

华北景天叶片有机渗透调节物质对水分胁迫的响应

那冬晨,任彩琴,柴婷婷,张 婧,王文斗

(山西师范大学 生命科学学院,山西 临汾 041004)

摘要:试验以华北景天为试材,采用人工控水方法,研究了不同水分胁迫强度对华北景天叶片有机渗透调节物质的影响。结果表明:在水分胁迫下,华北景天叶片中游离脯氨酸和可溶性糖含量变化不明显,可溶性蛋白含量变化显著。华北景天可通过可溶性蛋白的渗透调节作用,降低细胞的渗透势,维持细胞膨压,从而保证干旱条件下细胞的正常生长与代谢。所以,可溶性蛋白是水分胁迫条件下华北景天叶片细胞内重要的渗透调节剂。

关键词:华北景天;水分胁迫;有机渗透调节物质

中图分类号:S 567.23⁺9 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)17-0096-03

华北景天(*Sedum tatarinowii* Maxim)为景天亚科景天属多年生草本,叶互生,肉质;伞房花序,花小,花色淡红至深红;花期7~9月。特产于内蒙古、山西和河北。生于海拔1 000~3 000 m的山地石缝中。据报道,景天富含多种营养成分,大多可作为药膳和野菜而食用。景天属药用种具有某些一致的医疗作用,多数种类有清热解毒、止血、促进伤口愈合的作用,可用于治疗各种出血症、烧伤烫伤、外伤骨折、多种炎症、疮痍疗毒等,部分种还可用于心悸失眠、腹泻痢疾、癌肿等。华北景天叶片具有淡淡的清香,还可作为保健茶品饮用。此外,华北景天具有独特的生态学特性,耐旱性强,是一种潜在的节水型园林地被植物,具有开发利用价值。目前,有关华北景天的研究报道尚不多见。

1 材料与方

1.1 试验材料

野生的华北景天于2008年6月采于山西省霍山七里峪国家森林公园。该公园海拔2 504.3 m,属温带大陆性气候,是山西水热条件较好的地区之一,年平均气温为9.3~12.3℃。野生的华北景天经过2 a的栽培,长势良好,用于试验。

1.2 试验方法

2010年5月上旬选择生长一致的华北景天移盆(培养土为自然园田土),培养约50 d左右,待生长恢复正常后,进行水分胁迫。共分4组,编号为CK、1、2、3,每组3次重复。CK组正常浇水,1、2、3组分别进行

不同程度的水分胁迫,共处理40 d。各处理土壤绝对含水量见表1。

表1 各处理的土壤绝对含水量

Table 1 The soil absolute water content of each treatment

处理 Treatment	土壤绝对含水量 The soil absolute water content/%
CK	17.50
1	13.60
2	9.60
3	6.20

1.3 指标测定方法

土壤含水量采用烘干法测定。脯氨酸含量采用酸性茚三酮法。可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定。可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法 G-250 染色法测定。

1.4 数据分析

各项生理指标的原始测定数据输入 Excel 表格,进行图表处理,并进行方差分析和多重比较,分析各项指标对水分胁迫的响应。

2 结果与分析

2.1 脯氨酸的含量变化

水分胁迫下华北景天叶片中游离脯氨酸含量情况如图1。从图1可看出,1号处理脯氨酸含量低于CK(对照)约41%;2号处理高于CK约9%;3号处理低于CK约27%。复水后,各处理的游离脯氨酸含量均有不同程度的升高。方差分析结果表明,各处理的脯氨酸含量差异不显著。复水后脯氨酸含量的增加,可能是水分胁迫时积累的可溶性蛋白降解,产生了游离的脯氨酸所导致。

第一作者简介:那冬晨(1964-),女,博士,副教授,研究方向为植物分子生物学。E-mail:007ndc007@163.com。

基金项目:山西师范大学自然科学基金资助项目(YZ08017)。

收稿日期:2011-05-24

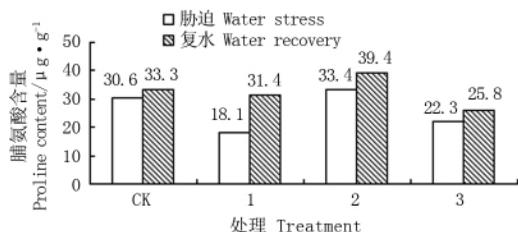


图1 华北景天叶片中游离脯氨酸对水分胁迫的响应

Fig. 1 The response of free proline of *Sedum tatarinowii* leaves to water stress

2.2 可溶性糖的含量变化

水分胁迫下华北景天叶片中可溶性糖含量情况如图2。从图2可看出,随着水分胁迫的加剧,可溶性糖含量总体略有增加,但方差分析结果显示,各处理间可溶性糖含量差异不显著。复水后各处理可溶性糖含量都略有降低。

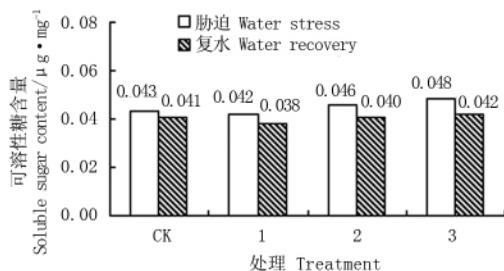


图2 华北景天叶片中可溶性糖对水分胁迫的响应

Fig. 2 The response of soluble sugar of *Sedum tatarinowii* leaves to water stress

2.3 可溶性蛋白的含量变化

水分胁迫下华北景天叶片中可溶性蛋白含量情况如图3。从图3可看出,随着水分胁迫的加剧,可溶性蛋白含量表现为先增后减的趋势。2号处理可溶性蛋白的积累最多,达385.3 μg/g鲜叶,约为CK的7.6倍;1号处理和3号处理可溶性蛋白含量分别为180 μg/g鲜叶和305.1 μg/g鲜叶,约为CK的3.6和6.1倍。方差分析结果显示(表2),各处理间可溶性蛋白含量差异极显著。多重比较结果显示(表3),3个胁迫组的可溶性蛋白含量均显著或极显著地高于CK。复水后,CK组的可溶性蛋白含量变化不明显,其它各处理可溶性蛋白含量均大幅度降低,接近于胁迫前的水平。结果表明,华北景天叶片中可溶性蛋白含量对水分胁迫的响应较为强烈,随着水分胁迫的加剧,叶片内可溶性蛋白的合成代谢增强。

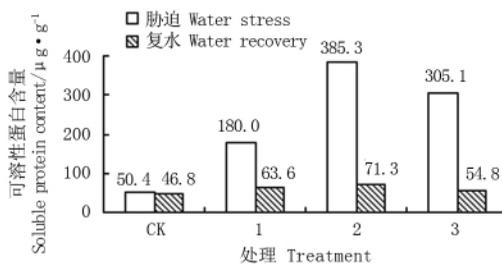


图3 华北景天叶片中可溶性蛋白对水分胁迫的响应

Fig. 3 The response of soluble protein of *Sedum tatarinowii* leaves to water stress

表2

方差分析

Table 2

Analysis of variance table

变异来源	离差平方和	自由度	均方	F	F _α
Source of variation	SS	df	MS		
处理 Treatment	193 581.31	3	64 527.10		F _{0.01} (3,8)=7.59
机误 Random error	35 753.76	8	4 469.22	14.44**	F _{0.05} (3,8)=4.07
总和 Total	229 335.07	11			

表3

多重比较

Table 3

Multiple comparisons table

各处理的平均值	2	3	1	SE	q _α	LSR _α
Mean of each treatment	385.34	305.13	180.00			
3	305.13	80.21			q _{0.05} (8,2)=3.26	125.84
					q _{0.01} (8,2)=4.75	183.35
1	180.00	205.34*	125.13		q _{0.05} (8,3)=4.04	155.94
					q _{0.01} (8,3)=5.64	217.70
CK	50.41	334.93**	254.72**	38.60	q _{0.05} (8,4)=4.53	174.86
					q _{0.01} (8,4)=6.20	239.32

3 讨论与结论

植物适应干旱逆境的重要生理机制之一是渗透调节。水分胁迫下,渗透调节的关键是通过代谢活动使细胞内溶质主动增加,从而降低细胞渗透势,维持一定的细胞膨压,保证细胞内各种生理生化代谢的正常进

行^[1]。大多数研究结果表明,脯氨酸是植物体内最有效的一种亲和性渗透调节物质,蛋白质可借助脯氨酸束缚更多的水,防止渗透胁迫条件下蛋白质脱水变性^[2]。也有研究显示脯氨酸的变化与植物抗旱性之间相关性不明显^[3-5];可溶性糖在水分胁迫下主动积累,

降低原生质的渗透势,增强植物的抗旱性。此外,蔗糖等双糖能在干燥状态下稳定酶活性,也能保护膜结构^[6];干旱条件下,植物体内可能产生更多的蛋白质或一些不溶性蛋白转变为可溶性蛋白,以抵抗缺水的威胁,使细胞内正常的新陈代谢得以维持^[7-8]。

在严重水分胁迫时,八宝景天和松塔景天能够通过自身的调节机制,如关闭气孔、降低代谢等来抵御水分胁迫。在胁迫过程中,脯氨酸和可溶性糖的含量逐渐增加。脯氨酸含量的增加对渗透调节起了一定的作用^[9];水分胁迫下,地被景天叶子饱和和亏缺下降,质膜相对透性增大,叶绿素含量下降,脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白含量变化不明显。干旱处理 84 d 时,叶片萎蔫变黄,复水后植株形态能够恢复^[10];水分胁迫下,费菜和长药八宝的丙二醛含量、脯氨酸含量和可溶性蛋白质含量增加,叶绿素含量下降,组织内 SOD 活性、CAT 活性增加,但水分胁迫后期保护酶活性均降低^[11]。

华北景天叶片细胞中脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白的含量很小,测定结果与地被景天基本相同。水分胁迫下,华北景天叶片细胞中脯氨酸和可溶性糖含量变化不明显,可溶性蛋白含量显著增加。结果表明,在水分胁迫下,华北景天叶片细胞内蛋白质的合成代谢增强,说明干旱逆境启动了华北景天叶片细胞内某些基因的表达,合成了新的蛋白质,这些可溶性蛋白可以作为渗透调节剂降低细胞的渗透势,维持细胞膨压,保证干旱条件下细胞的正常生长与代谢;也可能作为分子伴侣,在干旱条件下,促进新生肽链的正确折叠并

维持其正常的功能状态,保证在干旱逆境条件下细胞的存活与生长;还有可能作为一种脱水保护剂,为细胞内的束缚水提供结合衬质,使细胞结构在脱水时不致遭受更大的破坏。所以,可溶性蛋白是华北景天叶片细胞内重要的有机渗透调节物质,是华北景天抗旱性的重要生理机制之一。

参考文献

- [1] 李燕. 水分胁迫对三种地被植物生理生化特性的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.
- [2] 王静,杨德光,马凤鸣,等. 水分胁迫对玉米叶片可溶性糖和脯氨酸含量的影响[J]. 玉米科学,2007,15(16):57-59.
- [3] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的积累及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [4] 洪法水,李曼和. 自然干旱胁迫下小麦品种游离脯氨酸积累与抗旱性的关系[J]. 安徽农业科学,1991(4):311-314.
- [5] 孙国荣,张睿,姜丽芬,等. 干旱胁迫下白桦实生苗叶片的水分代谢与部分渗透调节物质的变化[J]. 植物研究,2001,21(3):413-415.
- [6] Ingram J, Bartels D. The molecular basis of dehydration tolerance in plants[J]. Annual Review on Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1996,47:377-403.
- [7] 韩建民. 抗旱性不同的水稻品种对渗透胁迫的反应及其与渗透调节的关系[J]. 河北农业大学学报,1990,13(1):17-21.
- [8] 李德全,邹琦,程炳嵩. 土壤干旱下不同抗旱性小麦品种的渗透调节和渗透调节物质[J]. 植物生理学报,1992,18(1):37-43.
- [9] 李云霞. 五种园林地被植物抗旱性初步研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2009.
- [10] 费蓉葆. 三种地被植物抗旱性初步研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [11] 苏丹. 费菜和长药八宝的耐旱性研究[D]. 长春:吉林农业大学,2007.

The Response of Organic Osmoregulatory Substance of *Sedum tatarinowii* Leaves to Water Stress

NA Dong-chen, REN Cai-qin, CHAI Ting-ting, ZHANG Jing, WANG Wen-dou
(College of Life Sciences, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004)

Abstract: The response of organic osmoregulatory substance of *Sedum tatarinowii* leaves to water stress was studied under manual controlling soil water environments. The results showed that the contents of free proline and soluble sugar appeared unremarkable changed, but the content of soluble protein appeared remarkable increasing trend under water stress. The cell osmotic potential was reduced and the cell turgor was maintained through the osmoregulatory of soluble protein in the leaves of *Sedum tatarinowii*. Thus normal growth and metabolism of cell were kept under water stress. The soluble protein was an important organic osmoregulatory substance of *Sedum tatarinowii* leaves under water stress.

Key words: *Sedum tatarinowii*; water stress; organic osmoregulatory substance