

钱嘉怡,陈 剑,张 静,等. 植物精油对土壤修复和梨苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(17):142–148.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2020.17.027

植物精油对土壤修复和梨苗生长的影响

钱嘉怡¹, 陈 剑², 张 静¹, 刘 晓¹, 王春雷¹

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院,江苏扬州 225009; 2. 江苏省南京市高淳区林业工作站,江苏南京 211300)

摘要:植物精油是植物次级代谢产物,被应用到了医学、日用化工、食品、养殖等各领域。以施肥过量的土壤和豆梨幼苗为试验对象,研究不同浓度植物精油在不同处理时间对土壤修复和梨苗生长的影响,结果表明:(1)土壤有机碳和总氮含量、有效磷含量、速效钾含量在施用 10% 的植物精油后显著降低,48 h 后铵态氮和硝态氮含量显著降低,但施用精油对土壤机械组成和酸碱性没有明显改变。(2)梨苗的过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性、脯氨酸(Pro)含量、叶绿素含量、根系活力在施用精油后都有显著的增加,表明使用植物精油后作物抵抗逆境胁迫的能力有所提高,而超氧化物歧化酶(SOD)活性在处理 8 d 后有所降低,丙二醛(MDA)含量在 10% 的植物精油处理后先升后降,表明在开始时有一定迫害,但处理 8 d 后逆境胁迫基本解除。因而,10% 的植物精油可以改良盐渍化土壤,促进梨苗根系生长,还可以提高梨苗抗逆性,具有广阔的应用前景。

关键词:植物精油;土壤机械组成;豆梨幼苗;抗氧化酶;根系活力;土壤修复;抗逆性

中图分类号: X53;S661.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2020)17–0142–06

在我国农业生产中,化肥农药的长期过量使用导致耕地出现氮磷钾积累等一系列问题。近年来,可持续发展已成为农业发展主流。修复土壤并促进作物更好生长已成为农业研究人员需要解决的重要问题。

植物精油的原料一般为芳香植物的叶、根、皮、花和果等,是植物次级代谢产物^[1],被广泛应用于各领域,近年来,在农业领域也被逐渐引入,如植物精油可以作为除草剂、杀虫剂和杀菌剂等,也可以用于果蔬保鲜^[2]。柑橘类精油主要来源于柑橘类水果的果皮,其主要成分为萜类物质、倍半萜烯碳氢化合物及其衍生物等^[3]。目前,国内外众多学者的研究表明,植物精油中酚类物质、萜类物质具有抗氧化性、抑菌性等特性。人们在生产实践中发现,植物精油可以促进作物在施肥过量导致的氮磷钾积累土壤上生长,但其机制并不清楚。本试验拟从土壤和作物自身 2 方面进行研究。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验在扬州大学文汇路校区内于 2018 年 8 月至 2019 年 3 月进行。

1.2 植物精油来源

本试验使用的植物精油由 10% 柑橘精油和 90% 蒸馏水组成。

1.3 土样采集与处理

土壤取自扬州大学园艺试验站温室大棚,棚内土壤经多年栽培,存在明显盐渍化特征。去除土壤中的杂草、石块等杂物后,整地做畦、划分区域,形成 9 个边长为 0.6 m 的正方形试验小区,各小区之间设保护行,其宽度为 0.4 m。将 126 mL 处理液均匀喷施于每个小区土壤表面。稀释 10 倍(10%)的处理液中包含植物精油 12.6 mL、蒸馏水 113.4 mL,稀释 100 倍(1%)的处理液中包含植物精油 1.26 mL、蒸馏水 124.74 mL,对照组使用 126 mL 的蒸馏水。采用完全随机设计,每个处理 3 次重复。24、48 h 后采集土样,样品采集深度为 0~20 cm。将采集的样品带回实验室,自然风干后碾碎,过 1 mm 筛后待用。

1.4 梨苗处理

梨幼苗为砧木豆梨幼苗。豆梨种子采集于扬州大学果树实验室,经层积打破休眠后播种于穴盘

收稿日期:2020–05–22

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD0201400);苏北科技专项(编号:SZ–2018063)。

作者简介:钱嘉怡(1996—),女,上海人,硕士研究生,主要从事果树生殖发育机制研究。E-mail:2505745045@qq.com。

通信作者:王春雷,博士,教授,博士生导师,主要从事果树生殖发育机制研究。E-mail:wangcl@yzu.edu.cn。

中,于 25 ℃ 的光照培养箱中进行培育,定期浇水,苗期为 50 ~ 60 d 时进行处理。根据土样试验结果,喷施稀释 10 倍(10%)植物精油于穴盘基质中,按照“1.3”节中土壤处理的用量进行喷施,对照喷施蒸馏水。处理后 3,8 d 进行采样,测定相关指标。

1.5 植物精油对土壤的影响

1.5.1 土样机械组成测定 参照李朝英等的方法^[4],称取土样,润湿后加入分散剂,摇匀加热,保持沸腾 30 min,制备悬浮液,冷却后定容,使用甲种比重计进行土壤机械组成测定。

1.5.2 土样 pH 值测定 参照王赞峰的方法^[5],取土样,加去二氧化碳的水,1:2.5(体积比)混合搅拌静置后,采用 pH 值仪测定上清液 pH 值。

1.5.3 土壤有机碳(SOC)含量测定 参照蒋溢等的方法^[6],向 50 mL 离心管中加入 2 g 土壤样品(约含 15 mg 碳)和 25 mL 高锰酸钾,振荡 1 h 后 4 000 r/min 离心 5 min,在 565 nm 处采用分光光度计测定用去离子水稀释 250 倍上清液的吸光率,以无土样的空白组与土壤样品组的吸光率差值来表示高锰酸钾浓度的变动,进而计算出氧化的碳量。

1.5.4 土壤总氮(TN)、铵态氮、硝态氮含量的测定

总氮含量的测定采用凯氏定氮法,具体参考文献[7]。取 0.5 g 土样,加入 1.7 g 混合催化剂,经过浓硫酸消煮 1 h 后生成硫酸铵,通过碱化蒸馏出氨,蒸馏出的氨被硼酸吸收后,用标准酸溶液滴定至终点,计算土壤全氮含量。铵态氮含量的测定采用纳氏试剂比色法,具体步骤参照弓晓峰等的方法^[8]。称取土样 10 g,用 20% 的 NaCl 溶液进行溶解,用定性滤纸过滤振荡后的溶液。取滤液 5 mL,稀释 4 倍后与 1 mL 酒石酸钾钠、1.5 mL 20% NaOH 混合摇匀,静置 15 min 后加入纳氏试剂,定容至 25 mL,测定 390 nm 处吸光值。硝态氮含量的测定采用紫外分光光度法,具体步骤参照宋歌等的方法^[9]。取 2 mol/L 的 KCl 溶液 50 mL,加入 5 g 土样,振荡 1 h 后静置 5 min,然后过滤。使用分光光度计在 220 nm 和 275 nm 处测定吸光度,计算硝态氮浓度。

1.5.5 土壤有效磷(AP)和速效钾(AK)含量测定

配制好 Mehlich3 浸提液后,按冯艳红的方法^[10],在三角瓶中装入 2.5 g 土样后,加入 M3 浸提液 25 mL,经过 5 min 振荡后进行干过滤。将滤液、水和显色剂按照 1:4:5(体积比)混匀,经过 30 min 静置后,使用分光光度计在 660 nm 处测定吸光度,并计算有效磷含量;滤液通过 2:23(体积比)进行

稀释摇匀后,使用火焰光度计测定速效钾含量。

1.6 抗氧化酶活性测定方法

采用董红平的方法^[11],并加以改进,制取酶液,置于 0 ~ 4 ℃ 下保存备用。

1.6.1 超氧化物歧化酶(SOD)活性 SOD 活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)光还原法。测定时,调零试管加 20 μL 缓冲液遮光处理,对照试管加 20 μL 缓冲液,测试试管加 20 μL 酶液。每支试管都加入 3 mL 的 SOD 反应液,4 000 lx 光照下 30 min,560 nm 处进行比色。1 个活力单位用 1 g 植物鲜质量反应 1 min 对 NBT 光化还原产生 50% 的抑制来表示^[12-13]。

1.6.2 过氧化物酶(POD)活性 使用愈创木酚法,配置反应液,在 470 nm 下测定吸光值,测定时,3 mL 反应液加酶液 20 μL,调零柱改为加 20 μL 浓度为 20 mmol/L 的 KH₂PO₄,每次读数间隔 1 min。1 个活力单位用 1 min 吸光度减少 0.01 来表示^[12,14]。

1.6.3 过氧化氢酶(CAT)活性 利用紫外分光光度法测定 CAT 活性,以磷酸缓冲液为空白对照,测定波长为 240 nm,1 个活力单位用 1 min 吸光度减少 0.01 定义来表示。

1.7 叶绿素含量的测定方法

采用分光光度法测定叶绿素含量,具体操作借鉴魏晓飞等的方法^[15],通过无水乙醇调零,使用分光光度计在 663、645 nm 处测定吸光度,叶绿素 a、b 的含量按照 Aron 公式计算。

1.8 根系活力测定方法

根系活力测定的具体步骤参照陈明辉等的方法^[16],取 0.1 mol/L pH 值为 7.5 的磷酸缓冲液和 0.5% 的(2,3,5-三苯基氯化四氮唑 TTC)溶液各 5 mL,混匀后将梨幼苗根尖泡入其中,37 ℃ 恒温水浴暗反应 1 h 后,立即终止反应,终止反应可以通过加入 2 mL 1 mol/L 的 H₂SO₄ 来完成。红色部分表示存在活跃的脱氢酶。去除根尖上的水分,取红色根尖部分加入乙酸乙酯并研磨,将提取液定容至 10 mL,在 485 nm 处测定吸光值,以乙酸乙酯为空白对照。由 TTC 标准曲线得 TTC 还原量。

1.9 丙二醛(MDA)含量的测定方法

按赵华军的方法^[17]测定丙二醛含量。

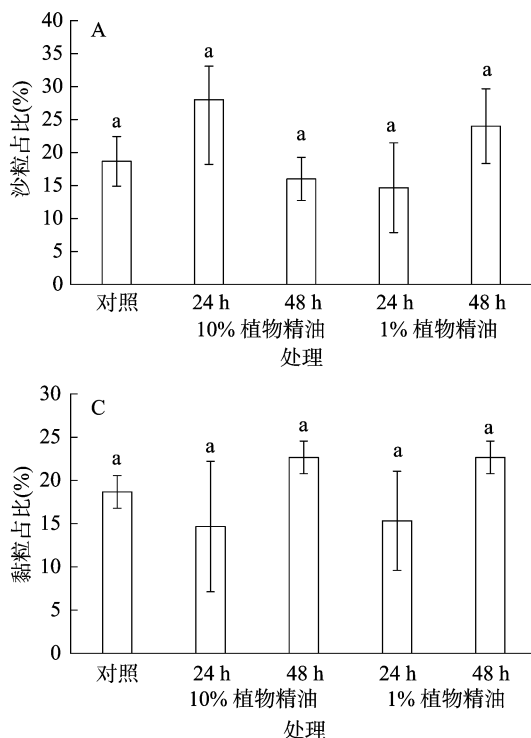
1.10 脯氨酸含量测定方法

参照黄海霞的方法^[18]测定脯氨酸含量。

2 结果与分析

2.1 植物精油对氮磷钾积累土壤的作用

2.1.1 植物精油对土壤机械组成的影响 土壤物理性质主要由土壤的机械组成决定,其中就包括黏粒、粉粒、沙粒占比等。研究结果显示,不同精油处理与对照相比,沙粒、粉粒、黏粒 3 个部分所占比例



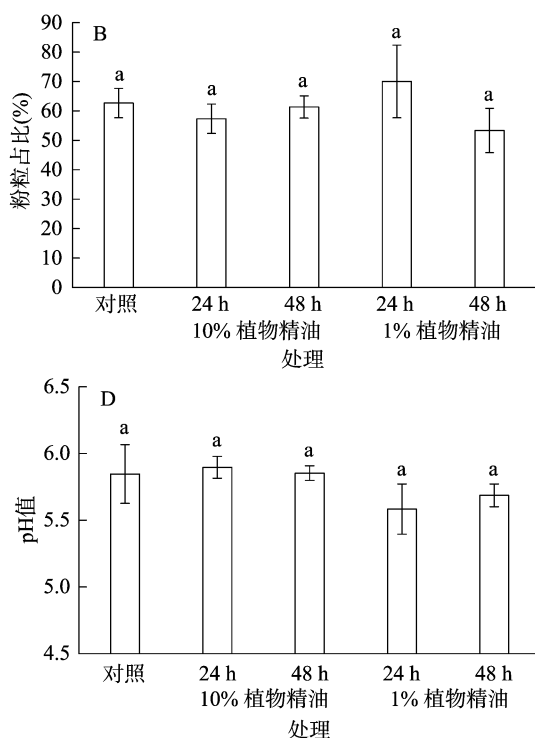
图中不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。图 2 至图 5 同

图 1 植物精油对土壤机械组成和 pH 值的影响

2.1.2 植物精油对土壤肥力和盐分含量的影响

由于本研究选择试验区域的土壤氮磷钾元素积累是由常年施肥不当引起的,为了研究植物精油对土壤的修复作用,研究了植物精油对该区域土壤中有有机碳(SOC)、总氮(TN)、铵态氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)、硝态氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)、有效磷(AP)、速效钾(AK)含量的影响。研究发现,喷施植物精油后,10%植物精油在处理 24、48 h 后都能显著降低土壤有机碳含量,但 1%精油处理与对照组相比无明显差异(图 2 - A)。总氮含量亦有相同结果,10%植物精油在处理 24、48 h 后都能显著降低土壤总氮含量,但 1%植物精油处理与对照组相比无明显差异(图 2 - B)。进一步细分来看,10%植物精油在处理 24 h 后,并不能显著降低铵态氮和硝态氮含量;但 10%植物精油在处理 48 h 后,可显著降低土壤中铵态氮和硝态氮含量(图 2 - C、图 2 - D),而土壤铵态氮和硝态氮含量在

没有明显差异(图 1 - A、图 1 - B、图 1 - C),表明植物精油不能改善土壤机械组成。pH 值是土壤重要指标,不同作物生长都有最适 pH 值范围。测定结果表明,经过多年耕作后,大棚土壤呈明显酸性,其 pH 值在 5.8 左右。经植物精油处理后,土壤 pH 值无明显变化(图 1 - D),表明植物精油并不能调整土壤酸碱度。



1%植物精油处理作用下与对照组无显著性差异。此外,10%植物精油在处理 24、48 h 后能显著降低土壤有效磷和速效钾含量(图 2 - E、图 2 - F);土壤在 1%植物精油处理 24 h 后,有效磷、速效钾含量显著增加,但是在处理 48 h 后二者含量又有所回落,与对照相比无显著差异。结果表明,10%植物精油处理能显著降低土壤养分和盐分含量。

2.2 植物精油对梨苗生长的影响

2.2.1 植物精油对梨苗抗氧化酶活性的影响 根据前期施用植物精油对土壤养分和盐分含量影响的试验结果可知,几种处理中能够显著降低盐渍化土壤盐分含量的是 10%植物精油处理 48 h;将 10%植物精油喷施到基质中,处理 72 h(3 d)和 192 h(8 d)后测定梨幼苗抗氧化系统 POD、SOD 和 CAT 活性的变化情况。结果表明,喷施植物精油能够显著提高梨苗 POD 活性,处理 3 d 后 POD 活性约为对

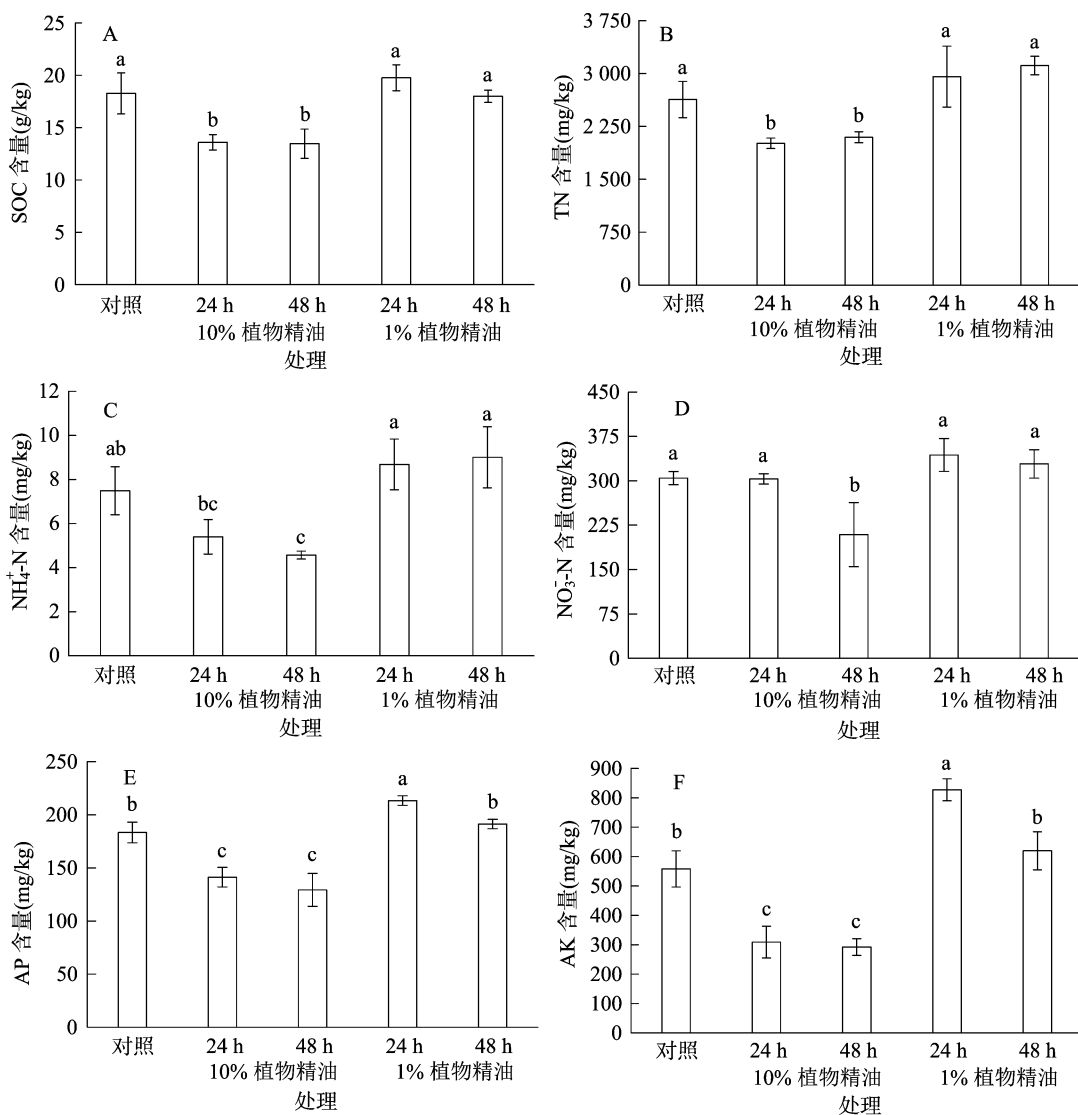


图2 植物精油对土壤养分和盐分含量的影响

对照组的 3.5 倍;处理 8 d 后 POD 活性为对照组的 5.9 倍(图 3 - A)。SOD 活性在喷施 3 d 后无明显变化,处理 8 d 后显著下降(图 3 - B)。CAT 活性在喷施 3 d 后无明显变化,处理 8 d 后显著升高,变化趋势与 SOD 活性正好相反(图 3 - C)。POD 和 CAT 活性提高,有助于提升植物抗氧化能力。

2.2.2 植物精油对梨苗叶绿素含量的影响 向基质中喷施 10% 植物精油后能够显著提高梨苗叶绿素 a 的含量(图 4 - A),处理组叶绿素 a 的含量约为对照组的 2.5 倍。叶绿素 b 含量在喷施植物精油 8 d 后显著降低(图 4 - B)。总叶绿素含量在喷施植物精油 3 d 后达到最大值,处理 8 d 后总叶绿素含量略微降低了一些(图 4 - C),但仍然显著高于对照组,约为对照组含量的 1.3 倍。

2.2.3 植物精油对梨苗损伤情况 为了研究植物

精油是否会造成植株损伤,测定了梨苗根系活力及丙二醛(MDA)、脯氨酸(Pro)含量。研究发现,向基质中喷施 10% 植物精油后,梨苗根系活力明显提高(图 5 - A),处理 3 d 后的根系活力约为对照组的 3 倍,处理 8 d 后根系活力约为对照组的 4 倍,说明植物精油能够显著提高梨苗根系活力。MDA 是反映细胞膜损伤情况的物质,植物精油处理 3 d 后,幼苗内的 MDA 含量显著上升(图 5 - B),但随时间的推移,MDA 含量恢复到正常水平。脯氨酸常被植物用来维持细胞渗透压,抵御外界胁迫。研究表明,在喷施植物精油后,梨苗体内脯氨酸含量明显升高(图 5 - C),说明植物精油对梨苗有一定胁迫作用。

3 讨论与结论

土壤机械组成是影响土壤物理性质和养分含

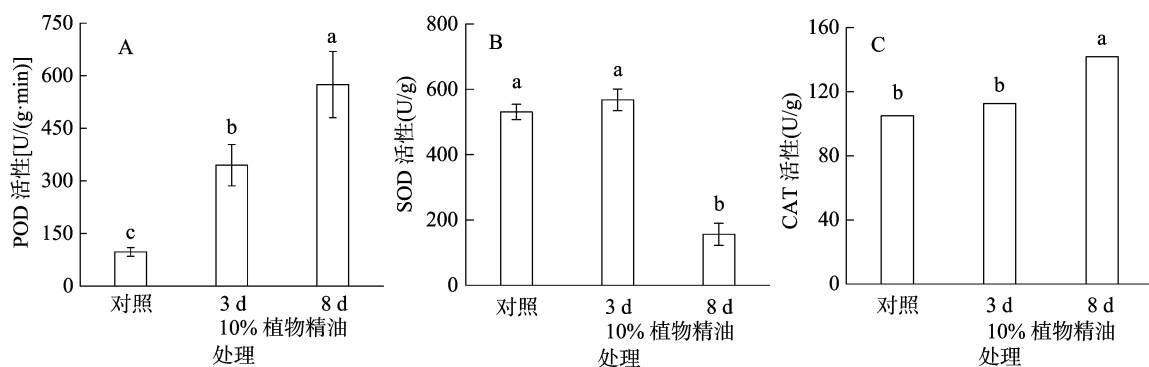


图3 植物精油对梨苗抗氧化酶活力的影响

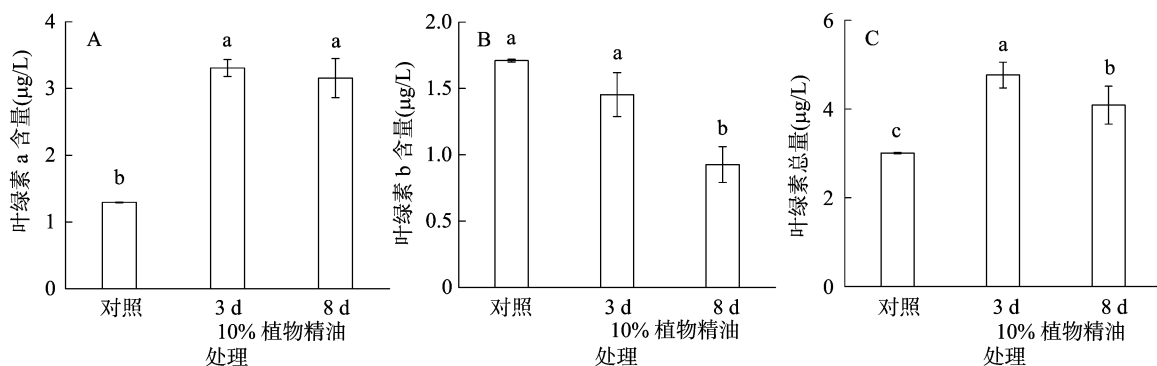


图4 植物精油对梨苗叶绿素含量的影响

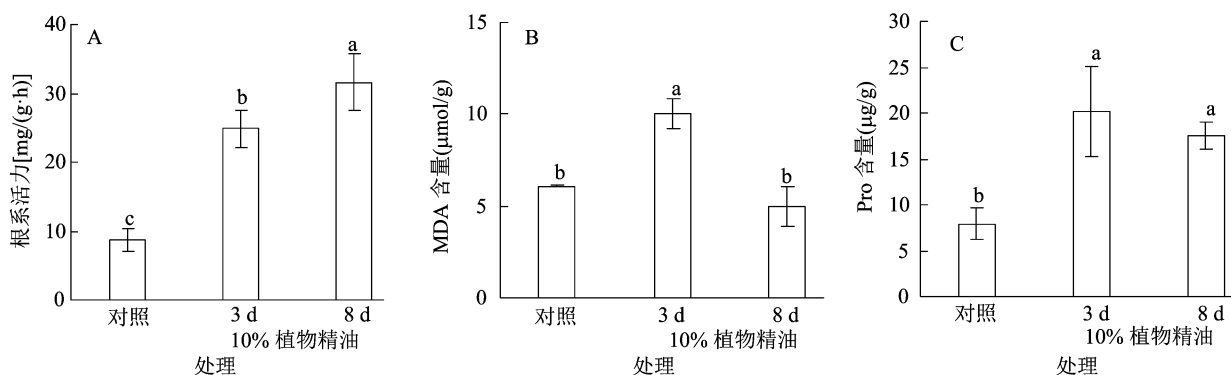


图5 植物精油对梨苗损伤情况

量的重要因素^[18-19]。pH 值是土壤重要的化学指标,是土壤元素存在及有效性的直接影响者^[20]。本研究中施用植物精油对土壤机械组成和酸碱度无显著影响。土壤中的 SOC 是土壤有机物转化的中间产物,本试验显示,10% 植物精油喷施后土壤中的 SOC 含量显著下降,这可能因为精油处理后土壤中的 SOC 易被微生物分解而发生矿化反应^[21];另外,试验过程中使用的是风干土,也可能会促进土壤的矿化作用^[22-23]。10% 植物精油喷施后土壤中总氮含量也显著降低。农业生产上在施肥中采用土壤全氮、水解氮(包括无机态氮和一部分易分解的有机态氮)含量作为土壤供氮能力与水平评估的指标^[23]。本试验的土壤全氮含量超 2 g/kg,居全国分

级标准的 1 级,铵态氮与硝态氮的含量之和也超过水解氮一级标准,表明本试验土壤氮素丰富,且供氮能力较高。土壤中硝态氮含量降低往往与淋失有关,土壤中硝态氮含量越高则氮素淋失的可能性越大^[24],本研究中硝态氮含量的降低可能是植物精油导致了硝态氮的淋失。而铵态氮降低则与氨挥发有关^[25],喷施 10% 植物精油后表层铵态氮浓度降低,可能是因为 10% 植物精油促进氨挥发。因此,喷施 10% 精油后土壤中氮素含量的降低,可能是由硝态氮淋失、氨态氮挥发共同造成。磷是作物生长的必需元素,影响作物的生长发育^[26]。施用 1% 精油后,磷含量有所增加,说明低浓度植物精油可有效提升土壤磷含量,其相关机制还不清楚。目

前全国各地普遍存在化肥施用过量的现象,而作物都有其本身的有效磷阈值,土壤中高含量氮磷构成农田氮磷流失的潜在威胁^[27]。本试验中土壤磷素含量远超国家分级标准 1 级的规定,而土壤磷素的超标,既会造成磷肥资源的浪费,也易引起水体过营养化,污染水环境。本试验中土壤速效钾含量在 10% 精油处理 48 h 后降低至 292 mg/kg,仍高于全国分级标准 1 级的规定。钾在酸性条件下易淋失^[25]。本试验的土壤 pH 值均低于 6.0,属于酸性,因此 10% 植物精油喷施会降低土壤钾浓度,但 1% 植物精油提高土壤速效钾含量的原因尚不清楚。因此,10% 植物精油能有效降低土壤中多种盐分含量。

SOD、POD 与 CAT 三者协同抵御活性氧的伤害,植物体氧负离子的清除受到逆境保护酶活性的直接影响,植物细胞膜的稳定和正常生理代谢的维持也受其影响^[28]。在本研究中,植物精油能够增强梨幼苗的保护酶系统,提高 SOD、POD 和 CAT 的活性,可能会提高梨苗抵抗逆境胁迫的能力。植物精油对 POD 活性的提升效果显著,并且随时间变化 POD 活性呈现一个上升趋势;CAT 活性在处理 8 d 后显著上升;对于 SOD 活性,10% 植物精油对其在初期有一定提升作用,但随时间推移活性出现下降趋势。通常情况下,植物体能够自主清除多余的自由基,但是在逆境胁迫下活性氧含量超过阈值,脂质过氧化等导致植物最终受害。脂质过氧化作用的产物之一是 MDA,因此可用 MDA 含量来反映细胞膜系统受害的程度^[29]。在本试验中,10% 植物精油喷施后,梨苗 MDA 含量表现为先升后降,处理结束后 MDA 含量接近对照植株水平,说明植物精油的施用开始对梨幼苗是有一定迫害的,但 8 d 后对其造成的逆境胁迫基本解除。植物叶绿素主要参与光合作用,本试验中,10% 的植物精油处理后,梨苗叶绿素总量显著提升,这有利于光合作用中的光吸收。但叶绿素 b 含量在处理 8 d 后有一定减少,这可能不利于植物对弱光的利用,对于弱光的吸收能力降低,这也可能是幼苗对逆境的一种生理反应,以此缓解伤害^[30]。根系是植物与土壤之间的重要连接体,它既是植物正常生长的影响因素,也起到改良土壤的重要作用,并且能够敏感地反映出周围环境的变化。喷施精油后植物根系活力成倍增加,说明根系能很好地吸收精油,并且根系活力的增加代表着植物能更好更快地对环境改变作出快速反应。脯氨酸是植物最有效的渗透调节剂之一,

是蛋白质和细胞膜的稳定剂^[31],有利于植物抗逆生理反应的调动^[32]。本试验中,喷施精油后,脯氨酸含量均显著高于对照,表明喷施精油后,幼苗能更迅速地对胁迫作出反应。植物精油的施用对于梨幼苗生长具有良好的作用,有助于提高植物的抗逆性、光合能力及根系活力等。

参考文献:

- [1]何凤平,雷朝云,范建新,等. 植物精油提取方法、组成成分及功能特性研究进展[J]. 食品工业科技,2019,40(3):307-312,320.
- [2]宋星陈,李冬雪,任亚峰,等. 香茅属植物精油在农业病虫害控制中的应用研究进展[J]. 中国植保导刊,2018,38(7):25-33.
- [3]田梦瑶,张映瞳,胡花丽. 柑橘精油的提取及在食品保鲜中的应用[J]. 中国果菜,2020,40(1):21-25.
- [4]李朝英,郑路. 土壤颗粒悬液搅拌对土壤质地分析的影响[J]. 水土保持通报,2017,37(6):256-260.
- [5]王赞峰. 植物材料和水分管理对稻田土壤 pH 和碳氮矿化的影响[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [6]蒋溢,李亦秋. 岷江流域不同土地利用方式下紫色土壤活性有机碳分布特征及其影响因子[J]. 水土保持研究,2017,24(5):33-38.
- [7]李桂花,叶小兰,吕子古,等. 元素分析仪和全自动凯氏定氮仪测定土壤全氮之比较[J]. 中国土壤与肥料,2015(3):111-115.
- [8]弓晓峰,张静,张振辉,等. 纳氏试剂比色法测定土壤铵态氮的研究[J]. 环境科学与技术,2006,29(1):43-44.
- [9]宋歌,孙波,教剑英. 测定土壤硝态氮的紫外分光光度法与其他方法的比较[J]. 土壤学报,2007,44(2):288-293.
- [10]冯艳红. 重庆地区测土配方施肥中有效氮磷钾测定方法研究[D]. 重庆:西南大学,2007.
- [11]董红平. 肉桂精油对番茄灰霉病菌生物活性及对番茄品质和保护酶的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2013.
- [12]张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003:268-269.
- [13]胡一鸿,牛健康. 超氧化物歧化酶研究进展[J]. 生物学教学,2005(1):2-4.
- [14]李忠光,龚明. 愈创木酚法测定植物过氧化物酶活性的改进[J]. 植物生理学通讯,2008,44(2):323-324.
- [15]魏晓飞,常艳,蔡永萍. 转 Bar 基因小麦及其杂交后代旗叶的衰老[J]. 江苏农业学报,2011,27(5):940-943.
- [16]陈明辉,张志录,程世平,等. 低温胁迫对 4 个果蔗品种幼苗根系活力和保护酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(3):116-119.
- [17]赵华军. 沙尘暴粉尘对农作物呼吸作用的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2011.
- [18]黄海霞. 干旱荒漠区辣椒耗水规律及对调亏灌溉的响应[D]. 兰州:甘肃农业大学,2012.
- [19]王洪杰,李宪文,史学正,等. 不同土地利用方式下土壤养分的分布及其与土壤颗粒组成关系[J]. 水土保持学报,2003,17(2):44-46,50.

李金霞,储博彦,赵玉芬,等. 不同白桦家系的耐热性评价[J]. 江苏农业科学,2020,48(17):148-152.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.17.028

不同白桦家系的耐热性评价

李金霞^{1,2}, 储博彦^{1,2}, 赵玉芬^{1,2}, 尹新彦^{1,2}, 赵振峰³

(1. 河北省林业科学研究院, 河北石家庄 050061; 2. 河北省林木良种工程技术研究中心, 河北石家庄 050061;

3. 河北省石家庄市藁城区宇森园艺苗圃场, 河北石家庄 052160)

摘要:以 8 个白桦家系为试验材料,在大田栽植的条件下,测定其在 5—9 月叶片的相对电导率、MDA 含量、SOD 活性和可溶性蛋白含量共 4 个生理指标,并利用隶属函数法对其越夏期的耐热性进行综合评价。结果表明,4 个生理指标均表现出与气温变化的正相关,8 个家系均能在石家庄地区安全越夏,但耐热性有差异,其中家系 CD 和 1-41 耐热性最强,家系 1-59 和 1-46 的耐热性最差。

关键词:白桦;家系;耐热性;综合评价

中图分类号: S792.153.01;Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)17-0148-05

温度是影响植物生长发育的重要因子。在植物引种过程中,从高纬度向低纬度、高海拔向低海拔引种,夏季高温成为引种成功与否的重要限制因子,而在城市绿化中,由于城市热岛效应的存在以及全球气候变暖的加剧,城市园林绿化也迫切需要新的耐热型植物品种。因此研究植物在越夏期高温下的生理生化反应,以耐热性为评价指标对引种植物的抗逆性进行评价,有助于筛选出优良的耐热

型植物品种,对丰富城市园林景观也具有重要意义。

白桦(*Betula platyphylla* Suk.)为桦木科桦木属落叶乔木,其枝叶轻盈,秋叶金黄,树皮洁白雅致,在园林景观配置中具有独特的观赏效果。耐热型白桦属于高海拔树种,喜冷凉湿润气候。关于白桦的抗逆性生理已有部分研究,但多集中在抗干旱^[1]和抗低温胁迫^[2-3]方面。有学者对耐热型白桦的种质筛选^[4]、栽培基质^[5]和育苗^[6]、栽培技术^[7]进行了研究,并在人工培养箱内对白桦幼苗进行高温胁迫试验^[8-9]。然而植物的耐热性是在夏季自然条件下经受多种复杂因素胁迫的综合表现^[10],目前对大田栽植条件下的白桦幼苗在越夏期的生理表现尚未见报道。为丰富石家庄城市绿化的树种选择,

收稿日期:2019-10-30

基金项目:石家庄市科学技术研究与发展计划(编号:161520242A)。

作者简介:李金霞(1978—),女,辽宁朝阳人,硕士,高级工程师,主要从事园林植物栽培与繁育技术研究。E-mail:lijinxia299@163.com。

[20] Pietri J, Brookes P C. Relationships between soil pH and microbial properties in a UK arable soil[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 2008, 40(7):1856-1861.

[21] 赵满兴, Kalbitz K, 周建斌. 黄土区几种土壤培养过程中可溶性有机碳、氮含量及特性的变化[J]. *土壤学报*, 2008, 45(3):476-484.

[22] 沈其荣, 沈振国, 史瑞和. 有机肥氮素的矿化特征及其化学组成的关系[J]. *南京农业大学学报*, 1992, 15(1):59-64.

[23] Kuzayakov Y, Friedel J K, Stahr K. Review of mechanisms and quantification of priming effects[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2000, 32(11/12):1485-1498.

[24] 姚春霞. 上海市郊旱作农田化肥施用的环境影响研究[D]. 上海:华东师范大学, 2005.

[25] 胡春胜, 张玉铭, 秦树平, 等. 华北平原农田生态系统氮素过程及其环境效应研究[J]. *中国生态农业学报*, 2018, 26(10):1501-1514.

[26] 罗伟, 张智慧, 伍钧, 等. 沼液对成都平原地区土壤氮、磷、

钾含量及其平衡的影响[J]. *水土保持学报*, 2019, 33(3):185-191.

[27] 张继宗. 太湖水网地区不同类型农田氮磷流失特征[D]. 北京:中国农业科学院, 2006.

[28] 史全萍. 高温及持续时间对华北落叶松 SOD、POD 活性的影响[J]. *中国农学通报*, 2018, 34(19):33-38.

[29] 沈洪艳, 焦晓会, 武彤. 头孢噻吩钠对斑马鱼 SOD 活性、MDA 含量及 DNA 损伤的影响[J]. *环境科学学报*, 2015, 35(8):2626-2632.

[30] 吴顺, 张雪芹, 蔡燕. 干旱胁迫对黄瓜幼苗叶绿素含量和光合特性的影响[J]. *中国农学通报*, 2014, 30(1):133-137.

[31] Sheppard S K, McCarthy A J, Loughnane J P, et al. The impact of sludge amendment on methanogen community structure in an upland soil[J]. *Applied Soil Ecology*, 2005, 28(2):147-162.

[32] 秦文斌, 山溪, 张振超, 等. 低温胁迫对甘蓝幼苗抗逆生理指标的影响[J]. *核农学报*, 2018, 32(3):576-581.