

铀尾矿对水稻种子萌发率及幼苗 过氧化氢酶的影响

王瑞兰¹, 易 俗¹, 王 映¹, 陈康贵¹, 蔡振民², 何文星²

(1. 湖南科技大学生命科学系, 湖南 湘潭 411201; 2. 二七二厂)

摘 要: 利用室内培养法研究了铀尾矿对水稻种子萌发率及幼苗过氧化氢酶的影响。结果表明, 在铀尾矿胁迫下, 水稻种子总萌发率不受影响, 但出苗较对照组整齐。幼苗过氧化氢酶的活性比对照组高。

关键词: 铀尾矿; 水稻种子萌发率; 过氧化氢酶活性

中图分类号: S131. 2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 – 2043(2004)02 – 0221 – 03

Effects of Uranium Tailing Gangue on Seed Germination Rate of Rice and CAT Activity in Rice Seedling

WANG Rui-lan¹, YI Su¹, WANG Ying¹, CHEN Kang-gui¹, CAI Zhen-min², HE Wen-xing²

(1. Department of Life Science, Hunan Science and Technology University. Xiangtan, 411201, China; 2. 272nd Uranium Smelter Factory, China)

Abstract: Effects of uranium tailing gangue on seed germination rate of rice and CAT activity in rice seedlings were studied. The results showed that the uranium tailing gangue had little effect on seed germination, but could accelerate the emergence rate. The CAT activities in rice seedling under uranium tailing gangue were higher than that under normal conditions.

Keywords: uranium tailing gangue; rice seed germination rate; catalase activity

铀尾矿是铀水冶厂将铀矿石经过水冶处理提取铀后排出的废渣, 含少量铀及其它放射性核素, 其它有毒、有害元素如锰、镉等也聚集在铀尾矿中, 是一种复合污染物。尾矿库析出的氨、受污染的水和悬浮的尾矿尘等对周围环境造成了一定程度的污染^[1, 2]。作者在对铀尾矿库周围农田进行调查时发现水稻的生长受到了影响, 主要表现在水稻生长茂盛但不开花, 或者能开花结实但其米饭不好吃。所以, 有必要探讨铀尾矿影响水稻生长的机理。本研究旨在初步了解铀尾矿对水稻的早期毒害。

1 研究方法

1.1 材料来源及处理

水稻种子培两优 288(杂交晚粳稻) 由湖南科技大学生命科学系王海华博士提供。稻种清水漂浮除去

空粒, 用 0. 2 % 氯化汞消毒 10 min, 用清水漂洗后, 分成 2 组。A 组用蒸馏水浸种, B 组用 1: 5(*m* 铀尾砂: *m* 蒸馏水) 铀尾砂浸出液(铀尾砂取自二七二厂铀尾矿库, 化学成分见表 1) 浸种。浸种温度为 29. 5 ℃, 时间为 24 h^[3]。精选露白种子。

1.2 水稻培养

取 2 组灭过菌的培养皿。一组加入洗净的普通河沙, 再播下蒸馏水浸种过的种子; 另一组加入铀尾砂, 再播下铀尾砂浸出液中的种子。每皿 150 粒, 每组 2 250 粒。注意种子间互相不接触。培养皿置于光照培养箱中(光强 3 000 lx, 光照 16 h · d⁻¹, 温度 25 ℃), 每天浇蒸馏水一次。从播种第 3 d 起计算萌芽率(以幼芽达种子长度一半为萌发标志)。待苗长至二叶期, 开始测过氧化氢酶活性。

1.3 酶液制备

取水稻幼苗剪除根系, 按照 1: 5(*m* / *V*) 加预冷的 pH7. 0, 0. 05 mol · L⁻¹ 的磷酸缓冲液, 含 1 % (*m* / *V*) 的 PVP^[4], 冰浴研磨。4 ℃ 下, 15 000 *g* 离心 20 min, 上清液即过氧化氢酶(CAT)粗酶液^[5]。

表 1 铀尾矿化学组成

Table 1 Chemical compositions of the uranium tailing gangue tested in this study		
项目	单位	含量
铀(U)	mg · kg ⁻¹	106. 7
镭(Ra)	Bq · kg ⁻¹	8 390
硅(SiO ₂)	%	73. 89
铁(Fe)	%	2. 0
铝(Al)	%	3. 32
钙(Ca)	%	3. 47
镁(Mg)	%	0. 16
钼(Mo)	%	0. 006 6
铜(Cu)	%	0. 02
锌(Zn)	%	0. 008
镍(Ni)	%	0. 016
镉(Cd)	%	0. 000 5
氟(F)	%	0. 135
总硫(SO ₄ ²⁻)	%	3. 40
氯(Cl ⁻)	%	微
硝酸根(NO ₃ ⁻)	%	0. 30

1. 4 过氧化氢酶(CAT)活力测定

方法采用贝尔斯—西策尔斯法改进型^[6], 测 240 nm 下每 3 mL 反应液每分钟吸光度的减少值。每 3ml 反应液中含 1. 9 mL 蒸馏水, 0. 1 mL 酶液, 1. 0 mL 底物溶液(含 pH7. 0 的磷酸缓冲液,H₂O₂)。以温度 25 ℃ 时每分钟分解 1 μmol 过氧化氢所需的酶量为 1 个酶活力单位(U)。

2 结果与讨论

2. 1 铀尾矿对水稻种子萌发率的影响

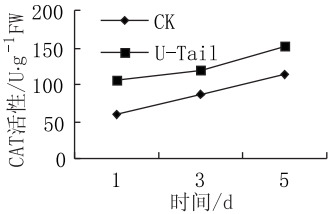
从表 2 中得出, 铀尾矿对水稻种子萌发率没有影响, 而对水稻出苗有较明显的促进作用。从测试的第 2 d 起, 铀尾矿组出苗率高于对照组。说明水稻种子的发芽率受铀尾矿影响小, 但铀尾矿有促进水稻种子出苗的作用。水稻种子萌发是在适宜的温度、湿度、氧气条件下, 活细胞通过酶的催化作用, 把储存于胚乳中的淀粉分解为可溶性葡萄糖, 储藏的蛋白质分解为氨基酸等可溶物, 通过种子盾片上皮细胞吸收转运入胚体进行呼吸代谢, 构建新的胚细胞, 促使胚细胞数增多, 体积增大不断生长的过程。在此过程中, 淀粉酶是一个关键酶, 其活性大小与种子萌发生长呈正相关^[7]。本次实验结果表明铀尾矿对水稻种子萌发并没有毒害作用, 而且水稻出苗整齐。可能的原因是水稻种子萌发时, 向周围环境吸水膨胀的同时, 受到铀尾矿中一些微量金属元素如镍的影响, 引起了决定种子萌发力大小的水解酶——淀粉酶活性的上升, 导致出

表 2 水稻种子萌发率比较(%)

Table 2 Comparison of seed germination rates for the rice (in %)						
项目	第 1 d	第 2 d	第 3 d	第 4 d	第 5 d	总萌发率
对照组	38. 49	82. 80	88. 40	92. 27	99. 02	99. 02
铀尾矿组	35. 73	90. 40	97. 28	98. 91	98. 94	98. 94

苗速度快。也有可能是铀尾矿中的放射性元素的放射性引起种子物质转运快, 促进出苗。具体的机理需要进一步探究铀尾矿胁迫下种子淀粉酶的活力变化以及物质转运情况。

2. 2 铀尾矿对过氧化氢酶(CAT)活性的影响



图中时间为二叶期第 1, 3, 5 d

图 1 水稻幼苗 CAT 活性变化/U · g⁻¹FW

Figure 1 Variation of the CAT activities in rice seedlings (U · g⁻¹ in FW)

图 1 表明, 水稻幼苗 CAT 活性随时间推移呈上升趋势。铀尾矿组的活性一直高于对照组, 但随时间推移, 两者的差距缩小。植物体内最重要的活性氧(ASO)形式主要有超氧阴离子自由基(O₂⁻)、过氧化氢(H₂O₂)、羟自由基(HO ·)、单线态氧(¹O₂)^[8]。许多逆境都能影响植物体内活性氧代谢系统的平衡^[9]。例如引起体内 O₂⁻的含量超过一定阈值, 破坏活性氧与其清除剂之间的动态平衡时, O₂⁻既在体内积累, 从而引起膜脂中不饱和脂肪酸发生过氧化而形成 MDA, 同时, 一部分 O₂⁻在 SOD 的作用下则歧化为 H₂O₂ 和 O₂。过氧化氢对机体的直接危害是引起 Cu, Zn—SOD 并氧化抗坏血酸等有机物; 过氧化氢也可生成氧化能力更强的羟自由基(HO ·), HO · 能作用 DNA 与 RNA 的嘌呤或嘧啶, 从而破坏生物大分子, 在作用于膜蛋白时, 对膜的破坏就特别大^[10]。CAT 是细胞内清除系统的重要成员。当叶片中 H₂O₂ 增加时, H₂O₂ 作为底物可直接激活或者通过诱导基因表达的方式增加这种酶的活性^[11]。本实验中铀尾矿组的活性比对照组的要高, 有利于有效清除 H₂O₂, 减少其在水稻体内的形成和积累。由于能直接引发叶绿素的破坏, 较低水平时有利于叶绿素的保护。这与实验中观察到, 二叶期的第 10 d, 铀尾矿组的水稻幼苗叶片的绿色比对照组明显深, 实验结束时 2 组叶片颜色则接近一

致。

铀尾矿对水稻是一种逆境,但是由于铀尾矿既含有抑制水稻幼苗生长的成分,又含有促进水稻幼苗生长的成分(见表 1),而且低剂量铀的生物毒性较小^[12],所以本实验中铀尾矿组水稻幼苗 CAT 活性上升,且一直高于对照组,与通常认为逆境降低活性氧清除剂的活性不一致。可能是本实验所用的铀尾砂的放射性元素含量低于能破坏活性氧与清除剂之间的平衡的剂量阈值,起了有利于水稻生长的作用,其机理有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 聂永丰. 三废处理工程技术手册[M]. 北京: 化学工业出版社.
- [2] 李旭彤,马如维,郭择得. 核工业某厂铀尾矿库补救行动剂量评价[J]. 辐射防护,2000,(3):159 – 165.
- [3] 上海师范大学生物系,上海农业学校. 水稻栽培生理[M]. 上海: 上海科学技术出版社,1978.
- [4] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册[M]. 上海: 上海科学技

术出版社,1985.

- [5] 王海华,康健,曾富华. 高浓度镍对水稻幼苗生长及酶活性的影响[J]. 作物学报,2001,(6):953 – 956
- [6] B. 施特尔马赫著. 钱嘉渊译. 酶的测定方法[M]. 北京:中国轻工业出版社,1992.
- [7] 施农农,陈志伟,贾秀英. 镉胁迫下水稻种子的萌发生长及体内水解酶的活性变化[J]. 农业环境保护,1999,18(5):213 – 216.
- [8] 蒋明义,郭绍川. 水分亏缺诱导的氧化胁迫和植物的抗氧化作用,杂交水稻抗性生理与生物化学[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社,1996.
- [9] 王建华,刘鸿先,徐同. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用[J]. 植物生理学通讯,1989,(1):1 – 5.
- [10] 范树阳,郭绍川. 杂交稻对温度胁迫的抗性与体内活性氧清除剂的关系[J]. 植物学报,1992,34(9):669 – 675
- [11] 曾富华,罗泽华. 活性氧及其清除剂诱导抗病作用与影响膜脂过氧化作用的关系,水稻诱导抗病的生理学与生物化学[M]. 北京: 中国科学技术出版社,2001.
- [12] 周维金,唐任寰,石金元,等. 微量放射性元素铀、钨的生物毒性研究——以梨形四膜虫为生物模型[J]. 核化学与放射化学,1989,11(2):91 – 95.