

## 干旱胁迫对金樱子幼苗叶片生理指标及生物量的影响

李 虹, 黄夕洋, 蒋水元, 向巧彦, 甘金佳

广西壮族自治区 中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006

**摘 要:** **目的** 明确不同干旱胁迫程度对金樱子幼苗叶片生理指标及生物量变化的影响, 为金樱子大面积人工种植的干旱诊断和合理灌溉提供理论依据。 **方法** 设置盆栽土壤含水量分别达到田间含水率的 100%、90%、80%、70%、60%、50% 6 个水平, 测定不同干旱胁迫下金樱子叶片丙二醛 (MDA)、脯氨酸 (Pro)、光合色素含量及生物量指标。 **结果** 随着干旱胁迫程度的增加, 金樱子叶片 MDA、Pro 含量分别至重度干旱 (W5, 田间含水率 60%)、严重干旱 (W6, 田间含水率 50%) 时才显著升高; 光合色素含量除 Car/(Chla+Chlb) 值外, 均在轻中度干旱 (W3, 田间含水率 80%) 处理时达顶峰; 株高在 W6 时才显著下降, 地茎在 W3 时升至最大; 根、茎、叶的鲜质量和干质量也是在 W3 时达到最大值。 **结论** 金樱子对干旱胁迫的抗性较强, 在轻中度干旱 (W3, 田间含水率的 80%) 时植株生长达到最佳状态, 最有利于干物质积累及产量的形成。而田间含水率不宜低于 60%, 否则产生胁迫, 同时生物产量也下降明显。

**关键词:** 金樱子; 丙二醛; 脯氨酸; 光合色素; 生物量

**中图分类号:** R282.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2019)18-4455-06

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.18.027

## Effects of drought stress on physiological indicators and biomass of *Rosa laevigata* seedlings

LI Hong, HUANG Xi-yang, JIANG Shui-yuan, XIANG Qiao-yan, GAN Jin-jia

Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China

**Abstract:** **Objective** To determine the effects of different drought stress levels on the physiological indexes and biomass changes of the seedlings of *Rosa laevigata*, and to provide theoretical basis for the future drought diagnosis and rational irrigation of *R. laevigata*. **Methods** The content of malondialdehyde (MDA), proline (Pro), photosynthetic pigments and biomass indices in leaves of *R. laevigata*, under different drought stress were determined by setting up six soil water content levels of 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, and 50% respectively. **Results** With the increase of the degree of drought stress, the content of malondialdehyde and proline in the leaves of *R. laevigata* was significantly increased only under serious drought (W5, 60% of the field water content) and severe drought (W6, 50% of the field water content). Except for the ratio of Car/(Chla + Chlb), photosynthetic pigment content peaked in light to moderate drought (W3, field moisture content 80%). Plant height was decreased significantly at W6, and the stem increased to its maximum at W3. The fresh and dry weights of roots, stems and leaves also reached their maximum at W3. **Conclusion** The resistance of *R. laevigata* to drought stress was strong, and the plant growth reached the best state under mild and moderate drought (W3, 80% of the field water capacity), which was most conducive to the formation of dry matter accumulation and yield. However, the field water holding capacity should not be less than 60%, otherwise stress will occur, and the biological yield will also decline significantly.

**Key words:** *Rosa laevigata* Michx.; malondialdehyde; proline; photosynthetic pigment; biomass

蔷薇科植物金樱子 *Rosa laevigata* Michx. 瑶药名为“落懂紧”, 属于常用药材, 主要分布于我国的广东、广西、云南、贵州、湖南、四川、福建等地区。其果实和根均可用药<sup>[1]</sup>, 味酸、甘、涩性平, 归肾、膀胱、大肠经; 主要用于固精缩尿、固崩止

带、涩肠止泻, 可治疗遗精滑精、遗尿尿频、崩漏带下、久泻久痢等病症<sup>[2]</sup>。由于金樱子具有的良好药用价值, 人们在日常生活中广泛使用。加上目前土地过度开发利用造成了金樱子野生资源的减少, 导致人工栽培面积在逐年扩大。而在种植过程中,

收稿日期: 2019-03-06

基金项目: 桂林市科技攻关项目 (2016010305-1)

作者简介: 李 虹 (1974—), 女, 广东河源人, 助理研究员, 学士, 研究方向为药用植物栽培。Tel: (0773)3550103 E-mail: zwslhong@126.com

干旱胁迫也是影响植物生长发育的重要因素之一。不同程度的干旱, 其实是植物的不同程度的水分缺失<sup>[3-4]</sup>。严重则伤害作物叶绿体从而导致酶的活性丧失、光合作用失常, 进而影响植物的生长发育, 最终导致植物的生物量下降。干旱胁迫对于幼苗植株的生长状况和存活率影响更为显著。伴随着全球气候的恶化, 高温极端天气频繁出现, 使得干旱胁迫成为植物栽培必须面对的一个重要问题。目前对金樱子的研究主要集中在栽培技术、有效成分、药理实验等方面, 但对于干旱胁迫下金樱子反应机制及栽培适宜水分条件等方面的研究则尚未见报道。

本研究以金樱子幼苗期植株为研究对象, 通过测定不同程度干旱胁迫下叶片的生理指标及生物量, 探讨金樱子在干旱胁迫下植物体内抗氧化酶类的活性及渗透调节物质含量的变化, 并通过敏感诊断指标来研究金樱子的耐旱性。这些研究为今后金樱子种植时制定合理的灌溉标准具有重要意义, 也为其栽培技术的应用推广、抗旱品种选育等提供理论依据。

## 1 材料

样品由广西植物研究所植物分类专家李光照研究员鉴定为金樱子 *Rosa laevigata* Michx., 在已鉴定的金樱子植株上采集种子。实验在桂林市雁山区广西植物研究所通风玻璃房内进行。2016 年 12 月播种, 2017 年 6 月 10 日从发芽的幼苗中挑选一批高 22~23 cm、叶片 10~12 片、地茎 0.10~0.18 cm 的金樱子植株, 移栽于装有 1.5 L 黄土基质的营养袋中定植。

## 2 方法

### 2.1 实验设计

经过 1 个月定植适应期后, 于 7 月 10 日开始控水进行干旱胁迫实验。实验共设 6 个土壤水分梯度处理, 即田间含水率分别为 100% (对照, W1)、90% (轻度干旱, W2)、80% (轻中度干旱, W3)、70% (中度干旱, W4)、60% (重度干旱, W5)、50% (严重干旱, W6), 每个处理 10 株。固定在每天下午 17:00 采用称重法补充盆栽中的水分达到各胁迫组质量, 实验期间随时防治病虫害。

土壤含水量=(湿土质量-干土质量)/干土质量

### 2.2 样品采集

经过 2 个月的控水后, 从干旱胁迫各实验组的不同植株上随机采集 5 枚成熟度和方位一致的叶片, 分别放入自封袋中带回实验室进行生理指标的测定。

### 2.3 指标测试

叶片测试丙二醛 (MDA) 含量、脯氨酸 (Pro) 含量、光合色素含量, 植株测试含水量、生物量。

MDA 采用硫代巴比妥酸比色法<sup>[5]</sup>测定; Pro 采用磺基水杨酸法<sup>[5]</sup>测定; 参照李合生光合色素采用乙醇浸提<sup>[5]</sup>, 利用分光光度计法分别测定提取液在波长 665、649 和 470 nm 下的吸光度 (*A*) 值, 通过下列公式计算叶绿素 (Chla)、叶绿素 (Chlb)、类胡萝卜素 (Car)、总叶绿体色素 (Chla+Chlb) 的含量、叶绿素 a 与叶绿素 b 的比值 (Chla/Chlb) 以及 Car/(Chla+Chlb)。株高采用卷尺测量, 地茎采用游标卡尺测量。根、茎、叶鲜质量和干质量测定, 计算折干率。含水量测定采用烘干法, 以占鲜质量的百分数表示, 计算含水率。叶片相对含水量采用饱和称重法测定。

Chla 浓度 =  $13.95 \times A_{665} - 6.88 \times A_{649}$

Chlb 浓度 =  $24.96 \times A_{649} - 7.32 \times A_{665}$

Car =  $(1\ 000 \times A_{470} - 2.05 \times \text{Chla} - 114.8 \times \text{Chlb}) / 245$

折干率 = 干质量/鲜质量

含水率 = (鲜质量 - 干质量)/鲜质量

叶片相对含水量 = (叶鲜质量 - 叶干质量)/(叶饱和质量 - 叶干质量)

### 2.4 数据处理

对上述测定的数据采用 SPSS 18.1 软件进行显著性检验 (Duncan 法), 用 (One-Anova) 法分析不同干旱胁迫处理下各参数的差异; 采用 Excel 绘图。

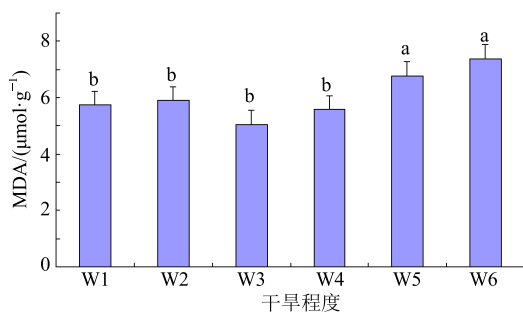
## 3 结果与分析

### 3.1 干旱胁迫对金樱子叶片 MDA 含量的影响

在不同干旱胁迫下, 金樱子 6 个处理间的叶片 MDA 含量大小依次为  $W_6 > W_5 > W_2 > W_1 > W_4 > W_3$ 。其中  $W_6$  MDA 含量最高为  $7.38\ \mu\text{mol/g}$ , 最低  $W_3$  为  $5.05\ \mu\text{mol/g}$ 。从图 1 中可看出  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$ 、 $W_4$  之间的变化是先稍微上升再下降、上升, 且差异均不显著, 但它们都与处理  $W_5$ 、 $W_6$  间的差异显著, 故可以看出金樱子叶片 MDA 含量的总体变化趋势是随着干旱胁迫程度的增加, MDA 含量在  $W_1 \sim W_4$  间虽有升降变化但差异不显著, 至  $W_5$  以上胁迫时才显著升高。

### 3.2 干旱胁迫对金樱子叶子 Pro 含量的影响

随着干旱胁迫的加剧, 金樱子叶片 Pro 含量大小依次为  $W_6 > W_2 > W_1 > W_3 > W_5 > W_4$ 。其中  $W_6$  中 Pro 量最高为  $24.96\ \mu\text{g/g}$ ,  $W_4$  最低为  $3.17\ \mu\text{g/g}$ 。从图 2 也可以看出  $W_1 \sim W_5$  的 Pro 量变化差异均不明显, 表现也为先稍微上升再下降、上升, 但都与  $W_6$  间差异



不同字母表示差异显著,  $P < 0.05$ , 下同

Different letters in the same picture meant significant difference,  $P < 0.05$ , same as below Figs

图 1 干旱胁迫下金樱子叶片 MDA 含量

Fig. 1 MDA content in *R. laevigata* leaves under drought stress

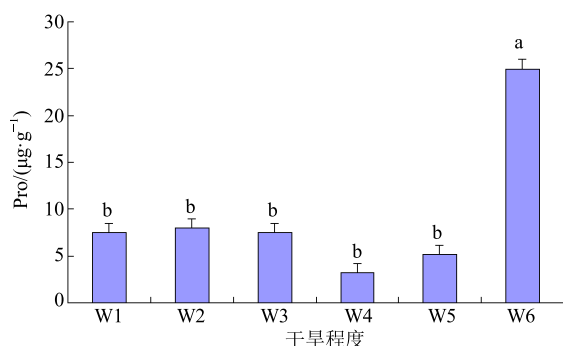


图 2 干旱胁迫下金樱子叶片 Pro 含量

Fig. 2 Free proline content in *R. laevigata* leaves under drought stress

显著, 因此 Pro 含量的总体变化趋势为随着干旱胁迫程度的增加, Pro 在 W1~W5 虽有升降变化但差异不显著, 至 W6 时才显著升高。这与 MDA 总体变化趋势是相似的, 只是 Pro 在 W6 时含量才开始显著升高。

### 3.3 干旱胁迫对金樱子叶片光合色素的影响

从表 1 的数据可知, 金樱子叶片 Chla 含量为  $W3 > W2 > W4 > W1 > W5 > W6$ , Car 含量为  $W3 > W2 > W1 = W4 > W5 > W6$ , Chlb、Chla+Chlb

含量为  $W3 > W2 > W4 > W5 > W1 > W6$ 。Chla/Chlb 为  $W3 > W4 = W5 > W1 = W2 > W6$ , Car/(Chla+Chlb) 为  $W6 > W1 > W2 > W5 > W3 > W4$ 。

所以, 干旱胁迫对金樱子叶片光合色素的影响总体趋势为随着干旱胁迫程度的增加, Chla、Chlb、Car、Chla+Chlb 含量均先显著上升, 至 W3 时达到最大值, 之后显著下降, 至 W6 时达到最小值, 其中 W1、W4、W5 之间的数值差异不显著。Chla/Chlb 也是先升后降, 在 W3 达到最大值, W6 达到最小值, W3 与 W1、W2、W6 间的数值存在显著差异, 而与 W4、W5 间差异不显著, 其中 W1、W2 和 W4、W5 之间也是差异不显著; Car/(Chla+Chlb) 则相反, 先降后升, 至 W3 时达到最小值, W6 时达到最大值, W6 与其他处理均有显著差异, 其中 W1、W2 和 W3、W4, 以及 W5 之间差异均不显著。

### 3.4 干旱胁迫下对金樱子植株株高和地茎的影响

金樱子幼苗株高在干旱胁迫下受到一定的影响, 从图 3 可看出其株高由高到低的变化为  $W1 > W3 > W2 = W5 > W4 > W6$ 。对照组 W1 植株株高最高为 0.50 m, 严重干旱处理组 W6 植株最矮为 0.27 m, 其中 W1~W5 株高在 0.50~0.46 m, 差异不显著, 而 W6 与其他实验组均有显著性差异。所以, 株高的总体变化趋势为随着干旱胁迫程度的增加, 植株高度先稍微下降再升高, 之后下降、升高, 但变化不显著, 当达到 W6 胁迫时株高才显著下降。

从图 4 可知地茎的变化趋势与株高不同, 其变化由高到低为  $W3 > W2 > W1 > W4 > W5 > W6$ 。其中, W3 处理组的地茎值最大为 0.27 cm, 其次为 W2 处理组的地茎值为 0.25 cm, 两者无显著差异, 但与其他处理组都有显著差异。W6 处理组的地茎最小

表 1 干旱胁迫下金樱子叶片光合色素的含量

Table 1 Content of photosynthetic pigments in *R. laevigata* leaves under drought stress

| 处理 | Chla/(mg·g <sup>-1</sup> ) | Chlb/(mg·g <sup>-1</sup> ) | (Chla+Chlb)/(mg·g <sup>-1</sup> ) | Car/(mg·g <sup>-1</sup> ) | Chla/Chlb    | Car/(Chla+Chlb) |
|----|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| W1 | 0.85±0.04c                 | 0.96±0.04c                 | 1.78±0.08c                        | 0.16±0.07c                | 0.85±0.004b  | 0.091±0.000 3b  |
| W2 | 1.24±0.03b                 | 1.47±0.03b                 | 2.70±0.06b                        | 0.24±0.02b                | 0.85±0.003b  | 0.090±0.002 6b  |
| W3 | 1.49±0.10a                 | 1.71±0.10a                 | 3.20±0.20a                        | 0.25±0.04a                | 0.87±0.006a  | 0.080±0.004 3c  |
| W4 | 0.96±0.04c                 | 1.11±0.04c                 | 2.07±0.07c                        | 0.16±0.04c                | 0.86±0.006ab | 0.078±0.001 5c  |
| W5 | 0.83±0.01c                 | 0.97±0.01c                 | 1.81±0.01c                        | 0.15±0.02c                | 0.86±0.002ab | 0.085±0.000 3bc |
| W6 | 0.48±0.03d                 | 0.58±0.03d                 | 1.07±0.06d                        | 0.11±0.06d                | 0.82±0.007c  | 0.103±0.000 2a  |

不同小写字母表示同一指标不同干旱胁迫间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下表同

Within the columns, values indicated by the same letter do not differ significantly, small letter means  $P < 0.05$ , same as below tables

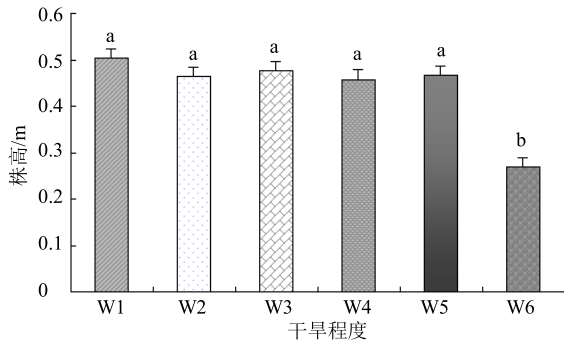


图 3 干旱胁迫对金樱子株高的影响

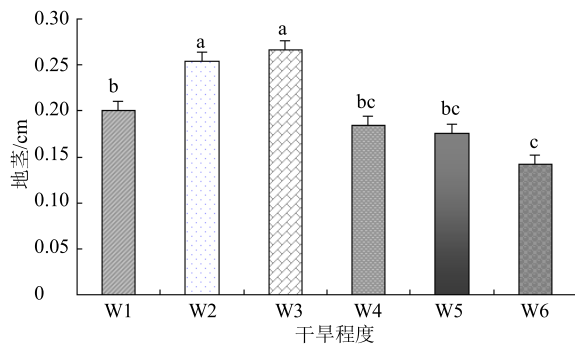
Fig. 3 Effect of drought stress on plant height of *R. laevigata*

图 4 干旱胁迫对金樱子地茎的影响

Fig. 4 Effect of drought stress on plant stem of *R. laevigata*

为 0.14 cm, 它与中度干旱、重度干旱处理组的数值差异不显著, 而与其他处理组的数值差异显著。不同干旱胁迫下地茎的总变化趋势为先升后降, 即随着干旱胁迫程度的增加, 地茎在 W3 升至最大, 然后开始下降, 至 W6 时达到最小。

综合比较金樱子株高、地茎在干旱胁迫下的变化趋势可知, 只有在适宜的土壤含水量条件下, 即田间含水率在 80% 时最利于金樱子的生长。

### 3.5 干旱胁迫对植株生物量的影响

不同干旱胁迫下, 金樱子植株的生物量变化见表 2, 从各组数据中可以看出金樱子在干旱胁迫下根、茎、叶鲜质量、干质量的变化基本相似。茎、叶都是先升后降, 均升至 W3 时达到最高值, 至 W6 时达到最小值, 其中 W1~W3 上升不显著, W4~W5 下降不显著, 其余都变化显著。根的变化较为复杂, 其鲜质量、干质量也是在 W3 时达到最高值, W6 时达到最小值; 但根鲜质量在 W1~W3 的变化是先稍微下降再上升, 且差异不显著, 在 W4~W6 是一直下降, 且 W5 与 W4、W6 间差异不显著; 根干质量则在 W1~W3 的变化是不显著的上升, 在 W4~W6 是先稍微不显著的上升再显著下降。根、茎、叶的折干率、含水量数值随着干旱胁迫的增加, 在 W1~W3 虽然略起伏, 但基本数值都是无显著

表 2 干旱胁迫对金樱子生物量的影响

Table 2 Effect of different drought stress on biomass of *R. laevigata*

| 处理 | 鲜质量/g       |            |            | 干质量/g      |             |            | 折干率/%        |            |            | 含水量/%        |            |            |
|----|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
|    | 根           | 茎          | 叶          | 根          | 茎           | 叶          | 根            | 茎          | 叶          | 根            | 茎          | 叶          |
| W1 | 0.73±0.24ab | 1.07±0.21a | 1.51±0.43a | 0.27±0.10b | 0.42±0.08ab | 0.59±0.16a | 37.6±0.02c   | 39.1±0.02b | 39.1±0.04b | 62.4±0.02a   | 60.9±0.02a | 60.9±0.04a |
| W2 | 0.69±0.24ab | 1.12±0.34a | 1.57±0.47a | 0.28±0.08b | 0.42±0.12ab | 0.62±0.16a | 41.4±0.04abc | 37.8±0.01b | 39.4±0.01b | 58.6±0.04abc | 62.2±0.01a | 60.6±0.01a |
| W3 | 0.92±0.16a  | 1.24±0.19a | 1.73±0.19a | 0.38±0.08a | 0.48±0.09a  | 0.68±0.08a | 41.3±0.04bc  | 38.9±0.02b | 39.3±0.01b | 58.7±0.04ab  | 61.1±0.02a | 60.7±0.01a |
| W4 | 0.56±0.16b  | 0.77±0.17b | 0.96±0.27b | 0.24±0.05b | 0.34±0.06b  | 0.42±0.12b | 42.9±0.06abc | 43.7±0.03b | 43.1±0.01b | 57.1±0.06abc | 56.3±0.03a | 56.9±0.01a |
| W5 | 0.51±0.11bc | 0.70±0.09b | 0.80±0.12b | 0.26±0.06b | 0.32±0.06b  | 0.36±0.05b | 51.7±0.03a   | 46.4±0.03b | 44.7±0.02b | 48.3±0.03c   | 53.6±0.03a | 55.3±0.02a |
| W6 | 0.30±0.17c  | 0.32±0.06c | 0.36±0.10c | 0.14±0.03c | 0.18±0.02c  | 0.18±0.03c | 46.1±0.16ab  | 54.7±0.16a | 51.8±0.45a | 53.9±0.16bc  | 45.3±0.16b | 46.1±0.45b |

差异的; 而在 W4~W6 的变化是一致的, 折干率均上升至 W5 时达最大值、含水量至 W6 时达最小值, 其中茎、叶都是 W6 与 W4、W5 间差异显著, 根是 W4、W5、W6 之间差异不显著。这些都说明了干旱胁迫程度的增加会使金樱子植株逐渐缺水。

从上述分析可知, 在金樱子生长过程中, 适宜的土壤含水量才最有利于生物量和干物质的积累, 而过度的灌溉和较重的干旱胁迫则会抑制生长。因此, 在土壤田间含水率 80% 的情况下, 即处理 W3

是最适宜金樱子种植和生长的。

## 4 讨论

水作为植物生长的必备条件之一, 在植物生长中起到至关重要作用。干旱胁迫对金樱子生理代谢和生物产量造成了一定的影响。

### 4.1 干旱胁迫下金樱子幼苗叶片 MDA 的变化

植物器官衰老或在逆境(干旱、高温、寒冷、盐碱等)条件下受到伤害时植物往往会发生膜脂过氧化作用。MDA 是膜脂过氧化作用的最终产物之

一,MDA 含量是植物细胞膜脂过氧化程度的体现,反映了植物在逆境中受到伤害的程度,是膜损伤程度的重要指标之一<sup>[6]</sup>。如果植株基础代谢失调,组织或器官的膜脂质发生过氧化反应生成 MDA,使 MDA 在体内积累导致胁迫严重的植株叶片中,其含量比正常叶片高。

在本研究中,金樱子在干旱胁迫程度达到 W5 以上时,叶片中 MDA 含量才显著高于对照及胁迫较轻的处理。而高 MDA 含量则说明植物细胞膜脂过氧化程度高,细胞膜受到的伤害程度大,植株抗旱能力越弱<sup>[7]</sup>,机体需要进行更激烈的胁迫应答反应来对植物进行保护。这也说明当田间含水率低于 60% 时,金樱子幼苗细胞膜受损程度在明显增大且不利于植株生长。在趋势变化上也是相同反应的,即 MDA 在 W1~W4 升降变化不显著,至 W5 以上胁迫时才显著升高。

#### 4.2 干旱胁迫下金樱子幼苗叶片 Pro 的变化

渗透调节是植物适应干旱胁迫的重要机制,Pro 具有水溶性,是植物体内最有效的一种亲和性渗透调节物质,对植物的渗透调节起到重要作用。Pro 以游离状态广泛存在于植物体中,是植物蛋白质的组分之一。植物体内 Pro 含量在一定程度上反映了植物的抗逆性,抗旱性强的品种往往积累较多的 Pro。积累的 Pro 除了作为植物细胞质内渗透调节物质外,还在降低细胞酸性、稳定大分子结构、解除氨毒和调节细胞氧化还原势等方面起重要作用。其中,Pro 能稳定原生质胶体及组织内的代谢过程,降低凝固点,具有防止细胞脱水的作用。因此,可以用叶片 Pro 相对值作为植物抗旱能力强弱的生理指标。

许多植物在干旱胁迫条件下体内 Pro 的含量显著增加<sup>[8]</sup>。从本研究中可以看出,随着干旱胁迫程度增加,金樱子叶片内的 Pro 含量在 W1~W5 间升降变化不显著,至 W6 时才显著升高。说明金樱子自身的 Pro 调节能力很强,干旱胁迫程度最大时 Pro 才显著增加以进行自我保护。

另外,Pro 与 MDA 含量的变化趋势是相似的,两者分别在 W5、W6 时才显著升高,所以整体上金樱子种植适宜的水分条件是田间含水率大于 60%,如果低于 60% 后植株会进行更激烈的胁迫应答反应来进行自我保护。

#### 4.3 干旱胁迫下金樱子幼苗叶片 Chlb 的变化

光合色素是高等植物在光合作用中参与吸收和传递光能或引起原初光化学反应的色素。它包含

有 Chla、Chlb 和 Car。Chlb 含量的高低在一定程度上反映了植物叶片光合作用的强弱。Chla 反映了中心色素光合作用的强弱;Chlb 反映光色素的吸光性的强弱;Car 反映光保护色素受破坏情况。Chla/Chlb 和 Car/(Chla+Chlb) 反映中心色素破坏情况。在本研究 W1~W6 处理组中,金樱子叶片光合色素对于干旱胁迫都比较敏感。Chla、Chlb、Car、Chla+Chlb 数值均随干旱胁迫程度的增加先显著升高,在 W3 处理时达顶峰后,又随干旱胁迫程度的增加而显著下降,可见处理 W3 的中心色素光合作用最强、吸光性最好、保护色素未受到破坏。Chla/Chlb 和 Car/(Chla+Chlb) 均可以看出金樱子幼苗受胁迫的程度和植株的生长状况随水分胁迫的增加在 W3 处理时达顶峰后,又随干旱胁迫程度的增加而显著下降至最小。

#### 4.4 干旱胁迫下金樱子株高、地茎和根、茎、叶生物产量的变化

植物在适应自然环境中必须要不断的调节其各生长部位生物量。在不同程度的干旱胁迫下,植物生长受到不同程度的影响。而且胁迫时间越长、受抑制的程度越高,表现出来的现象越明显。

因此,在测定金樱子幼苗株高、地茎和根、茎、叶生物产量时也发现,随着干旱强度的增加,株高在 W1~W5 变化不显著,当达到 W6 胁迫时株高才显著下降;地茎在 W3 升至最大,然后至 W6 时达到最小;根、茎、叶的鲜质量和干质量也是在 W3 处理时达到最大值。这说明了金樱子在田间含水率高于 80% 时,株高、地茎、生物量是随含水率的增加而升高的;当田间含水率低于 80% 时就会对植物生长和生物产量造成影响,而且田间含水率越低影响越显著。同时,在折干率也随着干旱胁迫的增加而增加,含水率则反之减少,也说明金樱子是适合在低于中度干旱胁迫的水分条件下生长。在金樱子生长过程中,适宜的土壤含水量有利于生物量和干物质的积累,而过度的灌溉和干旱胁迫严重时均会抑制生物量和干物质。因此,土壤含水率控制在 80% 的情况下是最适宜金樱子种植和生长的。

综上所述,金樱子植株自身对于干旱胁迫的抗逆性较强。在人工栽培的条件下,控制土壤含水率在 80% 左右时,植株生长达到最佳状态,可以获得很好的经济收益;含水率在 60%~80% 时对植株生长的影响也是较好的;但不宜低于 60%,否则植株会

开始产生胁迫应答反应来进行自我保护,同时生物产量也下降明显。

#### 参考文献

- [1] 广西壮族自治区瑶药材质量标准 [M]. 桂林: 广西科学技术出版社, 2014.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [3] 范苏鲁, 苑兆和, 冯立娟, 等. 干旱胁迫对大丽花生理生化指标的影响 [J]. 应用生态学报, 2011, 22(3): 651-657.
- [4] 王 娟, 危常州, 朱金龙, 等. 不同生育期干旱胁迫对棉花叶片生理指标及生物量的影响 [J]. 新疆农业科学, 2014, 51(4): 596-604.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [6] 徐小蓉, 张习敏, 刘 杰, 等. 间隔干旱胁迫对金钗石斛生理生化特性的影响 [J]. 分子植物育种, 2019, 17(2): 626-634.
- [7] 靳 月, 李铁华, 文仕知, 等. 干旱胁迫对闽楠幼苗的生长和生理特性的影响 [J]. 中南林业科技大学学报 2018, 38(9): 50-57.
- [8] 郭卫华, 李 波, 黄永梅, 等. 不同程度的水分胁迫对中间锦鸡儿幼苗气体交换特征的影响 [J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2717-2722.