

李晓莎,陈 涛,任昂彦,等. 赤霉素对不同品种观赏向日葵开花特性及形态特征的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(3):184-192.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.03.028

# 赤霉素对不同品种观赏向日葵开花特性及形态特征的影响

李晓莎<sup>1</sup>, 陈 涛<sup>1</sup>, 任昂彦<sup>1</sup>, 杨 华<sup>1</sup>, 戚永奎<sup>1</sup>, 刘兴华<sup>1</sup>, 贺 江<sup>1</sup>

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002)

**摘要:**为探讨不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵开花特性及形态特征的影响,采用裂区设计,主区选用盐葵 3 号(YK3)和盐葵 5 号(YK5)2 个品种,副区设置 50 mg/L(C1)、150 mg/L(C2)、300 mg/L(C3)等 4 个赤霉素浓度处理,以清水为对照(0 mg/L),共计 8 个处理,分析比较不同处理对观赏向日葵开花特性、形态特征和干物质量的影响。结果表明,赤霉素处理可使观赏向日葵初花期提前 2~5 d,但整株持花期会缩短,整体表现为持花期与赤霉素浓度呈负相关。喷施赤霉素使舌状花长度变长,相同条件下,YK3、YK5 在赤霉素处理下花瓣长度较 CK 分别增加 15.98%~30.69%、5.51%~18.88%,但花径变小,花瓣宽度变窄,YK3、YK5 花瓣宽度分别比 CK 显著减少 10.83%~28.13%、18.33%~43.75%,花瓣宽度与赤霉素浓度呈负相关。喷施赤霉素使向日葵株高、分枝长度及地上部干质量显著增加。相同条件下,YK3、YK5 在赤霉素处理下株高显著较 CK 增加 18.92%~48.12%、23.53%~37.25%,分枝长度分别较 CK 增加 19.05%~187.18%、19.52%~122.73%,赤霉素处理的 YK3 和 YK5 均无种子形成。综上,2 个品种对赤霉素响应程度不同,YK5 持花期、花径和各部位干质量受赤霉素的影响大于 YK3。

**关键词:**赤霉素;观赏向日葵;初花期;持花期;开花特性;形态特征

**中图分类号:**S311;S565.501 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)03-0184-09

向日葵(*Helianthus annuus* L.)为菊科短日照植物,按用途分为食葵、油葵和观赏向日葵等类型。

收稿日期:2023-08-22

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(23)1040]。

作者简介:李晓莎(1990—),女,河北邯郸人,硕士研究生,研究实习生,主要从事观赏向日葵栽培、育种和推广研究。E-mail:leexiaosha@126.com。

通信作者:戚永奎,研究员,主要从事观赏向日葵种质资源创新、栽培和推广研究。E-mail:1146782515@qq.com。

观赏向日葵色彩艳丽、种类丰富,可广泛应用于景观打造、庭院美化、切花、盆花等领域<sup>[1-2]</sup>,作为休闲观光农业发展的重要载体,有助于推动农业供给侧改革和乡村振兴<sup>[3-5]</sup>,越来越受到政府和城乡居民的喜爱<sup>[6-8]</sup>。此外,向日葵还具有很强的耐盐碱能力,具有生物排盐、改良盐碱地的巨大作用,被誉为开垦盐碱地的“先锋作物”<sup>[9-11]</sup>。随着乡村振兴战略的持续推进和休闲观光农业的迅猛发展,市场对观赏向日葵的需求与日俱增,观赏向日葵的相关研

[24]康 洁. 几种花卉植物光合色素和根系活力日变化及相关性分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):287-289,368.

[25]姜超强,祖朝龙. 褪黑素与植物抗逆性研究进展[J]. 生物技术通报,2015,31(4):47-55.

[26]马旭辉,陈茹梅,柳小庆,等. 褪黑素对玉米幼苗根系发育和抗旱性的影响[J]. 生物技术通报,2021,37(2):1-14.

[27]Altat M A, Shahid R, Ren M X, et al. Melatonin improves drought stress tolerance of tomato by modulating plant growth, root architecture, photosynthesis, and antioxidant defense system[J]. Antioxidants, 2022, 11(2):309.

[28]王新军,阎世江. 干旱胁迫对番茄幼苗生理特性的影响[J]. 中国瓜菜,2022,35(6):76-80.

[29]杨海燕,吴文龙,闫连飞,等. 干旱胁迫对“波尼”薄壳山核桃叶片

生理特性的影响[J]. 中国南方果树,2022,51(3):130-135.

[30]王 慧,王冬梅,张泽洲,等. 外源褪黑素对于旱胁迫下黑麦草和苜蓿抗氧化能力及养分吸收的影响[J]. 应用生态学报,2022,33(5):1311-1319.

[31]厉恩茂,李 敏,安秀红,等. 叶面喷施褪黑素对于旱胁迫下苹果抗旱生理生化指标的影响[J]. 中国南方果树,2019,48(4):95-98.

[32]贺嘉豪,陈建中,徐坚强,等. 外源褪黑素对烟草幼苗抗旱性生理机制的影响[J]. 中国农业科技导报,2020,22(2):50-57.

[33]武兰兰,郑耀庭,李国元,等. 褪黑素调节植物非生物胁迫耐性的机理[J]. 植物生理学报,2018,54(11):1669-1677.

[34]刘德帅,姚 磊,徐伟荣,等. 褪黑素参与植物抗逆功能研究进展[J]. 植物学报,2022,57(1):111-126.

究越来越重要<sup>[12-13]</sup>。但由于观赏向日葵在我国种植时间相对较短,基础研究较薄弱,且主要集中在品种选育上,关于栽培管理手段、植物生长调节剂对其开花特性和形态特征的相关研究较少。开花特性及形态特征是观赏植物的重要价值体现,温光调控、园艺栽培措施以及植物生长调节剂的应用等均会对其产生影响。赤霉素作为常见的植物生长调节剂,已有多项研究结果表明其可促进茉莉、象草、菊花、金鱼草等植物茎叶伸长生长<sup>[14-15]</sup>,还可增加切花月季花茎长度、花茎粗、最大花径,促进紫罗兰、秋菊、紫鸢等花芽分化<sup>[16-18]</sup>,打破杜鹃、樱花、高粱等植物休眠<sup>[19-21]</sup>,促进凤梨、牡丹、芍药等花卉提前开花<sup>[22-26]</sup>,加快杂交粳稻生育进程等<sup>[27]</sup>,同时还会抑制诸如苹果和茉莉等植物开花<sup>[28-29]</sup>。而关于赤霉素对观赏向日葵开花特性、形态特征及生长发育的影响鲜见报道。因此,本研究通过设置不同

赤霉素浓度处理,探究其对观赏向日葵盐葵 3 号(YK3)和盐葵 5 号(YK5)开花特性及形态特征的影响,以期掌握基于赤霉素应用的观赏向日葵生长调控技术,进而为观赏向日葵更科学合理的栽培生产提供理论依据和技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

本试验在江苏沿海地区农业科学研究所南洋试验场(33.389 1°N,120.161 4°E)进行。该地区属亚热带季风气候,四季分明,年均日照时数为 2 311.2 h,年平均气温为 15.4 ℃,年均降水量为 900 ~ 1 066 mm,试验地为壤土,土壤肥力中等,适合向日葵生长。向日葵在田间生长期间的日平均气温和日降水量见图 1。

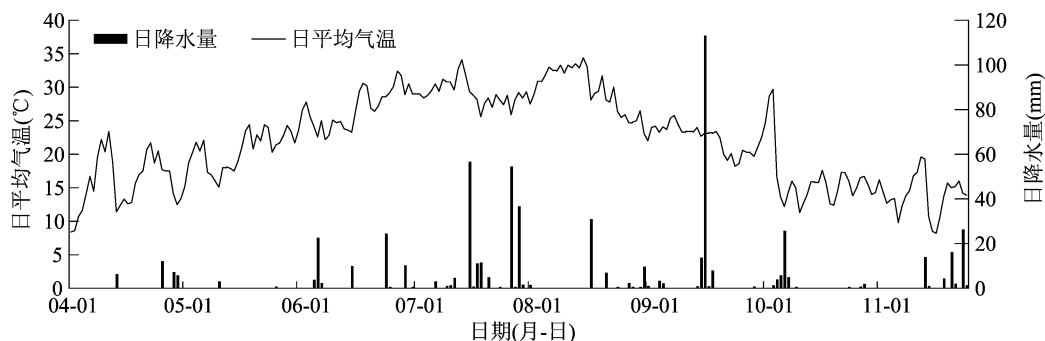


图1 向日葵田间生长期间日平均气温和降水情况

### 1.2 试验材料

本试验选用盐葵 3 号和盐葵 5 号 2 个观赏向日葵品种,分别记为 YK3、YK5,两者均为江苏沿海地区农业科学研究所自主选育的新品种,分别为黄色舌状花黄色管状花和白色舌状花黄色管状花,均为

有花粉可育品种,外部形态特征如株高、株型、叶色、生育期、花形等性状表现稳定,综合性状良好(图 2)。供试赤霉素为 GA<sub>3</sub>,美商华仑物科学公司生产,有效成分 20%,从江苏省盐城市市场购买。

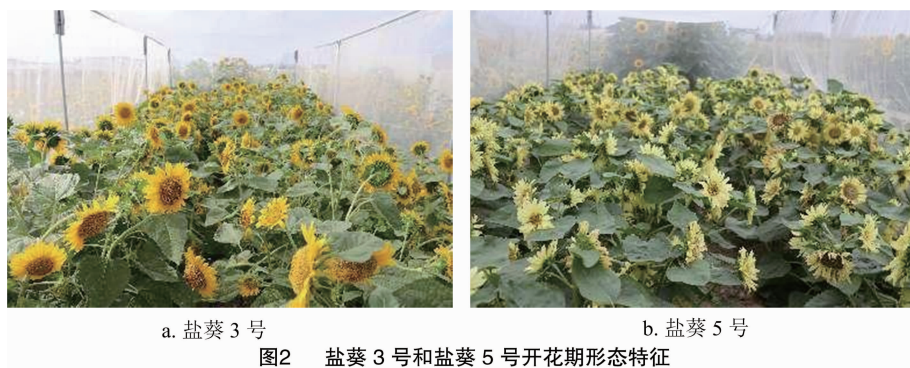


图2 盐葵 3 号和盐葵 5 号开花期形态特征

### 1.3 试验设计

试验采用裂区设计,主区为盐葵 3 号和盐葵 5

号 2 个品种,副区以喷施清水为对照(CK),设置 50 mg/L(C1)、150 mg/L(C2)、300 mg/L(C3)等 3

个赤霉素浓度,共计 8 个处理,每个处理设置 3 次重复,每个小区面积为 18.75 m<sup>2</sup> (2.5 m×7.5 m)。在向日葵现蕾期进行喷施处理,喷施 1 次/d,连续处理 1 周。

1.4 田间管理

试验进行 1 年 2 熟观赏向日葵种植<sup>[6]</sup>,即春播和秋播。春播于 2022 年 3 月 5 日在温室大棚中采用直播的方式进行,采用草炭:珍珠岩:蛭石=2:1:1 的基质和 72 孔的穴盘,穴播深度约 1.5 cm,播种呈为 1~2 粒/穴,4 月 1 日移栽至大田,行距 80 cm,株距 40 cm,于 2022 年 7 月 8 日收获。秋播于 2022 年 8 月 10 日在大棚穴盘中采用直播的方式进行,8 月 25 日移栽,11 月 21 日收获。各处理与一般大田统一管理。

1.5 样品采集与分析

1.5.1 开花性状调查 在试验处理前,每个小区选择 12 株长势良好、能代表该小区平均长势的植株,挂牌标记,从舌状花即将开放前每天下午调查挂牌植株的开花情况,记录主盘、倒 1 分枝和倒 3 分枝的初花期、凋亡期以及整株的凋亡期,以舌状花枯萎脱落失去观赏价值作为花盘的凋亡期,观察不同处理花瓣形态特征并拍照,直到植株所有花盘全部凋亡为止。根据调查结果,统计主盘、倒 1 分枝和倒 3 分枝的花盘开花时间、整株的开花时间等。

1.5.2 形态特征及数据采集 于盛花期对不同处理花朵、植株等进行拍照,用直尺测量主盘、倒 1 花盘和倒 3 花盘的花径,主盘单个花瓣的长度和宽度,长度以花瓣中轴的长度为准,宽度以花瓣最宽的位置测量为准,并记录主盘的花瓣数量;于成熟期采集挂牌植株的全株样品,测量主茎、倒 1 分枝和倒 3 分枝的长度、茎粗等形态指标;将植株叶片、主茎、分枝、花盘、籽粒等分别分装烘干,称量各部位干

质量。

1.6 数据处理

试验数据采用 Excel 进行处理和作图,采用 SPSS 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵开花特性的影响

2.1.1 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵开花期的影响 YK3 和 YK5 是多分枝观赏向日葵,开花顺序总体表现为先主盘,然后分枝上花盘按倒 1、倒 2、倒 3 的顺序从上到下依次开放,其主盘开花期即为向日葵的初花期<sup>[30]</sup>。试验结果(表 1)表明,春播 YK3 后一般 84~89 d 为初花期,YK5 一般 84~87 d 为初花期;秋播 YK3 后一般 54~57 d 为初花期,YK5 一般 52~55 d 为初花期,YK3 主盘初花期在 2 季播种中较 YK5 晚 0~2 d。赤霉素处理在春播和秋播 2 季种植中均可促进 YK3 和 YK5 提前开花。相同条件下,在赤霉素处理下 YK3 主盘初花期比 CK 提前 3~5 d,YK5 比 CK 提前 2~3 d,YK3 倒 1 分枝初花期比 CK 提前 3~6 d,YK5 比 CK 提前 2~4 d,YK3 倒 3 分枝初花期比 CK 提前 3~5 d,YK5 比 CK 提前 2~5 d,YK3 初花期受赤霉素影响略大于 YK5。2 个品种初花期在 C2 和 C3 处理下表现基本一致,相同条件下 C1 处理比 C2 和 C3 处理初花期晚 0~2 d,表明赤霉素浓度在 150~300 mg/L 时能更好地促进观赏向日葵提早开花。相同处理条件下,YK5 品种的初花期在 2 季栽培中均较 YK3 品种早。春播 YK5 主盘、倒 1 分枝和倒 3 分枝初花期较 YK3 分别提前 0~2、4~6、5~7 d,秋播 YK5 主盘、倒 1 分枝和倒 3 分枝初花期较 YK3 分别提前 1~2、0~4、0~3 d。

表 1 不同浓度赤霉素处理对盐葵 3 号和盐葵 5 号初花期的影响

品种	处理	春播初花期(月-日)			秋播初花期(月-日)		
		主盘	倒 1 分枝	倒 3 分枝	主盘	倒 1 分枝	倒 3 分枝
YK3	CK	06-02	06-10	06-11	10-06	10-10	10-11
	C1	05-29	06-07	06-08	10-03	10-04	10-06
	C2	05-28	06-05	06-06	10-03	10-04	10-06
	C3	05-28	06-05	06-06	10-03	10-04	10-06
YK5	CK	05-31	06-05	06-05	10-04	10-06	10-08
	C1	05-28	06-01	06-01	10-02	10-04	10-06
	C2	05-28	06-01	06-01	10-01	10-04	10-06
	C3	05-28	06-01	05-31	10-01	10-04	10-06

2.1.2 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵持花期的影响 赤霉素喷施对观赏向日葵持花期有显著影响,持花期因播期、品种和赤霉素浓度不同而存在差异(图3)。在赤霉素处理下,除春播 YK3 的主盘、倒1分枝和倒3分枝单朵持花期较CK延长外,其余处理均表现为持花期较CK显著缩短,相同条件下,不同赤霉素浓度处理间整体表现差异不显著。YK3 在春播和秋播条件下,整株持花期随赤霉素浓度升高呈现缩短趋势;YK5 在春播和秋播条件下,赤霉素处理均显著缩短了其主盘、倒1分枝、倒3分枝及整株持花期,春播分别缩短0.8~1.4、1.6~2.2、0.8~1.9、5.8~6.0 d,秋播分别缩短1.4~2.5、0.6~1.9、0.8~2.3、2.0~4.0 d,不同浓

度赤霉素处理间差异不显著。可见,赤霉素会缩短观赏向日葵持花期。

由图3可知,2个品种秋播持花期显著高于春播持花期,YK3 秋播整株持花期在不同处理下较春播长0.3~2.7 d,YK5 秋播整株持花期在不同处理下较春播长4.5~8.4 d,说明 YK5 整株持花期受播期影响较大。相同处理条件下,YK3 整株持花期显著高于 YK5,在CK、C1、C2、C3 处理下,YK3 春播整株持花期较 YK5 分别长5.8、12.7、10.4、9.3 d,秋播较 YK5 分别长4.0、5.5、3.9、4.9 d,整体表现为赤霉素浓度越高,YK3 整株持花期比 YK5 越长,可能是由于 YK5 整株持花期受赤霉素影响较 YK3 大,与其品种、花盘直径、分枝数等有关。

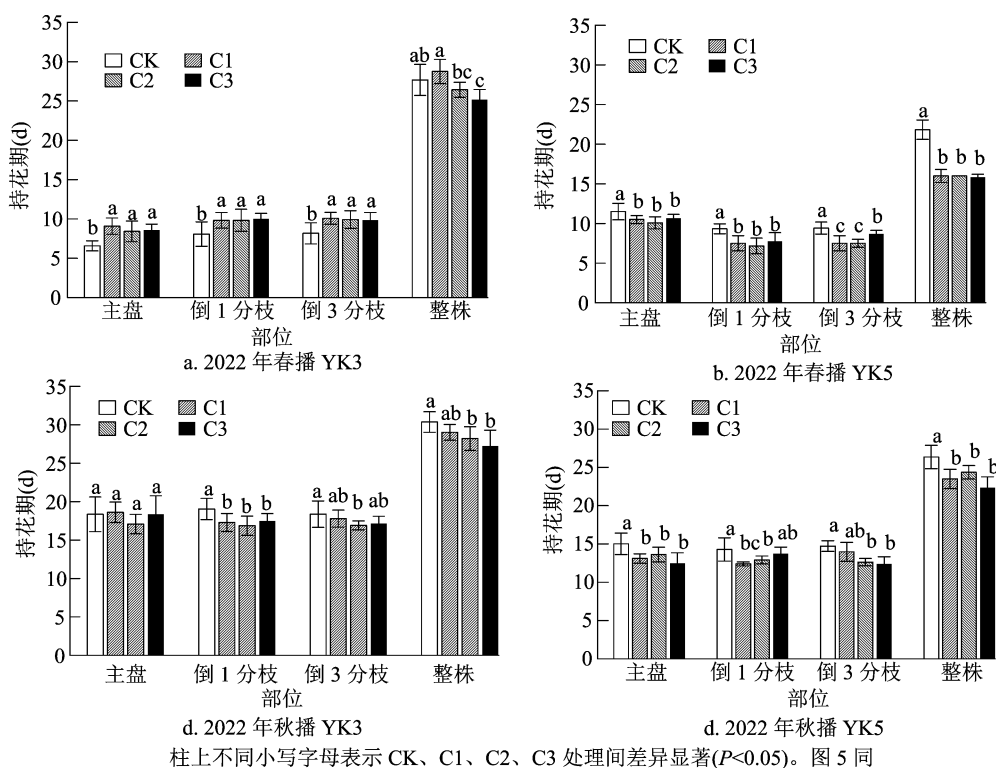


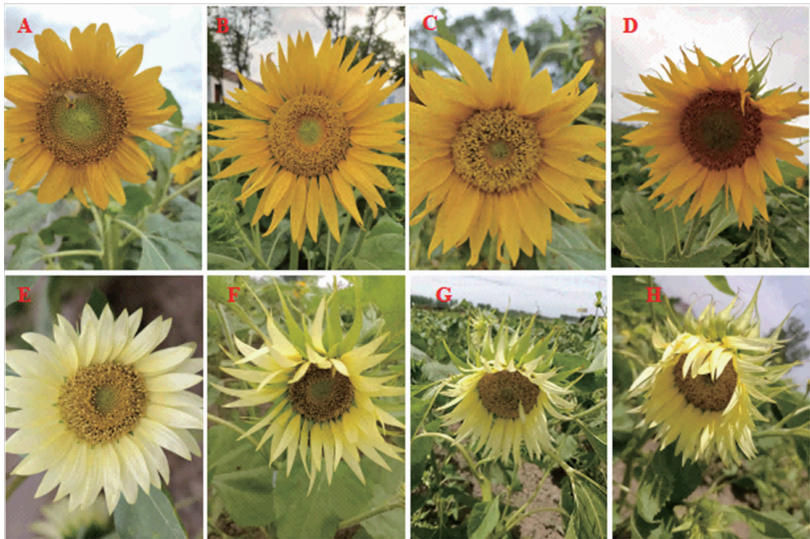
图3 不同赤霉素处理对盐葵3号和盐葵5号持花期的影响

2.2 不同赤霉素浓度处理对观赏向日葵形态特征的影响

2.2.1 不同浓度赤霉素处理的观赏向日葵开花形态特征 由图4可知,A和E分别为盐葵3号和盐葵5号对照,即清水处理,B~D和E~H依次展示的是喷施低浓度至高浓度赤霉素的YK3和YK5开花形态特征。可见,喷施赤霉素使YK3和YK5花瓣形状较CK均有不同程度的变化。YK3和YK5对照的舌状花呈椭圆,向四周开展,花粉较多,C1、C2、C3舌状花较CK变得更加细长,柱头伸长外露,

C1处理花粉量较CK明显减少,C2和C3处理花粉消失。YK3和YK5在C1、C2、C3处理下舌状花均有向花盘中间聚拢呈收缩状的趋势,且赤霉素浓度越高,舌状花向花盘中间聚拢越明显,相同赤霉素处理下,YK5较YK3舌状花收缩更明显,表现为YK5花瓣形态受赤霉素影响较YK3大。

2.2.2 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵花朵形态指标的影响 花径是指花朵花冠的最大直径。由表2可知,赤霉素喷施整体上可以显著降低向日葵的主盘、倒1花盘和倒3花盘花径,C1、C2、C3处



A—YK3 的 CK；B—YK3 的 C1 处理；C—YK3 的 C2 处理；D—YK3 的 C3 处理；  
E—YK5 的 CK；F—YK5 的 C1 处理；G—YK5 的 C2 处理；H—YK5 的 C3 处理

图4 不同浓度赤霉素处理的盐葵 3 号和 5 号开花形态特征

表 2 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵主盘花朵形态指标的影响

播期	品种	处理	花径 (cm)			花瓣长 (cm)	花瓣宽 (cm)	花瓣数 (个)	茎粗 (mm)
			主盘	倒 1 花盘	倒 3 花盘				
春播	YK3	CK	14.20 ± 1.58a	6.30 ± 0.80a	5.83 ± 0.62a	4.63 ± 0.34b	1.57 ± 0.03a	35.33 ± 1.25a	20.95 ± 0.66a
		C1	13.60 ± 1.37a	4.17 ± 0.24b	3.83 ± 0.24bc	5.87 ± 0.21a	1.40 ± 0.20ab	39.67 ± 6.24a	18.61 ± 0.39a
		C2	12.83 ± 2.01a	4.50 ± 0.41b	4.67 ± 0.47b	5.85 ± 0.32a	1.27 ± 0.09b	35.00 ± 2.16a	19.92 ± 1.45a
		C3	12.00 ± 1.47a	4.33 ± 0.24b	3.33 ± 0.24c	5.37 ± 0.24a	1.30 ± 0.24ab	34.67 ± 0.47a	18.45 ± 0.65a
	YK5	CK	17.43 ± 1.89a	6.33 ± 0.24a	6.33 ± 0.24a	6.17 ± 0.12b	1.60 ± 0.08a	58.67 ± 1.25a	16.54 ± 0.89a
		C1	12.00 ± 0.41b	5.07 ± 0.42b	5.27 ± 0.21b	6.88 ± 0.13a	1.13 ± 0.26b	53.67 ± 3.40a	16.62 ± 0.59a
		C2	11.00 ± 0.82b	5.23 ± 0.52ab	5.03 ± 0.41b	6.55 ± 0.02ab	0.90 ± 0.08b	54.19 ± 6.38a	18.51 ± 1.06a
		C3	12.33 ± 1.18b	5.30 ± 0.57ab	5.60 ± 0.33b	6.51 ± 0.22ab	0.92 ± 0.07b	53.00 ± 3.74a	18.98 ± 1.34a
秋播	YK3	CK	11.64 ± 0.79a	6.79 ± 0.79a	5.69 ± 0.18a	4.37 ± 0.24b	1.60 ± 0.08a	32.67 ± 2.49a	17.94 ± 0.81a
		C1	9.05 ± 0.46b	5.43 ± 0.55a	5.11 ± 0.51a	5.63 ± 0.12a	1.17 ± 0.17b	31.33 ± 2.05a	17.11 ± 0.77a
		C2	9.51 ± 0.27b	5.69 ± 0.18a	5.56 ± 0.51a	5.71 ± 0.07a	1.17 ± 0.07b	33.00 ± 2.16a	16.55 ± 1.03a
		C3	8.76 ± 0.05b	6.01 ± 0.57a	5.50 ± 0.46a	5.70 ± 0.12a	1.15 ± 0.09b	32.33 ± 3.09a	16.39 ± 1.20a
	YK5	CK	13.26 ± 0.91a	7.76 ± 0.79a	6.79 ± 0.79a	4.48 ± 0.25b	1.20 ± 0.05a	45.67 ± 1.70a	16.17 ± 0.51a
		C1	8.73 ± 0.14b	4.72 ± 0.95b	3.94 ± 0.71b	5.09 ± 0.16a	0.94 ± 0.03b	44.00 ± 2.16a	15.01 ± 0.37a
		C2	9.38 ± 0.46b	3.88 ± 0.79b	3.88 ± 0.79b	5.33 ± 0.13b	0.98 ± 0.16b	43.67 ± 3.30a	15.12 ± 0.71a
		C3	8.73 ± 0.79b	4.20 ± 0.46b	3.23 ± 0.46b	5.29 ± 0.13b	0.84 ± 0.04b	46.33 ± 1.70a	14.86 ± 0.51a

注:同列数据后不同小写字母表示同一品种在同一播期不同浓度赤霉素处理间差异显著(P<0.05)。表 3 同。

理间差异不显著。YK3 在春播条件下,C1、C2、C3 处理主盘花径较 CK 减小 4.23%~15.49%,YK5 较 CK 显著减少 29.26%~36.89%;YK3 在秋播条件下,C1、C2、C3 处理主盘花径较 CK 显著减小 18.30%~24.74%,YK5 较 CK 显著减小 29.26%~34.16%,品种间表现为 YK5 主盘花径受赤霉素影响更大。YK5 主盘、倒 1 花盘和倒 3 花盘花径大于 YK3,春播主盘花径显著大于秋播。赤霉素喷施能

明显增加向日葵的花瓣长,YK3 在春播条件下,C1、C2、C3 处理花瓣长较 CK 显著增加 15.98%~26.78%,YK5 较 CK 增加 5.51%~11.51%,秋播条件下,YK3 较 CK 显著增加 29.01%~30.69%,YK5 较 CK 增加 13.46%~18.88%,C1、C2、C3 处理间差异不显著,品种间表现为 YK3 花瓣长受赤霉素影响更大。相同条件下,春播花瓣长略大于秋播花瓣长。赤霉素喷施可显著降低向日葵的花瓣宽,YK3

在春播条件下, C1、C2、C3 处理花瓣宽较 CK 减小 10.83% ~ 19.11%, YK5 较 CK 显著减小 26.88% ~ 28.13%, 秋播条件下, YK3 较 CK 显著减小 29.38% ~ 43.75%; YK5 较 CK 显著减小 18.33% ~ 29.72%, 花瓣宽与赤霉素浓度呈负相关。相同条件下, YK3 花瓣宽明显大于 YK5, 春播花瓣宽略大于秋播。赤霉素对 YK3 和 YK5 的茎粗和花瓣数量影响不显著, 相同处理条件下, YK5 花瓣数显著多于 YK3。上述赤霉素喷施会减小向日葵的主盘、倒 1 花盘和倒 3 花盘花径、花瓣宽, 增加向日葵的花瓣长, 与图 4 直观所示形态特征一致。

**2.2.3 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵株高及分枝长度的影响** 观赏向日葵株高是指从其根颈部到主盘顶部的高度。由图 5 可知, 喷施赤霉素处理的 YK3 和 YK5 的株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝长度均显著大于 CK, 且株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝长度整体趋势分别与赤霉素浓度呈正相关, 在相同条件下, 除秋播 YK3 的 C3 处理株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝长度显著高于 C1 处理及其 C3 处理的倒 1 分枝

长度显著大于 C2 处理外, 其他各赤霉素处理间差异不显著。在春播条件下, YK3 株高在 C1、C2、C3 处理下较 CK 显著增加 18.92% ~ 24.77%, YK5 较 CK 显著增加 24.79% ~ 34.45%, YK3 倒 1 分枝长度较 CK 显著增加 37.90% ~ 45.97%, YK5 较 CK 显著增加 60.00% ~ 119.17%, YK3 倒 3 分枝长度较 CK 显著增加 42.75% ~ 53.26%, YK5 较 CK 显著增加 55.17% ~ 85.06%, YK5 株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝长度受赤霉素影响较 YK3 更大; 秋播条件下, YK3 株高在 C2 和 C3 处理下显著高于 C1, 倒 1 分枝和倒 3 分枝在 C3 处理下显著高于 C1, YK5 不同赤霉素处理间株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝差异不显著, 后续研究中可适当扩大赤霉素的浓度范围。

综上, 喷施赤霉素可以增加 YK3 和 YK5 的株高和分枝长度, 有显著促进向日葵生长和分枝长度的作用。由于 8 月极端高温干旱天气, 2 个品种株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝长度均表现为秋播显著低于春播, 这与陈涛等的研究结果<sup>[30]</sup>一致, 说明观赏向日葵在春季播种更有利于其生物量生长。

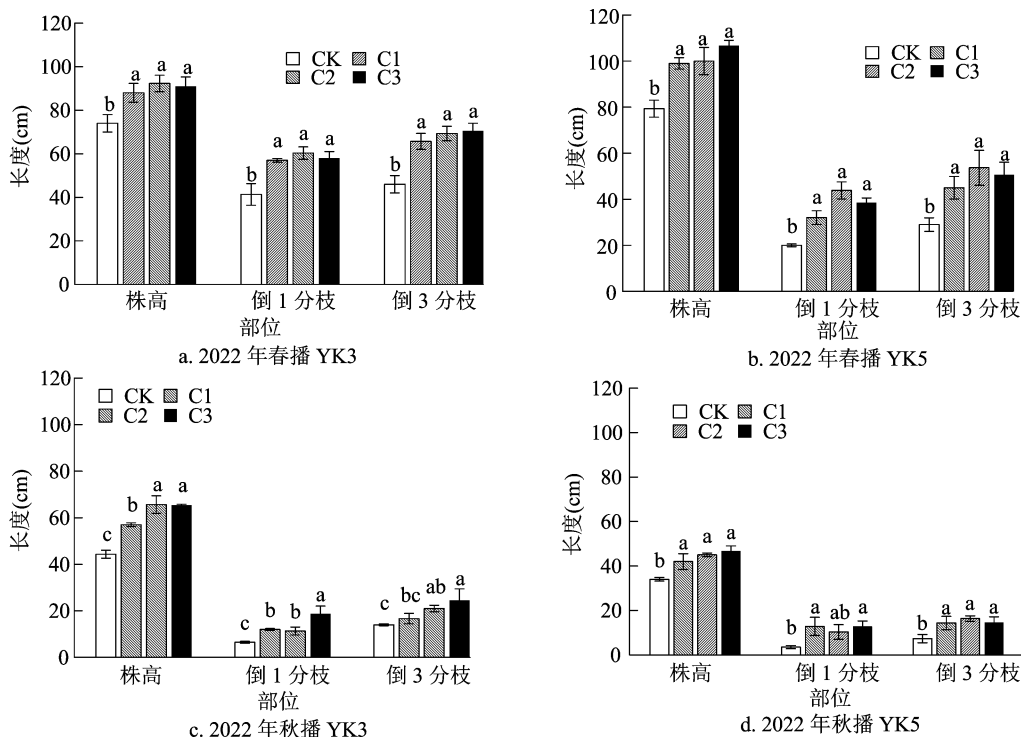


图5 不同浓度赤霉素处理对盐葵 3 号和盐葵 5 号株高、倒 1 分枝和倒 3 分枝长度的影响

**2.3 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵干物质量的影响**

由表 3 可知, 喷施赤霉素处理的 YK3 和 YK5 叶片、主茎和分枝等部位干质量均显著高于 CK, 这与图 5 所示的赤霉素喷施可增加其株高和分枝长度等

有关, C1、C2、C3 在同条件下处理间差异不甚相同。在相同赤霉素浓度下, 春播 YK3 和 YK5 叶片干质量分别比 CK 大 1.13% ~ 39.99%、6.02% ~ 47.06%, 秋播分别比 CK 大 35.56% ~ 47.78%、8.45% ~ 35.84%; 春播 YK3 和 YK5 主茎干质量分

别比 CK 大 3.92% ~ 21.26%、29.64 ~ 82.53%，秋播分别比 CK 大 51.01% ~ 180.67%、39.37% ~ 85.37%；春播 YK3 和 YK5 分枝干质量分别比 CK 大 24.36% ~ 45.84%、71.79% ~ 172.33%，秋播分别比 CK 大 43.59% ~ 57.85%、47.89% ~ 89.91%。CK 条件下，YK3 的叶片、主茎、分枝干质量均高于 YK5，经赤霉素处理后，YK5 的主茎、分枝、总盘干质量增幅高于 YK3，整体表现为 YK5 干质量受赤霉素影响更大；喷施赤霉素处理的 YK3 和 YK5 总盘、主盘和总籽粒干质量等均显著低于 CK，由表 3 总粒质

量一列可知，经赤霉素喷施的 YK3 和 YK5 均无种子形成，表现为不育，可能是由于赤霉素使雌蕊柱头伸长，授粉不良所致；从总盘干质量中去除籽粒质量后，赤霉素喷施处理的总盘质量显著高于 CK，可能是由于赤霉素喷施处理花盘中没有籽粒竞争营养，花盘生物量得到更好的生长，各赤霉素处理间差异不显著。2 个品种春播各部位干质量及粒质量均显著高于秋播，这与图 5 中春播株高和分枝长度均比秋播高的结果一致。

表 3 不同浓度赤霉素处理对观赏向日葵干质量的影响

播期	品种	处理	干质量(g)					
			叶片	主茎	分枝	总盘	主盘	总籽粒
春播	YK3	CK	23.99 ± 1.54b	23.24 ± 2.69a	30.03 ± 4.11c	85.56 ± 3.10a	23.20 ± 3.23a	55.75 ± 8.90a
		C1	28.64 ± 0.40ab	27.28 ± 2.84a	43.79 ± 1.19a	36.56 ± 3.27b	8.93 ± 0.57b	
		C2	33.58 ± 3.53a	28.18 ± 4.11a	37.34 ± 2.54b	38.30 ± 1.74b	9.73 ± 0.68b	
		C3	24.26 ± 2.22b	24.15 ± 3.14a	39.41 ± 1.27ab	40.69 ± 3.20b	8.95 ± 1.22b	
	YK5	CK	21.27 ± 0.40b	21.29 ± 1.87c	9.36 ± 1.85c	89.79 ± 2.90a	32.15 ± 2.16a	49.80 ± 2.54a
		C1	22.80 ± 1.47b	30.87 ± 0.93b	16.08 ± 4.12bc	52.80 ± 8.40c	16.42 ± 2.43b	
		C2	22.55 ± 1.84b	27.60 ± 3.70b	17.49 ± 2.94b	48.49 ± 1.62c	13.12 ± 1.16c	
		C3	31.28 ± 0.30a	38.86 ± 5.53a	25.49 ± 3.13a	65.77 ± 4.07b	16.49 ± 1.47b	
秋播	YK3	CK	5.40 ± 0.12b	8.26 ± 0.87c	10.38 ± 0.19b	19.75 ± 3.37a	8.73 ± 1.30a	10.58 ± 0.23a
		C1	7.32 ± 1.04ab	12.47 ± 1.02b	14.90 ± 0.48a	12.29 ± 0.98b	4.74 ± 0.42b	
		C2	7.63 ± 1.68ab	20.08 ± 2.99a	15.50 ± 1.12a	16.05 ± 1.04ab	5.04 ± 0.70b	
		C3	7.98 ± 1.43a	23.18 ± 2.08a	16.38 ± 1.34a	15.73 ± 2.94ab	4.17 ± 0.33b	
	YK5	CK	3.59 ± 0.23b	3.83 ± 0.77b	3.40 ± 0.43c	19.34 ± 1.78a	12.26 ± 0.46a	13.01 ± 1.27a
		C1	4.88 ± 0.27a	5.33 ± 0.86ab	5.03 ± 0.58b	8.30 ± 1.36b	4.58 ± 0.35b	
		C2	4.49 ± 0.84ab	5.79 ± 0.43ab	5.74 ± 0.64ab	8.32 ± 0.37b	4.08 ± 0.43b	
		C3	3.89 ± 0.31ab	7.09 ± 0.79a	6.46 ± 0.42a	9.36 ± 0.27b	4.74 ± 0.09b	

3 结论与讨论

3.1 讨论与启示

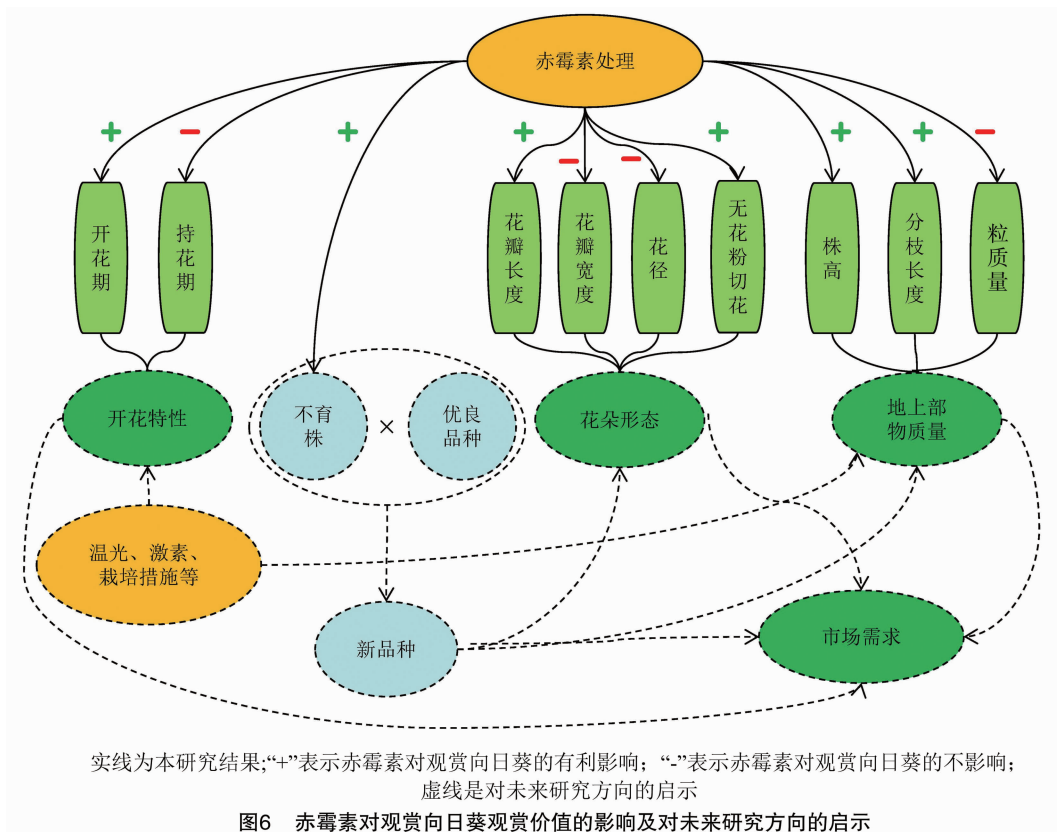
综上，赤霉素处理会对观赏向日葵的初花期、持花期、开花特性、花径、株高、分枝长度及育性等产生不同程度的影响。（1）促进观赏向日葵提早开花。经赤霉素处理的 YK3 和 YK5 初花期可提前 2 ~ 5 d，这与胡军荣等研究的“赤霉素可促进梅花、牡丹、芍药、杜鹃、凤梨等几种花卉提早开花”结果<sup>[22-26]</sup>一致，但与杨小凤等关于赤霉素抑制苹果开花<sup>[28]</sup>和黄金凤关于赤霉素抑制茉莉开花<sup>[29]</sup>的结果相反，可能与赤霉素施用量或不同植物对赤霉素响应机制不同等因素有关，后期可结合赤霉素抑制剂研究观赏向日葵促延后开花技术，如烯效唑、脱落

酸等<sup>[31-33]</sup>。赤霉素处理的 YK3 和 YK5 整株持花期均比对照短，整体表现为持花期与赤霉素浓度呈负相关，YK3 整株持花期受赤霉素影响较 YK5 小。（2）增加舌状花瓣长度，提高观赏向日葵的观赏性，雌蕊柱头伸长外露，花粉消失，这与杨保汉等研究的“赤霉素可调控水稻和棉花柱头外露率”结果<sup>[34-35]</sup>一致，可利用该结果快速生产无花粉向日葵鲜切花，丰富观赏向日葵的观赏性和利用价值，同时减小花径和花瓣宽度，后续研究可通过降低赤霉素使用次数或结合其他生长调节剂平衡赤霉素对观赏向日葵花瓣形态的不利影响<sup>[36]</sup>。（3）促进观赏向日葵株高及分枝伸长。这与王玥等研究发现的“赤霉素可促进后茬向日葵株高提高”结果<sup>[37]</sup>、吴国平等研究发现的“赤霉素可增加球茎甘蓝株高

和荞麦株高”的结果<sup>[38-39]</sup>一致,符合市场鲜切花对较长花枝的需求,但株高和枝条大幅度生长会减弱枝条韧性,提高倒伏率,影响枝条直立性,还应多次试验,选择既能延长枝条长度又可增加其直立性的方案,如利用多效唑增强其抗倒伏性<sup>[32,40]</sup>。使柱头伸长外露,形成不育株,根据市场对观赏向日葵的需求,利用其不育株柱头外露特性与其他优良品种进行杂交,定向培育新品种,满足市场对观赏向日葵开花特性、花朵形态、地上部生长量等的需求,这与杨保汉等研究的“将赤霉素应用于水稻、棉花等

育种研究”思路<sup>[34-35]</sup>一致,利用不育株可促进观赏向日葵的育种进程,并提高其育种质量,加快打破国外对观赏向日葵品种的垄断。

相同条件下,YK3 初花期较 YK5 早 1~2 d,YK3 持花期长于 YK5,春播观赏向日葵株高、分枝长度及地上干物质质量均高于秋播,这与陈涛等研究的“YK3 比 YK5 持花期长、春播株高和分枝长度高于秋播”结果<sup>[30]</sup>一致,说明春播更有利于观赏向日葵生长(图 6)。



### 3.2 结论

综上所述,本研究将 YK3 和 YK5 在春季和秋季播种,并用不同浓度赤霉素进行处理。结果显示,赤霉素具有促进观赏向日葵提早开花、增加舌状花瓣长度、延长主茎和分枝长度、促进雌蕊柱头伸长外露、减少花粉量、促使植株不育等作用,为观赏向日葵花期调控和杂交育种研究工作奠定了一定的基础,在生产上对调节观赏向日葵花期和植株形态具有重要价值。但同时也导致其持花期缩短、花径变小、舌状花变细,持花期和花瓣宽度与赤霉素浓度呈负相关,后续可将赤霉素与温度、光照、其他植物生长调节剂、栽培管理措施等结合起来共

同研究<sup>[31,33,41-43]</sup>,完善影响观赏向日葵开花特性和形态特征的技术手段。

### 参考文献:

- [1] 曹心妍. 休闲观光农业视角下的花海景观构建技术研究与应用: 以苏南地区为例[D]. 南京:南京农业大学,2019.
- [2] 鲁玉. 农旅融合视角下的生态农业景观规划设计研究——以中卫市黄河河口岛向日葵育种基地为例[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2022.
- [3] 孙睿. 农旅结合下的长兴县油菜发展策略[J]. 中国农业会计,2020(1):8-9.
- [4] 韦曼莉. 南盘江流域“农旅结合”旅游景区品牌建设——以百色为例[J]. 广西广播电视大学学报,2018,29(5):67-71.
- [5] de Carvalho P R V, Naoum - Sawaya J, Elhedhli S. Blockchain -

- enabled supply chains: an application in fresh - cut flowers [J]. Applied Mathematical Modelling, 2022, 110: 841 - 858.
- [6] 李晓莎, 徐光明, 陈 涛, 等. 农旅融合下江苏省里下河地区向日葵一年两熟栽培技术[J]. 南方农业, 2023(4): 1 - 3.
- [7] 高新华. 油葵产业美丽乡村 改善环境富百姓——以内黄县宋村乡为例[J]. 基层农技推广, 2021, 9(10): 42 - 43.
- [8] 郭翠娥, 李栋梁. 向日葵花海养护管理[J]. 中国花卉园艺, 2020(16): 37.
- [9] Ocvirk D, Špoljarević M, Kristić M, et al. The effects of seed priming with sodium hydrosulphide on drought tolerance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in germination and early growth[J]. Annals of Applied Biology, 2021, 178(2): 400 - 413.
- [10] Al - Alawy H H, Al - Samerria K. Mitigation of adverse effects of salt stress by foliar application of ascorbic acid and salicylic acid on sunflower and maize[J]. Indian Journal of Ecology, 2021, 47(13): 310 - 315.
- [11] Guo F Y, Proctor G, Larson S L, et al. Earthworm enhanced phytoremediation of U in army test range soil with Indian mustard and sunflower[J]. ACS Earth and Space Chemistry, 2022, 6(3): 746 - 754.
- [12] 妍 然. 探索农旅结合商业模式——森禾集团多地联动举办“五一浪漫玫瑰节”[J]. 中国花卉园艺, 2019(11): 38 - 39.
- [13] 王 芳, 徐静雅. 江苏里下河地区现代生态农业发展对策研究——以泰州里下河生态经济示范区为例[J]. 吉林农业科技学院学报, 2021, 30(5): 27 - 31.
- [14] 张红亮. 茉莉枝条徒长特性与赤霉素途径的调控机理研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2020.
- [15] 李 洁. 外源赤霉素诱导象草节间伸长的农艺性状和转录组学研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [16] 梁 晨, 泽桑梓, 高燕珠, 等. 微甘菊花芽分化前后内源激素及相关基因表达的研究[J]. 西北植物学报, 2023, 43(2): 229 - 241.
- [17] 蔡 娅, 王东雪, 陈仕昌, 等. 赤霉素对香花油茶花芽分化和春梢生长的影响[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2020, 40(4): 180 - 184.
- [18] Tyler L, Thomas S G, Hu J H, et al. Della proteins and gibberellin - regulated seed germination and floral development in *Arabidopsis* [J]. Plant Physiology, 2004, 135(2): 1008 - 1019.
- [19] 金 鑫, 李 彬, 牛丽涓, 等. 低温和赤霉素对百合鳞茎休眠解除的影响[J]. 中国沙漠, 2016, 36(5): 1315 - 1322.
- [20] Gomes M P, Bicalho E M, Garcia Q S. Integrative signaling of hydrogen peroxide and gibberellin on Zn - mediated alleviation of thermodynamic in sorghum seeds[J]. Physiologia Plantarum, 2022, 174(1): e13595.
- [21] 郭晔红, 蔺海明. 赤霉素和细胞激动素对白刺种子萌发的调控研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(6): 1196 - 1199.
- [22] 胡军荣. 几种常见花卉的花期调控技术[J]. 现代园艺, 2015(23): 71 - 72.
- [23] 关淑艳, 张洪琳, 蒋振忠, 等. 光受体和赤霉素对植物开花协同作用的研究进展[J]. 吉林农业大学学报, 2023, 45(2): 127 - 136.
- [24] 沈晓飞, 刘 政, 何国庆, 等. 多效唑与赤霉素调控盆栽梅株型和花期研究[J]. 浙江林业科技, 2020, 40(6): 40 - 45.
- [25] Eriksson S, Böhlenius H, Moritz T, et al. GA4 is the active gibberellin in the regulation of LEAFY transcription and *Arabidopsis* floral initiation[J]. The Plant Cell, 2006, 18(9): 2172 - 2181.
- [26] 杨秀莲, 贾瑞瑞, 施婷婷, 等. 观赏植物花期调控分子生物学研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2021, 48(3): 344 - 351.
- [27] 陈峰源, 王先俱, 陈亚君, 等. 赤霉素对杂交粳稻组合孕穗期生育进程的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 92 - 94.
- [28] 杨小凤, 李小蒙, 廖万金. 植物开花时间的遗传调控通路研究进展[J]. 生物多样性, 2021, 29(6): 825 - 842.
- [29] 黄金凤. 赤霉素抑制茉莉开花的可能机理与 JsDELLA 相关功能的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2022.
- [30] 陈 涛, 杨 华, 高 进, 等. 观赏向日葵的开花特性及其对播种期的响应[J]. 北方农业学报, 2021, 49(5): 48 - 53.
- [31] 徐平珍, 刘 涛, 杨 莹, 等. 脱落酸在植物花发育过程中的作用[J]. 云南植物研究, 2007(2): 215 - 222.
- [32] 韦丁一, 高少凡, 苏海英, 等. 赤霉素及其抑制剂对油菜抗倒伏性的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(12): 69 - 74.
- [33] 章 虹. 外源激素对甘蓝型油菜花期调控的影响研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2022.
- [34] 杨保汉. 不育系柱头外露率及其结实率研究[J]. 杂交水稻, 1997, 12(1): 13 - 15.
- [35] 何循宏. 柱头外露性状应用于棉花杂交制种及其诱导效应研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [36] 冯邹荣. 遮阴处理对牡丹花期和花色特性的影响[J]. 现代园艺, 2022(18): 7 - 9.
- [37] 王 玥, 叶晓馨, 王 恺, 等. 玉米与赤霉素对向日葵列当种子萌发、防除以及对后茬作物向日葵生长的影响[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(11): 1672 - 1681.
- [38] 吴国平, 王敬根, 王丽娟, 等. 赤霉素处理对球茎甘蓝 *Ogura* 不育系的影响[J]. 种子, 2019, 38(7): 96 - 98.
- [39] 王 强, 向达兵, 魏 威, 等. 赤霉素对苦养生长、结实和产量的影响[J]. 南方农业学报, 2022, 53(2): 441 - 450.
- [40] 陈世雷, 何蓓如, 宋喜悦, 等. 多效唑拌种配合使用赤霉素对小麦温敏不育系制种性状的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008, 36(12): 64 - 68, 76.
- [41] 向 浙, 王思悦, 蒲俊宏, 等. 低温短日照诱导五叶草莓成花诱导的机理研究[J]. 浙江农业学报, 2022, 34(8): 1661 - 1668.
- [42] 陈诗林, 黄敏玲. 低温和赤霉素对亚洲百合开花及鳞茎繁殖的效应[J]. 吉林农业大学学报, 2007, 29(5): 511 - 517.
- [43] 刘晓凌, 凌晓祺, 向理理, 等. 温度和赤霉素对春兰开花的调控[J]. 浙江农业学报, 2023, 35(2): 355 - 363.