

石油污染土壤对向日葵生长的影响

李春荣¹, 王文科¹, 曹玉清², 王丽娟¹

(1. 长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054; 2 吉林大学 资源与环境学院, 吉林 长春 130023)

[摘要] 以美国油料向日葵 G101 为材料, 通过田间试验, 研究了土壤石油污染质量浓度为 10 000 mg/kg 时, 对向日葵生理性状、产量性状、农艺性状及籽仁质量的影响。结果表明: 石油污染土壤对向日葵群体叶面指数从苗期至成熟期均有显著影响。葵盘直径、茎秆直径、株高、叶片数、百粒重和生物量分别缩小或降低 10.7%、7.4%、7.2%、10.0%、16.7% 和 21%; 空秕率提高 2.4 倍; 对根系与地上部分的抑制作用无显著差异。该污染浓度下石油对向日葵发芽出苗率、籽仁中粗脂肪和粗蛋白质含量无显著影响; 葵盘腐烂病发生率、分枝发生率有所提高。

[关键词] 向日葵; 石油污染; 土壤; 生理性状

[中图分类号] X503.23 [文献标志码] A [文章编号] 1672-6561(2006)04-0097-03

Influences of Petroleum-contaminated Soil on Growth of Sunflower

LI Chun-rong¹, WANG Wen-ke¹, CAO Yu-qing², WANG Li-juan¹

(1. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. School of Resources and Environment, Jilin University, Changchun, 130023, Jilin, China)

Abstract: This paper used the sunflower as the sample, doing the field experiment, to study the effects of petroleum-contaminated soil with the concentration of 10000mg/kg on the sunflower in respect of its physiological process, yields, agricultural character and seed quality. The main findings are as follows: petroleum-contaminated soil affected the leaves index of sunflower seriously from budding stage to blossom stage, the period of blossom and cropping stage; sunflower-plate diameter, stalk diameter, plant height, leaves number, one hundred-grain weight, biomass reduced 10.7%, 7.4%, 7.2%, 10.0%, 16.7% and 21% respectively; empty-grain rate had been increased 2.4 times; there was no obvious difference of the restraints to the roots and the part over-earth; the effect on emergence, fat and protein contents in seeds was not seriously under such contamination concentration; the rate of S. Sclerotium and branching had increased slightly.

Key words: sunflower; petroleum contamination; soil; physiological process

0 引言

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。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及检修等原因, 会使一些石油洒落地面, 造成土壤污染。据报道^[1], 石油企业每年产生落地油约为 700×10^4 t, 各油田每作业 1 次遗留于井场的落地油约为几十到几

百公斤。一些油井口周围 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 范围为高污染区, 地面呈黑色; $50 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ 范围有原油、油泥散落, 为严重污染区。地面溢油加上遗留井场钻井泥浆池和作业泥浆池, 一般井场周围污染在 $1\,000 \sim 2\,000 \text{ m}^2$ 间, 经雨水冲刷还会导致污染范围进一步扩大。

石油进入土壤后, 会破坏土壤结构, 分散土粒, 使土壤的透水性降低; 其富含的反应基能与无机氮、磷结合并限制硝化作用和脱磷作用, 从而使土壤肥力降低。石油污染对作物的产量性状、农艺性

[收稿日期] 2006-03-21

[基金项目] 国家自然科学基金项目(G40472131)

[作者简介] 李春荣(1960—), 男, 陕西洛川人, 副教授, 博士研究生, 从事水、土污染生物修复研究。

状、品质性状及抗病虫能力、抗倒伏性能等可产生不同程度的影响^[2]。笔者以抗旱、抗瘠薄能力强,适应陕北环境气候条件,生长快,根系发达,生物量较大的向日葵作为研究对象,通过田间试验,研究了石油污染黄土对向日葵生长的影响,为石油污染土壤生物修复筛选适宜植物奠定了基础。

1 材料与方法

1.1 试验场地概况

试验场地选定在陕北黄土高原洛川塬(210 国道 719 km 处路西 500 m),海拔 1 200 m。土质为粉质粘土,肥力适中,前茬作物为蔬菜,土壤 pH 为 7.2,总氮质量分数为 0.15%,总磷为 0.13%。

1.2 试验品种

试验品种为美国油料向日葵 G101,购于洛川县种子公司。原油取自延安炼油厂。

1.3 试验设计

试验田分为 U 区和 S 区(未设重复组)。U 区按土壤干密度在 20 cm 耕作土层中拌入 1%原油。S 区为对照区。每区面积 4 m×4 m,种植行距 0.5 m,株距 0.4 m,共 7 行。5 月 14 日播种,播种前和生育季节适时灌溉,采用常规田间管理。

1.4 测定内容及方法

播种后按单株记载出苗期,计算出苗率;每区选取 6 株植株分别于苗期、现蕾期、花期、和成熟期测量每片叶的长(L)和宽(W),根据叶面积(LA)= $L\times W\times 0.68$ 计算叶面积^[3],由叶面积与种植密度的乘积计算叶面指数。收获前后测定以下指标(取第 2,4,6 行连续 6 株的平均值):单株子实产量,单株生物量,单株根系质量(20 cm×20 cm×30 cm),茎秆直径(成熟期在 10~11 叶片间测量),株高(成熟期,测量地平面至花托基部的长度),叶片数(第 1 对真叶至茎秆最上部叶片的总数),葵盘直径,每盘饱满子实数,每盘空秕子实数,百粒重。统计葵盘腐烂病及分枝发生率。每个试验区随机取 4 株向日葵子实样品,每份样品均去瘪粒,于 60℃下干燥 24 h,采用油重法测定粗脂肪含量,半微量凯氏法测定粗蛋白质含量。

2 结果与讨论

2.1 石油污染土壤对叶面指数的影响

表 1 表明两个试验区的向日葵叶面积指数。

表 1 石油污染土壤对向日葵叶面积指数的影响

Tab. 1 Effect of Petroleum Contaminated Soil on Leaves Index of Sunflower

样本 编号	苗期		现蕾期		花期		成熟期	
	S 区	U 区	S 区	U 区	S 区	U 区	S 区	U 区
1	0.622	0.432	1.826	1.440	2.165	1.716	0.775	0.434
2	0.629	0.438	1.863	1.375	2.222	1.890	0.729	0.470
3	0.641	0.452	1.746	1.342	2.235	1.901	0.709	0.436
4	0.647	0.456	1.778	1.393	2.098	1.810	0.760	0.451
5	0.609	0.418	1.818	1.386	2.09	1.796	0.748	0.476
6	0.615	0.432	1.809	1.410	2.258	1.779	0.731	0.445
平均值	0.627	0.438	1.807	1.391	2.178	1.815	0.742	0.452
时间/月~日	6~18		7~10		8~15		9~26	

从表 1 可以知,S 区和 U 区叶面积指数变化趋势相似:在苗期后,迅速增大,进入现蕾期作物群体叶面积还在增大,至盛花期叶面指数达到最大;花期后,植株下部叶面开始衰老死亡,作物群体光和面积减小,叶面指数下降。表 1 中数据经 t 检验($\alpha=0.05$)表明:从苗期到现蕾期、花期至成熟期,污染区与对照区叶面指数间均有显著性差异,说明石油污染土壤对向日葵群体叶面积指数有较大影响。

2.2 石油污染土壤对向日葵产量性状的影响

表 2 给出了 S 区和 U 区处理样本花盘直径、饱满粒数、未饱满粒数及百粒质量的平均值。

表 2 石油污染土壤对向日葵产量性状的影响

Tab. 2 Effect of Petroleum Contaminated Soil on Yields of Sunflower

试验区	葵盘直径/cm	饱满子实数/个	空秕子实数/个	百粒质量/g
S	20.63	712.28	143.17	11.08
U	18.41	541.32	256.41	9.24

从表 2 可知,污染土壤比未污染土壤花盘直径平均缩小 10.76%,空秕率增加 2.4 倍,百粒质量降低 16.7%。这些影响原因可能是土壤受污染后,石油烃的疏水性使之对土壤中的一些无机的甚至有机的营养要素产生“屏蔽”,从而影响向日葵对这些营养物质的运输、转化与分配功能,表现为对花盘细胞伸长的抑制,对光和产物向子实运输能力减弱,导致干物质积累减少,使管状花受精能力减弱,空秕率提高。

2.3 石油污染土壤对向日葵农艺性状的影响

表 3 为两个试验区出苗率及成熟期株高、茎粗、叶片数、生物量和冠/根比测定结果。这些性状

是反映向日葵生育、生长状况的有效指标。

表 3 石油污染土壤对向日葵农艺性状的影响

Tab. 3 Effect of Petroleum Contaminated Soil on Agricultural Character of Sunflower						
试验区	出苗率/ %	茎秆直 径/mm	株高/ m	叶片 数/个	单株生物 量*/g	冠/根比
S	100	29.8	3.21	35.0	265.8	2.86
U	100	27.6	2.98	31.5	210.9	2.85

*生物量构成因子: 茎秆重+ 葵盘重+ 粒重(因作物成熟时叶重比例占的很少, 故在此忽略)

表 3 可看出, 土壤石油污染质量浓度在 10 000 mg/kg 时, 向日葵仍可以正常发芽出苗; 茎秆直径、株高和叶片数分别减少 7.4%、7.2%和 10.0%; 单株生物量降低最为明显, 达到 21%。对 18 个样本的冠/根比进行 *t* 检验($\alpha=0.05$)表明, 污染区与对照区冠/根比没有显著性差异, 说明在给定污染浓度下, 石油对向日葵根系生长没有特殊的抑制作用。

2.4 石油污染土壤对籽仁品质性状的影响

向日葵粗脂肪和蛋白脂含量与品种的遗传因子、经度、纬度、气象因素和栽培条件关系密切。表 4 给出了土壤石油污染后向日葵籽仁粗脂肪和蛋白质含量测定结果^[4-5]。

表 4 石油污染土壤对向日葵籽仁中粗脂肪和粗蛋白质含量的影响

Tab. 4 Effect of Petroleum Contaminated Soil on Contents of Oil and Protein in Seeds of Sunflower				
样本 编号	w(粗脂肪)/%		w(蛋白质)/%	
	S 区	U 区	S 区	U 区
1	41.86	40.25	16.36	14.97
2	39.30	41.09	15.57	16.36
3	41.50	38.10	16.74	16.76
4	39.84	37.40	17.06	15.27
平均值	40.63	39.21	16.38	15.84

对表 4 中数据进行 *t* 检验($\alpha=0.05$), 结果表明: 污染区籽仁中粗脂肪及蛋白质含量与对照区相比均无显著性差异, 污染区含油量仅低于对照区 4.5%, 蛋白质含量低 3.3%。

2.5 石油污染土壤对葵盘腐烂病及分枝化的影响

成熟期对对照区和污染区葵盘腐烂病发生率及分枝化情况进行了统计, 结果见表 5。

统计结果表明: 与对照区比较, 土壤石油污染后葵盘腐烂病发生率有所提高, 但仍在轻度感染范围^[6]。

向日葵分枝现象发生与土壤和栽培管理措施有

关。表 5 表明: 石油土壤污染后, 分枝化程度有提高。可能因当土壤营养失衡(某种营养源过盛), 即自然界出现不正常环境时, 在土壤瘠薄环境胁迫下(不正确的栽培耕作方法和时期)物种的种性决定其本身为保持其种性的延续, 本来处于休眠状态的腋芽自身打破休眠开始分化以保证在生长点受抑制时通过腋芽开花结实来保证在本生长期种性的延续。

表 5 石油污染土壤对葵盘腐烂病及分枝化发生率的影响

Tab. 5 Effect of Petroleum Contaminated Soil on the Rate of S. Sclertiorum and Branching					
试验区	植株数/个	葵盘腐烂病		分枝化*	
		病株数/个	发生率/%	分枝株数/个	发生率/%
S	62	6	9.7	0	0
U	62	9	14.5	4	6.5

*分枝均属上部分枝

3 结论

(1)石油污染土壤对向日葵群体叶面指数从苗期到现蕾期、花期至成熟期均具有显著影响。

(2)石油污染土壤使向日葵生长受到抑制。当石油污染质量浓度在 10 000 mg/kg 时, 葵盘半径、茎秆直径、株高、叶片数、百粒质量和生物量分别缩小或降低 10.7%、7.4%、7.2%、10.0%、16.7%和 21%; 对根系与地上部分的抑制作用无显著差异; 对向日葵发芽出苗率, 籽仁中粗脂肪和蛋白质含量无显著影响。

(3)石油污染土壤使向日葵籽空秕率显著提高, 较对照区提高了 2.4 倍。

(4)石油污染土壤使葵盘腐烂病发生率、分枝发生率有所提高。

[参 考 文 献]

[1] 李凯锋, 温 青, 夏淑梅. 石油污染土壤的生物处理技术[J]. 应用科技, 2000, 29(10): 62-64.

[2] 孙 清, 陆秀君, 梁成华. 土壤的石油污染研究进展[J]. 沈阳农业大学学报, 2002, 35(5): 390-393.

[3] Girbhar I K. Responses of Sunflower Under Salt Water Irrigation and in Various Rhizosphere Saline Concentration[J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1989, 58(8): 500-503.

[4] 中华人民共和国商业部. GB5512-85 粮食、油料检验粗脂肪测定方法[S]. 北京: 国家标准局, 1986.

[5] 中华人民共和国商业部. GB5511-85 粮食、油料检验粗蛋白质测定方法[S]. 北京: 国家标准局, 1986.

[6] 李淑琴, 刘运华, 于军华. 向日葵 3 盘型菌核病防治技术研究[J]. 现代化农业, 2004, 9: 7-9.