

科尔沁沙地少花蒺藜草不同生育时期生理适应性的研究

马金宝¹, 张永莉¹, 田迅², 周立业¹

(1. 内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古 通辽 028000; 2. 内蒙古民族大学 生命科学与食品学院, 内蒙古 通辽 028000)

摘要:为探究不同生育时期入侵植物少花蒺藜草(*Cenchrus pauciflorus*)在科尔沁沙地的生理适应性特性,采用随机取样法在自然条件下采集各生育时期少花蒺藜草茎叶及根,测定生理指标。结果表明:各生育时期少花蒺藜草生理指标含量明显不同,与其他生育期相比,苗期植株的相对电导率(REC)、可溶性蛋白(SP)、脯氨酸(Pro)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)含量及酶活性都达到最大;分蘖期,植株的REC、SP、Pro、CAT及POD的含量和酶活性较苗期呈下降趋势,Pro含量最低,为0.039 mg/g,REC达到最大,为241.32 U/(g·h);开花期,植株的SP含量、POD活性最小,分别为3.57 mg/g、2145 U/mg,SOD活性达到最大,为394.31 U/g;可溶性糖(SS)和丙二醛(MDA)含量在全生育时期变化不明显。

关键词:少花蒺藜草;适应性;生理指标;田间含水量

中图分类号:S459;Q944 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)06-0052-07

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2020.06.008

生态环境对植物的长期作用影响了植物的生理特性,使植物形成了适应当地环境的生理调节特征^[1]。在干旱地区,水分是限制植物生长的主要环境因子,植物对于干旱环境的适应性是形态结构、生理和生化等多方面综合的结果^[2]。地处我国北方半干旱农牧交错带东南端的科尔沁沙地,是全球变化响应的极端敏感区,自然环境变化频繁,降水量少且降水的季节间及年际分布不均匀,也是沙漠化最为严重的地区之一^[3]。少花蒺藜草为一年生草本植物,广泛生长于科尔沁沙地,是一种恶性入侵杂草,自1983年在科尔沁沙地出现以来,由点向面迅速蔓延,侵占了许多草地、农田,危害面

积由21世纪初的2万hm²扩大到目前的82.6万hm²^[4]。少花蒺藜草在科尔沁沙地通过调整生物构件如降低分株高度,减少穗生物量,从而快速完成生活史来适应当地环境条件^[5],但其耐旱生理机制尚不明确。本试验针对自然条件下不同生育时期少花蒺藜草的生理特征进行研究,分析其变化规律及响应机制,为遏制少花蒺藜草的传播提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

研究地位于内蒙古民族大学科技示范园区(N 43°19′~43°55′,E 120°55′~122°55′)。试验地四季分明,属于温带大陆性气候,年平均气温6.1℃,日照数3113h,年平均降水量385.1mm,春秋降水量占年降水量的13%~16%。年平均无霜期150d,年平均风速3.6m/s。研究样地土壤为沙壤土,该区植物种类主要有少花蒺藜草、狗尾草(*Setaria viridis*)、虎尾草(*Chloris virgata*)、羊草(*Leymus chinensis*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、野艾蒿(*Artemisia lavandulaefo-*

收稿日期:2020-01-20; **修回日期:**2020-03-16

基金项目:国家自然科学基金(替代牧草对少花蒺藜草生态竞争效应及机制31460634)

作者简介:马金宝(1996-),男,内蒙古自治区赤峰市人,硕士研究生。

E-mail:674571769@qq.com

周立业为通讯作者。

E-mail:toni2002@126.com

lia)、蒺藜 (*Tribulus terrestris*)、沙蓬 (*Agriophyllum squarrosum*) 等。

1.2 采样时间和采样方法

采样时间分别为 2018 年 6 月 11 日(苗期)、7 月 1 日(分蘖期)、8 月 1 日(开花结果期),随机选取具有代表性的少花蒺藜草样地 5 块,每个样地按 S 形取 5 个样点,采样时,将少花蒺藜草连根挖起,清除根部土壤,放入保鲜盒内标记好带回实验室测定。用土钻法取根部周围的新鲜土样,刮去土钻中的上部浮土,取土钻中部的土壤约 20 g,捏碎后迅速装入已知准确质量的铝盒,盖紧后装入保鲜盒,带回室内,将铝盒外表擦拭干净,测定水分^[6]。

1.3 测定指标及方法

测定方法参考邹琦《植物生理学实验指导》^[7]。可溶性糖(SS)含量采用蒽酮法,可溶性蛋白(SP)含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法,脯氨酸(Pro)含量使用酸性茚三酮染色法,丙二醛(MDA)含量使用硫代巴比妥酸法,超氧化物歧化酶(SOD)活性使用氮蓝四唑(NBT)法,过氧化氢酶(CAT)活性使用紫外吸收法,过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚显色法,根系活力(Root Vigor)采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法,每个指标的测定重复 3 次。采用烘干法测定土壤含水量^[6]。

土壤含水量 = (烘干前铝盒及土样质量 - 烘干后铝盒及土样质量) / (烘干后铝盒及土样质量 - 烘干空铝盒质量) × 100%

1.4 数据处理

用 Microsoft Office Excel 2007 进行作图,用 DPS 数据处理系统进行数据统计并作差异显著性检验,显著度水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 试验地气温及月平均降水量

试验地气温从 2018 年 1 月初平均最低温 -18℃ 上升至 5 月末平均最高温 23℃,少花蒺藜草种子 5 月 25 日左右开始萌动。6 月上旬平均最低气温为 16℃,7 月中旬平均最高温为 30℃,6 月初少花蒺藜草陆续出苗,随着气温的逐渐升高,到 7 月初少花蒺藜草开始快速生长,进入分蘖旺盛期(图 1)。从 8 月至 12 月气温由平均最高温 27℃ 到平均最低温 -15℃,少花蒺藜

草于 7 月末 8 月初开花结穗,10 月中旬初霜期后停止发育。从多年的月平均降水量看,试验地降水量集中在 6、7 和 8 月,其中 7 月的降水量最高(图 2)。

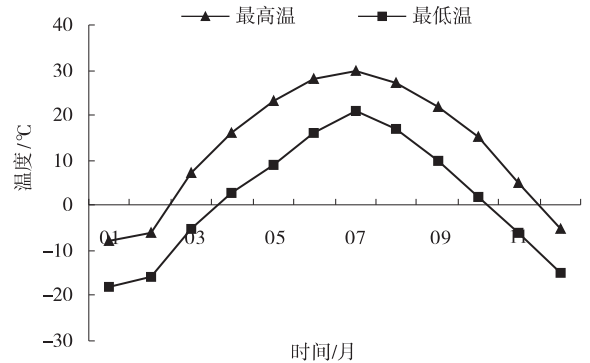


图 1 2018 年通辽市平均最高和平均最低气温
Fig. 1 Variation of average maximum and mean minimum temperature in Tongliao City in 2018

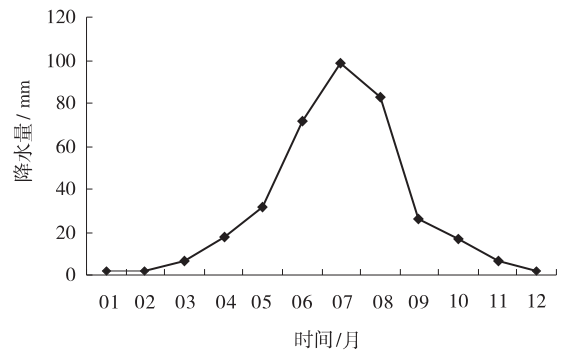


图 2 科尔沁沙地 1980~2015 年月平均降水量
Fig. 2 Variation of monthly average precipitation in Horqin sandy land from 1980 to 2015

2.2 不同生育时期田间含水量的变化

少花蒺藜草在不同生育时期田间含水量有明显的差异(表 1)。苗期,田间含水量最低;分蘖期,由于降水量的增加,田间含水量呈上升趋势;开花结果期,随着气温的升高土壤蒸发量逐渐增大,田间土壤含水量占田间最大持水量百分比呈下降趋势。

2.3 不同生育时期少花蒺藜草相对电导率的变化

苗期,植株茎叶的相对电导率最高,为 40.73%,苗期与分蘖期和开花期相对电导率差异显著($P < 0.05$),分蘖期与开花结果期相对电导率无显著差异($P > 0.05$),分别为 29.40%、29.25%(图 3)。

2.4 不同生育时期少花蒺藜草根系活力变化

少花蒺藜草分蘖期根系活力最强,达到(241.32 ± 21.46) $\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$,其次为苗期,开花期根系活力最

表 1 不同生育时期少花蒺藜草生地田间含水量的变化

Table 1 Comparison of temperature and water content of *Tribulus terrestris* in different growth stages

生育时期	时间/月	温度/℃		土壤含水量%	土壤含水量占土壤最大持水量百分比/%
		平均最低温	平均最高温		
苗期	06	16	28	2.62±1.03	14.4
分蘖期	07	21	30	5.18±0.76	28.8
开花期	08	17	27	3.61±0.31	20.0

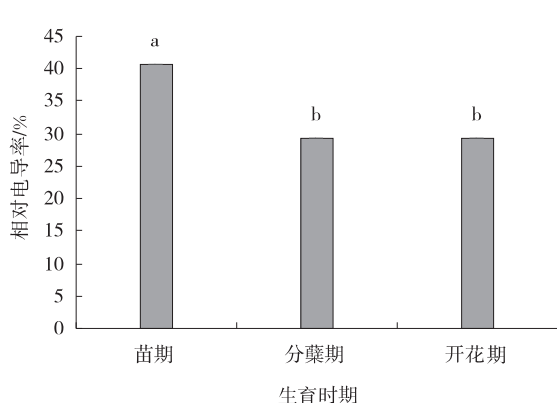


图 3 不同生育时期的少花蒺藜草相对电导率

Fig. 3 Changes of relative conductivity of *C. pauciflorus* in different growth stages

注:不同小写字母表示差异显著, $P < 0.05$, 下同。苗期和开花期根系活力无显著差异 ($P > 0.05$), 分蘖期相对苗期和开花期差异显著 ($P < 0.05$) (图 4)。

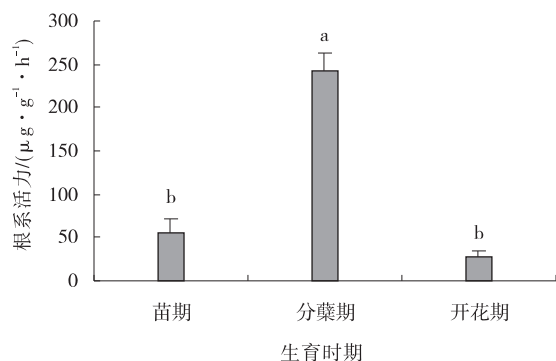


图 4 不同生育时期少花蒺藜草的根系活力

Fig. 4 Changes in the vigor of root system of *C. pauciflorus* in different growth stages

2.5 不同生育时期少花蒺藜草可溶性糖含量的变化

少花蒺藜草可溶性糖含量在开花期最低(图 5), 为 (7.71 ± 0.55) mg/g; 苗期含量次之, 达到 (8.13 ± 1.76) mg/g; 分蘖期含量最高, 达到 (8.14 ± 1.02) mg/g。它们之间无显著差异 ($P > 0.05$)。

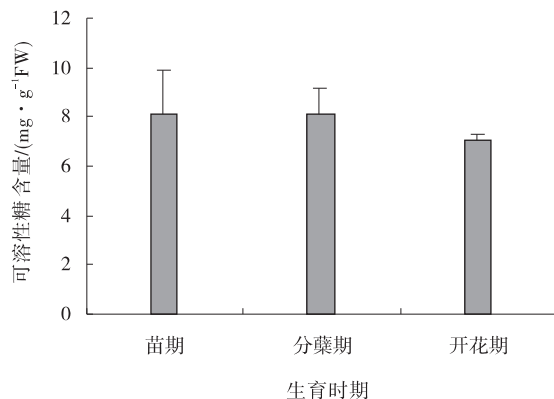


图 5 不同生育时期少花蒺藜草可溶性糖的含量

Fig. 5 Changes of soluble sugar content in *C. pauciflorus* in different growth stages

2.6 不同生育时期少花蒺藜草可溶性蛋白含量的变化

可溶性蛋白是植物细胞内的保护性物质, 它能有效调节植物细胞的原生质代谢水平。随着少花蒺藜草的生长可溶性蛋白含量逐渐降低(图 6)。可溶性蛋白苗期含量最高, 为 (9.67 ± 1.89) mg/g, 其次为分蘖期, 为 (8.07 ± 0.59) mg/g, 开花期含量最低, 仅为 (3.57 ± 1.99) mg/g。方差分析结果表明, 苗期和分蘖期可溶性蛋白含量无显著差异 ($P > 0.05$), 苗期和分

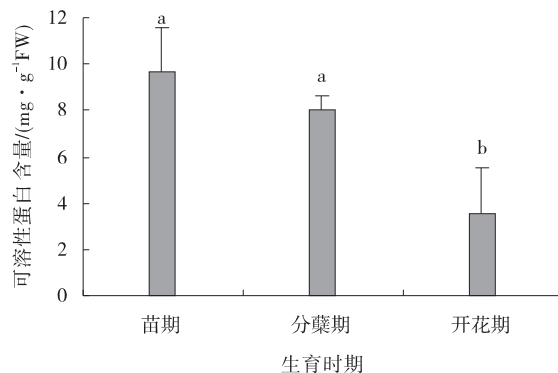


图 6 不同生育时期少花蒺藜草可溶性蛋白的含量

Fig. 6 The content of soluble protein in the grass of *C. pauciflorus* and the grass in different growth stages

蘗期与开花期差异显著($P < 0.05$)。

2.7 不同生育时期少花蒺藜草脯氨酸含量的变化

在一个生长期内脯氨酸含量随着植株的生长呈先下降再上升的趋势(图 7), 苗期脯氨酸含量最高, 达到 (0.12 ± 0.01) mg/g, 其次为开花期, 含量为 (0.09 ± 0.01) mg/g, 分蘗期含量最低, 为 (0.04 ± 0.01) mg/g。不同生育时期差异显著($P < 0.05$)。

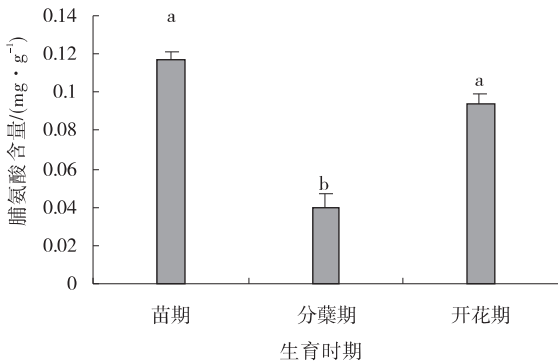


图 7 不同生育时期少花蒺藜草脯氨酸的含量

Fig. 7 Changes of proline content in *C. pauciflorus* in different growth stages

2.8 不同生育时期少花蒺藜草丙二醛含量的变化

丙二醛是植物膜脂氧化的最终产物, 其含量的多少能反映膜的受损程度。方差分析表明, 不同生育时期少花蒺藜草丙二醛含量无显著差异($P > 0.05$)。苗期含量为 (4.86 ± 0.11) μ mol/g, 分蘗期含量最低, 为 (4.67 ± 1.04) μ mol/g, 开花期含量为 (4.83 ± 0.39) μ mol/g(图 8)。

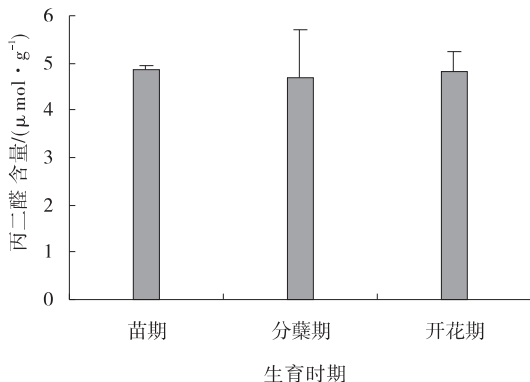


图 8 不同生育时期少花蒺藜草丙二醛的含量

Fig. 8 Changes of malondialdehyde content in *C. pauciflorus* in different growth stages

2.9 不同生育时期少花蒺藜草抗氧化酶活性的变化

2.9.1 植株体内过氧化物酶含量的变化 POD 酶活

性随植株生长呈逐渐下降的趋势, 苗期含量最高, 为 $(10\ 800 \pm 1\ 306.11)$ U/mg, 分蘗期次之, 为 $(3\ 420 \pm 1\ 973.87)$ U/mg, 开花期最低, 为 $(2\ 145 \pm 1\ 145.95)$ U/mg(图 9)。分蘗期 POD 酶活性快速下降, 苗期与分蘗期差异显著($P < 0.05$), 开花期酶活性虽继续下降但与分蘗期相比显著不差异($P > 0.05$)。

2.9.2 植株体内过氧化氢酶含量的变化 CAT 含量

呈 S 型变化趋势且苗期活性最高 ((11.19 ± 2.16) U/g)(图 10), 分蘗期最低 ((3.19 ± 1.05) U/g), 开花期活性较分蘗期高, 为 (4.44 ± 1.02) U/g。苗期与分蘗期及开花期差异显著($P < 0.05$)。

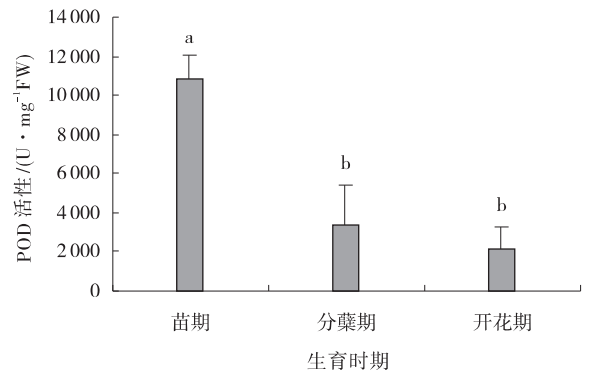


图 9 不同生育时期少花蒺藜草 POD 酶活性

Fig. 9 Changes of POD enzyme activity in *C. pauciflorus* in different growth stages

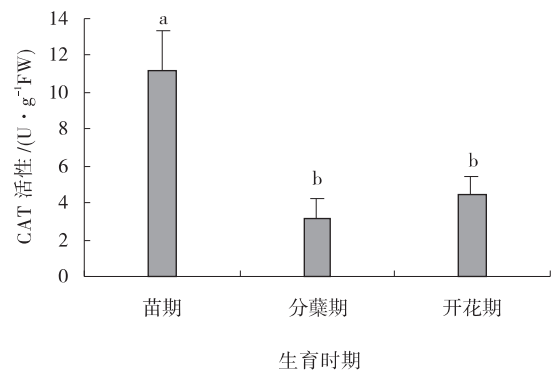


图 10 不同生育时期少花蒺藜草的 CAT 活性

Fig. 10 Changes of CAT enzyme activity in *C. pauciflorus* in different growth stages

2.9.3 植株体内超氧化物歧化酶活性的变化 SOD

是植物体内清除活性氧自由基的保护酶, 能使植物承受在一定范围内的生境胁迫, 免受自由基的损伤。SOD 酶活性苗期和分蘗期与开花期差异显著($P < 0.05$), 苗期和分蘗期无显著差异($P > 0.05$)。随着植

株的生长 SOD 酶活性呈上升趋势,开花期含量最高,为(394.31±1.22)U/g,苗期活性最低,为(174.44±26.41)U/g(图 11)。

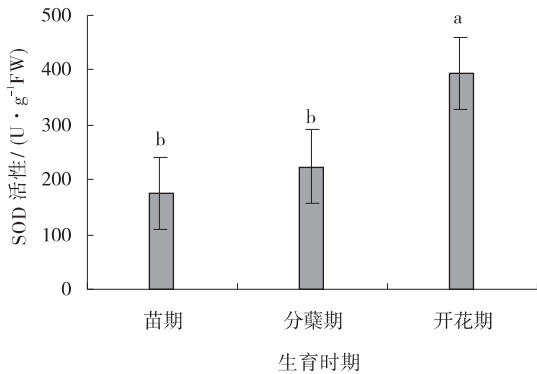


图 11 不同生育时期少花蒺藜草的 SOD 活性

Fig. 11 Changes of SOD enzyme activity in *C. pauciflorus* in different growth stages

3 讨论

水分是植物生长发育过程中最为关键的因素^[8-9]。科尔沁沙地是荒漠化相对严重的地区之一,该地区常年干旱少雨且夏季温度高。本研究中,不同生育时期少花蒺藜草生境地中土壤田间含水量占田间最大持水量最高仅为 28.8%,说明研究地土壤持水能力极低。野外观察发现,处在干旱环境中的少花蒺藜草通过调节生物构件来适应恶劣的生存环境。

植物在干旱胁迫条件下,植物细胞质外渗严重,电导率上升。因此通过测定植物相对电导率的变化,可判断植物受损伤的程度和抗性的大小^[10]。本研究中,REC 在苗期(一般在 6 月 10 日左右)含量最高,在分蘖期、开花期含量逐渐下降,这是由于少花蒺藜草在苗期土壤含水量较低,植物遭受到干旱胁迫,导致相对电导率上升。这与周鑫胜等^[11]的研究一致。根系活力是根系重要的生理指标,对植物生长发育起着关键性作用^[12]。试验中少花蒺藜草在分蘖期根系活力最强,这个时期研究地雨水相对充足,植株生长旺盛,根系分布广,田间含水量相对较高,少花蒺藜草根系能快速利用水分,所以根系活力相较于其他生育时期较强。

渗透调节物质含量的增加是植物对逆境胁迫的重要生理反映^[13]。它是通过产生渗透调节物质来维持植物细胞内外的渗透平衡^[14]。本研究中,随着田间含水量的降低,少花蒺藜草 SP 的含量逐渐下降,Pro 含

量在苗期含量最高,随后在分蘖期和开花结实期呈先降低后升高的趋势,SS 的含量在 3 个生育时期没有显著性的变化,说明少花蒺藜草在干旱胁迫时主要依靠 SP 及 Pro 的含量来调节自己的细胞膜透性,从而来抵抗干旱胁迫,这与种培芳、李航逸等^[15]在红砂上的研究一致。MDA 是反映植株受损伤程度的重要指标,它的浓度与植物抗旱性密切相关,植株的受损伤程度越大,MDA 含量越高,植株的抗旱能力越差^[16-17]。在本试验中,MDA 在各生育时期含量未见明显变化,表明少花蒺藜草对科尔沁沙地干旱的环境产生一定的适应能力。

在荒漠地区,植物为了应对干旱和高温产生了许多的活性氧(ROS),其中像 SOD、POD、CAT 等抗氧化酶就是植物为了应对逆境下的氧化损伤,所产生的防御物质^[18]。已有的研究表明,植物的抗性以及对环境的适应与抗氧化酶系统的活性密切相关^[19-22],而抗氧化酶系统是植物在逆境条件下生存的重要生理基础,在植物应对干旱胁迫时,通过抗氧化酶系统来维持细胞稳态^[23-26]。本试验中 POD、CAT 活性均在苗期达到最高,到了分蘖期随着降水量的逐渐增加,两种酶的活性逐渐下降,两种酶活性的变化表明少花蒺藜草在苗期受到干旱胁迫,且在面对干旱环境时,POD 酶和 CAT 酶有着协同作用,这与何建社等^[27]在一些典型灌木上的研究结果一致。在开花期,降水量减少,田间含水量下降,此时 SOD 活性上升,表明少花蒺藜草在不同生育时期,会启用不同的抗氧化酶协同来抵抗干旱胁迫,这与胡小英^[28]在苍耳上的研究结果一致。

4 结论

少花蒺藜草在不同的生育时期会启用不同的抗氧化酶机制来抵抗干旱胁迫。苗期,少花蒺藜草主要是通过 POD 和 CAT 协同调节,从而清除体内活性氧;分蘖期主要依靠强烈的根系活力来维持其旺盛的生长;开花结实期,主要是通过 SOD 酶活性的提高来保护细胞膜的稳定性。综上,少花蒺藜草在科尔沁沙地主要是通过渗透调节物质含量及抗氧化酶活性的变化来协同维持自身生活力,进而适应当地干旱的自然气候条件。

参考文献:

- [1] 周紫鹃,苏培玺,解婷婷,等. 不同生境下红砂(*Reaumuria soongorica*)的生理生化特征及适应性[J]. 中国沙漠,

- 2014,34(4):1007-1014.
- [2] 郑锦秀,姜辉,王永翠,等. 陆地棉亚鸡脚叶种质耐干旱胁迫研究[J/OL]. 分子植物育种,1-12[2020-01-15].
- [3] 蒋德明,刘志民,寇振武. 科尔沁沙地荒漠化及生态恢复研究展望[J]. 应用生态学报,2002,12(12):1695-1698.
- [4] 周立业,汪丽萍,刘庭玉. 科尔沁沙地人工固沙林群落中少花蒺藜草种群动态及群落多样性研究[J]. 草地学报,2013,21(1):87-91.
- [5] 张志新,田迅. 干旱和灌溉条件下少花蒺藜草分株生物量分配特征[J]. 草业科学,2011,28(2):185-188.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [8] 周欣,左小安,赵学勇,等. 科尔沁沙地中南部34种植物叶功能性状及其相互关系[J]. 中国沙漠,2015,35(6):1489-1495.
- [9] 余绍文,孙自永,周爱国,等. 用D、¹⁸O同位素确定黑河中游戈壁地区植物水分来源[J]. 中国沙漠,2012,32(3):717-723.
- [10] 赵峰,张建旗,程晓月,等. 干旱胁迫对6种湿地植物生理特性的影响[J]. 草原与草坪,2019,39(5):96-101.
- [11] 周鑫胜,崔佳,司家屹,等. 百里香对干旱胁迫的形态及生理响应[J]. 草原与草坪,2020,40(4):88-96.
- [12] 韩丛蔚,徐程扬,张青. PP333和TIBA对大叶黄杨根系形态及根系活力的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2018,38(7):5-8.
- [13] 朱慧森,王保平,董晓燕,等. 干旱及复水对山西野生草地早熟禾幼苗生长与生理特性的影响[J]. 草业学报,2015,24(7):79-88.
- [14] Yanli Du, Qiang Zhao, Liru Chen, *et al.* Effect of drought stress on sugar metabolism in leaves and roots of soybean seedlings[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2020,146:1-12
- [15] 种培芳,李航逸,李毅. 荒漠植物红砂根系对干旱胁迫的生理响应[J]. 草业学报,2015,24(1):72-80.
- [16] 王鹏. 遮荫与干旱胁迫对疏花蒺藜草生理指标和光合特性影响的研究[D]. 沈阳:辽宁大学,2015.
- [17] 姜野. 干旱胁迫和氮素添加对不同土壤基质少花蒺藜草生理生态特性的影响[D]. 沈阳:辽宁大学,2017.
- [18] 孙国荣,彭永臻,阎秀峰,等. 干旱胁迫对白桦实生苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 林业科学,2003,39(1):165-167.
- [19] 陈拓,冯虎元,徐世建,等. 荒漠植物叶片碳同位素组成及其水分利用效率[J]. 中国沙漠,2002,22(3):87-90.
- [20] Drought Tolerance of Soybean (*Glycine max* L. Merr.) by Improved Photosynthetic Characteristics and an Efficient Antioxidant Enzyme Activities Under a Split-Root System[J]. Frontiers in Physiology,2019,10:786.
- [21] 尚明媚,曹允馨,王刚,等. 干旱胁迫下多年生黑麦草对污泥处理的生理生化响应[J]. 草原与草坪,2018,38(2):25-32.
- [22] Athos Poli Rigui, Vict ria Carvalho, Andr Luiz Wendt dos Santos, *et al.* Fructan and antioxidant metabolisms in plants of *Lolium perenne* under drought are modulated by exogenous nitric oxide[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2019,145:205-215.
- [23] Foyer C H, Noctor G. Oxidant and antioxidant signalling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context[J]. Plant, Cell and Environment, 2005,28:1058-2071.
- [24] 马成仓,高玉葆,李清芳,等. 内蒙古高原锦鸡儿属植物的形态和生理生态适应性[J]. 生态学报,2011,31(21):6451-6459.
- [25] 张贝贝,樊佳茹,王景荣,等. 模拟盐渍化对甜瓜种子萌发和幼苗生理特性的影响[J/OL]. 热带作物学报:1-8 [2020-01-15].
- [26] 吕娥娥,周向睿,周志宇,等. 荒漠灌木蒙古岩黄芪对干旱胁迫的生理响应[J]. 草业学报,2016,25(6):42-50.
- [27] 何建社,张利,刘千里,等. 岷江干旱河谷区典型灌木对干旱胁迫的生理生化响应[J]. 生态学报,2018,38(7):2362-2371.
- [28] 胡小英. 入侵植物意大利苍耳对干旱胁迫的形态及生理响应[D]. 沈阳:沈阳大学,2018.

ter and alkali-hydrolyzable nitrogen in alfalfa soil and decrease the pH value of soil. In this study, when the amount of nitrogen application was 51.75 kg/hm² and 103.5 kg/hm², the contents of organic matter and alkali-hydrolyzable nitrogen in alfalfa soil were the highest, which was 15.7 g/kg, 17.89 g/kg and 41.8 mg/kg, 65.2 mg/kg in two years, respectively, and the number of soil microorganisms (bacteria, fungi and actinomycetes) in alfalfa soil was the highest. Soil total nitrogen, alkali-hydrolyzable nitrogen, organic matter, and pH value were positively correlated with the number of fungi, bacteria, and actinomycetes, and soil organic matter showed an extremely significant positive correlation with fungi and bacteria ($P < 0.01$), a significant positive correlation with actinomycetes ($P < 0.05$), and PH was significantly positively correlated with actinomycetes ($P < 0.05$). Therefore, when the amount of nitrogen application is 51.75 kg/hm² and 103.5 kg/hm², it can effectively improve the physical and chemical properties of soil and increase the number of soil microorganisms.

Key words: nitrogen application; alfalfa; soil microbial quantity; soil nutrients; correlation

(上接 57 页)

Studies on physiological adaptability of *Cenchrus pauciflorus* in different growth periods of Horqin sandy land

MA Jin-bao¹, ZHANG Yong-li¹, TIAN Xun², ZHOU li-ye

(1. College of Agriculture, Inner Mongolia University for nationalities, 2. College of Life science and Food of Inner Mongolia University for nationalities, Inner Mongolia Tongliao 028000)

Abstract: To explore the physiological adaptation characteristics of field sandbur (*Cenchrus pauciflorus* Benth), an invasive plant at different fertility stages, in Horqin sandy land, in this study, the stems, leaves and roots of field sandbur were collected under natural conditions by random sampling method, and the physiological indexes were measured. The results showed that the physiological indexes of field sandbur were different in each growth stage. Compared with other growth stages, the relative electrical conductivity (REC), soluble Protein (SP), Proline (Pro), peroxidase (POD), catalase (CAT), and enzyme activity of seedling plants reach the maximum; At the tillering stage, the content of REC, SP, Pro, CAT and POD and enzyme activity of the plant decreased, the content of Pro was the lowest (0.039 mg/g), and the REC reached the maximum (241.32 U/(g·h)); at flowering stage, SP content and POD activity were the lowest, which were 3.57 mg/gFW and 2145 U/mgFW respectively, and SOD activity was the highest, which was 394.31 U/gFW; the content of soluble sugar (SS) and malondialdehyde (MDA) did not change significantly in the whole growth period. To sum up, field sandbur initiated different physiological mechanisms to adapt to the external environment in different reproductive periods.

Key words: field sandbur; plasticity; physiological index; field moisture capacity