

李春龙. 汞胁迫对萝卜种子萌发、幼苗根际土壤酶活性及土壤微生物的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(7): 142–144.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.034

汞胁迫对萝卜种子萌发、幼苗根际土壤酶活性及土壤微生物的影响

李春龙

(成都农业科技职业学院现代农业分院, 四川成都 611130)

摘要:以萝卜为受试植物, 研究不同浓度 Hg^{2+} (12.5、25.0、50.0、100.0、150.0 和 200.0 mg/L) 胁迫对萝卜种子萌发、幼苗根际土壤酶活性及土壤微生物数量的影响。结果表明, Hg^{2+} 对萝卜种子萌发的各指标均表现出抑制效应; 随着 Hg^{2+} 浓度的增加, 6 种所测土壤酶活性均呈下降趋势, 所有土壤微生物数量均呈递减趋势; 除了萝卜幼苗根际细菌数量与土壤蔗糖酶活性呈不显著正相关(相关系数为 0.216)外, 萝卜幼苗根际细菌、真菌、放线菌数量均与所测土壤酶活性呈极显著正相关关系, 其中萝卜幼苗根际真菌数量与根际土壤脲酶活性的相关系数最大, 为 0.931。

关键词:汞胁迫; 萝卜; 种子萌发; 土壤酶; 土壤微生物

中图分类号: S154; S631.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0142-02

目前, 我国受重金属污染的耕地面积近 2 000 万 hm^2 , 约占耕地总面积的 1/5, 重金属污染是当今污染面积最广、危害最大的环境问题之一, 汞(Hg)这种毒性极强的重金属造成的污染正在受到全球关注^[1]。汞进入农田后主要沉积在土壤表层, 大部分以 HgCl_2 形态进入土壤的 Hg 都可被土壤中的有机质和黏土矿物吸附, 在土壤中的移动性很小^[2]。汞可抑制植物细胞分裂和根系伸长, 刺激和抑制一些酶的活性^[3], 植物受汞污染时间越长, 伤害越严重, 最后可导致植物枯萎死亡^[4]。有关汞对植物生长发育影响的研究很多^[5-6], 而有关汞胁迫对幼苗根际土壤酶活性、土壤微生物数量影响的相关研究很少。因此, 本研究分析不同浓度 Hg^{2+} 对萝卜种子萌发、幼苗根际土壤酶活性及土壤微生物数量的影响, 旨在揭示 Hg^{2+} 胁迫下萝卜幼苗根际微生物区系和酶活性的变化规律。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试剂

参试的萝卜种子品种为满身红, 购于四川省农业科学院。供试的 HgCl_2 为分析纯, 购自泉州万众化工有限公司。

1.2 试验设计

1.2.1 室内检测(即种子萌发试验) 参照李春龙的方法^[7], 挑选粒大、饱满、大小一致的萝卜种子, 用蒸馏水清洗, 晾干后备用。先用 5.25 g/L NaClO 溶液对受试的萝卜种子进行消毒, 时间为 15 min, 然后用蒸馏水清洗 4 次, 每次清洗 1 min; 将萝卜种子放置在直径为 9 cm 的皮氏培养皿中, 内垫 2 层滤纸, 每个培养皿内放 30 粒萝卜种子, 分别将 8 mL 不同浓度的 HgCl_2 溶液(处理浓度分别为 0、12.5、25.0、50.0、100.0、150.0

和 200.0 mg/L, 以 Hg^{2+} 浓度计)注入培养皿中, 对照为蒸馏水, 每个处理 3 次重复。然后将培养皿放置在恒温恒湿培养箱(25±1)℃内, 于黑暗条件下进行种子萌发试验。待萝卜种子萌芽 3 d 后记录其萌发的种子数, 计算萝卜种子的发芽率, 记录完测定所有萌发幼苗的根长、苗长, 求其平均值。

1.2.2 幼苗盆栽试验 2013 年 5 月上旬取盆栽土(土壤取自成都农业科技职业学院校外实训基地), 取回后先过 2 遍 2 cm 筛, 筛去较大的石块及粗枝等, 再过细筛, 用 350 g 45% 对二甲胺基苯重氮磷酸钠(俗称敌克松)进行土壤消毒处理, 然后将土混匀, 最后随机装盆。每盆土均装至花盆的 2/3 处, 每盆装土 10 kg, 每盆(上口直径 28 cm, 深 25 cm)播萝卜种子 10 粒。待萝卜幼苗生长约 1 个月后, 挑选长势一致的萝卜壮苗进行处理。用 30 mL 不同浓度的 Hg^{2+} (12.5、25.0、50.0、100.0、150.0 和 200.0 mg/L)溶液浇灌豌豆幼苗, 每个处理 4 次重复, 以等量的蒸馏水处理作为对照(即 0 mg/L)。此后每隔 10 d 浇 30 mL Hg^{2+} 溶液处理萝卜幼苗, 处理 1 个月后取萝卜幼苗根际土, 用土钻钻取深度 20 cm、质量约 300 g 的萝卜幼苗根际土, 轻轻抖动后仍然黏附在萝卜幼苗根系上的土壤用于根际微生物数量的测定, 装袋、封口并作好标签, 立即带回实验室进行分析处理, 本操作参照韩春梅等的方法^[8]实施。

1.3 指标测定方法

1.3.1 萝卜种子萌发指标测定方法 萝卜幼苗根长、苗长用直尺测定。

1.3.2 土壤酶及土壤酸价测定方法 各土壤酶活性的测定均参照松荫的方法^[9]。土壤反硝化酶活性采用硝态氮剩余量法测定, 以单位质量、单位时间生成的氨态氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)计; 纤维素酶活性采用硝基水杨酸比色法测定, 以单位质量、单位时间土壤葡萄糖的量计; 脲酶、蛋白酶、多酚氧化酶及蔗糖酶活性的测定均采用比色法, 脲酶活性以 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 计, 蛋白酶活性以单位质量、单位时间土壤氨基酸(甘氨酸)的量计, 多酚氧化酶活性以单位质量、单位时间(2 h)土壤没食子酸的量计, 蔗糖酶活性以单位质量、单位时间土壤葡萄糖的量计。

收稿日期: 2016-11-04

基金项目: 四川省重点专业——作物生产技术专业建设项目(编号: 201411510101)。

作者简介: 李春龙(1976—), 男, 内蒙古通辽人, 硕士, 副教授, 高级农艺师, 主要从事农作物栽培新技术、特种经济作物栽培、设施农业等教学与科研工作。E-mail: lchl1976@126.com。

1.3.3 土壤微生物分析 土壤微生物采用平板涂抹法^[10]测定,细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基,真菌培养采用马丁氏培养基,放线菌培养采用改良的高氏 1 号培养基。

1.4 数据处理

采用 SPSS 13.0 统计软件进行单因素方差分析、LSD 和相关性分析($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 汞胁迫对萝卜种子萌发的影响

由表 1 可见,随着 Hg^{2+} 浓度的增大,萝卜种子萌发及幼苗生长均不同程度地受到抑制。当 Hg^{2+} 浓度达到 50.0 mg/L 时,萝卜种子的发芽率较对照显著下降,降低了 31.60%;萝卜幼苗的根长和苗长均在 Hg^{2+} 浓度达到 12.5 mg/L 时较对照显著受到抑制,分别较对照下降了 22.11% 和 7.41%。

2.2 汞胁迫对萝卜幼苗根际土壤酶活性的影响

由表 2 可见,所测 6 种土壤酶活性均随着 Hg^{2+} 浓度的增加呈递减趋势,其中土壤脲酶、纤维素酶、多酚氧化酶活性均

表 1 不同 Hg^{2+} 浓度对萝卜种子萌发特性的影响			
Hg^{2+} 浓度 (mg/L)	发芽率 (%)	根长 (cm)	苗长 (cm)
0 (CK)	84.5 ± 2.2a	9.5 ± 1.2a	5.4 ± 0.1a
12.5	78.9 ± 5.9a	7.4 ± 0.2b	5.0 ± 0.1b
25.0	72.2 ± 4.9a	6.7 ± 0.2bc	4.5 ± 0.1c
50.0	57.8 ± 4.0b	5.8 ± 0.1bcd	4.0 ± 0.1d
100.0	53.3 ± 5.1b	5.1 ± 0.1cd	3.7 ± 0.1d
150.0	36.7 ± 1.9c	4.2 ± 0.4d	3.1 ± 0.1e
200.0	8.9 ± 2.2d	2.0 ± 0.6e	2.2 ± 0.2f

注:表中数值为“平均值 ± 标准差”(n=3);同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 2 同。

在 Hg^{2+} 浓度达到 25.0 mg/L 时显著受到抑制,分别较对照下降了 32.00%、25.68%、27.87%;土壤反硝化酶活性在 Hg^{2+} 浓度最低时(即 12.5 mg/L)就显著受到抑制,降低了 24.78%;土壤蛋白酶活性在 Hg^{2+} 浓度达到 100.0 mg/L 时较对照显著受到抑制,降低了 13.33%;土壤蔗糖酶活性在 Hg^{2+} 浓度最大时(即 200.0 mg/L)才较对照显著受到抑制,降低了 25.07%。由此可见,土壤反硝化酶活性对 Hg^{2+} 胁迫最敏感。

表 2 不同 Hg^{2+} 浓度对萝卜幼苗根际土壤酶活性的影响

Hg^{2+} 浓度 (mg/L)	脲酶活性 [$NH_3-N, mg/(g \cdot d)$]	反硝化酶活性 [$NH_3-N, mg/(g \cdot d)$]	纤维素酶活性 [葡萄糖, $mg/(g \cdot d)$]	蛋白酶活性 [氨基酸, $mg/(g \cdot d)$]	多酚氧化酶活性 [没食子酸, $mg/(g \cdot 2h)$]	蔗糖酶活性 [葡萄糖, $mg/(g \cdot d)$]
0 (CK)	0.25 ± 0.00a	4.60 ± 0.27a	0.74 ± 0.01a	0.75 ± 0.04a	0.061 ± 0.004a	3.67 ± 0.58a
12.5	0.21 ± 0.01ab	3.46 ± 0.40b	0.63 ± 0.09ab	0.73 ± 0.01ab	0.057 ± 0.02a	3.59 ± 0.06ab
25.0	0.17 ± 0.01bc	2.88 ± 0.18bc	0.55 ± 0.02bc	0.71 ± 0.04ab	0.044 ± 0.01b	3.33 ± 0.20ab
50.0	0.14 ± 0.01cd	2.67 ± 0.11cd	0.49 ± 0.03bc	0.69 ± 0.01abc	0.041 ± 0.03bc	3.24 ± 0.08ab
100.0	0.12 ± 0.01de	2.02 ± 0.21de	0.43 ± 0.07cd	0.65 ± 0.01bc	0.038 ± 0.02bc	3.20 ± 0.12ab
150.0	0.09 ± 0.02e	1.93 ± 0.13e	0.31 ± 0.08de	0.59 ± 0.06cd	0.037 ± 0.02bc	2.85 ± 0.02ab
200.0	0.04 ± 0.02f	1.48 ± 0.06e	0.25 ± 0.02e	0.54 ± 0.02d	0.035 ± 0.02c	2.75 ± 0.31b

2.3 汞胁迫对萝卜幼苗根际微生物数量的影响

由图 1 可知,随着 Hg^{2+} 浓度的增加,萝卜幼苗根际土壤中细菌、真菌和放线菌的数量均呈递减的趋势。与对照相比, Hg^{2+} 浓度在 50.0 mg/L 时较对照显著降低了萝卜幼苗根际土壤细菌数量,降低了 54.18%; Hg^{2+} 浓度仅在最低时(即 12.5 mg/L)就较对照显著抑制了萝卜幼苗根际土壤内真菌、放线菌的数量,分别较对照降低了 25.07%、24.74%。

活性呈极显著正相关关系。其中,萝卜幼苗根际真菌数量与根际土壤脲酶活性的相关系数最大,为 0.931。

表 3 土壤微生物数量与土壤酶活性的相关关系

微生物	脲酶活性	反硝化酶活性	纤维素酶活性	蛋白酶活性	多酚氧化酶活性	蔗糖酶活性
细菌	0.819 **	0.865 **	0.771 **	0.836 **	0.802 **	0.216
真菌	0.931 **	0.908 **	0.886 **	0.788 **	0.912 **	0.600 **
放线菌	0.915 **	0.900 **	0.806 **	0.711 **	0.853 **	0.711 **

注:“**”表示在 0.01 水平上显著相关;“*”表示在 0.05 水平上显著相关。

3 结论与讨论

3.1 不同 Hg^{2+} 浓度对萝卜种子萌发的影响

本研究表明,随着 Hg^{2+} 浓度的增加,萝卜种子萌发及幼苗生长均受到了抑制。这一研究结果与钟士传的研究结果^[1]一致,不同的只是 Hg^{2+} 浓度的设置。

3.2 不同 Hg^{2+} 浓度对萝卜幼苗根际土壤酶活性的影响

本研究表明,随着 Hg^{2+} 浓度的增大,6 种所测土壤酶活性均呈递减的趋势,这一研究结果与高大翔等的研究结果^[11]一致,不同的只是 Hg^{2+} 浓度的设置。

3.3 不同 Hg^{2+} 浓度对萝卜幼苗根际微生物的影响

随着 Hg^{2+} 浓度的增加,萝卜幼苗根际土壤中细菌、真菌和放线菌的数量均呈递减的趋势,这一研究结果与荆延德等的研究结果^[12]不一致,其研究结果表明,低浓度的 Hg^{2+} 会促进土壤微生物数量的增加,这可能归因于 Hg^{2+} 浓度的设置不

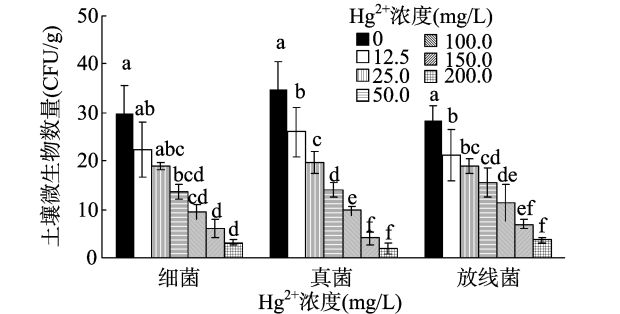


图 1 不同 Hg^{2+} 浓度对萝卜幼苗根际土壤微生物的影响

2.4 汞胁迫下萝卜幼苗根际土壤微生物数量与土壤酶活性的相关关系

由表 3 可知,在不同 Hg^{2+} 浓度的处理下,萝卜幼苗根际细菌数量与土壤蔗糖酶活性不呈显著正相关,其相关系数为 0.216;萝卜幼苗根际细菌、真菌、放线菌数量均与所测土壤酶

杨 阳,韩晓梅,陈迎春,等. 叶面喷施硼钙对贵妃玫瑰葡萄产量、品质及硼、钙含量的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):144-147.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.035

叶面喷施硼钙对贵妃玫瑰葡萄产量、品质及硼、钙含量的影响

杨 阳,韩晓梅,陈迎春,杨立英,吴新颖

(山东省葡萄研究院,山东济南 250000)

摘要:在贵妃玫瑰葡萄幼果期至果实转色期,对葡萄叶面分别喷施硼(B)、硝酸钙[Ca(NO₃)₂]、Ca(NO₃)₂+B、氨基酸钙、氨基酸钙+B,以喷清水为对照(CK),分别测定分析葡萄果实单粒质量、穗质量、总糖含量、可滴定酸含量及不同部位的硼、钙含量等,计算钙硼比(Ca/B)。结果表明,葡萄幼果期喷施硼、钙可改善和提高葡萄的产量及品质,其增产高低顺序为Ca(NO₃)₂+B>氨基酸钙+B>B>氨基酸钙>Ca(NO₃)₂,品质提升顺序为氨基酸钙+B>Ca(NO₃)₂+B>氨基酸钙>Ca(NO₃)₂>B,其中以硼钙联合施用的效果相对最佳;喷硼可促进葡萄叶片对硼的吸收,但会抑制果皮中钙的积累,喷B、Ca(NO₃)₂+B、氨基酸钙+B处理的叶片硼含量分别是CK的2.43、4.43、2.50倍,而果皮中的钙含量却分别降低19.3%、20.5%、37.3%;喷钙有利于葡萄叶片对钙的吸收,Ca(NO₃)₂、氨基酸钙处理的叶片钙含量分别是CK的1.07、1.06倍,但会抑制叶片对硼的积累,2个处理的叶片硼含量均低于CK。

关键词:硼;钙;叶面喷施;贵妃玫瑰葡萄;产量;品质

中图分类号: S663.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0144-04

我国鲜食葡萄品质问题突出,一方面体现在果穗不整齐,

收稿日期:2016-11-25

基金项目:山东省人才计划资金支持现代农业产业体系创新团队建设专项(编号:SDAIT-06-21)。

作者简介:杨 阳(1982—),女,黑龙江拜泉人,硕士,农艺师,主要从事葡萄栽培、营养生理研究。E-mail:feixiang0507@126.com。

通信作者:吴新颖,高级农艺师,主要从事葡萄品种与栽培、病虫害综合防治研究。E-mail:echomoon0622@163.com。

同以及受试植物的种类不同。

3.4 不同 Hg²⁺ 浓度处理下萝卜幼苗根际土壤微生物与土壤酶活性的相关关系

本研究表明,在不同浓度的 Hg²⁺ 处理下,萝卜幼苗根际细菌、真菌、放线菌数量均与所测土壤酶活性呈极显著正相关关系(除萝卜幼苗根际细菌数量与土壤蔗糖酶活性呈不显著正相关外),说明 Hg²⁺ 的处理改变了土壤微生物区系,进而影响土壤酶活性,使得土壤环境条件向着不利于萝卜植株的生长方向演变。本研究结果同时也证实了 Aon 等的理论,即特定的土壤酶活性与细菌、真菌等类群密切相关^[13]。

参考文献:

- [1] 钟士传. 汞胁迫对花生种子发芽及生理生化特性的影响[J]. 种子,2009,28(12):89-90,101.
- [2] 尚爱安,刘玉荣,梁重山,等. 土壤中重金属的生物有效性研究进展[J]. 土壤,2000,32(6):294-300.
- [3] 杨肖娥,龙新宪,倪吾钟. 超积累植物吸收重金属的生理及分子机制[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(1):8-15.
- [4] 廖自基. 微量元素的环境化学及生物效应[M]. 北京:中国环境科学出版社,1992:324-358.

口感风味淡,整体果实品质差;另一方面,化肥、农药、生长调节剂使用不合理,果品安全存在隐患。硼(B)、钙(Ca)是植物必需的中微量营养元素,在果实品质形成过程中具有重要作用^[1],硼、钙营养在葡萄上的合理应用,可安全有效地提高葡萄产量,改善果实品质。有研究表明,叶面喷施硼肥可提高梅鹿辄葡萄、砀山酥梨、葡萄柚、苹果、猕猴桃的糖酸比^[2-6],使果实品质得到改善;喷施外源钙可提高红地球葡萄果实的硬度^[7],增加苹果果肉密度,提高苹果果实的储藏性能及风

- [5] 曹 毅,陆 宁,孟建玉,等. 汞胁迫对烤烟生理特性的影响[J]. 2011,24(6):2152-2155.
- [6] 过昱辰,刘莹莹,王 赛,等. 汞胁迫对两种暖季型草坪草生理生化特征的影响[J]. 天津农业科学,2016,22(2):22-26.
- [7] 李春龙. 水花生不同部位水浸液对豇豆种子萌发的影响[J]. 种子,2013,32(7):72-73.
- [8] 韩春梅,李春龙,叶少平,等. 生姜水浸液对生姜幼苗根际土壤酶活性、生物群落结构及土壤养分的影响[J]. 生态学报,2012,32(2):489-498.
- [9] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1983:48-156.
- [10] Visser S, Parkinson D. Soil biological criteria as indicators of soil quality: soil microorganisms[J]. American Journal of Alternative Agriculture,1992,7(1):33-37.
- [11] 高大翔,郝建朝,金建华,等. 重金属汞、镉单一胁迫及复合胁迫对土壤酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报,2008,27(3):903-908.
- [12] 荆延德,何振立,杨肖娥. 稻菜轮作制下汞胁迫的土壤微生物学和酶学效应[J]. 水土保持学报,2009,23(3):144-147.
- [13] Aon M A, Colaneri A C. Temporal and spatial evolution of enzymatic activities and physico-chemical properties in an agricultural soil[J]. Applied Soil Ecology,2001,18(3):255-270.