

文章编号:1671-8844(2009)05-0677-04

利用城乡废弃资源提高土壤保水保肥功能

杜璇^{1,2}, 冯浩^{1,2}, 杜健³, 杨晓波³

(1. 西北农林科技大学资环学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中科院水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;
3. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以生活炉渣、建筑废料、生物秸秆等城乡废弃资源为原料,制备一种面向节水农业的环保新产品——土壤扩蓄增容肥。实验结果表明:在棉花苗期,6种土壤扩蓄增容肥配方的节水效果较土对照高300倍,干物质积累增加4.77%~50.00%。6种配方的皮棉产量均比对照高,增产幅度为4.70%~14.25%,纤维物理性状有所改善。产量高低顺序依次是:玉米秸秆>小麦秸秆>生活炉渣>秸秆木炭>建筑废料>煤矸石>CK。利用城乡废弃资源生产的扩蓄增容剂,不仅能改良土壤物理和化学性状,更是棉花增产、优质、节水、降低生产成本的关键技术措施之一,具有显著的生态效益、社会效益和经济效益。

关键词:城乡废弃资源;土壤水库;扩蓄增容肥;棉花抗旱;增产

中图分类号:S 157 **文献标志码:**A

Experimental research on soil amendment developed with urban and rural waste resources to improve capacity of holding soil water and fertilizer

DU Xuan^{1,2}, FENG Hao^{1,2}, DU Jian³, YANG Xiaobo³

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;
2. Northwest Institute of Water and Soil Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling 712100, China;
3. The Agricultural College, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: A new soil amendment was developed with urban and rural waste resources, such as living slag, construction scrap and crop straw. The experimental results show that: six kinds of soil amendment formula have strong water absorbing capacity, 300 times higher than the contrast, 4.77%-50.00% increase in dry matter accumulation during the cotton seedlings period. Meanwhile the yield of lint was increased by 4.70%-14.25%; and the physical properties of fiber was improved. The order of cotton yield followed by corn straw > wheat straw > life slag > straw charcoal > construction waste > coal gangue > CK. The soil amendment was developed with urban and rural waste resources will not only improve the soil physical and chemical properties, but also was regarded as one of the key technologies to increase the cotton yield, improve the quality, save water and decrease the cost of production with significant ecological benefits, social efficiency and economic benefits.

Key words: urban and rural waste resources; soil reservoir; amendment formula; drought-resistant cotton; production

1973年的石油危机,使人们认识到能源的重要性,垃圾作为“放错了地方的资源”,应该以技术的方

法谋求资源化而加以有效利用。生物有机复合肥^[1]是以合理、科学的有机配比和生产工艺,配合作物生长

收稿日期:2009-06-30

作者简介:杜璇(1985-),女,硕士研究生,主要从事水土保持与荒漠化研究,E-mail:lemon_19988@163.com.

基金项目:国家科技部“十一五”863重点项目(编号:2006AA100204);科技部星火计划(编号:2006EA850031)。

所必需的氮磷钾等营养物质和相关微量元素、有机质复配而成的新型肥料,具有肥效持久、利于作物吸收利用、使作物早熟高产、提高作物抗性、减少化肥农药的用量、降低污染等功效。而利用城乡废弃资源研制成有机复合土壤扩蓄增容肥,保水保肥,走资源化利用之路,对今后合理利用城乡固体废弃物具有重要的现实意义。本实验的目的在于利用这些生活炉渣、作物秸秆等废弃资源为原料,研制一种既环保又可提高土壤保水保肥功能的新产品——土壤扩蓄增容肥。

1 材料与方法

1.1 原料来源

原料采用从陕西三原收集而来的城乡建筑废料、生活炉渣、煤矸石、作物秸秆、污泥以及废弃生活垃圾等,能够洁净生产出有利于生态农业的新型保水保肥产品——土壤扩蓄增容肥。

1.2 实验仪器及设备

在制备土壤扩蓄增容肥和进行入渗(吸水)、蒸发(失水)实验的过程中,主要用到以下仪器设备:营养钵,PVC管,3 000 mL 马氏瓶,瓷盘,UX620 H 天平(日本津岛),CH-10 搅拌机(江苏金泰制药机械有限公司),101 烘箱(北京科伟),量筒,YK-90 制粒机(北京科伟公司),PQX 多段人工气候箱(宁波莱福公司),18 目筛,G100-2 粉碎机(上海树立公司)等。

1.3 制作方法及实验步骤

1.3.1 土壤扩蓄增容肥的制作方法

土壤扩蓄增容肥基础材料的选择很重要,所有合成剂所使用的原料及辅料,均要具有入渗(吸水)性快、保水性强、蒸发(失水)速率慢等功能,据此设计了不同质地的基础材料实验。首先从收集来的各种废弃资源中剔除金属、木屑、塑料等杂物(保留废弃砖块砂浆和泥土),分别进行粉碎并研磨至 1 mm 以下,过 18 目筛,得到粉末;其次将辅料磷酸二氢钾、磷酸二铵、油菜渣、作物秸秆风干,分别粉碎并研磨至 1 mm 以下,过 18 目筛备用;再将原料粉末 30%~40%、磷酸二氢钾 10%、磷酸二铵 10%~20%、油菜渣 10%、尿素 10%~30%、高分子节水膜 1%~2%,混合、搅拌均匀,经制粒、包装即得。土壤扩蓄增容肥配方制备的工艺流程如图 1。

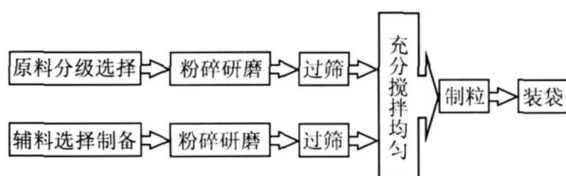


图 1 土壤扩蓄增容肥配方制备的工艺流程图

由于各种作物对 N、P、K 等元素的需求不同,如玉米对 N 的需求多,故在制备土壤扩蓄增容肥时就增加 N 素含量,而果树瓜菜则应少一些。按照特定的配方比例及幅度范围,根据作物的需求进行土壤扩蓄增容肥的制备。

1.3.2 入渗(吸水)实验

首先,将营养钵打孔、编号,分别装入一定的基础材料(秸秆 30 g,废料 100 g),称重,做 4 次重复;其次,将所有的营养钵放入瓷盘中,在瓷盘中注入水,计时,每 2 h 称重 1 次,主要目的是鉴定不同废弃资源基础材料的吸水速率、吸水量以及入渗特性。

1.3.3 蒸发(失水)实验

将所有的营养钵放入烘箱中(温度 50℃、湿度 30%),每天定时称重 1 次,6 d 后计算各材料含水量及蒸发(失水)速率。主要目的是考察不同废弃资源基础材料的失水速率、失水量以及保水特性。

1.3.4 棉苗鲜、干重测试

根据入渗(吸水)、蒸发(失水)实验结果,筛选出优良的基础材料,按照棉花需求,配制专用的土壤扩蓄增容肥,制成不同配方,按一定比例(750 kg/hm²),加入营养钵土壤中,加水 100 g/钵,待明水渗完后,每钵放棉籽 15 粒、覆土,放入人工气候箱内。出现 2 片真叶后据生长情况采样称其鲜、干重。主要目的是考察不同废弃资源、不同配方对作物苗期生长发育的影响,鉴定其水分胁迫条件下作物苗期适应性及特点。

1.3.5 田间实验

土壤扩蓄增容肥不同配方试验,采取对比法排列。棉花品种采用大田推广的中棉所 41 号。宽窄行种植,6 行区,小区长 50 m、宽 3.6 m,小区面积 180 m²,做 4 次重复。参试材料为:秸秆木炭配方 1,煤矸石配方 2,玉米秸秆配方 3,小麦秸秆配方 4,生活炉渣配方 5,建筑废料配方 6,各处理每公顷 750 kg。设常规施肥处理对照(每公顷 375 kg 尿素和磷酸二铵),经核算,处理和对照投资成本相当。试验共设 7 个处理,32 个小区。实验管理按常规管理方法进行,每公顷撒施 750 kg 土壤扩蓄增容肥,然后旋耕、开沟、浇水、点种、覆盖。

1.3.6 气候条件与管理

试验在陕西三原进行,土质壤土,中等肥力,属泾惠灌区。年降雨量 500 mm 左右,平均气温 11.1℃左右,无霜期 220 d 左右。试验全生育期不灌水,主要依靠降水资源转化利用技术集成。鉴定 6 种不同配方土壤扩蓄增容肥对棉花生长发育、产量、性

状、纤维品质的影响,观测对棉田土壤水分、养分、物理性状、化学性质的改善,分析对降水资源利用效率(WUE)的贡献。

2 结果与分析

2.1 土壤扩蓄增容肥对土壤吸水保水性能的影响

由表 1 可知,生活炉渣等配方入渗(吸水)、保水性高于土壤(CK)对照 4 倍以上;小麦和玉米秸秆配方吸水性最强,为本身重量的 300 倍以上;建筑废料配方吸水性相当于 CK;油菜渣、秸秆木炭、生活炉渣等吸水性明显高于 CK。

表 1 基础材料吸水效果表

吸水时间/h	吸水量/g							
	土壤(CK)	秸秆木炭	煤矸石	玉米秸秆	小麦秸秆	生活炉渣	建筑废料	油菜籽渣
2	52.13	103.93	75.21	75.90	94.41	97.08	56.86	72.56
4	58.38	132.65	75.72	400.15	543.15	124.53	57.88	93.65
6	62.33	134.96	76.49	421.55	601	126.7	58.76	95.14
8	62.49	136.95	77.24	442.45	652.25	128.28	59.29	95.61
10	64.92	155.59	85.06	1 011.75	1 066.95	133.75	61.4	182.03

表 2 基础材料失水保水结果表

	土壤(CK)	秸秆木炭	煤矸石	玉米秸秆	小麦秸秆	生活炉渣	建筑废料
失水 6 d 后含水量/g	11.098	68.098	23.426	526.215	565.363	27.403	13.39
失水量/g	48.677	80.968	56.439	459.875	475.812	99.815	42.868
失水量/含水量	4.386	1.189	2.409	0.874	0.842	3.642	3.201

2.2 土壤扩蓄增容肥对土壤肥力的影响

由于土壤扩蓄增容肥具有吸收和保蓄水分的作用,因此可以固定溶于水中的养分,减少可溶性养分的淋溶损失.与化肥混合施用可起到增效缓释效果,有效提高肥料利用率,可减少化肥施用量^[2]。

利用城乡固体废弃物研制的土壤扩蓄增容肥中含有大量的有机质,具有和腐殖质相似的作用,可增强土壤的酸性,是磷酸二铵、磷酸二氢钾的良好载体,能增加土壤中负电荷及促进微生物活动,通过化学、电化学及生物化学作用,对 NH_4^+ 、 K^+ 等养分产生吸附和调节作用,速效成分快而不猛、肥效快而持久,可避免施用化肥产生的不均衡供肥弊端,还可以增强保肥力,减少养分的淋失,特别在缺乏有机质的瘦土、沙土上,土壤扩蓄增容肥的保水保肥能力特别明显.另外,土壤扩蓄增容肥还可以活化土壤中的 N、P、K 及 Si、Mn、Zn 等成分,提高有效性,改善土壤理化性质^[3].研究认为^[4],施用土壤扩蓄增容肥存在着时空效应,土壤扩蓄增容肥中有机无机成分具有同时间、共空间的特点,即土壤扩蓄增容肥中的有

蒸发(失水)实验结果表明(表 2):各配方经 6 d (温度 50、湿度 30%)失水后,最小的建筑废料配方的含水量比对照高 11.77%,其他配方均比对照高数倍乃至数百倍.有试验证明^[2],施用土壤扩蓄增容肥的土壤比对照晚 2~3 d 进入干旱状态.说明土壤扩蓄增容肥能改善土壤的持水性能,降低蒸发强度.土壤扩蓄增容肥由于能使土壤孔隙度增大,故土壤微型水库随之扩大,可以反复吸收和释放水分,供种子和作物缓慢吸收利用.可有效抑制土壤水分的蒸发,提高土壤含水量,减缓土壤释放水的速度及水分的渗透流失,达到抗旱保水的目的。

机无机成分从一开始就结合在一起,这比先施有机肥、后施化肥的传统施肥方法优越,传统方式即使同时施用有机肥和无机肥,有机无机成分在土壤中的空间上有差异,远不如土壤扩蓄增容肥均匀。

2.3 土壤扩蓄增容肥对棉苗干重的影响

利用废弃资源合成的土壤扩蓄增容肥,经实验研究,对作物(棉花、小麦、玉米等)苗期干重具有良好的促进作用,有利于干物质积累.以棉花为例(见表 3),施用土壤扩蓄增容肥配方(每公顷 750 kg)的处理与对照(每公顷 375 kg 尿素和磷酸二铵)比较,每 750 kg/hm²,6 种配方的苗干重均高;小麦秸秆配方和玉米秸秆配方比土壤(CK)干重高 50.0%.可得出土壤扩蓄增容肥能促进棉苗干物质积累,有助于提高棉花产量.说明土壤扩蓄增容肥不仅节水保墒,而且能提高土壤肥力,促进棉苗生长,增加干物质积累。

2.4 土壤扩蓄增容肥对棉花产量的影响

由表 4 可知:所有土壤扩蓄增容肥配方均比对照的籽、皮棉产量为高,这一结果说明了土壤扩蓄增

表 3 土壤扩蓄增容肥对苗干重的影响

配方	土壤(CK)	秸秆木炭	煤矸石	玉米秸秆	小麦秸秆	生活炉渣	建筑垃圾
平均苗干重/(g·株 ⁻¹)	0.039	0.064	0.048	0.062	0.069	0.063	0.068

容肥配方不但本身具有增产作用,而且同时说明土壤水库扩蓄增容肥配方内部所含主要原料,即城乡废弃资源经处理后也有增产作用.所有配方的皮棉产量均比 CK 高,增产幅度为 4.70%~14.25%,依次为玉米秸秆>小麦秸秆>生活炉渣>秸秆木炭>建筑废料>煤矸石>CK(常规施肥量).从增产幅度看,不同配方增产幅度不尽相同,从4.70%到14.25%,说明不是所有城乡废弃物都具有保水保肥功能,需要经过多年多点多种作物严格的室内和田间试验及大田示范,最好与当地农业科技推广部门及科技户相结合,试验室与大田相互结合印证.

表 4 土壤扩蓄增容肥不同配方对棉花产量的影响

配方	产量/(kg·hm ⁻²)		全样衣分/%	增产/%
	皮棉	籽棉		
秸秆木炭	19.225	3 464.09	35.97	8.33
煤矸石	18.625	3 348.20	36.79	4.70
建筑废料	18.65	3 402.95	36.30	6.42
CK(常规施肥量)	17.125	3 197.72	36.49	0.00
生活炉渣	18.475	3 500.51	35.99	9.47
小麦秸秆	18.6	3 533.43	36.16	10.50
玉米秸秆	19.625	3 653.36	36.61	14.25

2.5 土壤扩蓄增容肥对水分利用效率(WUE)的影响

由图 2 可知,不同配方扩蓄增容肥对土壤水分含量影响不同,大部分配方处理的土壤含水量均比 CK 高,进一步说明,土壤扩蓄增容肥对田间蒸散的调控有一定作用,对保水保墒有一定效果.土壤扩蓄增容肥不同配方不仅影响棉花的生长发育、增产增收,还对土壤水库的扩蓄增容、水分利用率、降水资源水分利用效率的提高有重要作用.

由图 3 可知,所有配方的水分利用效率均大于 CK,其中秸秆木炭配方的最高,可达 1.55 kg/m³,与 CK 相比提高了 138.46%,产量增加了 0.9 kg/m³;水分利用效率提高最少的建筑垃圾配方,也比 CK 提高 7.69%,产量增加了 0.05 kg/m³,各配方的水分利用效率依次为配方 1 秸秆木炭>配方 4 生活炉渣>配方 2 煤矸石>配方 6 玉米秸秆>配方 5 小麦秸秆>配方 3 建筑垃圾.说明利用城乡废弃资源生产的扩蓄增容剂肥,不仅能改良土壤物理和化

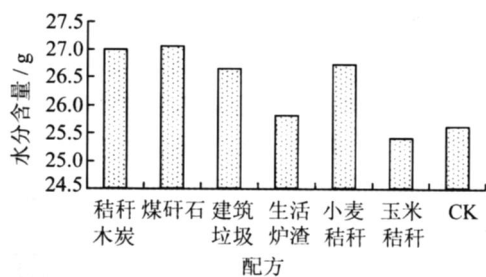


图 2 不同配方对土壤水分含量的影响

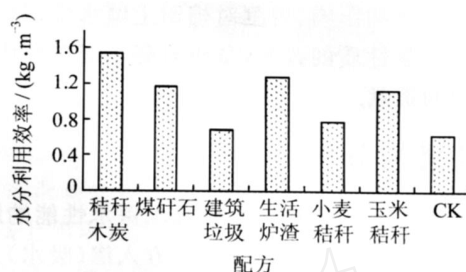


图 3 不同配方扩蓄增容剂对水分利用效率的影响

学性状,更能提高作物的水分利用效率,节约水资源,因此是作物增产优质的关键技术措施之一.水分利用效率的计算方法为:(播种前土壤含水量-收获后土壤含水量+生长期的降水量)÷单位面积棉花产量.

3 结论与讨论

把磷、钾单质肥料、生活炉渣、作物秸秆、油渣、高分子膜等混合,制备的土壤扩蓄增容肥,具有显著的吸水保水抗蒸发性能,施用于棉花后,0~20 cm 土壤含水量增高 2%以上,皮棉产量增加 4.70~14.25%以上,土壤容重改善 0.24 g/cm³.皮棉产量增加 4.70%~14.25%,同时棉花现蕾开花提前,增加了有效结铃时间,棉花纤维物理性状有所改善.施用土壤扩蓄增容肥,不仅增产,还可少灌水 1~2 次,使农民节约灌水量 750~1 500 m³/hm²,节约投资约 750~1 000 元/hm²左右.按照该研究方法生产的土壤扩蓄增容肥成本价为 2 400~2 800 元/t,而市售三元复合肥市场售价一般为 3 200~3 600 元/t,农民每年可节约 450~750 元/hm²肥料成本.该土壤扩蓄增容肥经西北农林科技大学测试中心鉴定,结果表明所有配方均符合国际复合肥质量标准,无任何公害.

将城乡固体废物回归到自然中^[3],在保护城市环境的同时,又解决了农业上的偏施无机肥、土壤养分比例失调、土壤退化等问题,有利于农业生态环境良性循环和农业经济的可持续发展.使用该技术可充分提高城乡废弃物的综合利用效率,变废为宝,具有很好的经济效益和社会效益,市场应用前景广泛.

参考文献:

- [1] 骆作奇,陆朝辉,潘庆玩.生物有机肥在蔬菜生产中的应用初报[J].广西农学报,2009,24(1):21-24.
- [2] 王汉民,刘松涛,曹雯梅,等.保水剂对土壤和棉花生长发育及产量的影响[J].华北农学报,2006,21(4):79-81.
- [3] 王敦球,张学洪.利用城市固体废物生产有机复合肥施用效果研究[J].给水排水,2003,29(15):34-36.
- [4] 廖宗文.工业废物的农用资源化:理论、技术和实践[M].北京:中国环境科学技术出版社,1996.