

植物卷材中氮磷钾的流失及多效唑对植物的影响

陈艳华¹, 孙海龙², 李绍才¹

(1. 四川大学 生命科学学院, 四川 成都 610064; 2. 四川大学 水利水电国家重点实验室, 四川 成都 610064)

摘要:以种植紫穗槐(*Amorpha fruticosa* Linn.)的植物卷材试件为研究对象,研究了植物卷材中紫穗槐氮磷钾的利用流失规律;采用5个多效唑浓度梯度(0.004、0.020、0.040、0.060、0.080 g·L⁻¹),研究了多效唑对植物卷材中紫穗槐的氮磷钾利用和生物量产生的影响。结果表明:氮磷钾在成分单一的植物卷材基质中随冲刷的流失速度较快。在7次破坏试验中,基质中氮的损失量为22.4%,磷的损失量为15.9%,钾的损失量为25.4%。多效唑对植物利用固定氮磷钾的效应和对其生物量的影响有明显不同。紫穗槐(*Amorpha fruticosa* Linn.)在多效唑浓度为0.080 g·L⁻¹时固定利用的氮磷钾最多,但此浓度并非紫穗槐营养生长最旺盛的浓度,反而多效唑浓度为0.040 g·L⁻¹时,紫穗槐的生物量最大。

关键词:植物卷材;多效唑;氮磷钾;紫穗槐

中图分类号:S 688.906⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)13-0061-04

边坡绿化可美化环境,涵养水源,净化空气,防止水土流失和滑坡。由于边坡绿化的环保意义十分突出,所以边坡绿化的新型材料—植物卷材应运而生。植物卷材有效的结合了工程学和园林绿化的优点,以工程学的

手段实现绿化的效果,能有效的达到护坡目的。该产品生产成本低、管养方便,可以实现智能化管理,无需消耗大量人力;能美化环境、保持水土、吸收空气中的有害物质和粉尘颗粒,在护坡工程中有巨大的应用价值,是目前护坡工程中的主要研究方向和未来研究的趋势。在一定程度上解决铁路、公路及其产生的边坡工程的护坡和植物绿化问题。

植物卷材能否发挥作用其关键在于植物能否顺利发芽生长,且植物的生长离不开氮磷钾等营养元素,所以对于植物氮磷钾的利用与归还是研究的重点。研究

第一作者简介:陈艳华(1989-),女,硕士研究生,研究方向为护坡和边坡植被恢复及边坡绿化。E-mail:1278496700@qq.com.

责任作者:孙海龙(1976-),男,博士,讲师,现主要从事生态工程等工作。E-mail:18782923929@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2013BAJ02B03)。

收稿日期:2016-02-14

Effect of Paclobutrazol on Growth of *Amorpha fruticosa*

LIU Jingya¹, LI Shaocai¹, SUN Hailong², SONG Haifeng¹

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. State Key Laboratory of Water Resource and Hydropower, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064)

Abstract: Taking *Amorpha fruticosa* as test material, using soil dressing, the effects of different dosage of paclobutrazol (10, 50, 100, 150, 200 mg·L⁻¹) on growth of *A. fruticosa* were studied, to explore the effect mechanism of PP₃₃₃ on *A. fruticosa*. The results showed that PP₃₃₃ could effectively inhibit *A. fruticosa* plant height growth, increase its base diameter, the content of soluble sugar, soluble protein and the activity of POD were effectively increased, the content of MDA was effectively decreased. PP₃₃₃ could effectively improve the morphological characteristics of *A. fruticosa*, by improving its osmotic adjustment ability, oxidation resistance and photosynthetic material, etc., it also increased *A. fruticosa* resistance. Using the membership function method to evaluate the regulation effect of each treatment, 150 mg·L⁻¹ PP₃₃₃ treatment had the best effect.

Keywords: *Amorpha fruticosa*; paclobutrazol; growth effect; resistance

植物卷材中氮磷钾的流失规律对卷材的设计制造具有一定的指导作用,更有利于植物卷材正常的发挥护坡和绿化的作用。该研究利用破坏试验,通过室内外试验对植物卷材中氮磷钾的利用流失和归还作用规律做了一定的研究和计算。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于四川省升平镇,地处四川省彭州市区东北部,气候类型大体属亚热带湿润气候,全年气候温和。根据多年气象资料数据分析,年平均气温 16.3℃,年降雨量 1 146.5 mm,年平均相对湿度 79%,年平均蒸发量 1 536.4 mm^[1]。

1.2 试验材料

供试植物卷材试件长 50 cm,宽 50 cm。纵切面由上到下分别是镀铝膜、珍珠棉、玻璃纤维网、黑色薄膜、

基质、无纺布和试件盒(图 1)。供试基质主要由草炭 800 g·幅⁻¹、紫色岩泥(粒径 0~2 mm)125 g·幅⁻¹、保水剂(0.5~1.0 mm)40 g·幅⁻¹按照比例混合而成。草炭(容质量 0.47 g·cm⁻³,pH 5.466 5,含水率 8.99%,有机质 361.15 g·kg⁻¹)过筛备用。紫色岩泥(四川省遂宁广德寺的紫色土,有机质含量 56.66 g·kg⁻¹)通过晒干或补水,含水率控制(30±1.5)%,过筛备用。供试保水剂(成都市亿鑫化工有限公司生产的 AQUA-SORB 保水剂)主要成分为丙烯酰胺-丙烯酸共聚体,聚丙烯酰胺在亚甲基双丙烯酰胺的二乙烯基化合物存在下进行聚合得到高吸水材料,型号为 3005KM,粒径 0.5~1.0 mm。

1.3 试验方法

1.3.1 坡面模拟试件 在试验基地打造坡度为 30°的斜坡,把植物卷材试件盒(图 1)依次整齐放置。

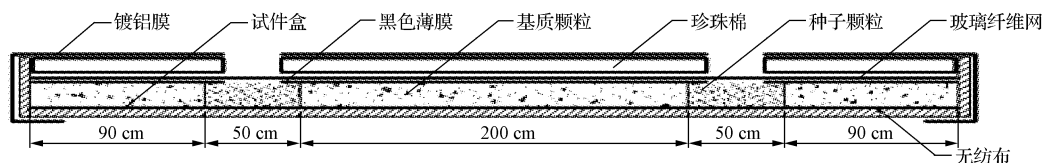


图 1 植物卷材试件结构

1.3.2 破坏试验设计 该试验的破坏试验共进行 5 年(2014 年 5 月至 2019 年 5 月),每年破坏 5 次,每处理 3 次重复(共用卷材试件 375 个)。其中,该研究试验所用的数据来自 2014 年 5 月 15 日(第 1 次)、7 月 25 日(第 2 次)、9 月 29 日(第 3 次)、12 月 11 日(第 4 次)和 2015 年 3 月 11 日(第 5 次)、5 月 15 日(第 6 次)、7 月 25 日(第 7 次)。

1.3.3 不同浓度多效唑的试验设计 试件制作完成后土施 D1~D5 浓度(0.004、0.020、0.040、0.060、0.080 g·L⁻¹)的多效唑,每个试件中加入少量速效氮磷钾肥料,尿素、过磷酸钙、硫酸钾肥料 1.62 g。

1.4 项目测定

1.4.1 基质中养分分析 全氮采用凯氏半微量法(LY/T 1228-1999)测定,全磷采用钼酸铵分光光度法(GB 11893-89)测定,全钾采用火焰光度法测定。

1.4.2 植物生物量的测定 将破坏试件中的紫穗槐取出,从根颈处剪断分为地上生物量和地下生物量 2 部分,用清水洗净,再用蒸馏水冲洗,自然风干称鲜样质量,再放入 80℃的烘箱中烘干 48 h,称干样质量。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 18.0 软件进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 破坏试验对基质中氮磷钾含量的影响

由表 1 可知,植物卷材基质中氮元素含量最多,达到 2 000 mg·g⁻¹以上,每次破坏试验递减约 200 mg·g⁻¹;其次为钾元素在 400 mg·g⁻¹左右,每次破坏试验递减 5~20 mg·g⁻¹;最后是磷元素只有 50 mg·g⁻¹左右,由于含量少每次破坏试验减少的量也较氮钾少。由于植物卷材是封闭的系统,卷材使用试件越久,其中的营养物质也就越少,所以要延长植物卷材使用寿命需要在卷材中加入更多的肥料,但是过多的肥料会使基质中肥料过剩,会加快肥料的初始流失速度,使肥料得不到充分的利用,造成浪费。并且可能会由于营养过剩妨碍种子发芽,所以施加的肥料并不是越多越好,也并非速效肥料最好。

表 1

7 次破坏试验基质中
氮磷钾及其流失的含量

破坏次数	氮	磷	钾
第 1 次	2 724.136	49.202	489.305
第 2 次	2 523.660	47.198	467.282
第 3 次	2 320.944	44.193	421.249
第 4 次	2 273.833	43.518	412.813
第 5 次	2 218.696	43.168	398.232
第 6 次	2 165.518	42.037	371.826
第 7 次	2 113.888	41.127	365.186

由于试验所用的试件是封闭系统,根据植物生长的基质(草炭 800 g·幅⁻¹、紫色岩泥 125 g·幅⁻¹、保水剂 40 g·幅⁻¹),每个试件中基质的含量大约是 965 g,计算出每个试件中氮磷钾的绝对含量,从表 2 可以看出,在破坏试验的 1 年时间里,基质中氮的平均损失量为 22.4%,磷的平均损失量为 15.9%,钾的平均损失量为 25.4%,氮磷钾的平均损失量总体上约为 20%(基质中某元素的损失量(%)=该元素损失的绝对含量(g)/该元素总量(g))。

表 2 7 次破坏试验基质中氮磷钾的绝对含量及其流失量

破坏次数	氮		磷		钾	
	含量	流失量	含量	流失量	含量	流失量
第 1 次	2 628.791	—	47.179	—	472.179	—
第 2 次	2 435.332	193.459	45.546	1.615	450.927	21.207
第 3 次	2 239.711	195.621	42.646	2.900	406.505	44.467
第 4 次	2 194.249	45.462	41.995	0.651	398.365	8.140
第 5 次	2 141.042	53.207	41.657	0.338	384.294	14.071
第 6 次	2 089.724	51.318	40.566	1.101	358.812	25.482
第 7 次	2 039.902	49.822	39.688	0.878	352.404	6.408

注:用上 1 次破坏试验氮磷钾的绝对含量减去下 1 次破坏试验氮磷钾的绝对含量,可得 2 次破坏试验之间流失量。

从图 2 可以看出,氮元素前 2 次破坏的流失量接近 200 g,显著高于后几次破坏的流失量,与第 3 次破坏试验相比,第 4 次破坏试验的氮元素流失量急速下降,之后的趋于平稳,每次破坏中氮元素的损失量都在 50 g 左右,磷元素与氮元素相比(由于本来含量不及氮元素)曲线看上去相对平稳,仍然有波动,第 3 次破坏后的损失量最大,达到 2.900 g。钾元素的曲线处在 2 条曲线之间。每次破坏试验流失量随时间出现波动,说明在试件封闭系统中,氮磷钾的损失并非受单一因素控制而是同时受到复杂环境因素的影响,氮磷钾在同一次破坏试验中损失量规律基本一致,即在同一次破坏试验中氮的损失量下降,磷和钾的损失量也相应的下降,反之亦然。

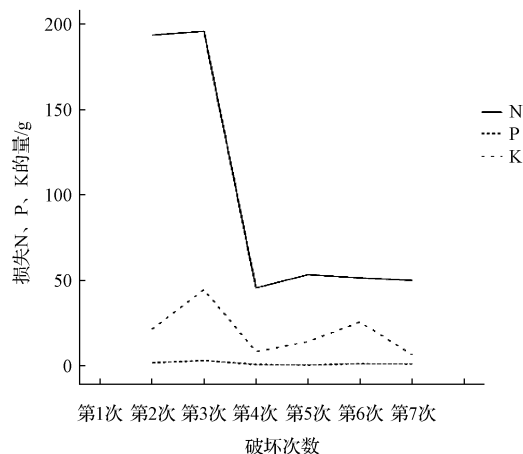


图 2 破坏试验对基质中氮磷钾含量的影响

2.2 不同浓度多效唑对植物卷材中紫穗槐氮磷钾含量的影响

植物经过 1 年的生长,生物量基本稳定,采用第 6 次破坏试验的生物量数据具有一定的代表性。从表 3 可以看出,紫穗槐中的氮磷钾主要来源于紫穗槐根系吸收利用基质中的氮磷钾,由于基质中的氮磷钾含量很丰富,其量的大小取决于紫穗槐自身对氮磷钾的需求。植物中的氮磷钾含量随多效唑浓度增加而上升,在 D5 浓度中达到最高。

表 3 第 6 次破坏试验紫穗槐中氮磷钾的含量

多效唑浓度/(g·L ⁻¹)	氮/(mg·g ⁻¹)	磷/(mg·g ⁻¹)	钾/(mg·g ⁻¹)
D1	25.613	1.919	7.378
D2	26.618	2.031	8.021
D3	26.713	2.033	8.108
D4	26.813	2.034	8.383
D5	27.002	2.083	8.392

2.3 不同浓度多效唑对紫穗槐植物生长量的影响

由图 3 可知,与多效唑对紫穗槐中氮磷钾含量的影响不同,D3 处理紫穗槐地上生物量和地下生物量最多,说明 D3 处理浓度最有利于紫穗槐的营养生长,随后植物的鲜样质量和干样质量都有所下降,整体呈抛物线趋势变化。处理 D4 与 D2、处理 D5 与 D1 的紫穗槐生物量相当,说明过高或过低浓度的多效唑对紫穗槐的营养生长有一定的抑制作用。所以,在植物卷材的设计和生产过程中,施加 0.040 g·L⁻¹ 多效唑可最大限度促进紫穗槐的营养生长。

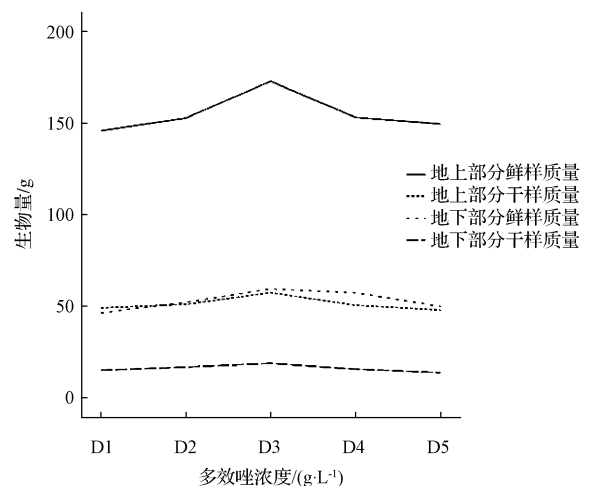


图 3 第 6 次破坏试验中不同多效唑浓度对紫穗槐生物量的影响

3 讨论

试件在第 1 年由于氮磷钾的含量及浓度相对较大,损失量也相对较大,但并不是基质中所含的所有氮磷钾全数为植物吸收利用,由此,一般方法设计生产的植物卷材在使用中的寿命大约为 5 年,其使用年限不长,在

某些条件可能满足护坡绿化的功能,但在有些绿化中远远不能满足要求,需要改进技术延长使用的年限。除养分之外,水分是影响卷材中植物生长和卷材使用年限的重要影响因素。保水剂是一个亲水高水分子聚合物,它能够吸水和其它分子及离子,保水剂吸附的大量尿素分子会缓慢地释放出来^[2],因而保水剂包膜对养分有一定的缓释作用^[3]。这为植物卷材的设计提供了一个新思路,即在植物卷材中使用保水剂包膜的氮磷钾肥料,用富营养保水剂作为栽培基质^[4]。这样可同时兼顾植物水分和养分的需求,保水剂包膜肥料技术成熟,成本不高,添加的工艺简单,是在植物卷材设计生产过程中解决卷材使用年限问题的一个思路和方法。

保水剂施入土壤后,由于保水剂能有效地吸水保水,并在植物需水时将其所吸持的水分为植物利用,所以水通常不是限制植物生长的因素,而土壤养分有效性可能成为植物生长限制因素^[5]。氮磷钾等营养元素在植物的生长发育中起着至关重要的作用,对植物叶和茎的生长有重要作用。磷能促进幼苗根系的生长,钾能够促进植株茎秆健壮,增强植株抗寒能力。由试验结果可以看出,植物中的氮磷钾含量在高效唑 D5 浓度达到最高,但是植物的生物量却在高效唑 D3 浓度达到最高。说明在植物体中并不是氮磷钾的含量越高越有利于植

物的营养生长,植物的营养生长最旺盛的情况下也并不最有利于植物的环境抗逆性。在植物卷材中施加多效唑的量要综合考虑植物的萌发、营养生长、环境抗逆性等众多因素的综合影响。

该试验虽然未对施加多效唑对植物的抗逆性的影响进行深入研究,但是氮磷钾的固定利用量和植物的生物量能在一定程度上说明植物的抗逆性,今后可在后续的试验中添加植物抗性生理指标如:相对电导率、可溶性蛋白、SOD、POD 等更好的表征植物的抗逆性。以便进一步确定多效唑等调节剂的使用,为植物卷材的设计生产利用打好基础。

参考文献

- [1] 邱利平,李绍才,孙海龙.植物卷材中氮、磷、钾径流试验研究[J].水土保持学报,2014(5):77-81.
- [2] OVE E. 植株-土壤-水和空气中无机营养元素的物理化学分析[M]. 同延安,徐明刚,杨江峰,译. 西安:陕西科学技术出版社,1991.
- [3] 何绪生,张夫道.保水剂包膜尿素的特征与性能[J].植物营养与肥料学报,2005,11(3):334-339.
- [4] 何绪生,廖宗文,黄培钊.保水剂与肥料互作及保水缓/控释肥料研究展望[J].土壤通报,2006(37):4.
- [5] 房增国,高祖明,赵秀芬.多效唑提高植物抗逆性的研究进展[J].中国农业科技导报,2005(37):4.

N,P,K Loss in Vegetation Coils and Paclobutrazol Effects on Plants

CHEN Yanhua¹, SUN Hailong², LI Shaocai¹

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064; 2. State Key Laboratory of Water Resource and Hydropower, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064)

Abstract: Vegetation coils that planted with *Amorpha fruticosa* were used as research object. The law of used and unpolished of N,P,K in *A. fruticosa* Linn. was researched. Using five paclobutrazol concentration gradient(0.004,0.020,0.040,0.060,0.080 g · L⁻¹). The effects of paclobutrazol on N,P,K use in *A. fruticosa* Linn., and the effects of paclobutrazol on biomass in *A. fruticosa* Linn. were studied. The results showed that the loss rate of N,P,K in vegetation coils with a rapid speed because of single component in the matrix. In the seven destructions test, loss nitrogen in matrix was 22.4%, phosphorus loss was 15.9%, potassium loss was 25.4%. There were big differences between the effects of paclobutrazol on N,P,K fixed and the effects of paclobutrazol on biomass in *A. fruticosa* Linn. *A. fruticosa* Linn. at a concentration of 0.080 g · L⁻¹ paclobutrazol had the most use in N,P,K, but paclobutrazol concentration of 0.040 g · L⁻¹ had the maximum biomass in *A. fruticosa* Linn.

Keywords: vegetation coil; paclobutrazol; N,P,K; *Amorpha fruticosa* Linn.