

不同重金属对山桃花粉萌发和花粉管伸长的影响

陈虹,沈市委

(新疆农业大学 林学与园艺学院/新疆教育厅干旱区林业生态与产业技术重点实验室,新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:为了准确地测量大气层中重金属的污染程度,现以山桃花粉为试材,研究了 Pb、Hg、Co、Cu 等重金属对其花粉萌发和花粉管伸长的影响。结果表明:随着重金属 Pb、Hg、Co、Cu 浓度的增加,对花粉萌发和花粉管的伸长都有抑制作用。在 4 种重金属中,以 Hg 对山桃花粉萌发的影响最大,最低浓度下其萌发率为 0,而 Co 对山桃花粉萌发及花粉管伸长的影响最小。

关键词:花粉萌发;花粉管长度;重金属;山桃

中图分类号:X831

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)03-0016-03

随着我国经济迅猛发展和城市化进程的加快,工业废气和交通废气导致空气中的重金属富集。一般来说,引起大气重金属污染的元素主要包括 Zn、Cu、Cr、Cd、Pb、Ni、Hg、As^[1]。植物富集这些重金属元素后,导致植物膜透性改变,有丝分裂异常,染色体畸变,甚至影响植物的授粉受精等繁殖过程^[2-4]。一些研究表明重金属污染物,尤其是交通拥挤区车辆尾气排放造成的 Pb 和 Cd 等重金属元素的超标,会影响该环境下植物的生长,尤其是对植物繁殖过程中雄花的影响,主要体现在对植物花粉萌发和花粉管伸长的影响^[5-6],因此通过花粉萌发试验或化验花粉也可作为监测大气环境中重金属等污染物的生物活性物质^[7-8],准确地测量大气层中重金属的污染程度。该文以山桃为材料,探讨了 Pb、Hg、Co、Cu 4 种重金属对山桃花粉离体萌发和花粉管伸长的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

2012 年 4 月中旬于新疆农业大学校园内采集健壮的、花蕾未开放的山桃枝条,实验室内水培。待其开裂后收集花粉,并用筛子过滤,硅胶干燥后于-20℃冰箱中密闭保存,备用。

1.2 方法

1.2.1 处理 山桃花粉培养的基本培养基为

10%+0.1%硼酸(为试验筛选出的最佳培养基)。附加不同浓度的重金属 Pb、Hg、Co、Cu 溶液,各种重金属的浓度为 25、50、100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,对照为蒸馏水。每个处理 4 个重复。

1.2.2 培养方法 花粉置于附加不同浓度的重金属的培养基上,于(25±1)℃恒温箱内黑暗湿润条件下培养 2 h。

1.2.3 花粉萌发及花粉管生长观察 在 OPTON 显微镜下观察花粉萌发情况,花粉萌发以花粉管长度大于或者等于花粉粒的直径作为萌发标准。每个处理随机抽取 9 个视野(每个视野花粉在 30 粒以上)进行观察,统计每个视野的花粉萌发情况,并用测微尺进行花粉管长度测量。

1.2.4 数据处理 试验数据处理与统计分析采用 SPSS 分析软件。

2 结果与分析

由表 1 可以看出,随着重金属浓度(Pb、Hg、Co、Cu)的增加,山桃的花粉萌发率和花粉管生长受到明显抑制。通过方差分析可知,各浓度萌发率与对照之间差异显著。Hg 对山桃花粉萌发的影响最大,即使在最低浓度 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,其萌发率仍为 0,同时显微镜下花粉粒呈现黑色,无花粉管的伸长。重金属溶液 CuCl_2 中,山桃花粉萌发率较低,当浓度为 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,花粉受到毒害作用最为明显,此时萌发率仅为 0.47%,且花粉管呈弯曲链状,浓度为 25 和 50 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 对山桃花粉萌发率无显著性差异。而在重金属 Pb 的影响下,山桃花粉的萌发率随着浓度增加呈下降趋势,50、100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 PbCl_2 对山桃花粉萌发率和花粉管伸长无显著性差异,花粉管有伸长,畸

收稿日期:2013-10-17

基金项目:新疆农业大学林果实验教学示范中心建设与管理
改革资助项目;中央财政支持地方高校专项经费资助项目

第一作者简介:陈虹(1981-),女,四川省南充市人,在读博士,实验师,从事实验室的管理与研究工作。E-mail:
ch333999@126.com。

形呈链状,同时花粉粒内部呈黑色。花粉在重金属 Co 中发育较为良好,花粉管形如细丝缠绕状,与对照比还是有一定的毒害作用,当浓度为 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时花粉萌发率较高,达到 62.27%。

由此可知,4 种重金属对山桃花粉的萌发以及山桃花花粉管伸长都有抑制作用,只是每种重金属对山桃花粉的毒害水平有所不同。

表 1 4 种重金属溶液对山桃花粉萌发和花粉管伸长的影响
Table 1 Effects of four heavy metals on pollen germination and tube growth of *Prunus davidiana*

HgCl ₂			PbCl ₂		
营养液浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Concentration	萌发率/% Pollen germination rate	花粉管长度/ μm Pollen tube length	营养液浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Concentration	萌发率/% Pollen germination rate	花粉管长度/ μm Pollen tube length
25	0 b	0 b	25	15.01 b	68.94 b
50	0 b	0 b	50	8.31 c	27.35 c
100	0 b	0 b	100	5.80 c	24.83 c
0(CK)	79.46 a	137.70 a	0(CK)	79.46 a	137.70 a

CuCl ₂			CoCl ₂		
营养液浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Concentration	萌发率/% Pollen germination rate	花粉管长度/ μm Pollen tube length	营养液浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Concentration	萌发率/% Pollen germination rate	花粉管长度/ μm Pollen tube length
25	3.47 b	14.93 b	25	18.46 c	49.83 c
50	4.02 b	8.54 b	50	32.12 c	54.90 c
100	0.47 c	0 c	100	62.27 b	104.70 b
0(CK)	79.46 a	137.70 a	0(CK)	79.46 a	137.70 a

3 结论与讨论

重金属是脂质过氧化的诱导剂,当重金属处理植物时,细胞内自由基的产生和清除之间的平衡受到破坏,导致大量的活性氧自由基产生,自由基引发膜中不饱和脂肪酸产生过氧化反应,破坏膜的结构和功能。Hg 可通过抑制 DNA 复制及蛋白质的合成,造成植物有丝分裂、减数分裂异常^[9]。通过该试验可知,即使是很低浓度的重金属离子,山桃花粉都不能萌发,且花粉内部明显呈黑色,说明 Hg 对山桃花粉的伤害很大。

该研究同时表明,除了 Hg 以外,Cu 对山桃花粉萌发和花粉管的生长有明显的抑制作用。虽然 Cu 是植物光合、植物修复和酶代谢等植物代谢途径中的必需元素,但当其浓度增加到一定量时,Cu 也会对植物产生一定的毒害。Tuna L^[7]等研究表明,Cu 可以抑制西红柿的花粉萌发、

Nazmi G^[10]的研究表明 Cu 对杏和欧洲甜樱桃花粉萌发及花粉管的伸长的影响很大,这可能与 Cu 可抑制植物 DNA 复制和蛋白质的转录有关。但也有研究发现 Cu 对温柏和李花粉萌发及花粉管伸长的影响不大^[8],这可能与不同植物对其耐受性不同有关。

Pb 并不是植物生长发育的必需元素,Pb 可明显造成植物花粉萌发率下降,对花粉管的伸长产生抑制^[7,11-13],但相对而言,Pb 对植物的伤害比 Hg、Cu 的伤害性要小些^[7,10,12]。该试验也得出相同的结论。

Co 不是植物必需的微量元素,但低浓度的 Co 可抑制花粉的萌发,随着 Co 浓度的增加,兔眼越橘的花粉萌发率增强^[14]。在该试验中,也得出相同结论,由试验可知,Co 对山桃花粉萌发的影响最小,随着浓度的提高,山桃的萌发率有一定的

提高,但其对花粉管的伸长存在一定抑制作用,表现为花粉管伸长细丝缠绕,这与沈玉英^[14]的研究有所不同。

参考文献:

- [1] 刘春阳,张宇峰,滕洁.土壤中重金属污染的研究进展[J].污染防治技术,2006,14(4):42-45.
- [2] Kupper H,Setlik I,Spiller M,et al. Heavy metal-induced inhibition of photosynthesis: targets of *in vivo* heavy metal chlorophyll formation [J]. Journal of phycology, 2002, 38(3):429-441.
- [3] Pandey N,Sharma C P. Effects of heavy metals Co^{2+} , Ni^{2+} and Cd^{2+} on growth and metabolism of cabbage[J]. Plant Science,2002,163:753-758.
- [4] Astolfi S,Zuchi S,Passera C. Effect of cadmium on H^+ ATPase activity of plasma membrane vesicles isolated from roots of different S-supplied maize(*Zea mays* L.) plant[J]. Plant Science,2005,169(2):361-368.
- [5] Donderski W,Brzezinska M S. The influence of heavy metals on activity of chitinases produced by planktonic, benthic and epiphytic bacteria[J]. Polish Journal of Environmental Studies,2005,14(6):851-859.
- [6] Munzuroglu O,Gur N. The effects of heavy metals on the pollen germination and pollen tube growth of apples (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)[J]. Turk Journal of Biology, 2000,24(3):677-684.
- [7] Tuna L,Burun B,Yokas I,et al. The effects of heavy metals on pollen germination and pollen tube length in the tobacco plant[J]. Turk Journal of Biology,2002,26(2):109-113.
- [8] Gur N,Topdemir A. Effects of heavy metals(Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+}) on pollen germination and tube growth of Qince(*Cydonia oblonga* M.) and Plum(*Prunus domestica* L.)[J]. Fresenius Environmental Bulletin,2005,14:36-39.
- [9] De F S,Bennicelli C,Bagnasco M. Genotoxicity of mercury compounds. A review[J]. Mutation research,1994,317(1):57-79.
- [10] Nazmi G,Ayktut T. Effects of Some heavy metals on *in vitro* pollen germination and tube growth of Apricot(*Armenica vulgaris* Lam.) and Cherry (*Cerasus avium* L.)[J]. World Applied Sciences Journal, 2008, 4 (2): 195-198.
- [11] Aina R,Asero R,Ghiani A,et al. Exposure to cadmium-contaminated soils increases allergenicity of *Poa annua* L. pollen[J]. Allergy,2010,65:1313-1321.
- [12] An Y J. Assessment of comparative toxicities of lead and copper using plant assay[J]. Chemosphere,2006,62(8):1359-1365.
- [13] Sheng X Y,Zhang S,Jiang L P,et al. Lead stress disrupts the cytoskeleton organization and cell wall construction during *Picea wilsonii* pollen germination and tube growth[J]. Biological Trace Element Research, 2012, 146(1):86-93.
- [14] 沈玉英,吕家龙. 化学和物理因素对兔眼越橘花粉萌发的影响[J]. 吉林农业大学学报,2006,28(2):173-176.

Effects of Different Heavy Metals on Pollen Germination and Tube Growth of *Prunus davidiana*

CHEN Hong, SHEN Shi-wei

(College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Key Laboratory of Forestry Ecology and Industry Technology in Arid Region, Education Department of Xinjiang, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract: In order to measure pollution degree of heavy metals in the atmosphere accurately and economically, taking pollen of *Prunus davidiana* as experimental material, the effects of heavy metals (Co, Cu, Hg and Pb) on pollen germination and tube growth of *Prunus davidiana* were studied. The results showed that there was a reduction in pollen germination and tube elongation with increasing of metal concentrations. Hg had the highest toxic effect on pollen of *Prunus davidiana*, while Co had the least effect.

Key words: pollen germination; pollen tube length; heavy metals; *Prunus davidiana*