

干旱胁迫对新疆大叶苜蓿幼苗形态及生理的影响

热依罕古丽·艾则孜^{1,2}, 梁维维^{1*}, 王玉祥², 张荟荟¹, 朱昊¹, 靳莎莎¹

(1. 新疆畜牧科学院草业研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆农业大学草业学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:【目的】研究不同浓度的PEG胁迫对新疆大叶苜蓿形态和生理指标的影响,为深入开展苜蓿抗旱机制研究提供理论依据。【方法】以新疆大叶苜蓿为材料,采用不同浓度(0%、5.0%、10.0%、15.0%、20.0%)的PEG模拟干旱胁迫条件,测定苗期各浓度胁迫下的根长、株高、鲜重、干重、叶绿素含量、脯氨酸、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性变化。【结果】随着干旱胁迫处理浓度的升高,新疆大叶苜蓿根长、株高、鲜重、干重变化差异达到显著($P<0.05$)水平,且在PEG 10%浓度下达到峰值,较0%分别增长了41.21%、12.59%、48.29%和101.80%。叶绿素含量随胁迫浓度的升高表现为逐渐降低;MDA和脯氨酸含量则表现为不断升高,且在2、4、6 d PEG 20%处理下叶绿素含量较0%分别下降31.57%、28.94%、30.02%;MDA和脯氨酸在2、4、6 d PEG 20%处理下较0%分别上升94.20%、85.57%、93.97%和172.58%、482.84%、400.04%。SOD、POD活性随胁迫浓度和处理时间的增加,呈先升高后降低的趋势,不同处理时间下各胁迫浓度达到峰值的时间有所差异,第2天时15%的PEG处理下,第4、6天在10%处理下SOD、POD活性达到最大值。【结论】短时间的干旱胁迫下新疆大叶苜蓿抵御干旱胁迫的能力更强,适度的(低浓度、短时间)干旱对新疆大叶苜蓿的生长具有积极影响,因此,在苜蓿栽培管理中采取合理的灌溉频率更有利于其生长。

关键词:干旱胁迫;新疆大叶苜蓿;形态指标;生理指标;苗期

中图分类号:S541.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2025)02-0179-07

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2025.02.020



随着全球气候变化的加剧,水资源短缺日益突出,干旱已成为制约生态环境建设、植物分布和生产力的世界性问题,目前我国约有1/2的土地受到干旱胁迫^[1],是世界上干旱占比范围最大的国家之一。近年来随着气候不断恶化,干旱发生的频率和强度也在

持续增加^[2]。预计到2050年,农业用水需求可能翻一番,淡水可用性预计将下降50%^[3],怎样在有限的水分条件下保持或者提高作物抗旱性是当前农业生产中亟待要解决的问题。新疆属于西北干旱荒漠区,水资源问题尤为严重。近年来,由于过度放牧和气候变化等因素的影响,天然草地退化严重,导致草地生产力大幅下降^[4]。栽培草地的利用和发展减轻了天然草地的放牧压力,为畜牧业的发展提供了大量高质量饲草^[5]。紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是豆科苜蓿属多年生草本植物^[6],由于其产草量高,且富含蛋白质、维生素和矿物质等营养物质,被誉为“牧草之王”^[7-8]。新疆大叶苜蓿(*M. sativa* cv. Xinjiangdaye)又称和田大叶苜蓿,系地方品种,生长于和田地区的于田、民丰和策勒县等地,年均降水量13.1~48.2 mm,年蒸发量2 450~2 824 mm,年均气温12.2℃,>10℃年积温

收稿日期:2024-02-26; **修回日期:**2024-08-24

基金资助:农业生物育种重大专项—新疆地区耐盐碱抗旱高产苜蓿新品种设计与培育(2022ZD0401104);新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2021D01A57);新疆维吾尔自治区重点研发计划(2023B02031-2)

作者简介:热依罕古丽·艾则孜(2000-),女,新疆和田人,本科生。E-mail:3655416350@qq.com

*通信作者,研究方向为牧草遗传育种。

E-mail:315221602@qq.com

4 065.3 °C, 年均无霜期 200 d, 种植 3 年根长 6 m 以上, 在基本无降水条件下的沙性土壤上, 每年灌水 1—2 次仍可以较好生长, 节水显著属节水型作物^[9-10]。关于苜蓿抗旱对生长和生理的影响近年来已有很多报道, 但关于不同干旱胁迫程度对新疆大叶苜蓿苗期形态、生理指标之间的耦合关系的研究报道甚少。本研究旨在通过比较不同胁迫浓度处理下新疆大叶苜蓿形态和生理响应研究, 为深入开展新疆地方紫花苜蓿品种抗旱机制研究提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验材料为新疆大叶苜蓿, 试验用种主要采集自于田县, 由和田地区草原站提供。

1.2 试验方法

本研究于 2023 年 8—9 月在新疆畜牧科学院草业研究所牧草生物技术实验室进行, 以新疆大叶苜蓿为试验材料, 采用聚乙二醇(PEG)模拟干旱胁迫, 通过比较 0%、5%、10%、15%、20% 和 25% 不同胁迫浓度处理下 2、4、6 d 叶片生理指标叶绿素、脯氨酸、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)以及胁迫结束后根长、株高、地上部分鲜重和干重, 每个处理重复 3 次。

从供试种子中筛选完整且饱满的种子播种, 每个花盆定植 30 株。花盆尺寸为 11.4 cm×12.7 cm×9.5 cm(高×上口径×下口径)。培养基质由营养土和珍珠岩按 3:1 的体积比混合而成, 播种后, 将花盆置于光照培养室进行统一管理, 室内平均温度设定为(25±2)°C, 相对湿度为(20±3)%。培养第 3 周, 对植株进行不同浓度的 PEG 浇灌处理, 在生理指标测定同时开展植株高度、地面部分鲜重、干重的测定。

1.3 苜蓿形态及幼苗生理测定

形态指标: 根长、株高、地上部分鲜重和干重, 于苗期胁迫结束后从每个处理组中随机选取 5 株幼苗进行测量。根长、株高使用直尺进行测量, 利用电子分析天平对幼苗的鲜重和干重进行称量; 干重是在 105 °C 下烘干 20 min 以杀死植物组织后, 再在 80 °C 下烘干至恒重。

生理指标: 采用浸提法测定叶绿素含量, 使用 95% 乙醇在避光条件下浸提 48 h, 并定期轻微振荡,

浸提后的样品使用美国 MD 公司多功能酶标仪(Spectra MAX)在 663、645 和 470 nm 的波长下测定光密度(OD)值, 以此来计算叶绿素的含量。MDA、脯氨酸、SOD 和 POD 酶活性采用微量法试剂盒测定(北京盒子生工科技有限公司, 货号: AKAO001M、AKAO005M、AKFA013M、AKAM003M)。

1.4 数据处理

采用 Excel 2021 进行数据统计, 采用 DPS7.5 分析软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同 PEG 浓度对形态指标的影响

2.1.1 不同 PEG 浓度对株高和根长的影响 随着胁迫程度的增强, 新疆大叶苜蓿的根长和株高呈先增后减之势, 当 PEG 浓度为 10% 时到达峰值。根长在 PEG 10% 和 15% 处理组下较 0% 差异达到显著($P < 0.05$), 在 PEG 5%、20% 处理下较 0% 差异不显著, PEG 5%~20% 处理下根长较 0% 增加 27.25%、41.21%、37.99%、14.75% (图 1-A)。株高在 PEG 5%、10% 处理下较 0% 差异达到显著($P < 0.05$), 在 PEG 15%、20% 较 0% 差异不显著, PEG 5%~15% 处理下株高较 0% 增加 9.39%、12.59%、3.73%, PEG 20% 较对 0% 降低了 3.96%。

2.1.2 不同 PEG 浓度对鲜重和干重的影响 不同 PEG 胁迫处理下新疆大叶苜蓿鲜重、干重与 0% 相比均有明显差异($P < 0.05$), 伴随着 PEG 浓度的上升, 苜蓿鲜重和干重呈现出先升后降之势, 在 PEG 10% 的处理下新疆大叶苜蓿鲜重、干重均到达峰值。新疆大叶苜蓿鲜重在 5%、10% 处理下与 0% 差异显著($P < 0.05$), 在 PEG 15% 和 20% 处理下较 0% 差异不显著, PEG 5%~20% 处理下鲜重与 0% 相比较提高了 28%、93%、48.29% 和 9.85% (图 2-A)。干重在 PEG 5%~20% 处理下与 0% 差异显著($P < 0.05$), 在 PEG 5%~20% 处理下较 0% 提高 51.39%、101.80%、60.06%、45.66% (图 2-B)。

2.2 不同 PEG 浓度对生理指标的影响

2.2.1 不同 PEG 浓度对叶绿素含量的影响 随着 PEG 浓度的升高, 新疆大叶苜蓿叶绿素含量表现为减少趋势。处理第 2 天 PEG 5%~20% 叶绿素含量与 0% 相比分别降低 13.39%、13.78%、19.11% 和

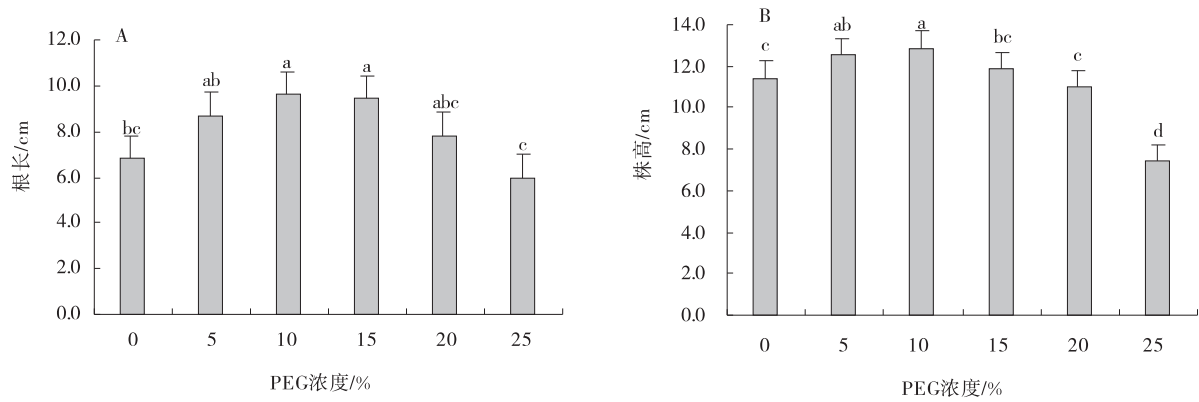


图 1 不同 PEG 浓度对根长、株高的影响

Fig. 1 Effects of different PEG concentrations on root length and plant height

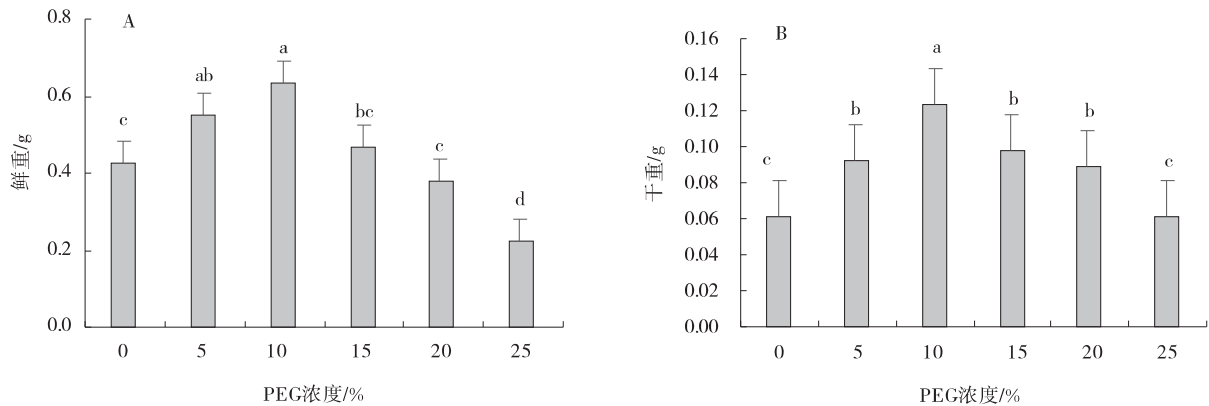


图 2 不同 PEG 浓度对鲜重和干重的影响

Fig. 2 Effects of different PEG concentrations on fresh weight and dry weight

31.57%。PEG 为 15% 和 20% 时叶绿素含量与 0% 相比差异显著 ($P < 0.05$)。第 4 天时,叶绿素含量在 PEG 5%~20% 处理下与 0% 相比分别降低 12.55%、14.17%、24.41% 和 28.94%。第 6 天时,叶绿素含量在 PEG 5%~20% 处理下与 0% 相比分别下降 2.82%、11.85%、21.51% 和 30.02%。处理第 2、4、6 天在 15% 和 20% PEG 胁迫下叶绿素氧含量较 0% 差异达到显著水平 ($P < 0.05$) (图 3)。

2.2.2 不同 PEG 浓度对 MDA 含量的影响 随着 PEG 浓度的升高,新疆大叶苜蓿 MDA 含量呈上升趋势。第 2 天 MDA 含量在 PEG 5%~20% 处理下与 0% 相较增加 20.16%、65.27%、69.97% 和 94.20%。第 4 天,PEG 各处理下 MDA 含量与 0% 相比分别增加 16.97%、48.73%、79.53% 和 85.57%。第 6 天,PEG 各处理 MDA 含量与 0% 相比分别增加 13.85%、40.38%、63.71% 和 93.97%。与 0% 相比,第 2、4 天的 15%、20% 及第 6 天的 5%、10%、15% 和 20% PEG 处理下 MDA 含量有显著差异 ($P < 0.05$) (图 4)。

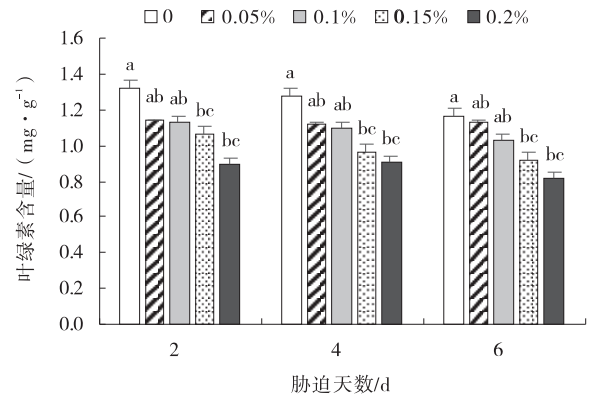


图 3 不同 PEG 浓度对叶绿素含量的影响

Fig. 3 Effects of different PEG concentrations on chlorophyll content

2.2.3 不同 PEG 浓度对脯氨酸含量的影响 在不同时间段 PEG 各浓度胁迫下,新疆大叶苜蓿脯氨酸含量随着浓度增加呈升高趋势。第 2 天,脯氨酸含量在 PEG 5%~20% 处理下较 0% 分别增加 16.5%、119.13%、146.63% 和 72.58%。第 4 天,脯氨酸含量在 PEG 5%~20% 处理下较 0% 分别增加 60.70%、115.42%、220.98% 和 482.84%。第 6 天,脯氨酸含

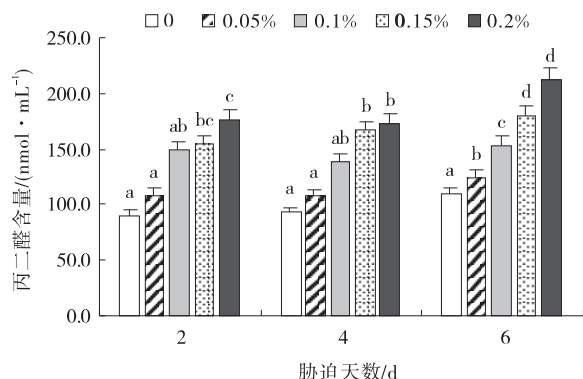


图4 不同PEG浓度对丙二醛含量的影响

Fig. 4 Influence of different PEG concentrations on Malondialdehyde content

量在PEG 5%~20%处理下较0%分别增加58.36%、85.99%、213.65%和400.04%。第2天的15%和20%和第4、6天的5%、10%、15%和20%PEG胁迫下脯氨酸含量与0%相比差异显著($P < 0.05$)(图5)。

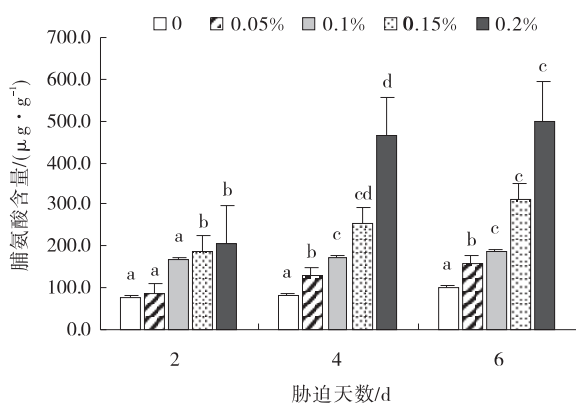


图5 不同PEG浓度对脯氨酸含量的影响

Fig. 5 Influence of different PEG concentrations on proline content

2.2.4 不同PEG浓度对POD活性的影响 随着PEG浓度胁迫的上升,新疆大叶苜蓿POD的活性表现为先升后降之势。不同胁迫时间下在PEG 10%、15%处理下SOD活性达到最大值。第2天POD活性在PEG 5%~20%处理下较0%分别增加1.56、6.52、9.81和1.76倍。处理第4天POD活性PEG 5%~20%处理下较0%分别增加0.84、3.23、2.60、2.43倍。处理第6天POD活性在PEG 5%~20%处理下较0%分别增加0.30、0.43、0.37、0.15倍。第2天PEG 5%~20%,第4天PEG 15%和20% POD活性与0%相比有显著差异($P < 0.05$)。

2.2.5 不同PEG浓度对SOD活性的影响 随着PEG胁迫程度的不断加剧,新疆大叶苜蓿SOD活性

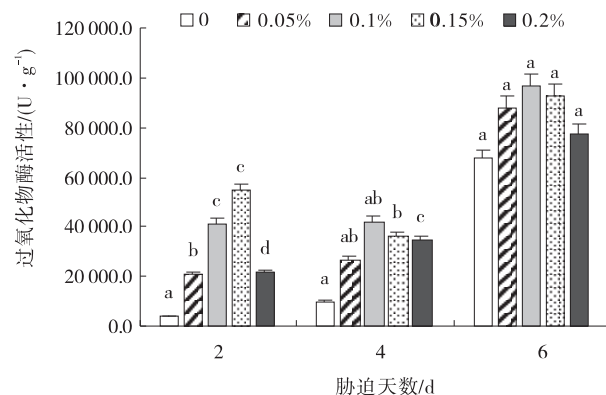


图6 不同PEG浓度对过氧化物酶活性的影响

Fig. 6 Effect of different PEG concentrations on peroxidase activity

表现为先升后降之势。第2天的SOD活性在PEG 5%~20%处理下较0%分别增加0.72、4.5、5.88和4.37倍。第4天SOD活性在PEG 5%~20%处理下较0%分别增加0.26、1.60、1.38、0.52倍。第6天SOD活性在PEG 5%~15%处理下较0%分别增加1.58、3.14、0.29倍,PEG 20%较0%降低了0.59倍。第2、4天在10%、15%和20%以及第6天的20%PEG胁迫程度下SOD活性与0%相比差异显著($P < 0.05$)(图7)。

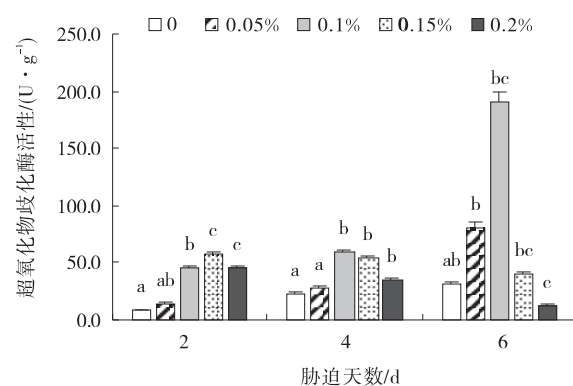


图7 不同PEG浓度对SOD活性的影响

Fig. 7 Effects of different PEG concentrations on superoxide dismutase activity

3 讨论

3.1 不同PEG浓度对形态指标的影响

干旱胁迫下,植物通过形态、生理等方面的多种调节来适应胁迫。株高是反映植株生长发育的重要指标^[11],鲜重和干重可以反映植物的生长速率,根系是植株感受外界干旱胁迫最敏感的部位,在不同的胁迫程度下植株形态指标会产生不同的响应。伍龙梅等^[12]在研究水稻灌浆期发现,土壤含水量低于80%

时,单株根数和总根长显著下降,灌浆期土壤含水量低于70%时根系活力下降,显著抑制根系伸长生长。于思敏等^[13]、韩志顺等^[14]研究表明紫花苜蓿在干旱胁迫下,干重和根长的变化趋势是先升后降,轻度干旱会促进紫花苜蓿的株高生长。本研究也得出了相似的结论,根长和株高均表现出随PEG浓度增加先增长后下降的趋势,且在10%PEG浓度下达到最大值。鲜重和干重的变化趋势也印证了上述观点,当PEG浓度在5%至10%之间可促进新疆大叶苜蓿的生物量积累,而超过这一范围则生物量减少。这与Sairam等^[15]的适度水分胁迫能够增强作物的生物量积累,但胁迫过度则导致生物量显著下降的研究结果一致。

3.2 不同PEG浓度对生理指标的影响

MDA作为植物细胞膜脂质过氧化的产物之一,是反映氧化损伤程度的重要生理指标^[16],脯氨酸是植物体内的渗透调节物质,植物通过增加脯氨酸含量,提高溶质浓度、降低渗透势以抵御逆境胁迫^[17]。张然等^[18]、赵丽丽等^[19]报道干旱胁迫引起草地早熟禾(*Poa pratensis*)及19种高羊茅(*Festuca arundinacea*)种质MDA含量上升;高志强等^[20]发现干旱胁迫下脯氨酸含量在披碱草体内明显增加。本研究表明:随着干旱胁迫处理浓度的升高,苜蓿幼苗丙二醛和脯氨酸含量不断升高。说明了在较高浓度的PEG处理下植物细胞膜受到的损伤加剧,产生了大量的MDA,并与受胁迫的程度呈正比。脯氨酸含量的增加则可能是因为脯氨酸作为渗透保护剂帮助植物适应高渗透压环境,其含量的增加是植物对胁迫响应的一部分。

光合作用是植物体生长发育的物质基础。叶绿素作为植物进行光合作用的主要色素,能够主导植物的光合作用,而干旱胁迫会引起叶绿体光合色素含量降低、内囊体膜稳定性和参与光合作用酶活性的改变,导致光合能力下降和光合作用受阻^[21],叶绿素含量的高低能够反映植物的光合特性和抗旱能力^[22]。张然等^[18]开展11份草地早熟禾叶绿素含量研究,结果表明干旱胁迫导致草地早熟禾幼苗叶片的叶绿素含量均有不同程度的降低。本研究结果显示:随着PEG浓度的增加,叶绿素含量下降,推测原因可能是干旱胁迫影响植物生长发育,导致植物光合色素降解、合成途径受阻,进而影响光合色素含量下降。

大量研究表明,植物受到干旱胁迫时,正常代谢

无法进行,细胞内生成大量活性氧,细胞膜受损严重^[23],植物体内的抗氧化系统开始发挥作用,POD和SOD是植物体内消除活性氧的关键酶,可以维持植物细胞内活性氧生成与抗氧化酶系统的平衡,保护其体内的膜系统^[24]。翟宇宁等^[25]在甜菜苗干旱胁迫研究中发现,干旱胁迫下,甜菜能积累抗氧化酶来清除活性氧,减缓了膜系统过氧化的速度,此时POD、SOD酶活性表现为上升趋势,当PEG浓度持续升高,酶活性则逐渐下降。吕玉茹等^[26]试验结果表明,耐旱型披碱草比干旱敏感型表现出较低的活性氧含量和较高的抗氧化物活性。本研究也得到了相似的结果,随着处理时间和胁迫程度的增加,SOD、POD活性呈现先升高后降低的趋势。同时发现新疆大叶苜蓿在短时间的干旱胁迫下抵御逆境的能力更强。

4 结论

本研究结果表明,PEG胁迫对新疆大叶苜蓿幼苗生长有一定的影响。随着干旱胁迫浓度的升高,新疆大叶苜蓿幼苗的根长、株高、鲜重、干重变化明显,叶绿素含量逐渐降低,MDA和脯氨酸含量不断升高。随着处理时间和胁迫程度的增加,SOD、POD活性呈现先升高后降低的趋势,不同处理时间下各胁迫浓度达到的峰值有所差异,第2天时在15%的PEG处理下酶活性达到最大值,第4、6天在10%处理下酶活性达到最大值,表明新疆大叶苜蓿在短时间的干旱胁迫下抵御逆境的能力较长时间(4、6d)下更强,适度的(低浓度、短时间)干旱对植物的生长具有积极影响,因此,在苜蓿栽培管理中采取合理的灌溉频率更有利于其生长。

参考文献:

- [1] 都润,张思琦,张海文,等. 逆境胁迫下向日葵的耐受机制[J]. 生物技术进展,2022,12(2):205—212.
- [2] 李娇,韩鹏,穆云森,等. 玉米灌浆期干旱胁迫对产量性状及生理生化的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(18):107—110.
- [3] Gupta A, Rico—Medina A, Caño—Delgado A I. The physiology of plant responses to drought [J]. Science, 2020,368(6488):266—269.
- [4] 赵敏,吕世杰,殷国梅,等. 短花针茅叶片水分利用效率对放牧强度的响应及其影响因素[J]. 西北植物学报,2023,

- 43(6):968—978.
- [5] 方精云. 我国草原牧区呼唤新的草业发展模式[J]. 科学通报, 2016, 61(2):137—138.
- [6] 崔国文. 东北草地常见植物图谱[M]. 北京:科学出版社, 2016.
- [7] 耿华珠. 中国苜蓿[M]. 北京:中国农业出版社, 1995.
- [8] 曹宏, 章会玲, 盖琼辉, 等. 22个紫花苜蓿品种的引种试验和生产性能综合评价[J]. 草业学报, 2011, 20(6): 219—229.
- [9] 郭军. 和田地区苜蓿产业发展现状与展望[J]. 草食家畜, 2003(3):53—55.
- [10] 和田地区草原工作站. 新疆(和田)大叶苜蓿简介[J]. 新疆畜牧业, 2003(3):49.
- [11] 王志恒, 魏玉清, 赵延蓉, 等. 基于转录组学比较研究甜高粱幼苗响应干旱和盐胁迫的生理特征[J]. 草业学报, 2022, 31(3):71—84.
- [12] 伍龙梅, 陈德威, 卢李威, 等. 孕穗期和灌浆期水分胁迫及复水对桂两优2号生理及产量的影响[J]. 南方农业学报, 2014, 45(6):955—960.
- [13] 于思敏, 罗永忠, 康芳明, 等. 干旱胁迫对紫花苜蓿生长和叶绿素荧光特性的影响[J]. 草地学报, 2023, 31(6): 1762—1771.
- [14] 韩志顺, 郑敏娜, 梁秀芝, 等. 干旱胁迫对不同紫花苜蓿品种形态特征和生理特性的影响[J]. 中国草地学报, 2020, 42(3):37—43.
- [15] Sairam R K, Srivastava G C. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress[J]. Plant Science, 2002, 162(6):897—904.
- [16] Effect of drought stress on growth parameters, osmolyte contents, antioxidant enzymes and glycyrrhizin synthesis in licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) grown in the field[J]. Phytochemistry. 2018, 156(2):124—134.
- [17] 何永涛, 胡宇, 段慧荣, 等. 披碱草属4个牧草品种苗期抗旱性综合评价[J]. 中国草地学报, 2023, 45(1): 77—87.
- [18] 张然, 李佳缙, 王铭, 等. 11份草地早熟禾种质材料对PEG—6000胁迫的生理响应和耐旱性评价[J]. 草原与草坪, 2021, 41(2):113—121.
- [19] 赵丽丽, 吴佳海, 陈莹, 等. 干旱对高羊茅生理特性的影响及抗旱性评价[J]. 中国草地学报, 2015, 37(4): 15—20.
- [20] 高志强, 乌汉夫, 徐文, 等. 不同耐旱性肥披碱草干旱胁迫下生理响应和转录组学分析[J]. 草地学报, 2024, 录用定稿.
- [21] 牛奎举. 外源5—氨基乙酰丙酸对干旱胁迫下草地早熟禾光合作用的调控机制[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2018.
- [22] 马碧花, 蔺伟虎, 高敏, 等. 干旱胁迫下水杨酸和内生真菌对多年生黑麦草的影响[J]. 草业学报, 2020, 29(1): 135—144.
- [23] 黄承玲, 陈训, 高贵龙. 3种高山杜鹃对持续性干旱的生理响应及抗旱性评价[J]. 林业科学, 2011, 47(6): 48—55.
- [24] 郑清岭, 杨冬艳, 刘建文, 等. 干旱胁迫对沙芥和斧形沙芥幼苗生长及抗氧化系统的影响[J]. 植物生理学报, 2017, 53(4):600—608.
- [25] 翟宇宁, 张广华, 董寅壮, 等. PEG—6000模拟干旱胁迫对甜菜幼苗生长及生理指标的影响[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2023, 40(5):573—580.
- [26] 吕玉茹, 李造哲, 马青枝, 等. 披碱草和野大麦及其杂交新品系苗期抗旱性[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(7): 160—164.

The effects of drought stress on the morphology and physiology of *Medicago sativa* cv. Xinjiangdaye

Aziz ReyHangul^{1,2}, LIANG Wei-wei^{1*}, WANG Yu-xiang², ZHANG Hui-hui¹,
ZHU Hao¹, JIN Sha-sha¹

(1. Grassland Research Institute of Xinjiang Academy of Animal Science, Urumqi 830011, China; 2. College of Grassland Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: 【Objective】 This study aims to investigate the effects of PEG stress at different concentrations on the morphology and physiological indicators of *Medicago sativa* cv. Xinjiangdaye. 【Method】 Using *M. sativa* cv. Xinjiangdaye as the material, different concentrations (0%, 5.0%, 10.0%, 15.0% and 20.0%,) of PEG were used to simulate drought stress conditions, and changes in plant height, root length, fresh weight, dry weight, chlorophyll content, SOD and POD activity were measured under each concentration of stress during the seedling stage. 【Result】 With the increase of drought stress treatment concentration, the root length, plant height, fresh weight, and dry weight of alfalfa changed significantly, and reached their peak at PEG 10% concentration, increasing by 41.21%, 12.59%, 48.29%, and 101.80% respectively compared to the control. The chlorophyll content gradually decreased with the increase of stress concentration, while the malondialdehyde and proline content showed a continuous increase. Under 2, 4, and 6 d PEG20% treatment, the chlorophyll content decreased by 31.57%, 28.94%, and 30.02% compared to the control, while the malondialdehyde and proline content increased by 94.20%, 85.57%, 93.97%, 172.58%, 482.84%, and 400.04% compared to the control under 2, 4, and 6 d PEG20% treatment. The activities of SOD and POD showed a trend of first increasing and then decreasing with the increase of stress concentration and treatment time. The peak values reached at different stress concentrations varied at different treatment times. The enzyme activity reached its maximum value at 15% PEG treatment on day 2, and at 10% treatment on days 4 and 6. 【Conclusion】 The results showed that *M. sativa* cv. Xinjiangdaye have a stronger ability to resist drought stress in the short term than in the long term. Moderate (low concentration, short duration) drought has a positive impact on plant growth. Therefore, adopting a reasonable irrigation frequency in alfalfa cultivation and management is more conducive to its growth.

Key words: drought stress; *Medicago sativa* cv. Xinjiangdaye; morphological index; physiological index; seedling stage

(责任编辑:康宇坤)