

干旱胁迫及复水对硬质早熟禾 细胞内渗透调节物质的影响

包文龙¹,张楚涵²,陈雅君¹,肖 爽¹,夏学成³,朱峻磊⁴

(1. 东北农业大学 园艺学院,黑龙江 哈尔滨 150030;2. 泰达园林建设有限公司,天津 300457;
3. 爱辉区西岗子镇政府,黑龙江 黑河 164300;4. 爱辉区委组织部,黑龙江 黑河 164300)

摘要:为了研究细胞渗透调节物质与早熟禾抗旱机理的关系,在现有的试验条件下,以黑龙江硬质早熟禾作为供试材料,采用连续干旱处理的方法,与国外引进品种印第安酋长和统治者进行比较,研究3个早熟禾细胞内渗透调节物质与抗旱性相适应的关系。结果表明:3个草种体内的可溶性糖及脯氨酸含量均升高,复水后降低;可溶性蛋白呈下降趋势,复水后呈上升趋势。三者表现出的积累速度和恢复能力为:硬质早熟禾>印第安酋长>统治者。

关键词:早熟禾;抗旱性;复水;细胞内渗透调节物

中图分类号:S54;S68 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2014)03-0084-04

作为具有优良品质的冷季型草坪草——早熟禾,一直以来是北方严寒地区应用最广的草坪草。众所周知,在水分缺乏条件下,草坪草适应干旱环境的主要生理调节机制之一就是渗透调节,其渗透调节物质包括可溶性蛋白、可溶性糖、游离脯氨酸和生物碱等。该试验在现有的实验室条件下,研究了不同水分处理过程中,硬质早熟禾(*Poa sphondylodes* T.)细胞中渗透调节物质的含量及

变化情况,旨在探讨不同草种早熟禾适应干旱胁迫的细胞渗透调节的能力,为生产高品质冷季型硬质早熟禾提供坚实的理论基础和科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在东北农业大学园艺试验站进行,试验地位于N45°50',E126°30',温带大陆性季风气候,冬季天长,夏季天短。

表 1 早熟禾草种名称及产地

Table 1 Name and origin of *Poa sphondylodes*

中文名称 Chinese names	拉丁名 Scientific names	英文名称 English names	产地 Origins
硬质早熟禾	<i>Poa sphondylodes</i> L.	Local bluegrass	中国
统治者	<i>Poa pratensis</i> L.	Ruler	美国
印第安酋长	<i>Poa compressa</i> L.	Reubens	美国

1.2 材料

试验所用材料为3种硬质早熟禾。3个早熟禾品种名称和产地见表1。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 将籽粒饱满的试验草种消毒并清洗,分别种植于10 cm×30 cm×70 cm的苗箱内。当苗长到2片叶时进行间苗,确定单位面积保留苗株数;42 d后,当苗长至4片叶时,移栽到花盆中,花盆外侧衬塑料袋以防止花盆吸收土壤水分,确定每盆定植株数、盆内土壤重量,并测定土壤有机质含量和pH;正常水肥管理,空气相对湿度控制在75%+5%,气温分别控制在(25+2)℃(白天)和(15+2)℃(夜间)^[1]。一个月后进

收稿日期:2013-11-10
基金项目:国家自然科学基金资助项目(31272191, 31372091);黑龙江省自然科学基金资助项目(C200619)
第一作者简介:包文龙(1988-),男,内蒙古自治区通辽市人,在读硕士,从事园林植物与观赏园艺学研究。E-mail: baowenlong622@163.com。
通讯作者:陈雅君(1964-),女,内蒙古自治区人,博士,教授,从事园林植物种质资源与逆境生理方面的研究。E-mail: chenayajun622@163.com。

行水分胁迫处理。

不同草种的水分胁迫处理时间分别为 0(CK)、4、8、12、16 d。各胁迫处理重复 3 次。处理结束后采集样品,测定指标。结束持续干旱处理后第 2 天 8:00 立刻复水至渗透。复水后第 4 天测定各材料的指标。取样时间为 7:00~8:00。

1.3.2 测定项目及方法 可溶性蛋白、可溶性糖及游离脯氨酸的测定均参考李合生的方法^[2]。

2 结果与分析

2.1 不同水分胁迫条件下硬质早熟禾脯氨酸含量的变化

由表 2 可知,未进行胁迫处理时,硬质早熟禾细胞内脯氨酸积累的量均大于其它 2 个草种,但草种间差异不显著。胁迫后的第 8 天,硬质早熟禾和统治者游离脯氨酸增加的速率最快,印第安酋长增长的速率较慢。水分胁迫第 12 天不同草

表 2 干旱胁迫及复水条件对早熟禾不同草种游离脯氨酸含量的影响

Table 2 The effect of drought stress and rewater on free proline
concent of different *Poa sphondylodes*

品种 Varieties	游离脯氨酸含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Free proline concent					
	0 d(CK)	4 d	8 d	12 d	16 d	复水
硬质单熟禾 Local bluegrass	6.26 aA	19.53 aA	76.42 bB	201.10 cC	220.50 bB	18.41 aA
印第安酋长 Reubens	6.02 aA	15.43 aA	36.80 aA	98.66 aA	198.50 aA	22.45 aA
统治者 Ruler	4.37 aA	16.32 aA	88.30 cC	168.20 bB	213.50 bB	38.21 bB

注:同列不同小写的英文字母代表在 0.05 水平差异显著($P<0.05$),不同大写的英文字母代表在 0.01 水平差异显著($P<0.01$)。下同。

Note; Different lowercases mean significant difference at 0.05 level($P<0.05$), different capital letters mean significant difference at 0.01 level($P<0.01$). The same below.

种间脯氨酸含量呈现极显著差异。

2.2 干旱胁迫及复水对硬质早熟禾可溶性糖含量的影响

由表 3 可知,不同水分梯度胁迫下的早熟禾

不同草种,细胞内的可溶性糖含量均大于 CK。3 种早熟禾的可溶性糖含量随着干旱胁迫的加重呈上升变化,至 16 d 达到最高值,与 CK 比较各升高了 9.69、8.68 和 5.99 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

表 3 不同水分处理不同早熟禾草种可溶性糖含量分析

Table 3 Analysis on soluble sugar content of *Poa sphondylodes* in drought stress

品种 Varieties	可溶性糖含量/ $\times 10^{-3} \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Soluble sugar content					
	0 d(CK)	4 d	8 d	12 d	16 d	复水
硬质早熟禾 Local bluegrass	3.85 aA	4.05 bB	11.31 aA	12.33 aA	13.54 aA	4.08 bB
印第安酋长 Reubens	3.47 aA	4.13 bB	9.85 bB	11.24 bB	12.15 bB	4.85 bB
统治者 Ruler	3.12 aA	5.22 aA	6.02 cC	8.11 cC	9.11 cC	5.86 aA

由表 3 可知,加重水分胁迫初期统治者细胞内可溶性糖的积累较快,其它 2 个草种之间差异不显著;随着水分胁迫的加重,草种间可溶性糖的积累能力有所提高,草种间可溶性糖含量差异有所显现。胁迫后第 12 天,草种间的差异极显著。复水后,硬质早熟禾和印第安酋长的恢复速度没有明显差异,硬质早熟禾恢复速度大于印第安酋

长,统治者恢复的速度较慢,各草种都未达到对照水平。分析得出在胁迫处理时间较短的情况下可溶性糖含量可以作为早熟禾品种叶片抗旱性鉴定指标。

2.3 不同水分条件下硬质早熟禾可溶性蛋白含量的变化

由表 4 可知,随着不同水分处理时间的延长,

早熟禾不同草种可溶性蛋白含量的变化基本一致,表现为水分胁迫期间下降,而复水后升高。胁迫早期,不同草种细胞内可溶性蛋白含量的变化幅度较小,胁迫 8 d 后,印第安酋长下降速度最快,在胁迫 16 d,可溶性蛋白含量均降到最低,硬质早熟禾、印第安酋长、统治者分别比对照下降了

61.6%、62.6%和 69.2%。当复水后,3 个品种可溶性蛋白含量均有一定程度的升高,硬质早熟禾与印第安酋长上升的速度较快,统治者较慢,但均未恢复至 CK 水平。复水后,不同草种细胞内可溶性蛋白含量增加的顺序为:硬质早熟禾>印第安酋长>统治者。

表 4 不同水分条件下不同早熟禾草种可溶性蛋白含量分析

Table 4 Analysis on soluble protein content of *Poa sphondylodes pratensis* in drought stress and rewater

品种 Varieties	可溶性蛋白含量/mg·g ⁻¹ Soluble protein content					复水
	0 d(CK)	4 d	8 d	12 d	16 d	
硬质早熟禾 Local bluegrass	4.88 aA	4.10 aA	3.63 aA	2.53 aA	1.87 aA	4.33 aA
印第安酋长 Reubens	4.62 aA	3.93 bB	3.13 bB	2.19 bB	1.73 bB	3.95 aA
统治者 Ruler	4.74 aA	3.93 bB	3.33 bB	1.87 cC	1.46 cC	3.61 bB

3 结论与讨论

品种间游离脯氨酸含量差异在干旱第 8 天达到极显著水平。干旱初期统治者可溶性糖的积累较快,印第安酋长和硬质早熟禾速度差异不明显。在水分缺乏的条件下,早熟禾不同草种细胞内可溶性蛋白含量的变化走势基本一致,即水分胁迫期间下降,复水后增加。随着水分胁迫时间的延续,胁迫后的第 16 天,不同早熟禾草种细胞内可溶性蛋白含量呈现出最低值,干旱胁迫中,3 种早熟禾叶片可溶性蛋白含量为:硬质早熟禾>印第安酋长>统治者。

植物生长发育所需要的能量主要由植物体内的碳水化合物分解来提供。植物处于水分逆境时,通过改变胁迫相关的碳水化合物含量,即渗透调节物质含量为体内提供能量,来抵御外界干旱环境;相关研究表明,细胞内渗透调节物稳定渗透调节能力的相对大小为:可溶性糖,可溶性蛋白,脯氨酸(Pro)^[3-4]。所以在水分逆境下,渗透调节物质的聚集程度是反映抗旱能力强弱的指标之一^[5]。

游离脯氨酸是植物体内渗透调节物质之一,在正常情况下,植物游离脯氨酸含量很少,占总量的百万分之几,但干旱胁迫时,它可成十倍地增加,它的增加有助于细胞或组织的持水,减少脱水,保持各组织细胞的渗透势,从而增强植株的抗旱能力^[6]。游离脯氨酸的形成和聚集跟逆境条件

有紧密关系,在水分胁迫条件下,早熟禾不同草种间差异明显,胁迫越严重,脯氨酸含量就越多。表明早熟禾不同草种以积累脯氨酸的方式提高抗旱能力。

相关研究表明,不同早熟禾草种,在干旱水分胁迫处理下,可溶性糖含量均升高,但积累的程度和过程不同,硬质早熟禾积累的速度比其它 2 个草种细胞内可溶性糖的积累速度快,而统治者在胁迫早期升高较快,后期较慢,积累量也呈现最低值,表明可溶性糖的积累是草坪草积极适应水分胁迫反应,调节细胞渗透势的有效指标之一。

参考文献:

- [1] 彭海平. 冷季型草坪越冬养护管理措施[J]. 北京园林, 2011(3):57-60.
- [2] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [3] 余莉琳,裴宗平,常晓华,等. 干旱胁迫及复水对 4 种矿区生态修复草本植物生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2013, 41(7):362-364.
- [4] Ji K, Wang Y, Sun W, et al. Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage [J]. J. Plant Physiol., 2012, 169: 336-344.
- [5] 杜建雄,师尚礼,刘金荣,等. 干旱胁迫和复水对草地早熟禾 3 个品种生理特性的影响[J]. 草地学报,2010, 18(1): 73-77.
- [6] Xiao X, Yang F, Zhang S, et al. Physiological and proteomic responses of two contrasting *Populus cathayana* populations to drought stress[J]. Physiol. Plant., 2009, 136:150-168.

Effects of Drought Resistance and Rewater on Intracellular Osmolyte of *Poa sphondylodes* L.

BAO Wen-long¹, ZHANG Chu-han², CHEN Ya-jun¹, XIAO Shuang¹, XIA Xue-cheng³, ZHU Jun-lei⁴

(1. College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. Taida Landscape Construction Limited Company, Tianjin 300457; 3. Xigangzi Town Government of Aihui Area, Heihe, Heilongjiang 164300; 4. Committee Organization Department of Aihui Area, Heihe, Heilongjiang 164300)

Abstract: In order to study the relationship between cell osmotic regulator and bluegrass drought resistance mechanism, taking two introduced varieties of *Poa sphondylodes* L. from abroad (Reubens and Ruler) and one wild growth *Poa sphondylodes* T. in Heilongjiang as test materials. The intracellular osmolyte of soluble sugars, free proline and soluble protein of *Poa sphondylodes* L. and the relationship were researched by continuous drought stress. The results showed that intracellular osmolyte of soluble sugars and free proline of three varieties all increased under drought stress, but decreased when rewatering. Soluble protein decreased under drought stress, while increased after rewatering. The accumulation speed and recovery ability was that Local bluegrass > Reubens > Ruler.

Key words: *Poa sphondylodes* T.; drought resistant; rewater; intracellular osmolyte

(上接第 72 页)

Investigation on Virus Disease of the Main Potato Producing Areas in China

FAN Guo-quan, BAI Yan-ju, GAO Yan-ling, ZHANG Wei, ZHANG Shu, SHEN Yu, LI Xue-zhan

(Virus-free Seeding Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to investigate the occurrence of viruses on potato around China, 649 samples were collected in main potato producing areas including Heilongjiang, Inner Mongolia, Gansu and Yunnan province. Six viruses of PVX, PVY, PVS, PVM, PVA and PLRV were tested by DAS-ELISA. The results showed that there were 129 copies of the samples which were tested as positive, PVY had the highest detection rate which was 9.86%, and PVS followed by 6.47% while PVS was the highest detection in the virus-free plantlets which was 32 samples, PVX was the highest in pre-dlitey, PVY was highest in field which was 54 samples; which was 10 samples. 38 samples were infected by infection with multiple viruses, in the field, compound infection rate was the highest of PVY+PVS which was 2.93%, and PVS+PVY+PLRV was 0.98%. PVS+PVM were compound infection rate in the virus-free plantlets which was 4.85%; Comparing the results of over the years, PVS was the highest detection rate in virus-free plantlets, PVX and PLRV become the most serious disease in preelite, the potao virus incidence of PVY was the highest in field.

Key words: potato viruses; investigation; infection rate; DAS-ELISA

(该文作者还有刘凯,单位为黑龙江省农业科学院植物保护研究所;喻江,单位为东北农业大学农学院)