



二甲苯对萝卜幼苗生长及生理特性的影响

洪若晖,刘挺君,李君昭,张建民

(山东大学 海洋学院,山东 威海 264209)

摘要:为探究二甲苯对植物生长发育的影响,以萝卜(*Raphanus sativus* L.)为材料,分析二甲苯处理萌发的幼苗后产生的各种生物学效应。在培养皿上播种萝卜种子,用不同浓度的二甲苯溶液浇灌幼苗,测定幼苗的生长量及细胞内的多种内含物含量的变化。结果表明:不同浓度的二甲苯处理后,幼苗的生长量有下降趋势;蛋白质含量随二甲苯溶液浓度的增加先升高后降低;核酸含量先降低后升高;二甲苯抑制叶绿素的合成,在二甲苯浓度为0.3%时抑制作用最明显;可溶性糖含量则随二甲苯溶液浓度的升高先增加后降低。

关键词:二甲苯;萝卜;种子萌发;生理特性

二甲苯是挥发性单芳香烃,石油及其副产品汽油、柴油燃料的主要组成成分,并作为杀虫、塑料和合成纤维的原材料广泛使用^[1],极易进入到工业废水、土壤及河流中长期存在。随着工业化、农业集约化快速发展,大量未经处理的污水直接灌溉农田,污水中含有包括二甲苯在内的有毒化合物,对人类健康和生态环境造成极其严重的危害^[2]。植物根尖对有机污染物十分敏感,是直接与污染物接触的器官^[3],萝卜属于十字花科萝卜属,是我国重要的根菜类蔬菜作物,富含多种维生素和微量元素。目前,对萝卜的研究多集中在重金属影响^[4]、盐胁迫及化感物质等方面,而主要针对二甲苯对萝卜种子萌发及生理特性的影响进行研究。

1 材料与方法

1.1 材料

供试萝卜(*Raphanus sativus* L.)为水果型大青萝卜,产地为山东省烟台市。选取饱满度和整齐度均较高的种子用于试验。

二甲苯溶液有0、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%,7个浓度梯度,每浓度重复5次。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 挑选较为饱满的萝卜种子,均匀播种在培养皿中,每皿50粒,培养皿内铺置约3 mm厚的沙子,上面覆盖2层滤纸,先用自来水

浇灌,待种子萌发后浇灌不同浓度的二甲苯溶液2次,随后浇灌Hoagland营养液,始终保持种子和幼苗的湿润环境,让幼苗自然生长。

播种6 d起开始测量萝卜幼苗的生长量(株高),每隔48 h测量1次,一共测量5次。待萝卜幼苗生长14 d后,测定细胞内含物含量。

1.2.2 测定项目及方法 幼苗株高的测定:从每组中随机抽取10株幼苗测量株高,求平均值。

叶绿素含量的测定^[5]:取各处理的萝卜幼苗叶片0.5 g,在研钵中加入石英砂及5 mL丙酮快速研磨,过滤后,滤液分别在663和645 nm波长下测定其含量。

可溶性糖含量的测定:取各处理的萝卜幼苗1 g,置于50 mL容量瓶中,加入25 mL去离子水,沸水浴10 min,冷却后过滤。将滤液定容到100 mL,取1 mL于试管中,添加5 mL的萘酮溶液,沸水浴10 min,冷却后在625 nm波长下测定其含量。

核酸含量的测定:取各处理萝卜幼苗0.5 g,加入10 mL核酸提取缓冲液后在冰上快速研磨,3 000 r·min⁻¹离心10 min,取沉淀加入乙醇:乙醚:氯仿(2:2:1)5 mL,静置15 min后3 000 r·min⁻¹离心10 min。取上清液加入5 mL 5%的三氯乙酸,60℃水浴30 min后,在268.5 nm波长下测定其含量。

蛋白质含量的测定:选各处理萝卜幼苗1 g,加入4 mL蛋白质缓冲液快速研磨,4 000 r·min⁻¹离心20 min,取1 mL上清液加入4 mL双缩脲试剂,25℃水浴30 min后在550 nm波长下测定其含量。

收稿日期:2017-12-23

第一作者简介:洪若晖(1997-),女,山东省滕州市人,在读学士,从事药学研究。E-mail:1125653232@qq.com。

通讯作者:张建民(1958-),男,山东省单县人,学士,教授,从事分子生物学研究。E-mail:zhangjianmin@sdu.edu.cn。

2 结果与分析

2.1 二甲苯处理对萝卜幼苗株高的影响

由图 1 可知,经二甲苯处理后,萝卜幼苗的生长量与对照相比均有不同程度的下降,在浓度为 0.4% 时较明显。有研究表明,苯污染胁迫对芽苗内物质含量的影响较小,对形态学上的影响相对较大^[6],可能与影响效果的滞后性及所用苯溶液的浓度有关^[7]。

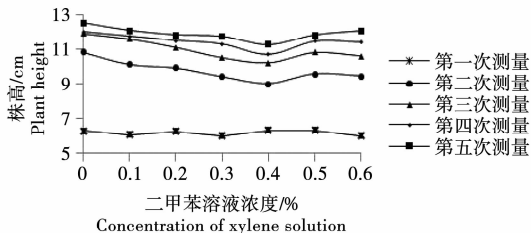


图 1 不同浓度的二甲苯处理萝卜幼苗后株高的变化

Fig. 1 Change of radish height under different concentrations of xylene solution

2.2 二甲苯处理对萝卜幼苗内含物的影响

2.2.1 对叶绿素含量的影响 由图 2 可知,叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量均低于对照组,表明二甲苯溶液对萝卜幼苗的叶绿素含量有抑制作用,且在浓度为 0.3% 的时候抑制作用最明显。有研究指出,叶绿素可以直接影响细胞内有机物质的积累,进而影响植物生长速度,是判断植物在逆境中生长速度的标志^[7]。

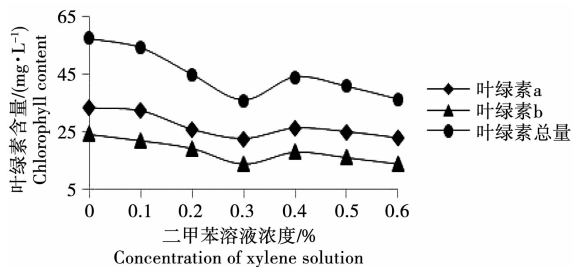


图 2 不同浓度的二甲苯处理萝卜幼苗后叶绿素的含量变化

Fig. 2 Change of chlorophyll content in radish seedlings under different concentrations of xylene solution

2.2.2 对可溶性糖含量的影响 由图 3 可知,二甲苯溶液浓度低于 0.5% 时,二甲苯溶液对可溶性糖的积累起到促进作用,当二甲苯浓度为 0.5%、0.6% 时则表现出较为明显的抑制作用,可溶性糖含量低于对照组。表明二甲苯在低浓度时会促进可溶性糖的合成,而较高浓度时则抑制细

胞内物质的合成。这可能是因为二甲苯破坏细胞膜结构,使光合作用减弱、造成代谢紊乱^[8]。

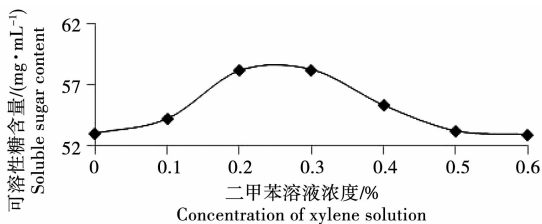


图 3 不同浓度的二甲苯处理萝卜幼苗后可溶性糖的含量变化

Fig. 3 Change of soluble sugar content in radish seedlings under different concentrations of xylene solution

2.2.3 对核酸含量的影响 与对照相比,二甲苯浓度在 0.1% 时对核酸含量几乎无影响,可能是因为 DNA 是主要的遗传物质,代谢稳定,低浓度的二甲苯对核酸含量无较明显影响。0.6% 时核酸含量最多,和株高的变化趋势基本吻合,推断核酸含量和幼苗株高有一定的联系。二甲苯浓度为 0.3% 时细胞内核酸含量最少(见图 4)。研究发现,硝基苯能诱发根尖细胞较高频率的微核,并能诱发产生染色体断片、染色体桥、染色体滞留等遗传畸变现象^[9]。刘宛等认为硝基苯对细胞具有遗传损伤,让植物做出逆境反应,产生细胞凋亡^[10]。可以推断高浓度的二甲苯可影响萝卜幼苗遗传物质的积累,进而影响幼苗生长。

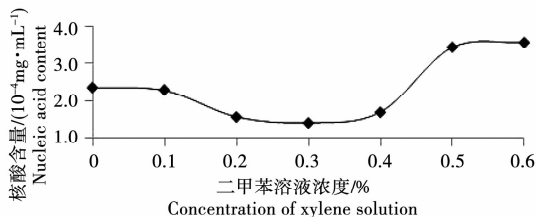


图 4 不同浓度的二甲苯处理萝卜幼苗后核酸的含量变化

Fig. 4 Change of nucleic acid content in radish seedlings under different concentrations of xylene solution

2.2.4 对蛋白质含量的影响 由图 5 可知,低浓度的二甲苯可以促进蛋白质的积累,当浓度为 0.3% 时蛋白质含量达到最高,较高浓度时则抑制蛋白质的积累,浓度为 0.6% 时蛋白质含量最低,抑制作用最明显。张会灵等人发现^[11],可溶性蛋白质在调节细胞渗透压、维持细胞保水性及保护细胞内物质方面有很大作用。可以推断,二甲苯通过影响可溶性蛋白质含量影响细胞生命活动。

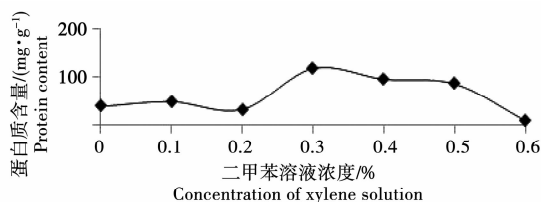


图5 不同浓度的二甲苯处理萝卜幼苗后蛋白质的含量变化

Fig. 5 Change of protein content in radish seedlings treated under different concentrations of xylene solution

3 结论与讨论

3.1 二甲苯可影响萝卜幼苗的生长发育

二甲苯在较高浓度时抑制幼苗的生长,可能是因为二甲苯破坏根部的结合部位,抑制酶的作用。也可能是因为二甲苯能引起根活力的改变,使其吸收能力发生改变,叶片供水不足,从而使幼苗的生长受到阻碍。

3.2 苯类物质可抑制萝卜幼苗内含物的合成

经二甲苯溶液处理,萝卜幼苗的叶绿素含量减少,且在浓度为0.3%的时候抑制作用最明显。可能是因为它可降低幼苗的光合作用,破坏根的结合部位^[12],并且能够阻碍可溶性糖和蛋白质的分解以及运输^[13]。同时发现在二甲苯影响下,核酸含量迅速下降,可能是因为二甲苯能使细胞内染色体异常,对遗传物质造成损伤,引起细胞凋亡,从而降低遗传物质含量^[8]影响幼苗株高。二甲苯浓度较低时,萝卜幼苗通过加快合成可溶性蛋白质调节细胞渗透压,保护细胞生命物质,对抗外界环境;二甲苯浓度达到0.6%时对细胞的毒性作用高于细胞自身的调节能力,蛋白合成酶遭到

破坏,蛋白质含量迅速降低^[9]。

参考文献:

- [1] 范亚维,周启星. BTEX的环境行为与生态毒理[J]. 生态学杂志, 2008(4): 632-638.
- [2] 范亚维,周启星. 水体甲苯、乙苯和二甲苯对斑马鱼的毒性效应[J]. 生态毒理学报, 2009, 4(1): 136-141.
- [3] 姜成,申晓慧,李春丰,等. 铜对黄瓜和萝卜种子萌发和生长的影响[J]. 种子, 2012, 31(11): 16-17, 22.
- [4] 郁达,沈宗根,张恒泽,等. 汞对萝卜种子发芽及幼苗某些生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2004(2): 231-236.
- [5] Milone M T, Sgherri C, Clijsters H, et al. Antioxidative responses of wheat treated with realistic concentration of cadmium[J]. Environmental and Experimental Botany, 2003, 50(3): 265-276.
- [6] 刘尧,周启星,谢秀杰,等. 土壤甲苯、乙苯和二甲苯对蚯蚓及小麦的毒性效应[J]. 中国环境科学, 2010, 30(11): 1501-1507.
- [7] 胡变芳,张谨华,赵剑. 苯对玉米种子萌发和幼苗的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(6): 80-81, 237.
- [8] 杜庆才,张德禄,王高鸿,等. 莱茵衣藻生长和光合作用对硝基苯的响应[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2007(3): 71-74.
- [9] 马军,王迪,李丽娅,等. 硝基苯对蚕豆的遗传毒性效应分析[J]. 自然灾害学报, 2008(4): 95-98.
- [10] 刘宛,周启星,李培军,等. 氯苯胁迫对蚕豆幼苗生长和细胞分裂的影响[J]. 应用生态学报, 2003(4): 585-588.
- [11] 张会灵,余义和,郭大龙,等. 赤霉素对萝卜种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 北方园艺, 2016(15): 31-33.
- [12] 王泽港,葛才林,万定珍,等. 1,2,4-三氯苯和萘对水稻幼苗生长的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006(6): 1402-1407.
- [13] 李荣春. Cd、Pb及其复合污染对烤烟叶片生理生化及细胞亚显微结构的影响[J]. 植物生态学报, 2000(2): 238-242.

Effect of Xylene on the Growth and Physiological Characteristics of Radish Seedlings

HONG Ruo-hui, LIU Ting-jun, LI Jun-zhao, ZHANG Jian-min

(Marine College of Shandong University, Weihai 264209, China)

Abstract: In order to explore the effects of xylene on the growth and development of plants, the radish (*Raphanus sativus* L.) was used as the material to analyze the biological effects of xylene treatment. Tap-water was poured to the seed, and then the seedlings were cultured in xylene solution under different concentrations. The growth and the contents of various contents in the cells of the radish seedlings were measured. The results showed that under the influence of different concentrations of xylene, the growth of seedlings had a downward trend, the protein content increased first, then decreased. Nucleic acid content decreased first and then increased, xylene inhibited the synthesis of chlorophyll, and the effect was most obvious when xylene concentration was 0.3%. Soluble sugar content increased firstly and then decreased with increasing concentrations of xylene.

Keywords: xylene; radish; seed germination; physiological characteristics