

# 城市污泥对盆栽油菜生长的影响

王强<sup>1</sup>, 郭玢<sup>1</sup>, 张昌爱<sup>2</sup>, 边文范<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 山东省泰安市城市排水管理处, 泰安 271000; <sup>2</sup> 山东省农业科学院沼气科学研究中心, 济南 250100)

**摘要:**通过油菜盆栽试验验证城市污泥对油菜生长的影响作用。结果发现:适宜的污泥用量可显著提高盆栽油菜的生物量和根重,并有助于盆栽油菜根/冠比指标的优化;同时,污泥施用比化肥更能促进盆栽油菜对N、P、K元素的吸收,能有效提高这些营养元素的利用效率;但当污泥用量达到6g/kg土时,污泥对盆栽油菜产量提高的促进作用会明显降低。

**关键词:**污泥;生物量;根/冠比

**中图分类号:**S19 **文献标识码:**A

## Effects of City Sludge on Rape Growth Pot Culture Condition

Wang Qiang<sup>1</sup>, Guo Bin<sup>1</sup>, Zhang Chang'ai<sup>2</sup>, Bian Wenfan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Tai'an Urban Wastewater Management Bureau, Shandong, Tai'an 271000;

<sup>2</sup>Research Center of Biogas Science, Shandong Academe of Agriculture Science, Jinan 250100)

**Abstract:** In order to validate the effects of city sludge on rape growth, a pot culture experiment was conducted. The results of the trial indicated that rape fresh weight and root weight have been enhanced markedly by applied city sludge, applied city sludge was beneficial to optimize rape R/S; and rape uptake of N,P,K were increased by applied city sludge.

**Key words:** sludge, fresh weight, R/S

城市污泥是污水处理后的副产品,是一种由有机残片、细菌菌体、无机颗粒、胶体等组成的极其复杂的非均质体,既含有大量有机质、N、P等养分资源,又含有重金属、有机污染物和病原物等有害物质<sup>[1,2]</sup>。探讨污泥的农艺价值有助于污泥的回收利用,避免二次污染问题<sup>[3,4]</sup>。该文通过盆栽油菜试验验证了城市污泥对油菜生长的影响,为污泥的肥用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试土壤采自泰安市省庄镇大沟头村,为酸性棕壤,其基本理化性状列于表1中。供试作物为油菜,品种为上海青。供试盆钵为塑料盆,直径22cm,高18cm。浇灌用水为当地自来水。所用污泥为泰安市污水处理厂的污泥经烘干后粉碎备用,有机质含量为32.74%,全氮含量2.31%,全磷含量1.24%,全钾含量为1.09%。

其他肥料分别为:尿素(46-0-0)、磷酸二铵(18-46-0)、氯化钾(0-0-60)。

### 1.2 试验方法

施肥按照每千克土壤施用0.2g纯K为基础,并按N:P:K=2:1:1的比例确定尿素、二铵的用量(二铵含氮18%,含磷46%;氯化钾含钾50%;尿素含氮46%)。除CK1处理外,其它处理控制N、P、K的施用量一致(包含污泥中的含量)。具体情况如表2所示,设置5个处理4次重复的盆栽试验,各处理设置分别为:(1)对照1处理:不施肥料(CK<sub>1</sub>);(2)对照2处理:不施污泥,其他肥料正常使用(CK<sub>2</sub>);(3)污泥1处理:污泥施用量为2g/kg,其他肥料扣除污泥中的含量外施用(W<sub>1</sub>);(4)污泥2处理:污泥施用量为4g/kg,其他肥料扣除污泥中的含量外施用(W<sub>2</sub>);(5)污泥3处理:污泥施用量为6g/kg,其他肥料扣除污泥中的含量外施用(W<sub>3</sub>)。

**第一作者简介:**王强,男,1970年出生,山东泰安人,工程师,泰安市城市排水管理处监测站站长,主要从事水处理方面的研究工作。通信地址:271000 泰安市城市排水管理处, Tel: 0538-6213012, 6218910, E-mail: twyx2007@163.com。

**通讯作者:**张昌爱,男,1971年出生,山东肥城人,农艺师,博士,主要从事农业资源与环境方面的研究工作。通信地址:250100 山东省济南市桑园路28号, Tel: 0531-83179346, E-mail: zca2006@sina.com。

**收稿日期:**2008-07-03, **修回日期:**2008-07-22。

表 1 供试土壤的基本理化性质

有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	有效氮/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/(mg·kg <sup>-1</sup> )	pH 值	电导率(uS·cm <sup>-1</sup> )
12.64	69.72	20.45	33.05	6.53	72.1

注:土水比 1:5。

表 2 盆栽施肥处理方案

处理代号	施肥量/(g·pot <sup>-1</sup> )			
	污泥	尿素	磷酸二铵	氯化钾
1 CK <sub>1</sub>	0	0	0	0
2 CK <sub>2</sub>	0	1.19	0.76	0.70
3 W <sub>1</sub>	7.0	0.95	0.57	0.55
4 W <sub>2</sub>	14.0	0.44	0.38	0.40
5 W <sub>3</sub>	21.0	0.39	0.19	0.24

将所需土壤混匀,并过 2mm 筛,然后每盆称土 3.5kg,与试验材料混匀后装入塑料盆中,于 2007 年 9 月 30 日播种,每盆播种数相同,于 2007 年 10 月 25 日定苗,每盆留苗 3 棵,定期浇水,各盆浇水量严格一致。盆栽于 11 月 20 日结束。

### 1.3 分析方法

土壤 pH 采用 1:5 土水比,pHSJ-3F 型酸度计电位法测定,植株全氮、磷、钾采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消化法处理样品,凯式定氮法测定氮,比色法测定磷,火焰光度法测定钾;其他项目均采用常规分析测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 污泥施用对油菜生物量的影响

油菜生物量是反映菜用油菜生长最重要指标。盆

栽结束后各处理间油菜生物量的大小顺序为:W<sub>2</sub>>W<sub>1</sub>>CK<sub>2</sub>>W<sub>3</sub>>CK<sub>1</sub>(图 1)。在所有 5 个处理中不施肥处理 CK<sub>1</sub> 的油菜产量为最低,其它处理与之相比产量均有显著地提高。在施用 N、P、K 相同的 4 个处理中,油菜产量的高低顺序为:W<sub>2</sub>>W<sub>1</sub>>CK<sub>2</sub>>W<sub>3</sub>。与 CK<sub>2</sub> 处理相比,W<sub>1</sub> 和 W<sub>2</sub> 处理的油菜产量分别提高了 13.63%和 28.96%,并且三者之间的产量差异均达到显著水平;而施用污泥较多的 W<sub>3</sub> 处理(污泥施用量为 6g/kg 土)油菜产量反而有所下降,但与 CK<sub>2</sub> 处理间的差异未达到显著水平。这表明城市污泥的施用可以显著提高盆栽油菜的产量,但施用量存在适宜范围,过量的污泥施用反而增产效果不显著。至于污泥的适宜用量方面的研究有待以后更深一步的研究。

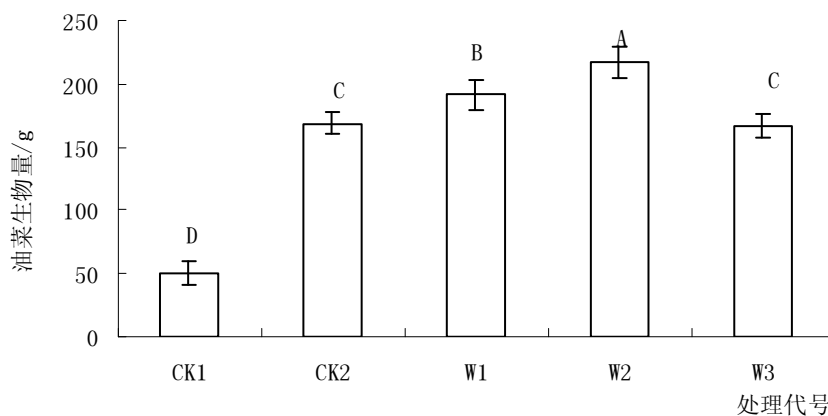


图 1 污泥施用对油菜生物量的影响

污泥中不仅含有一定量的 N、P、K 元素,还含有丰富的有机质,并且还含有絮凝剂、金属元素、微量元素等物质,因而污泥对植物的影响也存在不确定性<sup>[6]</sup>。考虑到污泥的重金属污染会在植物中累积<sup>[7]</sup>,因此有些学者建议污泥可做为肥料优先施用在林业及景观绿化苗木、草皮等植物上<sup>[8]</sup>。但一味回避毕竟不是长久之策,对于污泥的肥用还是要认真研究清楚为好。

### 2.2 污泥施用对油菜根重的影响

试验看出盆栽油菜的根重与油菜产量的变化趋势基本一致,各处理间油菜根重的大小顺序为:W<sub>2</sub>>W<sub>1</sub>>W<sub>3</sub>>CK<sub>2</sub>>CK<sub>1</sub>(图 2)。与不施肥处理 CK<sub>1</sub> 相比,所有施肥处理油菜的根重有所增加,并且均达到显著的差异水平。与施用化肥的 CK<sub>2</sub> 处理相比,所有施加污泥的处理,根系重量均有增加,W<sub>2</sub>、W<sub>1</sub> 和 W<sub>3</sub> 处

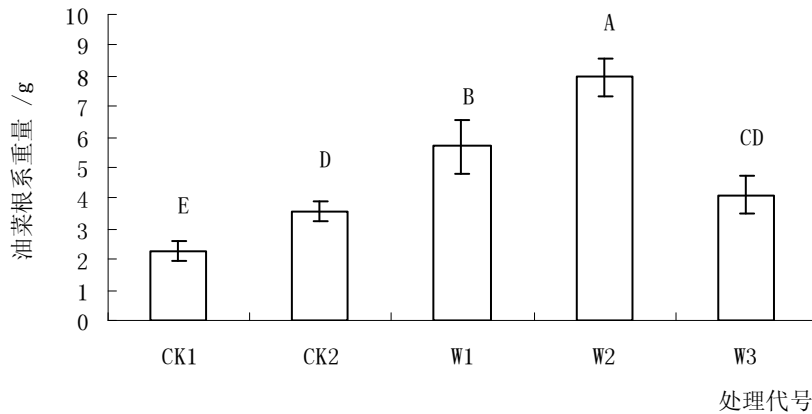


图2 污泥施用对油菜根重的影响

理分别增加了 29.15%、44.90%和 15.94%。W2 和 W1 处理与 CK2 处理相比,根重差异达到显著水平,而 W3 与之相比差异较小。污泥的有机养分对于油菜根系的发育具有积极意义<sup>[9]</sup>,但如果施用过多,由于重金属等的毒副作用,会影响到油菜的生长,也会降低污泥对于根系的作用。

### 2.3 污泥施用对油菜根/冠比指标的影响

根冠比是指植物地下部分与地上部分的鲜重或干重的比值。它的大小反映了植物地下部分与地上部分的相关性;油菜根冠比既能反映植株的生长状况,也能反映土壤的营养供应状况。适宜的根冠比可以保证植物的上部生长,但在土壤营养匮乏条件下易于形成较

大的根冠比,这是植物根系的一种适应性反应<sup>[10]</sup>。盆栽油菜试验的各个处理中,CK1 处理的根冠比最大,即不施肥的 CK1 处理表现出营养亏缺,油菜为了满足生存的需要被迫对营养匮乏的环境积极适应,这是 CK1 根冠比较大的主要原因。

在所有处理中油菜根/冠比的高低顺序为:CK1>W2>W1>W3>CK2(图3)。除 CK1 外,盆栽油菜根/冠比最高的处理为 W2 处理,并且 W2 处理的油菜产量以及根重在所有处理中都是最大的,由此可见要保障植物生长良好,其根系的生长发育状况不容忽视。所有施用污泥的处理,根冠比均比 CK2 高,表明与化学肥料相比,污泥可以显著提高盆栽油菜的根冠比。

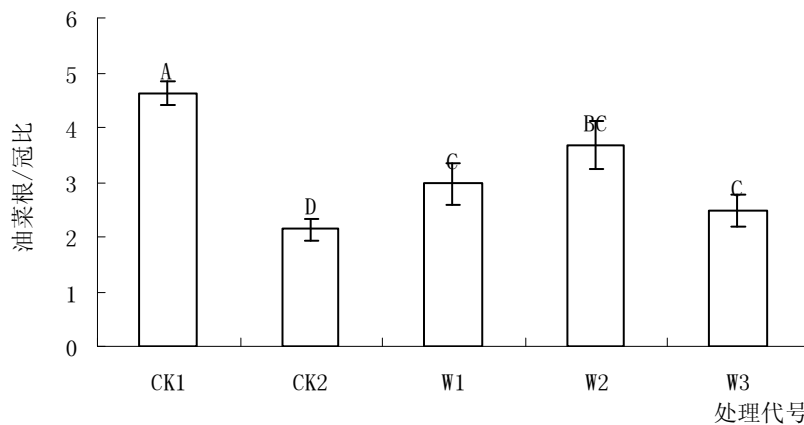


图3 污泥施用对油菜根/冠比的影响

三个施用污泥的处理中,油菜根冠比并不是随着污泥施用量的增加而增加,当污泥施用量很高时(污泥施用量为 6g/kg 土),油菜根冠比反而比施用适中量(污泥施用量为 4g/kg 土)处理低。这表明过多的污泥对于根系的生长发育有一定的不利影响,而其具体的情况有待进一步研究。

### 2.4 污泥施用对油菜吸收营养元素的影响

盆栽结束后,对植株吸收 N、P 和 K 三种营养元素的情况做了初步分析,各处理间植株全氮含量的高低

顺序为:CK1>W3>W2>W1>CK2(见图4)。施肥后植株全氮含量有所降低:与对照 CK1 相比,CK2、W1、W2、W3 处理分别降低了 14.35%、11.21%、8.52%和 3.41%。但与施用化肥的 CK2 处理相比,W1、W2、W3 处理分别增加了 3.66%、6.81%和 13.09%。所有施用污泥的处理油菜中的全氮含量与 CK2 处理相比均有所增加,并且随着污泥施用量的增加,植株全氮含量也呈现增加的趋势。施肥为油菜提供了有效地氮素供应,无意能促进油菜对氮素的吸收,但由于油菜产量增加显

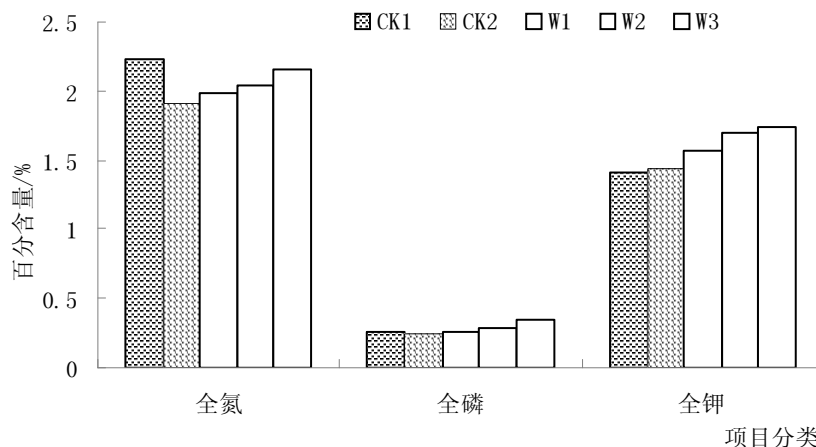


图4 控释尿素硫膜对植株中氮、磷、钾、硫含量的影响

著，所以油菜中的氮素含量并不一定增加，试验中CK1处理油菜氮含量最高验证了这一结论。但城市污泥中有机态氮的含量相对较高，这会有利于油菜对氮的持续有效利用。

各处理间植株全磷含量的高低顺序为： $W3 > W2 > W1 = CK1 > CK2$ 。所有施用污泥的处理中油菜全磷含量都较高，并且随着污泥施用量的增加油菜中全磷含量也增加。CK1处理油菜全磷含量比CK2高8.33%，尽管施肥促进了植株的生长，也促进了油菜对磷素的吸收，但从油菜植株全磷含量上看，却是下降的，这主要是油菜产量提高较多，从而使得植株中的百分比含量降低。污泥处理和CK2处理相比，二者的磷素含量相同为何污泥处理油菜全磷含量较高呢？这主要是因为污泥中的磷素与有机物融合在一起，有些也呈现有机态，所以其有效性相对较高。

各处理间油菜植株全钾含量的高低顺序为： $W3 > W2 > W1 > CK2 > CK1$ 。与不施肥的CK1处理相比，CK2、W1、W2、W3处理油菜全钾含量分别提高了1.42%、10.64%、19.86%和23.40%。与CK2相比，W1、W2、W3处理油菜全钾含量分别提高了9.09%、18.18%和21.68%。这表明城市污泥的施用可有效促进油菜对钾素的吸收，并且随着污泥施用量的增加，油菜中全钾含量增加。

### 3 小结

城市污泥对盆栽油菜的生长具有显著的促进作用，具体表现为：①适宜的污泥用量可显著提高盆栽油菜的生物量，但当污泥用量较高时，污泥对盆栽油菜产

量提高的促进作用会明显降低；②污泥对盆栽油菜根重的影响作用与对生物量的影响一致，污泥可显著促进盆栽油菜的生长发育；③适宜的污泥用量有助于盆栽油菜根/冠比指标的优化，对于保障油菜的生产具有积极意义；④污泥施用比化肥更能促进盆栽油菜对N、P、K元素的吸收，能有效提高这些营养元素的利用效率。

### 参考文献

- [1] 邹绍文,张树清,王玉军,等.中国城市污泥的性质和处置方式及土地利用前景[J].中国农学通报,2005,(01):198-201.
- [2] 莫测辉,李全,吴启堂,等.城市污泥有机物的研究进展[J].农业环境保护,2001,20(4):273-276.
- [3] 林春野,董克虞,李萍,等.污泥农用对土壤及作物的影响[J].农业环境保护,1994,(01):23-25.
- [4] 王新,陈涛,梁仁禄,等.污泥土地利用对农作物及土壤的影响研究[J].应用生态学报,2002,13(2):163-166.
- [5] 张学洪,陈志强,吕炳南,等.污泥农用的重金属安全性试验研究[J].中国给水排水,2000,(12):18-21.
- [6] 王敦球,解庆林,李金诚,等.城市污泥农用资源化研究[J].重庆环境科学,1999,21(6):50-52.
- [7] 陈同斌,黄启飞,高力,等.中国城市污泥的重金属含量及其变化趋势[J].环境科学学报,2003,(5):561-569.
- [8] 韦朝海,陈传好.污泥处理、处置与利用的研究现状分析[J].城市环境与城市生态,1998,(04):56-59.
- [9] 宋敬阳.城市污水污泥的农田施用[J].环境科学与管理,1993,(03):29-32.
- [10] 张福锁,曹一平.根际动态过程与植物营养[J].土壤学报,1992,(03):239-250.