

# 红花化学成分及分子育种研究进展

安素妨, 许兰杰, 杨红旗, 余永亮, 杨青, 谭政委, 董薇, 鲁丹丹, 李磊, 梁慧珍  
(河南省农业科学院芝麻研究中心, 河南 郑州 450000)

**摘要:** 红花是我国重要的一种药食同源的经济作物, 花瓣具有活血通经, 散瘀止痛的功效, 而红花油更是优质的保健食用油。通过查阅国内外学术界关于红花的研究文献, 对红花的研究现状进行综述, 并提出了今后的研究方向, 以便于对该药材资源进行更好的研究、开发利用。

**关键词:** 红花; 化学成分; 分子技术; 综述

**中图分类号:** S567.219

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2022)03-0005-08

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.03.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.03.002)

## Advances in Chemical Constituents and Molecular Breeding of *Carthamus tinctorius* L.

AN Sufang, XU Lanjie, YANG Hongqi, YU Yongliang, YANG Qing, TAN Zhengwei, DONG Wei, LU Dandan, LI Lei, LIANG Huizhen

(Henan Sesame Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou Henan 450000, China)

**Abstract:** *Carthamus tinctorius* L. is an important economic crop with homology of food and medicine in China. Its petals have the functions of promoting blood circulation, clearing blood stasis and relieving pain. And safflower oil is a high-quality health edible oil, which has important research significance. This paper reviewed the research status of *Carthamus tinctorius* L. by referring to the domestic and foreign academic literature on *Carthamus tinctorius* L., and has put forward some questions and suggestions in order to better research, development and utilization of the medicinal material resources.

**Key words:** *Carthamus tinctorius* L.; Chemical composition; Molecular techniques; Review

红花(*Carthamus tinctorius* L.)为菊科植物, 又名红蓝花、草红花、杜红花、刺红花等, 一年生草本, 花冠橘红色或橘黄色。红花喜温暖、干燥

气候, 抗寒性强, 耐贫瘠。抗旱怕涝, 适宜在排水良好、中等肥沃的砂土壤上种植。红花起源于地中海沿岸国家<sup>[1]</sup>, 引入我国后在我国大部分地

收稿日期: 2021-12-15

**基金项目:** 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-21); 河南省农业科学院创新创意项目(2020CX03、2020CX19); 河南省农业科学院优秀青年基金项目(2020YQ05、2020YQ28); 河南省省属重点科研院所发展专项(2020CY014); 河南省农业科学院自主创新专项基金(2020ZC52、2021ZC72); 河南省农业科学院新兴学科发展专项(2020XK07)。

**作者简介:** 安素妨(1986—), 女, 河南濮阳人, 助理研究员, 主要从事药用植物育种与栽培研究工作。Email: ansf86@163.com。

**通信作者:** 梁慧珍(1968—), 女, 河南永城人, 研究员, 主要从事花类药材遗传育种与品质改良工作。Email: lhzh66666@163.com。

- positive regulator of salt stress tolerance and pathogen resistance[J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2017, 112: 302-311.
- [35] WANG R K, CAO Z H, HAO Y J. Overexpression of a R2R3 MYB gene *MdSIMYB1* increases tolerance to multiple stresses in transgenic tobacco and apples[J]. *Physiologia Plantarum*, 2014, 150(1): 76-87.
- [36] 郭一良, 段留生, 黄荣峰. DREB 转录因子的表达调控[J]. *中国农业科技导报*, 2014, 16(4): 34-40.
- [37] 付晓燕, 彭日荷, 章镇, 等. 八棱海棠中转录因子基因 *MrDREBA6* 的克隆及表达分析[J]. *果树学报*, 2009, 26(6): 761-768.
- [38] MAO C, LU S, BO L, et al. A rice NAC transcription factor promotes leaf senescence via aba biosynthesis[J]. *Plant Physiology*, 2017, 174(3): 1474-1763.
- [39] AN J P, YAO J F, XU R R, et al. An apple NAC transcription factor enhances salt stress tolerance by modulating the ethylene response[J]. *Physiologia Plantarum*, 2018, 164(3): 279-289.

区均有种植,主要在新疆、四川、云南、山东、河南等地。红花是集药用、食用、油料、饲料、染料于一身的经济作物,随着国内外的深入研究及开发利用,其潜在的实用价值和广阔的开发前景也越来越受到人们的重视。

## 1 主要化学成分及药理作用

### 1.1 红花主要化学成分

红花中含有很多已知的化学成分,主要有黄酮类、生物碱、醌查尔酮类、炔类、亚精胺类成分和一些其他类别的化合物如木脂素、有机酸、多糖等。

早些年国外一些学者从就首次从红花中分离得到红花黄色素A(SYA)、红花黄色素B(SYB)以及SYC、羟基红花黄色素A(hydroxysafflor yellow A, HSYA)、红花红色素(carthamin)、cartormin<sup>[2-7]</sup>。姜建双等<sup>[8]</sup>采用各种柱色谱对红花进行分离纯化,分离出了10种化合物,其中化合物7,8-dimethylpyrazino[2,3-g]quinazolin-2,4-(1H,3H)-dione和4'-O-二氢红花菜豆酸-β-D-葡萄糖苷甲酯为首次得到的天然产物,化合物roseoside,4-O-β-D-吡喃葡萄糖氧基苯甲酸和对羟基苯甲酸为首次从红花中分离得到。范莉等<sup>[9]</sup>采用多种色谱方法对红花药材进行分离纯化,从中分离鉴定得到10种黄酮类化合物,其中6-羟基槲皮素-3,6,7-三氧葡萄糖苷为新发现化合物。李晓锋等<sup>[10]</sup>通过大孔树脂、硅胶、Sephadex LH-20反复柱层析及制备HPLC方法分离纯化,从红花中分离得到12种化合物,其中对羟基苯甲醛、反式-1-(4'-羟基苯基)-丁-1-烯-3-酮、3-吡啶甲醛、2-乙酰基-5-羟甲基咪唑、(6R,7E,9R)9-hydroxy-4-megastigmandien-3-one、对羟基苯乙酮、豆甾醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷为首次从该植物中分离得到。乐世俊等<sup>[11]</sup>采用体外抗氧化活性为导向,筛选红花抗氧化活性部位,从红花活性部位水部位中分离得到6-羟基山柰酚糖苷类及醌查尔酮碳苷类。Chen等<sup>[12]</sup>以HPLC指纹图谱为导向,应用中压反相硅胶柱色谱以及半制备高压液相色谱两种方法,对红花提取物中主要化合物进行快速分离,共分离得到了9种黄酮醇类,3种查尔酮类物质。瞿城等<sup>[13]</sup>采用硅胶、Sephadex LH-20和pre-HPLC等多种色谱技术进行分离纯

化,运用MS、NMR等波谱学方法以及结合文献数据鉴定化合物结构,结果从红花乙醇提取物中分离得到20种化合物,野黄芩素、正二十六烷酸、(2S)-1-O-heptatriacontanoyl glycerol、5,7,4'-三羟基-6-甲氧基黄酮-3-O-β-D-芸香糖苷、香草酸、没食子酸、七叶亭、熊果酸、东莨菪内酯为首次从红花中分离得到。艾尔肯·图尔荪等<sup>[14]</sup>用50%乙醇热回流提取,对大孔树脂30%乙醇-水部位进行ODS、Sephadex LH-20柱层析及制备液相色谱(pHPLC)分离纯化,从红花中分离鉴定了12种化合物,其中1,2,3,4-四氢-3-羧基-2-卡波林为首次从红花中分离得到。王禹<sup>[15]</sup>采用乙醇超声的方法提取红花,粗提物经柱层析色谱(ODS、Sephadex LH20等)及半制备高效液相色谱进行分离纯化出8种化合物。马家麟等<sup>[16]</sup>采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术对超临界CO<sub>2</sub>提取的红花成分进行分析,结果从红花萃取物中鉴定了41种化合物,占总萃取物的52.11%。赫军等<sup>[17]</sup>通过大孔树脂吸附柱色谱、Sephadex LH-20及制备HPLC色谱进行红花化合物的分离,结果分离并鉴定了7种多烯炔类型的化合物,其中5种为新化合物,1种化合物为首次从该属植物中分离得到。谭圳等<sup>[18]</sup>采用固体MS培养基,对红花细胞进行放大培养的化合物的化学成分进行分离纯化,从红花细胞培养物中分离并鉴定了12种甾体和苯丙素类化合物。其中化合物豆甾-5-烯-3β,7β-二醇、豆甾-5-烯-3β,7α-二醇、豆甾-5,22-二烯-3β,7β-二醇、豆甾-5,22-二烯-3β,7α-二醇、丁香酸甲酯、3,5-二甲氧基-对羟基苯甲醛、N-阿魏酸酰-对羟基苯乙胺、芥子酸乙酯均为首次从红花植物中分离得到。红花中的红花多糖基本组成为葡萄糖、木糖、阿拉伯糖和半乳糖,酚-硫酸法测的总糖含量约为25.4%<sup>[19]</sup>。

### 1.2 药理作用

红花是我国传统的活血化瘀中药,在临床上被广泛用于治疗脑梗死、冠心病、高血压等疾病,研究发现红花黄色素有抗氧化作用<sup>[20-21]</sup>。红花黄素能抑制免疫功能,通过研究红花黄素对自发性高血压大鼠的降压作用及肾素-血管紧张素的关系,可预测红花黄素用于抗高血压的可能性<sup>[22]</sup>。从红花中分离得到的黄酮类成分对体外抗ADP诱

导的血小板聚集有不同程度的抑制作用,红花黄酮类化合物的抗凝作用与其结构有一定的关系<sup>[23]</sup>。用 Genecards 数据库检索糖尿病肾病相关基因发现,红花有效活性成分可能通过参与调控血浆黏稠程度、血清总胆固醇等血液流变学保护肾脏,对肾脏功能有保护功效,可通过调节糖尿病并发症中的 AGE-RAGE 信号通路等信号通路治疗糖尿病肾病等<sup>[24]</sup>。分析红花药材的活血化瘀药理作用,表明红花有抑制血小板聚集,延长外源与内源性凝血系统的作用,且随着剂量的增加药理作用随之增强<sup>[25]</sup>。魏郁晖等<sup>[26]</sup>认为,红花具有降低血压和血脂、抗凝血和抗血栓、抗炎镇痛和镇静、兴奋子宫、耐缺氧、保肝、免疫抑制等作用。通过研究红花黄色素对乳腺癌细胞增殖、凋亡、迁移和侵袭的影响及相关的分子机制发现,红花黄色素能在体外通过激活凋亡通路而促进凋亡,并能通过抑制 MMP2 来抑制乳腺癌细胞的转移,确定红花黄色素是一种潜在的治疗乳腺癌的药物<sup>[27]</sup>。研究发现,藏红花提取液能改善大鼠松质骨骨小梁显微结构,改善骨代谢,降低骨转换率,对去卵巢大鼠骨质疏松有治疗作用,红花黄色素注射液对急性心肌缺血大鼠有保护作用,其作用可能与其抗氧化、清除氧自由基有关<sup>[28-29]</sup>。为探讨西红花苷是否可以预防早期慢性应激对成年行为的不利影响,以成年雄性受压大鼠为研究对象,受压大鼠表现出焦虑和抑郁行为,采用西红花苷治疗后,早期压力引起的大鼠行为和形态学缺陷减轻,说明西红花苷可以预防早期压力引起的成年行为和形态异常<sup>[30]</sup>。乌吉木等<sup>[31]</sup>利用分子对接技术分析红花成分和靶点的相互作用和网络特征,发现红花多个成分作用于调节胆汁酸和胆红素代谢靶点,并通过抑制胆汁酸生成,促进胆汁酸、胆盐和胆红素排出肝脏的途径治疗胆汁淤积。

最新研究发现,红花中有 22 种潜在的药效成分,218 个化合物靶点,531 个心肌缺血相关靶向基因,在对心肌缺血疾病的治疗中起到了作用,并通过“活性成分-作用靶点-相关疾病”网络模型中发现,槲皮素对应的心肌缺血靶点最多,说明红花中槲皮素在治疗心肌缺血方面可能起到了关键作用<sup>[32]</sup>。利用网络药理学技术研究西红花抗抑郁的药效作用机制,通过生物信息学分析,筛

选出了西红花抗抑郁作用的 5 种关键活性成分(槲皮素、西红花酸、山柰酚、藏红花醛、异鼠李素)和 21 个关键靶点<sup>[33]</sup>。

## 2 红花的分子技术及分子育种技术

### 2.1 分子技术

学者用 Solexa 测序技术对红花种子、叶片和花进行转录组测序及生物信息学分析,获得红花总 Unigenes 为 153 769 条,其中种子为 69 121 条、叶为 51 814 条、花为 100 739 条;通过构建 cDNA 文库,共获得了  $7.5 \times 10^6$  个克隆,应用生物信息学方法从 cDNA 文库中挑选出了红花油体蛋白基因的全长序列<sup>[34]</sup>。张阵阵等<sup>[35]</sup>以河南无刺大红袍和若羌有刺白两个红花品系为材料,探讨了 RAPD 和 AFLP 这两种分子标记技术应用于红花不同品系多态性效率,结果 PAMP 引物扩增红花基因组多态性选出率为 0.20%,AFLP 引物扩增红花基因组多态性选出率为 0.31%,认为 AFLP 较 RAPD 为更有效的分子标记。赵明波等<sup>[36]</sup>研究认为,采用 RP-HPIC 为法控制药材的指纹图谱、方法重现性好,不同产地红花药材化学组成相似,其相对比例较稳定。董园园<sup>[37]</sup>通过高通量测序方法分析了红花 microRNA 及转录组的基因表达模式,并进行利用生物信息学方法在红花 microRNA 基因鉴定、新转录本注释、基因产物、基因功能、表达调控等研究,丰富了红花的分子遗传信息。范莉等<sup>[38]</sup>通过用 HPLC 方法测定了 46 批市售红花药材,认为红花药材可通过与标准指纹图谱比较评价质量且较为稳定。胡燕等<sup>[39]</sup>运用 Agilent 1100 DAD-HPLC 高效液相色谱仪, Kromasil 100-5 C<sub>18</sub> (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) 色谱柱,乙腈-0.1%磷酸梯度洗脱,流速 1.0 mL/min,检测波长 270 nm,柱温 25 °C,进样量 10 μL,对 10 批红花进行试验,其方法色谱图峰的分度度较好,特征明显,可作为红花药材真伪鉴别标准。向妮艳等<sup>[40]</sup>利用 SSR 分子标记关联分析技术,分析了 27 个国家的 74 份红花种质资源的遗传多样性和群体结构,为高含油量红花辅助育种提供了新的分子标记资源。李志立等<sup>[41]</sup>借助分子对接技术筛选中药活性成分,对红花中抗心肌缺血活性组分进行虚拟筛选,筛选到 14 个化学成分最具潜在抗心肌缺血活性,且均为黄酮类成分,推测黄酮组分为红花中最具潜

在抗心肌缺血活性组分。赖成霞等<sup>[42]</sup>以藏红花悬浮细胞为研究对象,采用同源克隆法和5'RACE (rapid amplification of cDNA ends) 技术克隆藏红花酸糖转移酶 UGTCS4 基因的全长 cDNA 序列,对基因编码的蛋白结构与功能进行生物信息学分析,并通过半定量 RT-PCR 方法检测不同诱导物条件下的基因表达情况,发现 UGTCS4 基因的 cDNA 全长为 1 380 bp,编码 459 个氨基酸。

## 2.2 分子育种技术

为了改进植物优异的遗传性状,越来越多的分子技术应用到生物育种之中。利用转录组技术对不同光照强度处理后的红花盛花期基因表达进行测定,分析光照强度对红花类黄酮功能基因表达的影响,结果发现强光会使红花的产量增加,适宜的弱光会促进红花有效成分的积累<sup>[43]</sup>。王娟等<sup>[44]</sup>从菊科植物红花中克隆并获得了 1 个 B 类 GATA 基因(命名为 CtGATA21, NCBI 登录号: MN399373),其基因全长 966 bp,编码 321 个氨基酸,定位于细胞核中。红花 CtGATA21 在叶片中表达量最高,在盐、干旱胁迫下其表达量迅速积累,显著上调,表明红花 CtGATA21 能够正响应盐和干旱胁迫,这为研究植物 GATA 转录因子的抗逆功能提供了新的数据。通过对前期红花干旱胁迫转录组数据的挖掘,利用 RT-PCR 方法从红花中首次克隆得到 1 条全长为 957 bp 响应干旱胁迫脱水素基因序列 CtDHN1,通过耐逆性分析表明 CtDHN1 可耐受 1.5 mol/L 山梨醇和 1.3 mol/L 氯化钠的干旱和高盐环境,为红花提高抵抗非生物胁迫提供了理论依据<sup>[45]</sup>。于景盛等<sup>[46]</sup>利用生物信息学和 RT-qPCR 分析红花热胁迫相关转录因子 Unigene 的全长序列在红花各组织及不同发育时期的种子中的表达情况,发现 1 种热激转录因子 CtHSFA9 荧光定量 PCR 分析显示其基因在不同组织以及不同发育时期的种子中的表达量不同,初步确定红花 CtHSFA9 属于 HSF 热激转录因子家族,这为红花逆境相关转录因子及植物抗逆性状改良提供了研究基础。王丹丹等<sup>[47]</sup>从红花花瓣中克隆得到一种不稳定的碱性亲水蛋白 CtMYB-TF1,其基因表达量检测分析发现,红花 CtMYB-TF1 基因在花期各阶段的相对表达量均高于红花 CtANS 基因,并且随着花期的延长红花 CtMYB-TF1 基因

和 CtANS 基因的相对表达量也有增高,其中在花期的第 5 天红花 CtMYB-TF1 基因的相对表达量出现峰值,说明 CtMYB-TF1 基因对 CtANS 基因具明显的上调作用,这为采用分子生物学及基因工程手段构建高产的红花花青素细胞系提供了实践依据。通过对红花干旱胁迫转录组数据的挖掘,首次从药用植物红花中克隆得到 1 条全长为 888 bp 的水通道蛋白基因序列 CtAQP1,耐逆性分析表明 CtAQP1 基因可降低对大肠杆菌对 0.8 mol/L 山梨醇模拟干旱环境的耐受性,这为研究 CtAQP1 基因在红花抵抗非生物胁迫中的分子机制提供了理论基础。

## 3 红花遗传多样性及主要农艺性状

### 3.1 遗传多样性分析

红花有着丰富的遗传多样性<sup>[48]</sup>。郭美丽等<sup>[49]</sup>利用 RAPD 技术和统计学方法,对我国 9 个省份采集的 22 个红花品种进行遗传多样性分析,通过聚类分析将 22 个品种聚为 7 个类型,表明北方地区的品种亲缘关系较近,南方品种间遗传差异性较大,红花种内存在一定的遗传变异。闫诚等<sup>[50]</sup>利用 RAPD 分子标记技术分析了我国 11 个省份的 20 个红花品种间的遗传多样性,采用 UPMGA 法对 Nei, s 的一致度进行聚类分析,结果将 20 个红花品种聚为 4 个类群,其中 10 个河南道地红花品种聚为一类,说明红花不同品种间的遗传多样性可能与地理分布存在相关性。Mahasi 等<sup>[51]</sup>也分别利用 PAPP 技术、RAMP 分子标记技术对红花进行了遗传多样性研究,发现红花的遗传多样性和地理分布存在一定相关性。官玲亮等<sup>[52]</sup>利用 A-PAGE 技术对来源于不同国家的 79 份油用型红花材醇溶蛋白位点进行检测,结果发现油用型红花醇溶蛋白位点存在丰富变异类型,并通过聚类分析表明红花花醇溶蛋白图谱类型与其地理分布有一定的相关,但不显著。郭丽芬等<sup>[53]</sup>以 68 个红花种植资源为材料,对 19 个形态性状进行遗传多样性分析,结果表明国内外不同地理来源红花资源群体间的遗传多样性丰富,数量性状存在较大变异。向妮艳等<sup>[40]</sup>为寻找与红花油脂性状相关联的分子标记,利用已经开发的 48 对 SSR 引物系统分析了来自 27 个国家 74 份红花种质资源的遗传多样性和群体结构,通过聚类分析 74 份红花分为

3个亚群,各亚群分别包含7、55、12份材料,结果表明,所选74份红花种质资源的群体遗传多样性丰富,结构差异性显著。分别采用扩增片段长度多态性(AFLP)技术<sup>[54]</sup>和用相关序列扩增多态性SRAP技术<sup>[55-56]</sup>对来源于中国或国外不同地区的不同红花品种材料亲缘关系进行了分析,都表明红花种内不同品种间存在一定的遗传多样性。胡尊红等<sup>[57]</sup>利用108对AFLP标记引物从DNA水平分析50份云南优异红花种质的遗传多样性,通过UPGMA聚类分析,遗传相似系数0.64~0.66,把50份红花材料分为4个类群,说明云南红花群体具有复杂的遗传分化和丰富的遗传多样性。遗传变异主要在群体间,证明AFLP标记技术能有效地揭示红花种质资源的遗传多样性。贾东海等<sup>[58]</sup>对收集的32份油药兼用红花种质资源进行遗传多样性、变异和聚类分析,发现油药兼用红花种质资源主要是叶型倒披、籽粒壳性状普通、花球性状圆锥、籽粒性状圆锥为主,新疆油药兼用红花品种品质性状遗传多样性高于产量性状,材料的聚类与其来源无明显的联系,青海、甘肃、河南、山东的材料优先聚在一起,新疆具有丰富的油药兼用红花种质资源,且遗传距离较远。

### 3.2 主要农艺性状

红花的农艺性状与其产量有着密切的关系。张兆萍等<sup>[59]</sup>通过测定甘肃本地紧凑型、半紧凑型 and 松散性3中株型红花品种的不同叶位的光合特性和农艺性状,结果发现单株花及籽粒产量均为半紧凑型极显著高于其他两种株型,所以在甘肃的红花生产上,可优先考虑种植半紧凑型品种。李静等<sup>[60]</sup>通过研究不同时期豫红花1号株高、叶数、冠幅、分枝、叶长、叶宽、茎粗、根粗等15个表型农艺性状和植株营养成分的相关性及灰度关联度,发现其花蕾数和顶蕾直径主要与植株株高、冠幅、叶型指数、根粗、叶宽有一定的相关性,植株营养成分与植株农艺性状关系紧密。许兰杰等<sup>[61]</sup>研究发现红花的顶果球着粒数、顶果球质量、顶果球直径、茎粗是影响顶果球籽粒质量的主要性状,在培育籽粒高产红花品种时应着重考虑顶果球质量、顶果球着粒数、顶果球直径等相关性状。周子馨等<sup>[62]</sup>对红花的主要农艺性状进行分析,结果红花主要农艺性状变异系数达5.09%~

55.84%,单株果球数对红花产量形成的直接效应最大。Tabrizi等<sup>[63]</sup>和Arslan等<sup>[64]</sup>的研究表明,单株果球数、顶球直径、株高、分枝高度及其千粒重是提高红花单株产量的重要农艺性状,其通过直接或间接效应影响红花的单株产量。

### 4 红花加工技术

在红花开花的不同时间采集药材,并进行阴干、晒干、45℃、60℃烘干,UV, HPLC法测定红花的化学成分含量,结果表明不同采收期对红花化学成分含量影响显著( $P<0.01$ ),红花在开花后第3天采收最佳,不同加工方法对红花化学成分含量影响不显著( $P>0.05$ ),阴干、晒干及60℃以下烘干均可<sup>[65]</sup>。

有研究比较分析了普通烘箱烘干法、真空烘干法、冷冻烘干和微波烘干法对西红花中主要化学成分含量的影响,发现微波干燥法具有烘干时间短、原料中化学成分高等优势,并且在功率为中火的条件下,微波干燥8min时西红花中Picrocrocin、trans-4-GG、trans-3-Gg、trans-2-gg和cis-4-GG这5种化合物的含量最高,分别可达到22.46%、23.18%、8.49%、1.82%、1.86%<sup>[66]</sup>。

### 5 结束语

红花是我国的常用中药材,红花中的黄色素提取工艺及药效作用的研究已经取得了显著的成效,尤其在心血管疾病、神经系统疾病及抗炎等临床上得到了广泛的应用。全球食品行业及中药行业每年都需大量的红花,越来越多的国内外学者对红花化学成分、药用成分、分子育种技术、农艺性状等进行了大量深入的研究,但目前对红花的栽培技术及组织培养技术方面并没有过多深入的研究。例如目前红花的收获大多还是人工采收,不但费事费力,如遇极端天气人力受限于天气不能及时采收或采收较慢,对红花花丝的采收会造成一定的损失,因此应研究红花的机械化收割问题。除此之外,豫红花系列的叶片大多有刺,在花丝采收时被叶片扎伤不可避免,可通过组织培养技术对红花的叶片进行研究改良,培养出无刺或少刺叶片,减少叶刺对人体的伤害。

### 参考文献:

- [1] DAJUE L, MUNDEL H H. Safflower. *Carthamus tinctorius* L. promoting the conservation and use of underuti-

- lized and neglected crops[M]. 7. IPGCPR, Gatersleben/IPGRI, Rome, Italy. 1996.
- [2] TAKAHASHI Y, MIYASAKA N, TASAKA S, et al. Constitution of two coloring matters in the flower petals of *Carthamus Tinctorius* L.[J]. Tetrahedron Letters, 1982, 23: 5163-5166.
- [3] YOSHIYUKI, TAKAHASHI, KOSHI, et al. Chemical constitution of safflor yellow B, a quinochalcone c-glycoside from the flower petals of *Carthamus tinctorius* L. [J]. Tetrahedron Letters, 1984, 25: 2471-2474.
- [4] DANISOVA C, SUBINOVA I. Study of stability of yellow pigments of *Carthamus tinctorius* L. under laboratory conditions[J]. Biologia, 1995, 50(6): 583-590.
- [5] MESELHY M R, KADOTA S, MOMOSE Y, et al. Two new quinochalcone yellow pigments from *carthamus tinctorius* and Ca<sup>2+</sup> antagonistic activity of tinctormine [J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 1993, 41(10): 1796-1802.
- [6] KIM J B, CHO M H, HAHN T R, et al. Efficient purification and chemical structure identification of carthamin from *Carthamus tinctorius*[J]. Biological Chemistry, 1996, 39(6): 501-505.
- [7] YIN H B, HE Z S. A novel semi-quinone chalcone sharing a pyrrole ring C-glycoside from *Carthamus tinctorius* [J]. Tetrahedron Letters, 2000, 41(12): 1955-1958.
- [8] 姜建双, 夏鹏飞, 冯子明, 等. 红花化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(24): 2911-2913.
- [9] 范莉, 赵海誉, 濮润, 等. 红花的黄酮类化学成分研究[J]. 中国药学杂志, 2011, 46(5): 333-337.
- [10] 李晓锋, 胡晓茹, 戴忠, 等. 红花水提部位化学成分研究[J]. 中药材, 2012, 35(10): 1616-1619.
- [11] 乐世俊, 唐于平, 王林艳, 等. 红花中黄酮类化合物的分离与体外抗氧化研究[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(17): 3295-3300.
- [12] CHEN JINFENG, TU PENGFEI, JIANG YONG. HPLC fingerprint-oriented preparative separation of major flavonoids from safflower extract by preparative pressurized liquid chromatography[J]. 中国药学(英文版), 2014, 23(7): 490-495.
- [13] 瞿城, 乐世俊, 林航, 等. 红花化学成分研究[J]. 中草药, 2015, 46(13): 1872-1877.
- [14] 艾尔肯·图尔荪, 周忠波, 万传星. 新疆红花及红花油化学成分分离与鉴定[J]. 塔里木大学学报, 2017, 29(4): 1-6.
- [15] 王禹. 红花化学成分的提取分离及其在大鼠体内分布的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2018.
- [16] 马家麟, 达洛嘉, 高世宝, 等. 红花超临界提取物的 GC-MS 成分分析及抗菌活性研究[J]. 安徽农业科学, 2016(4): 172-174.
- [17] 赫军, 李福双, 刘照振, 等. 红花中的多烯炔类化学成分// 中国药学会大会暨中国药师周论文集[C]. 天津: [出版者不详], 2010.
- [18] 谭圳, 陈日道, 解可波, 等. 红花细胞培养物化学成分研究[J]. 中国医药生物技术, 2016, 11(4): 319-323.
- [19] 霍贤, 梁忠岩, 张雅君, 等. 红花水溶性多糖的分离、纯化及初步研究[J]. 中国药学杂志, 2005, 39(8): 620-621.
- [20] 金鸣, 李金荣. 红花水溶性成分抗氧化作用的研究[J]. 心肺血管病杂志, 1998, 17(4): 277-279.
- [21] 金鸣, 李金荣, 吴伟. 红花黄色素抗氧化作用的研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(5): 447-449.
- [22] 刘发, 杨新中. 红花黄素对高血压大鼠的降压作用及对肾素-血管[J]. 药学报, 1992, 27(10): 785-787.
- [23] 范莉, 濮润, 赵海誉, 等. 红花抗ADP诱导的血小板聚集活性研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(9): 1242-1244.
- [24] 霍易飞, 高诗慧, 杨宇峰, 等. 红花治疗糖尿病肾病网络药理学研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2020, 22(12): 118-124.
- [25] 郭美丽, 张汉明. 不同栽培居群红花的活血化瘀作用比较[J]. 第二军医大学学报, 1999, 20(1): 3.
- [26] 魏郁晖, 张雪雁. 新疆红花的药理作用及临床应用[J]. 海峡药学, 2011, 23(12): 181-182.
- [27] 孔祥东, 袁绍峰, 潘良明, 等. 红花黄色素对乳腺癌细胞增殖和迁移的抑制作用及其分子机制[J]. 昆明医科大学学报, 2018, 39(1): 20-25.
- [28] 曹鹏冲. 藏红花提取液对去卵巢大鼠骨质疏松治疗作用的实验研究[D]. 西安: 第四军医大学, 2011.
- [29] 张媛, 陈晨, 刘倩, 等. 红花黄色素对急性心肌缺血大鼠的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(16): 282-284.
- [30] G-SH M, NOURIZADE S, YOUSEFI B, et al. Beneficial effects of physical activity and crocin against adolescent stress induced anxiety or depressive-like symptoms and dendritic morphology remodeling in prefrontal cortex in adult male rats[J]. Neurochemical Research, 2019, 44(4): 917-929.
- [31] 乌吉木, 吉日木巴图, 王蕊. 基于分子对接技术的红花抗胆汁淤积作用机制的研究[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(4): 842-844.

- [32] 谢 巍, 杨 妮, 肖 萍, 等. 基于网络药理学预测红花治疗心肌缺血的作用机制[J]. 广西医学, 2020, 42(9): 1110-1114; 1121.
- [33] 俞 婷, 邢越阳, 朱国琴. 基于网络药理学的西红花抗抑郁作用机制研究[J]. 上海中医药大学学报, 2020, 34(3): 70-75.
- [34] 熊丽东. 红花转录组测序分析及其油体蛋白全长的获得[D]. 长春: 吉林农业大学, 2011.
- [35] 张阵阵, 郭美丽, 张军东, 等. 红花 RAPD 和 AFLP 分子标记技术多态性效率比较[J]. 中草药, 2007, 38(3): 449-451.
- [36] 赵明波, 邓秀兰, 王亚玲, 等. 红花 RP-HPLC 指纹图谱的建立及其质量研究[J]. 药学学报, 2004, 39(3): 212-216.
- [37] 董园园. 基于高通量测序的红花不同组织 microRNA 表达分析及转录组研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2014.
- [38] 范 莉, 濮 润, 赵海誉, 等. 红花药材的 HPLC 指纹图谱及质量研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(1): 37-39.
- [39] 胡 燕, 王文波, 宋力飞, 等. 红花 HPLC 指纹图谱研究[J]. 湖南中医杂志, 2013(3): 110-112.
- [40] 向妮艳, 湛 蔚, 陈贤军, 等. 红花油脂相关性状与 SSR 分子标记的关联分析[J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(6): 1506-1516.
- [41] 李志立, 杨 冰, 翟艳敏, 等. 基于分子对接技术虚拟筛选红花中抗心肌缺血活性组分[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(12): 163-172.
- [42] 赖成霞, 玛依拉·玉素音, 高 燕, 等. 藏红花酸糖基转移酶 *UGTCS4* 基因的克隆, 生物信息学及表达分析[J]. 中草药, 2020, 51(4): 1044-1051.
- [43] 任超翔. 光照强度对红花品质的影响及机理初探[D]. 成都: 成都中医药大学, 2019.
- [44] 王 娟, 石必显, 胡佳蕙, 等. 红花 *CtGATA21* 基因的克隆及原核表达分析[J]. 植物生理学报, 2020, 56(3): 68-74.
- [45] 董 程, 杨景松, 刘紫嫣, 等. 红花非生物胁迫相关 *CtDHNI* 基因的克隆及功能研究[J]. 中国油料作物学报, 2020, 42(1): 85-90.
- [46] 于景盛, 李丹丹, 牟青山, 等. 红花 (*Carthamus tinctorius*) 热激转录因子 *CtHSFA9* 的克隆及表达分析[J]. 分子植物育种, 2020, 18(12): 94-100.
- [47] 王丹丹, 刘华栋, 宋 林. 红花 *CtMYB-TF1* 基因的克隆与表达分析[J]. 西北农业学报, 2021, 30(2): 278-286.
- [48] 倪世曼. 玉门市红花栽培技术要点[J]. 甘肃农业科技, 2013(11): 42-43.
- [49] 郭美丽, 姜 伟, 张志珍, 等. 红花种质的随机扩增多态性 DNA 分子鉴定[J]. 第二军医大学学报, 2003, 24(10): 1116-1119.
- [50] 闫 诚, 高武军, 刘 林, 等. 基于 RAPD 技术的红花品种遗传多样性分析[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2012(1): 133-137.
- [51] MAHASI M J, WACHIRA F N, PATHAK R S, et al. Genetic polymorphism in exotic safflower (*Carthamus tinctorios* L.) using RAPD markers[J]. Journal of Plant Breeding & Crop Science, 2009, 1(1): 8-12.
- [52] 官玲亮, 吴 卫, 郑有良, 等. 油用型红花 (*Carthamus tinctoris* L.) 种子醇溶蛋白遗传多样性分析[J]. 种子, 2007, 26(4): 6-10.
- [53] 郭丽芬, 张 跃, 徐宁生, 等. 红花种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. 热带作物学报, 2015, 36(1): 83-91.
- [54] ZHANG L, HUANG B B, KAI G Y, et al. Analysis of intraspecific variation of Chinese *Carthamus tinctorios* L. using AFLP markers[J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 2006, 41(1): 91-96.
- [55] 江 磊, 李 刚, 岳 帅, 等. 11 个红花品种遗传多样性与亲缘关系的 SRAP 分析[J]. 中国油料作物学报, 2013(5): 89-93.
- [56] 孙嘉磊, 余珊珊, 谢秀明, 等. 红花品种遗传多样性的 SRAP 分析[J]. 分子植物育种, 2020, 18(3): 284-289.
- [57] 胡尊红, 王沛琦, 杨 谨, 等. 利用 AFLP 标记分析云南红花优异种质资源的遗传多样性[J]. 山西农业科学, 2019, 47(10): 1756-1761.
- [58] 贾东海, 王秀珍, 侯献飞, 等. 32 份油药兼用红花种质资源表型性状遗传多样性分析[J]. 新疆农业科学, 2020, 57(10): 1775-1784.
- [59] 张兆萍, 魏廷邦, 毋玲玲, 等. 不同株型红花品种(系)光合特性及产量研究[J]. 中药材, 2020, 43(9): 2103-2107.
- [60] 李 静, 轩娜梅, 夏 伟. “豫红花1号”农艺性状及营养成分相关性分析[J]. 广东蚕业, 2020, 54(8): 7-9; 14.
- [61] 许兰杰, 刘新梅, 梁慧珍, 等. 红花种质顶果球籽粒质量及其相关农艺性状的回归分析和通径分析[J]. 中国农学通报, 2020, 36(22): 55-60.
- [62] 周子馨, 王 娟, 贾东海, 等. 国外红花种质资源主要农艺性状与产量关系的多重分析[J]. 新疆农业科学, 2017, 54(6): 1047-1053.
- [63] TABRIZI A, ESENDAL E, BERGMAN J W, et al.

# 甘肃省紫斑牡丹种业现状及其发展对策

王卫成, 贺欢, 杨馥霞, 汤玲, 唐小刚

(甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 紫斑牡丹是一种新的食用木本油料资源。在对甘肃紫斑牡丹种业发展现状、存在主要问题调查分析的基础上, 梳理了甘肃紫斑牡丹种业的发展优势, 提出了甘肃省紫斑牡丹种业的发展对策: 加强紫斑牡丹种质资源保护和利用; 多渠道争取资金支持; 强化紫斑牡丹优质种苗繁育技术及系列产品研发; 加强专业化人才培养; 利用造林补助加强油用牡丹种植基地建设。

**关键词:** 紫斑牡丹; 种业; 现状; 发展对策; 甘肃省

**中图分类号:** S565.9

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2022)03-0012-03

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.03.003

## Current Situation and Development Countermeasures of *Paeonia rockii* Seed Industry in Gansu Province

WANG Weicheng, HE Huan, YANG Fuxia, TANG Ling, TANG Xiaogang

(Institute of Fruit and Floriculture Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** *Paeonia rockii* is a new edible woody oil resource. Based on the investigation and analysis of the main problems existing in the development of the seed industry of *Paeonia rockii* in Gansu province, the development advantages of the seed industry of *Paeonia rockii* in Gansu province were sorted out, and the development countermeasures of the seed industry of *Paeonia rockii* were put forward as follow: strengthen the protection and utilization of germplasm resources of *Paeonia rockii*; strive for financial support through multiple channels; consolidate the research and development of high quality seedling breeding technology and series products of *Paeonia rockii*; reinforce professional personnel training; use afforestation subsidy to strengthen the construction of oil peony planting base.

**Key words:** *Paeonia rockii*; Seed industry; Current situation. Development countermeasures; Gansu province

油用牡丹主要是指结实能力强、种子籽含油量高、加工食用牡丹籽油的牡丹种类<sup>[1]</sup>, 2011年, 牡丹被正式批准为新的食用木本油料资源<sup>[2]</sup>。目前我国栽培和推广的油用牡丹品种主要有紫斑牡丹和丹凤牡丹, 主要是因其结实量和含油量均高于其他油用牡丹品种。紫斑牡丹也叫西北牡丹,

为芍药科芍药属多年生木本花卉, 是我国特有的濒危物种, 因其花瓣基部腹面有明显的深紫或红色斑而得名<sup>[1,3]</sup>。紫斑牡丹抗逆性强, 树冠高大, 抗寒耐旱抗盐碱, 病虫害少, 以花大、色彩艳丽、香气浓厚、花头外展而蜚声国内外, 在园林绿化、乡村美化中具有广阔的应用前景。甘肃临夏、临

收稿日期: 2022-01-17

基金项目: 甘肃省农业科学院重点研发计划项目“甘肃紫斑牡丹品种资源收集、评价及种质创新”(2021GAAS29)。

作者简介: 王卫成(1968—), 男, 甘肃白银人, 副研究员, 主要从事林果花卉及园林绿化研究工作。联系电话: (0)13919430750。Email: wang216630@sohu.com。

Study of some important agronomic traits in spring safflower genotypes using principal component analysis [C]//With International Safflower Conference. 2005.

[64] ARSLAN, BURHAN. Assessing of heritability and variance components of yield and some agronomic traits of different safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars [J]. Asian Journal of Plant Sciences, 2007, 6(3):

544-557.

[65] 郭美丽, 张芝玉, 张汉明, 等. 采收期和加工方法对红花质量的影响[J]. 第二军医大学学报, 1999, 20(8): 535-537.

[66] 童应鹏. 中药西红花烘干工艺及有效成分的提取工艺和网络药理学研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2016.