

doi:10.11937/bfyy.20182037

## 水茄幼苗钙、镁、硫缺乏症的试验分析

许良政, 李 诺, 何桂玲, 曾宪录, 杨和生, 刘德良

(嘉应学院 生命科学学院, 广东 梅州 514015)

**摘 要:**以野生水茄幼苗为试材,在室内溶液培养条件下,诱导水茄 Ca、Mg、S 的缺乏症,分析各缺乏处理下水茄的生长和生理差异,以期在水茄幼苗规模化生产中营养缺乏诊断提供依据。结果表明:各缺乏处理均诱导水茄出现能明显察觉和区分的专一缺乏症;不同缺乏处理诱导水茄出现相应缺乏症的时间和程度有差别,3 种缺乏症以缺 Ca 症表现最早和最明显;不同缺乏处理均影响水茄幼苗生长,缺乏处理的叶片数、全株干物质质量、根冠比、总根长、根总体积、根系活力均显著低于完全培养。其中,缺 Ca 和缺 S 水茄叶片数最少,分别比对照和缺 Mg 水茄少了 16.33%和 6.81%。缺 Ca 水茄全株干物质质量、总根长、根总体积、根系活力均最低,分别比其它营养状况下的低了 11.30%~42.70%、27.75%~41.88%、14.29%~66.67%、20.98%~75.01%。缺 Mg 植株根冠比和老叶叶绿素含量均最低,分别比对照、缺 Ca 和缺 S 水茄低了 29.41%、14.29%、45.46%与 75.00%、60.00%、55.56%。嫩叶叶绿素含量以缺 Ca 的最低,分别比对照和缺 Mg、缺 S 的低 42.31%、25.00%和 16.67%。对照根系活力分别是 Ca、Mg、S 缺乏植株的 4.00、2.03、3.16 倍。

**关键词:**水茄;溶液培养;缺乏症;钙;镁;硫

**中图分类号:**S 647 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)04-0001-06

茄子黄萎、枯萎、青枯病和根结线虫等土传病虫害是生产突出难题,轻者减产 30%~40%,重者绝收<sup>[1]</sup>。目前,上述病害难用药剂控制,采取抗病砧木嫁接栽培是最佳预防措施<sup>[2-3]</sup>。从国外引进的砧木“托鲁巴姆”,已在茄子嫁接中使用 30 余年<sup>[4-6]</sup>,遗憾的是“托鲁巴姆”原种依赖进口,种皮厚、发芽势弱、发芽周期长、价格昂贵<sup>[4-6]</sup>,最近还

发现其嫁接苗在海南三亚感病普遍且严重<sup>[7]</sup>。所以,迫切需要开发,尤其是自主研发茄子嫁接砧木材料。

野生水茄(*Solanum torvum* Sw.)属茄科茄属多年生直立亚灌木,别称山颠茄、金衫扣、野茄子、刺茄、野番茄等,用途广泛<sup>[8-9]</sup>,开发利用前景日益受重视<sup>[10]</sup>。李显仁等<sup>[11]</sup>已开展水茄与茄子嫁接试验,也有不少研究揭示水茄对茄子黄萎、枯萎、青枯和根结线虫四大土传病虫害具有抗性<sup>[12-14]</sup>。课题组已研究了水茄种子发芽特性<sup>[15]</sup>,房志坚等<sup>[16]</sup>采用扦插与分蘖繁殖水茄,WANG 等<sup>[17]</sup>简化了水茄的子叶培养快繁技术。一些研究开展了水茄植株再生及其与紫长茄杂交 F<sub>1</sub> 代的花药培养,与 2 个栽培茄自交系(116、117)远缘杂交的 F<sub>1</sub> 杂种鉴定和抗病性分析,水茄泛素结合酶 E2 基因 *StUBCc* 克隆及用黄萎病菌侵染幼苗根部的诱导表达<sup>[18-20]</sup>。但是,迄今缺乏关于水茄幼苗生物学或农艺性状的相关研究。该试验旨在

**第一作者简介:**许良政(1965-),男,湖北阳新人,本科,教授,现主要从事植物营养生理及驯化生理学等研究工作。E-mail:xuliangzhengjyu@126.com.

**基金项目:**中央财政支持地方高校发展专项资助项目(财教[2015]196号,粤财教[2015]304号);广东省科技计划资助项目(2012A020602067);广东省本科高校高等教育综合类改革资助项目(粤教高函[2016]236号);广东省本科高校教学改革与教学质量工程建设资助项目(粤教高函[2015]133号);梅州市科学技术局-嘉应学院联合自然科学研究资助项目(2012KJM04)。

**收稿日期:**2018-08-06

研究水茄幼苗生产可能出现营养障碍时,对其营养缺乏诊断提供参考依据,以促进水茄规模化田间繁育和新型茄子嫁接砧木的研制与商品化应用。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试材料为野生水茄种子,收集于嘉应学院东门路旁生长的野生植株果实,采种后洗净种子表面残余物质,自然晾干备用。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 播种与育苗

种子播前用适量 3%  $H_2O_2$  消毒 15 min,然后用蒸馏水冲洗 3 次,按许良政等<sup>[15]</sup>的方法浸种催芽。种子萌发后,选取萌发程度近似的种子在盛有石英砂(颗粒直径 0.25~0.50 mm,之前用 10% HCl 浸泡 24 h 后用清水洗净)的搪瓷盘中育苗。期间保持充足水分供应,待幼苗长出 2 片真叶时移栽培养。

#### 1.2.2 缺素处理与缺素症诱导培养

取 192 株生理苗龄约 15 d 长势相似的水茄幼苗,以外表涂上黑漆的 3 L 塑料桶为容器,每桶培养 4 株水茄,用完全培养液培养 1 周。然后分别进行缺 Ca、缺 Mg、缺 S 处理,每种缺素处理均培养 48 株(12 桶),完全培养液和 Ca、Mg、S 缺素培养液按李小芳等<sup>[21]</sup>方法配制。培养过程在 25~27 °C、相对湿度 75%~95%,光照时间 12 h·d<sup>-1</sup>(光照强度 147  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )的室内光照培养室,培养液每隔 7 d 更换一次,各培养溶液 pH 调为 6.2~6.5,每个培养桶以电动气泵连续充气。

### 1.3 项目测定

以各处理 4 株幼苗为一个样本,每个处理的有关测定均重复 4 次。

#### 1.3.1 植株缺素观察

缺素处理后每天定期观察植株长势,记录各处理叶片数量和能观察到缺素症状的最早日期及部位,记述各处理缺素症的形态特征。

#### 1.3.2 植株生物量与根冠比测量

用称重法<sup>[21]</sup>测定生物量,取样后用去离子水冲洗植物组织表面,样品经 105 °C 杀青 15~30 min,在 80 °C 下烘干至恒质量。分别称取各处理植株

地上部、根部干物质质量,计算各处理水茄根冠比。

#### 1.3.3 叶绿素含量测定

区分植株老叶(第 1 与第 3 片真叶)和嫩叶(第 4 片及以上完全展开叶),每一处理的老叶和嫩叶采取混合称样法称取 0.5 g 左右叶片鲜样,按文献<sup>[22]</sup>方法用 722S 可见分光光度计测定叶绿素含量。

#### 1.3.4 植株根系分析

用 WinRHIZO Pro STD4800 高级版根系分析系统,扫描上述进行叶绿素含量测定所用植株的完整根系,测定其总根长和体积。

#### 1.3.5 根系活力测定

用混合称样法准确称取根系鲜样 0.5 g 置于小烧杯中,以参考文献<sup>[23]</sup>方法用 722S 可见分光光度计测定根系活力。

### 1.4 数据分析

采用 Microsoft Office Excel 软件对数据进行计算和绘制图表,采用 SPSS Statistics 17.0 软件中的一般线性模型 *T* 检验(LSD)方法进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水茄幼苗 Ca、Mg、S 缺素症的表现特征

由表 1 可以看出,Ca、Mg、S 3 种缺素培养中,水茄缺 Ca 症状最早表现,比缺 Mg 和缺 S 分别早 1.25 d 或 2.00 d,水茄 Ca、Mg、S 缺素症始现天数间差异显著。水茄缺乏 Ca、Mg、S 的症状均反映到全株,表现为地上部分矮小瘦弱。然而,水茄 Ca、Mg、S 缺素症始现部位,在不同缺素处理间存在差别,水茄缺 Ca 和缺 S 的症状首见于嫩叶,其中缺 Ca 症状也同时可从顶芽和根尖发现。缺 Mg 的症状则先从老叶出现。

### 2.2 Ca、Mg、S 缺素处理的水茄生物量与根冠比

Ca、Mg、S 缺素植株地上部、地下部和全株干物质质量与对照相比,均极显著降低,地上部、地下部和全株干物质质量分别比对照降低了 23.03%~40.79%、23.01%~50.00%和 26.40%~42.70%。其中,缺 Mg 植株地上部和全株干质量均比缺 Ca、缺 S 的高,且差异极显著;缺 S 植株地下部干质量亦极显著高于缺 Ca 和缺 Mg 的水茄。3 种缺素处

理中,地上部、地下部和全株干质量均是缺 Ca 的最低,但其地上部和全株干质量与缺 S 的差异不显著,而缺 Ca 和缺 Mg 地下部干质量间差异不显著。

根冠比以缺 S 的最高,分别高出对照、缺 Ca 和缺 Mg 植株 29.41%、57.14%和 83.33%。缺

Mg 植株根冠比最低,分别比对照、缺 Ca 和缺 S 植株的低了 29.41%、14.29%和 45.46%。

总体而言,缺 S 水茄根冠比极显著高于对照,而对照的又极显著高于缺 Ca 和缺 Mg,缺 Ca 和缺 Mg 的根冠比差异不显著(表 2)。

表 1 水茄幼苗 Ca、Mg、S 缺素症状的表现特征

Table 1 Symptoms characteristic of *Solanum torvum* affected by Ca, Mg and S deficiency

处理 Treatments	缺素症始现天数 Days of symptom appearance/d	缺素症始现部位 Parts of symptom appearance	症状 Symptoms
CK	—	—	—
-Ca	10.00±0.10c	嫩叶,顶芽,根尖	植株矮小,顶芽弱小枯萎,顶端生长缓慢而现萎缩现象。嫩叶卷曲,不能展开,进而从叶尖和边缘开始枯萎。嫩叶叶色较淡绿。根尖受害腐烂
-Mg	11.25±0.11b	老叶	植株矮小,老叶的叶缘卷皱进而黄化和变褐枯焦。老叶叶片叶脉间有水渍状坏死斑,病斑处叶片薄。嫩叶叶色较淡绿。根弱但根尖不受害腐烂
-S	12.00±0.10a	嫩叶	植株矮小,嫩叶叶色稍淡绿,嫩叶黄化从顶部嫩叶开始,渐渐向下发展,叶脉失绿。根弱但根尖不受害腐烂

注:数据为平均值±标准差,同一数据列后含有不同大写和小写字母分别表示差异极显著( $P<0.01$ )与差异显著( $P<0.05$ )。下同。

Note: Values are mean±SD, the same row data with the same letter have no significant difference, the same as follows.

表 2 Ca、Mg、S 缺素处理的水茄生物量与根冠比

Table 2 Plant biomass, ratio of root to shoot of *Solanum torvum* affected by Ca, Mg and S deficiency

处理 Treatments	地上部干质量 Dry weight of shoot/(g·株 <sup>-1</sup> )	地下部干质量 Dry weight of root/(g·株 <sup>-1</sup> )	全株干质量 Total dry weight/(g·株 <sup>-1</sup> )	根冠比 Ratio of root to shoot
CK	1.52±0.05A	0.26±0.02A	1.78±0.04A	0.17±0.03B
-Ca	0.90±0.03C	0.13±0.01C	1.02±0.03C	0.14±0.01C
-Mg	1.17±0.07B	0.14±0.01C	1.31±0.08B	0.12±0.01C
-S	0.94±0.04C	0.20±0.01B	1.15±0.04C	0.22±0.02A

### 2.3 Ca、Mg、S 缺素处理的水茄叶片数量及叶绿素含量

表 3 显示, Ca、Mg、S 缺素植株叶片数量均显著比对照植株少,其中缺 Ca 和缺 S 幼苗叶片数相同而最少,分别比对照和缺 Mg 的少了 16.33%和 6.81%。Ca、Mg、S 缺素植株叶片数量间差异不显著。Ca、Mg、S 缺素植株老叶和嫩叶的叶绿素含量均极显著低于对照,分别比对照的低了 37.50%~75.00%和 23.08%~42.31%。Ca、S 缺素植株的老叶叶绿素含量相近。缺 Mg 植株老叶叶绿素含量最低,与对照和 Ca、S 缺素植株间差异极显著,分别比对照和缺 Ca、缺 S 植株低 75.00%和 60.00%、55.56%。嫩叶叶绿素含量以缺 Ca 的最低,与对照和 Mg、S 缺素植株间差异极显著,分别比对照和缺 Mg、缺 S 植株低 42.31%和 25.00%、16.67%。

表 3 Ca、Mg、S 缺素处理的水茄叶片数与叶绿素含量

Table 3 Leaf number and chlorophyll content of

*Solanum torvum* affected by Ca, Mg and S deficiency

处理 Treatments	叶片数 Leaves /片	老叶叶绿素含量 Chlorophyll of older leaves/(mg·g <sup>-1</sup> )	嫩叶叶绿素含量 Chlorophyll of tender leaves/(mg·g <sup>-1</sup> )
CK	12.25±0.47a	0.16±0.02A	0.26±0.02A
-Ca	10.25±0.50b	0.10±0.01B	0.15±0.01C
-Mg	11.00±0.82b	0.04±0.00C	0.20±0.01B
-S	10.25±0.50b	0.09±0.00B	0.18±0.02B

### 2.4 Ca、Mg、S 缺素处理对水茄根系生长的影响

由表 4 可知,供试植株不同缺素处理的总根长、根的总体积和根系活力均极显著低于对照。其中,对照水茄的总根长分别比 Ca、Mg、S 缺素植株高了 72.04%、9.20%、24.30%,根的总体积分别高了 200.00%、80.00%、157.14%,根系活力分别是 Ca、Mg、S 缺素植株的 4.00、2.03、

3.16倍。缺Ca植株总根长、根的总质量和根系活力均最低,其中缺Ca植株总根长和根系活力与对照和缺Mg、缺S植株间差异极显著,根的总质量与缺S植株差异不显著,与对照和缺Mg植株间差异极显著。

表4 Ca、Mg、S 缺乏处理对水茄根长、体积和活力的影响  
Table 4 The root length, volume and root activity of *Solanum torvum* affected by Ca, Mg and S deficiency

处理 Treatments	总根长	根总体积	根系活力
	Total root length /(cm·株 <sup>-1</sup> )	Total root volume /(cm <sup>3</sup> ·株 <sup>-1</sup> )	Root activity /(μg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )
CK	34.89±1.04A	4.50±0.58A	651.74±18.46A
-Ca	20.28±1.00D	1.50±0.58C	162.85±20.63D
-Mg	31.95±0.93B	2.50±0.57B	321.12±13.52B
-S	28.07±1.05C	1.75±0.50C	206.09±13.82C

### 3 讨论与结论

Ca、Mg、S 是植物必需大量矿质元素, Ca、Mg、S 缺乏培养导致水茄出现可辨别的专一缺乏症, 上述缺乏症的始见部位和典型症状, 与一般植物缺乏 Ca、Mg、S 的典型表现吻合<sup>[25]</sup>。该试验明确了水茄地上部和根部 Ca、Mg、S 缺乏症的具体表现形态, 探明了水茄 Ca、Mg、S 缺乏症的始见时间差异, 表明相对于 Mg、S 而言, 水茄对缺 Ca 更为敏感(表1)。此前, 这些结果均鲜见报道。

与茄子、番茄等茄科植物类似<sup>[26-27]</sup>, 水茄缺乏 Ca、Mg、S 均导致植株矮小瘦弱。茄子缺 Ca 先是叶脉间局部发黄, 后整个植株发黄, 形成圆形或椭圆形黄褐色坏死斑<sup>[26]</sup>。缺 Ca 玉米、高粱新抽出叶片的尖端和前一片叶连在一起, 呈鞭状, 出现俗称“Bull-whip”症状<sup>[27]</sup>。缺 Ca 水茄并不呈现上述症状(表1), 但水茄缺 Ca 嫩叶从叶尖和边缘枯萎的症状与大阪白菜<sup>[27]</sup>和琯溪蜜柚<sup>[28]</sup>的结果相似。水茄缺 Mg 导致下部叶的坏死斑与茄子<sup>[26]</sup>类似, 然而不如番茄和黄瓜表现鲜明的黄化绿环症<sup>[27]</sup>。缺 S 水茄心叶小、叶色失绿的特征与茄子<sup>[26]</sup>一致, 上位叶和下位叶都黄化的现象亦如大豆、玉米<sup>[27]</sup>, 但缺 S 水茄不显现像缺 S 茄子一样上生褐色斑点的黄绿相间花叶<sup>[26]</sup>, 以及缺 S 玉米的红紫色或褐色叶缘<sup>[27]</sup>和缺 S 琯溪蜜柚小而薄的暗绿色叶片<sup>[28]</sup>。

根冠比是植物地下部与地上部干质量比值,

是反映植株根与地上部分生长相关性的重要指标。该试验的各种缺乏培养中, 水茄地上部、根部和全株干质量(表2)以及叶片数(表3)相对于对照而言一致下降, 这与课题组在琯溪蜜柚的结果一致<sup>[28]</sup>。Ca、Mg、S 缺乏植株根冠比以缺 S 的较高(表2), 这一变化趋势也与课题组在琯溪蜜柚的结果一致<sup>[28]</sup>。但是, 该试验 Ca、Mg、S 缺乏植株根冠比均比对照降低, 与有关报道不完全一致<sup>[25, 28]</sup>。有研究者认为缺 Mg 和缺 K 类似, 均导致根冠比比对照植株增加<sup>[25]</sup>。但黄高峰等<sup>[29]</sup>测定菊芋苗期缺钾时其根冠比并不始终高于对照, 而是先高后低。因而, 不同研究显示的根冠比差异, 既可能与试验材料不同有关, 譬如李春俭<sup>[25]</sup>指出不同植物缺 Mg 差异很大; 也可能受不同测定时期影响<sup>[29]</sup>。试验启发了水茄 Ca、Mg、S 缺乏培养, 导致根冠比变化差异的内在原因需进一步探析。

植物必需矿质元素 Ca、Mg、S 主要参与植物组织的信号转导、电荷平衡、叶绿素合成和蛋白质合成等重要代谢过程<sup>[25]</sup>, 致使缺乏 Ca、Mg、S 的水茄地上部分干质量(表2)和叶片数量(表3)均比对照植株显著下降。其中, Ca、S 是植物不可再利用元素, 而 Mg 在韧皮部的移动性高<sup>[25]</sup>。所以, 缺 Mg 水茄老叶叶绿素含量降低最多、症状先从老叶体现, 缺 Ca、S 植株嫩叶的叶绿素含量降低较多、症状先见于嫩叶。上述叶片数量和叶绿素的含量变化, 与 Ca、Mg、S 缺乏处理的缺乏症状始见部位及其缺乏特征吻合(表1、表3)。

综合分析植株总根长、根总体积和根系活力的变化(表4), 尽管缺 Ca、S 水茄的根总体积间差异不显著, 但均与缺 Mg 和对照间差异极显著。Ca、Mg、S 缺乏植株的总根长和根系活力, 均极低于对照植株, 彼此间也差异极显著。应是 Ca、Mg、S 缺乏植株根系衰弱(表1)在根系形态和生理的体现。不过, 这些差别的变化规律和更深入的生理机制有待进一步试验分析。此外, 水茄对其它必需矿质元素的缺乏症特点及其表现规律与识别特征, 也值得全面开展研究。

### 参考文献

- [1] 林桂荣, 周宝利. 茄砧托鲁巴姆(*Solanum torvum*)种子休眠与萌发习性研究[J]. 种子, 2005, 24(5): 38-40.

- [2] 高梅秀,孙世海.野生茄子繁种试验研究[J].北方园艺,2003(4):50-51.
- [3] 王贵余.野生茄“托鲁巴姆”保护地繁种技术[J].北方园艺,2004(1):21.
- [4] 李楠洋,陈钰辉,刘富中,等.托鲁巴姆(*Solanum torvum* Sw.)在茄子嫁接栽培上的应用研究[J].中国蔬菜,2013(10):1-8.
- [5] 岳宏忠,郭兰香,侯栋.茄子砧木托鲁巴姆发芽试验研究[J].甘肃农业科技,2002(8):11-12.
- [6] 张红.茄子砧木“托鲁巴姆”组培快繁简化技术[J].北方园艺,2011(17):146-148.
- [7] 罗宏伟,张英樊,戴耀,等.三亚托鲁巴姆茄子嫁接苗病株病原菌分子鉴定及室内药效测定[J].海南热带海洋学院学报,2018,25(2):84-88.
- [8] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志(第六十七卷第一分册)[M].北京:科学出版社,1978:95.
- [9] 水茄[EB/OL].<http://www.zhiwutong.com/latin/Solanaceae/Solanum-torvum-Swartz.htm>.
- [10] 苏婉玉,王艳芳,曹绍玉,等.野生茄属资源:水茄的开发利用[J].长江蔬菜,2017(22):32-34.
- [11] 李显仁,林雄武.茄子与野生水茄嫁接及其嫁接苗的栽培技术[J].广西园艺,2008,19(1):54-55.
- [12] 胡永军,李明光,陈永智,等.茄子嫁接栽培防治根结线虫砧木的筛选[J].长江蔬菜,2004(6):32-33.
- [13] 魏小伞,曹必好,雷建军,等.茄子抗病育种研究进展[J].中国蔬菜,2010(10):1-8.
- [14] JUE D W, YANG I, SHI C, et al. Cloning and characterization of a *Solanum torvum* *NPR1* gene involved in regulating plant resistance to *Verticillium dahliae* [J]. *Acta Physiol Plant*, 2014(36):2999-3011.
- [15] 许良政,罗来辉,李坤新,等.野生蔬菜水茄种子发芽特性的研究[J].种子,2009,28(8):45-47.
- [16] 房志坚,田素英,姚广杰.水茄的繁殖方法研究[J].现代中药研究与实践,2011,25(3):12-14.
- [17] WANG Y K, LI W J, JIANG Y Q, et al. Establishment of rapid propagation technique for cotyled on of *Solanum torvum* [J]. *Agricultural Science & Technology*, 2015,16(10):2167-2169.
- [18] 方岩岩.水茄植株再生及其与紫长茄杂交 F<sub>1</sub> 代花药培养的研究[D].南宁:广西大学,2013.
- [19] 王红.栽培茄自交系(116、117)与水茄远缘杂交 F<sub>1</sub> 杂种鉴定及种质的抗病性分析[D].广西大学,2014.
- [20] 刘炎霖,陈钰辉,刘富中,等.水茄泛素结合酶 E2 基因 *StUBC* 的克隆及黄萎病菌诱导表达分析[J].园艺学报,2015,42(6):1185-1194.
- [21] 李小芳,张志良.植物生理学实验指导[M].5版.北京:高等教育出版社,2016:19-21.
- [22] 史芝文,高继国,郝冉彬.植物生理生化实验技术[M].哈尔滨:东北农业大学出版社,1993:20-78.
- [23] 陈福明,陈顺伟.混合液法测定叶绿素含量的研究[J].林业科技通讯,1984(2):4-8.
- [24] 夏金川,郭秀珠,黄品湖.不同 TTC 法测定枫香等阔叶树容器苗根系活力探讨[J].浙江农业科学,2008(1):39-42.
- [25] 李春俭.高级植物营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2008:159-261.
- [26] 毛伟海,包崇来,胡齐赞,等.茄子的栽培生理与高效丰产技术[M].北京:中国农业出版社,2003:286-288.
- [27] 高桥英一,吉野实,前田正男,著.张美善,译.植物营养元素缺乏与过剩诊断[M].长春:吉林科学技术出版社,2002:15-31.
- [28] 许良政,李威娜,廖仲英.瑄溪蜜柚幼苗几种缺素症的诱导与研究[J].嘉应学院学报(自然科学版),2012,30(2):48-52.
- [29] 黄高峰,钟启文,王丽慧,等.菊芋苗期缺钾症状及生理特性研究[J].北方园艺,2011(6):37-39.

## Experiment and Analysis of Deficiency Symptoms of Calcium, Magnesium and Sulfur of *Solanum torvum* Seedlings

XU Liangzheng, LI Nuo, HE Guiling, ZENG Xianlu, YANG Hesheng, LIU Deliang  
(School of Life Sciences, Jiaying University, Meizhou, Guangdong 514015)

**Abstract:** Deficiency symptoms of calcium, magnesium and sulfur in the *Solanum torvum* seedlings cultured in nutrient solution were induced and observed, along with the determination of growth parameters and physiological characteristics. The conclusions of the present study provided a valuable basis for nutrient deficiency diagnosis in the large scale production of *Solanum torvum* seedlings. The results indicated that each treatment of a specific nutrient deficiency induced exclusive symptoms; the emergence time and severity of three different nutrient deficiencies were different, with symptoms of calcium deficiency emerging the earliest and the most obvious; all the three nutrient deficiencies impacted adversely the growth of *Solanum torvum* seedlings, namely the number of leaves, whole-plant

doi:10.11937/bfyy.20182494

# 水分胁迫下褐藻酸寡糖对黄瓜幼苗 抗氧化酶活性及渗透调节物质的影响

聂伟燕, 汤洁, 严国富

(北京雷力海洋生物新产业股份有限公司, 北京 100089)

**摘要:**以“津研4号”黄瓜为研究对象,以褐藻酸寡糖(AOS)为试材,在黄瓜幼苗水分胁迫不同时期(胁迫7、14、21 d)喷施聚合度为8~12的褐藻酸寡糖,测定了黄瓜幼苗体内抗氧化酶活性及渗透调节物质含量,探索AOS对黄瓜抗旱的生理调节作用。结果表明:在水分胁迫不同时期,AOS能够显著增加黄瓜幼苗叶片的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性及脯氨酸(Pro)含量;在水分胁迫的第7、14天时AOS可显著提高可溶性蛋白质(Pr)含量,但在胁迫21 d时,对Pr含量的影响不显著;AOS能够显著增强黄瓜幼苗抗旱功能。

**关键词:**水分胁迫;褐藻酸寡糖(AOS);抗氧化酶活性;渗透调节物质含量

**中图分类号:**S 642.204<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)04-0006-06

寡糖(oligosaccharides)是指由2~10个单糖经脱水缩合连接形成的低聚合度糖类的合称<sup>[1]</sup>。

**第一作者简介:**聂伟燕(1987-),女,硕士,研究方向为蔬菜逆境胁迫生理。E-mail:nieweiyani23@163.com.

**责任作者:**严国富(1981-),男,硕士,工程师,研究方向为海洋资源与利用。E-mail:39129557@qq.com.

**基金项目:**北京市科委重大资助项目(Z161100000616004)。

**收稿日期:**2018-09-10

目前寡糖在农业领域的应用主要涉及生物农药、植物生长调节剂、作物抗逆剂等<sup>[1]</sup>。寡糖作为植物外源诱导子的活性受其聚合度的影响,一般来说,具有活性的寡糖其聚合度在4~16<sup>[2-3]</sup>。

海洋寡糖是指来源于海洋的寡糖,以几丁寡糖、褐藻寡糖、卡拉胶和琼胶寡糖等为代表,它们来源丰富,结构独特,在农业上,作为植物生长调节剂及作物抗逆剂具有巨大的开发潜力,有研究

dry weight and root volume of the deficiency treatments were all significantly lower than those of the non-deficiency control. Calcium deficiency and sulfur deficiency resulted in significant lesser leaf numbers than those of the control and magnesium deficiency by 16.33% and 6.81%, respectively. Calcium deficiency led to the lowest whole-plant dry weight, total root length, total root volume and root activity, namely lower than other treatments by 11.30%—42.70%, 27.75%—41.88%, 14.29%—66.67%, 20.98%—75.01%, respectively. Magnesium deficiency led to the lowest root to shoot ratio and chlorophyll content in old leaves, lower than the control, calcium deficiency and sulfur deficiency by 29.41%, 14.29%, 45.46% and 75.00%, 60.00%, 55.56%. Calcium deficiency led to the lowest chlorophyll content in tender leaves, lower than the control, magnesium deficiency and sulfur deficiency by 42.31%, 25.00% and 16.67%. The root activity of the control was 4.00, 2.03 and 3.16 times of those of calcium, magnesium and sulfur deficiencies.

**Keywords:** *Solanum torvum*; solution culture; nutrient deficiency symptoms; calcium; magnesium; sulfur