

植物叶片脯氨酸的变化及其对 亚硫酸伤害的防护作用

韩素梅

(辽宁省林业科学研究所, 沈阳 110032)

张晓何

刘荣坤

(辽河油田环保处, 盘锦 124010)

(辽宁大学生物系, 沈阳 110036)

摘要 在特定污染条件下, 植物叶脯氨酸含量与 K^+ 渗出量(%)呈负相关变化, 并因树种和叶片成熟度而异。脯氨酸含量为成叶 $>$ 老叶, K^+ 渗出量则是老叶 $>$ 成叶, 外施脯氨酸对植物亚硫酸伤害具有一定的防护作用。

关键词 脯氨酸含量 K^+ 渗出量 防护作用 亚硫酸伤害

植物在逆境胁迫下, 游离脯氨酸(pro)含量发生较大变化(汤章诚1984)。Dashek (1981)将蚕豆和一些植物暴露在 SO_2 中, pro含量增加, 终止暴露后又恢复正常。而Mol-hotra等(1979)报道, 经 SO_2 熏气处理的短叶松苗(*Pinus bunksiana*)pro含量明显下降。表明这一研究尚无定论。pro含量是一个伤害指标抑或抗性指标也存在异议(卞咏梅, 等1988, 汤章诚, 1985)。大气 SO_2 进入植物体后, 主要以亚硫酸(HSO_3^- 和 SO_3^{2-})的形式进行危害(余叔文1980), 本文根据亚硫酸对水培小麦苗的处理, 结合对特定污染地区某些绿化树种的实际测定, 以 K^+ 渗出量作为伤害指标, 探讨了植物pro的变化及抗性效应, 以及外源pro对植物亚硫酸伤害的防护作用, 为提高植物对大气 SO_2 污染的抗性、开辟新的途径。

1 实验材料和方法

1.1 实验材料

“沈农78”小麦种子由辽宁省农科院提供。用1%安替福民消毒, 经浸种在珍珠岩中培养。在长出3片叶, 苗高约15cm时进行处理。室外采样点是在 SO_2 污染严重的沈阳灯泡厂和相对洁净的东陵公园, 以及污染中等的辽宁大学校园。选定的采样树种有刺槐(*Robinia acacia*)、加拿大杨(*Populus canadensis*)、京桃(*Prunus davidiaha*)、鸡树条荚蒾(*Viburnum sargentii*)、紫丁香(*Syringa vulgaris*)、东北接骨木(*Sambucus manshurica*)、树锦鸡儿

(*Caragana arborescens*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、黄菠萝(*Phellodendron amurense*)。样树生长正常、无任何病虫害、在树冠中部的四个方位、选择当年生枝条,分别采摘幼年、成年、老年三种不同成熟度的叶子。

1.2 实验方法

1.2.1 外施 pro 处理

水培小麦苗长出第一片叶后,改用50、100、150 $\mu\text{g/ml}$ 浓度的 pro 溶液培养至长出3片叶。

1.2.2 亚硫酸处理

叶片用蒸馏水洗净,吸干。小麦叶剪成1cm长叶段;树叶用打孔器取1cm直径的叶园片(避开主脉)。分别取1g样叶,放入装有30ml 0.5、50mmol/L浓度的亚硫酸钠溶液中,浸泡2小时。

1.2.3 内源 pro 含量测定

按朱广廉等(1983)方法测定。

1.2.4 K^+ 渗出量测定

按前文(刘荣坤1987)方法测定。用沸水煮叶片1分钟、滤液的 K^+ 含量设定为叶片 K^+ 含量。处理叶 K^+ 渗出量与叶片 K^+ 含量之比为 K^+ 渗出率,用百分数(%)表示,每一处理重复3次。

2 实验结果

2.1 植物脯氨酸的变化

2.1.1 亚硫酸影响下植物 pro 含量和 K^+ 渗出量的相关性

由图1看出,小麦苗 pro 含量依亚硫酸处理浓度增加而均匀上升; K^+ 渗出量则变化较大,在低浓度亚硫酸处理下迅速下降,尔后明显上升,变化动态呈“S”形。具体表现为:在低浓度亚硫酸(4mmol/L以下)处理下, K^+ 渗出量高于 pro 含量;4~40mmol/L范围内,二者关系与前者相反;在10mmol/L以上时, K^+ 渗出量与 pro 的关系与低浓度亚硫酸处理情况相同。

2.1.2 不同树种 pro 含量的变化

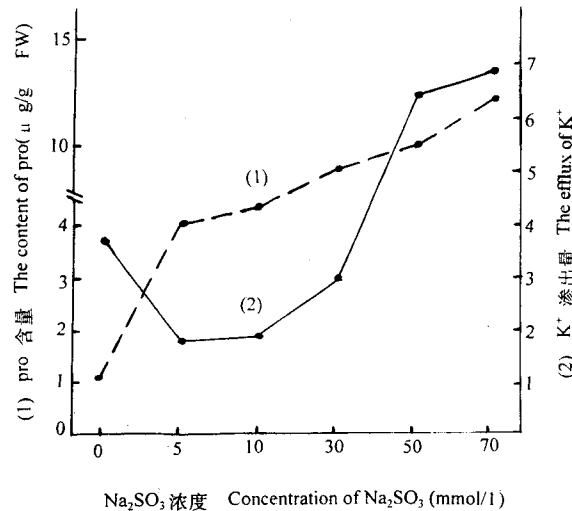


图1 亚硫酸对小麦苗 pro 含量和 K^+ 渗出量的影响
Fig. 1 The effect of sulphurous acid on pro content and K^+ efflux of wheat seedling (mg/g FW(2))

对特定污染区的9个绿化树种采样测定(图2),发现 pro 含量与 K^+ 渗出率之间呈松散的负相关($r = -0.51$ $p < 0.05$),即 pro 含量多者,抗性较强,膜透性伤害较轻;反之伤害较重。实验树种的抗性顺序是:京桃 > 刺槐 > 树锦鸡儿 > 接骨木 > 银杏 > 鸡树条荚蒾 > 加杨,其中黄菠萝,紫丁香与规律相悖。表明影响因素比较复杂,即使污染条件相同,各树

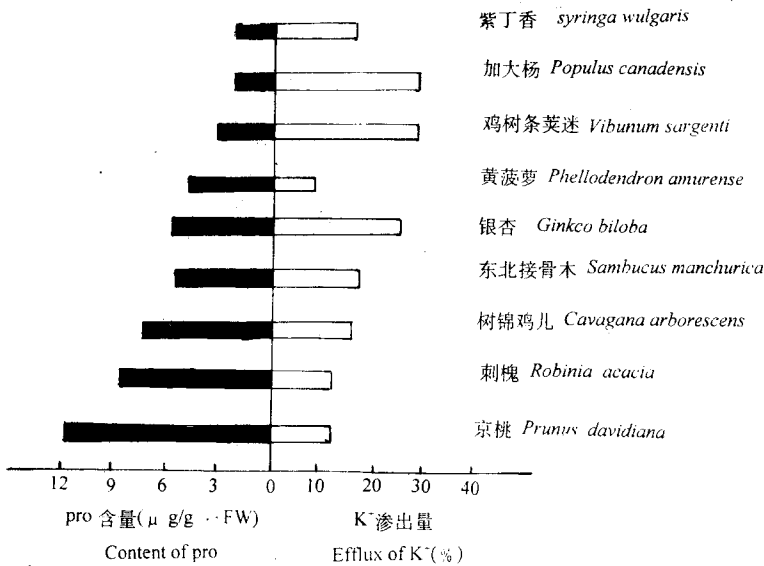


图2 各树种 pro 含量与 K⁺ 渗出率的关系

Fig. 2 The relation between of pro content and K⁺ efflux in different species

种的生理反应也不一样,可以认为内源 pro 含量基本上是个抗性指标。

2.1.3 不同成熟度叶片的 pro 含量变化

由表1得出:同一树种的 pro 含量和 K⁺ 渗出量以沈阳灯泡厂的为最高,辽宁大学的次之,东陵公园的最低,基本依 SO₂ 浓度的增高而增加,与图1变化相符;同一污染条件下,刺槐叶 pro 含量明显高于加杨, K⁺ 渗出率则低于加杨,与图2表现一致,表明刺槐的抗性显著高于加杨;在同一枝条上,因叶片成熟度不同反应也不一样:pro 含量是成叶>老叶, K⁺ 渗出量为老叶>成叶,表明成叶较老叶抗性强;在幼叶二者的关系则不甚规律。同一树种不同成熟度叶的 K⁺ 含量变动不大,加杨和刺槐的变异系数(W)分别为2.5%和11.3%,不同树种之间的 K⁺ 含量差异极显著,经 t 检验, P < 0.01。

2.2 外源脯氨酸对植物亚硫酸伤害的防护效应

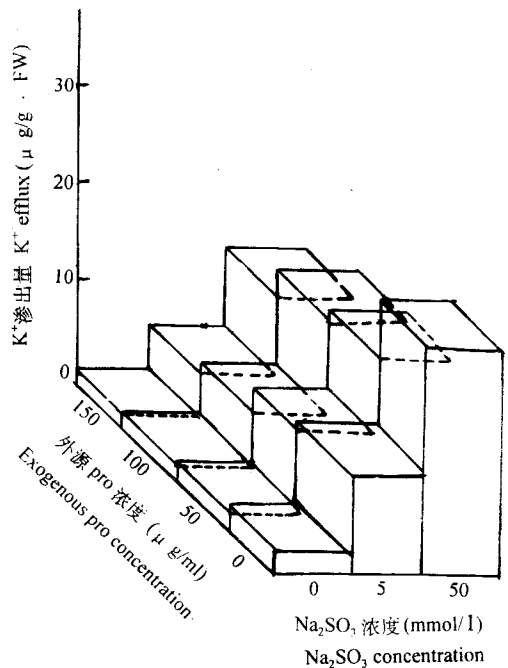


图3 外源 pro 对亚硫酸伤害小麦苗的防护效应

Fig. 3 The Protective effect of Pro to sulfite damage of wheat seedlings

表1 不同成熟度叶片的 pro 含量及 K⁺ 渗出量变化Table 1 The changes of Pro content and K⁺ efflux in leaves with ripe degree

采样点 Selected place	SO ₂ 浓度 Concentration of SO ₂ (mg/m ³)	指标 Item (μg/g·FW)	加拿大杨 Populus canadensis			刺槐 Robinia acacia		
			幼叶 Young leaf	成叶 Mature leaf	老叶 Old leaf	幼叶 Young leaf	成叶 Mature leaf	老叶 Old leaf
沈阳灯泡厂 Shenyang bulb works	0.210	pro 含量 pro content	3.00	5.77	4.85	14.03	16.84	15.62
		K ⁺ 渗出量 (%) [*] K ⁺ efflux	$\frac{15.57}{9.5}$	$\frac{19.85}{14.6}$	$\frac{23.18}{17.4}$	$\frac{30.94}{13.5}$	$\frac{29.78}{12.6}$	$\frac{32.96}{13.7}$
辽宁大学 Liaoning university	0.141	pro 含量 pro content	4.48	4.76	3.64	18.72	15.36	14.62
		K ⁺ 渗出量 (%) [*] K ⁺ efflux	$\frac{21.00}{12.9}$	$\frac{17.99}{13.2}$	$\frac{20.41}{15.3}$	$\frac{30.13}{13.1}$	$\frac{28.48}{11.0}$	$\frac{30.49}{12.7}$
东陵公园 Dongling parks	0.097	pro 含量 pro content	4.04	3.00	2.98	14.73	15.01	11.12
		K ⁺ 渗出量 (%) [*] K ⁺ efflux	$\frac{17.44}{10.7}$	$\frac{17.30}{12.7}$	$\frac{18.77}{14.1}$	$\frac{28.00}{12.3}$	$\frac{25.01}{10.5}$	$\frac{28.58}{11.9}$
K ⁺ 含量 Content of K ⁺ (μg/g·FW)			162.7	135.9	133.1	228.3	236.7	239.7

* 表示 K⁺ 渗出率

以0、50、100、150μg/ml 浓度的 pro 溶液培养小麦苗、经亚硫酸处理后发现(图3):K⁺ 渗出量依亚硫酸浓度增高而增加;同一亚硫酸浓度下,K⁺ 渗出量随培养液的 pro 浓度增加而有所降低,表明外源 pro 对植物质膜的亚硫酸伤害具有一定的防护效应。

3 讨论

本文报道,小麦苗的 pro 含量依亚硫酸处理浓度增高而增加,与 K⁺ 渗出量的变化趋势相同;在同一污染条件下,不同树种的 pro 含量与 K⁺ 渗出率之间呈负相关变化。上述表现是 pro 积累减轻膜伤害,使 K⁺ 渗出量降低,抑或 K⁺ 渗出量增加促进 pro 积累,这一关系尚不清楚。

植物 pro 含量的增加,是植物对逆境胁迫的一种生理反应,可能具有双重意义,其一是细胞结构和功能遭受伤害的反应,这一点已被许多文献证实(卞咏梅1988,汤章诚,1984);其二是植物在逆境下的适应表现,系防护效应,可做为鉴定植物相对抗性的指标,已见于前人(汤章诚1984、1985;Singh 等1972)的报道,在本文中也得到反映。后者是一个

值得重视的研究动向。

关于外施 pro 对亚硫酸伤害小麦苗质膜的防护作用,目前仅从作者查阅的文献中尚未见报道,但本文的实验数据甚少,仅做为一个研究方向提出,与实际应用尚有不小距离。汤章诚(1984,1985)发现:用 pro 溶液培养高粱苗有利于缓和或减轻缺钾时造成的伤害。表明外施 pro 对植物的抗逆性可能具有广泛的实践意义,有必要更深入的进行探讨。

参 考 文 献

- 卞咏梅等,1988:大气氟污染对某些植物脯氨酸的影响,植物生理学通讯,(6)19~21.
- 刘荣坤等,1983:植物气孔与 SO_2 伤害及 ABA(脱落酸)的防护效应,植物生理学通讯,(4)25~28.
- 刘荣坤1987:植物叶钾离子(K^+)渗出量的变化规律及其在大气质量评价中应用,植物生态学与地植物学学报,11(1)1~10.
- 刘荣坤等,1993:磷酸缓冲液对植物 SO_2 伤害的防护作用,植物学报,35(9)689~702.
- 朱广廉、邓兴旺,1983:植物体内游离脯氨酸的测定,植物生理学通讯,(1)35~37.
- 余叔文等,1980:植物对二氧化硫的抗性和叶组织 pH 的关系,植物生理学报,6(4)345~351.
- 汤章诚,1984:逆境条件下植物脯氨酸累积及其可能的意义,植物生理学通讯,(1)15~21.
- 汤章诚,1984:钾在高粱水分亏缺时脯氨酸累积中的作用,植物生理学报,10(3)209~215.
- 汤章诚,1985:脯氨酸对缺钾植物的保护作用,植物生理学报,11(2)138~146.
- Dashek. W. V., Erickson. S. S., 1981:Isolation, assay, biosynthesis, metabolism, uptake, and translocation, and function of proline in plant cells and tissues *Bot Rev*, 47:349~385.
- Singh. T. N., Aspinall. D, Paleg. L. G., 1972:Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley; a potential metabolic measure of drought resistance. *Nature. New biol.* 236:188~190.

THE CHANGES OF PLANT PROLINE AND ITS PROTECTIVE EFFECT ON SULFUROUS ACID INSULT

Han Su-mei

(Liaoning Provincial Academy of Forestry Science, Shenyang 110032)

Zhang Xiao-he

(Environmental protection Department, Liaohe Oilfield, Panjin 124010)

Liu Rong-kun

(Biological Department, Liaoning University, Shenyang 110036)

Abstract

Under specified condition of pollution, the content of endogenous proline was negatively correlative to the K^+ efflux in leaves. The relation between the proline content and the K^+ efflux may change among species and maturity of leaves. In general, the content of proline in the mature leaves was higher than that in the old leaves and the K^+ efflux of the old leaves was higher than that of mature leaves, Spraying proline had a protective effect against sulfurous acid insult.

Key words Proline content, K^+ efflux, Protective effect, Sulfurous acid insult