

发酵污泥不同施用方式对土壤温度和棉花苗期生理特性的影响

张海芝, 史国敏, 徐 丰 (河南省周口市农业科学院, 河南周口 466001)

摘要 [目的]研究城市发酵污泥在棉花上的最佳施用方式,降低棉花生产成本。[方法]采用盆栽试验方法,探讨不施用发酵污泥(CK)、污泥覆盖土壤表面(处理①)、污泥与土壤混合(处理②)、混合+覆盖(处理③)4种方式对棉苗、根系生长的影响。[结果]污泥的不同处理对棉花苗期根际土壤温度增温效果明显,以10 cm处土层最明显,处理①、②、③地温平均较对照CK高1.2、2.9、1.5℃;显著促进棉花苗的生长,棉花出苗率、健苗率、株高、叶面积、叶片数与CK相比极显著增加;对棉花苗根有诱导和促进生长作用,根长、根数量、根粗、根体积显著高于CK。[结论]发酵污泥3种不同施用方式都能够促进棉花苗生长,改善叶片和根的各项生理指标。整体来看,处理②综合优势好,是发酵污泥较有效的施用方式。

关键词 发酵污泥;棉花;生长;根系
中图分类号 S562 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)24-0032-02

Effects of Fermented Sludge on Soil Temperature and Characteristics of Cotton Seedlings with Different Application Methods

ZHANG Hai-zhi, SHI Guo-min, XU Feng (Zhoukou Academy of Agricultural Sciences, Zhoukou, Henan 466001)

Abstract [Objective] To research the best application pattern of urban fermented sludge on the cotton to increase production. [Method] The effects of urban fermented sludge treated with cotton application methods including blending, mulching, blending and mulching on the growth of cotton, leaf physiological characteristics and the root morphology were discussed by using pot experiment. [Result] The warming effect of different treatments with urban fermented sludge was obvious, 10 cm of soil had the most obvious effect. Compared with CK, the ground temperature of blending, mulching, blending and mulching were increased 1.2, 2.9, 1.5℃ more than the control. Urban fermented sludge treatment can significantly promote the growth of cotton seedling, cotton seedling emergence rate, the healthy seedling rate, plant height, leaf area, leaf number significantly increased compared with the control. Urban fermented sludge treatment had inducing and promoting effect on growth, root length, root number, root diameter, root volume of applying urban fermented sludge treatment were significantly higher than the control. [Conclusion] Three different fermented sludge methods can promote the growth of cotton seedling, improve the physiological indicators of leaf and root. Overall, mulching treatment has comprehensive advantages, which is an effective application pattern of urban fermented sludge.

Key words Fermented sludge; Cotton; Growth; Root

随着城市人口的快速增长,人们物质生活水平的提高,产生的生活废水越来越多,污泥产出量也随之增多。河南省周口市在建设城市生态水循环中,污水处理厂每年产生的大量活性生活污泥无处安放,堆放市区周边造成第二次污染和资源的浪费,污泥经过多次发酵,含有丰富的促进作物生长的氮、磷、钙、镁及微量元素,而且重金属含量相对较低,达到农用污泥标准。如能开发成农作物肥料,对保护环境和农业生产具有积极意义。

污泥中含有大量蛋白质、有机质、腐殖质,经过好氧高温堆肥化处理,可去除臭味、杀死绝大多数病原菌和寄生虫卵、固化和钝化重金属,质地疏松,不仅改善土壤物理性质,提高保水能力,促使土壤团粒结构形成,还能维持和提高土壤肥力等^[1-2];研究表明,适量污泥堆肥不会使大麦和白菜产生重金属积累现象,且能够促进其生物量积累,提高产量^[3]。发酵污泥在棉花上的最佳应用模式及增产增效原理有待于进一步研究。该试验采用盆栽不同施用方式,研究发酵污泥对棉花苗期生理特性的影响,为城市污泥在农业上的应用,寻找最佳施用方式提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料 试验地土壤为潮土,采自周口市农业科学院棉花试验地表层0~20 cm。供试污泥来自周口市银龙污水厂,

将污泥和锯末按体积比2:1充分混合,再加入适量发酵菌剂,调节水分含量至60%~70%,堆积进行好氧充分发酵,30 d即可发酵完成。将发酵好的污泥堆肥晾晒,装袋供试验用。经测定发酵污泥堆肥有机质含量为375.2 g/kg,全氮含量为15.5 g/kg,全磷含量为13.9 g/kg,全钾含量为3.6 g/kg, pH为7.01。供试作物为棉花,品种为鲁研棉21。

1.2 方法 试验以盆栽方式进行,盆钵大小为直径45 cm、高35 cm,试验共设4个处理,每个处理重复6次,施入发酵污泥量为50 g/kg土重。试验处理:CK以不施用发酵污泥为对照;处理①与土壤混合;处理②覆盖土壤表面;处理③1/2污泥与土壤混合,1/2覆盖盆面。将发酵污泥和土壤根据不同处理分别装盆,于2014—2016年每年的4月22日进行棉花播种,每盆播10粒5穴,盆全部种植于试验地,盆面与地面处同一水平线上,各处理土壤理化性状见表1。

表1 不同处理土壤基本理化性状

Table 1 Physical and chemical properties of soil of different treatments

处理 Treat- ment	pH	有机质 SOM g/kg	全氮 Total N g/kg	有效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg
CK	7.16	16.12	0.89	15.64	152.03
①	7.09	31.22	1.69	66.81	200.36
②	7.06	30.56	1.58	65.70	191.40
③	7.07	30.07	1.55	62.48	187.55

1.3 样品采集和测定

1.3.1 棉花根际土壤温度测定。从播种之日起,每天用曲

基金项目 河南省现代农业产业技术体系建设专项(2130199-ny);国家农业科技成果转化资金项目(02ENF214100393)。
作者简介 张海芝(1967—),女,河南项城人,副研究员,从事棉花育种理论与栽培新技术研究。
收稿日期 2017-05-31

管地温计测定棉花根际土壤温度,测定层次为 10、20、30 cm。

1.3.2 棉花苗生长指标测定。株高用软尺测量,叶片数为人工计数,叶面积用 YMJ-B 测定仪测定。健苗:播种 10 d 内种子出苗并子叶完全展平,子叶节粗壮,子叶肥厚平展为健苗;弱苗:播种 10 d 以后出苗的和所有的异常苗(戴帽子苗、胚轴肥、胖苗及高脚苗)均为弱苗;烂种烂芽不能正常出苗的为死苗^[4]。

1.3.3 棉花根系测定。在盛花期测定棉花根系根长、根数、根粗、根体积等,于盛花期破盆取根,用流水冲洗干净,取出完整根系,人工测定主根、侧根粗度与长度,排水法测定根系体积。测定主根上的侧根数,距离主根 0.5 cm 处的侧根直径≥0.1 cm 时,可计入,侧根直径<0.1 cm 时,不计入^[5-6]。

2 结果与分析

2.1 棉花苗期土壤温度变化 由表 2 可知,发酵污泥的不同处理对棉花根际土壤温度有明显增温的作用。温度测定表明,在播种后的 15 d 左右,增温效果开始显著体现,以 5 月 8—12 日这 5 d 的变化为例,各土层温度变化,以 10 cm 处最明显,20 cm 处次之,30 cm 处最小。处理①、②、③10 cm 处地温较 CK 平均高 1.2、2.9、1.5℃;处理②比处理①增加 1.7℃,比处理③增加 1.4℃。此时正是棉花种子发芽萌动期,发酵污泥对地温的提高有利于棉花种子的萌发,促进棉苗幼根的生长,有利于培育壮苗。

2.2 不同施用方式对棉花苗期生长的影响 由表 3 可知,发酵污泥通过不同方式施入土壤中,棉花出苗率、健苗率、株高、叶面积、叶片数与 CK 相比极显著增加,表明发酵污泥可

明显增加棉花苗地上部分的生长。处理②、①、③出苗率与 CK 相比,分别增加 10.85、3.99、13.38 百分点,差异极显著;处理①、②、③健苗率分别比 CK 增加了 3.93、15.55、12.83 百分点;与 CK 相比,发酵污泥 3 个处理的弱苗率和死苗率明显降低,与 CK 差异达极显著水平;处理①、②、③棉花苗高度分别比 CK 增加了 1.09、1.35、1.24 cm,与 CK 差异达极显著水平;处理①、②、③单株叶面积分别比 CK 增加了 5.15、12.38、6.09 cm²,处理②与处理①、③ 差异极显著;单株叶片数以处理②最高,比 CK 增加 0.59 片,差异显著。发酵污泥中含有丰富的营养物质,施入土壤后释放到土壤中供棉花苗生长,进而增加生物量。由于不同施用方式下发酵污泥与土壤的接触方式、释放养分的速度等不一致,处理②、③在提高棉花苗素质方面比处理①效果更显著。

表 2 2016 年 5 月 8—12 日土壤不同层次日平均地温比较
Table 2 Comparison of the average daily temperature of different soil layers from May 8 to 12, 2016

处理 Treatment	10 cm	20 cm	30 cm
CK	22.6 cC	21.7 cC	21.2 bB
②	25.5 aA	24.9 aA	24.1 aA
①	23.8 bB	23.3 bB	23.0 aA
③	24.1 bB	22.9 bBC	21.9 bB

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P<0.01$)

表 3 不同施用方式对棉花苗期生长的影响
Table 3 Effect of different application methods on cotton seedling growth

处理 Treatment	出苗率 Emergence rate//%	健苗率 Healthy seedling rate//%	弱苗率 Weak seedling rate//%	死苗率 Mortality rate//%	株高 Plant height cm	叶面积 Leaf area cm ² /株	叶片数 Leaf number 片/株
CK	75.25 cB	80.07 cC	7.05 aA	1.03 aA	4.30 bB	44.05 cC	2.51 bA
①	79.24 bB	84.00 bB	5.12 bB	0.79 bB	5.39 aA	49.20 bB	2.94 aA
②	86.10 aA	93.62 aA	4.33 cBC	0.57 bB	5.65 aA	56.43 aA	3.10 aA
③	88.63 aA	92.90 aA	4.07 cC	0.56 bB	5.54 aA	51.14 bB	3.06 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P<0.01$)

2.3 不同施用方式对棉花根系发育的影响 发酵污泥影响棉花根数量、根长、根粗、根体积等,从表 4 可以看出,发酵污泥不同施用方式对棉花根系生长有促进作用,根数均极显

著高于对照 CK,处理②、①、③分别比 CK 多 8.11、6.27、7.34 条,其中处理①与②差异显著,处理①、③差异不明显;不同施用方式处理的根长、根粗、根体积均明显高于 CK,差异均

表 4 不同施用方式对棉花根系发育的影响
Table 4 Effect of different application methods on cotton root growth

处理 Treatment	根数 Root number 条/株	根长 Root length//cm		根粗 Root diameter//cm		根体积 Root volume cm ³
		主根 Taproot	侧根 Lateral root	主根 Taproot	侧根 Lateral root	
CK	39.97 cB	28.14 bB	18.92 bB	0.76 cC	0.18 cC	39.95 bB
②	46.24 bA	32.06 aA	23.28 aA	0.89 bB	0.21 bB	45.56 aA
①	48.08 aA	31.96 aA	22.62 aA	0.91 abA	0.22 abA	47.56 aA
③	47.31 abA	33.00 aA	23.59 aA	0.92 aA	0.23 aA	46.01 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P<0.01$)

延安等^[8]研究就认为,多效唑能延迟抽穗期和生育期,减少穗粒数,降低千粒重,从而对产量产生影响。该试验条件下,喷施麦巨金能够显著增加德抗 961 的产量,小麦穗粒数增加和千粒重增大是小麦增产的直接原因,且喷施 2 次效果优

于喷施 1 次,这与苏玉环等^[6]的研究结果相一致,申桂先等^[2]与赵维萍等^[9]从小麦倒伏对产量结构的影响中也验证了这一点。

表 3 喷施麦巨金次数对小麦株高及穗下茎节长度的影响

Table 3 Effects of application times of Maijulin on wheat height and length of stem nodes

处理 Treatment	株高 Plant height		穗下茎节长度 Length of stem nodes										
	指标值 cm	降幅 Decrease rate %	穗长 Spike length cm	穗下茎 Under- spike stem nodes cm	降幅 Decrease rate %	倒二茎 The top second stem cm	降幅 Decrease rate %	倒三茎 The top third stem cm	降幅 Decrease rate %	倒四茎 The top fourth stem// cm	降幅 Decrease rate %	倒五茎 The top fifth stem cm	降幅 Decrease rate %
CK	110.77 aA		7.14 a	34.32 aA		26.93 aA		16.91 aA		14.93 aA		10.54 aA	
A ₁	97.08 bB	12.36	7.32 a	30.87 bB	10.05	21.54 bB	20.01	15.47 bA	8.52	11.93 bB	20.09	9.93 aAB	5.79
A ₂	83.61 cC	24.52	7.35 a	26.38 cC	23.14	15.92 cC	40.88	13.74 cB	18.75	11.50 cB	22.97	8.83 bB	16.22

注:同列不同的大小字母表示在 0.05、0.01 水平差异显著
Note: Different capital letters and lowercase at the same column stand for significant differences at 0.01, 0.05 level, respectively

在降低小麦株高方面的研究中,李华伟等^[5]和苏玉环等^[6]的研究都侧重于基部节间,认为植物生长调节剂对基部节间影响较大,张平等^[4]也认为喷施劲丰能显著增加茎秆基 2 节机械强度,樊延安等^[8]则认为喷施植物生长调节剂能缩短基部以上 5 个节间,该试验选择的德抗 961 株高较高,为全面了解植物生长调节剂对各个茎节的影响,全面分析喷施麦巨金对小麦各个茎节的影响,结果表明,喷施麦巨金能明显缩短各个茎节,且喷施 2 次,株高降幅比喷施 1 次更大。这与樊延安等^[8]的研究相一致。因此,在大田生产中,适当喷施麦巨金等植物生长调节剂,能明显降低株高,提高小麦抗倒性,且还可以增加小麦产量,达到增产、增收的目的。

参考文献

[1] 黄迎光,郑以宏,袁永胜,等. 倒伏时期和倒伏程度对小麦产量的影响

[J]. 山东农业科学,2014,46(6):51-53,58.
[2] 申桂先,余成平. 寿县小麦倒伏对产量结构的影响及防止途径[J]. 现代农业科技,2008(15):276,279.
[3] 徐磊,王大伟,时荣盛,等. 小麦基部节间茎秆密度与抗倒性关系的研究[J]. 麦类作物学报,2009,29(4):673-679.
[4] 张平平,马鸿翔,姚金保,等. 生理调节剂劲丰对小麦抗倒性和产量结构的影响[J]. 麦类作物学报,2009,31(2):337-341.
[5] 李华伟,陈欢,赵竹,等. 作物生长调节剂对小麦抗倒性及产量的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(3):67-73.
[6] 苏玉环,刘保华,王雪香,等. 植物生长调节剂麦巨金对冬小麦产量及抗倒性的影响[J]. 河北农业科学,2014,18(2):36-38.
[7] 杨忠义,范春晖,郭平毅. 苯磺隆、多效唑对小麦壮苗及除草效果的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2008,28(2):168-171.
[8] 樊延安,李顺,刘凤洲. 喷施植物生长调节剂对小麦生长发育的影响[J]. 山东农业科学,2010(6):89-90.
[9] 赵维萍,李立新,郑大水,等. 江淮地区小麦倒伏对产量结构的影响及预防措施[J]. 安徽农学通报,2002,8(4):41-42.

(上接第 33 页)

极显著,处理②、①、③的主根长分别比 CK 增加了 13.57%、13.93%、17.27%,侧根长分别比 CK 增加了 19.56%、23.04%、24.68%;根粗由大到小均依次为处理③>处理②>处理①>CK;3 个施用方式处理的根粗与 CK 相比差异极显著,处理②、①、③主根粗分别比 CK 增加了 19.74%、17.11%、21.05%,处理②、①、③侧根粗分别比 CK 增加了 22.22%、16.67%、27.78%;3 个不同施用方式处理的根体积均极显著大于 CK,处理②、①、③根体积分别比 CK 增加了 19.05%、14.04%、15.17%。由于发酵污泥覆盖保温、保墒,土壤松软,有利于诱导根系生长,处理②、③更有利于棉花根系的生长。

3 讨论与结论

该试验以盆栽的方式进行,处理②的发酵污泥全量覆盖增温保墒,对盆栽棉花苗生长起到了很好的促进作用,而且简便易行,省工节本。后期试验将这种施用方式应用到大田中,进一步验证该施用方法对棉花生产的提质增效作用,为发酵污泥施用方式的推广应用奠定基础。

该试验中,发酵污泥覆盖土壤表面(处理①)、发酵污泥与土壤混合(处理②)和混合+覆盖(处理③)3 种不同施用方式均能够促进棉花苗生长。整体来看,处理②具有省工省力,简便易行,综合效果好的优点,是能够促进棉花苗生长和增强根系特性最有效的施用方式。

参考文献

[1] JORBA M, ANDRÉS P. Effects of sewage sludge on the establishment of the herbaceous ground cover after soil restoration[J]. Journal of soil and water conservation, 2000, 55(3):322-326.
[2] 田波,时连辉,王秀峰,等. 菇渣堆肥对土壤及草坪生长的影响[J]. 中国草地学报,2011,33(5):101-106.
[3] GARDINER D T, MILLER R W, BADAMCHIAN B, et al. Effects of repeated sewage sludge application on plant accumulation of heavy metals[J]. Agriculture ecosystems & environment, 1995, 55(1):1-6.
[4] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2013.
[5] 胡守林,郑德明,邓成贵,等. 不同耕作方式棉花根系发育能力的研究[J]. 水土保持研究,2006, 13(6):115-119.
[6] 韩秋成. 不同耕作方式对棉花生长发育及衰老特性的影响[J]. 保定:河北农业大学,2007.