



食药两用百合种质资源及其利用研究进展

钟俊^a, 胡珊珊^a, 张钧哲^a, 秦安华^a, 杨东风^b, 崔祺^a

(浙江理工大学, a. 建筑工程学院; b. 生命科学与医药学院, 杭州 310018)

摘要: 百合(*Lilium* spp.) 不仅是深受大众喜爱的商品花卉和园林绿化植物, 还是一种重要的药食同源植物。近年来, 人们对食药两用百合进行了大量深入研究, 取得了显著进展。为了更好地了解中国食药两用百合种质资源及其开发应用现状, 该论文归纳了百合资源分布情况、活性成分鉴定及药理作用, 概括了百合在复方制剂和保健食品中的应用, 总结了赏食药兼用百合种质资源评价及新品种创制等方面的研究进展, 并对百合连作障碍的克服、口感与成分的关联以及活性成分的合成等后续研究工作提出了展望, 以期为多功能百合种质创新与利用提供理论参考。

关键词: 食药两用百合; 种质资源; 活性成分; 药理作用; 新品种创制; 开发应用

中图分类号: S326

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2026)05-0343-09

引文格式: 钟俊, 胡珊珊, 张钧哲, 等. 食药两用百合种质资源及其利用研究进展[J]. 浙江理工大学学报(自然科学), 2026, 55(3): 343-351.

Reference Format: ZHONG Jun, HU Shanshan, ZHANG Junzhe, et al. Research progress on germplasm resources and utilization of edible and medicinal lily[J]. Journal of Zhejiang Sci-Tech University, 2026, 55(3): 343-351.

Research progress on germplasm resources and utilization of edible and medicinal lily

ZHONG Jun^a, HU Shanshan^a, ZHANG Junzhe^a, QIN Anhua^a, YANG Dongfeng^b, CUI Qi^a

(a. School of Civil Engineering and Architecture; b. College of Life Sciences and Medicine, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Lily (*Lilium* spp.) is not only a popular commercial flower and landscaping plant, but also an important plant with both edible and medicinal properties. In recent years, extensive and in-depth research has been conducted on edible and medicinal lilies, achieving significant progress. To better understand the germplasm resources of edible and medicinal lilies in China and their current development and application status, this paper summarizes the distribution of lily resources, identification of active components, and pharmacological effects, and generalizes the application of lilies in compound preparations and health products. It also summarizes research progress in the evaluation of lily germplasm resources with multiple uses and the creation of new varieties, and puts forward prospects for subsequent research on overcoming the continuous cropping obstacles of lilies, the correlation between taste and components, and synthesizing of active components, with the aim of providing theoretical reference for the innovation and utilization of multifunctional lily germplasm.

Key words: edible and medicinal lily; germplasm resources; active components; pharmacological effects; new variety creation; development and application

收稿日期: 2025-11-09 网络出版日期: 2026-03-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(32301644); 国家级大学生创新项目(202510338049)

作者简介: 钟俊(2004—), 男, 湖南湘潭人, 2022级风景园林专业本科生。

通信作者: 崔祺, E-mail: cuiqivivi@163.com

0 引言

百合是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium*)多年生草本植物的统称,花色多样、花型秀美,不仅是重要的观赏花卉,还是原中国卫生部首批批准的药食同源植物;百合种类繁多,可食药用的百合种质资源却极为匮乏^[1]。食用百合是指以食用其鳞茎为主要目的的一类百合^[2],有兰州百合(*L. davidii* var. *willmottiae* Raffill)、龙牙百合(*L. brownii* var. *viridulum* Baker)、卷丹(*L. lancifolium* Thunb.)、细叶百合(*L. pumilum* DC.)和东北百合(*L. distichum* Nakai)等^[3];药用百合是指以干燥肉质鳞叶入药、具有明确药用价值的一类药材百合,被《中国药典》收录的包括百合(又名龙牙百合)、卷丹以及细叶百合3种。

百合花具观赏价值,地下鳞茎富含多种活性成分和营养物质,可供食药,具有抗疲劳、抗肿瘤、抗氧化、降血糖及止咳化痰等显著药理作用。近年来市场需求持续增长,开发应用前景十分广阔。当前,围绕食药百合的研究,无论是在药用与营养成分、药理作用方面,还是在赏食药兼用种质创新方面,均取得了较多的研究成果。本文归纳了百合主要活性成分、药理作用以及在成方制剂和保健食品方面的开发应用现状,总结了赏食药兼用百合种质资源评价与新品种创制的研究进展,并对后续研究方向进行了展望,旨在为食药百合的开发利用及新品种选育提供理论参考。

1 中国三大食药百合资源分布情况

百合主要分布于北半球的温带和寒带地区,热带分布极少。大多数种类分布于欧洲、亚洲东部和北美洲等地^[4]。全球百合属植物约90多种,其中,36个种和15个变种为中国的特有种。中国是百合发源地,也是应用和栽培食药百合最早的国家,百合资源多集中分布于藏西南地区、川西部地区 and 滇西北地区,呈现出西南多东北少的分布格局^[5]。此外,中国是唯一规模化种植食用百合的国家,常见种包括兰州百合、卷丹和龙牙百合,其中,兰州百合仅供食用,而卷丹与龙牙百合兼具食药价值。

1.1 兰州百合

兰州百合性喜冷凉,适宜生长在海拔1800~2400 m区域,主要集中在中国西北和西南部分省(区、市),包括甘肃、青海、宁夏、陕西、山西、四川、云南、河南、湖北和重庆^[6]。兰州百合作为中国认证的

唯一可生食的甜百合,得益于充足的日照、显著的昼夜温差及漫长的生长期,形成了营养丰富且软糯清甜的独特品质。兰州百合在食用百合中知名度最高,产业基础最为成熟,主产区位于甘肃省兰州市七里河及周边高海拔地区,已成为当地乡村振兴的特色高值产业^[5,7-8]。

1.2 卷丹

卷丹喜冷凉干燥环境,耐寒性强,多生长于海拔2500 m以下的林缘、路旁及山坡草地。作为中国分布较广的野生百合,卷丹分布范围涵盖河北、陕西、甘肃、山东、江苏、安徽、浙江、江西、河南、湖北、湖南、广东、四川、贵州、云南与西藏等地^[4]。卷丹原产于江浙一带,主产区为江苏宜兴;受太湖西岸独特的小气候影响,卷丹具有“肉质肥厚、苦味轻、淀粉颗粒细”等优良特性^[5,7]。

1.3 龙牙百合

龙牙百合生于海拔300~1500 m的丘陵、低山缓坡草丛、疏林下、山沟及村旁等地,主要分布于河北、山西、陕西、河南、湖北、湖南、浙江、安徽和江西等省^[4],该种是江西万载县与湖南隆回县的名优特产^[2]。近年来,龙牙百合的主产区不断变化,从以前江西、湖南向四周省市扩散,现在陕西、山西、河南、河北、安徽和广西等地均有引种栽培^[9]。

2 食药百合的主要化学成分

百合在中国、日本、韩国等东亚国家的传统医学与饮食文化中占有重要地位,随着现代科学技术的发展,百合的化学成分和药理作用得到了更深入的研究,作为天然药物和功能性食品潜力日益凸显。不同百合的食用或药用属性由其化学成分决定,百合属植物的主要成分有甾体皂苷、多糖、生物碱、酚类、氨基酸、维生素、磷脂以及矿物质元素等。其中,甾体皂苷、多糖、生物碱和酚类物质为主要活性成分^[10]。

2.1 甾体皂苷

甾体皂苷作为百合属植物的特征性活性成分,是百合药用价值的重要物质基础。目前已鉴定出的甾体皂苷类化合物累计有100余种。随着分离技术的进步,新型甾体皂苷类物质仍在不断被发现^[11-14],这些新发现的甾体皂苷成分极大丰富了百合的药用功效。甾体皂苷在百合中以鳞茎为主要富集部位,部分百合品种(种)如卷丹、野百合(*L. brownii* F. E. Br. ex Miellez)的花、叶中也有少量分布;且不同百合品种(种)间的甾体皂苷组成类型与含量水平均存在显著种间差异。Kong等^[15]对龙牙百合、细

叶百合、卷丹、兰州百合及岷江百合(*L. regale* Wilson)5种百合进行了次生代谢物比较分析,发现在兰州百合鳞茎中未检测出甾体皂苷,而在其余4种百合鳞茎中共检测到14种甾体皂苷。其中,卷丹中检测到甾体皂苷种类最多,岷江百合和龙牙百合次之,细叶百合中种类最少,这表明百合甾体皂苷的富集具有物种特异性。

甾体皂苷的药理作用主要包括抗氧化、抗肿瘤、抗抑郁、促进伤口愈合等^[16-17]。Liu等^[14]从卷丹内分离鉴定到的2种甾体皂苷具有显著的抗氧化活性;Zhou等^[13]通过对9种甾体皂苷的细胞毒性测试,发现其中1种成分表现出极强的细胞毒性,能诱导肝癌细胞凋亡;王楠斐等^[18]证实百合总皂苷对蛛网膜下腔出血后的脑损伤具有保护作用;翁小建等^[19]通过数据挖掘分析,发现百合中5种潜在的抗焦虑、抗抑郁活性成分(含1种甾体皂苷)。百合皂苷表现出较好的药用功效,但相关提取制备方法目前尚不成熟,一些分离鉴定出的皂苷成分仍需进一步研究。

2.2 多糖

多糖既是百合重要的营养成分,也是关键的药用成分。食用时,百合鳞茎中的多糖可提供膳食纤维发挥营养保健功能;药用时,通过提取、纯化或高剂量使用,实现其药用活性。目前,已报道的百合多糖有20余种^[20-21]。百合多糖的提取来源并非仅限于鳞茎,通过化学修饰或生物合成手段,还可制备出具备全新结构与功能的多糖衍生物。如兰州百合多糖与 Fe^{3+} 经螯合反应后,可形成稳定性高、生物利用度佳的多糖-铁复合物,该产物具备开发为新型铁补充剂的良好潜力^[22]。

百合多糖作为百合属植物的主要活性成分之一,具有降血糖、消炎、抗菌等多种药理作用。在降血糖方面,百合多糖可通过提高糖代谢相关酶的活性,促进机体对葡萄糖的摄取和利用,对1型糖尿病大鼠起到显著的降血糖作用^[23-24]。Bai等^[25]从龙牙百合中分离纯化得到同质甘露聚糖LLP11,证实其通过与肠道微生物的互作,抑制肺炎相关有害菌生长,在呼吸系统疾病辅助治疗中的发挥作用。Liu等^[26]从卷丹的花朵中分离得到新型多糖L005-B,体内外实验证实对肺纤维化具有缓解作用,为开发靶向性更强的多糖类药物提供了新思路。

多糖含量是《中国药典》评判百合药材质量的指标之一,百合的种类、产地和鳞茎部位均影响多糖含量。杨迎东等^[27]发现大花卷丹(*L. leichtlinii* var.

maximowiczii (Regel) Baker)的多糖含量达到244.97 mg/g,符合《中国药典》的入药标准,多项指标均优于或接近传统食药百合卷丹与兰州百合,且鳞茎产量高,适合作为多糖提取的原材料。张晓莉等^[28]对兰州百合、川百合(*L. davidii* Duch. ex Elwes)、龙牙百合和不同产地卷丹的多糖含量进行比较分析,发现兰州百合多糖含量最高,可达总量的19.42%,且外层鳞茎多糖含量高于内层鳞茎,不同产地卷丹多糖含量亦存在差异,这为百合鳞茎分级加工、品种选育和质量评价提供了参考。

淀粉是百合鳞茎中含量最高的多糖类成分,其水解可释放葡萄糖供能,且糊化特性赋予百合独特的软糯口感,是影响百合食用价值的关键因素。目前,百合淀粉的提取研究多聚焦于少数食用品种,而相关研究证实,观赏百合品种同样具备淀粉开发的潜在价值。杨迎东等^[27]对比了7种百合的淀粉含量,发现观赏百合‘穿梭’(‘Tresor’)和‘伯格菲’(‘Pokerface’)的淀粉含量显著高于传统食用百合兰州百合,兰州百合自身淀粉含量也存在显著的地域性差异,辽宁凌源产兰州百合总淀粉含量高于辽宁大连产兰州百合,二者差异达到极显著水平。针对观赏百合进行多糖等成分的检测分析,加强对观赏百合的食药开发力度,拓宽观赏百合在食药领域的发展前景,有助于定向选育高淀粉含量的百合新品种。

2.3 生物碱

生物碱作为百合重要的活性成分,主要包括甾体生物碱、秋水仙碱、小檗碱和黄酮类生物碱等^[10-11,29-32]。百合中生物碱类成分含量虽低,且具有一定毒性,但其展现出显著的抗炎、抗肿瘤、降血糖、降血压及抗抑郁等多种药理活性。Di等^[33]从麝香百合(*L. longiflorum* Thunb.)鳞茎中分离纯化的甾体糖生物碱可调控人类真皮组织愈合相关基因表达,提前结束炎症期、加速组织修复和促进皮肤伤口愈合;Wang等^[34]发现百合生物碱及甲醇提取物可以抑制胃癌细胞的增殖。此外,常作食用的兰州百合具有作为药用开发的潜力,An等^[32]发现兰州百合中5种生物碱化合物,具有降血糖、抗神经炎症等多种功能;Mi等^[31]在兰州百合中检测到的葫芦巴碱和异红介藜芦碱具有抗抑郁、预防肾结石形成和缓解疼痛和降血压等功效。秋水仙碱作为百合中典型的生物碱类物质,具有较强毒性;鲜百合烫煮处理后,秋水仙碱含量大量减少;在临床应用中,小剂量秋水仙碱与非布司他联用治疗老年痛风,能快速

缓解患者关节肿痛症状,并有效减少急性发作频次^[35]。

2.4 酚类

目前从百合鳞茎中已分离出的酚类化合物共6大类、80余种,包括黄酮及其苷类、酚酸甘油酯类、酚甘油类糖苷、酚类糖苷、苯丙素蔗糖酯类和单体酚酸类^[31,36],具有抗炎、抗肿瘤、调节脂质代谢和降血糖等功效。Mi等^[31]首次在野百合中发现大豆苷,推测大豆苷能够有效降低炎症反应和细胞增殖、诱导人类癌症细胞凋亡和抗肿瘤作用。在调节脂质代谢方面,解玉晶^[37]研究结果表明,卷丹鳞茎多酚能够显著缓解肥胖小鼠体内脂质代谢异常。在降血糖方面,Kim等^[38]发现了百合中提取的2种酚类物质可抑制DPP-IV活性,能够有效治疗2型糖尿病。

百合中的酚类物质主要分布于花、叶和鳞茎等组织部位,张瑞军等^[39]测定了9种野生百合不同组织部位的多酚含量,发现不同组织的多酚含量存在显著差异,含量由高到低依次为叶片、花、茎秆和鳞茎;李晓玲等^[40]比较分析了百合不同组织部位的总酚酸含量,发现百合茎、叶、花的总酚酸含量明显高于鳞片;张梦等^[41]发现14种百合花瓣中的多酚含量均不低于兰州百合中多酚含量。上述研究为百合多酚提取提供了新方向—百合非鳞茎部位具有潜在的开发价值。Tang等^[42]通过层次聚类分析比较了不同遗传背景百合的总酚酸和抗氧化能力,发现传统食用百合(兰州百合、卷丹和龙牙百合)与亚洲百合杂种系(Asiatic hybrids, A)、麝香百合杂种系(Longiflorum hybrids, L)和麝香亚洲百合杂种系(*L. longiflorum* × Asiatic hybrids, LA)聚为一类,这一类百合的酚酸含量最低,抗氧化能力最弱。综上所述,传统食用百合可能并非酚类物质的最佳来源,未来针对酚类物质的研究需扩大样本范围,纳入更多百合品种(种)及其不同组织部位,以全面评估酚类物质的分布规律与提取潜力。

苯丙类甘油糖苷类物质为百合科植物所特有的一类物质,又名王百合苷,属于酚类物质的衍生物^[43]。现已从百合中分离得到的王百合苷至少15种,包括王百合苷A-M、乙酰王百合苷C和4-乙酰王百合苷D^[30,36,43-45]。王百合苷主要分布于卷丹、麝香百合等特定百合种类中,具有显著的药理活性,包括抗炎、降血糖等作用。Chen等^[46]发现在小鼠口服百合总糖苷后,王百合苷B是血液中检测到的主要活性代谢物,其抗炎作用优于百合总糖苷。Zhang等^[47]发现卷丹根部含有丰富的王百合苷,与

鳞茎提取物一同表现出显著的降血糖活性。Chen等^[48]对兰州百合和卷丹进行代谢组和转录组联合分析发现:有61个基因可能参与王百合苷的生物合成,这些基因包括PAL、C4H、COMT、CAD、4CL、CCoAOMT、POX、HCT、BGLU和CHS等。其中,王百合苷B、王百合苷J、王百合苷I、王百合苷E仅存在于卷丹中。目前针对王百合苷的研究多限于功能预测,且上述多数作用仅在细胞或动物实验中得到验证,距离直接作为药物应用还有待深入的临床试验来验证其安全性和有效性。

2.5 其他化学成分

百合鳞茎内富含氨基酸、矿物质元素、维生素、磷脂等营养物质;蛋白质含量仅次于水分,是其他根茎类蔬菜的2~5倍,且含有人体所需的8种氨基酸^[2]。百合鳞茎内蛋白质含量通常在5%~15%,但存在显著的品种间和部位间差异。罗耀华等^[49]对比分析了卷丹、兰州百合和川百合等7种百合鳞茎不同部位的营养物质含量,发现川百合外鳞片的蛋白质含量最高(37.45 mg/g),是兰州百合内鳞片的2.8倍。郎利新等^[50]以20种不同种类、不同产地的百合鳞茎为材料,发现安徽省霍山县漫水河卷丹的蛋白质含量最高(5.36 g/100 g)。卢堃等^[51]比较了甘肃省5个种植区的兰州百合鳞茎的营养成分,发现不同种植区的兰州百合鳞茎蛋白质含量表现出显著差异,由高到低依次为榆中县(9.84 g/100 g)、永靖县、七里河区、渭源县和临洮县。不同种类的游离氨基酸影响百合鳞茎的风味,具有甜味的氨基酸(谷氨酰胺、甘氨酸等)可能是影响口感的主要因素。研究发现,与卷丹、亚洲百合‘橙珍珠’(‘Orange Matrix’)和东方百合‘八点’(‘After Eight’)相比,兰州百合鳞茎中甜味氨基酸(谷氨酰胺)的含量明显更高,苦味氨基酸(组氨酸、苯丙氨酸、异亮氨酸、精氨酸、酪氨酸、缬氨酸)的积累较少,推测这可能是兰州百合具有甜味的主要原因^[52]。

百合中的脂肪含量较低(<1%),与南瓜(*Cucurbita moschata*)(400.00 mg/100 g)和菜花(*Brassica oleracea* var. *botrytis*)(400.00 mg/100 g)等低脂蔬菜相近^[50,53]。郎利新等^[50]的研究结果显示百合中脂肪平均含量为514.61 mg/100 g,在营养功能上具有重要意义。脂肪是维生素A、D、E、K等人体必需脂溶性维生素的重要载体,可显著促进此类维生素的吸收利用。百合鳞茎中的脂肪组分以不饱和脂肪酸为主,饱和脂肪酸占比低;而膳食中以不饱和脂肪酸替代饱和脂肪酸,能有效降低血液

中低密度脂蛋白胆固醇含量、维护心血管健康和提升脂溶性维生素的膳食吸收效率。综上,百合鳞茎凭借其独特且优质的营养构成,具备作为功能性食品开发的重要价值与广阔前景。

3 食药百合在成方制剂和保健食品中的应用

百合作为传统的药食两用植物,其鳞茎在成方制剂和保健食品领域的应用已有明确规定。《中国药典(2025年版)》规定,百合相关药材与饮片均为百合科百合属卷丹、百合及细叶百合的干燥肉质鳞茎,含百合成分的成方制剂亦以百合鳞茎为原料,相关收载的药剂与处方共计6种,包括百合固金丸(含

浓缩丸、片剂、颗粒剂、口服液剂型)、灵莲花颗粒、蛤蚧定喘丸(含胶囊剂型)、解郁安神颗粒、二母安嗽丸及川贝雪梨膏^[4]。上述成方制剂临床疗效确切,以百合固金丸为例,其除具养阴润肺、化痰止咳之效,还可改善失眠、眩晕症状,且已被证实可临床用于尿路感染、咽喉疼痛、梅核气、小儿口疮及多汗症等病症的治疗^[54]。除中国药典规定的3种药用百合干燥肉质鳞茎外,地方标准还扩展了药用百合的种类和使用部位(见表1),湖北百合(*L. henryi* Baker)、南川百合(*L. rosthornii* Diels)和毛百合(*L. pennsylvanicum* Ker Gawl.)等百合鳞茎也被纳入药用范畴,安徽和湖南地方规范标准还将百合花瓣列为药用部位。

表1 地方规范标准有关百合相关信息

序号	省(市)	规范标准	药材/饮片名	百合种类
1	安徽	安徽省中药饮片炮制规范(2019年版)	百合花	卷丹、百合、细叶百合
2	北京	北京市中药饮片炮制规范(2005年版及2008年版)	蜜百合	卷丹、百合、细叶百合
3	贵州	贵州省中药材民族药材质量标准(2003年版)	山百合	川百合、淡黄花百合、湖北百合、南川百合
4	贵州	贵州省中药材民族药材质量标准(2003年版)	百合马兜铃	淡黄花百合、大百合
5	甘肃	甘肃省中药材标准(2009年版及2020年版)	兰州百合	兰州百合
6	湖南	湖南省中药材质量标准(2009版及2010版)	百合花	卷丹
7	湖南	湖南省中药饮片炮制规范(2010年版)	百合花	卷丹
8	湖南	湖南省中药饮片炮制规范(2010年版)	百合超微配方颗粒	卷丹、百合、细叶百合
9	湖南	湖南省中药饮片炮制规范(2021年版)	百合花	卷丹、百合、细叶百合
10	黑龙江	黑龙江省中药材标准(2001年版)	北百合	轮叶百合、毛百合
11	黑龙江	黑龙江省中药饮片炮制规范及标准(2012年版)	蜜百合	卷丹、百合、细叶百合
12	四川	四川省中药饮片炮制规范(2002年版)	米百合	东北百合

在疫情后经济快速发展的背景下,越来越多的人注重自身健康,保健食品也愈发受人关注。百合凭借丰富的营养成分和活性成分,在保健食品中也占据一定地位。在国家市场监督管理总局特殊食品信息查询平台(<http://ypzxs.gsxt.gov.cn/specialfood/#/food>)查询百合相关保健食品的结果显示:以百合或百合提取物为主要原料且在有效期内的产品共计31种;以百合为第一位原料的产品有7种,占比约22.58%;保健食品的功能以改善睡眠与增强免疫力为主,共计24种,占比约77.42%^[4]。在美妆护肤领域,百合的提取物可作抗衰老面膜、精华液的原料,国家药品监督管理局《已使用化妆品原料目录(2021年版)》(<https://hzpsys.nifdc.org.cn/hzpGS/ysyhzpylml#>)收录的化妆品原料就包括白花百合(*L. candidum* L.)和日本百合(*L. japonicum* Thunb.)的提取物。因此,百合产业不应局限于食药领域,还可向多个领域延伸,形成多元的产业链。

4 赏食药兼用的百合种质资源的开发

4.1 赏食药兼用的百合种质资源评价

百合作为一种兼具观赏、食用与药用价值的植物资源,在全球广受青睐,但传统的百合育种策略往往以单一目标为导向:a)观赏方面,注重花型、花色与株型;b)食用方面,追求鳞茎产量与口感;c)药用开发,聚焦活性成分含量。这种单向的育种策略限制了百合资源综合潜力的深度挖掘与高值化利用。因此,开展赏、食、药的协同评价,系统鉴定与筛选多功能兼备的优良种质,成为连接百合传统优势与现代健康产业需求的关键,对培育多功能百合新品种与实现资源高效利用具有重要意义。

现有研究多集中于观赏百合和常见食药百合的成分比较,旨在为赏食药兼用的多功能百合开发利用提供依据。易博等^[55]对观赏性状优良的‘帝王黄’百合进行营养成分测定,发现其鳞茎中的蛋白质、淀粉与粗纤维含量均达到食用百合标准,且含多

种药效氨基酸(甘氨酸、精氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸等)。李兴桃等^[56]比较了10个观赏品种和兰州百合中各类物质含量,筛选出‘Regale’、‘Mister Sandman’、‘Matrix’和‘Lady Alice’这4种观赏百合适用于功能性食品的开发。龙倩等^[57]对4种食用百合品种进行田间性状比较,发现沂水百合具有产量高、生长快、鳞茎大、口感香甜和抗病性强等特点,整体优于兰州百合,具有大面积推广的潜力。此外,崔芳芳等^[58]对28种百合花瓣中的营养物质进行主成分分析,发现不同品种花瓣成分含量具有显著差异,营养品质综合评级最高的‘绚烂’和‘富康之梦’可作为赏食同源品种进行开发。综上所述,许多百合品种不仅观赏价值高,而且鳞茎富含营养与活性物质,可作为赏食药兼用品种进行开发利用。

当前百合资源评价工作面临的核心挑战,在于尚未建立系统化的赏-食-药综合评价体系。为突破这一技术瓶颈,亟需构建覆盖观赏、食用、药用价值的多维度评价体系,该体系应纳入观赏性状、食用品质、药用价值等系列可量化评价指标。外观与农艺性状评价应包括花色、花型与株高等观赏指标,以及物候期、单株鳞茎产量和鳞茎大小形态等生产效率指标,尤其要注意抗病性和广域适应性。营养与食用品质评价应深入到影响风味的微观层面,不仅限于简单的成分测定,要科学解析百合清甜口感的原因。药用和保健成分评价需聚焦于与药效相关的活性成分,利用组学等方法分析差异代谢物,挖掘与药用品质相关的次生代谢物。为筛选出具备高附加值开发潜力的优良品种,需制定统一评分标准,对现有种质资源开展系统鉴定与等级划分,同时综合考察候选品种的深加工适配性及全产业链开发可行性。

4.2 赏食药兼用的百合新品种创制

赏食药兼用百合种质资源评价体系的构建,旨在为产业升级提供核心种质支撑;筛选所得的优异种质资源既可应用于新品种选育,亦可作为重要亲本材料,依托育种技术创制综合性状更优的新种质。当前百合市场以鲜切花为主流,育种目标聚焦于花径、花色、花型、花香与瓶插寿命等观赏指标,已形成高度集约的产业链。食用与药用百合品种相对单一,市场主要依赖兰州百合、卷丹、龙牙百合等少数材料。兰州百合,虽有皂苷含量较低、多糖含量高的特点,但植株矮小、花型单一,观赏性状远未达到花卉市场的标准;大部分观赏百合鳞茎中甾体皂苷与生物碱含量较高,尚不具备食用开发的潜力。因此,加快赏食药兼用型百合新品种的创制,已成为提升

产业附加值、推动产业融合的关键突破口。可通过远缘杂交、倍性育种和诱变育种等手段培育多功能百合新品种。

目前多功能百合新品种以赏食百合为主,赏药或赏食药兼用的百合新品种较少。崔罗敏等^[59]利用三倍体观赏百合‘Triumphator’(母本)与二倍体龙牙百合(父本)进行杂交,获得了非整倍体杂交后代,初步实现了观赏百合与食用百合的种质融合。袁素霞团队^[60]以亚洲百合‘Brunello’为母本、原产中国的野生种细叶百合为父本培育出了赏食兼用新品种——‘丹蝶’;‘丹蝶’鳞茎味甜可食,淀粉、维生素C及总皂苷含量与兰州百合相近,但维生素C含量显著高于龙牙百合和卷丹,蛋白质含量高于兰州百合和龙牙百合;多糖含量高于这3种传统的食用百合。胡伟荣等^[61]以兰州百合为母本与观赏百合‘Pink Flavour’开展杂交试验,其多个杂交后代株系中可溶性糖与淀粉含量显著高于父本,有效改良了父本材料的食用品质。百合新品种‘京鹤’为赏食兼用的优良品种,是以‘Vermeer’为母本,‘Brunello’为父本杂交选育而成,蛋白质、还原糖、总黄酮和多糖含量均较高,食用品质优于龙牙百合和卷丹^[62]。

近年来培育的赏食兼用百合新品种还有‘粉黛’、‘橙色阳光’、‘黄柠檬’、‘申合红裳’、‘飞翔韶华’以及‘飞翔天橙’等^[63-65]。上述研究表明,当前各研究团队多以杂交育种为核心手段,聚焦百合观赏性状与食用品质的遗传重组,以期创制兼具观赏价值与食用功能的优质品种。在此基础上,未来百合育种工作还应进一步强化药用性状的协同选育,同时系统评价杂交后代的环境适应性与抗逆性,为培育赏-食-药兼用的多功能百合新品种奠定坚实基础。

5 总结与展望

食药两用百合的核心种质资源主要集中于卷丹、兰州百合、龙牙百合等种类,这些类群历经长期自然选择与人工栽培,已形成具有鲜明地域特色的栽培群体。百合鳞茎中的活性成分以甾体皂苷、多糖、生物碱及酚类物质为主,随着分析检测技术的不断进步,更多新型活性成分正逐步被分离与鉴定。此类丰富的活性物质,共同构成了百合抗炎、抗肿瘤、抗抑郁等多重药效的物质基础,且已成功转化为百合固金丸等经典成方制剂及一系列保健产品。当前,众多研究团队致力于比较分析观赏百合与食药两用百合的营养成分及活性成分,并已成功培育出多功能

百合新品种。关于食药百合种质资源及其开发利用,未来的研究还需重点关注以下3个方面。

5.1 寻找百合连作障碍的解决方法

百合连作障碍问题亟待引起高度重视。近年来,随着百合药用与食用价值不断被挖掘,市场需求量逐渐增大,种植面积随之快速扩张。然而老产区因长期连作,土壤病原菌富集、自毒物质累积,灰霉病、枯萎病和根腐病等病害高发,产量和品质受到严重影响。新扩展区域则因技术滞后、土壤本底不清,往往在3~4年后重现连作障碍。连作障碍的成因、如何调节百合生长的土壤环境以及采取什么措施来减轻连作障碍的影响,这些问题都亟待解决。未来应深入探究土壤微生态失衡、自毒物质的作用机制等关键问题,依托基因组学等技术明确百合种植体系中关键病原菌与有益微生物的消长规律;并通过土壤熏蒸、生物有机肥施用、合理轮作制度等绿色防控技术的集成应用,构建百合绿色可持续生产模式,保障百合主产区的生产稳定性,推动百合产业的健康可持续发展。

5.2 挖掘百合口感与活性成分的关联

当前市场上药食同源百合种类单一已成为制约食用百合产业进一步发展的瓶颈。在众多影响因素中,口感问题尤为突出,直接关系到消费者的接受度和市场推广力度,百合口感的优劣在很大程度上与其鳞茎中生物碱等次生代谢产物的含量密切相关。这些代谢物虽然在一定程度上赋予百合特有的风味,但含量过高时往往会产生明显的苦味或涩味,降低食用品质。生物碱类物质也是百合药用价值的重要来源,具有抗炎、抗肿瘤、镇静、免疫调节等多种生理活性。因此,如何在保障百合药用功效的前提下优化其食用口感品质,已成为当前药食同源百合开发进程中亟待破解的核心问题。未来可综合利用多组学技术,如基因组学、转录组学、代谢组学与风味组学,精准鉴定导致苦、涩等不良风味的化学物质,通过定向调控不良风味物质的合成与积累,培育高附加值百合新品种。

5.3 深入探究百合活性成分生物合成机制

百合中多种活性成分的显著药用功效已得到证实,但其活性物质种类丰富,相关物质的生物合成途径尚未明确。建议后续研究参考百合基因组学数据,同时借助烟草等异源植物表达体系,系统解析并验证活性成分的完整生物合成通路。此外,部分活性成分在百合中含量偏低,直接从百合中提取分离存在成本高、效率低的问题,难以实现规模化开发;

未来可尝试运用合成生物学技术,以大肠杆菌、酿酒酵母等微生物细胞为底盘,实现百合活性成分的异源高效合成。

参考文献:

- [1] 王园园. 百合优良种质的筛选及鳞片扦插技术体系的建立[D]. 泰安: 山东农业大学, 2024: 4-5.
- [2] 田雪慧, 刘秀云, 任艳芬. 食用百合研究进展及展望[J]. 西北园艺, 2020(5): 24-26.
- [3] 刘明财, 崔凯峰, 梁永君, 等. 东北百合的开发利用及栽培技术[J]. 吉林林业科技, 2004, 33(3): 17-20.
- [4] 李晴, 石雨荷, 朱珏, 等. 药食同源百合的资源分布与现代研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2023, 42(3): 87-95.
- [5] 彭鸽. 功能性百合综合性状评价[D]. 南京: 南京农业大学, 2022: 1-2.
- [6] 姬捷, 郭旭东, 杨莉萍, 等. 基于 MaxEnt 模型和 ArcGIS 的兰州百合生态适宜性区划研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2023, 30(5): 1-4.
- [7] 赵银彦, 李正录, 蔡林海. 中国食用百合生产现状与发展思路[J]. 甘肃科技, 2018, 34(8): 1-2.
- [8] 刘姝彤, 金军民, 周小红. 食用百合种质资源收集、驯化及新品种选育[J]. 农业科技与信息, 2024(7): 28-31.
- [9] 罗成禹, 袁志涛, 刘海蛟, 等. 药用百合种质资源利用研究进展[J]. 湖南农业科学, 2024(9): 98-102.
- [10] 粟倩, 吴萍, 夏伯候, 等. 百合化学成分及药理活性研究进展[J]. 中国药学杂志, 2021, 56(11): 875-882.
- [11] Zhou J, An R F, Huang X F. Genus *Lilium*: a review on traditional uses, phytochemistry and pharmacology [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2021, 270: 113852.
- [12] He S B, Wu T J, Si Y P, et al. Two new isospirostanol-type saponins from the bulbs of *Lilium Browenii* and their anti-hepatocarcinogenic activity [J]. Chemistry & Biodiversity, 2024, 21(5): e202400257.
- [13] Zhou J, Zhao X M, An R F, et al. Four new steroidal glycosides from *Lilium lancifolium* Thunb. and their antitumor activity[J]. Fitoterapia, 2024, 173: 105808.
- [14] Liu S, Luo Y M, Jiang P, et al. Steroidal saponins from the bulbs of *Lilium lancifolium* Thunb. and their antioxidant effects[J]. Phytochemistry, 2025, 237: 114521.
- [15] Kong Y, Wang H, Lang L X, et al. Metabolome-based discrimination analysis of five *Lilium* bulbs associated with differences in secondary metabolites [J]. Molecules, 2021, 26(5): 1340.
- [16] 高淑怡, 李卫民, 帅颖, 等. 药用植物百合甾体皂苷研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(16): 337-343.
- [17] 罗林明, 覃丽, 裴刚, 等. 百合属植物甾体皂苷成分及其药理活性研究进展[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(7): 1416-1426.
- [18] 王楠斐, 胡圆, 陈飞军, 等. 百合总皂苷对大鼠蛛网膜下腔出血后早期脑损伤的保护作用及 PPAR γ /NF- κ B 通路的影响[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(11): 2758-2762.

- [19] 翁小建, 谈毅, 陈明苍, 等. 百合抗焦虑抗抑郁有效成分与作用机制研究[J]. 浙江中医药大学学报, 2023, 47(11): 1243-1254.
- [20] 白光剑, 陈少丹, 张普照, 等. 百合多糖的化学结构表征和生物活性研究进展[J]. 中草药, 2022, 53(20): 6583-6592.
- [21] 田艳花, 杨兆艳, 罗爱国, 等. 微波辅助双水相提取百合多糖的工艺优化及其结构表征[J]. 食品工业科技, 2023, 44(21): 227-233.
- [22] Jiang H, Li X J, Jiang R L, et al. Synthesis and functional analysis of polysaccharide-Fe (III) complexes from *Lilium davidii* var. *willmottiae*: a step toward bioavailable iron supplements [J]. Agricultural Products Processing and Storage, 2025(1): 26.
- [23] 肖遐, 吴雄, 何纯莲. 百合多糖对 I 型糖尿病大鼠的降血糖作用[J]. 食品科学, 2014, 35(1): 209-213.
- [24] 唐文文, 沈易华, 王丹丹. 黔产百合多糖含量测定及降血糖活性研究[J]. 江西化工, 2020, (4): 208-210.
- [25] Bai G J, Ye M Y, Yu L, et al. Purification, characterization, simulated gastrointestinal digestion and gut microbiota fermentation of a *Bifidobacterium*-directed mannoglucan from *Lilium brownii* var. *viridulum* [J]. Food Chemistry: X, 2024, 23: 101671.
- [26] Liu R J, Wu T, Zhou W Q, et al. A novel polysaccharide from the flowers of *Lilium lancifolium* alleviates pulmonary fibrosis *In Vivo* and *In Vitro* [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2025, 73(13): 7774-7787.
- [27] 杨迎东, 王伟东, 张睿琪, 等. 不同百合食用功能指标检测分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2024, 55(3): 276-284.
- [28] 张晓莉. 不同品种百合及其内外鳞片多糖含量的分析[J]. 现代食品, 2021, 27(3): 195-197.
- [29] 孙泽晨. 几种四川野生观赏百合鳞茎酚类物质与抗氧化活性研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2018: 5.
- [30] 米璐, 林玉红, 廖小军, 等. 百合鳞茎营养素与植物化学成分研究进展[J]. 食品工业科技, 2024, 45(14): 1-14.
- [31] Mi L, Wang K W, Gan Z L, et al. A comparative metabolomics study on two fresh edible lilies for vegetable: *Lilium brownii* var. *viridulum* and *Lilium davidii* var. *unicolor* [J]. Food Bioscience, 2024, 57: 103583.
- [32] An Z Y, Jin J M, Tan Z J, et al. Lanzhou lily as nutraceuticals: Identification of active metabolites via the UHPLC-Q-exactive orbitrap mass spectrometer [J]. Microchemical Journal, 2025, 213: 113626.
- [33] Di R, Murray A F, Xiong J, et al. Lily steroidal glycoalkaloid promotes early inflammatory resolution in wounded human fibroblasts [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2020, 258: 112766.
- [34] Wang A H, Wang M Q, Pang Q X, et al. Lily extracts inhibit the proliferation of gastric carcinoma SGC-7901 cells by affecting cell cycle progression and apoptosis via the upregulation of caspase-3 and Fas proteins, and the downregulation of FasL protein [J]. Oncology Letters, 2018, 16(2): 1397-1404.
- [35] 蒲丹丹, 冯飞, 何书萍. 小剂量秋水仙碱联合非布司他治疗老年痛风的效果 [J]. 中国老年学杂志, 2025, 45(17): 4213-4217.
- [36] 于鑫, 李润根. 百合鳞茎中酚类化合物及药理活性研究进展 [J]. 昆明学院学报, 2023, 45(6): 44-54.
- [37] 解王晶. 百合鳞茎酚类物质抗氧化及调节脂质代谢作用研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2021: 63-67.
- [38] Kim B R, Thapa P, Kim H M, et al. Purification of phenylpropanoids from the scaly bulbs of *Lilium Longiflorum* by CPC and determination of their DPP-IV inhibitory potentials [J]. ACS Omega, 2020, 5(8): 4050-4057.
- [39] 张瑞军, 张萍, 雅蓉, 等. 四川野生百合不同部位多酚与抗氧化活性的相关性 [J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(2): 191-196.
- [40] 李晓玲, 石雨荷, 侯超文, 等. 百合非药用部位的资源利用现状与展望 [J]. 中国野生植物资源, 2024, 43(10): 98-104.
- [41] 张梦, 张遥遥, 胡悦, 等. 基于主成分分析和聚类分析的百合花瓣品质综合评价 [J]. 食品工业科技, 2020, 41(3): 232-238.
- [42] Tang Y C, Liu Y J, He G R, et al. Comprehensive analysis of secondary metabolites in the extracts from different lily bulbs and their antioxidant ability [J]. Antioxidants, 2021, 10(10): 1634.
- [43] 王子洋, 李荣琛, 黄晓露, 等. 大百合鳞茎中王百合苷分布特性与网络药理学分析 [J]. 广西林业科学, 2024, 53(5): 554-566.
- [44] 刘湘丹, 陈娅, 刘霞, 等. 不同来源百合 HPLC 指纹图谱建立 [J]. 中成药, 2020, 42(8): 2195-2200.
- [45] Qin Y, Jin J, Zhou R R, et al. Integrative analysis of metabolome and transcriptome provide new insights into the bitter components of *Lilium lancifolium* and *Lilium brownii* [J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2022, 215: 114778.
- [46] Chen G L, Liu A Y, He M X, et al. Total glycosides and regaloside B from lily: potential therapeutic agents for osteogenic differentiation, migration, and angiogenesis [J]. ACS Omega, 2025, 10(29): 31638-31648.
- [47] Zhang L Q, Wu Y Z, Wang H, et al. Identification of metabolites in different parts of Juandan Baihe (*Lilium lancifolium*) by UPLC-Q-TOF-MS and their hypoglycemic activities [J]. Digital Chinese Medicine, 2023, 6(4): 426-437.
- [48] Chen M M, Yang Y Y, Han X, et al. Metabolomics integrated with transcriptomics provides insights into the phenylpropanoids biosynthesis pathway in *Lilium davidii* var. *unicolor* and *L. lancifolium* Thunb. [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2024, 279: 135103.
- [49] 罗耀华, 王馨雨, 陈晟, 等. 7 种百合内外鳞片营养成分及抗氧化特性评价 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(24): 247-255.
- [50] 郎利新, 窦晓莹, 孔滢, 等. 不同(品)种及产地的百合鳞茎营养成分分析 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(10): 339-350.
- [51] 卢堃, 林玉红. 兰州百合营养成分分析及产地差异研究 [J]. 贵州农业科学, 2023, 51(11): 55-67.

- [52] 刘秀云, 陈敏敏, 游小英, 等. 不同百合鳞茎中功能成分的代谢组学分析[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(23): 194-205.
- [53] 米璐, 王珂雯, 祝秀梅, 等. 基于 UHPLC-QTOF-MS 的兰州百合植物化学成分鉴定[J]. 食品工业科技, 2024, 45(2): 48-58.
- [54] 王豪. 百合固金丸新用途[J]. 家庭中医药, 2004, 11(2): 48.
- [55] 易博, 徐蕴晨, 吴响, 等. 基于主成分分析和聚类分析的赏食兼用 LA 百合品种评价[J]. 浙江农业科学, 2024, 65(7): 1639-1645.
- [56] 李兴桃, 秦朵朵, 崔芳芳, 等. 11 种观赏百合营养和功能品质研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2020, 40(6): 38-45.
- [57] 龙倩, 乔旭, 张珩, 等. 宕昌食用百合的引种栽培试验[J]. 长江蔬菜, 2024(12): 47-50.
- [58] 崔芳芳, 秦朵朵, 杜方. 28 种百合花瓣的营养成分分析[J]. 山西农业科学, 2020, 48(4): 547-550.
- [59] 崔罗敏, 万麟, 周树军. 三倍体观赏百合与二倍体食用龙牙百合的杂交分析[J]. 西北植物学报, 2021, 41(6): 971-976.
- [60] 袁素霞, 刘春, 明军. 百合新品种‘丹蝶’[J]. 园艺学报, 2016, 43(10): 2065-2066.
- [61] 胡伟荣. 赏食兼用百合的杂交育种研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2021: 60-68.
- [62] 袁素霞, 刘春, 明军. 百合新品种‘京鹤’[J]. 园艺学报, 2016, 43(9): 1845-1846.
- [63] 程广东. 林草科技推广项目赏食百合在兴安盛开[J]. 林业科技通讯, 2024(8): 87.
- [64] 罗君灵, 华小平, 许丽川, 等. 百合新品种‘飞翔韶华’和‘飞翔天橙’温室栽培技术研究[J]. 南京农业大学学报, 2025, 48(4): 823-832.
- [65] 聂功平, 陈敏敏, 张永春, 等. 不同处理对赏食百合品种‘橙色阳光’鳞片繁殖效率的影响[J]. 上海农业科技, 2025(3): 107-111.

团队介绍

崔祺科研团队专注于百合育种与抗病研究。团队负责人崔祺, 2018 年 6 月博士毕业于北京林业大学园林学院, 目前承担国家自然科学基金青年基金项目 1 项、浙江省自然科学基金项目 1 项, 作为核心成员参与国家自然科学基金面上项目 2 项、中国中医科学院中央本级重大增减支项目 2 项以及多项横向课题。以第一作者/通讯作者身份在 *Plant Physiology*、*The Plant Journal*、*Plant Cell & Environment*、《园艺学报》等国内外高水平期刊上发表学术论文共计 20 余篇, 获授权发明专利 4 项, 培育百合新品种 5 个, 获浙江省科技兴林一等奖 1 项。

(责任编辑: 廖乾生)