

沙芦内含物 PAAC 对干旱胁迫下玉米幼苗叶片 光合及蛋白氧化损伤的保护作用

刘振斌, 伊万伟, 浦铜良*

(兰州大学生命科学学院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 采用沙培试验, 培养期间用沙丘芦苇特有的多氨基芳香族化合物 PAAC 水溶液对培养的两种不同基因型玉米幼苗叶片进行喷施处理, 研究幼苗叶片在正常供水和干旱胁迫下的相对含水量、光合作用、叶绿素荧光等参数的变化趋势。确定这些生理指标在评价作物抗旱性方面的作用, 并与甜菜碱溶液喷施处理的作物参比, 研究该内含物对植物蛋白氧化损伤的影响。结果表明: PAAC 溶液能够明显地降低干旱下植物叶片蛋白质中羰基含量的上升, 即该内含物能够有效地减弱干旱胁迫下植物蛋白氧化损伤程度, RWC 相对较高, 说明 PAAC 一定程度上降低水分的散失。当植物受到中度干旱胁迫时, PAAC 显著地减缓玉米叶片光合速率的下降, 同时 F_v/F_m 、 qP 、 ETR 等叶绿素荧光参数数值也明显高于同期的对照, 表明 PAAC 具有保护类囊体膜上 PSII 的光合活性的作用, 一定程度上增强了植物的抗旱能力。

关键词: 干旱; PAAC; 叶绿素荧光; 光合速率; 气孔导度; 蛋白氧化损伤

中图分类号: Q945.7; S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)03-0155-07

分布于巴丹吉林沙漠地带的沙生芦苇 (*Phragmites communis Trin.*) 由于其独特的生理生化表现及遗传特性, 在恶劣的环境中表现出很强的抗逆性。PAAC (polyamine aromatic compound, 简称 PAAC) 是一种仅存在于沙丘生态型芦苇叶中的多氨基芳香族化合物, 分子量为 856Da。在沙芦叶片中其含量呈现出明显的季节变化, 浦铜良等实验证明在炎热的 7 月和干旱少雨的 5 月, 沙芦体内的 PAAC 含量较高。与环境水分、温度条件之间呈现很高的相关性, 即温度越高, 干旱程度越重则 PAAC 的含量越高。推测该物质很可能与植物抵抗干旱和高温等逆境生理特性存在密切关系, 研究 PAAC 对提高植物抗逆性作用有十分重要的意义^[1]。前人的研究已经证明了 PAAC 能够有效地清除自由基, 并且能与蛋白质结合, 对于在高温逆境中的离体叶绿体具有保护作用。但对于完整的活体植株的抗逆性的影响却尚未有研究。本文以玉米为实验材料, 研究沙丘芦苇特有内含物对玉米苗期的抗旱、耐旱的影响, 探讨其作用机理, 从而进一步探索沙丘芦苇特有内含物的抗旱意义与普适性。同时, 为农作物抗旱探求新的思路和途径。

1 材料与方法

1.1 PAAC 的提纯与鉴定

沙芦叶片用 8 ~ 10 倍 (V/W) 体积 50 mmol/L HCl (含 5 mmol/L β -巯基乙醇, 0.2% Triton X-100) 匀浆, 提取两次。合并的滤液用 NaOH 调节 pH 至 5 ~ 6 后, 加入一定量的羧甲基纤维素 (CM-C) 粉吸附、富集。吸附了 PAAC 的 CM-C 经约 20 倍体积的丙酮, 0.2 mmol/L NaCl, 50 mmol/L Gly-NaOH (pH = 10) 和蒸馏水分别清洗, 离心收集后, 继以 5 mmol/L HCl 洗脱。在中性 (pH 7.0) 条件下用水饱和和正丁醇萃取洗脱液 3 次, 合并的有机相经氮气 (50℃) 吹干^[1]。经 TLC 鉴定, 并在紫外 (287 nm) 比色定量。分析纯度在 95% 以上。

1.2 材料及设计

本实验选用抗旱性强的郑单 958 号、抗旱性相对较弱的豫玉 22 号^[2,3] (购于太原大强种业公司) 两个玉米品种, 萌芽后培养 25 d (三叶期) 的幼苗作为实验材料。玉米籽粒催芽后种在装有等量石英砂的长方形花盘中 (长 39 cm, 宽 26 cm, 深 5 cm), 石英砂厚度为 4 cm。种子间距 3 cm, 每盘各 80 株。每日浇水, 保证石英砂始终湿润并且盘底可见少量水。

收稿日期: 2009-11-05

基金项目: 国家自然科学基金 (30470163)

作者简介: 刘振斌 (1984—), 男, 硕士研究生, 主要从事植物逆境生理生化方面的研究。E-mail: liuzhenb07@lzu.cn。

* 通讯作者: 浦铜良, 博士, 副教授, 主要研究方向为植物逆境生理。E-mail: tpu@lzu.edu.cn。

每 2 d 换水 1 次。培养期间不用任何培养液。在人工光照培养箱内进行培养,温度日/夜为:25℃/15℃,光照强度为:1 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,12 h 每日光周期,相对湿度在 60% 左右。对照和不同处理各培养一盘,分别为空白对照组(CK),PAAC 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 浓度处理(P200),PAAC 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 浓度处理(P50),在蛋白氧化损伤实验中加入甜菜碱处理作为对比,根据文献^[4,5],选用对农作物保护较好的两个浓度,50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (B50)和 25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (B25)。所有处理采用溶液叶面喷施的方法。从幼苗长出第二片叶到培养第 25 d 露出第四叶期间,每 3 d 喷 1 次,共喷 5 次,不同角度均匀喷施,保证每片叶子都被湿润。到第 25 d 将每个培养盘中的水全部倒出,开始对幼苗进行断水干旱胁迫,直至玉米苗自然枯萎死亡。各指标测定选用 3 个或 3 个以上的重复。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 叶片相对含水量的测定 采用烘干称重的方法,测定植物组织的鲜重(FW)、干重(DW)、饱和鲜重(SFW)后,用下式计算以上几个生理指标:

$$\text{组织相对含水量 RWC} = (\text{FW} - \text{DW}) / (\text{SFW} - \text{DW}) \times 100\%$$

1.3.2 蛋白质氧化损伤 采用 DNPH 比色法测定叶片蛋白质中羰基含量的增加,从而反映胁迫下蛋白质氧化损伤程度^[6,7]。称取 0.1 g 幼苗叶片加 0.5 mL 提取液(50 mmol/L PBS, pH 7.5, 1 mM EDTA, 50 mM NaCl)。低温研磨,13 000 r/min 离心 10 min。取上清加入 10% 的硫酸链霉素,使其最终浓度为 1%,室温 15 min,11 000 r/min,离心 10 min,上清用于测定。取上清液 200 μl 加入 200 μl DNPH(2,4-二硝基苯肼)(10 mM,溶于 2 mol/L 盐酸),以上清液加的 2 mol/L 盐酸作为对照,室温反应 60 min,注意反应时一定避光。每 10 ~ 15 min 涡旋 1 次。加入 200 μl 的 20% TCA,冰浴保持 15 min,10 000 r/min 离心 5 min 以沉淀蛋白质,弃去上清。沉淀加 300 μl 乙醇:乙酸乙酯(V:V = 1:1)洗涤 2 次,每次 10 min,超声后,冰浴 3 min,再 10 000 r/min 离心 3 min 以除去多余未反应的 DNPH。对照只洗 1 次。加 1 mL 6 mol/L 盐酸胍,37℃ 水浴溶解 2 h,蛋白质充分溶解后 3 000 g 离心 10 min,上清液测定 OD₃₇₀。羰基消光系数为 22 000 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{cm})$ (即,1 mol/L 的羰基在 370 nm 处在 1 cm 的比色皿中的吸光值为 22 000)^[8],羰基含量的计算方法参照 Abraham。可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法,以牛血清蛋白为参比。

1.3.3 光合参数 光合速率(P_n),气孔导度(G_s),胞间 CO_2 浓度(C_i),利用美国 LI-COR 公司生产的

Li-6400 光合仪测定。

1.3.4 叶绿素荧光参数 利用德国 WALZ 公司生产的 PAM-2100 便携式调制荧光仪测定。测定初始荧光(F_0),暗适应最大荧光(F_m),光适应最小荧光(F_0'),光适应最大荧光(F_m'),稳态任意时刻荧光(F_t)。可计算得到:最大量子产额(F_v/F_m),PS II 有效光化学量子产额($Yield$),光化学淬灭(qP),非光化学淬灭(qN),相对电子传递速率(ETR)

1.4 数据处理及分析

所有数据处理及分析采用 Excel 和 SPSS10.0,用 Origin 7.5 作图。

2 结果与分析

2.1 PAAC 对干旱胁迫下玉米幼苗叶片水分变化的影响

干旱对植物的直接作用就是引起组织失水,导致各种代谢活动紊乱。相对含水量(RWC)是衡量植物体内水分状况的常用参数^[9]。由图 1 可以看出,随着干旱时间的延长,两个品种的玉米幼苗叶片 RWC 均逐渐下降,郑单 958(Z)较豫玉 22(Y)在胁迫下维持了相对较高的 RWC。同时两品种对照(CK)的相对含水量在干旱胁迫 2 d 后明显低于 PAAC 的处理(P200、P50)和甜菜碱的处理(G50、G25)说明 PAAC 与甜菜碱相似,具有维持植物组织水分的作用。

2.2 PAAC 对干旱胁迫下玉米幼苗叶片蛋白氧化损伤的影响

植物在逆境胁迫会产生大量活性氧,包括羟自由基($\cdot\text{OH}$)、超氧阴离子($\text{O}_2^{\cdot-}$)和 H_2O_2 等,从而引起一些生物大分子的氧化,对细胞造成损伤。在细胞内外环境中,蛋白质是自由基和其他氧化剂攻击的主要目标。蛋白受到氧化损伤时,其中 Lys, His, Arg, Pro 四种氨基酸的残基首先被氧化生成羰基。对蛋白质氨基酸侧链的氧化可导致羰基产物的积累。蛋白质的羰基化被广泛地用于评价各种生物有机体的氧化程度,蛋白质羰基含量是蛋白质氧化损伤的敏感指标^[10]。从图 2 可以看出:随着干旱时间的延长,两种玉米蛋白质中的羰基含量均逐渐上升,即随着干旱程度逐渐加剧,体内积累的活性氧增多,对蛋白质分子的氧化程度也逐渐上升。但是可以看出,PAAC 和甜菜碱处理幼苗的羰基含量明显低于同期的对照,尤其是 PAAC 处理(P200, P50)。说明 PAAC 可能起到在胁迫发生时对蛋白分子结构和功能的保护作用,增强了植物抗旱的能力。

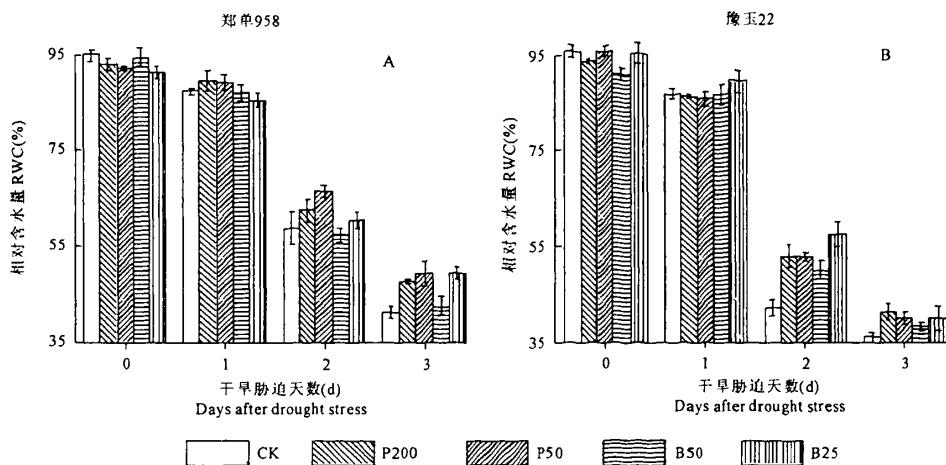


图1 PAAC和甜菜碱对干旱胁迫下两品种玉米叶片相对含水量的影响

Fig.1 Effects of leaf application of PAAC or betaine on the leaf relative water content of maize seedling before and after drought stress

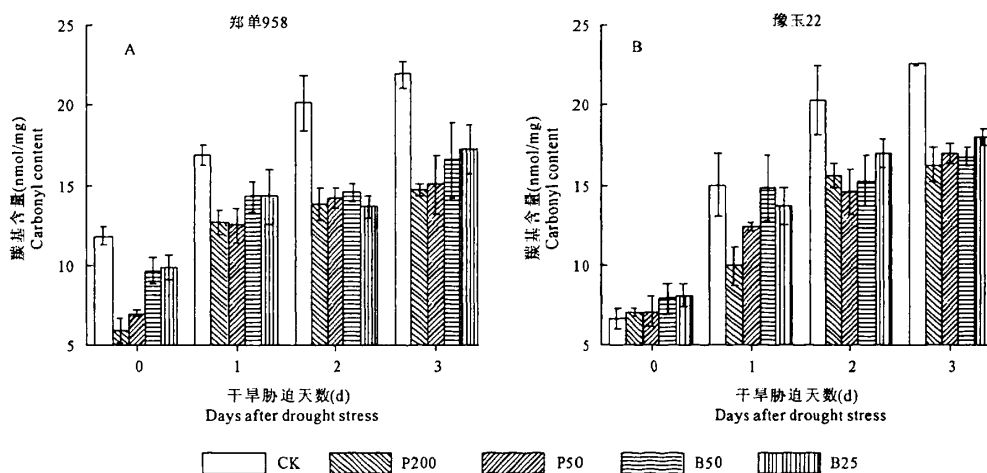


图2 PAAC和甜菜碱对干旱胁迫下两品种玉米幼苗的蛋白氧化损伤程度的影响

Fig.2 Effects of leaf application PAAC or betaine on the levels of protein oxidation injury of maize seedlings before and after drought stress

2.3 PAAC对干旱胁迫下玉米幼苗叶片光合速率的影响

光合作用是植物体内重要的代谢过程,对逆境的反应十分敏感,从而被作为衡量植物抗逆性的重要生理指标。从图3(A,B)上可以看出,随着干旱胁迫程度的加剧,两种玉米净光合速率均呈现出明显下降趋势,胁迫第2、3天时对照组的光合速率下降程度明显大于两组PAAC处理(P200,P50)。而在干旱1d时,即轻度胁迫下,对照和处理并没有表现出明显的差异,两品种结果基本一致。图3(C,D)表明在干旱后两品种玉米的气孔导度都开始持续降低,

其中对照(CK)与PAAC处理的幼苗(P200,P50)在气孔导度方面无明显差异,证明干旱时PAAC对气孔导度没有明显的影响。图3(E,F)显示,随着干旱程度的加重,胞间 CO_2 浓度先下降后上升,当干旱胁迫进入第2天,即干旱程度较重时,经PAAC处理的幼苗 CO_2 浓度上升程度明显小于对照。但在胁迫1d时,却没有出现明显差异,这与气孔导度的变化对应。干旱首先引起气孔关闭,这是植物在干旱胁迫时降低蒸腾失水的一种防御手段。但气孔关闭会抑制外界 CO_2 进入细胞,限制 CO_2 供应,导致光合作用的气孔限制。

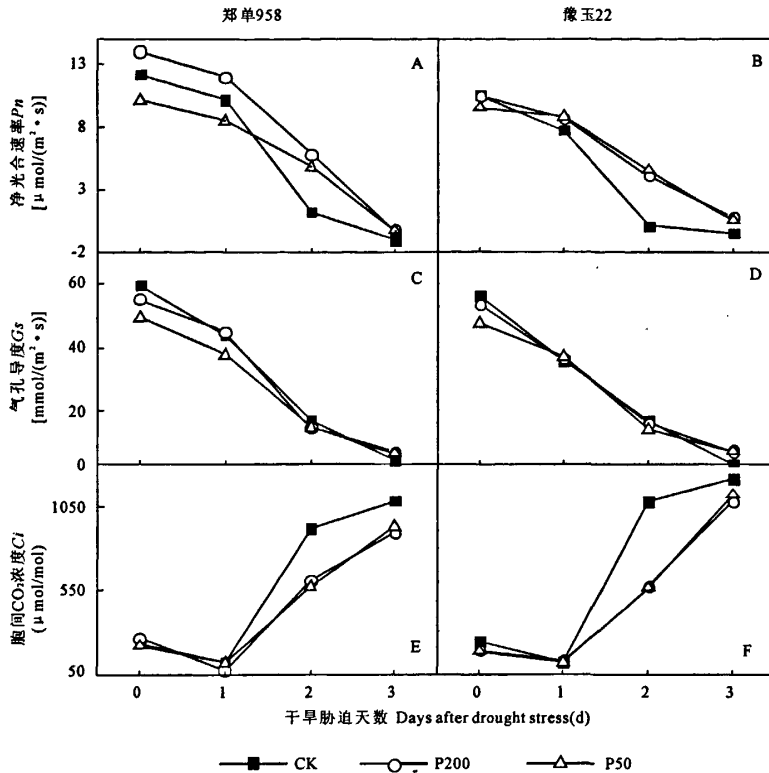


图 3 PAAC 对干旱胁迫下两品种玉米幼苗叶片净光合速率(图 A,B)气孔导度(图 C,D)和胞间 CO_2 浓度(图 E,F)变化的影响

Fig.3 Effects of leaf application PAAC on the leaf net photosynthetic rate (A, B), the stomatal conductance (C, D) and the intercellular CO_2 concentration (E, F) of maize seedlings before and after drought stress

在干旱 1 d 时,即较轻度干旱胁迫下,两品种的气孔导度(G_s)都下降(图 3C,D),细胞间 CO_2 浓度(C_i)降低(图 3E,F),因而导致光合速率的下降(图 3A,B),说明在这一时期光合速率的降低主要是气孔限制的结果;但随着胁迫的加重, C_i 开始上升(图 3E,F),光合速率继续下降,说明气孔限制不再是限制碳同化的主要因素,非气孔限制开始起主导作用。干旱胁迫下 PAAC 可能主要作用于植物光合过程中的非气孔因素。

2.4 PAAC 对干旱胁迫下玉米幼苗叶片叶绿素荧光参数的影响

F_v/F_m 指 PS II 最大光化学效率,反映了 PS II 反应中心内原初光能转化效率。高等植物在非胁迫条件下此值一般在 0.8 以上,当植物受到逆境胁迫时,遭受光抑制的叶片这一参数变化明显,它是表示光抑制程度的良好指标和探针^[11]。图 4(A,B)结果显示,随着干旱程度的加重,两品种玉米 F_v/F_m 值都有明显下降。其中郑单 958 在干旱 1 d 内 F_v/F_m 值有略微上升,可能与该品种具有较强的抗旱性有关。轻度胁迫反而能激发植物的光合活性。同时可

以看出,干旱 1 d 后 PAAC 处理幼苗的最大光化学效率降低程度要小于对照。Yield 是 PS II 有效光化学量子产量,是指 PS II 反应中心在部分关闭情况下的实际原初光能捕获效率,是在叶片没有经过暗适应而在光照下直接测定。它对环境因素更为敏感^[12]。图 4(C,D)中两个品种的 Yield 变化说明在缺水较重的条件下,PAAC 处理幼苗其 PS II 实际原初光能捕获效率的衰减程度要明显小于对照组。以上两组结果共同说明 PAAC 在干旱胁迫下能够缓解 PS II 光化学活性的降低,这与研究 PAAC 与离体叶绿体作用的实验结果相吻合^[13]。证明了其作用位点直接位于叶绿体类囊体膜上,甚至有可能直接作用于 PS II 复合体本身。

荧光猝灭是使荧光产量最大值(F_m)下降的各种过程,是植物体内光合量子效率调节的一个重要方面,它分为光化学猝灭(qP)和非光化学猝灭(qN)两类。 qP 表示 PS II 天线色素吸收光能用于光化学电子传递的份额,要保持高的光化学猝灭就要使 PS II 反应中心处于“开放”状态,光化学猝灭又在一定程度上反映了 PS II 反应中心的开放程度^[14]。

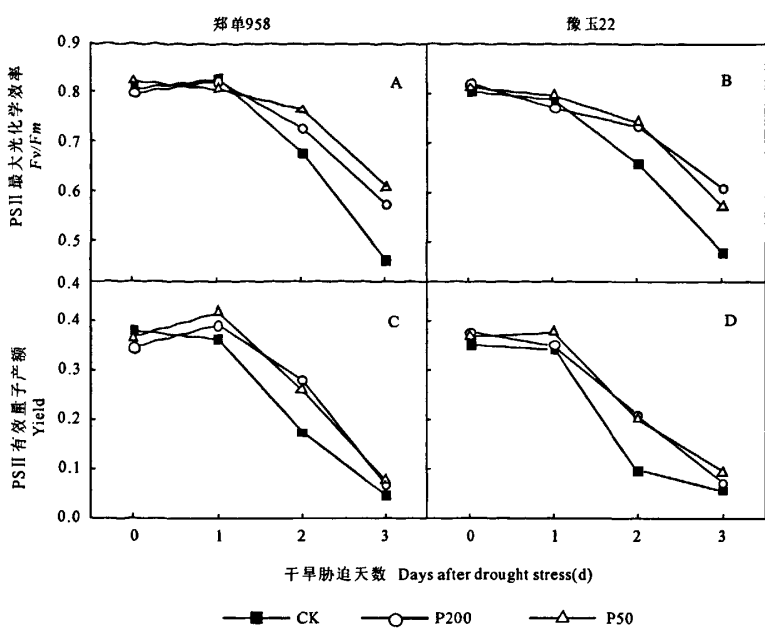


图 4 PAAC 对于干旱胁迫下两种玉米幼苗 PS II 最大光化学效率 (F_v/F_m) (图 A, B) 和 PS II 有效量子产额 Yield (图 C, D) 变化的影响
Fig. 4 Effects of leaf application PAAC on the maximal photochemical efficiency of PS II (F_v/F_m) (A, B) and the yield of quantum efficiency (C, D) of maize seedlings before and after drought stress

光化学淬灭反映了 PS II 原初电子受体 QA 的还原状态,它由 QA^- 重新氧化形成^[15]。光化学淬灭系数 qP 愈大,QA 重新氧化形成 QA^- 的量愈大,即 PS II 的电子传递活性愈大。 qN 则反映 PS II 天线色素吸收的光能不能用于光化学电子传递而以热的形式耗散掉的部分。非光化学能量耗散的提高,有助于耗散过剩的激发能,缓解环境对光合作用的影响^[16]。非光化学淬灭是一种自我保护机制,对光合机构起一定保护作用。ETR 表示叶片的相对光合电子传递速率。由图 5(A, B)可以看出,在干旱胁迫下两品种的 qP 值均降低,PAAC 处理幼苗降幅要小于对照组。同时 ETR 值图 5(E, F)的变化,看出 PAAC 对于干旱胁迫下 PS II 相对光合电子传递速率降低的缓解作用。以上结果证明在干旱胁迫下 PAAC 能够有效地保护 PS II 的捕光活性和反应中心的开放比例,减缓光抑制,缓解胁迫对光合电子传递链效率的影响。这与 PAAC 对光合作用的影响结果一致,证明了 PAAC 在干旱胁迫下能够缓解作物的非气孔限制因素。而 qN 结果图 5(C, D)显示,随着干旱程度的加深,两种玉米的非光化学淬灭都上升。但 PAAC 处理和对照间并没有明显差别。前人的工作证明了 PAAC 对自由基有强力清除能力。干旱胁迫下光合作用被抑制,光合效率下降,而植物所吸收的光能就会通过光合同化以外的途径消耗,其

中引发植物自由基的产生是光能耗散的方式之一,同时这也是造成植物继发伤害的重要源头之一。PAAC 的这种作用即消除了耗散能量产物(自由基),增加了该途径的通畅度,同时消除或减轻了自由基引发的后续氧化伤害。故在 qN 的变化结果上表现了不增加热耗散能力。

3 讨论

本实验选用的两种玉米的抗旱性差异在相对含水量的测定结果中得以体现。即,在干旱后的第 2、3 天,郑单 958 号(抗旱性强)较之豫玉 22 号(抗旱性较弱)维持了较高的相对含水量。而在蛋白氧化损伤等测定指标中,两者并未表现出明显的差异。可能由于处在幼苗期的玉米其形态和功能尚未发育完全,所以品种间的抗旱性差异还未充分表现出来。

以甜菜碱作为参比对象,通过对比玉米幼苗叶片中蛋白质的羰基含量,表明 PAAC 能够有效地降低干旱胁迫下植物蛋白的羰基化,从而缓解蛋白氧化损伤程度。此作用与甜菜碱类似。前人已经证明 PAAC 能够直接清除自由基^[1],由于 PAAC 具有对自由基的直接清除能力,所以可能从源头直接削弱了产生氧化损伤的因素。而蛋白质是一类重要的生物大分子,在构成机体的生命活性物质中其含量最多,也是体内很多重要的代谢物质、营养物质的载体。

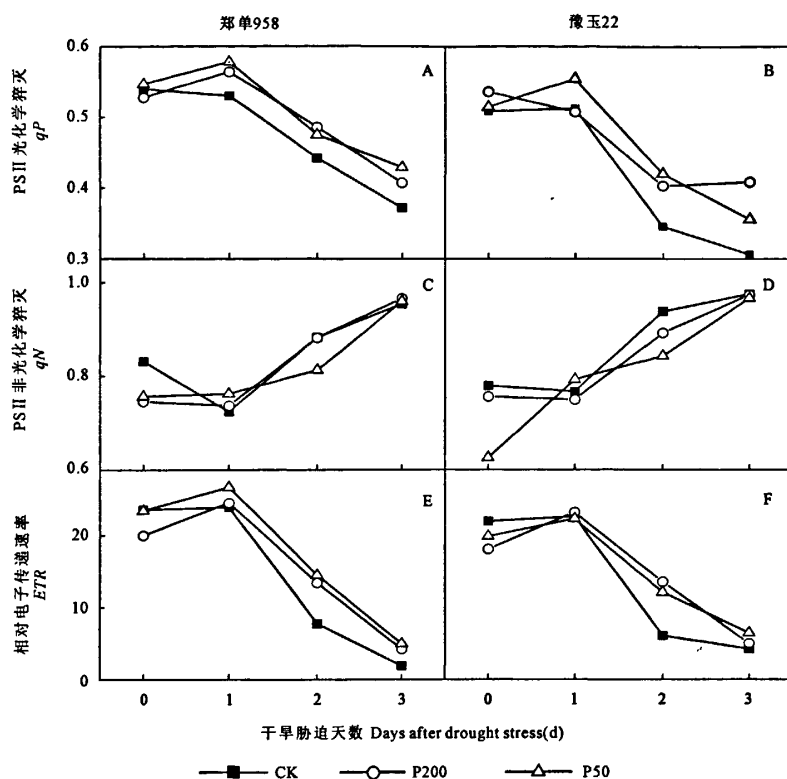


图 5 PAAC 对干旱胁迫下两种玉米幼苗的 PSⅡ 光化学淬灭 (qP) (A, B)、非光化学淬灭 (qN) (C, D) 和相对电子传递速率 (ETR) (E, F) 变化的影响。

Fig.5 Effects of leaf application PAAC on photochemical quenching co-efficient (A, B), non-photochemical quenching co-efficient (C, D) and relative electron transport rate (E, F) of photo-system II of maize seedlings before and after drought stress

所以 PAAC 能够增强植物抗旱性的作用,可以从保护蛋白质及其他生物大分子的结构和功能的角度去分析。

通过对干旱胁迫较为敏感的叶片光合参数和叶绿素荧光参数的测定,反应出沙丘芦苇内含物 PAAC 在植物受到中度和重度干旱时,能够有效地缓解植物叶片光合效率的降低,减弱光抑制,保护类囊体膜上 PSⅡ 的光合学活性,一定程度上维持光合电子的传递效率。与前人关于 PAAC 与离体叶绿体的作用结果一致,进一步证明了 PAAC 对于叶绿体具有保护作用。通过气孔导度和胞间 CO_2 浓度的变化,发现 PAAC 对胁迫前期的气孔因素的作用不明显。并根据光合速率变化和一系列的荧光参数,证明 PAAC 在干旱胁迫较重时对光合作用的保护主要是通过维持 PSⅡ 光化学活性和光合电子传递等非气孔限制因素方式来实现。浦铜良等曾在 PAAC 对离体叶绿体的作用研究中证实 PAAC 能够稳定叶绿体的活性,同时证明 PAAC 在沙芦叶绿体内含量较高。另外从能量的角度考虑,在植物脱水时,光合

作用往往被抑制,而叶片吸收的光能就会超过光合碳代谢的需要,从而产生能量剩余,这些剩余能量往往会增加活性氧产生的几率^[17]。虽然植物体内有酶促和非酶促系统可以清除活性氧,但对许多植物来说还可以通过自身代谢产生能够有效清除自由基的特有的物质,更大程度地减弱了活性氧造成的伤害。而 PAAC 正是在干旱较重的情况下,以这种机制一定程度上保护了植物的光合同化作用,减弱了过剩能量的产生,从而有可能减小了光合电子传递到氧的几率,从源头进一步抑制了活性氧产生的可能。与前人关于 PAAC 能够直接清除自由基的结论相结合,更进一步解释了关于干旱胁迫下 PAAC 能够明显减小玉米幼苗叶片蛋白氧化损伤程度,增强作物抗旱性的结论。

参考文献:

- [1] 浦铜良,程友发,张承烈.沙丘芦苇特有一小分子化合物及其对叶绿体的逆境保护效应[J].科学通报,2000,45(12):1308—1313.

- [2] 王春虎,赵新亮,王勇军,等.农大108等玉米品种幼苗阶段根水势的测定及抗旱性研究[J].种子,2006,25(1):34—36.
- [3] 王敏,张从字,江文斌.7个玉米品种萌发和幼苗抗旱性研究[J].种子,2007,26(3):3—6.
- [4] 张立新,李生秀.氮、钾、甜菜碱对减缓夏玉米水分胁迫的效果[J].中国农业科学,2005,38(7):1401—1407.
- [5] 张建新,徐福利,吕家珑,等.外源甜菜碱对作物的抗旱作用效果研究[J].干旱地区农业研究,2003,21(2):86—90.
- [6] Cedzher J, Basu S, Eriksson U J. Increased rate of lipid peroxidation and protein carbonylation in experimental diabetic pregnancy[J]. Diabetologia, 2001, 44: 766—774.
- [7] Armentrout M, Heinonen M, Ollilainen V. Analysis of protein carbonyls in meat products by using the DNPH - method, fluorescence spectroscopy and liquid chromatography-electrospray ionisation mass spectrometry (LC - ESI - MS) [J]. Meat Science 2009, 83: 104—112.
- [8] Isabella D, Ranieri R, Daniela G. Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress[J]. Clin Chim Acta, 2003, 329: 23—38.
- [9] 向历,齐华,刘明.玉米抗旱性与生理生化指标关系的研究[J].玉米科学,2007,15(5):79—84.
- [10] Stanley T, Omaye P Z. β -Carotene and protein oxidation: effects of ascorbic acid and α -tocopherol. Toxicology, 2000, 146: 37—47.
- [11] 许大全,张玉忠.植物光合作用的光抑制[J].植物生理学通讯,1992,28(4):237—243.
- [12] Krause G H, Weis E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis [J]. Ann Rev Plant Physiol Mol Biol, 1991, 42: 313—349.
- [13] 张玉霞,高松,浦铜良.沙芦特有内含物与水芦叶绿体及其蛋白质的相互作用[J].西北植物学报,2009,29(12):2513—2520.
- [14] 杨晓青,张岁岐,梁宗德.水分胁迫对不同抗旱类型冬小麦幼苗叶绿素荧光参数的影响[J].西北植物学报,2004,24(5): 812—816.
- [15] Krause G H. Photoinhibition of photosynthesis, an evaluation of damaging and protective mechanisms[J]. Plant Physiol, 1988, 74: 566—578.
- [16] 张雷明,上官周平,毛明策.长期施氮对旱地小麦灌浆期叶绿素荧光参数的影响[J].应用生态学报,2003,14(5):695—698.
- [17] 李鹏民.快速叶绿素荧光诱导动力学在植物逆境生理研究中的应用[D].泰安:山东农业大学,2006.

Effects of PAAC specifically contained in dune reed on maize seedling leaf photosynthesis and protein oxidation injury under drought stress

LIU Zhen-bin, YI Wan-wei, PU Tong-liang*

(College of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: This paper studied the effects of the special polyamine aromatic compound (PAAC) on relative water content, main photosynthetic parameters, chlorophyll fluorescence parameters and protein oxidation injury of two different genotypes maize in seedling stage under well-watered and drought stress, via sand culture experiment. During the culture stage, maize leaves were sprayed with PAAC solution. Ascertain the function of these physiology indexes on evaluating drought-resistance of crop at seedling stage. Comparison was also made with the betaine treatment to study the effects of the inclusion on protein oxidation injury. The results show that spraying PAAC solution on leaves can significantly reduce the increasing of carbonyl content of plant leaves protein under drought stress. It suggest that the inclusion can be effectively reduced the level of protein oxidation injury in plants under drought stress, and simultaneous measure the leaf RWC, found that the relative water content of PAAC - treated seedlings are higher than others, which shows PAAC reduce water loss. When the plants are under moderate drought stress, the PAAC significantly slows down the photosynthetic efficiency reduction. Furthermore, the values of F_v/F_m , qP and ETR are also significantly higher than the control in the same period. It suggests that the PAAC can protect PS II photochemical activity, maintain physiological function of plants and enhance the drought-resistant capacity of crops.

Keywords: drought stress; PAAC; chlorophyll fluorescence; photosynthesis; stomatal conductance; protein oxidation injury