

张青青,伍海兵,李跃忠,等. 湿垃圾堆肥产品对园林绿化植物生长的影响[J]. 上海农业学报,2020,36(6):49-55

湿垃圾堆肥产品对园林绿化植物生长的影响

张青青,伍海兵,李跃忠,张浪,梁晶*

(上海市园林科学规划研究院,上海城市困难立地绿化工程技术研究中心,上海 200232)

摘要: 为了探究适宜园林绿化植物生长的湿垃圾堆肥产品(简称“湿垃圾”)添加量,选取伞房决明、大花秋葵、皇帝菊 3 种园林绿化植物为研究对象,在分析测定湿垃圾不同添加量对 3 种园林植物株高、蓬径、叶绿素含量、叶面积、生物量等影响的基础上,采用主成分分析法对 3 种植物的生长状况进行了综合评价。结果表明:湿垃圾不同添加量对伞房决明、大花秋葵、皇帝菊在不同生长时期的株高、蓬径、叶绿素含量、叶面积、生物量等影响不同。但就植物整个生长期而言,湿垃圾添加量为 10%—20% 时对 3 种植物均有较显著促进作用。其中,添加 10% 湿垃圾的处理下伞房决明和皇帝菊长势最佳,添加 20% 湿垃圾的处理下大花秋葵长势最佳。该研究不仅为湿垃圾资源化利用提供了出路,而且为湿垃圾堆肥产品合理利用于园林绿化提供了理论依据。

关键词: 湿垃圾堆肥产品;园林绿化植物;株高;蓬径;叶绿素;主成分分析

中图分类号: S141.4;S154.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3924(2020)06-049-07

Effects of food garbage composting products on the growth of landscape plants

ZHANG Qingqing, WU Haibing, LI Yuezhong, ZHANG Lang, LIANG Jing*

(Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Shanghai Engineering Research Center of Landscaping on Challenging Urban Sites, Shanghai 200232, China)

Abstract: In order to explore the amount of food garbage compost products suitable for the growth of different landscape plants, three garden plants, including *Cassia corymbosa*, *Hibiscus grandiflorus* and *Melampodium divaricatum*, were selected as research objects in this study. Based on the analysis and determination of the effects of different amount of food garbage compost products on plant height, canopy diameter, chlorophyll content, leaf area and biomass of three garden plants, principal component analysis method was used for comprehensively evaluating the growth status of three kinds of gardening plants. The results showed that different amount of food garbage had different effects on plant height, canopy diameter, chlorophyll content, leaf area and biomass of *Cassia corymbosa*, *Hibiscus grandiflorus* and *Melampodium divaricatum* in different growth stages. However, for the whole growth period of plants, when the amount of food garbage was 10%—20%, all of them had a significant promoting effect on the three plants. Among them, *Cassia corymbosa* and *Melampodium divaricatum* grew best when they added 10% food garbage compost products, and *Hibiscus grandiflorus* grew best when they added 20% food garbage compost products. This study not only provides a way out for the utilization of food garbage resources, but also provides a theoretical basis for the rational use of food garbage compost products in landscape greening.

Key words: Food garbage compost products; Landscape plants; Plant height; Canopy diameter; Chlorophyll; Principal component analysis

据统计,2017 年上海生活垃圾产量约为 900 万 t,其中湿垃圾占生活垃圾的 60%。面对如此数量庞大的湿垃圾,对其处置已成为突出的资源、环境、经济和社会问题。为此,2018 年 1 月住房城乡建设部《关于

收稿日期:2019-08-12

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2017YFC0505706);上海市科学技术委员会科技专项(17DZ1202801)

作者简介:张青青(1992—),女,硕士,工程师,从事城市土壤质量评价与改良修复研究。E-mail:1390540738@qq.com

* 通信作者,E-mail:liangjing336@163.com

加快推进部分重点城市生活垃圾分类工作的通知》中明确提出了2018—2036年生活垃圾分类工作的目标和任务。2019年1月31日上海市人大表决通过了《上海市生活垃圾管理条例》,明确提出在公共绿地、公益林优先使用湿垃圾资源化利用产品。

目前,湿垃圾的常规处理方式有填埋、焚烧、堆肥等。其中,填埋会增加渗滤液对土壤和地下水污染的风险,焚烧则存在热值不足而产生二噁英等有害物质的问题^[1]。而堆肥处理能最大限度的将湿垃圾无害化、资源化,作为一种生态环保的方式备受人们的青睐^[2]。但现有研究主要侧重于湿垃圾堆肥产品对土壤质量影响的研究,如王越等^[3]发现湿垃圾堆肥产品可以增加土壤的团聚体数量,提高土壤的有机碳含量。贾璇等^[4]研究表明施用湿垃圾堆肥产品可显著提高土壤有机碳含量,并随施用年份的增加深层土壤有机碳含量也呈增加趋势。罗伽柠等^[5]发现湿垃圾堆肥产品能显著增加土壤有机质及全氮、全磷含量,增强土壤持水能力,降低容重,对养分贫瘠、易呈碱性的城市土壤有良好的改善作用。而关于湿垃圾堆肥对植物生长影响的研究还较少,即便有关于湿垃圾对植物生长影响的研究,也多以农作物为主^[6-7],如Yang等^[8]发现,与马粪、化肥、鸡粪、不施肥相比,施用湿垃圾产品更能促进土壤中细菌、真菌、放线菌数量增多,且对番茄的茎生物量、果实直径、果实产量影响最大,还改善了水果质量,维生素C、可溶性糖和有机酸含量,其可作为化学肥料和其他动物肥料的替代品。而对园林绿化植物关注较少,尤其对绿化植物生长影响的研究较少。

本研究以园林绿化中的3种常见植物伞房决明(灌木)、大花秋葵(宿根花卉)和皇帝菊(草本植物)为研究对象,通过设置湿垃圾堆肥产品的添加量,测定3种植物的株高、蓬径、叶绿素含量、叶面积、生物量等指标,研究适宜园林植物生长的湿垃圾最佳用量,以期为湿垃圾产品在绿林地中合理的资源化利用提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为伞房决明(*Cassia corymbosa*)、大花秋葵(*Hibiscus grandiflorus*)和皇帝菊(*Melampodium divaricatum*),均为1年生的穴盘苗。湿垃圾堆肥产品(以下简称湿垃圾)由上海市园林科学规划研究院提供,由湿垃圾原料同15%木屑和10%黑碳素堆肥而成,其有机质含量为464.2 g/kg,全氮含量为21.0 g/kg,全磷含量为6.24 g/kg,全盐量为46.1 g/kg,pH为7.22,EC为3.59 mS/cm。供试土壤为一般绿化土壤(灰潮土),有机质含量为21.4 g/kg,全氮含量为1.28 g/kg,速效磷含量为31.7 mg/kg,速效钾含量为183.7 mg/kg,全盐量0.63 g/kg,pH为8.53,EC为0.15 mS/cm。

1.2 试验设计

2017年6月,在上海市园林科学规划研究院试验基地,将湿垃圾堆肥产品按体积比5%、10%、20%、40%、60%、80%、100%与供试土壤混匀装盆,另设一原土作为对照(CK),共8个处理,每个处理分别种植伞房决明10盆、大花秋葵10盆、皇帝菊10盆,共240盆,种植过程中调节土壤含水量至最大持水量的60%—70%。根据种植植物的生长特性,伞房决明和大花秋葵均分别在种植一个月后(7月份)和种植五个月后(11月份),测定植株的株高、蓬径、叶绿素、叶面积等生长指标,皇帝菊在其生长旺盛期(9月份)测定植物的蓬径、株高、地上和地下部分的质量(干重、鲜重)。

1.3 研究方法

植物株高和蓬径用卷尺进行测定,株高为盆土表面至植株的最高生长点的高度,蓬径为苗木冠丛的最大幅度之间的平均直径。叶绿素含量和叶面积测定:随机选取每盆植物中等高度处叶片6片,用叶绿素速测仪(JC-SPAD-DL)取每片叶的上、中、下3个部位测定叶绿素含量,用叶面积仪(Yaxin-1241)测定每片叶的叶面积,叶绿素含量和叶面积均为6片叶片测定值的平均数。试验结束后采集皇帝菊整个植株,从根茎处剪断分为地上部分和地下部分,清洗干净并吸干表面水分后称量为鲜重,干重则指在65℃烘箱中烘至恒重后的质量。

1.4 数据处理

采用SAS 9.2软件进行方差分析和主成分分析,采用Origin 8.5作图。

2 结果与分析

2.1 株高

湿垃圾不同添加量对3种植物株高影响不同(图1)。伞房决明在种植一个月后,各处理间株高差异不显著,但添加5%—60%湿垃圾处理的株高高于CK;种植五个月后,添加100%湿垃圾的处理株高显著低于CK,其余处理株高虽与CK无明显差异,但添加10%、20%、40%、80%湿垃圾的处理株高高于CK。相比植物种植初期,种植五个月后所有处理伞房决明的株高都有增加,但与CK相比,添加10%、20%、100%湿垃圾的处理株高增加较多,增加范围为106.87—115.37 cm。

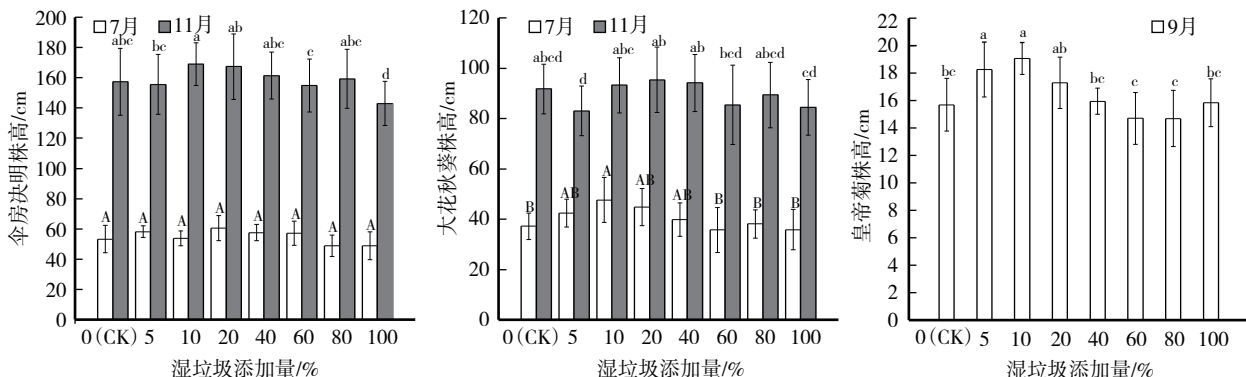


图1 湿垃圾不同添加量对3种植物株高的影响

Fig.1 Effects of different amount of food garbage on plant height of three plants

而大花秋葵在种植一个月后,添加10%湿垃圾处理的株高显著高于CK,其余处理虽与CK差异不显著,但添加60%和100%湿垃圾处理株高低于CK;种植五个月后,湿垃圾添加量5%时,株高远小于CK,当湿垃圾添加量为10%—40%时,株高大于CK处理,但与CK均无显著性差异。相比植物种植初期,种植五个月后所有处理大花秋葵的株高都增高,但与CK相比,株高增长量差异不显著。

皇帝菊则在生长旺盛期时,添加湿垃圾5%和10%处理的株高显著高于CK,另外,虽然添加湿垃圾20%、40%和100%的处理株高也高于CK,但与CK相比差异不显著。

2.2 蓬径

图2为湿垃圾不同添加量对3种植物蓬径的影响。伞房决明在种植一个月后,各处理间蓬径都高于CK,但仅有湿垃圾添加量10%处理植株蓬径显著高于CK;种植五个月后,各处理伞房决明蓬径也都高于CK,但植物蓬径随湿垃圾添加量的增多呈“S”型曲线变动,即低添加量时伞房决明蓬径随着湿垃圾添加量的增加而增加,达到20%时呈现极大值,当湿垃圾添加量为60%时又急速下降,达到100%时又呈现极大值。这说明湿垃圾添加量高于一定量时,随着植物生长时间的增加,其对植物生长的影响较不稳定。相比植物种植初期,种植五个月后所有处理伞房决明的蓬径都增高,但与CK相比,添加湿垃圾10%—100%处理的蓬径增长量高于CK。

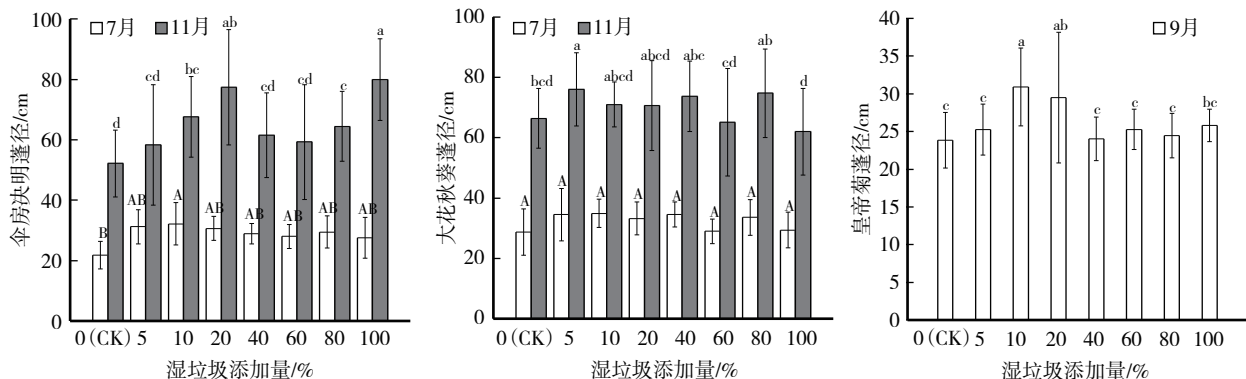


图2 湿垃圾不同添加量对3种植物蓬径的影响

Fig.2 Effects of different amount of food garbage on canopy diameter of three plants

从大花秋葵生长状况也可得知,在种植一个月后,各处理大花秋葵蓬径虽均大于CK,但各处理之间

差异不显著。种植五个月后,除了湿垃圾添加量为 60% 和 100% 处理的蓬径比 CK 处理低外,其余处理的蓬径均高于 CK,且添加量 5% 处理蓬径显著高于 CK。相比种植初期,所有处理大花秋葵的蓬径都增高,但与 CK 相比,添加湿垃圾 5%、40%、80% 处理的蓬径增长量高于 CK。

所有添加湿垃圾处理的皇帝菊蓬径均高于 CK,其中,湿垃圾添加量为 10% 和 20% 时皇帝菊蓬径显著高于 CK,其余处理对皇帝菊蓬径有一定影响,但与 CK 相对差异不显著。

2.3 叶绿素含量

植物叶片的叶绿素含量是反映植物的光合作用能力和营养供给情况的重要生理指标,是植物生长发育的指示器^[9-10]。一般而言,植物叶片中的叶绿素含量指示了植物本身的状况,长势良好的植物的叶子会含有更多的叶绿素。通过对两种植物叶片叶绿素的测定可以发现,伞房决明在种植一个月后,湿垃圾添加量 100% 处理叶绿素含量显著低于 CK;湿垃圾添加量 10% 处理叶绿素含量显著高于 CK,其中,湿垃圾添加量 20%、40% 和 80% 处理叶绿素含量与 CK 相比差异不显著。种植五个月后,伞房决明的叶绿素含量随湿垃圾添加量的增多呈“V”型变动,湿垃圾添加量为 40% 时,伞房决明叶绿素含量最低。湿垃圾添加量 5%、10%、80%、100% 处理的叶绿素含量显著高于 CK(图 3)。随着植物的生长,CK 以及湿垃圾添加量 20%、40% 处理伞房决明叶绿素含量呈降低趋势,而 5%、10%、60%—100% 湿垃圾添加量伞房决明叶绿素含量呈增加趋势。

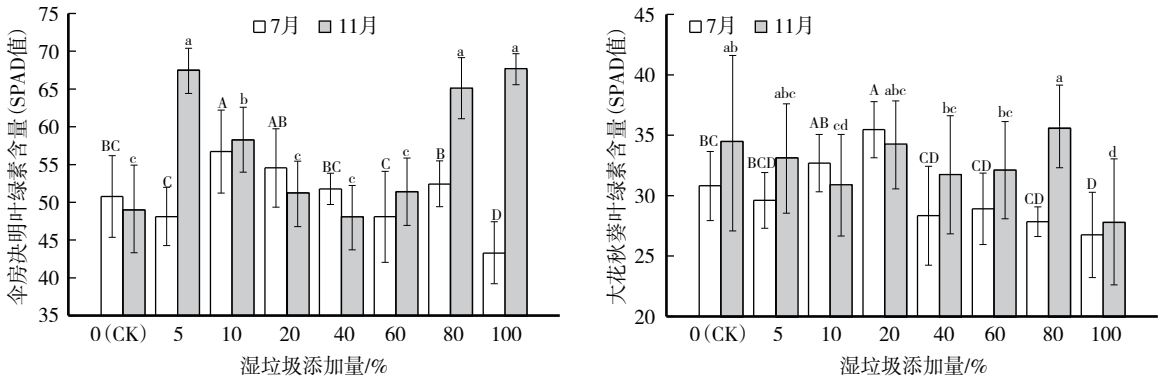


图 3 湿垃圾不同添加量对伞房决明和大花秋葵叶绿素的影响

Fig. 3 Effects of different amount of food garbage on chlorophyll content of *Cassia corymbosa* and *Hibiscus grandiflorus*

大花秋葵在种植一个月后,湿垃圾添加量 20% 处理叶绿素含量最大,且显著高于 CK,而 100% 处理的叶绿素含量显著低于 CK。湿垃圾添加量在 5%—20% 时,大花秋葵的叶绿素含量随着湿垃圾添加量的增加逐渐增加,当湿垃圾添加量在 40%—100% 时,大花秋葵叶绿素含量呈下降趋势。种植五个月后,湿垃圾添加量为 10% 和 100% 处理的叶绿素含量较低,其余处理大花秋葵叶绿素含量与 CK 差异不显著。随植株的生长,10% 和 20% 处理的叶绿素含量呈降低趋势,其余处理大花秋葵的叶绿素含量呈增加趋势。

2.4 叶面积

叶面积大小是反映植物生长发育状态的重要指标^[11]。图 4 为湿垃圾添加量对伞房决明和大花秋葵叶片叶面积的影响。从中可以发现,伞房决明种植五个月后,湿垃圾添加量 10% 处理的叶面积最大,且显

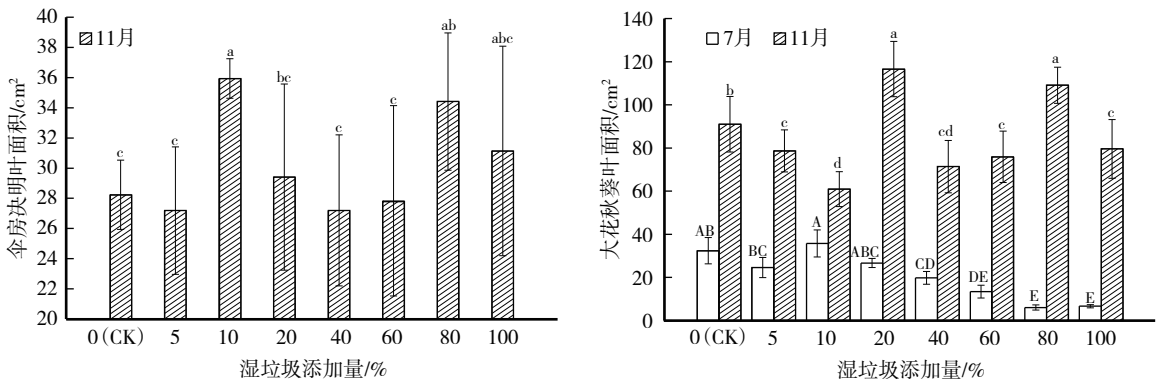


图 4 湿垃圾不同添加量对伞房决明和大花秋葵叶面积的影响

Fig. 4 Effects of different amount of food garbage on leaf area of *Cassia corymbosa* and *Hibiscus grandiflorus*

著高于 CK,而当湿垃圾添加量达到 40% 时,伞房决明叶面积降为最低,添加量 60%—80% 其叶面积大小又逐渐上升,而当湿垃圾添加量为 100% 时,伞房决明叶面积又降低。这说明湿垃圾添加量高于一定量时,随着植物生长时间的增加,其对植物生长的影响较不稳定。

大花秋葵种植一个月后,随着湿垃圾添加量的增多叶面积大小呈先增加后降低的趋势。大花秋葵叶面积在湿垃圾添加量为 5%—20% 的处理与 CK 无显著性差异,湿垃圾添加量在 40%—100% 的处理,大花秋葵叶面积显著低于 CK; 种植五个月后,湿垃圾添加量为 20%、80% 处理的叶面积迅速增加,且显著高于 CK,而其他处理的叶面积显著低于 CK。随着植株的生长,大花秋葵的叶面积大小均呈增加趋势,其中,湿垃圾添加量为 20%、60%、80%、100% 的处理叶面积增加量高于 CK,80% 和 100% 的增加幅度较大。

2.5 鲜重和干重

皇帝菊地上部分的鲜重呈“S”型单峰曲线变动,随着湿垃圾添加量的增多,10% 处理的皇帝菊地上部分鲜重含量最大,80% 处理地上部分鲜重最小,当湿垃圾添加量在 100% 时,地上部分鲜重又增加。皇帝菊地上部分的干重与鲜重变化趋势相近,5% 处理的地上部分鲜重达到最大值,随着湿垃圾添加量的增多,地上部分干重逐渐降低,至湿垃圾添加量为 60% 时,地上干重达到了最小值,当湿垃圾添加量在 80% 时,地上部分干重增加,当湿垃圾添加量在 100% 时,地上部分干重降低。湿垃圾不同添加量的处理中,湿垃圾 5%、10% 和 20% 添加量皇帝菊地上部分鲜重、干重均显著高于 CK,其他处理与 CK 无显著差异(图 5)。

皇帝菊地下部分的鲜重呈“S”型曲线变动,随着湿垃圾添加量的增多,10% 处理的皇帝菊地下部分鲜重达到较大值,40% 处理的地下鲜重达到了最小值,当湿垃圾添加量在 60%—100%, 地下部分鲜重逐渐增加。地下部分的干重与鲜重变化趋势相近,随着湿垃圾添加量的增多,10% 处理的地下部分干重达到最大值,40% 处理的地下干重达到了最小值,当湿垃圾含量在 80% 时,地下部分干重增加,湿垃圾添加量在 100% 时地下部分干重又达到了最低。其中湿垃圾添加量为 10%、20%、80% 和 100% 处理的皇帝菊地下部分鲜重显著高于 CK,5%、10%、20%、80%、100% 处理的皇帝菊干重显著高于 CK 植株干重,其余处理与 CK 差异不显著(图 5)。

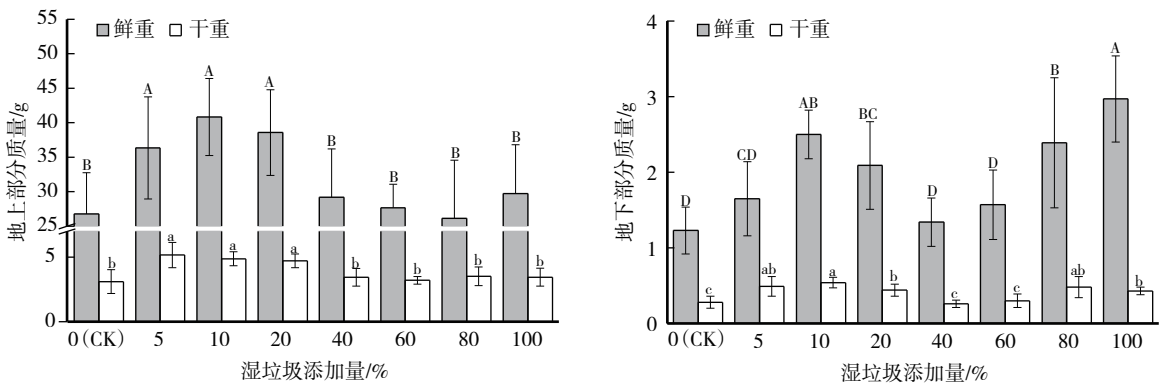


图 5 湿垃圾不同添加量对皇帝菊地上和地下生物量的影响

Fig. 5 Effects of different food garbage dosage on aboveground and underground biomass of *Melampodium divaricatum*

2.6 生长性状综合评价

为了综合评价湿垃圾不同添加量对园林绿化植物生长性状的影响,分别对 3 种植物的生长性状指标进行了主成分分析(表 1)。以伞房决明为例,将 7 月株高、11 月株高、7 月蓬径、11 月蓬径、7 月叶绿素含量、11 月叶绿素含量、11 月叶面积等指标分别设为 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 ,进行主成分分析。分析结果显示,累积贡献率 $\geq 85\%$ 的特征值为 2.73、2.33、1.19。第一主成分 $F_1 = 0.408X_1 + 0.581X_2 + 0.213X_3 - 0.109X_4 + 0.541X_5 - 0.382X_6 + 0.012X_7$,第二主成分为 $F_2 = -0.276X_1 + 0.153X_2 + 0.442X_3 + 0.409X_4 + 0.214X_5 + 0.39X_6 + 0.584X_7$,第三主成分为 $F_3 = 0.547X_1 - 0.12X_2 + 0.519X_3 + 0.389X_4 - 0.27X_5 + 0.184X_6 - 0.399X_7$,综合得分为 $F = (2.73F_1 + 2.33F_2 + 1.19F_3) / 7$ 。根据综合得分进行排名,结合排名顺序,可以指证植物的生长状况。

表1 3种植物的特征值及主成分
Table 1 Eigenvalues and principal components of three species

| 指标 | 伞房决明 | 大花秋葵 | 皇帝菊 |
|------------------------|--|---|---|
| 因子 | 7月株高(X_1)、11月株高(X_2)、7月蓬径(X_3)、11月蓬径(X_4)、7月叶绿素含量(X_5)、11月叶绿素含量(X_6)、11月叶面积(X_7) | 7月株高(X_1)、11月株高(X_2)、7月蓬径(X_3)、11月蓬径(X_4)、7月叶绿素含量(X_5)、11月叶绿素含量(X_6)、7月叶面积(X_7)、11月叶面积(X_8) | 株高(X_1)、蓬径(X_2)、地上部分鲜重(X_3)、地下部分鲜重(X_4)、地上部分干重(X_5)、地下部分干重(X_6) |
| 累积贡献率 $\geq 85\%$ 的特征值 | 2.73, 2.33, 1.19 | 3.72, 1.74, 1.47 | 4.28, 1.16 |
| 第一主成分 | $F_1=0.408X_1 + 0.581X_2 + 0.213X_3 - 0.109X_4 + 0.541X_5 - 0.382X_6 + 0.012X_7$ | $F_1=0.457X_1 + 0.366X_2 + 0.383X_3 + 0.348X_4 + 0.416X_5 + 0.261X_6 + 0.371X_7 + 0.104X_8$ | $F_1=0.434X_1 + 0.423X_2 + 0.462X_3 + 0.238X_4 + 0.445X_5 + 0.406X_6$ |
| 第二主成分 | $F_2= -0.276X_1 + 0.153X_2 + 0.442X_3 + 0.409X_4 + 0.214X_5 + 0.39X_6 + 0.584X_7$ | $F_2=-0.275X_1 + 0.034X_2 - 0.101X_3 + 0.164X_4 - 0.027X_5 + 0.579X_6 - 0.309X_7 + 0.674X_8$ | $F_2=-0.331X_1 + 0.055X_2 - 0.238X_3 + 0.793X_4 - 0.248X_5 + 0.374X_6$ |
| 第三主成分 | $F_3=0.547X_1 - 0.12X_2 + 0.519X_3 + 0.389X_4 - 0.27X_5 + 0.184X_6 - 0.399X_7$ | $F_3=-0.05X_1 + 0.29X_2 - 0.521X_3 - 0.57X_4 + 0.429X_5 - 0.001X_6 + 0.313X_7 + 0.187X_8$ | |
| 综合得分 | $F=(2.73F_1+2.33F_2+1.19F_3)/7$ | $F=(3.72F_1+1.74F_2+1.47F_3)/8$ | $F=(4.28F_1+1.16F_2)/6$ |

由表2可知,湿垃圾添加量为20%处理的伞房决明的生长状况综合评分最高,而未添加湿垃圾的伞房决明(CK)其生长状况综合评分最低。整体而言,湿垃圾添加量为10%、20%、80%的处理下伞房决明长势较好。

表2 伞房决明生长状况的综合评价
Table 2 Comprehensive evaluation of growth status of *Cassia corymbosa*

| 湿垃圾添加量/% | 第一主成分 | 第二主成分 | 第三主成分 | 综合得分 | 排名 |
|----------|--------|--------|-------|-------|----|
| 0(CK) | 121.25 | 86.78 | 25.86 | 80.48 | 8 |
| 5 | 114.99 | 97.82 | 40.49 | 84.19 | 5 |
| 10 | 128.49 | 108.68 | 33.03 | 91.80 | 2 |
| 20 | 130.26 | 102.88 | 41.84 | 92.05 | 1 |
| 40 | 126.74 | 92.37 | 34.96 | 86.02 | 4 |
| 60 | 119.55 | 91.08 | 35.53 | 82.89 | 6 |
| 80 | 115.71 | 106.84 | 31.99 | 86.03 | 3 |
| 100 | 98.15 | 106.95 | 43.26 | 81.13 | 7 |

采用同样的方法,对大花秋葵进行分析后发现(表3),添加20%湿垃圾的处理的大花秋葵的生长状况综合评分最高,添加100%湿垃圾的处理的大花秋葵的生长状况综合评分最低。综合分析,湿垃圾添加量为20%的处理下大花秋葵长势好于CK。

表3 大花秋葵生长状况的综合评价
Table 3 Comprehensive evaluation of growth status of *Hibiscus grandiflorus*

| 湿垃圾添加量/% | 第一主成分 | 第二主成分 | 第三主成分 | 综合得分 | 排名 |
|----------|--------|-------|-------|-------|----|
| 0(CK) | 127.96 | 71.34 | 12.26 | 77.32 | 2 |
| 5 | 127.68 | 63.98 | -4.27 | 72.55 | 5 |
| 10 | 135.23 | 45.25 | 2.60 | 73.26 | 4 |
| 20 | 138.33 | 88.37 | 13.20 | 86.01 | 1 |
| 40 | 126.38 | 60.48 | -3.08 | 71.40 | 6 |
| 60 | 114.62 | 65.68 | 1.53 | 67.91 | 7 |
| 80 | 123.40 | 92.99 | -1.85 | 77.30 | 3 |
| 100 | 109.21 | 67.20 | 0.48 | 65.52 | 8 |

对皇帝菊进行分析后发现(表4),添加10%湿垃圾的处理的皇帝菊的生长状况综合评分最高,CK处理的皇帝菊的生长状况综合评分最低。综合分析,添加5%、10%、20%湿垃圾的处理长势相对较好。

表4 皇帝菊生长状况的综合评价
Table 4 Comprehensive evaluation of growth status of *Melampodium divaricatum*

| 湿垃圾添加量/% | 第一主成分 | 第二主成分 | 综合得分 | 排名 |
|----------|-------|--------|-------|----|
| 0(CK) | 31.04 | -9.94 | 20.23 | 8 |
| 5 | 38.28 | -13.09 | 24.79 | 3 |
| 10 | 43.17 | -13.34 | 28.23 | 1 |
| 20 | 40.58 | -12.62 | 26.52 | 2 |
| 40 | 32.52 | -10.60 | 21.16 | 5 |
| 60 | 31.77 | -9.49 | 20.84 | 6 |
| 80 | 31.12 | -8.53 | 20.56 | 7 |
| 100 | 33.94 | -9.23 | 22.44 | 4 |

再通过3种植物的综合得分求和留小可以推断出,湿垃圾添加量为10%、20%、80%时,3种植株的长势较佳,但由于湿垃圾添加量为80%时,植物的生长状况不稳定,且此时土壤的含盐量为0.2%^[12],属于中度盐碱化,按照稳定、安全、可持续的原则,故剔除80%的研究结果。

3 结论与讨论

研究表明,施入适宜的湿垃圾堆肥产品于土壤中能促进伞房决明、大花秋葵和皇帝菊的生长,但湿垃圾不同添加量对植物的生长影响程度不同。湿垃圾添加量在40%以上时,在栽培初期(7月时)对植物有较明显的伤害作用,表现为抑制伞房决明、大花秋葵的生长。随着植物生长,湿垃圾添加量高于60%时,虽然植物的生长量没有降低,但其对植物生长影响不稳定,分析其原因可能与湿垃圾中含有一定盐分有关。随着湿垃圾添加量的增多,土壤含盐量较高。当土壤的含盐量超过一定量时,植株的生长初期易遭受盐分胁迫,而在盐分胁迫发生后的下一个生育阶段,植株受盐分胁迫的程度减弱,同时,植株会进行自身调节,在最大范围内补偿前期受到的抑制^[13]。综合分析,当湿垃圾添加量为10%时,伞房决明和皇帝菊在不同生长时期长势更佳;当湿垃圾添加量为20%时,大花秋葵在不同时期的长势更佳。综合而言,湿垃圾含量为10%—20%的处理较适于3种植物的生长发育。

湿垃圾富含大量脂肪、蛋白质、碳水化合物等有机物质,原料易得,堆肥工艺简单,将其堆肥产品施入土壤后能提高土壤肥力,促进绿化植物的生长,将其应用到园林绿化养护可行性高,实现生态、经济、社会效益的多赢。但因湿垃圾堆肥产品性质存在很大差异,作用的土壤类型和植物种类不同,湿垃圾堆肥产品的施入量对植物的影响也必然不同,选择适宜的湿垃圾施入量尤其重要。

参 考 文 献

- [1] 江芸. 中国餐厨垃圾处理的现状、问题和对策[J]. 科技与创新, 2015(18):39.
- [2] 付杰, 韩相奎, 李广. 我国城市生活垃圾分类与有机垃圾处理方法探究[J]. 中国资源综合利用, 2015, 33(2):30-33.
- [3] 王越, 刘东明, 侯佳奇, 等. 餐厨垃圾制备的外源有机碳对土壤团聚体的影响[J]. 环境科学研究, 2019, 32(1):166-173.
- [4] 贾璇, 赵冰, 任连海, 等. 施用餐厨垃圾调理剂对果园土壤有机碳组分的影响[J]. 环境科学研究, 2019, 32(3):485-492.
- [5] 罗珈柠. 餐厨垃圾堆肥对园林植物生长的影响及其机理研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [6] MEANS N E, STARBUCK C J, KREMER R J, et al. Effects of a Food Waste-Based Soil Conditioner On Soil Properties and Plant Growth[J]. Compost Science & Utilization, 2005, 13(2):116-121.
- [7] LEE J J, PARK R D, KIM Y W, et al. Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth[J]. Bioresource Technology, 2004, 93(1):21-28.
- [8] YANG L, LI F, CHU H. Effects of Food Waste Compost on Soil Microbial Populations, Tomato Yield, and Tomato Quality[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2014, 45(8):1049-1058.
- [9] 秦川. 叶片偏振高光谱特征及叶绿素含量估算模型研究[D]. 南宁: 广西师范学院, 2017.
- [10] 史典义, 刘忠香, 金危危. 植物叶绿素合成、分解代谢及信号调控[J]. 遗传, 2009, 31(7):698-704.
- [11] 胡耀升, 么旭阳, 刘艳红. 长白山森林不同演替阶段比叶面积及其影响因子[J]. 生态学报, 2015, 35(5):1480-1487.
- [12] 张春英, 罗玉兰, 田龚, 等. 厨余垃圾堆肥对鸡冠花及土壤性质的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(10):119-123.
- [13] 孔东, 史海滨, 霍再林, 等. 河套灌区不同盐分含量土壤对向日葵生长的影响[C]. 中国农业工程学会农业水土工程专业委员会第三届学术研讨会论文集, 2004.

(责任编辑:张睿)