

再生水灌溉及污泥施肥对蔬菜种子发芽及幼苗生长的影响

王文全, 周 颖, 阿依丁别克

(新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要:以“四季小白菜”、“四季青萝卜”为试材,研究分析了再生水灌溉和污泥施肥对小白菜、萝卜种子发芽和幼苗生长的影响。结果表明:再生水灌溉有利于小白菜种子的发芽和地下部分生长和鲜重的增加;“再生水灌溉+污泥施肥”处理的小白菜比仅用“清水灌溉”处理的小白菜增重 35.8%;用污泥施肥有利于萝卜种子的发芽和幼苗生长;“再生水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜鲜重最大,比仅用“清水灌溉”的萝卜增重 34.6%,而仅用“清水灌溉”的萝卜地下部分长度和鲜重均为最小;仅用“清水灌溉”的小白菜叶片总叶绿素含量最高,而丙二醛(MDA)含量最低;小白菜总叶绿素与 MDA 含量呈负相关($r=-0.7048$);萝卜叶片叶绿素与 MDA 含量相关性不显著,“清水灌溉”的萝卜总叶绿素含量最大,而“再生水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜 MDA 含量最高。

关键词:再生水灌溉;污泥施肥;小白菜;萝卜;发芽;长势

中图分类号:S 63 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0181-04

再生水是指城市污水经污水厂工艺处理后具有一定功能的水^[1]。再生水农指取用不同水质的再生水代替常规水源(地表水、地下水)作为不同类型作物的灌溉用水。在许多国家和地区其作为一种灌溉水源得到应用。其优势主要体现在以下几方面:一是水量稳定可靠,避免了农业用水与其它用水相争的现象,减轻了城市供水压力;二是水中的氮、磷、钾等营养物质可作为作物生长的肥源,促进其生长,同时减少使用合成肥料,改善土壤性质;三是简化污水处理工艺,减轻市政污水直接排放对水体造成的污染。

污泥是指城市生活污水、工业废水处理过程中产生的固体废物^[2]。再生水和污泥中含有丰富的氮、磷、钾、有机质及植物生长所需要的其它营养物质,但同时也含有重金属、病原菌及寄生虫卵等有毒有害物质。随着工业生产的迅速发展及城市人口的急剧增长,工业废水与

生活污水的排放量日益增多,污泥的积聚量也急剧上升。在新疆地区综合利用再生水和污泥对这个水资源十分缺乏的地区具有十分重要的现实意义。现通过盆栽试验研究再生水灌溉及污泥施肥对小白菜和萝卜种子发芽及秧苗生长的影响,以期对再生水和污泥的合理利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“四季小白菜”种子由甘肃省武威市搏盛种业有限责任公司生产;“四季青萝卜”种子由安徽省阜南县蔬菜研究所生产;供试的灌溉用再生水取自乌鲁木齐市水塔山虹桥污水厂生产的再生水;污泥取自七道湾污水厂并经过风干研磨处理,以自来水清水为对照;供试土壤采自新疆农业大学试验地。水样、土壤和污泥的基本理化性质见表 1 和表 2。

表 1 水样基本理化性质

Table 1 The basic chemical and physical character of water sample

水样	pH	BOD ₅ /mg · L ⁻¹	COD _{Cr} /mg · L ⁻¹	SS /mg · L ⁻¹	总盐 /mg · L ⁻¹	总氮 /mg · L ⁻¹	总磷 /mg · L ⁻¹	氨氮 /mg · L ⁻¹	硝态氮 /mg · L ⁻¹
清水(CK)	7.46a	5a	24.3a	80a	398a	4.7a	0.01a	0.18a	1.56a
再生水	7.48a	86b	108.8b	54a	1560b	22.12b	0.20b	25.37b	—

注:—为未检出,同列数据后的不同字母表示具有显著性差异($P<0.05$)。下同。

表 2 供试土壤和污泥基本理化性质

Table 2 The basic chemical and physical character of sludge

样品	pH	总氮 /g · kg ⁻¹	总磷 /g · kg ⁻¹	硝态氮 /g · kg ⁻¹	碱解氮 /g · kg ⁻¹	有机质 /g · kg ⁻¹	总盐 /g · kg ⁻¹
土壤	7.79a	3.45a	6.44a	1.02a	0.03a	19.61a	1.16a
污泥	7.00a	7.05b	23.13b	0.43b	0.30b	119.92b	6.96b

第一作者简介:王文全(1968-),女,硕士,副教授,研究方向为环境监测与评价。E-mail:wwq6804@163.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2011211A027);新疆维吾尔自治区土壤学重点学科资助项目。

收稿日期:2013-06-19

1.2 试验方法

2012 年夏季在新疆农业大学温室进行了盆栽试验。2012 年 8 月 8 日播种,设置 4 种处理方式。“清水灌溉”(每次每盆浇灌清水 200 mL,共计灌溉 8 次);“再生水灌溉”(每次每盆浇灌再生水 200 mL,共计灌溉 8 次);“再生水灌溉+污泥施肥”(每次每盆浇灌再生水 200 mL,共计灌溉 8 次,播种前每盆施入干污泥 10 g);“清水灌溉+污泥施肥”(每次每盆浇灌清水 200 mL,共计灌溉 8 次,播种前每盆施入干污泥 10 g),每个处理均 4 次重复。每盆播撒小白菜种子 50 粒,播种后第 3 天统计发芽势,第 6 天统计发芽率;萝卜种子每盆播种 30 粒,第 5 天统计发芽势,第 8 天统计发芽率。播种后第 15 天测量鲜重和地上、地下部分长度,同时测定幼苗叶绿素和丙二醛的含量。

1.3 项目测定

1.3.1 植株鲜重和地上及地下长度 每盆小白菜和萝卜苗随机选取 10 株,将根部和叶片上的泥土洗净,拭干水分后,用尺子测量小白菜和萝卜苗地下、地上的长度,并记录试验数据。将小白菜和萝卜苗放入电子天平进行称重,并记录试验数据。

1.3.2 植株叶片中丙二醛(MDA)含量 丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸法(TBA)^[3],分别称取剪碎的小白菜或萝卜叶片 0.5 g,加入质量分数为 10%的三氯乙酸(TCA),研磨至匀浆,匀浆在 4 000 r/min 离心 10 min。吸取离心的上清液 2 mL(对照加 2 mL 蒸馏水),加入质量分数为 0.6%的 TBA 溶液,混匀,将混合物于沸水浴上反应 15 min,迅速冷却后 4 000 r/min 离心 10 min。取上清液在 450、532、600 nm 波长下比色。结果以 $C=6.45(A_{532}-A_{600})-0.56A_{450}$ 直接计算得植物样品提取液中 MDA 的浓度。

1.3.3 植株叶片中叶绿素的含量 分别称取剪碎的小白菜和萝卜叶片 0.5 g,放入研钵中,加入 5 mL 95%乙醇,研磨至匀浆,静置 3~5 min 后过滤,定容。取叶绿体色素提取液在波长 663、645 nm 下测定吸光度,以 95%乙醇为空白对照,按下式计算小白菜和萝卜叶片中叶绿素的含量^[4]。

$$\text{叶绿素 a 含量} = \frac{(12.7 \times A_{663} - 2.59 \times A_{645}) \times V}{1\,000 \times m},$$

$$\text{叶绿素 b 含量} = \frac{(22.88 \times A_{645} - 4.68 \times A_{663}) \times V}{1\,000 \times m},$$

总叶绿素含量 = 叶绿素 a 含量 + 叶绿素 b 含量。

式中:V—定容的体积,mL;m—称取叶片的质量,g。

2 结果与分析

2.1 不同处理对小白菜和萝卜种子发芽及幼苗长势的影响

从表 3 可以看出,“再生水灌溉”和“再生水灌溉+

污泥施肥”处理的小白菜种子发芽势和发芽率均较高,发芽较早而整齐,其中“再生水灌溉”的种子发芽率最高,但与其它处理间差异不显著。这 2 种处理的小白菜地上部分长度较低,但地下部分长度较大,鲜重显著高于仅用“清水灌溉”的小白菜。“再生水灌溉+污泥施肥”处理的小白菜比仅用“清水灌溉”的小白菜增重达 55.70%。可见再生水灌溉有利于小白菜种子的发芽,有利于其地下部分生长和鲜重的增加。

“清水灌溉+污泥施肥”和“再生水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜种子发芽势比未添加污泥的 2 种处理更高,其中“清水灌溉+污泥施肥”处理的发芽率最高,但与其它处理间差异并不显著。这 2 组处理的地上和地下部分的长度较大。“再生水灌溉+污泥施肥”的处理鲜重最大,比仅用“清水灌溉”的萝卜增重达 52.98%,而仅用“清水灌溉”的萝卜地下部分长度和鲜重均为最小。因此,用污泥施肥有利于萝卜种子的发芽和生长。分析结果表明,再生水中的总氮、总磷和氨氮含量均显著高于清水中的含量;污泥中的总氮、总磷、碱解氮和有机质含量均显著高于土壤中的含量,这可能是再生水灌溉和污泥施肥有利于小白菜和萝卜种子发芽和生长的原因。

表 3 再生水灌溉和污泥施肥对蔬菜种子发芽和幼苗长势的影响

Table 3 Influence of reclaimed water irrigation and sludge fertilizer on seed germination and seedling growth of vegetables

品种	处理	发芽势 /%	发芽率 /%	地上部分 长度/cm	地下部分 长度/cm	鲜重 /g
四季小白菜	清水(CK)	6.5a	39.5a	8.38a	3.43ab	0.3059a
	“再生水灌溉”	25.0c	52.5a	7.30a	5.04c	0.4484b
	“清水灌溉+污泥施肥”	11.5ab	30.0a	8.56a	2.81a	0.3908ab
青萝卜	“再生水灌溉+污泥施肥”	16.5bc	43.0a	8.45a	3.53b	0.4763b
	清水(CK)	38.3a	56.7a	9.37ab	3.09a	0.4651a
	“再生水灌溉”	34.2a	59.2a	8.44a	3.80a	0.6059ab
青萝卜	“清水灌溉+污泥施肥”	40.0a	65.0a	9.44ab	4.07a	0.5961ab
	“再生水灌溉+污泥施肥”	48.3a	55.8a	10.38b	4.09a	0.7115b

注:同种蔬菜同列数据后的不同字母表示具有显著性差异($P<0.05$)。下同。

2.2 不同处理对 2 种蔬菜叶绿素和丙二醛含量的影响

由表 4 可知,清水(CK)处理的小白菜叶片中叶绿素 a 和叶绿素 b 含量最高,且总叶绿素含量显著高于用再生水灌溉和污泥施肥的小白菜。对萝卜苗的叶绿素分析结果与小白菜的相似,“清水灌溉”的萝卜苗叶绿素 a 和总叶绿素含量最高,叶绿素 b 含量也较高,但与其它 3 种处理相比差异并不显著。这可能是因为叶片中的叶绿体受再生水和污泥中的有害物质的作用,抑制了叶绿素的生成,也可能与丙二醛的含量有关。

植物器官在逆境条件下,往往发生膜脂过氧化作用。丙二醛(MDA)是脂质过氧化的主要产物之一,MDA 含量水平是一项重要的逆境生理指标^[5]。能破坏蛋白质和酶的结构,也能引起叶绿体和过氧化物体中一

些酶的活性下降并抑制光合作用。MDA 含量反映了植物遭受逆境伤害的程度。在对小白菜和萝卜苗 MDA 含量的分析中,“再生水灌溉+污泥施肥”处理的小白菜 MDA 含量最高,仅用“清水灌溉”的小白菜 MDA 含量最低,二者之间存在显著差异;“再生水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜 MDA 含量也为最高,“清水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜 MDA 含量最低,二者存在显著差异。可见用再生水灌溉和污泥施肥可导致小白菜和萝卜苗中 MDA 含量的增加。

表 4 不同处理对小白菜和萝卜苗中叶绿素和丙二醛含量的影响

Table 4 Influence of different treatments on chlorophyll and MDA content of pakchoi and radish sprouts

品种	处理	叶绿素 a /mg · g ⁻¹	叶绿素 b /mg · g ⁻¹	总叶绿素 /mg · g ⁻¹	丙二醛 /μmol · L ⁻¹
	清水(CK)	0.6444b	0.1375a	0.8969b	0.4626a
“四季”	“再生水灌溉”	0.4248a	0.1319a	0.6650a	0.6433ab
小白菜	“清水灌溉+污泥施肥”	0.5130ab	0.1221a	0.7367a	0.5991ab
	“再生水灌溉+污泥施肥”	0.5240ab	0.1121a	0.7300a	0.7934b
	清水(CK)	0.5220a	0.1090a	0.7224a	0.5526ab
“四季”	“再生水灌溉”	0.4496a	0.0963a	0.6265a	0.5333ab
青萝卜	“清水灌溉+污泥施肥”	0.4520a	0.0996a	0.6349a	0.4953a
	“再生水灌溉+污泥施肥”	0.4598a	0.1129a	0.6595a	0.6224b

再生水和污泥中不仅存在一些重金属、病原菌等有毒有害物质,而且总盐含量也很高。再生水中总盐量为 1 560 mg/L,是清水中的 3.92 倍;污泥中含盐量为 6.96 g/kg,是土壤中的 6 倍。在这些逆境条件胁迫下,MDA 含量必然会上升^[6],这可能是再生水灌溉和污泥施肥的蔬菜 MDA 含量较高的原因。MDA 具有细胞毒性,产生的 MDA 从膜上释放出来,能与蛋白质、核酸起反应,并修饰其特性,或抑制蛋白质合成。它还可以与酶反应,使酶丧失活性甚至成为一种催化错误代谢的分子,叶绿素生物合成过程中的酶受到 MDA 抑制,造成叶绿素合成受阻,降解加剧^[7]。因此,叶绿素含量往往与 MDA 含量呈负相关^[8-9]。该试验中小白菜叶片总叶绿素与 MDA 含量呈负相关(相关系数 $r = -0.7048$),萝

卜叶片中叶绿素与 MDA 含量相关性不显著($r = 0.2965$),但可见清水灌溉的萝卜总叶绿素含量最大,而“再生水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜 MDA 含量最高。

3 结论

该试验结果表明,再生水灌溉有利于小白菜种子的发芽,有利于其地下部分生长和鲜重的增加。“再生水灌溉+污泥施肥”处理的小白菜比仅用清水灌溉的小白菜增重达 55.70%。用污泥施肥有利于萝卜种子的发芽和生长。“再生水灌溉+污泥施肥”的处理的萝卜鲜重最大,比仅用“清水灌溉”的萝卜增重达 52.98%,而仅用“清水灌溉”的萝卜地下部分长度和鲜重均为最小。仅用“清水灌溉”的小白菜叶片总叶绿素含量最高,而 MDA 含量最低。小白菜总叶绿素与 MDA 含量呈负相关($r = -0.7048$)。萝卜叶片叶绿素与 MDA 含量相关性不显著,但可见“清水灌溉”的萝卜总叶绿素含量最大,而“再生水灌溉+污泥施肥”处理的萝卜 MDA 含量最高。

参考文献

- [1] 苗战霞,黄占斌,侯利伟,等.再生水灌溉对玉米和大豆抗氧化酶系统的影响[J].农业环境科学学报,2007,26(4):1338-1342.
- [2] 徐欣,张盼月,张光明,等.共消化污泥施用对贫瘠土壤性质和蔬菜品质的影响[J].农业环境科学学报,2012,31(9):1842-1847.
- [3] 赵世杰,许长成,邹琦,等.植物组织中丙二醛测定方法的改进[J].植物生理学通讯,1994,30(3):207-210.
- [4] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1996.
- [5] 张永峰,殷波.混合盐碱胁迫对苗期紫花苜蓿抗氧化酶活性及丙二醛含量的影响[J].草业学报,2009,18(1):46-50.
- [6] 张亚冰,刘崇怀,潘兴,等.盐胁迫下不同耐盐性葡萄砧木丙二醛和脯氨酸含量的变化[J].河南农业科学,2006(4):84-86.
- [7] 张静,朱为民.低温胁迫对番茄幼苗叶绿素和丙二醛的影响[J].上海农业科学,2012,28(3):74-77.
- [8] 房江育,张仁陟.无机营养和水分胁迫对春小麦叶绿素丙二醛含量等的影响及其相关性[J].甘肃农业大学学报,2001,36(1):89-94.
- [9] 冯绪猛,罗时石,胡建伟,等.农药对水稻叶片丙二醛及叶绿素含量的影响[J].核农学报,2003,17(6):481-484.

Influence of Reclaimed Water Irrigation and Sludge Fertilizer on Seed Germination and Seedling Growth of Vegetables

WANG Wen-quan, ZHOU Ying, Ayidingbieke

(College of Grassland and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract: Taking pakchoi and radish as material, the effects of reclaimed water irrigation and sludge fertilization on the seed germination rate and seedling growth of pakchoi and radish were analyzed. The results showed that the reclaimed water irrigation favored both germination of pakchoi seeds, growth of pakchoi underground part and increase of fresh weight. The biomass of pakchoi irrigated with reclaimed water+sludge fertilizer increased by 55.70% compared to the pakchoi only treated with clean water. Sludge fertilizer favored seeds germination and growth of radish. The biomass of

秸秆反应堆和功能菌对日光温室番茄生长发育及土壤微生态环境的影响

何志刚, 王秀娟, 董 环, 娄春荣, 牛世伟, 张 鑫

(辽宁省农业科学院 植物营养与环境资源研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:以日光温室越冬番茄“金棚1号”为试材,研究了秸秆内置生物反应堆和功能菌剂不同处理对番茄植株生长、土壤微生态环境的影响。结果表明:单施功能菌剂和秸秆生物反应堆以及二者共用后均可促进番茄植株前期的生长,增强土壤酶活性,使微生物群落趋于正常;秸秆反应堆可以培肥土壤,降低土壤中盐分的累积,增加土壤速效钾的含量;秸秆反应堆和微生物菌剂二者均能够显著加快越冬番茄植株的生长速率,使番茄产量增加8.7%~12.4%。

关键词:秸秆反应堆;功能菌剂;日光温室;番茄;土壤酶;微生物区系

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0184-04

近年来,我国蔬菜产业发展迅猛,设施蔬菜栽培面积不断扩大,已成为我国种植业中的高效产业之一。秸秆生物反应堆技术是一项促使蔬菜产业健康发展、走向现代生物农业的有效途径^[1-2]。该技术是利用生物技术将秸秆转化为农作物所需的热量,以达到促进作物生长发育,提高作物产量和品质的作用,有研究表明,生物反应堆可以提高黄瓜、番茄的产量,提高土壤微生物对碳源的利用率,使土壤生理代谢力增强,改变土壤营养条件,使其朝着有利于作物生长的方向发展^[3]。微生物菌剂能够利用生物固氮和有益微生物改善土壤肥力、改善植物营养、刺激植物生长和抑制病菌^[4]。但是现有研究中秸秆反应堆与微生物菌剂配合使用的研究较少。现针对该问题研究了在北方地区日光温室番茄越冬生产

中,秸秆生物反应堆技术与微生物菌剂的应用对土壤理化性状、植株生理性状以及产量的影响,以期对秸秆生物反应堆技术与微生物菌剂在北方地区日光温室蔬菜越冬生产中的应用推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2011年秋季在辽宁省南庄河市鞍子山乡青堆子村日光温室内进行。温室长70 m,跨度7.5 m,脊高3 m;试验土壤为草甸土,pH 6.41,EC 0.55 mS/cm,全氮含量1.128 mg/kg,有效磷含量157.4 g/kg,速效钾含量294 mg/kg。

1.2 试验材料

供试番茄品种“金棚1号”及微生物菌剂(有效菌数为 2×10^8 个/g以上)均由辽宁省农业科学院植物营养与环境资源研究所土壤微生态研究室提供;复合功能菌剂为分离自土壤植株根际的固氮菌‘N101’、解磷菌‘P1020’、解钾菌‘K1444’,生防菌剂为分离自土壤植株根际的抗生素‘B102’,有效菌数达到 10^8 个/g。

1.3 试验方法

试验设3个处理,JF处理:内置式秸秆反应堆(秸秆

第一作者简介:何志刚(1978-),男,辽宁沈阳人,硕士,助理研究员,现主要从事土壤微生物等研究工作。E-mail:hezhi gang1227@sina.com.

责任作者:娄春荣(1966-),男,辽宁沈阳人,硕士,研究员,现主要从事设施农业等研究工作。E-mail:lclrls@126.com.

基金项目:辽宁省科技攻关重大专项资助项目(2010215003)。

收稿日期:2013-07-22

radish irrigated with reclaimed water + sludge fertilizer increased by 52.98% compared to the radish only treated with clean water. The latter one had the shortest root length and the minimum weight. The total chlorophyll content of pakchoi irrigated with clean water was the highest, while the MDA content was the lowest. There was negative correlation between total chlorophyll content and MDA content of pakchoi ($r = -0.7048$), while there was no significant correlation between them in radish leaves. The chlorophyll content of radish irrigated with clean water was the highest, while the MDA content of radish irrigated with reclaimed water and fertilized with sludge was the highest.

Key words: reclaimed water irrigation; sludge fertilizer; pakchoi; radish; seed germination; seedling growth