

# 不同基质与施肥水平对黑麦草叶绿素及根系生长情况的影响

蔡艳蓉<sup>1</sup>, 高照良<sup>1,2</sup>, 赵晶<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所生态工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以多年生黑麦草为试材,研究了7种基质配比、3种施肥量下对黑麦草的叶绿素含量、根系生长情况的影响。结果表明:不同基质对多年生黑麦草叶绿素含量影响显著;随着施肥量的增加黑麦草叶绿素含量呈先增加后减少的趋势,施肥水平对黑麦草叶片叶绿素含量的影响不大,不同基质对多年生黑麦草的根长发育影响显著,不同施肥水平对黑麦草的根长影响不大,不同基质对黑麦草根系活力影响显著,不同施肥水平对黑麦草根系活力没有显著影响,在A3施肥水平时,V号、VI号和VII号基质黑麦草根系活力远远高于其他基质的处理。VII号基质结合A3施肥水平下,黑麦草生长最好,为黑麦草的首选基质和施肥水平组合。

**关键词:**基质; 叶绿素; 根系活力

中图分类号: Q945

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0157-03

## Effects of Different Substrates and Fertilizer Levels on *Lolium perenne* Chlorophyll and Root Growth

CAI Yan-rong<sup>1</sup>, GAO Zhao-liang<sup>1,2</sup>, ZHAO Jing<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Ecological Engineering Technology Study Center, Institute of Soil and Water Conservation,

Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The effects of seven types of substrates, three fertilizer level on ryegrass chlorophyll content and root growth situation with the *Lolium perenne* to find its suitable substrates and fertilizer levels were examined. The results showed that: impact of substrates on the chlorophyll content of ryegrass was significant; with the increase of fertilizer, chlorophyll content of ryegrass increased firstly and then decreased, impact of fertilization on chlorophyll content of ryegrass was not significant; impact of substrates on root length of ryegrass was significant; fertilization level had little effect on ryegrass root length; substrates effected ryegrass root activity significantly; impact of fertilization on ryegrass root activity was not significant. In the A3 fertilization application, the ryegrass root activity in substrates of NO. V, VI, VII was much higher than in other substrates. The best combination of substrates and fertilizer levels for the *Lolium perenne* is combining substrates of NO. VII with fertilizer levels of A3.

**Key words:** substrate; chlorophyll; root activity

黑麦草(*Lolium perenne*)为禾本科黑麦草属(*Lolium*)植物,其叶片光滑柔软、色泽美丽、绿色期长,再生能力强,成坪速度快,是一种优良的草坪草种<sup>[1-2]</sup>。叶绿素是植物体进行光合作用的重要物质,是植物叶片的主要光合色素,其含量是评价植株生理状况的一项重要指标<sup>[3]</sup>;植株的根系长度是描述根系

生长的重要参数,能在一定程度上反映植物的生长状况;而根系活力泛指根系的吸收、合成、氧化和还原能力等,是一种客观地反映根系生命活动的生理指标。该试验以黑麦草为对象,研究不同基质配比与不同施肥量对其叶绿素含量、根系生长情况的影响,以期找出适合黑麦草生长的基质配比和施肥水平。

收稿日期: 2011-02-28

修回日期: 2011-03-28

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”(sxsb08007)

作者简介: 蔡艳蓉(1986-),女,福建南安人,硕士研究生,主要从事工程开发与建设高速公路边坡防护研究。E-mail: cai-yanrong@163.com

通信作者: 高照良(1969-),男,河南灵宝人,博士,副研究员,主要从事土壤侵蚀与荒漠化研究。E-mail: gzl@ms.jswc.ac.cn

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

# 1 材料与方法

## 1.1 试验材料

该试验在中国科学院水利部水土保持研究所人工干旱环境气候室进行。供试材料为多年生黑麦草。供试基质为麦糠、污泥、白糖,麦糠为农业废弃物收集后过 5 mm 筛,污泥来源于西北农林科技大学资源环境学院,白糖取自实验室(分析纯),肥料为复混肥料(N-P-K 为 18- 18- 18,总养分> 54%)和生物有机肥(有机质> 30%);营养盘规格为 50 cm× 35 cm× 48 cm。

基质配比(质量比): I 号全麦糠; II 号麦糠: 白糖= 1000: 10; III号麦糠: 白糖= 1000: 20; IV号麦糠: 白糖= 1000: 40; V号麦糠: 污泥= 1000: 66.67; VI号麦糠: 污泥= 1000: 133.33; VII号麦糠: 污泥= 1000: 266.67。处理分布如表 1 所示。

表 1 不同处理的分布情况

处理	I	II	III	IV	V	VI	VII
A1	B1	B5	B9	B13	B17	B21	B25
A2	B2	B6	B10	B14	B18	B22	B26
A3	B3	B7	B11	B15	B19	B23	B27
A4	B4	B8	B12	B16	B20	B24	B28

## 1.2 试验方法

首先对基质进行腐熟,腐熟过程中外界温度为(28±2)℃,湿度控制在 40% 左右,堆体的含水量控制在 60% ~ 70%,初期加热阶段堆体很快上升到 50℃ 以上,接着维持一段时间的高温,随后达到腐熟的冷却阶段。判断堆肥达到腐熟的标准为:堆体后期温度自然降低趋于与环境一致,堆体内无不快气味产生且呈黑褐色,堆肥表面有白色和灰白色菌丝附着,本实验腐熟时间为 42 d。

将腐熟好的基质风干 1 d 后铺植于营养盘内,多年生黑麦草的播种量为 15 g/m<sup>2</sup>,基质厚度<sup>[4]</sup>为 4 cm,铺设顺序自下向上为 3 cm 厚基质- 草种- 1 cm 厚基质;施肥水平为 A1: 0 g/m<sup>2</sup>, A2: 25 g/m<sup>2</sup>, A3: 50 g/m<sup>2</sup>, A4: 75 g/m<sup>2</sup>;基质铺设时施生物有机肥 28 g/盘;浇水方式为喷灌,基质铺好后,第一次浇水量为 800 ml/盘,后期浇水量以保持基质表面湿润为标准。各设置均设置 3 个重复,总处理数为 84 个。

在整个多年生黑麦草的生长期,对各个处理进行统一的管理,尽量减少其非目的因素引起的差异。叶绿素含量的测定采用等体积乙醇、丙酮混合液浸提法<sup>[5]</sup>;根系活力采用 TCC 还原法<sup>[6]</sup>。

## 1.3 统计分析

全部数据均采用 SPSS 16.0 进行分析。

# 2 结果分析

## 2.1 不同基质对比对黑麦草叶绿素含量的影响

叶绿素是植物叶片的主要光合色素,其含量是评价植株生理状况的一项重要指标<sup>[3]</sup>。叶绿素含量高说明草的光合作用强,能够保证草坪草进行正常的生命活动,合成足够能量为其生长发育提供物质基础。本实验通过测定草坪草苗后 30 d 各处理的多年生黑麦草叶片叶绿素含量,比较不同的基质对比对多年生黑麦草生长的影响,测定结果如图 1 所示。VII号基质处理 B28 的黑麦草叶绿素含量最高,处理 B27 次之;I 号基质处理 B1 的含量最低;且综合比较发现,VI号基质的叶绿素含量明显高于其他类型配比的基质。方差分析(表 2)得到  $P < 0.05$ ,差异显著,说明实验所用的 7 种基质对多年生黑麦草叶绿素含量影响显著。

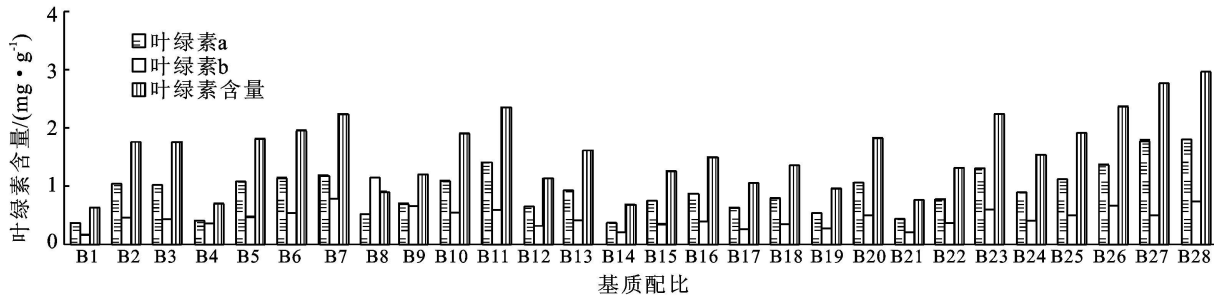


图 1 不同基质对比黑麦草叶绿素含量的影响

表 2 不同基质配比的黑麦草叶绿素方差分析

差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值
组间	4.82933	6	0.80489	2.83041	0.035256	2.572712
组内	5.97181	21	0.28437			
总计	10.80115	27				

## 2.2 不同基质对比对黑麦草根系生长的影响

2.2.1 不同基质对比对多年生黑麦草根长的影响  
苗后 30 d 对多年生黑麦草的根长进行测量,结果如

图 2 所示,由图 2 可知,在供试的 7 种基质中 VII号基质发育的多年生黑麦草平均根长最长为 B25,平均根长 16.02 cm;最短为 VI号基质的处理 B23,平均根长为 6.53 cm。VI号基质的 4 个处理的平均根长均显著高于其他处理。方差分析(表 3)得到  $P < 0.01$ ,差异极显著,说明实验所用 7 种基质对多年生黑麦草的发育影响显著。

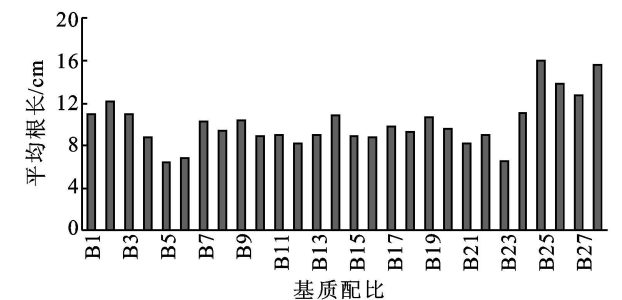


图 2 不同基质对比对多年生黑麦草根长的影响

表 3 不同基质配比黑麦草根长方差分析						
差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值
组间	107.8085	6	17.96809	9.173414	0.00005	2.572712
组内	41.13298	21	1.95871			
总计	148.9415	27				

2.2.2 不同基质对比对多年生黑麦草根系活力的影响 根系活力指根系新陈代谢的活动能力,是反映根系吸收功能的一项重要指标<sup>[7]</sup>,根系特性及发育状况直接关系到草坪草对土壤水分、养分的吸收。因此,根系活力的高低也影响着黑麦草植株的生长情况。本实验对不同基质处理下的多年生黑麦草根系活力进行比较,结果如图 3 所示。由图 3 可知,不同基质对比对根系活力的影响不同, VI号基质的处理 B23 根系活力最大; V号基质次之,且 V号, VI号, VII号基质黑麦草根系活力均明显高于其他基质类型。方差分析(表 4)得到  $P < 0.01$ ,差异极显著,说明实验所用的 7 种基质对黑麦草根系活力影响显著。

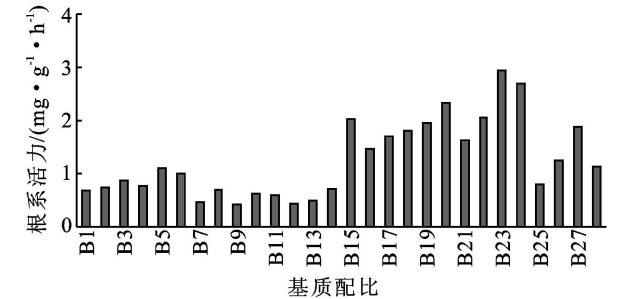


图 3 不同基质对比对多年生黑麦草根系活力的影响

表 4 不同基质配比黑麦草根系活力方差分析						
差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值
组间	10.47335	6	1.745558	9.902147	0.00003	2.572712
组内	3.701895	21	0.176281			
总计	14.17524	27				

2.3 不同施肥水平对黑麦草叶绿素含量的影响 综合来看,同一基质 A2、A3、A4 施肥处理大多高于 A1,其中以 B28(A4 施肥水平)的叶绿素含量最高。随着施肥量的增加黑麦草叶绿素含量呈先增加后减少的趋势,其大多都在施肥水平为 A3 时含量最大。方差分析(表 5)得到  $P > 0.05$ ,差异不显著,所以施肥水平

对黑麦草叶片叶绿素含量的影响不大。

表 5 不同施肥水平黑麦草叶绿素方差分析						
差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值
组间	1.554072	3	0.518024	1.344487	0.283465	3.008787
组内	9.24708	24	0.385295			
总计	10.80115	27				

2.4 不同施肥水平对黑麦草根系生长的影响 2.4.1 不同施肥水平对多年生黑麦草根长的影响 方差分析(表 6)得到  $P > 0.05$ ,差异不显著,说明 4 种施肥水平对黑麦草根长没有显著影响,不同施肥水平对黑麦草的根长影响不大,无明显变化趋势,但是 A2 和 A3 处理下的黑麦草长势较好且均匀。

表 6 不同施肥水平黑麦草根长方差分析						
差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值
组间	0.487204	3	0.162401	0.026255	0.994098	3.008787
组内	148.4543	24	6.185596			
总计	148.9415	27				

2.4.2 不同施肥水平对多年生黑麦草根系活力的影响 苗后 30 d,通过对各处理的黑麦草根系活力值的测定,分析不同施肥水平对植株根系生长的影响,利用 SPSS 软件统计分析结果如表 7 所示,方差分析得到  $P > 0.05$ ,差异不显著,说明实验设置的 4 种施肥水平对黑麦草根系活力没有显著影响。结合图 2-3 可知,在 A3 施肥水平时, V号、VI号和 VII号基质黑麦草根系活力远远高于其他基质的处理。

表 7 不同施肥水平黑麦草根系活力方差分析						
差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值
组间	1.213758	3	0.404586	0.749148	0.533523	3.008787
组内	12.96148	24	0.540062			
总计	14.17524	27				

3 讨论

(1) 叶绿素含量高说明草坪草的光合作用强,能够保证草坪草进行正常生命活动,合成足够能量为其生长发育提供物质基础。本实验中 VII号基质的叶绿素含量高于其他类型的基质,且实验所用的 7 种基质对多年生黑麦草叶绿素含量影响显著;随着施肥量的增加黑麦草叶绿素含量呈先增加后减少的趋势,其大多都在施肥水平为 A3 时含量最大,施肥水平对黑麦草叶片叶绿素含量的影响不大。

(2) VII号基质的 4 个处理的平均根长均显著高于其他处理,且 7 种基质对多年生黑麦草的根长发育影响显著;不同施肥水平对黑麦草的根长影响不大,无明显变化趋势,但是 A2 和 A3 处理下的黑麦草长势较好且均匀。

- 与对策研究[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(1): 71-76.
- [2] 罗廷彬, 任崴, 李彦, 等. 咸水灌溉条件下干旱区盐渍土壤盐分变化研究[J]. 土壤, 2006, 38(2): 166-170.
- [3] 刘春卿, 杨劲松, 陈小兵, 等. 滴灌流量对土壤水盐运移及再分布的作用规律研究[J]. 土壤学报, 2007, 44(6): 1016-1021.
- [4] 曹峰, 徐勋, 何玉梅. 棉田秋冬灌洗盐压碱技术调查[J]. 中国棉花, 2002, 29(5): 31-32.
- [5] 陈效民, 潘根兴, 王德建, 等. 太湖地区农田生态环境中土壤饱和导水率研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(5): 11-12.
- [6] 刘思春, 张一平, 朱建楚, 等. 温度对非饱和水分运动的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2000, 28(4): 30-33.
- [7] 陈效民, 郭泽圣, 刘兆普, 等. 大丰王港实验站滨海盐渍土饱和导水率的研究[J]. 南京农业大学学报, 1994, 17(4): 134-137.
- [8] 吕殿青, 邵明安, 刘春平. 容重对土壤饱和和水分运动参数的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 154-157.
- [9] 方堃, 陈效民, 张佳宝, 等. 红壤地区典型农田土壤饱和导水率及其影响因素研究[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(4): 67-69.
- [10] 陈效民, 郭泽圣, 徐中详. 滨海盐渍化土非饱和导水率的研究[J]. 南京农业大学学报, 1995, 18(3): 68-71.
- [11] 邵明安. 非饱和土壤导水参数的推求理论[J]. 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1991, 13: 13-25.
- [12] 胡伟, 邵明安, 王全九, 等. 取样尺寸对土壤饱和导水率测定结果的影响[J]. 土壤学报, 2005, 42(6): 1040-1043.
- [13] 中华人民共和国标准(GB 7838-87). 森林土壤渗透性的测定[S]. 1999.
- [14] 王全九, 王文焰, 沈冰, 等. 田间非饱和土壤水分运动参数测定[J]. 农业工程学报, 1998, 14(2): 149-153.
- [15] 刘建立, 徐绍辉, 刘慧. 估计土壤水分特征曲线的间接方法研究进展[J]. 水利学报, 2004(2): 68-76.
- [16] Shao M A, Robert H. Integral method for estimating soil hydraulic properties [J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1998, 62: 585-592.
- [17] 邵明安, 王全九, Horton R. 推求土壤水分运动参数的简单入渗法: I. 理论分析[J]. 土壤学报, 2000, 37(1): 9-16.
- [18] 王金生, 杨志峰, 陈家军. 包气带土壤水分滞留特征研究[J]. 水利学报, 2000(2): 1-6.
- [19] 魏义长, 刘作新, 康玲玲. 土壤持水曲线 van Genuchten 模型求参的 Matlab 实现[J]. 土壤学报, 2004, 41(3): 380-386.
- [20] 刘贤赵, 李嘉竹, 张振华. 土壤持水曲线 Van Genuchten 模型求参的一种新方法[J]. 土壤学报, 2007, 44(6): 1135-1138.
- [21] Ayars J E, Phene C J, Hutmacher R B, et al. Sub-surface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory[J]. Agricultural Water Management, 1999, 42(1): 1-27.
- [22] 李映强. 赤红壤非饱和土壤水分扩散率及其影响因素[J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(2): 71-75.
- [23] 谢森传, 杨诗秀, 雷志栋. 水平入渗条件下溶质含量对土壤水分运动的影响和土壤水盐运动综合扩散系数  $D_{sh}(\theta)$  的测定[J]. 灌溉排水, 1989, 8(1): 6-12.
- [24] 张富仓, 张一平, 张君常. 土壤导水参数的温度效应及其数学模式[J]. 水利学报, 1996(12): 8-15.
- [25] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1988: 30-34.

(上接第159页)

(3) 根系活力大, 则根系代谢、吸收能力强, 反之则弱, 本实验中 V 号、VI 号、VII 号基质黑麦草根活力均明显高于其他基质类型, 实验所用的 7 种基质对黑麦草根活力影响显著; 实验设置的 4 种施肥水平对黑麦草根活力没有显著影响, 在 A3 施肥水平时, V 号、VI 号和 VII 号基质黑麦草根活力远远高于其他基质的处理。

综合以上讨论结果可以看出, VII 号基质结合 A3 施肥水平下, 黑麦草生长最好, 为黑麦草的首选基质。

参考文献:

- [1] 鄢燕, 张新全, 张新跃. 黑麦草种子生产研究现状及发展

对策[J]. 草业科学, 2003, 20(2): 16-19.

- [2] 徐卫红, 熊治庭, 李文一, 等. 4 品种黑麦草对重金属 Zn 的耐性及 Zn 积累研究[J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 27(6): 785-790.
- [3] 艾天成, 周治安, 李方敏, 等. 小麦等作物叶绿素速测方法研究[J]. 甘肃农业科技, 2001, 4(1): 16-18.
- [4] 王运琦, 张燕, 刘建宁, 等. 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.
- [5] 龚富生, 张嘉宝. 植物生理学实验[M]. 北京: 气象出版社, 1995: 80.
- [6] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 118-119.
- [7] 李德华, 贺立源, 刘武定. 玉米根系活力与耐铝性的关系[J]. 中国农学通报, 2004, 20(1): 161-164.