

一种新型边坡防护性无土栽培草坪基质的研究

王珍珍¹, 高照良^{1,2}, 张兴昌^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 设置3种不同麦糠腐熟处理和4个施肥水平, 测定了腐熟麦糠的理化指标和黑麦草苗后30 d的各项生物学指标。试验结果表明, 各腐熟处理后基质的各项理化指标符合优良无土栽培草坪基质的基本要求, 可以用作草坪无土栽培基质; 腐熟污泥处理后的基质优于其它处理, 可以显著提高黑麦草的生长速度, 白糖处理和空白处理间无显著性差异; 在所有的处理中, 当出苗率高于60%时, 苗后30 d的草坪即可成卷。该试验结果为将麦糠基质草坪应用于边坡防护等水土保持工程措施奠定基础。

关键词: 无土栽培; 麦糠; 腐熟; 黑麦草; 边坡防护

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)05-0143-04

中图分类号: S157.2

A New Matrix for Soilless Cultivation of Lawn in Slope Protection

WANG Zhen-zhen¹, GAO Zhao-liang^{1,2}, ZHANG Xing-chang^{1,2}

(1. College of Resources and Environment Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100 China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The purpose of the study was to demonstrate the feasibility of bran to be the matrix of soilless-cultured lawn through measuring physiochemical indexes of matured bran and biological indexes of lawn. A three-level bran maturing experiment with four levels of fertilization was carried out. The biological indexes of ryegrass lawn were measured 30 days after seedling emergence. Results show that the physical and chemical indexes of matured bran meet the basic requirements of lawn cultivation and it can be used as a lawn matrix. The addition of sludge for maturing is more effective than the addition of sugar and check, which can significantly increase ryegrass growth rate. When the rate of seedling emergence is higher than 60%, the lawn is coiled. The study provides some basic data applied to soil and water conservation and slope protection.

Keywords: soilless cultivation; bran; maturing; ryegrass; slope protection

草坪具有保持水土, 减少蒸发以及降低风蚀、污染、尘埃散布和净化空气等功能^[1]。草坪无土栽培具有成坪快, 草坪好, 省工省力, 清洁卫生, 节约资源, 用途广泛等优点, 无土栽培草坪主要应用于边坡绿化, 屋顶绿化, 室内绿化墙, 各种运动场地铺设等方面。国内外已经开展了大量的无土栽培基质的研究^[2-4]。而基质选择主要集中在: 蛭石、珍珠岩、煤渣、泥炭、椰子纤维、堆置树皮、锯末屑、蔗糖、炭化稻壳、菇渣、芦苇沫、腐殖质、洋麻纤维、无纺织物等。当前, 开发建设项目, 尤其是线性工程的边坡防护任务很重, 主要采用种植草坪或栽植灌木的方式, 而草坪和灌木从种(栽)植到发挥防护功能, 一般要4~5个月或更长时间, 加上这段时间恰好是降雨最为集中的时间, 因此造成严重的水土

流失问题, 同时还存在瘠薄边坡植被生长水肥不足引起的退化问题。目前, 也有采用厚基质喷播或直接铺设常规草坪(坡度较缓)的方法, 但存在着成本高(120~160元/m²)和实现性差(运输困难, 无法工厂化生产)的问题。本试验就基于以上原因, 选择麦糠作为草坪基质进行研究, 以期实现培育廉价、优质、可工厂化以及缓解瘠薄边坡植被生长水肥不足退化问题的边坡防护草坪, 解决防护成本过高和快速防护以及退化问题。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于2009年1月中旬开始至2009年12月结束, 地点在西北农林科技大学水土保持研究所干旱大

收稿日期: 2010-03-15

修回日期: 2010-04-18

资助项目: 陕西省水土保持局项目“线状工程建设水土流失防治技术示范推广研究”(sx sb08007)

作者简介: 王珍珍(1984—), 女(汉族), 陕西省华阴市人, 硕士研究生, 研究方向是环境毒理与资源清洁利用。E-mail: wangzhenfeier@yahoo.com.cn.

通信作者: 高照良(1969—), 男(汉族), 河南省灵宝市人, 博士, 硕士生导师, 主要从事土壤侵蚀与荒漠化防治研究。E-mail: gzl@ms.isw.c.ac.cn.

厅。试验设置 3 种麦糠腐熟处理⁶：腐熟污泥(W)，白糖(T)和空白处理(K)，设置水平分别为：W₁：66.67 g/kg，W₂：133.33 g/kg，W₃：266.67 g/kg；T₁：10 g/kg，T₂：20 g/kg，T₃：40 g/kg(含水量控制在 60%~70%)。草种选择多年生黑麦草，播种量为 15 g/m²；基质铺植厚度⁷为 4 cm；施肥水平为：A₁：0 g/m²，A₂：25 g/m²，A₃：50 g/m²，A₄：75 g/m²。本试验按照 2 因素 4 水平多重复试验进行，设置 3 个重复，总处理数为 84 个。浇水以喷灌为主，苗后 30 d 进行各项指标的测定。

1.2 实验仪器

麦糠腐熟是在西北农林科技大学水土保持研究所人工气候室内完成，设置参数为：恒温 30 ℃，恒湿 40%，密封保存 20 d。

1.3 实验材料

(1) 麦糠。过 5 mm 筛；(2) 草种。多年生黑麦草(草坪草)；(3) 肥料。复混肥料(N:P:K=18:18:18 总养分>54%)和生物有机肥(有机质>30%)；(4) 营养盘。规格为 50 cm×35 cm×4.8 cm。

1.4 实验方法

基质的基本理化性质按参考文献[9-10]测定；植物的生物学性状按测量法及称重法测定。不同之处是，因为麦糠质轻，在测定其 pH 值时选择的水质比为 20:1。

2 结果与分析

2.1 基质的基本理化性质

测定基质的理化性质结果如表 1 所示，基质的总

孔隙度均在 65%~78%，达到草坪生长的要求，T₁ 处理的总孔隙度最高，W₁、T₂ 处理次之，W₂ 处理孔隙度最低。根据适合草坪植物生长的最佳标准分析¹²⁻¹⁴，孔隙度小草坪根系通气性差不利于草坪生长，孔隙度大基质的容重又难以达到草坪栽培的需要，适宜的孔隙度为 54%~96%^[12]，该麦糠基质在发酵后的基质干湿容重、总孔隙度都在植物生长的适宜范围内，但持水孔隙偏小，影响了植株对水分的吸收；pH 值在 6.42~6.53 之间，符合黑麦草中性或偏酸性的生长要求。因此，基质的基本理化性质符合黑麦草的生长和无土栽培草坪基质的要求，且各腐熟处理水平对基质的基本理化性质存在不同的影响。

2.2 黑麦草的生物学性状

2.2.1 出苗率(密度)分析 出苗 30 d 后，各处理的出苗率测算结果如表 2 所示，各白糖处理的出苗率明显低于对照处理，而腐熟污泥处理则高于白糖和对照处理，且 W₁A₁、W₁A₃、W₂A₃、W₃A₂、W₃A₃、W₃A₄ 处理组合的出苗率远高于自然状况下黑麦草的出苗率(62.7%)，说明腐熟污泥处理后的基质可以显著提高黑麦草的出苗率。

在同一腐熟处理的不同施肥情况下，低施肥量对黑麦草的出苗率影响不明显，但当施肥量达到 75 g/m² 时，出苗率明显下降，不同施肥水平对各腐熟方式下处理的出苗率存在显著性影响。密度值和出苗率呈现相同的规律，由此可知，腐熟污泥处理在出苗率和密度上优于其它处理，不同施肥水平对黑麦草的出苗率产生一定的影响。

表 1 基质的基本理化性质

处理	干容重/(g·m ⁻³)	湿容重/(g·m ⁻³)	通气孔隙/%	持水孔隙/%	总孔隙度/%	pH 值
K	0.071±0.0015b	0.778±0.0010c	49.888±0.0007c	20.794±0.004b	70.681±0.002c	6.51±0.020a
T ₁	0.080±0.0005a	0.851±0.0005a	55.545±0.0005b	21.573±0.002a	77.118±0.0015a	6.49±0.010abc
T ₂	0.066±0.0020c	0.752±0.0005e	48.869±0.0045e	19.703±0.003c	68.573±0.0015e	6.44±0.02bed
T ₃	0.042±0.0005d	0.789±0.0005b	55.954±0.0015a	18.732±0.001e	74.676±0.002b	6.43±0.015d
W ₁	0.070±0.0005b	0.76±0.0005d	49.373±0.0005d	19.569±0.001d	68.943±0.004d	6.42±0.015d
W ₂	0.063±0.0015c	0.697±0.0010g	46.342±0.0050g	17.027±0.002g	63.368±0.001g	6.44±0.010cd
W ₃	0.079±0.0010a	0.739±0.0010f	47.736±0.0020f	18.26±0.025f	65.996±0.007f	6.52±0.015ab

注：W、T、K 分别代表 3 种麦糠腐熟处理；W 为腐熟污泥处理；T 为白糖处理；K 为空白处理；W₁、W₂、W₃ 和 T₁、T₂、T₃ 分别代表 3 种设置水平，W₁：66.67 g/kg，W₂：133.33 g/kg，W₃：266.67 g/kg；T₁：10 g/kg，T₂：20 g/kg，T₃：40 g/kg。表中数据为平均值±标准误，a、b、c、d、e、f、g 表示不同腐熟处理水平对基质基本理化性质的影响(5%显著水平)。下同。

表 2 不同麦糠腐熟方式和不同施肥水平对出苗率的影响

处理	K	T ₁	T ₂	T ₃	W ₁	W ₂	W ₃
A ₁	47.7±0.100a	27.7±0.100b	60.5±0.300a	22.7±0.100b	92.1±0.150a	57.7±0.150c	62.1±0.150d
A ₂	44.0±0.150b	27.7±0.050b	26.8±0.200c	26.6±0.050a	55.2±0.200c	62.4±0.150b	75.4±0.250b
A ₃	41.0±0.150c	28.0±0.100b	28.2±0.200b	21.9±0.150c	61.8±0.100b	66.3±0.050a	77.4±0.100a
A ₄	21.9±0.100d	32.4±0.150a	23.6±0.150d	18.9±0.000d	43.5±0.150d	49.4±0.050d	73.2±0.450c

注：A₁、A₂、A₃、A₄ 分别代表 4 种施肥水平，A₁：0 g/m²，A₂：25 g/m²，A₃：50 g/m²，A₄：75 g/m²。

2.2.2 不同叶片数的植株密度分析 出苗 30 d 后对不同叶片数的植株数的测算结果如图 1 所示。腐熟污泥处理的植株数明显高于其它 2 个处理,且长势均匀,3 片叶所占比重增大,这种情况说明黑麦草在该基质中的生长速度较快;白糖处理的植株数相对较少,长势不均,以 T_2A_4 组合处理为最低,和最高处理(T_1A_3 组合)之间相差很大;空白处理的植株数分布

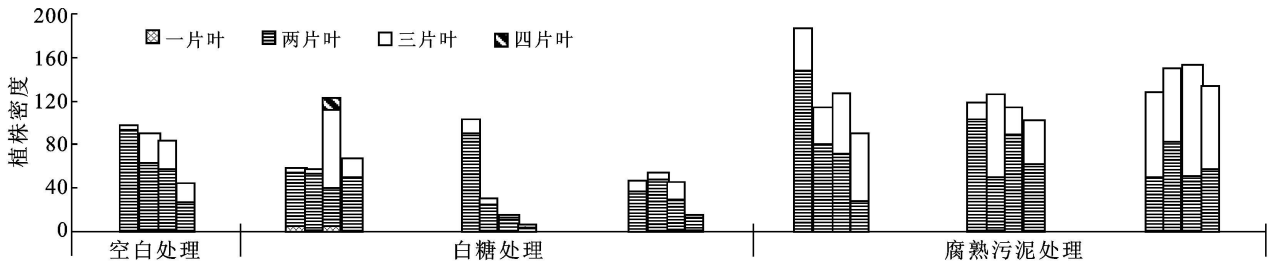


图 1 不同麦糠腐熟方式和不同施肥水平对不同叶片数植株密度的影响

2.2.3 根条数、根长及株高分析 苗后 30 d 对黑麦草的根条数、根长和株高的测算结果如图 2 所示,各处理的根条数相差不大,大部分都是 3~4 条,空白处理和白糖处理的根条数在 2~4 条,污泥处理的根条数在 3~5 条,所以,相比较来说腐熟污泥处理的根条数还是大于其它 2 个处理的;根长大部分都在 8~10 cm 之间,无太大差异,最长的长达 15.6 cm;株高大部分都在 8~12 cm 的范围内,腐熟污泥处理的根长基本上都在 10 cm 以上,生长旺盛,以 C_{23} 处理为最高,达到 14.3 cm。不同施肥水平对黑麦草的须根数目、根长和株高影响不大,无明显变化趋势,只是 A_2 和 A_3 肥料处理下的黑麦草长势较好较均匀。须根数目的多少可以说明草根对基质的缠绕能力,而且是越多越好;根长和株高在一定程度上也能表明草的生长情况,但不一定是越长越好,要根据草的浓密程度和

均匀,相互间差别不是很大,以 2 片叶为主。各处理不同叶片数的植株密度差异不显著,除 T_2A_4 组合处理外都未出现 4 片叶,基本上都是 2 片到 3 片叶,且以 2 片叶为主。

由此可以分析得出:腐熟污泥处理的麦糠基质明显可以为黑麦草的生长提供更好的条件,提高其生长速度,且长势均匀。

颜色及根系的发达程度等进行综合判断,综合 3 个指标得出,各处理间差异不是很大,但在一定程度上可以说明 W 处理下的黑麦草长势较好。

2.2.4 根冠比分析 出苗 30 d 后对根冠比的测定结果如图 3 所示,各处理的根冠比存在不显著差异,都在 0.3~1.1 之间,空白处理的根冠比随施肥水平的增加成下降趋势,施肥量较大时可能会对根系产生一定的影响,但空白处理的根冠比并不是最小的,说明施肥对黑麦草的生长影响不大;施肥对白糖处理和腐熟污泥处理的影响规律不明显,变化幅度较大,说明基质腐熟后的高养分条件对黑麦草的根冠比产生了较大影响。根冠比能够反映植株根系的生长、发育情况,根冠比越大越有利于植株获取养分及水分,各处理的根冠比间差异不大,相对来说,腐熟污泥处理的根冠比变化幅度最小,黑麦草的生长较稳定。

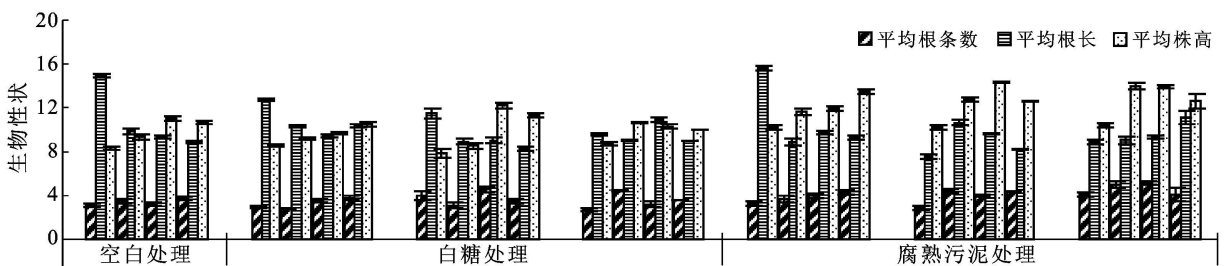


图 2 不同麦糠腐熟方式和不同施肥水平对根条数、根长和株高的影响

3 结论

(1) 腐熟后基质的总孔隙度介于 65%~78% 之间, pH 值变动范围在 6.42~6.53, 表明麦糠基质各腐熟处理的理化指标符合优良无土栽培草坪基质的

基本要求, 可以作为优良无土栽培草坪基质; 但麦糠基质的持水性较差, 可通过控制外界条件或添加其它少量别的材料来解决。

(2) 黑麦草苗后 30 d 的各项生物学指标为: 出苗率 3.1%~92.1%, 叶片数 2~3 片, 根条数 3~5 条,

根长 8~15.6 cm, 株高 8.3~14.3 cm, 根冠比 0.3~1.1, 各项数据综合表明腐熟污泥处理优于白糖和空白处理, 可以显著提高黑麦草的生长速度, 白糖处理和对照间无显著性差异; 在所有的处理中, 出苗率高于 60% 时, 苗后 30 d 的草坪即可成卷, 草坪草色深绿, 草根密实地将基质盘结在一起, 草坪苗壮整齐成地毯状。

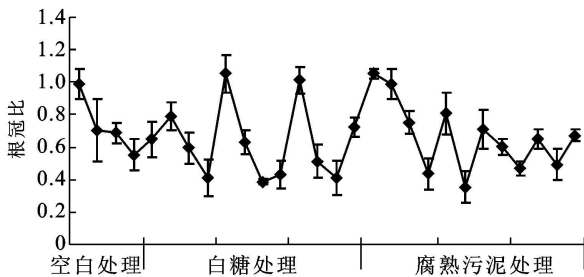


图 3 不同麦糠腐熟方式和不同施肥水平对根冠比的影响

(3) 本试验得出麦糠作为草坪无土栽培基质完全可行, 试验结果可以为麦糠基质草坪广泛应用于水土保持和边坡防护奠定部分数据基础。

[参 考 文 献]

- [1] 李建强, 叶汶祥, 康翠珍, 等. 丙纶非织造布基质人工草坪的开发研究 [J]. 武汉科技学院学报, 2002, 15(3): 19-22.
- [2] 李小科, 向佐湘, 杨知建. 无土草毯生产技术研究进展

- [J]. 作物研究, 2007, 21(5): 758-761.
- [3] Hensler K. L Kenef-based fiber mat as a substrate for establishing soilless sod [J]. Hort Technology, 1998, 8(2): 171-175.
- [4] Shbata M, Hayakawa I. Artificial soil and construction of bed soil for putting green using artificial soil [J]. United States Patent, 1989, 3(4): 812, 339.
- [5] 武良, 边秀举, 徐秋明, 等. 草坪无土栽培基质的研究进展及发展趋势 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 295-299.
- [6] 余纪柱. 无土栽培基质选择 [J]. 上海蔬菜, 1996, 5(3): 24-25.
- [7] 王运琦, 张燕. 地毯式草皮无土栽培基质的筛选试验 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 269-271.
- [8] Shannen Ferry, Ron Adams, Dan Jacques, et al. Soilless media: Practices make profit [J]. Greenhouse Grower, 1998(9): 78-81.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 264-271.
- [10] 荆建德, 张治国. 栽培基质常用理化性质“一条龙”测定法 [S]. 北方园艺, 2002(3): 18-19.
- [11] 俞建勇, 余燕平, 万玉芹, 等. 秸秆纤维非织造布用作无土栽培基质的研究 [J]. 纺织学报, 2002, 23(3): 65-66.
- [12] 胡林, 边秀举, 阳新玲. 草坪科学与管理 [M]. 中国农业大学出版社, 2001: 118-121.
- [13] 连兆煌. 无土栽培技术与原理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 60-73.

(上接第 121 页)

[参 考 文 献]

- [1] 向速林. 鄱阳湖区域非点源污染控制技术 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(3): 1292-1293.
- [2] Scholz M, Xu J. Performance comparison of experimental constructed wetlands with different filter media and macrophytes treating industrial wastewater contaminated with lead and copper [J]. Bioresource Technology, 2002, 83: 71-79.
- [3] Srinivasan N, Weaver R W, Lesikar B J, et al. Improvement of domestic wastewater quality by subsurface flow constructed wetlands [J]. Bioresource Technology, 2000, 75(1): 19-25.
- [4] 卢少勇, 张彭义, 余刚, 等. 农田排灌排水湖滨带湿地处理系统的设计与运行 [J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(5): 998-1002.
- [5] 帖靖玺, 郑正, 钟云, 等. 潜流—上行垂直流复合人工湿地对氮磷去除效果 [J]. 生态学杂志, 2006, 25(3): 265-269.
- [6] 袁东海, 任全进, 高士祥, 等. 几种湿地植物净化生活污水 COD、总氮效果比较 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(12): 2337-2341.
- [7] 徐和胜, 付融冰, 褚衍洋. 芦苇人工湿地对农村生活污水磷素的去除及途径 [J]. 生态环境, 2007, 16(5): 1372-1375.
- [8] 王全金, 李丽, 李忠卫. 四种植物潜流人工湿地脱氮除磷的研究 [J]. 环境污染与防治, 2008, 30(2): 33-36.
- [9] 卢少勇, 金相灿, 余刚. 人工湿地的氮去除机理 [J]. 生态学报, 2006, 26(8): 2670-2677.
- [10] US EPA. Design manual of constructed wetlands and aquatic plant systems for municipal wastewater treatment [S]. 1988. EPA 625/1-88/022: 23-25.
- [11] 高拯民, 李宪法. 城市污水土地处理利用设计手册 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [12] Horne A J. Nitrogen removal from waste treatment pond or activated sludge plant effluents with free-surface wetland [J]. Water Science Technology, 1995, 31(12): 341-351.
- [13] Fleming-Singer M S, Horne A J. Enhanced nitrate removal efficiency in wetland microcosms using an episediment layer for denitrification [J]. Environment Science Technology, 2002, 36: 1231-1237.