

# 河道疏浚底泥农业利用对油菜幼苗生长的影响

杨 丹, 刘 燕, 葛 皎

(贵阳学院 生物与环境工程学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘 要:**为研究河道疏浚底泥提高土壤肥力、促进植物生长的可行性,通过盆栽油菜试验,分析了底泥以不同比例添加到土壤后,土壤理化性质及油菜幼苗的生长效应。结果表明:河道疏浚底泥的添加显著提高了油菜幼苗株高、生物量、叶片叶绿素含量及地上部分植株体内的 C、N、P 含量;当河道疏浚底泥与土壤以 1:2 添加时增加最显著,株高比对照增加了 42.9%,生物量比对照增加了 1.34 倍,叶绿素 a 和叶绿素 b 含量分别增加 35.0% 和 22.2%,地上部分植株 C、N、P 含量分别比对照增加 16.1%、1.55 倍和 45.15%;当底泥与土壤比例达到 1:1 时,株高、叶片叶绿素、地上植株 C、N、P 含量开始下降,生物量甚至略低于对照处理,此时土壤全 Cd 含量超过《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准。可见,河道疏浚底泥添加能够促进油菜幼苗生长,但高比例的疏浚底泥添加将导致土壤污染及植物生长胁迫。为避免重金属大量输入可能导致的生态风险,利用河道疏浚底泥提高土壤肥力时,添加比例应控制在 50% 以下。

**关键词:**疏浚底泥;农业利用;盆栽试验;油菜幼苗;生长效应

**中图分类号:**X 705 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0177-05

环保疏浚是减少水环境污染和改善水质的重要途径<sup>[1]</sup>,城市河道及湖库疏浚和清淤产生的大量疏浚底泥通常被作为固体废弃物堆放,占用大量的土地。疏浚底泥理化性质与城市污泥相似,含有大量植物生长所需的营养元素,利用价值较高,可直接或进行一定处理后作为植物配置土进行再利用<sup>[2-3]</sup>。底泥在土壤中的合理施用可以增加土壤肥力,改良土壤性质<sup>[4]</sup>。GANET 等<sup>[5]</sup>的研究表明湖泊底泥的施用显著增加了莴苣产量和作物组织中的营养物质,且未发现重金属在作物组织中富集;朱广伟等<sup>[6-7]</sup>研究发现,农田施用底泥后不仅能提高土壤肥力,还能增加土壤孔隙度、团聚度、含水量等,改善土壤性质,促进青菜生长。但是,底泥中也含有一定量的重金属等污染物质,若处置不当易造成土壤和地下水污染,影响底泥的资源化利用;邵利明等<sup>[8]</sup>研究表明,城市河道疏浚底泥用作绿化培植土是可行的,但应根据底泥中重金属含量控制其用量。因此,利用河道疏浚底泥改善土壤性质,除满足植物生长对土壤养分的需求

外,还应注意可能带来的环境影响。

目前国内外对于受污染的河道疏浚底泥的修复研究较为集中,而对河道疏浚底泥在提高土壤肥力,促进植物生长方面的报道不多,偶见河道疏浚底泥对植物种子发芽率、出苗率或产量的研究<sup>[2,6-7]</sup>,针对河道疏浚底泥对植物生长效应的研究尚鲜见报道。由于不同地区河道底泥中所含营养物质及受污染程度存在差异,河道疏浚底泥的安全利用目前尚无明确的用量标准,开展河道疏浚底泥农业利用引起的土壤理化性质改变及植物生长效应的研究,可为其安全用量标准的制定提供有效依据。课题组以贵阳市城市河道疏浚底泥为研究对象,分析不同比例疏浚底泥添加条件下油菜幼苗的生长效应,以期河道疏浚底泥农业利用的安全用量提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试作物为油菜;供试土壤采自贵阳市龙洞堡片区旱地农田黄壤土,采样深度 0~20 cm;供试底泥为贵阳市南明河水口寺河段河道疏浚底泥,pH 7.6,有机质含量 306.19 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 103.16 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷 161.21 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 759.73 mg·kg<sup>-1</sup>,全 Cu 含量 179.64 mg·kg<sup>-1</sup>,全 Zn 含量 219.03 mg·kg<sup>-1</sup>,全 Cd 含量 7.15 mg·kg<sup>-1</sup>,全 Pb 含量 58.28 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 试验方法

试验于 2015 年 11 月在贵阳学院试验温棚进行,采

**第一作者简介:**杨丹(1982-),女,贵州兴义人,博士,副教授,现主要从事农业土壤环境质量评价与污染防治等研究工作。E-mail: yangdanskyy@163.com.

**基金项目:**贵州省科学技术基金资助项目(黔科合 J 字[2013]2299 号);贵州省科学技术联合基金资助项目(黔科合 LH 字[2014]7180 号);贵州省重点学科生态学资助项目(ZDXK[2013]08)。

**收稿日期:**2016-04-21

用盆栽法,共设 3 个处理,将风干底泥与土壤以不同比例混合。底泥与土壤的混合比例分别为 1:3(T1)、1:2(T2)、1:1(T3),以不施加底泥的土壤为对照(CK)。各处理按上述比例将底泥与土壤混合均匀后,装入高 20 cm、内径 15 cm 的塑料花盆,每盆共装混合基质 3.0 kg,每处理 15 次重复,温棚内平衡 30 d。平衡结束后每个处理随机选取 5 个样品测定混合基质的理化性质,其余 10 个样品用于植物生长盆栽试验,每盆播种 6 粒油菜种子,待出苗后每盆保留 2 株苗,生长 35 d 后,观测植物生长状况。试验结束后,选其中 5 个样品用于测定叶绿素含量,5 个样品用于测定植物中 C、N、P 元素的累积状况。混合基质平衡及植物生长期间,基质含水量保持在田间持水量的 70% 左右,生长 35 d 后,收获植物,用蒸馏水冲洗,测量根长后于 70 °C 烘干,称重,测定植物中 C、N、P 浓度。

### 1.3 项目测定

土壤及植物样品指标测定参照《土壤农业化学分析法》<sup>[9]</sup>,pH 测定采用电位法;有机质含量测定采用重铬酸钾法;碱解氮含量测定采用碱解扩散法;速效 P 含量测定采用 NaHCO<sub>3</sub> 浸提,钼锑抗比色法;速效 K 含量测定采用乙酸铵浸提,火焰光度法;叶绿素含量测定采用丙酮浸提,分光光度法。植物样品烘干研磨后过 0.20 mm 筛,用硝酸-高氯酸混合消解后测定植物中 C、N、P 含量,C 含量测定采用重铬酸钾法,N 含量测定采用凯氏定氮法,P 含量采用钒钼黄吸光光度法。

### 1.4 数据分析

试验数据经 Microsoft Excel 2010 软件整理后,利用 SPSS 19.0 进行数据分析。利用单因素方差分析法(one-way ANOVA)对试验结果进行分析,同时进行双尾显著

性检验,所有检验的显著性水平如无特殊说明均为  $P=0.05$ ,采用 Origin Pro 8.5 软件进行制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 河道疏浚底泥添加对土壤养分及重金属含量的影响

由表 1 可知,河道疏浚底泥添加对土壤 pH 无显著影响,但有机质、碱解氮、速效磷和速效钾等养分均显著增加,与对照土壤相比,T1 处理中有机质含量增加了 24.3%,T2 处理增加了 61.4%,T3 处理增加了近 1 倍,相关性分析表明,混合基质中有机质含量与疏浚底泥的添加比例呈显著正相关( $P<0.05$ );T1、T2、T3 处理中碱解 N 含量分别是对照土壤的 1.20 倍、1.33 倍和 1.67 倍;随着底泥添加比例的增加,混合基质中速效磷也显著增加,T1 处理中速效磷含量比对照土壤增加了 1.84 倍,T2 处理增加 2.05 倍,T3 处理则增加 4.33 倍;T1 处理中速效钾是对照土壤的 3.52 倍,T2 处理为 5.12 倍,T3 处理达 7.65 倍。可见,由于河道疏浚底泥中所含的养分含量较高,其添加大大提高了土壤肥力,尤其当底泥添加量达到 50% 时使土壤养分含量增加最多。

对照土壤中未检测到 Cd 和 Pb,随着底泥添加比例的增加,土壤中 Cu、Cd、Pb、Zn 等重金属含量逐渐增加(表 1)。T1、T2 处理条件下,上述重金属含量均在《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准范围内,但在污泥添加比例最大的 T3 处理中,全 Cu、Pb、Zn 的含量未超过《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准和《农用污泥中污染物控制标准》(GB4284-84),而全 Cd 含量超过了《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准。可见,河道疏浚底泥的添加能够显著提高土壤速效养分含

表 1 各处理土壤理化性质

Table 1 Soil physicochemical properties under different treatments

土壤理化性质 Soil physicochemical properties	CK	T1	T2	T3
pH	7.56±0.06a	7.55±0.05a	7.56±0.05a	7.57±0.06a
有机质含量 Organic matter content/(g·kg <sup>-1</sup> )	52.31±9.94d	65.00±10.44c	84.45±10.76b	105.11±11.37a
碱解氮含量 Available N content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	40.11±3.52c	48.28±5.87b	53.28±5.91b	67.16±6.89a
速效磷含量 Available P content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	19.82±3.11c	56.19±6.12b	60.39±6.19b	105.66±9.93a
速效钾含量 Available K content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	80.55±10.25d	283.88±18.77c	412.55±20.38b	616.39±29.81a
全量 Cu 含量 Total Cu content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	10.47±2.63c	17.72±5.00c	23.94±4.19b	37.84±4.37a
全量 Cd 含量 Total Cd content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	未检出	0.47±0.05b	0.58±0.05b	1.15±0.06a
全量 Pb 含量 Total Pb content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	未检出	11.06±2.03c	20.23±2.47b	39.14±2.94a
全量 Zn 含量 Total Zn content/(mg·kg <sup>-1</sup> )	17.79±2.00d	41.42±3.37c	59.33±3.80b	71.81±4.44a

表 2 土壤环境质量标准及污泥农用标准

Table 2 Standard values of heavy-metals for soil and sludge

标准 Standard	pH	Cu /(mg·kg <sup>-1</sup> )	Cd /(mg·kg <sup>-1</sup> )	Pb /(mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn /(mg·kg <sup>-1</sup> )
土壤质量标准(GB15618-2008)二级标准 The secondary standard of 'Environmental quality standards for soils'(GB15618-2008)	>7.5	100	0.80	80	300
《农用污泥中污染物控制标准》(GB4284-84)Standard of pollutants in agricultural sludge(GB4284-84)	≥6.5	500	20	1 000	1 000

量,但同时重金属含量亦增加。当河道疏浚底泥与土壤以 1:1 比例混合时,全 Cd 含量超过《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准,造成土壤污染。

## 2.2 河道疏浚底泥添加对油菜幼苗生长的影响

由图 1 可以看出,河道疏浚底泥添加后,油菜幼苗

株高显著高于对照。T1、T2、T3 处理中油菜幼苗株高分别高于对照 21.4%、42.9%和 16.1%;T1 和 T2 处理中油菜幼苗生物量(干质量)分别是对照的 1.18 倍和 1.34 倍,而 T3 处理中油菜幼苗生物量反而略低于对照。

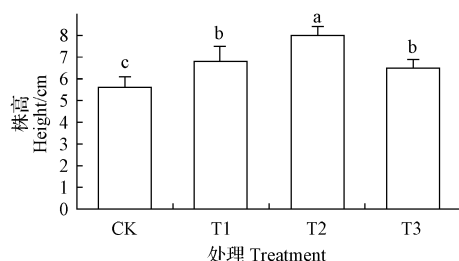


图 1 不同处理对油菜幼苗株高和生物量的影响

Fig. 1 Effect of the height and biomass of *Brassica campestris* L. seedlings under different treatments

图 2 表明,河道疏浚底泥添加后,油菜幼苗叶片中叶绿素 a 和叶绿素 b 含量显著高于对照。T1、T2、T3 处理中叶绿素 a 含量分别较对照处理增加 20.0%、35.0%和 24.0%,叶绿素 a 含量在 T3 处理中较 T2 处理有所降低;T2 处理中叶绿素 b 含量显著高于对照,T1 和 T3 处理中叶绿素 b 含量与对照无显著差异。总的来说,T2 处理使得油菜幼苗株高、生物量以及叶片中叶绿素含量增加最多,河道疏浚底泥添加比例最大的 T3 处理并未使油菜幼苗上述生长和生理指标继续增加,相对 T2 处理反而有所下降,生物量甚至略低于对照,说明虽然河道疏浚底泥中养分含量较高,但对于油菜幼苗来说,并不是底泥的添加量越多其生长状况越好。

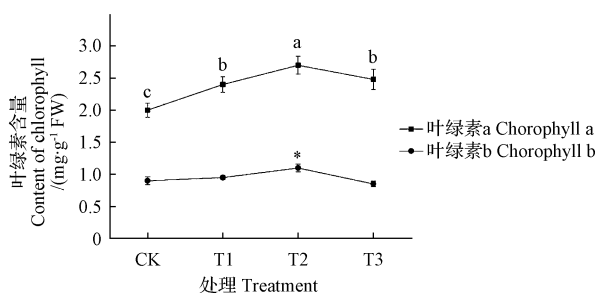


图 2 不同处理条件下油菜幼苗叶片叶绿素含量

Fig. 2 The content of chlorophyll in leaf of *Brassica campestris* L. seedlings under different treatments

## 2.3 河道疏浚底泥添加对油菜幼苗地上部分营养元素累积的影响

由表 3 可以看出,河道疏浚底泥的添加,显著提高了油菜在试验期间地上部分 C、N、P 的含量。T1、T2、T3 处理中油菜幼苗地上部分 C 含量分别比对照处理增加了 4.5%、16.1%和 4.7%;N 含量分别是对照处理的 1.21 倍、1.55 倍和 1.13 倍;P 含量分别比对照处理增加了 27.85%、45.15%和 33.33%,T2 处理中 C、N、P 含量

的增加量最大。但当底泥与土壤比例达到 1:1 时,植株 C、N、P 含量反而比添加比例为 1:2 时有所下降,结合株高、生物量及叶绿素测定数据,推测这可能与重金属胁迫对植物生长的影响有关。随着底泥添加量的增加,土壤中重金属含量也显著增加,T3 处理中全 Cd 含量超过了《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准,由于重金属浓度较高,可能对幼苗生长造成了一定程度的胁迫,进而限制了养分的吸收。

表 3 各处理植物地上部分营养元素含量

Table 3 Content of nutrients in above-ground plants under different treatments mg·g<sup>-1</sup>

处理 Treatment	C	N	P
CK	287.52±26.67c	8.86±0.40c	2.37±0.07d
T1	300.39±27.00b	10.74±0.42b	3.03±0.08c
T2	333.70±27.13a	13.69±0.45a	3.44±0.07a
T3	301.16±25.84b	10.00±0.37b	3.16±0.05b

## 3 讨论与结论

土壤速效养分含量反映了土壤养分的供应指标。有机质表征土壤的潜在养分,并影响土壤的团粒结构、物理性质以及保水保肥能力;氮是影响植物生长最重要的养分限制因子,其中碱解氮含量与土壤氮养分盈余直接呈正相关关系,是反映土壤中氮素供应的重要指标<sup>[10-11]</sup>;磷素以多种途径参与植物体内的新陈代谢活动,而速效磷对于判断土壤的磷素供应状况具有重要意义。一般来说,土壤中速效磷含量大于 10 mg·kg<sup>-1</sup> 时即可满足作物的生长<sup>[12-13]</sup>;当土壤中速效钾含量在 100~160 mg·kg<sup>-1</sup> 时,表明土壤具有较强的供钾能力,无需再向土壤施用钾肥<sup>[14-15]</sup>。但植物生长发育所需的养分有一定限制,当养分水平达到植物正常生长水平后,多余的养分对植物生长意义不大。对照土壤速效钾含量为 80.55 mg·kg<sup>-1</sup>,植物生长所需的钾素不足,河



河道疏浚底泥的添加使土壤速效钾大大提高。由于河道疏浚底泥中有机质、碱解氮、速效磷及速效钾养分含量高于对照土壤,其施用对于提高土壤肥力具有较高的利用价值。该试验中河道疏浚底泥添加显著提高了土壤速效养分的研究结果与薄录吉等<sup>[2]</sup>的研究成果一致。当底泥与土壤比例达到 1:1 时,速效磷含量增加到 105.66 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量增加到 616.39 mg·kg<sup>-1</sup>,远超过作物生长需要的含量水平。

然而,河道疏浚底泥中除养分外,还含有一定量的重金属,随着河道疏浚底泥用量的增加,土壤中高浓度的重金属可能导致土壤污染,对植物生长产生胁迫,反而抑制植物的生长发育。该研究结果发现,河道疏浚底泥添加增加了土壤全量 Cu、Cd、Pb、Zn 等重金属含量,当底泥在土壤中的比例达到 50% 时,土壤全 Cd 含量超过《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准。GANET 等<sup>[5]</sup>同样发现,某湖库底泥施用于农田后增加了土壤重金属含量,且增加量与底泥添加比例呈显著正相关,底泥农业土地利用必须控制好施用量。因此,施用底泥作为提高土壤肥力,促进植物生长的基质时,需控制好底泥的添加比例,避免底泥中重金属的输入可能引起的土壤污染问题。

河道疏浚底泥的添加提高了土壤有机质、氮、磷、钾等养分含量,使油菜幼苗生长所需的养分充足,株高和生物量得到提高。T1 和 T2 处理中油菜幼苗株高和生物量显著高于对照,与国内大多数研究结果一致。薄录吉等<sup>[2]</sup>将苏南河道疏浚底泥施入稻田后发现水稻生物量、产量和株高显著增加;祝长龙等<sup>[13]</sup>利用河道底泥改善土壤肥力的试验中发现,河道底泥能够显著提高花卉植物的长势、生物量及开花质量;朱广伟等<sup>[12]</sup>的研究也表明,施加河道底泥后高山羊茅和白三叶的鲜质量显著高于不施用河道底泥的对照处理,分别是对照处理的 4.9 倍和 3.0 倍。该研究中 T3 处理,株高和生物量有下降趋势,生物量甚至反而略低于对照,原因可能是由于底泥用量的增多,使得土壤重金属含量增加,尤其 Cd 含量超过了《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准,对植物生长产生胁迫<sup>[16]</sup>,反而抑制了油菜幼苗的生长发育,使生物量降低。黄丽荣等<sup>[17]</sup>也研究发现,适量的城市污泥能够显著提高樟子松幼苗鲜质量和干质量,但高比例的污泥添加反而使幼苗生物量降低。

氮素和磷素对植物叶绿素的合成具有重要意义。作为叶绿素的主要组成成分之一,氮素充足时植物能够合成较多的蛋白质,促进细胞的分裂和增长,使叶面积增长较快,从而具有更大的叶面积进行光合作用;磷能够促进早期根系的形成和生长,在植物体内参与光合和呼吸作用等。该试验中,河道疏浚底泥添加使油菜幼苗的叶绿素含量显著高于对照,原因是底泥施用增加了土

壤中氮、磷及其它养分含量,使油菜幼苗生长所需的养分含量充足,叶绿素含量得到提高。叶绿素含量在 T3 处理中反而比 T2 处理有所下降,可能是随着底泥用量的增加,土壤重金属含量增加影响了油菜幼苗的叶片发育,有研究表明重金属含量过高会干扰营养元素向植物体的叶部运输,使叶绿素的合成受到影响<sup>[18]</sup>。

黄丽荣等<sup>[17]</sup>在研究城市污泥施用对樟子松幼苗生长的试验中发现,适量的城市污泥显著提高了樟子松幼苗的物质积累;GANET 等<sup>[5]</sup>的研究表明,湖库底泥的添加使蔬菜作物组织中的营养物质显著增加。该研究结果发现,河道疏浚底泥添加显著提高了油菜幼苗地上部分植株中 C、N、P 的含量,随着添加量的增加,地上部分植株体内养分含量也不断增加,但当底泥添加量达到 50% 后,地上部分植株养分含量有下降趋势,这可能与此时土壤中重金属含量较高有关。根系是植物吸收养分的主要器官,植物根部直接与基质中重金属接触,随着河道疏浚底泥添加量的增加,土壤重金属含量也在不断增加,若根系附近重金属浓度较高,将抑制根系的生长,影响根系活力,进而限制植物对养分的吸收、利用和积累<sup>[19]</sup>;张天红等<sup>[20]</sup>在林地施用污水污泥的研究、李艳霞等<sup>[21]</sup>利用城市污泥和垃圾堆肥对林木育苗的影响研究,以及史静等<sup>[22]</sup>采用城市污泥对毛白杨林地施肥试验研究中同样发现,高比例的污泥添加带来的大量重金属会抑制植物的生长和发育。

根据该研究结果,河道疏浚底泥添加能够显著提高土壤养分,促进油菜幼苗生长。当河道疏浚底泥与土壤混合比为 1:2 时,油菜幼苗的株高、生物量、叶绿素及地上植株中营养物质含量均优于其它处理;但施入 50% 河道疏浚底泥使得土壤全 Cd 含量超过《土壤环境质量标准》(GB15618-2008)二级标准,油菜幼苗各项生长指标开始下降。因此,施用河道疏浚底泥提高土壤肥力时,应注意重金属的输入可能引起的土壤污染问题和对植物生长的胁迫,需控制好底泥的用量。

### 参考文献

- [1] 彭旭更,胡保安.面向污染水体的底泥环保疏浚技术与资源化利用[J].水资源与水工程学报,2009,20(6):95-97.
- [2] 薄录吉,王德建,汪军,等.苏南河道疏浚底泥农用对土壤及水稻生长的影响[J].土壤通报,2015(3):709-714.
- [3] USEPA. Waste to resource; beneficial use of Great Lakes dredged material [R]. Chicago: Great Lake Program Office, 2001.
- [4] KORENTAJER L. A review of the agricultural use of sewage sludge benefits and potential hazards[J]. Water SA, 1991, 17(3): 189-196.
- [5] GANET R, CHAVES C, POMARES F, et al. Agricultural use of sediments from the Albufera Lake (eastern Spain) [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2003, 95: 29-36.
- [6] 朱广伟,陈英旭,周根娣,等.城市河道疏浚底泥农田应用的初步研究[J].农业环境保护,2001,20(2):101-103.
- [7] 朱广伟,陈英旭,王凤平,等.景观水体疏浚底泥的农业利用研究[J].应用生态学报,2002,13(3):335-339.

- [8] 邵利明,何晶晶,洪祖喜. 受污染疏浚底泥用作植物培植土的环境影响分析[J]. 环境科学研究,2004,17(3):51-54,74.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:北京农业出版社,1999:12-107.
- [10] ZHU Z L, CHEN D L. Nitrogen fertilizer use in China-contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies [J]. Nutr Cycling Agroecosyst, 2002, 63: 117-127.
- [11] 许仙菊,武淑霞,张维理,等. 上海郊区农田氮养分平衡及其对土壤速效氮含量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2007(3):24-28.
- [12] 朱广伟,陈英旭,王凤平,等. 城市河道底泥直接园林应用的初步研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2001,27(1):47-48.
- [13] 祝长龙,赵伟,蔡纪文,等. 马家沟底泥在花卉用肥上的应用研究[J]. 东北农业大学学报,1999,30(2):154-158.
- [14] ZABLODSKI Z. Physical and chemical changes in sewage sludge-amended soil and factors affecting the extract ability of selected macroelements[J]. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, 1998, 69: 91-104.
- [15] 莫测辉,吴启堂,周友平,等. 城市污泥对作物种子发芽及幼苗生长影响的初步研究[J]. 应用生态学报,1997,8(6):645-649.
- [16] 铁梅,宋琳琳,惠秀娟,等. 施污土壤重金属有效态分布及生物有效性[J]. 生态学报,2013(7):2173-2181.
- [17] 黄丽荣,李雪,唐凤德,等. 污泥对樟子松生物量及其重金属积累和土壤重金属有效性的影响[J]. 环境科学学报,2010(12):2450-2456.
- [18] 闫彩凤. 城市污泥对樟子松幼苗生长及重金属吸收特征的影响[D]. 沈阳:辽宁大学,2010.
- [19] 杨双春,刘玲,潘一,等.  $Hg^{2+}$ 、 $Cd^{2+}$  胁迫对玉米生理生态的影响[J]. 辽宁石油化工大学学报,2004,2(1):62-65.
- [20] 张天红,薛澄泽. 西安市污水污泥林地施用效果的研究[J]. 西北农业大学学报,1994,22(2):60-63.
- [21] 李艳霞,薛澄泽,陈同斌. 污泥和垃圾堆肥用作林木育苗基质的研究[J]. 农村生态环境,2000,16(1):60-63.
- [22] 史静,郭伟珍,徐振华. 城市污泥应用于毛白杨林地施肥试验[J]. 林业科技开发,2007,21(5):24-26.

## Effect of Dredged Sediments Utilization in Agricultural on Seedlings of *Brassica campestris* L.

YANG Dan, LIU Yan, GE Jiao

(College of Biological and Environmental Engineering, Guiyang University, Guiyang, Guizhou 550025)

**Abstract:** In order to analyze the feasibility of dredged sediment utilization in improving soil fertility and plant growth, a pot experiment was conducted, in which the effect of dredged sediment addition on soil physicochemical properties and growth of *Brassica campestris* L. seedlings were observed. The results showed that the addition of dredged sediment had significantly increased the height, biomass, chlorophyll content in the leaf, content of C, N and P in the above-ground part of *Brassica campestris* L. seedlings. When the mix proportion of dredged sediment and soil reached 1 : 2, the indexes were improve better than other treatments. The average height of *Brassica campestris* L. seedlings had increased 42.9%, the biomass increased 1.34 times, chlorophyll a and b increased 35.0% and 22.2% respectively, and concentration of C, N and P in the above-ground part increased 16.1%, 1.55 times and 45.15% respectively. However, when the mix proportion reached 1 : 1, the plant height, content of chlorophyll, C, N and P in the above-ground part of *Brassica campestris* L. seedlings began to decrease, the biomass was even less than the treatment which had no dredged sediment addition in soil. Soil Cd content had been more than the secondary standard of 'Environmental quality standards for soils' (GB18918-2008) under this treatment. Therefore, the addition of dredged sediment could improve growth of *Brassica campestris* L. seedlings, but high proportion of dredged sediment utilization would cause soil contamination and stress on plant growth. The additive proportion of dredged sediment should be controlled below 50% to avoid the possible ecological risk while using its nutrients to improve soil fertility.

**Keywords:** dredged sludge; agricultural utilization; pot experiment; seedling of *Brassica campestris* L.; growth effects