

# 高压静电场对黄瓜种子萌发及幼苗光合特性的影响

曹学成<sup>1</sup>,原所佳<sup>2</sup>,李永庚<sup>3</sup>,郭华北<sup>1</sup>

(1. 山东农业大学信息科学与工程学院, 泰安 271018; 2. 山东交通学院数理系, 济南 250023;

3. 中国科学院植物研究所植物生理生态研究组 北京 100093)

**摘要:**用不同强度的高压静电场处理吸胀的黄瓜种子, 种子发芽势、发芽指数和活力指数均显著提高, 发芽率与对照无显著差异; 幼苗根系和叶片硝酸还原酶活性均明显增强, 叶面积显著增大, 叶片叶绿素含量、净光合速率和气孔导度也明显提高, 但各处理胞间 CO<sub>2</sub> 浓度与对照比差异不显著。综合各项指标, 以 300 kV/m 和 500 kV/m 处理组效果较好。说明高压静电场处理可以促进黄瓜种子的萌发, 提高幼苗的光合能力, 可作为一种培育黄瓜壮苗的手段。

**关键词:** 黄瓜; 电场; 生物效应; 种子萌发; 光合特性

**中图分类号:** S642.2; S604<sup>+</sup>.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2006)05-0004-03

电场种子处理技术的应用研究越来越受到人们的关注, 部分研究成果已应用于生产<sup>[1]</sup>。据报导, 种子经电场处理后, 发芽率、发芽势、呼吸强度、根系活力以及多种酶活性等均有提高, 产量也有不同程度的增加<sup>[1~4]</sup>, 但电场处理对植物苗期光合特性影响的研究甚少。本试验旨在探讨电场处理对黄瓜幼苗光合特性的影响, 为电场处理技术在黄瓜育苗及高产栽培中的应用提供科学依据。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验材料与处理

供试黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种为新泰密刺, 由山东农业大学园艺系提供。高压静电场由 ZGF-60/2 型直流高压发生器产生, 输出的电压加在两块自行设计并制作的平行金属板上, 在两金属板之间形成一个连续可调的高压静电场。选取大小基本一致的种子, 用 0.1% 的 HgCl<sub>2</sub> 消毒 30 min, 于 25±1 °C 下去离子水浸种 8 h, 然后将吸胀后的种子放在电场中处理, 处理组场强分别为 50、100、300 kV/m 和 500 kV/m, 处理时间为 20 min, 另设一组作为对照(CK), 每处理 200 粒, 重复 3 次。

### 1.2 测定项目与方法

将对照组和处理组种子排于铺有双层滤纸的培养皿内, 置恒温培养箱内催芽, 温度 25±1 °C, 每个培养皿 50 粒。催芽后 32 h, 每处理取 50 粒播于育苗盘内, 温度 28 °C/20 °C (昼/夜), 光照 8 000 Lx, 光照时间每天 14 h。待黄瓜出苗后, 每隔 3 d 用 1/2 Hoagland 营养液浇灌 1 次。

**1.2.1 黄瓜种子发芽性状的测定** 在 25 °C 恒温箱中催芽的黄瓜种子, 以芽长超过 1/2 种子长为发芽标准, 每天记录发芽数, 连续 7 d 后, 测定胚芽干重, 计算发芽率、发芽指数、活力指数。

**1.2.2 幼苗硝酸还原酶(NR)活性的测定** 硝酸还原酶(NR)活性采用磺胺显色法<sup>[5]</sup>。随机取样, 分别测定 15 日龄

幼苗的根和叶的 NR 活性。

**1.2.3 叶面积及叶绿素含量的测定** 剪取长至四叶期的黄瓜幼苗顶部第 2 片功能叶, 分别测定黄瓜的叶面积、叶绿素含量。黄瓜功能叶叶面积用美国生产的 Li-COR MDEL1-3000 型叶面积仪测定。功能叶的叶绿素用 80% 丙酮浸提 24 h, 用岛津 UV-240 分光光度计于 663 nm、645 nm 下比色并计算叶绿素含量。每处理随机取 10 片叶, 计平均值。

**1.2.4 黄瓜幼苗光合特性的测定** 利用美国 Li-COR 公司生产的 Li-6400 型光合测定系统测定黄瓜幼苗顶部第 2 片功能叶的净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)和细胞间隙 CO<sub>2</sub> 浓度(Ci)。测定时光强为 1 000 μmol/(m<sup>2</sup>·s), CO<sub>2</sub> 浓度为 350 μmol/mol, 温度为 28 °C。每处理随机测 10 片叶计平均值。以上各处理均重复 3 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 高压静电场对黄瓜种子发芽性状的影响

高压静电场对黄瓜种子萌发的影响如表 1 所示。结果表明, 各处理组黄瓜种子的发芽势、发芽指数和活力指数均受到明显促进, 发芽势提高 12.1%~22.4%, 发芽指数提高 8.8%~16.4%, 活力指数提高 10.4%~30.6%。其中, 以 300 kV/m 静电场处理效果最好, 发芽势和活力指数的增加均达到极显著水平, 但电场对种子发芽率的促进效果不显著。在 50~300 kV/m 范围, 促进效应随着电场强度的增加而增加, 500 kV/m 处理对种子萌发性状的促进效应出现下降的趋势, 但仍较 50 kV/m 和 100 kV/m 处理高。

表 1 高压静电场对黄瓜种子发芽性状的影响

场强 (kV/m)	发芽率 (%)	发芽势 (%)	发芽指数	活力指数
CK	90±2	58±2	50.41±0.67	7.23±0.35
50	94±1	65±2 *	54.86±0.60 *	7.98±0.28 *
100	92±3	68±1 **	56.92±0.70 *	8.83±0.42 *
300	94±2	71±3 **	58.70±0.82 *	9.44±0.39 **
500	92±4	69±2 **	58.14±1.04 *	9.00±0.56 *

注: 各处理组与对照组(CK)比较, \* 和 \*\* 分别表示差异显著性 P<0.05 和 P<0.01。以下各表同。

\* 基金项目: 山东省教育厅资助项目, 编号: J522-32152。

收稿日期: 2006-06-10

## 2.2 高压静电场对黄瓜幼苗硝酸还原酶(NR)活性的影响

表2是静电场对黄瓜幼苗根系和叶片NR活性的影响。从表2可以看出,不同强度电场处理后根系NR活性均提高,分别较对照增加9.5%、18.7%、23.2%和28.8%,除50 kV/m处理组之外,其余各处理均达极显著水平,并且根系NR活性的提高幅度随电场强度的增大而增加;叶片NR活性提高14.6%~44.2%,以300 kV/m场强处理提高幅度最大,所有处理均达到显著或极显著水平。NR是植物氮代谢中一个重要的调节酶和限速酶,对植物生长发育、产量形成和品质都有重要影响。在黄瓜幼苗期,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>是植物主要的氮源,NR是植株对NO<sub>3</sub><sup>-</sup>态N吸收同化的一项重要生化指标,NR活性的增加使黄瓜对NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的吸收和利用增加,从而增强了黄瓜苗期氮素代谢能力。

表2 高压静电场对黄瓜幼苗硝酸还原酶(NR)活性的影响

场强(kV/m)	NR活性( $\mu\text{g/g}\cdot\text{h}\cdot\text{FW/h}$ )	
	根系	叶片
CK	1.818±0.122	6.148±0.200
50	1.991±0.098	7.045±0.177 *
100	2.157±0.113 **	7.726±0.310 **
300	2.239±0.155 **	8.869±0.224 **
500	2.342±0.110 **	8.471±0.199 **

## 2.3 高压静电场对黄瓜幼苗叶面积、叶绿素含量的影响

由表3可见,经不同强度的电场处理后,四叶期黄瓜幼苗的叶面积分别高出对照8.6%、14.4%、22.9%和21.1%。50 kV/m处理组叶面积增加不显著,100、300 kV/m和500 kV/m处理组叶面积增加均达显著或极显著水平。各处理组黄瓜幼苗的chl a含量、chl b含量及chl(a+b)含量都显著增加,其中,chl a含量增加12.0%~26.0%,chl b含量增加8.3%~17.5%,总叶绿素含量分别增加11.0%、18.8%、23.9%和19.7%。chl a是植物光合作用的反应中心,黄瓜chl a含量的增加可提高其叶片的光能转换率,总叶绿素含量的增加有利于植株对光能的吸收和转化,而叶面积和叶片展开度的增加能够使黄瓜幼苗接受更多的光照,从而有利于光合作用,增加植株光合产物的积累量,为黄瓜产量的提高奠定了基础。

表3 高压静电场对黄瓜幼苗叶面积、叶绿素含量的影响

场强(kV/m)	叶面积(cm <sup>2</sup> )	叶绿素含量(mg/g FW)		
		Chl a含量	Chl b含量	Chl(a+b)含量
CK	64.26±2.69	1.715±0.045	0.576±0.012	2.291±0.057
50	69.80±3.34	1.920±0.064 *	0.624±0.014 *	2.544±0.078 *
100	73.50±3.92 *	2.077±0.052 **	0.645±0.014 *	2.722±0.066 **
300	79.02±4.28 **	2.161±0.080 **	0.677±0.020 **	2.838±0.100 **
500	77.81±3.43 **	2.101±0.066 **	0.642±0.018 *	2.743±0.084 **

## 2.4 高压静电场对黄瓜幼苗净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)和胞间CO<sub>2</sub>浓度(Ci)的影响

不同强度电场处理后黄瓜幼苗光合指标的变化如表4所示。随着电场强度的增大,各处理的Pn都有不同程度的升高,上升幅度分别为11.9%、15.3%、22.2%和20.7%。从光合曲线上看,当电场强度为300 kV/m时,黄瓜幼苗Pn达到最大值,强度大于300 kV/m时,叶片光合能力出现下降趋势。对黄瓜叶片Gs的测定结果表明,静电场处理能增加叶片的Gs,300 kV/m和500 kV/m处理组分别增加14.3%和

15.8%,与对照比差异显著。各处理组的黄瓜叶片Ci除50 kV/m处理组外,均有不同程度的增加,但与对照比差异不显著。Gs与Ci的提高,在一定程度上减小了气孔的阻力,加强了气孔内外的H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>的交换与利用,有利于光合效率的提高。叶片气孔开度大(Gs大),进入胞间的光合作用的底物浓度相应升高,所以光合作用会相应加强。

表4 高压静电场对黄瓜幼苗叶片光合特性的影响

处理(kV/m)	净光合速率(CO <sub>2</sub> <sup>μ</sup> mol/m <sup>2</sup> ·s)	气孔导度(H <sub>2</sub> O mmol/m <sup>2</sup> ·s)	胞间CO <sub>2</sub> 浓度(CO <sub>2</sub> <sup>μ</sup> mol/mL)
0(CK)	14.75±0.75	335±10	298±8
50	16.50±0.69 *	348±12	295±12
100	17.01±0.88 *	362±15	305±9
300	18.02±0.84 **	383±15 *	313±14
500	17.80±0.95 **	388±18 *	310±12

## 3 讨论

本试验结果显示,高压静电场处理黄瓜种子,不仅可以提高种子的发芽势、发芽指数、活力指数以及萌发初期幼苗根系与叶片的硝酸还原酶活力,而且显著提高幼苗的叶面积、叶绿素含量以及净光合速率。改善了黄瓜苗期对水分和营养的吸收甚至后期的经济性状,这些都为形成较高的产量奠定了基础,说明静电场预处理在黄瓜育苗及高产栽培中将有良好的应用前景。

高压静电场生物效应的机理可能是由于植物体含有无机离子、生物大分子包括DNA、RNA、蛋白质、多糖等多种荷电物质,因而周围环境电场的变化,势必会导致这些荷电物质的分布、排列、运动随之变化,从而使淀粉酶、过氧化物酶等多种代谢酶构象发生改变而激活,酶活性的提高促进了种子内贮藏物质的转化、分解和蛋白质的合成<sup>[4,7]</sup>,从而能对黄瓜从萌发到苗期光合作用等多种生理生化过程产生影响。从试验结果还可以看出,高压静电场对黄瓜萌发性状和幼苗光合特性的促进效应与外加电场的强度并不成正比,处理场强较高时(500 kV/m),大部分测定指标的提高幅度出现了下降的趋势,这表明外加电场存在着“阈值效应”,其机理还需要进一步的实验研究。由此可知,电场生物效应是比较复杂的,在进行电场生物效应实验时,首先要找出电场作用的上下阈值、处理时间以及刺激阶段,才能得到理想的效果。

### 参考文献:

- [1] 梁运章. 静电生物效应及其应用[J]. 物理, 1995, 24(1): 39-42.
- [2] 李晓光, 任露泉, 佟金, 等. 静电场对绿豆种子综合生物性状的影响及机理探讨[J]. 吉林工业大学自然科学学报, 2001, 31(2): 40-44.
- [3] 朱诚, 房正浓, 曾广文. 高压静电场处理对老化黄瓜种子脂质过氧化物的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2000, 26(2): 127-130.
- [4] 曹永军, 刁岗, 杨初平, 等. 不同电场对大豆种子萌发的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(6): 691-694.
- [5] 西北农业大学主编. 基础生物化学实验指导[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985, 85-88.
- [6] 邹琦. 作物抗旱生理生态研究[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1995.
- [7] 温尚斌, 马福荣, 许守民, 等. 高压静电场促进植物吸收离子机理的初步探讨[J]. 生物化学与生物物理进展, 1995, 4: 377-379.

# 适宜对俄出口无刺黄瓜品种筛选研究

张武杰, 刘海荣, 程显敏

(黑龙江省农科院牡丹江农科所, 牡丹江 157041)

中图分类号: S642.203.8 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2006)05-0006-03

由于黑龙江省与俄罗斯相邻的地域优势, 对俄贸易出口呈现逐年递增的良好态势, 黄瓜是出口蔬菜中主要种类之一。绥芬河口岸 2003 年黄瓜出口数量为 1 682.2 t, 平均价格 1 824.5 元/t, 2004 年黄瓜出口数量为 2 929.9 t, 平均价格 2 032.4 元/t。在出口的黄瓜中, 无刺和有刺黄瓜各占一定比例, 俄罗斯人比较喜食无刺黄瓜。目前, 黑龙江省棚室应用的无刺黄瓜品种是萨瑞格, 品种较单一, 生产上需要充实经济性状好、抗病力、丰产、耐贮运的无刺黄瓜品种, 为此, 于 2005 年我们结合承担的省重点攻关蔬菜课题, 进行了对俄出口无刺黄瓜的筛选研究。

## 1 供试品种及来源

分三次赴有关省、市广泛收集黄瓜品种, 第一次 2004 年冬季参加哈尔滨蔬菜博览会; 第二次 2005 年 2 月末赴寿光、大连、沈阳、哈尔滨等种子企业、公司、科研单位收集品种; 2005 年 4 月末参加第六届中国(寿光)国际蔬菜科技博览会, 归途到中科院和北京农林科学院相关研究所进行科技交流并收集部分品种。

## 2 试验设计及调查

### 2.1 试验地点

试验设于牡丹江市、宁安市宁安镇江村。

### 2.2 试验设计与方法

试验采用对比法排列, 供试大棚面积 620 m<sup>2</sup>, 每个品种种植 40 株, 高畦栽培, 畦高 20 cm, 大行距 1.40 m, 小行距 40 cm, 株距 40 cm, 南北方向。对照品种萨瑞格(HA-454)。其它管理与正常管理相同。

### 2.3 调查项目及方法

按照《黄瓜种质资源数据控制标准》中部分项目调查。

表 1 收集的 10 个无刺黄瓜品种

编号	品种名称	产地
1	萨瑞格(HA-454)CK	以色列海泽拉种子公司
2	萨菲(HA-9976)	以色列海泽拉种子公司
3	迷你黄瓜—鹿特丹	美国阿特拉斯种子公司
4	迷你黄瓜—新绿佳	美国阿特拉斯种子公司
5	中农 19 号	中国农科院蔬菜花卉研究所
6	迷你 2 号	北京市农林科学院蔬菜研究中心
7	迷你 4 号	北京市农林科学院蔬菜研究中心
8	完美 369	以色列
9	欧宝	法国
10	京乐五号	北京

2.3.1 叶色 在植株的结果盛期, 以试验小区的植株为观测对象, 在正常一致的光照条件下, 采用目测法观察植株中部叶

## Effects of High Voltage Electrostatic Field on Seed Germination and Photosynthetic Characteristics of *Cucumis Sativus*

CAO Xue-heng<sup>1</sup>, YUAN Shuo-jia<sup>2</sup>, LI Yong-geng<sup>3</sup>, GUO Hua-bei<sup>1</sup>

(1. College of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018;

2. Department of Mathematics and Physics, Shandong Jiaotong University, Jinan 250023;

3. Plant Eco-physiological Research Team, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

**Abstract** High voltage electrostatic fields (HVEF) with different strength of 50, 100, 300 and 500 kV/m were used to treat imbibed seeds of cucumber (*Cucumis sativus* L.) for 20 min. The germination characters of seed and photosynthetic characteristics of seedling were studied. The results showed that the germination potential, germination index and viability index of seeds were increased significantly, but no obviously increase in germination rate; the nitrate reductase (NR) activity in cucumber roots and leaves showed a significant increase; the leaf area, chlorophyll content, net photosynthetic rate (Pn) and stomatal conductance (Gs) of cucumber leaves were much higher than that of untreated ones, no significantly increase in intercellular CO<sub>2</sub> concentration (Ci). When the electric field strength was 300 kV/m and 500 kV/m, the bioeffects of electrostatic field on cucumber seeds were more prominent. It was concluded that treatment of cucumber seeds with HVEF was an effective technique in agriculture.

**Key words:** Cucumber (*Cucumis sativus* L.); Electric field; Biological effect; Seed germination; Photosynthetic characteristics