

干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片叶绿素含量、含水量及保护酶活性的影响

孙君艳,董丽平,王付娟

(信阳农林学院,河南 信阳 464000)

摘要:以玉米为研究对象,设置壳寡糖和清水(对照)2个处理,研究了在干旱胁迫下外施壳寡糖对玉米叶片叶绿素含量、含水量及叶片保护酶(SOD、POD、CAT)活性的影响。结果表明,在干旱胁迫下,壳寡糖处理和对照均使玉米叶片中叶绿素含量表现为先上升后下降的趋势,但壳寡糖处理叶绿素含量由断水后第7天的30.7 mg/g提高到断水后第15天的32.4 mg/g,而对照则由断水后第7天的27.4 mg/g下降至21.4 mg/g;壳寡糖处理和对照的叶片相对含水量在断水后均呈下降趋势,但壳寡糖处理在断水第15天较对照增加16.2%,此时对照表现为萎焉(叶片含水量52.4%),壳寡糖处理则生长正常,外施壳寡糖具有减缓SOD、POD、CAT活性下降的作用。综合分析认为,外施壳聚糖可提高玉米对干旱的抵抗能力。

关键词:玉米;壳寡糖;干旱胁迫;叶绿素;相对含水量;酶

中图分类号:S513 文献标志码:A 文章编号:1004-3268(2014)09-0038-04

Effects of Chitosan Oligosaccharide on Chlorophyll Content, Water Content and Protective Enzyme Activities of Maize under Drought Stress

SUN Jun-yan, DONG Li-ping, WANG Fu-juan

(Xinyang College of Agricultural And Forestry, Xinyang 464000, China)

Abstract: In the paper, the effects of chitosan oligosaccharide on the chlorophyll content, water content and protective enzyme(SOD, POD and CAT) activities of maize were studied in drought condition. The results showed that, under drought stress, the chlorophyll content of maize leaves in both chitosan oligosaccharide treatment and CK (spraying water) presented the trend of increase firstly and decrease afterward. The chlorophyll content in chitosan oligosaccharide treatment was 30.7 mg/g after 7 d of water stress and reached to 32.4 mg/g after 15 d of water stress, while it was 27.4 mg/g and 21.4 mg/g respectively for CK. The relative water content of maize leaves for both chitosan oligosaccharide treatment and CK showed a decrease trend, but it was 16.2% higher in chitosan oligosaccharide treatment than that in CK at 15 d after water stress. The maize leaves began to wilt for CK after 15 d of water stress, but it grew normally for chitosan oligosaccharide treatment. The result suggested that the external application of chitosan oligosaccharide played a role in slowing down the decrease of SOD, POD and CAT activities, and enhance the ability of drought resistance of maize.

Key words: maize; chitosan oligosaccharide; drought stress; chlorophyll; relative water content; enzyme

收稿日期:2014-07-07

基金项目:河南省博士后启动基金项目

作者简介:孙君艳(1972-),女,河南信阳人,副教授,硕士,主要从事作物栽培研究。E-mail:xysjy66@163.com

壳寡糖(又称寡聚氨基葡萄糖、壳低聚糖、甲壳低聚糖、甲壳胺寡糖)是通过壳聚糖的降解而得到的低聚糖。目前已有研究报道,壳寡糖在逆境条件下对植物的次生代谢产物有调控作用,从而调节和促进植物的生长发育^[1-2]。近年来,我国干旱频发,严重影响了作物的生长发育,造成减产。如何抵抗干旱的威胁,发挥作物自身的抗旱能力,已成为目前作物栽培研究的主要目标。鉴于此,在干旱环境下,研究了外施壳寡糖对玉米幼苗生长发育及叶片保护酶等生理指标的影响,旨在探讨壳寡糖提高作物抗旱性的机制,为进一步提高作物抗旱性寻找新的方法和途径。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验在信阳农林学院南湾实习农场进行。供试玉米品种为郑单 958,6月5日播种,小区面积 15 m²。设置 2 个处理:喷清水(对照)和喷施壳寡糖。2 个处理均在 6 月 25 日浇透水后开始进行干旱胁迫,在断水 5 d 后每株喷施 20 mL 的壳寡糖(质量浓度为 40 mg/L),对照喷清水,以后每隔 2 d 即断水后 7 d、9 d、11 d、13 d、15 d 取倒 3 叶进行生理指标测定,每次取 10 株。

1.2 测定指标与方法

1.2.1 叶绿素含量 采用丙酮法测定。

1.2.2 叶片相对含水量(RWC) 6月25日断水5d后每隔2d用饱和含水量法测定倒3叶的叶片相对含水量。 $RWC = [(FW - DW) / (TW - DW)] \times 100\%$,式中FW为叶片鲜质量,TW为吸水24h后叶片的质量,DW为80℃烘干48h后叶片的质量。

1.2.3 叶片保护酶活性 超氧化物歧化酶(SOD)活性采用邻苯三酚法测定,过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚显色法测定,过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外分光光度法测定^[3]。

1.3 处理数据

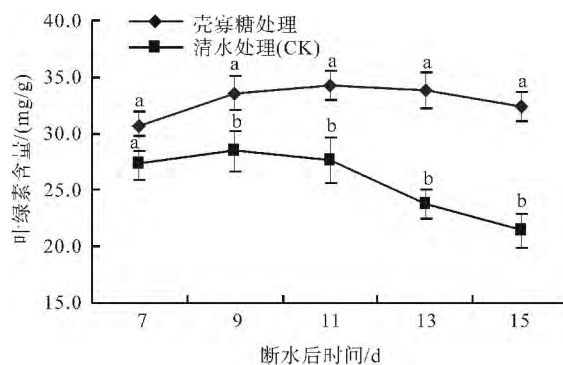
采用 Excel 进行数据整理和分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶绿素含量的影响

玉米幼苗断水后,对照与壳寡糖处理叶片的叶绿素含量均呈先上升后下降趋势(图1),壳寡糖处理的叶绿素含量由断水后7d的30.7 mg/g先上升至断水后11d的34.2 mg/g,然后下降至断水后15d的32.4 mg/g;而对照由断水后7d的27.4 mg/g上升至断水11d的28.5 mg/g,然后下降至断水15d的21.4 mg/g,说明干旱对作物造成伤害,轻

度干旱会刺激叶绿素含量增加,但随着干旱的加剧,叶片的生理活性受到影响,导致叶绿素含量下降。从图1可以看出,对照的下降幅度明显高于壳寡糖处理,随着干旱的加剧,对照和壳寡糖处理叶绿素含量差异显著($P < 0.05$),对照在断水后13d叶绿素含量降至23.7 mg/g,而壳寡糖处理为33.8 mg/g,对照在断水后15d开始出现萎焉症状,而壳寡糖处理的幼苗生长正常,由此可见,在同样干旱条件下,喷施壳寡糖减缓了干旱对玉米幼苗造成的伤害。



图中不同小写字母表示同一时间不同处理在 0.05 水平上差异显著,下同

图1 干旱胁迫下玉米叶片叶绿素含量变化

2.2 干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片相对含水量的影响

由图2可知,断水后7、9、11、13、15d壳寡糖处理的叶片含水量分别为82.4%、78.4%、72.3%、70.6%、60.9%;而对照分别为79.3%、70.7%、64.3%、60.2%、50.4%,壳寡糖处理和对照的叶片相对含水量均呈下降趋势,说明在干旱胁迫下,叶片含水量降低,但壳寡糖处理的叶片相对含水量在同一时间均比对照增加,在断水后9、11、13、15d叶片相对含水量较对照分别增加10.9%、12.4%、17.3%、20.8%,并且在断水15d对照的幼苗开始出现萎焉症状,而壳寡糖处理的玉米幼苗则生长正常,这说明喷施壳寡糖在一定程度上缓解了干旱对植物的伤害。

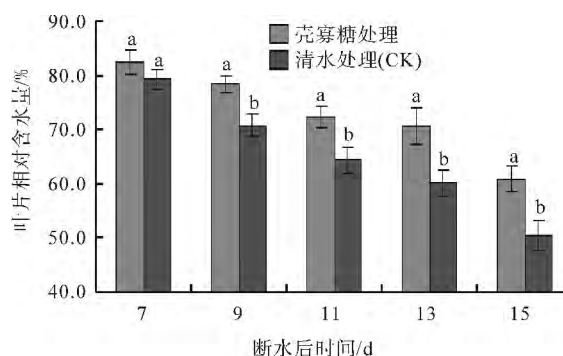


图2 干旱胁迫下玉米叶片含水量变化

2.3 干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片 SOD 活性的影响

在断水后 7、9、11、13、15 d 壳寡糖处理的 SOD 活性分别为 12.23、16.89、20.08、23.56、18.26 U/(g·min), 对照分别为 10.34、14.56、14.23、10.31、8.32 U/(g·min); 随着干旱的加剧, 壳寡糖处理和对照的 SOD 活性均表现为先上升后下降的趋势, 但整体上壳寡糖处理的 SOD 活性高于对照。从下降幅度看, 对照从断水 9 d 后即开始下降, 在断水后 15 d 降至最低[8.32 U/(g·min)]; 而壳寡糖处理则从断水后 13 d 开始下降, 并且在断水后 15 d, 其 SOD 活性[18.26 U/(g·min)]依然高于对照的最高值[14.56 U/(g·min)], 说明干旱诱导了 SOD 活性的增强, 从而减轻干旱对作物的伤害, 但是随着干旱的加剧和时间延长, SOD 活性受到抑制, 由此可见, 喷施壳寡糖在一定程度上具有减缓 SOD 活性下降的作用, 从而减弱干旱对幼苗的伤害。

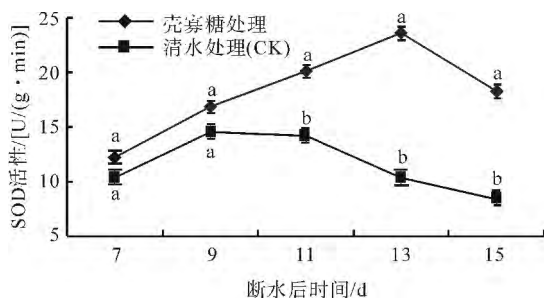


图 3 干旱胁迫下玉米叶片 SOD 活性变化

2.4 干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片 POD 活性的影响

由图 4 可以看出, 在干旱胁迫下, 壳寡糖处理的 POD 活性平缓上升, 断水后 7、9、11、13、15 d, POD 活性分别为 18.07、34.16、53.72、55.34、56.65 U/(g·min); 而对照则表现前期平缓上升[断水后 7 d POD 活性为 15.11 U/(g·min)、9 d 为 28.64 U/(g·min)、11 d 为 47.06 U/(g·min)、13 d 为 49.76 U/(g·min)], 后期(断水后 15 d)急剧下降[POD 活性 42.17 U/(g·min)], 由此可见, 中度干旱可刺激幼苗 POD 活性增强, 以提高幼苗对干旱胁迫的抵抗能力, 但随着

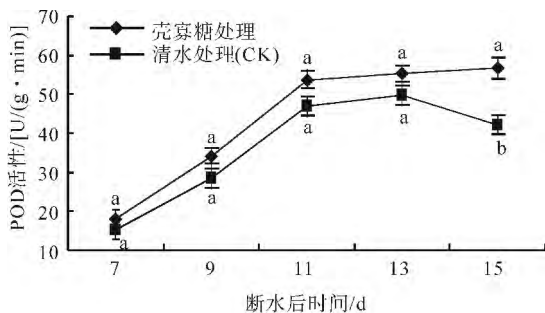


图 4 干旱胁迫下玉米叶片 POD 活性变化

干旱时间的延长, POD 活性下降, 后期喷施壳寡糖可延长 POD 活性保持时间, 从而缓解干旱对植株所带来的毒害作用, 断水后 15 d, 壳寡糖处理的玉米幼苗表现正常, 而对照出现萎焉。

2.5 干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片 CAT 活性的影响

由图 5 可以看出, 干旱胁迫下, CAT 的活性均表现为先上升后下降, 断水后 7、9、11、13、15 d 分别为 17.92、22.13、24.36、23.78、17.22 U/(g·min), 对照分别为 13.71、17.57、19.64、16.48、13.65 U/(g·min), 壳寡糖处理的 CAT 活性均高于对照, 说明干旱胁迫刺激植物细胞自身的保护防御系统, 使 CAT 活性增强, 但随着干旱时间的延长和干旱程度的加剧, 超过了作物自身防御的界限, CAT 活性开始下降, 但壳寡糖处理 CAT 活性下降的速度明显低于对照, 说明喷施壳寡糖可减缓 CAT 活性降低速度, 减弱干旱所带来的伤害作用。

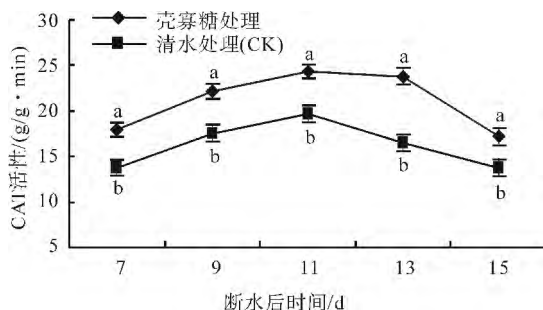


图 5 干旱胁迫下玉米叶片 CAT 活性变化

3 结论与讨论

植物在逆境(高温、低温、盐渍、干旱、光灼伤和污染物等)下出现的伤害或植物对逆境的不同抵抗能力往往与植物体内的 SOD、POD、CAT 活性水平有关, 逆境下植物正常氧代谢受干扰, 破坏了以 SOD 为主导的细胞保护系统, 加速膜脂过氧化链式反应, 增加过氧化有害产物的积累, 致使细胞膜系统破坏和大分子生命物质的损伤, 最后导致植物死亡^[4-5]。本研究表明, 在干旱胁迫下, 外施壳寡糖前期对玉米叶片保护酶活性的提高有促进作用, 后期使 SOD、POD、CAT 活性增强并延长其活性保持时间, 降低干旱对作物的伤害, 从而提高作物在逆境下的抗逆性, 延缓衰老和死亡; 但对照却随着干旱时间的延长和干旱程度的加剧, 最后出现萎焉, 直至死亡。在干旱胁迫下, 壳寡糖对保持玉米叶片含水量、叶绿素合成等具有明显促进作用, 叶绿素含量较对照明显提高^[6-7], 从本研究结果来看, 2 个处理的玉米幼苗在干旱胁迫的前期、中期和后期 (下转第 45 页)

- 2012,41(3):38-41.
- [5] Paunescu A D. The influence of the mixed and organic fertilization on the soil biology yield and quality of oriental tobacco[J]. CORESTA,1997(2):86.
- [6] 梁伟,田兆福,韦建玉,等. 有机肥对植烟土壤理化性状及烤烟产质量的影响[J]. 天津农业科学,2013,19(8):68-71.
- [7] 马坤,杨辉,王玉平,等. 有机生态烟叶的研究进展与展望[J]. 贵州农业科学,2011,39(1):69-73.
- [8] 翟书华,候思名,刘凌云,等. 云南大理州拉乌乡有机烟种植调查与分析研究[J]. 昆明学院学报,2011,33(6):27-30.
- [9] 梁伟,齐永杰,邓宾玲,等. 我国生态有机烟叶生产现状及发展对策[J]. 湖南农业科学,2013(17):140-142.
- [10] 李余湘,潘文杰,陈懿,等. 贵州不同生态产区有机烟烤后烟叶表面提取物的含量[J]. 贵州农业科学,2011,39(1):34-37.
- [11] 杨佳玫,王玉平. 贵州有机生态烟叶质量研究初报[J]. 耕作与栽培,2010(2):19-20.
- [12] 陆永旭,陈方林,蒋玉梅,等. 烟叶有机生产与常规生产的效益比较[J]. 贵州农业科学,2012,40(3):91-93.
- [13] 闫新甫. 中外烟叶等级标准与应用指南[M]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [14] 赵晓丹,史宏志,钱华,等. 不同类型烟草常规化学成分与中性致香物质含量分析[J]. 华北农学报,2012,27(3):234-238.
- [15] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [16] 闫克玉. 烟草分级[J]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [17] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [18] 马坤,刘素参,吕大树,等. 起垄方式对有机生态烟叶生长及品质的影响[J]. 作物研究,2011,25(5):453-458.
- [19] 计玉,袁有波,涂永高,等. 种植密度和施氮量对有机烟叶农艺性状及产质量的影响[J]. 贵州农业科学,2011,39(11):55-59.
- [20] 龙文,田劲松,徐兴强,等. 浅议有机烟叶生产基地建设与技术体系[J]. 天津农业科学,2010,16(6):48-51.

(上接第 40 页)

叶绿素含量有着不同程度表现,壳寡糖处理的幼苗叶绿素含量在后期也和对照一样下降,但是下降速度慢,这是由于喷施壳寡糖提高了保护酶的活性,从而避免干旱对作物的伤害,因此,外施壳寡糖可以在一定程度上抵抗干旱胁迫诱导的氧化伤害,有助于提高作物抗旱性。但试验中发现壳寡糖对作物生长的促进作用有明显滞后性^[8-9],这可能和壳寡糖对细胞内某些酶的促进作用是通过壳寡糖与细胞原生质膜上的某个特定受体发生相互作用,激活信号传导,才能促进基因的转录与表达有关^[10],但本次研究中未对壳寡糖的喷施剂量进行试验,所以过量的壳寡糖会对植物产生的不良效应还待以后试验验证。

参考文献:

- [1] 李艳,曾秀娥,李洪艳,等. 壳寡糖对干旱胁迫下油菜叶片生理指标的影响[J]. 生态学杂志,2012,31(12):3080-3085.
- [2] 刘幸海,李正名,王宝雷. 具有农业生物活性的壳寡糖研究进展[J]. 农药学报,2006,8(1):1-7.
- [3] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2004:39-41.
- [4] 李耕,高辉远,赵斌,等. 灌浆期干旱胁迫对玉米叶片光系统活性的影响[J]. 作物学报,2009,35(10):1916-1922.
- [5] 葛体达,隋方功,白莉萍,等. 水分胁迫下夏玉米根叶保护酶活性变化及其对膜脂过氧化作用的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(5):922-928.
- [6] 李艳,赵小明,夏秀英,等. 壳寡糖对干旱胁迫下油菜光合参数的影响[J]. 作物学报,2008,34(2):326-329.
- [7] 袁建平,郭军艾,战丹丹. 壳寡糖对玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(1):88-89.
- [8] 郑典元,夏依依,丁占平. 壳寡糖对水稻幼苗生长及抗寒性能的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(4):77-79.
- [9] 卜令铎,张仁和,韩苗苗,等. 苗期玉米叶片光合特性对水分胁迫的响应[J]. 生态学报,2010,30(5):1184-1191.
- [10] 于汉寿,张益民,陈永萱,等. 水溶性壳聚糖对小麦和油菜几丁质酶的诱导作用[J]. 江苏农业学报,1999,15(2):67-70.