

利用污泥堆肥冬季培育碱茅草无土草坪研究

马 闯^{1,2},霍 晶¹,张宏忠^{1,2*},赵继红^{1,2},李水旺³

(1. 郑州轻工业学院 材料与化学工程学院,河南 郑州 450001; 2. 环境污染治理与生态修复河南省协同创新中心,河南 郑州 450001; 3. 河南希芳阁绿化工程股份有限公司,河南 郑州 450001)

摘要:为探讨冬季利用城市污泥堆肥在塑料大棚中培育无土草坪的可行性,以6种不同营养基质培育碱茅草草坪,研究了各处理基质的理化性状及其对草坪草发芽时间、外观质量、根系活力和生产周期的影响。结果表明,与土壤(CK)相比,全量花生壳+秸秆污泥堆肥基质(T1)电导率值较高,草种发芽时间最晚,且草坪草外观质量较差;全量稻糠基质(T2)营养不足,草坪草外观质量一般,根系活力显著降低;全量锯末污泥堆肥基质(T3)理化性状适宜,草坪草外观质量最优;稻糠与花生壳+秸秆污泥堆肥等比例混合基质(T4)和稻糠与锯末污泥堆肥等比例混合基质(T5)的理化性状得到改善,草坪草外观质量均较好;T3、T4、T5基质的发芽时间和生产周期并未明显延长,且根系活力显著提高。综上,T3基质最适合用作冬季培育碱茅草无土草坪生产基质,T5、T4基质次之。

关键词:污泥堆肥;碱茅草;无土草坪;基质

中图分类号: S141.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)08-0060-05

Study on Using Sludge Compost to Cultivate Soilless
Lawn of Alkali-grass in Winter

MA Chuang^{1,2},HUO Jing¹,ZHANG Hongzhong^{1,2*},ZHAO Jihong^{1,2},LI Shuiwang³

(1. School of Material and Chemical Engineering,Zhengzhou University of Light Industry,Zhengzhou 450001,China;
2. Collaborative Innovation Center of Environmental Pollution Control and Ecological Restoration,Henan Province,
Zhengzhou 450001,China; 3. Henan Xifangge Greening Project Co.,Ltd.,Zhengzhou 450001,China)

Abstract: In order to verify the feasibility of using municipal sewage sludge compost to cultivate soilless lawn in winter plastic greenhouses,the alkali-grass was cultivated in six different nutrition substrates,the pros and cons of physical and chemical properties,the change of turf-grass germination time,turf appearance quality,root activity and production cycle in the different substrates were analyzed. The results showed that compared with the soil(CK),the EC value of the treatment with full amount of peanut shells straw compost sludge substrate(T1) was highest,and it had the latest grass seed germination time and a poor appearance quality of lawn;T2 treatment with only rice husk had a average appearance quality,and its root activity decreased significantly due to lack of adequate nutrients. The treatment with full amount of compost using sawdust as amendment(T3) not only had an appropriate physical and chemical properties, but also had the best appearance quality. The physical and chemical properties of the substrate of sludge compost using peanut shells and straw as amendment mixed with rice bran in equal proportions(T4) and the substrate of sludge compost using sawdust as amendment mixed with rice bran in equal proportions (T5) were improved,both of them had better visual quality turf grass. The germination time and production

收稿日期:2015-01-26
基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07204-001);河南省重大公益招标项目(101100910300);河南省科技攻关项目(142102310063);河南省教育厅科学技术研究重点项目(14A610009)
作者简介:马 闯(1982-),男,河南开封人,副教授,博士,主要从事环保及三废综合利用等方面的研究。
E-mail:machuang819@163.com
* 通讯作者:张宏忠(1968-),男,河南新乡人,教授,博士,主要从事光催化及三废综合利用等方面的研究。
E-mail:zhz@zzuli.edu.cn

cycles of T3,T4 and T5 treatment were not prolonged remarkably,and the root vigor of which increased significantly. Overall,T3 treatment was the most suitable substrate for cultivating alkali-grass soilless lawn in winter,T5,T4 treatment were the next.

Key words: sludge compost; alkali-gras; soilless lawn; substrate

污泥堆肥具有轻质、无害、富含氮磷等养分的特点^[1],是一种潜在的理想草坪基质^[2]。国外一般将污泥堆肥与土壤或砂石等按一定比例混合作为培养草坪草的基质,即将其作为中等肥料、调节剂或土壤改良剂使用^[3]。我国以污泥堆肥为主的草坪草栽培基质开发起步较晚,为了达到容重适宜、增加孔隙度、提高水分和空气含量的要求,一般将污泥堆肥与生活垃圾、工农业废弃物等混合进行草坪草培育研究^[4-6],从而克服单一基质可能造成的容重过小、过大,通气不良或过盛等弊端。陈同斌^[6]将城市污泥、秸秆等经堆肥化处理后加入蛭石、钾肥等配料开发的地毯式草坪基质得到了广泛应用。

因受自然条件的限制,全年中适合草坪生产的时间不多,而在塑料大棚内生产草坪受自然因素影响相对较小,且可通过合理调控水肥条件达到降低生产成本,缩短生产周期,提高生产效率的目的。目前,冬季无土草坪研究主要集中在环境因素对其生产的影响^[7]、草坪管理及养护^[8-9]等方面。而在冬季采用城市污泥堆肥培育无土草坪的研究却鲜有报道。为此,以花生壳、秸秆污泥堆肥和锯末污泥堆肥以及稻糠为原料,按不同配比混合制成有机生态绿化基质,探索污泥堆肥基质用于冬季大棚培育碱茅草无土草坪的可行性,旨在为污泥资源化利用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

碱茅草:多年生禾本科冷季型草种,抗寒能力强,主要用于盐碱土地地区草坪建植和公路护坡^[10],购买于郑州市陈寨花卉市场,发芽率≥95%。稻糠:未经炭化,由河南希芳阁绿化工程股份有限公司提供。花生壳+秸秆污泥堆肥:由郑州八岗污泥处置厂提供。采用高温固态好氧槽式发酵(翻抛+好氧堆肥)工艺。物料配比为 $m_{\text{花生壳+秸秆}}:m_{\text{污泥}}=1:3$,发酵时间 20 d,温度 55~70℃。风干,粉碎过孔径为 2 mm 的筛。锯末污泥堆肥:采用发酵罐好氧发酵工艺,以锯末为调理剂,物料配比为 $m_{\text{锯末}}:m_{\text{污泥}}=1:3$,发酵时间、温度同上。土壤:黄河滩土。

1.2 试验设计

试验设 5 种基质组分配比,以不含堆肥、稻糠的

土壤为对照(CK)(表 1)。

试验于 2014 年 12 月 21 日在中牟黄河滩草坪生产基地进行,对大棚进行分区规划,小区面积 4 m×2 m,随机排列,设 3 次重复,基质厚度在 2~2.5 cm,各基质间设有一定间隔。碱茅草播种量为 25 g/m²,对各小区采取同样的养护管理措施。

表 1 草坪基质各组分的体积配比

处理	花生壳+秸秆污泥堆肥	稻糠	锯末污泥堆肥
T1	1	0	0
T2	0	1	0
T3	0	0	1
T4	1/2	1/2	0
T5	0	1/2	1/2
CK	0	0	0

1.3 测定项目及方法

1.3.1 基质理化性状 基质容重、持水量采用环刀法测定^[11],pH 值采用 pH 计测定^[12],电导率(EC)采用浸提法测定^[12],全氮含量采用半微量凯氏法测定^[13],全磷含量采用 NaOH 熔融—钼锑抗比色法测定^[13],全钾含量采用 NaOH 熔融—火焰光度法测定^[13],Cu、Zn、Pb、Cr、Cd、Ni 含量采用微波高压消解后电感耦合等离子体发射光谱法测定^[14]。

1.3.2 草坪草的生长发育 播种后,每天观察草种发芽情况,以各处理最早发芽所需的天数为其最早发芽时间^[4];从播种至草皮高度适宜、覆盖均匀致密、根系发达、草坪韧性好、无杂草及病斑时所需的时间即为草皮生产周期^[4]。播种后第 63 天(即土壤基质培育的草坪草成坪时)记录草坪草的色泽、叶宽、分蘖数、均一性、韧性、盖度,并采用无水乙醇提取—紫外分光光度计法测定叶片叶绿素含量^[15],同时采用 TTC 法测定各处理草坪草的根系活力^[15]。

2 结果与分析

2.1 草坪基质的理化性状分析

由表 2 可知,虽然含污泥堆肥基质 T1、T3、T4、T5 处理中重金属含量很高,但均未超过《城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质》(GB/T 23486—2009)中污染物 Cu、Zn、Pb、Cr、Cd、Ni 在酸性土壤和碱性土壤中的施用限值^[16]。

表 2 各处理基质重金属含量 mg/kg

处理	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd	Ni
T1	177.8	470.8	12.3	173.1	1.8	60.0
T2	11.5	37.2	28.2	22.2	2.1	21.3
T3	209.1	447.4	39.6	188.5	3.5	74.9
T4	128.7	321.6	27.2	92.4	1.7	47.1
T5	152.1	294.9	32.7	108.3	2.3	58.3
CK	7.5	16.2	14.6	27.1	0.8	14.1

基质的松紧程度和孔隙度与其容重大小密切相关。一般认为,小于 0.25 g/cm³ 属于低容重基质,介于 0.25 ~ 0.75 g/cm³ 属于中容重基质,大于 0.75 g/cm³ 属于高容重基质^[17]。容重过小,则过于疏松,通气透水性能较好,有利于植物根系伸展,但不利于固定植物,易倒伏;容重过大,则过于紧实,通气透水性能较差,影响根系生长。当容重在 0.1 ~ 0.8 g/cm³ 时,适合大多数草坪草的生长,其中以 0.5 g/cm³ 最佳^[18]。由表 3 可知,CK 基质容重为 1.06 g/cm³,超出草坪草生长的适宜范围;T1—T5 基质容重皆在草坪草适宜范围内,其中 T2、T3、T5 属于低容重基质;T1、T4 属于中容重基质,以 T1 最接近草坪草最佳基质容重,T4 次之。

表 3 各处理基质理化性状

处理	容重/ (g/cm ³)	EC/ (mS/cm)	pH	全氮/ (mg/g)	全磷/ (mg/g)	全钾/ (mg/g)	持水量/%
T1	0.60	5.53	7.56	16.96	11.03	19.77	54.48
T2	0.11	1.15	7.23	8.49	0.45	7.32	74.61
T3	0.17	3.02	7.27	19.26	13.27	22.89	66.18
T4	0.26	4.85	7.20	15.18	9.76	20.55	61.40
T5	0.14	2.64	7.28	17.46	12.34	21.47	60.08
CK	1.06	0.91	7.21	1.29	0.716	9.02	26.87

基质 EC 值反映了基质中可溶性养分含量,直接影响养分的组成和浓度,也可能影响到植物的生长。基质 EC 值在 2.1 ~ 3.5 mS/cm 时,适合大多数草坪草的生长^[19]。由表 3 可知,T1、T4 基质的 EC 值高于 3.5 mS/cm,有可能超过碱茅草生长的范围,破坏养分之间的平衡,不利于种子发芽和生长;T3、T5 基质的 EC 值在适宜范围内,比较利于碱茅草生长;T2、CK 的 EC 值低于 2.1 mS/cm,需要补充一定的营养,否则植株生长营养不良。在实际生产中,当 EC 值过高时,可通过多次灌溉的方式来降低高盐分对植物生长的抑制作用。

草坪栽培基质最好呈中性或微酸性,过酸(pH < 6.5)或过碱(pH > 7.5)时,会影响草坪草的营养平衡,需要采取适当的措施来调节^[20]。由表 3 可知,各基质的 pH 值均呈中性,有利于碱茅草的生长。含堆肥基质(T1、T3、T4、T5)的全氮、磷、钾含量较

高,可为碱茅草的生长提供充足的养分供应。而 T2、CK 的 N、P、K 含量明显偏低。T2 基质持水量最高,T3 基质次之,T4、T5 基质持水量相近,CK 持水量最低。表明,除 CK 外,各基质均可很好地保持水分,有利于碱茅草的生长。这对当前提倡节约用水具有较重要的意义。

综合比较各基质的理化性状,T1 基质虽然营养丰富,容重适宜,持水量较高,但 EC 值最高,需要更多的水分灌溉(相当于淋洗)才能达到植物生长的适宜水平;T2 基质虽然持水量最高,容重、EC 值适宜,但营养元素供应不足;T3 基质 EC 值在草坪生长适宜范围内,且营养充足,持水量较高,容重较低,是最为合适的草坪栽培基质;T4 为混合基质,容重适宜,EC 值高于草坪草生长适宜范围,营养元素较为充足,持水量略低于 T3 基质,可以用作草坪栽培基质;T5 为稻糠与锯末污泥堆肥混合基质,容重适宜,EC 值在适宜范围内,营养元素含量及持水量略低于 T3 基质,但仍高于 CK,是合适的草坪草栽培基质。而 CK 容重较大,持水量及养分含量均较低。因此,各基质的优劣顺序依次为 T3 > T5 > T4 > T2 > CK > T1。

2.2 草坪草的生长发育情况

2.2.1 发芽时间 大棚碱茅草草种最早发芽时间表现为 T1 处理最长,为 16 d;T2、CK 最短,均为 13 d;T3、T4、T5 处理最早发芽时间相同,均为 14 d。综上,从最早发芽时间来看,T2、CK 最优,T3、T4、T5 处理次之。

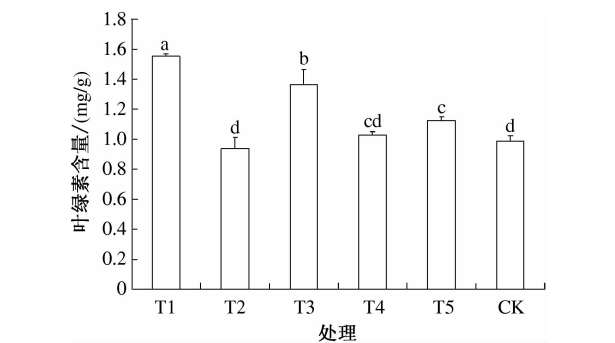
2.2.2 外观质量 由表 4 可知,T1、T3 处理草坪草叶片颜色较深,T4、T5 处理次之,而 T2、CK 叶片颜色较浅。草坪草叶片色泽的深浅与叶片内叶绿素含量的多少以及叶片光合能力的强弱存在显著相关关系^[21]。各处理叶片叶绿素含量如图 1 所示,T1 处理的叶绿素含量最高,显著高于其余处理;T3 处理次之,显著高于剩余处理;T2 处理最低,与 CK、T4 处理差异不显著,但三者均低于 T5 处理。综上,T1、T3 处理叶片颜色较深可能是由于污泥堆肥中含有较多促使碱茅草合成叶绿素的营养物质(如丰富的有机质及 N、P、K)^[22];而 T1 处理与 T3 处理差异比较明显,可能是由于 T1、T3 基质中污泥堆肥来源不同,基质中营养成分构成不同所致。其余处理颜色较浅,可能是因为基质养分相对较低所致。

T1 处理的叶宽最大,T3、T4、T5 处理次之,T2 处理最小。与 CK 相比,含肥处理 T1、T3、T4、T5 叶宽明显较宽,表明污泥堆肥可显著促使叶宽变宽,但因污泥堆肥调理剂和掺入量的不同,叶宽表现有所

差异。从草坪草观赏价值角度来看,叶片越宽,观赏价值越低。因此,基质营养含量需要适度控制。

表 4 不同基质草坪草的外观质量

处理	色泽	叶宽/mm	分蘖数/个	均一性	韧性	盖度
T1	深绿	3~5	6~10	较差	差	差
T2	黄绿	1~2	1~2	差	好	一般
T3	深绿	2~4	5~10	好	最好	最好
T4	绿色	2~4	4~8	较好	好	好
T5	绿色	2~4	6~8	最好	好	好
CK	浅绿	1~3	1~2	一般	一般	一般



不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$),下同
图 1 不同处理草坪草叶片叶绿素总含量

T1、T3 处理分蘖数较多,T4、T5 处理次之,T2、CK 分蘖数最少。这可能是因为 T1、T3 处理均为全量堆肥基质,而污泥堆肥中富含有机质和微量元素,使营养物质供应速率超过了植物分生组织的需求,植株体内营养物质浓度增加,促进植株分蘖^[23];T4、T5 处理为稻糠与污泥堆肥的混合基质,与 T1、T3 处理相比其堆肥掺入量相对较少,但基质中养分含量仍高于 CK,其分蘖数也明显较高;T2 处理因营养不足侧芽生长受到抑制^[24],分蘖能力较差。

草坪的均一性受叶宽、密度、草坪草种类、色泽和修剪高度等条件的影响^[25]。草皮的韧性和根系密切相关^[10]。由表 4 可知,T3 处理由于具有优良的理化性状,其根系生长良好,韧性高,具有最好的均一性和盖度;其次为 T5、T4 处理,因为两者为污泥堆肥与稻糠的混合基质,理化性状得到较好的调节,加之,水分充足、温湿度适宜,其均一性、韧性和盖度均明显高于 CK;T2 处理由于营养成分含量较少,草坪草为了吸收更多水分和营养,根毛会尽可能地伸长到周边区域吸取养分,根系相互盘结程度较高,但根径较细,草坪韧性好,然而均一性差,盖度一般;T1 处理由于营养成分过于充足,地上部分生长旺盛,而根系较为粗大,韧性差,不可卷起且容易断裂,均一性及盖度也较差,观赏价值低^[26]。

综上所述,草坪外观质量以 T3 处理最优,其色泽喜人,分蘖数多,均一性、韧性及盖度好,具有很高

的观赏价值;T5、T4 处理外观质量仅次于 T3 处理;T2、CK 虽然韧性达到要求,但因营养不足,叶片颜色较浅,分蘖数较少,以致其均一性及盖度一般,观赏价值一般;T1 处理虽然色泽较好,但叶片宽大,且均一性、韧性及盖度较差。

2.2.3 根系活力 还原 TTC 能力测定的是与呼吸相关的琥珀酸脱氢酶活性,与呼吸作用强弱密切相关,因此,以 TTC 还原强度作为评价根系活力的指标^[15]。由图 2 可知,草坪草根系活力 T5 处理最高,T4 处理次之,具体表现为 T5 > T4 > T3 > CK > T1 > T2,各处理间差异显著。从根系活力角度来看,T5、T4、T3 处理较佳。

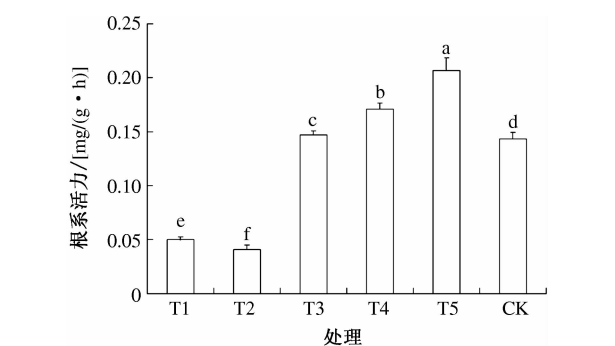


图 2 不同处理草坪草的根系活力

2.2.4 生产周期 大棚条件下,各基质草坪草生产周期如表 5 所示,CK 生产周期最短,T2 基质次之,而 T3、T4 基质生产周期相同,均比 CK 晚 8 d,T5 基质生产周期比 CK 晚 9 d,T1 基质最长。与 CK 相比,污泥堆肥的掺入会延长草坪的生产周期。与 T1 基质相比,污泥堆肥与稻糠混合后会明显缩短生产周期。综上,从生产周期考虑,T2—T5 基质均较佳。

表 5 各基质草坪草生产周期

项目	T1	T2	T3	T4	T5	CK
生产周期/d	>106	65	70	70	71	62

3 结论与讨论

本研究结果表明,污泥堆肥用于冬季培育无土草坪是可行的。综合比较各基质的理化性状、草坪草的生长情况,各处理中以全量花生壳 + 秸秆污泥堆肥基质培育效果最差,全量锯末污泥堆肥基质最优,表明污泥堆肥基质的草坪草培育效果与污泥好氧堆肥过程中调理剂的调理效果密切相关,锯末的调理效果优于花生壳,这与张蔓等^[27]关于不同调理剂对污泥堆肥的影响研究结果一致。而稻糠与锯末污泥堆肥混合基质和稻糠与花生壳 + 秸秆污泥堆肥混合基质栽培效果仅次于全量锯末污泥堆肥基质,

表明稻糠的掺入使混合基质的理化性状得到更好的调整,EC 值降低,经过灌溉可在较短时间内达到草坪生长的适宜水平,从而更有利于草坪草生长。

虽然很多研究表明,污泥堆肥在草坪中利用可避免污染食物链,且其高含量的重金属对植物生长没有负面影响^[28],但重金属在环境中的不可降解性仍不可忽视,应长期研究重金属及其他污染物对环境的影响。另外,值得注意的是虽然锯末污泥堆肥基质拥有优良的草坪草培育效果,但由于河南省为农业大省,稻糠、花生壳和秸秆来源广泛,且价格低廉,而锯末来源相对较少,因此在实际生产中应重点发展稻糠与花生壳+秸秆污泥堆肥混合基质在草坪中的利用。同时,开发针对不同草种的花生壳+秸秆污泥堆肥与不同配料的优选方案,为污泥草坪利用提供更多的科学依据和技术支持。

参考文献:

- [1] Zhang J H, Tian G M, Zhou G D, *et al.* Evaluation of organic solid wastes composts as peat substitutes for seedling production [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 2013, 36 (11): 1780-1794.
- [2] Jayasinghe G Y. Sugarcane bagasses sewage sludge compost as a plant growth substrate and an option for waste management [J]. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2012, 14(4): 625-632.
- [3] Cheng H F, Xu W P, Liu J L, *et al.* Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turf-grass growth [J]. *Ecological Engineering*, 2007, 29(1): 96-104.
- [4] 肖昆仑. 垃圾和污泥堆肥用作高羊茅草皮基质的研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [5] 徐伟朴. 污泥与猪粪堆肥用于草坪生产基质的研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2002.
- [6] 陈同斌. 一种地毯式草皮基质的制备方法: 中国, 1505920 [P]. 2004-06-23.
- [7] 王祥荣, 包静晖. 环境因素对大棚温室无土草坪生产的影响研究 [J]. *中国生态农业学报*, 2002, 10(1): 4-7.
- [8] 郭丽丽. 园林植物的越冬养护管理 [J]. *北京农业*, 2013(36): 67-68.
- [9] 徐晖, 徐军. 浅谈冷季型草坪的养护管理 [J]. *现代园艺*, 2014(2): 209.
- [10] 孙吉雄. 草坪学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [11] 王介元, 王昌全. 土壤肥科学 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997.
- [12] 李晓强. 有机基质菇渣在现代化大型温室蔬菜无土栽培中的应用研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [14] 中华人民共和国建设部. CJ/T 211—2005 城市污水处理厂污泥检测方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [15] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [16] 上海市市政工程设计研究总院, 上海市城市配水有限公司, 上海市园林科学研究所, 等. GB/T 23486—2009 城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [17] 郭世荣. 无土栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [18] 武良, 边秀举, 徐秋明, 等. 草坪无土栽培基质的研究进展及发展趋势 [J]. *中国农学通报*, 2008, 24(8): 295-299.
- [19] Shannen F, Ron A, Dan J, *et al.* Soilless media: Practices make profit [J]. *Greenhouse Grower*, 1998, 9: 78-81.
- [20] 乌凤章, 王贺新, 王民强. 几种越橘栽培基质的酸缓冲性及 pH 值调节技术研究 [J]. *安徽农业科学*, 2011, 39(5): 2631-2632.
- [21] 叶静, 岳巍, 郑纪慈, 等. 污泥营养基质培育草坪草的效果 [J]. *浙江农业科学*, 2002(5): 242-244.
- [22] 赵莉. 污泥堆肥及其复合肥对草坪草生物效应和环境效应的影响研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2001.
- [23] 吴丽芳. N、P、K 三种元素对无土草坪成坪的影响 [J]. *青海草业*, 2009, 18(4): 13-15.
- [24] Gregory F G, Veale J A. A reassessment of the problem of apical dominance [J]. *Symposia of the Society for Experimental Biology*, 1957, 11: 1-20.
- [25] 奇凤, 宋桂龙. 草坪草分蘖特征及调控机理研究进展 [J]. *草原与草坪*, 2012, 32(1): 79-86.
- [26] 邓娟娟, 李春友, 阚颖欣, 等. 高羊茅成坪期冠气温差时间变化特征及其环境影响因子关系研究 [J]. *河北农业大学学报*, 2014, 37(1): 49-53.
- [27] 张蔓, 魏明宝, 马闯, 等. 不同调理剂对污泥好氧堆肥的影响 [J]. *河南农业科学*, 2014, 43(1): 48-53.
- [28] 马博强. 污泥堆肥用于林木及草坪草种植时重金属的迁移与分布研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2013.