

液态地膜对绿地土壤理化特性的影响

杨娜 (上海市园林科学规划研究院, 上海 200230)

摘要 针对城市绿地紧实、结构差、保水保肥性能差等问题,以孔雀草为供试材料,研究液态地膜对土壤物理、化学性质及植株生长量的影响。结果表明,施用液态地膜 120 d 后,土壤容重降低 18.5%、通气孔隙度提高 22.2%、土壤最大持水量提高 26.2%、土壤毛管持水量提高 24.8%、毛管孔隙度提高 5.7%;水解性氮、有效磷、速效钾含量与对照处理相比分别提高了 17.7%、17.7% 和 19.7%;孔雀草生物量显著高于对照,地上部干重是对照的 1.20 倍。可见,施用液态地膜能够较好地改良土壤物理和营养性质,促进植株生长。

关键词 绿地土壤;液态地膜;土壤理化性质;植物生长量;影响

中图分类号 S153 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)04-0065-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.04.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Liquid Film on the Soil Physical and Chemical Properties of Greenbelt

YANG Na (Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Shanghai 200230)

Abstract Aiming at the problems of compact urban green space, poor structure, and poor water and fertilizer retention performance, maidenhair was used as the test material to study the effects of liquid film on soil physical and chemical properties and plant growth. The results showed that after 120 days of liquid film application, soil bulk density decreased by 18.5%, aeration porosity increased by 22.2%, soil maximum water holding capacity increased by 26.2%, soil capillary water holding capacity increased by 24.8%, and capillary porosity increased by 5.7%. The contents of hydrolytic nitrogen, available phosphorus and available potassium increased by 17.7%, 17.7% and 19.7%, respectively. The biomass content of maidenhair were significantly higher in the liquid film group than in the control group, and the dry weight of the above ground part was 1.20 times as much as that of the control. It can be seen that the application of liquid film can better improve the physical and nutritional properties of the soil and promote plant growth.

Key words Greenbelt soil; Liquid film; Soil physical and chemical properties; Plant growth; Effect

城市绿化土壤往往来源杂芜,且土壤紧实,结构差,容重大,通气孔隙少,保水保肥性能差^[1]。土壤的物理性质制约了土壤肥力水平,进而影响植物生长。液态地膜是一种具有增温、保墒、土壤结构改良等多种作用的土壤结构改良剂,在国土整治、固沙、植草、加固路基、滩涂治理等方面发挥了重要作用^[2]。20 世纪末,意大利开发出新型喷洒式可降解地膜,并在瑞典、德国和意大利广泛应用于番茄、芦笋、草莓、马铃薯和花卉种植,效果显著^[3-4]。国内在 2001—2014 年液态地膜的发明专利有 20 多项,其中约 50% 选择了以腐殖酸为主要原材料,再与交联剂、成膜剂以及其他功能成分混合制备成液态地膜^[5-6]。研究表明,液态地膜具有非常明显的抗旱保水功能,可明显改善土壤水分状况及水分利用率,提高苗木成活率和生长量^[7-9]。液态地膜可以促进土壤形成团粒,从而起到改良土壤结构、固定表土及保护耕层的作用^[10-11]。因此,该研究探索是否能将液态地膜作为绿地土壤改良剂,发挥其保水保墒、改良土壤结构和促进绿化植被生长的作用。

1 材料与方法

1.1 供试材料 供试苗木为孔雀草,由上海鸿循园林设计工程有限公司提供。

田间试验在上海市园林科学规划研究院邬桥基地进行,试验地土壤为粉(砂)壤土,土壤容重为 1.58 mg/cm³,通气孔隙度 2.90%,最大持水量 274.13 g/kg、最小持水量

241.63 g/kg,毛管孔隙度 38.42%;土壤有机质含量 12.6 g/kg,水解性氮 52.9 mg/kg,有效磷 17.6 mg/kg,速效钾 72.7 mg/kg, pH 8.2。试验用液态地膜为江苏省连云港市金河液态地膜厂生产, pH 为 4.84,有机质含量为 729.2 g/kg,全氮含量为 7.8 g/kg,全磷含量为 4.2 g/kg,全钾含量为 2.8 g/kg。施用量 450 kg/hm²。用喷雾器均匀喷施于地表,喷洒当日如遇下雨则待天晴后补喷 1~2 次。

1.2 试验设计 试验苗由上海鸿循园林设计工程有限公司提供,于 2019 年 8 月 7 日移栽到邬桥基地试验田。田间试验设置 2 个处理:①常规育苗移栽,移栽后充分浇水;②常规育苗移栽,移栽后充分浇水,并于 2 d 后按照 450 kg/hm² 的施用量进行喷洒。2 个试验小区各种植孔雀草 120 株,小区规格为长×宽=10.0 m×1.2 m。大田试验于 2019 年 8 月 7 日—12 月 2 日在上海市园林科学规划研究院邬桥基地进行,常规人工管理。

1.3 田间试验土壤性质调查(物理和营养) 种植前测定空白地块土壤物理性质(容重、通气孔隙度、最大持水量、毛管持水量、毛管孔隙度)、土壤化学性质(有机质、水解性氮、有效磷、速效钾),种植后 30、60、90、120 d 后测定空白和处理的土壤理化性质。

1.4 采样

1.4.1 土壤样品采集。 每月采样一次,每个试验区随机布点采集 5 个样品,采样深度为 20 cm。采得的样品分为两部分,一部分鲜样直接测定含水量,如果时间来不及,则放入 4 ℃ 冰箱冷藏,最多不超过 48 h;另一部分样品风干后磨筛过筛、分析。

1.4.2 植株样品采集。 种植 120 d 时,每个处理选择 10 株长

基金项目 上海市园林科学规划研究院 2018 年青年人才发展基金项目

(2018-2-3)。

作者简介 杨娜(1986—),女,云南楚雄人,农艺师,硕士,从事城市绿地土壤质量检测、评价和修复等研究。

收稿日期 2020-06-12

势一致的植株,测量平均地上、地下部鲜重、株高及地上部干重,利用 Excel 2007 计算标准误差。

1.5 检测方法 容重、通气孔隙度、最大持水量、毛管持水量、毛管孔隙度按照 LY/T 1215—1999 (2010)《森林土壤水分-物理性质的测定》,使用环刀法进行测定;土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加加热法测定,水解性氮采用碱解-扩散法测定,有效磷采用钼锑抗比色法测定,速效钾采用火焰光度法测定。

1.6 数据分析 试验数据处理统计分析使用 Excel 2007 程序。

2 结果与分析

2.1 施用液态地膜对绿地土壤物理性质的影响

2.1.1 容重。土壤容重是指单位容积的土壤质量,其大小反映土壤结构、透气性、透水性能以及保水能力的高低。土壤容重可作为判断土壤肥力状况的指标之一。土壤容重过大,表明土壤紧实,不利于透水、通气、扎根,并会造成氧化还原电位(Eh 值)下降而出现各种有毒物质危害植物根系。土壤容重过小,又会使有机质分解过快,并导致植物根系扎不牢而易倾倒^[12]。由图 1 可知,施用液态地膜的处理土壤容重低于对照处理,施用 120 d 后,对照处理的土壤容重为 1.81 mg/cm³,施用液态地膜的处理土壤容重为 1.53 mg/cm³,说明施用液态地膜能够降低土壤容重,提高土壤透气性、透水性能以及保水能力。

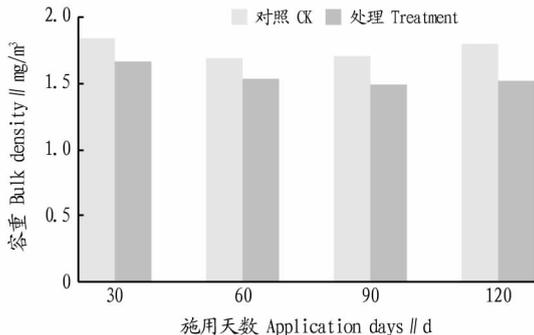


图 1 施用液态地膜对绿地土壤容重的影响

Fig.1 Effect of applying liquid film on soil bulk density of greenbelt

2.1.2 通气孔隙度。土壤通气孔隙度是指一定水势或含水量条件下,单位土壤总容积中空气占的孔隙容积。由图 2 可知,施用液态地膜的处理土壤通气孔隙度显著高于对照处理,施用 120 d 后,对照处理的土壤通气孔隙度为 2.93%,施用液态地膜的处理土壤通气孔隙度为 3.58%,说明施用液态地膜能够提高土壤通气孔隙度和土壤通气性,有利于改善土壤通气状况。

2.1.3 最大持水量。土壤最大持水量是指土壤全部孔隙充满水时所保持的水量,即土壤所能容纳的最大持(含)水量,亦称为“土壤饱和水”。它的多少与土壤质地、结构、垒结性有关,饱和水对植物是有效的。由图 3 可知,施用液态地膜的处理土壤最大持水量明显高于对照处理,施用 120 d 后,对照处理的土壤最大持水量为 210 g/kg,施用液态地膜的处理

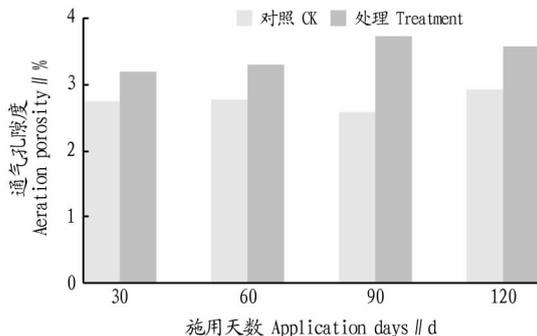


图 2 施用液态地膜对绿地土壤通气孔隙度的影响

Fig.2 Effect of applying liquid film on soil aeration porosity of greenbelt

土壤最大持水量为 265 g/kg,说明施用液态地膜能够提高土壤最大持水量,改善土壤水汽状况,为植株生长提供有效的水分。

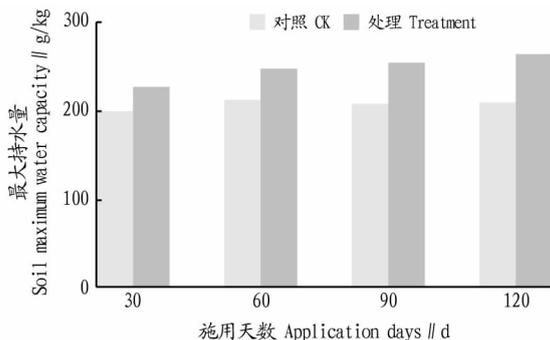


图 3 施用液态地膜对绿地土壤最大持水量的影响

Fig.3 Effect of applying liquid film on soil maximum water capacity of greenbelt

2.1.4 毛管持水量。毛管水是土壤中最宝贵的水分。只要有毛细管作用,土壤便可将水分循着毛管孔隙输送到植物根系附近,并溶解各种营养,为植物所吸收。由图 4 可知,施用液态地膜的处理土壤毛管持水量明显高于对照处理,施用 120 d 后,对照处理的土壤最大持水量为 194 g/kg,施用液态地膜的处理土壤毛管持水量为 242 g/kg,说明施用液态地膜能够提高土壤毛管持水量,为植株吸收养分提供有效的水分。

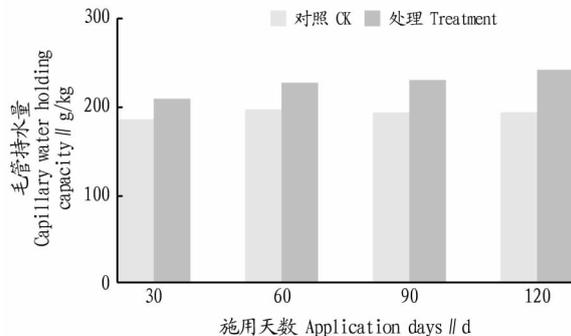


图 4 施用液态地膜对绿地土壤毛管持水量的影响

Fig.4 Effect of applying liquid film on soil capillary water holding capacity of greenbelt

2.1.5 毛管孔隙度。土壤中毛管孔隙的体积占土壤总体积的百分数,称为毛管孔隙度。由图 5 可知,施用液态地膜的

处理土壤毛细孔隙度明显高于对照处理,施用 120 d 后,对照处理的土壤毛细孔隙度为 34.9%,施用液态地膜的处理土壤毛细孔隙度为 36.9%,说明施用液态地膜可以提高土壤毛细孔隙度,增强土壤持水能力,增加土壤有效水分,利于植株吸收养分。

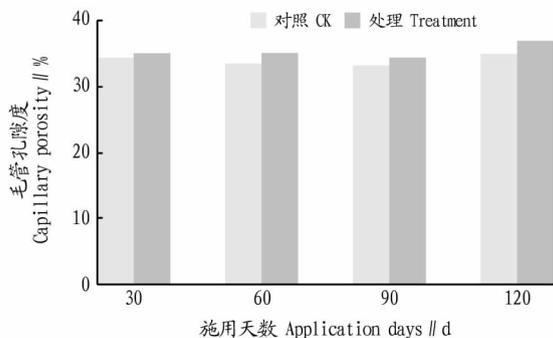


图 5 施用液态地膜对绿地土壤毛细孔隙度的影响

Fig.5 Effect of applying liquid film on soil capillary porosity of greenbelt

2.2 施用液态地膜对绿地土壤营养特性的影响

2.2.1 有机质。土壤有机质是土壤中各种营养元素特别是氮、磷的重要来源,它还含有刺激植物生长的胡敏酸类等物质。土壤有机质是土壤固相部分的重要组成部分,是植物营养的主要来源之一,能促进植物的生长发育,改善土壤的物理性质,促进微生物和土壤生物的活动以及土壤中营养元素的分解,提高土壤的保肥性和缓冲性的作用。从图 6 可以看出,施用液态地膜能够在一定程度上改善土壤有机质,120 d 后,施用液态地膜的土壤有机质含量为 12.5 mg/kg,高于对照处理的 11.0 mg/kg。

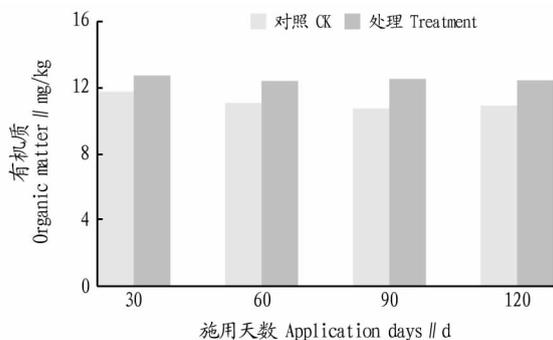


图 6 施用液态地膜对绿地土壤有机质的影响

Fig.6 Effect of applying liquid film on soil organic matter of greenbelt

2.2.2 水解性氮。水解性氮是指土壤中较易矿化和易被植物吸收的氮,能反映土壤近期内氮素供应情况,包括无机态氮(铵态氮、硝态氮)及易水解的有机态氮(氨基酸、酰胺和易水解蛋白质)。从图 7 可以看出,施用液态地膜能够在一定程度上提高土壤水解性氮含量,施用液态地膜 120 d 后,水解性氮含量与对照相比提高了 17.8%;90 d 出现施用液态地膜的处理水解性氮含量最高,为 69.0 mg/kg,可能与地膜降解 90~120 d 的降解周期有关,有待进一步研究。

2.2.3 有效磷。土壤有效磷是指能为当季作物吸收的磷量,

它作为评价土壤磷素肥力供应情况的重要指标,具有十分重要的指导意义。从图 8 可以看出,施用液态地膜能够在一定程度上提高土壤有效磷含量,施用液态地膜 120 d 后,有效磷含量与对照相比提高了 17.8%;90 d 出现施用液态地膜的处理有效磷含量最高,为 34.5 mg/kg,可能与地膜降解 90~120 d 的降解周期有关,有待进一步研究。

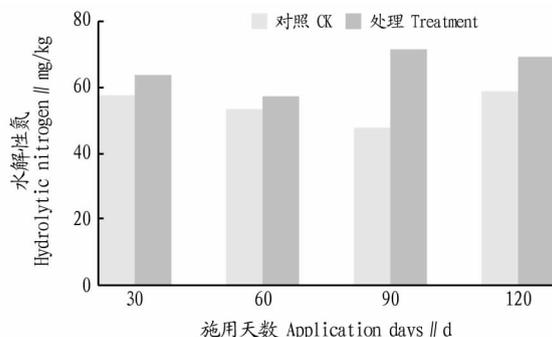


图 7 施用液态地膜对绿地土壤水解性氮的影响

Fig.7 Effect of applying liquid film on soil hydrolytic nitrogen of greenbelt

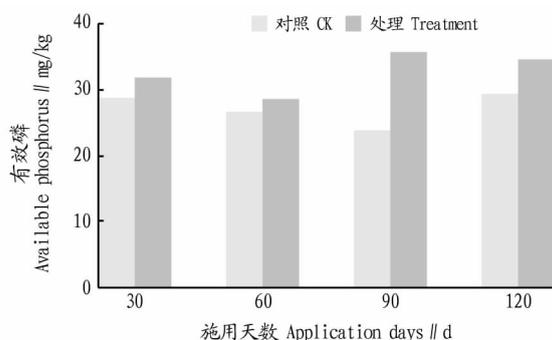


图 8 施用液态地膜对绿地土壤有效磷的影响

Fig.8 Effect of applying liquid film on soil available phosphorus of greenbelt

2.2.4 速效钾。土壤速效钾是指易被植物吸收利用的钾,包括交换性钾和水溶性钾。从图 9 可以看出,施用液态地膜能够在一定程度上提高土壤速效钾含量,施用液态地膜 120 d 后,土壤速效钾含量为 80.1 mg/kg,较对照处理提高了 19.8%;施用液态地膜处理 90 和 120 d 速效钾含量高于 30 和 60 d,可能与液态地膜的降解周期有关,有待进一步研究。

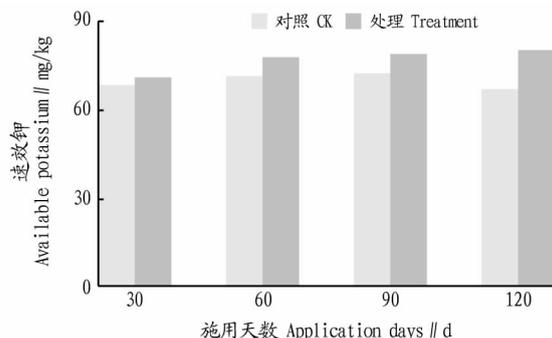


图 9 施用液态地膜对绿地土壤速效钾的影响

Fig.9 Effect of applying liquid film on soil available potassium of green space

2.3 施用液态地膜对植株生物量的影响 从表1可以看出,移栽120 d后,施用液态地膜的处理,孔雀草地上部和地下的生物量分别为每株502.51和78.09 g(鲜重),均明显高于对照。施用液态地膜的处理地上部干重是对照的1.20倍,株高也明显高于对照。可见,液态地膜的施用能够提高绿地植株生物量,增强长势。

表1 施用液态地膜对植株生物量的影响

Table 1 Effect of applying liquid film on plant biomass

处理 Treatment	鲜重 Fresh weight//g/株		地上部干重 Aboveground dry weight g/株	株高 Plant height cm
	地上部 Aboveground part	地下部 Underground part		
对照 CK	283.09±4.47	57.79±2.19	27.84±1.92	37.00±1.47
处理 Treatment	502.51±6.67	78.09±1.17	33.35±1.48	42.00±1.65

3 讨论

液态地膜作为一种新型的土壤改良剂,其含有的腐殖酸及纤维素等成分能够改良土壤水汽状况,从而提高土壤养分利用率。该研究表明,液态地膜的施用使得土壤容重、通气孔隙度等物理结构得到改善,种植植株的生物量也有所提高。许多研究也得出了类似的结果,如张洁等^[9]研究发现液态地膜可增加水稳性团粒结构、土壤稳定性熵及饱和导水率,降低土壤容重,增加孔隙度,改善了土壤物理性状;李保华等^[13]以腐殖酸为原料,加入促进剂、稳定剂、成膜剂制备出一种具有肥效的腐殖酸基 LMF,能有效减少土壤水分蒸发30%,保水效果好,提前作物生育期3~10 d;刘学良等^[14]在液态地膜覆盖下的花生大田生产研究中发现,喷施液态地膜的植株株高普遍高于对照;国内研究为避免吹制成膜工序、减少制造成本,将淀粉原料分别与聚乙烯醇、腐殖酸钠复配制备出淀粉/聚乙烯醇 LMF 及淀粉/腐殖酸钠 LMF,喷洒于土壤,前者成膜后拉伸强度高,保墒效果好;后者成膜后对土壤增温作用强,并能提高种子出苗率和促进小白菜生长^[15];该研究得出类似的结论,其主要原因可能是液态地膜良好的吸水保湿及黏合性好的特性,且外观呈黑色对太阳光吸收性好,将太阳能散向到土壤中起到显著的增温作用,喷洒后附着于土壤表面,既具有保温、保墒作用,又有较强的土壤黏附能力保持土壤的理想团聚结构^[16],充分发挥其热量和水分缓冲及土壤黏结作用。此外,液态地膜受光、热、土壤中微生物的作用可自行降解,降解后产物及液态地膜本身无毒无污染,对土壤、地下水质和环境无不良影响。

该研究对比了液态地膜施用后土壤营养性质的变化,发现施用液态地膜后土壤的有机质、水解性氮、有效磷和速效钾均有所提高。李桢等^[17]研究表明,可降解地膜覆盖改善了土壤温度和水分,进而对耕层全氮、水解性氮、铵态氮和硝态氮均有影响,尤其是对硝态氮和铵态氮影响显著。游诗尧^[18]研究表明,可降解的生物基液态地膜能够提高土壤 pH,增大比重和总孔隙度;速效氮、速效钾和有机质含量都有所提高。此次试验得出类似的结论,主要原因可能是在喷洒液态地膜后,一方面其中的腐殖酸类物质进入土壤后能够提升

其营养元素的含量,陈伏生等^[19]在风沙土上的研究显示,风化煤腐殖酸能显著提升土壤的有机质、碱解氮、速效磷和速效钾的含量;也有研究显示,腐殖酸施入土壤后,能有效提升土壤速效养分的含量,对土壤的培肥均有重要作用,尤其是对土壤速效氮、有效磷和速效钾含量影响较大^[20-21];裴瑞杰等^[22]研究显示,施用腐殖酸可以有效提升土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾的含量;另一方面是液态地膜改良了土壤的水汽状况,提高了土壤水分利用率,从而加强了营养素的循环,进一步促进了植株的生长。王锡春等^[23]研究表明,生物降解地膜在烟田垄埂保温、增温及有效促进烤烟生长和烟叶品质上有较好的作用;冯武焕等^[24-25]进行覆盖生物降解地膜对农作物生长发育的影响研究,均获得较好的环保效应。这些结论都与该研究保持一致。

4 结论

液态地膜施用下土壤物理及营养性质的研究表明,地膜的施用,改善了绿地土壤物理结构。通过对相应物理指标的测定,发现液态地膜的施用,会与土壤颗粒发生黏结,形成一层特殊的胶状土膜结构,使土壤颗粒连接起来,封闭土壤表面孔隙,从而抑制土壤水分的蒸发,且不影响膜外水分的渗入,从而提高了土壤的有效水分,改善土壤持水、保水、保温等能力。进一步促进了土壤有效养分在自然系统中的循环,绿植的生长也得到了改善。说明液态地膜处理能够较好地改良土壤结构,有效促进植株长势。虽然液态地膜对绿地土壤有很好的改良作用,但是运用于实践时仍需要考虑城市绿地容易发生人为踩踏的因素而造成液态地膜成膜效果较差的问题,因此,如何将液态地膜较好地运用于城市绿地土壤改良,仍需要进一步研究。

参考文献

- [1] 储纪芳.上海市城市绿地土壤特点与改良对策[J].中国城市林业,2010,8(1):47-49.
- [2] 黄占斌,辛小桂,李友乾,等.液态地膜和植生带对土壤水温和玉米成苗的影响[J].水土保持通报,2004,24(1):43-45.
- [3] HAIRSTON J E, JONES W F, MCCONNAUGHEY P K, et al. Tillage and fertilizer management effects on soybean growth and yield on three Mississippi soils[J]. Journal of production agriculture, 1990, 3(3):317-323.
- [4] LOGSDON S D, KARLEN D L. Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage[J]. Soil & tillage research, 2004, 78(2):143-149.
- [5] 王书秀.一种污泥为骨架的液态地膜、制备及其使用方法:CN201310602423.6[P].2014-03-05.
- [6] 杨华连.一种含有发泡剂的多功能可降解液态地膜:CN201110457766.9[P].2012-07-11.
- [7] 管恩艳.液态地膜对苗木生长的影响[J].现代园艺,2011(7):5-7.
- [8] 王合叶,李澧,赵丰富.液态地膜及其研究进展[J].江苏农业科学,2016,44(7):413-415.
- [9] 张洁,姚宇卿,吕军杰,等.液态地膜对土壤物理性状的影响及增产效果[J].土壤通报,2005,36(4):638-640.
- [10] 俞满源,方锋,黄占斌.保水剂、液态地膜在苗木栽植中的应用研究[J].干旱地区农业研究,2003,21(3):30-33.
- [11] 王聪慧,张洁,李俊红,等.液态地膜应用技术研究[J].安徽农业科学,2006,34(14):3289-3290.
- [12] 吴礼树.土壤肥科学[M].北京:中国农业出版社,2010:69.
- [13] 李保华,王德民,李宪义.一种腐殖酸降解液态肥料地膜及其生产方法:CN200910015668.2[P].2009-10-21.
- [14] 刘学良,侯敏,陈尔冉,等.液体地膜在花生大田生产的应用研究[J].农村经济与科技,2013,24(4):167-169.

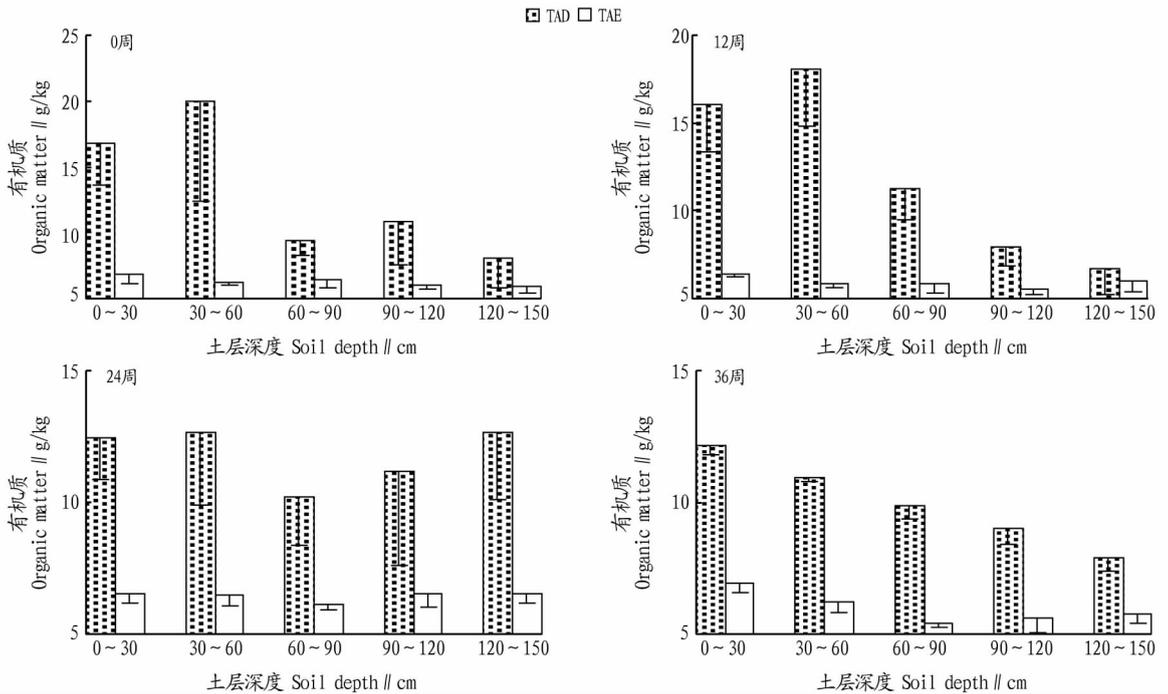


图5 不同时期各剖面层次土壤有机质差异变化

Fig.5 Changes in soil organic matter differences in different sections at different periods

参考文献

- [1] 尹伯仁,周丕生,方海兰,等.上海大树移植的本底土质量调查与评价[J].上海交通大学学报(农业科学版),2004,22(4):373-377.
- [2] 裴庆森,周丕生.上实东滩生态园区土、水综合评价[J].上海交通大学学报(农业科学版),2017,35(6):45-50,61.
- [3] 周丕生,周春华,唐亮,等.上海野生动物园土壤性状及其综合评价[J].上海农学院学报,1996,14(3):153-158.
- [4] 项建光,方海兰,杨意,等.上海典型新建绿地的土壤质量评价[J].土壤,2004,36(4):424-429.
- [5] 曹阳,林冬,周丕生.多因素影响下的浦东东滩盐碱滩涂植物隔离带配置[J].上海交通大学学报(农业科学版),2012,30(4):21-24.
- [6] 李志杰,孙文彦,马卫萍,等.盐碱土改良技术回顾与展望[J].山东农业科学,2010(2):73-77.
- [7] 李晓燕,宋占午,董志贤.植物的盐胁迫生理[J].西北师范大学学报(自然科学版),2004,40(3):106-111.
- [8] 韩玉洁,孙海菁,朱春玲,等.上海沿海防护林树种适应性评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2010,34(4):165-168.
- [9] 郑苗松.盐碱地造林绿化技术:杭州湾沿岸盐碱地绿化实践[M].北京:中国林业出版社,2007.
- [10] 国家林业局.森林土壤分析方法:LY/T 1210-1275—1999[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [11] 陆欣,王申贵.应用腐殖酸改善石灰性土壤磷素供应状况的研究[J].土壤通报,1996,27(6):265-267.
- [12] 张宏伟,陈港,唐爱民,等.腐殖酸共聚物改良后土壤中磷肥有效性的研究[J].土壤肥料,2002(6):39-40.
- [13] 裴瑞杰,王俊忠,冀建华,等.腐殖酸肥料与氮肥配施对土壤理化性质的影响[J].江苏农业科学,2018,46(19):331-334.
- [14] 王锡春,靳志丽,周向平,等.生物降解地膜对烟区土壤温湿度及烤烟产质量的影响[J].中国农学通报,2016,32(24):146-152.
- [15] 吴明俊,肖文理,商贤火,等.对可生物降解液体地膜的探究[J].河南化工,2015,32(5):26-30,59.
- [16] 陈利维,李恒,戴睿,等.生物基“液态地膜”研究进展[J].皮革科学与工程,2019,29(3):31-35.
- [17] 李桢,王佳玮,富利国,等.地膜覆盖对辣椒土壤氮素的影响[J].中国农学通报,2016,32(21):134-140.
- [18] 游诗尧.新型生物基/纸膜对番茄生长、生理和土壤理化性质的影响研究[D].银川:宁夏大学,2018.
- [19] 陈伏生,曾德慧,陈广生,等.风沙土改良剂对白菜生理特性和生长状况的影响[J].水土保持学报,2003,17(2):152-155.
- [20] 冯武煊,孙升学,范爱娥,等.生物降解树脂农膜在玉米上的应用研究[J].西北农业学报,2004,13(2):166-169.
- [21] 熊汉国,张美玲,谢笔钧,等.全生物降解农膜田艺特性研究[J].湖北农业科学,2004(5):37-38.

(上接第68页)