

# 不同养分浓度对百喜草萌发及生长的影响

赵本淑<sup>1</sup>, 宋媛媛<sup>1</sup>, 李绍才<sup>1</sup>, 孙海龙<sup>2</sup>, 龙凤<sup>1</sup>

(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:**以百喜草为试材,研究了 10%、30%、50%、70%、100%、150%、200%、300% 共 8 个养分浓度梯度对百喜草萌发率、高度、分蘖及干物质积累量的影响,探讨获得百喜草在不同养分浓度处理下萌发及生长情况。结果表明:百喜草萌发率与养分浓度呈负相关,但在一定浓度范围内,养分浓度对百喜草萌发的影响不大。在播种 60 d 后,百喜草高度达到最大,但随养分浓度变化不明显。百喜草分蘖数随养分浓度增加先增加再减小最后趋于平缓,其中 10% 养分浓度下分蘖数最小,100% 养分浓度下分蘖最大。百喜草干物质积累量随着时间的变化呈先增加后逐渐减小趋势,最适生长养分浓度为 70%~100%,浓度过低百喜草生长受阻,浓度过高种子萌发及生长受影响。

**关键词:**百喜草;养分浓度;萌发;生长

**中图分类号:**S 543<sup>+</sup>.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0064-04

百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)属禾本科雀稗属多年生匍匐草本,为原产拉丁美洲的亚热带草种。根系发达,分蘖旺盛,地下茎粗壮,适应性广,抗逆性强,作为多用途草种,已在北美、拉美、澳洲、日本及我国大部分地区引种,现已广泛应用于生态果园、退耕还林、边坡治理等方面<sup>[1-4]</sup>。百喜草能有效防止工程建设造成的水土流失,改善土壤理化性质,有助于提高土壤保水保肥能力,有效补充果园的有机肥肥源<sup>[3-4]</sup>。我国是水土流失最严重的国家之一,随着水土流失的加剧,对百喜草的需求日益俱增,目前针对百喜草在水土保持方面应用有大量研究,但对百喜草养分方面的研究尚鲜见报道。现以百喜草为试材,研究了百喜草对养分浓度的响应,探索百喜草在不同营养液浓度条件下的萌发及生长情况,旨在获得对百喜草生长最为有利的养分浓度,便于百喜草在生长期间的养管理,以期百喜草在水土保持中的应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于四川省彭州市升平镇,区域气候属亚

热带湿润季风气候,气候温和、雨量充沛、四季分明、无霜期长,夏无酷暑、冬无严寒,年平均气温 16.3℃,最热月平均气温 25.8℃,最冷月平均气温 5.6℃,年平均降水 1 146.5 mm,年平均相对湿度 79%。

### 1.2 试验材料

供试百喜草种子购买于云南今业生态建设集团有限公司,购买时种子已贮存 11 个月。供试培养基质为边坡生态恢复土壤,主要由草炭、蛭石、保水剂等按照一定比例混合而成。其理化性质为:容重 1.15 g/cm<sup>3</sup>,有机质含量 46.08 g/kg,全氮 1.89 g/kg,全磷 1.01 g/kg,全钾 2.91 g/kg, pH 6.5。在培养基质中混入一定比例的恶毒灵,经过消毒杀菌处理后置于植物卷材中<sup>[5]</sup>。

### 1.3 试验方法

试验采用基质培养,选取饱满无病虫害百喜草种子,用 0.3% KMnO<sub>4</sub> 处理 20 min 后,播于培养基质中。种植槽由瓷砖堆砌而成,四周用玻璃条制成挡板,玻璃挡板高度 3 cm,厚度 0.5 cm,框内空尺寸长×宽=39 cm×39 cm,种植槽长宽均为 40 cm,面积为 0.16 m<sup>2</sup>,形成 1 个封闭的系统。植物所需养分分为 Hoagland 营养液,参照标准 Hoagland 营养液配方,再加入微量元素液,配制成全元素营养液,具体为 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 945 mg/L、KNO<sub>3</sub> 506 mg/L、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 80 mg/L、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 493 mg/L、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 136 mg/L、铁盐溶液(FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 13.9 mg/L、EDTA-Na<sub>2</sub> 13.65 mg/L)、微量元素溶液(KI 0.83 mg/L、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 6.2 mg/L、MnSO<sub>4</sub> 22.3 mg/L、ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 8.6 mg/L、Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.25 mg/L、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.025 mg/L、CoCl<sub>2</sub> 0.025 mg/L)。营养液配制时

**第一作者简介:**赵本淑(1989-),女,重庆人,硕士研究生,研究方向为植物景观和生态景观。E-mail:524239212@qq.com.

**责任作者:**龙凤(1983-),女,博士,讲师,现主要从事生态工程与植被恢复等研究工作。E-mail:phenix20132013@163.com.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2013BAJ02B03; 2011BAK12B04)。

**收稿日期:**2014-04-21

先把试剂各自溶解,然后按一定的顺序混合,大量元素和微量元素分开配制,配成 100 倍浓缩液,营养液放棕色瓶中低温保存,施用时按比例稀释配成所需养分浓度。

试验于 2011 年 9 月至翌年 2 月在彭州基地玻璃棚内进行,设 8 个养分浓度梯度即 10%、30%、50%、70%、100%、150%、200%、300%,分 5 个时期观测,采用两因素正交实验设计,每处理 3 次重复。每个种植槽播种 300 粒,在布置种植槽之前,先在地面铺设一层 3 cm 厚的粒径小于 3 mm 的河沙,并浇水至完全湿透后铺上一层土工布,防止河沙快速失水。玻璃棚用 50%遮荫网处理,保证每个处理光热均匀。加入营养液之前,将基质浇水至 70%,再将营养液一次性加入,种子萌发过程中和植株生长过程中依据基质水分和植物表现确定加水量和时间,所有加水量和时间保证在同一水平。

#### 1.4 项目测定

用计数法测定并记录百喜草种植 15、30、60 d 的出苗情况,并计算萌发率、存活率。播种后 30 d 开始每月测定 1 次高度、干物质积累量,播种后 60 d 开始每月观测 1 次分蘖数、高度、干物质积累及分蘖将作为衡量植物生长状况的指标,高度和分蘖是在每个样品中随机选取 6 株测定取平均值,干物质积累量测定采用收割法,每个处理按照干物质积累测定时间收割,称取鲜重,再放置于 80℃烘箱内烘至恒重,测出干物质积累量。萌发率(%)=萌发数/种子总数量×100%。存活率(%)=播种 60 d 时的株数/播种 30 d 时的株数×100%。

#### 1.5 数据分析

采用 Excel 2010 软件对数据进行处理,以 SPSS 17.0 软件利用 ANOVA 进行显著性分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 不同养分浓度对百喜草发芽率和存活率的影响

由于百喜草种子外被蜡质苞片,水分不易渗入,导致未经处理的种子发芽率较低,一般低于 10%<sup>[6]</sup>。种子萌发过程中,种子蜡质苞片使得种子吸水量降低,出苗延迟,所以萌发速度较慢,一般出苗要 12 d 左右,有的甚至超过 20 d<sup>[7]</sup>,出芽时间可持续接近 30 d<sup>[8]</sup>。因此,在试验过程中,统计百喜草播种 15 d 和 30 d 后的萌发数量计算其萌发率,统计播种 60 d 后的植株数量计算其存活率。从表 1 可以看出,所有养分浓度处理下的百喜草种子萌发率均低于 10%,百喜草萌发率最高的为 10%浓度处理,最低为 300%浓度处理。通过显著性分析得出,各处理百喜草萌发率存在显著性差异( $P<0.05$ ),通过多重比较分析可知,10%、30%与 50%浓度处理,70%与 100%浓度处理,150%、200%与 300%浓度处理间差异不显著,由此可将养分浓度处理分为低、中、高 3 个等级。高浓度养分不利于百喜草种子萌发,在一定的浓度范围

内,百喜草种子萌发受养分浓度影响不明显,当超过一定养分浓度,萌发受阻。由于养分浓度过高,影响种子吸水过程和吸胀过程,种子萌发受种子吸水过程影响,种子周围养分浓度过高,盐碱离子较多,水势低,种子吸水受阻,种子萌发受抑制,因此,过高养分浓度将抑制百喜草种子萌发。无论养分浓度高低,百喜草存活率都较高,只有 200%和 300%处理下存活率稍低。可能是由于植物幼苗期比较敏感,大多数死亡都是出现在这个时期。通过显著性分析,得出各浓度处理百喜草存活率差异不显著,说明养分浓度对百喜草幼苗存活率影响不明显。

表 1 不同养分浓度对百喜草萌发率及存活率的影响

Table 1 The effect of different nutrient concentrations on the germination rate and survival rate of *Paspalum notatum*

天数 Days/d	养分浓度 Nutrient concentration/%							
	10	30	50	70	100	150	200	300
15	8.00a	7.89a	6.44ab	5.67b	5.56b	3.22c	3.11c	2.89c
30	8.33a	8.00a	7.00a	5.89ab	5.78ab	4.22b	3.22b	3.11b
60	98.85a	98.72a	98.48a	98.41a	98.04a	98.15a	97.44a	97.62a

注:同列中相同小写字母表示差异不显著,不同小写字母表示显著( $P<0.05$ )。

Note: The same lowercase letters show no significant difference in the same column, and the different lowercase letters show significant difference( $P<0.05$ ).

百喜草种子萌发率与养分浓度间呈显著负相关( $|R|>0.90$ ),即百喜草种子萌发率随着养分浓度的增加而减小(图 1)。种子萌发过程中,水是关键影响因子,种子萌发速度除了与种子自身特性有关外,还与种子从外界吸水速度有关。高浓度养分处理,外界盐碱离子较多,改变水势,种子能从外界吸水,但速度较慢,导致种子内细胞自由水含量低,从而出苗较晚。当外界浓度过高时,种子吸水量减少,再加上百喜草种子外层蜡质层的影响,自然条件下,萌发率低,延迟萌发或者不萌发。因此,在播种 30 d 后的萌发率有所增加,可能与百喜草种子蜡质层和外界养分浓度有关。

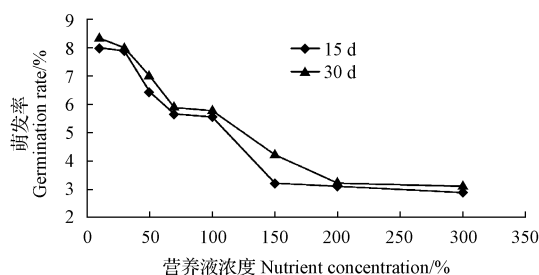


图 1 不同养分浓度对百喜草萌发率的影响

Fig. 1 The effect of different nutrient concentrations on the germination rate of *Paspalum notatum*

#### 2.2 不同养分浓度对百喜草株高和分蘖的影响

在播种 30、60、90、120、150 d 后分别统计植株自然

高度,由图2可知,植株高度随养分浓度变化无明显规律。在播种30 d后,养分浓度低于150%的各浓度处理对百喜草高度的影响不明显,当浓度高于150%的处理,植株高度相对较低,可能是过高养分浓度对植物造成胁迫,由于植物在幼苗期对外界胁迫较敏感,当外界盐碱浓度超过一定阈值,水势降低,植物对养分和水分的吸收受影响,从而影响植物生长发育。当进入60 d后,各浓度处理的百喜草高度都达到最大,但在超过90 d后,高度逐渐减小,由于进入冬季,气温降低,不利于植物生长,甚至部分叶片开始枯萎,自然高度降低。由于播种时期较晚,百喜草能生长的时期相对较短,且这段时间内植株主要进行分蘖生长,加上测量误差,各浓度处理间高度变化没有明显规律。

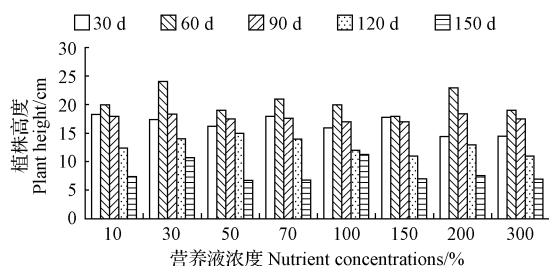


图2 各浓度处理下百喜草的株高比较

Fig. 2 Comparison of plant height of *Paspalum notatum* in all concentration treatments

百喜草在播种2个月后进入快速生长期<sup>[6]</sup>,因此从播种后60 d开始统计百喜草分蘖情况。由图3可知,10%养分浓度处理下的分蘖最小,在养分浓度达到100%时,百喜草分蘖数达到最大,各个时间段内分蘖数均随养分浓度增加先增加再减小最后趋于平缓。由于植物在进入快速生长后,对养分需求增多,低浓度养分不能保证植物大量分蘖,高浓度养分容易造成胁迫,对植物吸收矿质养分和水分造成影响,植物生长受影响,所以适宜的养分浓度对保证植物正常生长有重要作用。各浓度处理下分蘖最旺盛是在60 d后,在播种90 d后达到最大。由于百喜草生育期长短与播种早晚有关,播

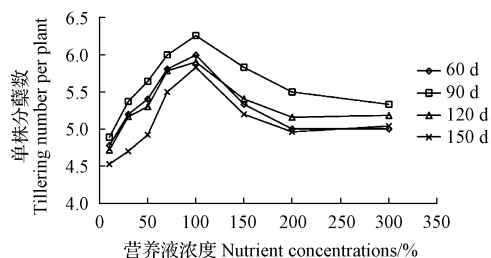


图3 各浓度处理下百喜草的分蘖数比较

Fig. 3 Comparison of tiller number of *Paspalum notatum* in all concentration treatments

种早,生育期较长,而该试验播种时间为秋季,在进入冬季后,植物越冬,停止生长,甚至枯萎,不再分蘖,因此分蘖在后期是减少的。

### 2.3 不同养分浓度对百喜草生物量的影响

从图4不同养分浓度条件下百喜草干物质积累量随着时间的动态变化可以看出,各养分浓度处理的干物质积累均随着时间先增大后逐渐减小,在播种90 d时达到最大。由于播种时间较晚,百喜草在进入快速生长后生长时间较短,干物质积累量达到最大后,进入冬季,气温降低,由于气候原因,进入凋亡期,植株部分凋亡,干物质积累量减少。不同养分浓度处理,干物质积累量也有所不同,干物质积累量大小为70%~100%>50%>30%~150%~10%>200%>300%,由此可知,适宜百喜草生长的浓度为70%~100%。养分浓度过低,百喜草进入营养生长阶段,对养分需求较大,低浓度处理养分供应不足,不能保证百喜草快速生长的养分需求;过高浓度养分供应,根际活性养分浓度大,降低水势,植株对养分吸收受阻;因此过低养分或过高养分浓度处理影响植株生长发育,造成植株分蘖少,生长慢,生物量小,干物质积累量则少。由于百喜草有一定的耐贫瘠、耐盐能力,所以过低或过高浓度下百喜草能够生存,但却不利于植株生物量的积累。

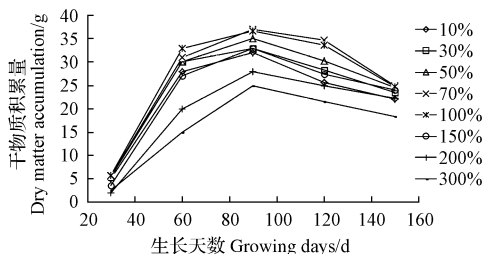


图4 各浓度处理下百喜草干物质积累量比较

Fig. 4 Comparison of dry matter accumulation of *Paspalum notatum* in all concentration treatments

### 3 结论与讨论

试验结果表明,各浓度处理下百喜草种子萌发率,均低于10%,这与前人研究结果一致,由于百喜草种子外层的蜡质层的影响,未经处理的种子萌发率一般低于10%,而且有可能出现出苗延迟的情况。百喜草种子萌发率与养分浓度呈负相关,即种子萌发率随着养分浓度增高呈减小趋势,而在一定浓度范围内,相近几个浓度处理间差异不显著,因此,可将养分浓度分为低、中、高3个等级,低浓度较适宜种子萌发,高浓度不利于种子萌发,可能导致萌发延迟。各浓度处理下,百喜草存活率差异不显著且存活率都较高,而由于植株幼苗期对外界较敏感,所以最高的2个浓度处理下存活率相对较



低,总体来说,养分浓度对百喜草幼苗存活率影响不明显。

在播种 60 d 后,各浓度处理下百喜草高度均达到最大,高度随浓度变化不明显,在进入冬季后,植株开始凋亡,自然高度降低。在各个时期内,百喜草分蘖数均随养分浓度增加呈先增加再减小最后趋于平缓。其中 10% 养分浓度下分蘖最小,100% 养分浓度下分蘖最大。由于植物营养生长期,对养分需求增多,低浓度养分不能满足植株大量分蘖的养分需求,高浓度养分对植物吸收矿质养分和水分造成影响,分蘖受阻。分蘖数在 90 d 时达到最大,由于进入冬季后,植株停止生长甚至凋亡,不再分蘖,因此在超过 90 d 后,分蘖数逐渐减少。

无论养分浓度高还是低,百喜草干物质积累量随着时间的变化呈先增加后逐渐减小的趋势,由于该试验播种时间较晚,百喜草营养生长的时间较短,生长一段时间后,进入冬季,由于越冬原因,百喜草进入枯萎时期,部分茎叶枯萎,导致干物质积累量减少。百喜草适宜生长的养分浓度为 70%~100%,过低或过高浓度养分都不利于百喜草干物质积累。

经过不同养分浓度处理,矿质养分供应对植物生长

发育有重要调节作用。养分供应不足,百喜草生长受阻,生物量积累受影响;养分浓度过高,种子萌发生长受抑制。适宜的养分供应不仅对植物生长有重要作用,而且能提高养分利用效率且便于养分的管理。

### 参考文献

- [1] 孙奴纫,张德雍,张庆智. 百喜草的特性、功效及种植[J]. 广东农业科学,1998(3):37-38.
- [2] 夏汉平,蔡锡安,刘世忠. 百喜草研究与应用进展[J]. 中国草地,2003,25(1):44-53.
- [3] 林桂志. 百喜草对坡地果园水土保持及土壤改良效果的研究[J]. 亚热带水土保持,2012,24(3):10-13.
- [4] 刘华荣,龙忠富,邓蓉,等. 百喜草在退耕坡地种植中的水土保持效应及养羊效果[J]. 贵州农业科学,2012,40(7):145-148.
- [5] 刘冲,李绍才,罗双,等. 护坡植物在植物卷材中的适应性研究[J]. 中国水土保持,2012(5):52-56.
- [6] 熊艳平. 百喜草在湖北省的引种栽培及开发应用技术研究[D]. 武汉:华中农业大学,2007.
- [7] 孟军江,刘正书,龙忠富. 提高百喜草种子发芽率试验[J]. 贵州农业科学,2006,34(1):80.
- [8] 季梦成. NaOCl 浸泡对百喜草种子发芽率的影响[J]. 江西农业大学学报,2000,22(4):494-497.

## Effect of Different Nutrient Concentration on Germination and Growth of *Paspalum notatum*

ZHAO Ben-shu<sup>1</sup>, SONG Yuan-yuan<sup>1</sup>, LI Shao-cai<sup>1</sup>, SUN Hai-long<sup>2</sup>, LONG Feng<sup>1</sup>

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

**Abstract:** Taking *Paspalum notatum* as the test material, the effect of eight nutrient concentration gradients which were 10%, 30%, 50%, 70%, 100%, 150%, 200% and 300% on germination rate, height, tillering and dry matter accumulation of *Paspalum notatum* were studied, in order to get the germination and growth of *Paspalum notatum* in different nutrient concentrations treatment. The results showed that the germination rates of *Paspalum notatum* were negatively correlated with nutrient concentrations. But in a certain concentration range, the nutrient concentration had little effect on germination of *Paspalum notatum*. At 60 days after seedling, the plants height of all concentrations treatment were the highest, but the height had no significant difference with the nutrient concentrations. The tillering number increased at first, then tended to decrease and be stable with the increasing of nutrient concentration. And the minimum tillering numbers was the treatment of 10% nutrient concentration, the maximum tillering number was the treatment of 100% nutrient concentration. The dry matter accumulations increased and then they gradually reduced with time. The optimum nutrient concentrations was between 70%~100%. The growth would be stunted by low concentrations, and the seed germination and growth would be affected by high concentrations.

**Keywords:** *Paspalum notatum*; nutrient concentration; germination; growth