

铅胁迫下萝卜芽苗菜内源激素的动态变化

吴 顺, 李 涵, 胡 谭 秋, 于 佳 薇, 高 灵 娟, 刘 坤

(中南林业科技大学 生命科学与技术学院, 湖南 长沙 410018)

摘 要:以萝卜芽苗菜为试材,探讨了在不同浓度铅(100、300、500 mg · L⁻¹)胁迫下,4种内源植物激素(玉米素(ZR)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA₃)、吲哚乙酸(IAA))以及 IAA/ABA、GA₃/ABA 的动态变化。结果表明:ZR 含量随铅浓度的升高而下降。ABA 随着铅浓度的升高呈现出先下降后上升趋势,GA₃ 含量则呈现出先上升后下降的趋势,在铅浓度为 300 mg · L⁻¹时达到最大值。IAA 与 GA₃ 变化趋势保持一致,在铅浓度升高的条件下,含量先升后降,在铅浓度 100 mg · L⁻¹时达到峰值;生长促进类激素与衰老促进型激素的比值如 IAA/ABA、GA₃/ABA 也随着铅浓度的升高,呈现出先上升后下降的趋势。表明铅胁迫能改变萝卜芽苗菜内源植物激素含量,进而调控萝卜植株的生长。

关键词:铅胁迫;萝卜芽苗菜;内源激素

中图分类号:X 171.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0019-04

随着城市化和工业化进程的加快以及含铅汽油的使用,大量铅被排放到环境中,当植物通过土壤吸收大量重金属铅后,其体内代谢过程会发生紊乱,如植物叶片光合强度及蒸腾速率降低,进而对生长发育造成影响,甚至导致植物死亡^[1-3]。植物激素是自身体内产生的一种极微量的非营养性物质,而植物的生长发育就是不同激素多种生理效应间的相互协作或相互拮抗对其进行调控的结果。在逆境条件下,植物体内的各种内源激素将会发生显著变化,从而影响植物生理代谢各过程,进而影响植物的抗逆性^[4-7]。前人对铅胁迫的影响研究大多以重金属对植物体所产生的外在危害为切入点,鲜有关于对植物内源激素影响的报道。该试验旨在通过探讨不同浓度铅胁迫下植物内源激素动态变化,以期为进一步阐明铅胁迫对植物的伤害机制与植物的适应机制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

萝卜“浙大长”种子由湖南亚华种业有限公司提供。

1.2 试验方法

精选籽粒饱满、大小均一的萝卜种子,经 1%高锰酸

钾消毒 10 min,自来水冲洗 15 min,置于 30 °C 温水中浸泡 12 h,催芽,将生长势较一致的种子移至塑料方盘(30 cm × 15 cm)中,置 RXZ 智能型人工气候箱中(25 °C,1 000 lx)培养,光照 12 h · d⁻¹,待苗长至两叶一心时,将材料分为 4 组,分别一次性浇灌含铅 100、300、500 mg · L⁻¹的 Pb(NO₃)₂ 溶液,对照(CK)浇灌等量蒸馏水,每处理 2 次重复,于处理后 24、48、96、168 h 分别采集萝卜菜幼苗备用。

1.3 项目测定

参照王若仲等^[8]的方法提取和检测植物内源激素,稍作改进。将 4 种植物激素分为 2 组:内源赤霉素(GA₃)和内源吲哚乙酸(IAA)一组,检测波长为 208 nm;玉米素(ZR)和内源脱落酸(ABA)一组,检测波长为 270 nm。柱温为 35 °C,1 mL · min⁻¹恒流下洗脱。定量方法为外标峰面积法。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 软件处理数据和作图。

2 结果与分析

2.1 铅胁迫对萝卜芽苗菜内源玉米素(ZR)含量的影响

玉米素(ZR)能促进细胞变大。从图 1 可以看出,与 CK 相比,铅胁迫使得 ZR 含量减少,且在一定浓度范围内,随铅浓度的升高,ZR 含量越少。当铅浓度为 500 mg · L⁻¹时,随着时间的延长,ZR 在植物体内的含量在 168 h 时呈现上升的趋势,这可能是由于在此时间段内,植物对铅胁迫开启了一定适应性机制。

2.2 铅胁迫对萝卜菜幼苗内源脱落酸(ABA)含量的影响

如图 2 所示,当铅浓度为 100 mg · L⁻¹及 500 mg · L⁻¹

第一作者简介:吴顺(1976-),男,博士,副教授,现主要从植物生理生化与分子生物学教学与科研等工作。E-mail:2568662083@qq.com.

基金项目:湖南省教育厅科学研究资助项目(16C1677);中南林业科技大学大学生创新性资助项目(ZNL2016(8)-088)。

收稿日期:2016-09-26

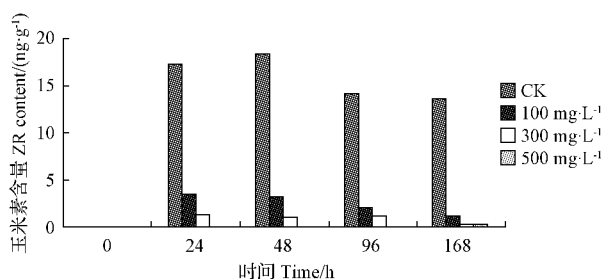


图1 铅胁迫下萝卜芽苗菜内ZR含量的变化

Fig. 1 ZR content changes in *Raphanus L.* seedlings under Pb stress

时,ABA 相对含量随时间的变化先下降后上升,与 CK 组变化一致,但相同处理时间下,与 CK 相比,随着铅浓度的升高,ABA 含量下降后上升但仍受到抑制,这说明铅胁迫使得植物体内与脱落酸的相关代谢过程受到限制,在一定浓度下,植物抵抗逆境所产生的适应机制只能减弱但不能完全消除铅胁迫所引起的变化,植物体内的抗逆机制在初始阶段发挥了一定的作用,但由于重金属的刺激作用超出了植物自我调节能力的限度,毒害作用明显,致使 ABA 含量下降。

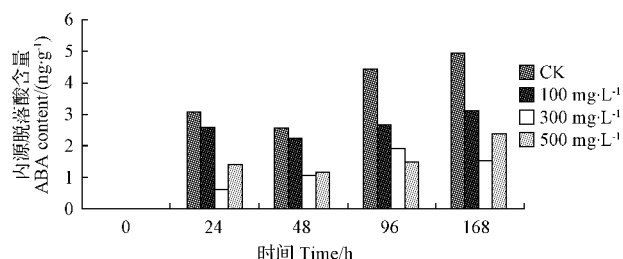


图2 铅胁迫下萝卜芽苗菜 ABA 含量的变化

Fig. 2 ABA content changes in *Raphanus L.* seedlings under Pb stress

2.3 铅胁迫对萝卜菜幼苗内源赤霉素(GA₃)含量的影响

赤霉素能够促植物生长。由图 3 可以看出,当处理时间为 24、48、168 h 时,铅浓度为 300 mg·L⁻¹ 时,GA₃ 含量达到了最大值,随后开始下降,而在处理时间为 96 h

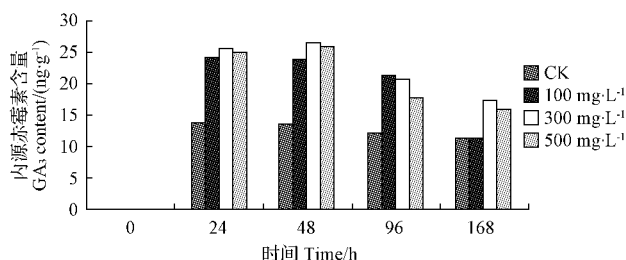


图3 铅胁迫下萝卜芽苗菜 GA₃ 含量的变化

Fig. 3 GA₃ content changes in *Raphanus L.* seedlings under Pb stress

条件下,铅浓度为 100 mg·L⁻¹ 时,GA₃ 含量达到了最大值,随后开始呈下降趋势,说明植物应对铅胁迫时,抵抗能力的大小与铅的浓度和积累时间有关,但所有铅处理的 GA₃ 含量均高于对照;而随着时间的延长 GA₃ 含量整体呈现下降的趋势,说明随着胁迫时间的持续,铅对植物的毒害作用增大,影响植物的生长发育的作用增强。

2.4 铅胁迫对萝卜菜幼苗内源吲哚乙酸(IAA)含量的影响

如图 4 所示,在相同处理时间条件下,随着铅浓度的升高,IAA 含量呈现先上升后下降的趋势,在 100 mg·L⁻¹ 时达到最大值,说明低浓度铅对植物生长起到了一定的促进作用,而高浓度则起抑制作用。而随着时间的延长,IAA 含量的变化不明显。

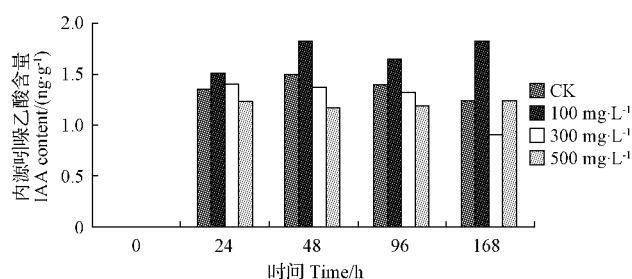


图4 铅胁迫下萝卜芽苗菜 IAA 含量的变化

Fig. 4 IAA content changes in *Raphanus L.* seedlings under Pb stress

2.5 铅胁迫对萝卜菜幼苗 GA₃/ABA 和 IAA/ABA 的影响

由于多种植物激素对植物生命活动的调控是相互影响的,所以激素的比值也是衡量植物生命活动的重要参数,例如 GA₃/ABA、IAA/ABA。当比值高时,植物衰老速率放缓,反之促进。如图 5、6 所示,萝卜菜幼苗在铅胁迫下,在处理时间为 24、48、168 h 条件下,GA₃/ABA 和 IAA/ABA 比值随着铅浓度变化趋势是先上升后下降,在质量浓度为 300 mg·L⁻¹ 时,取得最大值,而当处理时间为 96 h 时一直呈现上升趋势。

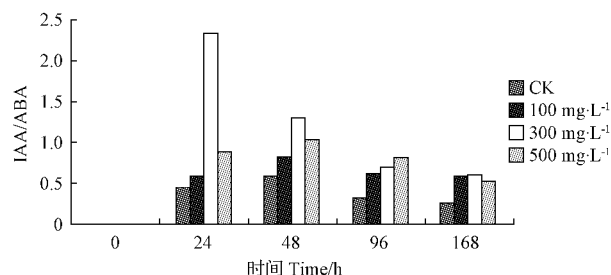


图5 铅胁迫下萝卜芽苗菜 IAA/ABA 的变化

Fig. 5 IAA/ABA changes in *Raphanus L.* seedlings under Pb stress

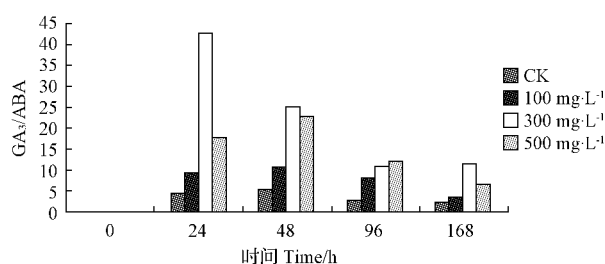
图6 铅胁迫下萝卜芽苗菜 GA₃/ABA 的变化

Fig. 6 GA₃/ABA changes in *Raphanus L.* seedlings under Pb stress

3 结论与讨论

多种逆境条件下,植物体内源激素含量发生不同程度变化,进而影响其生理过程,研究表明,在铅胁迫条件下,植物体内叶绿素含量、抗氧化酶活性和膜脂过氧化程度都受到明显影响^[9-12]。特别是内源脱落酸水平在逆境条件下会有所升高,表明 ABA 与植物的抗逆性具有密切的关系。同时,不同植物激素的效应可相互促进也能相互拮抗^[13]。

该试验结果表明,与对照相比,随着铅浓度的升高,ABA 含量明显下降;而随着胁迫时间的延长,ABA 相对含量呈现先下降后上升的趋势。ABA 含量的上升是植物抵抗逆境的一种生理反应,逆境下 ABA 含量通常升高,但这种刺激作用受到铅浓度的限制,当环境中铅浓度超过植物抵抗的能力范围后,则对植物产生毒害作用,引起幼苗生理生化的作用,致使 ABA 含量较低。而 ZR 含量表现为降低趋势。所以说 ABA 和 ZR 2 种激素含量的变化与萝卜菜幼苗的生长呈现一定的相关性,这与前人的研究结果是一致的^[14-15]。植物的生长发育不仅受生长促进型激素和衰老促进型激素的动态调控,更是由它们之间的相互比值进行调控的,即 IAA/ABA、GA₃/ABA 比值决定的,比值高延缓衰老,反之促进衰老。在处理时间为 24、48、168 h 的条件下,铅浓度为 300 mg·L⁻¹ 时,GA₃ 含量达最大值,随后开始下降,而在处理时间为 96 h 条件下,铅浓度为 100 mg·L⁻¹ 时,GA₃ 含量达最大值,随后开始呈下降趋势;随着铅浓度的升高,IAA 含量呈现先上升后下降的趋势,与 GA₃ 含

量变化趋势一致,铅浓度为 100 mg·L⁻¹ 时达到最大值,说明低浓度铅对植物生长是有利的。而随着时间的延长,在不同铅浓度条件下呈现不同的变化趋势;萝卜菜幼苗在铅胁迫下,处理时间为 24、48、168 h 条件下,IAA/ABA 和 GA₃/ABA 比值变化趋势是先上升,当质量浓度高于 300 mg·L⁻¹ 时,IAA/ABA 和 GA₃/ABA 比值下降,而当处理时间为 96 h 时一直呈现上升趋势。随着时间的延长,整体呈现先升高后下降的趋势。

参考文献

- [1] 任安芝,高玉葆,刘爽. 铬、镉、铅胁迫对青菜叶片几种生理生化指标的影响[J]. 应用与环境生物学报,2000,6(2):112-116.
- [2] 段德超,于明革,施积炎. 植物对铅的吸收、转运、累积和解毒机制研究进展[J]. 应用生态学报,2014,25(1):287-296.
- [3] 张雅莉,王林生. 铅胁迫对小麦幼苗生理特性影响[J]. 黑龙江农业科学,2015(6):26-28.
- [4] IVANOVA X P, STEFANOV K L, ORDANOV. Effect of Cytokinin 4PU-30 on the lipid composition of water stress bean plants[J]. Biologiaplantatum,1998,41(1):155-159.
- [5] LIN X Z, LI J K, WANG Z X, et al. Effect of Cytokinins on resistance of summer maize to waterlogging[J]. Acta Agronomica,1996,22:403-408.
- [6] LIAO X R, HE P C, ZHU X C. Effect of zeatin on H₂O₂ scavenging system of *Vitis vulpina* leaf disks under salt stress[J]. Acta Agronomica Sinica, 1997,39(7):641-646.
- [7] 孙若峥,姜国斌,吴祥云,等. 2 种杨树嫩茎质外体内源激素对盐胁迫的响应[J]. 甘肃农业大学学报,2013(2):62-66,73.
- [8] 王若仲,萧浪涛,蔺万煌,等. 亚种间杂交稻内源激素的高效液相色谱测定法[J]. 色谱,2002,20(2):148-150.
- [9] 王娅玲,李维峰,杜华波,等. 铅胁迫对咖啡幼苗叶绿素含量及抗氧化酶活性的影响[J]. 贵州农业科学,2014(2):56-58.
- [10] 杨汉波,胡蓉,王春艳,等. 重金属 Pb²⁺、Cd²⁺ 胁迫对青稞幼苗抗氧化能力的影响[J]. 麦类作物学报,2010(5):842-846.
- [11] 庞欣,王东红,彭安. 铅胁迫对小麦幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 环境科学,2001,22(5):108-111.
- [12] 宋勤飞,樊卫国. 铅胁迫对番茄生长及叶片生理指标的影响[J]. 山地农业生物科学,2004,23(2):134-138.
- [13] 骆琰妍,李魏,戴良英. 不同激素信号途径在植物抗病中的相互作用研究进展[J]. 中国农学通报,2013(18):153-157.
- [14] 孙在红,刘荣堂,慧敏,等. 植物激素在草坪草组织培养及植株再生中的应用与进展[J]. 草原与草坪,2004(2):13-16.
- [15] 杨晓婉,郑国琦,杨涓,等. 宁夏枸杞果实内源激素的变化及其与细胞壁成分和相关酶的关系[J]. 植物学报,2014(1):30-40.

Effect of Pb Stress on Content of Endogenous Phytohormones of *Raphanus L.*

WU Shun, LI Han, HU Tanqiu, YU Jiawei, GAO Lingjuan, LIU Kun

(Life Science and Technology College, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410018)

Abstract: The dynamic changes of endogenous hormones (ZR, ABA, GA₃, IAA, IAA/ABA, GA₃/ABA) were detected by taking *Raphanus L.* seedlings as the material under the different concentration of Pb(100, 300, 500 mg·L⁻¹) stress. The results showed that ZR content decreased with the increased concentration of Pb. With the increased lead concentration, ABA concentration showed a rising trend after the first fall. GA₃ content was showing a downward trend after the

DOI:10.11937/bfyy.201624006

软枣猕猴桃绿枝扦插生根效果

王 颖¹, 刘嘉仪¹, 马 志¹, 李金英¹, 陈安民², 吴 林¹

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 长白山野生猕猴桃繁育农业合作社, 吉林 白山 134300)

摘 要:以野生猕猴桃插穗为试材,利用正交实验方法对软枣猕猴桃绿枝扦插中的枝条部位、基质类型、生根剂种类及生根剂浓度等4个因素的4个水平进行了优选。结果表明:枝条部位(A)、生根剂种类(C)和生根剂浓度(D)对软枣猕猴桃绿枝扦插根系效果指数的影响均达到极显著水平,各因素对根系效果指数影响的主次顺序为生根剂浓度(D)>生根剂种类(C)>枝条部位(A)>基质类型(B);试验最佳组合为 $A_3B_1C_4D_3$,即采用一年生枝条的中下部做插穗,用苔藓做基质,经 $1\ 000\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA+ $1\ 000\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 处理后生根效果最好。

关键词:软枣猕猴桃;绿枝扦插;正交实验;生根效果

中图分类号:S 663.404⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0022-04

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) planch. ex Miq.) 属猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia*)多年生木质藤本植物,是我国珍贵的抗寒浆果果树资源^[1]。主要生长在中国东北地区,是当今世界新兴果树,果实酸甜可口,柔软多汁,含有丰富的营养成分,维生素C含量高达 $430.8\text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$,是苹果和梨的80~100倍,柑橘的5~10倍;并含有丰富的氨基酸(总氨基酸含量达 $800\sim 1\ 500\text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$)、胡萝卜素等多种营养成分^[2-4],果实无任何污染,是非常理想的绿色食品和保健食品^[2,5-6]。

软枣猕猴桃是雌雄异株植物,实生繁殖周期长且早期鉴定难,故多采用营养繁殖进行苗木生产。但由于组织培养需要的技术含量较高,一般果农难以掌握,又由

于软枣猕猴桃是易生根树种,所以生产上常用扦插方法进行。近年来,国内学者对软枣猕猴桃扦插技术进行了许多研究^[7-10]。由于这些研究所采用的激素种类、激素浓度、插穗类型及扦插基质等扦插条件的不同,又单纯从生根率、生根量、根长等单方面分开来研究生根情况,而未能对软枣猕猴桃的扦插生根效果进行综合评定,因此所得结果存在分歧。为此,该试验采用正交实验设计,研究插穗不同部位、基质类型、生根剂种类和生根剂类型对软枣猕猴桃绿枝扦插根系效果指数的影响,并为软枣猕猴桃绿枝扦插筛选出最佳处理组合,以期提高软枣猕猴桃绿枝扦插的育苗技术,为广大果农提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试软枣猕猴桃插穗采自吉林省白山市长白山野生猕猴桃繁育基地。

1.2 试验方法

1.2.1 插穗处理 于2014年6月12日进行绿枝扦插试验。选择生长健壮、无病虫害、半木质化的当年生枝条。将枝条剪成10 cm左右的插穗,插穗上保留3~4个

第一作者简介:王颖(1974-),女,博士,讲师,研究方向为果树种质资源与遗传育种。E-mail:407390510@qq.com.

责任作者:吴林(1970-),男,硕士,教授,研究方向为果树栽培生理及产业化。E-mail:310710966@qq.com.

基金项目:吉林省科技厅资助项目(20140101217JC,20140204030NY);吉林省教育厅资助项目(吉教科合字2013第51号)。

收稿日期:2016-07-21

first rise, getting the maximum at the lead concentration of $300\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. IAA and GA_3 contents were consistent in lead concentration conditions, increased and then decreased. IAA content obtained maximum value at $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ pb concentration. The ratio of growth promoted hormones and aging promoted hormone as IAA/ABA, GA_3 /ABA showed a downward trend after the first rise with increased concentration of lead, which indicated lead stress could alter the endogenous hormones of *Raphanus* L. seedlings and then regulate the growth of *Raphanus* L. seedlings. All results showed that the content of the endogenous hormones could be changed and control their growth in *Raphanus* L. seedlings under the lead stress.

Keywords: lead stress; *Raphanus* L. seedlings; endogenous hormones