

高压静电场对黄瓜种子萌发期生理指标的影响

邓红梅¹, 韩寒冰¹, 熊建平²

(1. 茂名学院化学与生命科学学院, 广东茂名 525000; 2. 茂名学院静电研究所, 广东茂名 525000)

摘要: 采用 20 kV/cm 高压静电场强度, 分别以 20、30、40 s 处理黄瓜种子, 结果表明: 处理 20 s 的黄瓜种子在萌发期间各项生理指标均显著高于对照组。随处理时间延长, 高压静电场对黄瓜种子萌发的促进作用减弱甚至产生抑制作用。

关键词: 高压静电场; 黄瓜种子; 萌发期; 生理指标

中图分类号: Q689; S642.2 文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2006)01-0087-03

Effect of High Voltage Electrostatic Field (HVEF) on the Physiological Indexes of Cucumber Seed during Germination Period

DENG Hong-Mei¹, HAN Han-Bing¹, XIONG Jian-Ping²

(1. School of Chemistry and Life Sciences, Maoming College, Maoming, Guangdong 525000, China;

2. Static Electricity Research Institute of Maoming College, Maoming, Guangdong 525000, China)

Abstract: Treating cucumber seeds in 20 kV/cm of high voltage electrostatic field (HVEF) with different time of 20 s (second), 30 s and 40 s. The result showed that every physiological indexes of the group with 20 s were obviously prior to comparison groups. With the time of treatment increasing, the positive effect of HVEF on cucumber seed is weakened, even restrained.

Key words: High voltage electrostatic field; Cucumber seed; Germination period; Physiological index

利用高压静电场处理生物体特别是植物所产生的生物效应研究较多, 主要有静电场对植物生长发育^[1~5]、植物体内各种酶活力^[6~10]、植物的抗逆性^[11,12], 以及种子发芽率、作物产量^[4~6,12~15]等方面的影响。用高压静电场处理种子是近年来应用较多的种子处理方法之一, 国内已在采用高压静电处理水稻、小麦、花生、大豆、黄瓜等种子方面取得了较好的增产效果^[1,5,9,13,14], 但上述实验多是采用场强 $E < 10$ kV/cm 的强度。笔者模拟太空育种的原理, 将电场强度提高到 20 kV/cm, 探讨高压静电对黄瓜种子萌发期各项生理指标的影响。

1 材料和方法

1.1 材料

供试黄瓜品种为津春 4 号, 由天津科润农业科技股份有限公司黄瓜研究所提供。

高压静电电源由昆明陆军学院科技开发部生产 ($V = 0 \sim 100$ kV), 静电场仪由茂名学院静电研究所自制。

1.2 方法

1.2.1 高压静电处理 将黄瓜种子选种后, 取 400 粒分为 4 组, 每组 100 粒, 浸泡 4 h, 干燥箱内烘干水分, 其中一组为实验对照 (CK) 组。在强度为 20 kV/cm 静电场中处理, 时间分别为 20、30、40 s, 备作种子活力的测定。另取 200 粒分为 4 组, 每组 50 粒, 其中一组为实验对照组, 处理方法同上, 备作电导率的测定。

1.2.2 种子活力的测定 处理后的种子利用常规方法进行发芽实验, 每皿 100 粒, 室温 20~25°C 中培养, 备作发芽率及活力指数的测定。第 2 d 测发芽势、第 5 d 计算发芽率、发芽指数和活力指数。发芽率、发芽指数和活力指数的计算公式为:

发芽率 = $G/N \times 100\%$, 其中 G 为发芽种子数, N 为种子数。

发芽指数 $R_{Gr} = \sum R_{Gr}/t$, 其中 R_{Gr} 表示在 t 天内发芽数, t 为发芽天数。

活力指数 $R_{Vi} = S \sum R_{Gr}/t$, 其中 S 为幼苗平均鲜质量。

收稿日期: 2005-06-06, 修回日期: 2005-08-29。

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (04011551)。

作者简介: 邓红梅(1965—), 女, 学士, 主要从事生物物理方面的研究 (E-mail: dhm005@126.com)。

1.2.3 电导率的测定 取不同处理时间的种子及对照组每份50粒,用自来水冲洗3遍,重蒸馏水冲洗3遍,用定性滤纸吸干种子表面的水分,25 mL重蒸馏水30℃下浸泡4 h。用DDS-II型电导仪测定种子浸出液的电导率,然后煮沸10 min,冷却后测定绝对电导率,最后计算各处理组的相对电导率。

1.2.4 呼吸速率的测定 在种子萌发第3 d,每皿随机选取50粒发芽的种子,采用瓦氏微量检压(Warburg)法^[16]测定。

1.2.5 淀粉酶活性的测定 在种子萌发第6 d,每皿随机选取0.5 g子叶,采用邱泽生的方法^[17]测定。

1.2.6 过氧化氢酶活性的测定 在种子萌发第

6 d,每皿随机选取0.25 g子叶,用碘量法^[18]测定。

2 结果与分析

2.1 高压静电对黄瓜种子活力的影响

在种子的发芽试验中观察到,黄瓜种子经高压静电处理后,发芽势、发芽指数、平均鲜质量及活力指数均高于对照组,试验1组对种子发芽势的提高非常明显(见表1),说明高压静电场(20 kV/cm,20 s)对种子萌发具有一定激活作用,有利于种子的发芽整齐度。同时该种静电场处理对根的促进作用也很明显,根长、鲜重均比对照组明显增加。因此活力指数表现也明显提高。

表1 高压静电对黄瓜种子萌发期发芽率、活力指数的影响

Table 1 Effect of HVEF on germination percentage and activity index of cucumber seeds during germination period

实验组 No.	静电强度 (kV/cm)	处理时间 (s)	发芽势 Germination energy (%)	发芽率 Germination percentage (%)	发芽指数 Sprouting index	平均鲜重 Average fresh weight (mg)	增长率 Increasing rate (%)	活力指数 Activity index	增长率 Increasing rate (%)
CK	0	0	92	97	68	0.133	-	9.04	-
Group 1	20	20	96	98	72	0.152	14.29	10.94	21.02
Group 2	20	30	94	97	70	0.140	5.26	9.80	8.41
Group 3	20	40	93	96	70	0.134	0.08	9.38	3.76

2.2 高压静电处理对黄瓜种子电导率的影响

种子电导率是种子活力测定的指标之一。在一般情况下,认为种子活力与电导率呈负相关,即电导率高的种子活力低,反之则种子活力高。种子在萌发吸胀过程中,细胞膜系统需要进行修复重建,膜修复的好坏直接影响到种子活力。经高压静电场处理的实验1组、2组的黄瓜种子相对电导率均低于对照组,而实验3组则高于对照组(见表2),说明高压静电场对细胞膜具有一定的促进修复作用。而随处理时间的延长,对细胞膜修复作用减弱甚至可能对细胞膜结构发生破坏,通透性增加,致使电导率增加。

表2 高压静电对黄瓜种子萌发期电导率的影响

Table 2 Effect of HVEF on conductivity of cucumber seeds during germination period

实验组 No.	静电强度 (kV/cm)	处理时间 (s)	相对电导率 Relative conductivity (%)	降低率 Decreasing rate (%)
CK	0	0	3.71	-
Group 1	20	20	3.33	10.24
Group 2	20	30	3.67	0.27
Group 3	20	40	3.91	-5.39

2.3 高压静电处理对黄瓜种子萌发时呼吸速率的影响

呼吸速率是植物生命活动最重要的指标之一,

它反映了植物体的生物氧化反应水平。经高压静电处理的实验1组、2组的呼吸速率均高于对照组,实验3组低于对照组,呈逐渐降低的趋势(见表3)。表明高压静电对黄瓜种子萌发过程呼吸速率有一定的影响,适宜的处理时间能提高黄瓜种子新陈代谢水平,随处理时间的延长,则可能对生物氧化反应有抑制作用。

表3 高压静电对黄瓜种子萌发期呼吸速率的影响

Table 3 Effect of HVEF on respiration rate of cucumber seeds during germination period

实验组 No.	静电强度 (kV/cm)	处理时间 (s)	呼吸速率 Respiration rate ($\mu\text{L O}_2/\text{粒}\cdot\text{h}$)	增长率 Increasing rate (%)
CK	0	0	31.48	-
Group 1	20	20	38.52	22.36
Group 2	20	30	31.81	4.22
Group 3	20	40	30.67	-2.51

2.4 高压静电处理对黄瓜种子萌发时淀粉酶活性的影响

淀粉酶是种子萌发过程中水解淀粉的主要酶,它将淀粉水解成麦芽糖,再由麦芽糖酶将麦芽糖水解成葡萄糖,为种子萌发提供能量,使其生长、发芽。测定淀粉酶活性,既能反映种子发芽势,又能反映种子萌芽幼苗的健壮度。处理组淀粉酶活力比对照组

提高,特别是实验1组提高较为显著(见表4),说明高压静电对黄瓜种子萌发过程中淀粉酶有一定的影响,并且在20 kV/cm、20 s电场处理效果较显著。

表4 高压静电对黄瓜种子萌发期淀粉酶活性的影响
Table 4 Effect of HVEF on amylase activity of cucumber seeds during germination period

实验组 No.	静电强度 Electric field intensity (kV/cm)	处理时间 Treatment time (s)	淀粉酶活力 Amylase activity (g/h·g)	增长率 Increasing rate (%)
CK	0	0	14.63	-
Group 1	20	20	20.06	37.17
Group 2	20	30	15.59	6.59
Group 3	20	40	14.93	2.07

2.5 高压静电处理对黄瓜种子萌发时过氧化氢酶活力的影响

过氧化氢酶能催化过氧化氢(H_2O_2)分解成氧和水,防止生物膜的过氧化作用,并防止由 H_2O_2 诱发单线态氧和某些自由基的产生,避免膜结构、DNA、蛋白质等生物大分子损伤,起到保护生物膜的作用,也可以增加种子抗逆性^[3],有利于种子的代谢作用。经高压静电场处理后只有实验1组的过氧化氢酶活力比对照组高,随着处理时间延长,过氧化氢酶活力逐渐降低(见表5),说明激发过氧化氢酶活力需要适宜的电场强度及作用时间,处理时间过长,可能对酶分子的构象具有强烈的影响,使酶活力下降。

表5 高压静电对黄瓜种子萌发期过氧化氢酶活力的影响
Table 5 Effects of HVEF on CAT activity of cucumber seeds during germination period

实验组 No.	静电强度 Electric field intensity (kV/cm)	处理时间 Treatment time (s)	过氧化氢酶活力 CAT activity (μ mol/min·g)	增长率 Increasing rate (%)
CK	0	0	92	-
Group 1	20	20	109	18.68
Group 2	20	30	74	-19.56
Group 3	20	40	72	-21.74

3 结论与讨论

本实验结果显示:黄瓜种子经高压静电场(20 kV/cm,20 s)处理后,无论是发芽势、发芽率、鲜重、活力指数,还是呼吸速率、淀粉酶活性和过氧化氢酶活性均比对照组显著提高,这与电场强度 $E < 10$ kV/cm处理作物种子的结果相似^[6-8]。但随处理时间延长,高压静电场对黄瓜种子生理指标的促进作用减弱甚至产生抑制作用,表明高压静电处理对黄瓜种子萌发具有时间效应,这对电场农业应用

技术的开发具有重要意义。本实验仅对黄瓜种子进行了20、30、40 s静电场处理,今后将扩大实验范围,进一步研究高压静电场时间效应的作用规律。

高压静电场对作用于生物体的机理有多种解释。有学者认为,静电处理能诱导或启动种子生物体内携带的某种信息,促进一定的反应发生而激活种子内部潜力,加速种子细胞动力学过程,加快种子的萌发^[5-7,15]。也有研究表明,高压静电能引起黄瓜种子的DNA变化,能促进黄瓜优质高产^[10,14]。本实验结果是否由于高压静电引起黄瓜种子的DNA变化,导致表达产物的变化,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 崔宝欣,郝宪孝,赵建萍.高压静电场对花生、小麦幼苗期生长的影响[J].静电,1995,10(4):23-25.
- [2] 张菁,代余军,居超明,廖贡献.高压静电场对豌豆根尖影响的细胞学研究[J].湖北大学学报(自然科学版),1996,18(4):229-232.
- [3] 谢菊芳,汪爱真,张菁,廖贡献,薛小桥.静电场中植物细胞畸变与分析[J].湖北大学学报(自然科学版),2000,22(3):253-256.
- [4] 马福荣,温尚斌,王锡禄,王志刚,金哲禹.静电场处理人参种子对参苗生长及产量的影响[J].东北师范大学学报(自然科学版),1994(3):33-36.
- [5] 康敏,余登苑,柳学平,陈平.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.
- [6] 于爱珍,蔡兴旺,李明,乔振先.高压静电场分离水稻、油菜及芝麻种子对萌发期生物效应的影响[J].生物物理学报,1996,12(2):310-314.
- [7] 王莘,李肃华,闵伟红,刘亚娟,王德辉.高压静电对月见草种子萌发期的生物学效应[J].生物物理学报,1997,13(4):665-670.
- [8] 曹永军,习岗,杨初平,宋清.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.
- [9] 曹永军,习岗,杨初平,宋清.油青菜心和黄瓜吸胀种子对高压静电场的反应[J].华南农业大学学报,2005,26(2):73-76.
- [10] 宋占海.静电场处理作物种子对其活力的影响及机理初探[J].种子,1993(1):43.
- [11] 赵剑,马福荣,杨文杰,温尚斌.高压静电场(HVEF)预处理种子对大豆幼苗抗冷害的影响[J].生物物理学报,1997,13(3):489-494.
- [12] 赵剑,马福荣,杨文杰,温尚斌.静电场对苜蓿愈伤组织抗寒能力的影响[J].生物物理学报,2000,16(2):506-512.
- [13] 梁运章.静电生物效应及其应用[J].物理,1995,24(1):36-38.
- [14] 熊建平,朱久远,马坚扬,陆弄.黄瓜高压静电育种的研究[J].生物磁学,2004,4(4):13-16.
- [15] 王清元,卢贵忠,余继文,赵玉清.高压静电处理水稻种子的试验研究[J].农机化研究,2004,3:157-158.
- [16] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [17] 张志良.植物生理学实验指导[M].第2版.北京:高等教育出版社,1990.234-235.
- [18] 许秀珍,梁山.生物化学与分子生物学实验指导[M].广州:暨南大学出版社,2003.65-67.