

重金属铬胁迫对油菜生长状况与铬积累的影响

肖梦婷, 崔雪梅*, 聂豪杰, 张文娇

(湖北工程学院 生命科学技术学院, 湖北 孝感 432000)

摘要:为了探究不同浓度铬(Cr^{6+})对油菜生长的影响,以铬污染的土壤为培养基质,通过盆栽实验,测定分析油菜植株的叶表面积、株高、鲜重、叶片鲜重、叶片相对含水率、叶片中铬含量等指标。结果显示:油菜的株高、鲜重、叶表面积、叶片鲜重和叶片中铬浓度随着铬胁迫浓度增加而先增后降,与对照相比,整体呈现增加趋势,其中植株高度和叶表面积在铬浓度为 100 mg/kg 时,增长最大;植株鲜重、叶片鲜重和叶片中铬的浓度在铬浓度为 200 mg/kg 时,增长最大;油菜叶片相对含水率总体呈现先降低后增加再降低的趋势,与对照相比整体呈现下降趋势。本文研究结果表明,低浓度的铬能促进植株的生长,但叶片相对含水率并没有增加。

关键词:油菜;铬;生长状况;安全生产

中图分类号:S565.4 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-4824(2020)06-0024-04

重金属铬(Cr)由于具有质硬而脆、耐腐蚀等优良特性,因此被广泛应用于冶金、化工、铸铁及高精端科技等领域,其生产过程中会产生大量含铬废水。随着我国工业化不断发展,土壤污染和安全问题特别是土壤的重金属污染问题日益严重^[1-2]。大部分农田采用工业污水与生活污水进行灌溉而且缺乏长期有效治理手段,使灌溉区内的土壤受到较为严重的重金属污染^[3],继而对粮食、蔬菜造成污染,通过食物链进入人体,危害人体健康^[4]。关于铬对植物生长发育的影响已有一些报道,其中农作物和蔬菜在铬胁迫下生长发育的研究报道较多^[5]。徐成斌等^[6]研究表明,以玉米作为农作物进行水培实验,六价铬会明显抑制玉米的生长,并随溶液中六价铬浓度的增加,抑制加重,且玉米幼苗植株吸收六价铬的量随其胁迫浓度的增加而增加。赵雨云等^[7]研究表明,高浓度铬不利于辣椒种子的萌发和生长,而且六价铬对辣椒幼根的毒害作用高于对芽的毒害作用。任立研等^[8]研究表明,以小白菜作为农作物进行水

培实验,不同浓度的六价铬处理液对小白菜种子的萌发、根长和苗高都表现出一定的影响,随着浓度逐渐增大,毒害抑制作用逐渐增大。但有关铬对油菜生长发育的影响报道较少。

油菜是我国最常用的食用油来源之一,油菜籽中含有脂肪油、蛋白质、大量的丙氨酸,还含有磷脂酰肌醇、磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺等物质,具有润肠通便、活血化瘀、消肿散结的作用,还具有一定的软化血管、延缓衰老的功效。本文以油菜为材料,研究不同浓度的重金属 Cr 对油菜的生长发育的影响,为油菜的安全生产提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

油菜品种为中国农业科学院油料作物研究所选育的“中双八号”。

供试土壤为无污染的农田表土($0 \sim 20 \text{ cm}$),将土中的杂质去除,装进带有托盘的塑料花盆(高

收稿日期:2020-06-22

基金项目:湖北省教育厅科学研究重点项目(D20182704);湖北工程学院大学生创新创业训练计划项目(DC2020058)

作者简介:肖梦婷(1999-),女,湖北襄阳人,湖北工程学院生命科学技术学院学生。

崔雪梅(1979-),女,云南宣威人,湖北工程学院生命科学技术学院副教授,硕士,本文通信作者。

10 cm, 直径 10 cm) 中。

1.2 材料处理

将土装在花盆中, 每盆装 2.5 kg 土, 根据浓度梯度的不同, 准确地向每盆土中加入不同浓度的硫酸铬(Cr^{6+})溶液并搅拌均匀, 并放 3 ~ 5 天稳定。本实验共设置 5 个重金属铬浓度梯度, 将浓度为 98% 的硫酸铬溶液按照一定浓度移入超纯水中溶解并倒入花盆中混合均匀, 土壤中的铬含量分别为 0、50、100、200、300 mg/kg, 每个浓度重复 3 次。

1.3 实验设计

将油菜种子放入 10% 次氯酸钠溶液中浸泡 10 min, 用去离子水反复冲洗 3 ~ 5 次。将托盘洗净铺一层卫生纸, 将种子均匀、分散的平铺在托盘内, 加适当的水, 放在 $25(\pm 2)^\circ\text{C}$ 恒温培养箱中培养 3 d。待幼苗长到 3 ~ 5 cm 时, 选择长势一致的幼苗 10 ~ 12 株移栽到含有 0、50、100、200、300 mg/kg 的硫酸铬的土壤, 每天定量浇水 200 mL, 培养周期为 65 d。

1.4 测定项目和方法

胁迫处理结束后, 用刻度尺测量植株的高度, 用叶面积仪测定植株叶片的表面积, 用分析天平测定植株的鲜重, 用分析天平测定植株叶片的鲜重, 使用分析天平和烘箱测定叶片的相对含水量(RWC), 使用原子吸收分光光度法测定植物中的铬含量。

1.5 数据分析

实验数据采用 Microsoft Excel 2016 软件进行处理, 用 SPSS25.0 软件进行数据分析和差异性比较。

2 结果与分析

2.1 不同浓度铬胁迫对油菜株高的影响

培养结束后测定不同浓度铬处理下油菜的株高, 结果见图 1。

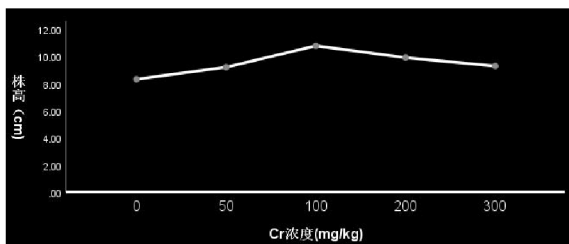


图 1 不同浓度梯度的重金属铬对油菜株高的影响

由图 1 可知, 油菜的株高随着铬胁迫的增高

呈现出先递增后降低的趋势, 但整体呈现的是促进作用。当铬浓度为 100 mg/kg 时, 油菜生长高度达到最大, 此时株高为 10.81 cm, 约为对照组的 1.3 倍, 随后呈下降趋势, 但在 0 ~ 300 mg/kg 的铬浓度范围内, 油菜植株高度始终高于对照组。

2.2 不同浓度铬胁迫对油菜鲜重的影响

培养结束后测定不同浓度铬处理下油菜的鲜重, 结果见图 2。

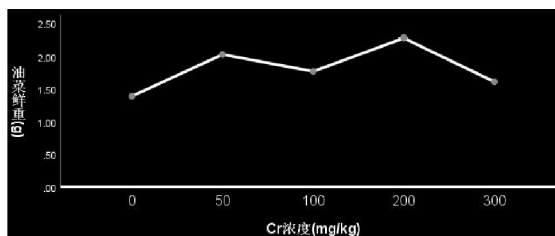


图 2 不同浓度梯度的重金属铬对油菜鲜重的影响

由图 2 可知, 在铬胁迫作用下, 油菜的鲜重在总体上呈现先升高后降低的趋势。浓度为 200 mg/kg 时, 油菜鲜重达到最大值, 为 2.2886 g, 约是对照组的 1.6 倍, 显著高于对照组。浓度为 300 mg/kg 时, 植株鲜重降低, 但始终高于对照组, 呈现促进作用。

2.3 不同浓度铬胁迫对油菜叶片鲜重的影响

培养结束后测定不同浓度铬处理下油菜叶片的鲜重, 结果见图 3。

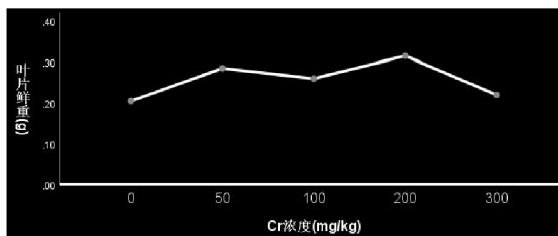


图 3 不同浓度梯度的重金属铬对油菜叶片鲜重的影响

从图 3 可以看出, 油菜叶片鲜重随着铬浓度的增加总体呈现出先上升后下降的趋势。铬浓度为 200 mg/kg 时, 叶片鲜重到达最大值。当铬浓度为 100 mg/kg 时, 叶片鲜重低于 50 mg/kg 的一组, 但差异不显著。铬浓度为 300 mg/kg 时, 叶片鲜重显著降低, 但仍略高于对照组。

2.4 不同浓度铬胁迫对油菜叶片表面积的影响

培养结束后测定不同浓度铬处理下油菜叶片表面积, 结果见图 4。由图 4 可知, 重金属铬胁迫下油菜叶片表面积随着铬浓度的增加呈现先升高后降低的趋势, 铬浓度为 50 mg/kg 和 100 mg/kg 时呈上升趋势。当铬浓度为 100 mg/kg 时, 油菜

叶片表面积达到最大值。铬浓度从 100 mg/kg 至 300 mg/kg 呈下降趋势,但仍然表现促进作用。

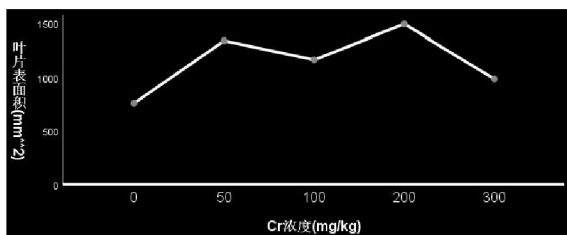


图4 不同浓度梯度的重金属铬对油菜叶片表面积的影响

2.5 不同浓度铬胁迫对油菜叶片相对含水率的影响

培养结束后测定不同浓度铬处理下油菜叶片相对含水率,结果见图5。

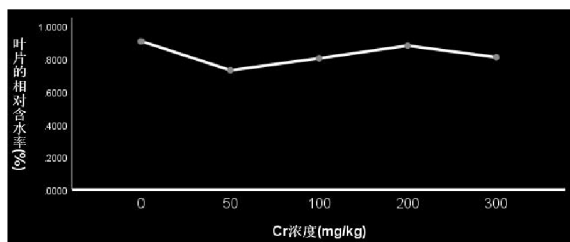


图5 不同浓度梯度的重金属铬对油菜叶片相对含水率的影响

由图5可知,叶片相对含水率随着铬浓度的增加呈现先降低后升高再下降的趋势。对照组的叶片相对含水量最高,浓度为50 mg/kg的一组叶片相对含水率减少极为显著,100 mg/kg和200 mg/kg两组的叶片含水量持续增加,铬浓度为300 mg/kg的一组叶片相对含水率显著减少。除对照组外的四组,叶片相对含水率都低于对照组,整体是抑制作用。

2.6 不同浓度铬胁迫下油菜中铬的含量

培养结束后测定不同浓度铬处理下油菜中重金属铬的含量,结果见图6。

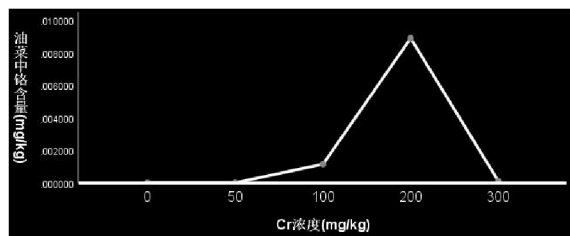


图6 油菜对不同浓度梯度的重金属铬的吸收效果

由图6可知,油菜中重金属铬的含量随着土壤中铬浓度的增加呈现先增加后降低的趋势。当重金属铬的浓度为50 mg/kg、100 mg/kg和300

mg/kg时,油菜对重金属铬的吸收效果不显著,浓度为200 mg/kg时叶片中浓度为极显著增加,且浓度最大,最大值为0.0088 mg/kg。根据《GB2762-2011 食品中污染物限量》规定的标准,蔬菜铬含量应在0.5 mg/kg以内,因此,在外源铬浓度为0~300 mg/kg内,油菜对铬的积累量属于安全范围。

3 讨论

油菜正常健康生长是保证油菜籽质量的基础和前提。研究表明,当油菜受到铬的胁迫时,低浓度的铬(0~300 mg/kg)对植物的生长高度、植株鲜重和叶片鲜重有一定的促进作用,高浓度的铬会对植株高度、鲜重和叶片鲜重有抑制作用,本文结果与曾淑华等^[9]的研究结果基本一致。产生差异的原因可能是本实验设置铬浓度较低,抑制作用不明显。

叶片是植物进行光合作用的主要器官,因此叶片的叶表面积直接影响植物的生长。本文结果表明,低浓度的铬会促进叶片生长,浓度在100 mg/kg时促进作用最为显著,但随着铬浓度的增加,抑制作用逐渐增加,推测铬浓度足够大时将完全抑制植株叶片生长。

叶片相对含水率的大小直接影响植物的蒸腾作用,从而影响植物生长。本文研究表明,对照组叶片中的相对含水率都高于其他组。铬浓度为50 mg/kg一组中的叶片相对含水率抑制作用极显著,但在浓度为100 mg/kg和200 mg/kg时,抑制作用减缓,其原因可能是植物受到胁迫时,油菜中的相对含水率提高,以抵御重金属铬的伤害。当浓度为300 mg/kg时,植物叶片相对含水率显著下降,表明此时植株受到铬的胁迫较为严重。

植物中富集的重金属,会导致人体产生各种疾病如糖尿病、高血压、肿瘤等。本文中的铬浓度呈现先增加后降低的趋势。当铬浓度为200 mg/kg时,植株中铬含量增加尤为显著,可以看出此浓度能促进植物对重金属的积累,浓度为300 mg/kg时,促进作用不显著,其原因可能是植物具有自我防御机制,抑制自身对重金属的积累。

4 结论

研究结果表明:油菜的株高、鲜重、叶表面积和叶片鲜重随铬胁迫浓度增加而先增后降,与对照相比,整体呈现增加趋势。

油菜的叶片相对含水率随铬胁迫浓度增加而先降后增,与对照组相比,整体呈现降低趋势。

油菜叶片中的铬浓度呈现先增后降的趋势,在铬浓度为 200 mg/kg 时显著增加,在铬浓度为 300 mg/kg 时显著下降。说明油菜能适应一定浓度的铬胁迫,具有较强的适应力和耐污力,可作为处理含铬废水的植物之一。

[参 考 文 献]

[1] 赵海.现代土壤重金属污染现状及治理战略[J].环境与发展,2017,29(7):85-86.
[2] 赵铭.土壤重金属污染现状、原因、危害及修复研究[J].资源节约与环保,2016(4):181.
[3] 蒋煜峰,袁建梅,卢子扬,等.腐殖酸对污灌土壤中Cu、Cd、Pb、Zn形态影响的研究[J].西北师范大学学报(自然科学),2005,41(6):42-46.

[4] 刘维涛,周启星.不同土壤改良剂及其组合对降低大白菜镉和铅含量的作用[J].环境科学学报,2010(9):1846-1853.
[5] 杨和连,车灵艳,卢二乔.重金属铬对西葫芦种子发芽及出苗的影响[J].种子,2004,23(6):60-62.
[6] 徐成斌,裴晓强,马溪平.六价铬对玉米种子萌发及生理特性的影响[J].环境保护科学,2008,34(4):44-47.
[7] 赵雨云,刘刚.铬对辣椒种子萌发的影响[J].宜春学院学报,2005,27(4):76-77.
[8] 任立研,胡忠俊,邓晓玫,等.铬污染对三种常见蔬菜种子萌发和生长的影响研究[J].大众科技,2011(12):152-155.
[9] 曾淑华,刘峰,周昌贵,等.铬胁迫对烤烟生长和生理生化指标的影响[J].核农学报,2014,28(3):526-531.

Effects of Heavy Metal Chromium Stress on Rape Growth and Chromium Accumulation

Xiao Mengting, Cui Xuemei*, Nie Haojie, Zhang Wenjiao

(School of Life Science and Technology, Hubei Engineering University, Xiaogan, Hubei 432000, China)

Abstract: To explore different concentrations of chromium (Cr^{6+}) on the growth of rape, this study uses chromium contaminated soil as the culture substrate, rape as the research object, and makes pot experiments by measuring and analyzing the leaf surface area, plant height, fresh weight, leaf fresh weight, leaf relative moisture content (RWC) and chromium content in leaves. The results show that the plant height, fresh weight, leaf surface area of rape, fresh weight of rape leaves, chromium concentration in leaves increased first and then decreased with the increase of chromium stress concentration, The plant height and leaf surface area increased the most when the chromium concentration was 100 mg/kg. The plant fresh weight, leaf fresh weight and chromium concentration in the leaves increased the most when the chromium concentration was 200 mg/kg and the leaf moisture content (RWC) of rape showed the trend of first decreasing and then increasing and then decreasing, compared with the control group. It can be seen that low concentration of chromium can promote the growth of plants but does not promote the relative moisture content of plants.

Key Words: rape; chromium; growth condition; safe production

(责任编辑:邹礼平)