

日照长度和温度对红花生长发育的影响*

黎大爵 韩孕周 王利平

(中国科学院植物研究所北京植物园, 北京 100003)

摘要 红花为长日照植物, 在长日照条件下, 莲座期显著缩短, 植株变矮, 整个生育期明显变短, 但也有些品种如墨西哥矮, 对日照长度的反应不甚敏感。多数红花品种在高温、长日照条件下, 莲座期显著缩短, 植株变矮, 种子产量下降, 但我国秋播红花产区北部的一些红花品种如 BJ-240 在高温、长日照条件下莲座期不是缩短, 反而无限延长, 植株根本不能正常生长、开花结果。实验表明, 将这些品种的种子萌发后置于 0℃ 的冰箱中处理 15 天后再播种, 植株即能正常生长、开花、结果。在高温、长日照条件下不能正常生长发育的红花种质资源的发现, 对于改良春型红花营养生长习性和提高产量具有重要意义。所发现的种子低温处理克服部分冬型红花不开花结果的方法, 可直接在我国北方红花产区应用。对于发展我国红花生产具有重大意义。

关键词 红花; 种质资源; 生长发育

Effect of temperature and photoperiod on the growth and development of safflower germplasm Li Da-Jue, Han Yun-Zhou and Wang Li-Ping (Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, *J. Plant Resour. & Environ.* 1995, 4(4): 22~27

Safflower belongs to a long-day plant. The rosette habit period, plant height and the growth period duration were shortened under long-days. However, some cultivars such as Mexican Dwarf are not sensitive to the photoperiod. Most of safflower germplasm, the rosette habit period and plant height were shortened and the seed yield decreased under high temperature and long-days. Whereas, some germplasm such as BJ-240, came from Cao County, Shangdong Province, the rosette period was delayed indefinitely and the plant could never elongate, flower and fruit normally under higher temperature. The experiments indicated that after the sprouting seed of BJ-240 was treated with low temperature as 0℃ for a period of 15 days, the plant could grow and develop normally. The discovery of safflower germplasm under high temperature and long-day will play an important role for improvement of the vegetative growth characteristics and increase the seed yield of spring safflower. The discovered method of seed treatment with low temperature for solving the problem to a part of winter safflower does not flower and fruit can be used directly in safflower production in North China.

Key words safflower; *Carthamus tinctorius* L.; germplasm; growth and development

红花在我国有着 2100 多年的栽培历史^[1], 是一种重要的中药材^[2], 但在国外, 红花却是一种新的油料作物^[3]。尽管美国和中国对世界红花种质资源已作了评价, 但对红花的生长发育规律及各种质对温度及光照的要求却未作过系统的研究。在第一届国际红花会议上虽也提出, “我们需要更多的有关不同基因型在不同温度下对日照反应的资料”^[7], 联合国粮农组织

主持召开的第一届芝麻、红花专家座谈会也建议加强对“光周期和温度的反应”的研究^[6],但至今依然进展不大。美国的 Zimmerman 曾就光周期对红花莲座期的影响作过研究^[10],表明红花的莲座叶丛期(下称莲座期)的长度随温度和日照长度的增加而缩短, Munoz 也研究了播种期和温度对红花物候期和产量的影响,在可控环境条件下,低温、短日照使红花的莲座期延长^[8]。Abel 发现在田间实验条件下也有同样效应^[5]。温度是一个与产量、成熟期和各发展阶段长度呈负相关的最有决定作用的气象因子,增加生长期的长度,特别是伸长期至分枝期的长度,将增加产量。由于不同播种期的温度各不相同,从而极大地影响了红花的生长、发育和产量,几乎世界各红花产区都有这样的现象。早播者产量高,晚播者产量降低。低温延长了红花的莲座期和营养生长期,这种影响是和高产联系在一起的,因为它增加了二个最重要的产量组分——每株花球数和每花球种子数^[9]。然而在中国的红花基因库中,却有一些品种,如 BJ-420 等,它们的莲座期并不随温度的升高和日照时数的增加而缩短,恰恰相反,高温延长了这些种质的莲座期和营养生长期,在播种后的头 10 天内,平均气温在 17.9℃ 以上,它们就根本不能伸长、开花结果而停留在莲座期直至死亡。在生产实践上也遇到这一问题,将原产于我国山东南部、河南北部、陕西南部、江苏北部、安徽北部的一些红花品种在我国北方晚春播种,植株根本上就不能开花,完全丧失了生产能力。因此加强对红花生长发育规律的研究,对我国红花生产的发展和新品种的选育具有重大的理论和现实意义。

1. 材料与方 法

本试验选用有代表性的一些红花品种作试验材料: Gila, B-54, 14-5 和 UC-1, 均从美国引进, 叶片及头状花序外部总苞苞片有刺, 花黄色或橘黄色, 代表美国红花生产上所用的春型红花品种; 墨西哥矮, 为墨西哥育成的极早熟红花品种, 代表来自低纬度热带地区的花品种; BJ-240A 和 BJ-240B 为原产我国山东曹县的红花品种, 叶片及头状花序外部总苞苞片无刺, 花红色, 代表原产我国山东西南部、江苏北部、安徽北部、河北南部、河南北部以及陕西南部广大地区的冬型红花品种。

(1) 播种期试验: 用 B-54、Gila 和 UC-1 分别于 2 月 18 日、3 月 17 日、4 月 14 日和 5 月 13 日播种于田间, 观察物候期及植株高度。

(2) 短日照处理: 用来源于国内外不同地区的 12 个红花品种分成两组于 4 月 9 日播种栽培于同一地块, 栽培条件完全相同, 一组作为对照, 另一组用带有通风管道的遮光罩进行短日照处理, 每天给予 9 个半小时的光照; 对照组为自然光照, 在此期间, 日照长度从 13 小时 59 分增到夏至的 15 小时 01 分又降至 14 小时 56 分。

(3) 高温对某些红花品种的影响的试验: 推迟播种以研究高温对原产于我国曹县红花品种 BJ-240A、BJ-240B 和油用红花品种 14-5 生长发育的影响。三个品种分别于 3 月 18 日、4 月 2 日、4 月 17 日和 5 月 2 日播种于田间, 观察株高, 主茎叶片数和物候期, 观测记录日平均气温及最高、最低温度以分析各品种对不同温度的反应。

(4) 将 BJ-234A、BJ-240B 和 14-5 的种子在室温下萌发后, 移入 0℃ 的冰箱中进行低温处理 10 和 15 天。对照组于播种前催芽至胚根长度与处理组大致相同时, 于 5 月 2 日同时植于田间, 试验方法与观察项目与实验 (3) 同。

(5) 用墨西哥矮、Gila、BJ-240A 作试验植物, 将 BJ-240A 分成两组, 一组用低温处理17天后置于 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、14小时光照的培养箱中培养, 观测项目与(4)同。

2. 结果与讨论

2.1 播种期对红花生长发育的影响

红花对日照的长度有特殊的要求。若播种期选择得当, 满足红花在不同生长发育阶段对日照的要求, 就能获得高产, 反之就要大幅度减产。

我国地处北半球, 早春播种者, 温度较低, 日照也较短, 因此红花的生育期较长, 晚播种者, 日照长, 植株很快开花, 因而生长期短, 植株变矮(表1)。对于大多数红花品种来说, 在一定范围内, 不论播种期的早晚和植株的高矮, 只要植株处于长日照条件下, 红花就要开花。

表1 不同播种期对红花开花期、生长期和植株高度的影响

Tab 1 Effects of different sowing date on growing period, blooming date and plant height of safflower

品种 Cultivars	播种期 日/月 Sowing dates	初花期 日/月 Bloom beginning (10%)	播种至开花天数 Dates to bloom	生长期 Growing period (d)	株高 Height (cm)
B-54	28/2	12/2	105	138	95
	17/3	16/6	91	120	—
	14/4	24/6	68	99	64
	13/5	11/7	58	—	38
吉拉 Gila	28/2	22/6	101	132	100
	17/3	16/6	91	120	90
	14/4	22/6	69	98	75
UC-1	28/2	10/6	103	138	105
	17/3	12/6	87	120	95
	14/4	20/6	67	96	73

表2 播种期对 BJ-240A、BJ-240B 和14-5的叶片数和株高的影响

Tab 2 Effects of sowing dates on leaves and plant height of BJ-240A, BJ-240B and 14-5 safflower

播种期 Sowing dates	BJ-240A		BJ-240B		14-5	
	叶片数 Number of leaves	株高 Height (cm)	叶片数 Number of leaves	株高 Height (cm)	叶片数 Number of leaves	株高 Height (cm)
18/3	27.2	89.8	29.3	92.7	26.0	68.2
2/4	43.6	106.4	45.5	114.0	28.3	62.9
17/4	54.8	91.3	43.7	88.2	22.4	66.8
2/5	*	2.2	47.1	55.7	21.3	54.3

* 叶片多而密无法精确计数 A very dense clump of leaves was present

实验结果表明: 14-5随着播种期的延迟, 主茎上的叶片总数减少, 植株变矮(表2), 但 BJ-240A 和 BJ-240B 则因播种期延迟至4月2日促使叶片数和株高显著增加。在4月2日至5月2日间播种者, BJ-240A 与 BJ-240B 的表现也十分不同, BJ-240A 的株高从106.4 cm 降至2.2 cm, 叶片显著增加, BJ-240B 的株高是从114.0 cm 降至55.7 cm 而叶片数保持相对稳定。4月2日以后播种的14-5从播种至伸长期、分枝期、现蕾、始花期和盛花期的天数随播种期的延迟而减少(表3), 但 BJ-240A 从3月8日至4月17日播种者, 从种植至各发育阶段所需的时间仅稍有

减少,然而当播种期进一步延迟至5月2日时,植株便不能伸长和开花而停留在莲座期。这是由苗期温度过高造成的。

表3 播种期对 BJ-240和14-5物候期的影响

Tab 3 Effects of sowing dates on phenological phases of BJ-240 and 14-5 safflower

品种 Cultivars	播种期 日/月 Sowing dates	从播种至各物候期天数 Days from sowing to phenological phases				
		伸长期 Elongation	分枝期 Bud stage	现蕾期 Head emergence	初花期 Bloom beginning(10%)	盛花期 Full bloom
BJ-240	18/3	49	70	78	93	96
	2/4	50	64	71	87	90
	17/4	48	60	66	91	93
	2/5	*	*	*	*	*
14-5	18/3	49	62	68	93	96
	2/4	53	68	74	95	98
	17/4	31	41	49	70	75
	2/5	30	41	47	65	68

* 叶片多而密无法精确计数 A very dense clump of leaves was present

2.2 日照长度对红花生长发育的影响

从播种期的试验可以看出,晚播者植株变矮,提早开花,其原因可能是夏至前后的日照长度所致。为证明这一假设,我们进行了光周期对红花生长发育影响的实验,结果表明:在短日照组,红花的莲座期显著延长,其特征是只长叶片而茎并不很快伸长,因而植株普遍较矮,播种后41天,12个品种的平均高度只有14.9 cm,而对照组高达41.1 cm⁽⁴⁾。从播种至开花的天数对照组多数品种比短日照组少,由此可见,红花为长日照植物。但品种不同,对日照的反应也各不相同,如墨西哥矮,对日照反应迟纯,在日照相差达5个多小时的情况下,无论株高还是开花期、成熟期均相差不多。

从上述试验可以看出,红花为长日照植物,短日照有利于营养生长,而长日照则有利于生殖生长。在生产上,为获得丰产,必须使红花苗期处于短日照条件下,使之根繁叶茂,在此基础上再给以长日照以促进开花结果,这一过程,实际上可能通过选择适当的播种期得以满足。我国农民根据红花的生长发育规律,创造出的一套很科学的播种方法以满足红花对日照的要求,如新疆的“顶凌”播种,陕西、甘肃一带的晚秋播种(当地称之“抱蛋”,即让种子在土壤中越冬,翌年春天气温上升时才萌发出苗)以及南方各省(区)所采用的秋播都是为了使红花有一段时间处于短日照条件下,让植株旺盛生长,以利于开花结实。

2.3 低温处理对红花生长发育的影响

从播种期的试验还可以看出一个反常的现象,4月2日播种的 BJ-240A 的株高不像一般红花品种那样随着播种期的延迟而变矮,反而从89.8 cm 增加到106.4 cm(表2)。延迟至5月2日播种的植株,茎并不伸长,从3月8日播种时的89.8 cm 降至2.2 cm,表明影响红花生长发育的主要因子不仅仅是光周期,温度也是一个重要的因子。为了证实温度对红花苗期生长发育的影响,进行了种子低温处理。结果表明,0℃低温处理10天或15天后14-5的发育不受影响,但 BJ-240A 则截然不同,不经低温处理植株便不能伸长,一直停留在莲座期;种子在萌发后低温处理15天者,就能像14-5一样正常生长发育,株高从对照组的2.2 cm 提高到52.8 cm, BJ-240B 对温度的反应则处于 BJ-240A 和14-5两个极端之间(表4)。

低温处理对春型红花14-5的物期影响不大(表5),但对BJ-240A的物候期却有极大的影响,处理10天,至盛花期所需的时间为76天,处理15天则缩短为64天(表3),植株即能正常生长发育,而未经低温处理的对照组一直处于莲座期,根本不能开花。

表4 低温对BJ-240A、BJ-240B和14-5红花的株高及叶片数的影响

Tab 4 Effects of low temperature on phenological phases of BJ-240 and 14-5 safflower

0℃处理 天数 Days of treatment	BJ-240A		BJ-240B		14-5	
	叶片数 Number of leaves	株高 Height (cm)	叶片数 Number of leaves	株高 Height (cm)	叶片数 Number of leaves	株高 Height (cm)
15	25.2	52.8	25.3	68.0	23.1	55.6
10	44.5	63.0	38.4	68.2	21.0	44.7
ck	*	2.2	47.1	55.7	21.3	54.3

* 叶片多而密无法精确计数 A very dense clump of leaves was present

表5 低温对BJ-240A和14-5红花物候期的影响

Tab 5 Effects of low temperature on phenological phases of BJ-240A and 14-5 safflower

品种 Cultivars	0℃处理天数 Days of treatment	从播种至各物候期天数 Days from sowing to phenological phases				
		伸长期 Elongation	分枝期 Bud stage	现蕾期 Head emergence	初花期 Bloom beginning(10%)	盛花期 Full bloom
BJ-240A	15	32	42	51	58	64
	10	36	49	59	72	76
	ck	*	*	*	*	*
14-5	15	26	37	45	62	67
	10	30	41	47	65	68
	ck	30	41	47	65	68

* 叶片多而密无法精确计数 A very dense clump of leaves was present

2.4 在可控环境条件下的实验

用生物培养箱进行实验,克服田间多因子对实验的影响,试验结果与田间试验大致相同(表6、表7)。曹县红花未经低温处理者不能伸长、开花和结果,只长叶片;而经低温处理者则可正常开花结实,仅生长期比其他红花品种略长。

表6 低温处理对各类型红花品种物候期的影响

Tab 6 Effects of low temperature on phenological phases of safflower cultivars

品种 Cultivars	从播种至各物候期天数 Days from sowing to phenological phases				
	伸长期 Elongation	分枝期 Bud stage	现蕾期 Head emergence	初花期 Bloom beginning	盛花期 Full bloom
BJ-240A	5	*	*	*	*
BJ-240A**	5	19	44	55	80
吉拉	4	17	34	50	73
墨西哥矮	5	18	26	44	68

* 叶片多而密无法精确计数 A very dense clump of leaves was present

** 种子在0℃低温条件下处理17天 The seed were treated at 0℃ for 17 days

山东BJ-240A红花作为一种秋播越冬作物栽培历史悠久。查阅原产地1951~1970年20年的气候资料,月平均最低温度和极端最低温度分别为-1.9℃和-20.4℃,BJ-240A的耐寒的特性正是在漫长的岁月中形成的,能耐低温的个体才得以生存而保留下来。长期冬季低温的

表7 低温处理对各类型红花品种叶片及成熟时株高的影响

Tab 7 Effects of low temperature on leaves and height of safflower cultivars

品种名称 Cultivars	叶片数 Number of leaves	株高 (cm) Height at maturity
BJ-240A	36*	5
BJ-240A**	17	31
吉拉	14	27
墨西哥矮	16	18

* 叶片多而密无法精确计数

A very dense clump of leaves was present

** 种子在℃低温条件下处理17天

The seed were treated at 0℃ for 17 days

影响也使 BJ-240A 形成了幼苗不经低温冷冻就不能正常生长发育的特有性状。在高温、长日照条件下营养生长期延长而不是缩短的红花种质 BJ-240A 的发现,对于因延迟播种而大幅度减产的春型红花的改良以及抗寒红花新品种的培育将有重大意义;所发现的种子低温处理克服部分冬型红花不开花结果的方法可直接在我国北方红花产区应用。

参 考 文 献

- 1 李时珍. 1600; 本草纲目, 第15卷, 第966~968页.
- 2 江苏新医学院编. 1977; 中药辞典, 上海人民出版社, 上海. 992~994页.
- 3 吴应祥, 黎大爵. 1982; 红花, 农业出版社, 北京. 146页.
- 4 袁国弼, 韩孕周, 黎大爵等. 1989; 红花种质资源及其利用, 科学出版社, 北京. 142~146页.
- 5 Abel G H. 1975; *Agronomy Journal (USA)* 67(5): 639~642.
- 6 Ashri A. 1985; *Sesame and Safflower Newsletter* (1): 2~4.
- 7 Knowles P F. 1981; Other Research of High Priority, in: Knowles P F (ed.), *Safflower Workshop and Discussion Sessions. Proceedings of the First International Safflower Conference*, 285~292. University of California, USA.
- 8 Munoz F I. 1986; *Sesame and Safflower Newsletter*. (1): 83~86.
- 9 Raghunatham G, C A Jagdish, A Satyanarayana. 1989; Studies on relationship of some genetic parameters in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in: Rao V R (ed.), *Proceedings of the Second International Safflower Conference*, 185~189. Hyderabad, India.
- 10 Zimmerman L H. 1973; *Crop Sciences* 13(1): 80~81.

(责任编辑: 许定发)