

土壤石油污染对2种藜科植物种子发芽率的影响

张丽辉 刘爽 赵骥民* (长春师范学院生命科学学院, 吉林长春 130032)

摘要 [目的] 筛选土壤石油类污染敏感指示指标、确定石油类污染土壤生物修复植物。[方法] 在实验室人工控制条件下, 研究不同浓度土壤石油污染对2种藜科植物种子萌发的影响。[结果] 土壤石油污染质量分数为500 ng/kg时, 对2种藜科植物种子的出芽都有一定的促进作用, 对翅碱蓬的促进作用大于碱蓬, 土壤石油污染浓度在1 000~30 000 ng/kg时, 皆抑制2种种子的出芽, 对翅碱蓬的抑制小于碱蓬。[结论] 在土壤污染情况下种子萌发率具有某种程度的不确定性, 土壤石油污染对2种藜科植物种子萌发的抑制率指标只能作为生态评价的初级指标或土壤开始发生污染的信号, 而不宜作为深度评价的标准。

关键词 石油污染; 碱蓬; 翅碱蓬; 种子发芽率

中图分类号 Q945.78 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)34-10995-02

Effects of Petroleum Contaminated Soil on Seed Germination Rate of 2 Kinds of Chenopodiaceae Plants

ZHANG Li-hui et al (College of Life Science, Changchun Teachers College, Changchun, Jilin 130032)

Abstract [Objective] The aim of the study was to screen the sensitive indicator indices of petroleum pollution in soil and ascertain bioremediation plants in soil contaminated by petroleum. [Method] Under the artificially controlled condition in laboratory, the influences of petroleum pollution in soil with different concentrations on seed germination of 2 kinds of chenopodiaceae plants were studied. [Result] When the petroleum pollution concentration in soil was 500 ng/kg, it both had some promoting effect on seed germination of 2 kinds of chenopodiaceae plants, and the effect on *Salsola hetroptera* was bigger than that on *Salsola glauca*. When the petroleum pollution concentration in soil was at 1 000~30 000 ng/kg, it could all restrain seed germination of 2 kinds of chenopodiaceae plants, and the effect on *Salsola hetroptera* was smaller than that on *Salsola glauca*. [Conclusion] The seed germination rate had uncertainty to some degree under soil contamination condition, the index of inhibiting rate of petroleum pollution in soil on 2 kinds of chenopodiaceae plants could only be the primary index of ecological evaluation or the signal of pollution starting to occur in soil and couldn't be the standard of depth evaluation.

Key words Petroleum pollution; *Salsola glauca* Bunge; *Salsola hetroptera* Kitag; Seed germination rate

石油作为现代工业的血液, 在世界经济发展中发挥了极其重要的作用, 为推动人类物质文明进步做出了巨大的贡献。在石油勘探、开采、储运和炼制过程中, 由于操作不当或事故泄漏、检修等原因, 部分石油会洒落地面, 造成土壤污染^[1-4]。碱蓬(*Salsola glauca* Bunge)、翅碱蓬(*S. hetroptera* Kitag)均为1年生草本积盐植物, 是优良耐盐牧草^[5-7]。碱蓬和翅碱蓬在土壤石油污染生物修复方面有较大潜力, 近年来有参与植物修复石油污染土壤趋势^[8]。利用高等植物生长状况监测土壤污染程度是从生态学角度衡量土壤健康状况、评价土壤环境质量重要方法之一^[9]。目前高等植物毒理试验方法主要有3种, 即根伸长、种子发芽和早期植物幼苗生长试验, 已应用到废物倾倒点、土壤污染现场以及土壤生物修复过程^[10]。国内外已有土壤石油污染对不同植物生长发育影响的研究以及个别植物在石油类污染土壤生物修复中的作用等方面的研究。笔者选择石油作为土壤污染物, 探讨不同浓度矿物油类污染物对2种藜科植物种子萌发的影响, 为筛选土壤石油类污染敏感指示指标、确定石油类污染土壤生物修复植物提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材料 供试材料为碱蓬、翅碱蓬种子, 均来源于吉林省长岭县种马场东北师范大学草地生态研究站。受试物为松源油田石油。发芽基质是无任何污染的东北黑土, 取自长春师范学院院内。

1.2 方 法

1.2.1 土壤处理。 采集土壤风干。称重将土样分成0.5 kg的若干份, 放入花盆中作为种子发芽、生长的基质。先将石油融入石油醚中, 然后定量向各盆土壤中加入石油, 使石油浓度依次为0(CK)、500、1 000、5 000、15 000、30 000 ng/kg,

每个浓度设3次平行重复, 拌匀, 待用。

1.2.2 种子消毒。 将碱蓬、翅碱蓬种子分别在0.05%高锰酸钾溶液中浸泡0.5 h, 倾倒入高锰酸钾溶液, 用蒸馏水冲洗3次, 洗掉种子表面残留的高锰酸钾溶液。然后, 用滤纸将种子表面水分吸干。

1.2.3 播种。 2006年11月1日播种, 分别把碱蓬、翅碱蓬种子均匀散播, 3~5 cm深, 每盆中50粒种子。种子撒播后头一次浇足水分, 以后采用喷撒方式保持适宜的土壤湿度。种子在室内试验台上向阳处、室温(15~20℃)、自然采光条件下发芽、生长。11月25日试验结束。

1.3 测定项目及数据处理 从对照组种子发芽第1天起, 观察6 d, 测量碱蓬、翅碱蓬种子的发芽率; 种子发芽观察结束, 开始观察幼苗生长, 11月25日量取幼苗高度, 称取幼苗鲜重及幼苗根、茎、叶的鲜重。利用Excel表格处理数据, 作出线性回归图表。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的土壤石油污染对种子萌发的影响 从表1可以看出, 不同浓度的土壤石油污染对2种种子的萌发皆有一定影响, 种子相对对照的发芽率随着土壤石油浓度的变化而变化。当土壤石油污染浓度为500 ng/kg时, 碱蓬的发芽率比对照组高1.94%, 翅碱蓬的发芽率比对照组高3.70%。可见, 2种藜科植物种子的发芽率均高于对照组, 说明在此浓度下, 土壤石油污染对2种种子的出芽有一定的促进作用, 并且对翅碱蓬的促进作用高于碱蓬。土壤石油污染浓度在1 000~30 000 ng/kg时, 2种种子的相对发芽率皆随石油浓度的增加而降低。相关分析表明, 石油浓度与种子相对发芽率之间有较好的线性关系。石油浓度与碱蓬种子相对发芽率的相关系数 $r = -0.8764, r > r_{0.05}(P < 0.05)$, 表明碱蓬种子相对发芽率与石油浓度间线性负相关显著; 与翅碱蓬种子相对发芽率的相关系数 $r = -0.8330, r > r_{0.05}(P < 0.05)$, 表明翅碱蓬种子相对发芽率与石油浓度间线性负相关显著。通

作者简介 张丽辉(1971-), 女, 河北昌黎人, 在读硕士, 实验师, 从事植物学和生态学的教学与研究。* 通讯作者。

收稿日期 2007-07-06

过2 平均数间的 Aspin-Welch 检验,土壤石油污染浓度为 1 000 ~30 000 ng/kg 时碱蓬种子发芽数与对照组间呈显著性差异($P < 0.01$),土壤石油污染浓度为30 000 ng/kg 的翅碱蓬种子发芽数与对照组间呈显著性差异($P < 0.05$)。

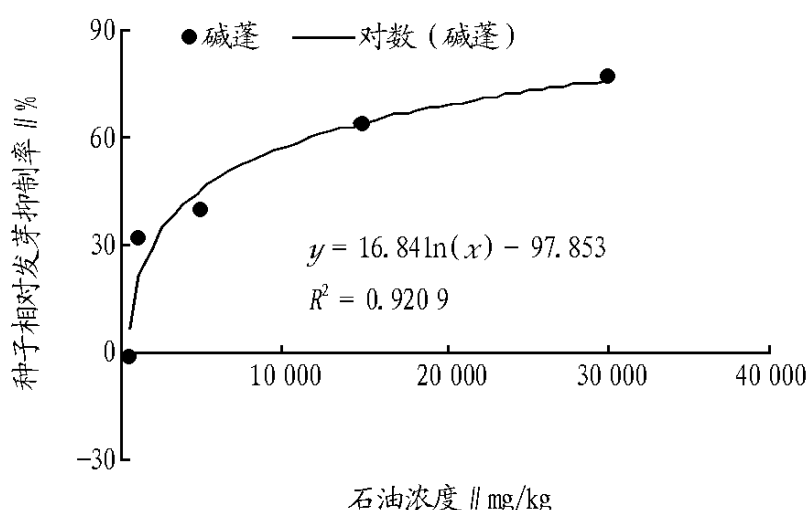
表1 不同浓度的土壤石油污染对碱蓬、翅碱蓬发芽率的影响

石油浓度 ng/kg	碱蓬		翅碱蓬	
	平均值 株	相对发芽率 %	平均值 株	相对发芽率 %
0(CK)	34.33 ±2.08	100.00	27.00 ±5.29	100.00
500	35.00 ±1.00	101.94	28.00 ±2.00	103.70
1 000	23.33 ±2.52**	67.96	26.33 ±2.52	97.53
5 000	20.67 ±2.52**	60.19	17.67 ±2.52	65.43
15 000	12.33 ±2.08**	35.92	17.33 ±2.08	64.20
30 000	8.00 ±2.65**	23.30	15.00 ±2.65*	55.56

注:*、** 分别表示差异在0.05、0.01 水平显著。

2.2 不同浓度的土壤石油污染对种子发芽相对抑制率的影响

由图1 可以看出,碱蓬种子相对发芽抑制率的对数回归



方程中的 $R^2 = 0.9209$, $n = 3$ ($P < 0.05$),说明土壤石油污染对碱蓬种子发芽相对抑制率与石油浓度的对数值线性呈显著正相关;翅碱蓬种子相对发芽抑制率的对数回归方程中的 $R^2 = 0.9405$, $n = 3$ ($P < 0.05$),说明土壤石油污染对翅碱蓬种子发芽相对抑制率与石油浓度的对数值线性呈显著正相关。由图1 还可以直观地看出,土壤石油污染对碱蓬种子发芽的相对抑制率明显高于同浓度下的翅碱蓬种子发芽的相对抑制率。

3 结论与讨论

土壤石油污染浓度为500 ng/kg 时,对2 种藜科植物种子的出芽都有一定的促进作用,对翅碱蓬的促进作用大于碱蓬;土壤石油污染在1 000 ~30 000 ng/kg 时,抑制2 种种子的出芽,对翅碱蓬的抑制小于碱蓬。研究表明,尽管土壤石油浓度与2 种藜科植物种子相对发芽率之间呈对数线性相关,但仍具有一定的发芽率。种子发芽过程不仅受外界环境的

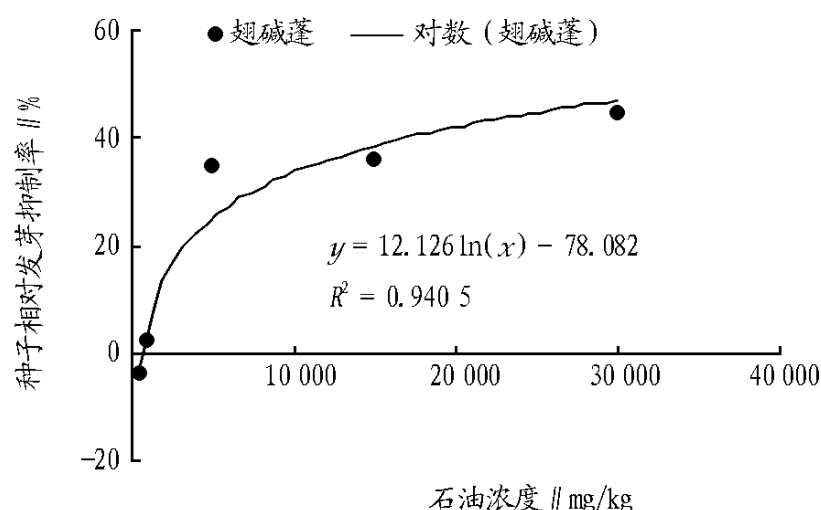


图1 不同浓度的土壤石油污染对2 种藜科植物种子发芽相对抑制率的影响

影响,而且可以从胚根内得到养分供给,其中水分是种子萌发期最重要的限制因子。此外,种子的结构具有多种物理和生化防范功能,能够有效阻止有毒物质的进入,因而土壤污染对种子发芽的毒害作用在一定范围内仅表现为部分抑制,只有土壤污染严重时种子发芽才能完全被抑制^[10]。由于种子萌发率在土壤污染情况下具有某种程度的不确定性,石油对2 种藜科植物种子萌发的抑制率指标就只能作为生态评价的初级指标或土壤开始发生污染的信号,而不宜作为深度评价指标。

参考文献

- [1] 丁克强. 真菌对石油污染土壤的降解研究[J]. 微生物学杂志,1999(12):5-7.
- [2] 郑天凌,庄铁城,蔡立哲,等. 微生物在海洋石油污染环境中的生物修

复作用[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2001,40(2):67-71.

(上接第10994 页)

- [3] 许华夏,张春贵. 微生物降解石油污染的土壤[J]. 辽宁城乡环境科技,1998,18(6):14-17.
- [4] 许端平,王波. 土壤中石油烃类污染对高粱玉米生长的影响研究[J]. 矿业快报,2006,22(12):28-30.
- [5] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 第25 卷:第二分册[M]. 北京:科学出版社,1979:115-135.
- [6] 朱兴运,李锋瑞,毛玉林,等. 改良硫酸盐盐土的理想牧草[J]. 中国草业科学,1998(1):45-47.
- [7] 谷奉天. 开发盐地碱蓬绿色系列食品研究[J]. 滨州教育学院学报,1999,5(3):32-36.
- [8] 许崇彦,刘宪斌,刘占广,等. 翅碱对石油烃污染的海岸带修复的初步研究[J]. 安全与环境学报,2007,7(1):37-39.
- [9] 张松林,赵首彩,顾娟. 土壤柴油污染对紫花苜蓿种子发芽率的影响[J]. 环境科学与技术,2004,27(5):88-104.
- [10] 宋玉芳,许华夏,任丽萍. 土壤重金属对白菜种子发芽与根伸长抑制的生态毒性效应[J]. 环境科学,2002,23(1):103-107.
- [11] 路丙社,白志英,孙浩元,等. 土壤含水量对阿月浑子叶片净光合速率及叶绿素荧光参数的影响[J]. 园艺学报,2004,31(6):727-731.
- [12] 史胜青,袁玉欣,杨敏生,等. 水分胁迫对4 种苗木叶绿素荧光的光化学淬灭和非光化学淬灭的影响[J]. 林业科学,2004,40(1):168-173.
- [13] 杨晓青,张岁岐,梁宗锁,等. 水分胁迫对不同抗旱类型冬小麦幼苗叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北植物学报,2004,24(5):812-816.
- [14] 冯建灿,胡秀丽,苏金乐,等. 保水剂对干旱胁迫下刺槐叶绿素a 荧光动力学参数的影响[J]. 西北植物学报,2002,22(5):1144-1149.
- [15] 赵丽英,邓西平,山仑. 渗透胁迫对小麦幼苗叶绿素荧光参数的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(7):1261-1264.
- [16] 段爱国,保尔江,张建国. 水分胁迫下华北主要造林树种离体枝条叶片的叶绿素荧光参数[J]. 林业科学研究,2005,18(5):578-584.
- [17] 温国胜,王林和,张国盛. 干旱胁迫条件下臭柏的气体交换与荧光特征[J]. 浙江林学院学报,2004,21(4):361-365.
- [18] 张秋英,李发东,刘孟雨,等. 水分胁迫对小麦旗叶叶绿素a 荧光参数和光合速率的影响[J]. 干旱地区农业研究,2002,20(3):80-84.
- [19] 李延菊,李宪利,高东升,等. 扁桃叶绿素荧光特性的研究[J]. 落叶果树,2006(3):1-4.

- [18] 路丙社,白志英,孙浩元,等. 土壤含水量对阿月浑子叶片净光合速率及叶绿素荧光参数的影响[J]. 园艺学报,2004,31(6):727-731.
- [19] 史胜青,袁玉欣,杨敏生,等. 水分胁迫对4 种苗木叶绿素荧光的光化学淬灭和非光化学淬灭的影响[J]. 林业科学,2004,40(1):168-173.
- [20] 杨晓青,张岁岐,梁宗锁,等. 水分胁迫对不同抗旱类型冬小麦幼苗叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北植物学报,2004,24(5):812-816.
- [21] 冯建灿,胡秀丽,苏金乐,等. 保水剂对干旱胁迫下刺槐叶绿素a 荧光动力学参数的影响[J]. 西北植物学报,2002,22(5):1144-1149.
- [22] 赵丽英,邓西平,山仑. 渗透胁迫对小麦幼苗叶绿素荧光参数的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(7):1261-1264.