

# 高压电场对干旱胁迫下黄瓜种子萌发的影响

方 晶

(邢台学院教师教育学院,河北 邢台 054001)

**摘 要:**以“津春 2 号”黄瓜种子为试材,研究了不同强度的高压电场(100、200、300、400 kV/M)及 PEG-6000 模拟干旱胁迫处理对黄瓜种子萌发的影响。结果表明:干旱胁迫时电场处理能提高黄瓜种子的发芽率、鲜重、萌发指数和活力指数;萌发期黄瓜种子的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性显著高于对照,膜脂过氧化产物-丙二醛(MDA)含量降低;电场处理后酶活性的提高可能是静电场促进干旱条件下种子萌发的原因之一。

**关键词:**高压电场;干旱胁迫;黄瓜种子;萌发

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)13-0041-03

高压静电场是一种人工综合效应场,不仅具有离子束的作用,同时又有电磁辐射和恒定电场的效果。采用静电场对种子进行处理可提高种子发芽率、发芽势,促进根长、芽长,简化活力指数等指标、呼吸强度增加、萌发时间缩短<sup>[1-2]</sup>。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做了大量的研究,并对小麦、玉米、水稻、大豆的处理效应进行了报道<sup>[3-5]</sup>。但逆境条件下(尤其是干旱)对种子进行电场处理的报道很少,该试验对黄瓜种子在干旱胁迫条件下进行了电场处理试

验,探讨了电场处理种子对其干旱条件下萌发及生理生化效应的影响,对深入研究电场处理对干旱胁迫条件下种子萌发的促进作用机理具有重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料“津春 2 号”黄瓜品种由天津市农科院黄瓜研究所提供。

### 1.2 试验方法

1.2.1 高压静电场处理 高压静电场(HVEF)由 ZGF-60/2 型直流高压发生器生成,输出的电压加在 2 块平行金属板上,在 2 个金属板间形成一个连续可控的高压静电场。挑选饱满且外形较一致的黄瓜种子,随机分成若干份,分别置于平行板电极形成的电场中,在场强 100、

**作者简介:**方晶(1969-),女,邢台威县人,本科,讲师,现主要从事物理科技等教学与研究工作。

**收稿日期:**2014-03-14

## Comparative Study on Germination Characteristics of *Hippophae neurocarpa* and *Hippophae rhamnoides* Seeds

JIN Lan, CHEN Zhi

(Biology and Geography Sciences College, Qinghai Normal University, Xining, Qinghai 810008)

**Abstract:** Taking *Hippophae neurocarpa* of Qinghai Qilian wetland and *Hippophae rhamnoides* from Huzhu and Huangzhong as materials, effect of natural state, GA, sand cumulative temperature and hydration dehydration treatment on germination character were studied. The results showed that the *Hippophae rhamnoides* natural germination rate was higher from Huzhu and Huangzhong, the natural germination rate of *Hippophae neurocarpa* seeds was very low in Qilian wetland; The germination rate and germination potential of *Hippophae neurocarpa* seeds had increased significantly on the sand cumulative temperature treatment for 60 days; GA and hydration dehydration treatment did not significantly increase the germination rate of *Hippophae neurocarpa* seeds. It showed that sand cumulative temperature could promote the germination of *Hippophae neurocarpa* seeds from Qinghai Qilian wetland.

**Key words:** *Hippophae neurocarpa*; *Hippophae rhamnoides*; seed germination; sand cumulative temperature; GA; hydration dehydration

200、300、400 kV/M 下处理 10 min。以未进行电场处理和干旱胁迫种子作为对照 CK1,以未进行电场处理的干旱胁迫种子作为对照 CK2。种子萌发时干旱胁迫采用 15% 的 PEG-6000 溶液进行模拟。每处理设置 3 次重复。

1.2.2 种子发芽处理 利用常规方法进行发芽试验,将种子均匀地摆放在铺有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 30 粒,加入 15% PEG-6000 溶液 10 mL,放培养皿于 25℃ 的恒温箱中培养,每天添加 PEG-6000 溶液 1 次,以保持胁迫的渗透压不变。

### 1.3 项目测定

1.3.1 种子发芽测定 种子发芽试验以子叶露出为萌发标准。按照《国家种子发芽规程》,第 7 天测定发芽率。发芽率=第 7 天发芽的种子数/供试种子总数。种子萌发培养的 7 d 中,每天记录发芽数。种子萌发指数  $(GI) = \sum (Gt/Dt)$ ,式中  $Gt$  为发芽处理后  $t$  日的发芽数, $Dt$  为相应的发芽日数。培养到第 7 天,在培养皿中随机选取每个培养皿内 10 个幼苗,用电子天平称鲜重。种子活力指数  $(VI) = S \cdot GI$ ,式中  $S$  为幼苗第 7 天的生长势(该试验采用鲜重表示)。

1.3.2 理化指标测定 种子胚芽 1~2 cm 时开始测定

各理化指标。POD 活性的测定参照刘祖祺等<sup>[6]</sup>的方法;CAT 活性测定参照 Giannopolitis 等<sup>[7]</sup>方法,MDA 含量和超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定参照张宪政<sup>[8]</sup>方法。每处理各指标重复 3 次,计算平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 高压电场处理对于干旱胁迫条件下黄瓜种子萌发的影响

表 1 可以看出,干旱胁迫使黄瓜种子萌发受到不同程度的抑制。CK2 比 CK1 在发芽率、萌发指数、鲜重和活力指数方面都有不同程度下降趋势。黄瓜种子经高压静电处理后,各处理的发芽势、萌发指数、鲜重及活力指数均高于对照组 CK2,发芽率提高 2.0%~15.9%,萌发指数提高 10.2%~16.0%,鲜重提高 9.0%~27.3%,活力指数提高 20.3%~46.4%。其中以 300 kV/M 处理下的提高幅度最大,发芽率、萌发指数和活力指数的增加均达到显著水平。在 100~300 kV/M 的范围内,促进效应随着电场强度的增加而增加,但到了 400 kV/M 时,对发芽率、萌发指数和活力指数的促进作用下降,但仍高于对照 CK2。由以上分析可知,高压静电场对于干旱胁迫时的黄瓜种子萌发具有一定促进作用,有利于提高种子的发芽整齐度。

表 1 高压电场处理对于干旱胁迫条件下黄瓜种子萌发的影响

Table 1 Effect of high voltage electric field on germination of cucumber seeds under drought stress

处理条件 Treatment condition	发芽率 Germination rate/%	比 CK2 提高 Higher than CK2/%	萌发指数 Germination index	比 CK2 提高 Higher than CK2/%	鲜重 Fresh weight/mg	比 CK2 提高 Higher than CK2/%	活力指数 Vigor index	比 CK2 提高 Higher than CK2/%
CK1	86.4	—	78.2	—	0.15	—	11.7	—
CK2	70.2a	—	62.4a	—	0.11a	—	6.9a	—
100	71.6a	2.0	68.8b	10.2	0.12a	9.0	8.3b	20.3
200	76.4b	8.8	69.6b	11.5	0.13b	18.2	9.0b	30.4
300	81.4c	15.9	72.4c	16.0	0.14b	27.3	10.1c	46.4
400	73.2a	4.3	71.6c	14.7	0.13b	18.2	9.3b	34.8

注:表中大小写字母表示各处理组与对照组 CK2 比较,在  $P < 0.05$  水平的差异显著性。以下同。

Note: Different lowercase letters in same column mean significant differences at 0.05 level compared with CK2, the same below.

### 2.2 高压电场处理对于干旱胁迫下黄瓜种子萌发期生化指标的影响

从表 2 可以看出,干旱胁迫后,黄瓜种子 SOD、POD 活性(CK2)都比未经干旱处理(CK1)的种子低,但在相同胁迫条件下电场处理过的种子 SOD、POD 活性均高于 CK2,黄瓜种子 SOD 和 POD 活性提高幅度分别为 1.88%~5.34%和 17.83%~34.11%,其中提高幅度最大的为 300 kV/M,2 种酶活性比 CK2 提高 5.34%和 34.11%,与对照和其它几种处理呈显著性差异。经电场处理受干旱胁迫的黄瓜种子后,能显著地提高种子的 SOD 和 POD 活性,从而降低干旱胁迫对细胞膜的伤害,提高种子对于干旱胁迫的适应性。

由表 2 还可以看出,干旱胁迫后,黄瓜种子 CAT 活性降低(CK2 比 CK1 低),但经高压电场处理后,CAT 活

性明显提高,黄瓜种子较 CK2 提高幅度为 19.17%~35.83%,其中 300 kV/M 提高幅度最大,为 35.83%,与其它几种处理呈显著性差异。由此说明,高压电场处理黄瓜种子可以引起种子在萌发过程中 CAT 被提前激活,活性增强,减少  $H_2O_2$  的毒害,保护了生物膜,从而增强了抗逆性。

从表 2 的 CK2 和 CK1 比较看出,干旱胁迫使黄瓜种子 MDA 含量增加,MDA 是膜脂过氧化作用的产物,干旱胁迫下萌发种子中丙二醛含量的变化恰与 SOD、POD 活性相反,CK2 明显高于 CK1,说明干旱胁迫使膜结构发生了改变,膜透性增加。经高压电场处理后,丙二醛含量降低,降低幅度为 9.39%~27.37%,说明电场处理可以缓解干旱胁迫对细胞膜系统的伤害,黄瓜种子 MDA 含量降幅最大的是 300 kV/M 处理。

表 2 高压电场处理对干旱胁迫下黄瓜种子萌发期生化指标的影响

Table 2 Effect of high voltage electric field on biochemical indexes of cucumber seeds under drought stress

处理条件 Treatment condition	超氧化物歧化酶活性 SOD activity /U·g <sup>-1</sup>	比 CK2 提高 Higher than CK2/%	过氧化物酶活性 POD activity /OD <sub>470</sub> min·g <sup>-1</sup> FW	比 CK2 提高 Higher than CK2/%	过氧化氢酶活性 CAT activity /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> mg·min <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup> FW	比 CK2 Higher than CK2/%	丙二醛含量 MDA content /nmol·g <sup>-1</sup> FW	比 CK2 降低 Lower than CK2/%
CK1	100.51	—	1.60	—	1.62	—	16.31	—
CK2	91.42a	—	1.29a	—	1.20a	—	26.60a	—
100	93.14b	1.88	1.52b	17.83	1.43b	19.17	24.10a	-9.39
200	94.29b	3.14	1.62b	25.58	1.51b	25.83	22.48b	-15.49
300	96.31c	5.34	1.73c	34.11	1.63c	35.83	19.32c	-27.37
400	92.58b	1.27	1.63b	26.36	1.50b	25.00	21.13b	-20.56

### 3 讨论

利用高压静电场处理干旱胁迫下黄瓜种子,在适宜剂量电场处理条件下,对黄瓜种子萌发有明显的促进作用。试验结果表明,适宜强度的高压静电处理对干旱胁迫下黄瓜种子的发芽率、萌发指数、鲜重和活力指数均有不同程度的提高,说明适当剂量的静电场处理,对受干旱胁迫的种子萌发有刺激作用。这与侯建华等<sup>[9]</sup>对受干旱胁迫的油葵种子进行电场处理的结论是一致的。

干旱胁迫与植物膜过氧化及保护酶系统活性的变化,已广泛用于对逆境的反应机理的研究,研究证明保护酶活性与植物的抗旱性有一定的关系<sup>[10]</sup>。干旱胁迫使植物体内活性氧积累增加,对植物造成过氧化伤害。SOD、POD 和 CAT 是重要的保护酶,可以清除植物体内产生的活性氧,防御活性氧对细胞的伤害,抗氧化系统对活性氧的清除能力是衡量植物对逆境抵抗的关键因素之一<sup>[11]</sup>。该试验表明,黄瓜种子萌发期 SOD、POD 和 CAT 酶活性都与种子活力指数呈成正比。干旱条件下各电场处理组的保护酶活性均比未处理的酶活性有所提高。说明种子活力的提高与萌发过程中多种酶活性的提高存在着相关性,可能是电场促进干旱条件下种子活力提高的原因之一。MDA 对膜和细胞中的许多生物功能分子如蛋白质、核酸和酶等均有很强的破坏作用,并参与破坏生物膜的结构与功能,通常作为质膜过氧化的指标,表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境

条件反应的强弱<sup>[12]</sup>。该试验中电场处理黄瓜种子后 MDA 含量降低,说明电场处理可以缓解干旱胁迫对细胞膜系统的伤害。

### 参考文献

- [1] 宋占梅. 静电场处理作物种子对其活力的影响及机理的初探[J]. 种子, 1993, 12(1): 43-46.
- [2] 高伟娜, 顾晓青, 乔晓岚, 等. 高压静电场对老化水稻种子活力的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(2): 37-40.
- [3] 高雪红, 吴俊林, 陈怀军, 等. 高压静电场预处理黄豆对其幼芽生物成分的影响[J]. 陕西师范大学学报, 2008, 36(3): 35-39.
- [4] 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.
- [5] Morar R, Munteanu R, Simion E, et al. Electrostatic treatment of bean seeds[J]. IEEE Trans Industry App, 1999, 35(1): 208-212.
- [6] 刘祖祺, 张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993: 222-285.
- [7] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutase: occurrence in higher plants[J]. Plant physiology, 1977, 59: 309-314.
- [8] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992: 210-211.
- [9] 侯建华, 杨体强, 王征宏, 等. 电场对干旱胁迫下油葵种子萌发的生物学效应[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 119-122.
- [10] 赵丽英, 邓西平, 山仑. 活性氧清除系统对干旱胁迫响应机制[J]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 413-418.
- [11] 杨淑慎, 高俊凤. 活性氧和自由基对植物衰老的影响[J]. 西北植物学报, 2001(21): 215-220.
- [12] 李明, 王根轩. 干旱胁迫对甘草幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(4): 503-507.

## Effect of High Voltage Electric Field on Germination of Cucumber Seeds Under Drought Stress

FANG Jing

(Teacher Education College of Xingtai University, Xingtai, Hebei 054001)

**Abstract:** Taking 'Jinchun No. 2' cucumber seed as materials, the effect of different strength high voltage electric field (100, 200, 300, 400 kV/M) and drought stress simulated by PEG-6000 on influence of cucumber seeds germination were studied. The results showed that germination rate, fresh weight, germination index and vigor index of cucumber seeds in drought stress were improved by using high voltage electric field, activity of SOD, POD and CAT of cucumber seeds during germination were significantly higher than control, and MDA was decreased. The experiment deduced that electrostatic field which could improve enzyme activity was played an important role in seed germination under drought stress.

**Key words:** high voltage electric field; drought stress; cucumber seed; germination