

不同光环境对 2 种牧草幼苗表型可塑性及生理生化特征的影响

李竹月¹ 翟丽华² 商行¹ 王春露¹ 王悻卓¹ 孙嘉蔓¹ 张丽辉^{1,3} 赵骥民^{1*}

1. 长春师范大学生命科学学院, 长春 130000; 2. 吉林省长春市净月区华岳学校初中部, 长春 130000;

3. 长白山历史文化与族群迁徙吉林省重点实验室, 长春 130032

摘要 以紫花苜蓿与黑麦草幼苗为试验材料, 通过对不同光环境(100%、35.6%、14.5%、3.7%)下 2 种幼苗的形态、生理各项指标的测定, 探究其表型可塑性及生理生化特征。试验结果显示, 紫花苜蓿与黑麦草的形态、生理生化特征均存在差异, 主要在 14.5% 光处理下紫花苜蓿形态变化程度最大, 在 100% 光处理下黑麦草形态变化程度最大, 叶绿素含量随光照强度减弱而逐渐增高, 2 种牧草均在 3.7% 光处理下达到最高, 可溶性糖含量紫花苜蓿和黑麦草呈现先增大后减小的趋势, 紫花苜蓿在 35.6% 光处理下达到最高, 黑麦草在 14.5% 光处理下达到最高。2 种牧草在逆境下均呈现出一定的适应性, 但过分胁迫会发生逆境抑制作用。

关键词 紫花苜蓿; 黑麦草; 不同光环境; 表型可塑性; 生理生化

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L), 豆科(Fabaceae), 苜蓿属(*Medicago*), 双子叶草本植物。由于其蛋白质含量较高, 同时还含有叶黄素、维生素等成分, 赋予其“草原之王”的称号, 具有株高较低、叶形态呈椭圆形的特点, 且分布范围较广, 其中我国主要分布于东北、西北等地区^[1]。黑麦草(*Lolium perenne* L), 禾本科(Poaceae), 黑麦草属(*Lolium*), 多年或一年生草本植物, 其茎长高达 50~80 cm, 根柔但耐受, 且生长迅速, 广泛分布于克什米尔、巴基斯坦、欧洲等温热性地带^[2-3]。

作为饲料工业的高品质牧草也可为畜牧业和奶业提供优质资源, 且近几年有关牧草产品也大量流入市场, 所以探究牧草的优质性, 其不同光照强度下的表型可塑性无疑成为主要研究内容之一。植物的形态可塑性是指在不同环境因素下能够通过改变自身的表现形态来适应新环境的能力。目前, 国内外学者对紫花苜蓿及黑麦草的研究主要集中在不同植物激素、施肥、水分下表现出的适应

性^[4-5], 而有关不同光环境对其的影响并无研究。对不同光环境下紫花苜蓿和黑麦草的表型及生理生化特征进行研究, 可为优质牧草的培育提供方法, 且可初步揭示在光逆境下 2 种牧草的适应策略。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

紫花苜蓿种子, 黑麦草种子, 土壤, 沙子, 遮阳网。

1.2 仪器及试剂

烘箱、分光光度计、水浴锅、乙醇溶液、丙酮溶液、萘酚溶液、酸性茚三酮、活性炭、乙酸及甲苯。

1.3 试验方法

1) 将黑土壤和沙子等比混合盛放于花盆中, 浇水浸透并放置温室大棚 24 h, 分别将 10 个紫花苜蓿、黑麦草种子均匀种植于每个花盆中, 培土, 每 24 h 定期浇水。

2) 使用遮光网控制光线, 设置 4 个梯度遮光度,

收稿日期: 2021-09-03

基金项目: 吉林省教育厅科学技术研究项目(JJKH20210882KJ); 长春师范大学科研项目思政专项(长师大SZ[2020]013号)

*通讯作者

李竹月, 女, 1998年生, 硕士研究生在读。

即 100%NS(自然光, T1)、35.6%NS(T2)、14.5%NS(T3)、3.7%NS(T4)。遮阳棚在距地面 20 cm 左右封闭,以保持地表空气循环,使遮阳棚内外的表面温度一致。当幼苗长出 4 片真叶,且每盆内至少长出 4 棵大小良好的幼苗时停止浇水,进行试验数据的测定。

1.4 指标测定

1) 光合色素的测量。把待测样品分为 16 组,取作鲜样的幼苗 0.2 g,分别装进用记号笔标记好刻度的试管中,经过试验操作测得的不同波长下的数值用作测定叶绿素含量^[6]。叶绿素含量公式为:

$$\text{叶绿素含量(mg/g)} = \frac{(20.21A_{645} + 8.02 A_{663}) \times \text{总提取液体积}}{1000 \times \text{鲜样的重量}} \times \text{稀释倍数}$$

2) 可溶性糖的测定。将事先准备好的待测鲜样分为 16 组,每组称取 0.05 g,同样分装在标记好的试管中,经过试验操作最后测得在 620 nm 下的吸光值(OD)。

$$\text{可溶性糖含量(mg/g)} = \frac{\text{标准曲线计算得糖的量} \times \text{提取液量} \times \text{稀释倍数}}{\text{吸取样品液体积} \times \text{组织重量} \times 10^3}$$

3) 脯氨酸的测定方法。将分好的 16 组待测样品每组称取 0.1 g 鲜样,放置于事先标记好的试管中,经过试验操作,最后测量出在 520 nm 下的吸光值(OD)。

脯氨酸含量(μg)

$$= \frac{\text{标准曲线计算得脯氨酸的量} \times \text{提取液体积}}{\text{吸取样品液体积} \times \text{组织重量}}$$

4) 形态指标的测定。将待测幼苗分为 16 组进行试验,每组取 1 株进行主根长、株高的测定,然后取每株植株的第 3 片子叶进行叶面积、周长、叶长及叶宽的测定。

1.5 数据处理

数据处理运用 Excel 2010 以及 SPSS 15.0 对所有数据进行统计。

2 结果与分析

2.1 幼苗形态特征的变化

由表 1 可知,紫花苜蓿的主根长、周长、叶长及

叶长/叶宽均呈现出相同趋势(即先减小后增大再减小),株高、叶宽、叶面积呈现出相同趋势(即先增大再减小),在 T1 处理下主根长最高,T2 处理下株高、叶面积最高,T3 处理下叶长、叶宽、周长均达到最高,T4 处理下主根长、株高、叶面积均达到最低。由此可见,在光照强度减弱的条件下,紫花苜蓿会出现逆生长,但光照条件太弱反而会抑制其生长,并且在 T3 处理下长势最好,表现出较强的适应性。

表 1 不同光强下紫花苜蓿的形态变化

形态指标	T1	T2	T3	T4
主根长/cm	7.07	4.65	5.15	4.15
株高/cm	7.20	7.28	6.05	5.70
叶长/cm	0.15	0.05	1.59	0.75
叶宽/cm	0.30	0.32	0.72	0.65
周长/cm	1.26	0.60	3.99	3.25
叶面积/ cm ²	0.54	0.76	0.58	0.28
长宽比	0.50	0.15	2.20	1.16

由表 2 可知,黑麦草的主根长、叶长、周长、叶面积均呈现逐渐减小的趋势,株高表现出先增大再减小的趋势,叶宽呈现先减小再增加的趋势,在 T1 处理下主根长、叶长、周长、叶面积达到最高,T2 处理下株高、根长最高,T3 处理下长宽比达到最高,表明在 T1 处理下黑麦草长势最好,表现出较强的适应性。

表 2 不同光强下黑麦草的形态变化

形态指标	T1	T2	T3	T4
主根长/cm	32.0	6.90	5.5	4.3
株高/cm	29.5	35.7	25.8	24.2
叶长/cm	13.10	12.77	10.5	9.59
叶宽/cm	0.54	0.28	0.15	0.21
周长/cm	30.99	32.35	26.9	23.58
叶面积/ cm ²	6.34	5.24	1.58	0.93
长宽比	24.25	45.6	70.0	45.67

2.2 幼苗生理指标的变化

由图 1 可知,紫花苜蓿的脯氨酸含量呈现先升

高后降低的趋势, T2 处理下含量最高; 黑麦草体内脯氨酸含量呈现先降低后升高再降低的趋势, 也在 T2 处理下达到最高, 由此可见, 不同光照强度下 2 种牧草体内的脯氨酸均呈现出一定的抗逆性。

由图 2 可知, 紫花苜蓿和黑麦草的可溶性糖含量均呈现先增大后减小的趋势, 并且黑麦草可溶性糖含量始终高于紫花苜蓿, 可见在光照胁迫下 2 种牧草先增加可溶性糖含量, 以此保持植物机体的正常生理功能; 但光照胁迫过强, 使得 2 种牧草体内的可溶性糖不再增加而是下降, 并在 T2 处理下达到最大, 表现出最高的适应性。

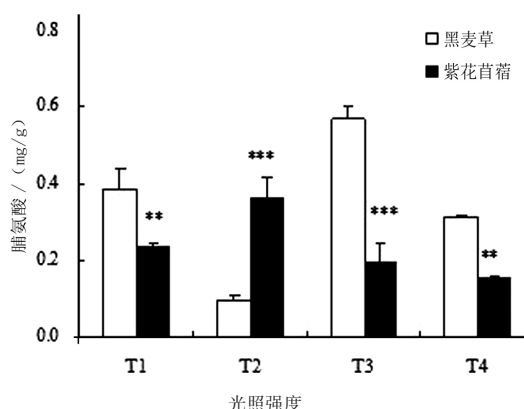


图 1 不同光强下黑麦草和紫花苜蓿幼苗脯氨酸含量

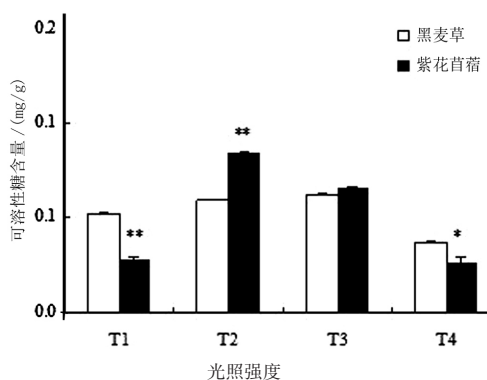


图 2 不同光强下黑麦草和紫花苜蓿幼苗可溶性糖含量

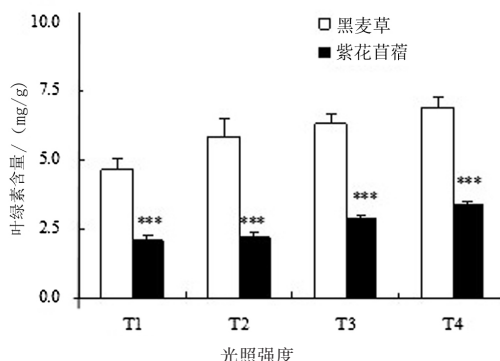


图 3 不同光强下黑麦草和紫花苜蓿幼苗叶绿素含量

由图 3 可知, 在光照强度逐渐降低的条件下光合色素含量呈上升趋势, 同时黑麦草的叶绿素含量始终高于紫花苜蓿, 表明黑麦草光合速率也高于紫花苜蓿。在 T4 处理下二者叶绿素含量最高, 可见 2 种牧草在高强度的光照胁迫下可通过提高叶绿素含量来吸收更多光^[7-8], 以此对遮荫环境做出适应, 且在 T4 处理下叶绿素含量达到最高, 2 种牧草对环境作出最高的适应性。

3 结 论

紫花苜蓿和黑麦草形态变化程度均随光照强度减弱而逐渐减弱, 在 T3 处理下紫花苜蓿形态变化程度最大, 在 T1 处理下黑麦草形态变化程度最大; 随光照强度减弱, 叶绿素含量 T1 < T2 < T3 < T4, 2 种牧草均在 T4 处理下达到最高; 可溶性糖含量均呈现先增大后减小的趋势, 紫花苜蓿在 T2 处理下达到最高, 黑麦草在 T3 处理下达到最高; 脯氨酸含量也呈现先增大后减小的趋势, 紫花苜蓿脯氨酸含量在 T2 处理下达到最高, 黑麦草脯氨酸含量在 T3 处理下达到最高。

参 考 文 献

- [1] 刘铎, 白爽, 杨庆山, 等. 紫花苜蓿 (*Medicago sativa* L.) 耐盐碱研究进展 [J]. 生物学杂志, 2021, 38 (1): 98-101, 105.
- [2] 左慧, 尹淑霞, 李亚明, 等. 黑麦草氮素吸收利用的调控机制研究进展 [J]. 中国草地学报, 2021, 43 (4): 96-106.
- [3] 张茂, 徐彦红, 席溢, 等. 铅、锌、镉胁迫对多年生黑麦草生长及生理生化特性的影响 [J]. 中国农业科技导报, 2021, 23 (3): 41-50.
- [4] 黄炜, 文亦芾. 紫花苜蓿研究进展 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018 (13): 42-44, 51.
- [5] 李志刚, 侯扶江, 安渊. 不同光照强度对三种牧草生长发育的影响 [J]. 中国草地学报, 2009, 31 (3): 55-61.
- [6] 周余华, 顾敏敏. 淹水对金叶冬青叶片色差及生理生化指标的影响 [J]. 湖北农业科学, 2021, 60 (15): 76-81.
- [7] 盛思敏. 三种樟科植物光合生理生态特性的研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
- [8] 杨期和, 陈昆平, 杨和生, 等. 南亚热带 3 种幼树的光合生理生态特性 [J]. 福建林业科技, 2016, 43 (2): 1-7, 61.

【责任编辑: 胡 敏】