

在干旱和水胁迫影响下盆栽青海冷地早熟禾中矿物元素蓄积性研究

李天才, 曹广民, 林丽, 李以康, 柯浔 (中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810008)

摘要 [目的]为了解释高寒草地植物中矿物元素蓄积增加的机理。[方法]通过盆栽高寒草地植物青海冷地早熟禾,在干旱和水胁迫影响试验处理下,分析试验样品中的矿物元素含量变化。[结果]干旱和水胁迫影响下,盆栽青海冷地早熟禾中多种矿物元素营养都具有蓄积增加的趋势,且 Cu、Mn、Ni、P 等元素具有显著性差异($P < 0.05$),[结论]多种矿物元素营养在盆栽青海冷地早熟禾积累是其对干旱或水胁迫等环境变化的适应与响应,也是矿物元素饥饿效应假说理论的再检验,而生物矿物元素饥饿效应是矿物元素蓄积分异行为发生的内动力之一。

关键词 盆栽青海冷地早熟禾; 矿物元素; 蓄积性; 干旱; 水胁迫

中图分类号 S54 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)32-0103-02

Accumulation Characteristic of Mineral Elements in Potted *Poa crymophila* under Drought and Water Stress

LI Tian-cai, CAO Guang-min, LIN Li et al (Northwest Institute of Plateau Biology, CAS, Xining, Qinghai 810008)

Abstract [Objective]The aim was to explain the mechanism of mineral elements accumulation characteristic in alpine grassland plants. [Method]Potted alpine grassland plants such as *Poa crymophila* were treated with droughts and water stress, mineral elements content variation of test samples was analyzed. [Result] Accumulation of mineral elements of *Poa crymophila* in the droughts and water stress control group showed increasing trend, there were significant differences ($P < 0.05$) in accumulation of mineral elements in the potted *Poa crymophila*, such as Cu, Mn, Ni, P and so on. [Conclusion] Accumulation of mineral elements in the potted *Poa crymophila* was the response and adaptation to the growth environments, and that was a reinspection for the starvation effect hypothesis of mineral elements. However, the "starvation effect" may be one of the endogenous forces for accumulation and differentiation of biological mineral elements.

Key words Potted *Poa crymophila*; Mineral elements; Accumulation characteristic; Drought; Water stress

矿物元素是植物生长发育的必需营养,而水分也是植物生长发育必需的养分。退化草地植物中矿物元素具有蓄积分异性,生物矿物元素饥饿效应是草地矿物元素蓄积分异行为发生的内动力,草地矿物元素也是草地植被演替的重要响应^[1-3],在青藏高原环境下,干旱、水分胁迫也是草地矿物元素蓄积分异的重要影响因子之一。利用盆栽青海冷地早熟禾,模拟干旱和水胁迫等环境影响试验,揭示干旱和水胁迫对于高寒草地植物中矿物元素蓄积性的影响,对于退化草地中矿物元素蓄积分异行为发生的动力学机制研究,以及生物矿物元素饥饿效应假说理论的检验等具有重要意义,也可为退化草地恢复与修复、天然草地保护、草地生产力提高和生态畜牧业发展等提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 青海冷地早熟禾 (*Poa crymophila*): 疏丛型禾草,茎秆直立,茎叶茂盛;根茎发达,分蘖能力强;能适应高原复杂的生境条件,不同海拔地区均能良好生长;抗旱、耐盐碱、耐瘠薄、抗寒,对土壤要求不严格。人工栽培的冷地早熟禾草地可作为割草场,或割草与放牧兼用。

冷地早熟禾茎秆柔软,略带甜味,适口性好,枝叶茂盛,营养枝发达营养生长期较长。籽实成熟后枝叶仍保持青绿,叶片不易脱落,在不同生长期粗蛋白含量接近苜蓿,开花前马、牛、羊最喜食,干草质地柔软,可作为冬春的良好补充饲料,是夏秋各类家畜的抓膘优良牧草,冬春则是救命保膘草^[4]。

青海冷地早熟禾为适宜青藏高原栽培种植的草地植物,

有市售商品化种子(试验用青海冷地早熟禾种子由青海省畜牧兽医科学研究院草原研究所德科加研究员提供),易于种植,生长期较长,为草地植物试验研究比较理想的草地植物种。

1.2 盆栽试验 2016年4月中旬在西宁(中国科学院西北高原生物研究所院内)开展盆栽试验,培育青海冷地早熟禾9盆(盆径约30cm),盆栽土壤用草地黑壤土(采自达坂山海拔高寒草甸定位站周边牧场,混有牛羊粪自制的有机肥),青海冷地早熟禾播种量为10 kg/hm²。

试验根据灌水量设3个处理,干旱处理组:灌水量50 mL/盆;试验对照组:灌水量100 mL/盆;水胁迫组灌水量150 mL/盆。灌水周期视天气状况为1次/1~2 d。

试验持续至8月下旬,即生长期为4个月,按试验要求各自采样,阴干,备用。将采集的各试验草地植物样品,经自然阴干、去离子水清洗、60℃下烘干、研磨、过100目筛等样品预处理后,送分析测试中心进行各矿物元素分析测试。

1.3 分析测试 分析仪器:电感耦合等离子质谱仪(NexIONTM 350D,美国PerkinElmer公司)。分析元素:Ca、Mg、K、Na、P、Cu、Zn、Fe、Mn、Cr、Ni、Cd等12个元素。

1.4 数据统计分析 采用SPSS 20.0统计学软件对各组数据进行t检验分析。

2 结果与分析

由表1可知,在干旱和水胁迫影响下,对盆栽青海冷地早熟禾中各种矿物元素均有一定的影响。其中干旱组与对照组比较, K、Na、Cu、Fe、Mn、Ni、Cd等7个矿物元素含量均有蓄积增加的趋势,且 Cu、Mn、Ni 等元素具有显著性差异($P < 0.05$)。可见盆栽青海冷地早熟禾在干旱环境影响下,植物体内矿物元素营养有蓄积增加的趋势。而水胁迫组与对照组比较, Ca、P、Cu、Mn、Fe、Ni、Cr等7个矿物元素含量也有一定的蓄积增加趋势,且 P、Ni 等元素具有显著性差异($P <$

基金项目 青海省自然科学基金面上项目(2016-ZJ-906)。

作者简介 李天才(1966—),男,青海海东人,副研究员,博士,从事草地矿物元素研究。

收稿日期 2017-08-11

0.05)。表明盆栽青海冷地早熟禾在水胁迫影响下,植物体内矿物元素营养也具有蓄积增加的趋势。可见不论是在干

旱或水胁迫的影响下,盆栽青海冷地早熟禾中矿物元素营养均具有蓄积增加的趋势。

表1 干旱和水胁迫下盆栽青海冷地早熟禾中矿物元素

Table 1 Mineral Elements in Potted *Poa crymophila* under Drought and Water Stress

处理 Treatment	钙 Ca g/kg	镁 Mg g/kg	钾 K g/kg	钠 Na g/kg	磷 P g/kg	铁 Fe g/kg
对照组 Control group	4.72 ± 0.40	2.09 ± 0.16	21.03 ± 1.00	0.546 ± 0.063	3.03 ± 0.10	0.143 ± 0.004
干旱组 Drought group	4.58 ± 0.14	2.03 ± 0.17	21.77 ± 1.00	0.577 ± 0.172	3.02 ± 0.05	0.152 ± 0.017
水胁迫组 Water stress group	4.92 ± 0.27	2.03 ± 0.09	20.57 ± 1.42	0.495 ± 0.161	3.35 ± 0.11 * *	0.154 ± 0.018
处理 Treatment	铜 Cu mg/kg	锌 Zn g/kg	锰 Mn g/kg	铬 Cr mg/kg	镍 Ni mg/kg	镉 Cd mg/kg
对照组 Control group	5.76 ± 0.86	0.142 ± 0.020	0.026 ± 0.002	0.303 ± 0.046	11.15 ± 5.73	0.259 ± 0.031
干旱组 Drought group	8.16 ± 0.128 *	0.137 ± 0.026	0.031 ± 0.008 *	0.263 ± 0.063	25.30 ± 6.00 *	0.286 ± 0.073
水胁迫组 Water stress group	6.83 ± 0.68	0.117 ± 0.006	0.029 ± 0.005	0.353 ± 0.020	20.43 ± 8.75 *	0.245 ± 0.020

注:与对照组比较,*为 $P < 0.05$,**为 $P < 0.01$

Note:Compared with control,* stands for $P < 0.05$,** stand for $P < 0.01$

水分在植物生命活动中起着极大的作用,矿物元素也是植物生长发育的必需营养物质。矿物元素溶于水后才能被植物吸收和在体内转运,而蒸腾作用又是植物对水分吸收和流动的动力,即矿物元素营养是随水分的吸收和流动而被吸入,并转运到植物体的各组织和器官中发挥其功能作用^[5-7]。盆栽试验中各处理组与对照组比较,干旱和水胁迫处理都会使盆栽青海冷地早熟禾中的多种矿物元素营养蓄积增加,按照矿物元素饥饿效应假说,植物体内矿物元素营养有蓄积,则该矿物元素营养供给不及时或相对不足^[3]。可见在干旱和水胁迫等环境变化的影响下,盆栽青海冷地早熟禾中多种矿物元素营养蓄积是其对于干旱或水胁迫等环境变化的适应与响应。因此,天然草地植物中矿物元素营养的蓄积增加也可能是其对草地演替进程的适应与响应,干旱或水胁迫等环境因子的变化,驱使天然草地植物中矿物元素营养供给不足而蓄积增加,可见,盆栽青海冷地早熟禾中干旱和水胁迫试验也是矿物元素饥饿效应假说理论的再检验。

试验中干旱组、对照组和水胁迫组的水分是梯度控制的,盆栽青海冷地早熟禾中Ca、P、Cr等元素含量随着水分增加而增加,K、Na、Cd等元素含量随着水分的增加而减小,即盆栽青海冷地早熟禾对于有利于矿物元素溶解的水分并非越多越好,水分的匮乏(干旱)和盈余(水胁迫)都不利于植物对于矿物元素营养的摄取与吸收,可以说,盆栽青海冷地早熟禾中矿物元素营养的蓄积增加并非有利于植物的生长发育,即在干旱和水胁迫等逆境条件下,植物体内矿物元素营养元素的积累将发生变化^[8-9]。同理,退化草地植物中矿物元素营养的蓄积增加是草地退化演替的结果,当然退化草地植物中矿物元素营养的蓄积增加可能又驱使草地的再退化,即退化草地植物中矿物元素营养的蓄积也可以说是草地退化演替的原因。

干旱和水胁迫影响试验表明,有利于矿物元素溶解和吸收的水分并非是盆栽青海冷地早熟禾中矿物元素营养蓄积增加的原因,因为在试验中干旱组、对照组和水胁迫组的水分供给是梯度控制的,而盆栽青海冷地早熟禾中除Ca、P、Cr等外,大多数矿物元素营养的蓄积增加与水分之间并非正相关关系,所以矿物元素饥饿效应才是矿物元素营养蓄积增加的动力,即适宜的水分供给才有利于植物正常的生长与发育。

3 结论

在干旱和水胁迫影响下,盆栽青海冷地早熟禾中矿物元素营养具有蓄积增加的趋势,是其对于干旱或水胁迫等环境变化的适应与响应,也是矿物元素饥饿效应假说理论的再检验,其中矿物元素饥饿效应是草地植物中矿物元素蓄积增加的内动力之一。

水分的匮乏(干旱)和盈余(水胁迫)都不利于盆栽青海冷地早熟禾对于矿物元素营养的摄取与吸收,适宜的水分供给才有利于植物对于矿物元素营养的摄取与吸收和正常的生长与发育。

参考文献

- [1] 李天才. 草地矿物元素[M]. 北京:化学工业出版社,2014:77-83.
- [2] 李天才. 青海湖北岸草地矿物元素分布格局与蓄积分异行为研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2013:61-68.
- [3] 李天才. 生物矿物元素“饥饿效应”现象[J]. 青海草业,2015,24(4):2-4.
- [4] 青海省草原总站. 青海草地资源[M]. 西宁:青海人民出版社,2012:186.
- [5] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2002:184-230.
- [6] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2001:17-26.
- [7] 黄子琛,沈渭寿. 干旱区植物的水分关系与耐旱性[M]. 北京:中国环境科学出版社,2000:53-69.
- [8] 汪贵斌,袁安全,曹福亮,等. 土壤水分胁迫对银杏无机营养元素含量的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(6):15-18.
- [9] 刘建福,倪书邦,贺照勇,等. 水分胁迫对澳洲坚果叶片矿质元素含量的影响[J]. 热带农业科技,2005,27(1):1-3.

(上接第90页)

- [4] BRAMBRINK T, FOREMAN R, WELSTEAD G G, et al. Sequential expression of pluripotency markers during direct reprogramming of mouse somatic cells[J]. Cell Stem Cell, 2008, 2(2):151-159.
- [5] TAKAHASHI K, TANABE K, OHNUKI M, et al. Induction of pluripotent

stem cells from adult human fibroblasts by defined factors[J]. Cell, 2007, 131(5):861-872.

- [6] KASTENBERG Z J, ODORICO J S. Alternative sources of pluripotency: Science, ethics, and stem cells[J]. Transplant Rev (Orlando), 2008, 22(3):215-222.