

Hg²⁺ 对金银莲花根和叶片的伤害*

尤文鹏 施国新 常福辰 杨顶田 解凯彬

(南京师范大学生物系, 南京 210097)

摘要 研究了汞离子胁迫下金银莲花 [*Nymphoides indica* (L.) Kuntze] 根受害情况、根部过氧化物酶活性和新叶叶绿素含量的变化。根部受害程度随汞离子浓度升高和处理时间的延长而加重。低浓度 Hg²⁺ 短时间处理后根过氧化物酶活性升高, 而高浓度 Hg²⁺ 长时间处理后根过氧化物酶活性下降, 且随着 Hg²⁺ 浓度的升高或处理时间的延长过氧化物酶活性均呈下降趋势。新叶叶绿素含量对 Hg²⁺ 胁迫的反应与根过氧化物酶活性的变化相似。

关键词 金银莲花; 过氧化物酶; 叶绿素

Injury of Hg²⁺ on roots and leaves of *Nymphoides indica* (L.) Kuntze You Wenpeng, Shi Guoxin, Chang Fuchen, Yang Dingtian, Xie Kaibin (Department of Biology, Nanjing Normal University, Nanjing 210097), *J. Plant Resour. & Environ.* 1999, 8(1): 56~58

The injury degree of roots, the activity of peroxidase in roots and chlorophyll content in new leaves of *Nymphoides indica* by the stress of Hg²⁺ are reported. Injury degree of roots were intensified with the increase of Hg²⁺ concentration or as treatment time is continued. The activity of peroxidase increased under the treatment with low concentration of Hg²⁺ in a short time, but decreased as treatment time is continued. The stress of Hg²⁺ had the similiar effects on chlorophyll content in new leaves.

Key words *Nymphoides indica* (L.) Kuntze; peroxidase; chlorophyll

金银莲花 [*Nymphoides indica* (L.) Kuntze] 为龙胆科水生植物, 产江苏等省, 可以食用, 也可作为牲畜饲料等。自从确认“富山事件”、“水俣病”等病症是由于重金属离子通过食物链在人体内积累所致以来, 对重金属的研究日益受到重视。工业废水、废气中含有一些 Hg²⁺, 但是对于 Hg²⁺ 对水生植物影响的研究较少, 作者试图通过 Hg²⁺ 对水培金银莲花根和叶片伤害的试验研究, 为及时发现及排除 Hg²⁺ 污染提供理论和直观依据。

1 材料和方法

金银莲花采自江苏省苏州市东山镇和南京师范大学生物系温室。将金银莲花当年植株洗净, 取 5 份分别培养于含纯净水的缸内 2 d, 然后放入含 0、4、8、12 和 16 mg/L Hg²⁺ 的培养缸内培养, 培养温度为 20℃。Hg²⁺ 浓度对金银莲花根的影响, 每隔 24 h 测试 1 次, 测量根的枯

* 国家自然科学基金和江苏省自然科学基金共同资助项目

尤文鹏: 男, 1975 年 5 月生, 硕士, 主要从事重金属离子对植物影响的研究。

收稿日期 1998-12-17

死长度,取 10 条根的平均值,共测 4 次,根受害程度用枯死长度占总长度的百分率表示;取同一植株的根用比色法^[1]同步测定过氧化物酶活性变化,测定 2 次,取平均值,单位为每分每克鲜重的光密度差值,即 $\Delta D_{470}/\text{min}\cdot\text{g}$;在测定根过氧化物酶活性的同时,取植株的叶片 2 份,每份 2 g,用分光光度法^[1](稍作改进)测定叶绿素含量,取 2 次平均值,结果以 600 nm 下每克鲜重吸光值即 A_{600}/g 表示。

2 实验结果

2.1 根的受害情况

用不同浓度、不同培养时间处理金银莲花当年植株,24 h 内即可见部分根尖发黄、甚至枯死,48 h 可见较多的根尖枯死。4 次测量结果见表 1。

由表 1 可以看出,随着汞离子浓度的升高和培养时间的延长,根的受害程度逐步加重。处理时间和 Hg^{2+} 浓度均与根受害程度呈一定的正相关关系。

2.2 根部过氧化物酶活性的变化

金银莲花当年生新根过氧化物酶活性测定结果见表 2。

表 1 金银莲花根部受害程度与培养时间及汞离子浓度的关系

Tab 1 The injury degree of roots of *Nymphoides indica* in different Hg^{2+} concentration and cultural hours

浓度 Concentration (mg/L)	不同处理时间的受害程度(%) Injury degree in different cultural hours			
	24 h	48 h	72 h	96 h
0	0	0	0	0
4	0	2.4	3.1	4.4
8	0	2.9	3.8	4.9
12	3.0	3.8	4.8	5.4
16	5.3	5.7	6.2	8.1

表 2 不同汞离子浓度和不同处理时间的金银莲花根部过氧化物酶活性

Tab 2 The activity of peroxidase in roots of *Nymphoides indica* in different Hg^{2+} concentration and cultural hours

浓度 Concentration (mg/L)	不同处理时间的过氧化物酶活性($\Delta D_{470}/\text{min}\cdot\text{g}$) Activity of peroxidase in different cultural hours			
	24 h	48 h	72 h	96 h
0	0.548	0.548	0.548	0.548
4	0.901	0.876	0.817	0.787
8	0.876	0.807	0.765	0.743
12	0.761	0.709	0.684	0.604
16	0.480	0.444	0.344	0.287

从表 2 可以看出,在 4、8 和 12 mg/L 三组中,处理 4 d 后,酶活性仍然高于对照组,但是各组酶活性都随着培养时间的延长而下降。16 mg/L 组从第一天起酶活性就低于对照组,而且随着处理时间的延长酶活性进一步下降,说明高浓度 Hg^{2+} 对金银莲花有伤害作用。

2.3 新叶叶绿素含量变化

金银莲花新叶叶绿素含量测定结果见表 3。

从表 3 可以看出,各浓度组叶绿素含量在第一天均高于对照组,且在 4 mg/L 至 12 mg/L 之间叶绿素含量随着 Hg^{2+} 浓度的增大而升高。在 24 h 内 16 mg/L 组叶绿素含量虽高于对照组,但已出现下降趋势。除对照组外,随着处理时间的延长,各浓度组叶绿

表 3 不同汞离子浓度和不同处理时间的金银莲花叶绿素含量

Tab 3 Chlorophyll content in the leaves of *Nymphoides indica* in different Hg^{2+} concentration and cultural hours

浓度 Concentration (mg/L)	不同处理时间的叶绿素含量(A_{600}/g) Chlorophyll content in different cultural hours			
	24 h	48 h	72 h	96 h
0	0.207	0.204	0.200	0.201
4	0.263	0.258	0.237	0.217
8	0.275	0.247	0.182	0.149
12	0.289	0.230	0.132	0.113
16	0.233	0.168	0.107	0.097

素含量均逐渐下降,且有随着处理时间的延长下降幅度有增大的趋势。在叶绿素含量下降的同时也伴随着叶片失绿现象的出现。

3 讨 论

Hg^{2+} 是植物体生长的非必需元素而且是毒性较大的诱变剂^[2], Hg^{2+} 进入植物体后,多积累在根部的生长部位^[3,4],主要破坏细胞内的染色体和核仁^[2],随着体内 Hg^{2+} 量的增加,对染色体和核仁的破坏加重,这可能就是金银莲花幼根根尖发黄或枯死的原因。

过氧化物酶是植物体内常见的氧化还原酶类,它可以催化有毒物质氧化分解,又是一类对环境因子十分敏感的酶。当环境受到污染时,其活性发生急剧变化^[5];小剂量短时间的 Hg^{2+} 处理,可加速植物体内的生理生化反应,所以在 4、8 和 12 mg/L 三组中出现酶活性高于对照组的情况。但是长时间或高浓度的 Hg^{2+} 处理就会超过金银莲花的解毒能力,导致生理生化过程减慢,直到死亡。如 16 mg/L 组根过氧化物酶活性呈明显下降趋势且根受害程度加重。

植物不同的器官,不同的发育时期,对 Hg^{2+} 的吸收和富积量也是不同的,处于生长发育阶段、生理活动旺盛的器官和部位积累的 Hg^{2+} 多,受到的毒害大^[4]。根部的 Hg^{2+} 一方面来自根的直接吸收;另一方面来自叶片的吸收。这两种来源的 Hg^{2+} 共同作用于根部,产生了如上的反应症状。为了避免 Hg^{2+} 的生物放大作用,受到 Hg^{2+} 毒害的金银莲花是决不可食用的,也不能作为牲畜饲料。

叶绿素含量变化规律类似于过氧化物酶活性变化规律。从表 3 可以看出随着 Hg^{2+} 浓度的升高和培养时间的延长,叶绿素含量显著下降。经较长时间处理后, Hg^{2+} 在植物体内积累超过植物细胞忍耐力而使细胞体系崩溃,所以 48~96 h 处理后叶绿素含量急剧下降。作者认为由于金银莲花生活在水中,根、茎、叶都与水接触,植物整体都可受到伤害并间接影响合成叶绿素的原料和能量的提供,使叶绿素含量下降。叶绿素含量变化可以作为植物受害生理指标,同时叶片失绿也是受重金属毒害而出现的普遍现象^[6,7]。

参 考 文 献

- 1 华东师范大学生物系编. 植物生理学实验指导. 北京:高等教育出版社,1980. 86~90,143~144.
- 2 张义贤. 重金属对大麦毒性的研究. 环境科学学报,1997,17(2):199~205.
- 3 段昌群,王焕校. 重金属对蚕豆的细胞遗传学毒理作用和对蚕豆根尖微核技术的探讨. 植物学报,1995,37(1):14~24.
- 4 廖自基编著. 环境中的微量元素的污染危害与迁移转化. 北京:科学出版社,1989. 1~31.
- 5 Wickle C, Evens H J, Catter K R, *et al.* Cadmium effects on the nitrogen fixation system of red alder. J Environ Qual, 1980, 9: 180~184.
- 6 Haghiri F. Cadmium uptake by plants. J Environ Qual, 1973, 2: 93~96.
- 7 孙赛初,王焕校,李启任. 水生维管束受植物镉污染后的生理变化及受害机制初探. 植物生理学报,1985,11(2):113~121.

(责任编辑:宗世贤)