

水分胁迫对 4 种绢蒿属植物生理特性的影响

高 露, 贺学礼*

(河北大学 生命科学学院, 河北 保定 071002)

摘要: 在土培条件下, 研究水分胁迫对沙漠绢蒿 (*Seriphidium santolinum*)、伊犁绢蒿 (*S. transiliense*)、针裂叶绢蒿 (*S. sublessingianum*) 和民勤绢蒿 (*S. minchünense*) 4 种绢蒿属植物生理特性的影响, 并对 4 种绢蒿属植物进行抗旱性综合评价。结果表明, 在水分胁迫下, 伊犁绢蒿和针裂叶绢蒿叶片相对含水量显著降低; 丙二醛、脯氨酸和可溶性糖含量均随胁迫程度的加强呈上升趋势, 丙二醛和脯氨酸含量增加幅度较大的为针裂叶绢蒿和伊犁绢蒿, 增加幅度较小的为沙漠绢蒿和民勤绢蒿; 沙漠绢蒿和伊犁绢蒿根系活力呈先升高后降低的趋势; 沙漠绢蒿和民勤绢蒿根冠比显著升高。模糊数学隶属函数法综合评价结果表明, 4 种绢蒿属植物抗旱性由强到弱为: 民勤绢蒿 > 沙漠绢蒿 > 伊犁绢蒿 > 针裂叶绢蒿。

关键词: 水分胁迫; 绢蒿属植物; 抗旱性; 隶属函数法

中图分类号: Q949.783.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2009)11-0097-04

Effects of Water Stress on Physiological Characteristics of Four *Seriphidium* (Bess.) Poljak. Species

GAO Lu, HE Xue-li*

(College of Life Science, Hebei University, Baoding 071002, China)

Abstract: Four species of *Seriphidium* (Bess.) Poljak. (*Seriphidium santolinum*, *S. transiliense*, *S. sublessingianum* and *S. minchünense*) were planted in pot under the condition of water stress, and the drought resistance of different *Seriphidium* (Bess.) Poljak. species were comprehensively evaluated. The relative leaf water content of *S. transiliense* and *S. sublessingianum* were significantly reduced. Of all the four species, the MDA, proline and soluble sugar content increased with the increasing of drought stress. For both *S. sublessingianum* and *S. transiliense*, MDA and proline content increased more than others. Root vigor of *S. santolinum* and *S. transiliense* were present a “high—low” tendency. Root/canopy ratio of *S. santolinum* and *S. sublessingianum* increased significantly. The water resistances comprehensively evaluated by subordinative function method, and the drought-resistant capability of the four species was ordered by *S. minchünense* > *S. santolinum* > *S. transiliense* > *S. sublessingianum*.

Key words: Water stress; *Seriphidium* (Bess.) Poljak.; Drought resistance; Subordinative function method

干旱是一个世界性问题, 在干旱、半干旱地区, 水资源严重缺乏, 不仅限制了农牧业发展, 生态环境也遭严重破坏。因此, 选育抗旱性强且品质优良的植物资源对于干旱环境植被恢复和生态建设具有重要意义。

绢蒿属 [*Seriphidium* (Bess.) Poljak.] 植物为多年生草本或半灌木状, 多具浓烈香味, 主要分布于前苏联中亚及我国西北干旱地区。该属植物具有耐旱、抗寒、抗盐碱等特性, 枝叶繁茂, 生长迅速, 植物营养丰富, 适

收稿日期: 2009-05-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(30470133)

作者简介: 高 露(1983-), 女, 山东济南人, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物生理生态。

通讯作者: 贺学礼(1963-), 男, 陕西蒲城人, 教授, 博士生导师, 主要从事生物多样性及生理生态学研究。

E-mail: xuelh1256@yahoo.com.cn

口性好,在越冬期间尚含较多蛋白质,且冬季地上茎仍保存良好,这对家畜冬季采食具有重要意义;有些种类是我国西北荒漠草原的建群种,并对植被地带性分布有指示作用^[1]。目前,对绢蒿属植物的研究主要集中在形态学、系统学和化学成分等方面^[2~4],对于干旱环境中绢蒿属植物生长和生理代谢活动研究尚未见报道。本试验以 4 种绢蒿属植物为材料,研究了不同水分条件下 4 种绢蒿属植物的生长和生理特性,以便为充分利用该属植物资源提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料与试验设计

沙漠绢蒿 (*Seriphidium santolinum*)、伊犁绢蒿 (*S. transiliense*)、针裂叶绢蒿 (*S. sublessingianum*) 和民勤绢蒿 (*S. minchinense*) 种子采自野外自然生长的植株。盆栽试验在河北大学玻璃温室进行,培养基质选用农田土壤,过筛后按沙:土=1:1 比例装入有孔塑料盆(21.5cm×16.0cm×20.5cm),每盆装土 3kg,同时,每千克土加 P₂O₅100mg、N 150mg 和 K 150mg,土壤理化性质为:有机质 17.573 g/kg、碱解氮 54.60mg/kg、速效磷 12.64mg/kg、pH8.00。2008 年 3 月 15 日播种,待幼苗长出 2~3 片叶时定植,每盆 2 株。3 个月培养后进行水分处理,试验设 3 个土壤含水量,即田间持水量的 70% (对照)、50% (中度胁迫) 和 30% (重度胁迫),每个处理 3 次重复,含水量用称重法控制。处理 150d 后收获测定相关指标。

1.2 测定项目与方法

可溶性糖用蒽酮法测定,脯氨酸采用茚三酮比

色法^[5]测定;丙二醛(MDA)用硫代巴比妥酸比色法测定,根系活力用 TTC 法^[6]测定。土壤有机质用重铬酸钾硫酸外加热法测定;有效氮用碱解扩散法测定;有效磷用 Olsen 法^[7]测定。

1.3 种间抗旱性综合评定

采用模糊数学隶属函数法^[8]进行种间综合评定。采用公式(1)和(2)分别计算与抗旱性呈正相关和负相关的指标具体隶属函数值:(1) $R(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$; (2) $R(X_i) = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$,式中 X_i 为指标测定值, X_{min} 、 X_{max} 为所有参试材料某一指标的最小值和最大值。将抗旱隶属函数值进行累加,并求其平均值。

1.4 数据处理

用 SPSS 13.0 统计软件进行数据统计及方差分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫下 4 种绢蒿属植物叶片相对含水量

试验结果表明(表 1),正常水分条件下,沙漠绢蒿和针裂叶绢蒿相对含水量显著高于伊犁绢蒿和民勤绢蒿;中度胁迫下,沙漠绢蒿、针裂叶绢蒿和民勤绢蒿相对含水量显著高于伊犁绢蒿;重度胁迫下,沙漠绢蒿和针裂叶绢蒿相对含水量显著高于民勤绢蒿和伊犁绢蒿,伊犁绢蒿相对含水量最低。不同水分条件下,沙漠绢蒿和民勤绢蒿相对含水量无显著变化;针裂叶绢蒿相对含水量在正常水分条件下为最大,中度和中度胁迫下无显著变化;伊犁绢蒿在重度胁迫下相对含水量最低,正常水分和重度胁迫下无显著变化。

表 1 水分胁迫对 4 种绢蒿植物相关指标的影响

种名	土壤含水量处理 (%)	叶片相对含水量 (%)	丙二醛 ($\mu\text{mol/g}$)	根系活力 [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$]	根冠比 (%)
沙漠绢蒿 (<i>S. santolinum</i>)	70	76.25aA	14.55aB	563.75bB	15.96bB
	50	70.59aA	14.75bB	712.50aA	20.73bA
	30	69.27aA	16.02cA	527.50aB	21.69cA
伊犁绢蒿 (<i>S. transiliense</i>)	70	66.31bA	15.72aB	162.50dA	35.14aA
	50	62.58bA	16.09bB	202.50dA	51.24aA
	30	57.84cB	22.71bA	135.00cB	63.87aA
针裂叶绢蒿 (<i>S. sublessingianum</i>)	70	80.86aA	14.08aC	252.50cA	22.00abA
	50	69.42aB	23.60aB	262.50bcA	24.68bA
	30	68.89aB	28.24aA	162.50cB	29.31bA
民勤绢蒿 (<i>S. minchinense</i>)	70	68.09bA	7.91bB	651.25aA	22.76abB
	50	67.71aA	7.83cB	481.25bB	31.49abA
	30	67.35bA	10.13dA	352.50bB	32.32bA

注:同一列不同小写字母表示同一水分梯度不同种在 5% 水平上差异显著,同一列不同大写字母表示不同水分梯度同一种在 5% 水平上差异显著

2.2 水分胁迫下 4 种绢蒿属植物的丙二醛含量

由表 1 可知, 同一水分条件下, 民勤绢蒿丙二醛含量最低。正常水分和中度胁迫下, 沙漠绢蒿、伊犁绢蒿和民勤绢蒿丙二醛含量无显著变化, 仅重度胁迫下丙二醛含量显著升高; 针裂叶绢蒿随土壤含水量降低丙二醛含量显著升高, 不同处理间变化显著。

2.3 水分胁迫下 4 种绢蒿属植物的根系活力和根冠比

由表 1 可见, 同一水分条件下, 沙漠绢蒿和民勤绢蒿根系活力显著高于针裂叶绢蒿和伊犁绢蒿。不同水分条件下, 沙漠绢蒿和伊犁绢蒿中度胁迫下根系活力显著升高, 正常水分条件和重度胁迫下无显著变化; 针裂叶绢蒿和民勤绢蒿分别在重度和中度胁迫下根系活力显著降低。

同一水分条件下, 伊犁绢蒿根冠比显著高于其他 3 种植物。不同水分条件下, 伊犁绢蒿和针裂叶绢蒿根冠比无显著变化; 沙漠绢蒿和民勤绢蒿随胁

迫程度加强根冠比显著升高。

2.4 水分胁迫下 4 种绢蒿属植物叶片渗透调节物质

由表 2 可见, 重度胁迫下, 伊犁绢蒿可溶性糖含量显著高于其他 3 种绢蒿; 正常水分和中度胁迫下, 4 种绢蒿属植物可溶性糖含量种间差异显著, 即沙漠绢蒿>伊犁绢蒿>针裂叶绢蒿>民勤绢蒿。不同水分条件下, 沙漠绢蒿和伊犁绢蒿随土壤含水量降低可溶性糖含量升高, 处理间差异显著; 针裂叶绢蒿和民勤绢蒿可溶性糖含量仅重度胁迫下显著升高。

重度胁迫下, 沙漠绢蒿和针裂叶绢蒿脯氨酸含量显著高于伊犁绢蒿和民勤绢蒿; 正常水分和中度胁迫下, 沙漠绢蒿脯氨酸含量最高, 针裂叶绢蒿和民勤绢蒿无显著性差异, 伊犁绢蒿脯氨酸含量最低。不同水分条件下, 沙漠绢蒿脯氨酸含量无显著变化; 针裂叶绢蒿随土壤含水量降低脯氨酸含量显著升高, 处理间差异显著; 伊犁绢蒿和民勤绢蒿脯氨酸含量分别在中度和重度胁迫下显著升高。

表 2 不同水分条件下 4 种绢蒿植物叶片渗透调节物质含量 (%)

种名	渗透调节物质	正常水分	中度胁迫	重度胁迫
沙漠绢蒿 (<i>S. santolinum</i>)	可溶性糖	8.72aC	9.26aB	9.80bA
	脯氨酸	0.0097aA	0.0113aA	0.0119aA
伊犁绢蒿 (<i>S. transiliense</i>)	可溶性糖	8.07bC	8.45bB	10.56aA
	脯氨酸	0.0026cB	0.0025cB	0.0079bA
针裂叶绢蒿 (<i>S. sublessingianum</i>)	可溶性糖	7.28cB	7.34cB	7.81cA
	脯氨酸	0.0067bC	0.0079bB	0.0126aA
民勤绢蒿 (<i>S. minchünense</i>)	可溶性糖	6.39dB	6.62dB	7.98cA
	脯氨酸	0.0051bB	0.0069bA	0.0072bA

2.5 抗旱性综合评定

采用隶属函数法, 对叶片相对含水量、丙二醛、根系活力、根冠比、可溶性糖和脯氨酸 6 个常用抗

旱指标隶属函数值累加, 求其平均值。平均值越大, 则植物抗旱性越强。由表 3 可知, 4 种绢蒿属植物隶属函数平均值即抗旱性综合排序为: 民勤绢蒿>

表 3 4 种绢蒿属植物抗旱能力综合评价

隶属函数值	种名			
	沙漠绢蒿 (<i>S. santolinum</i>)	伊犁绢蒿 (<i>S. transiliense</i>)	针裂叶绢蒿 (<i>S. sublessingianum</i>)	民勤绢蒿 (<i>S. minchünense</i>)
R(1)	0.396	0.520	0.348	0.495
R(2)	0.621	0.649	0.443	0.655
R(3)	0.399	0.469	0.633	0.477
R(4)	0.611	0.520	0.475	0.638
R(5)	0.500	0.384	0.371	0.382
R(6)	0.576	0.340	0.401	0.619
平均值	0.517	0.481	0.445	0.544
抗旱能力综合排序	2	3	4	1

注: 表中 R(1), R(2), ..., R(6) 分别代表叶片相对含水量、丙二醛、根系活力、根冠比、可溶性糖和脯氨酸含量的隶属函数值

沙漠绢蒿>伊犁绢蒿>针裂叶绢蒿。

3 讨论

抗旱性研究中,植物对干旱适应具有多样性,同一种植物在不同抗旱指标中可能表现不同,同时植物抗旱机理又具有复杂性,因而以单项指标评价植物抗旱性不能从整体上反映出植物抗旱能力,因此,要使结论更加准确,应采用多指标综合分析,才能客观、有效地反映植物的抗旱性。

研究表明,水分胁迫下,抗旱性强的植物叶片相对含水量下降速度比抗旱性弱的植物叶片迟缓,从而能维持正常的生理代谢活动^[9~12]。本试验中,4种绢蒿属植物叶片相对含水量随胁迫程度加强而降低,重度胁迫下民勤绢蒿和沙漠绢蒿相对含水量较伊犁绢蒿和针裂叶绢蒿变化小,说明民勤绢蒿和沙漠绢蒿对土壤水分变化不敏感,对干旱耐受性强。这与4种绢蒿属植物抗旱性隶属函数综合评价法的结果一致,说明水分胁迫下植物体内水分代谢较好地反映植物抗旱能力。大量研究表明,丙二醛含量高低能代表膜脂过氧化程度,可间接反映植物组织抗氧化能力^[13]。本试验中,随土壤含水量降低,4种绢蒿属植物丙二醛含量增加,但不同种植物丙二醛含量增加幅度不同,重度胁迫下,民勤绢蒿和沙漠绢蒿丙二醛含量低且增加幅度小,表明遭受水分胁迫后这2种绢蒿细胞膜受破坏程度低,抗旱性强;而针裂叶绢蒿遭受重度胁迫后丙二醛含量显著高于其他3种绢蒿属植物,说明其细胞膜脂过氧化程度及膜透性大,膜损伤程度大,抗旱能力弱。

干旱环境下植物会主动积累一些渗透调节物质,这些物质增加了细胞质浓度,提高了细胞渗透势,保证了细胞正常吸水^[14]。本试验中,4种绢蒿属植物可溶性糖和脯氨酸含量随水分胁迫强度增加而上升,重度胁迫下,沙漠绢蒿和伊犁绢蒿可溶性糖含量较高,说明二者遭受水分胁迫后保持了较高的可溶性糖含量,维持植株渗透势。比较不同水分胁迫程度下绢蒿属植物可溶性糖含量及其变化幅度得出,重度胁迫下民勤绢蒿可溶性糖含量较低,但增加幅度较高,表明重度胁迫发生时,民勤绢蒿可溶性糖调节作用较强,有利于植株在干旱环境中维持正常的水分生理作用。孔兰静等^[15]对3种观赏植物研究后认为,逆境条件下脯氨酸积累的多少不宜作为抗逆性指标,更适宜作为胁迫敏感指标。本试验也有类似结果,即抗旱性较强的绢蒿脯氨酸积累少,抗旱性较弱的绢蒿脯氨酸积累多。

土壤水分变化对植物根系的影响从植物根系活力和根冠比表现出来,根系活力可以反映根系的生长发育状况,能够从本质上反映植物根系生长与土壤水分之间的动态关系^[16]。本试验中,沙漠绢蒿和伊犁绢蒿中度胁迫下根系活力升高,说明根系对低强度水分胁迫有一定应激能力,通过提高根系呼吸强度使根系活力有增强趋势,以提高适应水分胁迫的能力,随着胁迫程度加强,植物根系活力降低。重度胁迫下,民勤绢蒿和伊犁绢蒿根冠比较沙漠绢蒿和针裂叶绢蒿大,说明干旱胁迫下民勤绢蒿和伊犁绢蒿根系生长较沙漠绢蒿和针裂叶绢蒿快。

供试的4种植物中,沙漠绢蒿和民勤绢蒿生长在沙地环境中,伊犁绢蒿生长在低海拔小丘、山谷、砾质或黄土质坡地、河岸、草原等,针裂叶绢蒿生长在砾质坡地、戈壁、干河谷及半荒漠草原地区。在长期进化过程中,植物在形态、生理及分子方面形成了受遗传性制约的逆境适应机制。在形态方面,牛忠磊等^[17]的研究结果表明,绢蒿属植物具有非常明显的旱生结构特征,如叶表皮有毛被、气孔器下陷、密被蜡质等特点,沙漠绢蒿和伊犁绢蒿气孔指数较高,针裂叶绢蒿和民勤绢蒿气孔指数较低,气孔指数越大的种水分蒸发越强。沙漠绢蒿和民勤绢蒿表皮毛多,伊犁绢蒿和针裂叶绢蒿叶表皮毛较少。由此可见,沙漠绢蒿和民勤绢蒿叶表皮结构有利于保持细胞内水分,减少水分散失。本试验在生理代谢方面研究结果与4种绢蒿属植物生长环境和形态特征相一致,即民勤绢蒿>沙漠绢蒿>伊犁绢蒿>针裂叶绢蒿。

参考文献:

- [1] 林有润. 中国植物志(第七十六卷第二分册)[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 253-255.
- [2] 孙会忠, 贺学礼, 陈铁山, 等. 中国绢蒿属 *Seriphidium* (Bess.) Poljak. 16种植物花粉形态研究[J]. 自然科学进展, 2007, 17(1): 35-41.
- [3] 邓雁如, 宋爱新, 武水仙, 等. 沙漠绢蒿三萜和酚类化合物的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(4): 314-316.
- [4] Ling Y R. The old world *Seriphidium* (Bess.) Poljak (Compositae)[J]. Bull Bot Res 1991, 11(4): 1-40.
- [5] 张志良, 翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [6] 王文奎. 植物生理学实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 118-119.
- [7] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990: 272-277.

多效唑对番茄穴盘育苗质量的影响

杨红丽, 王子崇, 张慎璞, 梁新安, 乔改梅

(河南农业职业学院, 河南 郑州 451450)

摘要: 研究不同时期及不同浓度多效唑处理对番茄穴盘育苗质量的影响。结果表明: 处理时期以一叶一心期壮苗效果最佳, 其次是二叶一心期, 子叶期处理效果较差; 多效唑浓度以 100~200mg/L 为宜, 各期 400mg/L 处理壮苗指数均有所下降, 600mg/L 处理下的幼苗出现明显药害。

关键词: 番茄; 穴盘育苗; 多效唑

中图分类号: S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2009)11-0101-04

Effect of Paclobutrazol on Tomato Plug Seedling

YANG Hong-li, WANG Zi-chong, ZHANG Shen-pu, LIANG Xin-an, QIAO Gai-mei

(Henan Vocational College of Agriculture, Zhengzhou 451450, China)

Abstract: Effect of different application time and concentration of paclobutrazol on tomato plug seedling quality was investigated. When 100—200mg/L paclobutrazol was applied at one leaf and half leaf period, the treatment effect was the best, then at two leaf half leaf period; at one half leaf period, the worst. When the paclobutrazol concentration was 400mg/L, the index of strong seedling was decreased when applying at the three period. While the concentration was 600mg/L, the seedling appeared obvious drug toxicity.

Key words: Tomato; Plug seedling; Paclobutrazol

多效唑是一种低毒、高活性的植物生长调节剂, 对植物生长的调控作用已被大量试验所证明, 在蔬菜育苗中的应用也较多^[1-9], 但对其适用浓度的报道常常存在较大出入。鉴此, 从番茄规模化育苗的生产实际出发, 采用穴盘育苗, 在优选出育苗基质和营养液

的基础上, 进一步研究株型调控措施, 采用不同浓度的多效唑在番茄幼苗生长的不同时期进行喷雾处理, 以期找出简便有效的调控方法, 同时为研究番茄无土育苗综合配套技术提供理论依据和技术支持, 推动工厂化育苗的应用, 加速传统农业向现代农业发展。

收稿日期: 2009-08-24

基金项目: 河南省教育厅自然科学研究项目(2007210027); 公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-050)

作者简介: 杨红丽(1967-), 女, 河南滑县人, 副教授, 主要从事设施蔬菜学教学与研究工作。E-mail: hnaeyhl@163.com

- [8] 庄丽, 陈亚宁, 陈明, 等. 模糊隶属法在塔里木河荒漠植物抗旱性评价中的应用[J]. 干旱区地理, 2005, 28(3): 367—372.
- [9] 李艳秋, 夏新莉, 尹伟伦. 水分胁迫对 4 种草坪草光合色素及叶绿素荧光参数的影响[J]. 河南农业科学, 2007(1): 71—74, 78.
- [10] 李永华, 翟敏, 李颖旭, 等. 干旱胁迫下牡丹叶片光合作用与抗氧化酶活性变化[J]. 河南农业科学, 2007(5): 93—95.
- [11] 高鹏, 刘遵春, 刘砚璞. 4 个葡萄品种对水分胁迫的响应及其抗旱性评价[J]. 河南农业科学, 2009(3): 79—81.
- [12] Marshall J G, Rutledge R G, Blumwald E *et al.* Reduction in turgid water volume in jack pine, white spruce and black spruce in response to drought and paclobutrazol[J]. Tree Physiology, 2000, 20: 701—707.
- [13] 祁娟, 徐柱, 马玉宝, 等. 披碱草属六种野生牧草苗期抗旱胁迫的生理变化[J]. 中国草地学报, 2008, 30(5): 18—24.
- [14] 史玉炜, 王燕凌, 李文兵, 等. 水分胁迫对刚毛柽柳可溶性蛋白、可溶性糖和脯氨酸含量变化的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2007, 30(2): 5—8.
- [15] 孔兰静, 李红双, 张志国. 三种观赏草对土壤干旱胁迫的生理响应[J]. 中国草地学报, 2008, 30(4): 40—45.
- [16] 徐兴友, 张凤娟, 龙茹, 等. 6 种野生耐旱花卉幼苗叶片脱水性和根系含水量与根系活力对干旱胁迫的反应[J]. 水土保持学报, 2007, 21(1): 180—184.
- [17] 牛忠磊, 贺学礼, 孙会忠. 中国菊科绢蒿属植物叶表皮特征观察[J]. 西北植物学报, 2006, 26(12): 2417—2422.