

杨燕平, 宋珂, 孙奇, 等. 干旱和光照互作对燕麦幼苗生长及生理指标的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 153–155.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.043

干旱和光照互作对燕麦幼苗生长及生理指标的影响

杨燕平, 宋珂, 孙奇, 张丽辉

(长春师范大学生命科学学院, 吉林长春 130032)

摘要:为探讨燕麦对不同水分含量、光照环境的适应性,以吉燕为试验材料,在人工控制条件下,采用盆栽方法研究 PEG 模拟干旱和光照互作对燕麦幼苗生长及生理特性的影响。结果表明,在轻度干旱强光(LPHL)条件下,燕麦幼苗的株高、根长、茎鲜质量、叶鲜质量、根鲜质量、叶绿素含量均达到最大值,其次为轻度干旱弱光(LPLL)处理,而 LPHL 处理下燕麦的游离脯氨酸含量最低。随着干旱胁迫的增强或光照度的减弱,燕麦的根长、株高、茎鲜质量、叶鲜质量、根鲜质量、叶绿素含量均逐渐下降,而游离脯氨酸含量逐渐上升。综合分析表明,在 LPHL 的环境中,燕麦的生长情况最佳。

关键词:燕麦;干旱胁迫;光照;生理特性

中图分类号: S512.601 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0153-03

燕麦是我国的粮饲兼用作物^[1],多分布于内蒙古自治区、河北省、山西省、陕西省、甘肃省等地,遍及全国 210 个县(市、区)。随着燕麦的使用价值被进一步挖掘,其需求量逐年上升^[2-3]。由于全球气候环境的恶化,我国干旱、半干旱土地面积占全国总面积的 47%^[4],严重影响农业发展,导致燕麦的产量下降、总产量不稳定。光照和水分是作物进行光合作用必不可少的条件,它们直接影响光合作用中多种酶的活性^[5-8],并间接影响植物的生理活动过程。光照可影响作物生长^[9-11],干旱使植物体内活性氧增加,并使蛋白质受到损伤脂膜过氧化,严重时可引起植物死亡^[12-14]。不同光照度、干旱环境对燕麦生长影响的研究较少^[1],干旱和光照交互作用对燕麦的影响尚未见报道。通过比较不同干旱和光照组合处理下燕麦幼苗的生长、生理特性,揭示燕麦在 2 种胁迫相互作用下的适应机制,以期对燕麦的高产种植提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试燕麦品种为吉燕,种子由吉林省农业科学院提供。栽培基质为草炭土和河沙按体积比 1:1 混合。采用直径 15 cm 的花盆进行盆栽试验。

1.2 试验方法

试验于 2014 年 3 月 20 日在长春师范大学生态学研究室培养箱中进行。挑选大小一致、颗粒饱满、无残缺的燕麦种子,经 75% 乙醇消毒后播种于 16 个直径为 15 cm 的花盆中,每盆播种 20 粒,最终每盆定株 10 株。种植后,将花盆置于恒温培养箱进行双因素交叉试验。采用 PEG 6 000 模拟干旱胁迫

迫,设置重度干旱(HP 质量分数为 20% 的 PEG)、轻度干旱(LP 质量分数为 0% 的 PEG)2 个水平;光照度设置强光(HL 光强为 100.0%)、弱光(LL 光强为 16.5%)2 个水平,设置重度干旱强光(HPHL)、重度干旱弱光(HPLL)、轻度干旱强光(LPHL)、轻度干旱弱光(LPLL)4 个处理。试验采取随机排列,4 次重复,待燕麦幼苗长到 2 叶 1 心时开始测定各项指标。

1.3 指标测定

将各处理组的燕麦从花盆中取出,除去根部的培养基质,用钢尺测量其株高和茎粗。燕麦为不定根,测量所有不定根的长度后计算根总长;用 1/10 000 天平测量叶鲜质量、茎鲜质量、根鲜质量;采用丙酮比色法^[15]测定叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量;采用磺基水杨酸法^[16]测定游离脯氨酸含量。

1.4 数据处理

采用 SPSS 16.0 软件对试验数据进行分析,采用 Excel 2003 软件制图。

2 结果与分析

2.1 干旱和光照互作对燕麦根长、株高的影响

由不同干旱胁迫和光照处理对燕麦根长的影响(图 1-A)可知,轻度干旱强光(LPHL)处理下的根最长,平均为(74.69 ± 15.48) cm;重度干旱强光(HPHL)处理其次,为(49.39 ± 15.48) cm;轻度干旱弱光(LPLL)处理下的根长进一步降低至(42.21 ± 11.79) cm;重度干旱弱光(HPLL)处理最低,仅为(31.77 ± 6.00) cm。在强光、弱光条件下,根长随干旱程度的降低分别增长 51.22%、32.86%。可见,随着干旱程度的降低,根长在强光条件下增长更为显著。

在强光、弱光条件下,重度干旱均对燕麦幼苗株高具有抑制作用。从生长情况来看,轻度干旱强光(LPHL)处理下的植株高度达到最大值,平均为(27.88 ± 3.90) cm,显著高于其他处理($P < 0.05$);重度干旱弱光(HPLL)处理最低,平均为(19.74 ± 4.45) cm。随着光照度的增加,株高在轻度干旱条件下增长更为显著(图 1-B)。可见,重度干旱和弱光处理

收稿日期:2015-01-19

基金项目:长春师范大学项目[编号:长师院自科合字(2010)029]。

作者简介:杨燕平(1978—),女,湖南平江人,硕士,讲师,主要从事生物课程与教学论研究。E-mail:yangyp493@126.com。

通信作者:张丽辉,博士,副教授,主要从事繁殖生态学研究。
E-mail:zhanglihui_91@163.com。

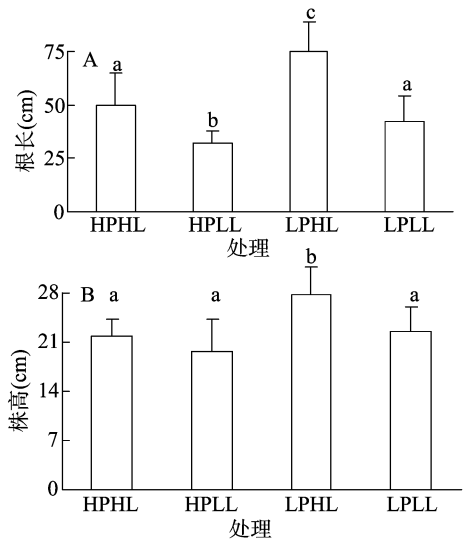


图1 不同胁迫下燕麦幼苗根长(A)和株高(B)的变化情况

造成的胁迫使燕麦幼苗的株高发生变化,即重度干旱弱光

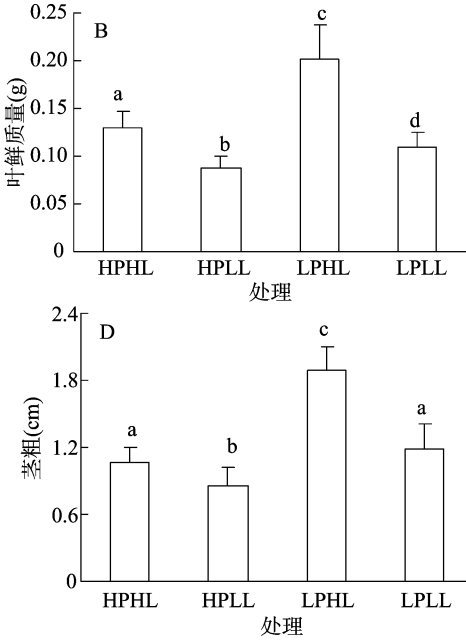
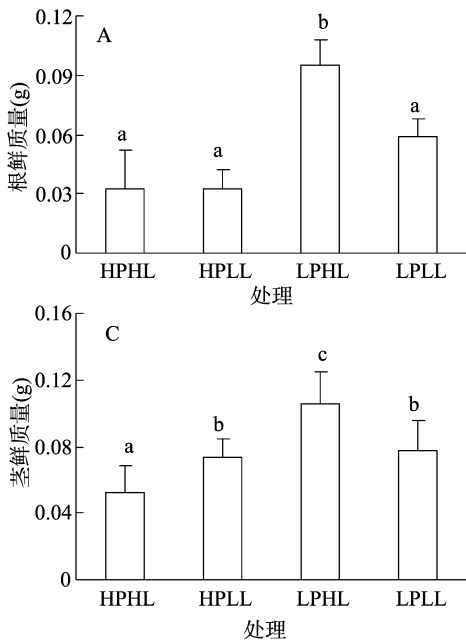


图2 不同胁迫下燕麦幼苗根鲜质量(A)、叶鲜质量(B)、茎鲜质量(C)、茎粗(D)的变化情况

2.3 干旱和光照互作对燕麦叶绿素含量的影响

由图 3 可知,在强光和弱光条件下,叶绿素 a、叶绿素 b 的含量均随干旱程度的降低而增加;在重度和轻度干旱条件下,叶绿素 a、叶绿素 b 的含量均随光照度的降低而减少。在重度干旱条件下,高强度光照处理下叶绿素 a、叶绿素 b 的含量比低强度光照处理分别增加 77.78%、129.62%。可见,随着光照度的增加,重度干旱条件下的叶绿素含量上升更为显著。

2.4 干旱和光照互作对燕麦组织中游离脯氨酸含量的影响

在正常生长条件下,植物体内游离脯氨酸含量较低,当植物处于逆境生长条件中时,脯氨酸含量有所增加^[17]。由于干旱和光照互作对燕麦组织中游离脯氨酸含量的影响(图 4)可知,重度干旱低光(HPLL)处理下的脯氨酸含量显著高于其

(HPLL)胁迫能抑制燕麦幼苗植株的生长。

2.2 干旱和光照互作对各构件生物量的影响

由不同胁迫处理对燕麦根生物量的影响(图 2 - A)可知,轻度干旱强光(LPHL)处理下的根鲜质量最高,平均为(0.095 ± 0.013) g,显著高于其他处理组(P < 0.05);重度干旱弱光(HPLL)处理下的根鲜质量最低。

从地上部分质量来看,干旱和光照处理对燕麦的叶质量、茎质量均有显著影响。由图 2 - B 至图 2 - D 可知,强光和弱光条件下的叶质量、茎质量均随干旱程度的降低而增加。在轻度干旱条件下,燕麦的叶鲜质量、茎鲜质量、茎粗均随光照度的降低而减少(P < 0.05);在重度干旱条件下,燕麦的叶鲜质量、茎粗均随光照度的降低而减少,叶质量则随光照度的降低而显著增加(P < 0.05)。轻度干旱强光(LPHL)处理下的叶鲜质量、茎鲜质量最高,分别为(0.202 ± 0.036)、(0.105 ± 0.019) g,其次为轻度干旱弱光(LPLL)处理;重度干旱弱光(HPLL)处理下的叶鲜质量、茎鲜质量最低,分别为(0.088 ± 0.012)、(0.073 ± 0.012) g。可见,干旱程度的降低和光照度的增加可显著促进燕麦叶片的生长。

他处理组(P < 0.05);轻度干旱强光(LPHL)处理下的脯氨酸含量最低。各处理组的脯氨酸含量表现为 HPLL > HPHL > LPLL > LPHL。

3 结论与讨论

植物生长是许多生理过程综合作用的结果,干旱和光照对植株个体的形态发育具有重要影响。干旱胁迫整体表现为抑制植物生长,且胁迫程度越高,受抑制现象越明显;光照增强表现为促进植物生长,正常日照下促进作用最强。本试验结果表明,在轻度干旱强光(LPHL)处理下的燕麦根长、株高、生物量均达到最大值,这是由于水分会促进植株对根生物量的分配,而强光会促进植株对叶生物量的分配,随着干旱胁迫的减弱和光照度的增强,燕麦的根长、株高、生物量均呈上

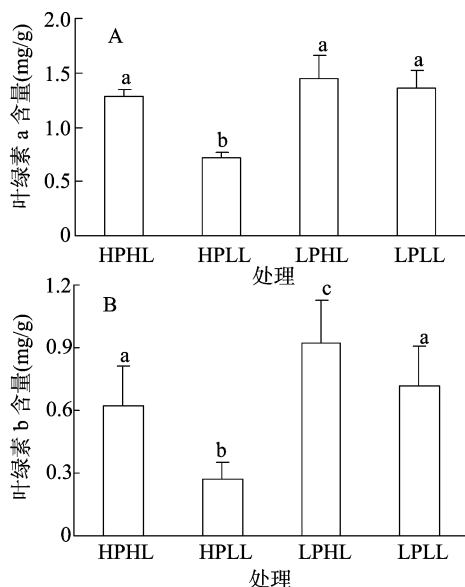


图3 不同胁迫下燕麦幼苗叶绿素a(A)、叶绿素b(B)含量的变化情况

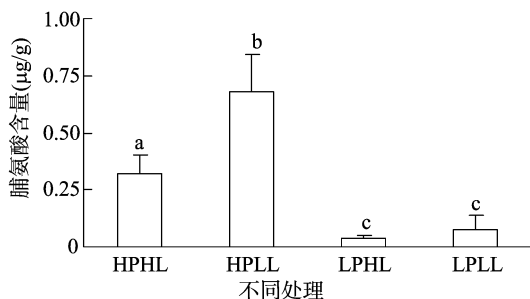


图4 不同胁迫下燕麦游离脯氨酸含量的变化情况

升趋势,这与张英普等的研究结果^[18-19]相一致。

叶绿素是一类非常重要的色素,在植物的光合作用中承担着重要角色。干旱胁迫和光照度通过抑制叶绿素 a、叶绿素 b 的合成,并加快它们的分解速度,从而使叶绿素含量降低^[20]。本试验结果表明,随着干旱胁迫的减弱和光照度的增强,叶绿素 a、叶绿素 b 含量均呈上升趋势,重度干旱低光处理下的叶绿素含量显著低于其他处理。可见,干旱和弱光可降低叶绿素含量,削弱叶片的光合能力,不利于光合产物的积累和转移,从而抑制植物生长。不同处理下燕麦的叶绿素 a、叶绿素 b 含量差异显著,这有利于燕麦幼苗的光合作用和生长。

植物组织中的游离脯氨酸含量是由其所处环境决定的。植物在逆境胁迫下,游离脯氨酸会随胁迫的增强而持续积累,积累的脯氨酸有利于维持细胞渗透势,防止水分过度流失,为抗氧化物质的合成创造良好的生理环境^[21-23];因此,检测植物抗逆性时要把脯氨酸含量作为重要生理指标之一^[24]。在本试验中,重度干旱弱光 (HPLL) 条件下的游离脯氨酸含量最高,轻度干旱强光 (LPHL) 条件下则最低。干旱胁迫程度相同时,弱光条件下植物组织中的游离脯氨酸含量较高;光照度相同,重度干旱胁迫下植物组织中的游离脯氨酸含量较高,表明重度干旱和弱光条件均为燕麦幼苗生长的逆境。关于游离脯氨酸含量与作物抗逆性的关系尚存在不同观点,仍需进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 刘建新,王金成,王瑞娟,等. 旱盐交叉胁迫对燕麦幼苗叶片生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2014,32(3):24-28,101.
- [2] 董瑞峰. 燕麦颖果发育及贮藏物质积累的研究[J]. 内蒙古农业大学,2008,21(4):47-49.
- [3] 杨才. 有机燕麦生产[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010:31-33.
- [4] 陆翔,张益锋. 金荞麦叶保护酶与保护物质对增强 UV-B 辐射及干旱胁迫的响应[J]. 浙江农业学报,2013,25(3):450-455.
- [5] 任建宏. 水分胁迫下不同抗旱性小麦品种根中蛋白质代谢的差异[J]. 麦类作物学报,2001,21(3):90-92.
- [6] 李会合,王正银. 氮钾配施对不同品种莴笋光合特性的影响[J]. 西北农业学报,2007(1):51-55.
- [7] 白志英,李存东,吴同燕,等. 干旱胁迫条件下小麦旗叶酶活性和丙二醛含量的染色体定位[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(2):255-261.
- [8] 卜令铎,张仁和,韩苗苗,等. 干旱复水激发玉米叶片补偿效应的生理机制[J]. 西北农业学报,2009,18(2):88-92.
- [9] 吕晓蕊,柴伟国. 低温弱光下不同起源辣椒幼苗光合特性的比较研究[J]. 浙江农业学报,2014,26(1):48-53.
- [10] 周艳虹,喻景权,钱琼秋,等. 低温弱光对黄瓜幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(6):921-924.
- [11] 马银山,杜国祯,张世挺. 光照度和肥力变化对垂穗披碱草生长的影响[J]. 生态学报,2014,34(14):3908-3916.
- [12] 刘文英,周风,杨瑞卿,等. 干旱胁迫对裸燕麦幼苗生长的影响[J]. 山西大同大学学报:自然科学版,2013,29(4):53-55,75.
- [13] 胡廷会,李立军,刘晓芳,等. 干旱胁迫下 LCO 和 TH17 对燕麦出苗及苗期生理的影响[J]. 麦类作物学报,2013,33(6):1168-1173.
- [14] 姜春明,尹燕桦,刘霞,等. 不同耐热性小麦品种旗叶膜脂过氧化和保护酶活性对花后高温胁迫的响应[J]. 作物学报,2007,33(1):143-148.
- [15] 王学奎. 植物生理学实验[M]. 北京:高等教育出版社,2010:73-78.
- [16] 郝再彬,苍晶,徐仲,等. 植物生理实验[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004:104-106.
- [17] 郑响晖,曹栋栋,张胜,等. 多胺对玉米种子吸胀期间耐冷性和种子发芽能力的影响[J]. 作物学报,2008,34(2):261-267.
- [18] 张英普,何武权,韩健,等. 水分胁迫对玉米生理生态特性的影响[J]. 西北水资源与水工程,1999,10(3):18-21.
- [19] 林叶春,曾昭海,郭来春,等. 裸燕麦不同生育时期对干旱胁迫后复水的响应[J]. 麦类作物学报,2012,32(2):284-288.
- [20] 朱利君,胡进耀,罗明华,等. 水杨酸对珍稀濒危植物珙桐的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(6):213-215.
- [21] 彭志红,彭克勤,胡家金,等. 渗透胁迫下植物脯氨酸积累的研究进展[J]. 中国农学通报,2002,18(4):80-83.
- [22] 王云中,韩忻彦,张建成,等. 水分胁迫下葡萄叶片中几种物质含量的变化[J]. 华北农学报,2003,18(4):72-75.
- [23] 陆爱华,褚孟娜. 水分胁迫下梅杏桃脯氨酸脱落酸的累积及其与抗旱性的关系[J]. 南京农业大学学报,1989,12(3):29-32.
- [24] 高庆义,王宝山. 高粱叶中有机渗透调节物质对 NaCl 胁迫的响应[J]. 山东师大学报:自然科学版,1998,13(3):61-66.