

网络出版时间:2012-07-18 11:05

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120718.1105.025.html>

垃圾渗滤液对香菜的生理毒害作用

易 秀,陈生婧,徐景景,魏 茅

(长安大学 环境科学与工程学院,陕西 西安 710054)

[摘要] **【目的】**研究不同体积分数垃圾渗滤液对香菜生长的影响,旨在为探明垃圾渗滤液对植物的毒害机理,从而为渗滤液的达标排放提供科学依据。**【方法】**以新西兰大叶香菜为研究对象,采用盆栽试验和培养皿法,研究不同体积分数(0%(对照),50%,67%,75%)垃圾渗滤液对香菜叶片叶绿素含量、外渗电导率、蛋白质含量及种子发芽率和发芽势的影响。**【结果】**1)随着垃圾渗滤液体积分数的增大,香菜叶片中叶绿素含量逐渐减少,当渗滤液体积分数为75%时,香菜叶片叶绿素含量降至最小值9.21 mg/g;香菜叶片叶绿素a/b值总体也呈减小的趋势。2)随着渗滤液体积分数的增大,香菜叶片外渗电导率呈正比例增加,当渗滤液体积分数为75%时,叶片外渗电导率达到最大值512.0 mS/cm。3)当渗滤液体积分数从0%增加到67%时,香菜叶片中蛋白质含量降至最小值8.26 g/kg;之后随着渗滤液体积分数的增加,香菜叶片蛋白质含量呈增大的趋势。4)随着渗滤液体积分数的增加,香菜种子发芽率和发芽率均呈先增加后减小的趋势。**【结论】**不同体积分数垃圾渗滤液均可导致香菜叶片光合作用减弱;当体积分数高于67%时,渗滤液会毒害香菜种子,使其发芽率和发芽势降低。

[关键词] 垃圾渗滤液;香菜;生理特性;毒性效应

[中图分类号] X171.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)08-0166-05

Physiological toxic effects of leachate on coriander

YI Xiu, CHEN Sheng-jing, XU Jing-jing, WEI Mao

(College of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: **【Objective】** The research was made in order to understand toxic effects of leachate on growth of coriander to probe into toxicant mechanisms of leachate on plants, and to provide scientific basis for discharge standards of leachate. **【Method】** Some pot experiments and Petri dishes method have been processed, and effects of different volumes of leachate (0% (CK), 50%, 67%, 75%) on chlorophyll contents, exosmose conductivity rate, protein contents, germination rates and germination potential have been studied by taking coriander as a research object. **【Result】** The results show that the chlorophyll contents of coriander leaf decrease gradually with the increase of leachate volume fractions. When the volume fraction of leachate is 75%, the chlorophyll contents of coriander reach the minimum, which is 9.21 mg/g. And chlorophyll a/b value shows decreasing trend totally. With the increase of leachate volume fraction, exosmose conductivity rate of coriander leaf increases in a direct ratio. When the leachate volume fraction is 75%, exosmose conductivity rate of coriander leaf reach the maximum 512.0 mS/cm. Leachate volume fractions increase from 0% to 67%, protein contents fall down to the minimum 8.26 g/kg, and then with the increase of leachate volume fraction, protein contents show an increase trend. With the increase of leachate volume fraction, germination potential and germination rates all show an increase trend firstly and then a

* [收稿日期] 2012-01-05

[基金项目] 教育部高等学校学科创新引智计划项目(B08039)

[作者简介] 易 秀(1965—),女,青海西宁人,教授,博士,硕士生导师,主要从事土壤与水资源环境污染防治研究。

E-mail: xa_yixiu@163.com

decrease.【Conclusion】Photosynthesis of coriander is weakened in different leachate volume fractions. While leachate volume fraction is over 67%, coriander seeds are poisoned, and germination potential and germination rates decrease.

Key words: leachate; coriander; physiological properties; toxic effect

随着城市垃圾产量的增多和垃圾组成的复杂化,垃圾简易堆放所带来的卫生、安全和社会问题日渐突出,迫切需要对垃圾进行无害化处理^[1-3]。由于城市垃圾卫生填埋具有其他处理方式所无法比拟的经济和技术优势,在过去数十年中甚至现在,许多发达国家仍将垃圾卫生填埋作为其处理垃圾的首要方式^[4-5]。但垃圾卫生填埋场存在很多问题,其中填埋阶段以及填埋场封场后监管期间产生的渗滤液就是一个棘手的问题。填埋场产生的渗滤液是一种高浓度的有机废液,不仅数量大,而且具有成分复杂、含量高、变异性大、可生化性差、处理困难等特点,一旦进入土壤或地下水,将对环境造成污染,并对植物产生生理毒害作用^[6-10]。本试验以垃圾渗滤液为研究对象,通过香菜盆栽试验,研究不同体积分数垃圾渗滤液对香菜发芽势、发芽率、叶绿素含量、叶片外渗电导率及蛋白质含量的影响和危害特点,旨在探明垃圾渗滤液对植物的毒害机理,从而为渗滤液的达标排放提供科学依据。

1 研究方法

1.1 供试土壤

试验用土取自西安市雁塔区。供试土壤属褐土类,其中粒径 0.01 和 0.001 mm 的土壤颗粒含量分别为 49.3%,18.7%;土壤 pH 值为 8.26,体积质量为 1.28 g/cm³,有机质、全氮、全磷含量分别为 12.6,0.91 和 0.75 g/kg,CaCO₃ 含量为 96.3 g/kg,Al₂O₃ 和 Fe₂O₃ 含量分别为 54.2%,15.4%。

1.2 供试植物

选取发育正常、无霉、无蛀、完整而没有任何损坏的新西兰大叶香菜(*Coriandrum sativum*)种子进行试验。新西兰大叶香菜属于伞形科 1 年生或 2 年生草本,株高 30~100 cm。

1.3 供试垃圾渗滤液

垃圾渗滤液取自西安市江村沟垃圾填埋场,其 pH 值为 7.89,COD 为 21 600 mg/L,BOD₅ 为 8 300 mg/L,悬浮物为 3 549 mg/L,NH₃-N 和总 P 含量分别为 2 369,3.71 mg/L,碱度为(以 CaCO₃ 计)1 440 mg/L;垃圾渗滤液中重金属 Cr、Cd、Pb、Cu、Zn 和 As 含量分别为 0.344,0.028,0.215,0.406,

0.927 和 0.049 mg/L,Hg 未检出。

1.4 试验方法

1.4.1 香菜盆栽试验 将采集的土壤风干,过孔径 2 mm 筛,分装在直径 15 cm、高 20 cm 的塑料盆内,每盆装 1 kg 土。试验中将垃圾渗滤液原液用去离子水稀释成体积分数分别为 0%(对照,CK),50%,67%和 75%的 4 个处理,取各处理液 500 mL 加入土壤,各处理重复 4 次。放置 2 周,待土壤与垃圾渗滤液中污染物达到平衡后播种。播种时将盆内土壤表面抚平,用镊子将清水中浸泡 10~12 h 后的香菜种子均匀置入,每盆 100 粒。放置种子时,保持种子胚根末端和生长方向呈一直线,微微压实,控制适宜的土壤含水量。将盆置于室外自然条件下,每隔 3~4 d 浇水 1 次。灌水时用一细塑料管插入土内灌。试验期间不施任何化肥。播种 2 周后,将幼苗连根拔起,用自来水冲去泥沙,然后把幼苗放在盘子里,用剪刀直接在种子附近剪断,地上部分用蒸馏水洗干净,称质量。将洗好的幼苗及根系阴干,再称质量,以备测定有关项目。

1.4.2 香菜发芽势和发芽率试验 将香菜种子用去离子水清洗数遍后,用消毒液(称取 0.5 g 氯代酚汞加入 3.7 mL 1 mol/L NaOH 混合,加 500 mL 蒸馏水配制而成)浸泡 1.5 h,然后在滤纸上晾干。

将垃圾渗滤液原液用去离子水稀释成体积分数分别为 0%,50%,67%,75%的渗滤液,备用。在培养皿(直径 9 cm)内放入等径滤纸 2 张作为发芽床。在发芽床上加入 10 mL 不同体积分数渗滤液,加入时应避免滤纸下面产生气泡。然后用镊子将种子腹沟朝下,整齐的排列在发芽床上。每个发芽床上摆放 50 粒香菜种子,盖上培养皿盖,置于 20~25 ℃下进行培养。每日观察,分别于第 3 天和第 7 天记录香菜种子的发芽情况,将感染霉菌的种子及时除去。判定种子是否发芽标准为:在正常发育的幼根中,其主根长度不短于种子长度,幼芽长度不短于种子长度的 1/2 者,为具有发芽能力的种子。以此标准对种子进行观察、计数^[11],计算种子发芽势和发芽率:发芽势=规定天数(3 d)内已发芽的种子粒数/供作发芽的种子总粒数×100%,发芽率=全部发芽的种子粒数/供作发芽的种子总粒数×100%。

1.5 测定项目及方法

叶绿素 a 和叶绿素 b 含量用丙酮提取、分光光度法测定^[12],叶片外渗电导率用电导仪法测定^[13],叶片蛋白质含量用凯氏定氮法测定^[14]。

2 结果与分析

2.1 不同体积分数渗滤液对香菜叶片叶绿素含量的影响

从表 1 可以看出,随着渗滤液体积分数的不断增大,香菜叶片叶绿素含量逐渐减少,其中当渗滤液体积分数为 75%时,香菜的叶绿素含量比对照减少了 20%。叶绿素作为植物进行光合作用的主要色

素,其含量的高低能够反映光合作用水平的强弱。叶绿素含量低,光合作用弱,会导致植物鲜质量降低。有学者认为,植物叶片叶绿素含量是衡量叶片衰老的重要指标^[15]。另外有学者认为^[16],重金属可抑制原叶绿素酸酯还原酶(Protochlorophynide reductase)活性,并影响氨基十酮戊酸(Aminolaevullnic acid)的合成,而这 2 种物质对于叶绿素的合成是必需的。本研究中,渗滤液处理后,香菜叶片叶绿素含量下降,可能是由于垃圾渗滤液中有害物质,如重金属等的复合污染影响了叶绿素酸酯还原酶活性及氨基十酮戊酸的合成,从而加速了香菜叶片的衰老所致。

表 1 不同体积分数渗滤液对香菜叶片叶绿素含量的影响

Table 1 Influence of different volume fractions of leachate on chlorophyll content of coriander leaf

渗滤液 体积分数/% Volume fraction of leachate	叶绿素含量/ (mg · g ⁻¹) Total chlorophyll content	叶绿素 a 含量/ (mg · g ⁻¹) The chlorophyll a content	叶绿素 b 含量/ (mg · g ⁻¹) The chlorophyll b content	叶绿素 a/b 值 The chlorophyll a/b value
0 (CK)	11.53	6.91	4.62	1.49
50	10.89	6.13	4.76	1.26
67	9.90	5.81	4.09	1.41
75	9.21	5.10	4.11	1.24

叶绿素 a/b 值可以反映植物叶片进行光合作用的能力高低。叶绿素 a/b 值越大,植物叶片进行光合作用的能力越强;叶绿素 a/b 值越小,植物叶片进行光合作用的能力越弱。表 1 表明,当渗滤液体积分数逐渐增加时,香菜叶片叶绿素 a/b 值呈减小趋势,其中当渗滤液体积分数为 75%时,叶绿素 a/b 值降至最小值,为 1.24,表明香菜叶片进行光合作用的能力明显减弱。

2.2 不同体积分数渗滤液对香菜叶片外渗电导率的影响

细胞膜是选择透过性膜,其透性是评定植物对污染物反应的指标之一。图 1 显示,香菜叶片外渗电导率与垃圾渗滤液体积分数呈正比关系,即随着

渗滤液体积分数的增大,香菜叶片外渗电导率也随之增加。这是由于垃圾渗滤液中含有大量的烃类及其衍生物、酚类等有害物质,这些物质破坏了植物的细胞膜和原生质,使细胞膜透性增大,从而导致叶片外渗电导率增加。此外,渗滤液中的重金属进入香菜叶片后,其与细胞膜蛋白的 2SH 或磷脂分子层的磷脂类物质结合,改变了膜蛋白的磷脂结构,致使细胞膜结构改变,膜系统遭受损坏,透性增大,使细胞内一些可溶性物质外渗,从而导致外渗电导率增大^[17]。

2.3 不同体积分数渗滤液对香菜叶片蛋白质含量的影响

不同体积分数渗滤液对香菜叶片蛋白质含量的影响见图 2。

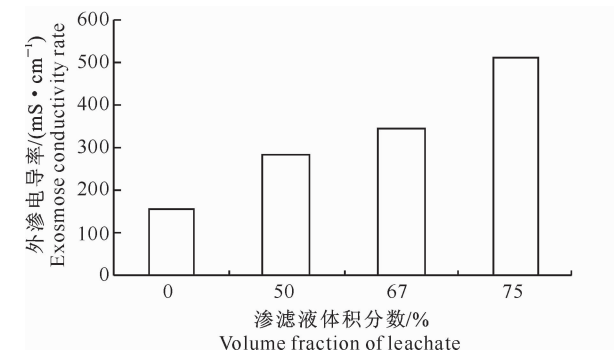


图 1 不同体积分数渗滤液对香菜叶片外渗电导率的影响
Fig.1 Influence of different volume fractions of leachate on exosmosis conductivity rate of coriander leaf

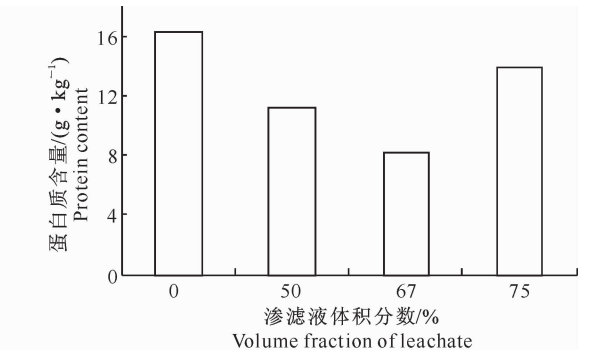


图 2 不同体积分数渗滤液对香菜叶片蛋白质含量的影响
Fig.2 Influence of different volume fractions of leachate on protein content of coriander leaf

从图 2 可以看出,当渗滤液体积分数从 0%增大到 67%时,香菜叶片中的蛋白质含量逐渐减小,当渗滤液体积分数为 67%时,香菜叶片蛋白质含量最低,为 8.26 g/kg;之后当渗滤液体积分数增加至 75%时,香菜叶片蛋白质含量又有所增加,但仍小于对照。由于渗滤液中含有各种重金属,其含量也不尽相同,在多种重金属的胁迫交互作用下,对植物体内蛋白质的合成影响程度亦不同,从而使植物体内蛋白质含量呈现复杂的变化趋势^[18]。

2.4 不同体积分数渗滤液对香菜种子发芽率和发芽势的影响

表 2 显示,当渗滤液体积分数从 0%增大至 67%时,香菜种子发芽势逐渐增加,在渗滤液体积分数为 67%时达到最大值,为 18%;之后随着渗滤液体积分数的增加,香菜种子发芽势减小,当渗滤液体积分数为 75%时,香菜种子发芽势最低,为 6%。当渗滤液体积分数相对较低的时候,渗滤液中的各种有机物和重金属在一定程度上促进了植物的生长,从而使植物的发芽势增大;但是随着渗滤液体积分数的增大,渗滤液中原本促进植物生长的有机物和重金属,逐渐产生了毒害作用,最后抑制了植物的生长,从而降低了植物的发芽势。

表 2 不同体积分数渗滤液对香菜种子发芽势及发芽率的影响 %

Table 2 Influence of different volume fractions of leachate on germination potential and germination rate of coriander seeds

渗滤液体积分数/% Volume fraction of leachate	种子发芽势 Germination potential	种子发芽率 Germination rate
0	10	26
50	16	42
67	18	24
75	6	14

从表 2 还可以看出,当渗滤液体积分数从 0%到 50%时,香菜种子发芽率呈现出增大的趋势,当渗滤液体积分数为 50%时,香菜种子的发芽率达到最大值,为 42%;之后随着渗滤液体积分数的增加,香菜种子的发芽率逐渐减小,当渗滤液体积分数为 75%时,香菜种子发芽率最小,为 14%。

3 结 论

1)随着垃圾渗滤液体积分数的增大,香菜叶片叶绿素含量逐渐减少,当渗滤液体积分数为 75%时,香菜叶片叶绿素含量降到最小值,为 9.21 mg/g;当渗滤液体积分数从 0%增加至 75%时,香菜叶片叶绿素 a/b 值总体呈减小趋势。表明垃圾渗

滤液对香菜光合作用产生了明显的影响。

2)香菜叶片外渗电导率与垃圾渗滤液的体积分数呈正比关系。当渗滤液体积分数为 75%时,叶片外渗电导率达到最大值,为 512.0 mS/cm。

3)渗滤液体积分数从 0%增加到 75%,香菜叶片中蛋白质含量呈先减小后增加的趋势,当渗滤液体积分数为 67%时,蛋白质含量最小,为 8.26 g/kg。

4)渗滤液体积分数为 0%~75%时,随着渗滤液体积分数的增加,香菜种子发芽势和发芽率均呈先增加后减小的趋势,当渗滤液体积分数为 75%时,种子发芽势和发芽率均最小,分别为 6%和 14%。

[参考文献]

[1] 李晓红,赵 瑜,卢义玉,等.城市垃圾填埋场渗滤液的污染及其控制[J].地下空间与工程学报,2008,4(6):1071-1075.
Li X H,Zhao Y,Lu Y Y,et al. Control of pollution caused by landfill leachate of MSW [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering,2008,4(6):1071-1075. (in Chinese)

[2] 陈 钰,杨顺生,潘 科.膜处理技术在城市垃圾渗滤液处理中的应用[J].工业用水与废水,2005(36):13-16.
Chen Y,Yang S S,Pan K. An application of membrane technology in treatment of urban garbage percolate [J]. Industrial Water & Wastewater,2005(36):13-16. (in Chinese)

[3] Goldstein N. The state of garbage in America [J]. Biocycle, 1997(4):19-26.

[4] 焦斌权.城市生活垃圾卫生填埋场垃圾渗滤液控制技术研究[D].重庆:重庆大学,2004:12-25.
Jiao B Q. Leachate pollution control techniques in urban waste landfill plant [D]. Chongqing:Chongqing University,2004:12-25. (in Chinese)

[5] Matin S. Chemical oxldation for the treatment of leachate process comparison and results from full-scale plants [J]. Water Science & Technology, 1997,35(4):249-256.

[6] 孟 了,熊向隍,马 箭.我国垃圾渗滤液处理现状及存在问题[J].给水排水,2003,29(10):26-29.
Meng L,Xiong X Y,Ma J. Current situation and existing issues about treatment of leachate in China [J]. Water & Wastewater Engineering,2003,29(10):26-29. (in Chinese)

[7] 付美云.垃圾渗滤液中水溶性有机物在土壤中的行为及其环境影响[D].南京:南京农业大学,2005:17-35.
Fu M Y. Behavior of dissolved organic matter from landfill leachate in soils and its impact on environment [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University,2005:17-35. (in Chinese)

[8] 郑铤鑫.城市垃圾处理场对地下水的污染[J].环境科学,1989,19(3):45-49.
Zheng X X. Underground water polluted by urban waste water disposal plants [J]. Environmental Science, 1989, 19(3): 45-

49. (in Chinese)
- [9] Roche D. Landfill failure survey; A technical note [M]//Bentley S P. Engineering geology of waste disposal. London: Geological Society Publishing House, 1995: 379-380.
- [10] 曹丽文, 桑树勋, 姜振泉, 等. 垃圾卫生填埋衬垫系统工程地质研究的若干进展与问题 [J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 96-100.
Cao L W, Sang S X, Jiang Z Q, et al. Developments and problems about engineering geological research of liner system for sanitary landfill of solid waste [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2006, 28(1): 96-100. (in Chinese)
- [11] 张凤兰, 赵岫云, 徐家炳. 大白菜室内发芽率测定及计算标准研究 [J]. 长江蔬菜, 1996(7): 30-31.
Zhang F L, Zhao X Y, Xu J B. Germination rate determination of Chinese cabbage by indoor experiment and calculation standard [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 1996(7): 30-31. (in Chinese)
- [12] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 88, 154, 257.
Zhang Z L. Plant physiology experiment guidance [M]. Beijing: High Education Press, 1990: 88, 154, 257. (in Chinese)
- [13] 朱广廉, 钟海之, 张爱琴. 植物生理学实验 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 51-245.
Zhu G L, Zhong H Z, Zhang A Q. Plants and plant physiology experiments [M]. Beijing: Beijing University Press, 1990: 51-245. (in Chinese)
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
Bao S D. Analysis of soil characteristics [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000. (in Chinese)
- [15] 林植芳, 李双顺, 林桂珠, 等. 衰老叶片和叶绿体中 H_2O_2 的累积与膜脂过氧化的关系 [J]. 植物生理学报, 1988, 14(1): 16-22.
Lin Z F, Li S S, Lin G Z. Relationships among accumulation of H_2O_2 in chloroplast and leaf senescence and membrane lipid peroxidation [J]. Acta Phytophysiologica Sinica, 1988, 14(1): 16-22. (in Chinese)
- [16] Cureton P M, Groenvelt P H, McBride R A. Landfill leachate recirculation; Effects on vegetation vigour and clay surface cover infiltration [J]. Environmental Quality, 1991, 20(1): 17-24.
- [17] Shrive S C, Mc Bride R A, Gordon A M. Photosynthetic and growth responses of two broad-leaf tree species to irrigation with municipal landfill leachate [J]. Environmental Quality, 1994, 23(4): 534-542.
- [18] Ettala M O. Influence of irrigation with leachate on biomass production and evapotranspiration on sanitary landfill, Aqua Fenni-ca [J]. Environmental Quality, 1988, 17: 69-86.
- [13] 曾绍校, 梁 静, 郑宝东. 不同干燥工艺对莲子品质的影响 [J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 227-231.
Zeng S X, Liang J, Zheng B D, et al. Effects of different drying technology on the quality of lotusseed [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(5): 227-231. (in Chinese)
- [14] Zhong K, Wang Q. Optimization of ultrasonic extraction of polysaccharides from dried longan pulp using response surface methodology [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 80(1): 19-25.
- [15] Lin T M, Durance T D, Scaman C H. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices [J]. Food Research International, 1998, 31(2): 111-117.
- [16] Gaware T J, Sutar N, Thorat B N. Drying of tomato using different methods; Comparison of dehydration and rehydration kinetics [J]. Drying Technology, 2010, 28(5): 651-658.
- [17] Giri S K, Prasad S. Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(2): 512-521.
- [18] Ruiz Díaz G, Martínez-Monzó J, Fito P, et al. Modelling of dehydration-rehydration of orange slices in combined microwave air drying innovative [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2003, 4(2): 203-209.
- [19] Adam F. Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 98(4): 461-470.
- [20] Sun L, Wang C, Shi Q, et al. Preparation of different molecular weight polysaccharides from *Porphyridium cruentum* and their antioxidant activities [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2009, 45(1): 42-47.
- [21] Krieger-Brockett B. Microwave pyrolysis of biomass [J]. Research on Chemical Intermediates, 1994, 20(1): 39-49.
- [22] Randhir R, Shetty K. Microwave-induced stimulation of I-DO-PA, phenolics and antioxidant activity in fava bean (*Vicia faba*) for Parkinson's diet [J]. Process Biochemistry, 2004, 39(11): 1775-1784.

(上接第 165 页)