

DOI:10.14188/j.ajsh.2018.04.004

中国红花种质资源的种类与分布

林 寒,李 刚,刘 虹,陈 雁,方 莹,覃 瑞,张 丽*

(中南民族大学 生命科学学院,湖北 武汉 430074)

摘要: 红花(*Carthamus tinctorius* L.)在我国栽培历史悠久,具有重要的油用、药用、食用价值。我国的红花栽培历史和药用记载可以追溯到2 000多年前。本文详细阐述了红花在中国的引种历史、种植概况及其地理分布。目前,我国红花的商业化种植主要集中在新疆维吾尔自治区、云南省和甘肃省。河南省、四川省、浙江省等地区曾有较大规模的红花种植,并分别培育出延津红花、简阳红花、淮红花等优良品种,现在这些地区的红花种植都是零星分布。本文对红花种质资源管理、引种选育中存在的问题进行了讨论,旨在为我国红花种质资源的进一步收集、保存和选育提供参考。

关键词: 红花;种质资源;育种;地理分布

中图分类号: S324

文献标识码: A

文章编号: 2096-3491(2018)04-0314-07

Varieties and distribution of *Carthamus tinctorius* L. germplasm resources in China

LIN Han, LI Gang, LIU Hong, CHEN Yan, FANG Ying, QIN Rui, ZHANG Li*

(College of Life Science, South-Central University for Nationalities, Wuhan 430074, Hubei, China)

Abstract: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) has a long cultivation history in China. It has important oil, medicinal, and edible value. Safflower cultivation history and medical records in China can be traced back to more than 2 000 years ago. This paper elaborately describes the introduction history, planting situation and geographical distribution of safflower in China. At present, commercial cultivation of safflower in China is mainly concentrated in Xinjiang Autonomous Region, Yunnan Province and Gansu Province. There were large-scale safflower cultivation areas in Henan Province, Sichuan Province, and Zhejiang Province, etc., and have developed several high quality varieties such as Yanjin safflower, Jianyang safflower, and Huai safflower separately. However, the safflower cultivation in these areas is now scattered. The problems in introduction, breeding, and germplasm resource management of safflower are also discussed. The purpose of this paper is to provide a reference for the further collection, preservation and breeding of safflower in China.

Key words: *Carthamus tinctorius* L.; germplasm resource; breeding; geographical distribution

0 引 言

红花(*Carthamus tinctorius* L.)为菊科(Compositae)红花属(*Carthamus*)一年或两年生草本植物。早在4 000多年前,红花便在中东地区被作为

颜料植物栽种^[1]。红花籽油中主要是以C₁₈为主的饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸,其中亚油酸含量可高达85%^[2]。联合国粮农组织从1973年起正式将红花籽作为油料作物列入《生产年鉴》的统计项目之内^[3]。红花还具有很高的药用价值和开发潜力,红

收稿日期:2018-01-08 修回日期:2018-03-18

作者简介:林寒(1991-),男,硕士生,现主要从事植物遗传学研究。E-mail: lh710094748@qq.com

*通讯联系人 E-mail: zhangli0624@gmail.com

基金项目:湖北省自然科学基金资助项目(2016CFB616)

引用格式:Lin H, Li G, Liu H, et al. Varieties and distribution of *Carthamus tinctorius* L. germplasm resources in China [J]. Biotic Resources, 2018, 40(4): 314-320.

林寒,李刚,刘虹,等. 中国红花种质资源的种类与分布[J]. 生物资源, 2018, 40(4): 314-320.

花的花丝是我国传统的中药材,能活血化瘀、通经止痛,主治难产、瘀血作痛和跌打损伤。红花中的红花黄色素具有抗凝血活性^[4,5],免疫活性^[6]。红花的水萃取物能够抗血栓^[7],红花的提取物能够对心脏缺血起到保护作用^[8],能够抗纤维化^[9]。红花的乙醇提取物能够起到抗炎作用。红花的活性成分羟基红花黄色素A能够抗氧化、抗凝血,对脑缺血、神经系统起到保护作用,并治疗一些心脏疾病^[10,11]。据对红花化学成分研究发现,红花共含有200余种化学物质,分布在红花植株的花、叶、种子中。主要的化学成分包括17种醌式查尔酮,20多种黄酮类物质,20种酚酸,10余种聚乙炔^[12]。此外,红花的幼苗富含丰富维生素A、铁、磷、钙,是优质的绿色蔬菜。红花饼粕的蛋白质含量为19%,无毒无异味且能被简单地提取,是有潜力的植物蛋白资源^[13]。

红花主根入土深、侧根系发达,适宜于在干旱肥沃土壤上栽培,在瘠薄之地也能发育良好。红花对温度的适应范围较宽,一般温度高于5℃,积温2 000~2 900℃即可满足生长发育需要^[14],温带地区也可栽培。种子在4℃以上可以发芽,在5~25℃温度条件下,可以保证红花种子很好的发芽率^[15],大多数红花品种的幼苗能耐-6.6℃的低温^[16]。对于红花发源地的研究,Vavilov^[17]曾经根据野生种和栽培种的表型及分布把印度、阿富汗和埃塞俄比亚作为红花的三个发源地。后来有学者认为红花起源于近东地区,并由近东地区引种至世界各地;Knowles^[18]根据红花的植物学特征、含油量、抗病性等性状,认为全球红花的发源地有7个:远东地区、印度-巴基斯坦地区、中东地区、埃及、苏丹、埃塞俄比亚和欧洲。而Ashri^[19]根据更加全面的性状分析,把世界红花起源地划分出了10个地区,分别为①远东地区;②印度次大陆;③伊朗、阿富汗;④以色列、约旦、伊拉克、叙利亚;⑤土耳其;⑥埃及;⑦苏丹;⑧肯尼亚;⑨埃塞俄比亚;⑩摩洛哥、西班牙、葡萄牙、法国。任超翔等^[20]认为把地中海东岸的“新月地带”看作红花的起源地较为合理。这个区域包括从尼罗河向东北延伸到底格里斯河,向东南伸展至波斯湾,包括埃及、以色列、约旦、黎巴嫩、叙利亚以及伊拉克等国。该区域外形如“弧”、东西蜿蜒走向,地带狭长,就像一弯新月^[20]。据Sasanuma等^[21]于2008年统计,红花种质资源共计20 418份,红花的主要种植国有印度、美国、墨西哥、澳大利亚、西班牙、葡萄牙。目前,全世界红花属共有25个种和亚种,红花是唯一的栽培种。红花属在我国只有2

个种,分别为红花与毛红花(*Carthamus lanatus*)。

我国的红花栽培历史和药用记载可以追溯到2 000多年前,红花在我国的河北俗称草红花,在河南、山西称之为红兰花,江苏地方称为杜红花或淮红花。在《本草纲目》中称红花为红兰花,与番红花(即藏红花,*Crocus sativus*)不同。目前,我国红花种质资源已有2 800余份^[2]。谷卫彬等^[22]对来自美国西部地区植物引种站和世界各国及我国20多个省、市、自治区的2 048个红花种质在北京种植并进行评价,结果表明中国的红花品种具有良好的开发利用前景。本文对红花在中国的引种、地理分布以及栽培情况进行了综述,并对种质资源管理中存在的问题进行了讨论,有助于今后红花品种收集与选育工作的开展。

1 红花的引种情况

中国科学院自1976年开始对栽培红花进行研究,收集了来自世界52个国家和26个省份的2 000多份红花种质资源^[23]。据雷道传等^[24]研究报道,我国在1978年和1979年引进红花品种共17种,通过国外引种及选育本地性状好的红花材料进行杂交育种并推广。另外,还有一些在我国成功栽培和选育并有一定推广度的国外品种,如S-400、“14-5”、“UC-1”等。这些种质的主要特征性状如表1所示。其中“14-5”,AC-1,1-77-1,Gila的亚油酸含量分别高达84.42%,82.17%,74.92%,79.38%,而UC-1的亚油酸含量为22.11%^[25~28]。

2 红花在我国的种植和分布

2.1 红花的种植概况

目前,我国红花的商业化种植主要集中在新疆维吾尔自治区、云南省和甘肃省^[29]。新疆维吾尔自治区是我国栽培红花的最主要种植区,在中国作物种质信息网收录的新疆红花品种有300多种。据统计,新疆维吾尔自治区每年红花总种植面积约40 000 hm²,主要为昌吉地区、塔城地区和伊犁地区。塔城地区种植面积约25 333 hm²,伊犁地区约13 333 hm²,昌吉地区约6 666 hm²^[30]。总体而言,新疆红花种植面积占全国种植面积一半以上,红花的产量更是占全国的80%^[2]。其中新疆裕民县红花种植面积达10 000 hm²以上,已成为新疆最大的红花种植基地^[13]。云南省种植红花历史长达1 000多年,是我国主要的产区之一。种植区主要集中在弥渡、巍山、昌宁、宾州、丽江和元谋。云南地区红花

表1 国外红花引种统计
Table 1 Introduced safflower from abroad

品种名	生长期/d	株高/cm	花球数	种子千粒重/g	皮壳率/%	含油率/%	来源
S-400	121	50.6	11	46.0	32.6	45.20	美国
“14-5” ^[25]	121	57.9	18	43.0	37.8	41.02	美国
AC-1 ^[26]	120	52.4	20	32	30.2	42	美国
油酸李德 ^[24]	121	85.0	14	43.0	34.5	33.30	美国
Frio	125	68.7	11	44.0	40	35.70	美国
1-77-2	126	77	33	40~48	42	34.43	
1-77-3	128	69	22	45~50	42	32.08	
尤特	125	71.0	20	43.0	38.5	36.60	美国
5号	132	68	32	40~45	40	34.45	
1-77-1	129	88	26	30~36	40	30.97	
Reed	125	62.7	14	41	30.8	31.30	美国
Mexico	126	91.6	12	37.0	34.9	25.30	墨西哥
Kino-76	122	61.7	14	52.0	40.0	38.80	美国
Saffola-208	130	65	24	45~49	38.0	37.35	
Ria	128	89.6	22	48.0	51.4	26.8	美国
1-77-4	128	69	33	50~57	40	34.13	
V-SF-CEN-1550	123	63.1	12	45	31.6	44.4	美国
6号	123	77.5	8	44.0	40.7	38	美国
ROYAL-71	127	71	10	55~59	38.0	41.47	美国
UC-1 ^[25]	122	61.8	9	50.0	38.4	38	美国
Gila ^[27]	117	54.8	9	47.0	38.2	33.4	墨西哥
B-54 ^[28]	121	63	12	39.0	34.4	37.40	美国

品质优秀,开发力度大,在2009年,其种植面积达6 666 hm²,并选育出了较多优秀的红花品种^[31]。甘肃省于20世纪30年代开始把红花作为油料作物进行栽培,主要产地在敦煌县^[32],是我国红花产量第三大的省份。

除以上三大种植区外,河南省、四川省等地区也培育出了较多的红花品种。河南省是我国红花种植历史最久的地区之一,主要种植地区是卫辉县、延津县和商丘县^[30]。河南省本地红花是延津大红袍,经系统选育出了更适宜河南种植的新型红花延津80-8等^[33]新品种。四川省红花的种植历史也较长,主要种植地区是简阳、资阳、金堂等地。四川省经过系统选育出了优质的川红花,其中简阳红花是四川的地方品种^[34]。根据《作物杂志》中《北方7省(区)红花生产考察汇报》记载,宁夏回族自治区栽培红花起始于1982年,1983年发展到300亩。辽宁省的阜新县在19世纪末种植有少量红花,1976年达733 hm²。内蒙古自治区在1974年哲里木盟有红花19 hm²,巴盟有红花26 hm²。1983年呼和浩特1.3 hm²、哲盟2 hm²,亩产干花6.5~7.5 kg,产籽

100~250 kg。我国东北部的黑龙江省也曾在1960年引进了新疆红花进行种植,地点在富锦县^[35]。辽宁沈阳也有引进红花进行种植^[36]。江苏省的红花种植早在1920年左右就已经开始了,主要种植地是在惠丰和北新,且产量在当时的国内水平中属于较高水平^[37]。

根据目前我国红花种植情况,将我国主要红花品种及分布列于表2。其中,红花主要种植地如新疆维吾尔自治区、云南省以及甘肃省,因选育的红花品种较多,表2中仅展示这些地区种植的主要红花品种。部分其他地区的红花品种如浙江省的杜红花、河南省的延津红花、甘肃省的酒泉无刺、河北省的安国红花、山东省的菏泽红花等品种经过引种到其他地区种植或者杂交几代后,其品种名称已经更改,未在表中列出。

2.2 我国红花种质资源的地理分布

我国的红花分布于除了高原山地气候带的其他所有气候带,其中分布在云南省、四川省和浙江省等热带季风气候带地区的红花品种品质较高,而云南省、四川省和浙江省红花品质与海拔高度以及

表2 我国主要红花品种及分布
Table 2 Main safflower varieties and their distribution in China

分布省份	品种名	株高/cm	含油率/%	花球数	花色	种子千粒重 /g	生长期/d
山东	高青黄	72	24	10	橙红色	32	112
山东	加祥红花	102	24.2	10	红色	37	123
山东	单县红花	54	22.27	22	橙黄色	47	116
安徽	砀山红花	71	25.12	28	橙黄色	37	119
甘肃	民权红花	126	30.7	14	橙红色	49	132
甘肃	ZW4-1-2	87	32.07	26	黄红	32	137
甘肃	AW9-1-2-6-2-6	117	36.98	26	黄红	28.4	140
甘肃	ZT40-6-3	137	31.97	26	橙红色	26	146
甘肃	XW265-3-2	108	30.05	20	黄红	21	145
甘肃	80143-1-2-10-1-1	122	35.55	19	黄色	33	118
甘肃	80198	104	37.8	21	橙红色	37.8	117
河北	获鹿红花	60	24.5	8	橙黄色	24.5	119
河南	淇县红花	68	24.6	17	红色	24.6	117
四川	营山红花	105	27.2	28	橙黄色	28	108
黑龙江	一座营红花	88	24.5	9	红色	33	110
内蒙古自治区	包头红花	92.5	27.6	19	红色	34	130
宁夏回族自治区	单选无刺-1	114.8	30.2	14	黄色	35	128
宁夏回族自治区	82-选-2	109	25	11	白色	36	130
云南	YN无刺-063	65	30.57	27	橙黄色	49	119
云南	YN抗锈-119	121	25.55	33	白色	76	123
云南	YN条纹壳-010	40	29.26	17	黄色	52	128
云南	YN黄花-045	38	31.31	25	黄色	29	128
云南	YN-Z009	92	30.14	30	橙红色	47	117
云南	YN早-025	78	30.26	18	黄色	50	125
云南	YN油红-002	71	32.86	24	黄色	42	128
云南	YN白花-007	36	26.73	23	白色	51	128
新疆维吾尔自治区	和田有刺	124	26.5	19	黄色	53	132
新疆维吾尔自治区	AC-1-26	16	37	25	橙红色	25	114
新疆维吾尔自治区	吐鲁番有刺-81	38.2	30.5	23	黄色	44	134
新疆维吾尔自治区	塔城少刺-5	102.4	30.5	25	橙红色	35	134
新疆维吾尔自治区	S-400-3	63.3	41.9	21	黄色	41	126
新疆维吾尔自治区	吉红一号	102.5	27	30	红色	52.5	126
新疆维吾尔自治区	伊犁红花	83	23.1	43	红色	32	110
新疆维吾尔自治区	XJ无刺-008	63	30.03	19	黄色	39	135

较长日照时间有着密切的关系。云南省的几个主要红花种植地,如元谋县约1 118 m^[38],弥渡县、永胜县平均海拔在1 300 m左右^[39],其海拔高度适合红花生长,而且气候良好、降水量稳定,因此选育出了云红等系列优质红花品种^[31,39]。四川地区的环境条件虽然与云南相仿,但是由于四川多为山区,天气变化无常,降水量较大,四川地区种植的红花种子饱满度、生长期等性状也因此受到了影响^[37]。对新

疆红花品质分析发现^[40],海拔为1 000~1 250 m高度下种植的红花品质最优。新疆地区虽处于相对低降水量的温带大陆性气候,但由于我国西部高原地区日照时间长,且红花对于旱有很强的抵抗力,综合考虑新疆地区的种植环境有利于红花的生长。河南省虽然海拔较低,但土壤质量好,降水量和气候适宜,地貌也较平整,如河南省的新乡市平均海拔在100 m左右,该地区也有种植红花^[41]。

我国东南部地区处热带季风气候,降水量大,由于红花耐旱不耐涝,所以不适宜种植红花。东南部地区的日照长度和海拔高度与红花高产地区也相差较远。根据目前我国东南部地区红花种植情况,除浙江省部分地区有种植红花外,其他省份均没有种植。浙江省种植的淮红花是我国有特色的红花品系之一,浙江省西南部是高山地带,其余地区多丘陵,平均海拔约100 m,淮红花的生长环境与我国其他红花品种有较大差异。因此,淮红花具有在我国东南部地区进行栽培种植的潜力,有重要的保护和研究价值。

3. 讨 论

我国本土的栽培红花历史悠久,由于海拔高度、所处温度带、气候带、日照强度及降水量等多种原因,形成了多样的地方红花品系和我国特有的红花品种资源。20世纪初我国陆续引进多个国外红花,通过多年努力选育出了一批具有较高经济效益的优质红花品种,丰富了我国红花种质资源。虽然我国对于红花种质资源的开发、选育和品种搜集已经取得较大成果,但是也存在一些问题。

在我国早期引进国外优良品种之前,国内也有许多特色地方红花品系,如山东省的菏泽红花,河南省的延津红花、白砂二号,浙江省的淮红花,山西省的芮城红花等,但由于当时种质资源缺乏保护,经过育种和杂交后的高产红花品种代替了地方红花品种,使得一些有重要研究价值的地方红花品种遗失,也导致其所具有的优异基因永远消失。此外,目前我国对栽培红花种质资源的管理和统计仍然处于比较混乱的状态。目前全国各地的红花品系的调查统计仅限于地方水平,而且对红花的统计缺乏完整和统一的衡量标准,增加了红花种质收集的难度和准确性。在此情况下,全国各地区的种质资源库之间的交流显得十分重要。因此急需优化红花种质资源的管理和保存。

另外,由于新疆等地区适宜红花种植,重视红花的研究选育,优质的新疆红花涌入市场^[20]。在一定程度上冲击了其他红花种植地区的种植力度,使得我国部分曾经种植红花的地区的花栽培规模锐减。如河南省、四川省、浙江省等地区也曾经有较大规模的红花种植,现在这些地区的红花种植都是零星分布。因此,从政策上引导这些地区种植红花,可以最大程度地利用全国不同生态环境对红花进行种植,对红花品种的选育和优良性状的研究具

有重要意义。

参考文献

- [1] Asgarpanah J, Kazemivash N. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Carthamus tinctorius* L. [J]. Chin J Integr Med, 2013, 19(2): 153-159.
- [2] Wang Z M. The evaluation and utilization of the world safflower germplasm resources [M]. Beijing: Science and technology of China press, 1993: 1-4.
王兆木. 世界红花种质资源评价与利用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 1-4.
- [3] Yan Z X. The cultivation and introduction of the varieties of the safflowers without thorns [J]. Rural Science & Technology, 1994(10): 22.
颜志新. 无刺红花的栽培要点及品种介绍[J]. 农村科技, 1994(10): 22.
- [4] Zhao J M, Qin W Y, Yue Q I, et al. Anticoagulant activity of carthamine and its effect on platelet aggregation [J]. Lab Anim Sci, 2009, 26: 30-32.
- [5] Chen W, Jin M, Wu W, et al. Inhibition of safflower yellow on rabbit platelet activation induced by platelet activating factor [J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2000, 35(11): 741-747.
- [6] Jun M S, Ha Y M, Kim H S, et al. Anti-inflammatory action of methanol extract of *Carthamus tinctorius* involves in heme oxygenase-1 induction [J]. J Ethnopharmacol, 2011, 133(2): 524-530.
- [7] Li Y, Wang N. Antithrombotic effects of Danggui, Honghua and potential drug interaction with clopidogrel [J]. J Ethnopharmacol, 2010, 128(3): 623-628.
- [8] Han S Y, Li H X, Ma X, et al. Protective effects of purified safflower extract on myocardial ischemia *in vivo* and *in vitro* [J]. Phytomedicine, 2009, 16(8): 694-702.
- [9] Zhu H B, Wang Z H, Tian J W, et al. Protective effect of hydroxysafflower yellow A on experimental cerebral ischemia in rats [J]. Acta Pharm Sin, 2005, 40(12): 1144-1146.
- [10] Nie P H, Zhang L, Zhang W H, et al. The effects of hydroxysafflower yellow A on blood pressure and cardiac function [J]. J Ethnopharmacol, 2012, 139(3): 746-750.
- [11] Choi E M, Kim G H, Lee Y S. *Carthamus tinctorius* flower extract prevents H₂O₂-induced dysfunction and oxidative damage in osteoblastic MC3T3-E1 cells [J]. Phytother Res, 2010, 24(7): 1037-1041.
- [12] Zhou X, Tang L, Xu Y, et al. Towards a better understanding of medicinal uses of *Carthamus tinctorius* L. in traditional Chinese medicine: a phytochemical and phar-

- macological review [J]. J Ethnopharmacol, 2014, 151 (1): 27-43.
- [13] Liang H Z, Dong W, Yu Y L, *et al.* Advances in studies on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at home and abroad [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(485): 71-74.
梁慧珍, 董薇, 余永亮, 等. 国内外红花种质资源研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(485): 71-74.
- [14] Du B S, Cao L. First acquaintance about safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and *Crocus sativus* L. [J]. Fortune World, 1999(2).
杜宝善, 曹黎. 初识红花、藏红花[J]. 致富天地, 1999(2).
- [15] Li W, Tan Y, Chen W, *et al.* Effect of temperature on the germination of different varieties of safflower [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013, 41(10): 4299-4301.
李威, 谭勇, 陈文, 等. 温度对不同品种红花种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(10): 4299-4301.
- [16] Li J Z. Safflower [M]. Urumchi: Xinjiang People's Publishing Press, 1983: 1-3.
李佳政. 红花[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1983: 1-3.
- [17] Vavilov N I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants [J]. Origin Variation Immunity & Breeding of Cultivated Plants, 1951, 72 (72): 482.
- [18] Knowles P F. Centers of plant diversity and conservation of crop germ plasm: safflower [J]. Economic Botany, 1969, 23(4): 324-329.
- [19] Ashri A. Evaluation of the germplasm collection of safflower, *Carthamus tinctorius* L. V. distribution and regional divergence for morphological characters [J]. Euphytica, 1975, 24(3): 651-659.
- [20] Ren C X, Wu Y Y, Tang X H, *et al.* Safflower's origin and changes of producing areas [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2017, 42(11): 2219-2222.
任超翔, 吴沂芸, 唐小慧, 等. 红花的起源与产地变迁[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(11): 2219-2222.
- [21] Sasanuma T, Sehgal D, Sasakuma T, *et al.* Phylogenetic analysis of *Carthamus* species based on the nucleotide sequence of the nuclear *SACPD* gene and chloroplast *trnL-trnF* IGS region [J]. Genome, 2008, 51 (9): 721-727.
- [22] Gu W B, Li D J. Evaluation on fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) oil from the world collection of safflower germplasm [J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2002, 11(1): 17-19.
谷卫彬, 黎大爵. 世界红花种质的籽油脂肪酸组分评价[J]. 植物资源与环境学报, 2002, 11(1): 17-19.
- [23] Liu X Y, Jiang H Y. Study and utilization on fine germplasm resource of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 1996 (4): 209-215.
刘旭云, 蒋海玉. 红花优异种质资源的研究及利用[J]. 云南农业大学学报, 1996(4): 209-215.
- [24] Lei D C, Kang Q. The introduction of foreign safflower with oil application [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1980(3): 96-97.
雷道传, 康球. 国外油用红花的引种观察[J]. 中国油料作物学报, 1980(3): 96-97.
- [25] Ye Y H. Safflower variety '14-5' [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1984(4): 78-79.
叶远惠. 红花品种 14-5 [J]. 中国油料作物学报, 1984 (4): 78-79.
- [26] Lei D C. Safflower variety 'AC-1' [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1983(2): 68-69.
雷道传. 红花品种“AC-1红花”[J]. 中国油料作物学报, 1983(2): 68-69.
- [27] Safflower 'Gila' with oil application [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 1979(3): 15.
油用红花——吉雷[J]. 农业科技通讯, 1979(3): 15.
- [28] Lei D C, Zhang M X, Qiu X G, *et al.* Introduction of varieties of foreign safflower [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 1979(3): 15.
雷道传, 张梦星, 裘先圭, 等. 几个国外引进红花品种简介[J]. 农业科技通讯, 1979(3): 15.
- [29] Zhao G, Wang A H. Safflower resource and its medicinal value [J]. Chinese Wild Plant Resources, 2004, 23 (3): 24-25.
赵钢, 王安虎. 红花的资源及药用价值[J]. 中国野生植物资源, 2004, 23(3): 24-25.
- [30] Li T T, Han H Y, Zhang B, *et al.* Analysis of hydroxysafflor yellow A and kaempferol in *Carthamus tinctorius* L. by Xinjiang and Henan [J]. Journal of Liaoning University of TCM, 2017(9): 67-70.
李彤彤, 韩红园, 张博, 等. 新疆和河南红花中羟基红花黄色素 A 和山奈素含量分析[J]. 辽宁中医药大学学报, 2017(9): 67-70.
- [31] Liu X Y, Yang J G, Guo L F, *et al.* Breeding of new safflower variety 'yunhonghua no. 3' with flower and oil application [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2009, 22(1): 224-226.
刘旭云, 杨建国, 郭丽芬, 等. 花油两用红花新品种“云红三号”的选育研究[J]. 西南农业学报, 2009, 22 (1): 224-226.
- [32] Guo L F, Zhang Y, Xu N S, *et al.* The genetic diversi-

- ty analysis of both morphologic traits and agronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm resources [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2015, 36(1): 83-91.
- 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.
- [33] Liang H Z, Dong W, Yu Y L, *et al.* Progress and evaluation of breeding of *Carthamus tinctorius* L. [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013 (34): 13160-13161.
- 梁慧珍, 董薇, 余永亮, 等. 我国红花育种研究进展与评价[J]. 安徽农业科学, 2013(34): 13160-13161.
- [34] Liu R J, Wu W, Zheng Y L, *et al.* Analysis of the oil and its fatty acids percentage of the seed of 48 safflower accessions [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2006, 19(5): 920-927.
- 刘仁建, 吴卫, 郑有良, 等. 48份红花材料种子含油率及其籽油脂肪酸分析[J]. 西南农业学报, 2006, 19(5): 920-927.
- [35] Wu Z G. The experience of rich production of the introduced safflower from Xinjiang in Fujin county, Heilongjiang province [J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 1959(4): 157.
- 母子光. 黑龙江富锦县引种新疆红花丰产经验[J]. 中国药学杂志, 1959(4): 157.
- [36] Liu R W. Preliminary report on the introduction of safflower in Shenyang, Liaoning province [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 1995, 3(4): 58-62.
- 刘瑞文. 沈阳红花试栽的初步报告[J]. 中国生态农业学报, 1995, 3(4): 58-62.
- [37] Drug administration of Jiangsu provincial health department. Preliminary experience on the cultivation of safflower [J]. Jiangsu Journal of Traditional Chinese Medicine, 1959(4): 39-40.
- 江苏省卫生厅药政管理局. 红花栽培初步经验介绍[J]. 江苏中医药, 1959(4): 39-40.
- [38] Guo L F, Xu N S, Zhang Y, *et al.* Genetic diversity analysis of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm resources from Yunnan province [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2012, 13(2): 219-225.
- 郭丽芬, 徐宁生, 张跃, 等. 云南红花种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 219-225.
- [39] Hu X L, Hu Z H, Yang J, *et al.* Breeding of new safflower varieties 'Yunhonghua No. 5' and 'Yunhonghua No. 6' with flower and oil application [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2017, 33(17): 58-65.
- 胡学礼, 胡尊红, 杨谨, 等. 花油两用红花新品种'云红花五号'和'云红花六号'的选育研究[J]. 中国农学通报, 2017, 33(17): 58-65.
- [40] Kang D J, Tan Y, Kan M M, *et al.* Study on the quality of Xinjiang safflower with different altitude gradients [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2017, 40(1): 127-130.
- 康东健, 谭勇, 阚萌萌, 等. 不同海拔梯度新疆红花品质分析研究[J]. 中药材, 2017, 40(1): 127-130.
- [41] Hu X Q, Wu L L, Tao Y, *et al.* Correlation analysis and path analysis of main agronomic traits in safflower germplasm of Xinxiang [J]. Guang Dong Agricultural Sciences, 2015, 42(21): 40-44.
- 胡喜巧, 毋柳柳, 陶烨, 等. 新乡红花种质资源主要农艺性状相关分析与通径分析[J]. 广东农业科学, 2015, 42(21): 40-44.

□