

侯梦媛,姜琳琳. 寡照胁迫对设施草莓生长动态及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(12):95-100.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.12.015

# 寡照胁迫对设施草莓生长动态及产量的影响

侯梦媛<sup>1</sup>,姜琳琳<sup>2</sup>

(1. 山东省微山县气象局,山东微山 277600; 2. 宁夏气象科学研究所,宁夏银川 750000)

**摘要:**以草莓品种红颜为试材,于开花坐果期在日光温室内对草莓进行寡照胁迫试验,设置 6 个寡照胁迫处理,分别为遮阴持续 1 d(T1)、3 d(T2)、5 d(T3)、7 d(T4)、10 d(T5)、15 d(T6),以不遮阴处理为对照(CK),研究不同寡照持续时间对草莓叶片生长、果实发育及产量构成的影响。结果表明:草莓叶片和果实发育均经历了缓慢生长、线性生长和稳定生长 3 个阶段。随寡照胁迫时间的增加,草莓植株叶面积、果实果径减小,与 CK 相比,遮阴 15 d 的草莓植株单叶叶面积、果实横径、果实纵径分别减小 28.00%、24.75%、26.44%。寡照处理 1 d 使草莓果实果径生长的盛末点提前,迅速生长时间缩短;处理超过 3 d 显著延长草莓果实果径生长所需的时间,其中以线性生长时间延长较为明显,且果实果径生长的始盛点、高峰点和盛末点;处理 5 d 及以上时,草莓叶片生长所需时间延长,开花数减少;处理 7 d 及以上时,叶片生长的始盛点、高峰点和盛末点均随胁迫时间的增加而推迟;处理 10 d 及以上时,草莓坐果数、单果质量和产量均显著降低。

**关键词:**寡照;草莓;叶面积;果径;产量

**中图分类号:**S668.401 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)12-0095-05

草莓(*Fragaria ananassa* Duch.)属蔷薇科多年生草本植物,其果实营养丰富,经济价值高。设施草莓种植面积广,经济效益明显,一直以来受到国内外学者的广泛关注<sup>[1-5]</sup>。光照是影响草莓生长发育的重要气象因子之一,近年来北方雾、霾等天气现象增多,秋冬季节日照时数明显减少<sup>[6-7]</sup>,寡照已成为影响北方设施草莓生产的重要气象灾害。

国内外对寡照胁迫对草莓生长的影响进行了一定研究。Choi 等研究表明,寡照处理下草莓植株光合速率明显下降,产量降低<sup>[5]</sup>。曾祥国等通过 2 种不同程度的遮阴处理,证实这种影响与寡照胁迫程度有关<sup>[8]</sup>。但也有研究显示,寡照对作物的影响不明显,甚至能在一定程度上减轻叶片光抑制程度,提高植株对光能的利用能力<sup>[9-10]</sup>。张明宏进一步研究证实,50% 以上的遮阴处理促进草莓植株的光合产物积累和营养生长进程,但会延迟其生育期,70% 和 90% 的遮阴处理则显著降低草莓单果质量及产量<sup>[11]</sup>。

目前对草莓寡照胁迫的研究主要集中在不同

胁迫程度的短期寡照方面,而关于不同持续时间寡照胁迫对设施草莓生长动态和产量构成的研究较为少见。因此,本研究设计不同寡照时间处理,利用 Logistic 生长方程模拟草莓生长,探讨开花坐果期设施草莓植株叶片和果实的动态发育及产量对不同寡照胁迫时间的响应规律,以期更深层细致地揭示寡照胁迫对设施草莓植株生长的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2019 年 11 月至 2020 年 2 月在山东省微山县泽丰农业园日光温室内进行。供试温室顶高 4.6 m、长 72.0 m、宽 12.0 m,覆盖聚乙烯无滴膜(透光系数为 75%),土壤为沙壤土。供试草莓品种为红颜,选取株高约 5 cm、长势一致的幼苗定植,行距 0.4 m,株距 0.3 m。待草莓植株进入开花坐果期时,在草莓植株上方 2 m 处架设遮阳网覆盖不同时间进行处理,试验期间采用阴雨天气不遮、多云天气遮 1 层、晴天遮 2 层的方式进行调整,以确保处理期间光照度低于 400  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。试验共设置 6 个寡照胁迫处理,分别为遮阴持续 1 d(T1)、3 d(T2)、5 d(T3)、7 d(T4)、10 d(T5)、15 d(T6),以不遮阴处理为对照(CK),每个处理 3 个重复,田间管理按高产栽培水平进行,每 16 d 施氮磷钾复合肥 1 次。

收稿日期:2020-09-08

基金项目:山东省济宁市气象局气象科学技术研究项目重点课题[编号:2019JNZL03(重点)]。

作者简介:侯梦媛(1992—),女,山东济宁人,硕士,助理工程师,研究方向为农业气象灾害。E-mail:910435883@qq.com。

### 1.2 测定指标与方法

1.2.1 叶片生长指标 每个处理选取 3 株长势一致的草莓植株,分别于寡照处理的 0、1、3、5、7、10、15 d 后,选择植株顶端的初展叶片挂牌标记,于叶片发育后 2 d 开始测定标记叶的叶宽度,每隔 1 d 测定 1 次,直至叶面积不再变化。根据乔宝营等的方法<sup>[12-13]</sup>计算草莓叶面积及叶片生长速率。

1.2.2 果实生长指标 每个处理选取 3 株长势一致的草莓植株,分别于寡照处理的 0、1、3、5、7、10、15 d 后,选择主径中部坐果日期相同且果实形态大小一致、长势良好的果实挂牌标记,于果实发育后 2 d 开始,用游标卡尺每隔 1 d 测定 1 次果实的横径(果实最宽处长度)和纵径(果实果柄到果基的长度),至所有标记果实大小不再变化为止。根据张芮等的方法<sup>[14]</sup>计算果径生长速率。

1.2.3 产量指标 每个处理选取 3 株长势一致的植株,每株随机选取 10 个果实统计平均单果质量,一次性收获后统计单株果实数量和单株产量。

### 1.3 叶片和果实的 Logistic 生长模型

根据 Logistic 模型模拟草莓叶片和果实生长动态,Logistic 方程为:

$$y = \frac{k}{1 + ae^{-bx}} \quad (1)$$

式中: $y$  为生长量的模拟值; $x$  为发育时间; $k$  为生长量的极限值; $a$ 、 $b$  为参数。分别对方程求一阶、二阶、三阶导数,得到草莓叶片或果实果径生长的始盛点( $x_1$ )、高峰点( $x_2$ )、盛末点( $x_3$ )、迅速生长时间( $t$ )和最大生长速率( $V_{max}$ )<sup>[15]</sup>,其中:

$$x_1 = (\ln a - 1.317)/b; \quad (2)$$

$$x_2 = (\ln a)/b; \quad (3)$$

$$x_3 = (\ln a + 1.317)/b; \quad (4)$$

$$t = x_3 - x_1; \quad (5)$$

$$V_{max} = 0.25kb. \quad (6)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 寡照胁迫对草莓叶片生长的影响

2.1.1 寡照胁迫对草莓单叶叶面积的影响 由图 1-a 可知,T1 处理下草莓叶片生长时间与 CK 无明显差异,除 T1 处理外,其他寡照处理均使草莓叶片生长所需时间增加,叶面积减小。叶片生长到最大时的 T4、T5、T6 处理下草莓的叶片生长时间分别比 CK 延长 2、4、6 d,叶片生长到最大时的叶面积分别比 CK 减小 12.45%、20.01%、28.00%。不同寡照

胁迫处理下的草莓叶面积生长曲线均呈“S”形,并可大致分为缓慢生长(叶面积初期缓慢增加)、线性生长(叶面积呈线性快速增加)和稳定生长(叶面积增加趋势减缓并逐渐趋于稳定)3 个阶段,但不同处理的叶面积生长阶段的时间划分有所差异。T1 和 T2 处理的草莓叶片生长阶段时间划分与 CK 一致,即叶片发育 0~6 d 为缓慢生长阶段、6~16 d 为线性生长阶段、16 d 后为稳定生长阶段。T3 和 T4 处理的草莓叶片的缓慢生长、线性生长、稳定生长阶段分别叶片发育 0~8、8~18、18 d 之后。T5、T6 处理的草莓叶面积的缓慢生长阶段分别为叶片发育 0~8、0~10 d,线性生长阶段分别为叶片发育 8~22、10~24 d。

2.1.2 寡照胁迫对草莓叶片生长速率的影响 由图 1-b 可以看出,T1 处理下草莓叶片生长与 CK 并无显著差异,除 T1 处理外,草莓叶片生长速率的峰值随寡照胁迫时间的增加而减小,出现时间随寡照胁迫时间的增加而推迟。其中,T2 处理下的草莓植株叶片生长速率峰值为叶片发育后 12 d,较 CK 推迟 2 d;而 T6 处理的草莓植株叶片生长速率峰值为叶片发育后 20 d,较 CK 推迟 10 d。

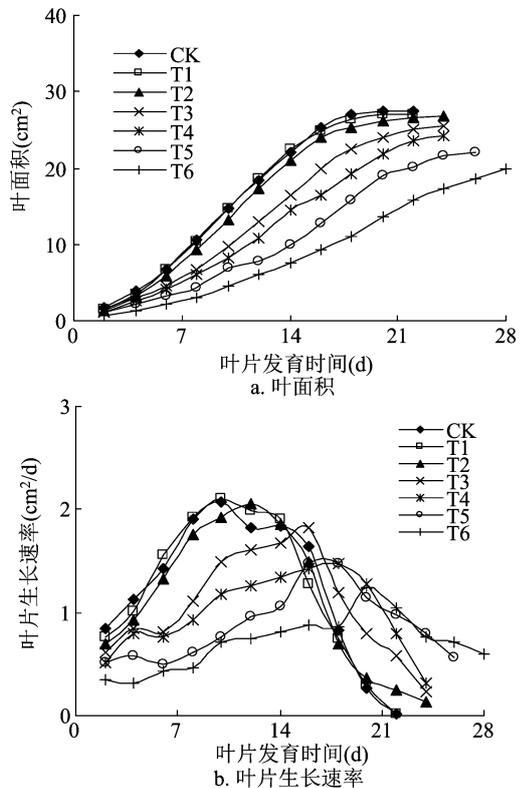


图1 不同寡照胁迫对草莓叶片生长的影响

### 2.2 寡照胁迫对草莓果实生长的影响

#### 2.2.1 寡照胁迫对草莓果实横径及生长速率的影响

响 由图 2-a 可知,寡照胁迫时间越长,草莓果实横径越短,生长时间越长。其中,T1、T6 处理下果实最终的横径分别比 CK 短 1.34%、24.75%,T3、T4、T5、T6 处理下果实最终的横径生长时间分别比 CK 长 2、2、4、4 d。不同寡照胁迫处理下的草莓果实横径生长曲线均呈“S”形,且缓慢生长阶段约占整个生长阶段的 1/2。不同处理的果实横径生长阶段的时间划分有所差异。T1、T2 处理的果实横径缓慢生长阶段、线性生长阶段、稳定生长阶段分别为果实发育 0~14、14~24、24 d 后,与 CK 一致。T3、T4 处理的果实横径缓慢生长、线性生长、稳定生长阶段分别为果实发育 0~14、14~26、26 d 后。T5、T6 处理的果实横径缓慢生长、线性生长、稳定生长阶段分别为果实发育 0~16、16~28、28 d 后。

由图 2-b 可以看出,草莓果实横径生长速率峰值随寡照胁迫时间延长而减小。T1、T2、T3 处理下果实横径生长速率峰值的出现时间与 CK 一致,均为果实发育后 18 d;而 T4、T5、T6 处理下果实横径生长速率峰值的出现时间均为果实发育后 20 d,较 CK 推迟了 2 d。

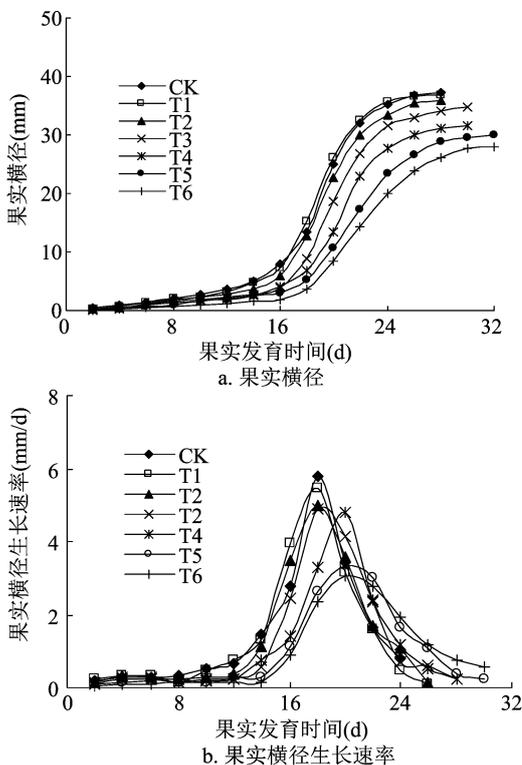


图2 不同寡照胁迫对草莓果实横径生长的影响

2.2.2 寡照胁迫对草莓果实纵径及生长速率的影响 由图 3-a 可知,寡照胁迫时间越长,草莓果实纵径越短,其中 T1 处理下果实最终的纵径为

42.82 mm,与 CK 无明显差异;T6 处理下果实最终的纵径只有 31.78 mm,较 CK 处理减小 26.44%。T4、T5、T6 处理的果实纵径生长时间分别比 CK 延长 2、4、4 d。不同寡照胁迫处理下的草莓果实纵径生长曲线均呈“S”形,但生长阶段的时间划分有所差异。T1 处理的果实纵径的缓慢生长阶段、线性生长阶段、稳定生长阶段分别为果实发育 0~14、14~26、26 d 后,与 CK 一致。T2、T3 处理的果实纵径的缓慢生长、线性生长、稳定生长阶段分别为果实发育 0~16、16~26、26 d 后。T4 处理的果实纵径的缓慢生长、线性生长、稳定生长阶段分别为果实发育 0~16、16~28、28 d 后。T5、T6 处理的果实纵径的缓慢生长阶段最长,为果实发育 0~18 d。

由图 3-b 可以看出,草莓果实纵径生长速率峰值随寡照胁迫时间延长而减小。T1、T2、T3 处理下的果实纵径生长速率峰值的出现时间与 CK 一致,均为果实发育后 20 d;而 T4、T5、T6 处理下的果实纵径生长速率峰值的出现时间均较 CK 推迟了 2 d。

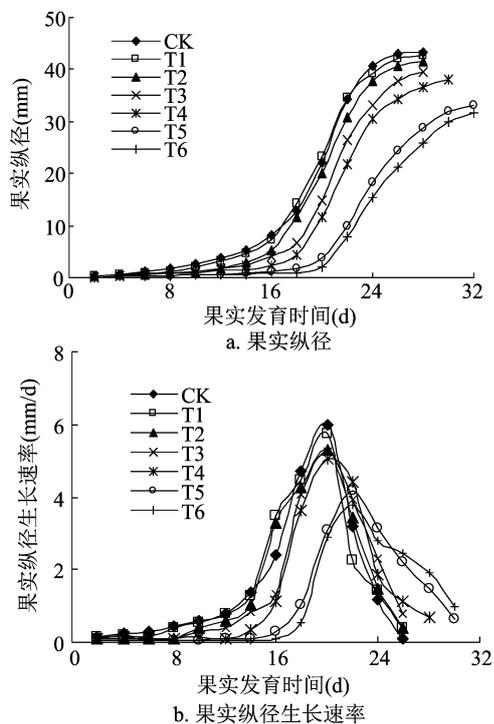


图3 不同寡照胁迫对草莓果实纵径生长的影响

2.3 寡照胁迫下草莓叶片和果实的 Logistic 生长模型

对不同寡照胁迫处理下的草莓叶面积和果实果径进行 Logistic 生长曲线拟合,得到模型特征参数见表 1、表 2。草莓叶片的最大生长速率随着寡照胁迫时间的延长不断减小;处理 7 d 后,叶片生长的始

盛点、高峰点和盛末点均随胁迫时间的延长而推迟。草莓果实横径、纵径的始盛点、高峰点和盛末点均在处理 3 d 后表现出推迟的趋势,但 T1 处理的果实横径、纵径的盛末点则分别比 CK 提前 0.10、0.55 d,且迅速生长时间缩短;处理 5 d 后,草莓果实横径、纵径的最大生长速率均随着寡照胁迫时间的

延长而减小,其中 T6 处理与 CK 差异最大,果实横径、纵径的最大生长速率分别较 CK 降低 26.26%、26.46%。此外,T5、T6 处理下的草莓叶片和果实纵径迅速生长时间均显著延长,尤其 T6 处理下的草莓叶片和果实纵径迅速生长时间用时最长,分别较 CK 延长 4.39、1.76 d。

表 1 不同寡照胁迫下草莓叶片的 Logistic 生长模型及特征值

处理	回归方程	叶面积最大生长速率 (cm <sup>2</sup> /d)	始盛点 (d)	高峰点 (d)	盛末点 (d)	迅速生长时间 (d)	决定系数
CK	$y = 28.51 / (1 + 21.73e^{-0.30x})$	2.14	5.87	10.26	14.65	8.78	0.983 *
T1	$y = 29.88 / (1 + 18.59e^{-0.27x})$	2.02	5.95	10.82	15.70	9.76	0.976 *
T2	$y = 27.80 / (1 + 21.94e^{-0.29x})$	2.02	6.11	10.65	15.19	9.08	0.984 *
T3	$y = 26.95 / (1 + 14.99e^{-0.27x})$	1.82	5.15	10.03	14.91	9.76	0.996 *
T4	$y = 24.50 / (1 + 34.95e^{-0.29x})$	1.78	7.71	12.25	16.80	9.08	0.986 *
T5	$y = 22.47 / (1 + 27.73e^{-0.22x})$	1.24	9.12	15.10	21.09	11.97	0.993 *
T6	$y = 22.70 / (1 + 34.49e^{-0.20x})$	1.14	11.12	17.70	24.29	13.17	0.994 *

注: \* 表示在 0.05 水平上显著相关。下表同。

表 2 不同寡照胁迫下草莓果实的 Logistic 生长模型及特征值

指标	处理	回归方程	最大生长速率 (cm <sup>2</sup> /d)	始盛点 (d)	高峰点 (d)	盛末点 (d)	迅速生长时间 (d)	决定系数
果实横径	CK	$y = 38.77 / (1 + 249.32e^{0.31x})$	3.00	13.55	17.80	22.05	8.50	0.969 *
	T1	$y = 37.50 / (1 + 300.60e^{0.32x})$	3.00	13.71	17.83	21.95	8.23	0.971 *
	T2	$y = 37.12 / (1 + 368.71e^{0.31x})$	2.88	14.82	19.06	23.31	8.50	0.975 *
	T3	$y = 36.93 / (1 + 424.40e^{0.30x})$	2.77	15.78	20.17	24.56	8.78	0.971 *
	T4	$y = 35.29 / (1 + 391.69e^{0.28x})$	2.47	16.62	21.32	26.03	9.41	0.973 *
	T5	$y = 30.95 / (1 + 495.34e^{0.30x})$	2.32	16.29	20.68	25.07	8.78	0.978 *
	T6	$y = 28.59 / (1 + 795.19e^{0.31x})$	2.22	17.30	21.54	25.79	8.50	0.969 *
果实纵径	CK	$y = 46.78 / (1 + 376.73e^{0.30x})$	3.51	15.38	19.77	24.16	8.78	0.982 *
	T1	$y = 44.92 / (1 + 404.47e^{0.31x})$	3.48	15.11	19.36	23.61	8.50	0.978 *
	T2	$y = 43.43 / (1 + 731.96e^{0.33x})$	3.58	16.00	19.99	23.98	7.98	0.968 *
	T3	$y = 41.99 / (1 + 750.67e^{0.32x})$	3.36	16.57	20.69	24.81	8.23	0.967 *
	T4	$y = 41.88 / (1 + 756.71e^{0.29x})$	3.04	18.32	22.86	27.40	9.08	0.962 *
	T5	$y = 41.77 / (1 + 1024.26e^{0.26x})$	2.72	21.59	26.66	31.73	10.13	0.956 *
	T6	$y = 41.28 / (1 + 1053.93e^{0.25x})$	2.58	22.57	27.84	33.11	10.54	0.938 *

## 2.4 寡照胁迫对设施草莓产量构成的影响

由表 3 可知,T1 和 T2 处理下设施草莓的花序数、开花数、坐果数、单果质量和单株产量均与 CK 处理无显著差异。T3 和 T4 处理下草莓的开花数显著低于 CK。T5 和 T6 处理下设施草莓的产量构成要素均受到明显影响,其中 T6 处理下设施草莓的花序数较 CK 减少了 13.28%,开花数较 CK 减少了 35.69%,坐果数、单果质量和单株产量分别只有 CK 的 43.15%、43.03% 和 18.67%。

## 3 结论与讨论

光是作物生长的关键环境因素,不仅直接影响植物的形态建成,还与作物能量基础、物质累积等关系密切。本研究表明,草莓叶片生长呈“缓慢生长—线性生长—稳定生长”的“S”形曲线,T1、T2 处理下草莓植株的叶片生长与 CK 处理差异不大,处理 5 d 及以上时,草莓叶片生长所需的时间延长;处理 7 d 及以上时,叶片生长的始盛点、高峰点和盛末

表 3 不同寡照胁迫对设施草莓产量构成的影响

处理	花序数 (个)	开花数 (朵)	坐果数 (个)	单果质量 (g)	单株产量 (g)
CK	4.67 ± 0.23a	20.96 ± 1.66a	14.67 ± 0.58a	13.41 ± 0.83a	196.74 ± 15.48a
T1	4.67 ± 0.47a	20.67 ± 1.90a	14.67 ± 1.15a	13.48 ± 0.62a	194.41 ± 12.20a
T2	4.48 ± 0.30a	20.80 ± 1.39ab	14.33 ± 1.15a	12.76 ± 0.91a	174.14 ± 19.80a
T3	4.46 ± 0.27a	19.20 ± 1.07b	12.67 ± 1.51ab	11.17 ± 0.47a	148.18 ± 25.60ab
T4	4.52 ± 0.34a	18.35 ± 3.40b	10.67 ± 1.15b	10.16 ± 0.71ab	108.84 ± 19.41c
T5	4.22 ± 0.23b	15.49 ± 1.87c	8.33 ± 0.58b	7.66 ± 1.09c	63.43 ± 5.26d
T6	4.05 ± 0.18c	13.48 ± 2.16c	6.33 ± 0.58c	5.77 ± 0.95d	36.73 ± 7.94e

点均随胁迫时间的增加而推迟。草莓叶面积随寡照胁迫程度的加剧而减小,叶片生长速率的峰值随寡照胁迫时间的增加而减小,且出现时间随寡照胁迫时间的增加而推迟,这与黄瓜<sup>[16]</sup>、番茄<sup>[17]</sup>等的研究是一致的。原因是草莓植株对轻度的寡照逆境有一定的适应性和抵抗力,短时胁迫对叶片生长影响并不明显<sup>[9-10]</sup>,随着寡照胁迫时间的持续延长,光合作用受到抑制,辐热累积减少,适应环境的能力下降,有机物积累分配异常,从而导致枝叶分化困难,生长延迟或减缓<sup>[18-20]</sup>。本研究表明,寡照处理 5 d 及以上显著影响草莓植株花器官的生长发育,草莓开花数减少,相似结论在对凤仙花<sup>[21]</sup>、炮仗花<sup>[22]</sup>等的研究中也得到了证实,这是因为寡照逆境抑制作物细胞分裂,降低花粉活力,减少其有机营养物质的积累,进而破坏花器官的发育进程<sup>[23]</sup>。

花器官的受损直接影响果实的生长发育。在本研究中,寡照处理超过 3 d 则显著延长草莓果径的生长所需时间,其中以线性生长时间延长较为明显;同时,草莓果实果径生长的始盛点、高峰点和盛末点有不同程度的推迟。处理 5 d 及以上时,草莓果实果径受到显著影响,果实果径生长速率的峰值随胁迫时间的增加而降低,出现时间有不同程度的推迟;处理 10 d 及以上时,草莓坐果数、单果质量和产量均显著低于 CK。可能原因是长期寡照胁迫影响光合产物向花穗等库器官的运输,破坏营养生长与生殖生长的平衡,抑制成花诱导,导致花药不能正常开裂、散粉不足、花粉活力降低,进而影响受精结实,延迟坐果,带来坐果率降低、单果质量及产量下降等问题<sup>[24-26]</sup>。值得注意的是,寡照处理 1 d 的草莓果实果径生长的盛末点较 CK 提前,说明草莓能够适应适度的短期寡照处理,并缩短果实的迅速生长时间,原因可能与逆境下植物内源激素含量变化有关<sup>[17]</sup>。

本试验研究草莓叶片和果实生长动态及产量

构成对不同寡照持续时间的响应,但由于生长动态的变化会引起植株源库动态的改变,且实际连阴天环境常伴随低温灾害,今后应在寡照处理的基础上进一步控制温度,深入探讨低温寡照复合灾害对草莓植株生长、干物质分配及果实品质等方面的影响。

#### 参考文献:

- [1] 胡波,韩勇,胡奇,等. 单栋玻璃温室草莓温光湿等环境指标的调控技术[J]. 农业工程技术,2017,37(28):59-61.
- [2] 孙军波,杨栋,魏莎莎,等. 大棚草莓产量动态预报模型研究[J]. 浙江农业学报,2016,28(9):1514-1521.
- [3] 王学林,彭晓丹,韩秀君,等. 氮肥用量对温室草莓生理特性的影响[J]. 北方园艺,2014(9):182-185.
- [4] Shiukhy S, Raeni - Sarjaz M, Chalavi V. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality[J]. International Journal of Biometeorology,2015,59(8):1061-1066.
- [5] Choi H G, Moon B Y, Kang N J, et al. Yield loss and quality degradation of strawberry fruits cultivated under the deficient insolation conditions by shading[J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology,2014,55(4):263-270.
- [6] 李春,郭晶,薛庆禹,等. 天津近郊设施农业气候资源与气象灾害变化特征[J]. 北方园艺,2015,39(6):190-193.
- [7] 李楠,薛晓萍,张继波,等. 日光温室番茄寡照灾害等级指标研究[J]. 中国农学通报,2015,31(22):99-104.
- [8] 曾祥国,冯小明,向发云,等. 遮阴对草莓光合特性的影响[J]. 湖北农业科学,2010,49(11):2811-2814.
- [9] 刘卫琴,汪良驹,刘晖,等. 遮阴对丰香草莓光合作用及叶绿素荧光特性的影响[J]. 果树学报,2006,23(2):209-213.
- [10] Cockshull K E, Graves C J, Cave C R J. The influence of shading on yield of greenhouse tomatoes[J]. Journal of Horticultural Science, 1992,67(1):11-24.
- [11] 张明宏. 光照对温室草莓生长发育的影响[D]. 石河子:石河子大学,2018.
- [12] 乔宝营,黄海帆,张信栓,等. 草莓叶面积简易测定方法[J]. 果树学报,2004,21(6):621-623.
- [13] 陈金平,刘祖贵,段爱旺,等. 温室黄瓜叶面积扩展与光合特性对土壤水分的响应研究[J]. 中国生态农业学报,2007,15(1):91-95.

谢久凤,秦章元,张寒蕾,等. 14种观赏植物叶片和花瓣挥发性物质抑菌效果分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(12):100-104.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.12.016

# 14种观赏植物叶片和花瓣挥发性物质抑菌效果分析

谢久凤,秦章元,张寒蕾,闫睢豪,郭阳阳,杨亚昕,李海霞

(河南农业大学生命科学院,河南郑州 450002)

**摘要:**选取14种园林植物的叶片和花瓣作为试验材料,通过离体方法对大肠杆菌、伤寒沙门氏菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌进行挥发性成分抑制效果分析。结果表明,不同物种之间的抑菌效果差异显著。碧桃叶片、花瓣对4种供试菌的抑制率几乎均达到了100%,樱花、紫玉兰、金钟、紫丁香和贴梗海棠对4种供试菌也有很好的抑制作用;草本植物叶片、花瓣对4种供试菌的抑制效果明显低于木本植物,长寿花、菊花叶片、花瓣对金黄色葡萄球菌均无抑制作用,凤仙花叶片对枯草芽孢杆菌的抑制率最高为75.6%。此外,供试植物叶片的抑菌率普遍高于其花瓣,其中西府海棠叶片对伤寒沙门氏菌的抑制率是其花瓣的65倍,而草本植物叶片与花瓣抑菌率的差异没有木本植物明显,但也存在一定差异,如长寿花、菊花叶片与花瓣对伤寒沙门氏菌的抑制率相差10.8倍。对抑菌率达100%的木本植物进行最大抑菌强度试验,结果表明,紫玉兰叶片的抑菌强度最高,达到 $7.156 \times 10^6$  CFU/(mL·cm<sup>2</sup>)。研究结果为优选园林植物美化和净化室内外环境提供了依据,同时也为进一步探讨园林植物抗菌活性成分提供了理论基础。

**关键词:**园林植物;叶片;花瓣;挥发性物质;抑菌强度

**中图分类号:**S184 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)12-0100-05

园林植物是生态系统中主要的初级生产者,是维持生态系统平衡的天然宝库,也是提取生物活性物质的最佳材料。同时,园林植物也为人们提供良好的户外及室内景观。如果在发挥园林植物景观

美化作用的同时,还能够使其茎叶等组织分泌物达到清除空气致病菌、提高空气质量的效能,那么园林植物将显示出更高的开发利用价值<sup>[1]</sup>。李涛等研究了宿根花卉叶片挥发性物质的抑菌效应,发现6种植物对供试微生物都有不同程度的抑制作用<sup>[2]</sup>;张国帅等研究了5种常绿园林树种叶片挥发性物质对真菌、细菌的抑制能力,发现供试树种叶片都有一定的抑菌活性,而且不同树种之间的抑菌率有明显差异<sup>[3]</sup>。沈鑫等选取华南地区22种常见

收稿日期:2020-10-21

基金项目:河南农业大学教学工程项目(编号:KF201913)。

作者简介:谢久凤(1983—),女,辽宁阜新,人,硕士,实验师,主要从事微生物学与植物学研究。E-mail: xiejufeng@henau.edu.cn。

通信作者:李海霞,硕士,实验师,主要从事植物生理生化研究和实验教学与管理工作。E-mail: lihaixia@henau.edu.cn。

[14]张芮,成自勇,王旺田,等. 水分胁迫对延后栽培葡萄果实生长的影响[J]. 华南农业大学学报,2015,36(6):47-54.

[15]杨再强,侯梦媛,张曼义. 水分胁迫对设施甜椒结果期叶面积扩展及果实发育的影响[J]. 农业工程学报,2017,33(12):170-177.

[16]熊宇. 寡照对设施黄瓜生长和品质的影响及模拟研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2017.

[17]朱雨晴,薛晓萍. 遮阴对花果期番茄植株生长及干物质分配的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):157-163.

[18]唐伊恋. 太阳能光热电耦合模式下温室温度与光照对草莓生长的影响[D]. 昆明:云南师范大学,2019.

[19]孙小娟. 不同遮阴强度对黑穗醋栗抗坏血酸合成代谢酶及相关基因表达的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2019.

[20]秦玉芝,邢铮,邹剑锋,等. 持续弱光胁迫对马铃薯苗期生长和光合特性的影响[J]. 中国农业科学,2014,47(3):537-545.

[21]余婷,周兰英,张帆,等. 遮阴对凤仙花生长和开花的影响[J]. 东北林业大学学报,2015,43(1):57-60.

[22]吕彬洋,王威,陈清西. 遮阴处理对炮仗花植株生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(20):152-156.

[23]江梦圆,杨再强,王明田,等. 花期低温寡照对番茄植株生长及果实发育的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):125-131.

[24]Ishida K. Influence of respiration rate and metabolic substances on nodal position of first flower bud of eggplant seedlings[J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1989, 58(3): 657-664.

[25]Koblet W, Candolfi-Vasconcelos M C, Keller M. Stress and Stress recovery by grapevines[J]. Botanica Helvetica, 1996, 106(1): 73-84.

[26]朱丽云,杨再强,李军,等. 花期低温寡照对番茄开花坐果特性及果实品质的影响[J]. 中国农业气象,2017,38(7):456-465.