

高压静电场对大豆幼苗生长的影响

黄洪云

(唐山学院 基础教学部,河北 唐山 063000)

摘要:用10个电场强度分别处理大豆种子15和20 min,并对幼苗形态和生理生化指标进行测定。结果表明,随着电场强度的增加,各指标均呈先增加后降低的变化趋势;在处理时间相同时,0~6.0 kV·cm⁻¹的电场对大豆种子有明显的刺激效应,在5.0 kV·cm⁻¹时各形态指标达到极值;电场作用20 min比15 min效果好。由此得到处理大豆种子的最佳电场条件是5.0~6.0 kV·cm⁻¹作用20 min。

关键词:大豆种子;电场;生物学效应;酶活

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2012)06-1030-03

Effects of High Electrostatic Field (HVEF) on Growth of Soybean Seedlings

HUANG Hong-yun

(The Department of Basic Education, Tangshan College, Tangshan 063000, Hebei, China)

Abstract: Soybean seeds were treated with 0-10.0 kV·cm⁻¹ high electrostatic field for 15 and 20 min, and the physiological and biochemical indexes of soybean seedlings were measured. With the increasing of electrostatic field, the tested index all showed increasing and then decreasing trend, and 0-6.0 kV·cm⁻¹ electric field had stimulation effects. The effects of treating 20 min was better than 15 min. Results suggest the best electric field condition for soybean seeds is under 5.0-6.0 kV·cm⁻¹ for 20 min.

Key words: Soybean seed; Germination; Electric field; Biological effect; Enzyme activity

随着分子生物学和细胞遗传学研究的深入发展,生物细胞的电磁特性及电磁效应逐渐明确。环境物理因素特别是外界电磁场对生物体的影响越来越受到重视。静电处理是促进种子萌发过程中生理生化变化和幼苗生长发育的有效方法,我国从20世纪90年代开始对生物学与静电技术这一交叉领域进行了大量的研究,并且关于静电场对种子预处理的研究已有不少报道^[1-5]。

大量的实验表明,电场的生物学效应一般会引起根长、芽长等形态指标的改变,也会引起叶绿素含量、过氧化物酶、超氧化物歧化酶等生理生化指标的变化。电场强度和作用时间是影响高压静电场处理效果的两个重要因素,本文研究了外界电场强度和作用时间对大豆幼苗形态和生理指标的影响,从而摸索大豆种子的最佳电场处理条件。

1 材料与方法

1.1 材料

大豆品种黑农37,由黑龙江飞龙种业提供。

1.2 方法

1.2.1 种子处理 挑选颗粒饱满、大小均匀种子,分成11组,每组3次重复,每个重复100粒种

子。其中1组为对照,其余10组分别用不同的电场强度进行处理。处理电场强度为: $E_N = 1 \times N$ (kV·cm⁻¹), $N = 0, 1, 2, \dots, 10$,其中 E_0 (未经电场处理)为对照组,处理时间分别为15和20 min。

1.2.2 幼苗培养 取电场处理过的种子经HgCl₂消毒后,在有两层吸足水分滤纸的培养皿中发芽,每个培养皿中20粒种子,加入适量的蒸馏水放置在26℃的培养箱中,每天光照16 h,并适时更换滤纸。将前7 d内每天发芽的种子移入直径为20 cm花盆中培育,并将花盆置于有日光灯照射的培养架上,每天定时定量浇水。

1.3 测定项目与方法

种子发芽后第7天从培养皿中随机取出每个电场处理的20粒种子测量芽长。

种子移入花盆培育20 d后,分别随机取出每个处理的20株幼苗测定幼苗根长、鲜重、干重和有关生理指标,其中叶绿素含量,可溶性蛋白含量及POD、SOD、CAT酶活性参照李合生等^[6]的方法测定。

2 结果与分析

2.1 大豆幼苗形态指标

由表1可知,在同一处理时间条件下,随着处

收稿日期:2012-05-14

作者简介:黄洪云(1979-),女,硕士,实验师,主要从事生物物理研究。E-mail: lzyhhy0922@163.com。

理场强的增加,各指标均呈先增加后减小的变化趋势,且在场强为 $5.0\text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时各指标均达到最大值。在此场强为 $5.0\text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时,根长、芽长、鲜重和干重的增幅分别为 38.2% 、 54.1% 、 13.6% 和 10.5% 。在 $8.0\sim 10.0\text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 的场强范围内,电场对各项形态指标呈现明显的抑制效应,且抑制效应逐渐增强。在同一电场强度下,电场作用 20 min 的刺激和抑制效应都较 15 min 明显。

表 1 电场处理对大豆幼苗形态指标的影响
Table 1 Effect of electric field treatment on morphological index of soybean seedlings

电场强度 Electric field strength/ $\text{kV}\cdot\text{cm}^{-1}$	芽长 Shoot length/cm		根长 Root length/cm		鲜重 Fresh weight/g		干重 Dry weight/g	
	15 min	20 min	15 min	20 min	15 min	20 min	15 min	20 min
0.00	3.76	3.57	4.26	4.34	26.77	26.77	2.70	2.70
1.00	4.45	4.88	4.86	5.28	28.05	28.20	2.76	2.79
2.00	4.36	4.90	4.66	5.27	27.07	27.23	2.70	2.74
3.00	4.90	5.12	5.10	5.62	26.14	26.30	2.66	2.69
4.00	4.75	4.70	5.00	4.98	28.41	28.58	2.87	2.91
5.00	5.28	5.50	5.48	6.00	30.26	30.40	2.94	2.98
6.00	5.20	5.30	5.28	5.64	27.04	27.20	2.76	2.79
7.00	4.70	4.90	5.30	5.30	26.07	26.17	2.68	2.72
8.00	4.54	5.15	4.80	5.60	26.52	25.96	2.94	2.91
9.00	4.10	3.65	4.30	4.00	25.90	23.90	2.71	2.66
10.00	3.87	3.45	4.00	3.80	25.00	22.99	2.70	2.46

2.2 大豆幼苗生理生化指标

不同的电场处理条件对各项生理生化指标的影响不同。随着电场强度的增加,各指标整体呈先增加后降低的变化趋势(图 1、图 2),其中 5.0 和 $6.0\text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 场强呈现较为明显的刺激效应,在场强 6.0

$\text{kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时,叶绿素含量和 SOD、POD、CAT 酶活性的增幅达到最大值,而蛋白含量在 $5.0\text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 增幅最大; $10.0\text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 场强对各指标存在明显的抑制效应。在相同的电场强度下,电场处理 20 min 时,各指标变化幅度更大。

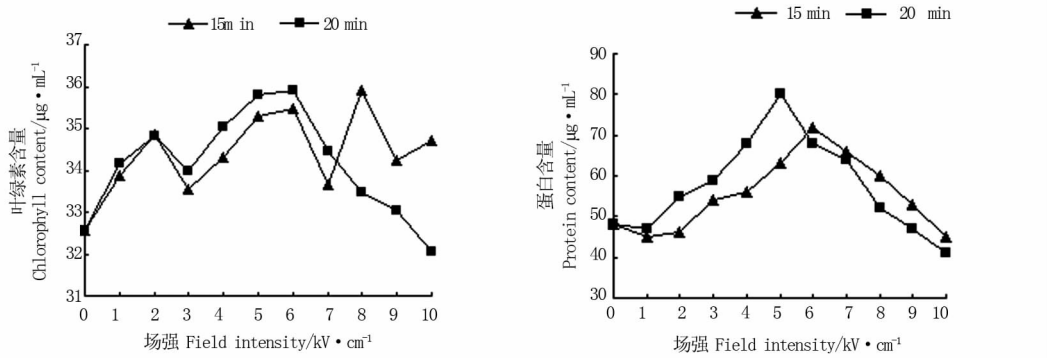


图 1 不同电场强度和时间内对叶绿素含量(A)和可溶性蛋白含量(B)的影响

Fig. 1 Effect of electric field treatment of on chlorophyll (A) and protein (B) content of soybean seedlings

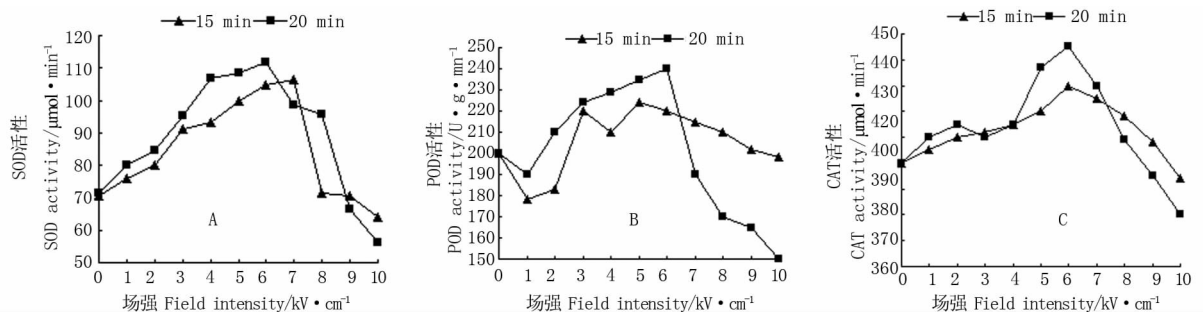


图 2 不同电场强度和时间内处理对 SOD (A), POD (B), CAT (C) 活性的影响

Fig. 2 Effect of electric field treatment on the SOD (A), POD (B), CAT (C) activity of soybean seedlings

3 讨 论

静电场是一种综合效应场,它兼具粒子束、电磁辐射和恒定电场的作用,电场作用在生物膜上,相当于作用在等价 RC 电路上。静电场强不同,对大豆种子的效应不同。实验结果表明:在 $1.0 \sim 10.0 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1}$ 场强作用下,电场对大豆幼苗的芽长、根长、鲜干重的影响规律基本一致。大豆种子各形态指标随着电场强度增强先增大后减小,适宜电场强度对大豆种子的各项形态指标有一定的促进作用,其中场强 $5.0 \sim 6.0 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1}$ 刺激效应最为明显;对相同的电场强度,电场作用 20 min 时各项形态指标变化更快,增幅更大,刺激效应优于电场作用 15 min。而当场强高于 $8.0 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1}$ 时对大豆幼苗形态指标的变化呈现明显的抑制效应,且场强越高抑制效应越明显,甚至出现致死效应。静电场对作物根长、芽长、鲜干重等产生的影响,一般认为是由于电场使水的浮力发生变化,大的分子团变为小分子团,并有序排列,使水分子容易通过种子皮,增加种子的呼吸作用;电场使细胞两侧出现附加电荷,膜两侧电荷密度的改变引起脂质极性端基的侧向移动,使烃链倾斜弯曲产生相变,膜功能得到一定的修复^[7]。

研究发现,电场作用 20 min 与 15 min 相比叶绿素含量更高;同时电场处理 20 min 种子的可溶性蛋白含量显著提高,这是由于在静电效应下,种子中大量不溶性贮存蛋白解体,分解转化合成了新蛋白。种子萌发中,随着贮藏蛋白的降解,氨基酸含量迅速增加,一部分氨基酸被利用合成新蛋白,另一部分通过韧皮部运至胚轴,由于电场作用导致的离子浓度改变、电子密度的重新有序分布,加速了多肽链疏水侧链的相互作用,更有利于氢键的形成,也加速了蛋白质的合成。大豆种子经高压静电场处理后,幼苗 POD、SOD、CAT 酶活性显著高于对照组,这是因为电场作用影响生物体的电特性,电场作用在生物膜上,改变了膜上电荷分布,影响了膜电位,使种子吸水后离子扩散与电致泵系统运转活跃,从而驱动合成更多的 ATP 酶,电场影响了膜透性,同时也影响了酶活性。在适宜场强作用下,保护酶活性升高,说明生物体受电场作用后,酶可呈现多种利于植物生长代谢的构象,因此,宏观表现上,生物响应与场强之间呈现出明显的相关性,最佳电场强度决定最佳构象^[8]。

4 结 论

大豆种子经不同强度的均匀高压静电场作用一定时间后,幼苗的芽长、根长、叶绿素含量和各种保护酶活性有明显的变化。在 $1.0 \sim 10.0 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1}$ 场强范围内,各指标整体呈先增加后降低的趋势,其中最佳处理电场强度为 $5.0 \sim 6.0 \text{ kV} \cdot \text{cm}^{-1}$,静电场处理 20 min 的效果优于 15 min。

参考文献

- [1] 胡玉才,袁泉,陈奎孚. 农业生物的电磁环境效应研究综述[J]. 农业工程学报,1999,15(2):15-20. (Hu Y C, Yuan Q, Chen K F. A review of study on electromagnetic bioeffects of agricultural lives [J]. Transactions of the CSAE, 1999, 15(2): 15-20.)
- [2] 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的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2000,26(2):127-130. (Zhu C, Fang Z N, Zeng G W. The effect of HVEF treatment on lipid peroxidation of aged cucumber seeds [J]. Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.), 2000, 26(2): 127-130.)
- [3] 吴俊林,袁胜利,张宗权. 激光对油松种子萌发、生长的影响及作用机理[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2001,29(1):38-41. (Wu J L, Yuan S L, Zhang Z Q. Study of laser function and influence on germination and growth of the Chinese pine seed [J]. Journal of Shanxi Normal University (Natural Science Edition), 2001, 29(1): 38-41.)
- [4] 郭维生,李凤敏. 电场对作物种子影响的研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),1995,26(4):410-411. (Guo W S, Li F M. Effects of electrostatic field on barley seeds [J]. Journal of Inner Mongolia University (Natural Science Edition), 1995, 26(4): 410-411.)
- [5] 陈志远,谢菊芳. 高压静电场预处理对作物种子活力影响的机理探讨[J]. 湖北大学学报(自然科学版),2003,25(3):224-227. (Chen Z Y, Xie J F. On the mechanism of HVEF pretreatment affecting crop seeds' activation [J]. Journal of Hubei University (Natural Science Edition), 2003, 25(3): 224-227.)
- [6] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:164-169;258-261. (Li H S, Sun Q, Zhao S J, et al. The technology of plant physiological experiment [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000: 164-169, 258-261.)
- [7] 那日,冯璐. 我国静电生物学效应机理研究新进展[J]. 物理,2003,32(2):87-92. (Na R, Feng L. Mechanism of the biological effects of electrostatics [J]. Physics, 2003, 32(2): 87-92.)
- [8] 吴旭红,孙为民,张红燕,等. 高压静电场对南瓜种子萌发及幼苗生长的生物学效应[J]. 种子,2004,23(2):27-30. (Wu X H, Sun W M, Zhang H Y, et al. Biotic effects of electric field on pumpkin seeds during sprouting period and growth of seedling [J]. Seed, 2004, 23(2): 27-30.)