

## 烯效唑浸种处理对番茄幼苗生长及其生理性状的影响

尹敬芳<sup>1</sup> 陈凤玉<sup>2</sup> 李健强<sup>1</sup> 陈建国<sup>3</sup> 文言<sup>4</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100094; 2. 沈阳农业大学 生物技术学院,沈阳 110161;  
3. 云南大学 化学系,昆明 650118; 4. 沈阳大学 师范学院,沈阳 110015)

**摘要** 试验研究了  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  的烯效唑浸种处理对番茄幼苗生长及其生理生化性状的影响。结果表明,烯效唑浸种处理能显著控制番茄幼苗的徒长,使 2~5 叶期幼苗的株高降低了 12.37%~29.19%,使幼苗茎粗、叶面积、地上部干质量和根干质量增加,增长率分别达到 8.97%~44.53%,32.20%~51.36%,151.71%~231.31%和 93.26%~314.41%。生理指标的测定结果显示,烯效唑浸种处理的幼苗根系活力、叶绿素含量都明显提高,光合速率也高于对照,在生理上表现出壮苗效应。在非逆境条件下的电解质外渗率和丙二醛(MDA)含量显著降低,渗透调节物质脯氨酸含量提高;超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)等保护酶比活性在 2~5 叶期分别比对照提高了 9.50%~31.55%,7.97%~16.44%和 3.23%~38.42%,增强了幼苗的抗逆能力,延缓了叶片衰老。

**关键词** 番茄; 烯效唑; 浸种处理; 幼苗生长; 生理性状

中图分类号 Q 945.3

文章编号 1007-4333(2004)02-0008-04

文献标识码 A

## Effects of seed soaking with uniconazole on the growth and physiological characters of tomato seedlings

Yin Jingfang<sup>1</sup>, Chen Fengyu<sup>2</sup>, Li Jianqiang<sup>1</sup>, Chen Jianguo<sup>3</sup>, Wen Yan<sup>4</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. College of Biotechnology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China;

3. Department of Chemistry, Yunnan University, Kunming 650118, China; 4. Shenyang Normal University, Shenyang 110015, China)

**Abstract** Effects of seed soaking with  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  uniconazole on the growth and physiological characters of tomato seedlings were investigated. The results showed that the uniconazole treatment retarded the fast growth of tomato seedlings and lowered the height of the plant by 12.37%—29.19%. It led to increase the diameter of seedling stem, leaf area, dry weight of root by 8.97%—44.53%, 32.20%—51.36%, 151.71%—231.31% and 93.26%—314.41%, respectively. In addition to a slightly higher photosynthesis rate, the root activity and chlorophyll content of the treated seedlings were increased remarkably. Electrolyte leakage and malondialdehyde (MDA) content were dropped significantly while proline content increased. The activities of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and catalase (CAT) elevated by 9.50%—31.55%, 7.97%—16.44% and 3.23%—38.42%, respectively. The stress resistance of tomato seedlings was improved and the senescence progress of tomato leaves were delayed.

**Key words** tomato; uniconazole; seed soaking; seedling growth; physiological characters

防止幼苗徒长和培育壮苗是实现蔬菜早熟高产的基础。植物生长调节剂类物质的应用为控制秧苗徒长和培育壮苗提供了一种简便、快速、有效的途径<sup>[1]</sup>。国内外已有报道表明,烯效唑(uniconazole)在多种作物上有壮苗增产的效能<sup>[2~5]</sup>,在番茄上的

应用目前侧重于喷雾或浸种处理对幼苗生长及产量影响<sup>[6~7]</sup>的研究,尚未见到关于药剂浸种对番茄幼苗生长及生理性状影响的动态跟踪研究报告。基于此,笔者试验研究了烯效唑浸种处理对 2~5 叶一心期番茄幼苗生长及其生理性状的影响,旨在为烯效

收稿日期: 2004-01-04

作者简介: 尹敬芳,博士研究生;通讯作者,陈凤玉,教授,主要从事植物生长物质的研究。

唑应用于番茄种子处理培育番茄壮苗提供基础依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试番茄品种 L-402, 沈阳农业大学种子公司提供。质量分数为 5% 的烯效唑乳油, 浙江省农业科学院生化厂提供。

### 1.2 处理方法

供试番茄品种用  $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的烯效唑浸种 8 h 后, 27 °C 恒温催芽, 清水浸种为对照。待种子露白后, 分别播于塑料培养钵(上口口径 8.5 cm, 下口径 6 cm, 底部有 1.5 cm 的排水孔)中, 培养基质为草炭、蛭石和土(等容积比); 每处理 12 钵, 每钵播种 5 粒已催芽种子, 覆土 1.5 cm, 置于 25 °C 恒温生长箱中培养, 每天光照 10 h, 光照度 3 000 ~ 4 000 lx, 常规管理。

### 1.3 测定方法

1) 取样方法。分别于番茄幼苗 2, 3, 4, 5 叶一心期随机取样, 每处理随机取 6 株幼苗作为检测样本, 用于测定幼苗的形态指标和生理指标。

2) 形态指标测定。测定每处理检测样本单株幼苗的株高、茎粗、叶面积、地上部干质量和根干质量。

3) 生理指标的测定。

叶绿素含量, 按 Arnon 的方法<sup>[8]</sup>。

光合速率, 氧电极法<sup>[9]</sup>。

根系活力, TTC(氯化三苯基四氮唑)还原法<sup>[10]</sup>。

SOD 活性, 称取 0.5 g 幼叶, 加  $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  磷

酸缓冲液(pH 7.8)研磨, 4 °C 条件下  $13\,000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$  离心 15 min, 上清液定容至 5 mL, 为粗酶液。酶活性测定用 NBT(氮蓝四唑)光化学还原法<sup>[11]</sup>。

CAT 活性, 按照 SOD 活性测定方法制备粗酶液, 用氧电极法测定<sup>[11]</sup>。

POD 活性, 按照 SOD 活性测定方法制备粗酶液, 用愈创木酚法测定<sup>[11]</sup>。

MDA 含量, 按照 SOD 活性测定方法制备上清液。取 1.5 mL 上清液, 加入 2.5 mL 质量分数为 0.5% 的硫代巴比妥酸(TBA, 溶于质量分数为 20% 的三氯乙酸), 在沸水浴中保温 30 min 后, 立即冷却。离心后按赵世杰等<sup>[12]</sup>方法测定 MDA。

脯氨酸含量, 采用酸性茚三酮提取, 分光光度计比色法测定<sup>[11]</sup>。

相对电导率, 采用电阻法, 用 DDS-11A 型电导仪测定浸提液的电阻值<sup>[11]</sup>。

4) 数据处理。应用 SAS 6.0 软件进行邓肯氏多重极差分析, 以评价本研究中烯效唑浸种处理与对照之间形态指标和生理指标的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 烯效唑处理对番茄幼苗生长的影响

烯效唑处理显著控制了幼苗的徒长, 使 2 ~ 5 叶期的株高降低了 12.37% ~ 29.19%。同时, 促进了各时期的茎粗、叶面积、地上部干质量和根干质量的增加, 显示出烯效唑壮苗、促根的效应(表 1)。

表 1 烯效唑浸种处理对番茄幼苗生长的影响

Table 1 Effect of seed soaking with uniconazole on growth of tomato seedlings

指 标	2 叶期			3 叶期			4 叶期			5 叶期		
	对照	处理	增长率/ %	对照	处理	增长率/ %	对照	处理	增长率/ %	对照	处理	增长率/ %
株高/cm	6.43	5.63	-12.37	12.05	9.07	-24.69	13.38	9.47	-29.19	15.15	10.82	-28.55
茎粗/cm	0.117	0.128	8.97	0.157	0.180	14.56	0.178	0.202	13.80	0.192	0.278	44.53
叶面积/cm <sup>2</sup>	21.10	31.98	51.36	20.80	27.49	32.20	42.72	62.48	46.24	90.24	87.14	-3.43
地上部干质量/g	0.0205	0.0516	151.71	0.0591	0.1577	166.84	0.1133	0.2868	153.13	0.3459	1.146	231.31
根干质量/g	0.0025	0.0061	144.00	0.0050	0.0143	186.00	0.0089	0.0172	93.26	0.0111	0.0460	314.41

### 2.2 烯效唑处理对番茄幼苗叶绿素含量的影响

对照及处理的番茄幼苗叶绿素含量均在 3 叶期达到了最大值; 处理的幼苗在 2 ~ 5 叶期叶绿素 a 和叶绿素 b 的含量明显增加, 即总叶绿素含量增加; 与对照相比, 叶绿素含量的增加达到了显著水平(表 2)。

### 2.3 烯效唑处理对番茄幼苗光合速率的影响

图 1 显示, 处理及对照的光合速率在 3 叶期均达到了最大值, 处理的光合速率在 4 个时期均高于对照。光合能力的强弱与植物的生长发育密切相关, 植物的光合能力强, 体内碳水化合物积蓄量就多, 苗的生理活性较强, 有利于新根的发生和花芽分化。

表 2 烯效唑浸种处理对番茄幼苗叶绿素含量的影响

Table 2 Effects of seed soaking with uniconazole on chlorophyll contents in tomato leaves  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 

指 标	2 叶期		3 叶期		4 叶期		5 叶期	
	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理
叶绿素 a	1.021 <sup>bb</sup>	1.087 <sup>aA</sup>	1.149 <sup>bb</sup>	1.755 <sup>aA</sup>	1.057 <sup>bb</sup>	1.340 <sup>aA</sup>	1.076 <sup>bb</sup>	1.177 <sup>aA</sup>
叶绿素 b	0.343 <sup>bb</sup>	0.393 <sup>aA</sup>	0.473 <sup>bb</sup>	0.511 <sup>aA</sup>	0.454 <sup>bb</sup>	0.492 <sup>aA</sup>	0.421 <sup>aA</sup>	0.424 <sup>aA</sup>
叶绿素(a+b)	1.364 <sup>bb</sup>	1.480 <sup>aA</sup>	1.622 <sup>bb</sup>	2.266 <sup>aA</sup>	1.511 <sup>bb</sup>	1.832 <sup>aA</sup>	1.497 <sup>bA</sup>	1.601 <sup>aA</sup>

注:表内各数均经邓肯氏多重极差分析,小写字母表示 5%水平,大写字母表示 1%水平。

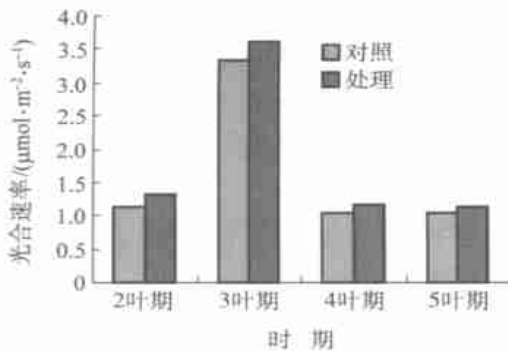


图 1 烯效唑浸种对番茄幼苗光合速率的影响

Fig. 1 Effects of seed soaking with uniconazole on photosynthesis rate of tomato seedlings

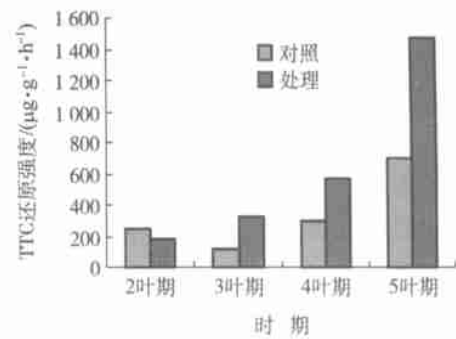


图 2 烯效唑浸种对番茄苗根系活力的影响

Fig. 2 Effects of seed soaking with uniconazole on roots activity of tomato seedlings

#### 2.4 烯效唑处理对根系活力的影响

处理的番茄幼苗的根系活力除 2 叶期外,在其他 3 个时期均高于对照(图 2),且随苗龄的增长,其增幅逐渐增大,说明处理具有增强根系活力的效果。

#### 2.5 烯效唑处理对电解质外渗率、MDA 含量和脯氨酸含量的影响

MDA 是膜脂过氧化的产物,电解质外渗率是膜透性大小的指标,2 个指标反映生物膜受伤害的水

平。脯氨酸是一种重要的渗透调节物质,对蛋白质具有一定的保护作用,可以防止酶脱水。作为酶的保护剂,其含量的高低是作物抗性的表现。植物细胞内游离脯氨酸含量的增加可以提高细胞的抗逆能力,增加细胞对不良环境(低温、干旱)的适应性。如表 3 所示,在测定的 4 个时期内,处理的电解质外渗率、MDA 含量都显著低于对照,脯氨酸含量则明显高于对照,说明处理提高了番茄幼苗的抗逆能力。

表 3 烯效唑浸种处理对番茄幼苗电解质外渗率、MDA 含量和脯氨酸含量的影响

Table 3 Effects of seed soaking with uniconazole on electrolyte leakage rate, MDA and proline contents of the leaves in tomato seedlings

指 标	2 叶期		3 叶期		4 叶期		5 叶期	
	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理
电解质外渗率/ %	29.16 <sup>aA</sup>	13.20 <sup>bb</sup>	32.43 <sup>aA</sup>	23.82 <sup>bb</sup>	45.22 <sup>aA</sup>	27.36 <sup>bb</sup>	54.78 <sup>aA</sup>	51.61 <sup>bb</sup>
MDA 质量浓度/ (nmol $\text{g}^{-1}$ )	17.78 <sup>aA</sup>	16.78 <sup>bb</sup>	22.69 <sup>aA</sup>	18.95 <sup>bA</sup>	29.91 <sup>aA</sup>	30.92 <sup>aA</sup>	45.71 <sup>aA</sup>	37.11 <sup>bb</sup>
脯氨酸质量分数/ ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	2.70 <sup>aA</sup>	5.27 <sup>bb</sup>	10.89 <sup>aA</sup>	10.92 <sup>aA</sup>	12.43 <sup>aA</sup>	22.64 <sup>bb</sup>	10.34 <sup>aA</sup>	11.90 <sup>bb</sup>

注:表内各数均经邓肯氏多重极差分析,小写字母表示 5%水平,大写字母表示 1%水平。

#### 2.6 烯效唑处理对番茄秧苗保护酶活性的影响

植物在逆境或衰老条件下可产生大量的活性氧,活性氧可通过酶促反应或非酶促反应与  $2\text{H}^+$  生成  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,分解和利用  $\text{H}_2\text{O}_2$  的关键酶是 CAT 和 POD。SOD 也可以清除体内超氧阴离子自由基,从

而保护植物体免遭氧自由基的伤害。SOD 对超氧阴离子自由基的清除能力取决于酶量的多少和酶活性的高低。由表 4 可见,处理的 SOD 活性在 2~5 叶期分别比对照高 9.50%~31.55%。番茄苗期的 POD 活性随苗龄的增加而增加,处理的 POD 活性

除在 2 叶期低于对照外, 3~5 叶期比对照的增长率达到了 7.97%~16.44%。处理的 CAT 活性除 4 叶期外, 在 2, 3, 5 叶期分别比对照高 3.23%, 14.81% 和 38.42%。可见, 处理增强了番茄幼苗体

内保护酶的活性, 使幼苗在代谢过程中产生的自由基处于低水平, 减轻了膜脂过氧化作用和对生物大分子蛋白质、核酸的伤害。

表 4 烯效唑浸种处理对番茄幼苗保护酶比活性的影响

Table 4 Effects of seed soaking with uniconazole on SOD, POD and CAT activities in tomato seedlings

指 标	$\mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$											
	2 叶期			3 叶期			4 叶期			5 叶期		
	对照	处理	增长率/ %	对照	处理	增长率/ %	对照	处理	增长率/ %	对照	处理	增长率/ %
SOD 比活性	18.44	22.41	21.57	16.19	21.30	31.55	16.07	17.59	9.50	15.50	18.96	22.33
POD 比活性	5.23	5.05	-3.44	5.05	5.88	16.44	8.55	9.57	11.93	9.28	10.02	7.97
CAT 比活性	968.13	999.36	3.23	846.05	971.39	14.81	388.98	388.98	0	369.40	511.60	38.42

### 3 结论与讨论

1 mg L<sup>-1</sup> 烯效唑溶液浸种处理能显著降低番茄幼苗的株高, 控制徒长, 因为烯效唑能够抑制内源赤霉素的生物合成<sup>[13~14]</sup>, 从而抑制植物细胞的伸长。烯效唑处理的番茄幼苗叶色浓绿, 茎秆增粗, 叶面积增大, 干物质积累增加; 在形态上吻合壮苗标准, 与杨安平等人的研究结果一致<sup>[6]</sup>。烯效唑浸种处理的番茄幼苗 2~5 叶一心期的电解质外渗率和 MDA 含量降低, 脯氨酸含量升高, SOD, POD 和 CAT 等保护酶比活性在各个时期都高于对照, 植物对自由基的清除能力增强, 幼苗的抗逆能力提高, 植株下部叶片的衰老延缓, 为培育壮苗奠定了基础。

烯效唑处理的幼苗根系活力显著提高, 使根系的代谢作用更旺盛, 从而增强了幼苗根对营养物质的吸收和转化能力。叶绿素含量和光合速率提高, 则使幼苗干物质的积累增加, 秧苗素质增强。

鉴于一种农用化学品对多种作物的生长和环境的影响包括诸多方面, 关于烯效唑浸种处理对番茄产量、土壤中微生物区系和土壤物理化学等方面的影响应做进一步的研究。

### 参 考 文 献

- [1] 汪俏梅. 设施栽培中培育壮苗的一些技术措施[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31: 120~123
- [2] 杨文钰, 壅太文, 张鸿. 烯效唑浸种对水稻秧苗的壮苗机理研究[J]. 西南农业学报, 2002, 15(4): 50~55
- [3] 杨文钰, 李青苗, 马文波. 烯效唑浸种对黄瓜的壮苗效应[J]. 中国蔬菜, 2003, 1: 6~8
- [4] Imam R M, Abdel H S, Adam S. Response of pea

- (*Pisum sativum* L.) to different treatments with uniconazole[J]. Egyptian Journal of Physiological Sciences, 1995, 19: 1~2, 279~292
- [5] Nie Lei, Sun Gutao, Liu Hongxian. Effect of S3307 (uniconazole) on photosynthetic characteristics in leaves of pomelo seedlings[J]. Plant Physiology Communications, 2000, 36: 5, 419~422
- [6] 杨安平. 烯效唑浸种对蔬菜生长及产量的影响[J]. 陕西农业科学, 2003, 5: 15~16
- [7] 李国景, 寿伟林, 王汉荣. 叶面喷施烯效唑对水培樱桃番茄生长发育的影响[J]. 浙江农业科学, 1997(4): 186~188
- [8] Arnon D. Copper enzymes in isolated chloroplasts[J]. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 1949, 21: 1~15
- [9] 李德耀, 叶济宇. 薄膜氧电极的制作与呼吸或光合控制的测定[J]. 植物生理学通讯, 1980(1): 35~40
- [10] 张雄. 用 TTC 法测定小麦根系和花粉的活力及其应用[J]. 植物生理学通讯, 1982(3): 48~50
- [11] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992. 1~220
- [12] Zhao Shijie, Xu Changcheng, Zou Qi, et al. Improvements of method for measurement of malondialdehyde in plant tissues [J]. Plant Physiology Communication, 1994, 30: 207~210
- [13] Kim H Y, Chung J D. Effect of uniconazole concentration and treatment date on the growth and flowering of *Dicentra spectabilis* L [J]. Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 2003, 21: 29~33
- [14] Izumi K, Yamaguchi I, Wada A, et al. Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4, 4-dimethyl-2-(1, 2, 4-triazol-1-yl)-1-pentene-3-ol (S3307) on the growth and gibberellin content of rice plants[J]. Plant Cell Physiology, 1984, 25: 611~617