

不同浓度海藻肥对高羊茅生长的影响

丁晨曦¹, 李永强², 董智¹, 王雅楣², 沈运护¹

(1. 山东省土壤侵蚀与生态修复重点实验室 山东农业大学林学院 泰山森林生态站, 山东 泰安 271018;

2. 土肥资源高效利用国家工程实验室 山东农业大学资源与环境学院, 山东 泰安 271018)

摘要:本研究通过分析高羊茅(*Festuca arundinacea*)种子在施不同浓度(0、2.4、4.8、8.4和9.6 g·L⁻¹)海藻肥条件下的发芽和生长,以探索出最适宜种子萌发及生长的海藻肥浓度,为我国建植高羊茅草坪中海藻肥的应用提供科学依据和基础数据。结果表明,在5组不同浓度海藻肥处理下,4.8 g·L⁻¹浓度下高羊茅种子发芽率最高,为97.84%,与对照0 g·L⁻¹相比,提高了15.68%($P < 0.01$);同时,在4.8 g·L⁻¹浓度处理下,高羊茅的长势和根系体积均最大,分别为0.67 cm·d⁻¹和0.44 mL,且高羊茅的长势与根系体积的变化趋势一致,即随着海藻肥浓度的增加呈先增大后减小趋势,而根冠比则相反;4.8 g·L⁻¹浓度处理下高羊茅鲜草产量和干草产量均最高,分别为148.38和42.45 kg·hm⁻²,随着海藻肥浓度的增加,鲜草产量和干草产量呈先增加后减小趋势。因此,适宜的海藻肥浓度不仅能提高高羊茅种子的发芽率,还能提前高羊茅种子发芽的启动期,高羊茅生长的最适海藻肥浓度为4.8 g·L⁻¹。

关键词:海藻肥;高羊茅;发芽率;生长速率;生物量

中图分类号:S543⁺.906.2

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2013)05-0674-04

* 1

海藻肥是由天然海藻经生物和化学方法降解后得到的一种生物有机肥料,在国内外已经被广泛应用于苗木、花卉、蔬菜及草坪^[1]。由于海藻肥生产中没有经过高温及脱水等过程,除保留了海藻中丰富的K、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn和I等矿物质及维生素外,还保留了海藻中的天然活性成分,如细胞分裂素、生长素、酚类和甜菜碱等生长调节物质和抗生物质^[2-5]。海藻肥作为一种新型的绿色有机肥,在农业生产和园林绿化等方面运用较为广泛。大量研究表明,海藻肥能促进种子萌发,大幅度改善作物产量和品质,同时还能增强植物的抗逆性^[6-12]。

高羊茅(*Festuca arundinacea*)是禾本科羊茅属多年生草本植物。作为草坪草,高羊茅具有较强的抗旱、耐践踏、耐盐碱、耐粗放管理和成坪速度快等特性,是我国北方重要的草坪草种^[13]。高羊茅不仅用于机关、公园和住宅的绿化区,还用于较高质量的运动场,是我国目前使用量增长最快的草坪草^[14]。本研究以高羊茅为试验材料,研究不同浓度海藻肥处理对高羊茅种子萌发和生长的影响,探索高羊茅

生长期间所需海藻肥的最适浓度,以期海藻肥被用于高羊茅丰产、草坪草管理提供基础数据和理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 研究区概况 试验地位于山东农业大学北校区林学院试验站,地处山东省泰安市东南部,36°11'37.26" N,117°06'46.08" E,海拔166 m,属暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明。极端最高气温为40℃,极端最低气温为-22℃,年平均气温12.9℃,≥10℃年积温为2 350~4 777℃·d,无霜期186.6 d,多年平均降水量741.8 mm,降水多集中在7-9月,年均相对湿度65%,年均日照时数2 583 h。土壤类型以褐土、棕壤为主。

1.2 试验材料 高羊茅种子从山东省新泰市周全特种养殖研究所购置,海藻肥由青岛明月海藻肥集团有限公司提供(氮+磷+钾≥4%、有机质≥30%、海藻肥≥4%)。供试土壤有机质含量15.23 g·kg⁻¹,速效磷含量79.56 mg·kg⁻¹,速效钾含量128.31 mg·kg⁻¹,pH值6.9。

收稿日期:2012-08-23 接受日期:2012-12-17

基金项目:世界银行贷款项目(SEAP-JC-2)

作者简介:丁晨曦(1987-),男,湖南岳阳人,在读硕士生,主要从事荒漠化防治与植被恢复研究。E-mail:chenxi_dinghn@163.com

通信作者:董智(1971-),男,内蒙古乌兰察布人,副教授,硕士生导师,博士,主要从事荒漠化防治与植被恢复研究。

E-mail:nmgdz@163.com

1.3 试验方法 2011年4月,采用盆栽(面积为 0.06 m^2)播种试验,共25盆,每盆播种1000粒高羊茅种子,播种深度约2 cm;设置5个浓度的海藻肥稀释液用于灌溉(每浓度用量为1 L),分别是A(对照, $0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)、B($2.4\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)、C($4.8\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)、D($8.4\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)、E($9.6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$),每浓度5次重复。从播种时间开始(4月18日),每隔5 d调查一次发芽情况(发芽率统计以幼芽突破种皮,从花盆土壤的表面能目测到绿颜色的小苗),第2次调查开始(4月23日)测量记录株高。同年8月中旬进行根系体积和生物量的测定。从每盆育苗钵内随机选取5株高羊茅来测定,将根系放在双层纱布内洗净,剔除杂物后把根系放进盛有一定量水的量筒中,使根系完全浸入水中,然后用玻璃棒轻轻搅动防止空气存在,静置3 min后,水分增加的毫升数即为置入根系的体积。生物量分为地上部分和地下部分,将每盆内选取的5株高羊茅分别称量鲜质量,然后将样品放在 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干48 h左右至质量恒定,取出进行称量得干质量。

1.4 数据分析方法 数据用Excel软件处理,SPSS 17.0进行方差分析,用Duncan法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同浓度海藻肥对高羊茅种子发芽率的影响 种子发芽是成苗的关键,发芽率是统计种子发芽的重要指标。与对照A组比较,其它浓度海藻肥处理下的高羊茅种子萌发启动期均有不同程度的提前(图1)。高羊茅种子在处理第10天时达到发芽高峰期(图1),完成了种子发芽率64%以上;处理第15天时,发芽率基本接近平缓;处理第20天时,发芽率不再变化。处理第5天时,B、C、D和E组的发芽率均显著高于对照组($P<0.05$);处理第10天时,各种处理下种子的发芽率均在64%以上,D组的发芽率显著高于A、B和E组($P<0.05$);处理第20天时,种子在不同处理下的最终发芽率在82.16%~97.84%,其中C组的发芽率最大(97.84%),显著高于A、B和E组($P<0.05$),且较对照A组提高19.08%。不同浓度海藻肥处理下的发芽率依次为 $C>D>B>E>A$,说明施加海藻肥有利于提高高羊茅种子的发芽率,但随着海藻肥浓

度的增加,发芽率呈现先升高后降低的变化过程。其中,对高羊茅种子发芽率的促进作用效果最明显的为C组($4.8\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)。

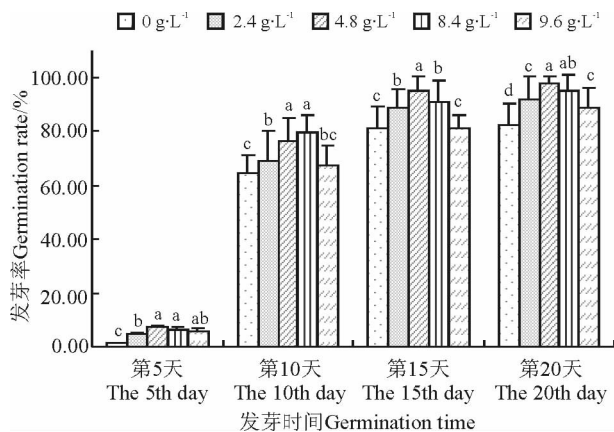


图1 不同处理下种子发芽率的动态变化

Fig. 1 Dynamic variation of seed germination ratio under different treatments

注:同一测定时间不同小写字母代表差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: Different lower case letters for the same date mean significant differences among different treatments at 0.05 level. The same below.

2.2 不同浓度海藻肥对高羊茅生长量的影响

2.2.1 高羊茅长势和根系体积 5种不同处理中,C组高羊茅的长势最快(图2),达到了 $0.67\text{ cm}\cdot\text{d}^{-1}$;长势最慢的是A组。结果表明,海藻肥能较好地促

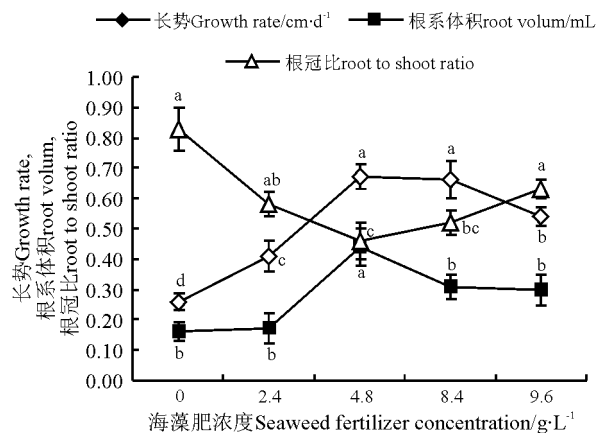


图2 不同处理下高羊茅的长势、根系体积和根冠比的变化趋势

Fig. 2 Growth rate, root volum and root to shoot ratio of *Festuca arundinacea* under different treatments

进高羊茅的生长,各处理的长势均高于对照组,其生长速率从大到小依次为 $C > D > E > B > A$, 各组间差异显著 ($P < 0.05$)。

不同处理下高羊茅的根系体积与长势的变化趋势基本一致(图2),接近倒“V”字型。结果表明,C组高羊茅根系体积最大,随着海藻肥浓度的增加,根系体积先增加后减小。同时,不同浓度处理下其它组的根系体积均大于A组(CK)。

2.2.2 不同浓度对根冠比的影响 高羊茅在不同浓度海藻肥的处理下,根冠比值间差异显著 ($P < 0.05$),其中A组(CK)的根冠比值最大,C组的根冠比值最小(图2)。不同浓度处理下,高羊茅的根冠比的变化趋势与长势、根系体积恰好相反,随着浓度的增加根冠比呈先下降后上升的趋势,这说明施加适宜浓度的海藻肥能促使高羊茅地上生物量的积累速率大于地下生物量的积累速率,从而达到地上产量增产的目的。

2.3 不同浓度海藻肥对高羊茅地上生物量的影响 各处理高羊茅的鲜草产量和干草产量均大于对照(图3),其中C组的产量(鲜草和干草)最大,鲜草产量值为 $148.38 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比对照增产了1.26倍 ($P < 0.05$);C组干草产量为 $42.45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比对照增产了1.37倍 ($P < 0.05$)。各组之间鲜、干草产量从大到小的顺序均为 $C > D > E > B > A$,各组间差异显著 ($P < 0.05$)。

随着海藻肥浓度的增加,各组的鲜、干产量均大于对照(图3)。结果表明,海藻肥能促进高羊茅产

量的大幅增加,最适生长的浓度是C组;随着海藻肥浓度的增加,高羊茅鲜草和干草产量先增加后减少。

3 讨论与结论

海藻肥是天然绿色有机肥,具有对人体无害和对环境无污染的特性,同时含有丰富的营养元素,能促进植物种子的萌发、植株的生长和产量的提高。海藻肥能促使高羊茅种子萌发期提前,显著提高其种子的发芽率,C组浓度 ($4.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) 的海藻肥最适合高羊茅种子的萌发,使高羊茅的发芽率高达97.84%,这与郭艳玲等^[6]的研究结果一致。同时,海藻肥能促进高羊茅的生长,在C组浓度 ($4.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) 海藻肥的处理下,高羊茅的长势和根系体积均达到最大值;随着海藻肥浓度的增加,根系体积和长势先增加后减小。本研究表明,海藻肥中的有效物质必须在很低的浓度下才产生作用,海藻肥施肥效果具有随着海藻肥浓度增大,作用效果呈现由低到高再到低的变化,这与王强和石伟勇^[15]的研究结果一致。

草地地下生物量与地上生物量的比值(根冠比)反映了分配给地上部与地下部的光合产物比例,是群落或生态系统的重要参数之一^[16]。施加海藻肥后有利于高羊茅地上生物量的积累,根冠比随浓度的增加呈先下降后上升的变化趋势。另外,海藻肥能促进高羊茅产量的增加,随着海藻肥浓度的增加,高羊茅鲜草和干草产量先增加后逐渐减少,这说明施加海藻肥能促进植物的生长,但施加海藻肥浓度超过植物生长所需的浓度时反而有可能会抑制其生长,这方面有待进一步研究。对于本研究所应用的海藻肥而言,最适高羊茅生长及丰产的浓度为 $4.8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

参考文献

- [1] 范晓. 多效植物肥——海藻提取物[J]. 海洋科学, 1987(5):59-62.
- [2] 纪明候. 海藻化学[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 684-685.
- [3] 范晓. 海藻中的功能活性物质研究现状及其开发利用前景[J]. 海洋科学集刊, 1999, 40: 102-106.
- [4] Jacobs W P, Kathy Falkensier, Roberi H Hamilton. Nature and amount of amount in algae: IAA from extracts of *Caulerpa paspaloides* (Siphomales)[J]. Plant Physiology, 1985, 78: 844-848.

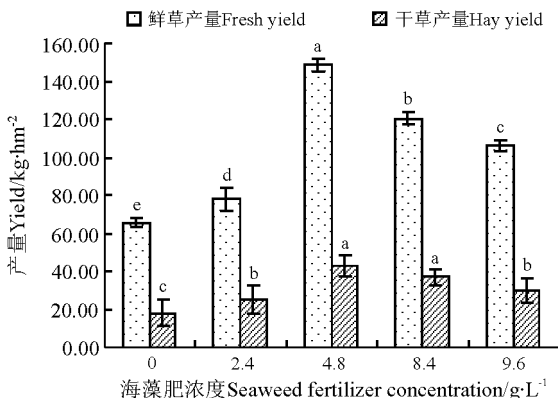


图3 不同浓度对鲜(干)草产量的影响

Fig. 3 Fresh and hay yields of *Festuca arundinacea* under different concentrations

- [5] Jennings R C. Cytokines as endogenous growth regulators in the algae *Ecclesia* and *Hype*[J]. *Austral J Biol Sic*, 1969, 22(3): 621-627.
- [6] 郭艳玲, 乔振杰, 郭昌春, 等. 海藻肥对蔬菜种子萌发的影响[J]. *安徽农学通报*, 2008, 14(14): 68-69.
- [7] 韩丽君, 范晓, 房国明. 海藻提取物对蔬菜种子萌芽的影响[J]. *海洋科学*, 2000, 24(11): 8-10.
- [8] 蔡利柱. 海藻肥对小油菜生物量和中微量元素含量的影响[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(11): 4494-4495.
- [9] 肖志强. 美奇天然海藻肥在大豆上应用效果[J]. *现代化农业*, 2010, 5(370): 14.
- [10] 吴永沛, 吴光斌, 李少波, 等. 海藻液体肥对蔬菜产量及品质的影响[J]. *北方园艺*, 2006(5): 16-18.
- [11] 王强, 石伟勇, 符建荣, 等. 海藻液肥对黄瓜抗盐胁迫能力的影响[J]. *浙江农业学报*, 2005, 17(5): 268-272.
- [12] 吴文杰, 蔡建秀, 葛清秀, 等. 海藻源物质对低温胁迫蔬菜生长的效应[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(9): 2547-2552.
- [13] 赵春旭, 刘芳芳, 赵韦, 等. 水杨酸浸种对高羊茅在干旱胁迫下萌发的影响[J]. *草业科学*, 2011, 28(11): 1945-1949.
- [14] 余高镜, 林奇田, 柯庆明, 等. 草坪型高羊茅的研究进展与展望[J]. *草业科学*, 2005, 22(7): 77-81.
- [15] 王强, 石伟勇. 海藻肥对番茄生长的影响及其机理研究[J]. *浙江农业科学*, 2003, (2): 67-70.
- [16] 胡中民, 樊江文, 钟华平, 等. 中国草地地下生物量研究进展[J]. *生态学杂志*, 2005, 24(2): 1095-1101.

Effects of different seaweed fertilizer concentration treatments on growth of *Festuca arundinacea*

DING Chen-xi¹, LI Yong-qiang², DONG Zhi¹, WANG Ya-mei², SHEN Yun-kuo¹

- (1. Shandong Province Key Laboratory of Soil Erosion and Ecological Restoration Forestry College of Shandong Agricultural University Taishan Forest Ecosystem Research Station, Tai'an 271018, China;
2. Chinese National Engineering Laboratory for Efficient Utilization of Soil and Fertilizer Resources College of Resources and Environment of Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: This research aimed to explore the most suitable germination and growth concentration, and provide scientific basis and data for seaweed fertilizer's application in the artificial cultivation of *F. arundinacea* in our country, through the experiment of *Festuca arundinacea* seeds at different seaweed fertilizer concentrations. The results showed that among the 5 treatments of different seaweed fertilizer concentrations, group C (4.8 g · L⁻¹) had the highest germination rate of *F. arundinacea* seeds, which was 97.84%, and comparing with control group increased by 15.68% ($P < 0.01$). The growth and root volume of *F. arundinacea* were 0.67 cm · d⁻¹ and 0.44 mL, higher than these of other groups. With the increasing of seaweed fertilizer concentrations, the changes of tall fescue's growth, root volume, fresh yield and hay yield increased first then decreased. With the increasing of seaweed fertilizer concentrations, the variation of root/cap took on a "V" shape trend. The tall fescue's fresh yield and hay yield of group C were 148.38 kg · hm⁻² and 42.45 kg · hm⁻², which were the highest. The optimal growth conditions of *F. arundinacea* were under 4.8 g · L⁻¹ seaweed fertilizer treatment. Proper seaweed fertilizer concentration can increase the tall fescue seeds germination rate, advance the start period of seed germination and increase the yield of *F. arundinacea*.

Key words: seaweed fertilizer; *Festuca arundinacea*; germination rate; growth rate; biomass