

高建芹, 龙卫华, 陈 锋, 等. 景观油菜花期调控技术的效果[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(6): 1465-1473.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2022.06.003

景观油菜花期调控技术的效果

高建芹, 龙卫华, 陈 锋, 彭 琦, 张洁夫, 胡茂龙

(江苏省农业科学院经济作物研究所/国家油菜改良中心南京分中心, 江苏 南京 210014)

摘要: 为满足休闲观光需求, 延长油菜花观赏期, 通过田间试验研究了摘薹、增施氮肥、烯效唑处理、苯磺隆处理和分期播种对油菜花期的影响。结果表明, 摘薹处理可推迟初花期3.0~10.0 d, 终花期2.0~12.0 d, 与不摘薹组合应用可将整个观花期增加7.5~10.5 d; 摘薹与品种组合应用, 观花期可增加17.7~19.3 d。薹期增施氮肥对花期调节效果好于越冬期增施氮肥, 与不增施氮肥组合应用, 可将观花期增加8.5~9.0 d; 增施氮肥与品种组合应用, 观花期可增加15.0~17.7 d。喷施烯效唑可延长花期0~5.0 d, 与不喷施烯效唑组合应用, 观花期可增加9.5~10.0 d; 喷施烯效唑与品种组合应用, 观花期平均增加17.5 d。平头期喷施苯磺隆可使花期增加1.5~13.5 d, 与不喷施苯磺隆搭配, 观花期增加16.0~18.5 d; 喷施苯磺隆与品种组合应用, 观花期增加约25.0 d。分期播种可显著延长油菜观花期, 3个品种分期播种的平均总观花期为46.5 d, 40.5 d和38.5 d, 分期播种与品种组合应用, 观花期可达66.0~72.0 d, 增加39.8~42.5 d, 观花期延长1倍以上。综上, 分期播种、品种搭配及其组合处理是调节景观油菜花期最简单有效的方法, 油菜花景区可根据实际情况采用适宜的花期调控措施。

关键词: 景观油菜; 花期调控; 观花期

中图分类号: S565.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-4440(2022)06-1465-09

Effects of regulation techniques on flowering period of ornamental rape

GAO Jian-qin, LONG Wei-hua, CHEN Feng, PENG Qi, ZHANG Jie-fu, HU Mao-long

(Institute of Industrial Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Nanjing Branch of National Rapeseed Improvement Center, Nanjing 210014, China)

Abstract: For increasing the ornamental period of rape flowers to meet the leisure and sightseeing needs, field experiments were conducted to explore the effects of bolting, increasing nitrogen fertilizer application, uniconazole, tribenuron-methyl and staged sowing on flowering period. The results showed that the early flowering stage was delayed by 3.0 d to 10.0 d, the end flowering stage was delayed by 2.0 d to 12.0 d under the treatment of bolting, and the whole flowering period could be extended by 7.5 d to 10.5 d under the combination of bolting and no bolting. Moreover, the flowering period could be increased by 17.7 d to 19.3 d under the combination of varieties and bolting. The effect of increasing nitrogen fertilizer application on prolonging flowering period at bolting stage was better than that at overwintering stage, and the flowering period was increased by 8.5 d to 9.0 d under the combination of increasing nitrogen and no increasing nitrogen, and it was increased by 15.0 d to 17.7 d through the combination of varieties and increasing nitrogen fertilizer application. The flowering period could be prolonged by 0~5.0 d by spraying uniconazole, and it could be extended by 9.5 d to 10.0 d by

收稿日期: 2022-03-17

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFD000904); 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(20)3154]

作者简介: 高建芹(1974-), 女, 江苏淮安人, 学士, 研究员, 从事油菜品质育种和栽培技术推广研究。(Tel) 025-84390364; (E-mail) chinagjq@163.com

spraying uniconazole combined with no spraying uniconazole, and it could be increased by 17.5 d through the combination of varieties and spraying uniconazole. The flowering period could be prolonged by 1.5 d to 13.5 d by spraying tribenuron-methyl at the flathead stage, and the whole flowering period could be extended by 16.0 d

to 18.5 d under the combination of spraying and non-spraying, and it was increased by about 25.0 d by the combination of varieties and spraying tribenuron-methyl. The ornamental period was significantly prolonged by sowing in different dates, and the average total flowering period of the tree varieties was 46.5 d, 40.5 d and 38.5 d, respectively. The ornamental period could reach 66.0–72.0 d through the combination of varieties and sowing in different dates, which was prolonged by 39.8–42.5 d. In conclusion, sowing by stages, varieties matching and their combination are the simple and effective methods for regulating flowering period. Each rape flower scenic spot can adopt appropriate flowering regulation measures according to the actual situation.

Key words: ornamental rape; flowering period regulation; flowering period

油菜在中国种植历史悠久,种植区域广泛,年种植面积约 $6.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$,是最重要的油料作物之一^[1]。随着休闲农业的迅猛发展和油菜全产业链的价值发掘,油菜已从单纯的油料作物,转变为具有休闲观光功能的特色经济作物,成为休闲农业的重要载体^[2]。以油菜花海为主题的休闲农业产业链在全国已初具规模,多点开花,成为贯彻实施中国乡村振兴战略、促进农业增收、农村美化和农民致富的有效举措。与其他作物相比,油菜的休闲观光功能具有先天优势。一是花色鲜艳,视觉效果好;二是花期恰逢春暖花开,契合人们踏青休闲需求;三是单株花朵数目多,观赏期约 30.0 d,相对较长;四是单株占地面积小,便于图案创意设计,画面细腻,观赏价值高;五是种植简单,成本低,连片种植形成的花海气势宏大。近年来,随着彩色油菜花的研发和油菜花景观创新,油菜花观光属性得以不断强化,已广泛应用于旅游景区、农业与生态休闲园区、道路景观、庭院园艺等多种场景。中国已形成云南罗平、江西婺源、江苏兴化、内蒙古呼伦贝尔等国内知名的旅游景区,强力拉动了地方乡村经济。2019 年菜花节日期间,婺源县接待各地游客 5.20×10^6 人次,旅游综合收入 4.26×10^9 元;重庆潼南共接待游客 3.18×10^6 人次,实现旅游综合收入 1.75×10^9 元;江苏兴化共接待游客 7.50×10^5 人次,实现旅游综合收入 1.82×10^9 元^[1-3]。江苏省地处经济发达的长三角地区,休闲观光需求强劲,一些地区,如南京市浦口区、南京市高淳区、高邮市、昆山市、溧阳市、淮安市白马湖等地的菜花节悄然兴起,带动了当地民居民宿、农家乐餐饮等服务行业的蓬勃发展,有效促进了一二三产业融合,实现了产业富民,同时,也对油菜花花期时长提出新的要求。观花期的延长,可显著提升景区的综合经济收益,观花期长短已成为影响菜花节经济效益的主要限制因子。因此,如何延长油菜花花期、增加观赏时间已成为持续提高油菜花景区产业质量和经

济效益的首要问题。

油菜的花期既受基因控制,也受环境影响^[4]。据报道,模式植物拟南芥的开花网络调控途径可分为光周期途径、春化途径、赤霉素途径、自主途径、年龄途径以及温度途径,涉及的调控基因有上百个^[3]。在油菜上已经克隆了 *BnFLC*、*BnCO*、*BnFT* 基因及其同源基因等^[5]。对于开花特征性状,包括初花期、终花期以及开花时间等性状也利用遗传群体进行了 QTL 定位,发现了很多候选关联区间。与此同时,肥料运筹、生长调节剂处理、农艺措施等对油菜花期亦具有显著影响^[6-10]。本研究从江苏油菜生产实际出发,通过摘薹、增施氮肥、喷施烯效唑、喷施苯磺隆和分期播种等多种措施进行综合试验,以期获得延长油菜观花期的技术参数,进一步发挥油菜的观赏价值,为油菜花产业发展提供技术支撑,达到传承中华农耕文明、促进农业提质增效、带动农民就业增收等目标。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验在兴化市千垛油菜花景区科研基地和南京高淳国际慢城菜花节景区科研基地进行。参试品种(系)包括宁杂 1818、瑞油 501、宁杂 702、德核杂油 8 号、晚花 1 号和宁彩 616。

1.2 试验设计

1.2.1 摘薹处理 以宁杂 1818、瑞油 501 和宁杂 702 为试验材料,设不摘薹对照(ACK)、摘主茎薹(A1)、摘主茎薹后再摘次生一次分枝薹(A2)等 3 个处理。采用大区试验,每个品种种植 300 m^2 ,不设重复。按景区习惯采用育苗移栽,移栽密度为 1 hm^2 90 000 株。肥料根据当地施肥习惯,按基肥:腊肥:薹肥=5:3:2 比例分 3 次施用。不摘薹处理每 667 m^2 按照纯氮 18.0 kg、 P_2O_5 7.5 kg 和 K_2O 7.5 kg 的总量使用。摘薹处理于摘主薹后按每 667

m²增施尿素 6 kg,摘次生薹后每 667 m²增施尿素 4 kg 和 45% 的复合肥(氮、磷、钾各占 15%,质量分数) 4 kg。各处理其他田间管理保持一致。

1.2.2 增施氮肥处理 以宁杂 1818、瑞油 501 和宁杂 702 为试验材料,以常规施肥为对照(BCK),根据施肥量和次数设置 4 个处理,处理 B1 仅在越冬期(冬至前后)每 667 m²增施尿素 5.0 kg;处理 B2 分别在越冬期、薹期(薹高 10 cm)每 667 m²各增施尿素 2.5 kg;处理 B3 仅在越冬期每 667 m²增施尿素 10.0 kg;处理 B4 分别在越冬期、薹期每 667 m²各增施尿素 5.0 kg。各处理其他田间管理保持一致。

1.2.3 烯效唑处理 以宁杂 1818 和瑞油 501 为试验材料,以清水喷施为对照(CCK),其他处理分别于苗期(3~5 叶期)每 667 m²喷施有效质量浓度为 20 mg/L(C1)、40 mg/L 烯效唑(C2)、薹期喷施有效质量浓度为 20 mg/L(C3)、40 mg/L 烯效唑(C4)、苗期和薹期各喷施有效质量浓度 20 mg/L(C5)、苗期 40 mg/L 和薹期 20 mg/L(C6)。各处理采用大区(300 m²)试验,不设重复。每 667 m²用药量为 30 L。各处理其他田间管理保持一致。

1.2.4 苯磺隆处理 以宁杂 1818 和宁彩 616 为试验材料,以清水喷施为对照(DCK),处理 D1 平头期(主薹高与植株上部短柄叶平齐时)每 667 m²用 2.5 mg 苯磺隆(10%可湿性粉剂,山东侨昌现代农业有限公司产品)兑水 15 L 喷施;处理 D2 在 D1 处理后 7 d 再复喷 1 次;处理 D3 平头期每 667 m²用 5.0 mg 苯磺隆兑水 15 L 喷施;处理 D4 在 D3 处理后 7 d 再复喷 1 次;处理 D5 平头期每 667 m²用 10.0 mg 苯磺隆兑水 15 L 喷施;处理 D6 在 D5 处理后 7 d 再复喷 1 次;处理 D7 平头期每 667 m²用 15 mg 苯磺隆兑水 15 L 喷施;处理 D8 在 D7 处理后 7 d 再复喷 1 次。采用大区试验,每个处理 667 m²,不设重复。各处理其他田间管理保持一致。

1.2.5 分期播种 以德核杂油 8 号、宁杂 1818、晚花 1 号等 3 个不同熟期品种为材料,分别在南京和兴化进行试验。试验设 3 个播期,分别为 10 月 5 日直播(E1)、10 月 25 日直播(E2)、11 月 15 日直播(E3),采用大区试验,每个处理 1 334 m²,不设重复。田间管理同当地油菜生产。

1.3 生育期调查与记载

试验期间观察记载油菜出苗或移栽期、薹薹期(薹高 10 cm)、平头期、初花期、终花期等时间,初花

期以试验区内 25% 植株主茎开花为标准,盛花期以试验区内 75% 以上花序开花为标准,终花期以试验区内 75% 以上花序完全谢花为标准。观花期(d)=终花期-初花期;花期延长日数是指各处理的观花期比相应对照的观花期延长的日数。

1.4 数据处理

利用 SAS8.0 软件计算平均值和分析处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 摘薹对油菜观花期的影响

由表 1 可知,摘薹处理可显著改变油菜的花期特征,处理间差异达到显著水平($P<0.05$),品种间趋势表现一致。摘薹处理对初花期和终花期影响程度不同,处理 A1 的初花期推迟 3.0~5.0 d,终花期推迟 2.0~4.0 d;处理 A2 的初花期推迟 6.0~10.0 d,终花期推迟 7.0~12.0 d。摘薹次数对观花期的调节作用也不同,且差异明显。处理 A1 在南京和兴化两地的观花期平均缩短 1.0~2.0 d,而处理 A2 在两地观花期平均增加 1.0~3.5 d。将摘薹与不摘薹搭配处理,花期延长日数可达 7.5~10.5 d。摘薹处理对油菜观花期的调节作用因供试品种不同而有明显差异,对瑞油 501 的调节效果明显小于其他 2 个品种。与 CK 相比,摘薹后,瑞油 501 的观花期延长时间为 -1.0~1.0 d,摘薹与不摘薹组合总观花期延长 7.5 d;摘薹后宁杂 702、宁杂 1818 观花期延长时间为 -2.0~3.0 d 和 -1.5~3.5 d,摘薹与不摘薹组合总观花期延长日数为 10.5 d。摘薹对油菜观花期的影响在不同地点也有所不同,处理 A2 差异尤为显著,各品种在南京点的平均延长时间为 1.0~2.0 d,兴化点为 1.0~5.0 d;摘薹与不摘薹组合,南京点的总观花期平均延长时间为 8.0~9.0 d,兴化点为 7.0~12.0 d。在同一田块摘薹处理与不同品种搭配应用,油菜观赏期可延长 17.7~19.3 d,平均延长时间为 18.5 d。

2.2 增施氮肥对油菜观花期的影响

增施氮肥量及施肥次数对花期特征有明显影响,处理间差异达显著水平(表 2)。增施氮肥后,3 个品种的花期变化较为一致,氮肥增施越多,油菜的初花、终花期时间越延迟,总花期延长越多。增施 10 kg 尿素可使各品种花期延长 3.0~4.5 d,而增施 5 kg 仅延长 1.5~3.0 d。处理 B3 比处理 B1 初花期推迟 1.0~4.0 d,终花期推迟 3.0~6.0 d,观花期可增加

1.0~2.0 d; 处理 B4 比 B2 初花期推迟 2.0~4.0 d, 终花期推迟 3.0~6.0 d, 观花期可增加 1.0~3.0 d。从施肥次数来看, 施同等氮肥量情况下, 分 2 次施肥处理比 1 次施肥处理的初花期、终花期推迟时间长, 处理 B2 比处理 B1 的初花期推迟 1.0~3.0 d, 终花期推迟 2.0~4.0 d, 观花期可增加 0~2.0 d; 处理 B4 比处理 B3 初花期推迟 1.0~3.0 d, 终花期推迟 2.0~4.0 d, 观花期可增加 1.0~2.0 d, 分 2 次施肥处理比 1 次施肥处理平均可增加观花期 1.0~1.5 d。从品种来看, 增施尿素对花期调节效果因地点不同也有差异。

南京点增施尿素对宁杂 1818 的花期调节效果好于其他 2 个品种, 观花期多延长 2.0 d, 对兴化点的瑞油 501 观花期延长效果相对较好, 观花期多延长 1.0~2.0 d。同样增施 5~10 kg 尿素, 对兴化点油菜观花期的调节作用好于南京点, 兴化点的各品种观花期平均延长 2.0~6.0 d, 总观花期平均增加 8.0~10.0 d; 南京点的各品种观花期平均延长 1.0~4.0 d, 总观花期增加 7.0~9.0 d。在同一田块施肥处理与不同品种搭配应用, 油菜观花期延长 15.0~17.7 d, 平均增加 16.3 d。

表 1 摘薹对油菜观花期的影响

Table 1 Effect of bolting on flowering period of rape

处理	南京				兴化				平均延长 时间(d)
	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	
瑞油 501+ACK	03-12	04-10	30.0	0	03-15	04-13	30.0	0	0b
瑞油 501+A1	03-16	04-13	29.0	-1.0	03-18	04-15	29.0	-1.0	-1.0b
瑞油 501+A2	03-19	04-18	31.0	1.0	03-21	04-20	31.0	1.0	1.0b
瑞油 501+ACK+A2	03-12	04-18	38.0	8.0	03-15	04-20	37.0	7.0	7.5a
宁杂 702+ACK	03-17	04-09	26.0	0	03-20	04-13	25.0	0	0b
宁杂 702+A1	03-21	04-13	24.0	-2.0	03-26	04-18	23.0	-2.0	-2.0b
宁杂 702+A2	03-23	04-18	26.0	2.0	03-30	04-25	27.0	4.0	3.0b
宁杂 702+ACK+A2	03-17	04-18	35.0	9.0	03-20	04-25	37.0	12.0	10.5a
宁杂 1818+ACK	03-20	04-17	29.0	0	03-24	04-17	25.0	0	0bc
宁杂 1818+A1	03-25	04-20	27.0	-2.0	03-28	04-20	24.0	-1.0	-1.5c
宁杂 1818+A2	03-27	04-26	31.0	2.0	03-31	04-29	30.0	5.0	3.5b
宁杂 1818+ACK+A2	03-20	04-26	38.0	9.0	03-24	04-29	37.0	12.0	10.5a
V+ACK+A2	03-12	04-26	46.0	17.7	03-15	04-29	46.0	19.3	18.5

ACK: 对照, 不摘薹; A1: 摘主茎薹; A2: 摘主茎薹后再摘次生一次分枝薹; ACK+A2: 同一块试验小区同时交错使用 ACK 和 A2 2 种处理方法; V+ACK+A2: 摘薹处理与品种瑞油 501、宁杂 702、宁杂 1818 搭配应用。数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3 烯效唑处理对油菜观花期的影响

不同烯效唑浓度和喷施时期对瑞油 501 和宁杂 1818 花期特征的影响差异达到显著水平 (表 3)。从花期延长时间来看, 不同浓度烯效唑处理可使花期延长 0~4.5 d, 但品种间和地区间表现不尽相同。从处理浓度看, 处理 C1, 苗期低浓度处理, 对油菜的初花期、终花期均无明显影响, 处理 C2 初花期平均推迟 0~3.0 d, 终花期推迟 1.0~5.0 d, 平均花期延长 0.5~2.0 d, 处理 C3、处理 C4 的初花期平均推迟 2.0~4.0 d, 终花期平均推迟 3.0~7.0 d, 平均花期延长 1.5~2.5 d。从不同品种看, 瑞油 501 喷施烯效唑的花期延长时间为 0.5~4.0 d, 最大可延长 4.0 d; 宁杂 1818 花期

平均延长时间为 0~4.5 d, 最大可延长 5.0 d。从喷施时期来看, 薹期喷施效果稍好于苗期, 薹期喷施花期延长 1.5~2.5 d, 而苗期喷施则延长 0~2.0 d。从喷施次数看, 2 次喷施效果明显好于 1 次, 相同浓度分 2 次喷施, 处理 C5 初花期和终花期分别推迟 4.0~5.0 d 和 6.0~8.0 d, 可延长花期 2.5~3.0 d, 而处理 C2、处理 C4 的观花期分别延长 0.5~2.0 d 和 2.0~2.5 d。从不同地区来看, 烯效唑处理对花期调节的效果一致。在同田块, 将喷施烯效唑与不喷施烯效唑搭配使用, 平均可使花期延长 9.5~10.0 d, 品种间差异不明显。在同田块, 烯效唑处理与不同品种搭配应用, 油菜观赏期平均可延长 17.5 d。

表2 施肥对油菜观花期的影响

Table 2 Effect of fertilization on flowering period of rape

处理	南京				兴化				平均延长 时间(d)
	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	
瑞油 501+BCK	03-12	04-08	28.0	0	03-15	04-10	27.0	0	0c
瑞油 501+B1	03-12	04-09	29.0	1.0	03-16	04-13	29.0	2.0	1.5bc
瑞油 501+B2	03-15	04-13	30.0	2.0	03-17	04-15	30.0	3.0	2.5bc
瑞油 501+B3	03-14	04-12	30.0	2.0	03-18	04-19	31.0	4.0	3.0bc
瑞油 501+B4	03-17	04-16	31.0	3.0	03-20	04-21	33.0	6.0	4.5b
瑞油 501+BCK+B4	03-12	04-16	35.0	7.0	03-15	04-21	37.0	10.0	8.5a
宁杂 702+BCK	03-15	04-10	27.0	0	03-17	04-11	25.0	0	0b
宁杂 702+B1	03-17	04-12	27.0	0	03-18	04-14	28.0	3.0	1.5b
宁杂 702+B2	03-18	04-14	28.0	1.0	03-20	04-16	28.0	3.0	2.0b
宁杂 702+B3	03-18	04-15	29.0	2.0	03-22	04-19	29.0	4.0	3.0b
宁杂 702+B4	03-20	04-18	30.0	3.0	03-23	04-21	30.0	5.0	4.0b
宁杂 702+BCK+B4	03-15	04-18	34.0	7.0	03-17	04-21	35.0	10.0	8.5a
宁杂 1818+BCK	03-20	04-15	27.0	0	03-21	04-15	26.0	0	0e
宁杂 1818+B1	03-21	04-18	28.0	1.0	03-22	04-18	28.0	2.0	1.5d
宁杂 1818+B2	03-22	04-20	30.0	3.0	03-23	04-20	29.0	3.0	3.0c
宁杂 1818+B3	03-25	04-23	30.0	3.0	03-24	04-21	29.0	3.0	3.0c
宁杂 1818+B4	03-26	04-25	31.0	4.0	03-26	04-24	30.0	4.0	4.0b
宁杂 1818+BCK+B4	03-20	04-25	36.0	9.0	03-21	04-24	34.0	8.0	9.0a
V+BCK+B4	03-12	04-25	45.0	17.7	03-15	04-24	41.0	15.0	16.3

BCK:对照,不增加氮肥;B1:越冬期每 667 m² 增施 5.0 kg 尿素;B2:越冬期和薹期每 667 m² 各增施 2.5 kg 尿素;B3:越冬期 每 667 m² 增施 10.0 kg 尿素;B4:越冬期和薹期每 667 m² 各增施 5.0 kg 尿素;BCK+B4:同一块试验小区同时交错使用 BCK 和 B4 2 种处理方法;V+BCK+B4:施氮处理与不同品种搭配应用。数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

表3 烯效唑处理对油菜观花期的影响

Table 3 Effect of spraying uniconazole on flowering period of rape

处理	南京				兴化				平均延长 时间(d)
	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	
瑞油 501+CCK	03-12	04-08	28.0	0	03-13	04-10	29.0	0	0d
瑞油 501+C1	03-12	04-08	28.0	0	03-14	04-12	30.0	1.0	0.5cd
瑞油 501+C2	03-12	04-10	30.0	2.0	03-16	04-15	31.0	2.0	2.0bcd
瑞油 501+C3	03-14	04-12	30.0	2.0	03-17	04-15	30.0	1.0	1.5bcd
瑞油 501+C4	03-16	04-15	31.0	3.0	03-17	04-16	31.0	2.0	2.5bc
瑞油 501+C5	03-16	04-16	32.0	4.0	03-18	04-17	31.0	2.0	3.0b
瑞油 501+C6	03-18	04-18	32.0	4.0	03-19	04-20	33.0	4.0	4.0b
瑞油 501+CCK+C6	03-12	04-18	38.0	10.0	03-13	04-20	39.0	10.0	10.0a
宁杂 1818+CCK	03-20	04-15	27.0	0	03-22	04-18	28.0	0	0e
宁杂 1818+C1	03-20	04-15	27.0	0	03-22	04-18	28.0	0	0e
宁杂 1818+C2	03-21	04-16	27.0	0	03-24	04-21	29.0	1.0	0.5de
宁杂 1818+C3	03-22	04-18	28.0	1.0	03-25	04-23	30.0	2.0	1.5cd
宁杂 1818+C4	03-23	04-20	29.0	2.0	03-26	04-24	20.0	2.0	2.0c
宁杂 1818+C5	03-24	04-21	29.0	2.0	03-27	04-26	31.0	3.0	2.5c
宁杂 1818+C6	03-25	04-24	31.0	4.0	03-27	04-28	33.0	5.0	4.5b
宁杂 1818+CCK+C6	03-20	04-24	36.0	9.0	03-22	04-28	38.0	10.0	9.5a
V+CCK+C6	03-12	04-24	44.0	16.5	03-13	04-28	47	18.5	17.5

CCK:对照,不喷烯效唑;C1:苗期喷有效质量浓度 20 mg/L 烯效唑;C2:苗期喷有效质量浓度 40 mg/L 烯效唑;C3:薹期喷有效质量浓度 20 mg/L 烯效唑;C4:薹期喷有效质量浓度 40 mg/L 烯效唑;C5:苗期和薹期各喷有效质量浓度 20 mg/L 烯效唑;C6:苗期喷有效质量浓度 40 mg/L 和薹期喷有效质量浓度 20 mg/L 烯效唑;CCK+C6:同一块试验小区同时交错使用 CCK 和 C6 2 种处理方法;V+CCK+C6:喷烯效唑处理与不同品种搭配应用。数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

2.4 苯磺隆处理对油菜观花期的影响

不同苯磺隆用量和喷药次数对宁彩 616 和宁杂 1818 的花期有明显影响,处理间差异达到显著水平(表 4)。从苯磺隆用量上来看,用量越高,初花期、终花期推迟和观花期延长效果越好。从处理 D1 到处理 D8,宁彩 616 在南京和兴化的初花期分别推迟 1.0~4.0 d 和 2.0~7.0 d,终花期分别推迟 4.0~17.0 d 和 3.0~20.0 d,平均增加观花期 2.0~13.0 d;宁杂 1818 在南京和兴化的初花期分别推迟 2.0~5.0 d 和 2.0~4.0 d,终花期分别推迟 2.0~15.0 d 和 3.0~17.0 d,平均增加观花期 1.5~11.5 d。平头期喷施 1 次苯

磺隆+7 d 后相同用量复喷 1 次苯磺隆的花期调节效果明显好于仅平头期喷 1 次的处理,观花期平均增加 0~6.0 d,尤其是处理 D6、D8 比处理 D5、D7 平均增加观花期 3.0~6.0 d,宁彩 616 效果更加明显。相同用量的苯磺隆分 2 次喷施比 1 次喷施效果好,处理 D4 比处理 D5 的观花期增加 1.0 d,处理 D2 比处理 D3 的观花期增加 2.0~3.0 d。同一田块通过喷与不喷苯磺隆处理搭配,平均可使花期延长 16.0~18.5 d。同一田块苯磺隆处理与不同品种搭配应用,油菜观赏期平均延长了 25.0 d。

表 4 苯磺隆处理对油菜观花期的影响

Table 4 Effect of spraying tribenuron-methyl on flowering period of rape

处理	南京				兴化				平均延长 时间(d)
	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	延长时间 (d)	
宁彩 616+DCK	03-11	04-08	29.0	0	03-13	04-09	28.0	0	0e
宁彩 616+D1	03-12	04-12	32.0	3.0	03-15	04-12	29.0	1.0	2.0de
宁彩 616+D2	03-13	04-15	34.0	5.0	03-16	04-16	32.0	4.0	4.5cd
宁彩 616+D3	03-12	04-12	32.0	3.0	03-16	04-14	30.0	2.0	2.5de
宁彩 616+D4	03-13	04-17	36.0	7.0	03-18	04-20	34.0	6.0	6.5c
宁彩 616+D5	03-15	04-19	36.0	7.0	03-18	04-18	32.0	4.0	5.5c
宁彩 616+D6	03-15	04-23	40.0	11.0	03-20	04-27	39.0	11.0	11.0b
宁彩 616+D7	03-15	04-20	37.0	8.0	03-18	04-20	34.0	6.0	7.0c
宁彩 616+D8	03-15	04-25	42.0	13.0	03-20	04-29	41.0	13.0	13.0b
宁彩 616+DCK+D8	03-11	04-25	45.0	17.0	03-13	04-29	48.0	20.0	18.5a
宁杂 1818+DCK	03-20	04-16	26.0	0	03-22	04-17	27.0	0	0f
宁杂 1818+D1	03-22	04-18	28.0	2.0	03-24	04-20	28.0	1.0	1.5ef
宁杂 1818+D2	03-23	04-24	32.0	5.0	03-25	04-24	31.0	4.0	4.5d
宁杂 1818+D3	03-22	04-19	27.0	1.0	03-24	04-21	29.0	2.0	1.5ef
宁杂 1818+D4	03-23	04-27	36.0	8.0	03-26	04-29	35.0	8.0	8.0c
宁杂 1818+D5	03-25	04-28	33.0	7.0	03-26	04-28	34.0	7.0	7.0c
宁杂 1818+D6	03-25	04-30	35.0	9.0	03-26	05-02	38.0	11.0	10.0b
宁杂 1818+D7	03-25	04-29	34.0	8.0	03-26	04-30	36.0	9.0	8.5bc
宁杂 1818+D8	03-25	05-01	36.0	10.0	03-26	05-04	40.0	13.0	11.5b
宁杂 1818+DCK+D8	03-20	05-01	41.0	15.0	03-22	05-04	43.0	17.0	16.0a
V+DCK+D6/D8	03-11	05-01	52.0	24.5	03-13	05-04	53.0	25.5	25.0

DCK:对照,不喷苯磺隆;D1:平头期喷施 10%可湿性粉剂苯磺隆 2.5 mg;D2:D1 处理后 7 d 相同用量复喷 1 次;D3:平头期喷施 10%可湿性粉剂苯磺隆 5.0 mg;D4:D3 处理后 7 d 相同用量复喷 1 次;D5:平头期喷施 10%可湿性粉剂苯磺隆 10.0 mg;D6:D5 处理后 7 d 相同用量复喷 1 次;D7:平头期喷施 10%可湿性粉剂苯磺隆 15.0 mg;D8:D7 处理后 7 d 相同用量复喷 1 次;DCK+D8:同一块试验小区同时交错使用 DCK 和 D8 2 种处理方法;V+DCK+D8:喷施效唑处理与不同品种搭配应用。数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

2.5 分期播种对油菜观花期的影响

由表 5 可知,延迟播种可显著延迟油菜终花期,

处理间差异达到显著水平,不同品种、不同地点间表现一致。德核杂油 8 号在南京点各个播期平均观花

期为 27.0 d,同一田块 E1 处理与 E3 处理搭配总观花期为 42.0 d,花期延长 15.0 d;兴化点各个播期平均观花期为 31.3 d,同一田块 E1 处理与 E3 处理搭配总观花期为 51.0 d,花期延长日数为 19.7 d。宁杂 1818 在南京点各个播期平均观花期为 25.7 d,同一田块 E1 处理与 E3 处理搭配总观花期为 39.0 d,花期延长时间为 13.3 d;兴化点各个播期平均观花期为 27.7 d,同一田块 E1 处理与 E3 处理搭配总观花期为 42.0 d,花期延长 14.3 d。晚花 1 号在南京点各个播期平均观花期为 25.3 d,同一田块 E1 处理与 E3 处理搭配总观花期为 37.0 d,花期延长

11.7 d;兴化点各个播期平均观花期为 28.0 d,同一田块 E1 处理与 E3 处理搭配总观花期为 40.0 d,花期延长 12.0 d。分期播种与不同熟期品种搭配应用,油菜的观花期显著增加。从早熟品种德核杂油 8 号 E1 处理到晚熟品种晚花 1 号的 E3 处理,南京点和兴化点的油菜总观花期分别达到 66.0 d 和 72.0 d。与不同熟期单品种分期播种的平均观花期相比,南京点分别增加 39.0 d、40.3 d 和 40.7 d;兴化试点分别增加 40.7 d、44.3 d 和 44.0 d,观赏花期延长 1 倍左右。

表 5 分期播种对油菜观花期的影响

Table 5 Effect of sowing by stages on flowering period of rape

处理	南京			兴化			平均观花期 (d)
	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	初花 (月-日)	终花 (月-日)	观花期 (d)	
德核杂油 8 号(V1)+E1	03-01	04-01	32	03-01	04-05	36	34.0b
德核杂油 8 号(V1)+E2	03-10	04-03	25	03-14	04-11	29	27.0c
德核杂油 8 号(V1)+E3	03-18	04-11	24	03-23	04-20	29	26.5c
德核杂油 8 号(V1)+E1+E3	03-01	04-11	42	03-01	04-20	51	46.5a
宁杂 1818(V2)+E1	03-15	04-08	24	03-15	04-12	29	26.5b
宁杂 1818(V2)+E2	03-20	04-15	27	03-24	04-18	26	26.5b
宁杂 1818(V2)+E3	03-28	04-22	26	03-29	04-25	28	27.0b
宁杂 1818(V2)+E1+E3	03-15	04-22	39	03-15	04-25	42	40.5a
晚花 1 号(V3)+E1	03-30	04-24	26	04-02	04-30	29	27.5b
晚花 1 号(V3)+E2	04-05	04-30	26	04-08	05-03	26	26.0b
晚花 1 号(V3)+E3	04-12	05-05	24	04-13	05-11	29	26.5b
晚花 1 号(V3)+E1+E3	03-30	05-05	37	04-02	05-11	40	38.5a
V1E1+V3E3	03-01	05-05	66	03-01	05-11	72	69.0

E1:10月5日直播;E2:10月25日直播;E3:11月15日直播;E1+E3:同一块试验小区同时交错使用E1和E32种播期;V1E1+V3E3:同一田块德核杂油8号10月5日直播与晚花1号11月15日直播搭配应用。数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

3 讨论与结论

花期长短决定了菜花景区的可观赏时间,是景区吸引并留住游客、增加综合收入的最重要因素。延长花期几乎是所有菜花景区的最普遍和最强烈诉求。长期以来,油菜作为油料作物以产量作为育种目标来进行品种培育,能够促进结实的开花相关特征(花朵多而大、开花集中、初花期和终花期适应当地气候等)是油菜品种选育的目标,花期长短并未作为育种目标来进行筛选,因此,现有油菜品种的花期难以满足休闲观光产业的发展需求。由于决定油

菜开花的基因多、调控网络复杂,截止目前还未有具有“超长花期”观光油菜品种的报道。因而,利用栽培措施延长油菜花期是油菜更好地发挥观赏功能的首要需求。

摘薹是指将主茎和主花序花蕾一同摘掉,不同的摘薹方式对不同品种花期延长的影响尚未明确。何豪豪等^[11]的研究结果表明,浙油 51 摘主茎及摘分枝薹可延迟初花期11.0~15.0 d,花期缩短5.0~9.0 d。鲁剑巍等^[12]研究认为,华油杂 62 摘主茎薹 15 cm 可使初花期延迟 7.0 d,花期延长 1.0 d。袁晓东等^[13]认为,紫花品系 R11 摘薹后初花期推迟

8.0~10.0 d,花期缩短 5.0 d。本研究发现,摘薹与不摘薹组合处理可延迟花期7.5~10.5 d,与上述研究结论基本一致;但不同品种的花期对摘薹处理的响应是不同的,如宁杂 1818 摘薹花期可延迟-1.5~3.5 d,但瑞油 501 仅能延迟-1.0~1.0 d。可能的原因是,不同品种间的花期具有差异,春发性也不同,摘薹后春发性强的品种依然具有平行延续开花习性,维持既有的开花周期。

在生产上,多施肥对花期具有延长效应,整个植株表现为贪青晚熟。这种现象在传统上被认为是过量施肥导致的不良后果,然而对观赏为主的油菜来说则可充分利用。方娅婷等^[9]的研究结果表明,施氮和施磷均能使初花期提前并推迟终花期,从而延长花期,最长达 6.7 d。明日等^[14]研究发现,增施氮肥可以延长花期,最高可延长7.0~9.0 d。本研究虽然得到了与上述结果一致的结论,但花期延长期较短,可能是由于试验品种特性不同或施肥时期与施肥量不同导致的;同时,还发现在越冬期与薹期分开施肥,对花期的延长效果更好,这可能是由于 2 次施肥的肥料利用率较高所致。

烯效唑处理用于油菜壮苗培育有一些报道,但关于其影响花期的研究报道较少^[15-20]。袁雨晴等^[19]认为喷施烯效唑可使初花期推迟,但不影响终花期,在苗期和薹期分 2 次喷施烯效唑,初花期和终花期均推迟,但不影响总观花期;而张云萍^[20]则发现,苗期喷施烯效唑对油菜开花特征(初花期、终花期和花期)没有影响。本研究中,低浓度烯效唑处理对初花和终花影响较小,较高浓度处理则明显推迟开花,初花期推迟5.0~6.0 d,终花期推迟9.0~10.0 d,花期最高延长 4.5 d。

苯磺隆在生产上主要用于单子叶杂草化学防治,油菜上多用作化学杀雄剂^[21-25]。黄驰等^[23]、付三雄等^[25]均发现油菜喷施一定浓度的苯磺隆后可使雄蕊败育,但雌蕊正常。本研究通过梯度剂量的苯磺隆溶液处理后发现,初花期和终花期均有所推迟,随着浓度增加,花期表现为先增加至一定程度后稳定,由此获得延长花期的最佳苯磺隆浓度。试验过程中发现,高浓度苯磺隆处理下油菜单株表现为花瓣皱缩、花朵变小,观赏性降低,但在较低浓度处理下的油菜单株除了表现一定的不育性,花朵观赏性并不降低。苯磺隆处理能延长花期的可能原因是,苯磺隆使油菜品种败育,使油菜失去结实能力,

而油菜为了自我繁殖则不断开花,从而表现为花期延长。苯磺隆处理延长花期的技术细节还需要进一步完善和深入研究。

摘薹、增施肥料以及喷施烯效唑、苯磺隆等花期调节效果受品种、施用时间、天气等因素影响较大,与上述调节方法相比,不同熟期油菜品种搭配和分期播种组合处理则更为简单经济、便捷有效,长江下游分期播种最晚播期不宜迟于 11 月 5 日,以免生长量过小,易遭受冻害影响观赏性。不同熟期品种与施肥组合、不同熟期品种与烯效唑组合处理也是较好的选择,不仅可以培育壮苗,还可以延长花期。

参考文献:

- [1] 刘成,冯中朝,肖唐华,等.我国油菜产业发展现状、潜力及对策[J].中国油料作物学报,2019,41(4):485-489.
- [2] 张哲,殷艳,刘芳,等.我国油菜多功能开发利用现状及发展对策[J].中国油料作物学报,2018,40(5):618-623.
- [3] 金珂旭,陈松柏,贺红周.油菜花期调控研究进展及展望[J].南方农业,2020,14(34):26-28.
- [4] KAZAN K, LYON S R. The link between flowering time and stress tolerance[J]. J Exp Bot, 2016, 67(1): 47-60.
- [5] 李新,肖麓,杜德志.油菜开花期的遗传调控及 QTL 研究进展[J].中国油料作物学报,2019,41(2):283-291.
- [6] ADAMSEN F J, COFFELT T A. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars[J]. Ind Crop Prod, 2004,21(3):293-307.
- [7] AIKEN R, BALTENSPERGER D, KRALL J. et al. Planting methods affect emergence, flowering and yield of spring oilseed crops in the U. S. central High Plains[J]. Ind Crop Prod, 2015,69: 273-277.
- [8] 朱隆荣,刘宝林,肖美丽,等.甘蓝型油菜花期化学调控研究[J].江西农业大学学报,2017,39(6):1057-1066.
- [9] 方娅婷,李会枝,廖世鹏,等.氮肥和磷肥用量对油菜开花性状的影响[J].中国油料作物学报,2019,41(2):199-204.
- [10] 袁晓东,王绍伟,易新奇,等.摘薹方式对油菜群体花期和产量的影响[J].农技服务,2019,36(8):14-15.
- [11] 何豪豪,曾孝元,林义钱.不同农艺措施对甘蓝型油菜始花历期的影响试验初探[J].种子科技,2021(14):21-22.
- [12] 鲁剑巍,鲁君明,任涛,等.油菜收获菜薹对菜籽产量的影响及增收效果[J].长江蔬菜,2019(14):36-37.
- [13] 袁晓东,王绍伟,易新奇,等.摘薹方式对油菜群体花期和产量的影响[J].农技服务,2019,36(8):14-15.
- [14] 明日,张宗急,毛玲莉,等.氮肥用量对油菜开花性状和籽粒产量的影响[J].西南农业学报,2021,34(4):791-797.
- [15] 周伟军,楼健,宋荣军.烯效唑对油菜的壮秧效应及增产作用探讨[J].浙江农业大学学报,1996,22(6):609-613.
- [16] 杨安中,张玲.油菜苗期喷施烯效唑的壮苗增产效应研究

- [J].安徽农学通报,1996,2(3):51,24.
- [17] 于群英,陈世勇. 烯效唑培育壮苗及其增产效应[J].农药,1998,37(2):41-42,35.
- [18] 邱 军,胡 晋,宋文坚,等. 油菜种衣剂中烯效唑最佳浓度的筛选及包膜后田间效果的研究[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2004,30(2):153-158.
- [19] 袁雨晴,蒋仕模,范 辉. 杂交油菜不同时期喷施烯效唑效果初探[J].耕作与栽培,2004(2):33,封4
- [20] 张云萍. 杂交油菜不同时期喷施烯效唑试验[J].耕作与栽培,2006(3):46,60.
- [21] 张宝娟,赵惠贤,胡胜武. 苯磺隆对甘蓝型油菜中双9号的杀雄效果[J].中国油料作物学报,2010,32(4):467-471.
- [22] 于澄宇,何蓓如. 氨基酸合成抑制剂类除草剂诱导油菜雄性不育效果评价[J].作物学报,2014,40(2):264-272.
- [23] 黄 驰,胡海兵,蒲晓斌,等. 苯磺隆在成都地区诱导甘蓝型油菜雄性不育效果研究[J].西南农业学报,2015,28(3):1097-1108.
- [24] 张秀英,李 勤,陈 浩,等. 苯磺隆对甘蓝型油菜的化学杀雄效果研究[J].安徽农学通报,2016,22(24):48,70.
- [25] 付三雄,周晓婴,戚存扣. 苯磺隆对甘蓝型油菜的杀雄效果及其对靶标 ALS 活性的影响[J].江西农业学报,2019,31(2):8-12.

(责任编辑:陈海霞)