

高压静电场对菜豆生理活性的影响

段国锋¹, 王争争², 李丽娟³, 王如福⁴

(1. 山西农业大学 园艺学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西省生物研究所, 山西 太原 030000;

3. 山西农业大学 信息学院, 山西 太谷 030800; 4. 山西农业大学 食品科学与工程学院, 山西 太谷 030800)

摘要:以菜豆品种“翠芸1号”为试材,采用二因素完全随机试验设计,研究了高压静电场场强和处理时间对菜豆种子生理活性的影响。结果表明:300 kV/m、90 min 处理游离脯氨酸(Pro)含量最高,为 $(16.30 \pm 1.40) \mu\text{g/g FW}$,极显著高于大多数处理及对照;100 kV/m、30 min 处理过氧化物酶(POD)活性最高,为 $(13.02 \pm 0.78) \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,极显著高于其它处理及对照;200 kV/m、60 min 处理超氧化物歧化酶(SOD)活性最高,为 $(468.36 \pm 26.55) \text{ U/gFW}$,极显著高于大多数处理及对照;在每个场强范围内随处理时间的增长其所测指标均呈先上升后下降的变化趋势,100 kV/m、30 min 处理下,叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量以及POD活性与其它处理相比较结果最优。试验表明,适宜的高压静电场处理有利于提高菜豆抗逆性。

关键词:高压静电场;菜豆;生理生化指标

中图分类号:S 643.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)11-0024-03

由于环境物理因素对生物生长发育有着不可忽视的影响,吸引着众多学者对其进行研究。1963年Murr^[1]发现模拟电场对鸡足草生长有影响,其后人们陆续发现高压电场对植物的生长、发育、成熟衰老及其胁迫响应等生理过程都有作用^[2-4]。20世纪70~80年代国内学者开始对20多个不同种类的作物用电场处理,研究了电场对作物生理生化过程等相关方面的影响^[5]。

菜豆是重要的蔬菜作物,具有丰富的营养价值。根据已有理论^[6-10],高压静电场处理作物的研究已经获得一定的成果,但关于对作物后期的生理的研究还不是很多。该试验以菜豆为试材,探究高压电场处理对其生理活性指标的影响,以期为此项技术在生产实践过程中的应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菜豆品种“翠芸1号”由太谷县科技市场购得。

供试试剂:愈创木酚、 H_2O_2 、磷酸缓冲液、Tris-HCl缓冲液、酸性茚三酮、甲苯、磺基水杨酸、冰醋酸、酒精、NBT(氮蓝四唑)、甲硫氨酸、核黄素、EDTA、聚乙烯吡咯烷酮、石英砂、95%乙醇、碳酸钙粉。

供试仪器:高压静电场实验装置由山西农业大学食

品学院研究生实验室提供,高压静电场装置上、下极板相距10 cm,可视为无边缘效应,高压静电表量程为0~40 kV。紫外分光光度计、离心机、漏斗、移液枪、容量瓶、水浴锅、恒温培养箱、具塞试管等。

1.2 试验方法

将饱满的菜豆种子分为13组(100粒/每组),对照组不做任何处理,记为CK。其它试验处理分别为在场强100、200、300 kV/m,分别在处理时间30、60、90、120 min下进行,将组合处理后的种子种入苗盘中,置于室温培养。30 d后测定植株幼苗时期的游离脯氨酸(Pro)含量、过氧化物酶(POD)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性及叶绿素含量等生理生化指标。

1.3 项目测定

POD活性、SOD活性、叶绿素含量测定均参照李合生等^[11]的方法。

1.4 数据分析

试验数据采用SAS 8.0统计软件进行统计分析,数据取平均数±标准误。

2 结果与分析

2.1 高压静电场处理对菜豆幼苗游离脯氨酸含量的影响

由表1可以看出,在电场强度较低时菜豆幼苗的游离脯氨酸的含量相对较低,随着电场强度的提高,菜豆幼苗的游离脯氨酸含量也增加。总体趋势为,随着电场强度的增强,菜豆幼苗游离脯氨酸的含量呈递增趋势,除了200 kV/m、120 min和300 kV/m处理30、60、

第一作者简介:段国锋(1978-),男,硕士,讲师,研究方向为园艺作物育种及采后生理。E-mail:448052339@qq.com。

基金项目:山西省科技基础平台建设资助项目(201009016)。

收稿日期:2014-03-13

90、120 min 极显著高于对照外,200 kV/m、90 min 处理与对照相比无显著差异,其它处理游离脯氨酸含量均低于对照;300 kV/m、90 min 处理游离脯氨酸含量最高,为 $(16.30 \pm 1.40) \mu\text{g/gFW}$ 。

2.2 高压静电场处理对菜豆幼苗过氧化物酶活性的影响

由表 1 可以看出,与对照相比过氧化物酶活性随场强的增强呈先增后减趋势;场强逐渐增强的情况下,酶活性反而会有所下降,从整体上看处理后的酶活性要高于对照组的酶活性;其中,100 kV/m、30 min 处理的过氧化物酶活性最高,为 $(13.02 \pm 0.78) \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,显著高于其它处理。

2.3 高压静电场处理对菜豆幼苗超氧化物歧化酶活性的影响

从表 1 可以看出,总体上随场强的增加,超氧化物歧化酶活性呈先增后降的趋势,各处理以 200 kV/m、60 min 处理的超氧化物歧化酶酶活最高,为 $(468.36 \pm 26.55) \text{U/g FW}$,与场强 200 kV/m 处理 30、90、120 min 及场强 300 kV/m 处理 30、60、90、120 min 各处理间差异不显著;100 kV/m、30 min 处理的超氧化物歧化酶酶活最低,为 $(329.35 \pm 8.89) \text{U/g FW}$,显著低于其它处理。在各个场强中,随处理时间的增长酶活性均呈先增高后下降趋势。

表 1 高压静电场处理对菜豆幼苗生理生化指标的影响

Table 1 The effect of high-voltage electric field treatments on the physiological and biochemical index of kidney bean seedlings

处理 Treatment	游离脯氨酸含量 Pro content $/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$	过氧化物酶活性 POD activity $/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	超氧化物歧化酶活性 SOD activity $/\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$
CK	7.79±1.41 cCD	11.58±0.11 cdCD	438.02±2.53 abAB
100 kV/m,30 min	1.48±1.22 dE	13.02±0.78 aA	329.35±8.89 dC
100 kV/m,60 min	2.46±0.34 dE	12.23±0.08 bcABC	427.02±14.81 abAB
100 kV/m,90 min	2.45±1.03 dE	12.16±0.05 bcABC	382.91±44.09 bcBC
100 kV/m,120 min	2.17±1.04 dE	11.94±0.19 bcBCD	348.59±32.24 cdBC
200 kV/m,30 min	4.18±0.20 dE	12.59±0.09 abAB	398.42±20.33 abcAB
200 kV/m,60 min	4.66±0.54 dE	12.27±0.03 bcABC	468.36±26.55 aA
200 kV/m,90 min	5.93±1.90 cD	11.65±0.34 cdBCD	425.73±15.40 abAB
200 kV/m,120 min	10.12±1.43 bBC	11.77±0.26 cdBCD	438.37±12.05 abAB
300 kV/m,30 min	12.05±1.74 abAB	11.79±0.05 cdBCD	450.50±30.52 abAB
300 kV/m,60 min	13.56±1.40 aA	11.95±0.03 bcBCD	453.98±25.44 abA
300 kV/m,90 min	16.30±1.40 aA	11.09±0.03 dD	404.88±11.30 abcAB
300 kV/m,120 min	14.09±1.59 aA	11.71±0.13 cdBCD	416.20±10.18 abcAB

注:不同小写字母表示在 $P \leq 0.05$ 差异显著,不同大写字母表示在 $P \leq 0.01$ 差异极显著。以下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences at $P \leq 0.05$, different capital letters indicate significant differences at $P \leq 0.01$. The same below.

2.4 高压静电场处理对菜豆幼苗叶绿素含量的影响

由表 2 可以看出,在不同高压静电场处理条件下,叶绿素 a 的含量随着场强及处理时间的增加而呈先降低后升高的趋势,以 100 kV/m、30 min 处理叶绿素 a 含量最高,为 $(4.57 \pm 0.02) \text{mg/g}$,极显著高于其它处理,200 kV/m、90 min 处理的叶绿素 a 含量则最低,为 $(2.67 \pm 0.01) \text{mg/g}$,极显著低于其它处理。叶绿素 b 含量也以 100 kV/m、30 min 处理最高,为 $(2.09 \pm 0.01) \text{mg/g}$,显著高于其它处理及对照;300 kV/m、30 min 处理叶绿素 b 含量最低,为 $(0.69 \pm 0.01) \text{mg/g}$,极显著低于除 200 kV/m、90 min 处理外的其它处理;总叶绿素含量趋势同叶绿素 b,以 100 kV/m、30 min 处理最高,为 $(6.66 \pm 0.02) \text{mg/g}$,极显著高于其它处理及对照,300 kV/m、30 min 处理最低,为 $(2.87 \pm 0.01) \text{mg/g}$,极显著低于对照及其它处理。

表 2 不同高压静电场处理对菜豆幼苗叶绿素含量的影响

Table 2 The influence of high-voltage electric field treatments on chlorophyll content of kidney bean seedlings

处理 Treatment	叶绿素 a 含量 Chla content $/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 b 含量 Chlb content $/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素含量 Total Chl content $/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
CK	3.07±0.01h/G	1.28±0.01def/BCD	4.35±0.17g/EF
100 kV/m,30 min	4.57±0.02a/A	2.09±0.01a/A	6.66±0.02a/A
100 kV/m,60 min	4.12±0.01b/B	1.78±0.01b/AB	5.87±0.01b/B
100 kV/m,90 min	4.13±0.01b/B	1.69±0.01bc/ABC	5.82±0.02b/B
100 kV/m,120 min	3.81±0.01d/D	1.48±0.01bcd/BCD	5.29±0.02c/C
200 kV/m,30 min	3.31±0.02g/F	1.22±0.01def/CDE	4.52±0.02ef/EDF
200 kV/m,60 min	3.47±0.01ef/E	1.36±0.02cde/BCDE	4.83±0.02d/D
200 kV/m,90 min	2.67±0.01i/H	0.92±0.01fg/EF	3.56±0.02h/G
200 kV/m,120 min	3.13±0.01h/G	1.04±0.01 ef/DEF	4.17±0.02g/F
300 kV/m,30 min	2.18±0.01j/I	0.69±0.01g/F	2.87±0.01i/H
300 kV/m,60 min	3.49±0.01e/E	1.22±0.01def/CDE	4.71±0.01de/DE
300 kV/m,90 min	3.96±0.01c/C	1.48±0.01bcd/BCD	5.44±0.01c/C
300 kV/m,120 min	3.40±0.01f/EF	1.18±0.01def/DE	4.58±0.02def/DE

3 讨论

大多数试验已经证明,高压静电场对作物种子酶活及其它生理生化过程有明显的促进作用。但过高电场将会使酶的结构遭到破坏,使酶的活性降低,降低种子的生理活性^[12-17]。

高压静电场处理的种子活性会显著提高。POD 清除 H_2O_2 起多种保护作用,SOD 是 O_2^- 的专一清除酶,在逆境条件下,会大量积累。植物体内的脯氨酸含量在一定程度上反映了植物的抗逆性。它们共同作用保护生物膜及其它生命物质不受自由基的侵害。该试验结果可以看出,游离脯氨酸在低场强下的含量很低,远低于

对照组,在高场强下的含量要高于对照,从而可以看出场强越高脯氨酸含量越高;POD 活性在低场强下要高于高场强下的活性,高于对照组;SOD 活性在每一个场强之内都随时间的增加呈现先升高后下降的变化趋势。不同处理对体内各项生理生化指标值影响是不同的,在某些处理下对它们是显著促进的,而某些处理则是显著抑制的。

叶绿体是光合作用的场所,直接影响植物光合作用的强弱,进而影响植株的整个生长发育过程。该试验可以得出,高压静电场处理后植物体内叶绿素含量的变化十分显著。不同处理的叶绿素 a 含量大多数要高于对照组,叶绿素 b 含量大都数比对照要高,部分处理条件下低于对照,这与吴旭红等^[18]试验结果有差异。总之,适宜的高压静电场处理有利于提高菜豆抗逆性。

参考文献

- [1] Murr L E. Plant growth response in all electrokencfic field [J]. Nature, 1963,207(3):1177-1178.
- [2] 康敏,余登苑,柳学平,等. 静电场对植物生长的生物效应研究[J]. 农业工程学报,1998,14(4):252-254.
- [3] 韩德恩. 生物静电效应的利用与开发[J]. 氨基酸和生物资源,2002,24(3):26-30.
- [4] 王愈,李里特. 高压电场处理对贮藏番茄活性氧代谢的调节[J]. 农业工程学报,2009,25(1):255-259.
- [5] 高伟娜,顾小清. 高压静电场对植物生物学效应的研究进展[J]. 现

代生物医学进展,2006,6(7):60-62.

- [6] 张本华,李成华. 高压电场对大豆种子活力影响的试验研究[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(4):660-662.
- [7] 曹永军,习岗,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.
- [8] 孙迎春,张羽,李丽雅,等. 高压芒刺电场预处理对大豆种子发芽的影响[J]. 东北师大学报(自然科学版),2005,31(1):54-56.
- [9] 蔡兴旺,杨建新. 珍珠番茄种子高压静电场处理的田间生物学效应试验[J]. 种子,2004,23(4):19-22.
- [10] 刘志勇,毕玉凤,黄洪云. 高压静电场的静电研究[J]. 唐山师范学院学报,2008,30(2):53-54.
- [11] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:136,258-260.
- [12] 陈志远,谢菊芳,罗治钢,等. 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.
- [13] 张本华,王君玲,陈彬,等. 高压静电处理对种子发芽率影响的试验研究[J]. 农机化研究,2006(5):139-140.
- [14] 张永明. 高压静电场对黄瓜种子发芽率影响与机理研究[J]. 长江蔬菜,2008(4):13-16.
- [15] 侯福林,金兰芝,柳建军,等. 高压静电场对春萝卜种子活力的影响[J]. 山东农业科学,1995,4(5):32-33.
- [16] 王振邦. 高压静电场对绿豆种子活力影响的机理探讨[J]. 陕西教育学院学报,2004,20(2):11-13.
- [17] 孙迎春,丁会,徐丽红,等. 高压芒刺静电场对玉米种子发芽影响的实验研究[J]. 东北师大学报(自然科学版),2006,38(1):84-86.
- [18] 吴旭红,孙为民,张红燕,等. 静电场对植物的生物学效应[J]. 黑龙江农业科学,2005(2):44-46.

Effect of High Voltage Electrostatic Field on Physiological Activity of Kidney Bean

DUAN Guo-feng¹, WANG Zheng-zheng², LI Li-juan³, WANG Ru-fu⁴

(1. College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801; 2. Biology Institute of Shanxi, Taiyuan, Shanxi 030000; 3. College of Information, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030800; 4. College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030800)

Abstract: Taking 'Cuiyun No. 1' kidney bean as material, using two factors completely random experiment design, the effect of high voltage electrostatic field and processing time on physiological activity of kidney seed were studied. The results showed that, under the 300 kV/m, 90 min treatment, the free proline content was the highest with $(16.30 \pm 1.40) \mu\text{g/g}$ FW, significantly higher than most of the processing and control. Under 100 kV/m, 30 min treatment, the peroxidase activity was the highest with $(13.02 \pm 0.78) \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, very significantly higher than other treatment and control; under 200 kV/m, 60 min processing, the superoxide dismutase SOD activity was the highest, with $(468.36 \pm 26.55) \text{U/g}$ FW, significantly higher than most of the processing and control; within each electrostatic field as the growth time extended, the measurement indexes presented first rising then decline trend, under 30 min, 100 kV/m treatment, chlorophyll a, and chlorophyll b, total chlorophyll content and POD activity were superior to other processing; The experiment showed that suitable high voltage electrostatic field treatment was favour of improving kidney beans resistance.

Key words: high voltage electric field; kidney bean; physiological and biochemical indexes