

披碱草不同无土基质对比试验研究

杨浩¹, 王百田², 武晶³, 王婷², 岳征文²

(1. 北京市园林绿化局 十三陵林场, 北京 100041; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 3. 中铁工程设计咨询集团有限公司 太原分院, 山西 太原 030009)

摘要: 利用腐殖质、枯树叶、草炭、草木灰作基质代替土壤进行无土栽培试验, 研究抗盐碱多年生牧草——披碱草在不同生长基质中的生长情况及应用效果。测定披碱草株高、叶长、分蘖数、总根长、生物量等指标, 并进行分差分析和多重比较。最后通过主成分分析法, 并借助误差条图, 初步筛选出适合于披碱草生长的基质配方。结果表明: 不同配方之间, 株高、根长、生物量之间差异极显著, 叶长、分蘖数之间差异不显著。枯树叶与草木灰 3:2 组合时, 配方中加入草炭要优于腐殖质。用主成分函数表达式建立评价体系, 基质综合得分为: 基质 A3 > 基质 A4 > 基质 A1 > 基质 A2, 草炭、枯树叶、草木灰以 5:3:2 体积混合配方效果最佳。

关键词: 披碱草; 无土栽培; 因子分析; 评价

中图分类号: S543. +9 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)05-0983-05

Contrast Test on Different Soilless Media for *Elymusdahuricus turcz.*

YANG Hao¹, WANG Bai-tian², WU Jing³, WANG Ting², YUE Zhen-wen²

(1. Ming Dynasty Tombs Forest Farm, Beijing Municipal Bureau of Landscaping, Beijing 100041, China; 2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Taiyuan Branch of China Railway Engineering Corporation, Taiyuan 030009, China)

Abstract: In order to study the ameliorating effect of different soilless media on *Elymusdahuricus turcz.*, four media were made of humus, withered leaves, peat and plant ash in different volume ratios. The height, leaf length, tiller, root length, and biomass of *Elymusdahuricus turcz.* were measured. The eigenvalues and component of growth indexes were analyzed to search for the best medium. The results showed that: (1) The height, root length, and biomass had marked differences in statistics, but the leaf length, and tiller had little differences. When withered leaves and plant ash were mixed with the ratio of 3:2, partnerpeat was better than humus. The evaluation function based on principal component analysis showed the order of the quality of them: A3 > A4 > A1 > A2.

Key words: *Elymusdahuricus turcz.*; soilless growth; factor analysis; evaluation

无土栽培主要用于蔬菜栽培、花卉培育、草坪建植^[1-4]等方面, 而目前无土栽培的关键也是在于无土基质的选取。无土栽培基质按其形态和组成大致可分为无机基质、有机基质和混合基质三大类, 而复合基质由于组分互补能更大程度地满足作物需求而成为学者关注的重点。复合基质材料的选取就成为研究的突破口和主要内容。我国的无土栽培基质研究主要经历了 3 个阶段, 20 世纪 70 年代为初步探

收稿日期: 2012-02-16 修回日期: 2012-07-11

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD38B0602) 和国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD03A0301)

作者简介: 杨浩(1983—), 男, 博士生, 主要从事水土保持、生态环境工程研究, E-mail: yanghaof249@163.com; * 通

讯作者: 王百田, 教授, E-mail: wbaitian@bjfu.edu.cn.

索阶段 蒋卫杰等^[5]用瓦砾和糠灰为基质种植番茄成功;20 世纪 80 年代中后期为迅猛发展期,一大批高校和科研院所先后开展了蔬菜、水果无土栽培技术研究,并对基质的理化特性及其对作物发育的影响等进行了研究^[6-8];20 世纪 90 年代中期开始,随着环境污染的加剧和再生资源的日益枯竭,无公害栽植逐步被社会关注,栽培基质开始转向综合利用工农业有机固体废弃物等,如草炭、泥炭、石英、珍珠岩、树皮、中药渣、棉岩石等^[9-12]。与此同时,科研人员将园林绿化及抚育过程中产生的枯枝落叶等有机废弃物作为基质材料而使用,不仅无毒无害有益环保,而且避免了原来的焚烧和填埋而造成的资源浪费和火灾隐患,因而倍受青睐。而无土草坪培植也开始向稳定、快速、节能、环保型发展^[13-15]。

试验选取了以园林绿化废弃物为主的基质材料,如枯落物、腐殖质、草木灰等,按照一定体积比例与草炭混合制成有机生态绿化基质。通过对抗盐碱多年生牧草披碱草的各项生长、生理指标的测定及其影响分析,探索适应披碱草无土建植的优良基质。

1 材料与方法

1.1 材料

腐殖质:取自北京西山林场松树林下,用孔径 1.0 cm 的筛子过滤。

枯树叶:取自西山林场的枫树林下未经腐熟的枯树叶,置于阳光下曝晒,待晒干后通过粉碎机粉碎,粒径为 1~1.5 cm。

草木灰:取自西山林场柴草燃烧后形成的灰肥,经过充分干燥冷却后收集待用。

草炭:来自北京市农科院。

1.2 方法

该试验在北京林业大学西山林场试验基地(北纬 39°54',东经 116°28')进行。试验基质由腐殖质、枯树叶、草炭、草木灰以不同的体积比组合。基质 A1:(腐殖质:枯树叶:草木灰=4:4:2),基质 A2:(腐殖质:枯树叶:草木灰=5:3:2),基质 A3:(腐殖质:枯树叶:草木灰=6:2:2),基质 A4:(草炭:枯树叶:草木灰=5:3:2)。4 种基质分别加入等量的肥料:磷酸二铵 0.32 kg/m³,硫酸钾 0.16 kg/m³;等量的鸡粪 10 kg/m³和等量的保水剂 3 g/m³。

1.3 管理与观测

播种后根据草坪管理^[16]的要求对各试验处理定期进行同样的除杂、灭害和浇灌,并定期观测、记录数据。播种后一次将水浇足,2 周后测定出苗率;每隔 7 d 测定 1 次株高、叶长和分蘖数;7 周以后测量鲜重和干重。

1.4 数据处理与分析

首先对不同基质处理下披碱草的生长指标的显著性进行方差分析,对不同处理间差异显著情况进行多重比较。在此基础上用 SPSS 软件对 4 种基质披碱草的生长指标进行因子分析,建立旋转后的因子载荷阵,根据各生长指标的特征根和贡献率,将累积方差贡献率达到 85% 以上的性状作为主成分进行分析。列出主成分的函数表达式,然后计算出各主成分的综合得分并以此为根据对基质配方进行比选。

2 结果与分析

2.1 不同基质对披碱草生长指标的影响

选取栽培 7 周以后不同配方基质上的披碱草的生长指标(包括株高、叶长、分蘖数、总根长、生物量等指标)进行方差分析,结果如表 1 所示。

方差分析结果显示:株高、根长、生物量之间差异极显著,检验水平为 $P=0.01$;叶长、分蘖数之间差异不显著,检验水平为 $P=0.05$ 。为了进一步检验不同基质对披碱草各生长指标之间造成差异的大小,用 LSD 法作了多重比较,结果如表 2 所示。

从平均株高和根长来看,为 $A3 > A4 > A1 > A2$,通过多重比较发现 A3 与 A4 差异显著,且与 A1、A2 差异显著,A4 与 A1、A2 差异显著,A1、A2 之间差异不显著。从平均叶长来看,为 $A3 > A4 > A2 > A1$,通过多重比较发现 A3 和 A4 之间差异不显著,与 A1、A2 之间差异,A4 和 A1、A2 之间差异不显著,A1、A2 之间差异不显著。从平均分蘖数来看,为 $A4 > A3 > A2 > A1$,通过多重比较发现 A4 和 A3、A1

之间无显著差异,与 A2 差异显著。从平均生物量来看,为 A3 > A4 > A1 > A2,通过多重比较发现,A1 与 A2、A4 之间差异不显著、与 A3 之间差异显著,A2、A3、A4 三者之间差异显著。总的来看,A1 和 A2 之间差异不明显,表示这 2 种基质对比对披碱草的影响之间差异不大。

表 1 不同绿化基质处理下披碱草各生长指标方差分析

Tab. 1 Variance analysis of the growth index of *Elymusdahuricus turcz.* on four growing substrates

生长指标 Growth index	差异来源 Causation of difference	离差平方和 Sum of squares	自由度 df	平均平方和 Mean square	F	F _{0.01}	F _{0.05}
株高 Height increment	组内	260.967	3	86.989	48.853**	7.59	4.07
	组间	14.245	8	1.781			
叶长 Leaf length increment	组内	91.129	3	30.376	3.478	7.59	4.07
	组间	69.878	8	8.735			
分蘖数 Tiller increment	组内	1.167	3	0.389	2.333	7.59	4.07
	组间	1.333	8	0.167			
根长 Coverage	组内	580.56	3	193.52	22.62	7.59	4.07
	组间	68.44	8	8.555			
生物量 Biomass	组内	20.740	3	6.913	21.946**	7.59	4.07
	组间	2.806	8	0.315			

表 2 不同绿化基质处理下披碱草各生长指标均值

Tab. 2 Mean value of growth index of *Elymusdahuricus turcz.* on four growing substrates

基质处理 Treatment	平均株高/cm Mean value of height increment	平均叶长/cm Mean value of leaf length increment	平均分蘖数/个 Mean value of tiller increment	总根长/cm Total root length	平均生物量干重/g Mean value of biomass
A1	18.38c	14.58b	2.00ab	22.353c	3.34bc
A2	15.97c	16.05b	1.50b	17.701c	2.42c
A3	27.73a	21.80a	2.17ab	45.400a	5.99a
A4	24.30b	18.78ab	2.33a	35.417b	4.04b

同一列中数值标注不同字母表示用 LSD 多重比较法分析得出的不同处理间差异显著情况,α = 0.05 水平;未作标记的表示彼此间无显著差异,数据为 3 次重复的平均值。

2.2 披碱草生长指标的因子分析

用数学统计方法对披碱草的 5 个生长指标进行因子分析, X₁、X₂、X₃、X₄、X₅ 分别代表株高、叶长、分蘖数、根长、生物量(干重)。分别求得 5 个特征根和相应的 5 个特征向量,但是后 3 个特征根已经非常小。特征根和贡献率如表 3 所示,可以看出:前 2 个特征值的累积贡献率已经达到 97.22%,大于 85%,因此选取前 2 个特征值建立旋转后的因子载荷阵,在第一因子(主成分)中,X₄、X₁、X₃、X₂ 有较大的载荷,这些是从根长、株高、生物量(干重)、叶长这四个方面反映披碱草的生长的,因此命名为综合因子,并且根长的载荷最大,说明披碱草的生长和根长密切相关。在第二因子(主成分)中,X₃ 有较大的载荷,因此命名为分蘖数因子。这 2 个因子的系数绘出一个二维图,直观地显示它们是如何解释原来的变量的。如图 1(旋转后的因子载荷图)所示,该图右边 3 个点是株高、根长、生物量、叶长,上面的 1 个点是分蘖数。根据因子得分系数阵(表 4)将所有因子表示为各个变量的线性组合^[17]:

$$FAC1 = 0.162X_1 + 0.582X_2 - 0.550X_3 + 0.266X_4 + 0.324X_5 \quad (1)$$

$$FAC2 = 0.049X_1 - 0.478X_2 + 1.128X_3 + 0.013X_4 - 0.087X_5 \quad (2)$$

根据以上公式可以算出不同配方基质的因子得分(因子得分系数和原始变量的标准化值的乘积之和),即算出每个配方的第一因子和第二因子的大小,根据第一因子对复合配方进行排序:为 A3 > A4 > A1 > A2;配方 A3 第一因子得分为正数,说明腐殖质:枯树叶:草木灰 = 6:2:2 的配方可以促进披碱草的

表 3 旋转后因子载荷矩阵
Tab. 3 Rotated component matrix

主成分因子 Principal component	评价因子 Evaluation factor	成分 Component	
		1(I)	2(II)
生长因子 Growth factor	平均株高(X_1)	0. 858	0. 511
	平均叶长(X_2)	0. 803	0. 575
	根长(X_4)	0. 949	0. 243
	平均生物量干重(X_5)	0. 858	0. 445
	分蘖数因子 Factor of tiller	平均分蘖数(X_3)	0. 344
特征值 Characteristic value		3. 137	1. 725
方差贡献率/% Rate of variance		62. 731	34. 492
累计方差贡献率/% Rate of cumulative variance		62. 731	97. 223

生长,而 A1、A2、A4 的配方第一因子得分均为负,说明其配方抑制了披碱草的生长,而且 A1 配方的抑制作用最大,其次是 A2、A4。根据第二因子得分对基质配方进行排序: A4 > A2 > A1 > A3,其中 A1、A2、A3 为正,且大小为 A4 > A1 > A3 说明三者都对披碱草生长期促进作用但是依次减弱,而 A2 为负值,说明对披碱草的生长不利。为了综合评判不同配方对于披碱草的生长效果,根据第一因子和第二因子的大小,结合 2 个主要因子的贡献率,计算出配方的综合比较结果,如表 5 所示。从表 5 可以看出 A3 > A4 > A1 > A2; 说明腐殖质含量较高的配方明显好于腐殖质含量较低的配方,相同比例的枯树枝与草木灰和草炭混合效果要优于和腐殖质复合。

3 结论与讨论

通过对 4 种有机生态基质的对比分析可知,腐殖质: 枯树叶: 草木灰 = 6: 2: 2 的配方更有利于披碱草的生长,并且在所选取的 5 个指标中,有 3 个(株高、根长、平均生物量)与其它 3 种配方差异显著。根据复合配方的评选结果,基质 A3 最适合披碱草的生长,其次是 A3 基质、A1 基质、A2 基质。

表 4 因子得分系数矩阵

Tab. 4 Component score coefficient matrix

评价因子 Evaluation factor	成分 Component	
	1(I)	2(II)
株高(X_1) Height	0. 162	0. 049
叶长(X_2) Leaf length	0. 582	-0. 478
分蘖数(X_3) Tiller number	-0. 550	1. 128
总根长(X_4) Root length	0. 266	0. 013
生物量干重(X_5) Value of biomass	0. 324	-0. 087

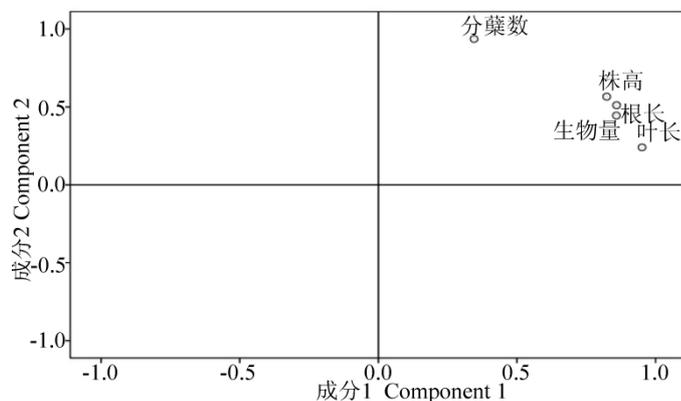


图 1 旋转后的因子载荷图

Fig. 1 Component plot in rotated space

表 5 复合配方的评选结果

Tab. 5 The selection results of composite formulations

配方 Formula	FAC1	FAC2	综合得分 Composite score	等级 Grade
A1	-1. 103	0. 478	-0. 527	3
A2	-0. 352	-1. 533	-0. 750	4
A3	1. 522	0. 039	0. 967	1
A4	-0. 067	1. 016	0. 309	2

从基质材料来分析, 基质 A1、A2、A3 都是腐殖质、枯树枝和草木灰比例配置, 但腐殖质的含量依次增大为 $A3 > A2 > A1$, 而主成分分析综合得分显示为 $A3 > A1 > A2$, 说明随着腐殖质含量的增加对披碱草生长促进作用越明显。

由于试验条件以及披碱草的生长周期所限, 此试验是在温室大棚内进行的, 由于植物所生长的环境与自然状态下有较大差别, 研究结论有一定的局限性。但是腐殖质、草炭、枯树枝、草木灰的复合使用, 对探索环保绿化基质有一定的促进作用, 而不同比例肥料、鸡粪、保水剂的配合用量是否能增强基质的性状有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 张轶婷, 崔世茂, 张晓梅, 等. 草炭复配基质特性及对黄瓜、番茄、辣椒幼苗生长的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2011, 32(2): 123-128.
- [2] 张强, 孙向阳, 任忠秀, 等. 园林绿化废弃物堆肥用作花卉栽培基质的效果评价[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(9): 7-13.
- [3] 黄栋学, 张华, 赵廷宁, 等. 利用煤炭燃烧废弃物的绿化基质试验[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(5): 66-70.
- [4] 李婷婷, 吕英民, 张秀新. 盆栽芍药有机生态型无土栽培基质配方筛选[J]. 中国种业, 2011(11): 48-49.
- [5] 李木俊, 吴永贵. 磷石膏、粉煤灰及活性污泥在绿化基质中的应用技术研究[J]. 贵州化工, 2010, 35(3): 1-5.
- [6] 张云舒, 张殿宇, 徐万里, 等. 蘑菇渣复合基质特性及对番茄幼苗生长的影响[J]. 西北农业学报, 2008, 17(3): 242-245.
- [7] 蒋卫杰, 郑光华. 有机生态型无土栽培技术[J]. 中国蔬菜, 1997(3): 53-54.
- [8] 李胜利, 孙治强. 以工农业废弃资源为基质的西葫芦无土栽培可行性研究[J]. 河南农业大学学报, 2010, 44(1): 52-56.
- [9] 杨莉, 孙保平, 赵方莹, 等. 不同轻基质配方对边坡绿化植物——藤本月季生长指标的影响研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 165-167.
- [10] 徐桂磊, 肖华山, 李凤玉. 我国无土栽培中有机型复合基质的应用研究[J]. 福建农业科技, 2004(6): 37-39.
- [11] 蒲兴秀, 林存峰. 温室茄子有机生态无土栽培基质配方筛选[J]. 中国蔬菜, 2005(12): 32-33.
- [12] DUO Li-an, ZHAO Shu-lan, LI Wen-hua, et al. Application index of environmental engineering by using carrier of waste material for belt seeding establishment[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2000, 7(1): 50-57.
- [13] Guerrero III R D. Vermicomposting improves farm economics[J]. Bio Cycle, 2008, 49(8): 56-57.
- [14] Pote D H, Daniel T C. Managing pine straw harvests to minimize soil and water losses[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2008, 93(1): 27.
- [15] 郑奕, 姚永康, 周志疆, 等. 有机废弃物生产园艺基质的研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(9): 160-162.
- [16] 陈智一. 草坪栽培与管理大全[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 229-308.
- [17] 祁娟, 徐柱, 王海清, 等. 旱作条件下披碱草属植物叶的生理生化特性分析[J]. 草业学报, 2009, 17(1): 39-45.