

甲壳素对苹果幼苗抗旱生理效应的影响

崔 健, 刘怀锋

(石河子大学 农学院 新疆 石河子 832003)

摘 要:用 Hogland 营养液水培 1 a 生“嘎拉”苹果幼苗为材料,研究了在培养液中加入 0.5% (W/V)甲壳素对 PEG (20%)诱导的水分胁迫条件下叶片光合参数、活性氧和脯氨酸含量的影响。结果表明:甲壳素可以有效提高叶片的净光合速率,提高叶片气孔导度,增强叶片的蒸腾作用,缓解了由于干旱胁迫对光合作用的影响。研究发现,培养液中加入甲壳素的水分胁迫使植株叶片的叶绿素的含量明显高于对照,过氧化氢含量明显低于对照。

关键词:甲壳素;干旱胁迫;光合作用;叶绿素;过氧化氢;脯氨酸

中图分类号:S 661.104⁺.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)11-0019-04

甲壳素(chitin)是甲壳质及其衍生物的统称,是以江河湖海中的无脊椎动物的外壳为原料提取而来的。根据其溶解性可分为不溶性甲壳素、可溶性甲壳素和水溶性甲壳素^[1,2]。甲壳素是自然界中唯一带正电荷的一种天然高分子聚合物,属于直链氨基多糖,分子量一般在 106 左右,理论含氮量 6.9%^[3]。甲壳素是一类非常好的生物调节剂,它不但能改良土壤,调节植物生长,提高种子萌芽率和幼苗生长发育,而且还可以保鲜果蔬,提高抗病虫能力^[4]。

我国水资源贫乏,全国人均占有量 2 360 m³,仅相当于世界人均占有量的 21.85%,水资源短缺已成为限制我国国民经济可持续发展的关键因素之一^[5]。为了解决干旱问题,除了节水灌溉外,利用生物调节剂也可以在一定程度上增强植物的抗旱能力。而甲壳素是很有效的植物生长调节剂,这已经在植物的抗病性研究方面得到了证实^[6],而在抗旱方面研究较少。研究通过在 PEG 诱导的水分胁迫的水培苹果苗营养液中加入甲壳素,探讨甲壳素对苹果苗抗旱性的生理效应。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2006 年 6 月在石河子大学进行。采用 1a 生的“嘎拉”苹果组培苗为试验材料,休眠期留 2 个饱满芽对主干短截,春天萌芽后保留一个健壮新梢,待新梢生长到 10~15 cm 高时,将苗从营养钵内取出,洗掉根部蛭石、草炭土后,将根放入长方形玻璃槽中,加 Hoagland 营养液预培养两周。培养期间,玻璃槽外表涂刷黑色油

漆,顶部加盖木板,保证槽内处于黑暗的环境条件;用气泵向营养液中通气,保持根部良好的氧气供应;为保证根系营养平衡,每 2 d 更换 1 次营养液。

1.2 材料处理

挑选经预培养的生长一致的水培苗,建立试验体系。设 3 个处理,处理 1 向根系营养液中加入 20% (W/V)的 PEG-6000 模拟水分胁迫(WS),处理 2 向营养液中加入 20% (W/V)PEG6000+0.5% (W/V)甲壳素(WS-CHD),处理 3 为只加营养液的对照(CK)。单株小区,3 次重复。共处理 7 d,每个处理设 3 个培养槽,每槽培养 7 株苗。

1.3 内容与方法

从处理当天开始每天上午 9:00 取样,叶片用去离子水冲洗,干纱布擦拭干净,去除主脉后包入铝箔纸中,液氮速冻,置放在-70℃冰箱中保存,用于可溶性蛋白、叶绿素 a、叶绿素 b 和过氧化氢含量的测定。叶绿素的测定用丙酮乙醇混合液法^[7];脯氨酸含量采用水合茚三酮法测定^[8];过氧化氢用 Uchida 等的方法测定^[9]。在处理 7 d 后利用 Li-6400 光合仪测定各处理植株叶片的净光合速率、气孔导度和蒸腾作用。

2 结果与分析

2.1 甲壳素对干旱胁迫下苹果幼苗光合作用的影响

对材料处理后第 7 天上午 9:00 测定各处理的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率,从结果可以看出(表 1),对照(CK)植株的净光合速率与水分胁迫(WS)处理的净光合速率存在明显差异,加入甲壳素处理(WS-CHD)缓解了干旱胁迫对光合作用的抑制,与 CK 间存在差异,但不显著,而与 WS 处理间差异明显。CK 的气孔导度和蒸腾速率均显著高于 WS 及 WS-CHI 处理。而 WS-CHI 处理的叶片气孔导度与蒸腾速率显著高于 WS 处理。

第一作者简介:崔健(1981-),男,硕士,从事果树生理研究。
通讯作者:刘怀锋(1972-),男,博士,副教授,从事果树生理研究。
收稿日期:2007-06-16

表明甲壳素处理缓解了水分胁迫的影响。

表 1 甲壳素处理对干旱胁迫下苹果幼苗叶片光合参数的影响

处理	净光合速率/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
对照(CK)	$20.55 \pm 0.12\text{a}$	$0.61 \pm 0.011\text{a}$	$4.62 \pm 0.08\text{a}$
干旱处理(WS)	$9.06 \pm 0.23\text{b}$	$0.18 \pm 0.021\text{c}$	$1.62 \pm 0.02\text{c}$
甲壳素干旱处理(WS+CHI)	$15.18 \pm 0.17\text{a}$	$0.36 \pm 0.016\text{b}$	$2.95 \pm 0.02\text{b}$

2.2 甲壳素对干旱胁迫下苹果幼苗叶片叶绿素含量的影响

2.2.1 对叶绿素 a 的影响 由图 1 可以看出, 3 个处理的叶绿素 a 的含量保持在 0.9 ~ 2.9 mg/g FW 之间。CK 叶片内含量为 $2.0 \pm 0.2 \text{ mg/g FW}$; WS 叶片内含量逐日递减, 从 2.14 mg/g FW 降低到 0.96 mg/g FW , 并

且从处理第 4 天开始与 CK 之间存在显著差异, WS+CHI 处理叶片内叶绿素 a 含量在处理期间逐日升高, 从处理开始的 2.07 mg/g FW 升高到处理结束时的 2.81 mg/g FW , 并且它与 CK 从第 4 天开始存在显著差异, 与 WS 从第 3 天开始存在显著差异。

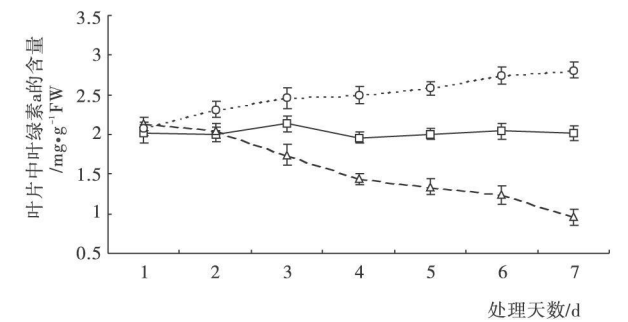


图 1 甲壳素处理对干旱胁迫下苹果幼苗叶片中叶绿素 a 含量的影响

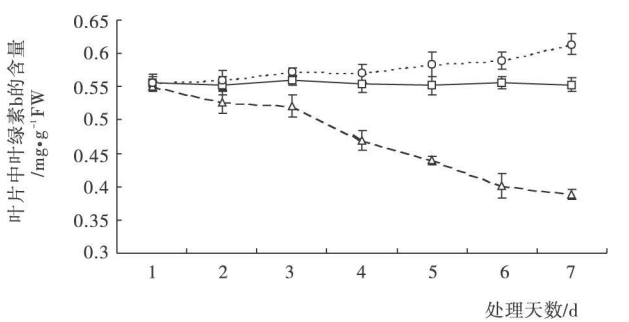


图 2 甲壳素处理对干旱胁迫下苹果幼苗叶片中叶绿素 b 含量的影响

注: 其中□为对照, △为干旱处理, ○为加入甲壳素的干旱处理, 以下同。

2.2.2 对叶绿素 b 的影响 3 个处理叶片中叶绿素 b 含量在 0.389 ~ 0.614 mg/g FW 之间(图 2)。CK 叶片中含量为 $0.555 \pm 0.003 \text{ mg/g FW}$; WS 处理叶片中叶绿素 b 含量在处理期间逐日减少, 从处理开始时的 0.550 mg/g FW 降低到处理结束时的 0.388 mg/g FW , 并且它与 CK 处理从第 4 天开始存在显著差异。加入甲壳素的水分胁迫处理叶片叶绿素 b 含量在处理期间逐渐升高, 从处理开始时的 0.556 mg/g FW 升高到处理结束时的 0.614 mg/g FW , 与 CK 从第 5 天开始存在显著差异, 而与 WS 在第 4 天开始存在显著差异。

存在显著差异, 而与 WS 处理在第 5、第 6 和第 7 天存在显著差异。

2.3 甲壳素对干旱胁迫下苹果幼苗叶片过氧化氢含量的影响

2.4 甲壳素对干旱胁迫下苹果幼苗叶片中脯氨酸含量的影响

如图 3 所示, 3 个处理的叶片中的过氧化氢含量在 $0.714 \sim 1.04 \Delta\text{OD}_{390} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$ 之间变动。在处理前 3 d, WS 处理和 WS+CHI 处理叶片中过氧化氢含量都显著升高, 第 4 天, WS+CHI 处理开始下降, 并达到 $0.796 \Delta\text{OD}_{390} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW} \cdot \text{min}^{-1}$ 的最低含量, 而 WS 处理在第 4 天继续升高, 达到 $1.04 \Delta\text{OD}_{390} / \text{g FW} \cdot \text{min}$; WS 处理从第 3 天开始与 CK 存在显著差异, 直到处理结束; WS+CHI 处理只在第 3、4 天和第 7 天与 CK 之间

如图 4 所示, 3 个处理叶片中脯氨酸含量在 $20.47 \sim 48.5 \mu\text{g/gFW}$ 范围内。在处理后的第 2 天, WS 处理和 WS+CHI 处理叶片中的脯氨酸含量都开始升高, 直到处理结束, 并且 WS+CHI 处理的升高速度明显高于 WS 处理; WS 处理从第 4 天开始与 CK 存在显著差异, 而 WS+CHI 处理与 CK 从第 3 天开始出现显著差异; WS 与 WS+CHI 处理在后期存在显著差异。

3 讨论

甲壳素对于提高苹果幼苗的光合作用的效果非常明显, 它在很大程度上削弱了由于干旱胁迫而造成的叶片光合作用的降低。从结果中可以看出, 甲壳素的处理降低了水分胁迫造成的过氧化氢的产生量, 并且使得叶片中叶绿素的含量增高。蒋名义等认为叶片中叶绿素的降解主要是由于叶片中活性氧的伤害引起的^[10]。研究结果也证实甲壳素有利于叶绿素的合成与含量的维持, 在进行甲壳素处理后叶片中叶绿素 a 和叶绿素 b 的

含量不但明显高于干旱胁迫处理,而且比对照叶片中的含量更高,说明它大大促进了叶绿素的合成,不仅能消除由于干旱胁迫而造成的叶绿素降低,而且在一定程度上使胁迫叶片中的叶绿素含量更高。

过氧化氢是在植物体受胁迫后可以大量产生的一类活性氧,它的大量积累对植物体有严重的伤害^[11]。从研究结果看,随着水分胁迫时间的延长,叶片中过氧化氢的含量迅速升高,而加入甲壳素的胁迫处理的植株叶片中过氧化氢的含量虽然同样有所升高,但是升高的速度明显低于没有甲壳素处理植株,这说明甲壳素明显抑

制了过氧化氢的积累,这可能与它对叶片中抗氧化系统的抗氧化能力的增强有关。

脯氨酸是植物体内非常重要的生物调节剂和渗透调节物质,它可以稳定大分子的结构,降低细胞酸性以及降低氨毒^[12],它的含量的高低在一定程度上反映了植物对于干旱胁迫的反应和抗旱能力的高低。在干旱胁迫时植物会积累脯氨酸以增强自身的抗旱性,试验中干旱胁迫加甲壳素处理苹果幼苗叶片中脯氨酸含量明显高于对照和未加甲壳素的干旱处理,说明甲壳素在很大程度上增强了苹果幼苗的抗旱性。

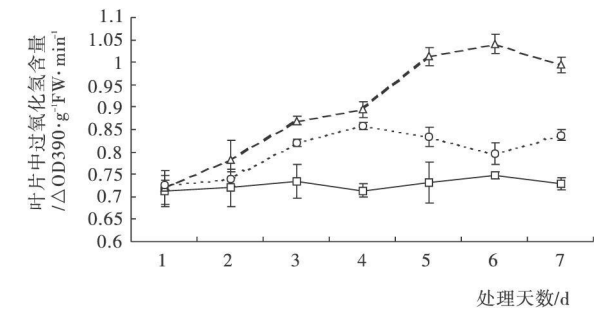


图3 甲壳素处理对干旱胁迫下苹果幼苗叶片中过氧化氢含量的影响

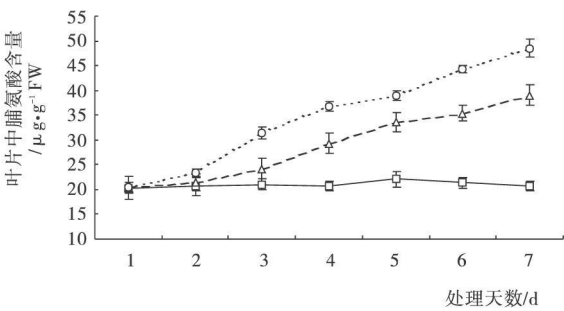


图4 甲壳素处理对干旱胁迫下苹果幼苗叶片中脯氨酸含量的影响

从甲壳素对苹果幼苗的光合作用参数、过氧化氢含量以及体内脯氨酸含量的影响来看,甲壳素可以增强苹果幼苗的抗旱性,这一结果对甲壳素运用于作物的抗旱栽培具有一定的实用价值。

参考文献

[1] 罗兵,孙海燕,徐朗莱.新型植物生长调节剂—甲壳素及其衍生物[J].常熟高专学报,2004,18(2):43-46.
[2] 王永明.用途广泛的甲壳素和壳聚糖[J].中国水产,1989(1):36-37.
[3] 邹志清,黄丽英.甲壳素的制取[J].淡水渔业,1989(6):30-31.
[4] 王杰,李振.壳聚糖在绿色蔬菜生产上的应用[J].广西园艺,2004,15(3):50-52.
[5] 胡长顺.南水北调西线工程新构想.南水西调及其资金筹措[J].甘肃社会科学,2005(4):200-206.
[6] 马鹏鹏,何立干.壳聚糖对植物病害的抑制作用研究进展[J].天然产物研究与开发,2001,13(6):82-86.

[7] Yu B J, Li S N, Liu Y L. Comparison of ion effects of salt injury in soybean seedlings[J]. Journal of Nanjing Agriculture University, 2002, 25(1): 5-9.
[8] Zhao F G, Liu Y L. The biosynthesis of polyamines in more sensitive than that of proline to salt stress in barley seedling[J]. Acta Photophysiol-casin 2000 26(4): 243-349.
[9] Uchida A, Andre T J, Takashi H. Effect of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress to tolerance in rice[J]. Plant Sci 2002, 163: 515-523.
[10] 蒋名义,杨文英,徐江,等.渗透胁迫下水稻幼苗中叶绿素降解的活性氧损伤作用[J].植物学报,1994,36(4):289-295.
[11] 王一鸣,王有年,师光禄,等.外源甜菜碱对水分胁迫下桃树生理响应的影响[J].应用生态学报,2007,18(3):542-548.
[12] Hou C X, Tang Z C. Function and mechanism of compatible molutes[J]. Plant Physiology Communications. 1999, 35(1): 1-7.

Effects of Chitin on Photosynthesis and Anti-stress of Drying in Leaves of Water Stressed Micropropagated Apple (*Malus pumila* Mill.) Plants

CUI Jian, LIU Huai-Feng
(Agricultural College, Shihezi University, Xinjiang 832003, China)

Abstract: To studying the effects of chitin on photosynthesis and anti-stress of drying in leaves of water stressed

四棱豆开花特性的曲线方程配置研究

蒋向辉^{1,2}, 谷合勇¹, 陈东明^{1,2}, 余朝文^{1,2}, 张玲玲¹

(1. 怀化学院生物工程系, 湖南 怀化 418008; 2. 怀化市生物育种与加工技术实验室, 湖南 怀化 418008)

摘要: 对四棱豆停止开花前的株高生长曲线进行了拟合, 并对株高生长与开花数目变化进行了比较分析, 采用 logistic 非线性生长模型对四棱豆开花特性进行了曲线方程配置。结果表明: 曲线方程拟合度为 0.990, 能很好地体现四棱豆开花和生长特性, 根据曲线方程计算得开花数目增加的拐点时间为出苗后的第 99 天, 拐点花数目为 70 朵。

关键词: 四棱豆; 开花特性; logistic 模型

中图分类号: S 643.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)11-0022-03

四棱豆[*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.] 又名翼豆、翅豆、杨桃豆等, 豆科蝶形花亚科四棱豆属的一年生或多年生草本植物。原产于热带, 主要分布在印度尼西亚、菲律宾、马来西亚等国家和地区; 在我国大部分地区, 如云南、广西、广东、海南、湖南、湖北、河南、福建等省区, 均可种植栽培。其根、茎、叶、花、豆荚和种子均含有丰富的营养成分, 是一种集食用兼药用的高蛋白作物, 营养价值、经济价值和药用价值已引起世界性的重视和研究, 成为许多国家争相开发利用的植物资源^[1]。四棱豆的生长习性为无限生长型^[2], 植株过高, 对采摘和管理带来很多困难, 不利于四棱豆的种植和推广; 四棱豆

虽然开花数目较多, 但落花落果现象相当严重^[3], 这是限制四棱豆产量提高的一大瓶颈, 而至今对于四棱豆开花特性与株高生长的研究尚无报道。现采用 SPSS 软件的 logistic 生长模型拟合四棱豆开花数目变化曲线及停止开花前株高生长曲线, 分析各自的变化规律, 掌握四棱豆营养生长和生殖生长的过程及其特点, 为今后运用农业技术手段创造适宜的外界条件来调节四棱豆的营养生长和生殖生长, 对于四棱豆的引种、良种选育、确定栽培季节和栽培技术都有重要意义, 为四棱豆新品种的选育及栽培技术指标的制定提供可靠的理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以中国农科院品种资源所提供的较早熟四棱豆品种 K0006 为材料。

1.2 试验方法

试验于 2006 年在湖南怀化市石门乡蔬菜基地内进行, 试验田肥力中上, 地力均匀。2006 年 5 月 13 日播种, 5 月 21 日出苗, 自出苗开始每隔 10d 测量不同品种

第一作者简介: 蒋向辉(1974-), 男, 湖南安化人, 硕士, 讲师, 主要从植物遗传与育种研究。E-mail: jxfei789@163.com。

通讯作者: 陈东明(1964-), 男, 湖南浏阳人, 教授, 主要从事特色作物品种资源的种质创新及其生化分析与检测。

基金项目: 湖南省科研计划重点资助项目 (05A064)。

收稿日期: 2007-06-08

micropropagated apple (*Malus pumila* Mill.) plants, water stress system of one-year-old micropropagated apple plants were subjected to water stress by regulating the osmotic potential of the solution using polyethylene glycol (PEG-6000, 20%W/V) and 0.5% (W/V) chitin in the experiment. Water stress (WS) increased the content of H₂O₂ sharply in the leaves in the second day, but the content of H₂O₂ in water stress with Chitin (WS-CHI) increased slowly. Content of Proline in leaves of water stress with chitin (WS-CHI) increased significantly than that in water stress (WS). There was significantly difference in content of Proline and H₂O₂ in leaves between WS-CHI and CK, and there was significantly difference between WS and WS-CHI too. The photosynthesis in WS was significantly lower than that of WS-CHI, There was no significantly different in photosynthesis between WS-CHI and CK.

Key words: Chitin; Water stress; Photosynthesis; Chlorophyll; H₂O₂; Proline