

污水灌溉对大豆幼苗生长和根际微生物的影响

葛红莲, 陈 龙

(周口师范学院 生命科学系, 河南 周口 466000)

摘要: 采用沙颍河污水, 分别以全清水(CK)、全污水和清污比 1:1、2:1、3:1 的污水灌溉盆栽大豆, 研究不同稀释倍数的污水灌溉对大豆幼苗生长和根际微生物的影响。结果表明, 灌溉沙颍河污水对大豆幼苗生长和根际微生物的影响明显。污水含量高时, 会显著抑制大豆幼苗、根际细菌和放线菌的生长, 刺激真菌的生长。随污水含量的不断减少, 大豆幼苗生长指标、叶绿素含量呈现先增高后降低的变化规律, 用清污比 2:1 的污水灌溉时, 大豆幼苗生长指标和叶绿素含量(2.35 mg/g)达到最高, 地上部分干质量、叶绿素 b 增加最多, 与全清(CK)相比, 分别增加了 127.76%、119.27%; 相对电导率随污水含量的减少而降低; 根际微生物中细菌、放线菌的数量随污水含量的降低呈现先增加后减少的变化趋势, 用清污比 1:1 的污水灌溉时, 其数量达到最大, 分别为 3.10×10^7 cfu/g、 3.33×10^6 cfu/g。当污水含量比例适当时, 污水中的营养成分对大豆幼苗和微生物的生长有刺激作用, 其中多项指标以 (1:1)~(2:1) 稀释度的污水增效作用最为明显。

关键词: 污水灌溉; 大豆; 幼苗生长; 微生物区系

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)08-0092-04

Effect of Sewage Irrigation on Growth of Soybean Seedling and Its Rhizosphere Microorganisms

GE Hong-lian, CHEN Long

(Department of Life Science, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466000, China)

Abstract: The sewage from Shaying River was used to irrigate the potted soybean with ratio of clear water to sewage at 1:1, 2:1 and 3:1. The growth of soybean seedling and its rhizosphere microorganisms were studied. The results showed that the influence of sewage concentration irrigation on growth seedling of soybean and its rhizosphere microorganisms was obvious. High sewage concentration could inhibit the growth of soybean seedling and bacteria, actionomycetes while stimulate fungi. Along with the sewage concentration decreasing continuously, the growth index and contents of chlorophyll of soybean presented the law of first increasing and then decreasing while relative electric conductivity decreased. The growth index and contents of chlorophyll of soybean was the highest with ratio of water to sewage at 2:1. Shoot fresh weight and Chlb reached to maximum, and increased by 127.76%, 119.27% compared with CK, respectively. The quantities of bacteria, actionomycetes presented the law of first increasing and then decreasing. The quantities of bacteria and actionomycetes were the highest, 3.10×10^7 cfu/g soil, 3.33×10^6 cfu/g soil respectively with ratio of water to sewage at 1:1. When the sewage concentration was proper, the nutrient components of sewage had stimulative effect to the growth of soybean and its rhizosphere microorganisms. The promotion effect of sewage was obvious at a ratio of water to Shaying River sewage of (1:1)~(2:1).

Key words: Sewage irrigation; Soybean; Seedling growth; Soil microbial population

收稿日期: 2011-03-16

基金项目: 河南省教育厅项目(2008A180037); 周口师范学院青年科学基金(zknuqn200604)

作者简介: 葛红莲(1976-), 女, 河南扶沟人, 副教授, 硕士, 主要从事微生物学与生态学教学与研究。

E-mail: gehonglian@yahoo.com.cn

利用工业和生活污水进行农业灌溉在世界许多地方已有近百年的历史。污水灌溉除了提供水源和丰富的营养元素外,其污水中的有害成分也会影响土壤质量和农作物品质^[1-2]。如果使用得当,一般会使农作物增产,并且维持土壤生态系统的稳定性。研究人员通过对遭到严重污染的污灌区进行调查和分析,提出了一些合理利用污水进行农田灌溉的有效方法^[3]。但由于涉及面宽、多学科交叉等原因,污水灌溉对农作物和土壤系统的影响研究的还不充分^[4]。鉴此,通过采用不同稀释度沙颍河污水灌溉大豆,研究污水灌溉对大豆幼苗生长及根际土壤微生物的影响,旨在为科学、合理利用污水进行农田灌溉提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试沙颍河污水,其主要成分为:耗氧有机物(苯、酚、烷基苯磺酸等)、氨、氮、亚硝酸盐、硝酸盐、重金属铅(Pb)、汞(Hg)和镉(Cd);污水理化指标为化学需氧量(COD)为 120~254 mg/L、总磷(TP)为 1.6~3.8mg/L、总氮(TN)为 53~87 mg/L、NH₃-N 为 39~74mg/L、Pb 为 0.5363~1.1583 μg/L、Hg 为 0.9864~2.6228 μg/L、Cd 为 0.9532~2.3672 μg/L;供试土壤为沙颍河灌溉区土壤,基本特征为:砂壤,pH 值 7.5。供试大豆品种周豆 22 由周口市农业科学院提供。

1.2 试验设计

大豆播种直至出苗后 1 个月,分别采用全清水

(CK)、全污水和清污配比(体积比)为 1:1、2:1、3:1 的混合液,根据天气状况和大豆的需水规律进行灌溉,每次污灌量为 450 mL/盆,灌溉 6 次,采用室外盆栽培养,管理同大田。每个配比设 3 个重复。

1.3 试验方法

1.3.1 盆栽方法 花盆中加土 6 kg,复合肥 5 g,大豆培养期为 1 个月。

1.3.2 大豆生长指标测定 大豆出苗 15 d,取植株测定其鲜质量、干质量和株高等指标。叶绿素、电导率的测定按文献[5-6]的方法进行。

1.3.3 微生物测定方法 采用平板涂布法。细菌采用牛肉汁蛋白胨与琼脂培养基,放线菌采用淀粉氨基酸培养基,真菌采用马丁氏培养基^[7]。

1.4 数据处理

用 SPSS 数据处理软件分析试验数据。

2 结果与分析

2.1 沙颍河污水灌溉对大豆生长的影响

由表 2 可知,大豆生长发育各指标与污水含量之间有一定的相关性,随污水含量的减少,各指标均表现出先增高后降低的趋势。清污比为(1:1)~(3:1)的污水灌溉大豆的各生长指标均高于对照组,当清污比为 2:1 时,各项指标达到最高,与对照相比,地上部分干质量增幅最大,为 127.76%,根干质量次之,增加了 89.44%,株高增幅最小,为 26.45%。全污处理组除大豆株高与对照相比无显著差异,其余各项生长指标与对照相比有显著差异,表现出明显的抑制作用。

表 1 不同稀释比污水灌溉对大豆幼苗生长的影响

| 处理 (清水:污水) | 株高/cm | 须根数/ (条/株) | 根鲜质量/ (g/株) | 根干质量/ (g/株) | 地上部分鲜质量/ (g/株) | 地上部分干质量/ (g/株) |
|---------------|---------|---------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 全污 | 21.82d | 7.36c | 0.4c | 0.123d | 1.715d | 0.180c |
| 1:1 | 23.20c | 9.88ab | 0.7b | 0.196b | 2.100ab | 0.300d |
| 2:1 | 28.21a | 11.00a | 1.1a | 0.269a | 2.195a | 0.681a |
| 3:1 | 26.77b | 10.00ab | 0.8b | 0.205b | 2.108ab | 0.506b |
| CK(清水) | 22.31cd | 9.00b | 0.7b | 0.142c | 2.032c | 0.299d |

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同

2.2 沙颍河污水灌溉对大豆叶片叶绿素含量、相对电导率的影响

由表 2 可知,随污水含量的不断减少,大豆幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量呈现先增高后降低趋势。清污水比为 2:1 和 3:1 时,大豆幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量显著高于对照组,当清污水比为 2:1 时,叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的含量达到最高,分别为 1.538 mg/g、

0.785 mg/g 和 2.35 mg/g。用清污水比 1:1 的污水灌溉大豆时,大豆幼苗叶绿素 a 和总叶绿素含量显著低于对照组,分别为 0.835 mg/g、1.25 mg/g,而叶绿素 b 则显著高于对照组,为 0.406 mg/g。全污处理大豆总叶绿素含量显著低于对照处理,说明叶片中叶绿体受污水中有毒物质的损害程度加大,抑制了叶绿素的生成或使叶绿素酶活性增加而导致叶绿素分解加快所致。

叶片外渗液电导率的变化,在一定程度上反映了植物叶片受害后的生理变化,与植物的伤害程度和抗性强弱有密切关系^[8]。从表 2 看出,污灌后大豆细胞膜外渗液的电导率随污水含量的减少而降低,并经显著性检验得知,全污、清污比 1 : 1 和 2 : 1 的污水处理显著高于对照组,分别为 73. 63%、73. 45%和 67. 41%,而清污比 3 : 1 的电导率与对照组差异不显著,说明较高比例的污水对该项生理指标有一定影响,这与污水对玉米的影响变化趋势相一致^[9]。

表 2 不同稀释比污水灌溉对大豆叶片叶绿素含量和相对电导率的影响

| 处理 (清水 : 污水) | 叶绿素 a/ (mg/ g) | 叶绿素 b/ (mg/ g) | 总叶绿素/ (mg/ g) | 相对电导 率/ % |
|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| 全污 | 0. 787e | 0. 320e | 1. 11e | 73. 63a |
| 1 : 1 | 0. 835d | 0. 406c | 1. 25d | 73. 45b |
| 2 : 1 | 1. 538a | 0. 785a | 2. 35a | 67. 41c |
| 3 : 1 | 1. 315b | 0. 660b | 1. 99b | 61. 25cd |
| CK(清水) | 0. 938c | 0. 358d | 1. 32c | 56. 95d |

2.3 沙颍河污水灌溉对大豆根际土壤微生物区系的影响

土壤细菌、真菌和放线菌是土壤三大类微生物,可以反映土壤微生物总量,在土壤有机质和无机质的转化中起着巨大作用^[10]。细菌是土壤微生物中数量最多的一个类群,使土壤植物不能直接利用的有机化合物转化为可给态的化合物。放线菌是土壤中物质转化的主要推动者,是土壤中有机化合物成分作用的积极参与者,对促进碳循环和腐殖质形成有重要作用,与土壤肥力的形成密切相关^[11]。由表 3 可以看出,随着污水含量的不断减少,供试大豆土样中的细菌、放线菌数量呈先增加后减少的变化趋势,其最适清污水比为(即菌数量最多时的比例) 1 : 1,此稀释度下,大豆土样中的成分有利于细菌、放线菌的生长繁殖,细菌、放线菌分别是对照的 4. 92 倍、6. 66 倍。污水含量过高和过低都不利于细菌、放线菌的生长繁殖,但全污灌溉时细菌、放线菌的数量高于全清灌溉时细菌、放线菌数量。有资料表明,真菌在土壤中主要以菌丝体、孢子的形式存在,是分解土壤有机质的主要微生物之一,能引起土壤中植物残体的主要成分纤维素、木质素、果胶的分解,也能分解含 N 的蛋白类化合物^[12]。一般来说,土壤真菌与物质转化和植物病害密切相关。由表 3 可见,随着污水含量的减少,真菌数量呈现减少趋势,其生长所需的最适比例为全污。说明灌溉污水含量过大,会引起真菌的迅速繁殖,在其分解有机质

能力增强的同时,植物病虫害的发生率也会增加。

表 3 不同稀释比污水灌溉对大豆根际土壤微生物区系的影响 cfu/ g

| 处理 (清水 : 污水) | 细菌 | 放线菌 | 真菌 |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 全污 | 1. 90× 10 ⁷ b | 6. 70× 10 ⁵ d | 6. 30× 10 ⁶ a |
| 1 : 1 | 3. 10× 10 ⁷ a | 3. 33× 10 ⁶ a | 4. 83× 10 ⁶ b |
| 2 : 1 | 1. 87× 10 ⁷ b | 1. 17× 10 ⁶ b | 2. 67× 10 ⁶ c |
| 3 : 1 | 8. 30× 10 ⁶ c | 8. 30× 10 ⁵ c | 1. 33× 10 ⁶ d |
| CK(清水) | 6. 30× 10 ⁶ d | 5. 00× 10 ⁵ e | 5. 00× 10 ⁵ e |

3 讨论

Emongor 等的研究表明,污水灌溉能提高作物产量和水分利用效率,提高土壤有机质和土壤肥力^[13]。丰富的土壤有机质以及以有机质为能源的土壤微生物的生命活动所形成的土壤腐殖质,不仅能够为作物生长提供所需的营养元素,同时对土壤结构的形成、改善土壤理化性状起决定性作用^[14]。但齐学斌等研究表明,长期的污水灌溉会由于 NO₃-N 的淋洗、病原菌和重金属的累积导致土壤和地下水的污染,而对植物生长与作物品质有一定的负面影响^[15]。本研究结果表明,用沙颍河污水灌溉盆栽大豆对大豆幼苗生长和根际微生物区系等各项指标的影响显著。随污水含量的减少,大豆幼苗各项指标均呈现先增高后降低的趋势。低含量污水处理有促进大豆植株生长发育和生理代谢的趋势,可以增强大豆的光合作用,促进大豆幼苗的生长发育,高含量污水促进作用会降低,甚至起抑制作用;各稀释比的污水灌溉农作物对其细胞细胞膜透性都具有破坏作用,且随着污水含量的增加对细胞膜的破坏作用也会加强。细菌、放线菌的数量随着污水含量的不断降低,均呈现先增加后减少的变化规律。污水含量过大,会刺激土壤中真菌生长。因此,应用污水灌溉农作物时,应对污水进行稀释处理,并结合当地具体条件,制定适宜的污水灌溉标准及选择合适的灌溉方法,然后对农作物进行灌溉。本试验多项试验指标显示以(1 : 1)~(2 : 1)稀释度的污水增效作用最为明显,所以采用沙颍河污水灌溉大豆时稀释比以控制在清污比(1 : 1)~(2 : 1)为最佳。

参考文献:

[1] Chen Y, Wang C X, Wang Z J. Residues of source identification of persisitent organic pollutants in farmland soil irrigated by effluents frombiological treatment plants[J]. Environ Internat, 2005, 31(6): 778-783.

(下转第 115 页)

在大豆出苗后,可用25%虎威、5%普杀特水剂防除阔叶杂草;用12.5%拿扑净乳油、10%禾草克乳油防除禾本科杂草。

当蚜虫、红蜘蛛零星发生时,用25%杀灭菊脂300g/hm²对水600kg/hm²或用5%来福灵300mL/hm²,2000~3000倍液喷洒防治。

在8月上中旬大豆结荚、鼓粒期,大豆食心虫成虫出现高峰期时(以田间发生蛾团,蛾子雌雄比达到1:1时),用2.5%溴氰菊酯60mL/hm²对水450kg/hm²喷洒或用80%敌敌畏1500~2000g/hm²制成毒秆熏蒸防治,有条件的可采用赤眼蜂进行生物防治。

4 推广应用前景

吉育90是吉林省审定的高油、高产大豆新品种中最好的品种之一,由于产量高、品质好,是大豆加工企业优质的原料。自试种以来,该品种具有高油、高产、抗病、秆强、广适等特点,种植面积迅速扩大。

在吉林省种植业结构调整、国家大豆振兴计划及吉林省大豆振兴计划中为主推品种,对大豆工程的发展起到了推动作用,推广前景相当可观。

参考文献:

- [1] 富健,孟凡钢,王丽,等.高油高产大豆新品种吉育72的选育[J].作物杂志,2005(4):73.
- [2] 富健,孟凡钢,王新风,等.高油大豆新品种吉育73的选育及栽培要点[J].农业科技通讯,2006(8):29.
- [3] 富健,孟凡钢,王新风,等.高油大豆新品种吉育83选育报告[J].作物研究,2008,22(1):49.
- [4] 富健,孟凡钢,王新风,等.大豆新品种吉育76选育及栽培要点[J].大豆通报,2008(3):43.
- [5] 刘正学,孔令国,刘民,等.高产大豆新品种临豆九号高产稳产性分析[J].现代农业科技,2010(1):94-95.
- [6] 李国臣,丁春利,马琳,等.大豆高脂肪、高蛋白、高产品种筛选试验[J].现代农业科技,2007(15):93-94.
- [7] 赵红六,葛红莲,陈龙.污水灌溉对玉米幼苗生长和某些生理指标的影响[J].河南农业科学,2009(8):26-28.
- [8] 褚海燕,李振高.稀土元素镧对红壤微生物区系的影响[J].环境科学,2000(6):28-31.
- [9] 姚槐应,黄昌勇.土壤微生物生态学与实验技术[M].北京:科学出版社,2006:58.
- [10] 庄铁成,林鹏.红树林凋落叶自然分解过程中土壤微生物的数量动态[J].厦门大学学报,1993,32(3):365-370.
- [11] Emongor V E, Ramolemana G M. Treated sewage effluent (water) potential to be used for horticultural production in Botswana[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2004, 29: 1101-1108.
- [12] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000:1-110.
- [13] 齐学斌,钱炬炬,樊向阳,等.污水灌溉国内外研究现状与进展[J].中国农村水利水电,2006(1):13-15.
- [14] Blanchar M, Teil M J, Ollivon D, et al. Origin and distribution of polyaromatic hydrocarbons and polychlorobiphenyls in urban effluents to wastewater treatment plants of the Paris area (France)[J]. Water Research, 2001, 35(15): 3679-3687.
- [15] 王堪甲,周振立.西安市污灌区农业生态环境问题及解决途径[J].农业环境保护,1995,14(2):89-91.
- [16] 杨继富.污水灌溉农业问题与对策[J].水资源保护,2002(2):4-8.
- [17] 侯福林.植物生理学实验教程[M].北京:科学出版社,2004:43-48.
- [18] 朱广廉,钟海文,张爱琴.植物生理学实验[M].北京:北京大学出版社,1990:51-254.
- [19] 中国科学院南京土壤研究所微生物室.土壤微生物研究法[M].北京:科学出版社,1985:58.
- [20] 庞士铨.植物逆境生理学基础[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1990:103.

(上接第94页)