北京林业大学学报
JOURNAL OF BEIJING FORESTRY UNIVERSITY

极端生境塑造的高值化特色资源：和田玫瑰品质形成机制、功能特性与产业化发展

徐睿 王宇慧 袁欣悦 王辉 马莎 刘天志 马超

Habitat-driven high-value specialty resource: a review of quality formation mechanisms, functional properties, and industrial development of Hetian rose

Xu Rui, Wang Yuhui, Yuan Xinyue, Wang Hui, Ma Sha, Liu Tianzhi, Ma Chao

引用本文:
徐睿, 王宇慧, 袁欣悦, 王辉, 马莎, 刘天志, 马超. 极端生境塑造的高值化特色资源：和田玫瑰品质形成机制、功能特性与产业化发展[J]. 北京林业大学学报, 2026, 48(5):1–14. doi: 10.12171/j.1000–1522.20250501
Xu Rui, Wang Yuhui, Yuan Xinyue, Wang Hui, Ma Sha, Liu Tianzhi, Ma Chao. Habitat–driven high–value specialty resource: a review of quality formation mechanisms, functional properties, and industrial development of Hetian rose[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2026, 48(5):1–14. doi: 10.12171/j.1000–1522.20250501

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20250501

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

杜仲产业化进程中的瓶颈问题及其解决对策

Bottleneck problems and their solutions in the industrialization process of *Eucommia ulmoides*

北京林业大学学报, 2025, 47(3): 1–6. https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20250028

苦水玫瑰中49项营养及活性成分指标分析与评价

Analysis and evaluation of 49 nutritional and active component indexes of Kushui rose (*Rosa setate* × *R. rugosa*)

北京林业大学学报, 2023, 45(2): 120–128. https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20220444

芍药科植物种子营养成分与生物活性成分研究进展

Research progress of nutritional components and bioactive components in Paeoniaceae plant seeds

北京林业大学学报, 2026, 48(1): 1–11. https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20250323

京津冀地区生态基础设施生境质量产业发展耦合协调性分析与预测

Coupling coordination and prediction analysis of ecological infrastructure, habitat quality and industrial development in the Beijing–Tianjin–Hebei region of northern China

北京林业大学学报, 2021, 43(3): 96–105. https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20200346

沙棘果实中主要活性成分质量分布

A review on mass distribution of active components from *Hippophae rhamnoides* fruits

北京林业大学学报, 2021, 43(1): 144–152. https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20200236

兰州市典型夏花树种功能性状对城市异质生境的响应

Responses of typical plant functional traits among summer–flowering tree species in heterogeneous city habitats in Lanzhou City of northwestern China

北京林业大学学报, 2023, 45(10): 90–99. https://doi.org/10.12171/j.1000–1522.20210476

DOI:10.12171/j.1000−1522.20250501

极端生境塑造的高值化特色资源:和田玫瑰品质形成机制、功能特性与产业化发展

徐 睿[1] 王宇慧[1] 袁欣悦[1] 王 辉[2] 马 莎[3] 刘天志[4] 马 超[1]
(1. 北京林业大学生物科学与技术学院,北京 100083;2. 上海植物园,上海 200231;3. 中国林学会,北京 100091;
4. 新疆和田阳光沙漠玫瑰有限公司,新疆 和田 848000)

摘要:和田玫瑰为蔷薇科蔷薇属植物,是适应新疆极端干旱生境的特有玫瑰品种。本文系统综述了其生境特征、遗传背景、活性成分、药理功效及产业化现状,深刻阐明了极端生境胁迫与其品质形成的关联机制。分子证据表明,和田玫瑰是经历长期地域隔离进化形成的独立遗传支系。在长期极度干旱、强紫外辐射、大温差及局部盐碱胁迫的共同作用下,其进化出以节水保水、抗氧化防御增强和次生代谢重塑为特征的适应性机制。这种生境选择显著促进了其体内活性成分的定向富集,其特有的挥发油、黄酮类、多酚类及大分子多糖的含量,均显著优于苦水玫瑰和丰花玫瑰等常规品种。这些成分构成了其卓越药效的物质基础,使其在抗炎抗氧化、调节糖脂代谢、抗肿瘤及镇静安神等方面展现出广阔的健康应用潜力。尽管和田玫瑰在传统维药、特色食品初加工及化妆品精油领域已具一定规模,但其深度产业化正面临双重制约:一是受限于尚未纳入国家新食品原料目录的法规准入壁垒;二是特征成分及精油标准体系的缺失导致深加工受阻,造成了高优资源低值化利用的结构性矛盾。本综述旨在厘清和田玫瑰的科学内涵,为其从区域初级农产品向高值化、合规化功能原料转型提供科学依据。未来产业突围需协同推进新食品原料申报、全产业链质量标准构建及地理标志品牌塑造,为新疆特色资源的跨领域开发提供参考。

关键词:和田玫瑰;极端生境;遗传背景;活性成分;功能性质;产业化
中图分类号:S567.1*9;Q949.751.8;TS201.2 **文献标志码**:A **文章编号**:1000−1522(2026)05−0001−14
引文格式:徐睿,王宇慧,袁欣悦,等. 极端生境塑造的高值化特色资源:和田玫瑰品质形成机制、功能特性与产业化发展[J]. 北京林业大学学报,2026,48(5):1−14. Xu Rui, Wang Yuhui, Yuan Xinyue, et al. Habitat-driven high-value specialty resource: a review of quality formation mechanisms, functional properties, and industrial development of Hetian rose[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2026, 48(5): 1−14.

Habitat-driven high-value specialty resource: a review of quality formation mechanisms, functional properties, and industrial development of Hetian rose

Xu Rui[1] Wang Yuhui[1] Yuan Xinyue[1] Wang Hui[2] Ma Sha[3] Liu Tianzhi[4] Ma Chao[1]
(1. School of Biological Sciences and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;
2. Shanghai Botanical Garden, Shanghai 200231, China;
3. Chinese Society of Forestry, Beijing 100091, China;
4. Xinjiang Hetian Sunshine Desert Rose Co., Ltd., Hetian 848000, Xinjiang, China)

Abstract: Hetian rose (*Rosa damascena* 'Hetian') is a species of the genus *Rosa* in the family Rosaceae, representing a unique rose variety adapted to the extreme arid environment of Xinjiang. This review systematically summarizes its genetic background, bioactive profile, functional properties, and

收稿日期: 2025−12−15 **修回日期:** 2026−04−04
基金项目: 新疆维吾尔自治区重点研发计划(2025B02007-3)。
第一作者: 徐睿。主要研究方向:新疆特色植物资源功能成分解析与产品开发。Email: xurui1684@163.com 地址:100083 北京市海淀区清华东路 35 号北京林业大学生物科学与技术学院。
责任作者: 马超,博士生导师,教授。主要研究方向:森林药食资源质量评价与功能开发。Email: machao@bjfu.edu.cn 地址:同上。
本刊网址: https://j.bjfu.edu.cn; https://journal.bjfu.edu.cn

industrialization, elucidating the mechanisms between environmental stress and its superior quality. Current research indicates that Hetian rose represents an independent genetic lineage. Under the combined effects of long-term drought, intense radiation, large temperature fluctuations, and localized saline-alkali stress, it has developed an adaptive mechanism characterized primarily by water conservation and retention, enhanced antioxidant defense, and secondary metabolism remodeling. This adaptation promotes the enrichment of volatile oils, flavonoids, polyphenols, and polysaccharides, with contents significantly superior to conventional varieties such as Kushui and Fenghua roses, demonstrating excellent antioxidant activity and glucolipid metabolism regulatory effects. Although it has shown potential in essential oil extraction and specialty food primary processing, its industrialization faces dual constraints of compliance and technical depth due to limitations arising from its exclusion from the new food raw material catalog and the absence of a standardization system. This review aims to provide a basis for the transformation of Hetian rose from a regional characteristic resource to a high-value, compliant functional food ingredient, and to offer references for the construction of relevant standard systems and cross-disciplinary applications.

Key words: Hetian rose (*Rosa damascena* ‘Hetian’); extreme environments; genetic background; bioactive components; functional properties; industrialization

和田玫瑰(*Rosa damascena* ‘Hetian’)，又称小枝玫瑰，是蔷薇科(Rosaceae)蔷薇属(*Rosa*)中适应极端干旱环境的独特种质资源，作为防风固沙的先锋灌木，已有逾 300 年的栽培与应用历史。和田玫瑰的核心产区分布于塔克拉玛干沙漠边缘，长期强光照、大温差及干旱胁迫驱动了体内次生代谢防御系统的高效表达，诱导其形成了具有显著特异性的次生代谢谱。多项对比研究证实，和田玫瑰不仅在苯丙氨酸、酪氨酸等必需氨基酸含量上优于苦水玫瑰(*R. sertata* × *R. rugosa*)和平阴重瓣红玫瑰(*R. rugosa* ‘Plena’)[1]，其黄酮类化合物含量更是显著高于紫枝玫瑰(*R. rugosa* ‘Zizhi’)与丰花玫瑰(*R. rugosa* ‘Fenghua’)[2]。更为关键的是，特定的地理与气候因子诱导了其挥发性香气成分、没食子酸、原花青素及矿物元素的定向富集，赋予了其卓越的抗氧化活性与糖脂代谢调节能力[3−5]。这种基于环境筛选的物质基础，构成了和田玫瑰区别于其他商业栽培品种的核心竞争壁垒。

近年来，和田玫瑰的种植规模持续扩张，截至 2025 年底，和田玫瑰种植面积已达 8.57 万亩，年产鲜花 1.5 万 t[6]。尽管和田玫瑰花酱、精油等初级加工产品在新疆产地已形成一定产业规模，但受制于国家新食品原料目录准入缺失及特征成分质量评价标准缺位，精深加工产品开发滞缓，难以切入高端功能食品与现代医药主流市场，市场认可度与附加值提升受限，高值资源低值化利用的结构性矛盾亟待破解。

鉴于此，本文系统评述和田玫瑰的遗传背景特异性、活性成分的富集规律及其药理机制；针对当前产业面临的法规准入与技术升级难题，探讨由初级农产品向高值化、合规化功能原料转型的科学路径。旨在厘清和田玫瑰作为新疆特色种质资源的科学内涵，并围绕法规准入、标准构建、精深加工与区域品牌塑造等关键维度，为其规范化开发和高值化利用提供实践参考。

1 和田玫瑰的生境特征

和田玫瑰是蔷薇科蔷薇属落叶丛生灌木，株高 1.5 ~ 2.5 m。茎枝青灰色，密被皮刺；奇数羽状复叶互生，小叶 5 ~ 9 片，革质，呈椭圆形至卵状披针形，叶缘具有尖锐锯齿，叶面深绿色且具有蜡质光泽，无毛，叶背灰绿色，密被绒毛或腺毛；托叶大部分贴生于叶柄。花单生或 2 ~ 3 朵簇生，花径 5 ~ 7 cm，花瓣 15 ~ 25 枚，呈砖红色或紫红色，偶见其他颜色，重瓣性显著，果实为橙红色瓶球形蔷薇果。

和田玫瑰核心分布区集中于塔克拉玛干沙漠南缘的和田、墨玉、洛浦三县绿洲带，位于海拔 1 200 ~ 1 500 m 的冲积扇中下部，该区域多为砂壤土，质地疏松透气，既防涝渍又利于深根系吸收深层地下水；年均日照 3 000 h，总辐射达 6 500 MJ/m^2，昼夜温差 15.8 ~ 20.4 ℃[7−9]，强光合效能驱动花瓣增厚与芳香物质合成[10]；年均降水不足 50 mm 而蒸发量高达 2 700 mm，长期干旱胁迫促使其进化出深根系、厚角质层及高效水分利用机制，并显著富集多酚等次生代谢产物[11−13]，盐碱化土壤胁迫进一步促进原花青素合成[14]，与塔克拉玛干沙漠南缘特殊的生态地质环境形成了紧密的协同适应关系[15]。

持续干旱、强辐射、大温差及局部盐碱胁迫共同作用，可诱导和田玫瑰发生水分亏缺、渗透失衡与氧化胁迫，并进一步激活脱落酸信号、抗氧化防御体系

及逆境应答相关转录调控网络。干旱胁迫不仅引起水分利用效率提升，ABA 等激素信号重构及渗透调节增强[13]，还会促使资源分配由“生长维持优先”转向“防御性次生代谢优先”。研究表明，中度干旱处理虽会抑制植株生长并降低叶绿素含量，却显著促进总酚、酚酸类及部分黄酮组分积累[16]。由此推测，水分亏缺条件下，和田玫瑰对逆境的适应并非仅仅表现为生长受限，更重要的是通过代谢资源再分配，进而强化防御性化学成分合成，从而推动酚类、黄酮等适应性代谢物富集。此外，盐碱胁迫则可通过 MYB5 及其下游 ANR、TPS31 等调控模块[14]，影响原花青素与倍半萜等品质相关次生代谢物的积累。因此，和田玫瑰在长期环境筛选下逐步形成了以节水保水、抗氧化防御增强和次生代谢重塑为特征的适应性机制，其中渗透调节与抗氧化防御协同作用，维持其在极端生境中的基本生长稳定性[17]，强光和 UV-B 辐射进一步加剧光氧化胁迫，激活苯丙烷–黄酮及萜类代谢途径，促进多酚、黄酮、原花青素和挥发性芳香成分的富集。由此可见，和田玫瑰独特的地域分布使其历经极端生境的长期选择压力，进而塑造了显著区别于其他产地的玫瑰品种的特色次生代谢谱。

2　和田玫瑰的遗传背景

目前，我国用于精油提取、食品、药品及花茶等产业化的核心玫瑰品种包括重瓣红玫瑰、苦水玫瑰和大马士革玫瑰（*R. damascena*）等，其中，重瓣红玫瑰是国家卫健委明确可作为普通食品生产经营的品种[18]，也是《中华人民共和国药典》收载的药用玫瑰的基原物种。和田玫瑰尽管在新疆地区具有长期的食用历史，但尚未被纳入新资源食品，也未获得普通食品的生产经营资格，这严重制约了和田玫瑰的产业化发展。因此，系统阐明和田玫瑰的遗传背景，明确其与国内主栽品种的分子差异，可以为其功能定位、品种权保护及高值化开发利用提供关键科学依据。

现有分子证据显示，和田玫瑰与大马士革玫瑰存在较近亲缘关系：基于 ITS2 与叶绿体 matK 等标记的研究提示其可能源于欧洲蔷薇类群并与大马士革玫瑰聚类[19–20]。但多位点证据也提示其并非传统大马士革玫瑰的简单归并：核基因 *GAPDH* 与叶绿体 cpDNA 联合分析显示其种内遗传距离较大，且与其他栽培品种呈明显分化，支持其作为独立遗传单元的可能，并提示杂交起源背景[21]。为提升分辨率，宋垚等[22]进一步整合 ITS（尤其 ITS2）与 atpB-rbcL 等高多态序列的研究，将法国蔷薇（*R. gallica*）确认为母本，并提出其与大马士革玫瑰存在共同亲本来源，澄清了将其简单归并为传统大马士革玫瑰或重瓣红玫瑰的认知偏差[23]。现有研究的多基因位点证据共同证实，和田玫瑰是经过长期地域隔离、适应性进化的独立品种。因此，由于遗传背景的特殊性，直接套用现有玫瑰的分类标准存在科学性偏差，亟须建立独立的种质评价体系。

3　和田玫瑰的活性成分

和田玫瑰的化学成分复杂多样，目前已分离鉴定的化合物涵盖了多个化学类别。根据物理性质的差异，其主要活性成分可划分为挥发性成分与非挥发性成分两大类（表 1）。其中，挥发性成分以单萜醇类及其酯类为主，赋予了其独特的香气特征；而非挥发性成分则主要包括黄酮醇苷、花色苷、酚酸及多糖等，是其发挥抗氧化、抗疲劳等药理活性的主要贡献者。

3.1　挥发油

挥发油是玫瑰提取物的核心活性组分，但新鲜玫瑰花中其天然含量较低，通常仅为 0.03% ~ 0.04%[37]。和田玫瑰挥发油含量丰富且高沸点组分占比较大，主要的芳香来源于醇类、醛类、烷烃类。陈秋鹏等[28]通过水蒸气蒸馏法从和田玫瑰中提取精油，利用 GC-MS 指纹图谱计算出其主要香气成分占总挥发性成分的 60%，其中柠檬醛含量达 20.984%[3]。安比芳等[26]进一步将 GC-MS 与电子鼻技术相结合，从和田玫瑰精油中共鉴定出 69 种挥发性成分，其中 54 种化合物的变量投影重要性值大于 1，表明和田玫瑰精油的香气优势更可能来自多组分协同而非单体含量优势。此外，宋佳等[24]对比 6 种玫瑰精油发现，和田玫瑰中香茅醇含量低于苦水玫瑰和丰花玫瑰，香叶醇含量低于大马士革玫瑰、苦水玫瑰以及丰花玫瑰；而和田玫瑰中橙花醛、橙花醇、金合欢醇等成分的含量显著高于其他玫瑰精油。这些成分差异共同奠定了和田玫瑰兼具浓郁玫瑰香与柔和甜香的独特香气特征。

上述的研究中，和田玫瑰挥发油的主要成分组成虽总体一致，但各成分相对含量存在一定差异。这一差异不仅受原料来源、采收时期及样品处理方式影响，也与提取方法及工艺参数密切相关。不同提取技术在温度条件、传质方式及选择性方面存在差异，会进一步影响挥发性成分的释放效率及组成分布。水蒸气蒸馏作为传统方法，仍是当前精油规模化生产的主要技术路径；超临界 CO_2 萃取在成分保留和品质提升方面具有一定优势；而溶剂提取及强化辅助技术则多用于实验研究、成分筛选或工艺优化（表 2）。因此，和田玫瑰精油提取工艺应根据产

品用途和质量要求进行差异化选择：水蒸气蒸馏工艺更适用于传统和田玫瑰精油及纯露的规模化生产，超临界 CO_2 萃取更适合高品质精油及高附加值产品开发；溶剂提取及辅助强化技术则主要用于工艺优化和机制研究。

3.2 黄酮类

和田玫瑰中总黄酮含量为 54.14 mg/g，显著高于紫枝玫瑰（31.82 mg/g）、苦水玫瑰（51.17 mg/g）与丰花玫瑰（34.12 mg/g）[42]，表明其具备较高的黄酮资源潜力。张雪宁等[43]提取和田玫瑰干花蕾中的总黄酮，以芦丁标准品绘制标准曲线，测得总黄酮含量为 7.68%。在成分构成上，早期采用薄层色谱鉴别法仅针对单一指标槲皮素的定量研究[32]，随着分析手段的提升，后续研究转向高效液相色谱等方法。高燕等[33]通过高效液相色谱法测定出新疆和田玫瑰中部分黄酮类化合物的含量：芦丁（0.58%）、山柰酚-3-O-芸香糖苷（0.26%）、槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷（0.20%）、胡桃苷（0.14%）、山柰酚-3-O-β-D-葡萄糖苷（0.40%）、槲皮素（0.54%）、木犀草素（0.25%）、山柰酚（0.28%）、芹菜素（0.18%）。吴光翠[34]以金丝桃苷、异槲皮苷、槲皮苷作为黄酮类化合物的指标，进一步探究和田玫瑰中黄酮类化合物含量，甲醇超声

表 1 和田玫瑰的活性成分组成

Tab. 1 Active ingredient composition of Hetian rose (*Rosa damascena*)

类别		主要成分	相对含量	特征描述	参考文献
挥发性成分		香茅醇	11.70%～19.20%	花香	[3, 24−25]
		香叶醇	1.70%～9.00%	花香	[25−26]
		苯乙醇	0.22%～0.62%	花香、甜香	[3, 27]
		桉叶醇	1.00%～2.86%	木香	[3, 28]
		芳樟醇	0.64%～1.57%	花香、木香	[3, 24, 29]
		橙花醇	5.70%～6.11%	花香、青香	[24−25, 30]
		金合欢醇	0.12%～3.23%	甜香、清香	[24−26]
		松油醇	0.32%～1.73%	萜烯香、焦甜香	[3, 24, 26]
		橙花醛	0.29%～0.53%	柑橘香	[24, 29]
		柠檬醛	20.98%	柑橘香	[3]
		橙花醚	0.02%	青香、柑橘香	[29]
		玫瑰醚	0.38%～0.79%	花香、草香	[3, 29−30]
		金合欢烯	0.43%～1.40%	木香	[28, 31]
		石竹烯	0.20%～0.60%	辛香、木香	[3, 28]
		荜澄茄油烯	1.31%～2.74%	柑橘香	[24, 31]
		乙酸香叶酯	0.29%～0.79%	花香	[26]
		丁香酚	0.46%～0.52%	辛香、木香	[28−31]
		烷烃类	46.30%	无	[3]
非挥发性成分	黄酮类	槲皮素	0.13%～0.31%	和田玫瑰中黄酮苷含量较高，这往往决定其在食品体系中的溶出行为与感官表现	[2, 32]
		山柰酚	0.28%		[33]
		芦丁	0.58%		[5, 33−34]
		儿茶素	0.65%		[4]
		金丝桃苷	0.14%～0.46%		[5, 34]
		槲皮苷	0.63%～0.82%		[5, 34]
		异槲皮苷	0.53%～0.69%		[5, 34]
	多酚类	没食子酸	0.19%～0.67%	和田玫瑰中没食子酸与总原花青素含量显著高于其他产地玫瑰，这归因于新疆地区的独特生境	[2, 4]
		鞣花酸	1.67%		[2, 35]
		原儿茶酸	0.05%		[2, 4−5]
	多糖类		26.18%	和田玫瑰多糖由葡萄糖、阿拉伯糖、果糖等11种单糖组成，重均分子量为 5.841×10^5 Da的多糖	[36]

表 1(续)

Tab.1 (continued)

类别		主要成分	相对含量	特征描述	参考文献
非挥发性成分	氨基酸	亮氨酸–缬氨酸	$4.43 \times 10^{-5}\% \sim 8.83 \times 10^{-5}\%$	和田玫瑰中含有丰富的氨基酸类成分，其中包括8种人体必需氨基酸，氨基酸类成分可能是和田玫瑰发挥其食用与药用价值的重要基础	[1]
		牛磺酸	$1.03 \times 10^{-3}\% \sim 1.64 \times 10^{-3}\%$		
		色氨酸	$1.19 \times 10^{-3}\% \sim 2.20 \times 10^{-3}\%$		
		丙氨酸	$8.00 \times 10^{-4}\% \sim 1.90 \times 10^{-3}\%$		
		亮氨酸	$3.78 \times 10^{-3}\% \sim 7.45 \times 10^{-3}\%$		
		异亮氨酸	$3.07 \times 10^{-3}\% \sim 5.04 \times 10^{-3}\%$		
		苯丙氨酸	$4.17 \times 10^{-3}\% \sim 8.01 \times 10^{-3}\%$		
		γ-氨基丁酸	$1.13 \times 10^{-4}\% \sim 2.90 \times 10^{-4}\%$		
		焦谷氨酸	$5.80 \times 10^{-5}\% \sim 3.72 \times 10^{-4}\%$		
		酪氨酸	$7.79 \times 10^{-3}\% \sim 1.48 \times 10^{-2}\%$		
		赖氨酸	$4.37 \times 10^{-3}\% \sim 7.66 \times 10^{-3}\%$		
		缬氨酸	$3.63 \times 10^{-3}\% \sim 9.60 \times 10^{-3}\%$		
		脯氨酸	$6.66 \times 10^{-3}\% \sim 1.17 \times 10^{-2}\%$		
		苏氨酸	$1.05 \times 10^{-2}\% \sim 1.23 \times 10^{-2}\%$		
		谷氨酸	$4.84 \times 10^{-2}\% \sim 6.64 \times 10^{-2}\%$		
		甲硫氨酸	$4.10 \times 10^{-4}\% \sim 1.09 \times 10^{-3}\%$		
		丝氨酸	$9.83 \times 10^{-3}\% \sim 1.32 \times 10^{-2}\%$		
		谷氨酰胺	$1.06 \times 10^{-2}\% \sim 2.56 \times 10^{-2}\%$		
		天冬酰胺	$1.99 \times 10^{-2}\% \sim 3.83 \times 10^{-2}\%$		
		鸟氨酸盐酸盐	$3.63 \times 10^{-4}\% \sim 1.09 \times 10^{-3}\%$		
	矿物质元素	Na	$3.89 \times 10^{-2}\%$	矿物质元素是和田玫瑰药效物质基础的重要组成部分，矿物元素含量的测定对于药材质量标准制定、临床用药安全保证具有重要现实意义	[5]
		Mg	0.11%		
		Ca	$1.21 \times 10^{-2}\%$		
		Mn	$7.88 \times 10^{-4}\%$		
		Fe	$3.50 \times 10^{-3}\%$		
		Cu	$3.65 \times 10^{-4}\%$		
		Zn	$1.71 \times 10^{-3}\%$		
		Sr	$3.65 \times 10^{-4}\%$		
		Ba	$5.80 \times 10^{-5}\%$		

表 2　玫瑰精油提取工艺比较及适用性分析

Tab. 2　Comparison of rose essential oil extraction processes and analysis of their applicability

提取方法	工艺特征	对挥发性成分的影响	优势	局限性	适用场景
水蒸气蒸馏	高温蒸汽携带挥发性成分	易造成部分热敏性成分损失，低沸点成分易挥发	工艺成熟、设备简单、适合规模化生产；可同步获得纯露	高温可能导致热敏性成分降解，精油得率较低	传统精油与纯露生产
有机溶剂提取	有机溶剂溶解挥发及半挥发成分	同时提取部分非挥发性杂质，影响精油纯度	提取效率较高，操作条件温和	易引入非挥发性杂质，溶剂残留风险，香气纯度较低	实验室分析或辅助提取
超临界 CO_2 萃取	低温高压条件下选择性溶解	有利于保持挥发性成分完整性和天然香气特征	低温、无溶剂残留、选择性高，香气保真度好	设备成本高，工艺复杂	高端精油与化妆品原料
辅助强化蒸馏(微波/超声)	强化传质过程	提高挥发油释放效率，缩短提取时间	提取时间短，效率高	工艺稳定性与工业化成熟度较低	工艺优化等研究阶段

注: 部分内容引自文献[38-41]。

提取后采用高效液相色谱测定出金丝桃苷、异槲皮苷、槲皮苷。

值得注意的是，和田玫瑰中的黄酮类成分多以黄酮苷形式存在，其糖基类型（如葡萄糖、鼠李糖等）、连接位置（O-苷、C-苷）及苷元结构（槲皮素、山柰酚等）差异，不仅影响其在食品体系中的溶出行为与稳定性，也会进一步影响其在消化过程中的释放、转化和吸收利用程度。谢丽等[44]验证了不同类型黄酮糖苷在体外消化过程中表现出不同的糖苷键断裂和结构转化特征，进而导致其抗氧化能力保持程度及代谢行为存在明显差异。与此同时，玫瑰多酚和黄酮类成分的生物可及性并非固定不变，还会受到食品基质组成和加工方式的显著影响，例如热处理方式及乳基配伍均可改变玫瑰茶多酚在体外消化过程中的释放和可及性[45]。这也说明和田玫瑰黄酮类成分的功能表现不仅取决于其总含量，还与其分子结构特征及加工、消化过程中的转化行为密切相关，在和田玫瑰花茶、花饮及糖渍制品等食品开发中，需要关注关键黄酮苷在加工和消化过程中的稳定性变化。此外，阐明和田玫瑰在典型加工过程中香气之外的滋味与色泽物质基础，并以芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷及山柰酚-3-O-芸香糖苷等为代表构建黄酮苷特征组合，用于解释和田玫瑰的品种特征并支撑后续标志物筛选与质量评价具有重要的研究价值。

3.3 多酚类

多酚类化合物作为关键的次生代谢产物，广泛存在于玫瑰花中。通常以没食子酸、原儿茶酸、鞣花酸及儿茶素等为代表，构成玫瑰花酚类的主要物质基础。和田玫瑰中总多酚含量为 1.99 mg/g，显著高于紫枝玫瑰（1.49 mg/g）与丰花玫瑰（1.57 mg/g），低于苦水玫瑰（2.71 mg/g）[42]。高嘉宁等[4]通过不同测定体系对其总多酚与关键组分进行定量分析，发现和田玫瑰中总多酚为 21.20 mg/g，显著优于甘肃的苦水玫瑰、云南的金边玫瑰、山东的丰花玫瑰等多种玫瑰中多酚类化合物的含量，其特有的次生代谢谱中，没食子酸（1.93 mg/g）、总原花青素（12.58 mg/g）、总鞣酸（60.53 mg/kg）含量均处于较高水平，这一现象归因于新疆和田区域特殊的气候特征、土壤质地，叠加高海拔、长日照以及降雨蒸发量的动态平衡，共同对玫瑰花中酚类物质的合成与积累产生了综合调控作用。此外，溶剂极性对多酚的富集效率影响显著，阿依姑丽·艾合麦提等[46]研究证实，相较于石油醚、氯仿及水等介质，乙酸乙酯对和田玫瑰多酚的提取能力最强，富集后乙酸乙酯部位总含量高达 139 mg/g，这也验证了溶剂极性与目标组分溶解度的匹配关系是实现多酚高效制备的先决条件[47−48]。在未来的产业化应用中，单一的水提工艺难以释放和田玫瑰的全部潜能，应针对其富含脂溶性或中等极性多酚的特性，开发针对性的绿色高效提取体系。

3.4 多糖类

天然植物多糖是一类极具开发潜力的天然活性物质，具有功效明确和无毒副作用的优点。多糖结构是多糖呈现不同生物学活性的基础，多糖构效关系的阐明对多糖研发具有重要意义。赵永雷[36]采用水提醇沉法提取玫瑰粗多糖，发现和田玫瑰多糖提取率达 26.18%，显著高于苦水玫瑰（23.95%）与平阴重瓣红玫瑰（16.6%）。同时对和田玫瑰多糖结构表征发现，它是由葡萄糖、阿拉伯糖、果糖等 11 种单糖组成且重均分子量为 5.841×10^5 Da 的多糖，并且含有较长的侧链结构或分支，无三螺旋结构。这一结构特征为其水化、增稠与结构支撑等性质研究提供了依据，也为后续多糖功能活性的深入阐释奠定了基础，为其在饮品稳定、果酱以及糖渍体系中的质构改善及可食用配料开发提供了理论依据。

3.5 其他成分

和田玫瑰中还含有花青素、氨基酸、维生素、矿物质等多种成分[49]。王从成等[1]采用超高效液相色谱–三重四极杆串联质谱法（UPLC-MS/MS）测定不同产地玫瑰中的氨基酸含量发现，和田玫瑰中富含 20 余种氨基酸，包括 8 种人体必需氨基酸，其中酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸等氨基酸含量高于苦水玫瑰、平阴重瓣红玫瑰，是和田玫瑰发挥食用与药用价值的重要基础。赵璐璐等[5]采用电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）法测定出和田玫瑰中含有 9 种矿物元素，其中钠元素含量显著高于其他玫瑰，这可能与新疆地区的盐碱土质有着密切的关系。

总之，和田玫瑰中种类繁多且含量显著的生物活性成分，确立了其作为优质药食同源资源的化学基础。无论是具有强抗氧化活性的酚类物质，还是兼具结构功能与生物活性的多糖及挥发油，均为其在现代医药与功能食品领域的应用提供了可能。为了更深入地挖掘其临床价值与开发潜力，有必要进一步明确这些活性成分在生物体内的具体功效表现。以下将重点从抗炎抗氧化、代谢调节及神经保护等维度，详细剖析和田玫瑰的主要药理作用。

4 和田玫瑰的药理活性

和田玫瑰承袭了传统药用玫瑰的深厚理论积淀，其中医药应用历史源远流长。古籍《食物本草》对其药用价值有明确论述，指出其核心功效在于“理气解郁、活血散瘀、疏肝健脾”，兼具“醒脾和胃、养颜润肤、安神定志”之效。这些传统理论不仅确立了其临

床应用基础，更为现代药理学研究提供了重要的循证指引。现有研究已进一步证实，和田玫瑰提取物及其天然产物组分展现出广泛且显著的药理活性（图 1），印证了古籍记载的科学性，在现代大健康产业中展现出广阔的转化潜力与应用前景[50]。

4.1　抗炎、抗氧化作用

和田玫瑰富含功能性黄酮类、酚酸及多糖类等活性成分的天然产物，在体内外均展现出优异的抗氧化与抗炎活性。和田玫瑰及提取物可有效清除 DPPH 自由基、羟基自由基以及超氧阴离子自由基[51−52]。古丽菲热·伊力哈木等[53]利用细胞实验探究出和田玫瑰精油可降低 α-MSH 诱导的 B16F10 细胞黑色素含量，同时抑制细胞内酪氨酸酶活性，发挥抗氧化介导的细胞保护作用。黄酮单体（如柚皮素）已被报道可通过下调 TNF-α、IL-1β、IL-6 等炎症因子并调控 NF-κB 等通路发挥抗炎作用[54−55]，为和田玫瑰抗炎潜力提供了可对接的机制参照。和田玫瑰优异的抗氧化性和抗炎作用，使其有望开发天然食品防腐剂与护色剂，替代人工合成抗氧化剂，但这些结论并不能直接等同于食品摄入后的生理效应，多酚与黄酮在加工及消化过程中会发生结构转化，且其可及性受食品基质显著影响，前面提及玫瑰茶多酚的体外可及性可随热处理条件与乳基配伍而变化[45]。因此，探究和田玫瑰中的活性成分在不同食品形态中的释放规律，为支撑和田玫瑰从体外活性表征走向可转化的功能食品应用提供理论依据。

4.2　降血糖、降血脂作用

调节糖脂代谢紊乱是和田玫瑰核心的功能属性之一，主要归因于其富含的多糖、黄酮类化合物以及膳食纤维这 3 类关键功能性成分。在降血糖机制上，和田玫瑰提取物，特别是多酚类组分，被证实具有明确的 PTP1B 酶抑制活性[56]。作为胰岛素信号通路的负调控因子，通过抑制 CHO-K1 细胞的 PTP1B 活性，解除其对 IRS-1 的负调控，激活 PI3K、AKT、GSK-3β 胰岛素信号通路，最终促进糖原合成与葡萄糖利用[57]，以降低血糖水平（图 2）。此外，实验证据表明，和田玫瑰的调脂作用并不局限于花朵，其全株各部位皆蕴含相关活性成分。除花朵中的多糖组分能有效改善总胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白胆固醇

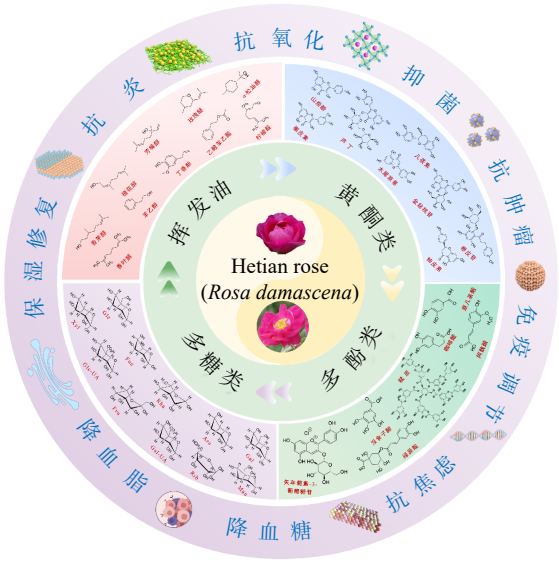


图 1　和田玫瑰活性成分及其主要药理活性示意图

Fig. 1　Bioactive constituents of Hetian rose and their principal pharmacological activities

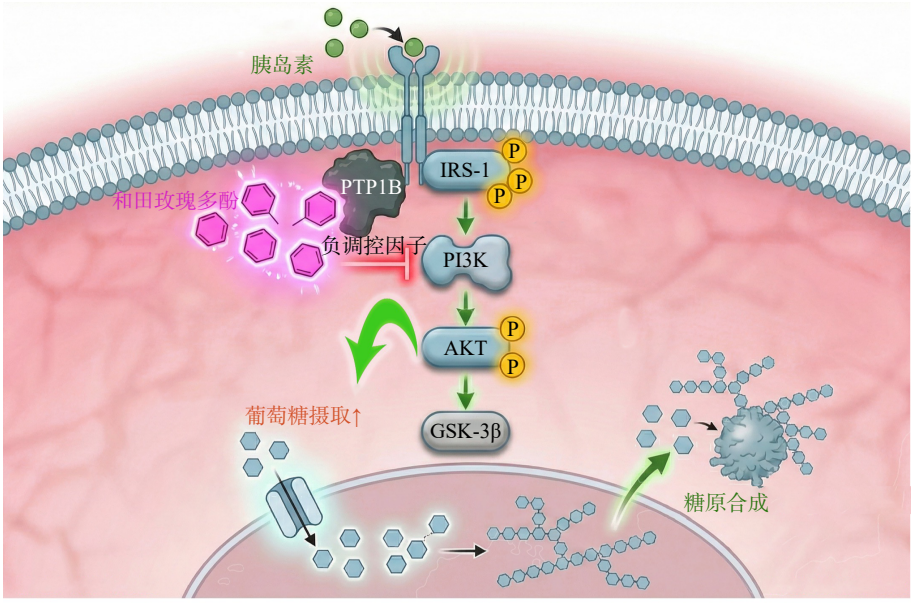


图 2　和田玫瑰多酚通过 PTP1B/PI3K/AKT 信号通路在 CHO-K1 细胞中发挥降血糖作用的机制示意图

Fig. 2　Schematic diagram of the hypoglycemic mechanism by which Hetian rose polyphenols act via the PTP1B/PI3K/AKT signalling pathway in CHO-K1 cells

等血脂指标外[58]，陈创业[59]利用和田玫瑰副产物花渣的可溶性膳食纤维干预高脂肥胖小鼠，并证实和田玫瑰可溶性膳食纤维可以降低血脂。

4.3 抗肿瘤功效

和田玫瑰中挥发性成分香茅醇以及丁香油酚均具有抗乳腺癌作用：前者通过抑制增殖并诱导 G1 期阻滞发挥作用，且该效应不依赖甲羟戊酸途径的抑制，后者则可能通过氧化应激相关的膜与核酸损伤增强细胞对化疗的敏感性[60]。此外，关于多酚类化合物的研究表明，多酚可通过影响 DNA 甲基化、组蛋白修饰等表观遗传调控及多条与细胞周期、凋亡相关的信号网络参与肿瘤发生发展过程的调节，这为理解玫瑰多酚潜在抗肿瘤作用的分子机制提供了参考[61]。以上研究提示和田玫瑰具有开发新型抗癌药物的潜力，但其抗癌机制还需深入研究。

4.4 抗焦虑和安定作用

神经调节作用是和田玫瑰在大健康领域极具开发潜力的生物活性，现有药理学证据表明，玫瑰的镇静安神与抗抑郁功效主要依赖于两条路径：一是挥发性精油（核心成分为香茅醇）通过嗅觉通路发挥镇静催眠作用[62]；二是摄入性提取物通过上调血清 5-羟色胺（5-HT）水平，改善单胺类神经递质传递，从而缓解抑郁样行为[63]。和田玫瑰中含有的 γ-氨基丁酸（GABA）是一关键的抑制性神经递质[64]，结合其高含量的槲皮素、山柰酚等黄酮类成分，构建了多维度的抗焦虑防御体系[65]，确立了和田玫瑰在情绪调节类功能食品开发中的资源优势。

和田玫瑰凭借其特有的黄酮类、多糖及挥发油等次生代谢产物簇，构建了涵盖抗氧化抗炎、糖脂代谢调节、抗肿瘤及神经保护的多维生物活性网络。现有研究不仅从分子水平科学阐释了其“理气解郁、活血散瘀”的传统药效机理，更揭示了其通过多靶点、多通路发挥协同干预作用的药理学特征。然而，目前的研究多集中于体外活性表征与初步的动物模型验证，关于活性组分在复杂食品基质中的稳态化保持、体内生物利用度及其代谢转化机制仍有待深入解析。未来的研究需进一步跨越“体外活性”与“体内功效”之间的鸿沟，为和田玫瑰高值化功能产品的精准开发提供更为坚实的循证依据。

5 和田玫瑰产业化现状

基于和田玫瑰确切的药理活性与独特的化学成分谱系，其产业化开发已突破传统的农业种植范畴，逐步向现代医药、功能食品及日化美容等高附加值领域延伸（图 3）。目前，和田玫瑰已初步形成了以维吾尔医药为积淀，以特色食品为支撑，以精油化妆品为新增长极的多元化产业格局。然而，相较于平阴玫瑰、苦水玫瑰等成熟品种，和田玫瑰在标准化体系建设、精深加工技术及法规准入等方面仍面临诸多挑战。

5.1 和田玫瑰在医药领域的应用

和田玫瑰在维吾尔医药体系中应用历史悠久，性温味甘，具有理气解郁、活血止痛之效[66]，这是其产业化发展的核心基石。目前，基于和田玫瑰开发的医药产品主要集中在传统维药制剂的现代化改良上。代表性药物如玫瑰花口服液（国药准字 Z65020019），能补益心脑、镇静安神，是治疗心血管疾病的经典维药。阿吉姑·阿布都热西提等[67−68]利用 HPLC 指纹图谱与化学模式识别技术，建立了包含没食子酸、芦丁等指标成分的质量评价体系，实现了从“经验鉴别”到“数据质控”的跨越。另一款玫瑰花糖膏（国药准字 Z65020170）常用于治疗慢性浅表性胃炎，余通等[69]结合网络药理学揭示了其通过靶向 EGFR、TNF 信号通路发挥抗炎作用的分子机制，将“健胃止痛”的传统功效具象化为科学证据。然而，尽管和田玫瑰的医药应用基础扎实，但目前产品形式仍以传统制剂为主，缺乏针对单一高活性组分（如总黄酮、多糖）的现代创新药物开发；且现有的质量标准多侧重于成分含量测定，缺乏与生物效价关联的药效评价体系。

5.2 和田玫瑰在食品领域的应用

和田玫瑰在新疆地区拥有悠久的食用传统，但受限于“药食同源”目录及新食品原料的法规界定，目前其食品产业主要呈现两极化发展态势。玫瑰花瓣已广泛用于饮品、甜点和烘焙体系，其价值不仅在感官改善，也源于其富含酚类、黄酮等活性组分[70]。和田玫瑰兼具挥发性香气成分和酚类活性物质，适合作为花茶、复合饮料、固体饮料和花卉食品配料等方向的基础原料。

传统产品以和田玫瑰花酱、花茶为主，刘方舟等[71]通过对比 8 种市售的玫瑰茶，发现和田玫瑰表现出更高的特征酚酰胺（N^1, N^5, N^{10}-(*E*)-tri-p-coumaroylspermidine）含量，表明和田玫瑰花茶的开发具有较突出的功能成分优势，可为产品分级评价和差异化开发提供参考。古娜斯·叶尔肯等[72]通过工艺改良显著提升了花酱的感官品质与抗氧化活性，并证实新工艺能有效降低金属元素残留[73]，解决了传统作坊式生产的安全性痛点，为基础产品的工业化生产提供了工艺范式。为进一步提升产品附加值，发酵技术逐步被引入和田玫瑰的食品开发。利用和田玫瑰研发的米酒、酸奶酒等产品，不仅丰富了香气层次[74−75]，更通过发酵实现了生物转化，如玫瑰酸奶



图 3　和田玫瑰在化妆品、医药及食品保健领域的产业化应用格局与发展路径示意图

Fig. 3　Schematic diagram of the industrial landscape and development pathways of Hetian rose in the cosmetics, pharmaceutical and food-and-health sectors

酒被证实具有调节血脂与肠道菌群的益生功能[76]。此外，基于“君臣佐使”理念的复方产品，如肉苁蓉玫瑰口服液、黄芪玫瑰红糖等也已进入功能验证阶段，初步动物实验显示了其在增强免疫方面的协同增效潜力[77−79]。

目前，关于和田玫瑰系列食品产业化的最大阻碍在于缺乏法规身份的明确化，不同于已列入目录的重瓣红玫瑰，和田玫瑰尚未被明确列入国家普通食品或新食品原料目录，导致其作为食品原料流通受限。与此同时，现有和田玫瑰产品的开发多停留在风味搭配层面，功能价值挖掘明显不足。基于此，和田玫瑰的高值化利用有望由风味导向转向功能导向，既可面向降糖、助眠等特定需求开发精准营养食品和功能配料，也可拓展为兼具香气保持与天然防腐作用的复合型食品原料，从而实现成分特征与应用方向的有效衔接。

5.3　和田玫瑰在化妆品领域的应用

值得注意的是，化妆品行业仍是和田玫瑰实现高值化利用的关键突破口。依托显著的抗氧化、抗炎及养颜润肤等生物活性，和田玫瑰在化妆品领域构建了以精油、纯露为核心载体，并向下游延伸至面膜、面霜等多元化终端的产品体系，凭借其天然功能性成分，精准契合了当前绿色、安全的护肤消费新需求。和田玫瑰精油含多酚、维生素、角鲨烯及脂肪酸，兼具保湿抗皱、舒缓肌肤、抗氧化、修复皮肤屏障功效；和田玫瑰露具备卓越的长效保湿性能，检测数据显示，其 2 h 内相对保湿率可达 173.45%，24 h 后仍能维持 160.1% 的高水平，可有效改善皮肤缺水状态[80]。

和田玫瑰在化妆品领域已实现多元化应用，但相对于大马士革玫瑰、重瓣红玫瑰、苦水玫瑰等主流品种及其精油而言，其原料及精油目前仍缺乏统一的国家标准规范(表 3)。这一缺口带来的影响并不局限于市场的准入，更在于原料评价、品质控制和产品识别缺乏统一依据，从而制约了产业规模化发展。受此影响，现有的相关研究更多停留在基础产品开发层面，难以进一步向功效机制解析、工艺优化和配方创新等关键环节深入。

从现有玫瑰精油标准体系来看，和田玫瑰标准化建设后续可优先从原料和精油两个层面推进。原料方面，可围绕基原与产地、采收加工要求、等级规格及质量安全等内容逐步建立地方标准或团体标准。精油方面，则可重点从感官性状、理化指标、特征组

表 3 玫瑰精油的现行标准

Tab. 3 Standards for rose essential oils

标准类型	标准内容	参考文献
国际标准	ISO 9842: 2024 Essential oil of rose（*Rosa* × *damascena* Miller）	[81]
	ISO 25157: 2013 Essential oil of rose, Chinese Kushui type（*Rosa sertata* × *Rosa rugosa*）	[82]
国家标准	GB/T 43954—2024 重瓣红玫瑰精油	[83]
	GB/T 42171—2022 玫瑰精油（大马士革）	[84]
	GB/T 22443—2018中国苦水玫瑰精油	[85]

分、真实性鉴别及标签标识等方面构建质量控制框架，以提高其在原料开发、产品应用和市场流通中的规范性与可识别性。

在此基础上，未来更需依托 GC-MS 等现代技术，系统阐明和田玫瑰保湿、抗氧化等功效的物质基础及作用机制，并持续评估其在抗初老、提亮肤色等方面的潜在应用价值。通过标准体系建设与功效机制研究的同步推进，有望推动和田玫瑰由基础原料开发向高端功能性化妆品原料转型，为其深度产业化提供更为坚实的理论、技术与标准支撑。

总体而言，和田玫瑰凭借确切的药理活性与独特的香气特征，已在医药、食品及化妆品领域展现出巨大的应用潜力，形成了以传统维药为根基，向现代功能产品延伸的产业格局。然而，产业规模化仍受限于精油及原料的国家标准缺失导致品质评价无据可依，食品原料身份未定则限制了市场准入。因此，实现和田玫瑰产业高质量发展的关键，在于同步完善法规标准准入体系，并依托高效提取与稳态递送等技术手段实现精深加工升级，从而实现和田玫瑰这一新疆特色植物资源的高值化利用。

6 总结与展望

和田玫瑰作为适应塔克拉玛干沙漠南缘极端生境的特有玫瑰品种，兼具生态与经济价值。相较于国内其他产地的主流栽培品种，其黄酮、多酚及原花青素等活性成分含量显著，在抗氧化、糖脂代谢调节及抗炎等方面展现出优异的生物学效能，为其在现代医药、功能食品及日化领域的深度开发和利用提供了坚实的物质基础。然而，要实现和田玫瑰的资源优势转化为产业优势，仍面临法规准入壁垒、标准体系缺位及品牌支撑薄弱等现实制约。

针对上述瓶颈，后续研究与产业推进应着力以下 4 个维度协同突破：一是围绕新食品原料申报要求，系统积累长期食用历史、原料质量特征、生产工艺及安全性评价等基础资料，构建完整的申报证据链；同时基于其传统食用基础，梳理地方食用历史与安全性数据，评估纳入食药物质目录的可行性，打通市场准入通道；二是构建标准体系，建立覆盖原料、精油及终端产品的质量评价与真实性鉴别体系，实现种质识别、产地溯源、原料分级与质量控制的有机衔接，为产业规范化发展提供技术支撑；三是以高值化利用为导向，推动和田玫瑰由初级农产品向标准化原料、精油提取及功能终端产品升级，提升产业链附加值；四是将产地特色、种质优势与质量控制体系深度融合，打造“和田玫瑰”地理标志品牌，增强市场识别度与核心竞争力。唯有活性成分挖掘与法规准入、标准建设、精深加工、品牌塑造 4 个维度协同发力，方能实现从新疆特色种质资源向规范化功能性原料的转型升级，真正释放其生态价值与经济潜力的双重红利。

参 考 文 献

[1] 王从成, 毛艺蓓, 刘圣金, 等. 不同产地玫瑰花氨基酸成分分析与评价 [J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(2): 544−553.
Wang C C, Mao Y B, Liu S J, et al. Analysis and evaluation of amino acid components in *Rosa rugosa* Thunb. from different regions [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2022, 13(2): 544−553.

[2] 符映均, 姜晓燕, 张硕, 等. 玫瑰花 HPLC 指纹图谱及质量评价研究 [J]. 现代中药研究与实践, 2022, 36(6): 49−54.
Fu Y J, Jiang X Y, Zhang S, et al. Study on HPLC fingerprints and quality evaluation of *Rosae Rugosae Flos* [J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 2022, 36(6): 49−54.

[3] 陶永霞, 安比芳, 陈创业, 等. 4 种不同品种玫瑰精油的检测及成分分析 [J]. 中国调味品, 2024, 49(8): 149−154.
Tao Y X, An B F, Chen C Y, et al. Detection and component analysis of essential oils of four different varieties of roses [J]. China Condiment, 2024, 49(8): 149−154.

[4] 高嘉宁, 张丹, 何海燕, 等. 不同产地、不同品种玫瑰花多酚含量及抗氧化活性研究 [J]. 贵州科学, 2021, 39(1): 1−9.
Gao J N, Zhang D, He H Y, et al. Polyphenol content and antioxidant activity of *Rosa rugosa* of different varieties from different producing areas [J]. Guizhou Science, 2021, 39(1): 1−9.

[5] 赵璐璐, 李凤英, 丁刚, 等. 不同产地及品种玫瑰花中 19 种矿物元素含量测定及主成分分析 [J]. 药学研究, 2025, 44(10): 967−971.
Zhao L L, Li F Y, Ding G, et al. Determination and principal component analysis of 19 mineral elements in *Rosa rugosa* in

different producing areas and varieties [J]. Journal of Pharmaceutical Research, 2025, 44(10): 967−971.

[6] 赵向豪, 栗宁, 孙慧, 等. 新质生产力视域下和田玫瑰产业集群发展策略研究 [J]. 北方园艺, 2025(2): 116−122.
Zhao X H, Li N, Sun H, et al. Research on the development strategy of Hotan rose industrial cluster from the perspective of new quality productivity [J]. Northern Horticulture, 2025(2): 116−122.

[7] 曹永香. 新疆和田地区气候变化与人类活动对其沙尘天气的影响研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2022.
Cao Y X. Effects of climate change and human activities on dust weather in Hotan, Xinjiang[D]. Urumqi: Xinjiang Normal University, 2022.

[8] Zhang L, Qu J, Gui D, et al. Analysis of desertification combating needs based on potential vegetation NDVI: a case in the Hotan Oasis [J]. Frontiers in Plant Science, 2022, 13: 1036814.

[9] 艾沙江·艾力, 梁菲菲, 徐海量, 等. 和田绿洲沙尘暴物质输送路径及其对大气环境质量的影响 [J]. 环境科学学报, 2020, 40(8): 2882−2891.
Aishajiang Aili, Liang F F, Xu H L, et al. Transport pathway of dust storm and its impact on air quality in Hetian Oasis [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2020, 40(8): 2882−2891.

[10] Terfa M T, Roro A G, Olsen J E, et al. Effects of UV radiation on growth and postharvest characteristics of three pot rose cultivars grown at different altitudes [J]. Scientia Horticulturae, 2014, 178: 184−191.

[11] Pettersen R I, Moe R, Gislerød H R. Growth of pot roses and post-harvest rate of water loss as affected by air humidity and temperature variations during growth under continuous light [J]. Scientia Horticulturae, 2007, 114(3): 207−213.

[12] Cai X, Starman T, Niu G, et al. Response of selected garden roses to drought stress [J]. HortScience, 2012, 47(8): 1050−1055.

[13] Li W, Fu L, Geng Z, et al. Physiological characteristic changes and full-length transcriptome of rose (*Rosa chinensis*) roots and leaves in response to drought stress [J]. Plant and Cell Physiology, 2021, 61(12): 2153−2166.

[14] Wang Q, Du B, Bai Y, et al. Saline-alkali stress affects the accumulation of proanthocyanidins and sesquiterpenoids *via* the MYB5-ANR/TPS31 cascades in the rose petals [J]. Horticulture Research, 2024, 11(11): uhae243.

[15] Feng X, Chen Q, Wu W, et al. Genomic evidence for rediploidization and adaptive evolution following the whole-genome triplication [J]. Nature Communications, 2024, 15: 1635.

[16] Hessini K, Wasli H, Al-Yasi H M, et al. Graded moisture deficit effect on secondary metabolites, antioxidant, and inhibitory enzyme activities in leaf extracts of *Rosa damascena* Mill. var. *trigentipetala* [J]. Horticulturae, 2022, 8(2): 177.

[17] Chang Y, Lv G. *Nitraria sibirica* adapts to long-term soil water deficit by reducing photosynthesis, stimulating antioxidant systems, and accumulating osmoregulators [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2024, 206: 108265.

[18] 佚名. 卫生部批准 DHA 藻油、棉籽低聚糖等 7 种物品为新资源食品 [J]. 中国食品学报, 2010, 10(2): 88.
Anon. The Ministry of Health approved seven kinds of products, such as DHA algae oil and cottonseed oligosaccharide, as new resource foods [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2010, 10(2): 88.

[19] 宁慧霞, 鹿娟娟, 鲁春芳, 等. 基于 ITS2 的和田玫瑰分子进化分析 [J]. 中国现代中药, 2022, 24(7): 1225−1233.
Ning H X, Lu J J, Lu C F, et al. ITS2-based phylogenetic analysis of *Rosa damascene* ‘Hetian’ [J]. Modern Chinese Medicine, 2022, 24(7): 1225−1233.

[20] 王辉. 基于遗传多样性的中国油用玫瑰种质资源分类与评价 [D]. 上海: 上海交通大学, 2013.
Wang H. Germplasm resources classification and evaluation of oil-bearing rose in China based on genetic diversity[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2013.

[21] 孙美乐, 张俊, 李岩, 等. 和田沙漠玫瑰品种系统发育关系初步研究 [J]. 西北植物学报, 2021, 41(2): 222−233.
Sun M L, Zhang J, Li Y, et al. Preliminary study on the phylogenetic relationship of *Rosa rugosa* ‘Hetian shamomeigui’ [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2021, 41(2): 222−233.

[22] 宋垚, 王辉. 基于 DNA 序列的‘和田’玫瑰遗传背景分析研究 [J]. 中国农学通报, 2022, 38(28): 36−40.
Song Y, Wang H. Genetic background analysis of ‘Hetian’ rose based on DNA sequence [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(28): 36−40.

[23] 毕宁宁, 侯立娜, 王天琪, 等. 基于转录组测序的玫瑰及其近缘种遗传多样性分析与指纹图谱构建 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2024, 52(9): 120−134.
Bi N N, Hou L N, Wang T Q, et al. Genetic diversity analysis and fingerprint construction of *Rosa rugosa* and its related species based on transcriptome sequencing [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2024, 52(9): 120−134.

[24] 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 [J]. 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 [J]. Flavour Fragrance Cosmetics, 2018(1): 5−12,19.

[25] 王林仪, 李婷, 肖筠, 等. 不同品种和产地玫瑰精油成分的主成分与聚类分析 [J]. 香料香精化妆品, 2024(3): 201−211.
Wang L Y, Li T, Xiao Y, et al. Principal component and cluster analyses of *Rosa rugosa* oils from different varieties and origins [J]. Flavour Fragrance Cosmetics, 2024(3): 201−211.

[26] 安比芳, 陈创业, 宋凯洋, 等. 基于 GC-MS 和电子鼻探究不同方法提取的玫瑰精油挥发性香气成分 [J]. 中国调味品, 2024, 49(10): 153−160.
An B F, Chen C Y, Song K Y, et al. Exploration of volatile aroma components of rose essential oils extracted by different methods based on GC-MS and electronic nose [J]. China Condiment, 2024, 49(10): 153−160.

[27] 刘玉梅, 刘奎钫. 新疆玫瑰精油化学成分的研究 [J]. 精细化工, 2002, 19(7): 388−389,405.

Liu Y M, Liu K F. Study of chemical components of rose essential oil grown in Xinjiang [J]. Fine Chemicals, 2002, 19(7): 388−389,405.

[28] 陈秋鹏, 黄荣萍, 李雪菲, 等. 新疆和田地区大马士革玫瑰精油 GC/MS 指纹图谱分析 [J]. 新疆中医药, 2015, 33(5): 55−58.
Chen Q P, Huang R P, Li X F, et al. GC/MS fingerprint analysis of Damascus rose essential oil in Hetian area of Xinjiang [J]. Xinjiang Journal of Traditional Chinese Medicine, 2015, 33(5): 55−58.

[29] 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.
Yao C Y, Ge H, Wu H, et al. Petal volatile components among different varieties of *Rosa rugosa* [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2019, 46(2): 375−384.

[30] 王维恩, 曹佳佳, 韩海洪, 等. 大马士革玫瑰精油香气特征成分分析 [J]. 中成药, 2021, 43(6): 1653−1655.
Wang W E, Cao J J, Han H H, et al. Analysis of aroma characteristic components of Damascus rose essential oil [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2021, 43(6): 1653−1655.

[31] 朱岳麟, 王文广, 熊常健. 玫瑰香精油化学成分分析 [J]. 北京工业大学学报, 2009, 35(9): 1253−1257.
Zhu Y L, Wang W G, Xiong C J. Comparison on composition of different rose essential oil [J]. Journal of Beijing University of Technology, 2009, 35(9): 1253−1257.

[32] 陈长春, 陈嘉媛, 庞战, 等. 新疆和田玫瑰花瓣的质量标准初步研究 [J]. 中国医药导报, 2018, 15(16): 25−29.
Chen C C, Chen J Y, Pang Z, et al. Preliminary study on the quality standard of rose petals in Hetian, Xinjiang Uygur Autonomous Region [J]. China Medical Herald, 2018, 15(16): 25−29.

[33] 高燕, 杨丽英, 马银海. 高效液相色谱法测定玫瑰花中 9 种黄酮 [J]. 理化检验–化学分册, 2014, 50(3): 353−356.
Gao Y, Yang L Y, Ma Y H. HPLC determination of 9 flavones in rose [J]. Physical Testing and Chemical Analysis (Part B: Chemical Analysis), 2014, 50(3): 353−356.

[34] 吴光翠, 闫顺华, 严丽. HPLC 测定维药玫瑰花瓣中金丝桃苷异槲皮苷和槲皮苷的含量 [J]. 中国现代中药, 2020, 22(10): 1607−1610.
Wu G C, Yan S H, Yan L. Determination of hyperoside, isoquercitrin and quercitrin in rose petal by HPLC [J]. Modern Chinese Medicine, 2020, 22(10): 1607−1610.

[35] 黄志业, 袁焕合, 廖芷晴, 等. 基于超高效液相色谱指纹图谱和多成分含量的玫瑰花传统饮片、破壁粉与破壁饮片比较 [J]. 药品评价, 2024, 21(8): 936−940.
Huang Z Y, Yuan H H, Liao Z Q, et al. Comparison of traditional rose slices, broken wall powder, and broken wall slices based on ultra-high performance liquid chromatography fingerprint and multi-component content [J]. Drug Evaluation, 2024, 21(8): 936−940.

[36] 赵永雷, 杨付锐, 牛俊华, 等. 三种玫瑰多糖的结构特征及美容相关活性的比较研究 [J]. 食品工业科技, 2024, 45(19): 325−336.
Zhao Y L, Yang F R, Niu J H, et al. Comparative study on the structural characterization and cosmetic-related activities of three rose polysaccharides [J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(19): 325−336.

[37] Mahboubi M. *Rosa damascena* as holy ancient herb with novel applications [J]. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 2016, 6(1): 10−16.

[38] Wan Y, Xu C, Zhu Z, et al. Extraction of rose hydrosol from Yunnan dark red rose by steam distillation: optimization, antioxidant activity, and flavor assessment [J]. Frontiers in Sustainable Food Systems, 2024, 8: 1496327.

[39] Chroho M, Bouymajane A, Oulad El Majdoub Y, et al. Phenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of extract from flowers of *Rosa damascena* from Morocco [J]. Separations, 2022, 9(9): 247.

[40] Cui W, Xu R, Li X, et al. Research on the supercritical CO_2 extraction process of Hetian rose essential oil [J]. Processes, 2024, 12(7): 1396.

[41] Khezerlou A, Mohammadi K, Abedini A, et al. Phytochemicals and bioactive functional ingredients from *Rosa damascena*: from extraction to application in the food and healthcare sectors [J]. Food Chemistry: X, 2025, 31: 103202.

[42] 古娜斯·叶尔肯, 白羽嘉, 郑万财, 等. 新疆地区栽培 4 种玫瑰花蕾品质分析 [J]. 食品科技, 2017, 42(2): 105−108.
Gunasi Yeerkeng, Bai Y J, Zheng W C, et al. Analysis on the quality of four different rose varieties in Xinjiang region [J]. Food Science and Technology, 2017, 42(2): 105−108.

[43] 张雪宁, 高经梁, 尼格尔热依·亚迪卡尔, 等. 响应面法优化玫瑰干花蕾总黄酮提取条件及其抗氧化活性评价 [J]. 新疆农业大学学报, 2025, 48(1): 41−47.
Zhang X N, Gao J L, Nigary Yadikar, et al. Optimization of total flavonoids extraction from dried rose buds using response surface method and evaluation of its antioxidant activity [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2025, 48(1): 41−47.

[44] Xie L, Deng Z, Zhang J, et al. Comparison of flavonoid O-glycoside, C-glycoside and their aglycones on antioxidant capacity and metabolism during in *vitro* digestion and *in vivo* [J]. Foods, 2022, 11(6): 882.

[45] Zhu R, Wang L, Chao A, et al. Effect and mechanisms of thermal sterilization methods on the *in vitro* phenolic bioaccessibility of rose tea with milk [J]. Food Chemistry, 2024, 458: 140248.

[46] 阿依姑丽·艾合麦提, 戴小华, 热娜古丽·木沙, 等. 玫瑰花不同极性部位提取物的体外抗氧化活性研究 [J]. 华西药学杂志, 2015, 30(5): 564−566.
Aygul Ahmat, Dai X H, Renagul Musa, et al. Antioxidative activities of the different polarity fractions of extract from the roseleaf [J]. West China Journal of Pharmaceutical Sciences, 2015, 30(5): 564−566.

[47] Huamán-Castilla N L, Díaz Huamaní K S, Palomino Villegas Y C, et al. Exploring a sustainable process for polyphenol extraction from olive leaves [J]. Foods, 2024, 13(2): 265.

[48] Gavarić A, Pastor K, Nastić N, et al. Recovery of polyphenols

from rosehip seed waste using natural deep eutectic solvents and ultrasonic waves simultaneously [J]. Foods, 2023, 12(19): 3655.

[49] 鲁雷震, 贾紫伟, 封成玲, 等. 玫瑰植物中活性物质及其功效研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2021, 42(20): 206−213.
Lu L Z, Jia Z W, Feng C L, et al. Review of biologically active substances in rose plants and their functions [J]. Food Research and Development, 2021, 42(20): 206−213.

[50] Wang L, Zhu X, Liu H, et al. Medicine and food homology substances: a review of bioactive ingredients, pharmacological effects and applications [J]. Food Chemistry, 2025, 463: 141111.

[51] 王向东, 马艳芝, 张胜珍, 等. 不同玫瑰品种抗氧化能力比较与综合评价 [J]. 农学学报, 2022, 12(11): 37−41.
Wang X D, Ma Y Z, Zhang S Z, et al. Comparison and comprehensive evaluation of antioxidant capacity of rose varieties [J]. Journal of Agriculture, 2022, 12(11): 37−41.

[52] 杨波, 于林, 孟苇特, 等. 玫瑰花和玫瑰花渣多糖结构表征及生物活性比较 [J/OL]. 食品工业科技, 1-16[2025-11-04]. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2025060321.
Yang B, Yu L, Meng W T, et al. Structural characterization and biological activity comparison of polysaccharides from rose flowers and rose residue [J/OL]. Science and Technology of Food Industry, 1-16 [2025-11-04]. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2025060321.

[53] 古丽菲热·伊力哈木, 阿塔吾拉·铁木尔, 伊力塔尔·穆哈塔尔, 等. 和田玫瑰精油提取工艺优化及其抗氧化和美白活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2024, 36(11): 1855−1862,1867.
Yilihamu Gulifeire, Tiemuer Atawula, Muhataer Yilitaer, et al. Optimization of extraction technology of essential oil of *Rosa rugosa* 'Hetian' and its antioxidant and whitening activities [J]. Natural Product Research and Development, 2024, 36(11): 1855−1862,1867.

[54] Navajas-Porras B, Bosch-Sierra N, Valle C G, et al. Effects of a flavonoid-enriched orange juice on antioxidant capacity, lipid profile, and inflammation in obese patients: a randomized placebo-controlled trial [J]. Food Research International, 2025, 217: 116759.

[55] Tsilioni I, Kempuraj D, Theoharides T C. Nobiletin and eriodictyol suppress release of IL-1β, CXCL8, IL-6, and MMP-9 from LPS, SARS-CoV-2 spike protein, and ochratoxin A-stimulated human microglia [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2025, 26(2): 636.

[56] 张晓翠, 汤丹, 窦君, 等. 新疆玫瑰花提取物体外降糖活性 [J]. 医药导报, 2016, 35(7): 693−697.
Zhang X C, Tang D, Dou J, et al. Hypoglycemic activity of Xinjiang rose extracts *in vitro* [J]. Herald of Medicine, 2016, 35(7): 693−697.

[57] Taniguchi C M, Emanuelli B, Kahn C R. Critical nodes in signalling pathways: insights into insulin action [J]. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 2006, 7(2): 85−96.

[58] 刘桂丽, 韩红兵. 玫瑰花多糖对高脂血症大鼠的降脂作用及其机制研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2025, 37(8): 1423−1432.
Liu G L, Han H B. Lipid-lowering effects and mechanisms of polysaccharides from *Rosa rugosa* flowers in hyperlipidemic rats [J]. Natural Product Research and Development, 2025, 37(8): 1423−1432.

[59] 陈创业. 玫瑰花渣膳食纤维制备、降脂功能及脱色后应用研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2024.
Chen C Y. Preparation of dietary fiber from rose pomace, its hypolipidemic function and its application after decolourisation[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2024.

[60] 贾佼佼, 苗明三. 玫瑰花的化学、药理及应用分析 [J]. 中医学报, 2014, 29(9): 1337−1338,1350.
Jia J J, Miao M S. Analysis of chemistry, pharmacology and clinical application for rose [J]. China Journal of Chinese Medicine, 2014, 29(9): 1337−1338,1350.

[61] Rajendran P, Abdelsalam S A, Renu K, et al. Polyphenols as potent epigenetics agents for cancer [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(19): 11712.

[62] 罗坤垛. 中国苦水玫瑰精油的助眠功效研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2018.
Luo K D. Research on hypnotic effect of *Rosa setate* × *Rosa rugosa* essential oil[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2018.

[63] 梁明坤, 韦宇婷, 梁杏秋, 等. 玫瑰花颗粒对抑郁小鼠行为学及血清 5-HT 的影响 [J]. 陕西科技大学学报, 2021, 39(1): 70−74.
Liang M K, Wei Y T, Liang X Q, et al. Effects of rose granules on behavior and serum 5-HT in depressed mice [J]. Journal of Shaanxi University of Science & Technology, 2021, 39(1): 70−74.

[64] Ross S M. The effects of gamma-aminobutyric acid (GABA) on anxiety [J]. Holistic Nursing Practice, 2025, 39(1): 66−68.

[65] 梁梦梦, 邵欣欣, 陈聪, 等. 基于网络药理学探讨玫瑰花抗抑郁物质基础及作用机制 [J]. 山东科学, 2022, 35(4): 38−48.
Liang M M, Shao X X, Chen C, et al. The basis and mechanism of *Rosae Rugosae Flos* antidepressants based on network pharmacology [J]. Shandong Science, 2022, 35(4): 38−48.

[66] 陈永久. 玫瑰花药用七则 [J]. 医学文选, 1998(6): 59.
Chen Y J. Seven examples of medicinal use of roses [J]. Anthology of Medicine, 1998(6): 59.

[67] 阿吉姑·阿布都热西提, 楚刚辉, 木合塔尔·吐尔洪. 高效液相色谱法同时测定玫瑰花口服液中没食子酸、芦丁、槲皮素和山奈素 [J]. 分析科学学报, 2013, 29(5): 738−740.
Ajigu Abudurexiti, Chu G H, Muhetaer Tuerhong. Simultaneous determination of four effective components in rose oral liquid by high performance liquid chromatography [J]. Journal of Analytical Science, 2013, 29(5): 738−740.

[68] 阿吉姑·阿布都热西提, 楚刚辉, 托哈提阿吉·麦麦提艾力, 等. 玫瑰花口服液的红外指纹图谱及化学模式识别 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(17): 47−51.
Ajigu Abudurexiti, Chu G H, Tuohatiaji Maimaitiaili, et al. Fingerprint infrared spectrum on rose oral liquid and its chemical pattern recognition [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2015, 21(17): 47−51.

[69] 余通, 翟光耀, 张欣, 等. 基于网络药理学和分子对接探讨玫瑰花糖膏治疗慢性浅表性胃炎的作用机制 [J]. 湖南中医杂志, 2025, 41(3): 139−146.
Yu T, Zhai G Y, Zhang X, et al. Mechanism of action of rose massecuite in treatment of chronic superficial gastritis: a study based on network pharmacology and molecular docking [J]. Hunan Journal of Traditional Chinese Medicine, 2025, 41(3): 139−146.

[70] Thapa R, Tiwari A, Arora H, et al. Potential of edible flowers of the Asian region as functional ingredients: a review [J]. Discover Applied Sciences, 2025, 7(11): 1275.

[71] Liu F, Su Y, Wu J, et al. Exploring the sensory acceptance, physicochemical properties, and phenolamide leaching characteristics of rose tea [J]. Food Chemistry, 2025, 463: 141164.

[72] 古娜斯·叶尔肯. 玫瑰花酱制作优化及贮藏条件对品质的影响 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2017.
Gunasi Yeerken. Study on process optimization of rose jam and influence of storage conditions on its quality[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2017.

[73] 穆合拜提·木合塔尔, 买吾兰江·买提努尔. 电感耦合等离子体质谱法测定玫瑰花花瓣及花酱中 15 种金属元素含量 [J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(6): 1895−1901.
Muhebaiti Muhetaer, Maiwulanjiang Maitinuer. Determination of 15 metal elements in rose petals and jam by inductively coupled plasma-mass spectrometry [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(6): 1895−1901.

[74] 郭焰. 新疆玫瑰石榴糯米酒的酿制优化研究 [J]. 食品研究与开发, 2015, 36(3): 43−46.
Guo Y. Optimization of processing technology of the Xinjiang rose pomegranate glutinous rice wine [J]. Food Research and Development, 2015, 36(3): 43−46.

[75] 李珊, 石秀花, 金天佑. 玫瑰花露酒中主要香气成分的提取与保留技术研究 [J]. 中外食品工业, 2025(18): 47−49.
Li S, Shi X H, Jin T Y. Study on extraction and retention technology of main aroma components in rose wine [J]. Global Food Industry, 2025(18): 47−49.

[76] 吴晓菊, 帕尔哈提·吾斯曼江, 杨勇. 玫瑰酸奶酒的研制 [J]. 江苏调味副食品, 2023(4): 16−19.
Wu X J, Paerhati Wusimajiang, Yang Y. Development of rose yogurt wine [J]. Jiangsu Condiment and Subsidiary Food, 2023(4): 16−19.

[77] 王朝臣, 魏文静, 安洋, 等. 黄芪玫瑰红糖产品开发及其功能性研究 [J]. 天津化工, 2022, 36(5): 16−18,22.
Wang C C, Wei W J, An Y, et al. Development and functional study of *Astragalus membranaceus* rose brown sugar [J]. Tianjin Chemical Industry, 2022, 36(5): 16−18,22.

[78] 邰丽梅, 侯波, 侯坤, 等. 金耳玫瑰保健饮料的研制 [J]. 食品科技, 2014, 39(9): 133−136.
Tai L M, Hou B, Hou K, et al. Preparation on health drink of *Tremella aurantialba* and rose [J]. Food Science and Technology, 2014, 39(9): 133−136.

[79] 赵丽, 徐晓琴, 张娟, 等. 肉苁蓉玫瑰花口服液增强免疫力作用的研究 [J]. 食品与发酵科技, 2023, 59(5): 58−63.
Zhao L, Xu X Q, Zhang J, et al. Study on the immune enhancement effect of *Cistanche deserticola* rose oral liquid [J]. Sichuan Food and Fermentation, 2023, 59(5): 58−63.

[80] 华研药大医药医学检测 (广州) 有限公司. 玫瑰露保湿功效检验报告: HYYD20230406044Y[R]. 广州: 华研药大医药医学检测 (广州) 有限公司, 2023.
Huayan Yaoda Pharmaceutical and Medical Testing (Guangzhou) Co. , Ltd. Moisturizing efficacy test report of rose dew: HYYD20230406044Y [R]. Guangzhou: Huayan Yaoda Pharmaceutical and Medical Testing (Guangzhou) Co., Ltd., 2023.

[81] International Organization for Standardization. ISO 9842: 2024 Essential oil of rose (*Rosa* × *damascena* Miller) [S]. Geneva: ISO, 2024.

[82] International Organization for Standardization. ISO 25157: 2013 Essential oil of rose, Chinese Kushui type (*Rosa sertata* × *Rosa rugosa*) [S]. Geneva: ISO, 2013.

[83] 全国香料香精化妆品标准化技术委员会 (SAC/TC 257). 重瓣红玫瑰精油: GB/T 43954—2024[S]. 国家市场监督管理总局/国家标准化管理委员会. 2024.
National Technical Committee 257 on Fragrance Flavor and Cosmetic Standardization (SAC/TC 257). *Rosa rugosa* cv. Plena essential oil: GB/T 43954−2024 [S]. State Administration for Market Regulation (SAMR) and Standardization Administration of China (SAC), 2024.

[84] 全国香料香精化妆品标准化技术委员会 (SAC/TC 257). 玫瑰精油 (大马士革): GB/T 42171—2022[S]. 国家市场监督管理总局/国家标准化管理委员会, 2022.
National Technical Committee 257 on Fragrance Flavor and Cosmetic Standardization (SAC/TC 257). Rose essential oil (Damascena): GB/T 42171−2022 [S]. State Administration for Market Regulation (SAMR) and Standardization Administration of China (SAC), 2022.

[85] 全国香料香精化妆品标准化技术委员会 (SAC/TC 257). 中国苦水玫瑰精油: GB/T 22443—2018[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局/中国国家标准化管理委员会, 2018.
National Technical Committee 257 on Fragrance Flavor and Cosmetic Standardization (SAC/TC 257). Chinese Kushui rose essential oil: GB/T 22443−2018 [S]. State Administration for Market Regulation (SAMR) and Standardization Administration of China (SAC), 2018.

（责任编辑 吴 娟
责任编委 许 凤）