanzhou University, 2010
- [34] 张建成. 大马士革玫瑰精油提取和综合利用. 北京: 北京化工大学, 2015
Zhang J C. Extraction of essential oil from rosa damascena mill and its general utilize. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2015
- [35] 刘劲芸, 常健, 蒋卓芳, 徐重军, 陈婉, 吴恒. 滇红玫瑰精油超临界CO₂萃取工艺、挥发性成分及抗氧化活性研究. 食品与机械, 2023, 39(3): 175-182
Liu J Y, Chang J, Jiang Z F, Xu C J, Chen W, Wu H. Study on supercritical CO₂ extraction process, volatile components and antioxidant activity of rose oil from Dianhong rose. Food and Machinery, 2023, 39(3): 175-182
- [36] 张琦, 李斌, 孟宪军, 刘辉, 柯大俭, 金玉松. 超临界萃取和分子蒸馏技术对玫瑰精油提取分离的研究. 中国粮油学报, 2006, 21(2): 72-74
Zhang Q, Li B, Meng X J, Liu H, Ke D J, Jin Y S. Extracting and separating rose essential oil with supercritical fluid and molecular distillation. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2006, 21(2): 72-74
- [37] 何熹, 韩宁, 庄桂东. 利用CO₂超临界二次萃取方法提取玫瑰精油. 安徽农业科学, 2009, 37(8): 3353-3356
He X, Han N, Zhuang G D. Rose essential oil extracted by supercritical CO₂ reextraction. Anhui Agricultural Sciences, 2009, 37(8): 3353-3356
- [38] 常进文, 曹珊, 阳辉文, 徐晶, 李旭亮, 喻文琴. 用亚临界四号溶剂和分子蒸馏技术提取苦水玫瑰挥发油. 香料香精化妆品, 2013, 41(1): 11-13
Chang J W, Cao S, Yang H W, Xu J, Li X L, Yu W Q. Application of subcritical 4# solvent and molecular distillation technology on extraction of Ku-shui rose volatile oil. Perfume Essence Cosmetics, 2013, 41(1): 11-13
- [39] 赵国建, 赵悦菡, 卢龙啸, 侯召华. 分子蒸馏技术提取玫瑰精油及其成分分析. 特产研究, 2020, 42(3): 53-58
Zhao G J, Zhao Y H, Lu L X, Hou Z H. Extraction of rose essential oil by molecular distillation technique and its components analysis. Specialty Research, 2020, 42(3): 53-58
- [40] 徐文, 王彬, 昌鲁. 超声波辅助同时蒸馏萃取制备玫瑰油的工艺研究. 香料香精化妆品, 2021(4): 21-24, 80
Xu W, Wang B, Chang L. Optimization of technology for ultrasound-assisted sequential extraction of rose essential oil and pigment. Perfume Essence Cosmetics, 2021(4): 21-24, 80
- [41] Nayebia N, Khalilib N, Kamalinejad M, Emtiazy M. A systematic review of the efficacy and safety of Rosa damascena Mill. with an overview on its phytopharmacological properties. Complementary Therapies in Medicine, 2017, 34: 129-140
- [42] Mizuno D, Konoha-Mizuno K, Mori M, Yamazaki K, Haneda T, Koyama H, Kawahara M. An in vitro system comprising immortalized hypothalamic neuronal cells (GT1-7Cells) for evaluation of the neuroendocrine effects of essential oils. Evidence-Based Complement Alternat Med, 2015, 2015: 343942
- [43] 余峰. 玫瑰精油的提取、分析与应用研究. 南昌: 南昌大学, 2011
Yu F. Extraction, analysis, and application research of rose essential oil. Nanchang: Nanchang University, 2011
- [44] Zu Y, Yu H, Liang L, Hu Y J, Efferth T, Liu X, Wu N. Activities of ten essential oils towards Propionibacterium acnes and PC-3, A-549 and MCF-7 cancer cells. Molecules, 2010, 15(5): 3200-3210
- [45] Ulusoy S, Boşgelmez-Tinaz G, Seçilmiş-Canbay H. Tocopherol, carotene, phenolic contents and antibacterial properties of rose essential oil, hydrosol and absolute. Current Microbiology, 2009, 59(5): 554-558
- [46] 米热古丽. 伊马木, 余雄, 阿依古丽, 龙宣杞, 王恬. 三种植物精油抑菌效果的研究. 新疆农业科学, 2011, 48(6): 1044-1048
Miregui Y, Yu X, Ayigud, Long X Q, Wang T. Study on antimicrobial activity of the three plant essential oils. Xinjiang Agricultural Sciences, 2011, 48(6): 1044-1048
- [47] 李玉杰, 刘晓蕾, 刘霞, 吴楠, 彭霄, 梁璐, 付玉杰. 玫瑰精油的化学成分及其抗菌活性. 植物研究, 2009, 29(4): 488-491
Li Y J, Liu X L, Liu X, Wu N, Peng X, Liang L, Fu Y J.

- Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from *Rosa rugosa* Thunb. *Plant Research*, 2009, 29 (4) : 488-491
- [48] Sadraei H, Asghari G, Emami S. Inhibitory effect of *Rosa damascena* Mill flower essential oil, geraniol and citronellol on rat ileum contraction. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 2012, 8(1):17-23
- [49] Raka R N, Xiao J, Wu H, Lv W, Ding Z, Cao Y, Li X, Sun J, Luan K. Pingyin rose essential oil restores intestinal barrier integrity in DSS-induced mice colitis model. *Food Research International*, 2023, 164:112362
- [50] 丁鸣, 马晓红, 张楠, 姚雷. 2种玫瑰精油对小鼠的抗焦虑作用. *上海交通大学学报:农业科学版*, 2019, 37(6):25-29
Ding M, Ma X H, Zhang N, Yao L. Anxiolytic efficacy of two kinds of rose essential oil on mice. *Journal of Shanghai Jiao Tong University: Agricultural Science Edition*, 2019, 37 (6) : 25-29
- [51] 罗坤焱, 马晓红, 姚雷, 李玉红. 2种玫瑰精油的镇静催眠作用. *上海交通大学学报:农业科学版*, 2018, 36(6):26-31
Luo K D, Ma X H, Yao L, Li Y H. Study on the hypnotic effect of two kinds of rosa essential oils. *Journal of Shanghai Jiao Tong University: Agricultural Science Edition*, 2018, 36 (6) : 26-31
- [52] Hagag H A, Bazaid S A, Abdel-Hameed el-SS, Salman M. Cytogenetic, cytotoxic and GC-MS studies on concrete and absolute oils from Taif rose, Saudi Arabia. *Cytotechnology*, 2014, 66(6):913-923
- [53] Rezaie-Tavirani M, Fayazfar S, Heydari-Keshel S, Rezaee MB, Zamanian-Azodi M, Rezaei-Tavirani M, Khodarahmi R. Effect of essential oil of *Rosa Damascena* on human colon cancer cell line SW742. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*, 2013, 6(1):25-31
- [54] Marofi M, Sirousfard M, Moeini M, Ghanadi A. Evaluation of the effect of aromatherapy with *Rosa damascena* Mill. on postoperative pain intensity in hospitalized children in selected hospitals affiliated to Isfahan University of Medical Sciences in 2013: A randomized clinical trial. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 2015, 20(2):247-54
- [55] 库文波, 甘露, 安晓晶, 马建慧, 陈虹, 郑秋生, 王振华. 玫瑰精油抗血栓形成作用. *食品科学*, 2011, 32(11):270-272
She W B, Gan L, An X J, Ma J H, Chen H, Zheng Q S, Wang Z H. Anti-thrombosis effect of rose essential oil. *Food Science*, 2011, 32(11):270-272
- [56] Tabrizi H, Mortazavi S, Kamalinejad M. An in vitro evaluation of various *Rosa damascena* flower extracts as a natural antisolar agent. *International Journal of Cosmetic Science*, 2003, 25(6) : 259-265
- [57] Woo C C, Miranda B, Sathishkumar M, Dehkordi-Vakil F, Yassa M A, Leon M. Overnight olfactory enrichment using an odorant diffuser improves memory and modifies the uncinat fasciculus in older adults. *Frontiers in Neuroscience*, 2023, 17: 1200448