

# 苗期不同水分处理对菜心部分生理指标的影响

徐 燕,王永飞

(暨南大学 生物工程学系,广东 广州 510632)

**摘要:**以油青 60 天为供试材料研究苗期不同水分处理对菜心相对含水量、叶绿素、脯氨酸、可溶性糖和丙二醛等生理指标的影响,以期为菜心土壤水分胁迫研究和提高菜心的抗旱能力提供参考。结果表明:在处理的第 0~8 天,各处理间菜心叶片的相对含水量、叶绿素、脯氨酸、可溶性糖和丙二醛的含量并无显著变化;随着胁迫时间的延长,叶片相对含水量迅速下降,与对照相比差异达显著或极显著水平;在处理第 14 天时,完全不浇水处理的叶绿素含量增加,与对照相比达显著水平;脯氨酸含量急剧增加,比对照增加了 6.24 倍,而可溶性糖含量和丙二醛含量与对照相比,分别增加了 24.4% 和 49.6%。

**关键词:**菜心;土壤水分胁迫;相对含水量;叶绿素;脯氨酸;可溶性糖;丙二醛

中图分类号:S634.5 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2010)增刊-0162-04

## Effect of Different Water Treatments on Physiological Indices in *Brassica chinensis* L. var. *parachinensis* (Bailey) during Seedling Stage

XU Yan, WANG Yong-fei

(Department of Biotechnology, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

**Abstract:** In order to provide theoretical basis for their water supply during growing of *Brassica chinensis* L. var. *parachinensis* (Bailey), studies on the effect of different treatments on physiological indices of seeding was done under different soil water stress. The indices included the relative water content, chlorophyll content, proline content, soluble sugar content and malondialdehyde content. The seeding were used as experimental material through artificial control of water to determine the relative water content, chlorophyll content, proline content, soluble sugar content and malondialdehyde content. The result showed that in the first 0 to 8 d, there were no significant change in the relative water content, chlorophyll content, proline content, soluble sugar content and malondialdehyde content between different water treatments. With the stress time extension, relative water content decreased rapidly compared with the control, the differences were significant or very significant. Under severe soil water stress condition, the chlorophyll content increased steadily compared with the control. The proline content, soluble sugar content and malondialdehyde content are significantly increased with the degree of soil water stress.

**Key words:** *Brassica chinensis* L. var. *parachinensis* (Bailey); Soil water stress; Relative water content; Chlorophyll; Proline; Soluble sugar; Malondialdehyde

水分是植物生长的重要生态因子之一。它影响植物的生长发育、生理代谢乃至地理分布<sup>[1-2]</sup>。土壤水分胁迫对植物生理代谢及生长发育影响极大,因此土壤水分胁迫的研究对植物的栽培与生产有重要的现实意义。

菜心 (*Brassica chinensis* L. var. *parachinensis* (Bailey)) 别名菜薹,是十字花科芸薹属芸薹种白菜

亚种以花薹为产品的变种,一年生短日照草本植物,为我国的特产蔬菜,主要分布于广东、广西、云南及华南地区。关于菜心的栽培技术及新品种培育方面的研究报道较多<sup>[3]</sup>,但有关菜心在土壤水分胁迫情况下的生理指标变化的研究尚未见报道。本研究就菜心幼苗在不同水分处理条件下相对含水量、叶绿素、脯氨酸、丙二醛及可溶性糖等生理指标的变化进

收稿日期:2010-05-08

作者简介:徐 燕(1984-),女,安徽寿县人,在读硕士,主要从事菜心生理研究。

通讯作者:王永飞(1972-),男,山西壶关人,副教授,硕士生导师,主要从事蔬菜生理研究。

行了分析, 以期为菜心干旱胁迫研究和提高菜心的抗旱能力提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料与栽培

以油青 60 天菜心为试验材料, 种子购买于广东省农科院蔬菜种子中心。试验于 2009 年 3-5 月在暨南大学进行。3 月初将菜心种子播种于花盆中, 花盆内径 18.4 cm, 高 12.3 cm, 每盆装 3.5 kg 土壤, 土壤田间持水量 26.4%。待菜心出芽长出第一片真叶后, 将长势相同的植株移到相同大小的花盆中, 每盆 6 株, 每天浇水, 待幼苗长到三叶一心时期进行不同水分处理。

### 1.2 处理方法

试验采用盆栽控水法人工模拟水分处理。设 5 个水分处理: 每天 17:30 分别浇水 200, 150, 100, 50, 0 mL (即完全不浇水), 以浇水 200 mL (维持土壤田间持水量) 作为对照处理, 分别用 CK、W1、W2、W3、W4 表示, 每个处理 6 盆, 各处理 3 次重复。试验自处理当日起开始取样, 每 2 d 取样一次, 分别测定各处理的叶片相对含水量、脯氨酸与可溶性糖含量等相关生理指标, 直到完全不浇水的处理完全萎蔫, 结束取样。

### 1.3 测定方法

叶片相对含水量采用烘干法测定, 叶绿素含量采用 80% 丙酮法测定<sup>[4]</sup>, 丙二醛含量采用硫代巴比妥酸比色法测定<sup>[5]</sup>, 脯氨酸含量采用磺基水杨酸提取茚三酮显色法测定<sup>[6]</sup>, 可溶性糖含量采用硫酸蒽酮比色法测定<sup>[6]</sup>。所测数据均采用 DPS 软件进行方差分析, EXCEL 作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水分处理对菜心幼苗叶片相对含水量的影响

叶片相对含水量是反映植物耐旱和抗旱性的重要指标。由图 1 可以看出, 菜心叶片具有较高的相对含水量, 第 0~8 天时 5 个处理的菜心幼苗叶片相对含水量上下波动, 但是波动幅度较小, 叶片相对含水量均保持在 90% 左右。随着时间的延长, 各个处理间出现了明显的变化。处理 10 d 时, 完全不浇水 (W4) 的处理和浇水 50 mL (W3) 的处理叶片相对含水量迅速下降, 与对照 (CK) 达差异显著水平 ( $P < 0.05$ )。W4 处理的菜心幼苗在第 14 天时叶片相对含水量下降到 70.3%, 与对照相比, 达到差异极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 说明随着时间的延长, W4 处理水平对植株造成了干旱胁迫。

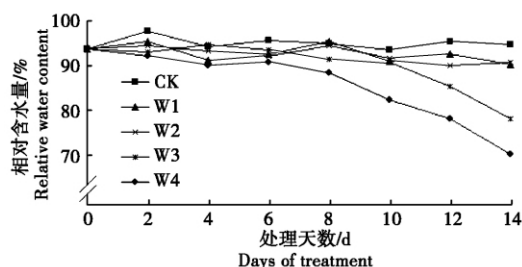


图 1 菜心叶片相对含水量的变化

Fig. 1 Change of the relative water content in *B. chinensis* leaves

### 2.2 不同水分处理对菜心幼苗叶片叶绿素含量的影响

叶绿素主要包括叶绿素 a (Chl a) 和叶绿素 b (Chl b) 是光合作用中最重要和最有效的色素, 其含量是反映植物光合能力的重要指标。由图 2~4 可以看出, 在对菜心处理的整个过程中, 不同处理水平对菜心叶绿素含量 (以鲜质量计) 的影响不同。在处理的第 0~8 天, 各处理间的 Chl a 和 Chl b 含量并无明显变化, 表明各处理水平对菜心幼苗光合潜能没有太大影响, 叶绿素总含量也表现出了相同趋势。随着时间的延长, 即第 8~14 天时, W3 处理和 W4 处理的 Chl a、Chl b 和叶绿素总含量均持续上升; W4 处理的 Chl a、Chl b 和叶绿素总含量与对照 (CK) 相比, 达到差异极显著水平, 而且从植株外观上来看, W4 处理的植株叶片颜色与对照相比, 颜色明显加深。

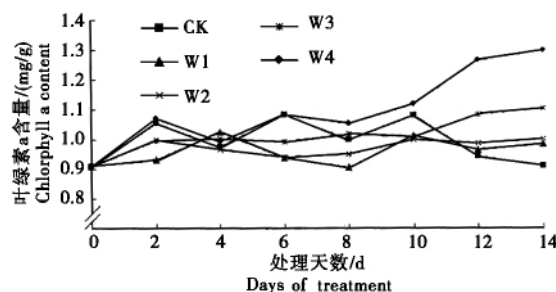


图 2 菜心叶片叶绿素 a 含量的变化

Fig. 2 Change of the content of chlorophyll a in *B. chinensis* leaves

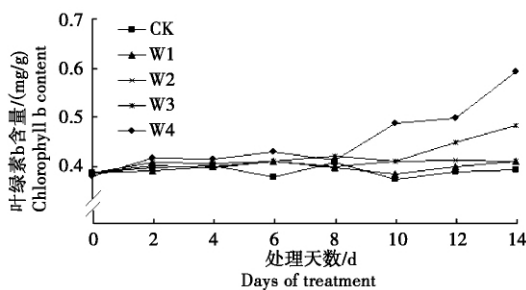


图 3 菜心叶片叶绿素 b 含量的变化

Fig. 3 Change of the content of chlorophyll b in *B. chinensis* leaves

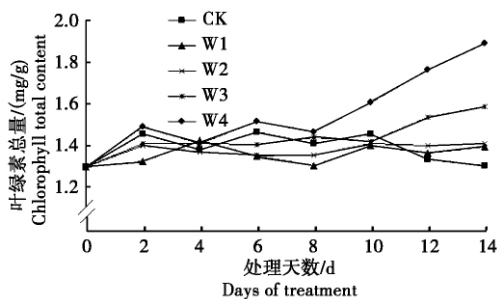


图4 菜心叶片叶绿素含量的变化

Fig.4 Change of the content of chlorophyll in *B. chinensis* leaves

### 2.3 不同水分处理对菜心幼苗叶片游离脯氨酸含量的影响

不同处理对菜心幼苗叶片中脯氨酸含量的影响不同。从图5可以看出,在第0~8天时,不同处理间游离脯氨酸含量(以鲜质量计)差异很小,至第10天以后开始出现差异:其中W1处理与对照之间差异不明显;随着时间的推移,脯氨酸开始积累,在第14天时,W2处理和W3处理菜心幼苗叶片脯氨酸含量显著增加,与对照相比分别增加了46.4%和57.7%;而W4处理的菜心幼苗叶片脯氨酸含量却急剧增加,已达24.7  $\mu\text{g/g}$ ,是对照(3.96  $\mu\text{g/g}$ )的6.24倍。这说明,在干旱胁迫严重时,菜心通过大量增加体内游离脯氨酸的含量,降低叶片渗透势,维持细胞膨压,增强植株的抗逆能力。

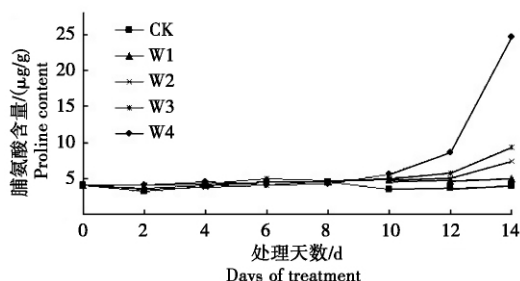


图5 菜心叶片脯氨酸含量的变化

Fig.5 Change of the content of proline in *B. chinensis* leaves

### 2.4 不同水分处理对菜心幼苗叶片可溶性糖含量的影响

可溶性糖也是植物体内一种重要的渗透调节物质,植物在受到逆境胁迫时可溶性糖含量的变化在一定程度上也能反映其对逆境环境的适应能力。由图6可以看出,菜心幼苗叶片中可溶性糖的含量随处理水平的不同和处理时间的延长而增加,且增加的幅度逐渐增大。在第0~6天,各处理水平间的可溶性糖含量差异不显著,说明不同浇水处理对菜心幼苗生长影响不大。随着时间的延长,叶片可溶性糖含量急剧增加,特别是第12天时,W4处理的菜

心幼苗叶片可溶性糖含量(11.87  $\text{mg/g}$ )比对照(9.07  $\text{mg/g}$ )增加了1.31倍。这表明干旱胁迫下通过增加可溶性糖含量来降低菜心叶片渗透势,维持细胞膨压的稳定,增强菜心的抗旱性能。

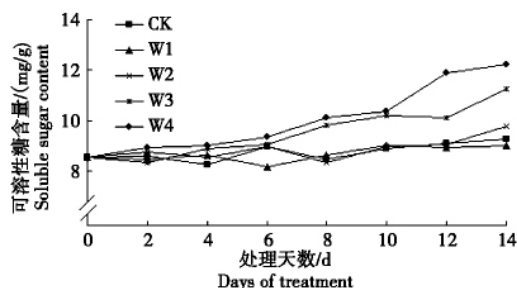


图6 菜心叶片可溶性糖含量的变化

Fig.6 Change of the content of soluble sugar in *B. chinensis* leaves

### 2.5 不同水分处理对菜心幼苗叶片丙二醛含量的影响

丙二醛是植物细胞膜脂过氧化作用的产物之一,其含量的高低可以反映逆境胁迫下植物伤害程度的大小。从图7可以看出,在第0~8天时,菜心各处理叶片中丙二醛含量没有明显差异。随着时间的延长,在第10天时,W1处理的丙二醛含量与对照相比并无显著变化,W2、W3和W4处理的丙二醛含量逐渐增加,说明膜脂过氧化作用逐渐加强。在第14天时,对照菜心丙二醛的含量为4.92  $\mu\text{mol/g}$ ,而W3和W4处理下的菜心叶片中丙二醛的含量随着时间的延长而迅速增加,与对照相比分别增加了34.1%和49.6%,均达到差异显著或极显著水平。丙二醛含量与干旱胁迫之间表现出正相关性,表明细胞膜的受伤程度与干旱胁迫程度有关。

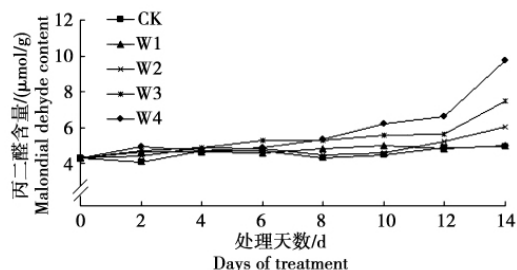


图7 菜心叶片丙二醛含量的变化

Fig.7 Change of the content of MDA in *B. chinensis* leaves

## 3 结论与讨论

水分是影响植物生长发育的主要环境因子。本试验结果表明,菜心幼苗对不同水分处理响应不同;当处于土壤水分胁迫下,菜心幼苗的生长发育受到一定抑制,其叶绿素含量、脯氨酸含量和可溶性糖含量等生理指标也产生了一系列变化。

相对含水量反映了植物叶片的保水能力,相对含水量较高的叶片有较高渗透调节功能和较强的抗旱性。在土壤水分胁迫条件下,叶片相对含水量能真实的反映土壤缺水时植物体内水分的亏缺程度,是植物抗旱性研究的生理指标之一<sup>[7]</sup>。本试验表明:在 CK、W1 处理水平下,菜心叶片相对含水量较高,说明土壤含水量较高,菜心可利用水分较为充足,蒸腾散失的水分得到及时补充,植物体内水分平衡;随着时间的推移,完全不浇水或浇水量少于 CK、W1 处理的土壤持水量下降,植物可利用水分亦下降,体内水分失衡,引起叶片相对含水量逐渐降低,尤其是在 W3、W4 处理后期,与 CK、W1 差异极显著。说明水分过少降低菜心水分含量,不利于菜心的生长发育。

研究证明<sup>[8]</sup>,干旱胁迫情况下植物叶绿素含量降低。但也有研究表明<sup>[9]</sup>,干旱胁迫可使 Chl a、Chl b 均有不同程度的增加。银中杨(*Populus alba* × *Populus berlinensis*) 在干旱胁迫初期,叶绿素含量略有降低,随着干旱胁迫程度的加剧,叶绿素含量增加<sup>[10]</sup>。本试验中,W3、W4 处理随着时间的延长造成土壤水分胁迫程度逐渐加剧,叶绿素含量显著增加,叶色变深,这说明随着土壤水分胁迫程度的加剧,菜心通过提高叶绿素含量保证对光能的充分利用,提高转化率保证碳同化,增强体内的代谢活动,这种生理反应,是抗土壤水分胁迫能力的表现。由此也反映了不同植物对土壤水分胁迫的反应不同。

游离脯氨酸和可溶性糖的大量积累有助于细胞在干旱条件下积累溶质、降低渗透势、维持膨压,使细胞的各种生理生化进程得以正常进行。在本研究中,随着土壤水分胁迫程度的加剧,菜心幼苗叶片脯氨酸和可溶性糖含量都有明显增加,说明在土壤水分胁迫条件下植株通过生成渗透调节物质维持各器官较强的渗透能力,以适应干旱环境,这是叶片在水分亏缺时的一种保护性反应,从而反映出菜心对土壤水分的适应性变化。但是 W4 处理后期(14 d)菜心体内的游离脯氨酸剧烈升高,而可溶性糖随着胁迫时间的延长逐渐升高,可能是对于菜心来说,渗透调

节物质脯氨酸不如可溶性糖对干旱胁迫反应敏感。

丙二醛是反映细胞膜脂过氧化水平的重要指标,膜脂过氧化作用愈强,丙二醛含量愈高,膜被伤害程度愈重。在本试验中,菜心叶片丙二醛含量在严重胁迫下显著上升,表明菜心通过调节叶片内丙二醛含量的变化,从而使其渗透调节能力和膜保护体系具有一定的适应性。因为渗透调节能力增加,叶片膜脂过氧化加剧并出现一定程度的伤害,但通过增加体内渗透调节物质维持一定的渗透压和膜的稳定性,可以减轻伤害,从而使植物在逆境条件下得以生长。

#### 参考文献:

- [1] Damiano R, Rossano M. Comparison of water status indicators for young peach trees [J]. Irrigation Science, 2003, 22(1): 39–46.
- [2] Lis S W L, Pezeshki S R, Goodwin S. Effects of soil moisture regimes on photosynthesis and growth in cattail [J]. Acta Oecologica, 2004, 25(1): 17–22.
- [3] 任锡亮, 王毓洪, 孟秋峰, 等. 菜心栽培技术 [J]. 宁波农业科技, 2007(3): 24–25.
- [4] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [5] 李合生, 孙 群, 赵世杰, 等. 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] 王传印, 樊庆军, 张胜男, 等. 干旱胁迫对草莓苗期生理生化指标的影响 [J]. 落叶果树, 2008(4): 18–21.
- [7] 蒲光兰, 袁大刚, 胡学华, 等. 杏树抗旱性研究 [J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 40–43.
- [8] 李德全, 邹 琦, 程炳嵩. 抗旱性不同的小麦叶片的渗透调节与水分状况的关系 [J]. 植物学通报, 1990, 7(4): 43–48.
- [9] 宋丽萍, 蔡体久, 喻晓丽. 水分胁迫对刺五加幼苗光合生理特性的影响 [J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(2): 91–95.
- [10] 王晶英, 赵雨森, 王 臻, 等. 干旱胁迫对银中杨生理生化特性的影响 [J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 197–200.